

سلسلة بحوث جغرافية

العدد ١٢٤ – ٢٠١٩ م

فهرس المحتويات

الصفحة

- ٣ • تغير المناخ العالمي: النماذج والإسقاطات والتقنيات الحديثة
محمد السيد حافظ ومضرح بن ضايم القرادي
- ٣١ • خريطة نطاق المناخ المحلي لمنطقة الدقى كمدخل لنموذج MUKLIMO
إيمان عبد العظيم عبد الرحمن وآخرون
- ٤٨ • القصور الحراري وأثره في خصائص الجزيرة الحرارية لمدينة المنصورة
وليد عباس عبد الراضي حسان
- ٨٠ • استخدام بيانات الاستشعار من بعد في معالجة حرائق قش الارز بمحافظة الشرقية.....
أميرة رجب محمد حسن وآخرون
- ١٠٩ • رصد تغيرات الغطاء النباتي بإقليم بحيرة قارون شمال منخفض الفيوم بمصر باستخدام
تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد.....
محمود إبراهيم دسوقي بغدادى
- ١٢٧ • العلاقة بين توزيع استخدام الأرض وتوزيع نسب الضباب الدخاني بإقليم القاهرة الكبرى .
أسماء محمد أحمد عويس وآخرون
- ١٥٥ • أثر المناخ على راحة الإنسان بمدينة قويسنا (بتطبيق البيانات المناخية الساعية)
محيي الدين صلاح الدين محيي الدين وشحاتة سيد أحمد طلبت
- ١٨٧ • التقييم البيئي لميناء الإسكندرية.....
إسراء سمير المصرى وآخرون
- ٢١٢ • محاكاة الواقع الجغرافي لاستغلال طاقة الرياح في صحراء مصر الشرقية باستخدام
الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.....
حسام ثابت صدقي قابيل وشحاتة سيد أحمد طلبت
- ٢٣٣ • أثر المناخ على راحة الإنسان بمحافظة بورسعيد وأسيوط.....
دينا إبراهيم محمد سالم

- أثر المناخ علي الطلب السياحي الإسكندرية..... ٢٦٩
- شيماء السيد عبد النبي
- أنماط الراحة الحرارية وتأثيرها على السياحة في النطاق الساحلى للبحر الأحمر - مصر... ٢٩٤
- أمل عبد العظيم عبد المقصود معتوق
- الإنتاج المحتمل من الطاقة الشمسية في مصر دراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ٣٢٠
- والاستشعار عن بعد.....
- هبه الله فتحي شومان وآخرون
- التبخر والموازنة المائية في محافظة مطروح "دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي ٣٤٠
- ساميه علي علي مبروك وآخرون

تغير المناخ العالمي: النماذج والإسقاطات والتقنيات الحديثة

أ.د. محمد السيد حافظ^(١) د. مفرح بن ضايم القرادي^(٢)

المستخلص.

تحظى دراسات التغيرات المناخية باهتمام علمي في أوساط الباحثين والمتخصصين، وعلى أعلى المستويات السياسية العالمية، ومن المؤكد وجود دلائل علمية قوية تبرهن على أن المناخ قد تغير وسوف يستمر في التغير في المستقبل استجابة لأسباب متعددة أهمها: الأنشطة البشرية. ويمكن أن نبرهن على هذا التغير من خلال التغيرات التي طرأت على أحوال الطقس المحلية التي يشعر الإنسان بشئى أنحاء العالم. ونستعرض في هذا العمل النماذج والتقنيات المستخدمة في تقييم تغير المناخ العالمي، والتي شهدت نماء سريعاً منذ عام ١٩٩٠. وتهدف الدراسة إلى تلخيص التقدم المحرز للتقنيات المطبقة من قبل تخصصات متعددة في عمليات تقييم التغير المناخي العالمي، وتحديد أولويات أوجه عدم اليقين الرئيسية، وإبراز مدى مساهمتها في تعميق الفكر العلمي، لا سيما بين العمليات والسياسات والاستجابات المحتملة. واعتمد الباحثان في الدراسة على تحليل وتتبع الاتجاهات الحديثة والمعاصرة للتقنيات والأساليب المستخدمة في معالجة دراسة تغير المناخ العالمي ومنها: النماذج التحليلية الفردية والمزدوجة والمدمجة، والتغذية المرتدة للمحاكاة الايجابية والسلبية، والاسقاطات المناخية الخطية وغير الخطية لتغير المناخ، والأساليب الكمية والفرضيات البديلة، ومؤشرات التغير المناخي، والاستشعار من بعد لتقييم الاستجابة السحابية لتغير المناخ، والتحليل الطيفي، والبرمجيات والأدوات التفاعلية للتكيف والحد من تأثير التغير المناخي. وتوصلت الدراسة إلى وجود عدد غير قليل من الأفكار الهامة المستخدمة في تقييم تغير المناخ العالمي، غير أنها توجه التحديات في عملية التقييم المتكامل، مما يستدعي إلى استنباط آلية لتقليل أوجه عدم اليقين من نتائج تلك الطرق، لوضع السياسات السليمة واتخاذ القرارات الصحيحة.

الكلمات المفتاحية: تغير المناخ، المناخ العالمي، النماذج المناخية.

Key Words: Climate change, Global climate, Climate models

المقدمة.

منذ أواخر سبعينيات القرن العشرين (١٩٧٨) بدأت وحدات الأبحاث المناخية على المستوى العالمي في إنتاج مجموعة بياناتها الشبكية للحالات الشاذة لدرجة حرارة هواء الأرض؛ بناءً على سجلات درجات الحرارة الموجودة لدى منظمات الأرصاد الجوية الوطنية والعالمية. وفي عام ١٩٨٦ أُضيفت درجات حرارة سطح البحر لعمل تركيبية من البيانات كانت أول سجل لدرجات حرارة هواء الأرض؛ حيث أظهرت أن درجة الحرارة زادت بمقدار ٠.٨ درجة مئوية خلال السنوات الـ ١٥٧ الماضية. ومنذ عام ١٩٨٩ استمر العمل في وحدات الأبحاث المناخية العالمية، والذي هدف في المقام الأول معرفة العمليات الأساسية والتفاعلات

^(١) أستاذ المناخ التطبيقي قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة الملك سعود (البريد الإلكتروني: mohhafez@ksu.edu.sa).

^(٢) أستاذ علم المعلومات المكانية المساعد قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة الملك سعود (البريد الإلكتروني: mufarehq@ksu.edu.sa).

والتطورات المرتبطة بتغير مناخ الأرض بتقنيات متعددة، غير إن مسألة التحقق من صحة التوقعات لتغير المناخ أصبحت إشكالية علمية. وفي دراستنا نقوم بعرض وتحليل وتقييم عدد من مقاييس أداء التقنيات بدءاً بالتمثيل المناخي وصولاً للبرمجيات والأدوات التفاعلية للتكيف والحد من تأثير التغير المناخي.

في هذا الصدد كانت هناك العديد من الدراسات المعنية بتقنيات تقييم التغير المناخي منها: دراسة خارين وزويبر (Zwiers & Kharin, ٢٠٠٠)، والتي تناولت فحص التغيرات في الحد الأقصى للعديد من بارامترات المناخ شبه السطحية، والتي يشار إليها كZ2000، والتي تم محاكاتها بالنسخة الأولى من المركز الكندي لنمذجة المناخ وتحليله (CCCma) Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis، ونموذج المناخ العالمي المقترن Coupled Global Climate Model (CGCM1)، ووصف القيم المتطرفة من حيث قيم الإرجاع من التطرف السنوي.

وتعد إحدى المشكلات التي أثرت في تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC 2001) Intergovernmental Panel on Climate Change، هي عدم وجود التجارب اللازمة لتقديم رؤية شاملة للتغيرات المناخية الإقليمية (Giorgi, et al., 2001)، وأعاقت هذه المشكلة إجراء تقييم قوي لأوجه عدم اليقين المرتبطة بإسقاط التغيرات المناخية الإقليمية. ولمعالجة هذه المشكلات جزئياً، تم تأسيس مشروع PRUDENCE للتنبؤ بالسيناريوهات الإقليمية وعدم اليقين، لتحديد الأخطار وتأثير تغير المناخ في أوروبا، بهدف تحسين فهمنا لتغير المناخ الإقليمي وما يتصل بذلك من أوجه عدم اليقين. واستند هذا المشروع إلى سلسلة من عمليات المحاكاة المنسقة مع مختلف رسائل التنسيق الإقليمية لمختلف سيناريوهات انبعاثات غازات الدفيئة والأيروسول؛ حيث استخدم جميع آليات المناخ الإقليمية مجالاً قابلاً للمقارنة ومنها: مدى الدقة الأفقية، وفترة المحاكاة، ومجالات تأثير الحدود الجانبية (Christensen, et al., 2002). وعلى النقيض، يمكن توضيح إن نظام التنبؤ بتغير المناخ خلال السنوات العقدية The probabilistic decadal-centennial climate change prediction system، ما زال قيد التطوير. ومع ذلك تم إجراء عدد من الدراسات باستخدام نماذج تتراوح بين نماذج بسيطة لتوازن الطاقة (Wigley, et al., 1998)، ونماذج الدوران العالمي (Murphy, et al., 2004). وتعد نماذج الدوران العالمي الأنسب لتمثيل التفاعلات غير الخطية الكاملة بين العمليات الفيزيائية المسؤولة عن تحديد تغير المناخ في المستقبل، وبالتالي التنبؤ بنوع المعلومات الإقليمية المتعددة المتغيرات.

ذلك وتتناول الأدبيات أشكال من تحليلات Bayesian في بحوث تغير المناخ. ومنها: (Hasselmann, 1998)، (Berliner, L., et al., 2000). وأشار (Leroy, 1998) إلى إمكانية استخدام استراتيجية Bayesian لتقييم النماذج؛ حيث يهدف تحليل Bayesian إلى توضيح ما هي الاحتمالات وتحديدها. وهذا يتيح إجراء تقييمات بسيطة نسبياً للفرضيات النموذجية، وعمليات فحص لحساسية النتائج لهذه الاحتمالات.

كذلك تناولت الدراسات دمج العديد من الأدوات التفاعلية للتكيف المُنَاحي في نظام دعم القرار التفاعلي؛ حيث استخدم جهاز رسم الخرائط التفاعلية Microsoft Surface 2.0 Touch Table، كمنصة تواصل، ومنها: دراسات (Alexander, et al., 2012)، (Arciniegas, et al., 2012)، (Janssen, et al., 2014). كما تناول العديد من الدراسات وصف وتحليل مزايا الأدوات التفاعلية والتحكم والتعامل مع قواعد البيانات المكانية الجغرافية، ومنها: (Arciniegas et al. 2011)، (Eikelboom and Janssen 2015)، (Pelzer et al. 2013).

وعلى ضوء الدراسات السابقة والخلفية العلمية ينحصر الهدف الرئيسي للدراسة في تقديم تقييما وتحليلا موجزاً لعدد من التقنيات والنماذج والتجارب العالمية المختلفة الإصدار، والإستفادة من التقدم المحرز في التقنيات الحديثة والمعاصرة لدراسة التغير المُنَاحي العالمي، بغاية تحقيق الأهداف الآتية:

- المساهمة الفاعلة في تقديم رؤية للتقنيات الخاصة بتغير المناخ العالمي، وإبراز دورها في تعميق الفكر العلمي.
- دراسة المقاييس المكانية والزمنية لنماذج المناخ العالمية، ونماذج المحاكاة والاسقاطات التي يمكن من خلالها تقييم التغير المُنَاحي.
- عرض كافة المستجدات الخاصة بالتقنيات ذات العلاقة بتقييم المناخ العالمي.
- تزويد الباحثين والمهتمين والمعنيين ببعض الجوانب التقنية، التي تتناول مختلف أوجه دراسة التغيرات المُنَاحية.

الحدود المكانية لدراسة التغيرات المُنَاحية.

تُستخدم النماذج المُنَاحية في فهم كيفية تغير المناخ زمنياً، وتمثل عادةً الغلاف الجوي والمحيطات وسطح اليابس والغطاء الجليدي، كما تعتمد في تناولها على الشبكة الجغرافية التي تغطي سطح الأرض. ويتم تمثيل بعض العمليات صراحة في النماذج المُنَاحية، مثل: حالات الدوران واسعة النطاق large-scale circulations، بينما يتم تمثيل عمليات أخرى من خلال عمليات مبسطة على نطاقات أصغر من حجم الشبكة المعتاد لنماذج المناخ العالمية، وتكون دقتها الأفقية Horizontal Resolution المعتادة تقع بين ٢٥٠ و ٦٠٠ كم.

وفي السنوات الأخيرة ظهر بشكل متزايد نهج تقليص النطاق الإقليمي، لإنتاج معلومات تغير المناخ على المستوى الإقليمي ومنها: عدد من التجارب المُنَاحية الإقليمية للمنطقة الأوروبية لتقييم التغيرات المحتملة المرتبطة بزيادة تركيزات غازات الاحتباس الحراري، واستخدمت هذه التجارب فواصل شبكية أفقية مداها ٢٠-٧٠ كم (Christensen & Christensen 2003). ذلك وبرز موضوع تقليل تباعد الشبكة الأفقية، بحيث يمكن حساب الحمل الحراري. وتمثل هذه المواضيع تحديات جديدة بالنسبة لبيانات الرصد المستخدمة في تقييم النماذج. وحتى الآن، كانت بيانات المراقبة الشبكية على نطاق الكيلومتر متاحة فقط

على عدد قليل من المناطق المحددة (Rockel, 2015). غير أن أدنى مقياس مكاني تعتبر فيه النماذج المناخية مفيدة في حدود ١٠٠٠ كم؛ ويرجع سبب ذلك إلى الدقة والقدرات الحاسوبية، وعليه فإن أحد الأسباب المحتملة لإخفاق النماذج على المستوى الإقليمي الحدود والدقة المكانية، والتي تقدم وصفاً غير وافٍ لهيكله مناخ سطح الأرض.

البيانات وأساليب الدراسة.

اعتمدت الدراسة لتحقيق الأهداف على الوصف والفحص والمقارنة وقياس الأهمية للتجارب والتقنيات المستحدثة والاتجاهات المحاكية والنمذجة المناخية في ضوء ثلاثة طرق هي: النهج الموحد The Unified Approach والتي يدعو إلى تطوير نماذج عالية الاستبانة ضمن إطار التنبؤ السلس، ونهج الهرمية The Hierarchy Approach التي يهدف إلى المزيد من الاهتمام بالتطوير وتعزيز التفاهم للدراسة المنهجية للتسلسل الهرمي للنماذج ذات الصلة، والنهج التعددي The Pluralist Approach والتي يدعو إلى مزيد من التنوع في جهود وضع النماذج، بما في ذلك بعض متغيراته، والاهتمام بالنمذجة التجريبية.

تم جمع الحقائق والبيانات والمعلومات اللازمة للدراسة بعد تحديد التقنيات الحديثة والمعاصرة المستخدمة في دراسة تغير المناخ العالمي، ومن ثم تنظيم البيانات في إطار له دلالة، ثم استخلاص النتائج بغاية إضافة علمية بحثية في هذا المجال. وبوجه خاص تستند الدراسة على مجموعة البيانات العالمية الشاذة لمعدلات درجات الحرارة، التي توفر معلومات عن التغير في متوسط درجة الحرارة السطحية والبحرية، السنوية والعالمية، بالإضافة إلى الاعتماد على البيانات المنشورة في الدوريات العلمية، وبيانات التقارير الحكومية والهيئات المعنية بالتغير المناخي ومنها:

- مختبر ديناميكيات الموائع الجيوفيزيائية The Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
A spectral GCM k (GFDL R30)، ويستخدم نموذج طيفي في الغلاف الجوي atmospheric model مع ترددات موجية ٣٠.
- هيئة البحوث الأسترالية The CSIRO Mark 2 GCM (CSIRO Mk2)، وهي هيئة دستورية أنشأتها الحكومة الاتحادية في أستراليا، وتستخدم نموذج طيفي في الغلاف الجوي An atmospheric R21 spectral model مع ترددات موجية ٢١.
- مركز هادلي التابع لمكتب الأرصاد الجوية بالمملكة المتحدة The Hadley Centre GCMs (HadCM2 and HadCM3)، ويستخدم نموذج GCMs، مع الفرق المحدد المعادل / T42 (R30) في ١٩ مستوى في الغلاف الجوي و ٢٠ مستوى في المحيطات.
- معهد ماكس بلانك للأرصاد الجوية هامبورج المانيا The Max Planck Institute for Meteorology GCM (ECHAM4/OPYC3)، ويستخدم نموذج طيفي T42 في الغلاف الجوي An Atmospheric T42 spectral model مع ١٩ طبقة عمودية.

ذلك واتباع في الدراسة عدة أساليب منها: الأسلوب الاستقرائي لمعرفة الطرق المستخدمة في مختلف التقنيات، وأسلوب الاستدلال الكمي والتخطيطي في تحديد درجة التشابه والاختلاف في المعالجة للتغير المناخي العالمي بين التقنيات المستحدثة ونماذج المحاكاة المصنفة، والملاحظات الناتجة عن العمليات الإحصائية في جميع المقاييس المكانية، بالإضافة إلى استخدام بعض النماذج لإجراء المقارنة للعديد من التجارب العديدة التي تحاكي الاستجابة للحساسية المناخية.

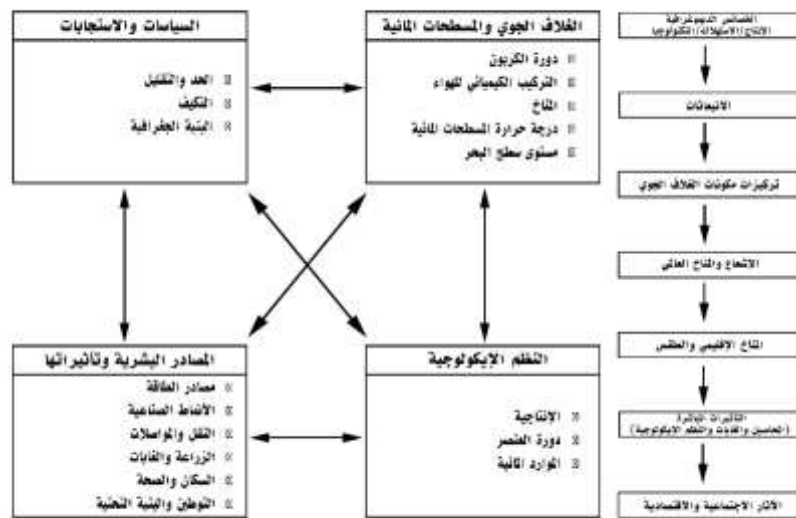
المناقشة والتحليل.

تتضمن المناقشة تحليلاً لسبعة مباحث رئيسية هي: نماذج تقييم تغير المناخ، ونماذج المحاكاة والإسقاطات المناخية، ونظرية الاحتمال والطرق الإحصائية، ومؤشرات التغير المناخي، وتقنية التحليل الطيفي، والاستشعار من بعد للاستجابة الساحبية، والبرمجيات والأدوات التفاعلية للتكيف والحد من تأثير التغير المناخي.

أولاً: نماذج تقييم تغير المناخ.

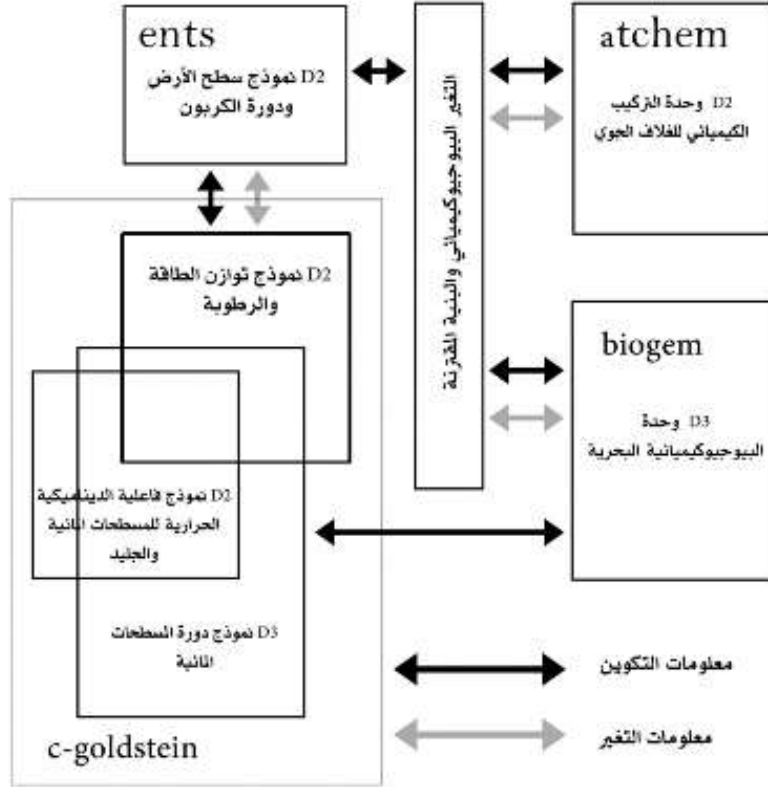
تستخدم مؤسسات وضع النماذج المختلفة سيناريوهات متعددة للنظام المناخي، ويعزى لذلك اختلاف التوقعات المناخية لسيناريوهات انبعاثات غازات الدفيئة بين تلك المؤسسات. مما يترتب عليه "عدم اليقين الهيكلي للنموذج المناخي". هذا وتم العمل من قبل برنامج تصميم ومقارنة النماذج المناخية PCMD على جمع مخرجات النماذج المناخية، والتي مهدت لوضع النماذج المزوجة والمركبة أو المدمجة. ومن هذه النماذج: نماذج الدوران العامة المتطورة Sophisticated General Circulation Models (GCMs)، ونماذج الغلاف الحيوي - نماذج الدوران العامة Biosphere-Atmosphere Transfer Scheme (BATS)، والنماذج الديناميكية الإحصائية Statistical Dynamical Models (SDMs)، ونموذج التقييم المتكامل لتغير المناخ العالمي Integrated Assessment (IA) modeling، وتشمل جميع نماذج الدوران العالمي المسطحات البحرية وتمثيل عمليات سطح الأرض. فعلى سبيل المثال يعتمد النموذج البيوجيوكيميائي البحري The Marine Biogeochemical Model (BIOGEM) على دورة الكربون البحرية؛ حيث يقوم النموذج بشكل عمودي بإعادة توزيع مجموعة من المتنبعات الجيوكيميائية التي يتم غرسها في المحيط، وفقاً لعمليات امتصاص بيولوجي، وإعادة تدوير المواد الجسيمية، مع تبادل الغازات الجوية وهي: الكربون والفوسفات بالإضافة إلى درجة الحرارة والملوحة. وتُستخرج المغذيات إلى جانب الكربون، من المحلول في طبقة المحيط السطحي المشمسة من خلال العمل البيولوجي، ويتم تصديرها في شكل جسيمات- مثل: المواد العضوية الجسيمية particulate organic matter, POM - إلى طبقات أعماق. وتخضع المواد العضوية الجسيمية العالقة في المياه لعمليات إعادة التمدن، مما يؤدي إلى إطلاق أنواع من المكونات المذابة، ثم يعاد تشكيل جميع المواد الجسيمية التي تصل إلى سطح الرسوبيات على الفور، وتعود المكونات الذائبة إلى الخلية المحيطية؛

حيث يتم تبادل ثاني أكسيد الكربون عبر السطح البيئي الجوي والبحري (Cameron, et al., 2005). ويبين شكل (1) مدخلات ومخرجات العناصر المستخدمة في النماذج العالمية لتقييم تغير المناخ الناتج عن التأثير البشري؛ حيث يظهر على اليمين عملية التكامل الرأسي بدءاً من الخصائص الديموغرافية والأنشطة البشرية، نهاية بالتأثير المباشر وغير مباشر للتأثيرات المحتملة، ويظهر على اليسار العلاقات المتبادلة في عملية التكامل الرأسي من حيث الدمج والتأثيرات. والجدير بالذكر وجود مشكلة مشتركة بين جميع النماذج المناخية، وهي استخدام فرضيات الاتزان ومحددات السلوك الشائعة في جميع أنحاء العالم؛ والتي تصبح حادة بشكل خاص عند تطبيقها على الاقتصاديات النامية أو الانتقالية.

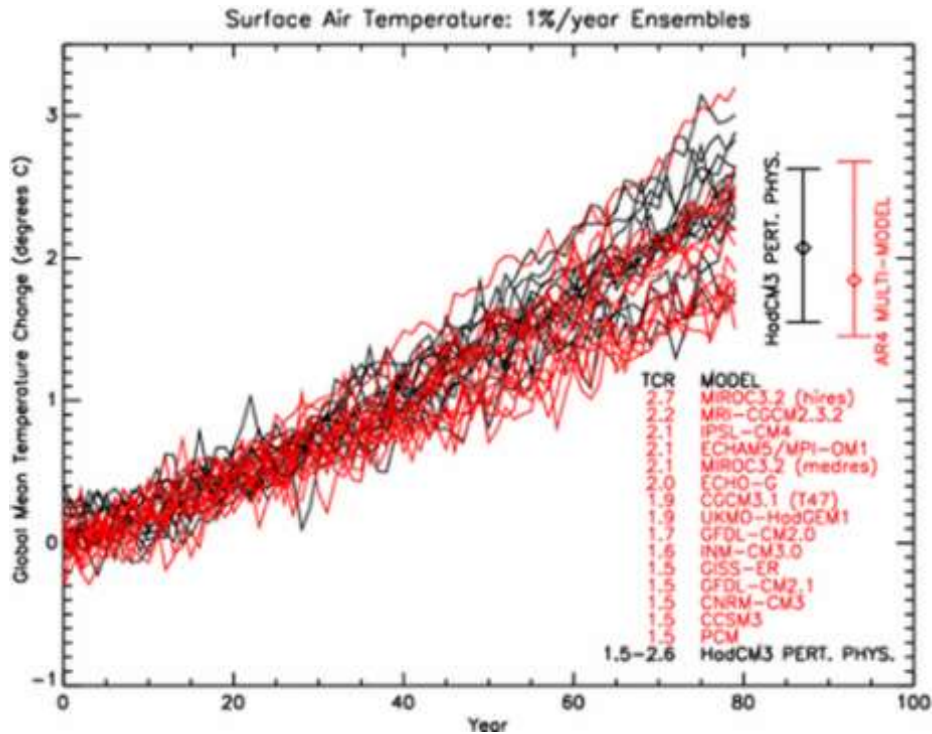


شكل (1) نموذج تخطيطي للعناصر المستخدمة في النماذج العالمية لتقييم تغير المناخ الناتج عن التأثير البشري

ومن النماذج المركبة نموذج GENIE-1، ويتألف من محيط احتكاكي ثلاثي الأبعاد الأول: كيميائي حيوي بيولوجي لاستعادة الفوسفات، والثاني: ديناميكية الجليد البحري والديناميكية الحرارية، والأخير: طبيعة سطح الأرض ودورة الكربون، بالإضافة إلى طاقة موسمية ثنائية الأبعاد من توازن الرطوبة الجوية. ويستخدم في النموذج ثلاث مجموعات من متغيرات المناخ النموذجية، لاستكشاف متانة النتائج. وتحتوي نسخ النموذج على حساسية مناخية تتراوح بين 2.8-3.3 درجة مئوية، وتنبؤ بتقليل ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي (Lenton, 2006). ويبين شكل (2) تخطيط لأحد النماذج المركبة، وفي هذه النسخة متغير atchem مجرد خزان جيد من CO2 في الغلاف الجوي.



شكل (٢) تخطيط لعناصر نموذج نظام الأرض GENIE-1 الفعال كأحد النماذج المركبة المستخدمة في تقييم تغير المناخ



المصدر: (Collins, et al., 2006).

شكل (٣) تباين متوسط الشذوذ العالمي في درجة حرارة الهواء السطحية TCR في تجارب نماذج تقييم التغير المناخي

وفي العموم تعتمد نواتج نماذج تغير المناخ المختلفة على تباين الشدوذ الحراري. ويبين الشكل (٣) نموذج لنواتج نماذج متعددة لمتوسط درجة حرارة الهواء السطحية العالمية، نسبة إلى تجربة التحكم المكافئة التي تم حسابها على مدار السنوات ٦١-١٩٨٠ في وقت تضاعف ثاني أكسيد الكربون، كمقياس لحجم التغيير، وهو اتجاه خطي تقريباً بسبب اعتماد التأثير الإشعاعي على لوغاريتم تركيز ثاني أكسيد الكربون (Collins, et al., 2006).

ثانياً: نماذج المحاكاة والإسقاطات المناخية

من الطبيعي بمكان لا يمكن التنبؤ بظروف اليقين المستقبلية. ومن التساؤلات العلمية ماذا سيكون متوسط درجة الحرارة العالمية في عام ٢٠٥٠ وعام ٢١٠٠؟ غير إن التنبؤات بهذا الخصوص غير مؤكدة؛ بسبب أن تركيبات غازات الدفيئة وغيرها من العوامل المؤثرة البشرية المنشأ، أو بسبب التغيرات المناخية الطبيعية المستقبلية غير معروفة، ولأن النماذج التي نستخدمها للتنبؤات غير كاملة؛ حيث لا تشمل جميع المتغيرات. وكان السؤال كيف نجعل التنبؤات ذات مصدقية في وجود هذه الشكوك؟ وعليه تم المحاكاة لمجموعة التحكم في نماذج تغير المناخ ومنها: HadAM3P، وتهدف إلى توفير محاكاة للمناخ العالمي الحالي الذي يكون واقعياً قدر الإمكان على سطح المحيطات، وذلك من خلال إعادة بناء درجة حرارة سطح البحر العالمية الملحوظة، وتركيزات الجليد البحري (Rayner, et al., 2003)، وكذلك من تتبع تطور القيم المرصودة لثاني أكسيد الكربون وغيره من غازات الاحتباس الحراري والأوزون (Johns, et al., 2003). ذلك وفقاً لآليات محاكاة تغير المناخ الآتية:

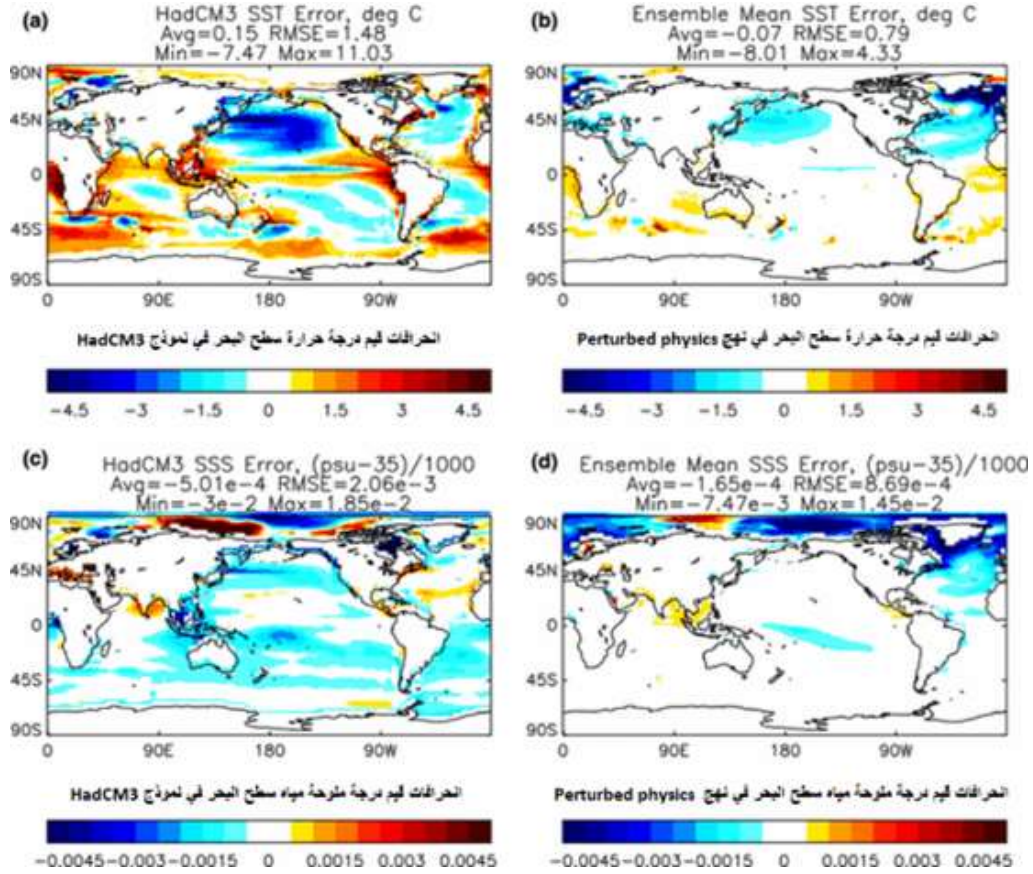
- **التحكم Control:** وتشمل القدرة على التأثير أو توجيه مسار الأحداث؛ حيث تستخدم البيانات من محاكاة طويلة التحكم، والتي يتم تنفيذها دون أي تغيير في متغيرات التأثير الخارجية. ومن ثم فهي تمثل التقلبات الجوهرية في نظام الغلاف الجوي المصمم بالنموذج. ومن تجارب محاكاة التحكم GFDL- - (Hirst, et al., 2000) HadCM3-Mk2 - CSIRO (Johns, et al., 2003) R30 (Delworth, et al., 2002).
- **المحاكاة البشرية Anthropogenic:** تستمد بشكل رئيسي من التلوث البيئي، وتستخدم سلسلة من عمليات المحاكاة للاستجابة المناخية، وتشمل تجارب تأثير زيادة في ثاني أكسيد الكربون المكافئ طبقاً لسيناريو IPCC IS92a، إلى جانب التأثير الإشعاعي لغازات الدفيئة من خلال التغييرات الإقليمية على الأشعة المنعكسة السطحية (Johns, et al., 2003).
- **المحاكاة الطبيعية Natural:** وتستخدم بيانات التجارب الإشعاع الشمسي المتغير، وتأثير الغبار الجوي البركاني في التحليل. وتتوفر في ذلك مجموعة من المحاكاة باستخدام سيناريو التأثيرات الشمسية منها: سيناريو تصريف الطاقة الشمسية Lean, Beer and Bradley or LBB solar forcing scenario (Stott, et al., 2001)، (Crowley, 2000)، (Robock, 2000).

بالإضافة إلى محاكاة الطاقة الشمسية المنفصلة LBB، لا سيما على المقاييس الزمنية العقدية، توجد مجموعات من المحاكاة النموذجية المتناظرة في الغلاف الجوي والمحيط العالمي من أجل التنبؤات الاحتمالية بتغير المناخ. ومنها: الدورة الحرارية في المحيط الأطلسي The Atlantic Thermohaline Circulation (THC). غير أن الأبحاث أظهرت شكوكًا كبيرة في محاكاة التغييرات المستقبلية في هذا النظام. وعليه تم تقييم متانة ميزات المحاكاة الخاصة عبر نتائج المقارنة والجمع بين نماذج المحاكاة (Stouffer, et al., 2006)، ومنها: تصميم نموذج الأرض العددي الفعال The Efficient Numerical Terrestrial Scheme (ENTS)، ويعد النموذج التمثيل الأدنى لفيزياء سطح الأرض والهيدرولوجيا وتدوير الكربون لاستخدامها في سياق مكاني (Williamson, et al., 2006)؛ حيث يحتوي على أحواض فردية من الكربون النباتي وكربون التربة ومياه التربة في كل نقطة من نقاط الشبكة الأرضية.

وفي نهج جديد لفرق "الفيزياء الغير مستقرة" Perturbed physics من أجل التنبؤات الاحتمالية بتغير المناخ (Collins, et al., 2006)، استخدمت نماذج مناخية مقترنة بمحيطات الطبقة المختلطة الديناميكية الحرارية (Murphy, et al., 2004)، (Stainforth, et al., 2005). وتتمثل ميزة هذا النهج في أنه يمكن تشغيل نماذج محاكاة بسهولة للتوازن واستقصاء التغذية المرتدة في الغلاف الجوي، وحساسية المناخ¹. ويلاحظ من الشكل (٤) إن المتوسطات الناتجة عن تطبيق هذا النهج للمحيطات؛ تشكل تحيزًا كبيرًا لدرجة الحرارة السطحية للمياه SST ودرجة ملوحة المياه السطحية SSS في كل عناصر المجموعة، وتتمثل إحدى الصفات البارزة في مجموعة شمال المحيط الأطلنطي؛ حيث تظهر البرودة بشكل مفرط؛ مما يدل على تدفق المياه في معظم أنحاء العالم. والتعديل يمكن أن يحقق الهدف في الحد من التحيزات الإقليمية مقارنةً بالمحاكاة بدون تعديل التدفق. ومع ذلك تعطل النتائج أن التأثير الإضافي لتبريد شمال الأطلنطي هو تراكم مفرط لجليد البحار في المناطق القطبية.

ومن الأهمية بمكان في البحوث المتعلقة بنماذج المحاكاة المناخية، اختيار مدخلات الأرصاد الجوية بعناية لدراسات الأثر، ويقترح أن يتم ذلك في ثلاث خطوات الأولى: استخدام تحليل المكونات الرئيسية لعدد كبير من بارامترات الأرصاد الجوية، وذلك لإيجاد أنماط مشتركة لتغير المناخ داخل المجموعة المتعددة النماذج. الثانية: الكشف عن أوجه التشابه النموذجية فيما يتعلق بهذه الأنماط المتعددة المتغيرات باستخدام التحليل العنقودي. الأخيرة: أخذ نماذج من العينات من كل مجموعة، لتوليد مجموعة فرعية من المحاكاة التصويرية (Mendlik, T. & Gobiet, A., 2016).

¹. مصطلح حساسية المناخ يعني على وجه التحديد التوازن العالمي لتغير درجات الحرارة بسبب مضاعفة ثاني أكسيد الكربون.



المصدر: (Collins, et al., 2006) بتصرف

شكل (٤) المتوسطات الناتجة عن تطبيق نهج الفيزياء غير المستقرة Perturbed physics للمحيط

ويبين الجدولين (١) و(٢) مقارنة لتغيرات الظروف النموذجية وتغيرات درجات الحرارة السطحية في ١٢ تجربة طبقت لثلاث نماذج عالمية، لنقيم جودة مفهوم التأثير الإشعاعي كمقياس لتغير المناخ المحتمل؛ حيث تم تشغيل ECHAM4^١ و UREAD لمدة ٥٠ سنة محاكية، مع تحليل البيانات الثلاثين الأخيرة من البيانات، كما تم دمج نموذج LMD لمدة ١٥٠ سنة، مع تحليل ٥٠ سنة الأخيرة. وباستثناء نموذج ECHAM4، تشير النتائج إلى أنه يمكن استخدام التأثير الإشعاعي للتنبؤ باستجابة متوسط درجة حرارة الهواء السطحية، بدقة تبلغ حوالي ٤٠٪، وإذا تم استبعاد تجربة الكربون لدوائر العرض (٩٠-٦٠ ° شمالاً) CN، وتجربة أوزون التروبوبوز عند نفس دوائر العرض ON، وتجربة الأوزون العالمي لنفس الطبقة OS، تبلغ الدقة في حدود ٣٠٪. وهذا غير مؤكد لاستخدام التأثير الإشعاعي بشكل خاص في التنبؤ باستجابة درجة الحرارة؛ حيث تشير نتائج النماذج المناخية البسيطة لتوازن الطاقة بأن الحساسية المناخية Climate Sensitivities غير مؤكدة، وعليه فإن النتائج تشير إلى وجود قدر كبير من عدم اليقين في استجابتها (Joshi, et al., 2003).

^١ ECHAM عالمي تم تطويره من قبل معهد ماكس بلانك Max Planck للأرصاد الجوية. من خلال تعديل نماذج التوقعات العالمية التي تم تطويرها من قبل ECMWF، لاستخدامها في الأبحاث المناخية. أعطيت هذا النموذج اسمه كمزيج من أصلها 'المفوضية الأوروبية' تبدأ 'ECHAM'، ومكان تطوير حزمة المتغيرات، هامبورغ. Hamburg.

هذا وتشير المقارنة بين ثماني محاكاة مناخية، كل منها مدفوع بالتأثيرات التقديرية الطبيعية والبشرية للألفية الأخيرة، إلى أن محاكاة "إريك" Erik simulation of the ECHO-G المقترنة للنموذج المناخي المحيطي والغلاف الجوي. أن محاكاة ECHO-G لها اتجاه تبريد أقوى من عام ١٠٠٠ إلى ١٧٠٠، ومعدل أعلى للاحتراز منذ ١٨٠٠ من المحاكاة الأخرى (Osborn, et al., 2006). ويلاحظ من مقارنة عدد من المحاكاة المناخية مع محاكاة Erik بالشكل (٥) الشذوذ الحراري خلال الألف سنة الأخيرة في نصف الكرة الشمالي للفترة المرجعية ١٩٠١ - ١٩٦٠، وفيها تم اختيار درجة الحرارة المتوسطة في نصف الكرة الشمالي NH، نظرًا لأنه تمت المقارنة مع عمليات إعادة بناء المناظير القديمة والمتغيرات الأخرى. وتستند المحاكاة إلى توازن الطاقة والنماذج المناخية القائمة على الدورة العامة الهوائية GCM. وفي العموم بالنسبة لمحاكاة تغير المناخ، نجد أن البيانات ذات الصلة متاحة من حيث المبدأ لتحليل وفهم نتائج النموذج، ومع ذلك فإن أسباب الاختلافات بين نتائج النماذج، وحتى الآن لم يتم دراستها بشكل منهجي، لمعالجة هذا النقص، والحد من الشكوك في نمذجة السلوك الديناميكي وتغير المناخ.

جدول (١) التغيرات في الظروف النموذجية في تجارب ثلاثة نماذج مختلفة للقطاعات العالمية GCMs

المتغيرات	وحدات القياس	UREAD model	ECHAM4 model	LMD model
ثاني أكسيد الكربون (العالمي) CG	جزء/مليون ppm	٦٩	٧٦	٧٣
ثاني أكسيد الكربون (٣٠-٠° شمالاً) CT	جزء/مليون ppm	١٤٥	١٦٠	١٤٥
ثاني أكسيد الكربون (٦٠-٣٠° شمالاً) CE	جزء/مليون ppm	١٥١	١٨١	١٨٠
ثاني أكسيد الكربون (٩٠-٦٠° شمالاً) CN	جزء/مليون ppm	٣٥٣	٤٧٠	٣٧٥
الثابت الشمس (العالمي) SG	النسبة (%)	٠.٣٧	٠.٤٤	٠.٤٣
الثابت الشمس (٣٠-٠° شمالاً) ST	النسبة (%)	٠.٦٦	٠.٧٠	٠.٦٨
الثابت الشمس (٩٠-٦٠° شمالاً) SE	النسبة (%)	٠.٨٩	١.٢٠	١.١٨
الأوزون في طبقة التروبوبوز (العالمي) OG	وحدة دويسون DU	١٨	٣٥	٢٤
الأوزون في طبقة التروبوبوز (٣٠-٠° شمالاً) OT	وحدة دويسون DU	٣٢	٦٠	٤٥
الأوزون في طبقة التروبوبوز (٦٠-٣٠° شمالاً) OE	وحدة دويسون DU	٥٥	٨٨	٦٠
الأوزون في طبقة التروبوبوز (٩٠-٦٠° شمالاً) ON	وحدة دويسون DU	١٤٤	٢٠٧	١٢١
الأوزون في طبقة التروبوبوز (العالمي) OS	وحدة دويسون DU	١٨٩	٣١٥	٣٠٧

المصدر: (Joshi, et al., 2003)

جدول (٢) التغييرات العالمية في معدلات درجات الحرارة السطحية في التجارب ١٢ للثلاثة النماذج العالمية GCMs

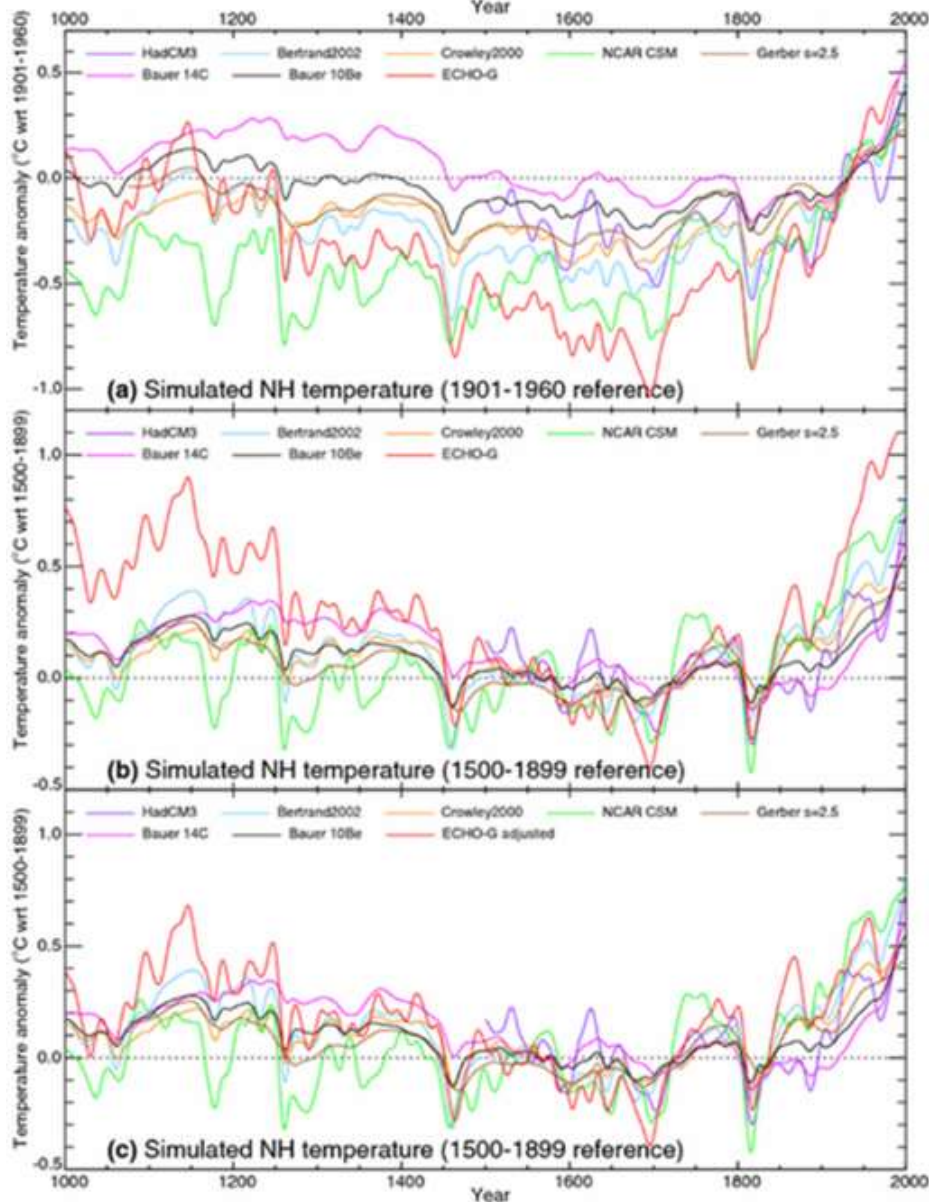
LMD model	ECHAM4 model	UREAD model	تجارب المتغيرات
١.١٢	٠.٨١	٠.٣٨	تجربة ثاني أكسيد الكربون (العالمي) CG
١.١٣	٠.٦٨	٠.٣٢	تجربة ثاني أكسيد الكربون (٣٠-٠ ° شمالاً) CT
١.١٤	٠.٩٩	٠.٤٥	تجربة ثاني أكسيد الكربون (٦٠-٣٠ ° شمالاً) CE
٠.٧٠	١.١٢	٠.٤٦	تجربة ثاني أكسيد الكربون (٩٠-٦٠ ° شمالاً) CN
١.٠٧	٠.٨٢	٠.٣١	تجربة الثابت الشمس (العالمي) SG
٠.٩٣	٠.٧٣	٠.٢٦	تجربة الثابت الشمس (٣٠-٠ ° شمالاً) ST
٠.٩٩	١.٠٠	٠.٤٢	تجربة الثابت الشمس (٩٠-٦٠ ° شمالاً) SE
٠.٩٤	٠.٥٨	٠.٢٤	تجربة الأوزون في طبقة التروبوبوز (العالمي) OG
١.٠٢	٠.٥٨	٠.٢٧	تجربة الأوزون في طبقة التروبوبوز (٣٠-٠ ° شمالاً) OT
٠.٨٩	٠.٨٨	٠.٢٢	تجربة الأوزون في طبقة التروبوبوز (٦٠-٣٠ ° شمالاً) OE
٠.٦٢	٠.٩٥	٠.٢٤	تجربة الأوزون في طبقة التروبوبوز (٩٠-٦٠ ° شمالاً) ON
١.٣٨	١.٤٦	٠.٥٣	تجربة الأوزون في طبقة التروبوبوز (العالمي) OS

المصدر: (Joshi, et al., 2003)

من الطبيعي أن استخدم نماذج المحاكاة لتمثيل مختلف أوجه النظام المناخي، يؤدي إلى اختلاف الإسقاطات، وهو ما يتسبب- كما سبق الذكر- في "عدم اليقين لنموذج المحاكاة المناخي". وبناءً على عدم اليقين أجريت الإسقاطات الموسمية وللظواهر المناخية المتطرفة؛ حيث جمعت على سبيل المثال: توقعات ثلاثة نماذج مناخية لتقدير الإسقاط المتوسط المتعدد النماذج لتغير المناخ. وتم فيها تقييم الأهمية النسبية للتغير في ارتفاعات درجة الحرارة المتوقعة نتيجة للضغط المفروض في سيناريو الإجمار على أساس المحاكاة المدمجة التي أجريت وفق نموذج المناخ الكندي المقترن C GCM2 (Wang, & Swail, 2006).

كما أنتج مركز هادلي التابع لهيئة الأرصاد البريطانية مجموعات بارامترات Perturbed Parameter Ensembles من تشكيلة نماذج فردية تعرف باسم HadCM3C، لبحث حالات عدم اليقين في عمليات التغذية العكسية المادية والبيوجيوكيميائية. وهي مكملة لإسقاطات مشروع مقارنة النماذج المزدوجة CMIP5 متعدد النماذج، بما يوفر مجموعة بيانات شاملة للمساعدة في إحراز تقدم في فهم تغير المناخ المستقبلي. ويعرض هذا الجيل الجديد من النماذج عادة دقة مكانية Spatial Resolution أعلى من نظرائها من نماذج CMIP3، متضمنة في بعض النماذج تمثيلاً واقعياً للتفاعلات بين طبقتي الاستراتوسفير والتروبوسفير. مما يؤدي إلى تحسن عام في إحكام أعمال محاكاة

الظروف المناخية التاريخية وفي مصدقية إسقاطات التغيرات المستقبلية (IPCC 2007b). وعلى وجه الخصوص، هناك حاجة إلى مجموعة من الإسقاطات لنماذج النظم الأرضية، من أجل توفير مسح أكثر شمولاً للتغيرات المناخية المحتملة والاحتمالات النسبية لحدوثها.



المصدر: Osborn, et al., 2006

شكل (٥) مقارنة الشذوذ الحراري لعدد من نماذج المحاكاة المناخية خلال الألف سنة الأخيرة في نصف الكرة الشمالي ثالثاً: نظرية الاحتمال والطرق الإحصائية.

تسهم العمليات الإحصائية بدوراً أساسياً في تقييم تغير المناخ؛ حيث تستخدم العديد من الطرق منها: التحليلات الإحصائية لما لها من جذور قوية في اختبار الفرضيات الإحصائية الكلاسيكية، وتقدير مصفوفات التشتت، وتحليل الانحدار، وتحليل السلاسل الزمنية Time series لتقدير تغير المناخ مع

فرضيات الجمع والفصل بين الارتباطات الزمانية والمكانية (Ellis, et al., 2004)، بالإضافة إلى التجارب المقارنة لكشف إشارة تغير المناخ وتقييم العلاقات العرضية أي الإسناد، لذلك من الضروري فهم القضايا الإحصائية في نمذجة النظام المناخي؛ حيث من الصعب بالمثل تقدير الأخطاء في النماذج المناخية المستخدمة للتنبؤ بإشارات تغير المناخ، التي تقارن بها بيانات تغير المناخ الملحوظة. ولهذا لم يطبق حتى الآن في عمليات الكشف الإحصائي التقليدي وتحليلات الإحالة سوى مجموعة فرعية من بيانات تغير المناخ المتاحة، وهي في المقام الأول بيانات درجة الحرارة السطحية، ودرجة الحرارة الرأسية . (Levine, et al., 1999) وللتغلب على هذه القيود على قاعدة البيانات الإحصائية، تم اقتراح تقنيات بايزي¹ (Hasselmann, 1998)، (Risbey, et al., 2000) من خلال إدخال احتمالات محددة ذاتياً. ويعمل نهج بايزي على توسيع قاعدة البيانات المسموح بها، كما يوفر أساساً علمياً للتحقيق في آثار التقديرات الذاتية المختلفة لأخطاء النماذج والبيانات.

إذا في النهج التقليدي، تقارن فرضية تغير المناخ التي يسببها النشاط البشري (أو بعض آليات التأثير الخارجية) ضد فرضية العدم بأن تغير المناخ المرصود يرجع إلى تقلبات المناخ الطبيعي. أما في المقاربة النظرية لنهج بايزي، Bayesian فعلى النقيض من ذلك، لا يوجد فصل بين الكشف والإسناد؛ حيث تسهم عوامل عدم اليقين للإشارة المتوقعة والتقلبات المناخية الطبيعية دوراً مهماً بنفس القدر. ويعامل التغير المناخي المرصود كدليل جديد يغير احتمالية أولية محددة لصالحية فرضية معينة تتعلق بسببية تغير المناخ. ويغير الدليل الاحتمالي السابق قبل معرفة الأدلة إلى احتمال خلفي؛ حيث لا يعتمد التعديل عليه، ولكن أيضاً على نسبة احتمال إجراء الملاحظات ذات الصلة للحالة التي تكون فيها الفرضية صحيحة، أو كحل بديل. وبالتالي يختلف إطار المفهوم لنهج بايزي اختلافاً جوهرياً عن النهج التقليدي في أربعة جوانب مهمة هي (Houghton, et al., 2001):

- أنه يسمح بإدراج مؤشرات تغير المناخ، التي لا تكفي قاعدة البيانات الإحصائية، من أجل دعمها بشكل ثابت للإشارة التقليدية لتباين طرق التحليل.
- لا يتم النظر إلى الكشف والإسناد بشكل منفصل، ولكن يتم معاملتهما معاً كجانبين متكاملين لمشكلة واحدة.
- التقلبات المناخية الطبيعية والشكوك النموذجية مجتمعة تستخدم في تحليل مشترك واحد.
- يعتمد التحليل على الاحتمالات المحلية المحددة في النقطة المحددة الذي لوحظ فيها بالفعل إشارة تغير المناخ.

¹ الاستدلال البايزي Bayesian طريقة للاستدلال الإحصائي تستخدم فيها نظرية بايز Bayes' theorem، لتحديث احتمالية فرضية كلما توفر المزيد من الأدلة أو المعلومات، وتحديث بايزي مهما في التحليل الديناميكي لسلسلة من البيانات؛ حيث يرتبط الاستنتاج بايزي ارتباطاً وثيقاً باحتمالية ذاتية، تسمى "احتمالية بايزي" .. "Bayesian probability".

هذا وتشمل الأسباب المحددة لاعتماد نهج بايزي في تحليل تغير المناخ، عدم القدرة على تبني الممارسات الأساسية المرتبطة بتحليل الأثر الإحصائي التقليدي مثل: التجارب التي تقارن الاستجابات للمتغيرات، والحاجة إلى حساب مختلف أوجه عدم اليقين في بيانات الرصد ومعرفتنا بكيفية عمل النظام المناخي، بالإضافة إلى الفصل بين التحقيق في الأهمية العملية للتغيرات المحتملة بدلاً من مجرد النظر في الأهمية الإحصائية، والأهم من ذلك أنه يقدم تقييمات احتمالية مباشرة للأدلة الخاصة بالكشف والإنسان (Lee, Terry, et al., 2005).

ولتقييم التأثيرات البشرية على المناخ؛ تم تطوير منهجية بصمة بايزي¹ A Bayesian Fingerprinting Methodology لتحليل تأثير زيادة CO2 على درجات الحرارة القريبة من السطح. كما تم تطوير الكشف عن ثاني أكسيد الكربون المكاني بأسلوب البصمة المبني على التحكم وإخراج نموذج قسري من نموذج النظام المناخي (Climate System Model (CSM) في المركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي (NCAR) National Center for Atmospheric Research). وتتناول المبادئ الإحصائية التي تستند إليها أسلوب البصمة fingerprint methods كشف إشارة تغير المناخ دون التغيرات المناخية الطبيعية، أي عزو الإشارة المحتملة إلى التأثيرات البشرية المحددة. ويظهر أسلوب البصمة مشابهاً لإجراءات اختبار الفرضية المثلث من أدبيات الإحصاءات الكلاسيكية؛ حيث تشير الصيغة الإحصائية لمخطط البصمات إلى رؤية جديدة في تطبيق تقنيات دراسات تغير المناخ؛ حيث تعد الفكرة الأساسية وراء إجراءات البصمات هي التعبير عن البيانات المناخية من حيث أنماط الإشارات، والقصد من ذلك أن الأنماط تصف وتلخص الخصائص المميزة للإشارة. وتوفر بعداً مثالياً في النظام المناخي الكامل لتعزيز استراتيجيات الكشف عن تغير المناخ (Hasselmann, 1993).

رابعاً: مؤشرات التغير المناخي.

لدراسة الظواهر المناخية المتطرفة، تم إنشاء عدد من المؤشرات التي توضح الجوانب المختلفة لأحوال الطقس القاسية، واستندت المؤشرات إلى بعض الأنماط المكانية لتغير المناخ التي استخدمت بشكل شائع. في حين أنه لا يتم تعريفها على أنها ذات مستوى فريد من التفرد مثل البصمات المكانية Spatial Fingerprints، فإن المؤشرات تمثل الصفات الرئيسية لاستجابة درجات الحرارة السطحية النموذجية لزيادة غازات الدفيئة، بالإضافة إلى ذلك فإن تحديد المؤشرات بناءً على متوسطات كبيرة للمناطق يعزز إلى حد كبير من احتمالية اكتشاف تغير المناخ (Braganza, et al., 2003). ويستخدم بوجه عام فريق الخبراء المعني بكشف تغيرات المناخ ومؤشراته ETCCDI التابع لوحدة بحوث تقلب المناخ والتنبؤ به CLIVAR في البرنامج العالمي لبحوث المناخ WCRP، مجموعة من المؤشرات

¹ أسلوب البصمة Fingerprint method: في هذه التطبيقات هو سلسلة زمنية للإحصائيات الشبيهة بالارتباط التي تقيس التغير الزمني في التشابه، بين توقع المناخ والإشارات المناخية ومنها: ثاني أكسيد الكربون.

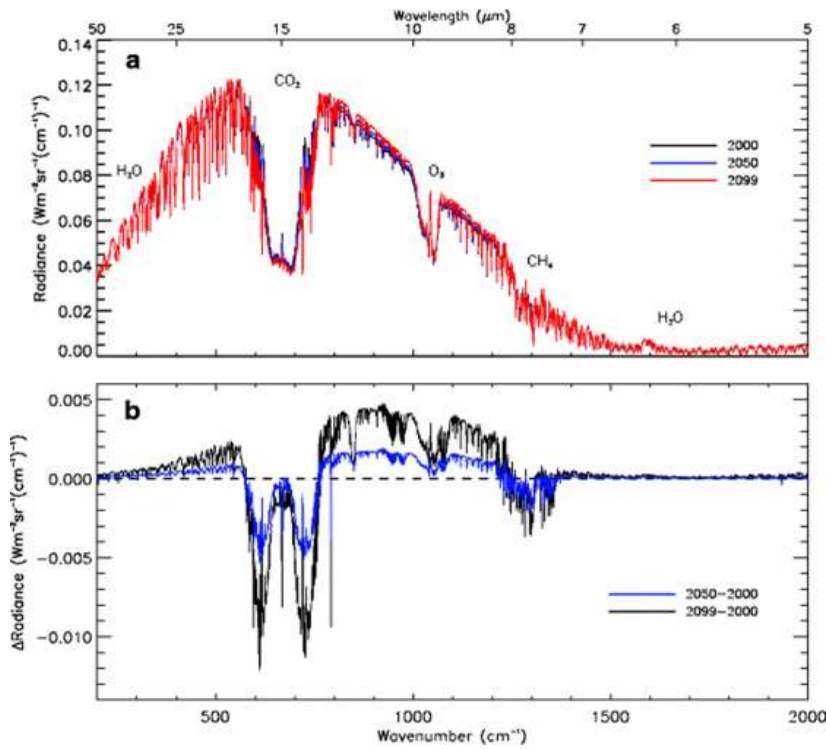
يبلغ عددها سبعة وعشرين مؤشراً، تستفيد من بيانات سقوط الأمطار ودرجات الحرارة العظمى والصغرى، لإيجاد القيم السنوية والشهرية لبعض المجموعات الفرعية من المؤشرات الخاصة بالأيام الدافئة (مثلاً) خلال فترة الأساس Base Period. ومن تلك المؤشرات ما يلي (Braganza, et al., 2003) :

- متوسط درجة الحرارة العالمية (Global-Mean Temperature (GM): عادة ما يستخدم قدراً من درجة حرارة سطح الأرض بمتوسط عالمي. أي المتوسط العالمي المرجح للمنطقة لدرجة حرارة السطح.
- متوسط تباين درجة الحرارة بين اليابسة والمحيطات Mean Land-Ocean Temperature Contrast (LO): ويعني الفرق بين متوسط درجة حرارة الهواء السطحية لليابس SAT ودرجة حرارة الهواء لسطح البحر SST.
- الفرق بين نصفي الكرة الأرضية في درجة حرارة السطح Inter-Hemispheric Difference (NS) in Surface Temperature: متوسط درجة حرارة نصف الكرة الشمالي NH طرح متوسط درجة حرارة نصف الكرة الجنوبي SH.
- متوسط حجم الدورة السنوية في درجة الحرارة فوق اليابس Mean Magnitude of the Annual Cycle in Temperature over Land (AC): يتم من حساب حجم الدورة السنوية لكل من نصفي الأرض (الغربي/الشرقي) عن طريق طرح متوسط درجة حرارة الشتاء من متوسط درجة حرارة سطح الأرض فوق اليابسة. ثم وزن الكميات على أساس المساحة من مساحة سطح الأرض الكلية في نصف الكرة المعني ودمجها في آن واحد.
- تدرج درجات الحرارة في دوائر العرض الوسطى في نصف الكرة الشمالي Meridional Temperature Gradient in the Northern Hemisphere mid-latitudes (MTG): يحسب عن طريق أخذ الفرق في متوسطات درجة الحرارة السطحية في المنطقة، من نطاقات مناطق دوائر العرض الوسطى وشبه الاستوائية في نصف الأرض الشمالي، لتمثيل الارتفاع المتوقع في الاحترار نتيجة زيادة غازات الدفيئة، وبالمثل في نصف الأرض الجنوبي.
- درجات الحرارة الصغرى اليومية أعلى من معدلها طبقاً للفترة المرجعية: (ويعني بها تواتر الليالي الدافئة TN90p).
- درجات الحرارة العظمى اليومية أعلى من معدلها طبقاً للفترة المرجعية: (ويعني بها تواتر الأيام الدافئة TX90p).

خامساً: تقنيات التحليل الطيفي.

التوقع الطيفي أحد تقنيات الكشف والإسناد في تصميم عمليات تقييم نماذج المناخ التي تستخدم البيانات الطيفية، ويشتمل على قياس طيف الموجات القصيرة المنعكسة على الأرض Earth's

Outgoing Longwave Radiation (OLR) والإشعاع الصادر طويل الموجة، وReflected Shortwave (RSW) الإشعاع الصادر في الجزء العلوي من الغلاف الجوي، لتشخيص التغير في نظام المناخ الأرضي على مدى عدة عقود، وتعتمد نتائجها على الدقة الطيفية في قياسات الإشعاع. وتستخدم الراصدات الطيفية لإعطاء نظرة ثاقبة على عمليات التغذية المرتدة الرئيسية، وتحديد التباين المتعدد السنوات. ومن المتوقع أن تتجلى التغيرات المرتبطة بالاضطرابات مثل: زيادة غازات الدفيئة عبر الطيف وتوضيح الدقة التمييزية المعززة التي يوفرها الدقة الطيفية على قياسات الإشعاع ذات النطاق الأوسع، مع الأخذ في الاعتبار العقبات المحتملة التي تحول دون الأولويات البحثية المستقبلية في هذا المجال (Brindley & Bantges, 2016).



المصدر: Brindley, H.E. & Bantges, R.J., 2016

شكل (٦) نموذج للتحليل الطيفي بواسطة MODTRAN5 باستخدام ناتج نموذج CCSM3

(a) المتوسط السنوي العالمي للموجات طويلة المدى في الغلاف الجوي OLR.

(b) التغير في المعدل للأعوام الافتراضية مقارنة بعام ٢٠٠٠.

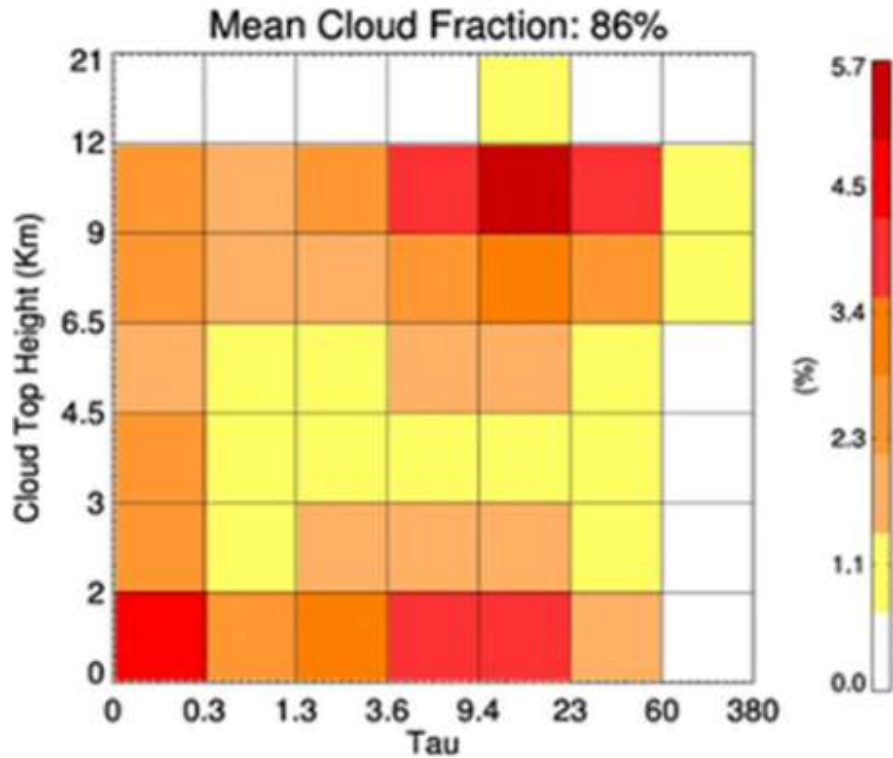
هذا ومن الجهات البحثية التي استخدمت التوقيع الطيفي كأحد تقنيات الكشف والاسناد في عمليات تقييم تغير المناخ هيئة البحوث الأسترالية CSIRO، ومركز هادلي Hadley Centre التابع لهيئة الأرصاد الجوية بالمملكة المتحدة، ومعهد ماكس بلانك Max Planck للأرصاد الجوية هامبورج ألمانيا. والشكل (٦) يبين نموذج للتحليل الطيفي ويوضح (a) المتوسط السنوي العالمي للموجات طويلة المدى OLR التي تم تحليلها طيفياً، والتي تم محاكاتها بواسطة MODTRAN5 باستخدام ناتج نموذج

CCSM3 لسنوات مختارة خلال القرن الحادي والعشرين في إطار سيناريو SRES A2، ويوضح (b) التغيير في معدل الأعوام الافتراضية مقارنة بعام ٢٠٠٠، وفيها يشار إلى مواضع تأثير غازات الدفيئة الرئيسية.

سادساً: الاستشعار من بعد والاستجابة السحابية.

من المعروف منذ استخدام الأقمار الصناعية لحساب ميزانية الأرض الإشعاعية في الثمانينيات من القرن العشرين، أن الغيوم تميل إلى تبريد الأرض بنحو ٢٠ واط م^٢. هذا الميل لتبريد نظام الأرض يقدر بنحو خمسة أضعاف الحجم. والبصمة المعاكسة للاضطراب الإشعاعي الخارجي؛ بسبب مضاعفة ثاني أكسيد الكربون، وبافتراض أن النظام المناخي يمثله تغيرات في معدل درجة حرارة سطح الأرض؛ فإن التغيير في قمة التدفق الإشعاعي الصافي للجو المصاحب للتغيرات في النظام المناخي، يُعد تغذية مرتدة. ولا يزال عدم اليقين في حساسية التوازن المناخي (ECS) Equilibrium Climate Sensitivity كبيراً، ولا تزال كذلك التغييرات في الغطاء السحابي المرتبطة بتغير المناخ العالمي، أي ردود فعل السحابية، واحدة من أكثر الجوانب صعوبة في التنبؤ بتغير المناخ المستقبلي المرتبط بالأنشطة البشرية.

وتبين من التحليلات بعد تحديد جوانب مشكلة التغذية المرتدة السحابية باعتبارها أساسية لعدم اليقين في حساسية التوازن المناخي ECS؛ أن التغييرات التي تطرأ على السحب من جراء تغير المناخ يمكن أن تسهم في تكون سحب تتناسب مع تغير درجة الحرارة على الصعيد العالمي، وأن التغييرات المرتبطة بالتعديلات السريعة في النظام تكون مستقلة عن التغييرات في متوسط درجة حرارة سطح الأرض. وتعزز هذه الاستجابات معاً أن الاحترار العالمي نتج عن سببان أولهما: التغذية المرتدة السحابية نتيجة زيادة الارتفاع للسحب في أعلى طبقة التروبوسفير، والأخر: الانخفاضات في التغطية السحابية بواسطة سحب طبقة الحدود البحرية. وعليه استخدمت بيانات الرادار الأرضي Radar data، وبيانات الرادار المركبة في الفضاء Space-borne lidar لتشخيص التغذية المرتدة السحابية R cld؛ من حيث النواة المشعة ومصفوفة التكرار، ومن المحتمل أن يكون استخدام الاستشعار من بعد أحد السبل لتقييد فهمنا النظري المتطور للعمليات السحابية، ويبين الشكل (٧) نموذج لمصفوفة تحليل السحاب The cloud-type occurrence matrix لمنطقة شمال الأطلسي عام ٢٠٠٧، والمستمدة من بيانات الاستشعار من بعد الايجابية والسلبية من A-Train (Mace, & Berry, 2017).



المصدر: (Mace, & Berry, 2017)

شكل (٧) نموذج لمصفوفة تحليل السحاب مستمدة من بيانات الاستشعار من بعد

سابعاً: البرمجيات والأدوات التفاعلية للتكيف والحد من تأثير التغير المناخي.

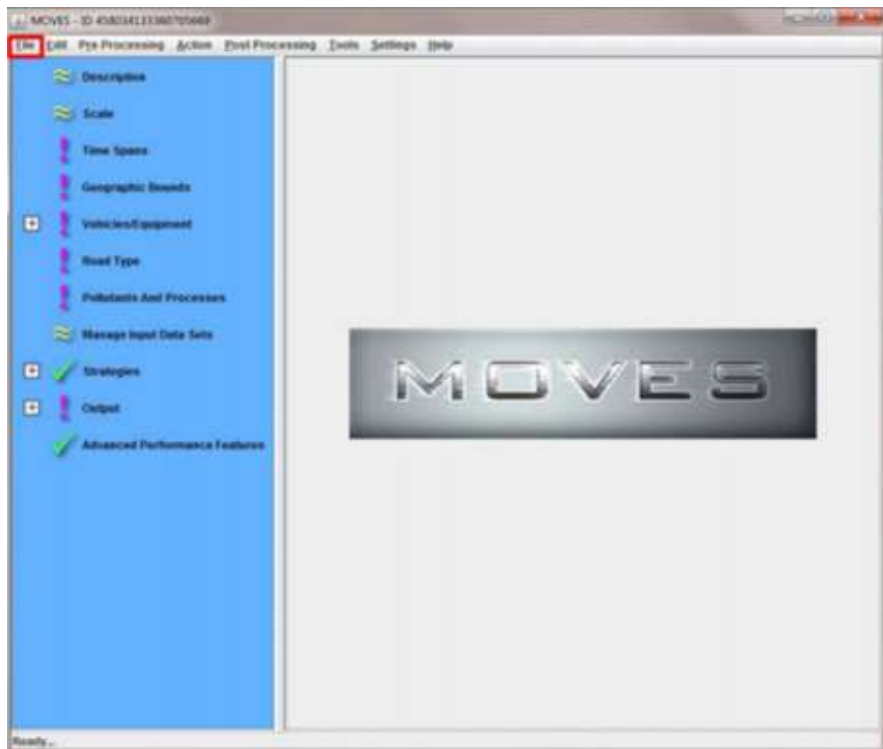
وضعت العديد من البرمجيات من قبل منظمات مختلفة في جميع أنحاء العالم. وهي تتراوح بين برمجيات بسيطة من الآلات الحاسبة إلى نماذج برمجيات معقدة. ومن الصعوبة بمكان تصنيف الأدوات المتاحة في البرمجيات تحت فئة واحدة، لأن الأدوات المستخدمة في كل برنامج تتفرد بطريقتها الخاصة في التطبيق. ومنها: استخدام الشبكات العصبية^١ Neural Networks لدراسة التوقعات الاحتمالية لتغير المناخ، والتي تزيد من كفاءة النماذج المناخية الكبيرة على الأقل من حيث الحجم؛ حيث تقدر هذه الطريقة نطاقات حساسية المناخ والتأثير الإشعاعي التي تتفق مع الملاحظات، ذلك بإدخال المتغيرات لحساب عدم اليقين في دورة الكربون المستقبلية. ويتيح ذلك تحديد أثر التغذية المرتدة بين امتصاص الكربون في المحيطات والأرض والاحترار العالمي على إسقاطات درجة الحرارة العالمية. وعليه يتم تحديد وظائف الكثافة الاحتمالية لظاهرة الاحترار السطحي حتى مائة عام مستقبلية طبقاً لسيناريوهات الانبعاثات، مع مراعاة أوجه عدم اليقين في دورة الكربون، والتأثير الإشعاعي، وحساسية المناخ، وبارامترات النموذج، وسجلات درجات الحرارة الملحوظة (Knutti, R., et al., 2003).

كما تسهم دراسات التلوث البيئي التي تستند على تطبيق البرمجيات المتاحة بشكل كبير من خلال

^١ الشبكة العصبية Neural Network: بنية حاسوبية تم تصميمها على غرار الدماغ البشري والجهاز العصبي، وتتألف من عقد متصلة ببعضها البعض عن طريق روابط نقاط القوة المختلفة.

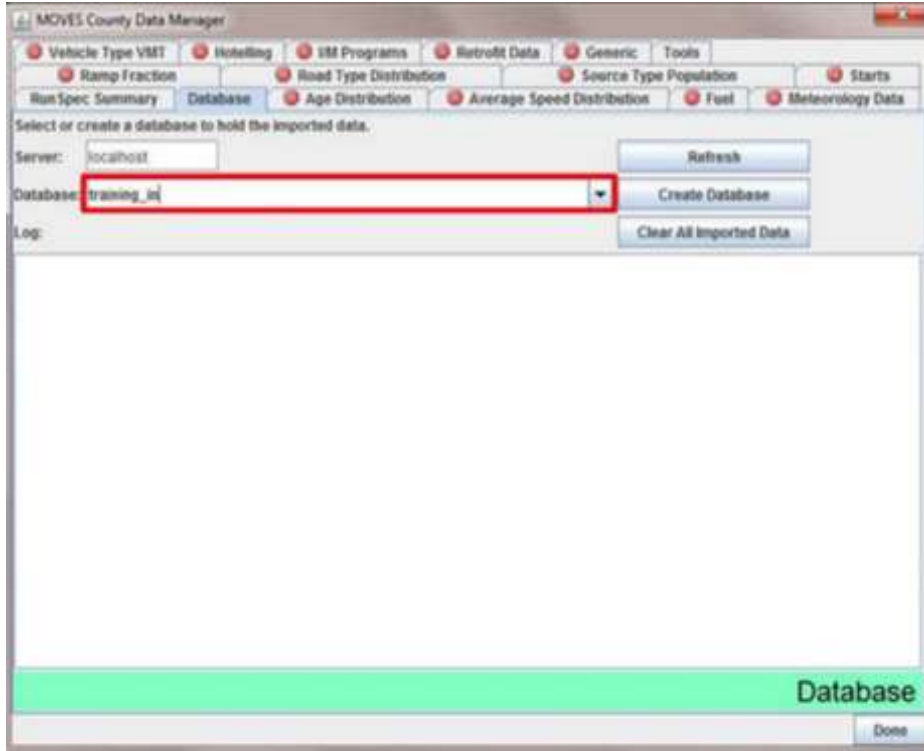
الأدوات والنماذج الحاسوبية على مدى العقود القليلة الماضية، في عمليات الإسقاط لمستويات انبعاثات غازات الدفيئة في المستقبل. ومثال لذلك تطبيق البرمجيات لاختبار ثلاث استراتيجيات استخدمت وسيلة لتخفيض انبعاث غازات الدفيئة في منطقة أوهايو منها: MOVES¹, GREET, and Mixed-use Alternative trip generation models. وتتمثل الاستراتيجيات الثلاث في: استراتيجية الوقود البديل Alternative fuels، وبرامج الفحص والصيانة (I/M) Inspection and Maintenance programs، وتخطيط استخدام الأراضي land-use planning (Kalita, et al., 2016).

ويبين الشكل (٨) واجهة برنامج MOVES2014 والأوامر المستخدمة فيه Graphical User Interface (GUI)، كما يبين الشكل (٩) نافذة البرنامج التي تبين إدارة بيانات المقاطعة MOVES2014 county data manager (CDM). ويتطلب تشغيل MOVES 2014 إعداد مجموعة بيانات ضخمة بتنسيق محدد في مكونات النماذج. كما تتطلب واجهة المستخدم الرسومية Graphical User Interface (GUI) من المشغل تعريف المعلومات الخاصة بأنواع المركبات، والفترات الزمنية، والمناطق الجغرافية، والملوثات، وخصائص تشغيل المركبات، وأنواع الطرق.



شكل (٨) نموذج من واجهة البرمجيات تبين الأوامر المستخدمة في برنامج MOVES2014

¹. محاكاة انبعاث السيارات (MOVES) Motor Vehicle Emission Simulator



شكل (٩) نموذج من نافذة برنامج MOVES2014 تبين إدارة البيانات

وللحصول على بيانات لمقياس أصغر، يلزم إجراء معالجة سابقة لإدارة بيانات الإقليم County Data Manager (CDM)، وتحتاج المعالجة المسبقة لـ CDM تحضير خلايا Microsoft Excel كذلك، وإدخال البيانات المطلوبة لآلية التنمية النظيفة مثل: نوع السيارة، وكيلومترات السيارات المقطوعة، ذلك وتحتوي برامج الإدخال/الإخراج على بيانات التعديل التحديثي، والتوزيع الجغرافي لنوع الطريق، ومصادر التلوث ونوعه، والتوزيع العمري، والتوزيع الزمني للسرعة المتوسطة، وبيانات الأرصاد الجوية، وبيانات الوقود. يتم تحميل البيانات في نافذة البرنامج، مما يؤدي إلى التنشيط على خيار التنفيذ الذي يمكن من تشغيل المحاكاة. مع الأخذ في الاعتبار أن استرداد الإخراج يتم باستخدام لغة الاستعلام الهيكلية (Structured Query Language (SQL)، وعليه يجب أن تتم معالجة الإنتاج، بحيث يتم استرجاعه في MySQL أثناء العمل، وذلك لفهم معنى الأرقام المنتجة في التحليل (Kalita, et al., 2016).

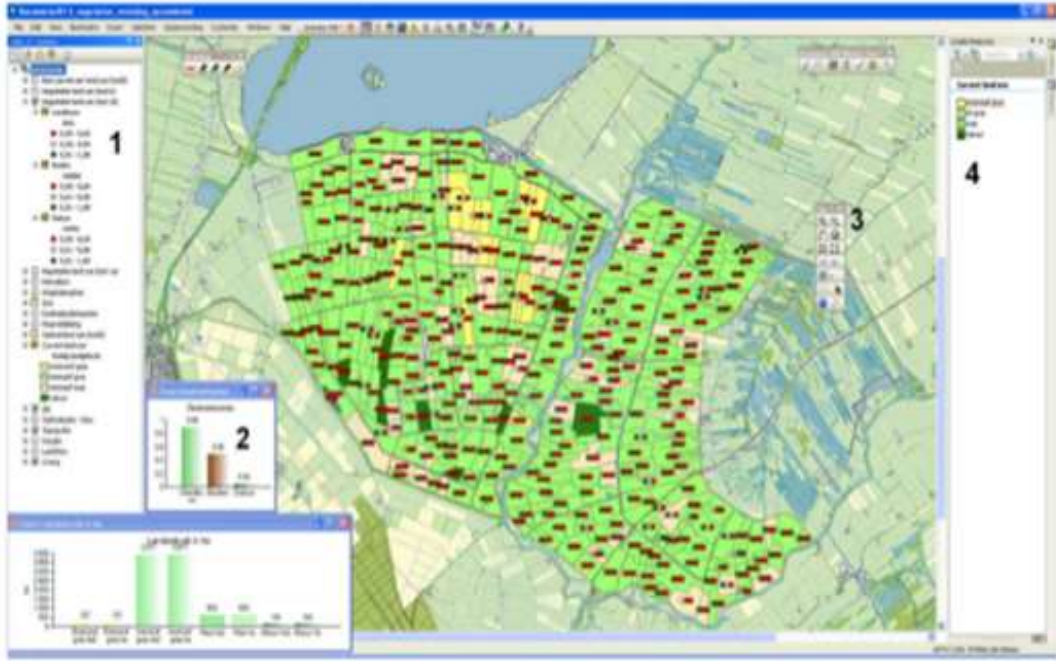
ذلك ويعد حاسبات دورة الوقود^١ GREET شكل من نماذج جدولة البيانات المتعددة الأبعاد في Microsoft Excel، والتي يمكن استخدامه للعديد من المركبات ومجموعات الوقود على أساس دورة كاملة لدورة الوقود/ المركبة. والأساس الذي يعتمد عليه برنامج دورة الوقود، هو توليد الاستخدامات البترولية الضرورية ومعاملات انبعاثات غازات الدفيئة، والمخصصة لمسارات إنتاج الوقود الرئيسية وأنواع وقود الاحتراق. وتستخدم الأداة بشكل أساسي بطريقتين مختلفتين الأولى: تعتمد على حجم الأسطول،

^١ يقصد بمصطلح GREET: غازات الاحتباس الحراري، الانبعاثات الخاضعة للوائح، واستخدام الطاقة في النقل (Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Transportation)

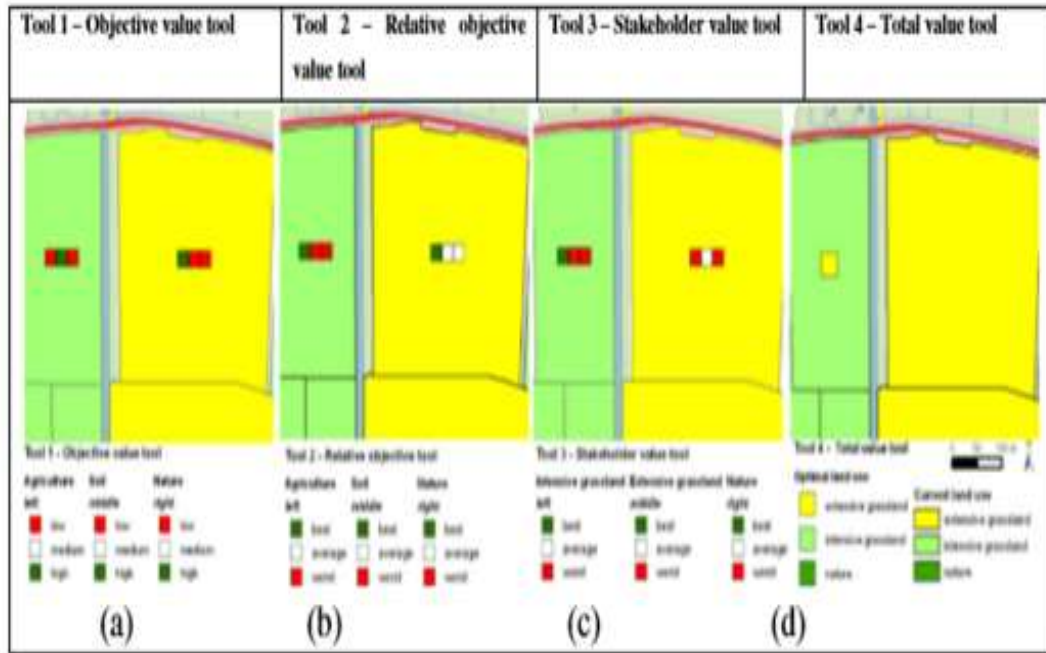
والكيلومترات المقطوعة بالسيارة، والاقتصاد في استهلاك الوقود، والأخري: تعتمد على نوعية وحجم الوقود المستخدم. وتحتاج الطريقة الأولى إلى إعداد وجمع البيانات من قبل المستخدم، والتي تنحصر في عدد كل نوع من المركبات، ومتوسط الكيلومترات السنوية للسيارات لكل نوع من أنواع المركبات، ومتوسط اقتصاد الوقود لكل نوع من أنواع المركبات (الكيلومترات/ مكافئ للجالون من الغاز). ولاستخدام الطريقة الثانية يلزم استخدام إجمالي الوقود السنوي بواسطة مركبات الطرق (جالون أو كيلوات/ ساعة) (Kalita, et al., 2016). ومن الأهمية الأشارة إلى أنه تم تطوير حاسبات GREET من قبل مختبر أرجون الوطني Argonne National Laboratory لمزيج معين من المركبات ونظام الوقود، لتحديد ناتج غازات انبعاثات غازات الدفيئة، وفي المقام الأول مكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO₂)؛ حيث إن الانبعاثات الناتجة عن الحاسبات GREET تراكمية لثلاثة أنواع من غازات الدفيئة هي: ثاني أكسيد الكربون (CO₂)، والميثان (CH₄)، وأكسيد النيتروز (N₂O).

كما وضعت العديد من الأدوات التفاعلية للتكيف المناخي منها: إمكانات أدوات التصميم الجيودسين Geodesign tools كوسيلة لدمج التحليل المكاني في التخطيط للتكيف المناخي. وتقدم الأدوات التفاعلية ردود فعل ديناميكية على أهداف المستفيدين، استجابة لتطبيق التدابير المكانية. فالعقلانية المختلفة التي تشكلها القيم الداخلية الكامنة تؤثر على منطوق اتخاذ القرار. وفي هذا الصدد تم تطوير أربع أدوات تتناسب كل منها مع عقلانية مختلفة بين وجهة النظر الجماعية أو الفردية والبراهين التحليلية أو السياسية. ويمكن استخدام الأدوات للتكيف في ظل التخطيط الإقليمي مثل: تطوير استراتيجيات التكيف الإقليمية RAS على النحو الذي اشارت إليه اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ UNFCCC لأقل البلدان نمواً (Eikelboom, & Janssen, 2017). ويبين شكل (١٠) واجهة المستخدم لأداة Geodesign، وتصور لأربع أدوات للترميز الجيودسين هي: (١) مكتبة الخرائط، (٢) مخططات شريطية لمساحة استخدام الأرض وقيم متوسط المساحة، (٣) شريط أدوات رسومية، (٤) شريط أدوات تصميم لتطبيق التدابير. ويبين الشكل (١١) أربع أدوات للترميز الجيودسين هي: Tool 1 للقيم الموضوعية المطلقة، Tool 2 للقيم الموضوعية النسبية، Tool 3 للمعدل النسبي لأوزان استخدام الأراضي، Tool 4 تغيير الاستخدام بما يتلأم مع التكيف المناخي.

ومن الأهمية بمكان النظر إلى تحسينات أدوات الجيودسين، وكذلك عملية تعلم المستخدمين على أنها عملية تفاعلية ومتكررة، تمكن من إدراج سيناريوهات مناخية منخفضة، وإضافة معلومات حول التكاليف، وإدراج المرشحات لتقليل كمية المعلومات في الخرائط، وإضافة سيناريوهات الإجراءات والتدابير. ولتحسين النمذجة وتقنيات التمثيل المرئي لمزيد من الأدوات المخصصة لمهام التخطيط المحددة، هناك حاجة ماسة إلى مزيد من التحسينات من حيث توافر الأدوات بشكل أوسع على المواقع الإلكترونية، وجعل الأداة مرنة لمختلف المقاييس والمستخدمين (Wenkel, et al., 2013).



شكل (١٠) نموذج من الأدوات التفاعلية، يبين واجهة المستخدم لأداة توقيع الجيوديزاين Geodesign



شكل (١١) أربع أدوات للترميز الجيوديسي تظهر القيم الموضوعية والنسبية ومتغيرات استخدام الأراضي

بالإضافة لما سبق وضع (Singh, & Nair, 2014) نهج خطي شبه كمي لرسم الخرائط المعرفية Fuzzy Cognitive Mapping approach (FCM) لتقييم مدى تأثير سبل العيش بتقلبات المناخ وتغيره. ويساعد هذا النهج في تحديد وجهات نظر المستفيدين والمعنيين من أجل تقدير مدى تأثير سبل العيش بتقلبات المناخ وتغيره. وفي الآونة الأخيرة استخدم أداة إدارة قواعد البيانات Database Management Tool (DMT)، لتطوير نهج قائم على نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وذلك باستخدام البيانات الملحوظة والمتوقعة، لتقديم معلومات متخصصة ومفيدة لتغير المناخ، لمساعدة صانعي القرار في توضيح الأولويات الإقليمية ضمن مجموعة واسعة من خيارات التكيف (Bai, et al., 2014).

الاستنتاجات والتوصيات.

توصلت الدراسة من تحليل مختلف التقنيات أن الاحترار المتوقع في المستقبل لنظام المناخ، يحتاج إلى توقعات مناخية دقيقة. وأن المشكلة الرئيسية تتمثل في أوجه عدم اليقين المرتبطة بالتوقعات النموذجية؛ حيث تستند غالباً تقديرات عدم اليقين إلى حكم الخبراء بدلاً من الأساليب الكمية الموضوعية. ومن المقبول عمومًا أن الجيل الحالي من تقنيات تقييم تغير المناخ ليس لديها الدقة المكانية أو الزمنية المطلوبة للتقييمات المباشرة لآثار التغييرات المستقبلية على المستوى المحلي، وعليه يحتاج الأمر إلى تقليل أوجه عدم اليقين الخاصة بتغير المناخ العالمي لدعم واتخاذ القرار.

وإن كانت تطبيقات التقنيات التي تم تطويرها للمجموعات الشاملة من مؤشرات تغير المناخ، تعد دليل محتمل على تغير المناخ الناتج عن الأنشطة البشرية، فإن الأمر يتطلب تقييم التقلبات المناخية الطبيعية والإشارات المتوقعة لتغير المناخ؛ حيث يعد التقييم المتكامل ضروري لصنع سياسات مسؤولة ومستتيرة بشأن قضايا التغير البيئي العالمي، ومن المتوقع أن تسهم تقنيات التقييم المتكاملة دوراً متزايداً وربما أساسياً في عمليات التقييم المتكامل الأوسع نطاقاً.

كما تبين من الدراسة وجود مشكلة مشتركة بين جميع التقنيات، والتي تظهر بحادة بشكل خاص عند تطبيقها طبقاً لنهج النقل الأقليمي على الجوانب الاقتصادية في المناطق النامية، وهي استخدام فرضيات الاتزان ومحددات السلوك الشائعة في جميع أنحاء العالم، وعليه فإن الاستمرار في تطوير التقنيات في العديد من المشاريع ذات التركيز الموضوعي والمنهجي المتنوع، على نحو ملائم يعد من الإسهام الأكثر فائدة.

الخلاصة: إن الاستنتاجات العلمية لتغير المناخ العالمي، مستمدة من فهم القوانين الأساسية التي تدعمها التجارب المخبرية، وملاحظات الطبيعة، والنمذجة الرياضية والكمبيوتر. مثل كل البشر العلماء يخطئون، وهناك أوجه من عدم اليقين، ولكن يجب أن يتم تصميم النماذج واستخدام التقنيات العملية والعلمية لوضع السيناريوهات وإيجاد النظرية وتصحيحها. ويعد التقدم بشكل متكرر بين الدراسات

- التكاملية الشاملة والتقنيات العلمية من الممكن أن يؤدي إلى زيادة المعرفة بشكل أسرع، ويعزز أهمية السياسة المناخية. وتوصي الدراسة بالاتجاه نحو العمل الجماعي والاستمرارية ضمن النقاط الآتية:
- ❖ استحداث التقنيات ذات التركيز الموضوعي والمنهجي المتنوع، مع استمرار المحاولات لتطوير المعايير على نحو ملائم مع قضايا التغير المناخي.
 - ❖ المتابعة والتطوير للتقنيات المستخدمة في عمليات تقييم التغير المناخي، بالتعاون بين الجهات المعنية على مستوى دول العالم.
 - ❖ استنباط آلية لتقليل أوجه عدم اليقين من نتائج التقنيات المختلفة، لوضع السياسات السليمة واتخاذ القرارات الصحيحة.
 - ❖ استخدام طرق التحقق الميدانية والمختبرية الفيزيائية والإحصائية للحصول على تقدير أعلى لجودة التوقعات المحتملة من حيث الموثوقية ودرجة اليقين.

المصادر والمراجع.

1. Alexander KA, Janssen R, Arciniegas G, O'Higgins TG, Eikelboom T, Wilding TA (2012): Interactive marine spatial planning: siting tidal energy arrays around the Mull of Kintyre. Plos One 7(1): e30031.
2. Arciniegas G, Janssen R, and Rietveld P, (2012): Effectiveness of collaborative map-based decision support tools: Results of an experiment. Environmental Modelling and Software:1-17.
3. Arciniegas GA, Janssen R, Omtzigt N, (2011): Map-based multicriteria analysis to support interactive land use allocation. Int J Geogr Inf Sci 25(12):1931-1947.
4. Bai Y, Kaneko I, Kobayashi H, Kurihara K, Takayabu I, Sasaki H, Murata AA, (2014): Geographic Information System (GIS)-based approach to adaptation to regional climate change: a case study of Okutama-machi, Tokyo, Japan. Mitig Adapt Strateg Glob Change June 2014, Volume 19, Issue 5:589-614.
5. Berliner L, Mark Levine Richard A, Shea Dennis J, (2000): Bayesian Climate Change Assessment. Journal of Climate. 11/1/2000, Vol. 13 Issue 21: 3805- 3819.
6. Braganza K, Karoly DJ, Hirst AC, Mann ME, Stott P, Stouffer J, Tett, SFB (2003): Simple indices of global climate variability and change: Part I, variability and correlation structure. Clim Dyn 20:491-502.
7. Brindley HE, & Bantges RJ, (2016): The Spectral Signature of Recent Climate Change. Curr Clim Change Rep September 2016, Volume 2, Issue 3:112-126.
8. Cameron DR, Lenton TM, Ridgwell AJ, Shepherd JG, Marsh R, (2005): A factorial analysis of the marine carbon cycle and ocean circulation controls on atmospheric CO₂. Global Biogeochem Cycles 19:GB4027.
9. Christensen JH, Carter TR, Giorgi F, (2002): PRUDENCE employs new methods to assess European climate change. EOS 83:147.
10. Christensen JH, Christensen OB, (2003): Climate modelling: severe summertime flooding in Europe. Nature 421:805-806.
11. Collins Matthew BB, Harris Glen R, Murphy James M, Sexton David M H, Webb Mark J, (2006): Towards quantifying uncertainty in transient climate change. Climate Dynamics. Sep2006, Vol. 27 Issue 2/3:127-147.
12. Crowley TJ, (2000): Causes of climate change over the past 1000 years. Science 289: 270-277.

13. Delworth TL, Stouffer RJ, Dixon KW, Spelman MJ, Knutson TR, Broccoli AJ, Kushner PJ, Wetherald RT, (2002): Review of simulations of climate variability and change with the GFDL R30 coupled climate model. *Clim Dyn* 19: 555–574.
14. Eikelboom T, Janssen R, (2015): Comparison of geodesign tools to communicate stakeholder values. *Group Decision and Negotiation*.
15. Eikelboom T, & Janssen R, (2017): Collaborative use of geodesign tools to support decision-making on adaptation to climate change. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* February 2017, Volume 22, Issue 2: 247–266.
16. Ellis Alicia M, Post Eric (2004): Population response to climate change: linear vs. non-linear modeling approaches. *BMC Ecology*. Vol. 4: 2-9.
17. Giorgi F, Hewitson B, Christensen JH, Hulme M, vonStorch H, Whetton P, Jones R, Mearns LO, Fu C, (2001): Regional Climate Information - Evaluation and Projections. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, UK: 583–638.
18. Hasselmann (1993): Optimal fingerprints for the detection of time-dependent climate change. *J. Climate*, 6:1957-1971.
19. Hasselmann K, (1998): Conventional and Bayesian approach to climate-change detection and attribution. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 124: 2541-2565.
20. Hirst AC, O'Farrell SP, Gordon HB, (2000): Comparison of a coupled ocean-atmosphere model with and without oceanic eddy-induced advection.1. Ocean spin-up and control integrations. *J Clim* 13: 139–163.
21. Houghton J T, Ding Y, Griggs DJ, Noguer M, van der Linden PJ, Dai X, Maskell K, and Johnson CA, (2001): *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge University Press: 881.
22. IPCC (2007b): Summary for Policymakers. In: Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, Van der Linden PJ, & Hanson CE, (eds.) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
23. Janssen R, Eikelboom T, Brouns K, Verhoeven JT, Kwakernaak C, (2014): Using geodesign to develop a spatial adaptation strategy for south east Friesland. In: *geodesign for land use planning*. Springer, London.
24. Johns TC, Gregory JM, Ingram WJ, Johnson CE, Jones A, Lowe JA, Mitchell JFB, Roberts DL, Sexton DMH, Stevenson DS, Tett SFB, Woodage MJ (2003): Anthropogenic climate change for 1860 to 2100 simulated with the HadCM3 model under updated emissions scenarios. *Clim Dyn* 20:583–612.
25. Joshi M, Shine, K, Ponater, M, Stuber, N, Sausen, R, Li L, (2003): A comparison of climate response to different radiative forcings in three general circulation models: towards an improved metric of climate change. *Climate Dynamics*. May, Vol. 20 Issue 7/8: 843-854.
26. Kalita Neelnayana Xu, Zonghua Kumar Ashok (2016): Application of software to study the impact of transportation sectors' greenhouse gas emissions reduction on climate change. *Environmental Progress & Sustainable Energy*. Nov2016, Vol. 35 Issue 6:1559-1565.
27. Kharin VV, and Zwiers FW, (2000): Changes in the extremes in an ensemble of transient climate simulation with a coupled atmosphere-ocean GCM. *J. Climate*, 13: 3760-3788.
28. Knutti R., Stocker TF, Joos F, Plattner GK, (2003): Probabilistic climate change projections using neural networks. *Climate Dynamics*. Sep2003, Vol. 21 Issue 3/4: 257-272.
29. Lee Terry CK, Zwiers Francis W, Hegerl Gabriele C, Xuebin Zhang Min Tsao (2005): A

- Bayesian Climate Change Detection and Attribution Assessment. *Journal of Climate*. Jul2005, Vol. 18 Issue 13: 2429-2440.
30. Lenton TM, Williamson MS, Edwards NR, Marsh R, Price AR, Ridgwell AJ, Shepherd JG, Cox SJ, (2006): Millennial timescale carbon cycle and climate change in an efficient Earth system model. *Climate Dynamics*. Jul2006, Vol. 26 Issue 7/8: 687-711.
 31. Leroy SS, (1998): Detecting climate signals: Some Bayesian aspects. *J. Climate*, 11: 640-651.
 32. Levine Richard A, Berliner L, Mark (1999): Statistical Principles for Climate Change Studies. *Journal of Climate*. 2/1/99, Vol. 12 Issue 2: 564- 574.
 33. Mace GG, & Berry E, (2017): Using Active Remote Sensing to Evaluate Cloud-Climate Feedbacks: a Review and a Look to the Future. *Curr Clim Change Rep* 3: 185.
 34. Mendlik T, & Gobiet A, (2016): Selecting climate simulations for impact studies based on multivariate patterns of climate change. *Climatic Change* April 2016, Volume 135, Issue 3/4: 381–393.
 35. Murphy JM, Sexton DMH, Barnett DN, Jones GS, Webb MJ, Collins M, Stainforth DA (2004): Quantification of modelling uncertainties in a large ensemble of climate change simulations. *Nature* 430:768–772.
 36. Osborn Timothy J, Raper Sarah CB, Briffa Keith R, (2006): Simulated climate change during the last 1,000 years: comparing the ECHO-G general circulation model with the MAGICC simple climate model. *Climate Dynamics*. Sep2006, Vol. 27 Issue 2/3:185-197.
 37. Pelzer P, Arciniegas G, Geertman S, Kroes J (2013): Using Map Table to learn about sustainable urban development. In: *planning support systems for sustain able urban development*. Springer, Berlin:167–186.
 38. Rayner NA, Parker DE, Horton EB, Folland CK, Alexander LV, Rowell DP, Kent EC, Kaplan A, (2003): Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century. *J Geophys Res* 108(D14):4407.
 39. Risbey R Jr, Kandlikar M, Karoly DJ, (2000): A protocol to articulate and quantify uncertainties in climate change detection and attribution. *Clim Res* 163: 61–78.
 40. Robock A, (2000): Volcanic eruptions and climate. *Rev Geophys* 38:191–219.
 41. Rockel B, (2015): The Regional Downscaling Approach: A Brief History and Recent Advances. *Curr Clim Change Rep*. March 2015, Volume 1, Issue 1: 22–29.
 42. Singh PK, & Nair A, (2014): Livelihood vulnerability assessment to climate variability and change using fuzzy cognitive mapping approach. *Climatic Change* December 2014, Volume 127, Issue 3–4: 475–491.
 43. Stainforth DA, Aina T, Christensen C, Collins M, Faull N, Frame DJ, Kettleborough JA, Knight S, Martin A, Murphy JM, Piani C, Sexton D, Smith LA, Spicer RA, Thorpe AJ, Allen MR, (2005): Uncertainty in predictions of the climate response to rising levels of greenhouse gases. *Nature* 433:403–406.
 44. Stott PA, Tett SF, Jones GS, Allen MR, Ingram WJ, Mitchell JF, (2001): Attribution of twentieth century temperature change to natural and anthropogenic Causes. *Clim Dyn* 17:1–22.
 45. Stouffer Ronald J, Yin J, Gregory JM, Dixon KW, Spelman MJ, Hurlin W, Weaver AJ, Eby M, Flato GM, Hasumi H, Hu A, Jungclaus JH, Kamenkovich IV, Levermann A, Montoya M, Murakami S, Nawrath S, Oka A, Peltier WR, Robitaille DY, (2006): Investigating the Causes of the Response of the Thermohaline Circulation to Past and Future Climate Changes. *Journal of Climate*. Apr2006, Vol. 19 Issue 8:1365-1387.
 46. Wang Xiaolan L, Swail Val R, (2006): Climate change signal and uncertainty in projections of ocean wave heights. *Climate Dynamics*. Feb2006, Vol. 26 Issue 2/3:109-126.
 47. Wenkel KO, Berg M, Mirschel W, Wieland R, Nendel C, Kostner B, (2013): LandCaRe

DSS: an interactive decision support system for climate change impact assessment and the analysis of potential agricultural land use adaptation strategies. *J Environ Manag* 127: S168–S183.

48. Wigley TM, Smith LL, Santer BD, (1998) Anthropogenic Influence on the Autocorrelation Structure of Hemispheric-Mean Temperatures. *Science* 27 Nov 1998: Vol. 282, Issue 5394: 1676-1679.
49. Williamson MS, Lenton TM, Shepherd JG, Edwards NR (2006): An efficient numerical terrestrial scheme (ENTS) for fast earth system modelling. Tyndall Centre Working Paper 83.

Abstract

Climate change studies receive scientific attention among researchers and specialists and at the global highest political levels. There is certainly strong scientific evidence that the climate has changed and will continue to change in the future for a variety of reasons, including human activities. This change can be demonstrated by changes in local climate conditions felt by people around the world. In this paper, reviewed models and techniques used to evaluation global climate change, which has developed rapidly since 1990s. The study aims to summarize the progress of the technologies applied by multiple assessments in evaluation global climate change, prioritize key uncertainties and highlight their contribution to deepening scientific thinking, particularly between processes, policies and potential responses. The two researchers relied in study on the analysis and tracking of modern and contemporary trends in the techniques and methods used to study of global climate change, such as: individual, double and integrated analytical models, feedback for positive and negative simulations, linear and nonlinear climate predictions of climate change, quantitative methods and alternative hypotheses, climate change indicators, remote sensing to assess the cloud response to climate change, spectroscopy, software and interactive tools to adapt and reduce the impact of climate change. The study concluded that there are quite a few important ideas used in evaluation global climate change, but These methods challenges in the integrated assessment process, which requires the development of a mechanism to reduce the uncertainties of the results of these methods, to develop sound policies and make the right decisions.

Key Words: Climate change, Global climate, Climate models

خريطة نطاق المناخ المحلي لمنطقة الدقى كمدخل لنموذج MUKLIMO

إيمان عبدالعظيم عبدالرحمن^١، أ.د. شحاتة سيد أحمد طلبية^٢، أ.د. سامح عبدالوهاب^٣

المخلص

تعتبر خريطة نطاق المناخ المحلي LCZ "Local Climate Zone" هي إحدى المعايير الجديدة لدراسة مناخ المناطق الحضرية ، وفي هذه الورقة البحثية نوضح ذلك من خلال التركيز على منطقة الدقى (قسم الدقى وحرارة أولى قسم الجيزة) بمدينة الجيزة ، ويحد المنطقة إدارياً نهر النيل شرقاً ، وحي العجوزة شمالاً ، وحي بولاق الدكرور غرباً ، وحي حارة ثانية من قسم الجيزة وتمثل ٤% من مساحة مدينة الجيزة حوالي ٦ كم^٢ طبقاً للخرائط المساحية ١/٥٠٠٠ لمنطقة الدراسة ، وتتواجد بها محطتي أرصاد زراعية وهما الجيزة الزراعية والدقى ، وسوف يتم العمل لتحديد نطاق المناخ المحلي للمنطقة وفقاً لمدخلات مشروع قاعدة البيانات الحضرية العالمية WUDAPT "World Urban Database and Access Portal Tools".

والذى يسعى لسهولة الوصول المفتوح إلى مجموعة البيانات الحضرية بحيث يمكن للباحثين في جميع أنحاء العالم استخدام البيانات للعديد من المدن المشتركة فى المشروع ومتاح بالموقع WUDAPT من خلال التطبيقات الذكية المختلفة، بدءاً من نمذجة المناخ والطقس إلى دراسات توازن الطاقة باستخدام إطار مشترك وربط هذه البيانات بالطرق المتاحة لمعالجتها مناخياً ويتراوح مساحتها المكانية من ٣٠٠ م إلى ١٠ كم حتى يمكننا معرفة مدى تأثير البصمة المناخية الحضرية لمناطق صغيرة المساحة فى المناخ العالمى .

ويعتبر مشروع WUDAPT جهد عالمي منظم ذاتياً لبدء ملء فجوات البيانات لحل التحديات العالمية للمدن والمجتمعات المستدامة ، ولتسهيل البيانات الحضرية المتعلقة بالمناخ ، وتعتبر خريطة نطاق المناخ المحلي LCZ مدخلاً تفصيلاً يمكن الاستفادة منها فى نموذج المناخ الحضرى MUKLIMO (Mikroskaliges Urbanes KlimaModell) ، حيث أن نمذجة المناخ الحضرى أمر ذات أهمية لدراسة الحرارة الناجمة عن المدن والمؤثرة على تغير المناخ ومن أجل هذا، نحن بحاجة إلى بناء مجتمع من الخبراء المناخيين والحضرين والباحثين المهتمين الذين سيضطعون بدور نشط فى هذا التخصص.

ولقد قسمت منطقة الدقى طبقاً للمعايير المناخية المحدد لنطاق المناخ المحلي وهي (عامل رؤية السماء - نسبة الارتفاع - متوسط ارتفاع المباني - درجة خشونة التضاريس - نسبة سطح الأرض مع غطاء المبنى - نسبة سطح الأرض مع غطاء منيع (المعبدة ، الصخور) - نسبة سطح الأرض مع الغطاء (التربة العارية ، الغطاء النباتي ، الماء) - قدرة السطح على قبول أو إطلاق الحرارة - البيدو - مصادر الحرارة) ، ومن هنا يمكن تحديد البصمة المناخية الحضرية لمنطقة الدقى ومدى تأثيرها فى المناخ العالمى.

الكلمات المفتاحية : WUDAPT - تطبيقات المناخ الذكى - LCZ - نموذج MUKLIMO

^١ باحث دراسات طبيعية وبيئة ،خبير نظم معلومات جغرافية - الهيئة العامة للتخطيط العمرانى - مقرر لجنة المسائل البيئية بأكاديمية البحث العلمى emanclimate@hotmail.com

^٢ أستاذ جغرافيا المناخ ورئيس مجلس قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة القاهرة ، الامين العام للجمعية الجغرافية المصرية dr_shehatasayed@hotmail.com

^٣ أستاذ الجغرافيا البشرية - كلية الآداب - جامعة القاهرة samwahab@hotmail.com

تعد النمذجة المناخية الحضرية ذات أهمية في الوقت الراهن من خلال التطبيقات المستخدمة لرسم خريطة تأخذ في اعتبارها مجموعة من البيانات المتنوعة حتى يمكن فيما بعد استخدامها لعدة سبل مختلفة الأغراض كقاعدة بيانات لنموذج المناخ الحضري موكليمو MUKLIMO ويمكن لنظام التصنيف للمناطق المناخية المحلية (LCZ) الذي تم تطويره مؤخرا أن يكون خيارا جيدا لمعلومات ذات طبيعة خاصة لاستخدام الأرض طبقا للمعايير المناخية ويصف الظروف المادية للبيئة المحلية والتي تطبق بشكل كبير مع نموذج المناخ الحضري موكليمو MUKLIMO بما يفيد فيما بعد النمذجة للتغيرات المستقبلية المحتملة للمناخ الحضري

مما يساعدنا على جمع المعالم الأخرى باستخدام الأدوات القائمة على شبكة المعلومات والتليفون المحمول التي سيتم تطويرها وفقا لذلك ضمن تطبيقات المناخ الذكي - شكل (١)



المصدر : Play Story
شكل (١) تطبيق WUDAPT

المستوى الثاني

- وصف تفصيلي لمنطقة الحضرية بالطريقة المناسبة لطبقة الحدية لنماذج
- استخدام جميع قواعد البيانات المتاحة (مثلاً: اساسات المبنى)



المستوى الأول

- قيم المعالم الأكثر دقة لكل نطاقات المناخ المحلي
- التركيز على الجوانب ذات الصلة الأساسية للعمل (مثلاً: إرتفاعات المباني ، عرض الشوارع) ، والوظائف (مثلاً: استخدامات المباني)
- أخذ العينات باستخدام GeoWiki



المستوى صفر

- نطاق المناخ المحلي بالتوازي مع نطاق المعالم الأرضية
- تصنيف منطقة الدراسة داخل نطاق المناخ المحلي
- خبراء محليين يمدوا المناطق بالتدريب والبيانات
- استخدام برامج وبيانات للعمل عليها (Google Earth – GIS – Landsat8)



المصدر : Google Earth ٢٠١٨ ، ويتصرف عن <http://www.wudapt.org/lcz/>

شكل (٢) هيكلية العمل داخل "WUDAPT" لمنطقة الدقي

وفكرة العمل داخل "WUDAPT" قائمة على جمع البيانات من خلال المواقع الإلكترونية والبرامج والتطبيقات الذكية ومرئيات Landsat ، ولكن في بعض المناطق ومنها منطقة الدراسة ، يجب القيام بالعمل الميداني لتأكد من مصادر البيانات ودقتها للخروج بنتائج يعتمد عليه ، وذلك لعدم توافر البيانات في هذه المناطق عبر المواقع الإلكترونية بشكل كافي وسليم .

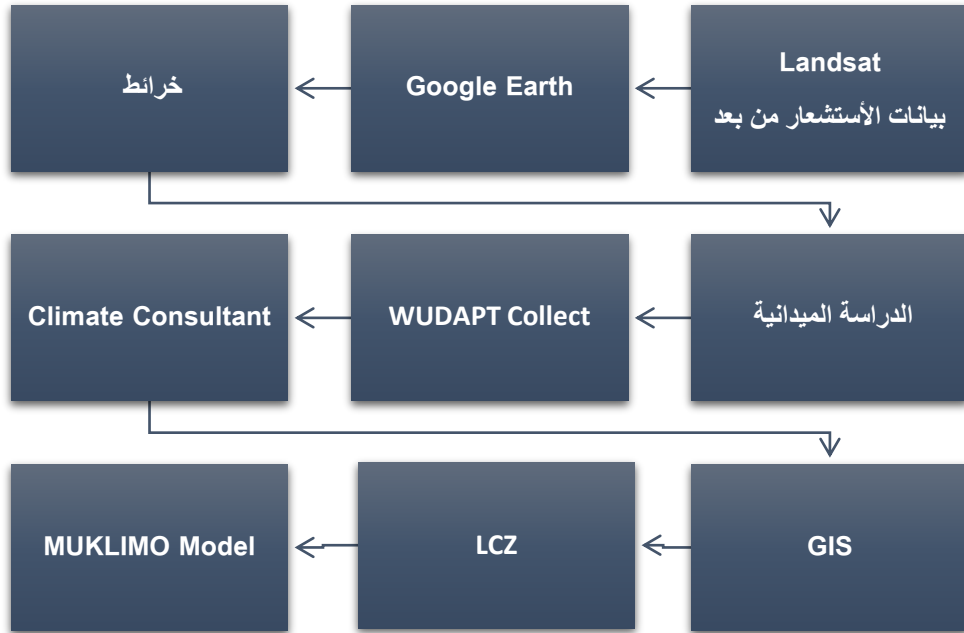
مشكلة البحث

- تحديد مدى إمكانية الاعتماد على خريطة نطاق المناخ المحلى لدراسة تغير المناخ فى المناطق الحضرية خاصة فى دول العالم النامى الفقيرة فى إمكانية الحصول على البيانات والمعلومات وقياس تضارب نفس المعلومة من أكثر من مصدر رسمى

الأهداف

- تحقيق نتائج جيدة بإستخدام تطبيقات المناخ الذكى
- رسم خريطة المناخ المحلى التفصيلية لمنطقة الدراسة للمعرفة التغيرات المناخية الحضرية
- تحديد البصمة المناخية الحضرية لمنطقة الدقى ومدى تأثيرها فى المناخ العالمى من خلال رفع قاعدة البيانات على موقع WUDAPT فيما بعد .

منهجية البحث



شكل (3) منهجية البحث

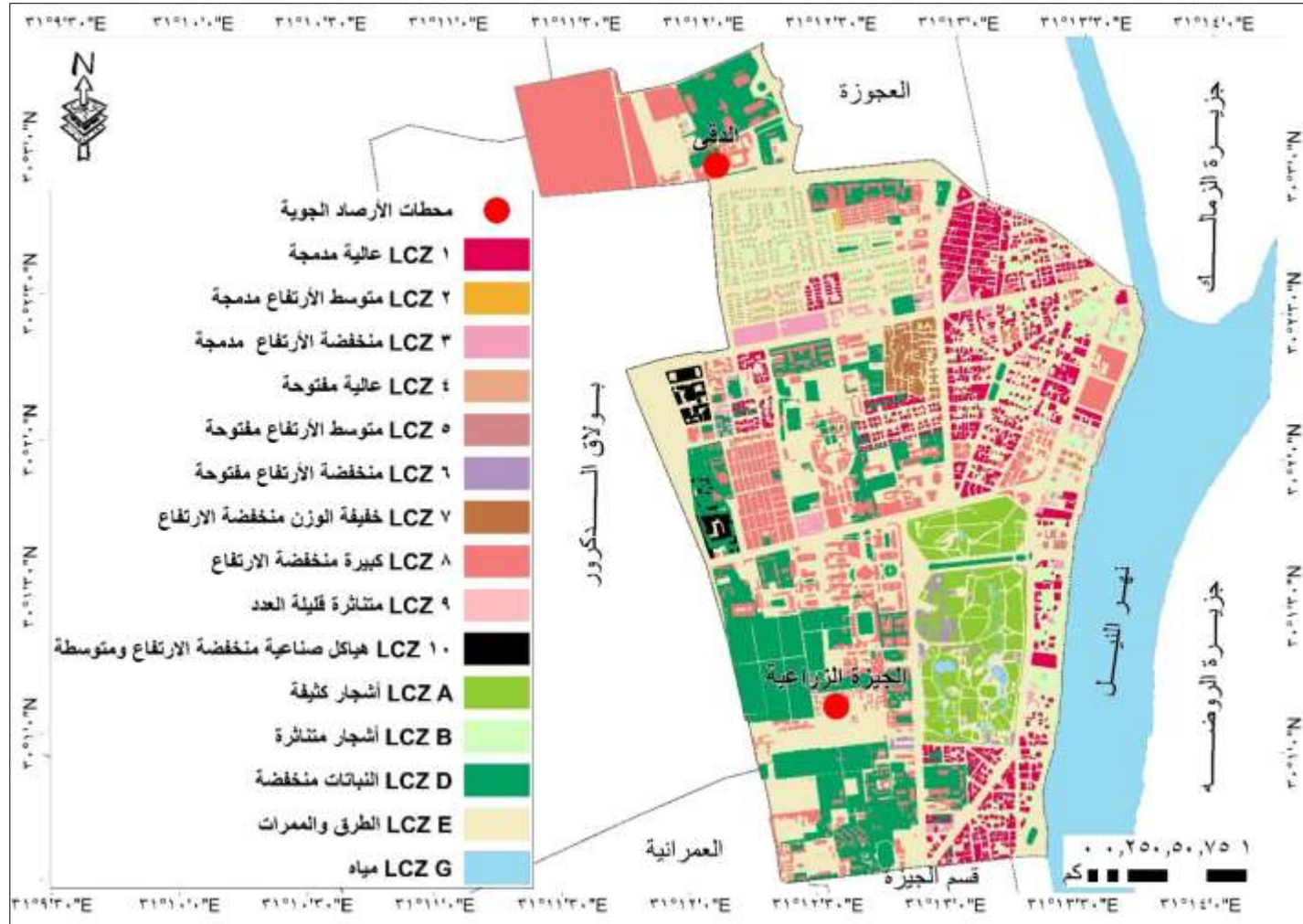
منطقة الدقى

خريطة نطاق المناخ المحلى لمنطقة الدقى طبقا لشكل (٤) تتضمن قسم الدقى وحرارة أولى من قسم الجيزة إداريا ويحدها نهر النيل شرقا، وحي العجوزة شمالا، وحي بولاق الدكرور غربا، وحي حارة ثانية من قسم الجيزة وتمثل ٤% من مساحة مدينة الجيزة حوالى ٦ كم ٢ طبقاً للخرائط المساحية ١/٥٠٠٠ لمنطقة الدراسة، وتتواجد بها محطتى أرصاد زراعية كما يوضح جدول (١) وشكل (٤) وهما الجيزة الزراعية والدقى .

جدول (١) محطات الارصاد بمنطقة الدراسة

LCZ	ساعات العمل	تاريخ بداية العمل في المحطة	الإرتفاع عن سطح البحر (م)	الموقع الجغرافي	الموقع الفلكي				كود المحطة المحلي	كود المحطة الدولي	نوع المحطة	الغرض للمحطة	درجة المحطة	اسم المحطة الدولي	اسم المحطة المحلي
					خط الطول شرقا		دائرة العرض شمالا								
					درجة	دقيقة	درجة	دقيقة							
LCZ8	١٢	١٩٥٥-١-٩	١٨.٦٥	مركز البحوث الزراعية	٣١	١٣	٣٠	٠٣	٣٧٥	٦٢٣٧٥٠	سطحية	زراعية	زراعية	الجيزة	الجيزة الزراعية
LCZ8	٢٤	١٩٩٥	٢٢.٠٥	المعامل المركزي للمناخ الزراعي	٣١	٢٢	٣٠	٣٠	-	-	بحثية	زراعية	إلكترونية	الدقى	الدقى

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، المعامل المركزي للمناخ الزراعي ، الدراسة الميدانية (٢٠١٨)



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠١٧-٢-٢٠١٨، Google Earth، ٢٠١٨ ، خرائط المدن بمقياس ١/٥٠٠٠٠ وبتصرف عن <http://www.wudapt.org/lcz/> شكل (٤) نطاق المناخ المحلي لمنطقة الدقي

وفى إطار البحث يتبين من خلال تحليل خريطة نطاق المناخ المحلى لمنطقة الدقى كما يوضح شكل (٤) أن من المنظور المناخى، نحن بحاجة إلى النقاط المعلومات الحضرية الخاصة بالطابع المكاني بمختلف أنواعها من حيث الشكل الحضري والوظيفة إلى جانب الغطاء الأرضى بما فى ذلك الغطاء النباتي والتربة والمياه والطرق ومعلومات أخرى أكثر دقة وتفصيلاً كمواد البناء بما فى ذلك الخرسانة، الصلب، الطوب، الزجاج، الأسفلت..... الخ من المواد المستخدمة لبناء المدينة.

وإضافة إلى وظيفة المدينة حيث يصف الأنشطة السكنية والتجارية والصناعية الخ لما لها من تأثير على المناخ التفصيلى لمنطقة الدقى والتي لم يتم تسجيلها من خلال محطات الرصد الجوى المتواجدة بها بالدقة المطلوبة لتغير طبيعة المكان المحيط بالمحطات فى الوقت الحالى من محيط زراعى إلى حضرى مما له تأثير واضح على المناخ التفصيلى، ومن الناحية المثالية، ينبغي جمع المعلومات عن شكل ووظائف المنطقة وتحليلها على نحو متعدد زمانياً ومكانياً لتلبية الاحتياجات المختلفة ومعالجاتها لإيجاد السبب والنتيجة .




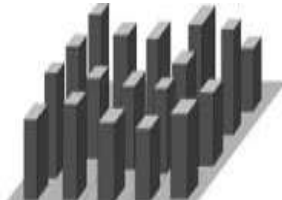

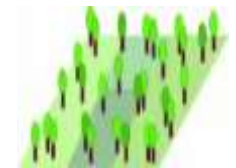

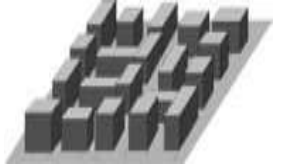



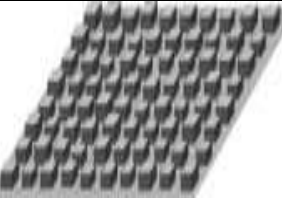
وطبقاً لجدول (2) للمعايير والأسس المتبعة فى إنشاء الخريطة والعمل على التحليل وتم مراعاة تلك المعايير خلال العمل الميدانى لأستكمال البيانات الغير متوفرة من المصادر الرسمية والمواقع الإلكترونية من خلال الدراسة الميدانية لنطاق منطقة الدقى (الدقى - حارة أولى بقسم الجيزة) وتفاصيل هذه المعايير من خلال الجدول التالى (3)، إلى جانب ذلك يوضح جدول (3) تطبيق المعايير من خلال العمل الميدانى على منطقة الدراسة والذي تم دمج بياناته على خريطة نطاق المناخ المحلى للمنطقة السابقة (4) .




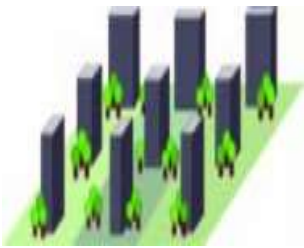

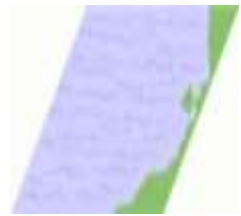

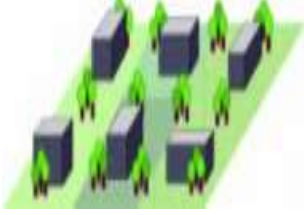
جدول (2) المعايير المتبعة في خريطة نطاق المناخ المحلي

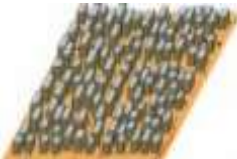

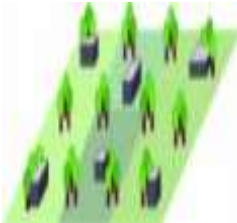

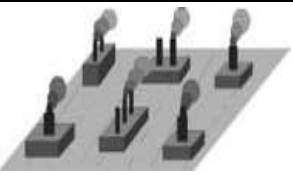
مصادر الحرارة	البيدو	قدرة السطح على قبول أو إطلاق الحرارة	نسبة سطح الأرض مع الغطاء (التربة العارية ، الغطاء النباتي ، الماء)	نسبة سطح الأرض مع غطاء منيع (المعبدة ، الصخور)	نسبة سطح الأرض مع غطاء المبنى	درجة خشونة التضاريس	متوسط ارتفاع المباني	نسبة الارتفاع	عامل رؤية السماء	LCZ
50-300	0.1-0.2	1500-1800	8	> 25	< 10	40-60	40-60	> 2	0.2-0.4	١ LCZ
<75	0.1-0.2	1500-2200	6-7	10-25	< 20	30-50	40-70	0.75-2	0.3-0.6	٢ LCZ
<75	0.1-0.2	1200-1800	6	3-10	< 30	20-50	40-70	0.75-1.5	0.2-0.6	٣ LCZ
<50	0.12-0.25	1400-1800	7-8	>25	30-40	30-40	20-40	0.75-1.25	0.5-0.7	٤ LCZ
<25	0.12-0.25	1400-2000	5-6	10-25	20-40	30-50	20-40	0.3-0.75	0.5-0.8	٥ LCZ
<25	0.12-0.25	1200-1800	5-6	3-10	30-60	20-50	20-40	0.3-0.75	0.6-0.9	٦ LCZ
<35	0.15-0.35	800-1500	4-5	2-4	<30	< 20	60-90	1-2	0.2-0.5	٧ LCZ
<50	0.15-0.25	1200-1800	5	3-10	<20	40-50	30-50	0.1-0.3	>0.7	٨ LCZ
<10	0.12-0.25	1000-1800	5-6	3-10	60-80	< 20	10-20	0.1-0.25	> 0.8	٩ LCZ
>300	0.12-0.20	1000-2500	5-6	5-15	40-50	20-40	20-30	0.2-0.5	0.6-0.9	١٠ LCZ
0	0.1-0.2	غير معروف	8	3-30	>90	<10	<10	>1	<0.4	LCZ A
0	0.15-0.25	1000-1800	5-6	3-15	>90	<10	<10	0.25-0.75	0.5-0.8	LCZ B
0	0.15-0.25	1200-1600	3-4	<1	>90	<10	<10	<0.1	>0.9	LCZ D
0	0.15-0.3	1200-2500	1-2	<0.25	<10	>90	<10	<0.1	>0.9	LCZ E
0	0.02-0.1	1500	1	-	>90	<10	<10	<0.1	>0.9	LCZ G

المصدر : بتصريف عن <http://www.wudapt.org/lcz/>

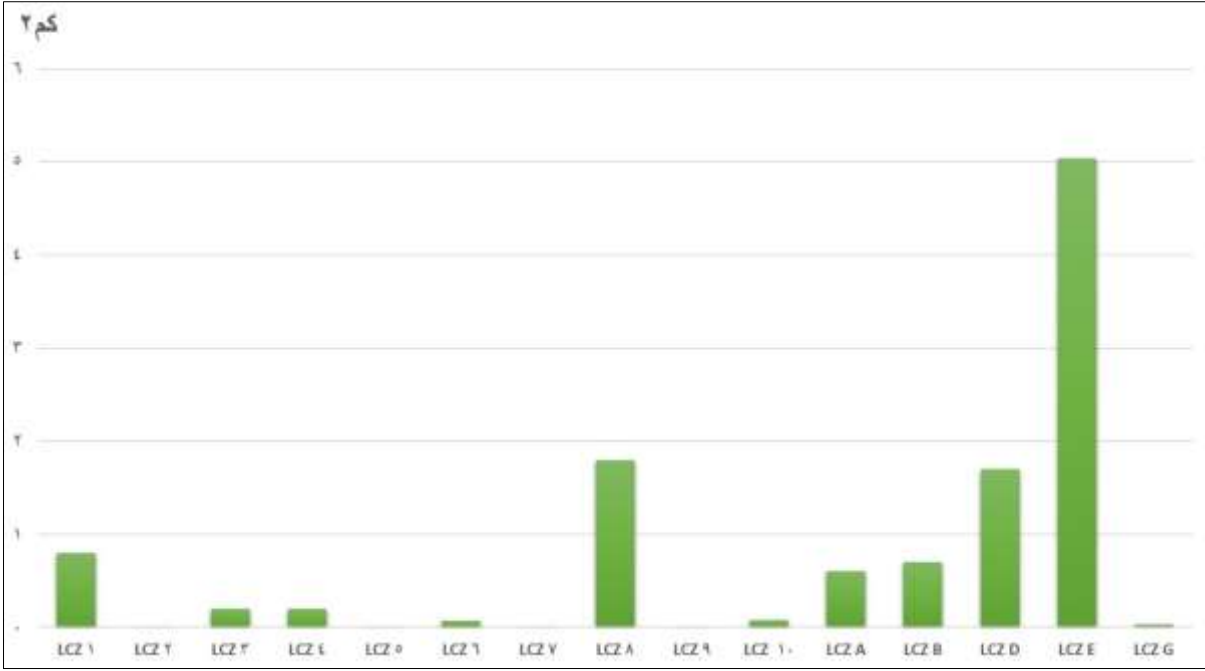
جدول (3) طبقات نطاق المناخ المحلي لمنطقة الدقي

المساحة كم ^٢	الدراسة الميدانية / Google Earth	طبقات الغطاء الأرضي	مستوى LCZ	المساحة كم ^٢	الدراسة الميدانية / Google Earth	طبقات الحضرية	مستوى LCZ
٠.٦	 ممر بحديقة الأورمان	 أشجار كثيفة	A	٠.٨	 ميدان المساحة	 عالية مدمجة	١
٠.٧	 حديقة الأورمان	 أشجار متناثرة	B	٠.٠٠٣	 الأورمان	 متوسط الأرتفاع مدمجة	٢
١.٧	 الحشائش بحديقة الأورمان	 النباتات منخفضة	D	٠.٢	 منطقة البحوث	 منخفضة الأرتفاع مدمجة	٣

المساحة كم ^٢	الدراسة الميدانية / Google Earth	طبقات الغطاء الأرضي	مستوى LCZ	المساحة كم ^٢	الدراسة الميدانية / Google Earth	طبقات الحضرية	مستوى LCZ
٥.٠٤	 إحدى الشوارع بالبحوث	 صخرة عارية أو معبدة	E	٠.٢	 فندق شيرتوان	 عالية مفتوحة	٤
٠.٠٣	 نهر النيل بمنطقة الدقى وحارة أولى	 ماء	G	٠.٠١	 بجوار مجلس الدولة	 متوسط الأرتفاع مفتوحة	٥
		الطبقات الحضرية					

المساحة كم ^٢	الدراسة الميدانية / Google Earth	طبقات الغطاء الأرضي	مستوى LCZ	المساحة كم ^٢	الدراسة الميدانية / Google Earth	طبقات الحضرية	مستوى LCZ
٠.٠١٠		 خفيفة الوزن منخفضة الارتفاع	٧	٠.٠٠٧			٦
	بين السريات				خلف مجلس الدولة		
٠.٠٠١		 متناثرة قليلة العدد	٩	١.٠٨		 ذات كثافة سكنية منخفضة كبيرة منخفضة الارتفاع	٨
	ملاعب جامعة القاهرة	طبقات		٠.٠٠٨		 هياكل صناعية منخفضة الارتفاع ومتوسطة	١٠
					الجيزة الوطنية للسيارات		

المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٤-٢-٢٠١٨، Google Earth ، ٢٠١٨ ، خرائط المدن بمقياس ١ / ٥٠٠٠ ، ويتصرف عن <http://www.wudapt.org/lcz/>



المصدر: جدول (٢)

شكل (٥) مساحة النطاقات بمنطقة الدراسة

ومن خلال الدراسة الميدانية التي يوضحها الجدول (٢) والشكل (٥،٤) ، يتبين أن خريطة نطاق المناخ المحلي لمنطقة الدقى تتدرج فى نطاقات متوالية طولية من نهر النيل غرب إلى الحد الشرقى لمنطقة الدراسة قسم بولاق الدكرور حيث تبدأ من عالية مدمجة فمتوسطة إلى منخفضة ويرجع ذلك لقيمة الأرض بجوار النهر فى الأساس واستغلال أكبر مساحة ممكنة لقيمة الأرض فى هذا المستوى، ثم تتوالى مستويات الخريطة الأخرى وتتوزع بشكل متناثر على كامل المنطقة مع بعض التركيز لبعض المستويات كالأشجار الكثيفة بحديقتى الأورمان والحيوان إلى جانب المتحف الزراعى والذي يتواجد به المساحة الأكبر من الأشجار المتناثرة والنباتات المنخفضة .

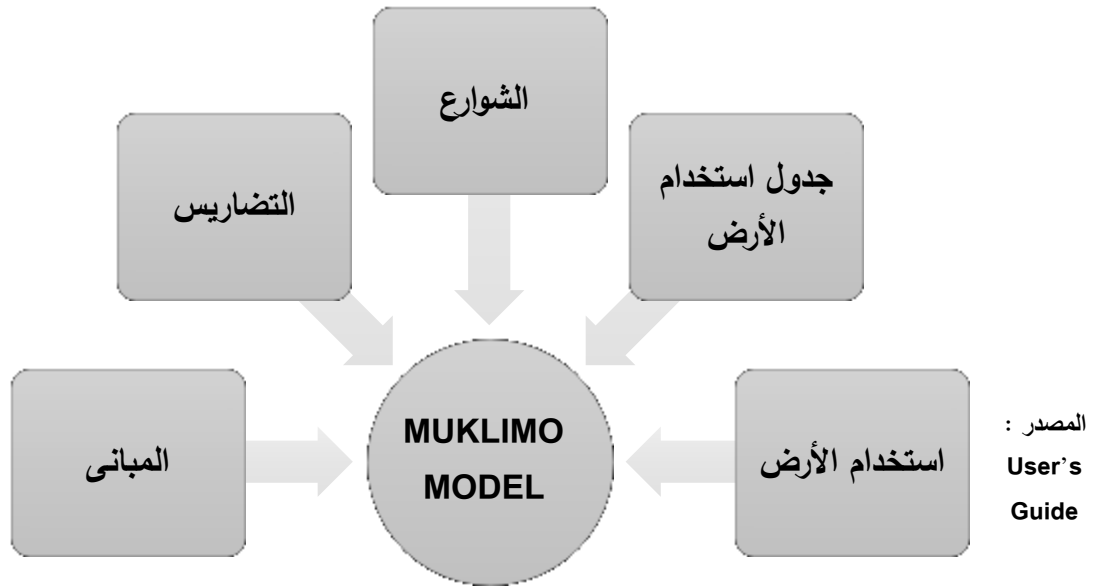
والخلاصة من كل ماسبق فى بعض المعوقات الخاصة بإخراج الخريطة وتكاملها عالمية لمعرفة

تأثير المناخ التفصيلى لمنطقة الدراسة فى المناخ العالمى وهى كما يوضحها شكل (٥):

تعتبر خريطة نطاق المناخ المحلي معلوماتية تفصيلية يمكن استخدامها مَدْخلاً لنموذج

MUKLIMO والذي يمثل مدخلاتها شكل (٦) وهو نموذج لمناخ الحضرى وتتراوح دقته بين ٢٠ م و

٥٠٠ م وهو كمعظم النماذج التفصيلية يسقط من مدخلاته عنصر المطر .



MUKLIMO_3 Thermodynamic Version Offenbach am Main, June 2013

شكل (٦) مدخلات نموذج المناخ الحضري MUKLIMO

وفى نهاية البحث نود أن نبين أن خريطة نطاق المناخ المحلى لمنطقة الدقى ، كان لأستخدام الأرض عامل مؤثر واضح فى التوزيع الجغرافى لمستويات المناخ المحلى للمنطقة حيث أن الخدمات وقيمة الأرض بالتحديد لها الدور الأكبر فى تشكيل ورسم الخريطة العمرانية التى لها التأثير الأكبر على خريطة نطاق المناخ المحلى حيث ظاهر ذلك واضح فى تغير الاستخدام بالقرب من محطتى الأرصاد الزراعية بالمنطقة - الجيزة الزراعية والدقى - وخاصة الجيزة حيث أن محطة الدقى حديثا نشأة ، والتحول الحضري للمنطقة بدأ بشكل رسمى منذ عام ١٩٦٤ عندما تم تحويل المنطقة إلى الحيز العمرانى للمدن بصورة واضحة من ريفى زراعى إلى عمران حضرى حتى أصبحت المحطة فى محيط حضرى فى الوقت الحالى وهذا يوضح إمكانية المحطة الآن واعتمادها كنطاق حضرى وليس زراعى من حيث الشروط المحيط ولست شروط المحطة نفسها فى الرصد وطبيعة الأجهزة ومدة الرصد....ألخ ، كما يوضح جدول(١).

نتائج

- التطبيقات الذكية لاتعمل بشكل جيد في معظم منطقة الدراسة ، بسبب القصور في شبكات النت
- لايمكن الاعتماد على مرئيات Landsat في المناطق صغيرة المساحة بسبب الدقة المكانية المنخفضة والتي حددتها الخريطة كأحد مصادر بياناتها الاساسية.
- البيانات المتوفرة عبر التطبيقات الذكية لمنطقة الدقى والمواقع الإلكترونية ليست بالدقة العالية للاعتماد عليها لذلك يجب المراجعة الحقلية للتأكد من صح البيانات واستكمالها
- خريطة نطاق المناخ المحلى بشكل العام ذات دقة مناسبة مع الامكانية المتوفرة لمعظم الدول بشأن البيانات المتاحة

التوصيات

- يجب توافر النقاط التالية للعمل على خريطة نطاق المناخ المحلى حتى تكون قابلة للتطبيق ومدى إمكانية تأثيرها فى المناخ العالمى .
- **توافر البيانات الحضرية وإمكانية الوصول :** حيث أنها عدد قليل أو معدوم من مجموعات البيانات المتاحة على الصعيد العالمى للمنطقة، وخاصة مع سرعة وتزايد التوسعات الحضرية فى المناطق النامية اقتصاديا
 - **بيانات المناخ ذات الصلة الحضرية :** التناقض فى قواعد البيانات الحضرية القائمة على المكان والزمان وصعوبة وضوح المتغيرات لتوصيف المشهد الحضري لمنطقة الدراسة
 - **توحيد البيانات وتنسيقها :** لا يوجد تصنيف موحد لتمثيل الأراضي والغطاء الأرضي للمدن عامة ومنطقة الدراسة خاصة والمناطق المحيطة بها (على سبيل المثال، الكثافات، المرتفعات)
 - **النمذجة :** تحتاج إلى قاعدة بيانات عالمية توفر خصائص متعددة عن المناطق الحضرية والمورفولوجيا ، والهندسة، والحرارة والمعلومات المادية، والغطاء الأرضىإلخ
 - **التطبيق :** يجب أن تكون قابلة للتطبيق عالميا ويمكن نقلها إلى كل مدينة (على سبيل المثال، عبر التخصصات العلمية للبحث والتخطيط الحضري والكوارث والمخاطر والإدارة، وتحليل الأثر الصحي والاستجابة لذلك)

المراجع

- أحمد، إيمان عبدالعظيم عبدالرحمن (٢٠١٨) : تحقيق البيئة الذكية فى مدينتى القاهرة والرياض ،المؤتمر الأول للتعليم من أجل التنمية المستدامة فى المملكة العربية السعودية "الجغرافيا من أجل التنمية المستدامة لرؤية ٢٠٣٠م ،الجمعية الجغرافية السعودية وجامعة الأمام فيصل بن عبدالرحمن بالدمام خلال الفترة من ٢٧-٢٩ مارس ٢٠١٨
- أحمد ،إيمان عبدالعظيم عبدالرحمن وآخرون(٢٠١٧) : استخدام وتقييم نموذج ENVI-met لمحاكاة تأثير الاحتباس الحرارى على المناخ التفصيلى للمحميات الطبيعية " دراسة حالة : بعض جزر النيل " اللجنة الوطنية المصرية للتربية والعلوم والثقافة - منحة العلماء الشبان ٢٠١٧
- عبدالوهاب ، سامح إبراهيم (٢٠٠٦) : الكارتوجرافيا الحديثة ودعم قضايا التخطيط والتنمية، ندوة: الدراسات العليا وخطط التنمية، ٤-٥ ربيع الآخر ١٤٢٧ هـ (٢-٣ مايو ٢٠٠٦ م) جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، عمادة الدراسات العليا، المملكة العربية السعودية، الرياض
- عبده ،أشرف على (٢٠٠١) :المناطق المتدهورة فى مدينة الجيزة ،رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب ،جامعة القاهرة
- عبده ،أشرف على (٢٠٠٨) الجيوب الريفية المحتواه فى التجمعات الحضرية المخططة بمدينة الجيزة ،سلسلة بحوث جغرافية ،الجمعية الجغرافية المصرية
- Bechtel & at all,2015: Local Climate Zones as A New Standard for Mapping Urban Areas? Mapping Urban Areas from Space Conference ,4-5November 2015 -ESA-Esrin-Frascati, Rome, Italy
- Benjamin Bechtel & at all 2015: Mapping Local Climate Zones for A Worldwide Database of The Form and Function of Cities ISPRS International Journal of Geo-Information ISSN 2220-9964 WWW.Mdpi.Com/Journal/Ijgi/
- Chao REN& at all 2016 :Local Climate Zone (LCZ) Classification Using the World Urban Database and Access Portal Tools (WUDAPT) Method: A Case Study in Wuhan and Hangzhou the Fourth International Conference on Countermeasure to Urban Heat Islands (4th IC2UHI)30- 31 May • 1 June 2016 | Stephen Riady Centre, University Town, Nus
- Gerald Mills & at all 2015: An Introduction to The WUDAPT Project Modeling ICUC9 - 9th International Conference on Urban Climate Jointly With 12 Th Symposium on The Urban Environment
- Jan Genetic& at all 2016: GIS-Based Delineation of Local Climate Zones: The Case of Medium-Sized Central European Cities Moravian Geographical Reports 2016, 24(3): 2-12
- Jason Ching & at all, 2018: WUDAPT (World Urban Database and Access Portal Tools): An International Collaborative Project for Climate Relevant Physical Geography Data for The World's Cities WWW.Wudapt.Org
- Jason Ching& at all, 2018: WUDAPT: Facilitating Advanced Urban Canopy Modeling for Weather, Climate and Air Quality Applications WWW.Wudapt.Org

- Johan Feddema & at all 2015: Demonstrating the Added Value of WUDAPT For Urban Climate Modelling ICUC9 - 9th International Conference on Urban Climate Jointly With 12 Th Symposium on The Urban Environment
- Jason Ching& at all 2015: The Portal Component, Strategic Perspectives and Review of Tactical Plans to Implement the IAUC Initiative, WUDAPT; A Worldwide Urban Database for Climate and Environmental Modeling ICUC9 - 9th International Conference on Urban Climate Jointly With 12 th Symposium on The Urban Environment
- Linda See & at all 2015: Generating WUDAPT's Specific Scale-Dependent Urban Modelling and Activity Parameters: Collection of Level 1 And Level 2 Data Modeling ICUC9 - 9th International Conference on Urban Climate Jointly With 12 Th Symposium on The Urban Environment
- Meng Cai & at all 2016: Local Climate Zone Study for Sustainable Megacities Development by Using Improved WUDAPT Methodology – A Case Study in Guangzhou International Conference on Geographies of Health and Living in Cities: Making Cities Healthy for All, Healthy Cities 2016
- Noushig Kaloustian & at all, 2016: Local Climatic Zoning and Urban Heat Island in Beirut 4th International Conference on Countermeasures to Urban Heat Island (UHI) 2016
- Robaa, S. M. 2000 , Giza Monuments and Local Climate Change, ICEHM2000, Cairo University , Egypt>
- Steven Jige Quan & at all, 2016: Local Climate Zone Mapping for Energy Resilience: A Finegrained and 3D Approach The 8th International Conference on Applied Energy – ICAE2016
- Stewart I. D. 2013: Local Climates of the City
https://Open.Library.Ubc.Ca/Search?Q=* &Creator=Stewart,%20Iain%20Douglas
- Bechtel B, & at all 2015: Mapping Local Climate Zones for A Worldwide Database of The Form and Function of Cities. ISPRS Int J Geo-Inf 4:199 –219
- Xiaoshan Yang & at all 2017: Assessing the Impact of Urban Heat Island Effect on Building Cooling Load Based on the Local Climate Zone Scheme 10th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning, ISHVAC2017, 19- 22 October 2017, Jinan, China
- Yingsheng Zheng & at all 2017: GIS-Based Mapping of Local Climate Zone in The High-Density City of Hong Kong, Urban Climate
[Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Uclim.2017.05.008](http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Uclim.2017.05.008)
- <http://www.wudapt.org/create-lcz-training-areas/>
- <http://www.mdpi.com/journal/remotesensing>
- www.mdpi.com/journal/ijgi/
- https://open.library.ubc.ca/search?q=* &creator=Stewart,%20Iain%20Douglas
- www.wudapt.org
- <http://www.wudapt.org/wudapt/>

Abstract

LCZ Local Climate Zone "is one of the New Criteria for the Study of the Urban Climate. In this Paper We Illustrate This By Focusing On The Dokki Area (Dokki And Giza First Section) in Giza, and the Region Administratively Limits the Nile River to the East, Al-Ajouza Neighborhood to the North, and Boulak El Dakrour District to the West, and a Second Section Neighborhood of the Giza Section. it Represents 4% of the Area of Giza City About 6 Km² According to the Survey Maps 1/5000 for the Study Area and there are Two Agricultural Meteorological Stations, Giza Agricultural and Dokki. For the Region in Accordance with the Input of the Draft Database WUDAPT "World Urban Database and Access Portal Tools"

which Aims to Facilitate Open Access to the Urban Data Collection so that Researchers Around the World can Use Data for Several Cities Involved in the Project and Available on WUDAPT through Various Smart Applications, from Modeling Climate and Weather to Energy Balance Studies Using a Common Framework and Linking These Data to Available Methods to be Treated Climatically and the Area of Spatial Accuracy Ranging from 300 M to 10 Km so that we can know the Impact of the Urban Climatic Footprint of Small Areas in the Global Climate

the WUDAPT Project is a Self-Regulatory Global Effort to Fill the Data Gaps to Solve the Global Challenges of Cities and Sustainable Communities and to Facilitate Urban Climate Data. the LCZ is a Detailed Introduction that can be Used in the Urban Climate Model MUKLIMO (Mikroskaliges Urbanes Klimamodell) Urbanization is Important for Studying the Heat of Cities and Influencing Climate Change. For this, we need to build a Community of Climate and Urban Experts and Interested Researchers Who Will Play an Active Role in This Discipline.

the Dokki Area was Divided According to the Specific Climatic Parameters of the Local Climate Range (Sky Vision Factor - Height Ratio - Average Height of Buildings - Roughness of Terrain - Surface Ratio with Roof Cover - Surface Ratio with Shield Cover - with Cover (Bare Soil, Vegetation, Water) - the Surface's Ability To Accept Or Release Heat - Bido - Heat Sources). Hence, The Urban Climate Footprint of the Dokki Area can be Identified and Its Impact on the Global Climate.

Keywords: - WUDAPT - Smart Climate Applications - LCZ - MUKLIMO Model

القصور الحراري وأثره في خصائص الجزيرة الحرارية لمدينة المنصورة.

وليد عباس عبد الراضي حسان^(١)

المُستخلص.

تتناول الدراسة شدة الجزيرة الحرارية لمدينة المنصورة وتباينها الداخلي على المستوى المكاني والزمني، وعلاقة ذلك بالقصور الحراري وخصائصه. وقد اعتمدت الدراسة على الاستشعار من بعد بشكل رئيسي لمعالجة وتحليل المرئيات الفضائية بهدف استخلاص العمران الحضري آليا، والتعرف على أنماط الأسطح الأرضية بالمدينة وظهرها، وحساب درجات الحرارة والألبينو السطحي، واستخدام النماذج الرياضية المتقدمة لحساب القصور الحراري. وقد أظهرت الدراسة أن المواد والأسطح الحضرية في المنصورة تنسم بقصور حراري مرتفع عن الظهير الزراعي بنحو ٧.٣٪ في المتوسط بسبب السعة الحرارية العالية وقدرتها على توصيل الحرارة، وهو ما يساهم بشكل فعال في تحديد سرعة استجابة المدينة للتسخين خلال النهار بفعل الإشعاع الشمسي، كما ينظم عملية بث الإشعاع الأرضي على مدار اليوم. وقد تبين أيضا أن القصور الحراري يحدد ملامح عدة للجزيرة الحرارية ويفسر كثيرا من خصائصها، مثل تباين شدة الجزيرة الحرارية بين النهار والليل، وظاهرة الهبوط الحراري الصباحي Morning Heat Sink، والتباين الحراري داخل المدينة. لذا تُوصي الدراسة بإجراء المزيد من البحوث التفصيلية التي تتناول القصور الحراري كعامل رئيسي يساهم في فهم المناخ التفصيلي للمدن المصرية، كما تُوصي بأن يُؤخذ في الاعتبار عند وضع أي استراتيجيات أو إجراءات تنفيذية تستهدف تحسين البيئة الحضرية أو التغلب على المشكلات الناجمة عن جزيرتها الحرارية.

الكلمات المفتاحية: الجزيرة الحرارية الحضرية UHI، القصور الحراري Thermal Inertia، التوصيل الحراري Thermal Conductivity، السعة الحرارية Heat Capacity، مرئيات Landsat8 & Terra ASTER & Terra, Aqua MODIS، نماذج القصور الحراري TI Models، مؤشر التباين النسبي للكثلة المبنية NDBI.

المقدمة.

تنشأ الجزيرة الحرارية للمدينة وتتطور زمنيا ومكانيا نتيجة لتضافر مجموعة من العوامل المرتبطة بالمدينة وغلافها الجوي. وقد اهتمت دراسات عدة بتناول هذه العوامل، وذلك بهدف وضع إطار تفسيري يُنظر لنشأة هذه الظاهرة. وقد أضحى ذلك أحد المباحث الرئيسية في دراسات مناخ الحضر، والذي تمخضت أدبياته عن إبراز العديد من العوامل التي تساهم في ظهور المدن كجزر حرارية حضرية. ومع تنوع هذه العوامل وتباينها، إلا أن منها من شغل مركزا هاما في تفسير الجزيرة الحرارية في كثير من المدن، وهو ما جعلها تحل مرتبة متقدمة بين الفرضيات المختلفة للتفسير في هذه الدراسات. ويأتي على رأس هذه العوامل المتغيرات المرتبطة بالغطاء العمراني الحضري، ومنها القصور الحراري (Weng, Q., 2009).

يُعد القصور الحراري أحد أهم هذه المتغيرات وأكثرها تعبيراً عن تباين الخصائص الحرارية بين المواد الحضرية Urban Materials كالأسمنت والأسفلت والأراضي الفضاء، وبين الأراضي الزراعية

^(١) مدرس جغرافية المناخ، كلية الآداب، جامعة عين شمس. (walid.abbas@art.asu.edu.eg & walced_geo_gis@yahoo.com).

في الريف المجاور، حيث يشير إلى درجة مقاومة المواد والأسطح الأرضية المختلفة لتغير درجة حرارتها، سواء اكتساباً للحرارة أو فقداً لها. ومن ثم فهي خاصة تعبر عن سرعة اكتساب الأسطح الأرضية المختلفة للحرارة بفعل الإشعاع الشمسي خلال النهار، وكذلك سرعة فقدها للحرارة على مدار اليوم من خلال عملية بث الإشعاع الأرضي. فالمواد ذات القصور الحراري المرتفع تتسم بأنها ذات مقاومة كبيرة للتسخين والتبريد، حيث تزيد درجة حرارتها ببطء (دون أن يرتبط ذلك بمقدار ما امتصته من حرارة)، وتنخفض درجة حرارتها أيضاً ببطء، ومن ثم فهي تتسم بالتجانس الحراري وانخفاض المدى الحراري. أما المواد ذات القصور الحراري المنخفض فهي على العكس تماماً مما سبق ذكره.

ويعتبر القصور الحراري بمثابة المُنظِّم والضابط الأساسي Regulator لدرجة الحرارة يوميا وفصليا (Wang, J. et al., 2010)، خاصةً على المستوى التفصيلي كمناخ المدينة، بجانب العوامل الأخرى المرتبطة بالغطاءات الأرضية، مثل الألبيدو والتبخرنتح (Hafner, J. and Kidder, S., 1999). ومن ثم فإن القصور الحراري هو أهم السمات الحرارية للمادة (Sobrinho, J.A. & El Kharaz, M.H., 1999).

ويعود الفضل إلى عالم المناخ الكندي Timothy Richard Oke⁽¹⁾ في اقتراح "القصور الحراري" كفرضية رئيسية لتكون الجزيرة الحرارية (Oke, T.R., 1982)، بعد أن كان القصور الحراري مجال اهتمام علوم أخرى، وعلى رأسها الجيولوجيا. وقد أشار Oke إلى أن تكون الجزيرة الحرارية يعود إلى سببين رئيسيين، هما تباين الرطوبة بين المدينة وظهيرها الزراعي، إضافة إلى أن المنشآت الحضرية تتكون من مواد لها قدرة كبيرة على التخزين الحراري Heat Storage نتيجة لما تتسم به من قدرتها على توصيل الحرارة وسعتها الحرارية الكبيرة، وهو ما يمكن أن نطلق عليه إجمالاً اسم "القصور الحراري".

وتوالت من بعد ذلك أبحاث ودراسات تتناول هذه الفرضية بالفحص والتحقق في مدن متفرقة من العالم، مثل إنديانابوليس (Carnahan, W.H. & Larson, R.C., 1990; Larson, R.C. & Carnahan., W.H., 1997) وأطلانتا (Hafner, J. & Kidder, S., 1999)، وبكين (Cai. G. et al., 2008; Chen, Y. et al., 2008)، وستتياجو (Pena, M.A., 2009)، وسان جوان (Velazquez-Lozada, A. et al. 2006 & Murphy, D.J. et al., 2011)، ودلهي (Aslam, M.Y. et al., 2017)، ودلتا اليانجستي (Zhong, S. et al., 2017).

واهتمت دراسات مناخ الحضر في مصر بدراسة الجزيرة الحرارية وأبعادها المختلفة (عبد العزيز عبد اللطيف، ١٩٨٨؛ محمد شرف، ١٩٩٦؛ أمل معتوق، ٢٠٠٤؛ أحمد الفقي، ٢٠٠٧؛ شيماء عبد النبي، ٢٠١٠؛ أسماء عويس، ٢٠١١؛ محمد هاني، ٢٠١١؛ وليد عباس، ٢٠١٣؛ منصور صالح، ٢٠١٥؛ طارق زكريا، ٢٠١٦؛ وائل محمد طاهر، ٢٠١٨). وقد انصبت الدراسة الأخيرة على المناخ

(1) أستاذ المناخ بقسم الجغرافيا جامعة "كولومبيا البريطانية" بمقاطعة فانكوفر الكندية.

الحضري لمدينة المنصورة، حيث تناولت العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة في مناخ المدينة، ثم سمات مناخها العام اعتمادا على بيانات محطات الأرصاد الجوية. أعقب ذلك دراسة لشدة الجزيرة الحرارية السطحية للمدينة وتباينها الداخلي. واهتم الفصل الأخير بتناول بعض المشكلات الناجمة عن الجزيرة الحرارية، وطرق وأساليب مواجهة ذلك. ولم يأت "القصور الحراري" عنصرا في أي من الدراسات السابقة. تقوم الدراسة الحالية على اختبار فرضية أساسية أكدتها الدراسات الأجنبية، وهي أن القصور الحراري مؤشر هام على مجمل الخصائص الحرارية للمواد الحضرية وغير الحضرية، ومن ثم فهو يفسر ويبين بعض ملامح التباين المكاني والزمني للجزيرة الحرارية، ويساهم في فهم آليات تكونها بشكل تفصيلي، وبالتالي وضع حلولاً لمواجهة هذه المشكلة والتقليل من آثارها السلبية. في ضوء ذلك، تتناول الدراسة القصور الحراري في مدينة المنصورة وظهيرها الزراعي، والسمات الحرارية للمواد الحضرية وغير الحضرية، وكيف يؤثر ذلك في تحديد ملامح الجزيرة الحرارية لمدينة المنصورة.

منطقة الدراسة.

تقع مدينة المنصورة على دائرة عرض ٣١° ٠٢' شمالا، وتبعد أطرافها الشمالية عن البحر المتوسط بنحو ٤٣.٥ كم. وهي تمتد على الضفة الشرقية لفرع دمياط، مقابلة لمدينة طلخا (شكل ١). ومدينة المنصورة هي عاصمة لمحافظة الدقهلية، وهي رابع أكبر محافظات مصر سكانا، حيث تضم نحو ٦.٥ مليون نسمة، بنسبة ٦.٨٪ من سكان مصر (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، ٢٠١٧). وتمتد الرقعة الإدارية للمدينة لتشغل مساحة ٢٣.٩٩ كم^٢، وهي تنقسم إلى قسم أول الذي يضم سبع شياخات، وقسم ثان الذي يضم خمس شياخات (وائل محمد طاهر، ٢٠١٨).

تعتبر المنصورة واحدة من المراكز الحضرية الرئيسية في مصر، فقد تخطى عدد سكانها حاجز النصف مليون نسمة (٥٠٩ ألف نسمة) وفقا لتقديرات الأمم المتحدة عام ٢٠١٥. وبذلك تأتي مدينة المنصورة كسابع أكبر المدن المصرية سكانا بعد القاهرة والإسكندرية والجزيرة وشبرا الخيمة وبورسعيد والسويس (U.N., 2014). وقد بلغت مساحتها العمرانية عام ٢٠١٧ نحو ٢١.٤ كم^٢ (نظام المعلومات الجغرافي للدراسة).

البيانات وأساليب الدراسة.

أولا: البيانات.

اعتمدت الدراسة على المرئيات الفضائية بشكل كامل لدراسة القصور الحراري وعلاقته بالجزيرة الحرارية لمدينة المنصورة. وقد تم استخدام مرئيات متعددة الأطياف من نوع Landsat8 OLI & TIRS، ومن نوع Terra ASTER. كما اعتمدت على مرئيات مفرطة الأطياف من نوع Terra MODIS & Aqua MODIS. ويوضح جدول (١) بيان بهذه المرئيات وخصائصها والهدف من استخدامها في الدراسة.



المصدر: المساحة الجيولوجية الأمريكية، مرئية Landsat 8 OLI بتاريخ ٢٣ يوليو ٢٠١٨. شكل (١) موقع مدينة المنصورة وتقسيمها الإداري.

ثانياً: أساليب وأدوات الدراسة.

بدأ العمل بإعداد المرئيات وتجهيزها وإجراء المعالجات الأولية عليها Preprocessing، حيث تم تحميل المرئيات، وتجميعها Stacking، وقطع منطقة الدراسة Subset، وتوحيد الإسقاط ونظام الإحداثيات وفقاً للنظام PCS: UTM Zone 36 N – GCS: WGS 1984. كما تم إجراء عمليات التحسين الراديومتري والمكاني لزيادة درجة وضوح المرئيات وزيادة الدقة المكانية لصور Landsat8 إلى ١٥ متراً. أيضاً تم تحديد الخلايا ذات القيم المفقودة NoData Pixels أو المتطرفة Extreme Pixels (معظمها في مرئيات MODIS بسبب السحب) وتحديد استراتيجيات التعامل معها في الدراسة، إذا ما كان بالتقدير المكاني Interpolation أو التجاهل Ignoring أو التضمين Including في عمليات المعالجة. ويمكن تحديد أهم أساليب معالجة المرئيات الفضائية والتحليلات المكانية المستخدمة في الدراسة كما يوضح العرض التالي.

١. تحديد الأسطح الأرضية الرئيسية باستخدام المؤشرات Indices.

يتسم أسلوب المؤشرات بالدقة والمعالجة الكمية في استخلاص الأسطح الأرضية بدرجة أفضل من التصنيف التقليدي. وقد استخدمت الدراسة ثلاثة مؤشرات لاستخلاص الأسطح الأرضية في المنطقة، وهي "مؤشر التباين النسبي للكتلة المبنية Normalized Difference Built-up Index-NDBI &

"مؤشر التباين النسبي للمياه NDWI" & "مؤشر التباين النسبي للنباتات NDVI" (Bhatti, S.S. & Tripathi, N. K., 2014). ويمكن حساب هذه المؤشرات من خلال العلاقة بين القنوات الطيفية

الحمراء Red ودون الحمراء القريبة NIR ودون الحمراء القصيرة SWIR كما يلي:

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR} \quad \left| \quad NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad \left| \quad NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \right.$$

جدول (١) المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة والهدف منها.

الهدف	توقيت الالتقاط والتمثيل الزمني	تاريخ الالتقاط	نوع المرئية ورقمها
حساب درجات الحرارة (دقة ١٠٠٠ مترا) والألبيدو السطحي (دقة ٥٠٠ مترا) لدراسة شدة الجزيرة الحرارية والقصور الحراري <u>لمدينة المنصورة ككل</u> على المستوى اليومي والشهري والفصلي والسنوي.	١٠:٥٠ (صباحا) ٢٢:١٠ (مساءً)	مرئيات يومية خلال عام ٢٠١٧ بالكامل	Terra MODIS ----- Hor. 20 Ver. 5
حساب درجات الحرارة (دقة ١٠٠٠ مترا) والألبيدو السطحي (دقة ٥٠٠ مترا) لدراسة شدة الجزيرة الحرارية والقصور الحراري <u>لمدينة المنصورة ككل</u> على المستوى اليومي والشهري والفصلي والسنوي.	١٣:١٠ (ظهرا) ٠١:٤٠ (منتصف الليل)	مرئيات يومية للمدينة وظهرها خلال عام ٢٠١٧ بالكامل	Aqua MODIS ----- Hor. 20 Ver. 5
حساب الألبيدو ودرجات الحرارة نهارا (دقة ٣٠ مترا) لدراسة <u>التباين المكاني</u> لشدة الجزيرة الحرارية نهارا، والقصور الحراري داخل مدينة المنصورة بالتكامل مع مرئيات ASTER.	١٠:٢٤ (نهارا)	٣١ مارس ٢٠١٤	Landsat8 OLI TIRS ----- Path 176 Row 039
حساب درجات الحرارة ليلا (دقة ٩٠ مترا) لدراسة <u>التباين المكاني</u> لشدة الجزيرة الحرارية ليلا والقصور الحراري داخل مدينة المنصورة بالتكامل مع مرئيات Landsat8.	٢٢:٠٦ (ليلا)	٤ إبريل ٢٠١٤	Terra ASTER ----- Path 43 Row 205
استخلاص <u>الغطاءات الأرضية الرئيسية</u> (عمران، مساحات خضراء، مياه، بور وفضاء) لمدينة المنصورة من خلال أسلوب المؤشرات Indices (دقة ١٥ مترا).	١٠:٢٤ (نهارا) ١٠:٢٣ (نهارا) ١٠:٢٤ (نهارا) ١٠:٢٤ (نهارا)	٢ يناير ٢٠١٧ ١٠ مايو ٢٠١٧ ١٣ يوليو ٢٠١٧ ١ أكتوبر ٢٠١٧ ٢٣ يوليو ٢٠١٨	Landsat8 OLI ----- Path 176 Row 039

المصدر: المساحة الجيولوجية الأمريكية، <http://glovis.usgs.gov>.

٢. حساب المتغيرات المناخية.

تطلبت الدراسة لتحقيق أهدافها توفير متغيرين مناخيين أساسيين اعتمادا على معالجة المرئيات الفضائية المختلفة. المتغير الأول هو درجة حرارة سطح الأرض "LST" Land Surface Temperature المحسوبة من القنوات الحرارية، ومُصححة جويا وانبعاثيا. والمتغير الآخر هو الألبيدو السطحي Surface Albedo المحسوب من القنوات المنعكسة بعد تصحيحها جويا ووفقا لزاوية ارتفاع الشمس Sun Altitude. ويولي حساب الألبيدو تحويله إلى الألبيدو واسع المجال Broadband Surface Albedo لكي يعبر عن الطيف الشمسي كاملا (٠.٣-٤ ميكرون تقريبا)، وليس عن القنوات الطيفية للمرئيات فقط (Liang, S., 2004).

٣. مقياس "شدة الجزيرة الحرارية UHI Intensity".

تم استخدام المعادلة التالية لبيان قوة الجزيرة الحرارية لمدينة المنصورة بشكل كمي:

$$\Delta T = Tu - Tr$$

حيث ΔT شدة الجزيرة الحرارية، Tu متوسط درجة حرارة المدينة، Tr متوسطة درجة حرارة الظهير الزراعي. وقد تم تحديد الظهير الزراعي بنطاق ثابت Buffer حول المدينة اتساعه ٣ كم.

٤. حساب القصور الحراري Thermal Inertia.

يمكن حساب القصور الحراري للمواد من خلال الصيغة الرياضية التقليدية:

$$P = \sqrt{K\rho c}$$

حيث K التوصيل الحراري، ρ كثافة المادة، c الحرارة النوعية للمادة. وعادةً ما يتم قياس المعطيات المطلوبة لحساب القصور الحراري معمليا أو حقليا^(١) (D'Orazio, M. et al., 2013). ونظرا لصعوبة هذه القياسات للأسطح الأرضية التي تشكل المركب الحضري - الريفي، خاصةً وأن التربة في الظهير الزراعي مغطاة بالنباتات (Sobrinho, J.A. & El Kharaz, M.H., 1999)، يقدم الاستشعار من بعد أسلوبا فعالا لتقدير هذه السمات (Carlson, T.N. et al., 1981)، خاصةً على المستوى الإقليمي والعالمي، وهو ما مكن من تضمين أثر المدن في المناخ داخل النماذج المناخية (De Ridder, K. et al., 2012). ويعود تطوير هذه الأساليب إلى (Pohn, et al., 1974) عندما قدم خرائط القصور الحراري اعتمادا على مرئيات القمر الصناعي Nimbus للاستفادة منها في التطبيقات الجيولوجية.

ويمكن تقسيم أساليب حساب القصور الحراري من بيانات الاستشعار عن بعد إلى مجموعتين. المجموعة الأولى تقوم بحساب القصور الحراري الظاهري Apparent أو النسبي Relative، والتي تقدم قيم رقمية غير حقيقية للقصور الحراري، ولكنها تُعبر عن التباين النسبي للقصور الحراري بين المواد، مما

^(١) يحسب بوحدة القصور الحراري Thermal Inertia Units (TIU) في النظام الدولي للمقاييس، والتي تساوي جول/متر^٢/كلفن/ثانية، أي مقدار الطاقة (جول) اللازمة لرفع درجة حرارة مساحة متر مربع من المادة أو الأسطح الأرضية بمقدار درجة سيليزية.

يفيد في المقارنة بين الأسطح والمواد المختلفة لمعرفة معدل تغير درجة حرارتها استجابة لاكتساب الطاقة. وهناك عدة صيغ رياضية لذلك، أكثرها استخداماً الصيغة التالية:

$$ATI = \frac{1 - A}{\Delta T}$$

حيث A الأليبدو واسع المجال، ΔT الفارق الحراري بين النهار والليل.

أما المجموعة الأخرى فيمكن من خلالها تقدير القصور الحراري الفعلي Real من خلال تطبيق نماذج رياضية متقدمة على المرئيات الفضائية، وتسمى "نماذج القصور الحراري المتقدمة Advanced (Sobrinho, J.A. et al., 1998; Sobrinho, J.A. & El "Thermal Inertia Models Kharaz, M.H., 1999)، حيث يمكن حساب قيم القصور الحراري المطلقة بأي من وحدات القياس المتعارف عليها. وقد تطورت تلك النماذج بشكل كبير، حيث أصبحت أيسر في التطبيق بعد أن كانت تحتاج في بدايتها إلى قياسات حقلية In Situ في نفس توقيت النقاط المرئيات. وقد اعتمدت الدراسة الحالية على نموذج القصور الحراري الذي قدمه (Xue, Y. & Cracknell, P., 1995)، ويمكن حسابه كما يلي:

$$P = \frac{(1 - \alpha)S_0 C_t}{\Delta T \sqrt{\omega_0}} \left[A_1 \frac{\cos(\omega_0 t_2 - \delta_1) - \cos(\omega_0 t_1 - \delta_1)}{\sqrt{1 + \frac{1}{b} + \frac{1}{2b^2}}} + A_2 \frac{\cos(2\omega_0 t_2 - \delta_2) - \cos(2\omega_0 t_1 - \delta_2)}{\sqrt{2 + \frac{\sqrt{2}}{b} + \frac{1}{2b^2}}} \right]$$

حيث α الأليبدو السطحي، S_0 ثابت الإشعاع الشمسي (١٣٦٧ وات/م^٢)، C_t الانتقال الجوي للطيف المرئي (نموذجياً يساوي ٠.٧٥)، ΔT الفارق الحراري بين النهار والليل، ω_0 سرعة دوران الأرض حول نفسها بوحدة زاوية/ثانية (٧.٢٧٢ × ١٠^{-٥})، t_1 ، t_2 توقيت النقاط المرئيات (منتصف النهار يساوي صفر). ويمكن حساب المتغير b من المعادلة:

$$b = \frac{\tan(\omega_0 t_m)}{1 - \tan(\omega_0 t_m)}$$

حيث t_m توقيت درجة الحرارة القصوى المطلقة. ويتم حساب المتغيرين δ_1 & δ_2 من المعادلتين:

$$\delta_1 = \tan^{-1} \left(\frac{b}{1 + b} \right) \quad \delta_2 = \tan^{-1} \left(\frac{b\sqrt{2}}{1 + b\sqrt{2}} \right).$$

ويتم حساب المعاملين A_1 & A_2 من المعادلتين:

$$A_1 = \frac{2}{\pi} \sin \delta \sin \lambda \sin \varphi + \frac{1}{2\pi} \cos \delta \cos \lambda [\sin 2\varphi + 2\varphi]$$

$$A_2 = \frac{\sin \delta \sin \lambda \sin(2\varphi)}{\pi} + \frac{2 \cos \delta \cos \lambda}{3\pi} [2 \sin(2\varphi) \cos \varphi - \cos(2\varphi) \sin \varphi]$$

حيث δ زاوية الانحراف الشمسي Solar Declination، λ دائرة عرض المدينة. ويتم حساب زاوية الانحراف الشمسي من المعادلة:

$$\delta = 0.006918 - 0.399912 \cos \Gamma + 0.070257 \sin \Gamma - 0.006758 \cos(2\Gamma) \\ + 0.000907 \sin(2\Gamma) - 0.002697 \cos(3\Gamma) + 0.00148 \sin(3\Gamma),$$

حيث Γ زاوية اليوم Day Angle، وتُحسب من المعادلة:

$$\Gamma = \frac{2\pi(n_d - 1)}{365.25}$$

حيث n_d هو اليوم الجولياني Julian Day (ترتيب اليوم من العام).

ويمكن حساب المتغير φ من المعادلة التالية:

$$\varphi = \arccos(\tan \delta \tan \lambda)$$

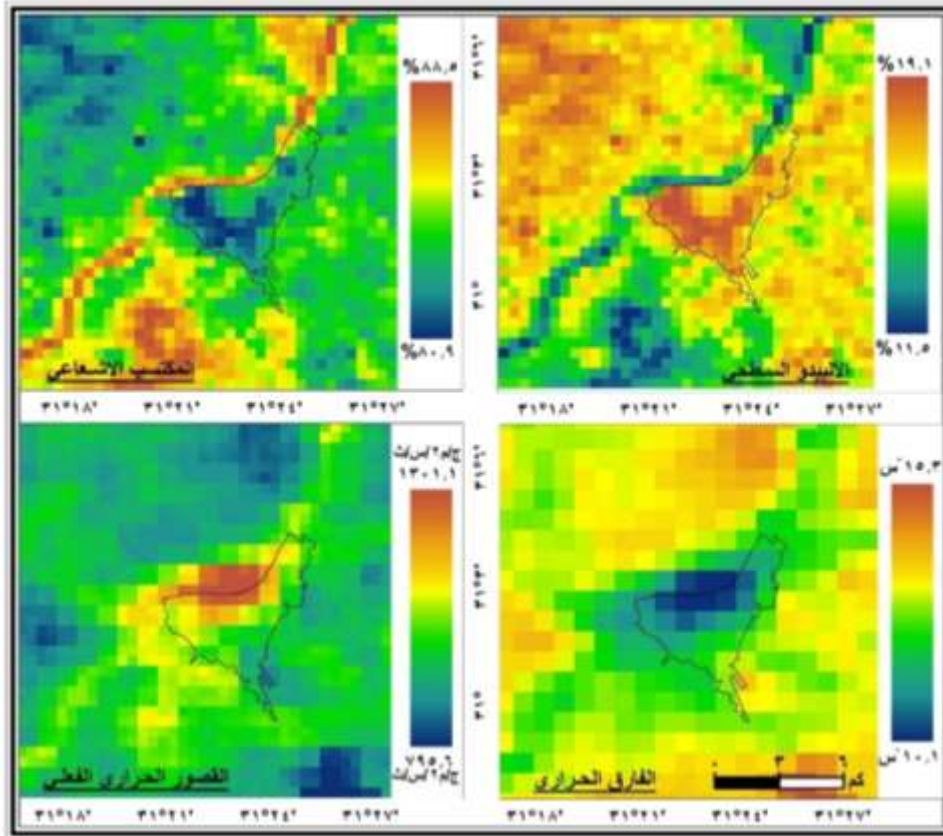
وقد تم تحويل هذا النموذج الرياضي إلى نموذج مكاني Spatial Modelling في برنامج ERDAS IMAGIN نظرا للكبير جدا من بيانات المرئيات الفضائية التي تم معالجتها، سواء أكانت بيانات خام أو مشتقة، وكذلك تكرار تنفيذ عمليات المعالجة لعدد كبير جدا من المرات. كما تعتبر النمذجة المكانية هي الأسلوب الأمثل لتنفيذ المعالجات المعقدة التي تتشكل من عشرات العمليات المتتابعة. وبعد بناء النماذج المكانية تم التأكد من صحتها من خلال اختبار صحة نتائجها في ضوء الدراسات السابقة.

أولاً: القصور الحراري في مدينة المنصورة وظهيرها والعوامل المؤثرة فيه.

يوضح شكل (٢) توزيع المتوسط السنوي للقصور الحراري الفعلي بوحدة (جول/م^٢/س) في مدينة المنصورة وظهيرها الزراعي خلال عام ٢٠١٧، وكذا توزيع المدخلات الرئيسية لنموذج القصور الحراري، وهي الألبيدو السطحي، والمُكتسب الإشعاعي، والفارق الحراري بين النهار والليل. يظهر من الشكل أن المتوسط السنوي للفاقد الإشعاعي (الألبيدو) في المنطقة يتراوح تقريبا بين عُشر (١١.٥%) إلى خُمس (١٩.١%) الإشعاع الشمسي الواصل للمنطقة. وتتباين تلك النسبة لتصل في مدينة المنصورة إلى ١٦.٨%، تقل إلى ١٥.٤% في الظهير الزراعي. ومن ثم فإن المُكتسب الإشعاعي متقارب في كليهما، بزيادة طفيفة في الظهير الزراعي (٨٤.٦%) عن المدينة (٨٣.٢%). ويعود ذلك للتباين الطفيف إلى طبيعة المنشآت الحضرية ذات القدرة الأكبر على عكس الإشعاع الشمسي، خاصة المنشآت ذات اللون الفاتح والنسيج الناعم. أضف إلى ذلك أثر محتوى الرطوبة في الظهير الزراعي في خفض نسبة الألبيدو. ونستخلص من ذلك أن الألبيدو ليس سببا من أسباب تكون الجزيرة الحرارية لمدينة المنصورة.

يتضح من الشكل أيضا أن المتوسط السنوي للمدي الحراري بين النهار والليل في المنطقة يتراوح بين ١٠.١ س - ١٥.٣ س، على مدار فترة زمنية تبلغ ١١ ساعة ٣٣ دقيقة من اليوم، أي أن معدل تناقص درجة الحرارة بين التوقيتين يتراوح بين ٠.٨٧ س/ساعة - ١.٣٢ س/ساعة. وتتسم المدينة بفارق حراري بين التوقيتين يصل إلى ١١.٢ س، يزيد في الظهير الزراعي إلى ١٢.٦ س. ومن ثم تتسم المدينة بالتجانس الحراري بدرجة أكبر من الظهير الزراعي، كما تتسم بمعدل تبريد يومي يقل عن الظهير الزراعي (٠.٩٦ س/ساعة، ١.١ س/ساعة على الترتيب).

وفقا لما سبق، فقد تراوحت قيم القصور الحراري في منطقة الدراسة بين ٧٩٥.٦ - ١٣٠١.١ ج.م^٢.س. أي أن مقدار الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة الأسطح والمواد الأرضية في مدينة المنصورة وظهرها بمقدار درجة سيليزية واحدة يتراوح بين ٧٩٥.٦ جول إلى ١٣٠١.١ جول، وهو مدى واسع ينم عن وجود تباينات كبيرة في الخصائص الحرارية لهذه الأسطح. وتبدو أحد هذه الاختلافات في زيادة القصور الحراري داخل مدينة المنصورة عن الظهير الزراعي بنسبة تبلغ ٧.٣٪، حيث يصل المتوسط السنوي للقصور الحراري في المدينة وظهرها الزراعي إلى ١٠٩٠.٢ & ١٠١٥.٩ ج.م^٢.س على الترتيب. وهذا الفارق بين القصور الحراري لمدينة المنصورة وظهرها الزراعي يجعل المدينة أكثر مقاومة لتغير خصائصها الحرارية، سواء اكتسابا للحرارة أو فقدا لها. ومن ثم فإن الأسطح الأرضية في مدينة المنصورة تسخن ببطء، وتفقد حرارتها أيضا ببطء، على عكس الظهير الزراعي الذي يستجيب للتسخين نهارا والتبريد ليلا بشكل أسرع. كما أن ارتفاع القصور الحراري للمنشآت الحضرية يجعلها تحتفظ بجزء لا بأس به من الطاقة الشمسية الممتصة نهارا، لتعيد بثها خلال الليل، ومن ثم فهو المسئول عن زمن التباطؤ الفاصل بين امتصاص الإشعاع الشمسي نهارا، وبث الإشعاع الأرضي ليلا.



المصدر: تطبيق نموذج القصور الحراري (Xue, Y. & Cracknell, P., 1995) على مرئيات Terra MODIS.

شكل (٢) المتوسط السنوي للقصور الحراري الفعلي ومتغيراته الرئيسية في مدينة المنصورة وظهرها عام ٢٠١٧.

ويمكن تفسير ارتفاع القصور الحراري لمدينة المنصورة عن ظهيرها الزراعي إلى تباين الخصائص

الحرارية بين المواد الحضرية وغير الحضرية. فالبيئة الحضرية تتكون في معظمها من المواد الإنشائية للمباني والطرق، والتي تتمثل في الأسمنت Cement، والخرسانة Concrete، وطوب البناء Brick، والقار Pitch أو الأسفلت Asphalt، والصخور Rocks، والمعادن Metals، وهي مواد تتسم بقصور حراري مرتفع عن الأسطح الأرضية الطبيعية والمزروعة (الأعشاب والمحاصيل والأشجار والتربة المكشوفة) ذات القصور الحراري المنخفض، والموجودة في الظهير الزراعي للمدن (Khalid, N.J., 2014).

وتجدر الإشارة إلى أن القصور الحراري خاصية كلية للمادة (Liu, H. et al., Bulk Property (2015)، حيث يعتمد على متغيرين رئيسيين، هما التوصيل الحراري والسعة الحرارية (Pena, M.A., 2009). ويحدد هذان المتغيران قدرة هذه المواد على توصيل الطاقة الحرارية وتخزينها تحت السطح Subsurface Heat Storage خلال النهار، ثم إعادة بثها خلال الليل (Chen, Y. et al., 2008).

■ **التوصيل الحراري Thermal Conductivity**: يشير التوصيل الحراري (k) إلى قدرة المواد على نقل الطاقة الحرارية الداخلية Internal Heat بالتوصيل Conduction بين أجزاءها⁽¹⁾. وعادةً ما تكون المواد الصلبة أكثر قدرة على توصيل الحرارة، خاصةً المعادن Metals، وتقل هذه القدرة في المواد السائلة والغازية.

وتتسم الأسطح الحضرية بالمدن - ومنها مدينة المنصورة - بقدرة أكبر على التوصيل الحراري من المواد الموجودة في الظهير الزراعي والمائي، كما يوضح جدول (٢). يظهر من الجدول أن التوصيل الحراري للخرسانة (١.٠٥ و.م.س) يمثل نحو ثلاثة أضعاف مثيله في النباتات (٠.٣٧ و.م.س)، ويصل إلى ١.٣١ و.م.س في طوب البناء عالي الكثافة. ويتباين التوصيل الحراري في الأراضي الفضاء والبور وفقا لمحتوى الرطوبة، حيث يقل في التربة الجافة إلى ٠.٣٣ و.م.س، يزيد إلى ١ و.م.س في التربة الرطبة، وإلى ١.٤ و.م.س في التربة الرطبة جدا. وتتسم المياه بتوصيل حراري متوسط (٠.٦ و.م.س).

■ **السعة الحرارية Heat Capacity**: أو سعة التخزين الحراري Storage Capacity، هي مقدار الطاقة الموجودة داخل الأسطح المختلفة إلى أن تُطلق مرة أخرى عائدة إلى الغلاف الجوي من خلال بث هذه الأسطح لتلك الطاقة مرة أخرى في شكل إشعاع أرضي طويل الموجات (إشعاع حراري). ويمكن لأي مادة تخزين الطاقة الحرارية من خلال رفع درجة حرارتها، وتحدد السعة الحرارية أساسا على الحرارة النوعية للمادة Specific Heat (C)^(٢).

يشير جدول (٢) إلى أن المياه هي أكثر المواد قدرة على تخزين الحرارة، حيث تصل الحرارة النوعية لها إلى ٤١٨٦ ج.كجم.س. يلي ذلك النباتات بسعة حرارية ٢٣٤٩ ج.كجم.س، ويعود ذلك

⁽¹⁾ وحدة التوصيل الحراري في النظام الدولي (Watts/(Meter/Kelvin) أو $W.M^{-1}K^{-1}$) تعني مقدار تدفق أو انتقال الطاقة الحرارية الداخلية (بالوات) عبر سمك محدد من المادة (بالمتر) في ظل فارق حراري جانبي للمادة (بوحد كلفن) تتدفق الحرارة عبره، خلال وحدة زمنية معينة.

⁽²⁾ وحدة الحرارة النوعية للمادة Joul/Kilogram/Kelvin أو $J.Kg^{-1}K^{-1}$) تعني مقدار الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد كيلوجرام من المادة بمقدار واحد درجة كلفن (سيليزية).

أساساً إلى ارتفاع محتواها من المياه. وتتسم المواد الحضرية عامةً بسعة تخزينية متوسطة، تصل في الأسمنت والخرسانة وطوب البناء إلى ٩٢٠-٩٢١ ج.كجم.ك. وتجدر الإشارة إلى أن التخزين الحراري خاصة لا تنفصل عن قدرتها على التوصيل الحراري، فكلما زادت قدرة المواد على التوصيل أصبحت أكثر قدرة على استيعاب الطاقة الحرارية وتخزينها. ومن ثم فإن مقدار التخزين الحراري الإجمالي للأسطح والمواد يتحدد - بجانب قدرتها على التوصيل الحراري - على سمك هذه المواد وكثافتها. وتجدر الإشارة إلى أن التوصيل الحراري هو العامل الأهم في تحديد القصور الحراري (Presley, M.A., 2002).

جدول (٢) الخصائص الفيزيائية للمواد الحضرية وغير الحضرية (درجة الحرارة ٢٠ ° - ٢٥ °س).

الفئة	النوع	المادة	التوصيل الحراري (وات/متر/س)	الحرارة النوعية (جول/كجم/س)	الكثافة (كجم/متر ^٣)
المواد الحضرية	تعبيد الطرق	الأسفلت	٠.٧٥	٩٢٠	---
		القل	٠.١٣	---	---
	بناء	الخرسانة	١.٠٥	٩٢٠	٢٣٠.٥
		طوب البناء العادي	١	٩٢١	١٩٦٩
		طوب عالي الكثافة	١.٣١	---	---
		زجاج النوافذ	١.٠٥-١	٨٤٠	---
		الخشب	٠.١٣	١٧٠٠	---
		الجرانيت	٢.٧٩	٧٩٠	٢٤٠٠
	معادن	الحجر الجيري	١	٧٤١	٢٥٠٠
		الصلب	٤٦	٥١٠	٧٨٥٠
الصلب المقاوم للصدأ		١٥	---	---	
الألومنيوم		٢٥٠	---	---	
المواد غير الحضرية	المياه	٠.٦	٤١٨٦	١٠٠٠	
	١٤ نوع نباتي	٠.٣٧	٢٣٤٩	٦١٥	
	الهواء	٠.٠٢٤-٠.٠٢٦	١٠٠٠	١.٢-١.١٨	
مواد مشتركة	غاز	تربة جافة جدا	٠.٣٣	١٠٤٦	١٣٣٠
		تربة رطبة	١	---	---
	فضاء وبور	تربة رطبة جدا	١.٤	---	---

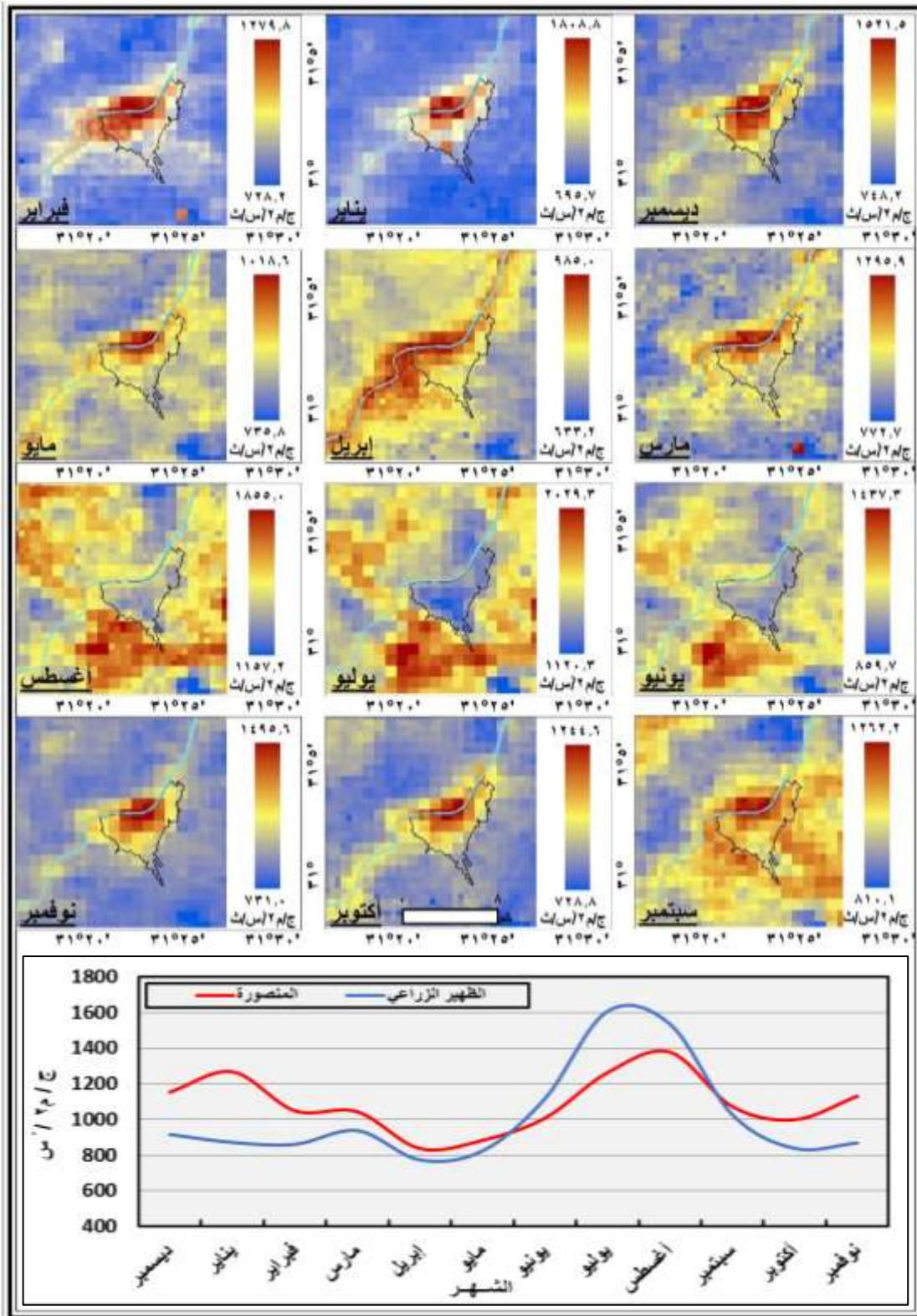
المصدر: مُجمع من مصادر متعددة.

ثانياً: التباين الشهري للقصور الحراري في مدينة المنصورة وظهرها.

يوضح شكل (٣) توزيع وتطور المتوسط الشهري للقصور الحراري الفعلي في مدينة المنصورة وظهرها الزراعي خلال عام ٢٠١٧. ويضم جدول (٣) المتوسطات الشهرية والفصلية والسنوية لقيم القصور الحراري ومدخلاته الرئيسية.

يظهر من الشكل وجود توافق عام في مسار التباين الشهري للقصور الحراري في مدينة المنصورة وظهرها الزراعي. ويُحدد معامل الارتباط العلاقة بينهما كعلاقة طردية متوسطة القوة (الارتباط ٠.٦٩). ويشير ذلك إلى أن هناك عوامل مشتركة تؤثر في التباين الشهري للقصور الحراري في المنصورة وظهرها الزراعي، يأتي في مقدمتها درجة الحرارة، كما يوضح شكل (٤). يشير تحليل الانحدار المتعدد Polynomial Regression إلى وجود علاقة ثنائية النمط غير خطية بين درجة الحرارة والقصور الحراري. النمط الأول هو العلاقة العكسية التي تربط القصور الحراري مع متوسط درجة الحرارة الذي يقل

عن ٢٤ س في مدينة المنصورة، وعن ١٩ في الظهير الزراعي، فكلما قلت درجة الحرارة عن هذين الحدين صاحبها زيادة في القصور الحراري. وتظهر العلاقة الطردية بين المتغيرين عند زيادة درجة الحرارة عن هذين الحدين الحراريين. وقوة العلاقة في الحالتين قريبة جدا، حيث أنها علاقة متوسطة، بمعامل ارتباط ٠.٦٨ في حالة مدينة المنصورة، ٠.٧٣ في حالة الظهير الزراعي.



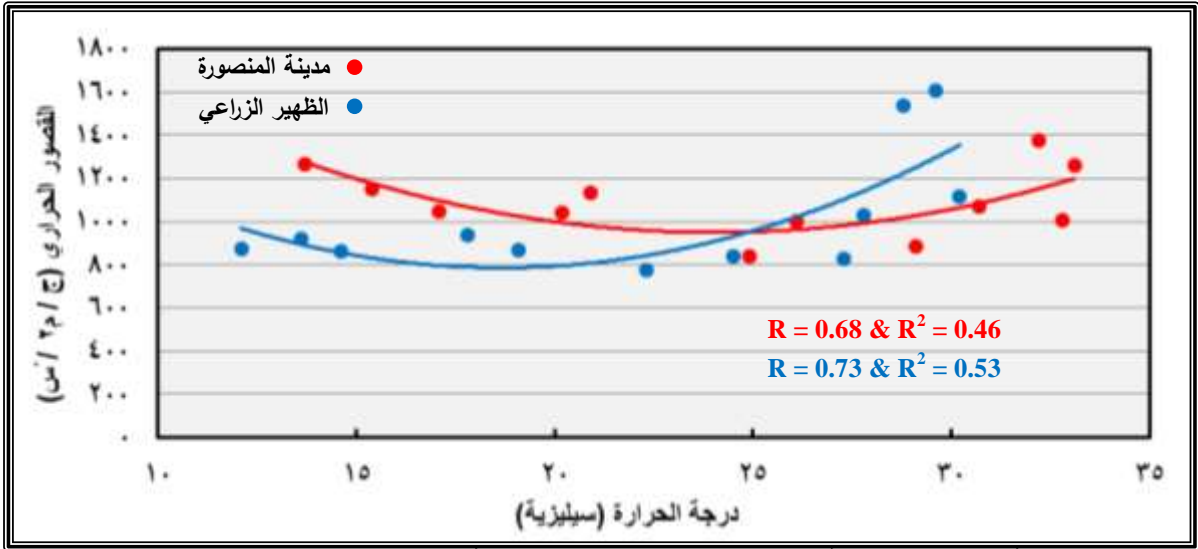
المصدر: تطبيق نموذج القصور الحراري (Xue, Y. & Cracknell, P., 1995) على مرئيات Terra MODIS. شكل (3) المتوسط الشهري للقصور الحراري في مدينة المنصورة وظهيرها الزراعي (2017).

جدول (٣) المتوسطات الشهرية والفصلية والسنوية للقصور الحراري الفعلي (ج.م.٢.س) ومدخلاته الرئيسية في مدينة المنصورة وظهيرها الزراعي (٢٠١٧).

فارق القصور الحراري بين المدينة والظهير	الظهير الزراعي			المدينة			الشهر
	القصور الحراري	الفارق الحراري بين النهار والليل (س)	الأليبدو (%)	القصور الحراري	الفارق الحراري بين النهار والليل (س)	الأليبدو (%)	
٢٣٥.٩	٩١٧.٧	١٠.٥	١٥.٤	١١٥٣.٦	٨.٣	١٤.٩	ديسمبر
٣٩٤.٦	٨٧٢.٩	١١.٣	١٦.٢	١٢٦٧.٥	٧.٨	١٤.٨	يناير
١٨٦.٢	٨٦٢.٣	١٢.٢	١٧.٦	١٠٤٨.٥	١٠.٠	١٦.٢	فبراير
٢٧٢.٢	٨٨٤.٣	١١.٣	١٦.٤	١١٥٦.٥	٨.٧	١٥.٣	الشتاء
١٠٤.١	٩٣٩.٣	١٢.١	١٩.٥	١٠٤٣.٤	١٠.٧	٢٠.١	مارس
٦١.٨	٧٧٥.٠	١٦.٩	١٦.٥	٨٣٦.٨	١٥.٢	١٧.٦	إبريل
٥٧.٥	٨٢٥.٣	١٧.٦	١٣.٥	٨٨٢.٨	١٥.٦	١٧.١	مايو
٧٤.٥	٨٤٦.٥	١٥.٥	١٦.٥	٩٢١.٠	١٣.٨	١٨.٣	الربيع
١١٠.٥-	١١١٧.٧	١٣.٩	١٢.٤	١٠٠٧.٢	١٤.١	١٨.٣	يونيو
٣٤٤.٣-	١٦٠٦.٦	٩.٥	١٤.٥	١٢٦٢.٣	١١.٤	١٧.٥	يوليو
١٥٨.٣-	١٥٣٦.١	٩.٢	١٥.٨	١٣٧٧.٨	٩.٩	١٦.٩	أغسطس
٢٠٤.٤-	١٤٢٠.١	١٠.٩	١٤.٢	١٢١٥.٨	١١.٨	١٧.٦	الصيف
٤٤.٠	١٠٢٨.١	١٢.٤	١٦.٢	١٠٧٢.١	١١.٥	١٧.٧	سبتمبر
١٥٩.٤	٨٣٩.٧	١٣.٧	١٤.١	٩٩٩.١	١١.١	١٥.٨	أكتوبر
٢٦٠.٨	٨٧٠.٠	١٢.١	١٣.٦	١١٣٠.٨	٩.٢	١٤.٤	نوفمبر
١٥٤.٧	٩١٢.٦	١٢.٧	١٤.٦	١٠٦٧.٣	١٠.٦	١٦.٠	الخريف
٧٤.٣	١٠١٥.٩	١٢.٦	١٥.٤	١٠٩٠.٢	١١.٢	١٦.٨	السنوي

المصدر: التحليل المكاني النطاقي للقصور الحراري الفعلي المحسوب من مرئيات Terra MODIS.

وفقا للعلاقة السابقة نلاحظ من شكل (٣) ارتفاع القصور الحراري في مدينة المنصورة وظهيرها إلى أقصاه خلال فصل الصيف (١٢١٥.٨ & ١٤٢٠.١ ج.م.٢.س على الترتيب)، ويقل القصور الحراري لأدناه في فصل الربيع بمتوسط ٩٢١ & ٨٤٦.٥ ج.م.٢.س على الترتيب. ويأتي القصور الحراري خلال فصلي الشتاء والخريف ليشتغل موقعا وسطا بين الصيف والربيع. ومن الملاحظات المهمة التي يوضحها شكل (٣) وجدول (٣) أن القصور الحراري لمدينة المنصورة أعلى من القصور الحراري للظهير الزراعي خلال تسعة شهور من العام (فصول الشتاء والربيع والخريف)، وتتراوح النسبة المئوية للزيادة بين ٧٪ في شهر مايو، ٤٥.٢٪ في شهر يناير. وينعكس الوضع في شهور الصيف، حيث يزيد القصور الحراري للظهير الزراعي عن مدينة المنصورة، بمتوسطة نسبة زيادة ١٦.٨٪. ويبدو أن ذلك يرتبط باعتبارات تفصيلية خاصة بالظهير الزراعي، مثل زيادة نسبة الرطوبة في التربة.

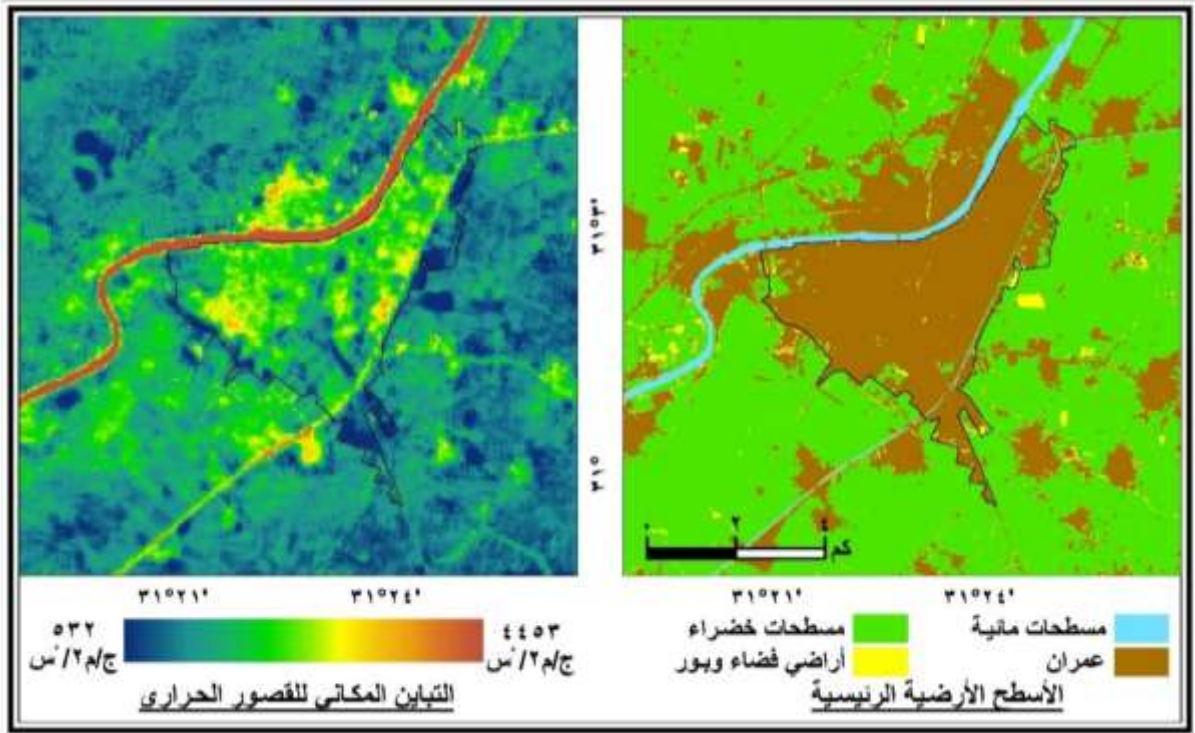


شكل (٤) العلاقة بين متوسط درجة الحرارة والقصور الحراري في مدينة المنصورة والظهير الزراعي باستخدام تحليل الانحدار المتعدد من الدرجة الثانية.

ثالثاً: التباين المكاني للقصور الحراري في مدينة المنصورة وظهرها.

يوضح شكل (٥) وجدول (٤) التباين المكاني للأسطح الأرضية الرئيسية والقصور الحراري في منطقة الدراسة. ويتضح من ذلك أن المتوسط العام للقصور الحراري الفعلي يبلغ ٨٧٩.٣ ج.م.س. وتتباين تلك القيمة وفقاً للأسطح الأرضية المختلفة نتيجة لاختلاف المواد المكونة لها. تحتل المسطحات المائية المركز الأول في درجة مقاومة التغيرات الحرارية، حيث يحتاج المتر المربع من المياه لكي تزيد درجة حرارته بمقدار ١ س نحو ٣١٢٣.٩ جول في الظهير المائي للمدينة، والمتمثل أساساً في فرع دمياط. ويقل هذا المقدار من الطاقة إلى ١٠٤٩ جول في ترعتي المنصورة والبحر الصغير داخل المدينة بسبب ضيق المسطح المائي وتداخله مع المنشآت الحضرية في خلايا المرثيات. وتحتل المياه هذا المركز في الأساس نتيجة لحرارتها النوعية المرتفعة كمادة، والتي تصل إلى ٤١٨٦ ج.كجم.س (جدول ٢).

على الجانب الآخر تأتي الأراضي الفضاء داخل مدينة المنصورة، والأراضي البور في الظهير الزراعي كأكثر الأسطح الأرضية استجابةً لعملية التسخين، حيث لا يحتاج المتر المربع سوى ٧٧٥.٧ & ٧٨٠.٤ جول من الطاقة على الترتيب لكي ترتفع درجة حرارته ١ س. ومن ثم فهي أضعف الأسطح في درجة مقاومتها لتغير خصائصها الحرارية. وتحتاج الأراضي البور مقدار أكبر من الطاقة مما تتطلبه الأراضي الفضاء بسبب زيادة محتواها من الرطوبة.



المصدر: تطبيق نموذج القصور الحراري الفعلي على مرئيتي Terra ASTER & Landsat8 TIRS.
شكل (٥) التباين المكاني للأسطح الأرضية الرئيسية والقصور الحراري الفعلي في مدينة المنصورة وظهيرها.

جدول (٤) القصور الحراري الفعلي (ج.م.٢.س) وفقا للأسطح الأرضية الرئيسية في مدينة المنصورة وظهيرها.

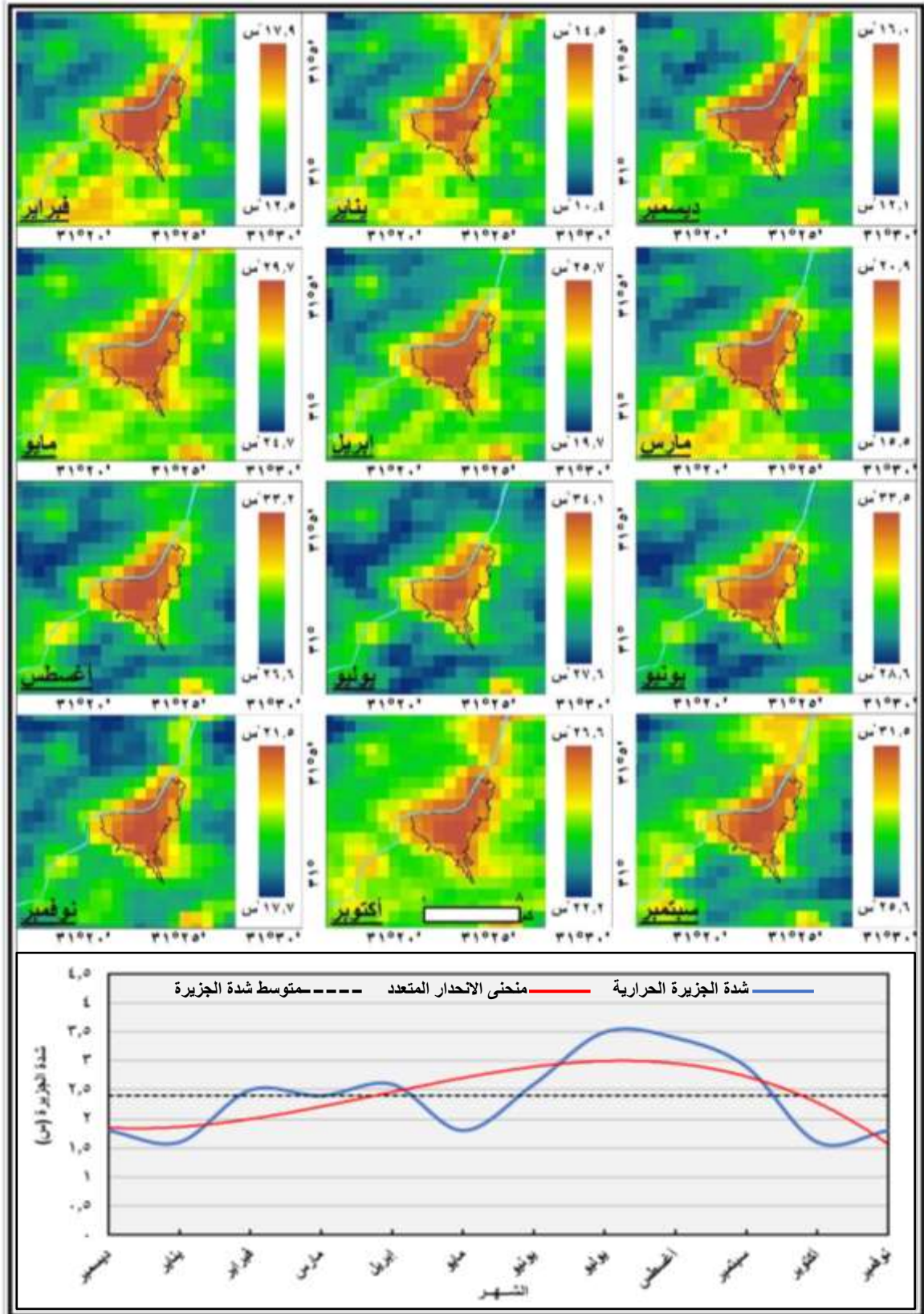
القصور الحراري	الغطاءات الأرضية	الإطار المكاني
١٠٤٩	المياه	مدينة المنصورة
٨٢١.٧	النبات	
٩٤٥.٤	العمران	
٧٧٥.٧	فضاء	
٩٣٥.٦	المتوسط	
٨٠٤.٤	النبات	الظهير الزراعي
٧٨٠.٤	البور	
٨٠٣.٤	المتوسط	
٣١٢٣.٩	المتوسط	الظهير المائي
٨٧٩.٣	المتوسط العام	

المصدر: التحليل النطاقي للقصور الحراري الفعلي من مرئيتي Terra ASTER & Landsat8 TIRS.
وتشغل المنشآت الحضرية ونباتات الظهير الزراعي موقعا وسطا بين المياه والأسطح المكشوفة، حيث يصل متوسط القصور الحراري لهما إلى ٩٤٥.٤ & ٨٠٤.٤ ج.م.٢.س على الترتيب، بنسبة زيادة في العمران الحضري عن الظهير تصل إلى ١٧.٥%. وهو ما يعني أن العمران الحضري الذي يتكون من مواد إنشائية (الطوب والخرسانة والأسفلت والمعادن) يحتاج لمقدار من الطاقة لكي يستجيب لعملية التسخين خلال النهار أكبر مما تتطلبه النباتات في الظهير الزراعي بالنسبة الموضحة. وتجدر الإشارة إلى أن النتائج السابقة تأتي متسقة بشكل كبير جدا مع نتائج الدراسات الأجنبية السابقة التي تمت في هذا

الإطار، والتي تم جمعها وعرضها في دراسة (Sobrinho, J.A. & El Kharaz, M.H., 1999). أظهر التحليل المكاني للقصور الحراري في المنشآت الحضرية لمدينة المنصورة تسجيل قيم متطرفة تتعدى ٢٠٠٠ ج.م.س، وبحد أقصى ٢٣٦١ ج.م.س، وذلك في ست مناطق تقع جميعها على طول فرع دمياط، وهي قيم ناتجة عن تأثير مياه النيل. ويتواجد نفس التأثير ولكن بدرجة أقل في المنشآت الحضرية الممتدة على طول ترعة المنصورة. كما تتواجد مراكز من القصور الحراري المرتفع في مناطق وسط وجنوبي شياخة كفر البدماص (١٥١٠ ج.م.س)، غربي شياخة ميت طلخا (١٤١٩ ج.م.س)، جنوبي شياخة البحر الصغير (١٣٤٤ ج.م.س)، ويرتبط ذلك بالكثافة المرتفعة للمنشآت الحضرية في هذه المناطق.

رابعاً: الجزيرة الحرارية اليومية لمدينة المنصورة وعلاقتها بالقصور الحراري.

يوضح شكل (٦) وجدول (٥) المتوسط الشهري لدرجة الحرارة اليومية LST في مدينة المنصورة وظهيرها الزراعي خلال عام ٢٠١٧، وتطور شدة الجزيرة الحرارية اليومية للمدينة على مدار شهور السنة. يظهر من الشكل أن مدينة المنصورة تظهر دائماً كجزيرة حرارية حضرية، حيث ترتفع درجة الحرارة فيها عن الظهير الزراعي في كل شهور العام بلا استثناء. ويبلغ المتوسط السنوي لقوة الجزيرة الحرارية للمنصورة نحو ٢.٤ س، حيث بلغ متوسط درجة حرارة المدينة والظهير الزراعي ٢٤.٧ س، ٢٢.٣ س على الترتيب. ويبدو ذلك متسقاً مع الزخم الحضري للمدينة، حيث تأتي كسابع أكبر التجمعات الحضرية سكاناً في مصر. ويظهر من تتبع منحنى تطور شدة الجزيرة الحرارية على مدار شهور السنة أن الجزيرة الحرارية للمدينة تتسم بنمط تباين يُشكل دورة سنوية واضحة المعالم، خاصةً عند متابعة منحنى الانحدار المتعدد Polynomial Regression من الدرجة الثالثة، والذي يُعمم المنحنى بطمس تبايناته التفصيلية. يظهر من المنحنى أن قوة الجزيرة الحرارية لمدينة المنصورة تقل إلى أدناها خلال شهور الشتاء، بمتوسط يبلغ ٢ س للشهور الثلاثة. وتحقق أقل قوة للجزيرة الحرارية للمدينة خلال هذا الفصل، حيث تقل إلى ١.٦ س خلال شهر يناير، وهو في نفس الوقت أقل شهور العام بمتوسط يبلغ ١٣.٧ س. على الجانب الآخر تبلغ الجزيرة الحرارية للمنصورة ذروة قوتها خلال شهور فصل الصيف بمتوسط يتخطى حاجز الثلاث درجات (٣.٢ س)، وبقيمة في شهر يوليو (٣.٥ س)، وهو أعلى شهور السنة بمتوسط ٣٣.١ س. ويحتل الاعتدالان موقعا وسطا بين الشتاء والصيف في قوة الجزيرة الحرارية للمدينة، فيبلغ متوسطهما في شهور الخريف ٢.١ س، وفي شهور الربيع ٢.٢ س. ويختلف ذلك النمط الفصلي عما هو سائد في مدن العروض المعتدلة والباردة، حيث تتطور الجزيرة الحرارية لكثير من مدنها بشكل أقوى في الشهور الباردة، مثل موسكو (Lokoshchenko, M.A. & Isaev, A.A., 2003)، زغرب الكرواتية (Nitis, T., et al., 2007)، وأولو بفنلندا (Hara, y. & Aution, J., 2007).



المصدر: المعالجة الراديومترية والتحليل المكاني النطاقي لمريئات Terra & Aqua MODIS

شكل (٦) المتوسط الشهري لدرجة الحرارة اليومية وشدة الجزيرة الحرارية في مدينة المنصورة وظهيرها الزراعي خلال عام ٢٠١٧.

جدول (٥) درجة الحرارة اليومية وشدة الجزيرة الحرارية (س) في مدينة المنصورة وظهيرها الزراعي على المستوى الشهري والفصلي والسنوي لعام ٢٠١٧.

شدة الجزيرة الحرارية	متوسط درجة الحرارة		الشهر
	الظهير الزراعي	مدينة المنصورة	
١٨	١٣٦	١٥٤	يناير
١٦	١٢١	١٣٧	فبراير
٢٥	١٤٦	١٧١	مارس
٢٠	١٣٤	١٥٤	أبريل
٢٤	١٧٨	٢٠٢	مايو
٢٦	٢٢٣	٢٤٩	يونيو
١٨	٢٧٣	٢٩١	يوليو
٢٢	٢٢٥	٢٤٧	أغسطس
٢٦	٣٠٢	٣٢٨	سبتمبر
٣٥	٢٩٦	٣٣١	أكتوبر
٣٤	٢٨٨	٣٢٢	نوفمبر
٣٢	٢٩٥	٣٢٧	ديسمبر
٢٩	٢٧٨	٣٠٧	يناير
١٦	٢٤٥	٢٦١	فبراير
١٨	١٩١	٢٠٩	مارس
٢١	٢٣٨	٢٥٩	أبريل
٢٤	٢٢٣	٢٤٧	مايو

المصدر: التحليل المكاني النطاقي لدرجات الحرارة المستخرجة من مرئيات Terra & Aqua MODIS.

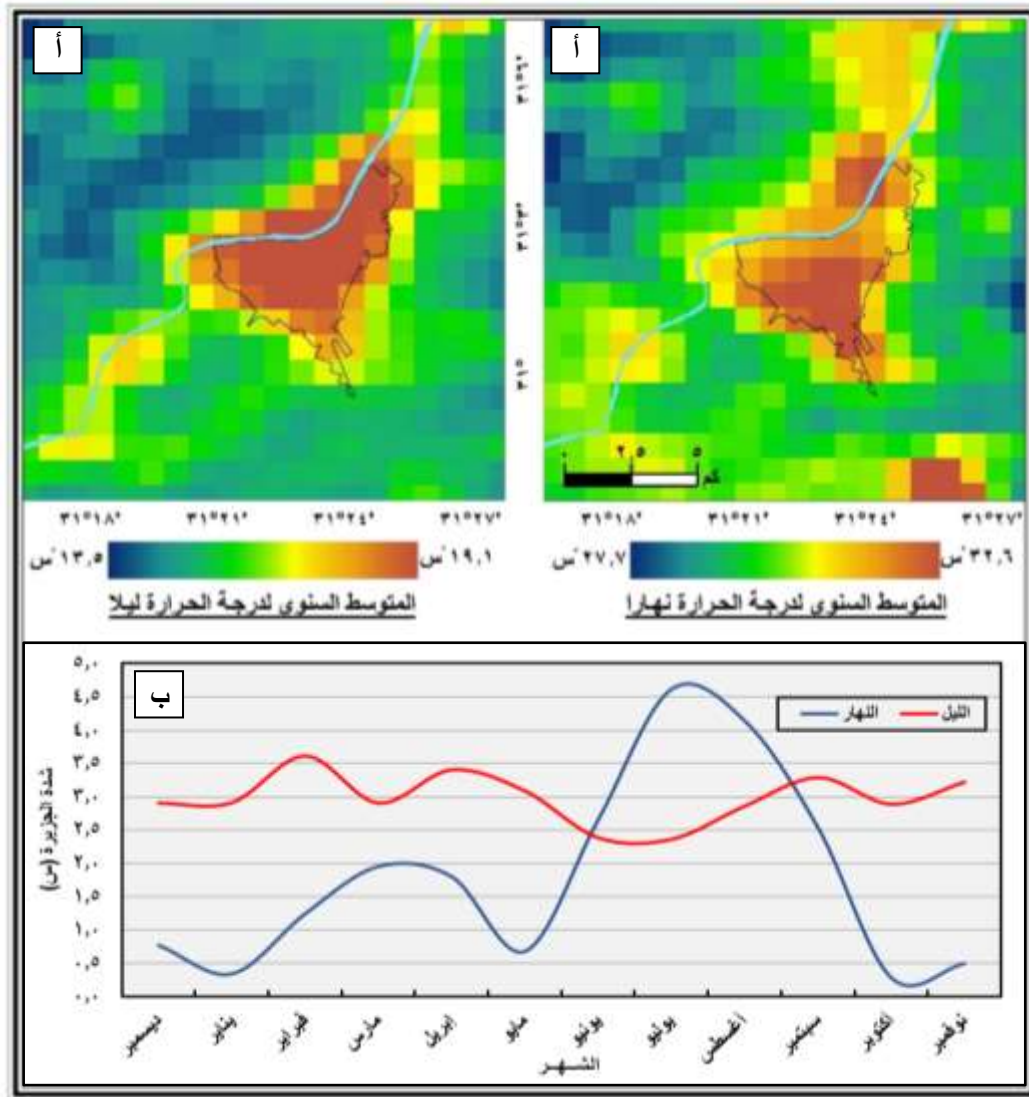
ويشير ذلك إلى أن قوة الجزيرة الحرارية اليومية لمدينة المنصورة ترتبط ارتباطاً طردياً بمتوسط درجة حرارة المدينة، فقد بلغ معامل الارتباط بين المتغيرين ٠.٦٥، وهو ما يعني أن ٤٢٪ من تباين قوة الجزيرة الحرارية لمدينة المنصورة يمكن تفسيره في ضوء تباين درجة حرارتها. وقد تم اكتشاف العلاقة نفسها بين درجة الحرارة اليومية والقصور الحراري، وبنفس القوة تقريباً (٠.٦٨)، شكل ٤. ويمكن تفسير ذلك باعتبار درجة الحرارة اليومية متغيراً مستقلاً وسبباً رئيسياً في تباين كلا من شدة الجزيرة الحرارية الحضرية اليومية والقصور الحراري معاً كمتغيرين تابعين. أما تفسير هذا النمط الفصلي لقوة الجزيرة الحرارية اليومية فيعود أساساً إلى النمط الفصلي للإشعاع الشمسي، وما يترتب عليه من تباين في درجات الحرارة اليومية، ومن ثم الانبعاثات الحرارية من المصادر البشرية التي تتزايد صيفاً بسبب الطلب على استهلاك الطاقة لأغراض التبريد، وتقل في الفصول الانتقالية الأكثر اعتدالاً، وبدرجة أقل في الشتاء.

خامساً: الجزيرة الحرارية النهارية والليلية لمدينة المنصورة وعلاقتها بالقصور الحراري.

يمكن للصورة السابقة عن الجزيرة الحرارية اليومية لمدينة المنصورة أن تتضح وتظهر تفاصيلها بشكلٍ جلي عند تناولها على مستوى النهار والليل بشكل منفصل، وهو ما يوضحه شكل (٧) وجدول (٦). يظهر من متابعة المسار الشهري لقوة الجزيرة الحرارية خلال النهار والليل عدم وجود نمط واضحاً للتباين الشهري يمكن تمييزه بسهولة، على عكس ما كان عليه الوضع بالنسبة لقوة الجزيرة الحرارية اليومية. ويمكن رصد أهم ملامح المسار الشهري لقوة الجزيرة الحرارية في زيادة قوة الجزيرة الحرارية الليلية عن النهارية، حيث يبلغ المتوسط السنوي لقوة الجزيرة الحرارية خلال الليل ٣.٠ س، بينما لا تزيد قوتها نهاراً عن

١.٨ س. ويسود هذا النمط السنوي خلال تسعة أشهر من شهور العام، حيث يتحقق أكبر فارق بين الجزيرتين الليلية والنهارية خلال شهور الشتاء ليصل إلى ٢.٣ س، يلي ذلك فصل الخريف (٢ س) ثم الربيع (١.٦ س). وهذا النمط من زيادة قوة الجزيرة الحرارية خلال الليل عن النهار من أبرز سمات الجزر الحرارية الحضرية كما بينتها الدراسات السابقة (Kim, Y. & Baik, J., 2005; Huang, L. et al., 2008).

ويلاحظ أيضا أن فصل الصيف يشذ عن بقية فصول العام فيما يخص العلاقة السابقة، حيث يتسم بجزيرة حرارية نهارية (٣.٨ س) أقوى من الجزيرة الليلية (٢.٥ س). ويبدو أن هذا النمط الفصلي للعلاقة بين الجزيرتين النهارية والليلية نمطا عاما سائدا في المدن المصرية، حيث تمت ملاحظته في أربع عشرة مدينة رئيسية بدلتا النيل (وليد عباس، ٢٠١٦).



المصدر: المعالجة الراديومترية والتحليل المكاني للنطاقات لممرات Terra & Aqua MODIS.

شكل (٧) المتوسط السنوي لدرجات الحرارة (أ) والمتوسط الشهري لشدة الجزيرة الحرارية (ب) نهارا وليلا في منطقة الدراسة خلال عام ٢٠١٧.

جدول (٦) درجات الحرارة وشدة الجزيرة الحرارية (س) نهارا وليلا في مدينة المنصورة وظهيرها الزراعي على المستوى الشهري والفصلي والسني لعام ٢٠١٧.

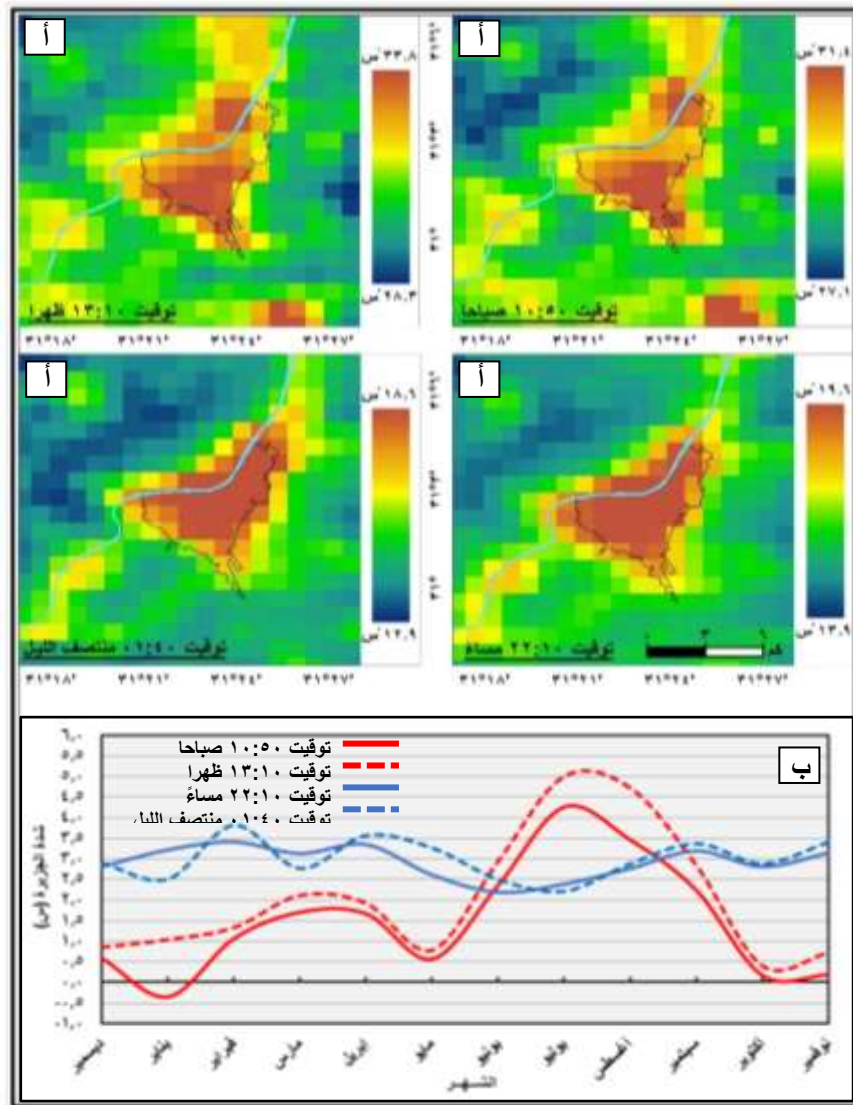
الشهر	نهارا		ليلا		شدة الجزيرة
	المدينة	الظهير	المدينة	الظهير	
ديسمبر	٢٠.١	١٩.٣	١٠.٧	٧.٨	٢.٩
يناير	١٨.٦	١٨.٣	٨.٩	٦.٠	٢.٩
فبراير	٢٢.٩	٢١.٧	١١.٣	٧.٧	٣.٦
الشتاء	٢٠.٥	١٩.٧	١٠.٣	٧.٢	٣.١
مارس	٢٦.٦	٢٤.٦	١٣.٧	١٠.٨	٢.٩
أبريل	٣٣.٥	٣١.٧	١٦.٣	١٢.٩	٣.٤
مايو	٣٧.٧	٣٧.٠	٢٠.٦	١٧.٥	٣.١
الربيع	٣٢.٦	٣١.١	١٦.٩	١٣.٧	٣.١
يونيو	٤٠.٩	٣٨.٢	٢٤.٧	٢٢.٣	٢.٤
يوليو	٤٠	٣٥.٤	٢٦.٢	٢٣.٨	٢.٤
أغسطس	٣٨.٢	٣٤.١	٢٦.٣	٢٣.٤	٢.٩
الصيف	٣٩.٧	٣٥.٩	٢٥.٧	٢٣.٢	٢.٥
سبتمبر	٣٧.٣	٣٤.٨	٢٤.١	٢٠.٨	٣.٣
أكتوبر	٣٢.٢	٣١.٩	٢٠.١	١٧.٢	٢.٩
نوفمبر	٢٦.٣	٢٥.٨	١٥.٦	١٢.٤	٣.٢
الخريف	٣١.٩	٣٠.٨	١٩.٩	١٦.٨	٣.١
السني	٣١.٢	٢٩.٤	١٨.٢	١٥.٢	٣.٠

المصدر: التحليل المكاني النطاقي لدرجات الحرارة المستخرجة من مرئيات Terra & Aqua MODIS.

ويمكن تفسير ما سبق من مقارنة شكل (٧) وشكل (٣)، حيث تُظهر المقارنة وجود تطابق بين نمط التباين الشهري في كل من القصور الحراري وقوة الجزيرة الحرارية نهارا وليلا. ففي شهور الشتاء والربيع والخريف يزيد القصور الحراري لمدينة المنصورة عن ظهيرها الزراعي، مما يزيد من دور المدينة في تخزين الطاقة الحرارية نهارا وإعادة بثها ليلا، وهو ما يجعل الجزيرة الحرارية الليلية أقوى من النهارية. وينعكس الوضع في شهور الصيف، حيث تزيد قوة الجزيرة النهارية عن الليلية بالتزامن مع تناقص قيم القصور الحراري في المدينة عن الظهير الزراعي. وقد وصل معامل الارتباط بين فارق القصور الحراري للمدينة والظهير من ناحية، وقوة الجزيرة الحرارية نهارا من ناحية أخرى إلى -٠.٩١ (عكسية قوية جدا)، ومع قوة الجزيرة الحرارية ليلا إلى ٠.٦ (طردية متوسطة). ويشير ذلك إلى أن القصور الحراري هو العامل المحددة لنمط تباين قوة الجزيرة الحرارية في مدينة المنصورة بين النهار والليل، فهو المسئول عن تخزين الحرارة نهارا في المدينة مما يقلل من جزيرتها الحرارية، كما أنه المسئول عن إعادة بث هذه الطاقة الحرارية ليلا لتزيد الجزيرة الحرارية خلال هذا التوقيت من اليوم. ويؤكد شكل (٨) على الحقيقة السابقة ويدعمها، حيث يبين أن نمط التباين الشهري في قوة الجزيرة الحرارية لمدينة المنصورة بين النهار والليل مستمر أيضا على مستوى أربعة توقيتات من اليوم، توقيتان خلال النهار (توقيت ١٠:٥٠ صباحا، وتوقيت ١٣:١٠ ظهرا)، وتوقيتان خلال الليل (توقيت ٢٢:١٠ مساءً، وتوقيت ٠١:٤٠ منتصف الليل).

يوثق شكل (٨) أن مدينة المنصورة - وللمرة الأولى والوحيدة خلال فترة الدراسة - يقل متوسط

درجة حرارتها (١٧.٤ س) عن متوسط درجة حرارة الظهير الزراعي (١٧.٨ س) في التوقيت الصباحي ١٠:٥٠ لشهر يناير، لتشكل المدينة جزيرة حرارية باردة Urban Cool Island أو معكوس Reversed وهي ظاهرة استثنائية رصدتها بعض الدراسات (Carnahan, W.H., Larson, R.C., 1990; Cai. G. et al., 2008). وعادةً ما تحدث هذه الظاهرة في الصباح الباكر، لذا يُطلق عليها اسم "الهبوط الحراري الصباحي Morning Heat Sink". ودائماً ما تحدث هذه الظاهرة في فصل الشتاء، خاصةً شهر يناير أبرد شهور العام بمتوسط درجة حرارة ١٧.٤ س في التوقيت الصباحي ١٠:٥٠. ويتفق حدوث هذه الظاهرة مع وصول الفارق بين القصور الحراري للمدينة (١٢٦٧.٥ ج.م^٢س) والظهير الزراعي (٨٧٢.٩ ج.م^٢س) إلى أقصى قيمة شهرية مسجلة، وتبلغ ٣٩٤.٦ ج.م^٢س.



المصدر: المعالجة الراديومترية والتحليل المكاني النطاقي لمريبات Terra & Aqua MODIS.

شكل (٨) المتوسط السنوي لدرجات الحرارة (أ) والمتوسط الشهري لشدة الجزيرة الحرارية (ب) في أربعة توقيتات من اليوم في منطقة الدراسة خلال عام ٢٠١٧.

ومن الظواهر الاستثنائية أيضا ضعف الجزيرة الحرارية بشكل كبير، حيث يقل الفارق الحراري بين المدينة وظهيرها الزراعي عن نصف الدرجة، فيما يُمكن أن يُطلق عليه اسم "الجزيرة الحرارية شبه الغائبة Near-absent UHI" (Kim, Y.H. & Baik, J.J., 2004). ويتحقق هذا الغياب التقريبي للجزيرة الحرارية في مدينة المنصورة في التوقيت الصباحي (١٠:٥٠) في شهري أكتوبر ونوفمبر، حيث لا تتعد قوة الجزيرة الحرارية ٠.٢ س، وفي شهري ديسمبر ومايو يقترب من ذلك بقوة لا تتعد ٠.٦ س. ولا تتحقق هذه الظاهرة ظهرا (توقيت ١٣:١٠) إلا في شهر أكتوبر بمتوسط قوة ٠.٤ س، ويقترب تحققها أيضا في شهر نوفمبر، حيث تنخفض قوة الجزيرة الحرارية إلى ٠.٧ س. ولا يشهد التوقيتان الليليان أي غياب للجزيرة الحرارية. وتعود ظاهرة الهبوط الحراري الصباحي وظاهرة الجزيرة الحرارية شبه الغائبة أيضا إلى القصور الحراري المرتفع للمنشآت الحضرية، مما يجعلها لا تستجيب للتسخين سريعا في بداية النهار، خاصة في الشهور الباردة، فيبدو الظهير الزراعي أكثر حرارة منها.

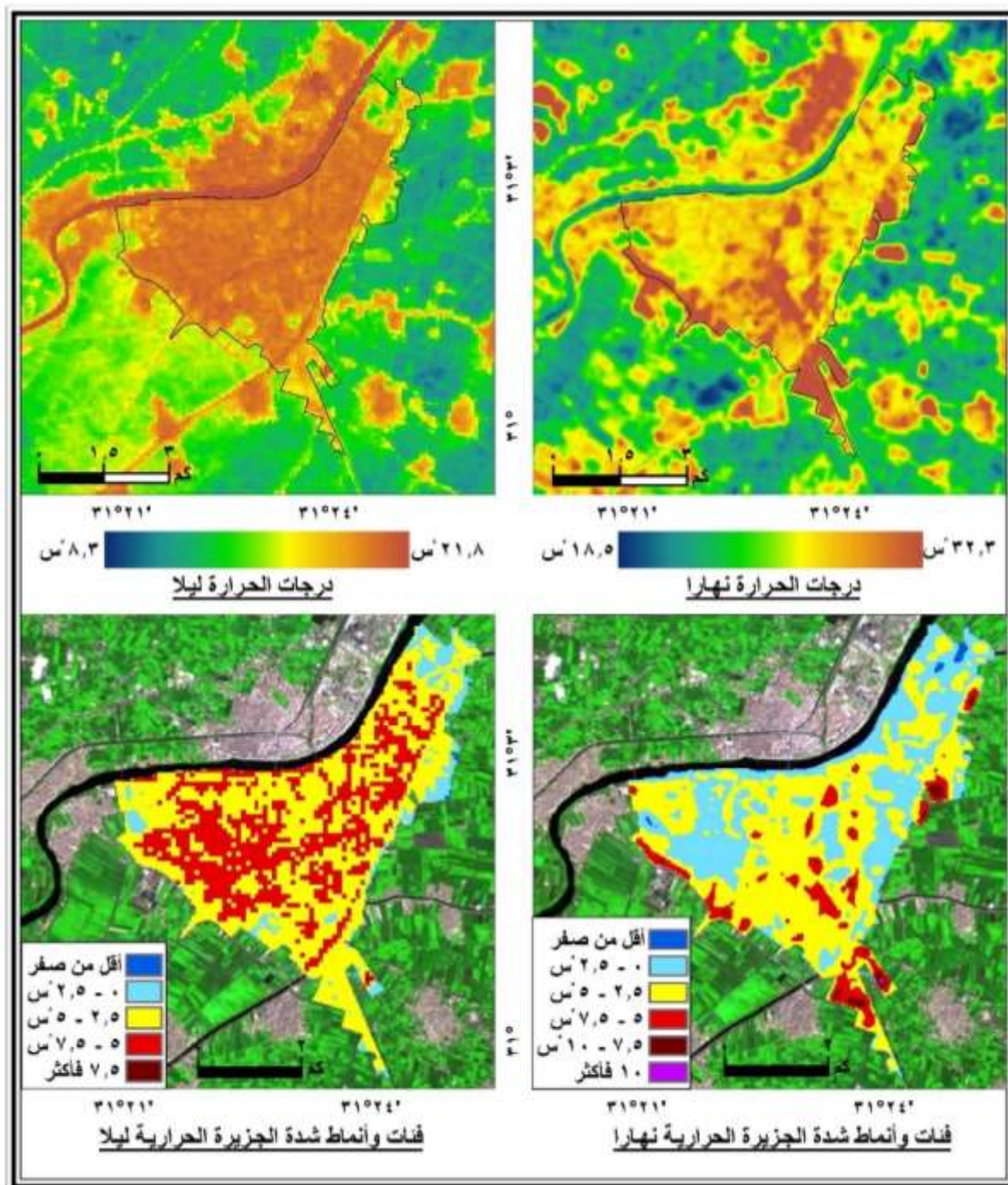
سادسا: التباين المكاني للجزيرة الحرارية وعلاقته بالقصور الحراري.

يوضح شكل (٩) التباين المكاني لدرجة الحرارة، وكذا أنماط الجزيرة الحرارية وفئات شدتها نهارا وليلا في منطقة الدراسة. ويلخص جدول (٧) أهم سمات الجزر الحرارية في المدينة وفقا للأسطح الأرضية. كما يبين جدول (٨) أنماط الجزر الحرارية وخصائصها الكمية. يظهر من الشكل والجدولين أن التباين المكاني لشدة الجزر الحرارية نهارا وليلا يرتبط بالأسطح الأرضية المختلفة، وهو ما يمكن بيانه فيما يلي:

■ **عمران مدينة المنصورة:** تُشكل المنشآت المختلفة ٩١٪ من مساحة المدينة، ويبلغ متوسط درجة حرارتها ٢٤.٤ س نهارا، أي ثاني أكثر الأسطح حرارة في المدينة بعد الأراضي الفضاء. وتحتل المركز نفسه في الليل بمتوسط ١٦.٥ س، حيث يسبقها الظهير المائي. لذا فإن المنشآت الحضرية تشكل جزيرة حرارية أقوى ليلا (٤.٦ س) من النهار (٣.١ س)، وهو ما يمكن تفسيره بالقصور الحراري المرتفع للمنشآت الحضرية (٩٤٥.٤ ج.م^٢.س)، وكذا الانبعاثات الحرارية من المصادر البشرية. وقد سجلت أعلى درجة حرارة نهارا (٣٢.٣ س) وليلا (٢٠.٥ س) في نفس الموقع بجنوب شرقي شياخة سندوب، حيث يقع مقلب القمامة ومصنع تدوير النفايات.

■ **النباتات:** تمثل المناطق المزروعة ٧٣.١٪ من مساحة الظهير، وتشغل المتخللات الزراعية والحدائق والمنتزهات والملاعب ٦.٥٪ من المدينة، وهي تتركز في شمالي المدينة بالقرب من فرع دمياط. ويظهر من جدول (٧) أن المساحات الخضراء داخل المدينة دائما ما تكون أكثر حرارة من تلك الموجودة في الظهير، وهو ما يُمكن أن يُعزى إلى زيادة الكثافة النباتية والمحتوى المائي في الأخيرة. وتعمل المساحات الخضراء بالمدينة على تلطيف الجزيرة الحرارية نظرا لأنها الأقل حرارة نهارا (٢٣.٠ س) وليلا (١٣.٤ س). ويعود ذلك في الأساس إلى استنزاف جزء من الطاقة الشمسية الممتصة في عملية التبخرنتح، لتتطلق في شكل حرارة كامنة Latent Heat وليس حرارة المحسوسة Sensible Heat

تعمل على تسخين الهواء. كما تساهم المساحات الخضراء الواقعة شمال المدينة بمركز طلخا (شمال فرع دمياط ومدينة طلخا) أيضا في تلطيف درجة الحرارة في المنصورة، حيث تقوم الرياح السائدة القادمة من الشمال بنقل المؤثرات الملطفة من الظهير الزراعي الشمالي إلى مدينة المنصورة.



المصدر: معالجة القنوات الحرارية لمرئيتي Terra ASTER & Landsat8 TIRS.

شكل (٩) التباين المكاني لدرجات الحرارة وتصنيف الجزر الحرارية في مدينة المنصورة وظهيرها خلال النهار والليل.

جدول (٧) شدة الجزيرة الحرارية (س) نهارا وليلا في منطقة الدراسة وفقا للأسطح الأرضية.

الإطار المكاني	الغطاءات الأرضية	نهارا (توقيت ١٠:٢٤)						ليلا (توقيت ٢٢:٠٦)		
		درجة الحرارة (س)			شدة الجزيرة	درجة الحرارة (س)			شدة الجزيرة	
		أدنى	أعلى	متوسط		أدنى	أعلى	متوسط		
مدينة المنصورة	المياه	٢٠.٦	٢٤.٥	٢٣.١	١.٨	١٣.٩	١٨.٠	١٦.٣	٤.٤	
	النبات	٢٠.٣	٢٧.٣	٢٣.٠	١.٧	١١.١	١٦.٢	١٣.٤	١.٥	
	العمران	٢٠.٨	٣٢.٣	٢٤.٤	٣.١	١١.٩	٢٠.٥	١٦.٥	٤.٦	
	فضاء	٢٠.٦	٣٠.٠	٢٥.٧	٤.٤	١٢.٣	١٧.٧	١٥.٢	٣.٣	
	المتوسط	٢٠.٨	٣١.٩	٢٤.٣	٣.٠	١١.٩	٢٠.٢	١٦.٣	٤.٤	
الظهير الزراعي	النبات	١٨.٥	٢٧.٩	٢١.٢	----	٨.٧	١٩.٢	١١.٨	----	
	اليور	١٩.٦	٣٠.٨	٢٤.٠	----	١٠.١	٢٠.٢	١٤.٢	----	
	المتوسط	١٨.٥	٢٨.٠	٢١.٣	----	٨.٨	١٩.٢	١١.٩	----	
الظهير المائي	المتوسط	١٩.١	٢٤.٥	٢٠.٩	----	١٢.٥	٢١.٨	١٨.٢	----	
المتوسط العام		١٨.٩	٢٨.٥	٢١.٧	----	٩.٣	١٩.٤	١٢.٨	----	

المصدر: التحليل النطاقي لدرجات الحرارة من مرئيتي Terra ASTER & Landsat8 TIRS.

جدول (٨) أنماط الجزر الحرارية وخصائصها الكمية في مدينة المنصورة خلال النهار والليل.

سيادة الجزر الحرارية				أنماط الجزر ووقوتها	فئات شدة الجزيرة الحرارية
ليلا		نهارا			
النسبة (%)	المساحة (كم ^٢)	النسبة (%)	المساحة (كم ^٢)		
٠.٢	٠.٠٣٨	٠.٨	٠.١٧٣	باردة - ضعيفة	أقل من صفر
٧.٨	١.٦٦٠	٣٥.٣	٧.٥٤٢	حارة - ضعيفة	٠ - ٢.٥
٥٧.٤	١٢.٢٧٥	٥٣.٨	١١.٥١٦	حارة - متوسطة	٢.٥ - ٥
٣٤.٦	٧.٤٠٢	٨.٩	١.٨٩٧	حارة - قوية	٥ - ٧.٥
٠.٠٣	٠.٠٠٨	١.٢	٠.٢٤٩	حارة - قوية جدا	٧.٥ - ١٠
لا يوجد		٠.٠٣	٠.٠٠٦	حارة - قصوى	١٠ فأكثر
١٠٠	٢١.٣٨٣	١٠٠	٢١.٣٨٣	الجملة	

المصدر: التصنيف والتحليل النطاقي لدرجات الحرارة من مرئيتي Terra ASTER & Landsat8 TIRS.

■ **المسطحات المائية:** تتمثل في فرع دمياط وترعتي المنصورية والبحر الصغير، وتشكل ٠.٦% & ٢.٣% من المدينة والظهير على الترتيب، ونظرا لأنها صاحبة القصور الحراري الأعلى (٣١٢٣.٩ ج.م.°س)، تأتي المسطحات المائية كأقل الأسطح الأرضية حرارة نهارا (٢٠.٩°س في الظهير، ٢٣.١°س في المدينة)، وينعكس الوضع تماما خلال الليل، حيث تصبح المياه أكثر الأسطح الأرضية حرارة، بمتوسط ١٨.١°س (١٨.٢°س في الظهير، ١٦.٣°س في المدينة).

يتضح من ذلك أن تأثير المسطحات المائية في مناخ المدينة يتباين مكانيا وزمنيا. فعلى المستوى المكاني نجد أن أثر المسطحات المائية الواقعة داخل المدينة أقل بكثير من تلك الواقعة خارجها. فرغم أن الأولى أقرب جغرافيا للمدينة، إلا أن الثانية أكثر اتساعا وأكبر مساحة وعمقا. وعلى المستوى الزمني نجد أن فرع دمياط - وبقية الترع - عامل مُلطف لمناخ المدينة نهارا بسبب برودتها، بينما يكون لها تأثير

احتراري خلال الليل. ومما يزيد من تأثير فرع دمياط في مناخ المنصورة أنها تقع إلى الجنوب منه، حيث تقوم الرياح الشمالية والشمالية الغربية السائدة بنقل المؤثرات الحرارية من المياه شمالاً إلى المدينة جنوباً.

■ **المساحات الفضاء والأراضي البور:** تمثل الأراضي الفضاء ١.٩٪ من المدينة، وتشغل الأراضي البور ٣٪ من الظهير. وتتسم هذه الأسطح الأرضية بنمط حراري واضح، حيث تظهر كأكثر الأسطح الأرضية حرارة خلال النهار (٢٥.٧ س، ٢٤.٠ س على الترتيب). وفي الليل يحتل كليهما المركز الثاني كأكثر الأسطح برودة بعد المساحات الخضراء، بمتوسط درجة حرارة ١٥.٢ س، ١٤.٢ س على الترتيب. وهو نمط حراري ناجم عن القصور الحراري المنخفض لهذه المناطق (٧٧٥.٧ & ٧٨٠.٤ ج.م^٢ س) ما يجعلها تسخن سريعاً نهاراً، وتبرد بسرعة أيضاً خلال الليل. ويشير ذلك إلى أن المناطق الفضاء تمثل عامل تسخين للمدينة خلال النهار.

إجمالاً، فقد تبين أن التباين المكاني لشدة الجزيرة الحرارية يرتبط بالقصور الحراري بعلاقة عكسية (-٠.٥٥) خلال النهار، وطردياً أكثر قوة (٠.٧) خلال الليل، وهي نتائج تدعم دور القصور الحراري للأسطح الأرضية في تحديد ملامح التباين الحراري في المدينة على مدار اليوم. ويُشكل التباين المكاني للقصور الحراري وما يرتبط به من بيئة حرارية أنماط وفئات الجزر الحرارية في المدينة كما يوضحها شكل (٩) وجدول (٨). فعلى سبيل المثال يرتبط نمط الجزر الباردة نهاراً بالمناطق الشمالية المجاورة لفرع دمياط والمتخللات الزراعية للمدينة، بينما ترتبط ليلاً بهوامش المدينة والمناطق الفضاء، ولا يوجد نمط الجزر الحرارية القسوى (١٠ س فأكثر) إلا نهاراً، ويرتبط بموقع واحد فقط وهو أطراف شياخة سندوب، حيث مقلب النفايات ومصنع تدوير القمامة. أما الأنماط السائدة من الجزر الحرارية فتتمثل نهاراً في الجزر الحارة الضعيفة (٠ - ٢.٥ س) والمتوسطة (٢.٥ - ٥ س)، حيث تغطي نحو ٨٩.١٪ من مساحة المدينة، مرتبطة بالكتلة المبنية والطرق والمناطق الخضراء. وفي الليل يسود المدينة نمط الجزر الحرارية المتوسطة (٢.٥ - ٥ س) والقوية (٥ - ٧.٥ س). وترتبط الجزر القوية والقوية جداً في النهار بالمناطق الفضاء والمناطق الصناعية في أطراف شياخة سندوب.

الاستنتاجات والتوصيات.

- توصلت الدراسة من خلال المعالجة والتحليل إلى مجموعة من النتائج، يتمثل أبرزها فيما يلي:
١. يزيد القصور الحراري في المنشآت الحضرية للمنصورة عن الظهير الزراعي بنسبة تصل إلى ٧.٣٪ في المتوسط. وتتباين هذه النسبة بين ٧٪ في شهر مايو، ٤٥.٢٪ في شهر يناير. وينعكس الوضع في الصيف، حيث يزيد القصور الحراري للظهير الزراعي عن مدينة المنصورة.
 ٢. تبين وجود علاقة ثنائية (غير خطية) متوسطة القوة بين درجة الحرارة والقصور الحراري، حيث تبدو العلاقة بشكل طردي في المدينة مع زيادة درجة الحرارة عن ٢٤ س، تتحول إلى عكسية إذا قلت درجة الحرارة عن هذا الحد.
 ٣. تبين أن القصور الحراري يصل أقصاه في مياه فرع دمياط والترع، ويقل لأدناه في الأراضي الفضاء

- والبور. وجاءت المنشآت الحضرية بقصور حراري يزيد عن الظهير الزراعي بنسبة تقترب من الثلث.
٤. ظهر الدور الرئيسي للقصور الحراري في تحديد ملامح سمات عدة للجزيرة الحرارية، وفي مقدمتها التباين اليومي للجزيرة الحرارية بين النهار والليل، وظاهرة الهبوط الحراري الصباحي MHS في شهر يناير، وظاهرة الجزيرة الحرارية شبه الغائبة في صباح شهري أكتوبر ونوفمبر.
٥. وضح أيضا الدور الكبير للقصور الحراري في التباين المكاني لقوة الجزيرة الحرارية وأنماطها المختلفة، خاصة ما يرتبط بالتأثير المزدوج لمياه فرع دمياط والأراضي الفضاء نهارا وليلا نتيجة لسماتهم الحرارية المرتبطة بالقصور الحراري.

وتوصى الدراسة في ضوء هذه النتائج بما يلي:

١. توجيه مزيدا من الاهتمام البحثي لدراسة القصور الحراري لما له من أهمية كبيرة في فهم السلوك الحراري للأسطح الأرضية، وبالتالي التعرف على آليات تكون الجزيرة الحرارية الحضرية وديناميات تكونها زمنيا ومكانيا، وصولا لبناء صورة معرفية مكتملة لها.
٢. التوسع في تطبيق النماذج الرياضية المتقدمة ومعالجة المراثيات الفضائية لما تبين من فاعليتهما في دراسة القصور الحراري الفعلي على مستويات مكانية موضعية ومحلية وإقليمية وعالمية، وهو ما بدأت الدراسات الأجنبية منذ سبعينيات القرن الماضي.
٣. لا بد من أخذ القصور الحراري في الاعتبار عند وضع أي سياسات تخطيطية أو إجراءات تنفيذية تستهدف تحسين البيئة الحضرية المصرية، وخاصة البيئة الحرارية.
٤. تمثل المناطق الفضاء مصدرا للتسخين في المدن نهارا بسبب قصورها الحراري المنخفض، لذا يجب التوجيه نحو استغلال المسطح الحضري بالكامل للتغلب على هذا التأثير.
٥. لا يُعتبر القصور الحراري عاملا سلبيا أو إيجابيا بشكل مُطلق من حيث تأثيره في مناخ المدينة، ولكن له تأثير مزدوج. فالقصور الحراري الكبير لفرع دمياط جعله عامل ملطف لدرجة الحرارة نهارا، بينما يقوم بدور عكسي خلال الليل. ويعمل فرع دمياط على زيادة درجة حرارة ليالي الشتاء، وتقليل درجة الحرارة في نهار الصيف، مما يقلل من استهلاك الطاقة لأغراض التدفئة والتبريد. لذا يجب الوصول إلى صيغة تخطيطية نموذجية للمدن تحقق الحد الأقصى للاستفادة من القصور الحراري.
٦. يمكن الاستفادة أيضا من تباين القصور الحراري لمواد البناء (الطوب والأسمنت) في استخدام مواد عازلة حراريا في بعض حوائط المباني، بما يقلل من تخزينها للحرارة ويحقق بيئة حرارية نموذجية لراحة الإنسان. كذلك استخدام مواد بناء جيدة التوصيل للحرارة (غير عازلة) حيثما يتطلب الأمر، كما هو الحال في أسقف المباني المرتبطة بنظم التدفئة المركزية، وهو ما يقلل أيضا من استهلاك الطاقة في المدن.

المصادر والمراجع.

أولاً: المصادر.

١. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التعداد العام للسكان والإسكان والمنشآت، ٢٠١٧.
٢. المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS، مرئيات Terra & Landsat8 OLI and TIRS، Terra and Aqua MODIS & ASTER .<https://earthexplorer.usgs.gov>.
3. United Nations, DESA, Population Division (2015), World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, New York, 493 p.

ثانياً المراجع العربية.

١. أحمد عبد الحميد الفقي (٢٠٠٧)، مناخ القاهرة الكبرى، دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس، ٣٨٢ ص.
٢. أسماء محمد عويس (٢٠١١) المناخ الحضري لمدينة المنيا: دراسة في المناخ التطبيقي، ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة المنيا، ٣١٨ ص.
٣. أمل عبد العظيم معتوق (٢٠٠٤) العلاقة بين المناخ والعمران في غرب الدلتا، دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي، دراسة تطبيقية على مدينة دمنهور، ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، فرع دمنهور، ٣٣٠ ص.
٤. شيماء السيد عبد النبي (٢٠١٠) الجزر الحرارية في الإسكندرية: دراسة في المناخ الحضري، ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
٥. طارق زكريا إبراهيم (٢٠١٦) الجزر الحرارية في مدينة الزقازيق باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٦٧، الجمعية الجغرافية المصرية، ص ١٨١-٢٢١.
٦. عبد العزيز عبد اللطيف يوسف (١٩٨٨) أهم ملامح المناخ في مدينة القاهرة، سلسلة دراسات عن الشرق الأوسط، رقم ٤٧، مركز بحوث الشرق الأوسط، جامعة عين شمس، ٥٢ ص.
٧. محمد إبراهيم شرف (١٩٩٦) الحرارة في مدينة الإسكندرية: دراسة في المناخ الحضري، مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، العدد ٤٤.
٨. محمد هاني سعيد (٢٠١١) مناخ مدينة أسيوط: دراسة جغرافية في المناخ الحضري، دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة أسيوط، ٣٢٤ ص.
٩. منصور صالح (٢٠١٥) المناخ الحضري لمدينة الجيزة: باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، ماجستير غير منشورة، آداب القاهرة، ١٩١ ص.
١٠. وائل محمد طاهر (٢٠١٨) مدينة المنصورة دراسة في المناخ الحضري باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، ماجستير غير منشورة، جامعة دمياط، ١٤٧ ص.

١١. وليد عباس عبد الراضي (٢٠١٣) الحرارة في مُجمع القاهرة الحضري، دراسة باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس، ٣٦٢ ص.

١٢. وليد عباس عبد الراضي (٢٠١٦) شدة الجزر الحرارية للمدن الرئيسية في دلتا النيل: دراسة مقارنة في مناخ الحضر باستخدام مرئيات Terra MODIS، حوليات آداب عين شمس، المجلد ٤٤ (يوليو-سبتمبر)، ص ص ٣٧٣-٤١١.

ثالثاً: المراجع الأجنبية.

50. Aslam, M.Y., Krishna, K.R., Beig, G., Tinmaker, M.I.R. and Chate, D.M. (2017) Seasonal Variation of Urban Heat Island and Its Impact on Air-Quality Using SAFAR Observations at Delhi, India, American J. of Clim. Change, Vol. 6, pp. 294-305.
51. Bhatti, S.S. and Tripathi, N. K. (2014) Built-up Area Extraction Using Landsat 8 OLI Imagery, GIScience & Remote Sensing, Vol. 51, No. 4, pp. 445-467.
52. Cai, G., Du, M., Xue, Y. and Li, S. (2008) Analysis of an Urban Heat Sink Using Thermal Inertia Model from ASTER Data in Beijing, China, the International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS, IEEE, pp.1346-1349.
53. Carlson, T.N., Dodd, K.K., Benjamin, S.G. and Cooper, J.N. (1981) Satellite Estimation of Surface Energy Balance, Moisture Availability and Thermal Inertia, J. App. Meteo., Vol. 20, pp. 67-87.
54. Carnahan, W.H. and Larson, R.C. (1990) An Analysis of An Urban Heat Sink. Rem. Sens. of Env., Vol. 33 (1), pp. 65-71.
55. Chen, Y., Du, M. and Dong, R. (2008) Correlation Between Urban Heat Island Effect and The Thermal Inertia Using ASTER Data in Beijing, China, ISPRS, Vol. XXXVII, Part B7, pp. 1723-1728.
56. D'Orazio, M., De Perina, C. and Di Giuseppe, E. (2013) A Field Study of Thermal Inertia of Roofs and Its Influence on Indoor Comfort, J. Building Physics, Vol. 38, No. 1, pp. 50-65.
57. De Ridder, K., Bertrand, C., Casanova, G. and (2012) Exploring a New Method for the Retrieval of Urban Thermophysical Properties Using Thermal Infrared Remote Sensing and Deterministic Modeling, J. Geophys. Res., Vol. 117, pp. 1-14.

58. Hafner, J. and Kidder, S. (1999) Urban Heat Island Modeling in Conjunction with Satellite-Derived Surface/Soil Parameters, *J. Appl. Meteor.*, AMS, Vol. 38, pp. 448–465.
59. Hara, Y. and Autio, J. (2007) Heat Island Intensity at High Latitude City –An Example from Oulu, Central Finland, *The 6th ICUC*, pp. 810–813.
60. Huang, L., Li, J., Zhao, D. and Zhu, J. (2008) A Fieldwork Study on the Diurnal Changes of Urban Microclimate in Four Types of Ground Cover and Urban Heat Island of Nanjing, China, *Building and Environment*, Vol. 43, pp. 7–17.
61. Khalid, N.J. (2014) Urban Heat Island in Erbil City, MA Thesis, Dep. of Physical Geography and Ecosystems Science, Lund University, Sweden, 71 p.
62. Kim, Y.H and Baik, J.J. (2004) Daily Maximum Urban Heat Island Intensity in Large Cities of Korea, *Theo. App. Clim.*, Vol. 79, PP. 151–164, (www.springerlink.com).
63. Kim, Y. and Baik, J. (2005) Spatial and Temporal Structure of the Urban Heat Island in Seoul, *J. Appl. Meteor.*, Vol. 44, pp. 591–605.
64. Larson, R.C. and Carnahan, W.H. (1997) The influence of surface characteristics on urban radiant temperatures. *Geocarto International*, Vol. 12 (3), pp.5–16.
65. Liang, S. (2004) Quantitative Remote Sensing of Land Surfaces, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 534 p.
66. Lokoshchenko, M.A. and Isaev, A.A. (2003) Influence of Moscow city on the air temperature in Central Russia, *the 5th ICUC*, Poland, Lodz, Vol.2, pp.449–453.
67. Murphy, D.J., Hall, M.H., Hall, C.A., Heisler, G.M., Stehman, S.V. and Anselmi-Molina, C. (2011) The Relationship Between Land Cover and the Urban Heat Island in Northeastern Puerto Rico, *Int. J. Climat.*, Vol. 31, pp. 1222–1239.
68. Nitis, T., Klaić, Z. B. and Moussiopoulos, N. (2007) Effects of Topography on Urban Heat Island, pp. 1–5.
69. Nuclear Power for everybody, <https://www.nuclear-power.net>.
70. Oke, T.R. (1982) The Energetic Basis of the Urban Heat Island, *Quarterly. J.*, Vol. 108, No. 455, pp. 1–24.

71. Pena, M.A. (2009) Examination of the Land Surface Temperature Response for Santiago, Chile, *Photog. Eng. & Rem. Sens.*, Vol. 75, No. 10, pp. 1191–1200.
72. Pohn, H.A., Offield, T.W. and Watson, K. (1974) Thermal Inertia Mapping from Satellites–Discrimination of Geologic Units in Oman, *J. Res. USGS*, Vol. 2, pp. 147–158.
73. Presley, M.A. (2002) What Can Thermal Inertia Do for You, *Lunar and Planetary Science XXXIII*, 2 p.
74. Sobrino, J.A., El Kharraz, M.H., Cuenca, J. and Raissouni, N. (1998) Thermal Inertia Mapping from NOAA–AVHRR, *Adv. Space Res.*, Vol. 22, No. 5, pp. 655–667.
75. Sobrino, J.A. & El Kharaz, M.H. (1999) Combining Afternoon and Morning NOAA Satellites for Thermal Inertia Estimation 1. Algorithm and its Testing with Hydrologic Atmospheric Pilot Experiment–Sahel data, *J. Geophys. Res.*, Vol. 104, No. D8, pp. 9445–9453.
76. Velazquez–Lozada, A., Gonzalez, J.E. and Winter, A. (2006) Urban Heat Island Effect Analysis for San Juan, Puerto Rico, *Atmos. Environ.*, Vol. 40, pp. 1731–1741.
77. Wang, J., Bras, R., Sivandran, G. and Knox, G. (2010) A Simple Method for the Estimation of Thermal Inertia, *Geophysical Research Letters*, Vol. 37, pp. 1–5.
78. Weng, Q. (2009) Thermal Infrared Remote Sensing for Urban Climate and Environmental Studies: Methods, Applications, and Trends, *ISPRS*, Vol. 64, pp. 335_344.
79. Xue, Y. & Cracknell, P. (1995) Advanced thermal inertia modelling, *Int. J. Remote Sensing*, Vol. 16, No. 3, 431–446.
80. Zhong, S., Qian, Y., Zhao, C., Leung, R., Wang, H., Yang, B., Fan, J., Yan, H., Yang, X. and Liu, D. (2017) Urbanization–Induced Urban Heat Island and Aerosol Effects on Climate Extremes in The Yangtze River Delta Region of China, *Atmos. Chem. Phys.*, Vol. 17, pp. 5439–5457.

Thermal Inertia and Its Effect on Urban Heat Island Characteristics of .El-Mansourah City

Waleed Abbas Abd El-Rady Hassan⁽¹⁾

Abstract

The study discusses spatial and temporal variations of heat island intensity and structure of El-Mansourah city, and its relation to thermal inertia characteristics. It mainly depended on remote sensing techniques to process and analyze satellite images in order to automatically extract urban area, identify surface categories, calculate temperature & surface Albedo, and to apply advanced thermal inertia models. The study revealed that thermal inertia of the urban surfaces within El-Mansourah city is greater than that in the cultivated surroundings by an average 7%. This resulted from higher thermal conductivity and heat capacity of urban surfaces, lead to fast response to solar radiation heating during the daytime, and regulate the diurnal emittance of terrestrial radiation. It was also concluded that thermal inertia has significant effects on El-Mansourah heat island characteristics, such as diurnal variation of UHI intensity, morning heat sink, and thermal structure. The study recommends conducting more detailed researches of thermal inertia to better understanding of microclimate in Egyptian cities. It is also important to take thermal inertia into accounts when developing strategies or implementing plans aims to enhance urban environment or face UHI impacts.

Key Words: Urban Heat Island, Thermal Inertia, Thermal Conductivity, Heat Capacity, Landsat, Terra ASTER, Terra MODIS, Aqua MODIS, Thermal Inertia Models, Normalized Differences Building Index.

⁽¹⁾Lecturer of geography of climatology, Faculty of Arts, Ain Shams University.
For Contact: waleed_geo_gis@yahoo.com & waleed.abbas@art.asu.edu.eg.

استخدام بيانات الاستشعار من بعد في معالجة حرائق قش الارز بمحافظة الشرقية.

أميرة رجب محمد حسن^١ أ.د. منير الهيتي^٢ أ.د. مجدي شفيق السيد صقر^٣

الملخص.

تُعد محافظة الشرقية من المحافظات الزراعية في اقليم شرق الدلتا، وهي تتميز بالتربة الخصبة التي تلائم زراعة المحاصيل المختلفة ومن هذه المحاصيل الأرز، وقد أثبتت العديد من الدراسات امكانية استخدام المرئيات الفضائية في التحديد المكاني للحرائق النشطة (Active fire)، وتطور الدراسة حول استخدام بيانات الاستشعار من بعد تحديداً بيانات (Landsat8-OLI) لتحديد مواقع حرائق قش الارز علي مستوي مراكز محافظة الشرقية عن طريق استخدام مؤشر شدة الحرائق (Normalized Burn Ratio (NBR)، كما تم من خلالها التعرف على حالة التربة عن طريق دراسة تصنيف أنواع التربة ومؤشر رطوبة التربة في المحافظة، وأيضاً حالة الغطاء النباتي في المحافظة عن طريق دراسة مؤشر نسبة الغطاء النباتي (RVI)، ومؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI)، واعتمدت الدراسة عند استخراج قيم المؤشرات علي القيم الانعكاسية الطيفية عند أطوال موجية مختلفة حسب المعادلة الخاصة بكل مؤشر، كما تم الاعتماد علي التطابق بين بيانات تصنيف نوع التربة، وبيانات رطوبة التربة، ودليل الاختلاف الخضري الطبيعي عند قيم معينة لفصل خلايا حرائق قش الارز عن خلايا الحرائق الأخرى، وذلك نظراً لعدم وجود قاعدة بيانات مكانية رقمية توضح حيازات زراعة الارز في المحافظة، ومن خلال التحليل أظهرت الدراسة ارتباط قوي بين وجود الحرائق والقيم الانعكاسية الطيفية للطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القصيرة، وكذلك حاولت الدراسة توضيح العلاقة بين حرائق قش الارز وارتفاع درجات الحرارة السطحية (LST) عن طريق استخدام بيانات الاستشعار من بعد، حيث أن ارتفاع درجة الحرارة واحد من الآثار السلبية لحرائق قش الارز، وتم استخراج قيم درجات الحرارة السطحية اعتماداً علي القيم الإشعاعية الطيفية للنطاق الحراري في المرئية وعلي قيمة مؤشر (NDVI).

الكلمات المفتاحية: خصائص التربة- خصائص الغطاء النباتي- المساحة المنزرعة أرز- مؤشر شدة الحرائق- درجات الحرارة السطحية.

المقدمة.

تمثل المرئيات الفضائية واحدة من أهم وسائل المعلومات التي أحدثت طفرة في مجال الحصول علي المعلومات المكانية عامة سواء لدراسة العمران أم المناخ أم الكوارث الطبيعية كالزلازل والبراكين وغيرها من المجالات، ويعتبر استخدام المرئيات الفضائية من المجالات التي تجعل الجغرافيا ذات مجال نفعي تطبيقي، وقد اعتمدت عليها الكثير من الدراسات لدراسة حرائق الغابات، من بين هذه الدراسات دراسة عن استكشاف حرائق الغابات في العالم (Wilfrid et al., 2016) ودراسة عن حرائق الغابات في

^١ طالبة دكتوراه بكلية الآداب - جامعة المنصورة

^٢ أستاذ الجغرافيا الاقتصادية ورئيس قسم الجغرافيا بكلية الآداب - جامعة المنصورة

^٣ أستاذ الجغرافيا البشرية بكلية الآداب - جامعة المنصورة

جنوب افريقيا (Morisette et al., 2005)، ودراسة (S. Escuin et al., 2008, P.1053) التي استخدمت مؤشر شدة الحرائق لتحديد الحرائق وتقييم شدتها من خلال صور المرئيات الفضائية (TM-ETM) في ثلاث مناطق جنوب اسبانيا؛ وتتعدد انواع المرئيات الفضائية التي يمكن استخدامها لرصد الحرائق النشطة ومنها (MODIS-ASTER-LANDSAT)؛ وتمثل الحرائق واحدة من مصادر التلوث البيئي الخطرة، حيث أنها تعمل علي تكون السحب السوداء والامطار الحامضية وتزيد من تركيز نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء وغيره من الغازات الملوثة للهواء والتي تعمل بدورها علي رفع درجة الحرارة.

ويسود في دلتا النيل بوجه عام ومحافظة الشرقية بوجه خاص زراعة الارز والذي يعتبر واحد من المحاصيل المهمة في مصر والعالم، وينتج عن هذا المحصول كميات كبيرة من قش الأرز، ويسبب العديد من المزارعين استخدام قش الارز عن طريق حرقه في الارض الزراعية واعادة حرث المادة السوداء الناتجة عن الحرق مع التربة لرفع درجة خصوبة التربة علي الرغم من وجود بدائل اخري تزيد من خصوبة التربة كالأسمدة الطبيعية، وينتج عن حرائق قش الارز في محافظة الشرقية الكثير من الاضرار سواء للبيئة أم للسكان حيث يقطن المحافظة عام ٢٠١٧م (٧,١٦٣,٨٢٤ نسمة) وبنسبة (٧,٦% من اجمالي سكان الجمهورية) وهي بذلك تحتل المرتبة الثالثة علي مستوى الجمهورية بالنسبة لعدد السكان، وذلك بعد محافظتي القاهرة والجيزة.

أهداف الدراسة:

- عمل قاعدة بيانات مكانية يمكن الاعتماد عليها لاستخراج وفصل حرائق قش الارض عن حرائق المحاصيل الأخرى، ومن البيانات المكانية المستخدمة في عملية فصل الحرائق بيانات نوع التربة، وبيانات رطوبة التربة، وبيانات كثافة الغطاء النباتي.
- استخدام بيانات المرئيات الفضائية (Landsat8) في معالجة حرائق قش الارز في المحافظة، عن طريق تحديد مواقع تلك الحرائق، وزيادة الرقابة البيئية علي المناطق التي ينتشر بها هذا النوع من الحرائق من قبل الجهات المسؤولة، في محاولة لإمكانية الحد من هذه الظاهرة في المستقبل، والمحافظة علي صحة البيئة والسكان، لتحقيق الجانب النفعي التطبيقي للجغرافيا.

البيانات وأساليب الدراسة:

أولاً: البيانات:

تمثل المرئية الفضائية (Landsat8-OLI) بتاريخ (١٠-١٠-٢٠١٧)، المصدر الرئيسي لبيانات للدراسة، لان تحديد مواقع الحرائق سيتم من خلال أطوال موجية معينة بها، كما سيتم استخراج مؤشر رطوبة التربة، وكثافة الغطاء النباتي باستخدام بيانات المرئية، وخصت الدراسة تاريخ المرئية في شهر أكتوبر تحديداً، لأن معظم حرائق قش الارز تحدث في هذا الشهر، حيث يبدأ موسم حصاد الارز في

مصر تقريباً من نهاية شهر سبتمبر حتى أوائل شهر نوفمبر.

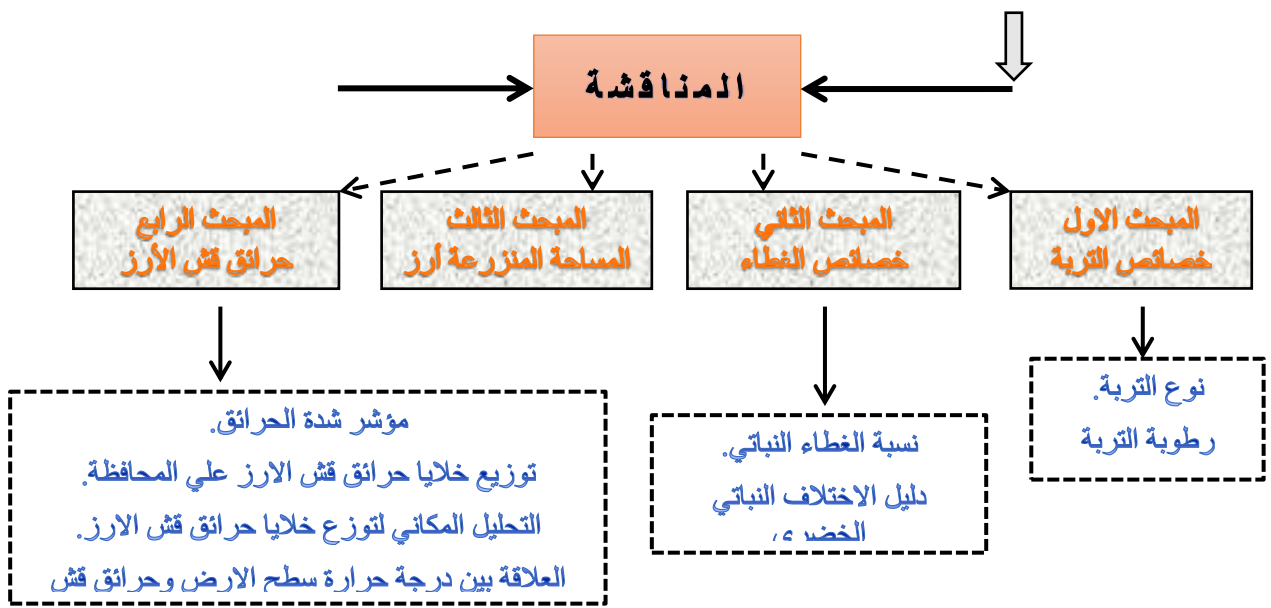
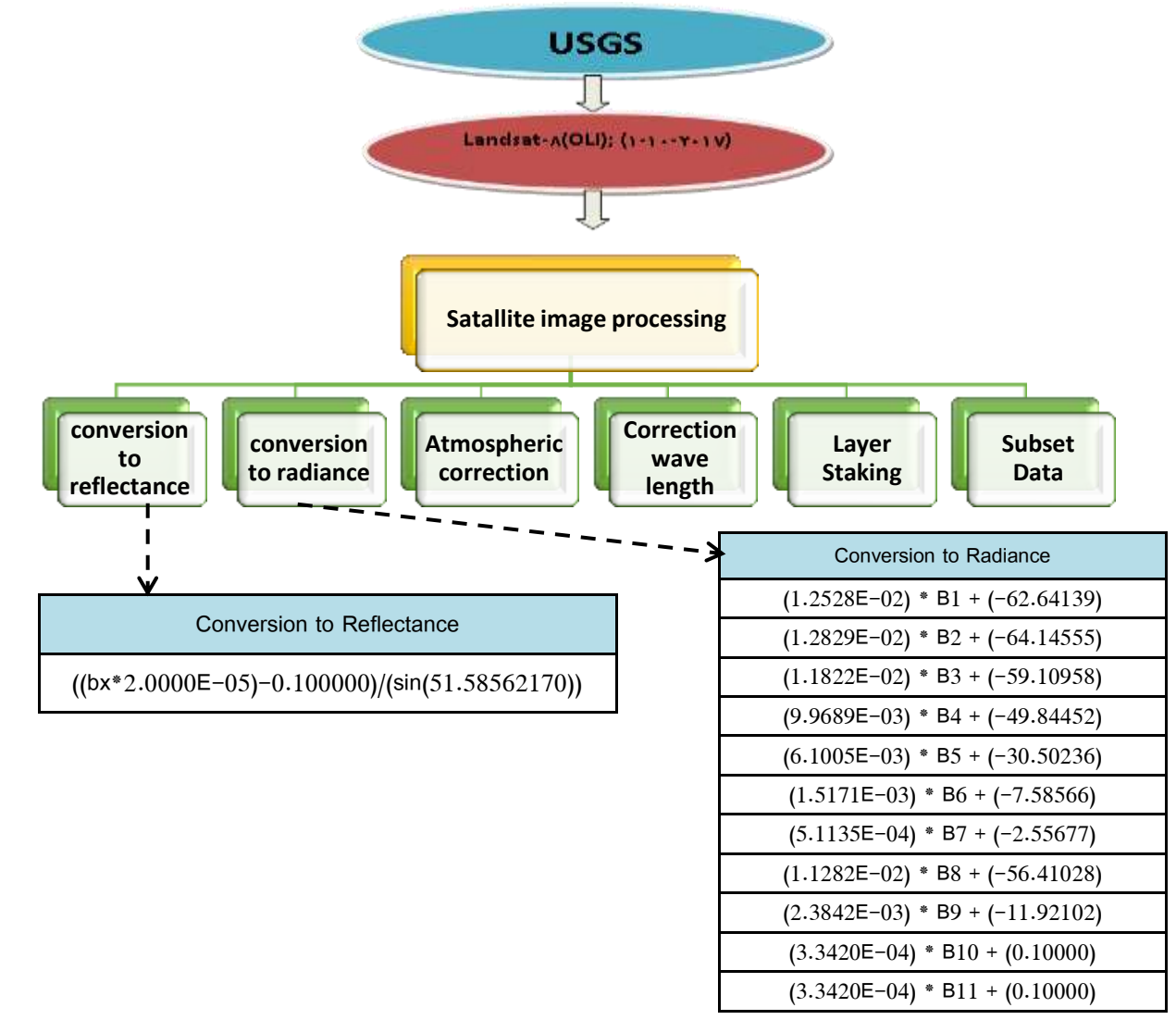
كما تم الاعتماد علي البيانات المكانية الخاصة بتصنيف التربة لمحافظة الشرقية، لتحديد أنواع التربة الصالحة لزراعة الارز بالمحافظة، واستخدامها لفصل حرائق قش الارز عن الحرائق الأخرى.

ثانياً: أساليب الدراسة؛ من الاساليب التي استخدمتها الدراسة ما يلي:

- الأسلوب الكمي: يتمثل الأسلوب الكمي في تطبيق بعض الأساليب والطرق الإحصائية لإظهار بعض العلاقات وتفسير ذلك والتوصل إلى النتائج .
- الأسلوب الكارثوجرافي والبياني: يستخدم هذا الأسلوب لعرض نتائج التحليل الإحصائي والمكاني في صورة مرئية، مثل الخرائط والرسوم البيانية، وذلك باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد والبرامج الإحصائية.
- الدراسة الميدانية: ومن أهم الاسئلة التي تمكنت الدراسة الميدانية من الاجابة عليها، ما هي أسباب حرائق قش الارز، ما هي أنواع التربة الملائمة لزراعة الارز.
- أساليب التقنيات الحديثة في نظم المعلومات الجغرافية: مثل (أدوات تحليل التراكب Overlay، وأدوات تحليل التوزيع Measuring Geographic Distribution، وأدوات تحليل الاقتراب Proximity، وأدوات تحليل الأنماط Analyzing Patterns، وأدوات نمذجة العلاقات المكانية Modeling Spatial Relationships والتي من أشهرها نموذج OLS) وجميع هذه الادوات متاحة في برنامج (ArcMap10.1)، كما تم استخدام بعض الادوات في برنامج الاستشعار من بعد (ENVI5.0) ومنها (statistics ، Profile ، Band Math).

منهجية الدراسة.

ويوضح شكل (١) النموذج الهيكلي لمنهجية الدراسة، والتي يمكن ايجازها في استخدام موقع هيئة المساحة الجيولوجية الامريكية (USGS) في الحصول علي المرئية الفضائية المستخدمة في الدراسة، ثم اجراء عملية معالجة للمرئية واستخراج المؤشرات من البيانات المعالجة واخراج الخرائط، ثم صياغة الدراسة إلي أربعة مباحث من خلال المناقشة والتحليل، ويتناول المبحث الاول دراسة خصائص التربة، أما المبحث الثاني فيدرس حالة الغطاء النباتي، في حين يهتم المبحث الثالث بدراسة المساحة المنزرعة أرز، بينما يدرس المبحث الرابع تحديد مواقع حرائق قش الارز في منطقة الدراسة، واجراء بعض التحليلات المكانية علي توزيع الحرائق.



شكل (1) يوضح النموذج الهيكلي لمنهجية الدراسة.

وتتكون المحافظة من ١٣ مركز ادارى، يضم ١٧ حاضرة، و٤٩٦ قرية، ٣٨٩٠ بين عزبة ونجع وكفر، بالإضافة الي مدينتي الصالحية الجديدة والعاشر من رمضان وهما تابعتان من الناحية الادارية الي هيئة المجتمعات العمرانية، وتبلغ مساحة المحافظة نحو ٥٠٣٣,٤ كم^٢، ويعتبر مركز الحسينية أكبر مراكز المحافظة مساحة حيث تبلغ مساحته حوالي ١٠٣٢ كم^٢، وبما يعادل خمس مساحة المحافظة تقريباً (٢٠,٥%)، في حين يُعد مركز مشتول السوق أصغرها بمساحة تبلغ ٧٦,١ كم^٢، وبنسبة تعادل (١,٥%) من إجمالي مساحة المحافظة؛ وتتميز محافظة الشرقية بالتربة الرسوبية الخصبة التي تكونت بفعل رواسب نهر النيل وفروعه، وتبلغ اجمالي المساحة المنزرعة في المحافظة عام ٢٠١٧م نحو ٣٦٥٣,٢١ كم^٢ أي ما يعادل ٨٦٩٨١٢ فدان، ويتشابه التركيب المحصولي للمحافظة مع نظيره في محافظات دلتا النيل، حيث يزرع فيها القمح والفول البلدي وبنجر السكر في الشتاء، والقطن والارز والذرة البيضاء في الصيف.

المناقشة والتحليل.

قبل البدء في جوهر الدراسة وهو تحديد مواقع حرائق قش الارز في المحافظة سيتم دراسة خصائص التربة، وحالة الغطاء النباتي في المحافظة، حيث أن دراسة عناصر خصائص التربة وحالة الغطاء النباتي ستستخدم للمساعدة في فصل حرائق قش الارز عن الحرائق الأخرى في المحافظة، وذلك لعدم وجود قاعدة بيانات مكانية رقمية بحيازات زراعة الارز في المحافظة، كما سيتم التعرف علي مقدار المساحة المنزرعة أرز ونتاجها في المحافظة عام ٢٠١٧م.

أولاً: المبحث الاول (خصائص التربة).

يتسم كل نوع من التربة بمجموعة من العناصر التي تميزها عن غيرها من الترب، تتمثل في مكونات أو قوام هذه التربة ويؤثر هذا التكوين علي نوع المحصول الذي يزرع في التربة والجدارة الانتاجية للتربة، وسيتم من خلال دراسة خصائص التربة دراسة لعنصري (نوع التربة - رطوبة التربة) كما يلي:

١- نوع التربة.

تتكون التربة في منطقة الدراسة من انواع مختلفة من الترب، وقد ساعد هذا علي تنوع المحاصيل التي يمكن زراعتها في منطقة الدراسة، ويوضح الجدول (١) أنواع التربة التي تتكون منها محافظة الشرقية عام ٢٠٠٩م، وتحليل الجدول السابق وشكل (٣) يمكن استخلاص مجموع الحقائق التالية:

جدول (١) تقسيم التربة في محافظة الشرقية حسب النوع عام ٢٠٠٩ م.

نوع التربة	المساحة (فدان)	%
أراضي ملحية ذات أفق مائي	٧٦٧٤٤.٧	٧.٤
أراضي صخرية	٢٠٨٨.٠	٠.٢
أراضي كلسية	٢٦٥٤٥.١	٢.٦
أراضي رملية يسودها معدن الكوارتز	١٦٤٨٩١.٩	١٥.٩
أراضي رسوبية نموذجية تخلو من التشققات	١٠٣٧٩.١	١.٠
أراضي طميية رملية	٤٩٦٤٠.٨	٤.٨
أراضي رملية بها معدن أكاسيد السيلكون	٢٢١٧١.٣	٢.١
أراضي رسوبية خصبة بها تشققات	٥٦٣٠٨٩.٧	٥٤.٥
مناطق عمرانية	١١٨٣٢١.٨	١١.٤
الإجمالي	١٠٣٣٨٧٢	١٠٠

المصدر: من اعداد الطالبة اعتماداً علي (عبدالله جاد واخرون، ٢٠٠٩).

تتميز منطقة الدراسة بالأراضي الرسوبية الخصبة التي بها تشققات حيث تشكل مساحة ٥٦٣٠٨٩,٧ فدان، أي ما يعادل أكثر من نصف مساحة لمحافظة (٥٤,٥%)، وتتكون تلك التربة من رواسب نهر النيل، وتتألف هذه الرواسب من الصلصال والصلصال الرملي، لذلك فهي تناسب إنتاج مختلف المحاصيل، وتنتشر هذه الاراضي في جميع مراكز المحافظة، وتظهر بمساحة قليلة جداً في الظهير الصحراوي لمدينة الصالحية الجديدة.

وتشكل الاراضي الرملية التي يسودها معدن الكوارتز مساحة ١٦٤٨٩١,٩ فدان، وبما يعادل سدس مساحة المحافظة (١٥,٩%)، وهي أراضي رملية سريعة النفاذية للمياه، وهي من انواع التربة التي تناسب زراعة القمح والشعير والخضر والفاكهة، وتنتشر تلك الاراضي في الظهير الصحراوي لمدينة الصالحية الجديدة ومراكز فاقوس والحسينية وابو حماد وبلبيس.

وتمثل الاراضي الملحية ذات الافق المائي مساحة ٧٦٧٤٤,٧ فدان، أي ما يعادل أقل من عشر مساحة المحافظة (٧,٤%)، وتسود هذه الاراضي في شمال وشرق مركز الحسينية، ويتميز هذا النوع من الاراضي بارتفاع منسوب الماء الأرضي به وزيادة الملوحة، لأنها قريبة من بحيرة المنزلة وهي تربة غير صالحة للزراعة وتحتاج إلي انشاء شبكة جيدة من المصارف، وتوفير مياه الري اللازمة لغسيل التربة من

الاملاح الزائدة، وتم استصلاح بعض الاجزاء منها لزراعة الارز في صان الحجر شمال مركز الحسينية" (محمد مهدي، ٢٠١٢، ص ٢٢).

وتضم منطقة الدراسة اراضي **طميية رملية** بمساحة ٤٩٦٤٠,٨ فدان، وبنسبة ٤,٨% من إجمالي المحافظة، وهي اراضي ذات قوام طيني رملي، توجد في الظهير الصحراوي لمدينة الصالحية الجديدة ومركزي بلبيس وابو حماد؛ وبنسبة للأراضي الكلسية فقد بلغت مساحتها ٢٦٥٤٥,١ فدان وبنسبة ٢,٦% من إجمالي المحافظة، وهي تربة جافة لا تستغل في الزراعة، وهي تنتشر في مركز الحسينية. وتمثل الاراضي الرملية التي بها معدن أكاسيد السيلكون مساحة ٢٢١٧١,٣ فدان وبنسبة ٢,١% من إجمالي المحافظة، وهي تربة ذات قوام رملي يزيد بها انتشار معدن أكاسيد السيلكون، وتعمل الدولة علي تحسين خواص هذه التربة من خلال استصلاح اجزاء منها في الزراعة، وتنتشر تلك التربة في الظهير الصحراوي لمدينة الصالحية الجديدة ومركزي فاقوس وابو حماد.

يتضح من العرض السابق أن الأراضي التي تتاسب زراعة الارز تشكل ٦٠,٣% من إجمالي محافظة الشرقية، وهي الأراضي الرسوبية الخصبة التي بها تشققات، والأراضي الطميية الرملية، والأراضي الرسوبية النموذجية التي تخلو من التشققات^(١).

٢- مؤشر رطوبة التربة (SMI) Soil Moisture Index.

تعتبر المياه من العناصر المهمة التي يحتاج لها النبات لإتمام عملية النمو فهي لا تقل في الأهمية عن الضوء ودرجة الحرارة والأملاح والمعادن اللازمة لنموه، ولكن توافر المياه في التربة لا بد أن يكون بحجم معين، فهي لا تزيد ولا تنقص عن احتياج النبات لها حتى لا يذبل النبات ويموت؛ وقد أسهم استخدام المرئيات الفضائية في التعرف على رطوبة التربة وذلك بطريقة غير مباشرة، حيث تستخرج قيمة مؤشر رطوبة التربة بمعلومية درجات الحرارة السطحية (LST)، التي تعتمد في استخراجها على النطاق الحراري في المرئية الفضائية ومؤشر NDVI، وتستخرج قيمة مؤشر رطوبة التربة (SMI) طبقاً للمعادلة الآتية (Ivan et al., 2017,p6):

$$SMI = \frac{LST_{max} - LST}{LST_{max} - LST_{min}}$$

- حيث: LSTmax = القيمة العليا لدرجة الحرارة السطحية. LSTmin = القيمة الدنيا لدرجة الحرارة السطحية.

LST = القيم الرقمية لدرجات الحرارة السطحية.

وتتراوح قيمة مؤشر رطوبة التربة (SMI) ما بين (٠ - ١)، وتدل القيم التي تقترب من (١) على ارتفاع مستوي رطوبة التربة حيث كثافة الغطاء النباتي وانخفاض درجة الحرارة، في حين يشير اقتراب القيم من (صفر) إلى انخفاض مستوي رطوبة التربة حيث انخفاض كثافة الغطاء النباتي أو انعدامه وارتفاع درجة الحرارة (Ivan et al., 2017,p8)، وتتراوح قيمة مؤشر الرطوبة (SMI) في منطقة الدراسة ما بين (٠ - ١) حيث يرتفع مستوي رطوبة التربة في المناطق التي تظهر باللون الاحمر الداكن كما هو واضح في بعض مناطق مركز الحسينية حيث توجد المزارع السمكية، وفي المناطق المستصلحة في الظهير الصحراوي لمدينة الصالحية الجديدة، ويقل مستوي الرطوبة في التربة كلما تدرج اللون من الاحمر الي الاصفر، اما اللون الاخضر فيدل على الأراضي الجافة وهو يظهر بوضوح في الظهير الصحراوي لمدينة العاشر من رمضان، شكل(٤).

(١) الدراسة الميدانية وسؤال بعض المهندسين الزراعيين.

البنفسجي حيث المناطق العمرانية والظهير الصحراوي للمحافظة، اما التربة كثيفة الغطاء النباتي فهي تظهر باللون الاخضر الداكن كما هو واضح في مراكز قلب المحافظة وبعض المناطق المستصلحة في الظهير الصحراوي لمدينتي الصالحية الجديدة والعاشر من رمضان، وكلما قل التدرج من اللون الاخضر الي الاصفر كلما قلت معه كثافة الغطاء النباتي.

٢- مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي Normalized Difference Vegetation Index

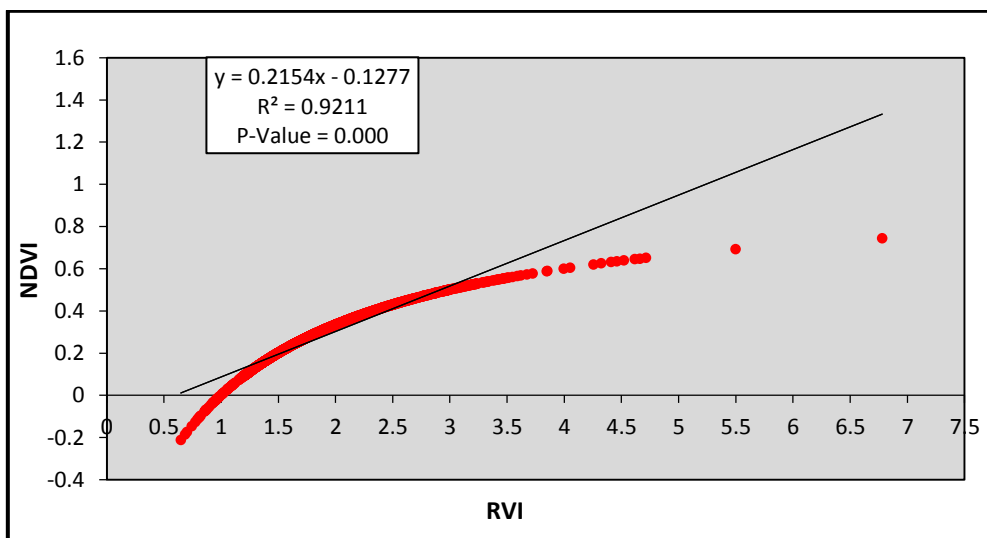
يستخدم مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) للتعرف علي حالة النبات أو صحة النبات، وتظهر النباتات بحالة صحية عندما تزداد قيم الانعكاسية الطيفية للطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR)، وتتنخفض للطول الموجي الاحمر (Red)، حيث تزداد قدرة النبات علي امتصاص أشعة الشمس وبالتالي زيادة نسبة الكلوروفيل في النبات، ويتم استخراج قيمة مؤشر (NDVI) حسب العلاقة التالية:

$$NDVI = \frac{BandNIR - BandRed}{BandNIR + BandRed}$$

وتتراوح قيمة مؤشر (NDVI) ما بين (-١ الي +١)، وتدل القيم التي تتراوح ما بين (+٠,٢١ -٠,٢١) علي وجود نباتات تزداد كثافتها وصحتها كلما اقتربت القيمة من (+١)، بينما تدل القيم التي تتراوح ما بين (-١ الي +٠,٢) علي وجود ظاهرات اخري غير النباتات مثل العمران والتربة الجرداء والمجاري المائية (www.gisresources.com).

وقد سجلت قيمة المؤشر لمنطقة الدراسة ما بين (-٠,٣٧ -٠,٧٩)، وتشير القيم التي تظهر باللون الاحمر والتي تتراوح قيمتها ما بين (-٠,٣٧ -٠,٢٠) الي التربة الجرداء والصحراء والمناطق العمرانية والمجاري المائية؛ اما القيم التي تتراوح ما بين (+٠,٢١ -٠,٥٠) والتي تظهر باللون الاصفر فتشير الي وجود نباتات ذات كثافة عامة وبصحة عادية، وتعتبر هذه القيم الاكثر انتشاراً في جميع مراكز المحافظة؛ بينما تشير القيم التي تظهر باللون الاخضر الفاتح والتي تتراوح قيمتها ما بين (-٠,٥١ -٠,٧٩) علي وجود نباتات بكثافة وبصحة جيدة، وهي تنتشر في جميع مراكز المحافظة، لكنها تظهر بوضوح في مراكز الزقازيق وفاقوس وههيا والابراهيمية والحسينية والمناطق المستصلحة في الظهير الصحراوي لمدينة الصالحية الجديدة، شكل (٦).

٣- تدل قيمة (P-Value)^(١) والتي بلغت (٠,٠٠) علي أن قيم مؤشر (RVI) عامل مؤثر فعلاً في قيم مؤشر (NDVI)، حيث أنه كلما ارتفعت قيمة مؤشر (NDVI) ارتفعت قيمة (RVI) وكثافة الغطاء النباتي.



شكل (٧) العلاقة بين مؤشر (NDVI) ومؤشر (RVI).

يتضح من العرض السابق العلاقة الطردية القوية بين مؤشر كثافة الغطاء النباتي، ومؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي، حيث أنه كلما ارتفعت كثافة النباتات، كلما تمتعت بصحة جيدة، وحيث أن المؤشران يمكننا من التعرف علي أماكن وجود النباتات، فقد اعتمدت الطالبة علي مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) للمساعدة في فصل حرائق قش الارز عن أنواع الحرائق الأخرى تحديداً القيم ما بين (٠,٢١ - ٠,٧٩)، بالإضافة طبقة أنواع التربة، وطبقة رطوبة التربة.

ثالثاً: المبحث الثالث (المساحة المنزرعة أرز في محافظة الشرقية).

يُعد الارز من المحاصيل الاقتصادية التي تتميز بإنتاجها محافظة الشرقية، حيث تتوفر بها التربة الخصبة المتماسكة التي تناسب زراعة الارز والمياه التي تستخدم في عملية الري شأنها شأن معظم اراضي دلتا النيل، وقد بلغ إجمالي المساحة المزروعة أرز عام ٢٠١٧م بمحافظة الشرقية ٢٦٦٥٩٤ فدان وينسبة أقل قليلاً من ثلث إجمالي المساحة المنزرعة في المحافظة عام ٢٠١٧ (٣١%)، ويحجم انتاج سجل ١٠٥٠٩٨٢ أردب، وبمتوسط إنتاجية بلغ ٣,٩ أردب/فدان، ويلاحظ من استقراء جدول (٢) الذي يوضح التوزيع العددي والنسبي للمساحة المنزرعة أرز والإنتاج والانتاجية علي مراكز محافظة الشرقية عام ٢٠١٧م الاتي:

(١) يعتبر المتغير المستقل غير مؤثر اذا زادت قيمة (P-Value) عن (٠,١).

جدول (٢) التوزيع العددي والنسبي للمساحة المنزرعة أرز والإنتاج والانتاجية علي مراكز محافظة الشرقية عام ٢٠١٧م.

الانتاجية (أردب) / فدان	الانتاج		المساحة المنزرعة أرز			إجمالي المساحة المزروعة (فدان)	المركز
	%	أردب	% لإجمالي المساحة المزروعة في المركز	% لإجمالي المساحة المزروعة أرز	المساحة (فدان)		
٤.٤	٣.٧	٣٨٦٣٦	١٨.١	٣.٣	٨٨.٧	٤٨٥٣٠	ابو حماد
٤.٢	٧.٦	٧٩٣٥٥	٥٠.٦	٧.١	١٨٩١٢	٣٧٣٦١	ابو كبير
٣.٧	٢.٣	٢٣٧٢٨	٣٨.٥	٢.٤	٦٣٣٧	١٦٤٥٥	الابراهيمية
٣.٧	٢٣.٨	٢٥٠.١٠	٢١.٣	٢٥.٥	٦٧٩٨١	٣١٨٩٢٦	الحسينية
٤.١	١٢.٥	١٣٠.٩٣٦	٥٠.٧	١٢.٠	٣١٩٨٨	٦٣.٦٦	الزقازيق
٣.٧	٨.٢	٨٥٨٤٤	٥١.٤	٨.٧	٢٣١.٠٩	٤٤٩١٩	اولاد صقر
٤.١	٥.٨	٦.٥٣٢	١٩.٦	٥.٥	١٤٦٦٥	٧٤٨٩٥	بلييس
٣.٩	٩.٢	٩٧.٧٤	٦١.٤	٩.٤	٢٥١٥٩	٤٠.٩٦٦	ديرب نجم
٤.٢	١٢.٤	١٣٠.٤٧٢	٣٣.٢	١١.٧	٣١٢٣٣	٩٤٢٠.١	فاقوس
٤.٤	٦.٢	٦٥٥٣٩	٤٣.١	٥.٦	١٥٠.٢١	٣٤٨٨٢	كفر صقر
٣.٥	١.١	١١٥١١	٢٠.٧	١.٢	٣٣١٢	١٦.٠١٩	مشتول السوق
٣.٩	٤.١	٤٣٥٥٩	١٩.٩	٤.٢	١١٢٣٧	٥٦٤٤٠	منيا القمح
٣.٨	٣.٢	٣٣٧٨٦	٣٨.٢	٣.٣	٨٨٣٣	٢٣١٥٢	ههيا
٣.٩	١٠.٠	١٠٥٠٩٨٢	٣٠.٦	١٠.٠	٢٦٦٥٩٤	٨٦٩٨١٢	إجمالي المحافظة

المصدر: محافظة الشرقية، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، ٢٠١٧م.

سجل مركز الحسينية أكبر مساحة مزروعة بالأرز علي مستوي مراكز محافظة الشرقية بمساحة ٦٧٩٨١ فدان، وبنسبة أكثر قليلا من ربع المساحة المزروعة أرز علي مستوي المحافظة (٢٥,٥%)، وبنسبة ٢١,٣% من إجمالي المساحة المزروعة في المركز، وبحجم إنتاج بلغت نسبته نحو ٢٣,٨% من إجمالي إنتاج المحافظة، وبمتوسط انتاجية سجل ٣,٧ أردب/فدان، ويرجع هذا الي اتساع الزمام الزراعي للمركز والذي بلغت نسبته ٣٦,٧% من إجمالي الزمام الزراعي في المحافظة.

يليه في الترتيب الثاني مركز الزقازيق بنسبة ١٢% من إجمالي المساحة المزروعة أرز في المحافظة، وبحجم إنتاج بلغ ١٢,٥% من إجمالي إنتاج المحافظة، وبمتوسط انتاجية سجل ٤,١ أردب/فدان، وفي الترتيب الثالث مركز فاقوس بنسبة ١١,٧% من إجمالي المساحة المزروعة أرز في

المحافظة، وبحجم انتاج بلغ ١٢,٤% من اجمالي انتاج المحافظة، وبمتوسط انتاجية سجل ٤,٢ أردب/فدان، وبهذا يتضح ان المراكز الثلاثة الاولى مجمعة تضم أقل قليلاً من نصف المساحة المزروعة أرز في المحافظة (٤٩,٢%).

واحتلت مراكز (دير بنجم، اولاد صقر، ابو كبير، كفر صقر، بلبيس) ترتيب متوسط بين مراكز المحافظة بمساحة مزروعة أرز تتراوح نسبتها ما بين (٥,٥% - ٩,٤%)، وبنسبة انتاج تتراوح ما بين (٥,٨% - ٩,٢%)، وبمتوسط انتاجية سجل (٣,٩ - ٣,٧ - ٤,٢ - ٤,٤ - ٤,١ أردب/فدان) للمراكز علي الترتيب للمراكز.

وجاءت في المراتب الخمس الاخيرة مراكز منيا القمح وابو حماد وههيا والابراهيمية ومشتول السوق بمساحة مزروعة أرز بلغت نسبتها مجمعة للمراكز نحو ١٤,٥% من اجمالي المحافظة، وبحجم انتاج (١٤,٤%) من اجمالي انتاج المحافظة، وبمتوسط انتاجية (٣,٩، ٤,٤، ٣,٨، ٣,٧، ٣,٥ أردب/فدان) علي الترتيب للمراكز.

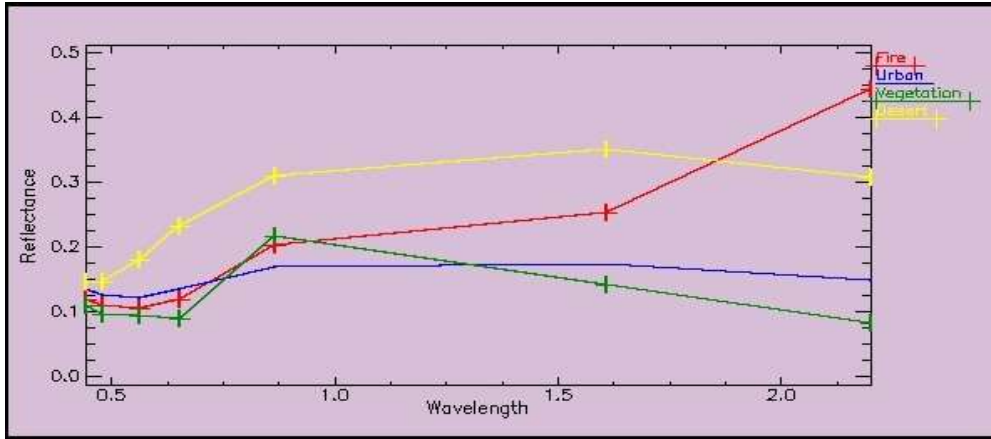
رابعاً: المبحث الرابع (مؤشر شدة الحرائق (NBR) Normalized Burn Ratio).

ينتج عن محصول الارز بعض المشكلات البيئية التي تحدث نتيجة لحرائق قش الارز، ومنها ارتفاع درجة الحرارة، والسحابة السوداء، كما أن حرائق قش الأرز تسبب للسكان الاحساس بالتعب وعدم الراحة خاصة مرضي الجهاز التنفسي ومرض حساسية العيون، وتعاني المحافظة كل سنة في موسم حصاد الأرز من التلوث البيئي وعدم القدرة في السيطرة علي حرائق قش الأرز، وقد فرضت الدولة العديد من العقوبات علي مرتكبي حرائق قش الارز، ولكن لا يمكن للمحافظة تتبع كل هذه المساحة لتحديد أماكن حرائق قش الارز، لذا استخدمت الدراسة المرئية الفضائية (Landsat8) لتحديد أماكن حرائق قش الأرز في المحافظة، عن طريق مؤشر شدة الحرائق (NBR)؛ ويمثل مؤشر شدة الحرائق ناتج قسمة الفرق بين قيم الانعكاسات الطيفية عند الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القصيرة والطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القريبة علي مجموعهما وذلك حسب المعادلة الاتية:

: (<https://landsat2.arcgis.com>)

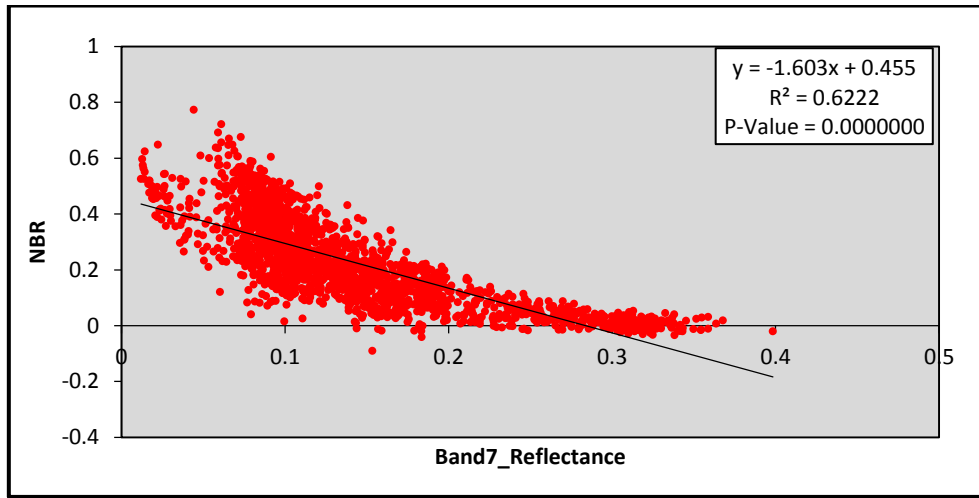
$$NBR = \frac{BandSWIR - BandNIR}{BandSWIR + BandNIR}$$

ويتضح من نموذج عينة البصمات الطيفية للقيم الانعكاسية عند الاطوال الموجية المختلفة لظواهر مثل الحرائق والمناطق العمرانية والظهير الصحراوي والنباتات في منطقة الدراسة شكل (٨)، أن القيم الانعكاسية الطيفية تزداد قيمتها عند وجود الحرائق النشطة عند الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القصيرة، وتقل القيم مع الصحاري والمناطق العمرانية النباتات. ويدل هذا علي أهمية نطاق الاشعة تحت الحمراء القصيرة في تحديد الحرائق.



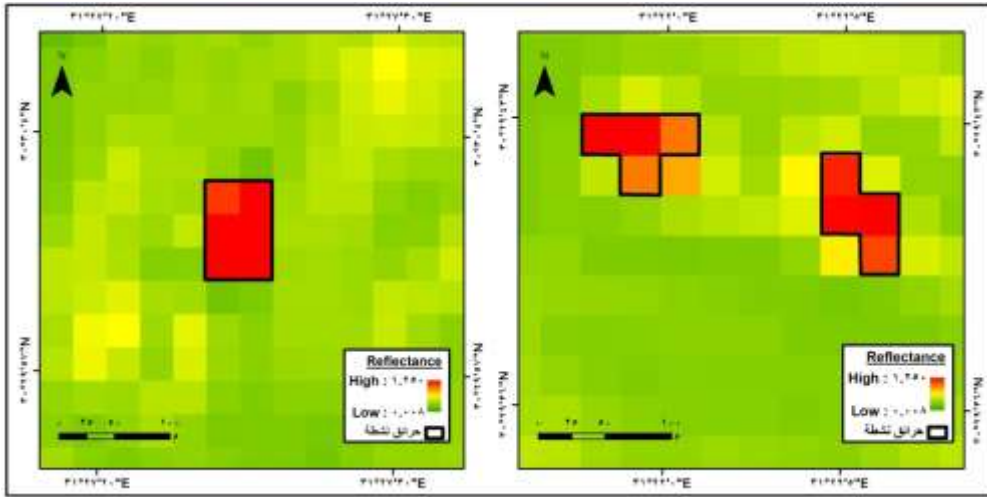
شكل (٨) نموذج لعينة من البصمات الطيفية للقيم الانعكاسية عند الاطوال الموجية من (B1-B7) لعينة من الظاهرات.

ويؤكد ما سبق ايضاً العلاقة الخطية التي تربط بين ناتج قيمة مؤشر (NBR) وقيم الانعكاسات الطيفية عند الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القصيرة. شكل (٩)، حيث توجد علاقة عكسية قوية بين الاثنين وبلغت قيمة معامل الارتباط (-٠.٧٨)، وبلغت قيمة معامل التحديد (R^2) ٠.٦٢، وتتمثل العلاقة في انه كلما ارتفعت قيم الانعكاسية الطيفية للطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القصيرة كلما انخفضت قيمة مؤشر (NBR) ويدل انخفاض قيمة مؤشر (NBR) علي وجود حرائق نشطة.

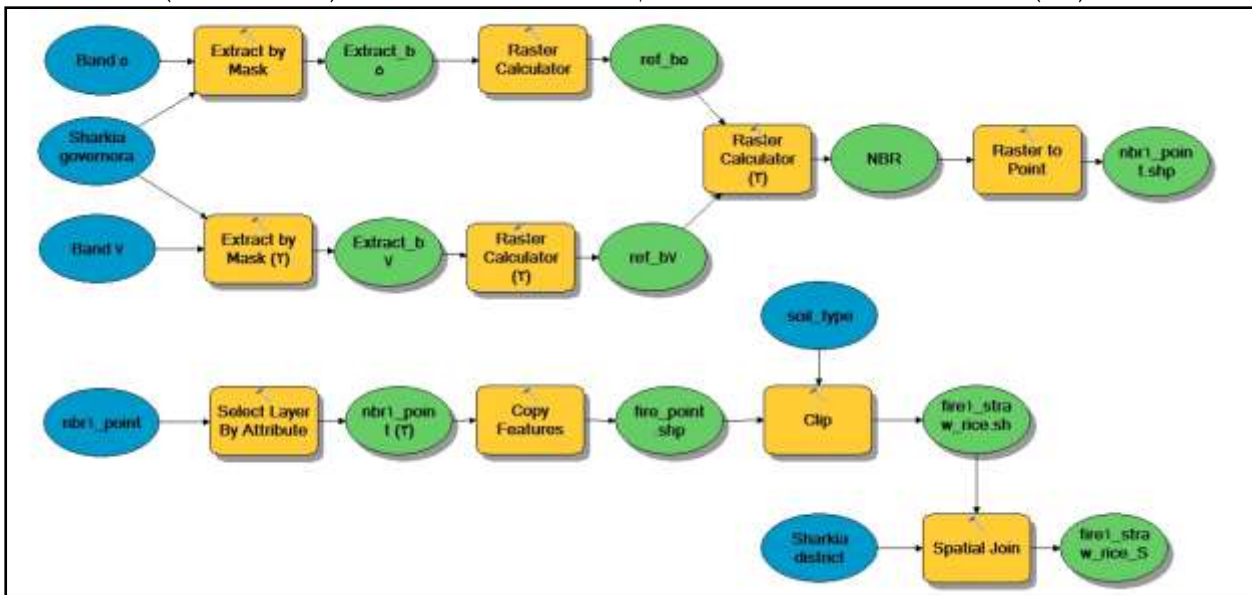


شكل (٩) العلاقة بين قيمة مؤشر (NBR) والقيم الانعكاسية الطيفية لل(B7-SWIR).

ويوضح الشكل (١٠) نماذج من الحرائق التي تظهر بوضوح في القيم الانعكاسية المرتفعة للطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القصيرة، حيث تظهر الحرائق النشطة باللون الاحمر، وكلما تدرج اللون من الاحمر الي الاصفر انخفض نشاط الحرائق، وتختفي الحرائق تماماً في اللون الاخضر.



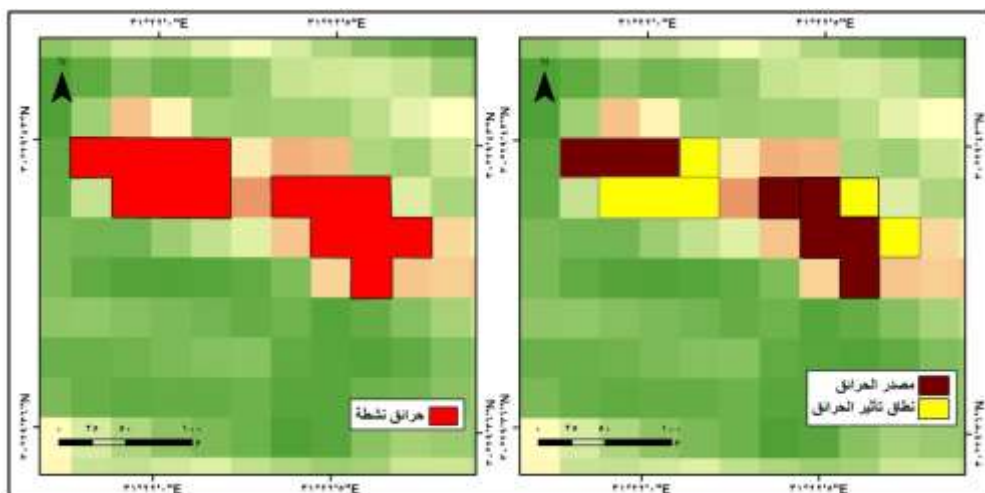
شكل (١٠) تحديد أماكن الحرائق النشطة من القيم الانعكاسية الطيفية للبانء ٧ (Band SWIR).



شكل (١١) النموذج الهيكلي لتحديد مواقع حرائق قش الارز في محافظة الشرقية عام ٢٠١٧م.

ويوضح شكل (١١) النموذج الهيكلي لتحديد حرائق قش الارز في محافظة الشرقية عام ٢٠١٧م، وتتمثل أهم خطواته في استقطاع منطقة الدراسة من البانء الخاص بالطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القصيرة، والأشعة تحت الحمراء القريبة، ثم اجراء عملية التصحيح للقيم الانعكاسية للطولين الموجيين عن طريق معادلات تم تركيبها من الملف التعريفي للمرئية، وبعد عملية التصحيح تم استخراج مؤشر شءء الحرائق، اعقب ذلك تحويل القيم من صورتها ال(Raster)، إلى طبقة (Vector) من نوع (Point)، لاستقطاع النقط الخاصة بالحرائق النشطة فقط، ثم فصل حرائق قش الارز عن الحرائق الأخرى عن طريق تطابق بيانات مؤشري رطوبة التربة، الاختلاف الخضري الطبيعي، مع بيانات أنواع التربة التي يجوز بها زراعة الارز، وبعد عملية الفصل تم ربط البيانات الناتجة بكل مركز لحصر عدد مواقع حرائق قش الارز بكل مركز علي حءء.

وتسجل قيمة مؤشر (NBR) عنده قيم تتراوح ما بين (-٠,٥ و -١)، بينما يظهر نطاق تأثير الحرائق باللون الاصفر وتكون فيه قيم المؤشر ما بين (-٠,١٥ و -٠,٤٩)، وبصفة عامة يمثل مجموع خلايا مصدر الحرائق وخلايا نطاق تأثير الحرائق خلايا الحرائق النشطة في منطقة الدراسة.



شكل (١٣) عينة من الحرائق النشطة وتقسيمها حسب قيمة مؤشر (NBR).

وقد تبين أن إجمالي عدد الخلايا التي تدل علي وجود حرائق نشطة في منطقة الدراسة سجل (٧٣٧ خلية)، منها (٥٨٦ خلية) ظهرت في الاراضي التي تصلح لزراعة الارز تمثل نسبة ٧٩,٥% من إجمالي خلايا الحرائق في المحافظة، و(٣٠ خلية) في مدينة العاشر من رمضان وظهيرها، (١٢١ خلية) ظهرت في أنواع الاراضي الأخرى، وقد اتضح أن المزارعين في هذه المناطق يحرقون مخلفات بعض المحاصيل لزيادة خصوبة التربة؛ وتحليل جدول (٣) تبين أن الخلايا النشطة لحرائق قش الارز تتوزع علي مراكز المحافظة كالاتي:

جدول (٣) قيمة مؤشر (NBR) والتوزيع العددي والنسبي لخلايا حرائق قش الارز علي مراكز محافظة الشرقية.

قيمة مؤشر NBR		الخلايا النشطة				المركز
MAX	MIN	%	اخرى (خلية)	%	حرائق قش الارز (خلية)	
٠.٧٦٤	٠.٦٦٨-	٥.٣٠	٨	٣.٢٤	١٩	ابو حماد
٠.٧٥٢	٠.٦١٨-	٢.٦٥	٤	٢.٥٦	١٥	ابو كبير
٠.٧٢٣	٠.٥٨٩-	٠.٠٠		١.٨٨	١١	الابراهيمية
٠.٨٠٤	٠.٨٥-	١٢.٥٨	١٩	٢٠.٨٢	١٢٢	الحسينية
٠.٧٤١	٠.٦٧٦-	-	-	٤.٢٧	٢٥	الزقا زيق
٠.٧٣٩	٠.٨٣٢-	-	-	١١.٠٩	٦٥	اولاد صقر
٠.٦٨٩	٠.٨٠٩-	٤.٦٤	٧	٦.٣١	٣٧	بليبس
٠.٧٠٧	٠.٥١-	-	-	٢.٩٠	١٧	ديرب نجم
٠.٧٢	٠.٧٧٨-	٣٣.٧٧	٥١	٢٢.٥٣	١٣٢	فاقوس
٠.٧٢٢	٠.٨٣٤-	٣.٣١	٥	١٤.٣٣	٨٤	كفر صقر
٠.٦٥٩	٠.٦٩٥-	٤.٦٤	٧	٠.٥١	٣	مشتول السوق
٠.٧٥	٠.٦٦٤-	-	-	٨.٣٦	٤٩	منيا القمح
٠.٧٣٨	٠.٤٧٨-	-	-	٠.٨٥	٥	ههيا
٠.٧٥٩	٠.٤٦٥-	١٣.٢٥	٢٠	٠.٣٤	٢	الصالحية الجديدة وظهيرها
٠.٦٩٢	٠.٣٤٣-	١٩.٨٧	٣٠	-	-	العاشر من رمضان وظهيرها
٠.٨٠٤	٠.٨٥-	١٠٠	١٥١	١٠٠	٥٨٦	إجمالي المحافظة

المصدر: الجدول من اعداد الطالبة اعتماداً علي برنامج ENVI، علماً بان البكسل مساحة (٣٠*٣٠) متر.

٤- استحوذ مركز فاقوس علي أكبر عدد من خلايا حرائق قش الارز بعدد بلغ ١٣٢ خلية، تمثل نسبة ٢٢,٥٣% من إجمالي خلايا حرائق قش الارز في المحافظة، يليه مركز الحسينية بعدد ١٢٢ خلية وبنسبة ٢٠,٨٢%، ثم مركز كفر صقر بعدد ٨٤ خلية وبنسبة ١٤,٣٣%، وبهذا يتضح أن المراكز الثلاثة ضمت ٥٧,٦٨% من إجمالي خلايا حرائق قش الارز في المحافظة، وبالتالي تُعد هذه المراكز الاكثر تلوثاً للهواء، لأنه كلما زادت خلايا حرائق قش الارز في المركز، كلما ارتفعت معدلات تلوث الهواء به.

٥- وفي الترتيب الرابع والخامس والسادس جاءت مراكز أولاد صقر ومنيا القمح وبليبس بعدد (٦٥، ٤٩، ٣٧) خلية، وبنسبة (١١,٩%، ٨,٣٦%، ٦,٣١%) للمراكز علي الترتيب.

٦- وتراوح عدد الخلايا ما بين (٣-٢٥) خلية وتراوحت نسبتها ما بين (٠,٥١%-٤,٢٧%) في مراكز (الزقازيق، ابو حماد، ديرب نجم، ابو كبير، الابراهيمية، ههيا، مشتول السوق)، وسجل الظهير الصحراوي لمدينة الصالحية الجديدة أقل عدد من الخلايا النشطة بعدد خليتين وبنسبة (٠,٣٤%)، حيث توجد به مساحة صغيرة جداً من الاراضي التي تصلح لزراعة الارز في المحافظة.

يتضح من العرض السابق أن ترتيب المراكز حسب المساحة المزروعة أرز لا يشكل نفس ترتيبها حسب عدد خلايا حرائق قش الأرز مع أغلب المراكز، وربما يرجع هذا للرقابة البيئية علي حرائق قش الارز والتي تختلف من مركز لآخر، أو للوعي البيئي لدي بعض المزارعين.

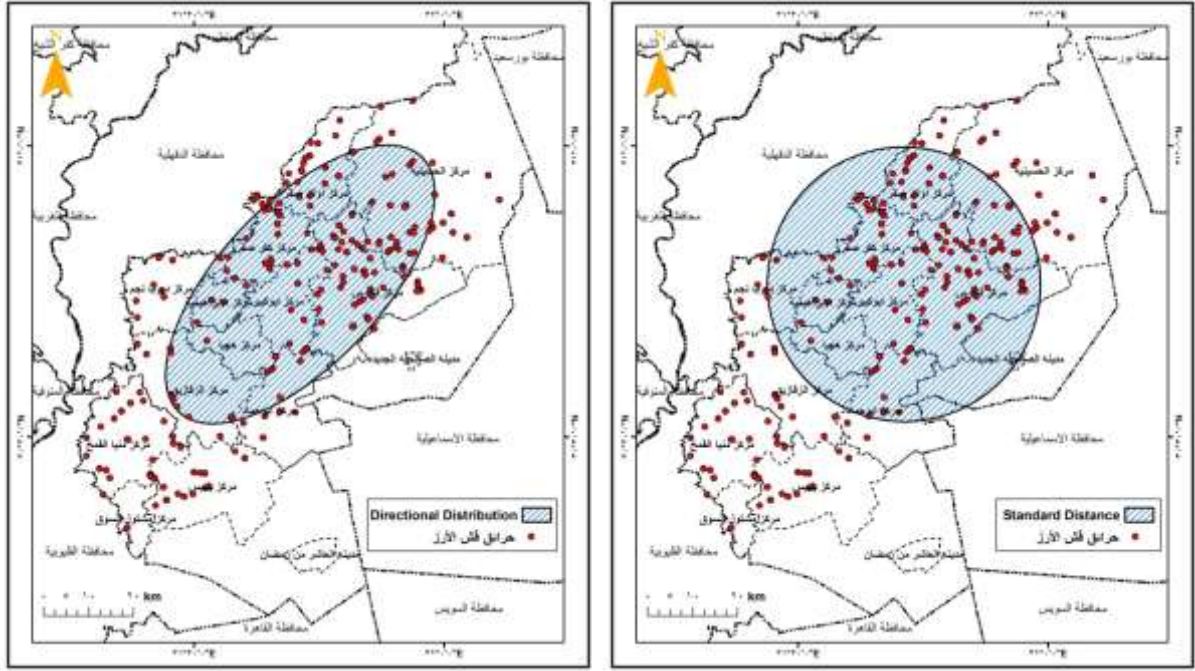
- التحليل المكاني لتوزيع حرائق قش الارز بمحافظة الشرقية عام ٢٠١٧.

وبإجراء بعض التحليلات المكانية علي توزيع حرائق قش الارز في محافظة الشرقية والتي تتمثل في المسافة المعيارية شكل (١٤)، والاتجاه التوزيعي شكل (١٥)، ومعامل الجار الأقرب شكل (١٦)، تبين الاتي:

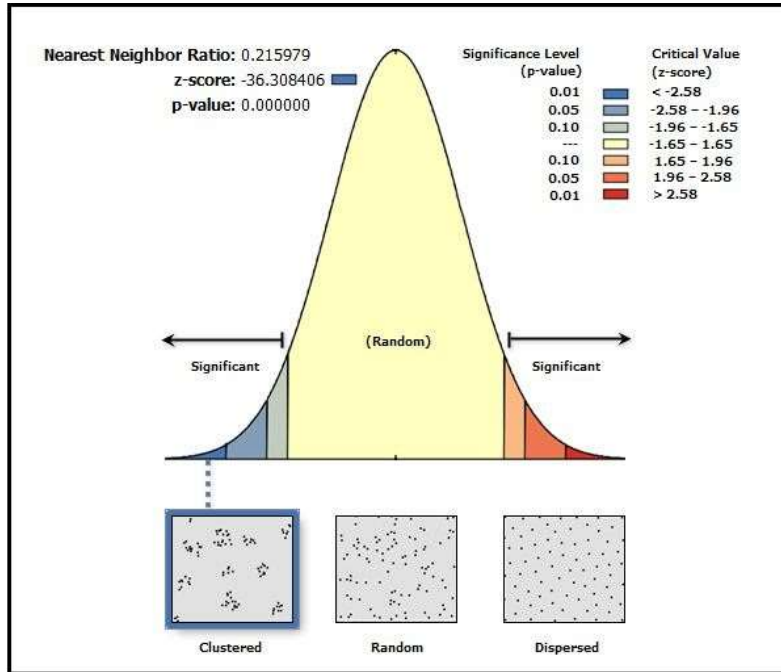
أظهرت نتائج تحليل الاتجاه التوزيعي أن الاتجاه التوزيعي العام لحرائق قش الارز في منطقة الدراسة، هو الاتجاه الشمالي الشرقي حيث بلغت قيمة زاوية الميل (٤٤ درجة)، ويرجع ذلك لارتفاع المساحة المنزوعة بالارز في مراكز شمال شرق المحافظة (الحسينية، فاقوس، أولاد صقر)، حيث تسود التربة الملائمة لزراعة الارز وتكثر المجاري المائية التي تستخدم في عملية الري، كما يعزى ذلك لقلة الرقابة البيئية علي هذه المراكز في موسم حصاد الارز، والتهاون في معاقبة المزارعين القائمين بهذه الحرائق.

اتضح من نتائج تحليل المسافة المعيارية أن الدائرة التي يتركز فيها ٦٨% من خلايا حرائق قش الارز حول نقطة الوسط سجل نصف قطرها ٢٦,١٤ كم ، وبلغت مساحتها ٢٨,٠٨ كم^٢، وتدل هذه القيم علي أن توزيع خلايا حرائق قش الارز في منطقة الدراسة يميل نحو التركيز حول المركز المتوسط.

تبين من نتائج تحليل معامل الجار الأقرب أن نمط توزيع حرائق قش الارز في محافظة الشرقية يميل إلي التكتل، حيث سجلت قيمة معامل الجار الاقرب (٠,٢٢)، ويرجع هذا الي تركز أكثر من ثلثي حرائق قش الارز في محافظة الشرقية (٦٩,٥٨%) في مراكز فاقوس والحسينية وكفر صقر واولاد صقر.



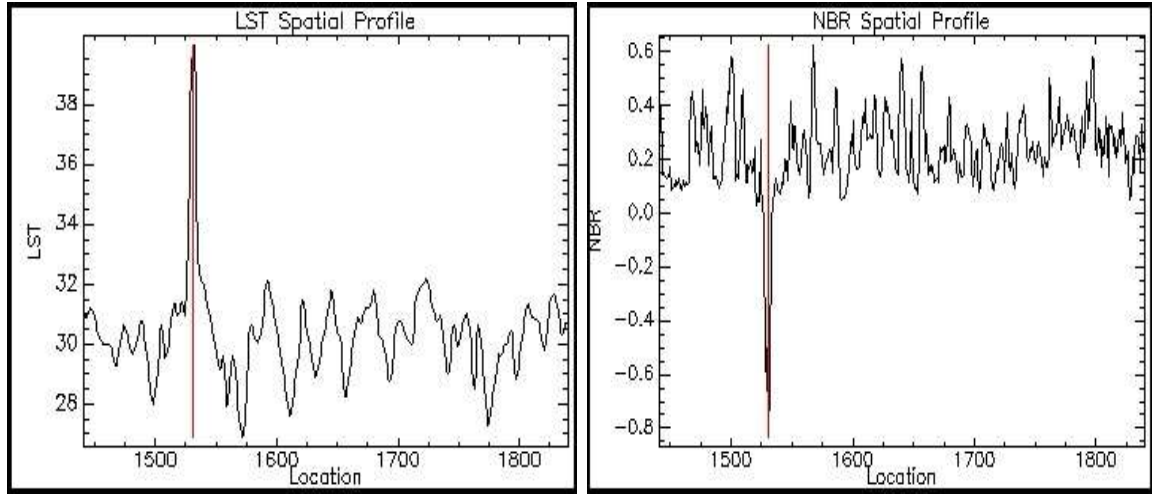
شكل (١٤) الاتجاه التوزيعي لحرائق قش الارز في محافظة الشرقية عام ٢٠١٧. شكل (١٥) الدائرة المعيارية لتوزيع حرائق قش الارز في محافظة الشرقية عام ٢٠١٧.



شكل (١٦) مؤشر صلة الجوار لتوزيع حرائق قش الارز في محافظة الشرقية عام ٢٠١٧.

٧- العلاقة بين درجات الحرارة السطحية وحرائق قش الارز.

يمثل ارتفاع درجات الحرارة السطحية واحد من الاتار السلبية لحرائق قش الارز والتي يكون لها تأثير علي ارتفاع درجة حرارة الهواء بوجه عام، وقد أمكن استخراجها من المرئية وتنتضح نتائجها في شكل (١٧)، والذي يتبين من خلاله ما يلي:



شكل (١٨) قطاع مكاني لدرجة حرارة سطح الارض (LST) شكل (١٩) قطاع مكاني للحرائق النشطة (NBR)

ويمكن ملاحظة الارتباط القوي جداً بين ارتفاع درجات الحرارة السطحية وحرائق قش الارز من خلال القطاعين المكانيين لدرجات الحرارة السطحية ومؤشر شدة الحرائق، شكل (١٨-١٩)، حيث يتضح من البصمة المكانية أن درجات الحرارة السطحية تبلغ أقصى قيمة لها عندما يصل مؤشر شدة الحرائق الي أدنى قيمة له وتشير أدنى قيمة لمؤشر (NBR) علي الحرائق الاكثر نشاطاً.

الخلاصة.

تساعد بيانات الاستشعار من بعد في الحصول علي الكثير من المعلومات المفيدة عن بعد، كما أنها توفر الكثير من الوقت والجهد والتكلفة التي تبذل في العمل الميداني، فقد أظهرت الخرائط المخرجة تفسيرياً بصرياً جيداً يوضح رطوبة التربة، وكثافة وحالة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، كما أنها ساعدت علي تحديد حرائق قش الارز في المحافظة دون الحاجة للعمل الميداني، حيث أشارت الي العلاقة الطردية القوية بين القيم الانعكاسية الطيفية في الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القصيرة وبين وجود الحرائق، كما انها اشارت الي الارتباط المكاني القوي بين القيم العليا لدرجات الحرارة السطحية ووجود حرائق قش الارز.

النتائج.

- أوضحت الدراسة أن تربة منطقة الدراسة رسوبية خصبة تلائم زراعة معظم المحاصيل لاسيما محصول الارز الذي بلغت نسبة المساحة المنزرعة به عام ٢٠١٧م نحو (٣١%) من إجمالي المساحة المنزرعة بالمحافظة، الامر الذي ساعد علي انتشار حرائق قش الارز بالمحافظة.
- أظهرت بيانات الاستشعار من بعد والتحليلات المكانية أن أكثر من ثلثي خلايا حرائق قش الارز في المحافظة (٦٩,٥٨%) تتركز في مراكز فاقوس والحسينية وكفر صقر واولاد صقر، ويرجع هذا لاتساع المساحة المنزرعة أرز في تلك المراكز حيث شكلت مجمعة لهذه المراكز عام ٢٠١٧ أكثر قليلاً من نصف المساحة المزروعة أرز في المحافظة (٥١,٥%)، وقلة الرقابة البيئية علي حرائق

قش الأرز في هذه المركز، كما تبين أن تلك المراكز من أكثر مراكز المحافظة تلوثاً للهواء، وذلك بسبب زيادة حرائق قش الارز بها.

التوصيات: توصي الدراسة بالاتي:

- استخدام بيانات الاستشعار من بعد Landsat-8(OLI) لتحديد حرائق قش الارز، لأنها توفر الوقت والجهد والتكلفة بدل من العمل الميداني، ومعاينة القائمين عليها للتخفيف من الاثر البيئي السيئ لها، وكذلك استخدامها في دراسة حالة رطوبة التربة، والتعرف علي مدي كثافة النباتات وصحتها.
- ينبغي توعية المزارعين بالأضرار البيئية لحرائق قش الارز، كما ينبغي علي الحكومة عمل مشروعات لإعادة تدوير قش الارز واستخدامه في صناعة الاعلاف للماشية، لتحقيق الاستفادة منه، واعطاء المزارعين دعم مالي لشرائه.
- ضرورة عمل قاعدة بيانات مكانية رقمية بحيازات زراعة الارز وتحديثها كل عام، حتي يمكن من خلالها تحديد أماكن حرق قش الارز تحديد دقيق.

أولاً: المصادر والمراجع العربية:

- ١- محافظة الشرقية، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، ٢٠١٧.
- ٢- محافظة الشرقية، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، ٢٠١٧.
- ٣- عبدالله جاد واخرون، تقرير مشروع إعداد قاعدة بيانات الموارد الأرضية بجمهورية مصر العربية، الهيئة القومية للاستشعار من بعد وعلوم الفضاء، القاهرة، ٢٠٠٩.
- ٤- محمد مهدي محمد السيد، الخريطة الاقتصادية لمحافظة الشرقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة الزقازيق، ٢٠١٢.
- ٥- مباركة سعد الغرياني، توظيف التقنيات الجيومكانية لاستخدام مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) لتتبع التغير في الغطاء النباتي في منطقة كعام، المؤتمر الدولي للتقنيات الجيومكانية، ليبيا، ٢٠١٦.

ثانياً: المراجع الانجليزية:

- 1- Jordan, C.F., (1969); Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor, Ecology, vol. 50, p.663-666.
- 2- Qihao, W., Dengsheng, L., & Jacquelyn, S., (2004); Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies, Remote Sensing of Environment, vol. 89, p.467-483.
- 3- Jose, A.S, Juan, C.J, & Leonardo, P., (2004); Land surface temperature retrieval from LANDASTN5, Remote Sensing of Environment, vol. 90, p.434-440.
- 4- Wilfrid,S., Patricia, O., Louis, G., Brad, Q., Eckehard, L., & Fabiano, M., (2016); Active fire detection using landsat-8/OLI data, Remote Sensing of Environment, vol. 185, p.210-220.
- 5- Ivan, P., Marko, B., & Jelena, M., (2017); Soil Moisture determination using Remote Sensing data for the property protection and increase of agriculture production, The World Bank, Washington DC.

- 6- Schroeder, W., Oliva, P., Gliglio, L., & Csiszar, I., (2014); The new VIIRS 375 m active fire detection data product Algorithm description and initial assessment, Remote Sensing of Environment, vol. 143, p.85-96.
- 7- Schroeder, W., Ruminski, M., Csiszar, I., Giglio, L., Prins, E., Schmidt, c., & Morisette, J., (2008); Validation analyses of operational fire monitoring product: The hazard mapping system. International journal of Remote Sensing, vol. 29, p.6059-6066.
- 8- U.S. Geological Survey, (2016); Landsat 8 (L8) data users handbook, version 2.0.
- 9- Giglio, L., Loboda, T, V., Roy, D, P., Quayle, B., & Justice, c, o., (2009); An active fire based burned area mapping for MODIS sensor, Remote Sensing of Environment, vol. 113, p.408-420.
- 10- Loboda, T. V., O'Neal, k., & Csizar, I., (2007); Regionally adaptable NBR based algorithm for burned area mapping from MODIS data, Remote Sensing of Environment, vol. 109, p.429-442.
- 11- Morisette, J. T., Giglio, L., Csiszar, I., & Justice, c. o., (2005); Validation of the MODIS active fire product over southern Africa with ASTER data, International Journal of Remote Sensing, vol. 19, p.4239-4264.
- 12- Morfitt, R., Barsi, J., Levy, R., Markham, B., Micijevic, E., Ong, L., & Vanderwerff, k., (2015); Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) radiometric performance on orbit, Remote Sensing, vol. 7, p.2208-2237.
- 13- S. Escuin , R. Navarro & P. Fernández, (2007); Fire severity assessment by using NBR (Normalized Burn Ratio) and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) derived from LANDSAT TM/ETM images, International Journal of Remote Sensing, vol.29, P.1053-1073.
- 14- Gyanesh, C., Brian, L. M., Dennis, L. H., (2009); Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS TM ETM+ and EO-1 ALI sensors, Remote Sensing of Environment, vol. 113, p.893-903.
- 15- Barsi, J.A., Lee, K., Kvaran, G., Markham, B.L., Pedelty, J.A., (2014); The Spectral Response of the Landsat-8 Operational Land Imager, Remote Sensing, vol. 6, p.10232-10251.

ثالثاً: مواقع الإنترنت

- 1- <https://landsat.usgs.gov>
- 2- <https://landsat2.arcgis.com>
- 3- <http://www.gisresources.com>

Using remote sensing data to processing rice straw fires in sharkia Governorate.

Abstract.

Sharkia Governorate is one of the agriculture governorates in the East Delta region. and it characterized by Torrifluvents soil which suitable for planting different crops such as rice. and several studies have proved the possibility of using remote sensing data to selecting the locations of active fires. and this study discusses using remote sensing data specially (Landsat8-OLI) data to selecting rice straw fires locations in sharakia governorate centers by using normalized Burn Ratio Index. and it was also studied soil and vegetation properties by studying soil type classification and moisture soil index, ratio vegetation index and normalized difference vegetation index. and the study based on spectral reflectivity value at different wavelengths to extraction these indexes. and it was also based on the overlay between data of soil type and moisture soil and normalized difference vegetation index in specially digital values to separated rice straw fire cells about other fire cells because of the absence of a spatial database showing cultivation rice locations in governorate. and the analysis had showed a strong correlation between fire locations and spectral reflectivity value of Shortwave Infrared (SWIR2). and study also try to show the relationship between rice straw fires and increasing land surface temperatures by using remote sensing data where increasing temperature is one of the negative effects of rice straw fires. and the study was extracted land surface temperature values by using spectral radiation value of thermal band in satellite image data and normalized difference vegetation index.

key words: Soil Properties-Vegetation Land Cover Properties-Area Cultivated Rice-Normalized Burn Ratio Index-Land Surface Temperature.

رصد تغيرات الغطاء النباتي بإقليم بحيرة قارون شمال منخفض الفيوم بمصر باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد

د.محمود إبراهيم دسوقي بغدادي (١)

المُستخلص.

تعد تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد من التقنيات المتطورة التي تستخدم في مراقبة ورصد تغيرات البيئة الطبيعية ، حيث أسهمت مؤخراً كأداة علمية فاعلة في بناء قواعد متكاملة للبيانات البيئية ، وتفعيل نظم مراقبة الموارد الطبيعية.

وتقع منطقة الدراسة ضمن منخفض الفيوم بمصر ؛ والذي ينقسم إلى عدة أقاليم فيزيوغرافية، منها إقليم بحيرة قارون الذي يبدأ من خط كنتور صفر جنوباً ليمتد حتى سيف البحيرة شمالاً. وتقع منطقة الدراسة بين خطي طول (٢٠ " ٣٠ ° - ٥٠ " ٣٠ °) شرقاً ، ودائرتي عرض (٢٠ " ٢٩ ° - ٣٥ " ٢٩ °) شمالاً، حيث تغطي مساحة ٧٦٤ كم^٢. وتقع بحيرة قارون شمال غرب منخفض الفيوم ، وتمتد في شكل مستطيل من الشرق إلى الغرب لمسافة ٤٥ كم تقريباً، وأقصى عرض لها ١١ كم ، وبمتوسط عمق حوالي ٥م، وقد قدرت مساحة البحيرة عام ٢٠١٨م بقرابة ٢٥٠ كم^٢، أي ما يعادل ٥٩.٥ ألف فدان. تهدف هذه الدراسة إلى رصد التغيرات في مساحة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة خلال الفترة من ١٩٨٥ حتى ٢٠١٨م ، ومعرفة الأسباب الطبيعية والبشرية في تغير مساحة الغطاء النباتي بالمنطقة ، وتقدير مؤشر جودة الغطاء النباتي بها (VQI) .

إعتمدت الدراسة علي المنهج التحليلي لنتائج تطبيق مؤشر إختلاف كثافة الغطاء النباتي، لتقدير مواضع ومساحات الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة من خلال تحليل صور الأقمار الصناعية خلال الفترة (١٩٨٥ - ٢٠١٨م)، وتقدير مؤشر إختلاف كثافة الغطاء النباتي وإنتاج خرائط ثنائية البعد Binary Images ؛ وذلك من خلال تحديد الحد الفاصل بين الغطاء النباتي وغير النباتي لسنوات الدراسة ، ثم رصد تغيرات الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة من خلال استخدام تقدير التغير Change Detection في مساحتها بالمنطقة ، وأخيراً تقدير مؤشر جودة الغطاء النباتي.

الكلمات المفتاحية: الغطاء النباتي - تقنيات نظم المعلومات الجغرافية - الاستشعار من البعد - إقليم بحيرة قارون - مؤشر جودة الغطاء النباتي

المقدمة:

يعد رصد وإكتشاف التغيرات التي تلحق بالغطاء النباتي الأخضر واستعمالات الأراضي Land Use من الأهمية بمكان في التخطيط ووضع الاستراتيجيات ، لاقتراح الحلول المناسبة للمشكلات البيئية، وإستزاف الموارد الطبيعية الناتجة عنها، والحد من الإستعمال العشوائي لإستخدامات الأرض. وتساعد هذه العملية صانعي القرار في رسم صورة واضحة عن اتجاهات التنمية بالمنطقة، خاصة مع اتجاه الدولة مؤخراً لتكثيف عمليات التنمية بمنخفض الفيوم بمشاركة المؤسسات الحكومية والخاصة.

^١ باحث بني بقطاع حماية الطبيعة - وزارة البيئة المصرية Mahmoudbaghdady29@gmail.com

موضوع الدراسة:

يتناول موضوع الدراسة رصد تغيرات الغطاء النباتي لاقليم بحيرة قارون ، معتمداً في ذلك علي تحليل صور الأقمار الصناعية؛ Landsat Image لسنوات (١٩٨٥ - ٢٠٠١ - ٢٠١٨)م ، وكذلك الدراسة الميدانية للمنطقة.

الدراسات السابقة:

تتعدد الدراسات التي تناولت موضوع ومنطقة الدراسة منها:

- علي، هناء نظير (١٩٩٤) :رسالة ماجستير عن " الإنعكاسات السلبية للتغيرات البيئية علي بعض مناطق محافظة الفيوم " ، حيث تناولت التأثيرات السلبية الناتجة عن التغيرات البيئية الطبيعية والبشرية ببعض مناطق محافظة الفيوم ومنها بحيرة قارون .
- عزيز، محمد الخزامي (٢٠٠٢): بحث عن "أثر الاختلاف المكاني علي قدرة التمييز بين النبات والتربة علي مرئيات لاندسات - دراسة كارتوجرافية تطبيقية باستخدام تقنية الاستشعار من بعد"، وتناول فيها أثر الاختلاف المكاني علي قدرة التمييز بين النبات والتربة من خلال التطبيق علي خمسة مواقع مختارة بدولة الكويت.
- شجاع، عواطف بنت الشريف (٢٠٠٩): بحث عن "التغير في مؤشر الاخضرار النباتي شرق مدينة جدة باستخدام التقنيات الكارتوجرافية الحديثة" ، وتناول قياس مؤشر الاخضرار النباتي من خلال استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد بالتطبيق علي منطقة شرق مدينة جدة بالمملكة العربية السعودية.
- بغدادي، محمود إبراهيم دسوقي (٢٠١٢): بحث عن "تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد في رصد تغيرات الغطاء النباتي بمنخفض الواحات البحرية" ، وتناول رصد مساحات وتغيرات الغطاء النباتي بمنخفض الواحات البحرية خلال الفترة من ١٩٧٢-٢٠١٢م.
- بغدادي، محمود إبراهيم دسوقي (٢٠١٧): بحث عن "التنمية المستدامة والحساسية البيئية باقليم بحيرة قارون"، وتناول الحساسية البيئية للنطاق البري والبحيري لاقليم بحيرة قارون ، ثم وضع تصور للتنمية المستدامة للمنطقة.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلي تحقيق الأهداف التالية:

١. رصد مساحة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة خلال الفترة من ١٩٨٥ حتي ٢٠١٨ م .
٢. تحليل التغير في مساحة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة خلال الفترة من ١٩٨٥ حتي ٢٠١٨ م .
٣. حساب مؤشر جودة الغطاء النباتي (VQI) بمنطقة الدراسة خلال عام ٢٠١٨م.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة ضمن منخفض الفيوم ؛ والذي ينقسم إلى عدة أقاليم فيزيوغرافية (حمدان، ١٩٨٠، ص ٧٧٥)، منها إقليم بحيرة قارون الذي يبدأ من خط كنتور صفر جنوباً ليمتد حتى سيف البحيرة شمالاً. وتقع منطقة الدراسة بين خطي طول (٢٠ " ٣٠ ° - ٥٠ " ٣٠ °) شرقاً ، ودائرتي عرض (٢٠ " ٢٩ ° - ٣٥ " ٢٩ °) شمالاً ، حيث تغطي مساحة ٧٦٤ كم^٢ (شكل ١).

وتقع بحيرة قارون شمال غرب منخفض الفيوم ، حيث تمثل البقية المتبقية من بحيرة موريس، التي شغلت منخفض الفيوم قديماً، وتمتد في شكل مستطيل من الشرق إلى الغرب لمسافة ٤٥ كم تقريباً، وأقصى عرض لها ١١ كم ، وبمتوسط عمق حوالي ٥ م، ويحدها من الشمال جبل قطرانى الذي يشرف بحوافه الجنوبية على الشاطئ الشمالي للبحيرة ، في حين تحيط الأراضي الزراعية وهوامشها بالبحيرة من باقي الجهات. وقد قدرت مساحة البحيرة عام ٢٠١٨ م بقرابة ٢٥٠ كم^٢، أي ما يعادل ٥٩.٥ ألف فدان. تكمن أهمية موضوع الدراسة في أنه يتناول التحليل المكاني للحساسية البيئية لأحد الأقاليم التنموية المهمة علي مستوي مصر ، معتمداً في ذلك علي تحليل صور الأقمار الصناعية؛Landsat Image لسنوات (١٩٨٥ - ٢٠٠١ - ٢٠١٨) م.



المصدر: الخريطة الطبوغرافية لمنطقة الفيوم ١٩٨٦ م، الهيئة العامة للمساحة.

شكل (١) موقع إقليم بحيرة قارون.

البيانات وأساليب الدراسة:

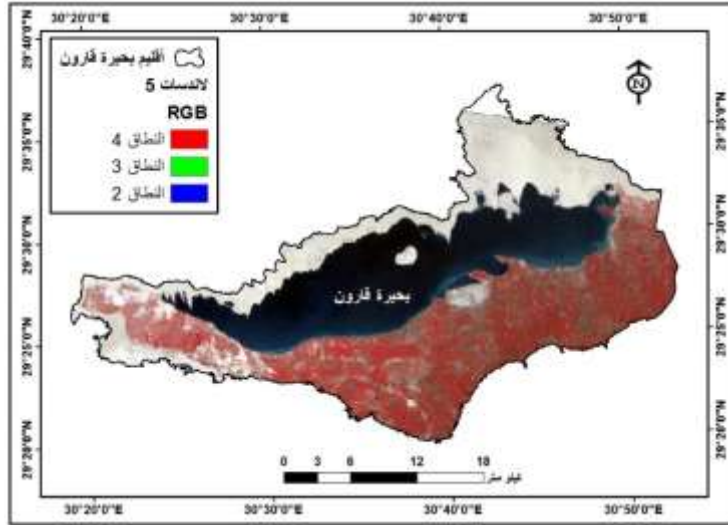
أولاً: البيانات:

- اعتمد الباحث علي تحليل صور القمر الصناعي لاندسات Landsat Image ، وذلك لتقدير المساحات وإنتاج الخرائط، وقد غطت منطقة الدراسة مرئيات (جدول ١):
- مرئية الماسح الموضوعي (TM) Thematic Mapper وتغطي منطقة الدراسة لعام ١٩٨٥م (شكل ٢).
 - مرئية الماسح الموضوعي المحسن (ETM+) Enhanced Thematic Mapper وتغطي منطقة الدراسة لعامي ٢٠٠١ ، ٢٠١٨م (شكلي ٣ ، ٤).

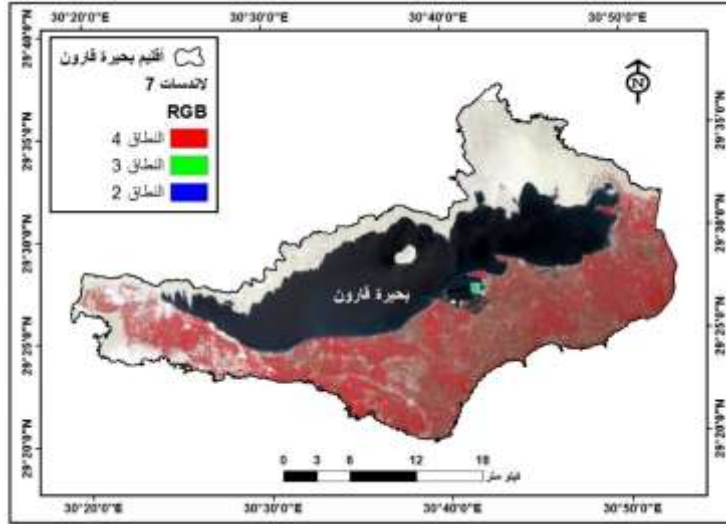
جدول (١) بيانات صور الأقمار الصناعية التي اعتمدت عليها هذه الدراسة

رقم المرئية		تاريخ التصوير	اسم المرئية	المنصة
Path	Row			
178	40	1985-07-28	p178r40_5t19870927_nn2.tif	Landsat 5
178	40	2001-08-1	p178r040_7t20010925	Landsat7
178	41	2018-08-2	p178r041_7t20010925	Landsat8

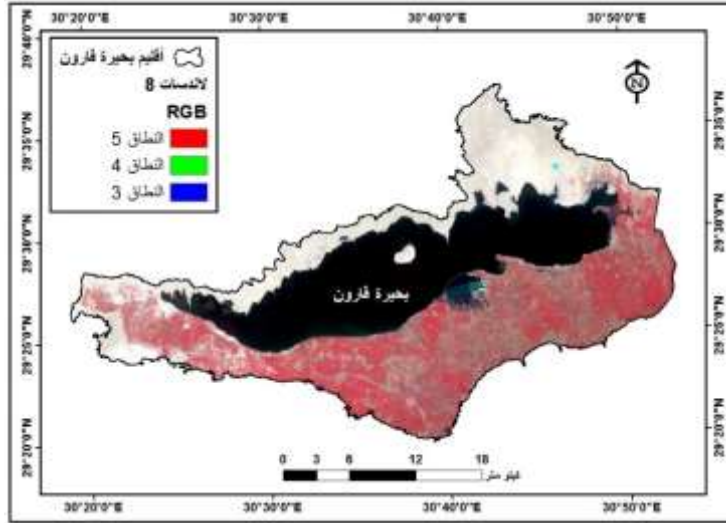
Source: <https://earthexplorer.usgs.gov>



شكل (٢) صورة القمر الصناعي (Landsat 5) عام ١٩٨٥م لاقليم بحيرة قارون



شكل (٣) صورة القمر الصناعي (Landsat7) عام ٢٠٠١م لأقليم بحيرة قارون



شكل (٤) صورة القمر الصناعي (Landsat8) عام ٢٠١٨م لأقليم بحيرة قارون

ثانياً: أساليب وأدوات الدراسة:

إعتمدت الدراسة علي المنهج التحليلي لنتائج تطبيق مؤشر إختلاف كثافة الغطاء النباتي، لتقدير مواضع ومساحات الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة من خلال تحليل صور الأقمار الصناعية خلال الفترة (١٩٨٥ - ٢٠١٨م) وتقدير مؤشر إختلاف كثافة الغطاء النباتي، وإنتاج خرائط ثنائية البعد Binary Images ؛ وذلك من خلال تحديد الحد الفاصل بين الغطاء النباتي وغير النباتي لسنوات الدراسة ، ثم رصد تغيرات الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة من خلال استخدام تقدير التغير Change Detection في مساحتها بالمنطقة.

وقد استخدم الباحث تقنيات نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار من البعد ، في عمل قواعد بيانات جغرافية Geodatabase لمنطقة الدراسة ، وتم الاعتماد علي المرئيات السابقة لدراسة تغيرات الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة، باستخدام مجموعة برامج مساعدة (ArcGis10.5 - Imagine2014) ، ووضع تلك المعلومات والبيانات بقاعدة بيانات رقمية متكاملة ، ثم معالجة هذه البيانات

وتحليلها باستخدام أساليب النمذجة المعلوماتية المكانية. بالإضافة إلى الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة لرصد التغيرات في الغطاء النباتي بإقليم بحيرة قارون.

المناقشة والتحليل:

تم تناول الدراسة من خلال المباحث التالية:

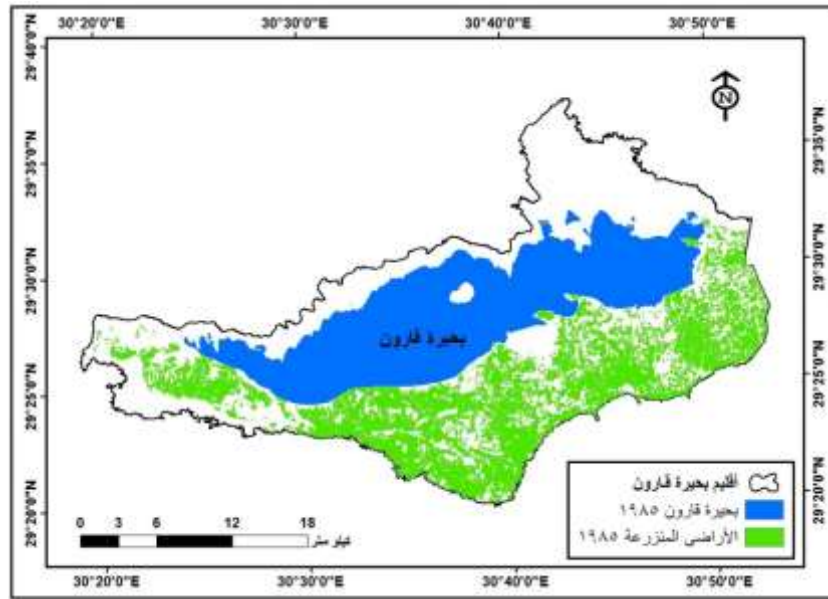
أولاً: تطور مساحة الغطاء النباتي بإقليم بحيرة قارون خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٨م:

اعتمدت الدراسة علي مؤشر اختلاف كثافة الغطاء النباتي لإنتاج خرائط ثنائية البعد Binary Images ، حيث تم تصنيف المرئيات إلي فئتين فقط تمثلان المساحات النباتية والمساحات غير النباتية سواء كانت تربة أو غيرها ، وذلك كنتيجة مباشرة لمخرجات مؤشر (NDVI) وذلك بهدف تمييز مساحات النبات كأساس للمقارنة فيما بعد (عزيز ، ٢٠٠٢ ، ص ٣٤). وتم تحديد الحد الفاصل بين الغطاء النباتي وغير النباتي لسنوات الدراسة (١٩٨٥ - ٢٠٠١ - ٢٠١٨)، وذلك لمعرفة هل مناطق الغطاء النباتي في زيادة أم نقصان؟ وما هي كثافة الغطاء النباتي في أجزاء منطقة الدراسة؟ ومن دراسة جدول (٢) ، وأشكال (٥ ، ٦ ، ٧)، يتضح الآتي:

- بلغت مساحة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة خلال عام ١٩٨٥م قرابة ٢٠٩.٨٩ كم^٢ بنسبة ٢٧.٥% فقط من إجمالي مساحة إقليم بحيرة قارون، في حين قدرت مساحة المناطق غير المنزرعة بقرابة ٥٥٤.١١ كم^٢ أي بنسبة ٧٢.٥% من إجمالي مساحة الاقليم ، وبلغت مساحة مسطح البحيرة منها ٢٣٣.٤ كم^٢.
 - وبلغت مساحة الغطاء النباتي خلال عام ٢٠٠١ قرابة ٢٢٨.٨٢ كم^٢ بنسبة ٣٠% من إجمالي مساحة الاقليم ، في حين قدرت مساحة المناطق غير المنزرعة بقرابة ٥٣٥.١٨ كم^٢ أي بنسبة ٧٠% من إجمالي مساحة الاقليم ، وبلغت مساحة مسطح البحيرة ٢٤٥.٧ كم^٢.
 - وبلغت مساحة الغطاء النباتي خلال عام ٢٠١٨م قرابة ٢٢٥.٢٨ كم^٢ بنسبة ٢٩.٥% فقط من إجمالي مساحة الاقليم ، في حين قدرت مساحة المناطق غير المنزرعة بقرابة ٥٣٨.٧٢ كم^٢ أي بنسبة ٧٠.٥% من إجمالي مساحة الاقليم ، وبلغت مساحة مسطح البحيرة ٢٤١.٢ كم^٢.
- جدول (٢) تطور مساحة الغطاء النباتي بإقليم بحيرة قارون خلال الفترة من (١٩٨٥ - ٢٠١٨).

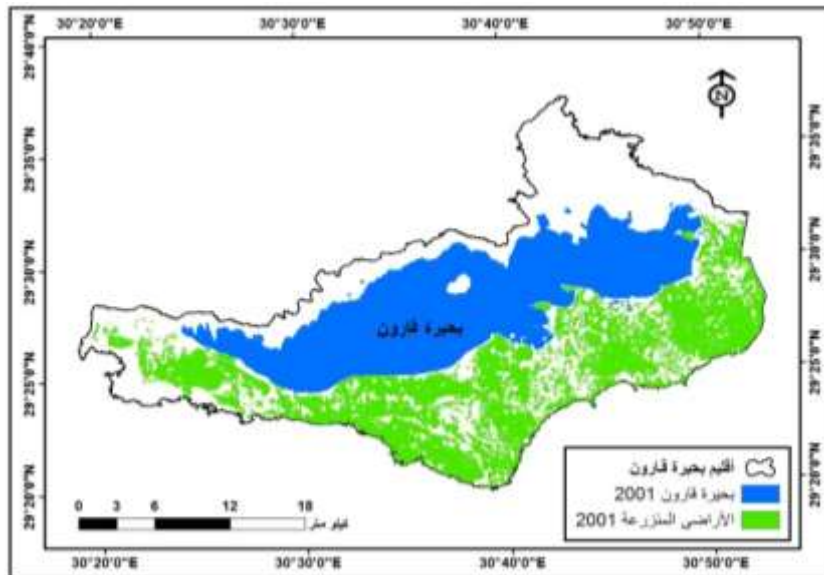
٢٠١٨		٢٠٠١		١٩٨٥		التصنيف
النسبة %	المساحة كم ^٢	النسبة %	المساحة كم ^٢	النسبة %	المساحة كم ^٢	
٢٩.٥	٢٢٥.٢٨	٣٠.٠	٢٢٨.٨٢	٢٧.٥	٢٠٩.٨٩	الغطاء النباتي
٧٠.٥	٥٣٨.٧٢	٧٠.٠	٥٣٥.١٨	٧٢.٥	٥٥٤.١١	مناطق غير المنزرعة
١٠٠%	٧٦٤	١٠٠%	٧٦٤	١٠٠%	٧٦٤	الإجمالي

المصدر: من إعداد الباحث بناءً علي قياسات صور الاقمار الصناعية لسنوات (١٩٨٥ - ٢٠٠١ - ٢٠١٨)
باستخدام برنامجي Erdas Imagine2014 & ArcGIS10.5



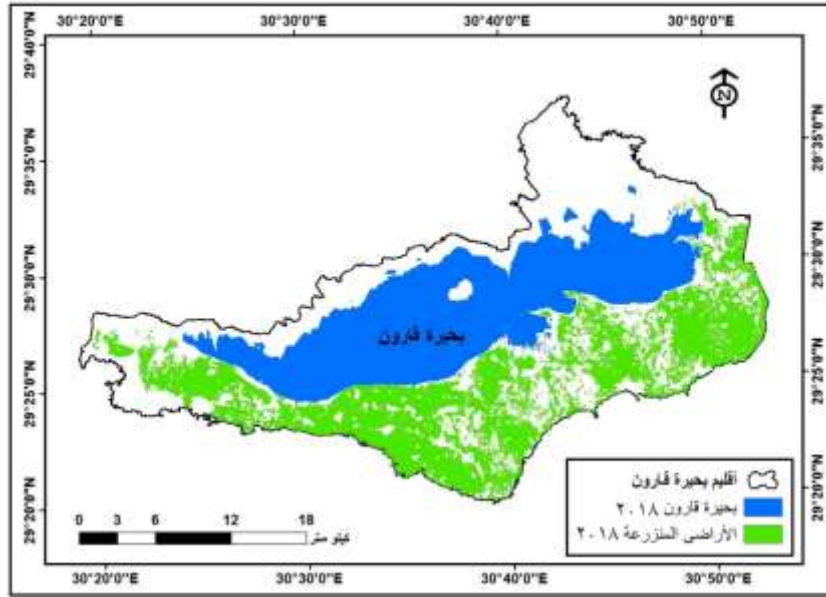
شكل (٥) صورة ثنائية الرتبة لمؤشر اختلاف الغطاء النباتي (NDVI) تظهر توزيع الأراضي المنزرعة بإقليم بحيرة قارون عام ١٩٨٥م.

المصدر: من إعداد الباحث بناءً علي تحليل صورة القمر الصناعي لعام ١٩٨٥م باستخدام برنامجي Erdas
Imagine2014 & ArcGIS10.5



شكل (٦) صورة ثنائية الرتبة لمؤشر اختلاف الغطاء النباتي (NDVI) تظهر توزيع الأراضي المنزرعة بإقليم بحيرة قارون عام ٢٠٠١م.

المصدر: من إعداد الباحث بناءً علي تحليل صورة القمر الصناعي لعام ٢٠٠١م باستخدام برنامجي Erdas
Imagine2014 & ArcGIS10.5



شكل (٧) صورة ثنائية الرتبة لمؤشر اختلاف الغطاء النباتي (NDVI) تظهر توزيع الأراضي المنزرعة بإقليم بحيرة قارون عام ٢٠١٨م.

المصدر: من إعداد الباحث بناءً على تحليل صورة القمر الصناعي لعام ٢٠١٨م باستخدام برنامجي Erdas Imagine2014 & ArcGIS10.5

ثانياً: تحليل تغير مناطق الغطاء النباتي بإقليم بحيرة قارون خلال الفترة من ١٩٨٥-٢٠١٨م:

تعد دراسة واكتشاف التغير Change Detection الذي يلحق بالغطاء النباتي الأخضر واستعمالات الأراضي Land Use من الأهمية بمكان في التخطيط ووضع الاستراتيجيات والحلول المناسبة للمشاكل البيئية واستنزاف الموارد الأرضية والحد من الاستعمال العشوائي لإستخدامات الأرض (شجاع، ٢٠٠٩، ص٩٧). وقد تم رصد تغيرات الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة من خلال استخدام تقنيات الاستشعار من البعد في تقدير التغير ، وذلك بالاعتماد على مجموعة من المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة لسنوات مختلفة ، في حساب مؤشر اختلاف كثافة الغطاء النباتي (Normalized NDVI) Difference Vegetation Index.

حيث تم حساب تغير مناطق الغطاء النباتي بإقليم بحيرة قارون خلال الفترة (١٩٨٥ - ٢٠١٨) من خلال المعادلة $(Red-NIR)/(Red+NIR)$ (الطيف الأحمر - الطيف القريب من الأشعة تحت الحمراء) / (الطيف الأحمر + الطيف القريب من الأشعة تحت الحمراء) حيث أن (NIR) هو درجة السطوع في الجزء الخاص بالأشعة تحت الحمراء ، والأحمر هو الإنعكاس الموجود في الجزء الأحمر من الطيف (Rouse et al., 1974).

وبصفة عامة تتراوح قيم (NDVI) بين (-١:١) ، وتشير القيم الموجبة إلي وجود النبات إما القيم القريبة من الصفر أو السالبة فتشير إلي انعدام الغطاء النباتي ، حيث تشغل هذه المناطق (مسطح البحيرة - مناطق صحراوية - مناطق عمرانية - سبخات). ولتقدير التغير الغطاء النباتي تم طرح قيم

خرائط (NDVI) لسنوات (١٩٨٥ - ٢٠١٨) من بعضها البعض ، والتي نتج عنها مجموعة من الخرائط توضح المناطق التي حدث بها توسع في الأراضي المنزرعة وتأخذ قيمة (+١) ومناطق لم يحدث لها أي تغيير في الأراضي المنزرعة وتأخذ قيمة (٠). ومناطق تحولت من النشاط الزراعي إلي أنشطة أخرى وتأخذ قيمة (-١).

ولكي نحدد بدقة نطاقات الأراضي المنزرعة عن غيرها البور والصحراوية بمنطقة الدراسة فقد تم تجهيز صور المرئيات الفضائية ومن خلال الفحص البصري الدقيق لعدد من النطاقات بمناطق الزراعات والمناطق الصحراوية تم تحديد الحد الفاصل بينهما ، وتم حساب النقاط الضوئية Pixels التي تتساوي مع هذا الحد الفاصل أو تكون أعلى منه في القيمة علي أنها مناطق غطاء نباتي، في حين تم اعتبار باقي النقاط الضوئية مناطق صحراوية . وعلي هذا الأساس تم إنتاج خرائط ثنائية الرتبة ، وفيما يلي عرض لتغير مناطق الأراضي المنزرعة خلال الفترة (١٩٨٥ - ٢٠١٨):

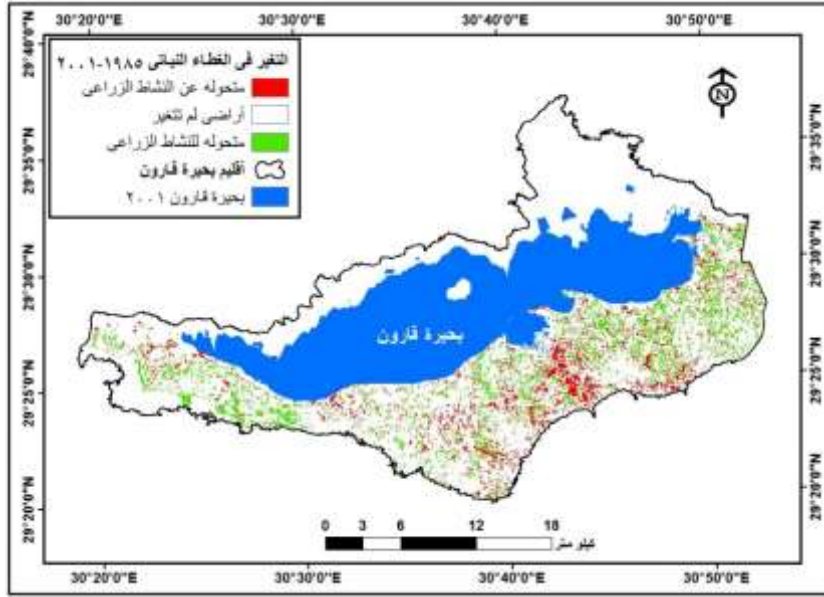
١- تغير مناطق الغطاء النباتي خلال الفترة (١٩٨٥ - ٢٠٠١):

قدرت مساحة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٨٥ - ٢٠٠١) بقاربة ٢٢٨.٨٢ كم^٢، حيث ضمت مناطق لم يحدث لها تغير وبلغت ١٣٩.٤٢ كم^٢ أي بنسبة ٦٠.٩% ، وتظهر بصورة كبيرة شمال بحيرة قارون، في حين تم رصد ٥٣.٤٨ كم^٢ فداناً تم زراعتها بنسبة ٢٣.٤% ، وتتركز هذه المناطق في غرب اقليم بحيرة قارون ، في حين تم رصد ٣٥.٩٢ كم^٢ متحولة عن أنشطة زراعية بنسبة ١٥.٧% من إجمالي الغطاء النباتي؛ وتتركز في جنوب بحيرة قارون ويلاحظ أن معظم هذه الأراضي تقع بالقرب من النطاق العمراني لقري بحيرة قارون، ومناطق بالقرب من ساحل البحيرة الجنوبي تم غمرها بمياه البحيرة وحدث لها تملح وتغدق.

جدول (٣) تغير مساحات الغطاء النباتي باقليم بحيرة قارون خلال الفترة (١٩٨٥ - ٢٠١٨).

السنة	المساحة (كم ^٢)	مناطق تم زراعتها الزيادة (كم ^٢)		أراضي متحولة عن أنشطة زراعية النقصان (كم ^٢)		الفارق بين المتحول من وإلي النشاط الزراعي		مناطق التي لم يحدث لها تغير
		%	كم ^٢	%	كم ^٢	%	كم ^٢	
١٩٨٥	٢٠٩.٩٨	-	-	-	-	-	-	-
٢٠٠١	٢٢٨.٨٢	١٠٠%	٥٣.٤٨	٢٣.٤%	٣٥.٩٢	١٥.٧%	١٧.٥٦	١٣٩.٤٢
٢٠١٨	٢٢٥.٢٨	١٠٠%	٣٦.١٧	١٦.١%	٣٨.٣٤	١٧%	٢.١٧	١٥٠.٧٧

المصدر: صور الأقمار الصناعية لسنوات (١٩٨٥ - ٢٠٠١ - ٢٠١٨)، وذلك بتقسيم الخريطة إلي ثلاث رتب كالتالي: مناطق التي لم يحدث لها تغير وتأخذ القيمة (٠) ، ومناطق تم زراعتها وتأخذ القيمة (+١)، وأخيراً أراضي متحولة عن أنشطة زراعية وتأخذ القيمة (-١).

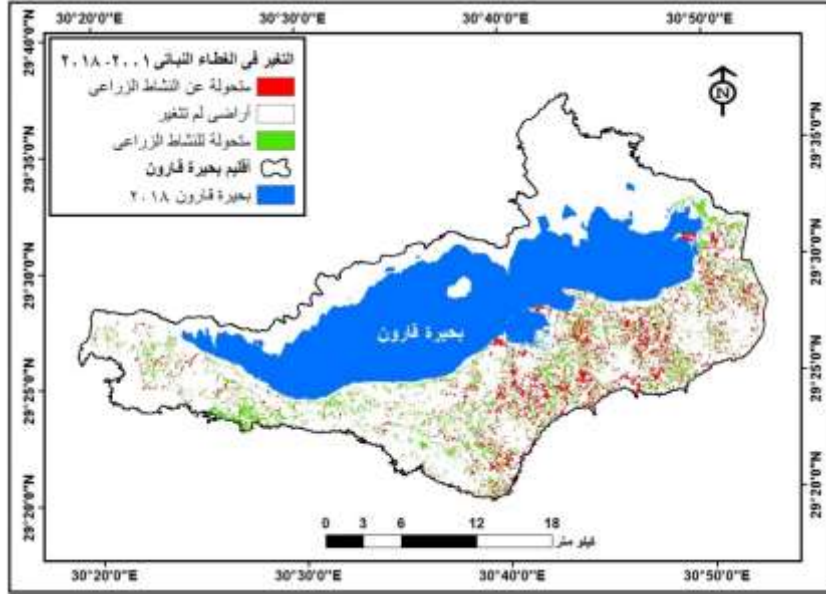


شكل (٨) توزيع مناطق الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٨٥ - ٢٠٠١).

تم إنتاج هذه الخريطة باستخدام برنامجي **Erdas Imagine2014 & ArcGIS10.5** وبالاعتماد علي صور الاقمار الصناعية ، وذلك بتقسيم الخريطة إلي ثلاث رتب كالتالي: مناطق التي لم يحدث لها تغير وتأخذ القيمة (٠) ، ومناطق تم زراعتها وتأخذ القيمة (+١)، وأخيراً أراضي متحولة عن أنشطة زراعية وتأخذ القيمة (-١).

٢- تغير مناطق الغطاء النباتي خلال الفترة (٢٠٠١ - ٢٠١٨):

قدرت مساحة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة خلال الفترة (٢٠٠١ - ٢٠١٨) بقرابة ٢٢٥.٢٨ كم^٢، حيث ضمت مناطق لم يحدث لها تغير وبلغت ١٥٠.٧٧ كم^٢ أي بنسبة ٦٦.٩% ، وتظهر بصورة كبيرة شمال بحيرة قارون، في حين تم رصد ٣٦.١٧ كم^٢ فداناً تم زراعتها بنسبة ١٦.١% ، وتتركز هذه المناطق في شرق وجنوب غرب اقليم بحيرة قارون ، في حين تم رصد ٣٨.٣٤ كم^٢ متحولة عن أنشطة زراعية بنسبة ١٧% من إجمالي الغطاء النباتي؛ وتتركز في جنوب بحيرة قارون ويلاحظ أن معظم هذه الأراضي تقع بالقرب النطاق العمراني حيث حدث تعدي علي الاراضي الزراعية مع الأحداث المصاحبة للانفلات الأمني خلال من ٢٠١١-٢٠١٤م، بالإضافة إلي اراضي تم اقتطاعها وتحويلها لمزارع سمكية (صورة ١).



شكل (٩) توزيع مناطق الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة خلال الفترة (٢٠١٨-٢٠٠١).

تم إنتاج هذه الخريطة باستخدام برنامجي Erdas Imagine2014 & ArcGIS10.5 ويالاعتماد علي صور الاقمار الصناعية ، وذلك بتقسيم الخريطة إلي ثلاث رتب كالتالي: مناطق التي لم يحدث لها تغير وتأخذ القيمة (٠) ، ومناطق تم زراعتها وتأخذ القيمة (+1)، وأخيراً أراضي متحولة عن أنشطة زراعية وتأخذ القيمة (-1).



صورة (١) أراضي زراعية تم تحويلها إلي مزارع سمكية جنوب وسط بحيرة قارون

المبحث الثالث: مؤشر جودة الغطاء النباتي (VQI):

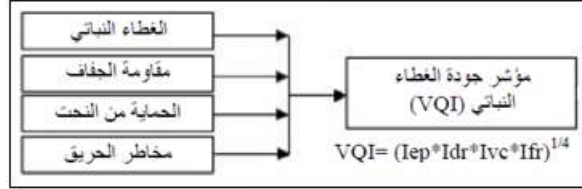
قام الاتحاد الأوروبي مؤخراً بدعم مشروع لتقدير التصحر كميّاً بمنطقة البحر المتوسط (Gad, and Lotfy, 2003, P2)، حيث هدف هذا المشروع إلي التوصل للمناطق الحساسة بيئياً **The Environmentally sensitive Areas (ESA's)**، بهدف اتخاذ التدابير اللازمة لحمايتها أو وضع البرامج العلاجية للمناطق المتأثر منها بالتصحر.

ويساعد الغطاء النباتي في الحد من مخاطر التصحر؛ وخاصة تعرية التربة بالمياه أو الرياح، وتمثل كثافة الغطاء النباتي، ومقاومة الجفاف، ومدى الحد من أخطار الحرائق، والحماية من التعرية أهم

المدخلات المستخدمة لتقدير معيار جودة الغطاء النباتي (VQI). ويتم تقدير جودة الغطاء النباتي من خلال المعادلة التالية:

$$VQI = (Iep * Idr * Ivc * Ifr)^{1/4} \quad (1)$$

أي أنها ناتج ضرب أربع طبقات تحمل كل طبقة منها خاصية واحدة من خصائص الغطاء النباتي، وهي (الغطاء النباتي × مقاومة الجفاف × الحماية من النحت × مخاطر الحريق) ^{1/4} (شكل ١).



شكل (١٠) مخطط جودة الغطاء النباتي (VQI) بإقليم بحيرة قارون.

١- مؤشر الغطاء النباتي:

من جدول (٤) وشكل (١١) يتضح أن منطقة الدراسة مقسمة إلى أربع نطاقات رئيسية وفقاً لكثافة الغطاء النباتي، نطاق البحيرة المستبعد ويمثل ٣١.٥% ، ونطاق عالي الكثافة ويمثل ٤٢.٤% من إجمالي مساحة الاقليم ويتركز في الجنوب (صورة ٢) ، النطاق المنخفض جداً ويمثل ٢٤.٤% ويقع شمال وغرب بحيرة قارون وهو نطاق صخري ، ونطاق منخفض ويمثل ١.٧% فقط من مساحة الاقليم ويظهر في شكل بقع مبعثرة علي أطرف البحيرة.

٢- مؤشر مقاومة الجفاف:

من جدول (٤) وشكل (١٢) يتضح أن منطقة الدراسة مقسمة إلى نطاقين رئيسيين ، نطاق البحيرة المستبعد ويمثل ٣١.٥%، ونطاق منخفض جداً ويمثل ٦٨.٥% من مساحة الاقليم.

٣- مؤشر الحماية من النحت:

من جدول (٤) وشكل (١٣) يتضح أن منطقة الدراسة مقسمة إلى أربع نطاقات رئيسية هي نطاق البحيرة المستبعد ويمثل ٣١.٥% ، ونطاق عالي الحماية من النحت ويمثل ٤٢.١% من إجمالي مساحة الاقليم ويتركز في الجنوب ، والنطاق المنخفض جداً ويمثل ٢٤.٦% ويقع شمال وغرب بحيرة قارون وهو نطاق صخري ، ونطاق متوسط الحماية ويمثل ١.٨% فقط من مساحة الاقليم ويظهر في شكل بقع مبعثرة علي أطرف البحيرة.

٤- مؤشر مخاطر الحريق:

من جدول (٤) وشكل (١٤) يتضح أن منطقة الدراسة مقسمة إلى ثلاث نطاقات رئيسية هي نطاق البحيرة المستبعد ويمثل ٣١.٥% ، ونطاق متوسط الحماية من مخاطر الحريق ويمثل ٢٧.٣%

(١) Iep = الحماية من التآكل، Idr = مقاومة الجفاف، Ivc = الغطاء النباتي، Ifr = مخاطر الحريق (Ali and El-Baroudy, 2008, p. 159).

من إجمالي مساحة الاقليم ويتركز في الجنوب ، والنطاق المنخفض ويمثل ٤١.٢% ويقع شمال وغرب بحيرة قارون وهو النطاق الصحراوي.

جدول (٤) مؤشرات نوعية الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة

مقاومة الجفاف				الغطاء النباتي			
%	كم ٢	المؤشر	الوصف	%	كم ٢	المؤشر	الوصف
٣١.٥	٢٤١.٢	-	مستبعد	٣١.٥	٢٤١.٢	-	مستبعد
٦٨.٥	٥٢٢.٨	١	منخفض جدا	٤٢.٤	٣٢٣.٢	١	عالي
				١.٧	١٣.٠	١.٦٦	منخفض
				٢٤.٤	١٨٦.٦	٢	منخفض جداً
مخاطر الحريق				الحماية من النحت			
%	كم ٢	المؤشر	الوصف	%	كم ٢	المؤشر	الوصف
٣١.٥	٢٤١.٢	-	مستبعد	٣١.٥	٢٤١.٢	-	مستبعد
٤١.٢	٣١٤.٧	١	منخفض	٤٢.١	٣٢١.٦	١.٣٣	عالي
٢٧.٣	٢٠٨.١	١.٦٦	متوسط	١.٨	١٣.٧	١.٦٦	متوسط
				٢٤.٦	١٨٧.٥	٢	منخفض جداً

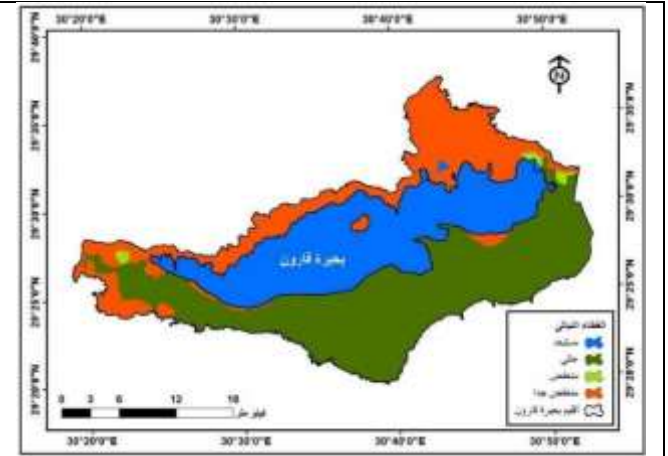
المصدر: من إعداد الباحث بناءً علي قياسات صور الاقمار الصناعية باستخدام برنامجي Erdas Imagine2014 & ArcGIS10.5



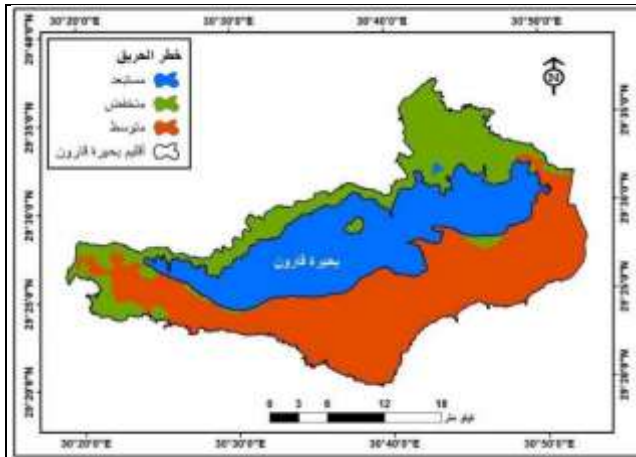
صورة (٢) مناطق غطاء نباتي ذات كثافة عالية جنوب اقليم بحيرة قارون



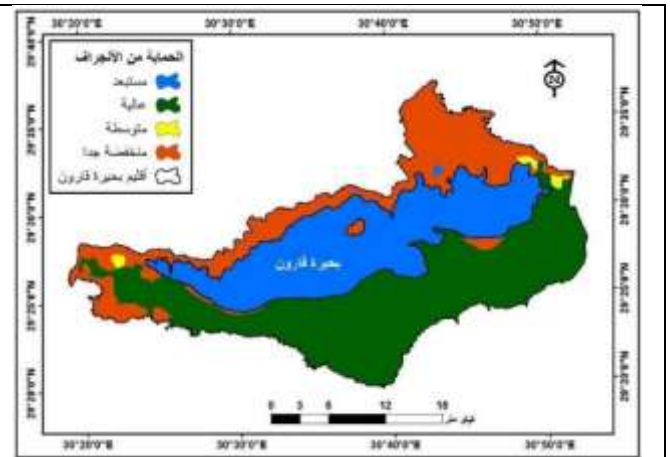
شكل (١٢) مؤشر نوعية الغطاء النباتي طبقاً لمقاومته للجفاف بإقليم بحيرة قارون



شكل (١١) تصنيف الغطاء النباتي بإقليم بحيرة قارون



شكل (١٤) مؤشر نوعية الغطاء النباتي طبقاً لمقاومته لخطر الحريق بإقليم بحيرة قارون



شكل (١٣) مؤشر نوعية الغطاء النباتي طبقاً لمقاومته للنتح بإقليم بحيرة قارون

ومن شكل (١٥) وجدول (٥) عن التوزيع الجغرافي لجودة الغطاء النباتي بإقليم بحيرة قارون

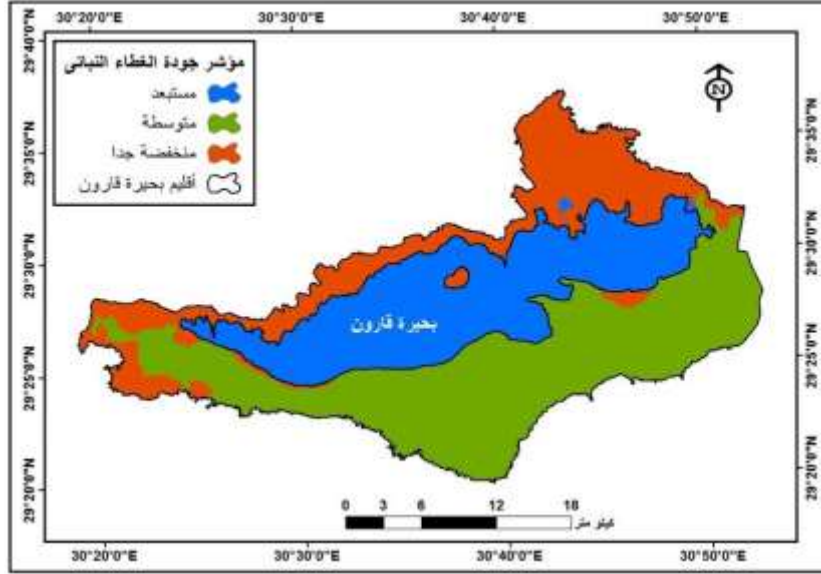
يتضح الآتي:

تبلغ مساحة المناطق ذات الغطاء النباتي متوسط الجودة ٣٣٠.٧٧ كم^٢ أي بنحو ٦٣.٢% من إجمالي مساحة يابس إقليم بحيرة قارون ، وتنتشر علي طول الساحل الجنوبي للبحيرة حتي كنتور صفر، في حين تقدر مساحة المناطق ذات الغطاء النباتي منخفض الجودة ١٩٢.٤ كم^٢ أي بنحو ٣٦.٨% من إجمالي مساحة يابس الإقليم ، وتتركز في شمال البحيرة، وبعض المناطق علي الساحل الجنوبي للبحيرة التي يظهر بها التملح والتغدق (صوة ٣).

جدول (٥) التوزيع الجغرافي لجودة الغطاء النباتي طبقاً لمؤشر (VQI).

الفئة	الدرجة	المساحة	النسبة المئويةة من الإقليم
جودة متوسطة ١٠-٤٠	١.٥	٣٣٠.٧٧	%٦٣.٢
جودة منخفضة > ١٠	٢	١٩٢.٤	%٣٦.٨

المصدر: من إعداد الباحث بناءً علي شكل (١٥) باستخدام برنامج ArcGIS10.5



شكل (١٥) التوزيع الجغرافي لفئات جودة الغطاء النباتي (VQI) بإقليم بحيرة قارون.



صورة (٣) مناطق غطاء نباتي منخفضة الجودة علي ساحل بحيرة قارون الجنوبي

الخاتمة

تناولت هذه الدراسة رصد تغيرات الغطاء النباتي بإقليم بحيرة قارون شمال منخفض الفيوم خلال الفترة من ١٩٨٥ حتى ٢٠١٨م ، وذلك باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد ، وقد خلصت الدراسة إلي بعض الاستنتاجات والتوصيات كالتالي:

١- الاستنتاجات:

- تم رصد تغيرات الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة ، حيث تبين تعرض المنطقة للتغير المستمر بين الزيادة والنقصان ، حيث بلغت مساحة الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة خلال عام ١٩٨٥م قرابة ٢٠٩.٨٩ كم^٢ ، وزادت خلال عام ٢٠٠١ لتصل إلي ٢٢٨.٨٢ كم^٢ ، ثم انخفضت عام ٢٠١٨م لتصل إلي ٢٢٥.٢٨ كم^٢ من إجمالي مساحة الإقليم.
- تعرضت مناطق كثيرة للغطاء النباتي بمنطقة الدراسة للتحول عن النشاط الزراعي ، ويرجع ذلك إلي التعدي علي الأرض الزراعية بالبناء أو تقسيم أجزاء منها إلي مزارع سمكية، بالإضافة إلي تعرض مساحات منها علي ساحل بحيرة قارون إلي التغدق والتملح.
- وبتقدير مؤشر جودة الغطاء النباتي (VQI) بإقليم بحيرة قارون اتضح أن مساحة المناطق ذات الغطاء النباتي متوسط الجودة ٣٣٠.٧٧ كم^٢ ، في حين تقدر مساحة المناطق ذات الغطاء النباتي منخفض الجودة ١٩٢.٤ كم^٢.

٢- التوصيات:

- تقترح هذه الدراسة بعض التوصيات منها:
- وقف عمليات الاستصلاح الزراعي غير المخطط للأراضي التي تقع في نطاق السهل الساحلي لبحيرة قارون، لأن هذه المناطق معرضة في الوقت الحالي ومستقبلاً للتملح والتغدق، لذا فإن أي توسعات ستكون إهداراً للجهد والوقت والمال.
 - تصميم مشروعات اقتصادية للسكان المحليين لتحقيق مردود اقتصادي من الموارد البيئي، وإدماجها بمخططات التنمية بالدولة مثل زراعة النباتات العطرية وصناعة القائمة علي استخراج الأسماك والأملاح.
 - ضرورة انجاز المرحلة الثالثة والأخيرة من شركة (اميسال) حتى يمكن تثبيت الملوحة في البحيرة والاستفادة من استخراج الأملاح المعدنية، والحد من تملح وتغدق الأراضي المنزعة علي ساحل البحيرة الجنوبي.

المصادر والمراجع

أولاً: المصادر:

1. <https://earthexplorer.usgs.gov>

- مرئية الماسح الموضوعي (TM) Thematic Mapper وتغطي منطقة الدراسة في عام ١٩٨٥م.
- مرئيات الماسح الموضوعي المحسن (ETM+) Thematic Mapper Enhanced وتغطي منطقة الدراسة في عامي ٢٠٠١ ، ٢٠١٨م.

ثانياً المراجع العربية:

- ١- بغدادي، محمود إبراهيم دسوقي (٢٠١٢): تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد في رصد تغيرات الغطاء النباتي بمنخفض الواحات البحرية، مجلة كلية التربية ، جامعة المنصورة ، أغسطس ٢٠١٢م
- ٢- _____ (٢٠١٧): بحث عن التنمية المستدامة والحساسية البيئية باقليم بحيرة قارون، مجلة المجمع العلمي المصري ، العدد (٩٢).
- ٣- حمدان، جمال (١٩٨٠): شخصية مصر - دراسة في عبقرية المكان ، الجزء الأول ، عالم الكتب، القاهرة.
- ٤- شجاع ، عواطف بنت محمد (٢٠٠٩): التغير في مؤشر الاخضرار النباتي شرق مدينة جدة باستخدام التقنيات الكارتوجرافية الحديثة ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٥٣ ، ج ١ ، ص ص ٩٧-١٤٨.
- ٥- عزيز، محمد الخزامي (٢٠٠٢): أثر الاختلاف المكاني علي قدرة التمييز بين النبات والتربة علي مرئيات لاندسات - دراسة كارتوجرافية تطبيقية باستخدام تقنية الاستشعار من بعد ، مجلة الانسانيات، كلية الآداب ، جامعة الاسكندرية ، فرع دمنهور ، العدد العاشر.
- ٦- علي، هناء نظير (١٩٩٤) : " الإنعكاسات السلبية للتغيرات البيئية علي بعض مناطق محافظة الفيوم " رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

ثالثاً: المراجع الأجنبية:

1. Ali, R.R. & El Baroudy, A.A., (2008): Use of GIS in Mapping the Environmental Sensitivity to Desertification in Wadi El Natrun Depression, Egypt, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, (1): 157-164, ISSN 1991-8178
2. Gad, A. & Lotfey, I., (2003) : Combined GIS and Remote Sensing techniques in Mapping Desertification Sensitivity in the North of the Western Desert, Egypt, National Authority for Remote Sensing and Space Sciences, Egypt.
3. Gad, A. & Lotfey, I., (2006): Use of Remote Sensing and GIS in Mapping the Environmental Sensitivity Areas for Desertification of Egyptian territory, The 2nd International Conf. on Water Resources & Arid Environment, National Authority for Remote Sensing and Space Sciences, Egypt.

Monitoring the changes of vegetation cover in Qaroun Lake Region north of Fayoum depression in Egypt using the techniques of GIS and remote sensing.

Mahmoud Ibrahim Desouki Baghdady

Abstract:

Geographic information systems and remote sensing techniques are used to monitor changes in the natural environment. They have recently contributed as an effective scientific tool in create integrated databases for environmental data and activating natural resource control systems.

The study area is located in the Fayoum depression in Egypt, which is divided into several physiographic regions, including the region of Lake Qaroun, which starts from the line of Counter Zero to the south, extending up to the sword of the lake to the north. The study area is located between longitudinal $30^{\circ} 20'' - 30^{\circ} 50''$ E and $29^{\circ} 20'' - 29^{\circ} 35''$ N.

Its Covering an area of 764 km^2 . Lake Qaroun is located northwest of Fayoum depression, stretching in a rectangular form from east to west for a distance of approximately 45 km. The maximum width is 11 km. The average depth is about 5 m. The area of the lake was estimated in 2018 at 250 km^2 , or 59.5 thousand feddans. The objective of this study is to monitor the changes in the area of vegetation cover in the study area during the period from 1985 to 2018, and to identify the natural and human causes of changing the area of vegetation cover in the region and the VQI.

The study relied on an analytical approach to the results of application of the variance index for vegetation density to estimate the areas of vegetation cover in the study area through the analysis of satellite images during the period (1985 - 2018), and the estimation of the density index and the production of Binary Images. and then monitoring the vegetation cover in the study area by using the Change Detection in its area, and finally the assessment of the vegetation quality index.

Key words: vegetation - GIS techniques - remote sensing - Lake Qaroun - vegetation quality index.

العلاقة بين توزيع استخدام الأرض وتوزيع نسب الضباب الدخاني بإقليم القاهرة الكبرى

أسماء محمد أحمد عويس^١ ا.د. محمد إبراهيم محمد حسن شرف^٢ ا.م.د. أسامه حسين شعبان^٣

المستخلص.

تعتبر هذه الدراسة واحدة من تطبيقات علم المناخ التطبيقي والتحليل المكاني لكبرى المشاكل البيئية التي تواجه المجتمعات المعاصرة ولا سيما في المدن الكبرى وتم التطبيق وعمل قطاعات تغطي كامل منطقة الدراسة وتم التركيز على المناطق التي تغطي كل فئات استخدام الأرض وتقسيم إقليم القاهرة الكبرى لست قطاعات مع مراعاة تغطيته بالكامل من أقصى الشمال إلى الجنوب ومن أقصى الشرق للغرب، وبناء نموذج يهدف لتحديد درجات التأثير بالضباب الدخاني وذلك اعتماداً على ثمان متغيرات وهي (ثاني أكسيد الكبريت، الجسيمات العالقة، الجسيمات المستنشقة، الرصاص، الدخان، أول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد النتروجين، الأوزون) بالإضافة إلى خريطة استخدام الأرض عام (٢٠١٠م) ومدى تأثير ذلك على تكوين ظاهرة الضباب الدخاني مع تحديد الوزن النسبي لكل متغير طبقاً لدرجة تأثيره حيث يتم استخدام محطات الرصد البيئي للفترة من (١٩٩٨-٢٠١٠م) وبعد ذلك تتم عملية الإشتقاق (Interpolation) ثم يتم تصنيف خريطة كل متغير إلى ثمان فئات طبقاً لدرجة التأثير وبعدها يقوم النموذج بتحديد درجات التأثير من خلال إدخال خرائط التصنيف السابقة لكل متغير مع تحديد الوزن النسبي لكل متغير وفي النهاية يقوم النموذج بإحتساب المساحة التي تغطيها كل درجة من درجات التأثير بالضباب الدخاني ونسبتها إلى موقعها حسب خريطة التقسيم الإداري لمنطقة الدراسة، ونتيجة النموذج أن أكثر المواقع تائراً بالضباب الدخاني هي منطقة التبين والمناطق الواقعة جنوبها خاصة منطقة عرب أبوساعد، وكذلك شمال الإقليم وتحديداً شبرا الخيمة، يليهم المنطقة المركزية ومنطقة إمبابة.

الكلمات المفتاحية: الضباب الدخاني - استخدام الأرض - مشكلات بيئية - الملوثات الهوائية - إقليم القاهرة الكبرى.

المقدمة.

تزداد خطورة ظاهرة الضباب الدخاني المعروفة أيضاً بإسم الضبخان (smog) وهو عبارة عن خليط من أكاسيد النتروجين مع الهيدروكربونات في وجود أشعة الشمس ويكون الهواء هادئاً حيث تبدأ سلسلة من التفاعلات ينتج عنها مركبات ضارة تعرف بالمؤكسدات الكيموضوئية، ومع الإزدياد الكبير في حجم إنبعاثات ونوعية الملوثات الهوائية التي تملأ سماء تلك المدن والمصاحبة لزيادة عدد السكان وتعدد أنشطتهم عاماً بعد عام وبالتالي يؤدي زيادة التوسع العمراني، وارتفاع حجم مخلفات النشاط البشري سواء كانت (صلبة، سائلة، غازية) وما ينتج عنها من أدخنة وأتربة وغازات وجسيمات عالقة إلى تلوث الغلاف الجوي فوق المناطق العمرانية الكبرى، ومن أهم الحوادث حادثة إنتشار الضباب الدخاني في مدينة لندن عام ١٩٥٢م الذي تكون بسبب إتحاد جزيئات الماء خلال حدوث الضباب مع الغازات المنبعثة من المصانع فتسبب

(١) مدرس مساعد بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة المنيا - asmaaclimate@hotmail.com

(٢) أستاذ المناخ التطبيقي ورئيس قسم الجغرافيا بكلية الآداب - جامعة الإسكندرية

(٣) أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد بكلية الآداب - جامعة المنيا

في ضعف الرؤية وإستنشاق الملوثات في الشوارع مما أدى إلى سقوط الكثير من المارة في الشوارع وسجلت حوالي ٤٠٠٠ حالة وفاة بسبب هذه الظاهرة.

منطقة الدراسة.

يعد إقليم القاهرة الكبرى نطاقاً حضرياً يضم كلاً من محافظة القاهرة وأجزاء من محافظتي الجيزة والقليوبية ويمثل كتلة عمرانية متلاحمة تبلغ مساحتها ٢٨١٤ كم^٢ وتوازي نحو ٢% من إجمالي مساحة مصر الكلية ويسكن فيه نحو (٢٥%) من جملة سكان في مصر، ويمتد إقليم منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ٤٥ ٢٩° و ٣٠ ٣٠° شمالاً وخطى طول ٣١ ٠٠° و ٣١ ٣٠° شرقاً، أي أنه يشغل ١٥ ١° أو درجة واحدة وربع درجة عرضية، وهذا يدل على تشابه الظروف المناخية على طول إمتداده. ويعد إقليم القاهرة الكبرى منطقة الوصل بين إقليم صعيد مصر وإقليم الدلتا حيث تحتل موقع مفصلي يتوسط النهايتين الجنوبية للدلتا والشمالية للصعيد وتتوسط الهضبتين الشرقية والغربية، وتقع معظم أراضي منطقة الدراسة إلى شرق النيل.^(١)

- مشكلة الدراسة:

تعد مشكلة الضباب الدخاني من أهم المشكلات البيئية المعاصرة التي تزداد حدتها بالتوافق مع مصادر التلوث وزيادة الاستخدامات والأنشطة البشرية وما ترتب عليها من زيادة في استهلاك موارد الطاقة واصابة الكائنات الحية بأمراض متعددة مما يتطلب البحث عن تلك المشكلة وأسبابها والحلول المناسبة للحد من أخطارها.

- أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحديد مناطق التأثير بالضباب الدخاني اعتماداً على المتغيرات (الملوثات) عن طريق بناء نموذج بالإضافة لتطابق استخدام الأرض مع النموذج وتحديد الوزن النسبي لكل متغير طبقاً لدرجة تأثيره في تكون الظاهرة، وعمل مقارنة بين ناتج النموذجين (٢٠٠٠، ٢٠١٠م) وتفسير ذلك التغير طبقاً وتقييم العلاقة بين استخدامات الأرض وتوزيع نسب الضباب الدخاني.

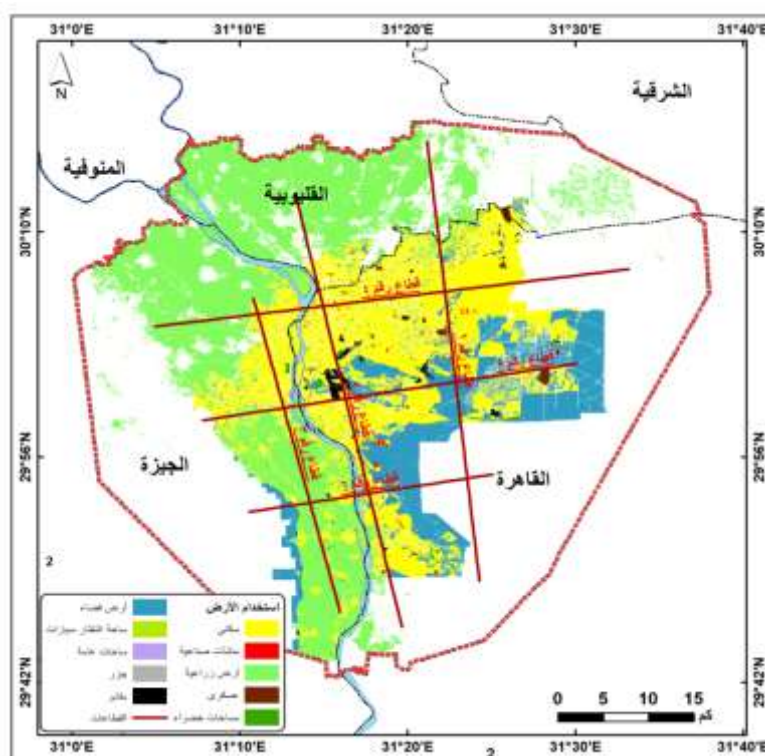
- منهج وأسلوب الدراسة.

اعتمدت الباحثة على المنهج الاستقرائي التحليلي في تناول موضوع البحث واستقراء بياناته وتحليلها لاستخلاص النتائج والعلاقات بين متغيرات البحث. وقد استخدمت الباحثة أساليب متعددة مثل الأسلوب الاحصائي، الأسلوب الكمي، الأسلوب الخرائطي، وأساليب التحليل المكاني بنظم المعلومات الجغرافية، وأسلوب النمذجة المكانية.

(١) فتحي محمد مصلحي، تطور العاصمة المصرية والقاهرة الكبرى - الإنسان والتحديات الأيكولوجية والمستقبل، الدار المصرية، القاهرة، الجزء الثاني، ١٩٩٩، ص.

أولاً: استخدام الأرض ومتغيرات تكون الضباب الدخاني: تم عمل قطاعات تغطي منطقة الدراسة بالكامل من أقصى الشمال إلى الجنوب ومن أقصى الشرق إلى الغرب وتم التركيز على المناطق التي تغطي كل فئات استخدام الأرض من زراعة ومباني ومصانع طوب ومكامير الفحم ومناطق مختلفة من العمران سواء الموجود بالقاهرة والجيزة وحلوان وتم استخدام ست قطاعات، منها ثلاث قطاعات طولية تمتد من الشمال إلى الجنوب وثلاث قطاعات عرضية تمتد من الشرق للغرب وتختلف المسافة بين القطاعات بسبب الشكل الطولي لمنطقة الدراسة.

شكل رقم (١) استخدام الأرض وأماكن توزيع القطاعات الطولية والعرضية بمنطقة الدراسة

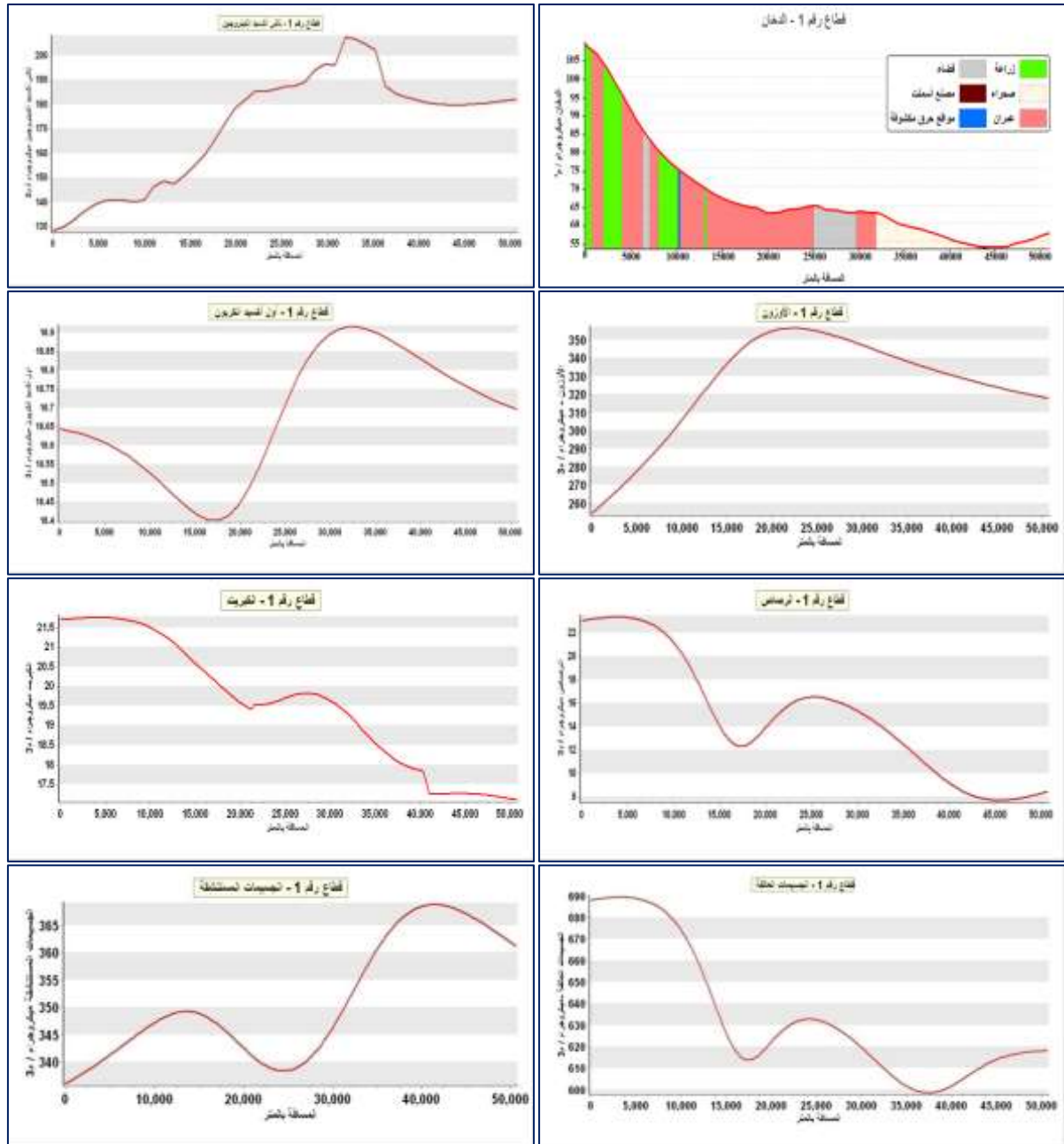


١- القطاع الأول:

يمتد من الشمال للجنوب بدءاً من منطقة الخانكة شمالاً إلى منطقة ١٥ مايو جنوباً ويبلغ إجمالي القطاع مسافة (٥٠ كم) ويمر بأنواع وأنماط مختلفة من استخدام الأرض حيث يمتد في الأراضي الزراعية بطول (٠.٧ كم) ويمر بمناطق حرق مكشوف ومكامير فحم التي تتركز في القليوبية وخاصة قرية أجهور الكبرى حيث ترتفع قيم تركيز الدخان مرة ونصف عن الحد المسموح بهذه المنطقة حيث بلغ (١٠٥ ميكروجرام/م^٣) وأيضاً يرتفع في المناطق الصناعية (٧٥ ميكروجرام/م^٣) ويقل تركيزه في الأراضي الصحراوية والأراضي الفضاء إلى أقل من (٦٠ ميكروجرام/م^٣)، ويلاحظ بشكل عام ارتفاع قيم المتغيرات وخاصة الأوزون حيث تتراوح قيمته بين (٢٥٠-٣٥٠ ميكروجرام/م^٣) والجسيمات المستنشقة (٣٤٠-٣٦٥ ميكروجرام/م^٣) وثاني أكسيد الكربون (١٨.٤-١٨.٩ ميكروجرام/م^٣)، أما تركيز ثاني أكسيد النيتروجين والجسيمات العالقة فيدور حول المتوسط العام لهذه المتغيرات، ويقل تركيز الرصاص

والجسيمات العالقة، كما يمكن ملاحظة أن بعد مسافة (٣٠-٣٥ كم) وبالقرب من منطقة شق الثعبان نجد إرتفاع قيم كلاً من (ثاني أكسيد النيتروجين، ثاني أكسيد الكبريت والأوزون) بسبب النشاط الصناعي والحرفي بهذه المنطقة، وترتبط الأنماط المكانية لملوثات الهواء بشكل إيجابي مع الكثافة العمرانية الحضرية، ومع قيم درجة حرارة سطح الأرض.^(١)

شكل رقم (٢) القطاع الأول العلاقة بين المتغيرات المكونة للضباب الدخاني بـ (ميكروجرام/م^٣) وإستخدام الأرض

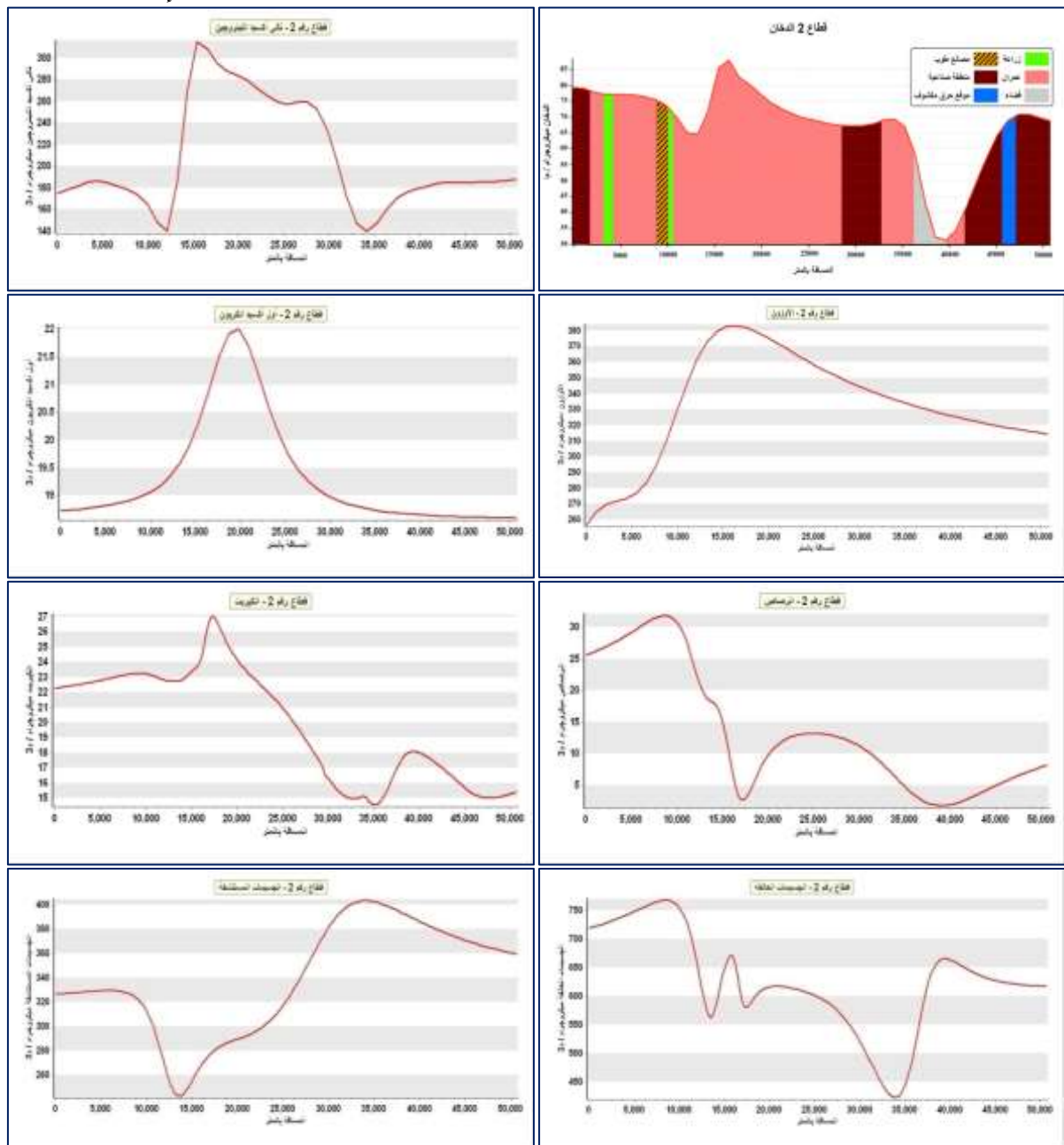


٢ - القطاع الثاني:

⁽¹⁾ Weng, Q., & Yang, S. (2006). Urban air pollution patterns, land use, and thermal landscape: an examination of the linkage using GIS. Environmental monitoring and assessment, 117(1-3), 463-489.

يبلغ طول القطاع (٥٠ كم) ويمتد من قليوب شمالاً وحتى منطقة التبين جنوباً مروراً بمنطقة شبرا الخيمة والساحل وباب الشعرية والموسكي والدرب الأحمر ومصر القديمة ثم منطقة البساتين والمعادي وحلوان والتبين، ويلاحظ أن هذا القطاع يبدأ في إرتفاع تركيز الملوثات به وخاصة في المناطق التي يمر بها بداية من شبرا الخيمة وحتى منطقة مصر القديمة وأهم هذه الملوثات الأوزون الذي يتراوح بين (٢٦٠-٣٨٠ ميكروجرام/م^٣)، والجسيمات المستنشقة تتراوح بين (٢٥٠-٤٠٠ ميكروجرام/م^٣)، والكبريت الذي بين (١٤-٢٧ ميكروجرام/م^٣) وثاني أكسيد الكربون بين (١٨-٢٢ ميكروجرام/م^٣)، ولا يقل تركيز أي من الملوثات سوي الرصاص إذ لا يتجاوز حد (٣٠ ميكروجرام/م^٣) خلال القطاع، أما بالنسبة للجسيمات العالقة فتتراوح بين متوسط هذا المتغير (٤٥٠-٧٥٠ ميكروجرام/م^٣).

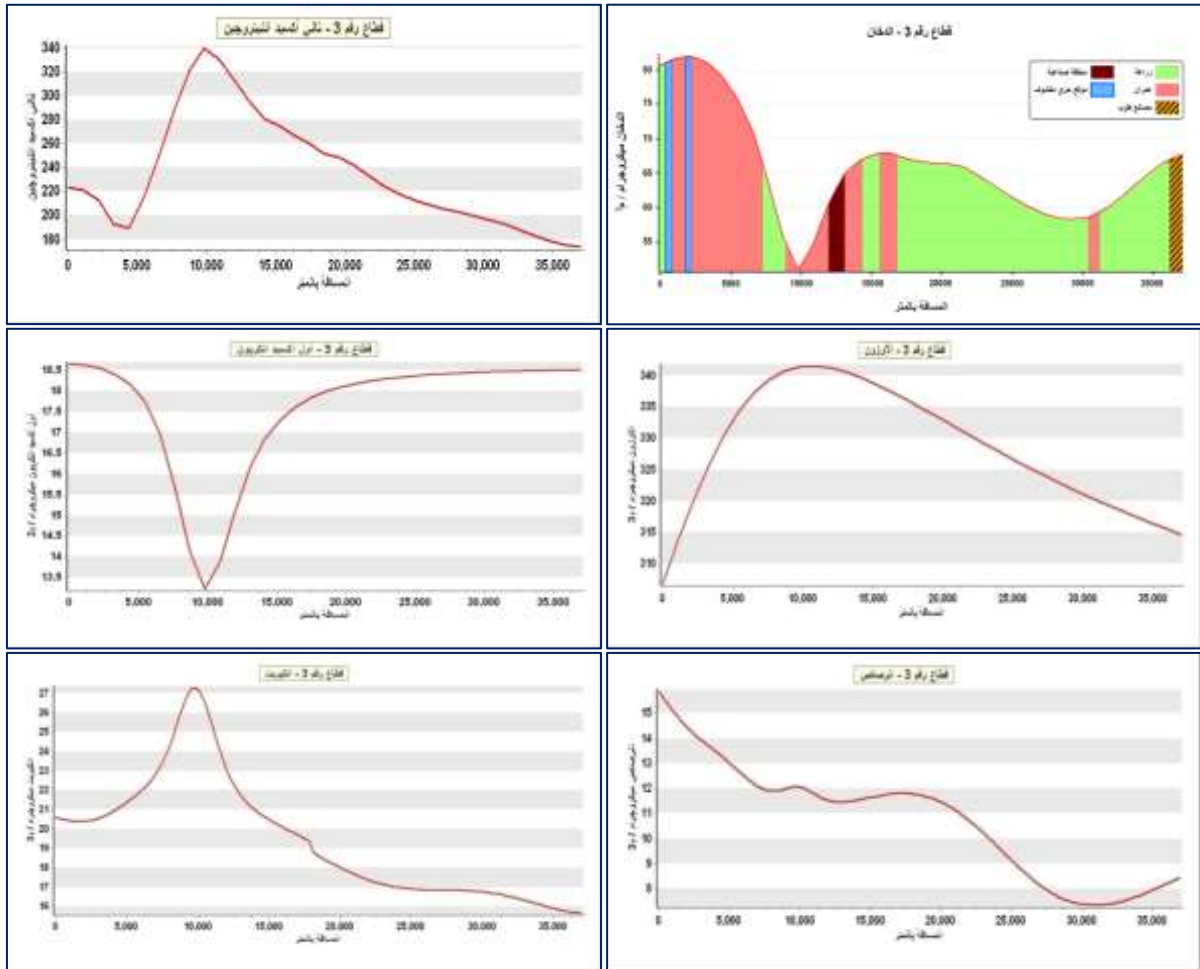
شكل رقم (٣) القطاع الثاني العلاقة بين المتغيرات المكونة للضباب الدخاني ب (ميكروجرام/م^٣) وإستخدام الأرض

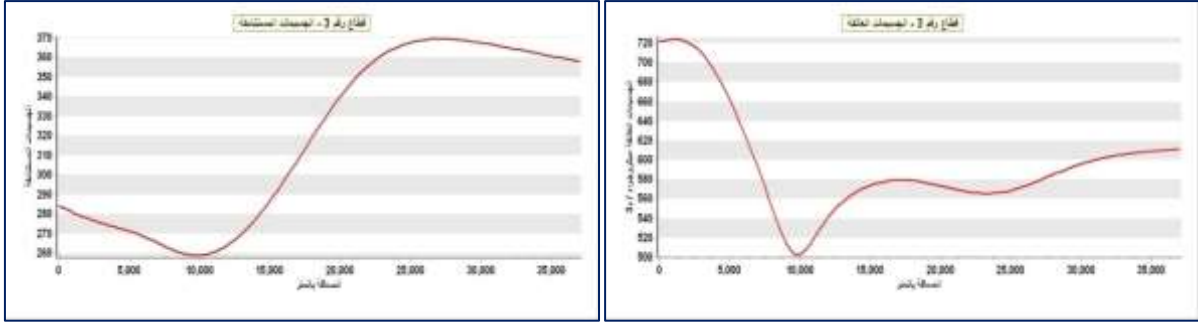


٣- القطاع الثالث:

يمتد هذا القطاع داخل محافظة الجيزة من منطقة الوراق شمالاً وحتى البدرشين جنوباً بطول (٣٧كم)، ماراً بإمبابية والعجوزة والدقي وبولاق الذكور والعمرائية وقسم الجيزة والأطراف الغربية للحوامدية، ونظراً لتركز منطقة العمرائية فمن بداية القطاع وحتى (٥كم) وبالتحديد حتي منتصف قسم الجيزة نجد إرتفاع المتغيرات وبخاصة الدخان الذي يصل إلي (٨٠ميكروجرام/م^٣) ويلية الأوزون (٣٤٠ميكروجرام/م^٣)، والكبريت (٢٧ميكروجرام/م^٣)، النيتروجين (٣٤٠ميكروجرام/م^٣)، كما يلاحظ إنخفاض قيم الملوثات بعد (١٠كم) من بداية وتحديدأ أقصى جنوب شرق العمرائية حيث تصل قيم الدخان وأول أكسيد الكربون والجسيمات العالقة والمستنشقة إلي أدنى مستوياتها، وجنوباً إلي نطاق مصانع الطوب بالبدرشين لذا نجد إرتفاع قيم الدخان وأول أكسيد الكربون والجسيمات المستنشقة في نهاية القطاع.

شكل رقم (٤) القطاع الثالث العلاقة بين المتغيرات المكونة للضباب الدخاني بـ (ميكروجرام/م^٣) وإستخدام الأرض

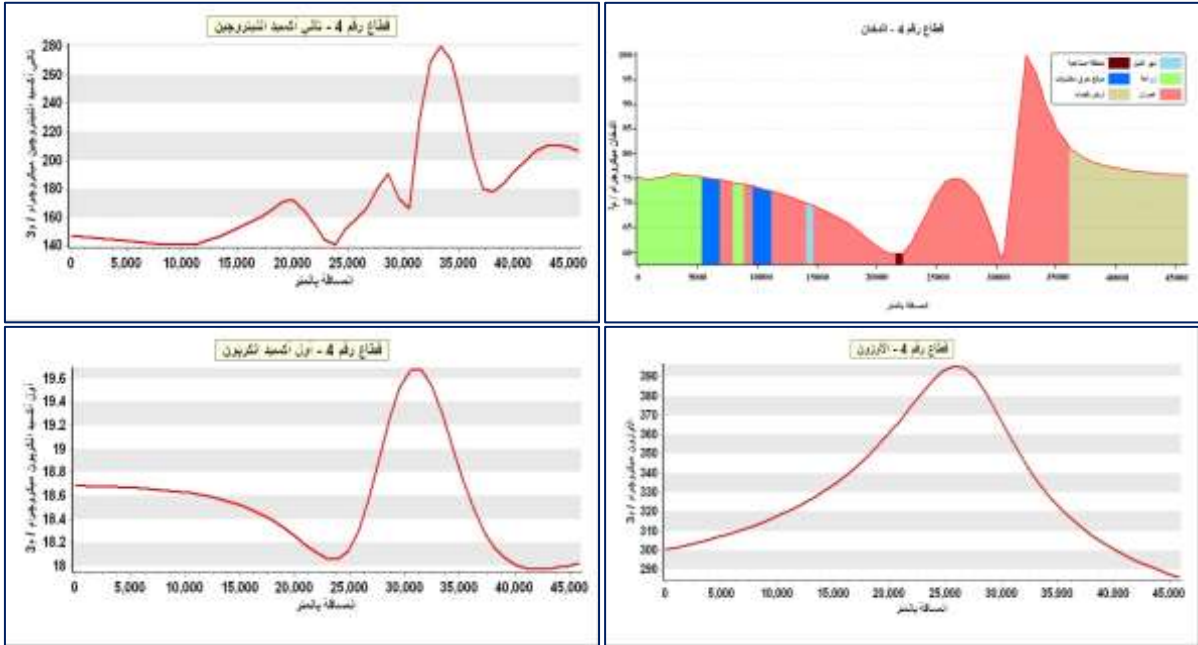


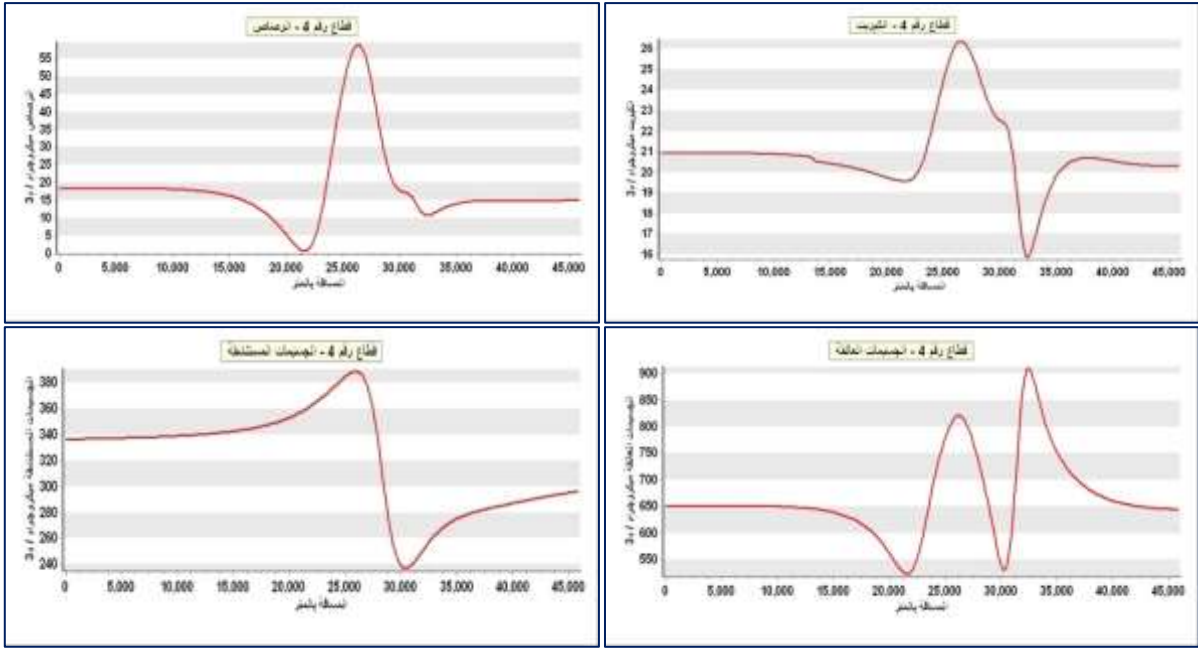


٤ - القطاع الرابع:

يمتد بطول (٤٦ كم) من شرق منطقة الدراسة بمنطقة الشروق ويمر بالنزهة ثم شمال مصر الجديدة ثم الزيتون والشرابية والساحل ثم يقطع نهر النيل ماراً بإمبابة وجنوب الوراق ثم منطقة كرداسة غرباً، ويلاحظ أن بداية القطاع وحتى (٢٠ كم) وأيضاً الجزء الأخير من القطاع وبالتحديد آخر (١٥ كم) نجد أن الملوثات تميل نحو معدلات متدنية، بينما الجزء المحصور بين (٢٠-٤١ كم) أي بداية من غرب منطقة النزهة وحتى غرب منطقة إمبابة نجد ارتفاع تركيز كلاً من الدخان (١٠٠ ميكروجرام/م^٣) والأوزون (٣٩٠ ميكروجرام/م^٣)، والجسيمات العالقة (٩٠٠ ميكروجرام/م^٣)، والرصاص يصل إلي (٥٥ ميكروجرام/م^٣)، وهي معدلات مرتفعة جداً إذا ما قورنت بالحد المسموح به أو حتى المتوسط العام بالمنطقة.

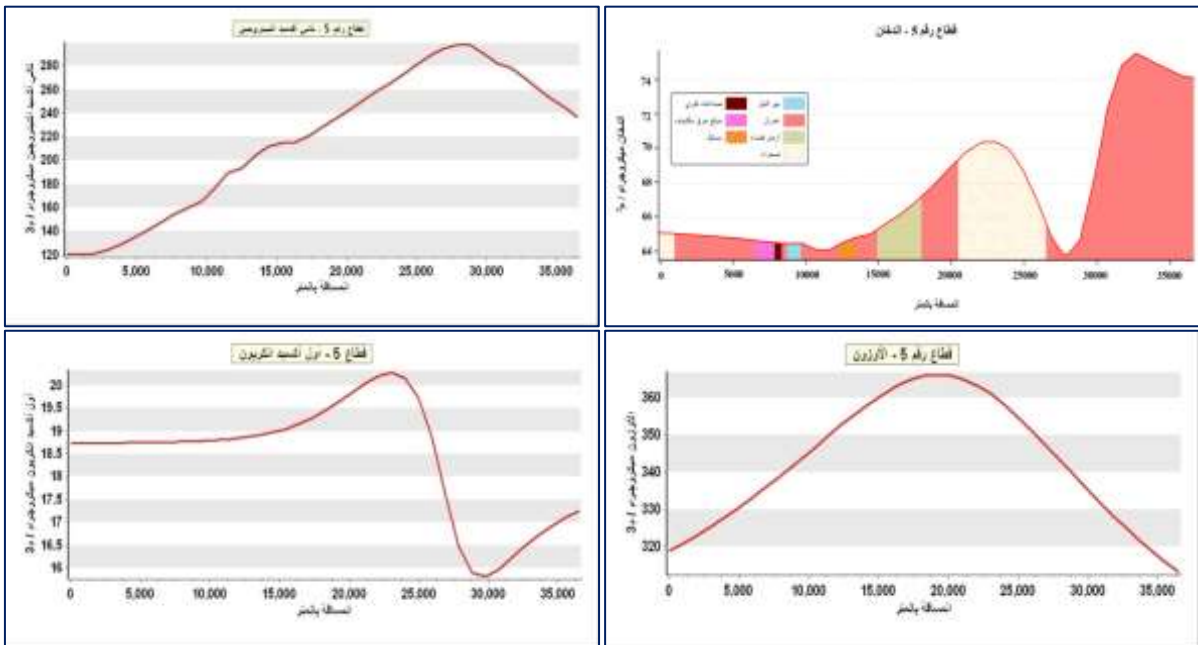
شكل رقم (٥) القطاع الرابع العلاقة بين المتغيرات المكونة للضباب الدخاني بـ (ميكروجرام/م^٣) واستخدام الأرض

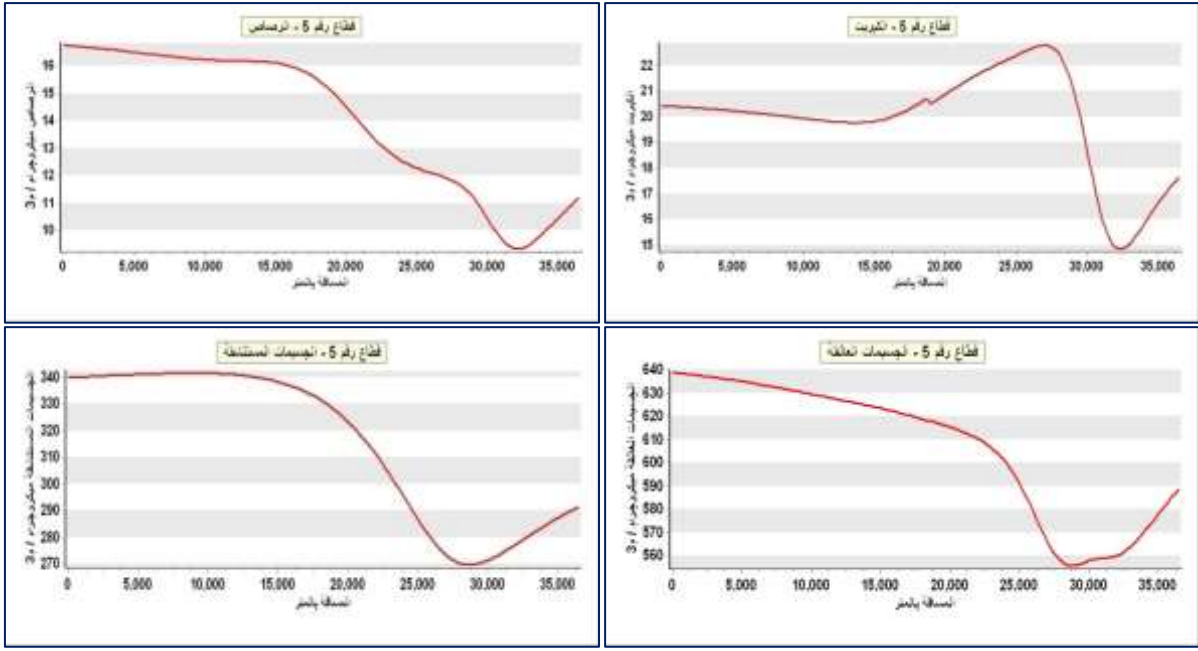




٥- القطيع الخامس:

يمتد بطول (٣٦.٥ كم) ويبدأ من القاهرة الجديدة شرقاً ماراً بمدينة نصر، الخليفة، البساتين ليقطع نهر النيل ماراً بجنوب العمرانية و جنوب الأهرام، ويلاحظ أن هذا القطيع رغم مروره بأنماط مختلفة من إستخدام الأرض الا أنه يظل علي مسافة من مصادر التلوث الرئيسية بالإقليم، لذلك نجد مستويات منخفضة في كل الملوثات بإستثناء الكبريت الذي يتراوح بين (١٦-٢٠ ميكروجرام/م^٣) ولكن يستثنى من هذا المعدل الجزء الأخير من القطيع حيث يمر بجنوب العمرانية والتي يوجد بها (٩) مواقع للحرق المكشوف و(٣) مواقع للصناعات بها وهو ما إنعكس علي معدلات الدخان وثنائي أكسيد النيتروجين. شكل رقم (٦) القطيع الخامس العلاقة بين المتغيرات المكونة للضباب الدخاني ب (ميكروجرام/م^٣) وإستخدام الأرض

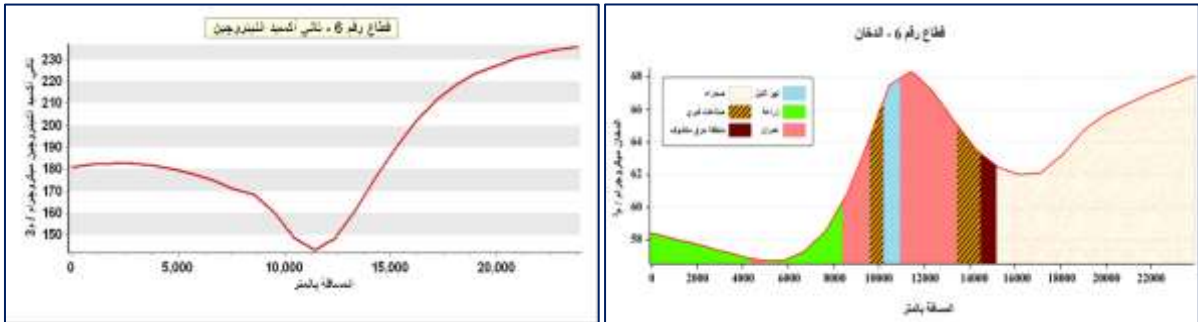


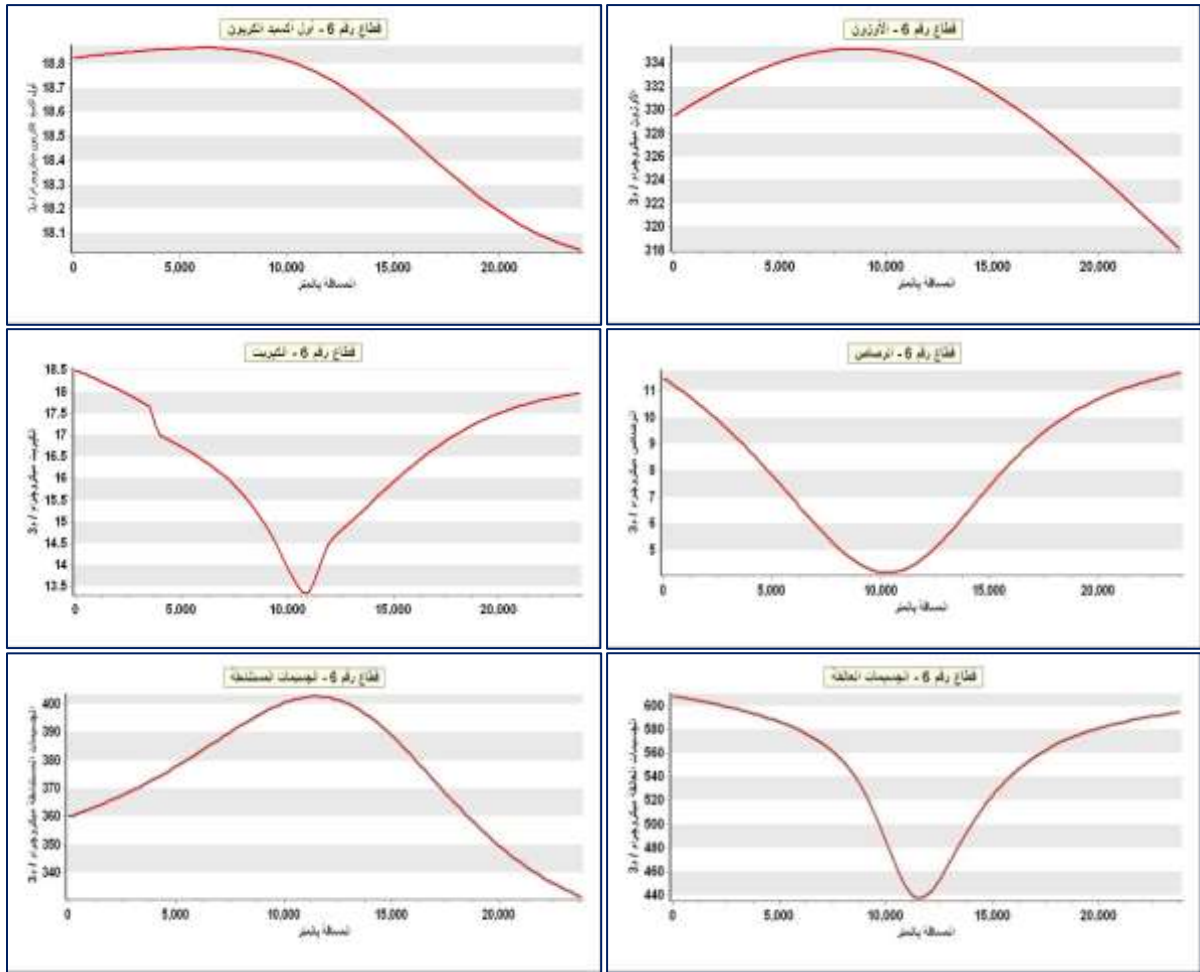


٦- القطاع السادس:

يبلغ طوله (٢٣.٨ كم)، ويمتد من الشرق حيث يمر بمدينة ١٥ مايو، شمال حلوان، جنوب الحوامدية وحتى غرب البدرشين، ويتأثر هذا القطاع بمصادر التلوث في شماله منطقة طره وفي شرقه وجنوبه الشرقي منطقة شق الثعبان ونجد بشكل عام أن الملوثات ذات تركيز متوسط بإستثناء الجسيمات المستنشقة التي بلغت (٤٠٠ ميكروجرام/م^٣) وأول أكسيد الكربون (١٨٨ ميكروجرام/م^٣)، وبسبب أن نهاية القطاع يمر بأراضي زراعية وهامش صحراوي نجد إنخفاض في تركيز الموثات وخاصة الأوزون وأول أكسيد الكربون والجسيمات المستنشقة وهذه المتغيرات الثلاثة تصل إلي أدنى مستوياتها داخل القطاع.

شكل رقم (٧) القطاع السادس العلاقة بين المتغيرات المكونة للضباب الدخاني بـ (ميكروجرام/م^٣) وإستخدام الأرض





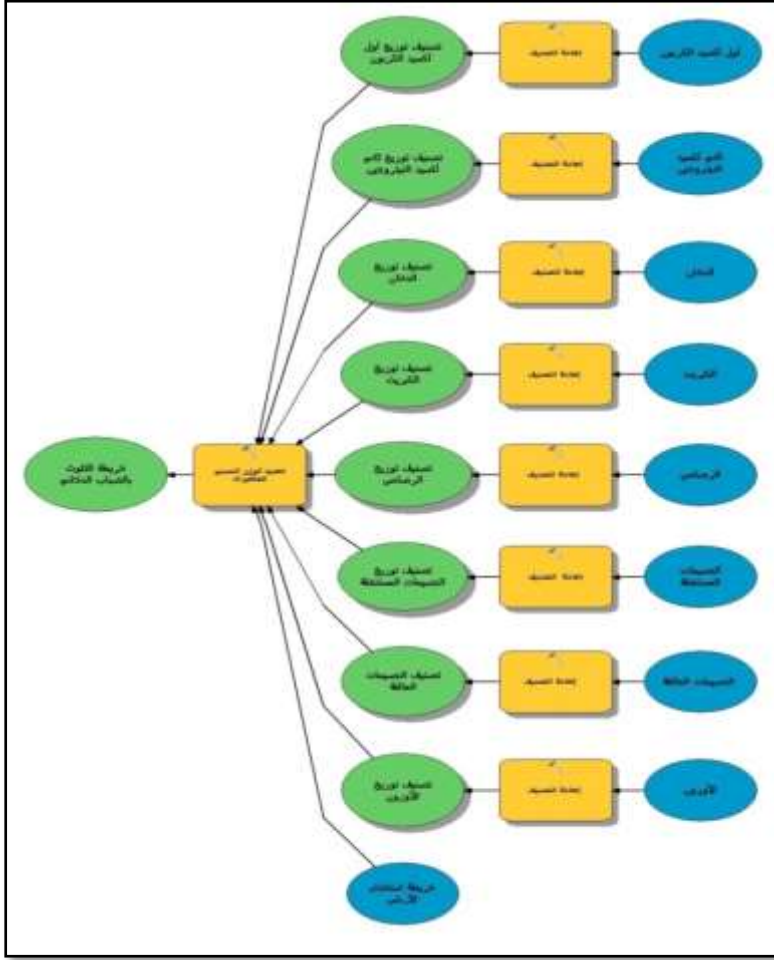
ثانياً: بناء نموذج لتحديد درجات ونطاقات التلوث بالضباب الدخاني:

مراحل العمل الفني للنموذج:

١ - الإشتقاق: Interpolation

ويقصد بها التنبؤ بإمتداد وانتشار ظاهرة معينة داخل مساحة محددة بدلالة معرفة توزيعها وقيمها في نقط بعينها، حيث تم إنتاج ثمان خرائط لتوزيع العناصر التي تساهم في تشكيل ظاهرة الضباب الدخاني للفترة من ١٩٩٨ وحتى عام ٢٠١٠م، وفي هذه المرحلة يتم إدخال الطبقة النقطية التي تتضمن البيانات الخاصة بالمتغير ثم يتم تحديد إسم الملف المخرج ومساره، كما يتم تحديد نطاق الإمتداد ليغطي كافة أجزاء منطقة الدراسة، كما يتم تحديد حجم الخلية وبراغي توحيد حجم الخلايا في كل ملفات النموذج.

شكل رقم (٨) مخطط نموذج نطاقات التلوث بالضباب الدخاني في إقليم القاهرة الكبرى



٢ - إعادة التصنيف: Reclassify.

ويتم بها تقسيم خريطة توزيع أول أكسيد الكربون مثلاً إلي فئات، تمثل ثلاث فئات (منخفضة، متوسطة، مرتفعة) تمثل درجة تأثير كل فئة في تكوين الضباب الدخاني ويتم عمل إعادة التصنيف بإدخال خريطة توزيع المتغير، ثم تحديد عدد الفئات ومدى كل فئة من Classify علي أن يكون ترتيب الفئات تصاعدياً وممثلاً لدرجة التأثير في تكوين الضباب الدخاني.

جدول رقم (١) اعادة التصنيف للفئات

الفئة	التصنيف	المساحة (كم ^٢)
١	منخفضة	٧٠.٧
٢	متوسطة	٢٥٥١.٩
٣	مرتفعة	١٩١.٥

٣- تصنيف خريطة استخدام الأرض.

وفي هذه المرحلة يتم تحديد درجة مساهمة كل نوع من أنواع استخدام الأرض في تكوين الضباب الدخاني وتم عمل إعادة تصنيف استخدام الأرض طبقاً لتأثيره على التلوث بمنطقة الدراسة وتم تصنيف أنماط استخدام الأرض إلى ثمان فئات، وأدى التوسع الحضري والتصنيع السريع في إقليم القاهرة الكبرى إلى تغيرات في غطاء الأراضي والمناخ الحضري.^(١)

يتنوع إقليم القاهرة الكبرى في أنماط استخدام الأرض حيث أن بالرجوع إلي الشكل رقم (٩) يتبين أن: - الفئة الأولى والتي تتضمن الأراضي الزراعية، الفضاء والصحراء والأراضي المسورة وتمثل هذه الفئة نسبة ٨٢.٥% من إجمالي مساحة الإقليم، حيث تغطي الصحراء مساحة ١٩٠٠.٧ كم^٢ وتتوزع علي قسمين، الأول شرقي ويمثل جزء من الصحراء الشرقية، ويوجد في شرق محافظة القاهرة وتحديداً شرق الصف والتبين و ١٥ مايو والقاهرة الجديدة والشروق، وشرق منطقة العبور بمحافظة القليوبية، كما يوجد بهذه الفئة الأراضي الفضاء والتي تغطي ٢٣٠ كم^٢، وتتوزع الأراضي الفضاء في شرق الإقليم بالدرجة الأولى كأجزاء أو متخللات في منطقة القاهرة الجديدة والمعادي وطره و ١٥ مايو ومنطقة النزهة والخليفة، كما تتوزع في شمال شرق ووسط الإقليم كمتخللات بين أنماط استخدام الأرض الأخرى، أما الأراضي الزراعية فتغطي ١٨١.٨٥ كم^٢ بما يمثل ٦.٥% من إجمالي مساحة الإقليم، وتتوزع في شمال الإقليم في مناطق الخانكة وشبين القناطر و قليوب والقناطر الخيرية وامبابية وأوسيم بالإضافة إلي غرب الإقليم في محافظة الجيزة في مناطق الجيزة والحوامدية والبدرشين، كما يتخلل الإقليم بعض المساحات الخضراء والتي لا تتجاوز مساحتها ٨.٧ كم^٢، وعلي الرغم من الأراضي الزراعية والمساحات الخضراء لا تتجاوز نسبة ٧% من مساحة الإقليم ولدورها الإيجابي في التخلص من CO₂.

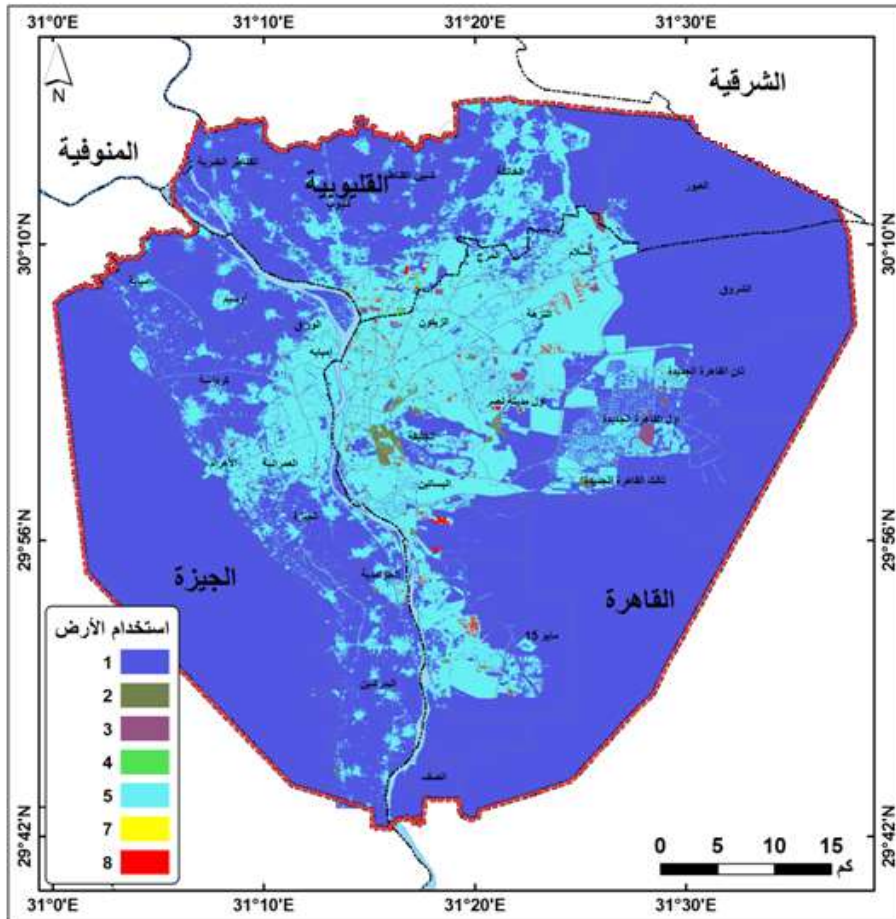
- الفئة الثانية وتضم المساحات العامة وساحات إنتظار السيارات والمقابر وتغطي مساحة ١٠.٧ كم^٢، وهذه الفئة تعد ثاني أقل الفئات من أنماط استخدام الأرض من حيث تأثيرها في إنبعاث ملوثات تشكل ظاهرة الضباب الدخاني، وتتركز هذه الفئة في مدينة نصر والقاهرة الجديدة والخليفة والبدرشين وفي منطقة الأهرام.

^(١) Robaa, S. M. (2013). Some aspects of the urban climates of Greater Cairo Region, Egypt. International journal of climatology, 33(15), 3206-3216.

جدول رقم (٢) تصنيف خريطة إستخدام الارض

التصنيف	إستخدام الأرض	التصنيف	إستخدام الأرض
١	أرض زراعية	٣	مرافق
١	أرض فضاء	٤	تجاري
١	أرض مسورة	٤	خدمات ترفيهية
١	مساحات خضراء	٤	خدمات صحية
٢	ساحة عامة	٤	خدمات عامة
٢	ساحة انتظار سيارات	٤	ديني
٢	مقابر	٥	سكني
٣	تعليمي	٧	أنشطة اقتصادية
٣	خدمات إدارية	٨	صناعي
٣	خدمات ثقافية	٨	منشآت صناعية
٣	عسكري	٨	خدمات نقل

شكل رقم (٩) إعادة تصنيف إستخدام الأرض طبقاً لتأثيره على التلوث بإقليم القاهرة الكبرى



- الفئة الثالثة وتضم أنماط المرافق والاستخدام العسكري والتعليمي والخدمات الإدارية والخدمات الثقافية وتغطي مساحة ٢٠.٧ كم^٢ بنسبة ٠.٧٤% من إجمالي مساحة الإقليم، ويلاحظ أن معظم هذه الأنماط ترتبط بالإستخدام السكني بإستثناء الإستخدام العسكري، لذا نجد أن هذه الأنماط تتوزع بداخل الجزء

المعمور وخاصة في وسط الإقليم وبالقرب من نهر النيل في الأجزاء الجنوبية حيث المعمور من هذه المناطق، أما الإستخدام العسكري فيتركز في مدينة نصر والقاهرة الجديدة وشمال شرق حي السلام.

- تمثل باقي أنماط استخدام الأرض المرتبطة بالإستخدام السكني والتي يصدر عنها أو تتسبب في صدور ملوثات وتتركز في الفئة الرابعة ولا تتجاوز مساحتها ٢ كم^٢، وتتخلل الإسخدام السكني في الجزء المعمور من الإقليم، أما الإستخدام السكني فيمثل أحد أهم مصادر التلوث بالإقليم علي الرغم أنه في الفئة الخامسة وبعلوه ثلاث فئات، إلا أنه يغطي مساحة ٤٤٧.٩ كم^٢، بما يمثل ١٥.٩% من إجمالي مساحة الإقليم، لذا يمثل مصدر رئيسي في التلوث نظراً لإستهلاكه أنواع مختلفة من مصادر الطاقة والوقود، واستخدام أعداد ضخمة من السيارات والتسبب في التلوث الحراري وما يتخلف عن الإستخدام السكني من مخلفات يتم التخلص منها بشكل غير صحيح من خلال مواقع الحرق المكشوفه.

- تمثل الفئة السابعة والتي تضم الأنشطة الإقتصادية بمختلف أنواعها وتغطي مساحة ٠.٠٤ كم^٢، وتتوزع بمساحات صغيرة تتخلل الإستخدام السكني وبخاصة في منطقة العتبة وشبرا مصر، ويأتي في مقدمة الملوثات بالنسبة لأنماط استخدام الأرض بطبيعة الحال الإسخدام الصناعي وحيث يمثل الفئة الثامنة والأكبر من بين الفئات والتي تغطي مساحة ١٠.٩ كم^٢، وإن كانت لا تمثل أكثر من ٠.٤% من مساحة الإقليم إلا أن تأثيرها ضار جداً وتنتشر في منطقة حلوان والتبين وفي الشمال في قليوب وشبرا الخيمة والعمرانية.

٤- تحويل طبقة استخدام الأرض إلي شكل شبكي.

يتم في هذه المرحلة تحويل خريطة إستخدام الأرض بعد دمجها إلي شكل شبكي من خلال الأمر Polygon to Raster وبعدها نقوم بتحديد الحقل الذي يتم إستخدامه في التحويل، وهو حقل Code والذي يعبر عن درجة كل نمط من أنماط استخدام الأرض في تكوين الضباب الدخاني، كما نقوم بتحديد أبعاد الخلية وبراغي أن يكون ٢ متر وذلك لأن طبقة إستخدام الأرض تتضمن طرق ومبان ذات أبعاد صغيرة، وبالتالي فكلما صغرت أبعاد الخلايا كلما حافظنا علي البيانات ولم نفقد جزء منها عند التحويل من صيغة لأخري، وفي النهاية نقوم بتحديد إسم ومسار الملف الناتج عن العملية.

٥- تحديد الوزن النسبي للمتغيرات.

تعد هذه أهم مراحل العمل داخل النموذج، حيث يتم إعطاء وزن نسبي لكل متغير من المتغيرات السابقة، يمثل درجة تأثير كل متغير في تشكيل وتكوين ظاهرة الضباب الدخاني، وفي هذه المرحلة تم تحديد وزن كل متغير بحيث يكون معبر بصدق عن تشكيل وتكوين هذه الظاهرة خاصة مع عدم وجود مرجع سابق يذكر بشكل عددي واضح عن مساهمة كل متغير في تكوين الضباب الدخاني.

جدول رقم (٣) تحديد الوزن النسبي للمتغيرات

الوزن النسبي	المتغير	الوزن النسبي	المتغير
١٠	أول أكسيد الكربون	٥	الجسيمات المستنشقة
١٤	ثاني أكسيد النيتروجين	٥	الجسيمات العالقة
١٢	الأوزون	١٠	الرصاص
٢٠	استخدام الأرض	٨	الكبريت
١٠٠	الإجمالي	١٦	الدخان

يتم إدخال الوزن النسبي من خلال الأمر Weighted overlay الموجود في قائمة أدوات التحليل المكاني ArcToolbox في هذه المرحلة يتم إدخال خريطة استخدام الأرض الموجوده في شكل شبكي وخرائط المتغيرات التي تم عمل إعادة تصنيف لها، علي أن يتم في البداية تحديد أن عدد الدرجات ثمانية من الخانة Evaluation Scale لتكون البيانات على نفس المقياس، وأمام كل المتغير نقوم بكتابة الوزن النسبي أمام خانة التأثير influence، مع التأكد أن ترتيب البيانات متطابق مع ترتيب الفئات من ١ إلي ٨، وبعد الإنتهاء من إدخال كل المتغيرات وكتابة الوزن النسبي لكل متغير، يتم إدخال إسم ومسار ناتج العملية أما output raster.

يمثل نموذج الضباب الدخاني نتيجة للمتغيرات الثمانية والتي تمثل الملوثات المسببة أو المشاركة في تكوين الضباب الدخاني بشكل مباشر بالإضافة إلي استخدام الأرض والغطاء الأرضي بالإقليم الذي يمثل عامل مؤثر بشكل قوي في تكوين الظاهرة، حيث أن مواقع الحرق المكشوف والمكامير والمناطق الصناعية ومواقع الصناعات الكبرى والمسابك ومصانع الطوب تمثل مصدر رئيسي للإنبعاثات المختلفة والملوثات بأنواعها، كذلك الاستخدام السكني والكثافات السكنية العالية وما يتبع ذلك من حاجة للطاقة وإستهلاك للوقود بأنواعه، كما أن وجود الزراعات كغطاء أرضي في شمال وغرب وأجزاء من جنوب منطقة الدراسة ساعد علي الحد من التأثير الضار لوجود ملوثات مختلفة بهذه المواقع.

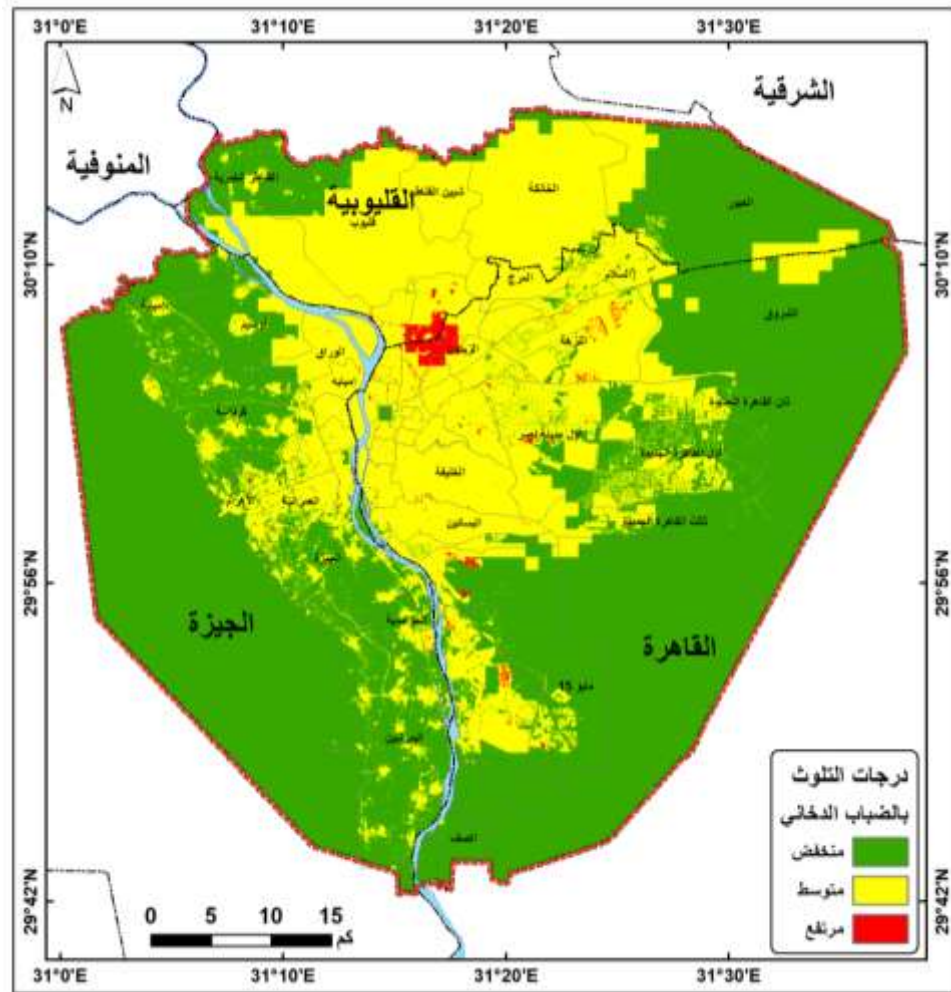
نتيجة النموذج:

- الفئة المرتفعة: تغطي هذه الفئة مساحة (٩١.٥ كم^٢) وتمثل منطقة شبرا الخيمة أعلى المناطق تأثراً بظاهرة الضباب الدخاني وهي الأسوء علي الإطلاق والسبب في ذلك يرجع لتركز عدة ملوثات مثل كون المنطقة صناعية وتركز صناعات الغزل والنسيج ومواقع للحرق المكشوف والعديد من المسابك بهذه المنطقة، يليها شمال البساتين ووسط مصر القديمة والشرابية والمواقع الأربعة يوجد بها مسابك وكثافات سكانية عالية، بالإضافة لعدة مواقع بوسط القاهرة، وتضم هذه الفئة أيضاً منطقة علي شكل مستطيل يغطي جنوب غرب المطرية وشمال شرق الزيتون وشمال حدائق القبة وشمال شرق الزاوية الحمراء وجنوب شرق شبرا الخيمة، فإن هذه الفئة تغطي مساحات بسيطة متفرقة في أحياء النزهة ومدينة نصر

ومنطقة شق الشعبان والتبين وطره وتتعدد أسباب تلوث هذه المواقع بين وجود مصانع أسمنت أو وجود مناطق صناعية بها.

وتمثل فترة الخريف والمتمثلة في سكون الرياح وإنخفاض مستوى طبقة الانقلاب الحراري من إعاقه إنتشار الملوثات وتشتتها وبالتالي حدوث نوبات الهواء الحادة في الطبقة القريبة من سطح الأرض حيث تتراكم الملوثات وتزيد عن معدلها الطبيعي.^(١)

شكل رقم (١٠) نتيجة النموذج للفترة من (١٩٩٨-٢٠١٠م)



- الفئة المتوسطة: غطت هذه الفئة مساحة (٢٠٥١.٩ كم^٢) ويكاد يتطابق توزيع هذه الفئة مع خريطة العمران بالقاهرة الكبرى وفي نطاق يلي توزيع الفئات الأعلى في التأثر بالضباب الدخاني، حيث تنتشر

^(١) سيد إبراهيم محمد، تكنولوجيا المعلومات ودورها في إدارة المشكلات البيئية دراسة حالة (ظاهرة السحابة السوداء وتخفيف آثارها) دراسة هندسية بيئية، رسالة ماجستير، معهد التبين للدراسات المعدنية، قسم الهندسة الكيميائية، القاهرة، ٢٠٠٧، ص ٤٢.

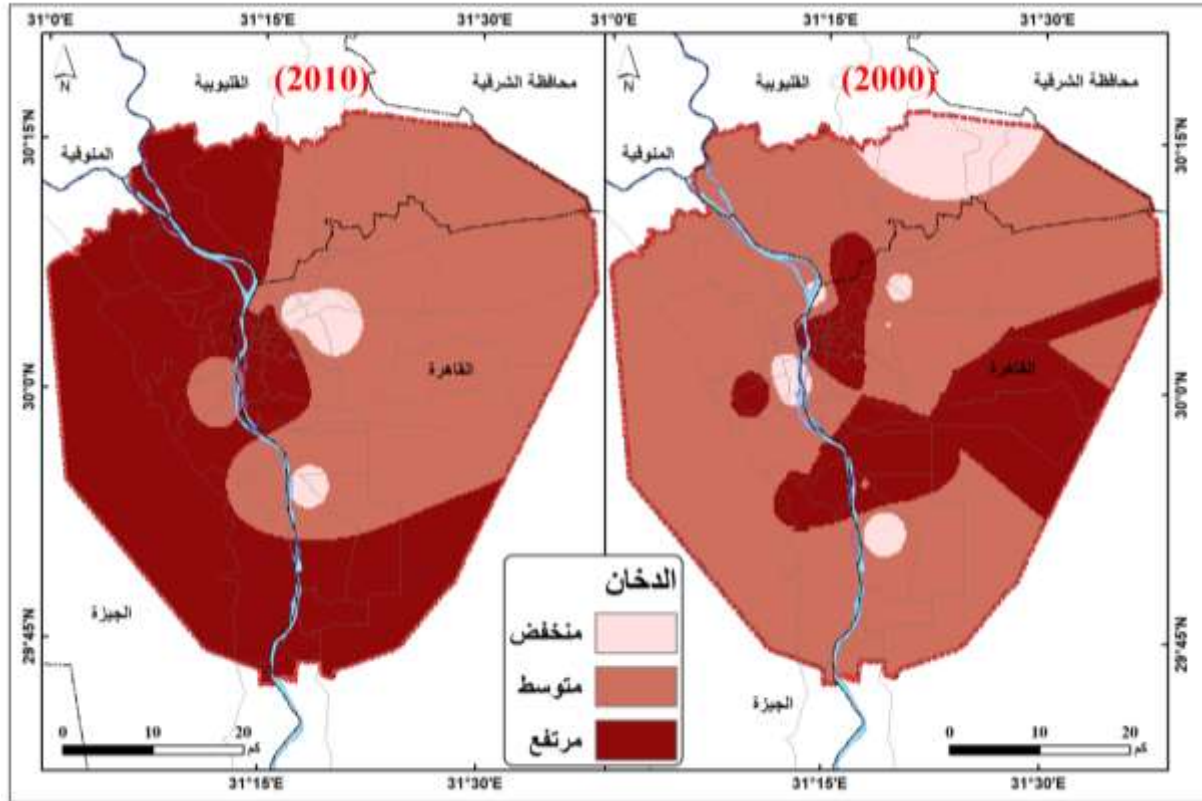
في شرق الجيزة ووسط وشرق القاهرة، وتضم أيضا مناطق اوسيم واميايه وكرداسه والهزم والحوامدية والبدرشين غرب القاهرة، وتتركز الفئة المتوسطة بشكل كبير في شمال منطقة الدراسة.

- **الفئة المنخفضة:** وهي الفئة الأقل تلوثاً بالضباب الدخاني فتغطي الهوامش الصحراوية الشرقية والغربية بشكل يحيط بالإقليم وكذلك في المساحات الزراعية في غرب النيل بمنطقة الدراسة ويتضح تأثير الغطاء النباتي بهذه المواقع في قلة تأثرها بالضباب الدخاني.

إعادة بناء النموذج للمقارنة ما بين عام ٢٠٠٠م وعام ٢٠١٠م:

تؤدي الرياح الهادئة والتغير الرأسي في درجات حرارة الهواء وظاهرة الانقلاب الحراري الي حدوث الظاهرة في فصل الخريف بنسبة ٣٤,٢% وتضعف حدوثها في الربيع والصيف بنسبة ٨,٥% و ٢,٤% على التوالي وظاهرة الضباب الدخاني بلغت ذروتها عام ١٩٩٩ وفي السنوات (٢٠٠٧-٢٠٠٨-٢٠٠٩) كانت ساعات حدوثها (٤٠ - ١٩٠ - ٤٠ ساعة) على التوالي.^(١)

شكل رقم (١١) إعادة تصنيف المعدل السنوي للدخان لعامي (٢٠٠٠م)، (٢٠١٠م)



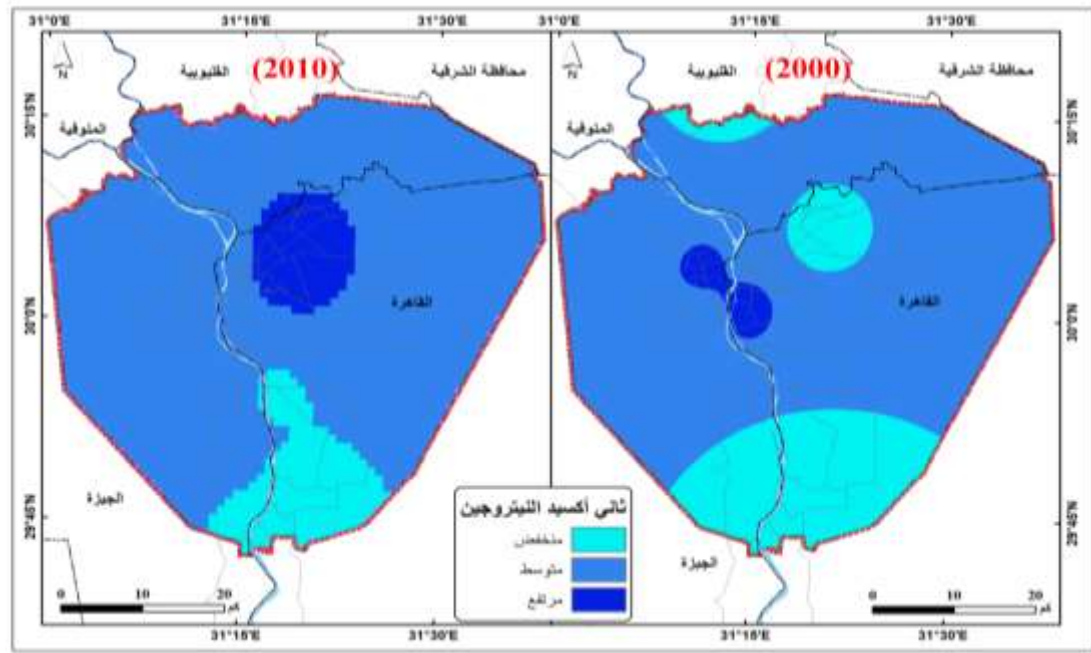
تتراوح معدلات تركيز الدخان داخل إقليم القاهرة الكبرى من (١٠٥.٢ الى ١٦.٥ ميكروجرام/م^٣) بمتوسط بلغ (٧٠.٣ ميكروجرام/م^٣) بإنحراف معياري بلغ (١٠.١) ففي عام ٢٠٠٠ بلغت أعلى التركيزات للدخان شمال ووسط منطقة الدراسة الفئة المرتفعة التي تضم فئة أكبر من (٧٥ ميكروجرام/م^٣) والفئة تقلصت عام ٢٠٠٠ بشكل كبير وظهرت عام ٢٠١٠ بفارق مساحة بينهم بلغ (٢٥٦.٧٩ كم^٢) وتضم محطة الأميرية

(١) محمد السيد حافظ، الضباب الدخاني في القاهرة الكبرى "دراسة في المناخ التطبيقي"، مجلة المجمع العلمي المصري، المجلد الخامس والثمانون، ٢٠١٠، ص ١٧٥.

والأزبكية والعتبة والساحل وبدأ في الإرتفاع نحو الغرب متمثل في محطة الطالبية بالهرم وبدأ بالترج في الإرتفاع ناحية الجنوب في محطة أبو السعود والمعصرة والحوامدية، بينما عام ٢٠١٠ إرتفعت تركيزات الدخان بشكل أوضح في جنوب وغرب منطقة الدراسة ويرتفع في الأزبكية وإمبابة والعتبة ويزداد بالإتجاه جنوباً في محطة التبين حيث أصبحت قلعة صناعية صغيرة تشبه شبرا الخيمة ويتركز بها مصانع الأسمنت والحديد والصلب والكوك والسماد العضوي والأسمدة والكيماويات ومناطق صناعة الطوب بعرب أبوساعد ومن الواضح إرتفاع تركيز الدخان بشكل أكبر في عام ٢٠١٠م عن عام ٢٠٠٠م فالإتجاه العام لتركيز الدخان بيزداد في الإتجاه جنوب وغرب إقليم القاهرة الكبرى عام ٢٠٠٠م وظهرت بشكل واضح في جنوب الإقليم في منطقة التبين في عام ٢٠١٠م وتركزت بإتجاه الغرب بسبب إتجاه الرياح الشمالية الشرقية التي ترسب ناحية الغرب نحو الجيزة خاصة في الحوامدية وإمبابة والطلبية لوجود مصنع السكر وهو المصدر الرئيسي للدخان الأسود ويرجع ذلك الإرتفاع إلى زيادة معدلات التحضر ونمو المدن وتوطن محطات توليد الكهرباء والإنتشار العشوائي للصناعة وإنتشار مكامير الفحم، الفواخير، المسابك، المحاجر، الكسارات، أماكن الحرق المكشوف والصناعات المختلفة بالإضافة إلى التزايد المروع لعوادم المركبات.

ويسبب الضباب الدخاني تغير رائحة الهواء وحجب الرؤية ويكون شديد الخطورة على التنفس وأنسجة الرئتين وخاصة في حالة هدوء الرياح السطحية وإستقرار الهواء وتتهيج أنسجة العين والأنف والجلد وينتج عن إستنشاقه التعرض للإصابة بأمراض خطيرة فضلاً عن كونه سبباً مباشراً للحوادث على الطرق وفي المطارات والموانئ البحرية.^(١)

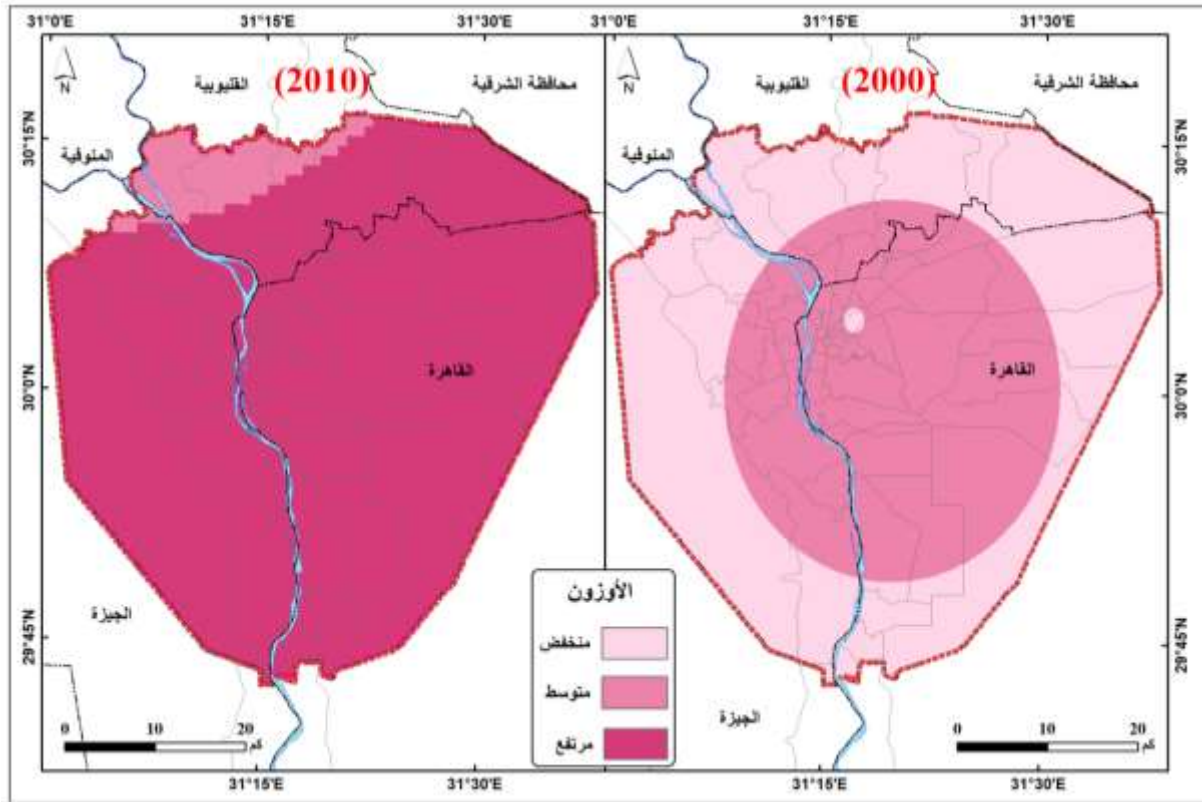
شكل رقم (١٢) إعادة تصنيف المعدل السنوي لثاني أكسيد النتروجين لعامي (٢٠٠٠م)، (٢٠١٠م)



(١) محمد إبراهيم محمد شرف، جغرافية المناخ والبيئة، دار المعرفة الجامعية، الأسكندرية، ص ٤٤.

تتراوح معدلات تركيز ثاني أكسيد النتروجين (NO_2) داخل منطقة الدراسة ما بين (٤٦٧.٦ الى ٤١.٨ ميكروجرام/م^٣) بمتوسط بلغ (١٨٢.٧ ميكروجرام/م^٣) وانحراف معياري (٤٤.٥) وبلغ أعلى تركيزاته وسط إقليم القاهرة الكبرى زادت الفئة المنخفضة عام ٢٠٠٠ إلى الفئة المرتفعة عام ٢٠١٠ بفارق مساحة بلغ (١٧٢.١ ميكروجرام/م^٣) والإتجاه العام لتطور التلوث بثاني أكسيد النتروجين يزداد في وسط المدينة في محطة القلي وفم الخليج والعباسية والمهندسين ومدينة نصر وهليوبولس حيث الكثافة والإختناقات المرورية العالية على النقيض من ذلك أن الفئة المتوسطة موجودة سنة ٢٠٠٠ بشكل أكبر عن عام ٢٠١٠ وتضم منطقة المهندسين وكلية الزراعة لوقوع هذه المناطق بالقرب من طريق الكورنيش حيث إتجاه الرياح يشنت من تركيز الملوثات ويرسيها إلى وسط القاهرة، بينما ظهر الإنخفاض بالتلوث بثاني أكسيد النتروجين في عامي ٢٠٠٠ و ٢٠١٠ في جنوب إقليم القاهرة الكبرى في منطقتي حلوان والتبين ومن تحليل الخريطة إنخفض تركيز ثاني أكسيد النتروجين في عام ٢٠٠٠ عنه في عام ٢٠١٠ وسبب ذلك إنبعاث ثاني أكسيد النتروجين من محركات المركبات التي تتركز في وسط الإقليم خاصة في محطة القلي ومحطات إنتاج الكهرباء تتركز في الجيزة والوراق وشبرا الخيمة والإنبعاثات الصناعية ووقوع منطقة وسط القاهرة لوقوع المنطقة أسفل الرياح الواردة من شبرا الخيمة الصناعية.

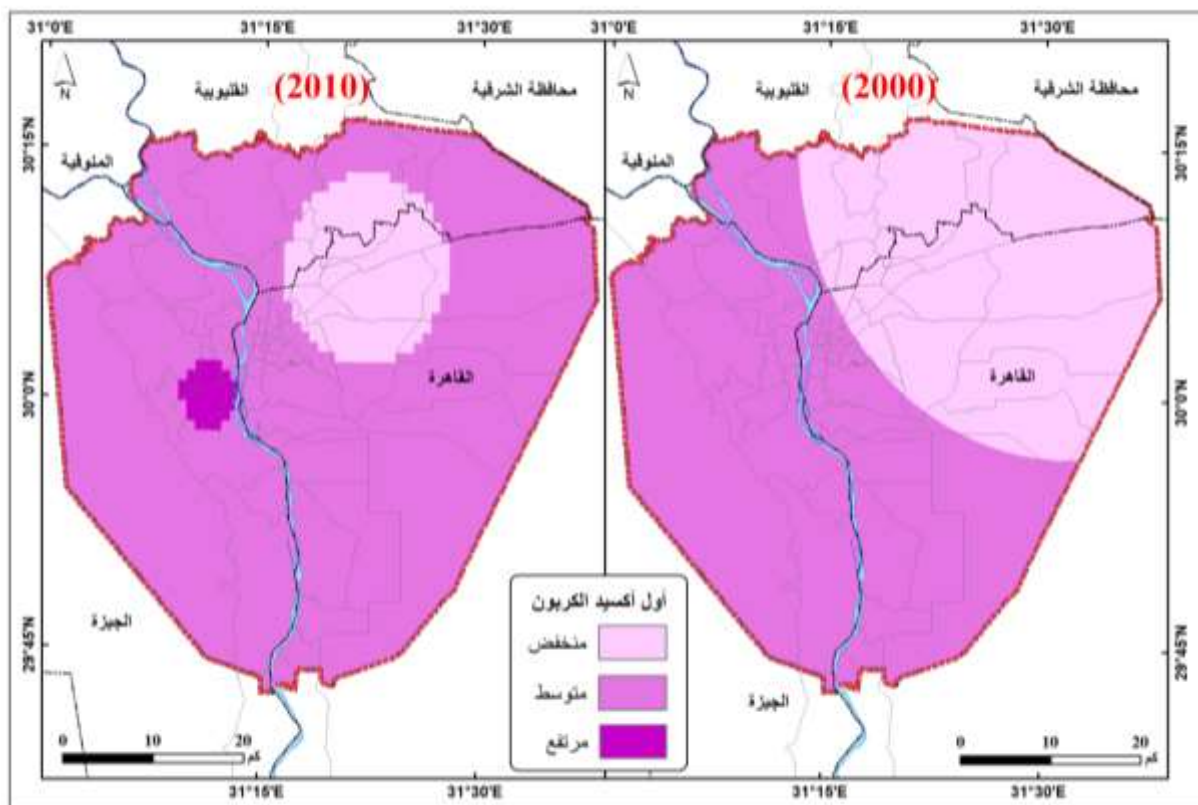
شكل رقم (١٣) إعادة تصنيف المعدل السنوي للأوزون لعامي (٢٠٠٠م)، (٢٠١٠م)



تتركز أعلى قيم للأوزون في وسط إقليم القاهرة الكبرى ونقل تركيزاته بالبعد عن نطاق وسط الإقليم ولكن تركيزاته تزداد بشكل عام نحو الجنوب عن الشمال ومركزها وسط القاهرة وتتراوح معدلات تركيز الأوزون بمنطقة الدراسة ما بين (٤٠٠.٤ الى ١٧٣.٥ ميكروجرام/م^٣) بمتوسط بلغ (٣٠٩.٥ ميكروجرام/م^٣) وبلغ

الإنحراف المعياري (٣٣.٦) في عام ٢٠٠٠ لم تظهر الفئة المرتفعة عام ٢٠٠٠ وإختفت الفئة المنخفضة عام ٢٠١٠ وظهرت الفئة المرتفعة بشكل يغطي منطقة الدراسة بالكامل، ويتضح إرتفاع تركيزات الأوزون في عام ٢٠١٠ أكبر من التركيزات عام ٢٠٠٠ بشكل واضح. بسبب عوادم السيارات التي تحتوي على نسب عالية من الهيدروكربونات المشبعة وهي من مكونات الضباب الدخاني.^(١)

شكل رقم (١٤) إعادة تصنيف المعدل السنوي لأول أكسيد الكربون لعامي (٢٠٠٠م)، (٢٠١٠م)

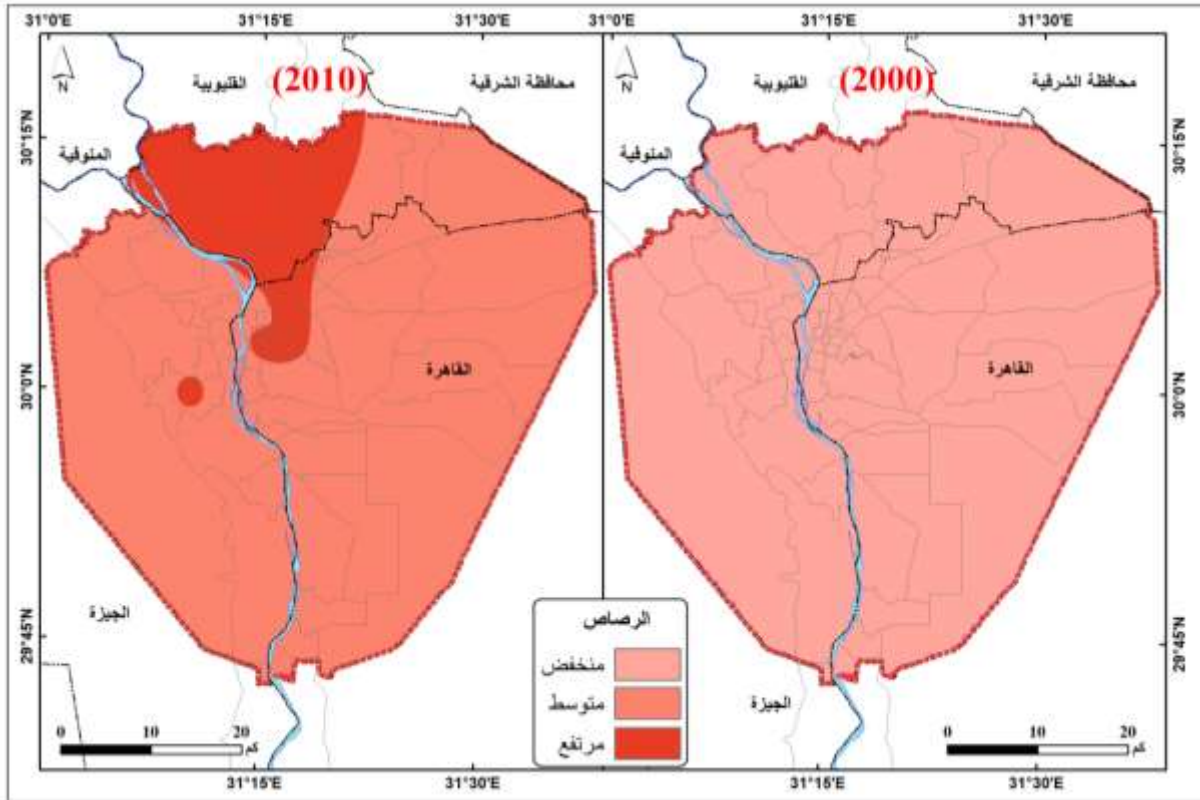


تتراوح معدلات تركيز أول أكسيد الكربون داخل منطقة الدراسة ما بين (٢٤.٧ الى ١٢.٧ ميكروجرام/م^٣) بمتوسط بلغ (١٨.٥ ميكروجرام/م^٣) وإنحراف معياري (٠.٧) والفئة المرتفعة لم تكن موجودة سنة ٢٠٠٠ وظهرت سنة ٢٠١٠ وتركزت في منطقة الدقي وبولاق الدكرور والعمرانية والاهرام بينما ظهرت الثلاث فئات في عام ٢٠١٠ بينما تغير توزيع الفئة المتوسطة بمساحة بلغت (٢٦٤٤.٥ كم^٢) لعام ٢٠٠٠ بفارق بلغ (٣٤٥.٨ كم^٢)، والفئة المنخفضة تركزت في شمال منطقة الدراسة في الجانب الشرقي لنهر النيل وتضم قسم اول مدينة نصر، النزهة، ومصر الجديدة، عين شمس والمرج، وتبين أن الإتجاه العام لتطور أول أكسيد الكربون يزداد غرب إقليم القاهرة الكبرى وسبب ذلك إرتفاع كثافة الحركة المرورية وينتج أول أكسيد الكربون من الإحتراق غير الكامل للوقود داخل محركات السيارات، ويرجع الهدوء النسبي للرياح

^(١) Doskey, P. V., Fukui, Y., Sultan, M., Al Maghraby, A., & Taher, A. (1999). Source profiles for nonmethane organic compounds in the atmosphere of Cairo, Egypt. Journal of the Air & Waste Management Association, 49(7), 814-822.

يعمل على تركيز غاز أول أكسيد الكربون المنبعث من محركات السيارات وحرق المخلفات بالقرب من سطح الأرض وانخفاض معدلات تشتتها أفقياً ورأسياً.

شكل رقم (١٥) إعادة تصنيف المعدل السنوي للرصاص لعامي (٢٠١٠م)، (٢٠٠٠م)

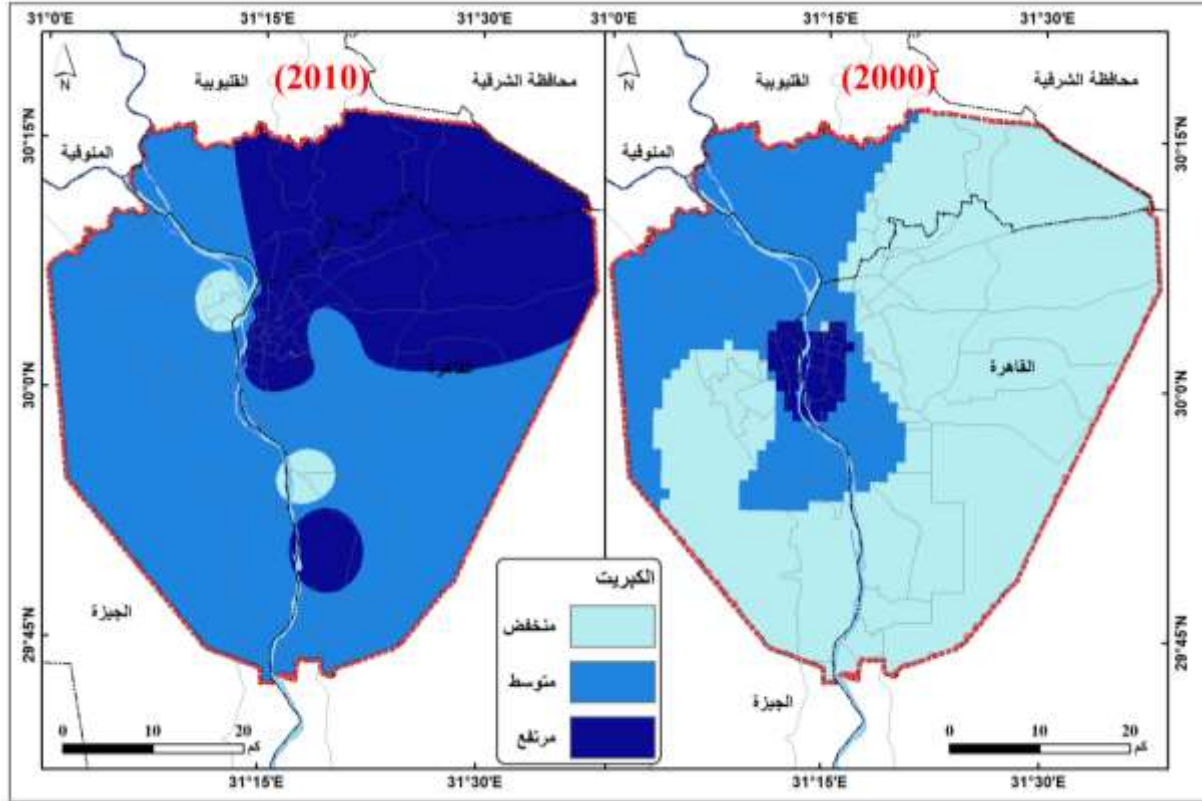


تتراوح معدلات الرصاص داخل إقليم القاهرة الكبرى ما بين (٨٣.٢ الى ٠.٢ ميكروجرام/م^٣) بمتوسط بلغ (١٥.٦ ميكروجرام/م^٣) وانحراف معياري بلغ (٧.٢) وقد ظهرت الفئة المنخفضة كفئة وحيدة عام ٢٠٠٠ بينما إختفت الفئة المنخفضة تماماً عام ٢٠١٠ وبلغت أكبر الفئات مساحة الفئة المنخفضة بنسبة (١٠٠%) لعام ٢٠٠٠ بينما تركزت الفئة المرتفعة شمال منطقة الدراسة بقلوب والقناطر الخيرية وشبرا الخيمة والشرايية والوايلي، ويرجع ذلك للزيادة في تركيز الرصاص بإقليم القاهرة الكبرى وبمصادر تكونه ونلاحظ أن الرصاص قيمته تقل بالإتجاه جنوباً وترتفع بالإتجاه شمالاً وأعلى تركيز للرصاص والذي يعتبر بؤرة التلوث في منطقة شبرا الخيمة وأبو زعبل في فئة الدرجة السادسة بمساحة (٦٧١.٣ كم^٢) حيث مسابك الرصاص العامل الأول وهو أهم مصادر التلوث بالرصاص وإحتلت محطة الإمبرية أعلى التركيزات يعزو ذلك إلى منطقة صهر المعادن والمسبوكات في المنطقة الصناعية وأيضاً بسبب وقوعها تحت الرياح الواردة من المنطقة الصناعية بشبرا الخيمة وإستخدام البنزين المحتوى على الرصاص، وبشكل عام يزيد في الإتجاه الشمالي نحو شبرا الخيمة ومراكز محافظة القليوبية.

تتراوح معدلات تركيز ثاني أكسيد الكبريت داخل منطقة الدراسة من (٣١.١ الى ١٠٠.٩ ميكروجرام/م^٣) بمتوسط بلغ (١٩.٧ ميكروجرام/م^٣) وانحراف معياري بلغ (١٩.٧) وظهرت درجات الثلاث فئات في عام ٢٠٠٠ و ٢٠١٠ وظهرت الفئة المرتفعة بشكل أكبر عام ٢٠٠٠ بمساحة (٤٩.١ كم^٢) في وسط المدينة

بمنطقة الأزبكية والساحل والعتبة وتقلصت في نفس الإتجاه بشكل واضح أيضاً في عام ٢٠١٠ ويلاحظ إرتفاع تركيز ثاني أكسيد الكبريت بشكل عام في الإتجاه ناحية الشمال الشرقي نحو مدينة نصر ومصر الجديدة ومدينة السلام والعبور ويقل بالإتجاه جنوب وغرب منطقة الدراسة. وتحتل القاهرة المركز العاشر عالمياً والثالث افريقيا في التلوث بـ SO_2 بمعدل ٤٠ ميكروجرام/م^٣ بالتساوي مع ساوباولو البرزيلية.^(١)

شكل رقم (١٦) إعادة تصنيف المعدل السنوي لثاني أكسيد الكبريت لعامي (٢٠٠٠م)، (٢٠١٠م)

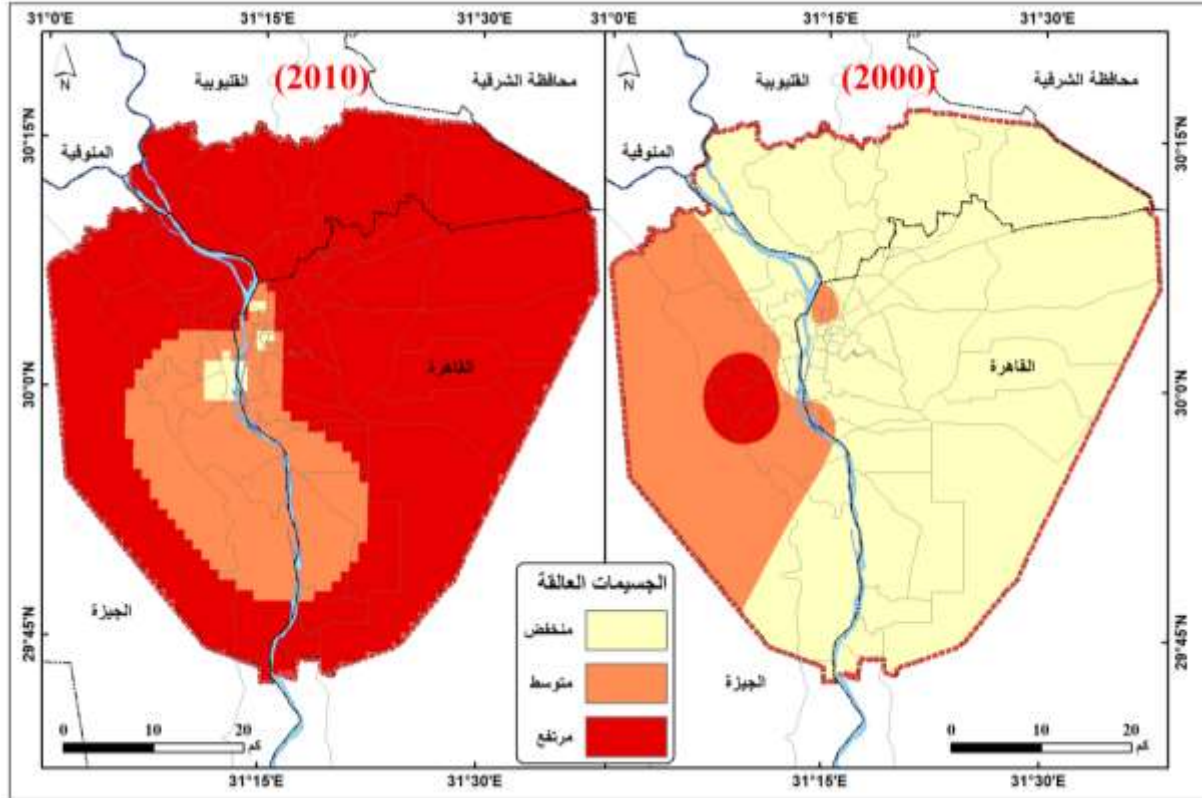


تتراوح معدلات التلوث بالجسيمات العالقة ما بين (١٢٠٤.٧ الي ٤١٤.٨ ميكروجرام/م^٣) بمتوسط بلغ (٦٣٨.٩ ميكروجرام/م^٣) وإنحراف معياري (٥٦.٧) ظهرت الفئة المرتفعة عام ٢٠٠٠ في غرب الإقليم في منطقة الطالبية بالهرم والعمرانية وبولاق الدكرور بينما يزداد الإتجاه العام للتلوث بالجسيمات العالقة نحو الشمال والشمال الشرقي ويضم الأميرية والنزهه ومدينة نصر ويتجه نحو مدينة الشروق والسلام والعبور بفارق مساحي بلغ (٨٤٩.٥ كم^٢) بين عامي ٢٠٠٠ و ٢٠١٠ حيث إزداد تركيز الجسيمات العالقة بشكل واضح عام ٢٠١٠ ويزداد التركيز عام ٢٠٠٠ في منطقة الطالبية والعمرانية بالجيزة ودور الرياح في ترسيب الملوثات من الشرق للغرب ويرجع ذلك إلى وجود منطقة شق الثعبان شرق إقليم القاهرة الكبرى والجياريات في منطقة القطامية ويرتبط حجم الترسيب السنوي للعوالق الكلية بالمناطق ذات الكثافة

(١) خالد محمد مذكور، نمذجة نوعية الهواء وغازات الصوبة الحرارية في مصر، دراسة في الجغرافيا المناخية باستخدام الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة، ٢٠١٨، ص ٢٨.

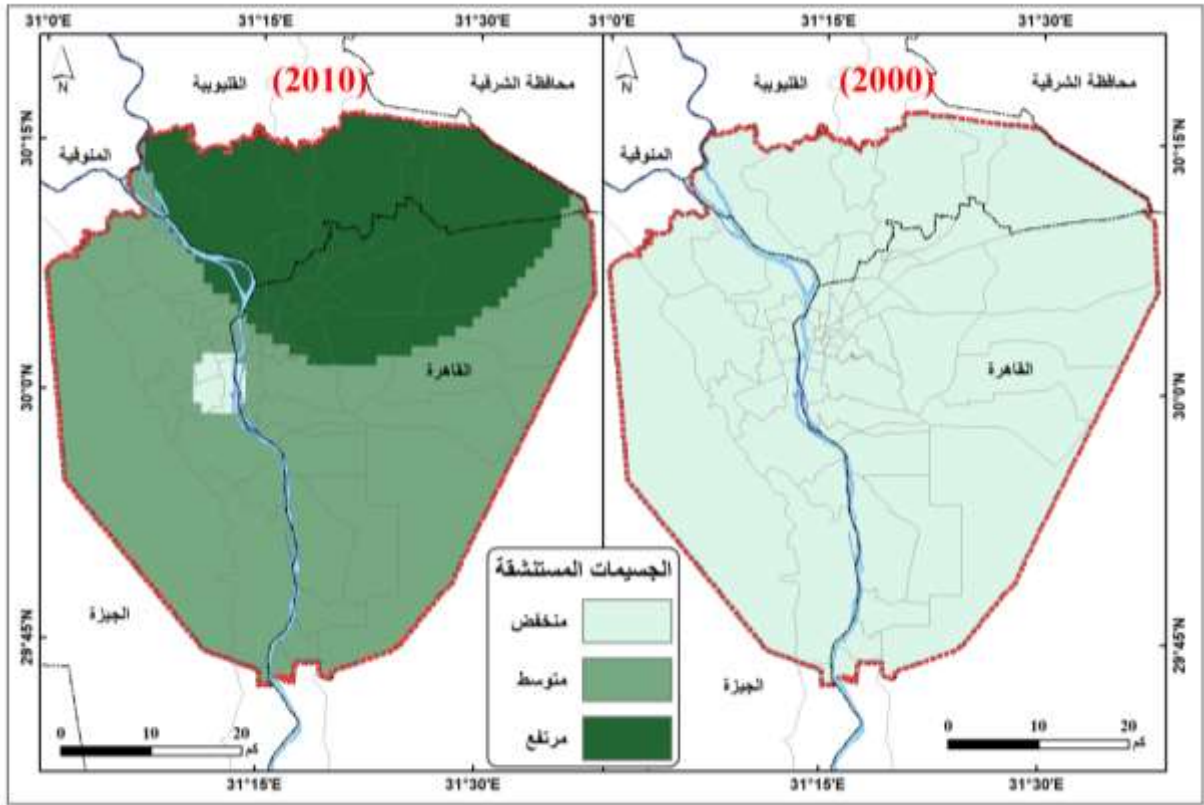
السكانية المرتفعة والمناطق الصناعية الكبرى خاصة المرتفعات (جبل المقطم) المصدر الرئيسي للأتربة المتساقطة ودور الرياح الجنوبية في نقل الملوثات الصناعية من منطقتي التبين وحلوان.

شكل رقم (١٧) إعادة تصنيف المعدل السنوي للجسيمات العالقة لعامي (٢٠٠٠م)، (٢٠١٠م)



تعتبر الجسيمات المستنشقة المؤشر الرئيسي لتلوث الهواء بإقليم القاهرة الكبرى وتتراوح معدلات التلوث بالجسيمات المستنشقة ما بين (٤١٣.٨ الي ٢٣٤.٦ ميكروجرام/م^٣) بمتوسط بلغ (٣٣٣.٦ ميكروجرام/م^٣) وانحراف معياري (٢٨.٣) اختفت الفئة المتوسطة والمرتفعة عام ٢٠٠٠ وتركزت الفئة المنخفضة بالكامل بنسبة (١٠٠%) على النقيض من ذلك ظهرت الثلاث فئات في عام ٢٠١٠ في أماكن مختلفة منطقة الدراسة وظهرت الفئة المتوسطة في عام ٢٠١٠ لتغطي مساحة أكبر من الإقليم وخاصة منطقة التبين جنوب الإقليم وسبب ذلك تركيز صناعة الأسمنت في جنوب منطقة الدراسة وماينتج عنها من تركيز للعوالق الدقيقة ووجود مصانع الطوب الطوب الطفلي أكثر من ٥٥٠ مصنع وأيضاً إرتفعت في أكبر منطقة صناعية لصناعة الرخام على مستوى العالم (منطقة شق الثعبان)، بينما تركزت الفئة المرتفعة شمال منطقة الدراسة في القليوبية، العبور، السلام، شبرا الخيمة والمنطقة المركزية بوسط اقليم القاهرة الكبرى.

شكل رقم (١٨) إعادة تصنيف المعدل السنوي للجسيمات المستنشقة لعامي (٢٠٠٠م)، (٢٠١٠م)



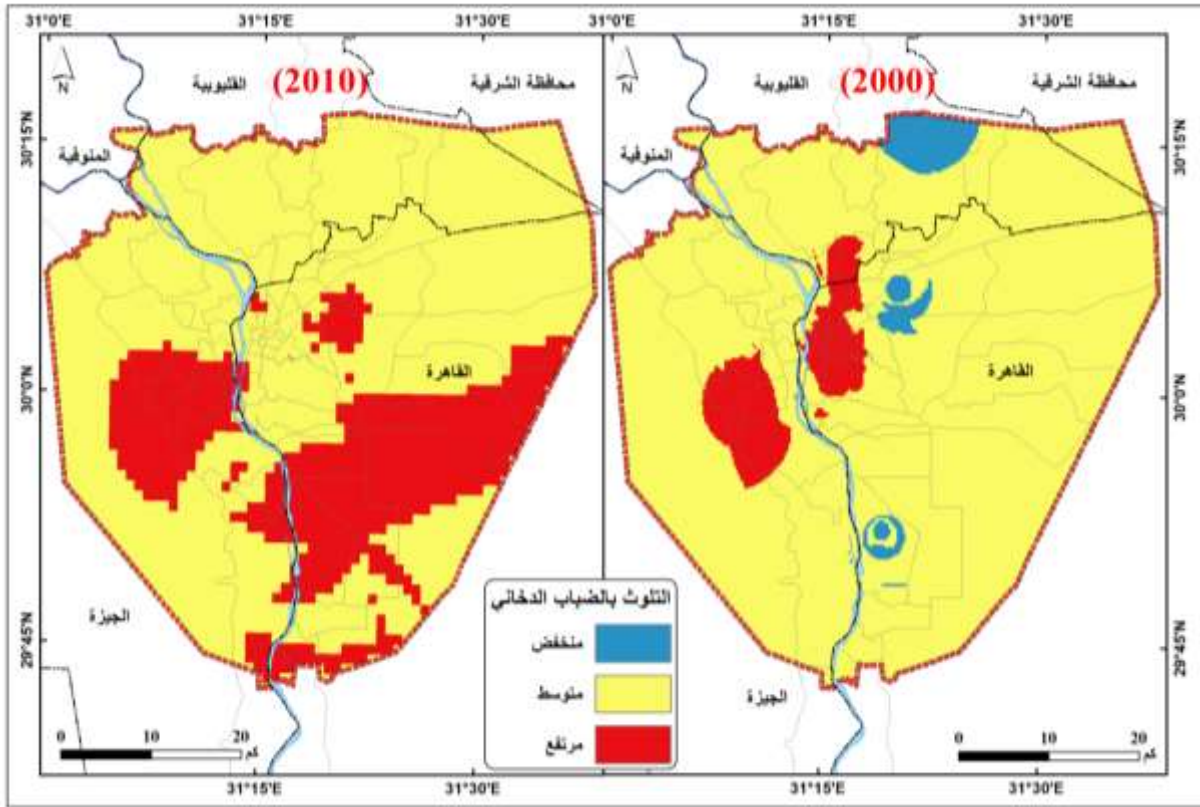
نتيجة النموذج للمقارنة بين عامي ٢٠١٠ و ٢٠٠٠

يتبين من تطبيق النموذج الخاص بدراسة تطور تركيز الملوثات بين عامي ٢٠٠٠ و ٢٠١٠ في إقليم القاهرة الكبرى، حدوث زيادة واضحة في المواقع المعرضة للتلوث بالضباب الدخاني، حيث تم تقسيم إقليم القاهرة الكبرى طبقاً لتأثره بظاهرة الضباب الدخاني إلى ثلاث فئات (منخفض ومتوسط ومرتفع)، ويلاحظ من الشكل رقم (١٨) في سنة ٢٠٠٠ ظهور الفئة المنخفضة في منطقة شمال حلوان وفي شرق مصر الجديدة وغرب حي النزهة، كما تظهر هذه الفئة في شمال الإقليم وبالتحديد في شمال منطقة الخانكة، وبمقارنة توزيع هذه الفئة في سنة ٢٠١٠ يلاحظ إختفاء هذه الفئة تماماً وهذه نتيجة متوقعة بسبب زيادة تركيز جميع الملوثات التي تم دراستها في الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٠ بعد أن كانت هذه الفئة تغطي مساحة ٧٦.١ كم^٢، وأيضا لزيادة أعداد السيارات والتخلص من الملخفات الصلبة بشكل غير صحي، بالإضافة إلي تأثير المصانع.

كما لا يمكن اهمال النقل الجوي للتلوث من منطقة إلى أخرى قد يكون عامل مهم يجب مراعاته عند تقييم مستويات التلوث داخل هذه المواقع وتعتبر الرياح الغربية أقل تلوثاً لأنها تأتي من مناطق "غير ملوثة".^(١)

(1) El-Dars, F. M. S., Mohamed, A. M. F., & Aly, H. A. T. (2004). Monitoring Ambient Sulfur Dioxide Levels at some Residential Environments in the Greater Cairo Urban Region–Egypt. Environmental monitoring and assessment, 95(1-3), 269-286.

شكل رقم (١٩) نتيجة إعادة بناء النموذج لعامي (٢٠٠٠م) و (٢٠١٠م)



الفئة المتوسطة وتمثل التأثير المتوسط بالملوثات وبظاهرة الضباب الدخاني، وكانت تغطي مساحة 2563.4 كم^2 في سنة ٢٠٠٠ ولكن تقلصت مساحة هذه الفئة في عام ٢٠١٠ لصالح المناطق شديدة التلوث بالضباب الدخاني بنسبة ٦٨% حيث بلغت 814.1 كم^2 فقط في العام الأخير، وأكثر المناطق التي تنتشر بها هذه الفئة هي شمال الإقليم بمراكز الخانكة والقناطر وقلوب وأوسيم، وعلي الرغم من وجود تركيز لبعض الملوثات مثل الصناعات بقلوب ومكامير الفحم الا أن إنتشار الرقعة الزراعية وسيادتها علي باقي أنماط إستخدام الأرض بهذه المناطق كان له الأثر الإيجابي في الحد من تأثير هذه الملوثات، وذلك علي خلاف باقي مناطق الإقليم التي يسود بها الإستخدام السكني وما يتبعه من إستهلاك للطاقة والوقود وإنتشار للمخلفات التي يصحبها الحرق المكشوف لها.

وباستخدام مواقع انتاج عد الحرائق من النقاط الساخنة التي تظهر شذوذ حراري عالي تم تحديدها خلال اشهر الخريف مقارنة بشهور السنة.^(١)

يظهر النموذج زيادة كبيرة في مساحة المناطق التي تعاني من الضباب الدخاني والتي تحت **الفئة المرتفعة** في عام ٢٠١٠ مقارنة بسنة ٢٠٠٠، حيث لم تتجاوز مساحة هذه المناطق 174.7 كم^2 وتركزت في منطقتين إثنين هما منطقة الجيزة وما يتاخمها من حي العمرانية والهرم والمنطقة الثانية هي

^(١) H. El- Askary Air Pollution Impact on Aerosol Variability Over Mega Cities Using Remote Sensing Technology, volume 9, 2006, Case Study, Cairo, Egypt pp, 31-40.

منطقة وسط العاصمة وإمتدادها الشمالي وصولاً للمنطقة الصناعية بشبرا الخيمة، والقاسم المشترك بين هاتين المنطقتين هما الكثافة السكانية المرتفعة جداً وزيادة أعداد السيارات، أما منطقة شبرا الخيمة فيضاف إليها تأثير المصانع، وبمقارنة هذه الخريطة بخريطة عام ٢٠١٠ نجد أن مساحة هذه الفئة زادت بمعدل ١١ أمثال ما كانت عليه في عام ٢٠٠٠ لتبلغ ٢٠٠٠ كم^٢، هذا عن المساحة أم أن الإنتشار فنجد أن التركز في أربعة مواقع، الأول هو منطقة الجيزة ولكن بتوسع عن عام ٢٠٠٠ ليضم قسم الجيزة وحي العمرانية والأهرام جنوب كرداسة، بالإضافة إلي حي بولاق، المنطقة الثانية هي حي مصر الجديدة وشمال شرق ووسط حي مدينة نصر، والمنطقة الثالثة هي حلوان وشمال التبين وشمال ووسط ١٥ مايو وإمتداد هذه المناطق شرق، هذه نتيجة حتمية نظراً لوجود الصناعات الثقيلة ومصانع الأسمدة والكيماويات ومصانع الطوب والمنطقة الصناعية بشق الثعبان وما حدث خلال هذه الفترة من تراجع في مساحة الأراضي الزراعية والتوسع العمراني بهذه المنطقة، أما المنطقة الرابعة والأخيرة بهذه الفئة فهي منطقة الصف نظراً لما بها من مشاكل بيئية معقدة تتعلق بالصرف الصحي والصرف الزراعي وتلوث التربة بجانب مصانع الطوب ومصنع الأسمدة وغيرها من الملوثات التي تتركز في هذه المنطقة.

الاستنتاجات والتوصيات.

- ١- منطقة جنوب شبرا الخيمة أعلى المناطق تأثراً بظاهرة الضباب الدخاني حيث تنفرد بوقوعها في الفئة المرتفعة وهي الأسوأ علي الإطلاق والسبب في ذلك يرجع لتركز عدة ملوثات، أما الفئة المنخفضة والأقل تلوثاً فتغطي الهوامش الصحراوية الشرقية والغربية بشكل يحيط بالإقليم وكذلك في المساحات الزراعية في غرب النيل بمنطقة الدراسة.
- ٢- يظهر النموذج زيادة كبيرة في مساحة المناطق التي تعاني من الضباب الدخاني والتي تحتل الفئة المرتفعة في عام ٢٠١٠ مقارنة بسنة ٢٠٠٠، حيث لم تتجاوز مساحة هذه المناطق ١٧٤.٧ كم^٢ وتركزت في منطقتين اثنتين هما منطقة الجيزة وما يتاخمها من حي العمرانية والهرم والمنطقة الثانية هي منطقة وسط العاصمة وإمتدادها الشمالي وصولاً للمنطقة الصناعية بشبرا الخيمة فلا بد من وقف نشاط مكامير الفحم والزام مصانع الطوب للحد من الانبعاثات.
- ٣- توصي الدراسة بخفض الانبعاثات الناتجة عن الاستخدامات البشرية والمركبات والمنشآت الصناعية ومنع الحرق المكشوف للمخلفات بأنواعها، وودور الجهات المختصة بالوعي البيئي لدي السكان بخطورة الظاهرة على الصحة العامة والاضرار بالبيئة.
- ٤- إقامة وانشاء محطات جديدة للرصد البيئي في المواقع الأكثر تأثر بالضباب الدخاني وهي المناطق الواقعة جنوب اقليم القاهرة الكبرى كمنطقة التبين ومنطقة عرب ابوساعد وكذلك شمال الاقليم مثل شبرا الخيمة والمنطقة المركزية وسط منطقة الدراسة، وأيضاً في القليوبية وخاصة بجوار مكامير الفحم ومنطقة امبابية.

المصادر والمراجع.

أولاً: المصادر:

٤. معمل الرصد البيئي بإمبابة- وزارة الصحة والسكان، بيانات غير منشورة للفترة من (١٩٩٨-٢٠١٠م)
٥. وزارة الدولة لشؤون البيئة، بيانات غير منشورة للفترة من (٢٠٠٦-٢٠١٥م).

ثانياً المراجع العربية:

١٣. خالد محمد مدكور، نمذجة نوعية الهواء وغازات الصوبة الحرارية في مصر، دراسة في الجغرافيا المناخية بإستخدام الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة، ٢٠١٨.
١٤. سيد إبراهيم محمد، تكنولوجيا المعلومات ودورها في إدارة المشكلات البيئية دراسة حاله (ظاهرة السحابة السوداء وتخفيف آثارها) دراسة هندسية بيئية، رسالة ماجستير، معهد التبين للدراسات المعدنية، قسم الهندسة الكيميائية، القاهرة، ٢٠٠٧.
١٥. فتحي محمد مصليحي، تطور العاصمة المصرية والقاهرة الكبرى، الإنسان والتحديات الأيكولوجية والمستقبل، الدار المصرية، القاهرة، الجزء الثاني، ١٩٩٩.
١٦. محمد إبراهيم محمد شرف، جغرافية المناخ والبيئة، دار المعرفة الجامعية، الأسكندرية، ٢٠٠٨.
١٧. محمد ابراهيم محمد شرف، الضباب الدخاني، محاضرة علمية، بدون تاريخ.
١٨. محمد السيد حافظ، الضباب الدخاني في القاهرة الكبرى "دراسة في المناخ التطبيقي"، مجلة المجمع العلمي المصري، المجلد الخامس والثمانون، ٢٠١٠، ص ١٧٥.

ثالثاً: المراجع الأجنبية:

81. Robaa, S. M. (2013). Some aspects of the urban climates of Greater Cairo Region, Egypt. International journal of climatology, 33(15), 3206-3216.
82. Weng, Q., & Yang, S. (2006). Urban air pollution patterns, land use, and thermal landscape: an examination of the linkage using GIS. Environmental monitoring and assessment, 117(1-3), 463-489.
83. Doskey, P. V., Fukui, Y., Sultan, M., Al Maghraby, A., & Taher, A. (1999). Source profiles for nonmethane organic compounds in the atmosphere of Cairo, Egypt. Journal of the Air & Waste Management Association, 49(7), 814-822.
84. H. El- Askary Air Pollution Impact on Aerosol Variability Over Mega Cities Using Remote Sensing Technology, volume 9, 2006, Case Study, Cairo, Egypt pp, 31-40.
85. El-Dars, F. M. S., Mohamed, A. M. F., & Aly, H. A. T. (2004). Monitoring Ambient Sulfur Dioxide Levels at some Residential Environments in the Greater Cairo Urban Region-Egypt. Environmental monitoring and assessment, 95(1-3H), 269-286.

(Abstract)

This study is one of the applications of Applied Climatology and spatial analysis of the major environmental problems facing contemporary societies, especially in the major cities. It was applied to the Great Cairo Region and making sectors covering the entire study area. The focus was on areas covering the different forms of using land. The Great Cairo Region was divided into six sectors with full coverage from the North to the South and from the far East to the West. This is in addition to composing a model designed to determine the degree of impact of smog based on eight variables (Sulfur dioxide, suspended particles, inhaled particles, lead, smoke, carbon monoxide, nitrogen dioxide, ozone). That is in addition to the map of using the land (2010) and the effect of this on the formation of the phenomenon of smog along with determining the relative weight of each variable according to the degree of its impact, whereas the use of environmental monitoring stations for the period from (1998-2010) is set. The interpolation process is then carried out. The map of each variable is then divided into eight categories according to the degree of impact. The model then determines the degree of vulnerability by introducing the previous classification maps for each variable, specifying the relative weight of each variable. Finally, the model calculates the area covered by each. The results of the model that the most sites affected by smog are the area of Tebbin and the areas south, especially the Arab region of AbuSaid, as well as the north of the province, specifically Shubra Al-Khaymah, followed by the region Central to the heart of the capital and Imbaba area.

أثر المناخ علي راحة الإنسان بمدينة قويسنا

(بتطبيق البيانات المناخية الساعية)

محيي الدين صلاح الدين محيي الدين^١ أ.د. شحاته سيد أحمد طلبية^٢

المُستخلص

ناقش البحث تطبيق البيانات المناخية الساعية علي منطقة الدراسة فى قياس الراحة الفسيولوجية للسكان، بحيث تكون النتائج أكثر دقة وواقعية من نتائج الأبحاث التي تعتمد علي متوسطات درجات الحرارة اليومية (العظمى والصغرى) ، مما يعطي مؤشر غير دقيق للقرينة، خاصة في المناطق التي تتميز بكبر المدى الحرارى مثل معظم بلادنا العربية، فعلى سبيل المثال للإيضاح منطقة الكفرة بليبيا والتي تقترب درجات الحرارة فيها نهاراً من الـ ٥٠° وتتدني ليلاً بشكل سريع تحت تأثير التشتيت والفقدان السريع للموجات الحرارية الطويلة المكتسبة أثناء النهار بسبب صفاء الجو والخواص الحرارية للغطاءات الأرضية الصحراوية فتصل درجات الحرارة إلي ٢٥° تقريباً مما يعطي متوسط حرارى فى حدود ٢٦° ، في حين أن غينيا الإستوائية والتي يتراوح المدى الحرارى اليومي فيها ما بين ٣٥°:٦٥ درجات يكون متوسط درجات الحرارة فيها في حدود الـ ٢٦° درجة، ومن هذا العرض يتضح مدى التشوه الذى يمكن أن يشوب النتائج التي يمكن الخروج بها نتيجة الاعتماد علي المتوسط اليومي لدرجات الحرارة في التطبيق علي القرائن المناخية، ففي كل من الكفرة وغينيا الإستوائية متوسط حرارة متقارب من حيث القيمة مما يعطي نتائج مقاربة عند تطبيق القرائن المناخية رغم الأختلاف الكلي فى نمط الحرارة اليومي ونوع المناخ بين المنطقتين.

ولذلك تم في هذا البحث الاعتماد علي بيانات مناخية ساعية وذلك بتقسيم اليوم إلي ٨ فترات حرارية متمايزة، ثم تم حساب معدل كل عنصر مناخي على مستوي كل فترة حرارية (الفترة الحرارية تمثل ٣ ساعات) ثم تطبيق القرينة المناخية عليها بهدف إظهار التباين فى النتائج خلال اليوم مما يسهل رسم صورة دقيقة عن حالة الراحة الفسيولوجية للسكان في منطقة الدراسة علي مدار (اليوم واليلة) لكل شهر في العام، مما يزيد من دقة النتائج والتي تزيد بدورها في المساعدة علي إتخاذ قرارات سليمة في الجوانب التطبيقية التي يمكن لها الاستفادة من البحث.

الكلمات المفتاحية: مناخ الحضر - الراحة الفسيولوجية - قرينة توم

المقدمة.

سوف يلقى هذا البحث الضوء علي أحد الآثار السلبية للجزر الحرارية وهى التأثير علي الراحة الفسيولوجية للإنسان في مدينة قويسنا ، وتم اختيار قرينة توم للراحة الفسيولوجية

^١ طالب دكتوراه - كلية البنات للآداب والعلوم والتربية جامعة عين شمس

^٢ أستاذ الجغرافيا المناخية ورئيس مجلس قسم الجغرافيا - كلية الآداب جامعة القاهرة ، الأمين العام للجمعية الجغرافية المصرية

للتطبيق فى هذا البحث لتوافقها مع الحدود المناخية لمنطقة الدراسة ، والجدير بالذكر أن فكرة البحث الأساسية هي تطبيق قرينة الراحة الفسيولوجية بالبيانات المناخية الساعية وبذلك يستهدف البحث إظهار مدى التباين اليومي من ساعة لأخرى فى مقدار الراحة الفسيولوجية للسكان للوصول فى النهاية لصورة دقيقة تعبر عن مقدار الراحة الفسيولوجية بدل من نتائج أبحاث المناخ الفسيولوجى التى يشوبها التعميم بسبب اعتمادها على بيانات المتوسطات الشهرية للعناصر المناخية .

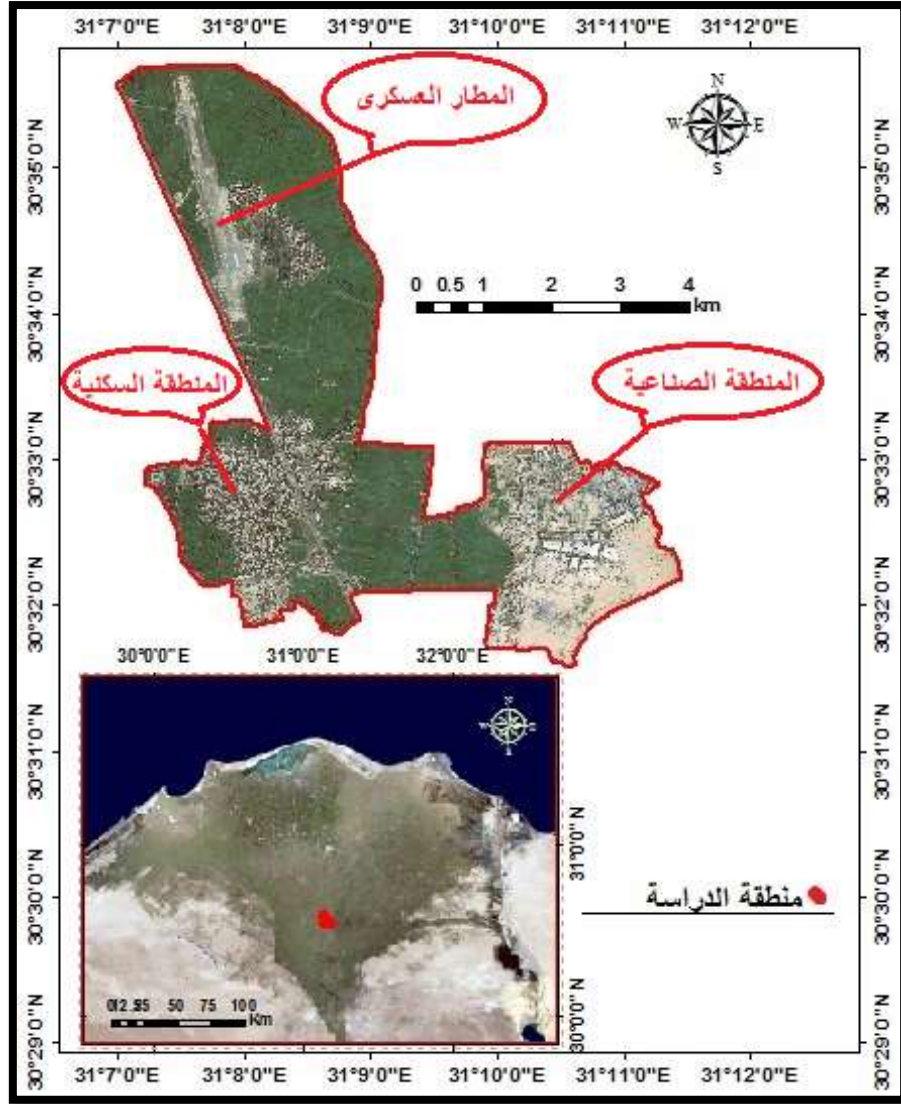
وتناول البحث تأثير المتغيرات المناخية وغير المناخية (كالعمر والجنس والحالة الصحية ونوع الأعمال والباس ولون البشرة) على الراحة الفسيولوجية، وذلك بالقياس وفقاً لقرينة توم بتطبيق بيانات مناخية ساعية، وانتهت الدراسة باستنتاج أفضل الفترات الحرارية على مستوى اليوم وترتيب الشهور والفصول من حيث الأفضلية المناخية للراحة الفسيولوجية للسكان داخل منطقة الدراسة.

وتمت مقارنة نتائج القرينة لمنطقة الدراسة بالاعتماد على كل من البيانات المناخية الساعية والمتوسطات المناخية الشهرية، مما أوضح مدى دقة نتائج اسلوب التطبيق المتبع فى البحث عن الأسلوب التقليدى الذى يعتمد على المتوسطات الشهرية والتى يبلغ معدل دقتها ٣٤.٤% كما سيتضح من خلال البحث.

منطقة الدراسة.

تقع مدينة قويسنا بين دائرتى عرض ٣٠°٣١′٣٣.٣″ و ٣٠°٣٥′٤٣.٣″ أى أنها تمتد لمسافة ٧.٧ كم من الجنوب إلى الشمال وخطى طول ٣١°٧′٠٠″ و ٣١°١١′٢٨″، مما يجعلها ضمن نطاق المناخ الصحراوى الجاف (BWh) وفقاً لتصنيف كين للمناخ، وكما يظهر من شكل (١) انها تقع فى النصف الجنوبي من الدلتا غرب فرع دمياط، وتتمتع مدينة قويسنا بتنوع أنماط استخدام الأرض فيها بين سكنى وصناعى وزراعى وعسكرى مما جعلها نموذج مثالى لتكون الجزر الحرارية الحضرية.

وتتميز قويسنا بموقعها على الطريق الزراعى السريع (مصر - الاسكندرية) ويمر بها خط السكة الحديد الرئيسى الواصل بين القاهرة والاسكندرية، ولعب هذا الموقع المخدوم من حيث شبكة الطرق دوراً مؤثراً فى جعلها القطب الثانى من حيث الصناعة على مستوى محافظة المنوفية (الهيئة العامة للتخطيط العمرانى) مما زاد من تأثير الجزر الحرارية فيها على الراحة الفسيولوجية للسكان.



شكل (١) منطقة الدراسة

البيانات وأساليب الدراسة.

أولاً: البيانات.

البيانات المناخية التي سيتم التطبيق عليها في هذه الدراسة والموضحة في الجدول رقم (١) محسوبة من بيانات مناخية ساعية على مدار أيام سنة ٢٠١٧ لمنطقة الدراسة تم الحصول عليها من موقع meteoblue المدفوع.

https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/modelclimate/quwaysinā_egypt_350370 .

جدول رقم (١) معدلات عناصر المناخ للفترات الحرارية اليومية لمنطقة الدراسة لسنة ٢٠١٧

الأمطار	تجيب رياح (عصف)	اتجاه الرياح في اتجاه عقارب الساعة	سرعة الرياح على ارتفاع ٨٠ متر	اتجاه الرياح في اتجاه عقارب الساعة	سرعة الرياح (متر/الثانية) على ارتفاع ١٠ متر	سرعة الرياح (كم/ساعة) على ارتفاع ١٠ متر	الأشعة ذات الموجة القصيرة وات/متر ^٢	نسبة التبخر	الرطوبة النسبية	درجة حرارة الهواء (٢م فوق سطح الأرض)	ساعة	الفترة الحرارية	رقم	سنة
0.01	22.22	216.74	22.27	197.68	3.07	11.07	0.00	34.43	83.40	9.16	من ١٢ ليلاً إلى ٣ صباحاً	1	1	2017
0.00	21.27	212.15	22.17	218.06	2.93	10.56	0.00	38.43	86.32	7.74	من ٣ صباحاً إلى ٦ صباحاً	2		
0.01	20.82	201.12	20.05	201.76	3.34	12.03	103.24	46.39	76.33	10.09	من ٦ صباحاً إلى ٩ صباحاً	3		
0.02	23.74	213.58	20.82	216.85	5.21	18.74	438.88	33.02	48.72	18.02	من ٩ صباحاً إلى ١٢ ظهراً	4		
0.01	26.71	236.11	23.02	235.89	5.81	20.92	454.51	45.98	37.82	20.68	من ١٢ ظهراً إلى ٣ عصراً	5		
0.00	26.16	242.81	25.81	241.79	5.16	18.59	120.24	48.96	47.39	17.70	من ٣ عصراً إلى ٦ مساءً	6		
0.00	26.29	213.64	27.53	219.62	3.90	14.05	0.00	39.15	69.84	12.43	من ٦ مساءً إلى ٩ ليلاً	7		
0.00	24.06	200.73	24.02	199.71	3.32	11.94	0.00	38.15	80.40	10.35	من ٩ ليلاً إلى ١٢ ليلاً	8		
0.00	20.22	129.47	20.93	163.11	2.34	8.43	0.00	45.83	84.48	10.81	من ١٢ ليلاً إلى ٣ صباحاً	1	2	2017
0.00	19.36	148.27	19.20	181.87	2.14	7.71	0.00	60.86	85.68	10.13	من ٣ صباحاً إلى ٦ صباحاً	2		
0.00	17.28	155.58	14.39	173.81	2.47	8.90	150.12	54.40	72.49	13.65	من ٦ صباحاً إلى ٩ صباحاً	3		
0.00	18.48	164.37	13.62	167.98	3.62	13.03	538.58	40.22	33.11	23.06	من ٩ صباحاً إلى ١٢ ظهراً	4		
0.00	21.41	224.55	15.62	224.27	4.14	14.89	564.80	46.85	24.15	25.88	من ١٢ ظهراً إلى ٣ عصراً	5		
0.00	21.82	202.80	19.58	211.08	4.12	14.82	195.28	50.85	29.70	22.97	من ٣ عصراً إلى ٦ مساءً	6		
0.03	23.24	132.79	25.87	144.67	3.39	12.19	0.00	50.38	57.85	15.47	من ٦ مساءً إلى ٩ ليلاً	7		
0.02	21.77	119.77	23.46	124.65	2.62	9.42	0.00	50.98	76.64	12.16	من ٩ ليلاً إلى ١٢ ليلاً	8		
0.00	22.28	150.34	22.10	163.44	2.49	8.96	0.00	30.45	79.58	11.16	من ١٢ ليلاً إلى ٣ صباحاً	1	3	2017
0.00	21.67	154.65	19.77	166.02	2.09	7.53	0.00	46.13	81.00	10.50	من ٣ صباحاً إلى ٦ صباحاً	2		
0.00	19.81	159.54	14.86	160.14	2.85	10.26	253.48	30.22	58.11	16.96	من ٦ صباحاً إلى ٩ صباحاً	3		
0.00	20.86	177.19	16.13	176.98	4.30	15.48	734.95	12.10	22.09	27.85	من ٩ صباحاً إلى ١٢ ظهراً	4		
0.00	24.06	210.49	18.04	210.36	4.80	17.27	738.33	12.20	16.23	30.78	من ١٢ ظهراً إلى ٣ عصراً	5		
0.00	24.29	231.43	23.77	230.74	5.37	19.33	297.08	12.71	23.97	26.87	من ٣ عصراً إلى ٦ مساءً	6		
0.00	26.74	157.66	29.31	177.72	4.03	14.49	0.00	13.99	56.68	16.30	من ٦ مساءً إلى ٩ ليلاً	7		
0.00	24.31	143.92	25.37	159.49	2.96	10.65	0.00	23.00	75.56	12.21	من ٩ ليلاً إلى ١٢ ليلاً	8		
0.00	16.95	147.76	14.65	207.60	1.84	6.62	0.00	45.28	95.26	11.47	من ١٢ ليلاً إلى ٣ صباحاً	1	4	2017
0.00	13.06	205.72	13.71	215.97	1.83	6.59	1.48	53.85	92.97	11.23	من ٣ صباحاً إلى ٦ صباحاً	2		
0.00	14.69	216.84	12.54	213.08	2.88	10.36	350.17	25.28	63.85	17.81	من ٦ صباحاً إلى ٩ صباحاً	3		
0.00	18.44	203.64	14.67	203.12	3.98	14.33	829.94	2.89	25.12	26.61	من ٩ صباحاً إلى ١٢ ظهراً	4		
0.00	22.58	222.80	18.71	222.89	5.05	18.17	823.33	3.24	18.12	29.80	من ١٢ ظهراً إلى ٣ عصراً	5		
0.00	25.09	225.75	26.73	225.95	6.36	22.88	354.25	3.61	25.24	26.57	من ٣ عصراً إلى ٦ مساءً	6		
0.00	27.35	214.68	28.63	210.86	3.87	13.93	1.46	6.94	65.82	15.64	من ٦ مساءً إلى ٩ ليلاً	7		
0.00	21.23	160.84	20.93	198.74	2.27	8.16	0.00	28.09	90.00	12.28	من ٩ ليلاً إلى ١٢ ليلاً	8		
0.00	22.70	62.25	21.71	46.42	2.67	9.62	0.00	6.05	85.68	16.96	من ١٢ ليلاً إلى ٣ صباحاً	1	5	2017
0.00	23.78	59.58	19.31	61.89	2.88	10.38	24.38	45.67	89.11	16.71	من ٣ صباحاً إلى ٦ صباحاً	2		
0.00	20.80	110.23	17.10	108.95	4.47	16.09	469.52	1.61	43.61	26.21	من ٦ صباحاً إلى ٩ صباحاً	3		
0.00	27.80	107.55	16.81	106.68	4.53	16.31	870.62	9.67	18.28	34.44	من ٩ صباحاً إلى ١٢ ظهراً	4		
0.00	33.08	177.53	17.17	179.05	4.66	16.77	868.24	0.89	15.22	36.46	من ١٢ ظهراً إلى ٣ عصراً	5		
0.00	34.64	132.91	28.45	154.68	6.96	25.06	432.10	0.44	23.44	32.73	من ٣ عصراً إلى ٦ مساءً	6		
0.00	29.80	66.57	29.88	65.54	5.95	21.43	17.70	24.50	46.83	24.07	من ٦ مساءً إلى ٩ ليلاً	7		
0.00	24.48	47.71	22.53	43.86	3.48	12.53	0.00	1.44	71.17	19.58	من ٩ ليلاً إلى ١٢ ليلاً	8		
0.00	18.39	217.18	17.51	222.15	2.28	8.22	0.00	29.17	85.60	19.18	من ١٢ ليلاً إلى ٣ صباحاً	1	6	2017
0.00	15.52	196.42	12.98	209.45	1.97	7.08	23.26	51.43	89.08	19.10	من ٣ صباحاً إلى ٦ صباحاً	2		
0.00	13.48	198.49	10.56	204.51	2.85	10.25	446.69	12.53	50.86	27.01	من ٦ صباحاً إلى ٩ صباحاً	3		
0.00	18.60	262.18	13.61	262.19	3.75	13.49	883.28	0.00	22.90	34.77	من ٩ صباحاً إلى ١٢ ظهراً	4		
0.00	23.68	275.30	20.33	275.49	5.49	19.76	871.43	0.00	18.04	37.52	من ١٢ ظهراً إلى ٣ عصراً	5		
0.00	27.12	274.23	28.40	273.90	7.14	25.70	444.48	1.47	23.29	34.39	من ٣ عصراً إلى ٦ مساءً	6		
0.00	24.12	228.15	26.35	234.05	4.64	16.71	22.74	2.88	45.55	25.91	من ٦ مساءً إلى ٩ ليلاً	7		
0.00	21.13	191.89	20.02	192.22	2.79	10.03	0.00	6.53	72.31	21.12	من ٩ ليلاً إلى ١٢ ليلاً	8		

سنة	رقم	الفترة الحرارية	ساعة	درجة حرارة الهواء (م فوق سطح الأرض)	الرطوبة النسبية	نسبة السحب	الأشعة ذات القصيرة وات/متر ²	سرعة الرياح (كم/ساعة) على ارتفاع ١٠ متر	سرعة الرياح (متر/الثانية) على ارتفاع ١٠ متر
2017	7	1	من ١٢ ليلاً إلى ٣ صباحاً	21.65	89.89	55.59	0.00	8.65	2.40
		2	من ٣ صباحاً إلى ٦ صباحاً	21.51	90.80	86.00	14.04	7.59	2.11
		3	من ٦ صباحاً إلى ٩ صباحاً	27.57	62.22	33.02	393.12	9.94	2.76
		4	من ٩ صباحاً إلى ١٢ ظهراً	36.63	26.16	2.54	859.46	13.49	3.75
		5	من ١٢ ظهراً إلى ٣ عصراً	39.93	17.73	0.00	871.19	19.57	5.44
		6	من ٣ عصراً إلى ٦ مساءً	37.01	22.56	0.00	455.11	25.76	7.16
		7	من ٦ مساءً إلى ٩ ليلاً	27.66	49.22	0.00	24.78	15.56	4.32
		8	من ٩ ليلاً إلى ١٢ ليلاً	22.52	80.87	13.44	0.00	9.08	2.52
2017	8	1	من ١٢ ليلاً إلى ٣ صباحاً	22.10	92.85	37.62	0.00	5.49	1.52
		2	من ٣ صباحاً إلى ٦ صباحاً	21.94	92.27	65.86	51.70	4.20	1.17
		3	من ٦ صباحاً إلى ٩ صباحاً	27.08	68.31	45.57	456.15	6.63	1.84
		4	من ٩ صباحاً إلى ١٢ ظهراً	34.75	33.70	0.87	850.41	10.61	2.95
		5	من ١٢ ظهراً إلى ٣ عصراً	38.55	22.68	0.44	753.48	16.54	4.59
		6	من ٣ عصراً إلى ٦ مساءً	35.73	29.87	0.51	292.59	23.84	6.62
		7	من ٦ مساءً إلى ٩ ليلاً	26.91	60.84	0.20	4.29	15.18	4.22
		8	من ٩ ليلاً إلى ١٢ ليلاً	22.64	85.83	11.33	0.00	7.67	2.13
2017	9	1	من ١٢ ليلاً إلى ٣ صباحاً	19.66	92.05	39.95	0.00	5.92	1.65
		2	من ٣ صباحاً إلى ٦ صباحاً	19.59	90.90	67.93	1.04	4.80	1.33
		3	من ٦ صباحاً إلى ٩ صباحاً	24.64	70.52	46.79	284.22	8.58	2.38
		4	من ٩ صباحاً إلى ١٢ ظهراً	32.64	34.87	6.12	767.64	12.87	3.58
		5	من ١٢ ظهراً إلى ٣ عصراً	36.18	23.88	1.64	755.32	19.53	5.43
		6	من ٣ عصراً إلى ٦ مساءً	32.01	33.70	1.07	286.77	23.88	6.63
		7	من ٦ مساءً إلى ٩ ليلاً	23.33	68.70	4.45	0.18	13.29	3.69
		8	من ٩ ليلاً إلى ١٢ ليلاً	20.21	88.85	22.15	0.00	7.88	2.19
2017	10	1	من ١٢ ليلاً إلى ٣ صباحاً	16.44	86.73	12.70	0.00	7.49	2.08
		2	من ٣ صباحاً إلى ٦ صباحاً	15.52	88.78	28.89	0.00	6.96	1.93
		3	من ٦ صباحاً إلى ٩ صباحاً	21.04	66.37	27.06	244.11	9.41	2.61
		4	من ٩ صباحاً إلى ١٢ ظهراً	28.21	35.29	2.41	671.16	14.26	3.96
		5	من ١٢ ظهراً إلى ٣ عصراً	30.40	26.89	8.98	606.43	17.16	4.77
		6	من ٣ عصراً إلى ٦ مساءً	26.69	36.76	10.84	155.38	18.16	5.04
		7	من ٦ مساءً إلى ٩ ليلاً	20.64	63.30	0.30	0.00	11.91	3.31
		8	من ٩ ليلاً إلى ١٢ ليلاً	17.70	82.10	0.59	0.00	7.57	2.10
2017	11	1	من ١٢ ليلاً إلى ٣ صباحاً	13.25	87.86	14.55	0.00	6.94	1.93
		2	من ٣ صباحاً إلى ٦ صباحاً	12.18	90.20	26.46	0.00	6.87	1.91
		3	من ٦ صباحاً إلى ٩ صباحاً	16.38	72.57	29.03	176.20	7.26	2.02
		4	من ٩ صباحاً إلى ١٢ ظهراً	23.99	40.00	20.40	547.58	12.98	3.61
		5	من ١٢ ظهراً إلى ٣ عصراً	25.95	31.61	38.14	475.57	16.17	4.49
		6	من ٣ عصراً إلى ٦ مساءً	21.99	43.06	24.96	99.60	15.66	4.35
		7	من ٦ مساءً إلى ٩ ليلاً	16.45	69.83	10.45	0.00	10.97	3.05
		8	من ٩ ليلاً إلى ١٢ ليلاً	14.30	82.60	7.01	0.00	7.34	2.04
2017	12	1	من ١٢ ليلاً إلى ٣ صباحاً	13.11	84.90	49.37	0.00	9.08	2.52
		2	من ٣ صباحاً إلى ٦ صباحاً	12.66	84.88	58.89	0.00	8.00	2.22
		3	من ٦ صباحاً إلى ٩ صباحاً	15.24	74.20	60.84	112.45	9.67	2.69
		4	من ٩ صباحاً إلى ١٢ ظهراً	22.73	43.77	45.41	452.67	16.01	4.45
		5	من ١٢ ظهراً إلى ٣ عصراً	25.04	33.55	45.56	425.72	17.11	4.75
		6	من ٣ عصراً إلى ٦ مساءً	20.90	45.13	49.11	84.68	15.71	4.36
		7	من ٦ مساءً إلى ٩ ليلاً	15.31	72.16	42.16	0.00	12.72	3.53
		8	من ٩ ليلاً إلى ١٢ ليلاً	13.66	82.80	43.87	0.00	10.39	2.89

المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على البيانات المناخية لمنطقة الدراسة من موقع

https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/modelclimate/quwaysinā_egypt_350370.

ثانياً: أساليب وأدوات الدراسة.

ولتحقيق الهدف من هذه الدراسة تم تطبيق قرينة توم للراحة الفسيولوجية على منطقة الدراسة بالاعتماد على البيانات المناخية الساعية التي توفر قدر كبير من الدقة فى النتائج، وذلك بعد وضع البيانات التي تم الحصول عليها فى هيئة تعبر عن الحالة المناخية للفترات الحرارية المتميزة على مدار اليوم، وذلك بتقسيم اليوم إلى عدة فترات (كل فترة حرارية تمثل ٣ ساعات) وفقاً للفترات الحرارية التي تمثل مختلف مراحل اليوم واللييلة، ثم تم حساب المعدلات الشهرية الممثلة لكل فترة حرارية أثناء اليوم واللييلة، لإخراج نموذج يومي ممثل لكل شهر على مدار العام، ثم تم تطبيق المؤشر على تلك الفترات للخروج بنتائج دقيقة عن مستويات راحة الإنسان في منطقة الدراسة، وعلى حد علم الباحث أن تلك الدراسة هي الأولى التي تستخدم البيانات الساعية بتلك المنهجية لتحديد مستويات راحة الإنسان في الدراسات العربية.

حيث أن الدراسات السابقة التي تناولت الراحة الفسيولوجية للإنسان كانت تعتمد على معدلات درجات الحرارة والرطوبة النسبية الشهرية مما يعطي نتائج تقريبية للمؤشرات والقرائن المناخية وذلك بسبب التفاوت الحرارى الكبير بين درجات الحرارة العظمي والصغري أثناء فترات الليل والنهار مما يجعل المعدل الحرارى المحسوب من المتوسطات غير معبر عن الحقيقة المناخية خاصة في المناطق المدارية الجافة والتي ينتمي إليها معظم عالما العربي.

وتم استخدام أسلوب التنسيق الشرطي (Conditional Formatting) فى جدول البيانات لزيادة الإيضاح وسهولة قراءة الجدول، بحيث يسهل على القارئ فور النظر الى الجدول من تحديد أعلى وأقل قيمة لكل عنصر مناخى فى الجدول، بالإضافة لسهولة إدراك تباين تلك العناصر سواء على مدار اليوم أو الشهر أو السنة كاملة.

أولاً: تأثير المناخ على راحة الإنسان.

تعد العناصر المناخية من أهم العوامل الطبيعية التي تؤثر على راحة الإنسان، وتختلف العناصر المناخية من حيث درجات التأثير على الإنسان فكما ذكر (شحاته سيد طلبه، ٢٠٠٤، ص ٢٥٨) أن الحرارة والرطوبة هما العنصران الأكثر تأثيراً على راحة الإنسان، حيث إنهما ذوا تأثير فعال ومباشر على راحة الإنسان حيث إن العلاقة بينهم تحدد ما يعرف بالحرارة المحسوسة، وكما أوضح (يوسف فايد، ب ت، ص ١٢٩) لو أن الرطوبة النسبية

٤٠% قد تكون درجة الحرارة ٢٥° ملائمة لجسم الإنسان بينما مع درجة الحرارة ٢٠° ورطوبة نسبية ٨٠% قد يشعر الإنسان بعدم الإرتياح.

ويعد مقياس درجة الحرارة المحسوسة من المقاييس القديمة والتي تم تطويرها عام ١٩٢٣م بواسطة هافتون و ياجلو (Houghton & Yaglo) ثم تم تعديلها مرة أخرى عام ١٩٤٧م بإضافة تأثير الأشعة الشمسية له وأطلق عليه مسمى مقياس الحرارة الشاملة (إبراهيم الأحيدب، ١٤٢٤هـ، ص ١٠٩) ، واجتهد العلماء والمتخصصون في محاولة تعريف الراحة الحرارية للإنسان فعرف (Auliciem, 1997) الراحة الحرارية لجسم الإنسان بأنها الحالة البدنية والذهنية التي تتحقق عندما تكون آلية التنظيم الحراري في أقل درجات النشاط والعمل مما يؤدي إلي دخول الإنسان في حالة نفسية ومزاجية معتدلة، وأشار (علي الشلش، ١٩٨٦، ص ١٥٥) بأن المناخ المريح للإنسان هو المناخ الذي تتاسب عناصره من حيث الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح شعور الإنسان بالراحة دون استخدام أي وسيلة من وسائل التدفئة والتبريد الإصطناعي.

وتتشترك مجموعة من المتغيرات في التأثير علي شعور الإنسان بالراحة فالظروف المناخية المريحة للبعض غير مريحة للبعض الأخر فالعمر والجنس والنشاط الجسماني ولون البشرة ونوع الملابس والمنطقة التي يسكنها التجمع البشري تؤثر في مستوي شعوره بالراحة الحرارية، حيث إن المجموعات البشرية التي تعيش في المناطق الباردة تختلف طبيعتهم في الشعور بالراحة عن سكان المناطق الحارة، ويانتقال سكان المناطق الحارة إلي المناطق الباردة أو العكس يبدأ الجسم في عملية التأقلم الحراري لكي يتكيف مع البيئة المختلفة حرارياً عن أماكن تواجده الأصلية، وكما أوضح (يوسف زكري، ٢٠٠٤، ص ٢٢٣) أن التأقلم الفسيولوجي يحدث استجابة للظروف البيئية المحيطة عبر سلسلة من المراحل عن طريق العمليات الإلرادية والتي تؤدي إلي تغير في حدود الراحة الفسيولوجية للإنسان بمجرد استقراره في المنطقة المناخية الجديدة خلال بضعة أسابيع، وبسبب تلك العمليات الإلرادية التي تحدث داخل جسم الإنسان تكيفاً مع النطاق الحراري الذي يستقر فيه تجد أن نطاق الراحة الحرارية يختلف في الأقاليم المعتدلة عنها في الأقاليم الحارة ما بين ٢٠.٥°-٢٦.٥° ، ٢٣.٣°-٢٩.٤° على التوالي في حدود رطوبة نسبية بين 30%-70% وترتفع حدود التأقلم الحراري في المناطق الحارة إلي ٣٤° بشرط توافر قدر كافي من حركة الهواء.

وأما عن تأثير العمر في مستوى الراحة الفسيولوجية فإن قدرة الرضع والأطفال على ضبط درجات الحرارة الداخلية لأجسادهم لا تكون علي المستويات المثلي بسبب بعض المتغيرات الفسيولوجية مما يجعلهم في نطاق الخطر عند ارتفاع درجات الحرارة المحيطة حيث

إن أجسادهم تحتفظ بقدر من الحرارة أكبر من التي تفقده أجسادهم عن طريق الإشعاع والتوصيل والبخر (التعرق) (Grubenhoff, et al, 2007)، وذلك لأن الأطفال يمتلكون مسطح جلد أكبر من البالغين مقارنةً بكتلتهم مما يسرع عملية اكتساب الحرارة من البيئة المحيطة ويزيد من درجات حرارتهم الداخلية ومن ثم عدم شعورهم بالراحة الحرارية بشكل أشد من البالغين (Health Canada, 2011)، بالإضافة إلى أن الرضع والأطفال يتمتعون بمعدل أيض مرتفع عن البالغين بالنسبة لكتلة أجسادهم مما ينتج عنه زيادة في معدل إنتاج الحرارة أثناء النشاط الجسدي مع العلم بأن قدرة الأطفال في فقدان الحرارة عن طريق التعرق أقل من البالغين وذلك لصغر الغدد العرقية لديهم وضعف حساسيتها للحرارة مقارنةً بالبالغين (Grubenhoff, et al, 2007).

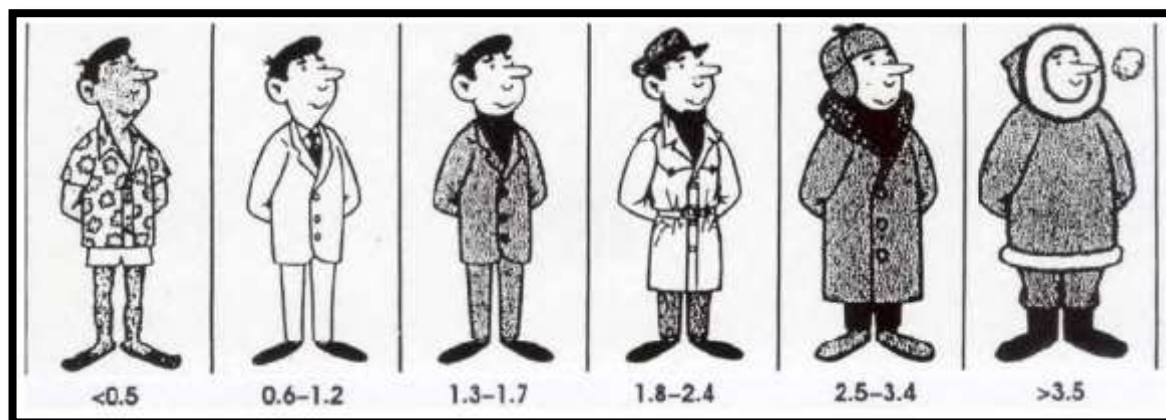
وأما عن التباين في حدود الراحة الحرارية بين الجنسين فيعود إلى مجموعة من العوامل أهمها أن عملية التمثيل الغذائي عند الذكور أعلى من الإناث بـ (10.6%) للحجم ومسطح الجلد نفسه بالإضافة لزيادة نسبة الدهون لدى الإناث بواقع 10% عن الذكور (إنعام الياسري، 2010، ص 147).

ويلعب لون البشرة دور في تباين الراحة الحرارية بين شخص وآخر ولكن تحت تأثير أشعة الشمس المباشرة، حيث إن الجلد البشري الأسود يعكس 18% من الأشعة التي تسقط عليه بينما يعكس الجلد الأبيض 35% من الأشعة ولذلك فمن المفترض أن الجسم الأسود يكتسب كمية أكبر من الطاقة مقارنةً بالجسم الأبيض، ولكن أثبت أن الأشعة ذات الموجات القصيرة (الأشعة المباشرة من الشمس) لا تتعمق في الجسم الأسود إلا بمقدار 0.4 ملم بينما تتعمق في الجسم الأبيض إلى 2 ملم ومما سبق يتضح أن الجسم الأسود يفقد ما يكتسبه من الطاقة بسرعة لعدم تعمقها فيه بعكس الجسم الأبيض ولذلك يكون أصحاب البشرة البيضاء أكثر عرضة لضربات الشمس من غيرهم.

ويؤثر المجهود المبذول من حيث النوع والدرجة على إحساس الإنسان بالراحة الحرارية حيث إن حركة العضلات تولد حرارة عن طريق رفع معدلات عملية الأيض (metabolism) في عملية إنتاج الطاقة مما يترتب عليه ارتفاع درجة حرارة سطح الجلد وبالتالي يتفاوت التباين بين درجات حرارة الجسم ودرجات حرارة الهواء المحيط مؤثراً على عملية التبادل الحراري بين الجلد والبيئة المحيطة، وتقاس عملية الأيض بوحدة (Met) والتي تساوي (58.1 وات/متر²) (Innova, 2002, p5)، وتتدرج درجات الأيض وفقاً لدرجة ونوع المجهود المبذول فتتراوح ما بين (Met 0.7 إلى Met 1.0) أي أن الشخص البالغ والذي يمتلك في المتوسط مسطح جلد يبلغ 1.7 متر² يطرَح طاقة حرارية تبلغ 100 وات ويتفاوت مقدار

الطاقة المنبعثة عن الجلد ما بين (٤٠ وات إلي ٥٨٠ وات) (Andris and Steven,2007,p6) وفقاً لنوع المجهود .

وأما عن تأثير الملابس علي راحة الإنسان فهي مرهونة باختيار الإنسان نفسه لنمط ونوع الباس، حيث إن الملابس عامل بشري اختياري بالنسبة للإنسان وليس عامل طبيعي غير متحكم فيه كعناصر المناخ والجنس والنوع، وتمثل الملابس عامل عزل بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة فهي تخلق وسط حراري بينها وبين جسم الإنسان وفقاً لدرجة عزلها الحراري، ولذلك تم تحديد وحدة قياس تأثير الملابس علي الراحة الحرارية كوحدة عزل حراري أطلق عليها (CLO) والتي تقدر بدرجة عزل انحدارها الحراري من الداخل إلى الخارج 0.155° لكل متر ٢ من مسطح الجلد ويوضح الشكل (٥-١) درجات العزل لأنماط الملابس المختلفة وفقاً لوحدة (CLO) (Innova, 2002, p5)،



شكل (٢) تباين وحدة CLO وفقاً لمنط الملابس.

المصدر: (Andris and Steven,2007,p9)

وكما يتضح من جدول (٢) أن العزل الحراري للملابس يساعد علي خفض الحد الأدنى لمنطقة التعادل الحراري فكلما زادت قيمة الكلو (CLO) كلما انخفضت درجة الحرارة المناسبة للتعادل الحراري للإنسان ففي حالة تجرد الإنسان من الملابس تبلغ 30° ومع ملابس تساوي قيمتها العزلية اكلو تنخفض إلى 27° وعند ٢كلو تتدني إلي 20° حتي تصل إلى الصفر المئوي عند ٥ كلو، ويمكن للملابس أن تعمل علي منع اكتساب الجسم لكميات حرارة كبيرة من البيئة المحيطة في مناطق الأجواء الحارة مما يساعد علي رفع الحد الأعلى للتعادل الحراري.

جدول (٢) علاقة عزل الملابس بدرجة التعادل الحراري للإنسان

درجة التعادل الحراري للإنسان بـ الدرجة المنوية	درجة العزل الحراري للملابس بـ (CLO)
30	عاري*
27	1
9	2
2	3.5
0	**5

* يشترت وجود حركة هواء خفيفة

** الحد الاقصى من الملابس التي تسمح بالحركة

المصدر: (Andris and Steven, 2007 & ashrae, 1985)

وتكمن أهمية دراسة الراحة الفسيولوجية للإنسان في محاولة فهم وتوفير الظروف الحرارية المثلى لصحة وراحة السكان، والتي تكون في أفضل حالتها عندما تكون درجة الحرارة الداخلية للإنسان في حدود الـ ٣٧°م والتي يقوم جسم الإنسان بالحفاظ عليها عن طريق أربع عمليات رئيسية هي: ١- الحمل الحراري (convection) والتي تحدث عن طريق انتقال الحرارة بين جلد الإنسان والهواء المحيط به، وتزداد فاعلية تلك العملية بزيادة معدلات تدفق الهواء حول الجسم. ٢- التوصيل (conduction) وتحدث تلك العملية عن طريق التبادل الحراري بالإتصال المباشر بين الجلد والأسطح الباردة أو الدافئة عن درجة حرارة الجلد) مثل انتقال الحرارة عن طريق الأقدام العارية والأرض الباردة). ٣- الإشعاع (Radiation) وهي عملية التبادل الحراري بين جلد الإنسان ومكونات البيئة المحيطة (الأسقف، الحوائط، الأرض ومصادر إنبعاث الحرارة). ٤- التعرق (perspiration) وتخفيض تلك العملية درجة حرارة الجسم عن طريق تبخر العرق من علي الجلد، وتزداد فاعلية تلك العملية بانخفاض معدلات الرطوبة النسبية (Fanger, 1982).

ثانياً: تطبيق قرينة توم للراحة الفسيولوجية

حتى كتابة أسطر تلك الدراسة لم تظهر قرينة مناخية تحسب شعور الإنسان بالراحة الحرارية بشكل قاطع، ويرجع ذلك لكثرة وتداخل المتغيرات المناخية وغير المناخية والتي قد تم ذكرها انفاً، بالإضافة لتعدد المنهجيات التي تتبنى عليها المؤشرات فمنها ما يعتمد علي متغير واحد ومنها ما يضم أكثر من متغير ومنها الشمولي (الذي يضم المتغيرات المناخية وغير المناخية) ومنها بياني التمثيل، وللوصول لنتائج قريبة من القطعية يُقترح تطبيق مجموعة متنوعة من المؤشرات المناخية والتي تختلف من حيث طريقة التمثيل وعدد المتغيرات، ثم المقارنة بين نتائجهم للخروج بأدق نتيجة ممكنة عن حالة الشعور الحراري الفسيولوجي للإنسان في منطقة الدراسة، وكنا نود استخدام تلك القرائن والمؤشرات المختلفة ولكن قواعد النشر في الدوريات والمجلات العلمية تفرض التقليل، ولذلك سوف نتناول تطبيقها بمشيئة الله تعالى في دراسات أخرى.

* تطبيق قرينة توم Thom بالبيانات الساعية على منطقة الدراسة.

قام توم (Tome) عام ١٩٥٩م بوضع قرينة تعتمد علي درجة الحرارة الفعالة بالاعتماد علي درجة حرارة الترموميتر الجاف والرطوبة النسبية تحت مسمى مؤشر عدم الراحة THOM'S DISCOMFORT INDEX وذلك لتقييم مدى العلاقة بين المناخ وراحة الإنسان (THOM,1959) ، وعبر عن تلك القرينة بالمعادلة التالية (عطيه الطنطاوى، ٢٠١٥، ص ٢٠٤)

$$THI (DI) = T - (0.55 - 0.0055RH) * (T - 14.5)$$

ويظهر الشكل (٣) تلك القرينة بشكل واضح حيث شرح توم القرينة كالآتي:

درجة الحرارة	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
42	32	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37	37	38	38	38
41	31	32	32	33	33	34	34	35	35	35	36	36	37	37	37	37
40	30	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	35	36	36	36	37
39	30	30	31	31	32	32	33	33	34	34	34	35	35	35	36	36
38	29	30	30	31	31	31	32	32	33	33	34	34	34	35	35	35
37	28	29	29	30	30	31	31	32	32	32	33	33	33	34	34	34
36	28	28	29	29	30	30	30	31	31	32	32	32	33	33	33	34
35	27	27	28	28	29	29	30	30	30	31	31	32	32	32	33	33
34	26	27	27	27	28	29	29	29	30	30	30	31	31	31	32	32
33	26	26	27	27	27	28	28	29	29	29	30	30	30	31	31	31
32	25	25	26	26	27	27	27	28	28	29	29	29	30	30	30	30
31	24	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30
30	24	24	24	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29
29	23	23	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	27	28	28
28	22	23	23	23	24	24	25	25	25	25	26	26	26	27	27	27
27	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26	26
26	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	25	26
25	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	25	25
24	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24
23	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23
22	18	19	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22	23	22	22

شكل (٣) قرينة الراحة الحرارية لتوم

المصدر: بتصريف الباحث عن (Euro weather, 2015)

إذا لم يتعدى المؤشر قيمة ٢١ يكون المناخ مريح للإنسان بشكل عام أما إذا تعدي المؤشر ٢١ يبدأ السكان في الشعور بحالة من عدم الراحة ولو وصل المؤشر إلى ما بين ٢٧،٢٥ يعاني نصف السكان من عدم الراحة، ولو كان الناتج ٢٩،٢٨ يعاني معظم السكان من حالة عدم الراحة، ويصل كل السكان إلى حالة من الضغط والإجهاد الحراري حين وصول قيم المؤشر إلى ما بين ٣٢،٣٠ وإذا تخطت قيم المؤشر ٣٢ تصبح الحالة المناخية حالة خطرة علي الصحة وحدثت ضربات الشمس يكون وشيك، ووصف (Yousif, and Tahir, 2013 p37) الحالة التي يمثلها المناخ عند وصول قيمة المؤشر إلى ٣٢ بالوضع المناخي الكارثي.

١ - التحليل الشهري لنتائج قرينة توم Thom

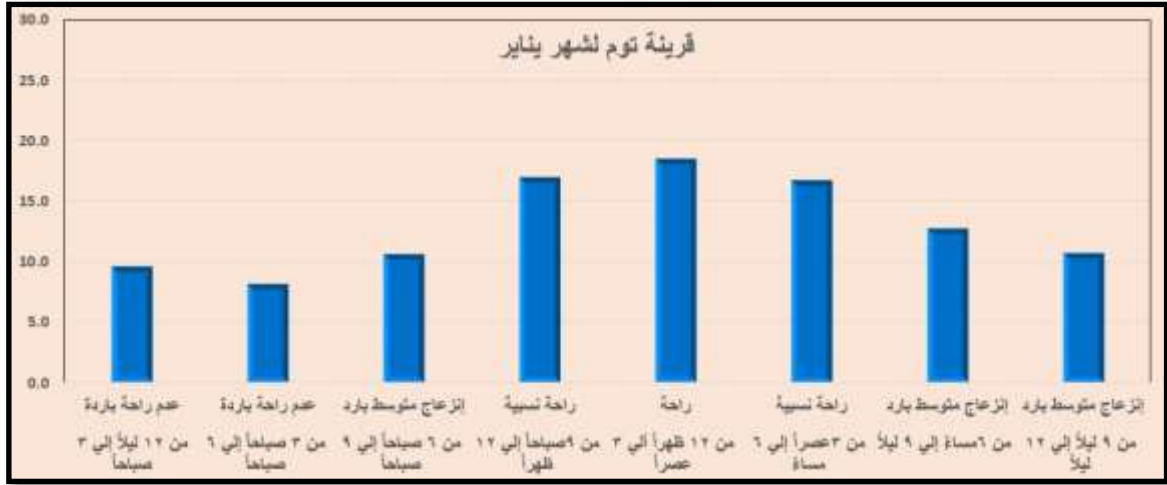
يتضح من الشكل (٤) والجدول رقم (٣) والذي تم استخدام أسلوب التنسيق الشرطي (Conditional formatting) فيه لزيادة الإيضاح وبيان حالة الراحة الحرارية من عدمها لكل شهر، يظهر أن الراحة الحرارية في منطقة الدراسة تتأرجح علي مدار الشهور ما بين مزعجة باردة ومريحة ومزعجة حارة، فوجد أن أكثر الشهور من حيث الشعور المزعج بالبرودة في منطقة الدراسة هما (يناير، فبراير) حيث تبلغ نسبة الفترة التي يشعر فيها السكان بانزعاج بارد إلى (٦٣%، ٥٠%) على التوالي أي أن حوالي أكثر من ١٥ ساعة يومياً في شهر يناير يشعر فيها السكان بالانزعاج بالبرودة، وهذا الشعور يندرج تحت درجتين من الشعور وفقاً لقرينة توم، الدرجة الأولى هي الشعور بالانزعاج المتوسط البارد وتبدأ من الساعة الـ ٦ مساءً وإلى الساعة الـ ١٢ ليلاً، والثانية الشعور بعدم راحة باردة من الـ ١٢ ليلاً إلى الـ ٦ صباحاً، ثم يتحسن الوضع قليلاً بسبب الإشعاع الشمسي بعد الشروق فيشعر السكان بانزعاج متوسط بارد حتي الساعة الـ ٩ صباحاً، ثم تبدأ فترة الراحة الفسيولوجية بمدة من الراحة النسبية تمتد من الساعة الـ ٩ صباحاً وحتى الـ ١٢ ظهراً تحت تأثير التدفئة الشمسية، ويتحسن الشعور بالراحة مع بداية فترة الظهيرة فتبدأ فترة من الراحة الفسيولوجية التامة من الساعة الـ ١٢ ظهراً وحتى الـ ٣ عصراً، ثم تبدأ فترة الراحة بالتراجع إلى درجة الراحة النسبية من الساعة الـ ٣ عصراً مع ضعف تأثير الإشعاع الشمسي في التدفئة وذلك تمهيداً للدخول في فترات الانزعاج الباردة الليلية بداية من الساعة الـ ٦ مساءً، وكما يتضح من الشكل (١٧) أن شهر يناير يعد الشهر الأسوأ في منطقة الدراسة من حيث نسبة ومدة فترات الانزعاج الحراري الباردة.

جدول رقم (3) نتائج تطبيق قرينة توم علي البيانات الساعية لمنطقة الدراسة

سنة	شهر	الفترة الحرارية	ساعة	نتائج قرينة توم	الدلالة	نسبة الراحة	نسبة الإنزعاج البارد	نسبة الإنزعاج الحار	
2017	1	الفترة الحرارية	1	من 12 ليلا إلى 3 صباحا	9.6	عمر راحة باردة	38%	63%	0%
			2	من 3 صباحا إلى 6 صباحا	8.2	عمر راحة باردة			
			3	من 6 صباحا إلى 9 صباحا	10.7	الإنزعاج متوسط بارد			
			4	من 9 صباحا إلى 12 ظهرا	17.0	راحة نسبية			
			5	من 12 ظهرا إلى 3 عصرا	18.6	راحة			
			6	من 3 عصرا إلى 6 مساء	16.8	راحة نسبية			
			7	من 6 مساء إلى 9 ليلا	12.8	الإنزعاج متوسط بارد			
			8	من 9 ليلا إلى 12 ليلا	10.8	الإنزعاج متوسط بارد			
المتوسط العام: 13.1									
2017	2	الفترة الحرارية	1	من 12 ليلا إلى 3 صباحا	11.1	الإنزعاج متوسط بارد	50%	50%	0%
			2	من 3 صباحا إلى 6 صباحا	10.5	الإنزعاج متوسط بارد			
			3	من 6 صباحا إلى 9 صباحا	13.8	الإنزعاج متوسط بارد			
			4	من 9 صباحا إلى 12 ظهرا	19.9	راحة			
			5	من 12 ظهرا إلى 3 عصرا	21.1	راحة نسبية			
			6	من 3 عصرا إلى 6 مساء	19.7	راحة			
			7	من 6 مساء إلى 9 ليلا	15.2	راحة نسبية			
			8	من 9 ليلا إلى 12 ليلا	12.5	الإنزعاج متوسط بارد			
المتوسط العام: 15.5									
2017	3	الفترة الحرارية	1	من 12 ليلا إلى 3 صباحا	11.5	الإنزعاج متوسط بارد	63%	38%	0%
			2	من 3 صباحا إلى 6 صباحا	10.9	الإنزعاج متوسط بارد			
			3	من 6 صباحا إلى 9 صباحا	16.4	راحة نسبية			
			4	من 9 صباحا إلى 12 ظهرا	22.1	راحة نسبية			
			5	من 12 ظهرا إلى 3 عصرا	23.3	راحة نسبية			
			6	من 3 عصرا إلى 6 مساء	21.7	راحة نسبية			
			7	من 6 مساء إلى 9 ليلا	15.9	راحة نسبية			
			8	من 9 ليلا إلى 12 ليلا	12.5	الإنزعاج متوسط بارد			
المتوسط العام: 16.8									
2017	4	الفترة الحرارية	1	من 12 ليلا إلى 3 صباحا	11.5	الإنزعاج متوسط بارد	63%	38%	0%
			2	من 3 صباحا إلى 6 صباحا	11.4	الإنزعاج متوسط بارد			
			3	من 6 صباحا إلى 9 صباحا	17.2	راحة نسبية			
			4	من 9 صباحا إلى 12 ظهرا	21.6	راحة نسبية			
			5	من 12 ظهرا إلى 3 عصرا	22.9	راحة نسبية			
			6	من 3 عصرا إلى 6 مساء	21.6	راحة نسبية			
			7	من 6 مساء إلى 9 ليلا	15.4	راحة نسبية			
			8	من 9 ليلا إلى 12 ليلا	12.4	الإنزعاج متوسط بارد			
المتوسط العام: 16.8									
2017	5	الفترة الحرارية	1	من 12 ليلا إلى 3 صباحا	16.8	راحة نسبية	63%	0%	38%
			2	من 3 صباحا إلى 6 صباحا	16.6	راحة نسبية			
			3	من 6 صباحا إلى 9 صباحا	22.6	راحة نسبية			
			4	من 9 صباحا إلى 12 ظهرا	25.5	الإنزعاج متوسط حار			
			5	من 12 ظهرا إلى 3 عصرا	26.2	الإنزعاج متوسط حار			
			6	من 3 عصرا إلى 6 مساء	25.1	الإنزعاج متوسط حار			
			7	من 6 مساء إلى 9 ليلا	21.3	راحة نسبية			
			8	من 9 ليلا إلى 12 ليلا	18.8	راحة			
المتوسط العام: 21.8									
2017	6	الفترة الحرارية	1	من 12 ليلا إلى 3 صباحا	18.8	راحة	63%	0%	38%
			2	من 3 صباحا إلى 6 صباحا	18.8	راحة			
			3	من 6 صباحا إلى 9 صباحا	23.6	راحة نسبية			
			4	من 9 صباحا إلى 12 ظهرا	26.2	الإنزعاج متوسط حار			
			5	من 12 ظهرا إلى 3 عصرا	27.1	الإنزعاج متوسط حار			
			6	من 3 عصرا إلى 6 مساء	26.0	الإنزعاج متوسط حار			
			7	من 6 مساء إلى 9 ليلا	22.5	راحة نسبية			
			8	من 9 ليلا إلى 12 ليلا	20.1	راحة			
المتوسط العام: 22.9									

سنة	شهر	الفترة الحرارية	ساعة	نتائج فريضة نوم	الدلالة	نسبة الراحة	نسبة الإزعاج البارد	نسبة الإزعاج الحار
2017	7	الفترة الحرارية	ساعة	نتائج فريضة نوم	الدلالة	نسبة الراحة	نسبة الإزعاج البارد	نسبة الإزعاج الحار
			1	من ١٢ ليلا إلى ٣ صباحا	21.3	راحة نسبية	0%	50%
			2	من ٣ صباحا إلى ٦ صباحا	21.2	راحة نسبية		
			3	من ٦ صباحا إلى ٩ صباحا	24.9	الزعاج متوسط حار		
			4	من ٩ صباحا إلى ١٢ ظهرا	27.6	الزعاج متوسط حار		
			5	من ١٢ ظهرا إلى ٣ عصرا	28.4	الزعاج متوسط حار		
			6	من ٣ عصرا إلى ٦ مساء	27.4	الزعاج متوسط حار		
			7	من ٦ مساء إلى ٩ ليلا	24.0	راحة نسبية		
8	من ٩ ليلا إلى ١٢ ليلا	21.7	راحة نسبية					
2017	8	الفترة الحرارية	ساعة	نتائج فريضة نوم	الدلالة	نسبة الراحة	نسبة الإزعاج البارد	نسبة الإزعاج الحار
			1	من ١٢ ليلا إلى ٣ صباحا	21.8	راحة نسبية	0%	63%
			2	من ٣ صباحا إلى ٦ صباحا	21.6	راحة نسبية		
			3	من ٦ صباحا إلى ٩ صباحا	24.9	الزعاج متوسط حار		
			4	من ٩ صباحا إلى ١٢ ظهرا	27.4	الزعاج متوسط حار		
			5	من ١٢ ظهرا إلى ٣ عصرا	28.3	الزعاج متوسط حار		
			6	من ٣ عصرا إلى ٦ مساء	27.5	الزعاج متوسط حار		
			7	من ٦ مساء إلى ٩ ليلا	24.2	الزعاج متوسط حار		
8	من ٩ ليلا إلى ١٢ ليلا	22.0	راحة نسبية					
2017	9	الفترة الحرارية	ساعة	نتائج فريضة نوم	الدلالة	نسبة الراحة	نسبة الإزعاج البارد	نسبة الإزعاج الحار
			1	من ١٢ ليلا إلى ٣ صباحا	19.4	راحة	0%	38%
			2	من ٣ صباحا إلى ٦ صباحا	19.3	راحة		
			3	من ٦ صباحا إلى ٩ صباحا	23.0	راحة نسبية		
			4	من ٩ صباحا إلى ١٢ ظهرا	26.1	الزعاج متوسط حار		
			5	من ١٢ ظهرا إلى ٣ عصرا	27.1	الزعاج متوسط حار		
			6	من ٣ عصرا إلى ٦ مساء	25.6	الزعاج متوسط حار		
			7	من ٦ مساء إلى ٩ ليلا	21.8	راحة نسبية		
8	من ٩ ليلا إلى ١٢ ليلا	19.9	راحة					
2017	10	الفترة الحرارية	ساعة	نتائج فريضة نوم	الدلالة	نسبة الراحة	نسبة الإزعاج البارد	نسبة الإزعاج الحار
			1	من ١٢ ليلا إلى ٣ صباحا	16.3	راحة نسبية	0%	13%
			2	من ٣ صباحا إلى ٦ صباحا	15.5	راحة نسبية		
			3	من ٦ صباحا إلى ٩ صباحا	19.8	راحة		
			4	من ٩ صباحا إلى ١٢ ظهرا	23.3	راحة نسبية		
			5	من ١٢ ظهرا إلى ٣ عصرا	24.0	الزعاج متوسط حار		
			6	من ٣ عصرا إلى ٦ مساء	22.4	راحة نسبية		
			7	من ٦ مساء إلى ٩ ليلا	19.4	راحة		
8	من ٩ ليلا إلى ١٢ ليلا	17.4	راحة نسبية					
2017	11	الفترة الحرارية	ساعة	نتائج فريضة نوم	الدلالة	نسبة الراحة	نسبة الإزعاج البارد	نسبة الإزعاج الحار
			1	من ١٢ ليلا إلى ٣ صباحا	13.3	الزعاج متوسط بارد	38%	0%
			2	من ٣ صباحا إلى ٦ صباحا	12.3	الزعاج متوسط بارد		
			3	من ٦ صباحا إلى ٩ صباحا	16.1	راحة نسبية		
			4	من ٩ صباحا إلى ١٢ ظهرا	20.9	راحة		
			5	من ١٢ ظهرا إلى ٣ عصرا	21.6	راحة نسبية		
			6	من ٣ عصرا إلى ٦ مساء	19.6	راحة		
			7	من ٦ مساء إلى ٩ ليلا	16.1	راحة نسبية		
8	من ٩ ليلا إلى ١٢ ليلا	14.3	الزعاج متوسط بارد					
2017	12	الفترة الحرارية	ساعة	نتائج فريضة نوم	الدلالة	نسبة الراحة	نسبة الإزعاج البارد	نسبة الإزعاج الحار
			1	من ١٢ ليلا إلى ٣ صباحا	13.2	الزعاج متوسط بارد	38%	0%
			2	من ٣ صباحا إلى ٦ صباحا	12.8	الزعاج متوسط بارد		
			3	من ٦ صباحا إلى ٩ صباحا	15.1	راحة نسبية		
			4	من ٩ صباحا إلى ١٢ ظهرا	20.2	راحة		
			5	من ١٢ ظهرا إلى ٣ عصرا	21.2	راحة نسبية		
			6	من ٣ عصرا إلى ٦ مساء	19.0	راحة		
			7	من ٦ مساء إلى ٩ ليلا	15.2	راحة نسبية		
8	من ٩ ليلا إلى ١٢ ليلا	13.7	الزعاج متوسط بارد					

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات جدول (١)



شكل (٤) قرينة توم على مستوي الفترات الحرارية لليوم في منطقة الدراسة لشهر يناير

المصدر من إعداد الباحث اعتماداً علي بيانات جدول(٣).

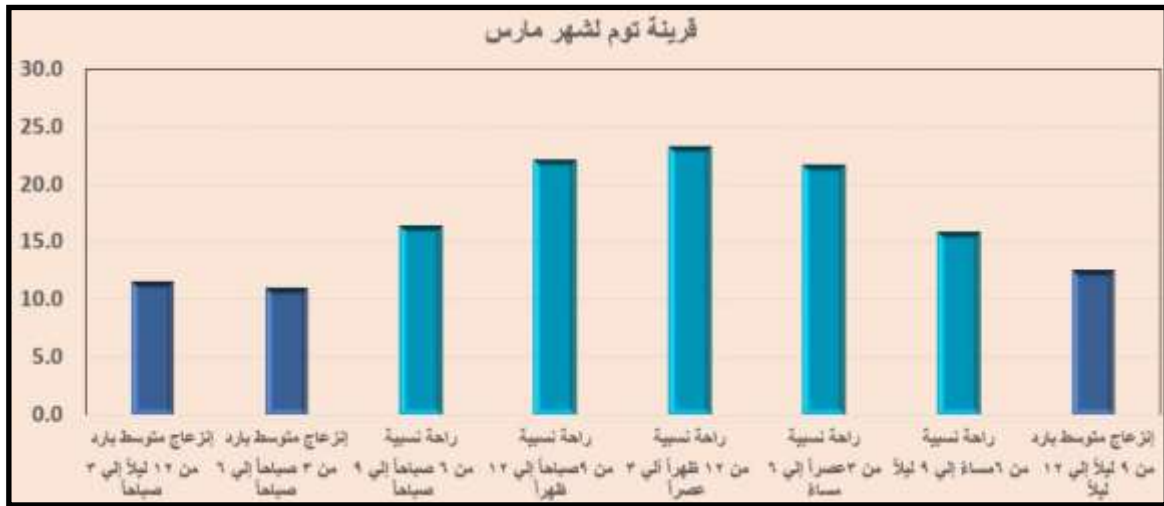
وبالانتقال إلى شهر فبراير نلاحظ من الشكل(٥) والجدول(٣) تحسن مستوي الراحة الفسيولوجية عن شهر يناير السابق من حيث المدة والشدة فانخفضت فترة الانزعاج البارد من ١٥ ساعة لليوم في يناير إلي ١٢ ساعة في اليوم لفبراير أي بمقدار ١٢.٥% ، وارتفع متوسط ناتج قرينة توم من ١٣.١ ليناير إلى ١٥.٥ لفبراير أي بمقدار ٢.٤ إقتراباً إلى منطقة الراحة الحرارية (comfort zone) وفقاً لقرينة توم، ويظهر شكل (١٧) تفوق نسبة الراحة علي حساب عدم الراحة في فبراير مقارنةً بيناير حيث بلغت ٥٠% بدلاً من ٣٨% ، وأما عن التوزيع الزمني لفترات الراحة وعدم الراحة الفسيولوجية لشهر فبراير فتبدأ فترة عدم الراحة الحرارية من الـ ٩ مساءً إلى الـ ٩ صباحاً بدرجة انزعاج متوسط بارد، ثم تبدأ فترة الراحة الحرارية والتي تشغل ٥٠% من شهر فبراير (شكل ١٧) بواقع ١٢ ساعة علي اليوم بداية من الساعة الـ ٩ صباحاً وحتى الـ ٩ ليلاً متباعدة بين راحة تامة وراحة نسبية، وبذلك يأتي شهر فبراير في المرتبة الثانية بعد يناير من حيث عدم الراحة الحرارية الباردة بواقع ١٢ ساعة يوميا وبمتوسط قيمة لقرينة توم تبلغ ١٥.٥.



شكل (٥) قريئة توم على مستوي الفترات الحرارية لليوم في منطقة الدراسة لشهر فبراير

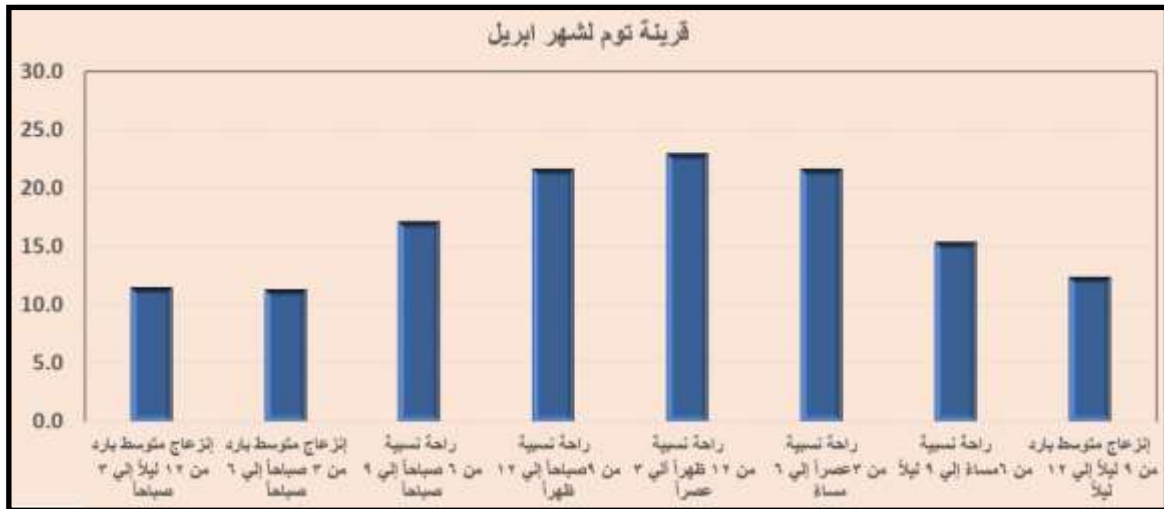
المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي بيانات جدول(٣).

وبالانتقال إلى شهر مارس وإبريل يتحسن الشعور بالراحة كما يظهر من الشكلين (٦،٧) وجدول (٣) حيث تزداد فترة الراحة الحرارية إلي (٦٣%) (شكل ١٧) لكلا الشهرين بما يساوي ١٥ ساعة في اليوم تبدأ من الساعة الـ٦ صباحاً أي تقريباً مع شروق الشمس وإلى الـ٩ مساءً أي بعد غروب الشمس بساعات قليلة والتي يتبدد خلالها الإشعاع الأرضي، وتنخفض فترة الانزعاج الباردة عن شهر يناير وفبراير فتصل إلي (٣٨%) بما يساوي ٩ ساعات يومياً علي مستوي أيام كلا الشهرين يشعر السكان خلالها بانزعاج متوسط بارد من الساعة ٩ مساءً وحتى الـ٦ صباحاً.



شكل (٦) قريئة توم على مستوي الفترات الحرارية لليوم في منطقة الدراسة لشهر مارس.

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي بيانات جدول(٣).



شكل (٧) قرينة توم على مستوي الفترات الحرارية لليوم في منطقة الدراسة لشهر أبريل
المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات جدول (٣).

جدول رقم (٣) نتائج تطبيق قرينة توم علي البيانات الساعية لمنطقة الدراسة

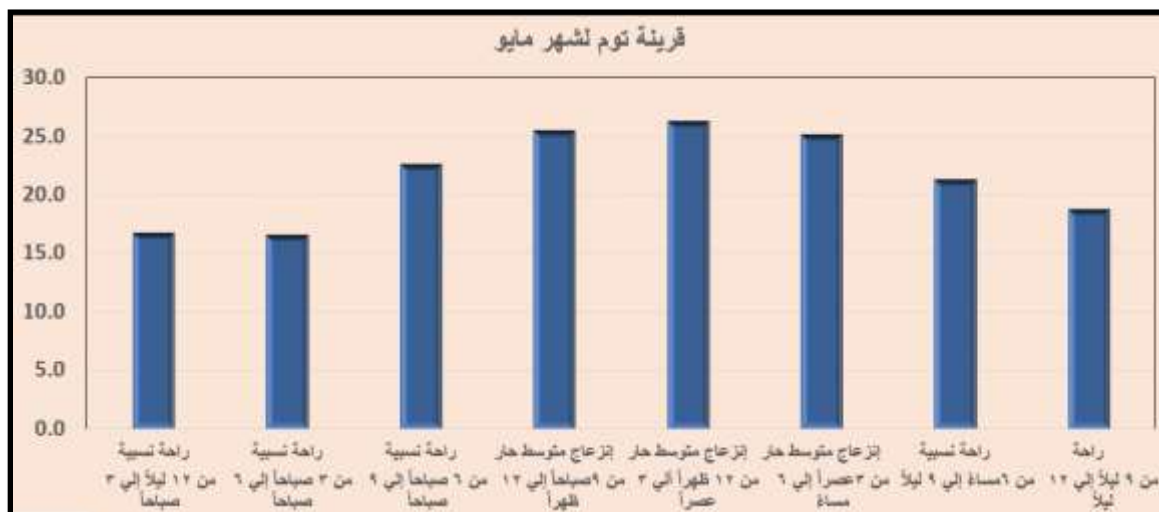
سنة	شهر	الفترة الحرارية	ساعة	نتائج قرينة توم	الدلالة	نسبة الراحة	نسبة الإنزعاج البارد	نسبة الإنزعاج الحار	
2017	1	الفترة الحرارية	1 من ١٢ ليلا إلى ٣ صباحا	9.6	13.1	عدم راحة باردة	38%	63%	0%
			2 من ٣ صباحا إلى ٦ صباحا	8.2		عدم راحة باردة			
			3 من ٦ صباحا إلى ٩ صباحا	10.7		الزعاج متوسط بارد			
			4 من ٩ صباحا إلى ١١ ظهرا	17.0		راحة نسبية			
			5 من ١٢ ظهرا إلى ٣ عصرا	18.6		راحة			
			6 من ٣ عصرا إلى ٦ مساء	16.8		راحة نسبية			
			7 من ٦ مساء إلى ٩ ليلا	12.8		الزعاج متوسط بارد			
			8 من ٩ ليلا إلى ١٢ ليلا	10.8		الزعاج متوسط بارد			
2017	2	الفترة الحرارية	1 من ١٢ ليلا إلى ٣ صباحا	11.1	15.5	الزعاج متوسط بارد	50%	50%	0%
			2 من ٣ صباحا إلى ٦ صباحا	10.5		الزعاج متوسط بارد			
			3 من ٦ صباحا إلى ٩ صباحا	13.8		الزعاج متوسط بارد			
			4 من ٩ صباحا إلى ١١ ظهرا	19.9		راحة			
			5 من ١٢ ظهرا إلى ٣ عصرا	21.1		راحة نسبية			
			6 من ٣ عصرا إلى ٦ مساء	19.7		راحة			
			7 من ٦ مساء إلى ٩ ليلا	15.2		راحة نسبية			
			8 من ٩ ليلا إلى ١٢ ليلا	12.5		الزعاج متوسط بارد			
2017	3	الفترة الحرارية	1 من ١٢ ليلا إلى ٣ صباحا	11.5	16.8	الزعاج متوسط بارد	63%	38%	0%
			2 من ٣ صباحا إلى ٦ صباحا	10.9		الزعاج متوسط بارد			
			3 من ٦ صباحا إلى ٩ صباحا	16.4		راحة نسبية			
			4 من ٩ صباحا إلى ١١ ظهرا	22.1		راحة نسبية			
			5 من ١٢ ظهرا إلى ٣ عصرا	23.3		راحة نسبية			
			6 من ٣ عصرا إلى ٦ مساء	21.7		راحة نسبية			
			7 من ٦ مساء إلى ٩ ليلا	15.9		راحة نسبية			
			8 من ٩ ليلا إلى ١٢ ليلا	12.5		الزعاج متوسط بارد			
2017	4	الفترة الحرارية	1 من ١٢ ليلا إلى ٣ صباحا	11.5	16.8	الزعاج متوسط بارد	63%	38%	0%
			2 من ٣ صباحا إلى ٦ صباحا	11.4		الزعاج متوسط بارد			
			3 من ٦ صباحا إلى ٩ صباحا	17.2		راحة نسبية			
			4 من ٩ صباحا إلى ١١ ظهرا	21.6		راحة نسبية			
			5 من ١٢ ظهرا إلى ٣ عصرا	22.9		راحة نسبية			
			6 من ٣ عصرا إلى ٦ مساء	21.6		راحة نسبية			
			7 من ٦ مساء إلى ٩ ليلا	15.4		راحة نسبية			
			8 من ٩ ليلا إلى ١٢ ليلا	12.4		الزعاج متوسط بارد			
2017	5	الفترة الحرارية	1 من ١٢ ليلا إلى ٣ صباحا	16.8	21.8	راحة نسبية	63%	0%	38%
			2 من ٣ صباحا إلى ٦ صباحا	16.6		راحة نسبية			
			3 من ٦ صباحا إلى ٩ صباحا	22.6		راحة نسبية			
			4 من ٩ صباحا إلى ١١ ظهرا	25.5		الزعاج متوسط حار			
			5 من ١٢ ظهرا إلى ٣ عصرا	26.2		الزعاج متوسط حار			
			6 من ٣ عصرا إلى ٦ مساء	25.1		الزعاج متوسط حار			
			7 من ٦ مساء إلى ٩ ليلا	21.3		راحة نسبية			
			8 من ٩ ليلا إلى ١٢ ليلا	18.8		راحة			
2017	6	الفترة الحرارية	1 من ١٢ ليلا إلى ٣ صباحا	18.8	22.9	راحة	63%	0%	38%
			2 من ٣ صباحا إلى ٦ صباحا	18.8		راحة			
			3 من ٦ صباحا إلى ٩ صباحا	23.6		راحة نسبية			
			4 من ٩ صباحا إلى ١١ ظهرا	26.2		الزعاج متوسط حار			
			5 من ١٢ ظهرا إلى ٣ عصرا	27.1		الزعاج متوسط حار			
			6 من ٣ عصرا إلى ٦ مساء	26.0		الزعاج متوسط حار			
			7 من ٦ مساء إلى ٩ ليلا	22.5		راحة نسبية			
			8 من ٩ ليلا إلى ١٢ ليلا	20.1		راحة			

سنة	شهر	الفترة الحرارية	ساعة	نتائج فريضة نوم	الدالة	نسبة الراحة	نسبة الإنزعاج البارد	نسبة الإنزعاج الحار
2017	7	الفترة الحرارية	1 من 11 ليل إلى 3 صباحاً	21.3	راحة نسبية	50%	0%	50%
			2 من 3 صباحاً إلى 6 صباحاً	21.2	راحة نسبية			
			3 من 6 صباحاً إلى 9 صباحاً	24.9	الإنزعاج متوسط حار			
			4 من 9 صباحاً إلى 12 ظهراً	27.6	عدم راحة نسبية حار			
			5 من 12 ظهراً إلى 3 عصراً	28.4	عدم راحة نسبية حار			
			6 من 3 عصراً إلى 6 مساءً	27.4	عدم راحة نسبية حار			
			7 من 6 مساءً إلى 9 ليلاً	24.0	راحة نسبية			
			8 من 9 ليلاً إلى 12 ليلاً	21.7	راحة نسبية			
2017	8	الفترة الحرارية	1 من 11 ليل إلى 3 صباحاً	21.8	راحة نسبية	63%	0%	38%
			2 من 3 صباحاً إلى 6 صباحاً	21.6	راحة نسبية			
			3 من 6 صباحاً إلى 9 صباحاً	24.9	الإنزعاج متوسط حار			
			4 من 9 صباحاً إلى 12 ظهراً	27.4	عدم راحة نسبية حار			
			5 من 12 ظهراً إلى 3 عصراً	28.3	عدم راحة نسبية حار			
			6 من 3 عصراً إلى 6 مساءً	27.5	عدم راحة نسبية حار			
			7 من 6 مساءً إلى 9 ليلاً	24.2	الإنزعاج متوسط حار			
			8 من 9 ليلاً إلى 12 ليلاً	22.0	راحة نسبية			
2017	9	الفترة الحرارية	1 من 11 ليل إلى 3 صباحاً	19.4	راحة	38%	0%	63%
			2 من 3 صباحاً إلى 6 صباحاً	19.3	راحة			
			3 من 6 صباحاً إلى 9 صباحاً	23.0	راحة نسبية			
			4 من 9 صباحاً إلى 12 ظهراً	26.1	الإنزعاج متوسط حار			
			5 من 12 ظهراً إلى 3 عصراً	27.1	عدم راحة نسبية حار			
			6 من 3 عصراً إلى 6 مساءً	25.6	الإنزعاج متوسط حار			
			7 من 6 مساءً إلى 9 ليلاً	21.8	راحة نسبية			
			8 من 9 ليلاً إلى 12 ليلاً	19.9	راحة			
2017	10	الفترة الحرارية	1 من 11 ليل إلى 3 صباحاً	16.3	راحة نسبية	13%	0%	88%
			2 من 3 صباحاً إلى 6 صباحاً	15.5	راحة نسبية			
			3 من 6 صباحاً إلى 9 صباحاً	19.8	راحة			
			4 من 9 صباحاً إلى 12 ظهراً	23.3	راحة نسبية			
			5 من 12 ظهراً إلى 3 عصراً	24.0	الإنزعاج متوسط حار			
			6 من 3 عصراً إلى 6 مساءً	22.4	راحة نسبية			
			7 من 6 مساءً إلى 9 ليلاً	19.4	راحة			
			8 من 9 ليلاً إلى 12 ليلاً	17.4	راحة نسبية			
2017	11	الفترة الحرارية	1 من 11 ليل إلى 3 صباحاً	13.3	الإنزعاج متوسط بارد	0%	38%	63%
			2 من 3 صباحاً إلى 6 صباحاً	12.3	الإنزعاج متوسط بارد			
			3 من 6 صباحاً إلى 9 صباحاً	16.1	راحة نسبية			
			4 من 9 صباحاً إلى 12 ظهراً	20.9	راحة			
			5 من 12 ظهراً إلى 3 عصراً	21.6	راحة نسبية			
			6 من 3 عصراً إلى 6 مساءً	19.6	راحة			
			7 من 6 مساءً إلى 9 ليلاً	16.1	راحة نسبية			
			8 من 9 ليلاً إلى 12 ليلاً	14.3	الإنزعاج متوسط بارد			
2017	12	الفترة الحرارية	1 من 11 ليل إلى 3 صباحاً	13.2	الإنزعاج متوسط بارد	0%	38%	63%
			2 من 3 صباحاً إلى 6 صباحاً	12.8	الإنزعاج متوسط بارد			
			3 من 6 صباحاً إلى 9 صباحاً	15.1	راحة نسبية			
			4 من 9 صباحاً إلى 12 ظهراً	20.2	راحة			
			5 من 12 ظهراً إلى 3 عصراً	21.2	راحة نسبية			
			6 من 3 عصراً إلى 6 مساءً	19.0	راحة			
			7 من 6 مساءً إلى 9 ليلاً	15.2	راحة نسبية			
			8 من 9 ليلاً إلى 12 ليلاً	13.7	الإنزعاج متوسط بارد			

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي بيانات جدول (1)

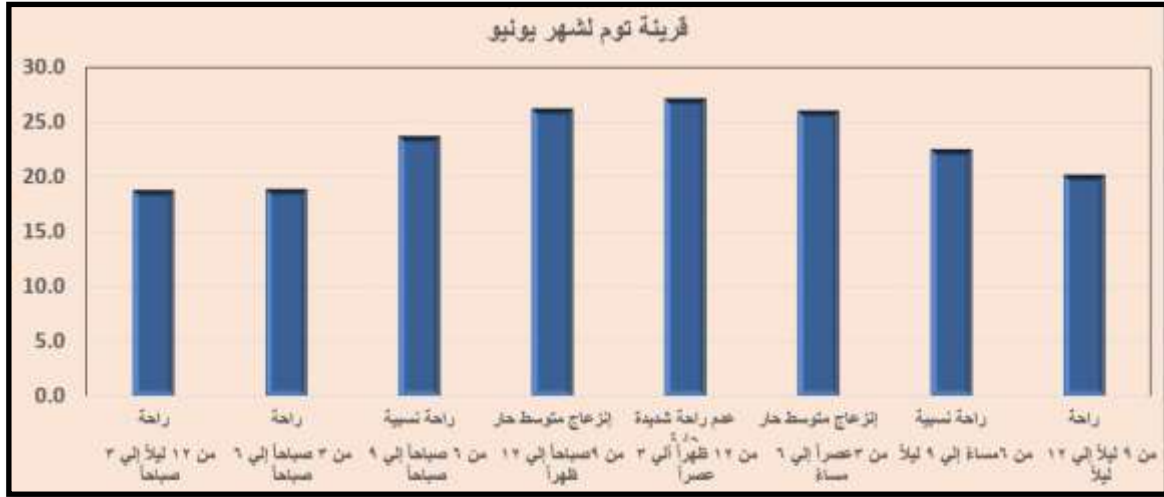
وبالانتقال إلي شهر مايو يتضح من الشكلين (8، 17) والجدول (3) أنه أول شهر في العام ذو نمط انزعاج حراري حار، وذلك لقربه الزمني من الانقلاب الصيفي، وبعد مايو من الشهور المريحة في منطقة الدراسة حيث تبلغ نسبة الراحة الحرارية فيه 63% بما يساوي 15 ساعة يومياً علي مدار الشهر مقسمة إلى 13% راحة تامة و 50% راحة نسبية (شكل 17)، وتشغل فترة عدم الراحة الفسيولوجية 38% من مجمل الشهر بواقع 9 ساعات لكل يوم وتتوزع فترات الراحة وعدم الراحة الفسيولوجية لمayo كالتالي، تبدأ من الساعة الـ 6 مساءً براحة نسبية

انتقالية من فترة الانزعاج الحراري في وسط النهار ثم راحة تامة من الساعة الـ ٩ مساءً حتى ١٢ ليلاً ثم راحة نسبية حتى الـ ٩ صباحاً ثم تبدأ فترة انزعاج متوسط حار تستمر حتى الـ ٦ مساءً أي حتى الغروب تقريباً.



شكل (٨) قرينة توم على مستوي الفترات الحرارية لليوم في منطقة الدراسة لشهر مايو. المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات جدول (٣).

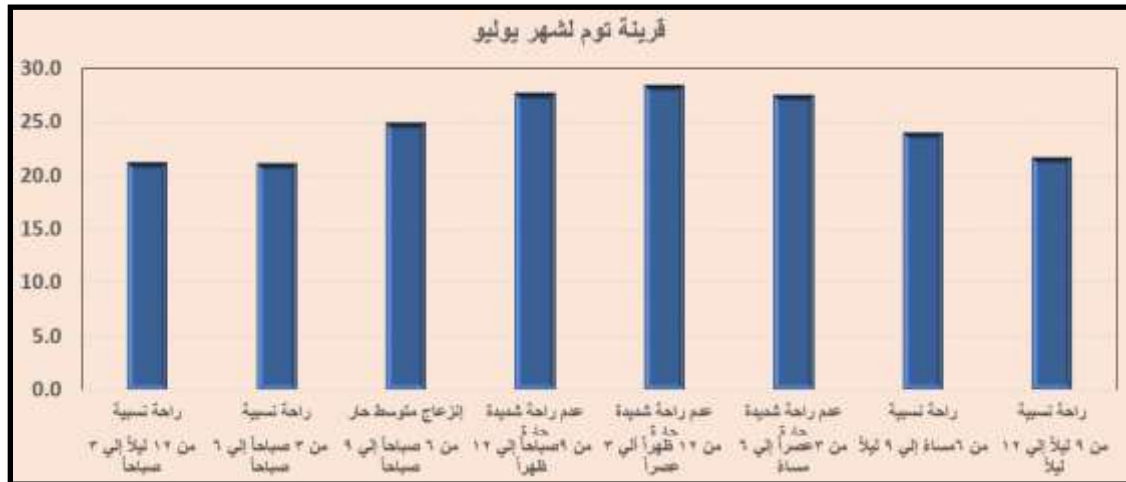
وبالنظر للجدول (٣) نجد فترات الراحة وعدم الراحة الفسيولوجية لشهر يونية تتساوي مع شهر مايو ولكن تزداد حدة عدم الراحة فيرتفع متوسط قيمة القرينة بمقدار ١.٣ ، وتظهر فئة عدم الراحة الشديدة والتي تشغل %١٢ (شكل ١٧) مشيرة لبداية الصيف، وتبدأ فترة عدم الراحة الحرارية بانزعاج متوسط حار من الساعة الـ ٩ صباحاً وحتى الـ ١٢ ظهراً ثم تبدأ فترة عدم راحة شديدة حارة حتى الـ ٣ عصراً ثم تنخفض حدة عدم الراحة إلى انزعاج متوسط حار مرة أخرى حتى الـ ٦ مساءً، ثم يبدأ الوضع الحراري في التحسن بفترة راحة طويلة تمتد ما بين الـ ٦ مساءً حتى الـ ٩ صباحاً مقسمة لدرجتين من حيث الراحة الحرارية، هما الراحة الحرارية النسبية والتي تعد كفترة حرارية انتقالية تسبق وتلي فترة الانزعاج الحراري في وسط النهار فكما يتضح من الشكل (٩) تظهر فترة راحة نسبية انتقالية تلي فترة الانزعاج الحراري وتبدأ من الـ ٦ مساءً حتى الـ ٩ ليلاً، وتظهر فترة راحة حرارية نسبية انتقالية تسبق فترة الانزعاج الحراري من الـ ٦ صباحاً وإلى الـ ٩ صباحاً.



شكل (٩) قرينة توم على مستوي الفترات الحرارية لليوم في منطقة الدراسة لشهر يوليو

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي بيانات جدول (٣).

وبالانتقال لشهر يوليو تزداد فترة عدم الراحة الفسيولوجية من حيث المدة والشدة (شكل ١٠)، فتصل فترة الانزعاج الحراري إلى ٥٠% من مجمل الشهر (شكل ١٧) او ما يعادل ١٢ ساعة يومياً علي مدار الشهر وكما يظهر من الجدول السابق فإن ٧٥% من فترات عدم الراحة تتدرج تحت فئة عدم الراحة الشديد الحار و ٢٥% تمثل فترة انزعاج متوسطة والتي تمتد من الساعة الـ٦ صباحاً حتي الـ٩ صباحاً ثم فترة عدم الراحة الشديدة الحارة والتي تمتد حتى الـ٦ مساءً ثم تبدأ فترة راحة نسبية من الساعة الـ٦ مساءً وحتى الساعة الـ٦ صباحاً، وبذلك يأتي شهر يوليو في المرتبة الثانية من حيث تدنى الراحة الفسيولوجية في منطقة الدراسة بعد شهر أغسطس، حيث إنه لا يوجد فيه فترات راحة تامة نهائياً وفقاً لقرينة توم وتقتصر فترات الراحة الفسيولوجية فيه على فئة الراحة النسبية، بالإضافة إلى أن ٧٥% من فترات الانزعاج الحراري فيه تتدرج تحت فئة عدم الراحة الشديد.



شكل (١٠) قرينة توم على مستوي الفترات الحرارية لليوم في منطقة الدراسة لشهر يوليو.

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي بيانات جدول (٣).

يعد شهر أغسطس الشهر الأسوأ على الإطلاق في منطقة الدراسة (جدول ٣، شكل ١١) من حيث الراحة الفسيولوجية للسكان، حيث تبلغ فترات الانزعاج الحراري فيه ٦٣% (شكل ١٧) أو ما يساوي ١٥ ساعة يومياً على مدار الشهر كاملاً تبدأ من الساعة ٦ صباحاً وحتى الساعة ٩ ليلاً وتتدرج تلك الفترة تحت فئتان من عدم الراحة الفسيولوجية الفئة الأولى انزعاج متوسط حار والتي تشغل فترة ٦ ساعات موزعة ثلاث ساعات قبل فترة الانزعاج الشديد الحار من ٦ صباحاً حتى ٩ صباحاً وثلاث ساعات من الساعة ٦ مساءً حتى ٩ ليلاً وهاتين الفئتين يمثلان فترات انتقالية بين فترات الراحة النسبية وفترات الانزعاج الشديد، والفئة الثانية عدم الراحة الشديد الحار والتي تشغل ٩ ساعات بداية من الساعة ٩ صباحاً وحتى ٦ مساءً، وأما عن فترات الراحة في هذا الشهر فتتدرج تحت فئة الراحة النسبية وليست التامة وتشغل ٣٨% من مدة الشهر أو ما يساوي ٩ ساعات لكل يوم على مستوى الشهر، وتبدأ تلك الفئة من الساعة ٩ ليلاً وحتى ٦ صباحاً.



شكل (١١) قرينة نوم على مستوى الفترات الحرارية لليوم في منطقة الدراسة لشهر أغسطس. المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات جدول (٣).

وبالانتقال لشهر سبتمبر وابتعاد الشمس نحو مدار الجدى في رحلتها الظاهرية ينخفض المكتسب الحراري الواصل لسطح منطقة الدراسة عن طريق الإشعاع الشمسي ولذلك تبدأ الظروف الحرارية في التحسن من حيث الراحة الفسيولوجية للسكان فتنخفض فترات عدم الراحة لكل من المدة والشدة عن شهر يوليو وأغسطس، فلا تمثل فترات عدم الراحة سوي ٣٨% (شكل ١٧) من مجمل الشهر (٩ ساعات يومياً على مدار الشهر) منحصرة في فترة عدم راحة شديدة حارة من الساعة ١٢ ظهراً وإلى الساعة ٣ عصراً وتلك الفترة مطوقة بفترتين من الانزعاج المتوسط الحار كل منهما ثلاث ساعات، وتشغل فترات الراحة الفسيولوجية ٦٣% من الشهر (١٥ ساعة يومياً على مدار الشهر) وتتدرج تحت فئتان، الراحة النسبية كمرحلة انتقالية

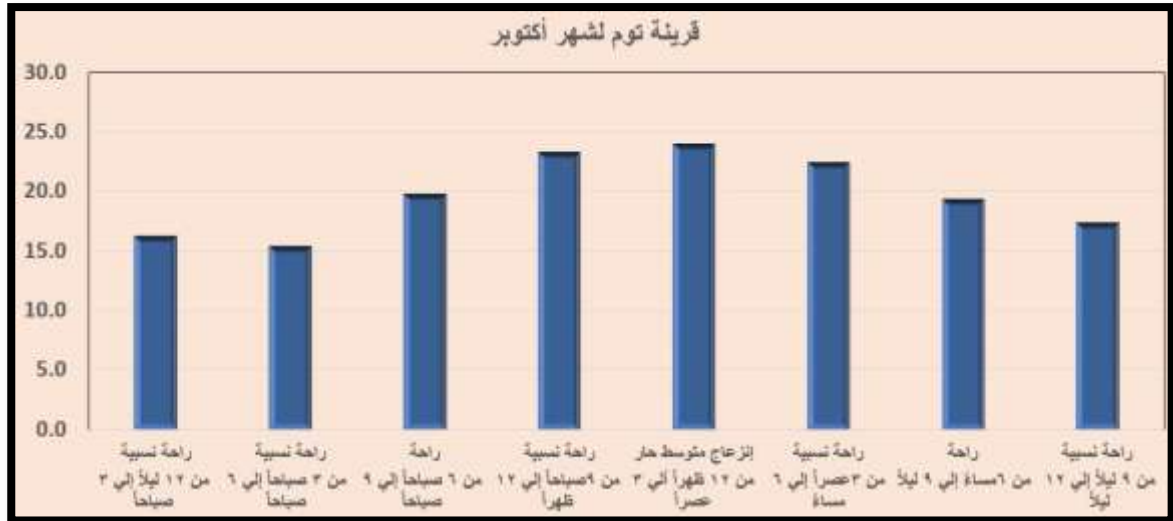
بين فترات الانزعاج الحرارى وفترات الراحة، وفترة راحة تامة، وتبدأ فترات الراحة بفترة راحة نسبية انتقالية من الساعة الـ ٦ مساءً وإلى الساعة الـ ٩ ليلاً، ثم فترة راحة تامة من الـ ٩ مساءً وحتى الـ ٦ صباحاً، ثم بعد شروق الشمس وتسخين الإشعاع الشمسي للهواء يقل مؤشر الراحة الفسيولوجية فتبدأ فترة راحة نسبية من الـ ٦ صباحاً حتى الـ ٩ صباحاً تمهيداً للفترات المزعجة حرارياً كما يتضح من شكل (١٢).



شكل (١٢) قرينة نوم على مستوى الفترات الحرارية لليوم في منطقة الدراسة لشهر سبتمبر.

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات جدول (٣).

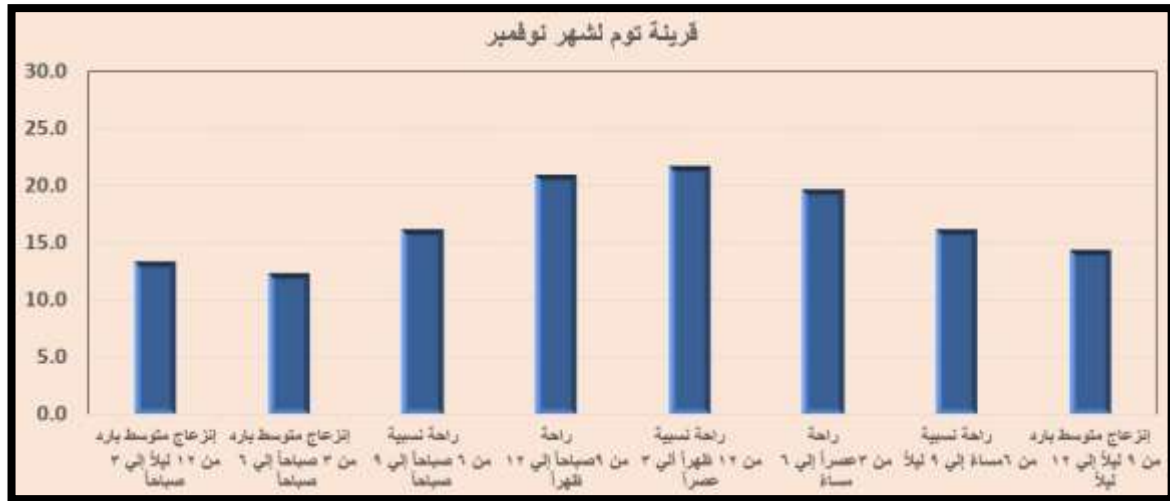
بالرجوع للجدول (٣) واستقراء الشكلين (١٣، ١٧) نلاحظ أن شهر أكتوبر يأتي في المرتبة الأولى من حيث الأفضلية في الراحة الفسيولوجية للسكان في منطقة الدراسة، حيث إنه الشهر الوحيد التي بلغت فيه فترات الراحة ٨٨% اي ما يساوي ٢١ ساعة يومياً علي مدار الشهر (بين راحة نسبية وراحة تامة)، ولم تشغل فيه فترات عدم الراحة الحرارية سوي ١٣% او ما يعادل ٣ ساعات فقط لكل يوم علي مدار الشهر، وتظهر فترة عدم الراحة من الساعة ١٢ ظهراً حتى الـ ٣ عصراً بالشعور بانزعاج متوسط حار، ثم تبدأ فترات الراحة والتي تتباين بين راحة نسبية وراحة تامة من الساعة الـ ٣ عصراً وحتى الساعة الـ ١٢ ظهراً.



شكل (١٣) قرينة توم على مستوي الفترات الحرارية لليوم في منطقة الدراسة لشهر أكتوبر.

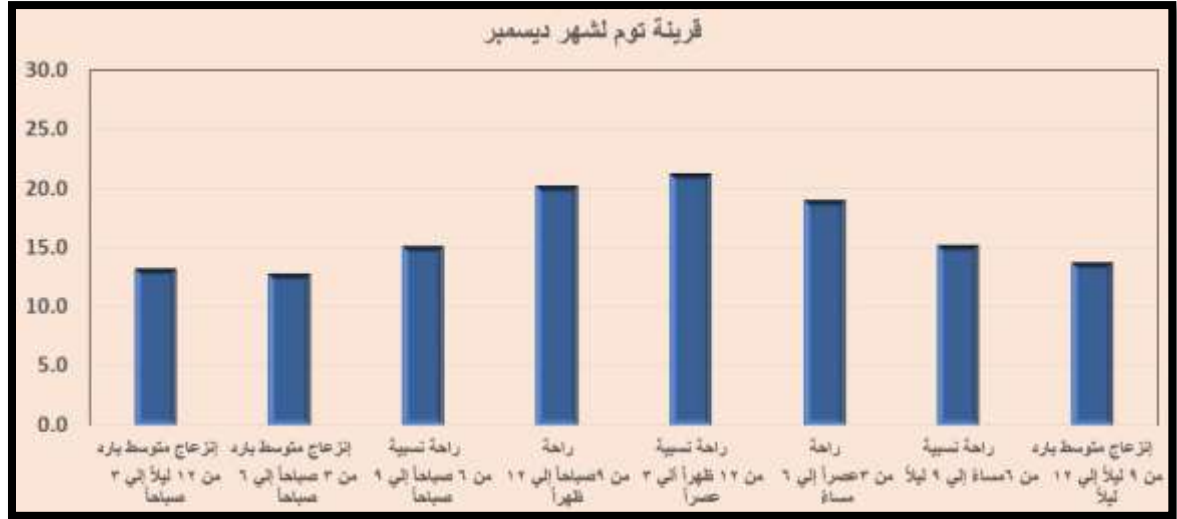
المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي بيانات جدول (٣).

وباستقراء الجدول (٣) والشكلين (١٤، ١٥) نلاحظ أن شهرا نوفمبر وديسمبر يقتريا من حيث نمط الراحة الفسيولوجية بشهرا مارس وأبريل حيث تتشابه مدد ونمط الشعور بالراحة بينهما بأفضالية نسبية لنوفمبر وديسمبر حيث يوجد بهما فترات راحة تامة اما مارس وأبريل تقتصر الراحة فيهم علي فئة الراحة النسبية (شكل ١٧)، مما يظهر أن السنة في منطقة الدراسة تنقسم من حيث عدم الراحة الحرارية إلي شهور ذات انزعاج بارد وهي (نوفمبر، ديسمبر، يناير، فبراير، مارس وإبريل) وشهور ذات انزعاج حار وهي (مايو، يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر وأكتوبر) وذلك بغض النظر عن طول وقصر فترة الراحة.



شكل (١٤) قرينة توم على مستوي الفترات الحرارية لليوم في منطقة الدراسة لشهر نوفمبر.

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي بيانات جدول (٣).



شكل (١٥) قرينة توم على مستوي الفترات الحرارية لليوم في منطقة الدراسة لشهر ديسمبر
المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات جدول (٣).

الاستنتاجات والتوصيات.

ومما سبق وبالإستناد للشكلين (١٦، ١٧) يتضح أن:

أولاً: الشهور في منطقة الدراسة وفقاً لقرينة توم تندرج تحت ثلاث فئات متميزة.

١- الشهور المريحة

ولا تتضمن تلك الفئة إلا شهر أكتوبر والتي تشغل فترة الراحة فيه ٨٨% ،
وتقتصر فترة الانزعاج الحراري فيه على ١٢% فقط وتحت الفئة المتوسطة من
الانزعاج الحار، وبذلك فإن شهر أكتوبر هو أفضل الشهور من حيث الراحة
الفسولوجية لمنطقة الدراسة.

٢- الشهور متوسطة الراحة الحرارية

وهي الشهور التي يغلب عليها الإحساس بالراحة في منطقة الدراسة، وتسجل
فترات الراحة فيها ٦٣% ، وتندرج تحت فئتين

أ- الشهور ذات الانزعاج البارد

وهي (نوفمبر، ديسمبر، مارس وأبريل) من الأفضل إلي الأسوأ على
التوالي، حيث يشتمل كل من نوفمبر وديسمبر علي فترات راحة تامة، ولكن
مارس وابريل فترات الراحة فيهم نسبية لا ترتقي للراحة التامة رغم تشابه
المتوسط العام لقيم القرينة فيهم في حدود ١٦.٨ (شكل ١٦).

ب- الشهور ذات الانزعاج الحار

وهي (مايو، يونيو وسبتمبر) ورغم تساوي نسبة فترات الراحة بينهما
بما يساوي ٦٣%، ولكن يتميز سبتمبر بارتفاع نسبة فترات الراحة التامة

إلى ٣٨% مقابل ١٣% لمايو مما يقدم سبتمبر من حيث الأفضلية الحرارية على مايو في تلك الفئة.

٣- شهور الانزعاج

وهي الشهور التي تشغل فيها الفترات الغير مريحة أكثر من ٥٠% من مجمل الشهر وتندرج تحت فئتان

أ- شهور الانزعاج الحار الشديد

وهي (أغسطس، يوليو) يأتي أغسطس في المقدمة بـ ٦٣% انزعاج حار ٦٠% منهم من فئة عدم راحة شديدة حارة وبأعلي متوسط لقيمة قرينة توم(شكل ١٦) وبذلك فهو الشهر الأسوأ علي الإطلاق في منطقة الدراسة من حيث الراحة الفسيولوجية للسكان، يليه يوليو من حيث عدم الراحة فتشغل فترات عدم الراحة ٥٠% منه مقسمة إلي ٣٨% عدم راحة شديد و ١٢% انزعاج متوسط وبذلك فهو الشهر الثاني من حيث السوء.

ب- شهور الانزعاج البارد

وهي (يناير وفبراير) يأتي يناير في المقدمة بـ ٦٣% انزعاج بارد مقسمين إلى ٣٧% انزعاج بارد متوسط و ٢٥% عدم راحة باردة، وبذلك فهو أسوأ الشهور ذات الانزعاج البارد من حيث الراحة الفسيولوجية والثاني بعد أغسطس علي عموم السنة كاملة، ثم يأتي فبراير بـ ٥٠% انزعاج بارد متوسط من مجمله محتل المرتبة الثانية من حيث المناخ البارد غير المريح في منطقة الدراسة.

واستخلاصاً من كل ما سبق فإن ترتيب الشهور من الأفضل إلي الأسوأ من حيث الراحة

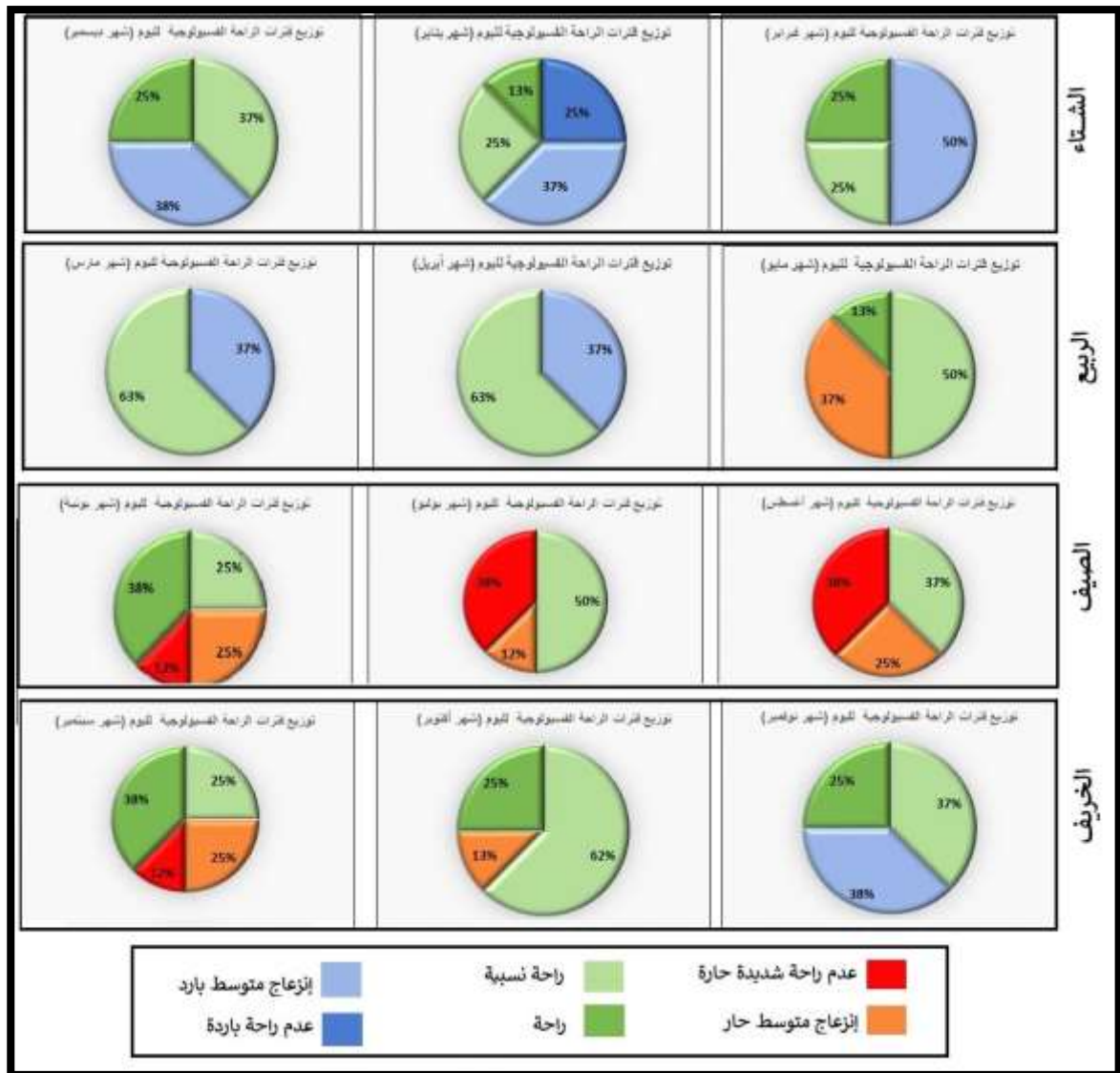
الفسيولوجية للسكان وفقاً لقرينة توم في منطقة الدراسة هي كالتالي:

- ١- أكتوبر، ٢- نوفمبر، ٣- ديسمبر، ٤- مارس، ٥- أبريل، ٦- سبتمبر، ٧- مايو، ٨- يونيو، ٩- فبراير، ١٠- يوليو، ١١- يناير، ١٢- أغسطس.

ومن ثم فإن أفضل فصول العام من حيث الراحة الفسيولوجية في منطقة الدراسة الخريف يليه الربيع، أما الصيف فهو أسوأ الفصول يليه الشتاء من حيث السوء.



شكل (١٦) متوسط قيم قرينة توم على مستوى الأشهر في منطقة الدراسة .
المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات جدول (٣).



شكل (١٧) النسب المئوية لفترات الراحة وعدم الراحة الفسيولوجية وفقاً لقرينة توم على مستوي الشهور وفقاً للفترات الحرارية اليوم في منطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات جدول (٣).

ثانياً: مقارنة بين نتائج القرينة اعتماداً على البيانات الساعية والمعدلات الشهرية.

يتضح من جدول رقم (٤) (والذي يوضح نتائج القرينة بالإسلوب التقليدي المعتمد على المعدلات المناخية الشهرية)، أن كل شهر من شهور السنة يندرج تحت فئة واحدة من فئات الراحة الفسيولوجية نتيجة تطبيق القرينة على المعدل الشهري لكل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية، في حين أن تطبيق القرينة بالاعتماد على البيانات الساعية كما سبق يظهر ما بين فئتان إلى ٤ فئات من الراحة الفسيولوجية لكل شهر مع تحديد الفترة التي تشغلها كل فئة أثناء اليوم الممثل للشهر، مما يعكس الفارق الكبير في دقة الوصف الناتجة عن تطبيق القرينة بالاعتماد على البيانات المناخية الساعية، وبالنظر إلى الجدول رقم (٤) يتضح لنا أن دقة

نتائج القرينة المعتمدة على المعدلات الشهرية تتراوح ما بين ١٢.٥% إلى ٦٢.٥% وبمعدل دقة عام ٣٥.٤% مقارنة بدقة نفس القرينة ولكن بالاعتماد على البيانات المناخية الساعية، مما يعكس مدى دقة النتائج المعتمدة على البيانات الساعية وعمومية النتائج المعتمدة على المعدلات الشهرية.

ولم تظهر النتائج المعتمدة على المعدلات الشهرية اتفاقاً مع النتائج المعتمدة على البيانات الساعية سوى في ترتيب أفضلية الفصول فيأتى فصل (الخريف، الربيع، الشتاء والصيف) من الأفضل للأسوأ بالتوالى وفقاً للراحة الفسيولوجية للسكان، مما يبرهن على مدى عموميتها وليست دقتها.

جدول (٤) نتائج قرينة توم لمنطقة الدراسة اعتماداً على معدلات الحرارة والرطوبة الشهرية

شهر	معدل درجة الحرارة	معدل الرطوبة النسبية	نتائج قرينة توم	دلالة القرينة	نسبة دقة القرينة المعتمدة على المعدلات الشهرية مقارنة بنتائج القرينة المطبقة اعتماداً على البيانات الساعية
يناير	13.27	66.28	13.50	انزعاج متوسط بارد	37.5%
فبراير	16.77	58.01	16.20	راحة نسبية	25.0%
مارس	19.08	51.65	17.90	راحة نسبية	62.5%
أبريل	18.93	59.55	17.90	راحة نسبية	62.5%
مايو	25.89	49.17	22.70	راحة نسبية	50.0%
يونيو	27.38	50.95	23.90	راحة نسبية	25.0%
يوليو	29.31	54.93	25.60	انزعاج متوسط حار	12.5%
أغسطس	28.71	60.79	25.60	انزعاج متوسط حار	25.0%
سبتمبر	26.03	62.93	23.70	راحة نسبية	25.0%
أكتوبر	22.08	60.78	20.40	راحة تامة	25.0%
نوفمبر	18.06	64.72	17.40	راحة نسبية	37.5%
ديسمبر	17.33	65.17	16.80	راحة نسبية	37.5%
				معدل النسبة	35.4%

المصادر والمراجع العربية.

- ١- إبراهيم بن سليمان الأحيدب (١٤٢٤هـ): المناخ والحياة " دراسة في المناخ التطبيقي " ، كلية العلوم الإجتماعية ، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- ٢- إنعام عبد الصاحب محسن الياسري (٢٠١٠) : اثر المناخ علي راحة الإنسان في محافظة القادسية، مجلة أوروک للأبحاث الإنسانية، المجلد الثاني، العدد الثاني.

- ٣- الهيئة العامة للتخطيط العمراني، وزارة الإسكان والمرافق والتنمية العمرانية ، برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية، المكتب الإقليمي لإفريقيا والدول العربية، إعداد المخططات الإستراتيجية العمرانية للمدن الصغيرة، جمهورية مصر العربية، المنوفية، قويسنا.
- ٤- شحاته سيد أحمد طلبه (٢٠٠٤): أثر المناخ علي راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة "دراسة في المناخ التطبيقي"، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٤٤، الجزء ٢، السنة السادسة والثلاثون.
- ٥- عطيه محمود محمد الطنطاوي (٢٠١٥): أثر المناخ على السياحة في إقليم شرقي أفريقيا، جامعة القاهرة، معهد البحوث والدراسات الأفريقية،مجلة الدراسات الأفريقية، العدد ٣٧، مركز جامعة القاهرة للطباعة والنشر.
- ٦- علي حسين الشلش (١٩٨٦): تحديد أشهر المناخ المريح وغير المريح في سبعة مدن عربية خليجية، مجلة كلية الآداب، جامعة البصرة، العدد ٣٤.
- ٧- يوسف عبد المجيد فايد (بدون تاريخ): جغرافية المناخ والنبات، دار النهضة العربية
- ٨- يوسف محمد زكري (٢٠٠٤): مفهوم الراحة الفسيولوجية للإنسان وطرق قياسها ، مجلة الساتل، الزاوية، ليبيا.

المصادر والمراجع الأجنبية.

- 1- Andris Auliciems and Steven V. Szokolay (2007) : Thermal comfort, IN ASSOCIATION WITH THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND DEPT. OF ARCHITECTURE, Department of Architecture, The University of Queensland, Brisbane 4072 .
- 2- Auliciem, A., (1997): "Applied Climatology", Allen Howard, New York.
- 3- Euro Weather, (2015): HEAT AND DISCOMFORT INDEX, accessed April 21,2015(http://www.eurometeo.com/english/read/doc_heat).
- 4- Fanger, P.O., (1982): Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering. R.E. Krieger Publishing company, Malabar, Florida, 244 p.
- 5- Grubenhoff, J.A., du Ford, K., and Roosevelt, G.E., (2007): Heat related illnesses. Clinical Pediatric Emergency medicine, 8(1), 59-64.
- 6- Health Canada., (2011): Adapting to Extreme Heat Events: Guidelines for Assessing Health Vulnerability. Ottawa, ON: Health Canada.
- 7- Houghten, F C & Yagloglou, C P, (1923): Determination of comfort zone. Trans Am Soc Heat Vent Engrs. 29:361.
- 8- INNOVA, Air tech Instruments, (2002): Thermal comfort.
- 9- Oliver,J.E.,(1981):Climatology. Selected Application, London, pp 188-197.
- 10- Thom, E C (1959): The discomfort index (THI), Weather wise, April
- 11- Yousif, Ta.A., and Tahir,H.M.,(2013):Application of Thom ´s Thermal Discomfort Index in Khartoum State, Sudan, JOURNAL OF FOREST PRODUCTS &INDUSTRIS, 2013.
- 12- https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/modelclimate/quwaysinā_egypt_350370

Abstract

The study discussed the application of climatic data on the study area in measuring the physiological comfort of the population. The results are more accurate and realistic than the results of research based on average daily temperatures (large and small), which gives an inaccurate indication of the Index, especially in areas that are characterized by large temperature range like most of our Arab countries. For example, to illustrate the area of Kufra in Libya, where the temperatures are approaching the day from the 50 ° and falling at night rapidly under the influence of dispersion and rapid loss of long heat waves acquired during the day. Due to the fineness of the atmosphere and the thermal properties of desert terrestrial climates, temperatures reach about 2 degrees Celsius, giving a temperature average of 26 ° C. Equatorial Guinea, which has a daily temperature range of 3 ° to 6 ° C, 26 degrees, and from this presentation shows the extent to which the results that can result from the dependence on the average daily temperature in the application on the climatic evidence, in both Kufra and Equatorial Guinea, the average temperature is very close in value, which gives a close results when applying the Index. Despite the overall differences in daily temperature and climate between the two regions.

Therefore, each climate element was calculated at the level of each thermal period (the thermal period is 3 hours) and then applied to the climatic climate to show the variation in the results during the day. Which facilitates the drawing of a precise picture of the physiological comfort of the population in the study area over the course of the day and night each month, which increases the accuracy of the results, which in turn helps in making sound decisions in the practical aspects that can benefit from the research.

التقييم البيئي لميناء الإسكندرية

أ. إسرائ سمير المصرى^(١) أ.د. محمد زكى السديمي^(٢) أ.م.د. عبد الرزاق الكومى^(٣)

المستخلص

يعتبر ميناء الإسكندرية من أقدم موانئ العالم، ومن أكثر الموانئ المصرية تبادلاً تجارياً فى حركة السفن والتبادلات الإقتصادية بين مصر والعالم؛ حيث تمتد جزورها إلى حوالى ٤٠٠٠ عام، وكان ذلك هو السبب الرئيسى لتوجه المراقبين والهيئات الحكومية إلى دراسة الوضع البيئى للميناء وما يجعل الميناء فى المقام الأول بين الموانئ المصرية. وطبقاً لأهميتها يهدف هذا البحث بصورة أساسية إلى دراسة التقييم البيئى لميناء الإسكندرية، ومن ثم عمل تقييم بيئى لوضع الحالى للميناء وتضمنت الدراسة جوانب عدة وهى المشكلة وأهدافها ونطاقها ومنهجيتها.

ويمثل التقييم البيئى (Environmental Assessment) جزءاً من عملية التخطيط وصناعة القرار بشأن النشاطات والمشروعات التنموية المقترحة، وبناء على الآثار البيئية لأى مشروع يتم إتخاذ القرار بالتقدم فى التنفيذ أو وقف الإجراءات من أجل تقليل الآثار السلبية وتعزيز الآثار الإيجابية. ولقد تطورت عملية تقييم الآثار البيئية حتى شملت جميع المشاريع الصناعية، والزراعية، والسكنية، ... إلخ وذلك بالتزامن مع إتجاه المشروعات التنموية الوطنية نحو الإستدامة. لذا يعتبر الأثر البيئى مهماً جداً فى وضع مشروعات التنمية فى إطارها البيئى السليم.

الهدف من ذلك هو رفع كفاءة الميناء لتقديم الخدمات الأتزمة للتصدير والإستيراد بأقل تكلفة وبأسرع ما يمكن وفى الأوقات المحددة مع ضمان تواجد البنية التحتية اللازمة لكل هذه الخدمات. وأهم نتائج ذلك تيسير إجراءات الفحص والرقابة على الصادرات والواردات لتكون الجبهه المشرفة على تلك البضائع هى الهيئة العامة للصادرات والواردات دون غيرها وان يتم الفحص على مرحلة واحدة تشترك فيها سائر الجهات المنوط بها الفحص والرقابة.

الكلمات المفتاحية

التقييم البيئى، إدارة الموانئ، الإدارة البيئية المتكاملة، الحجر الصحى، البنية المعلوماتية، المنظمة البحرية الدولية، الطوارئ الإقليمية للتلوث البحرى.

مقدمة

ويتمثل الهدف لهذا التقييم فى ضمان تنمية إقتصادية مستدامة تلبى الحاجات الملحة فى الوقت الحاضر لتطور إدارة الموانئ بصفة عامة وخاصة موانئ الإسكندرية. من حيث تحليل منظم للآثار البيئية فقد تم توضيح الوضع النهائى للميناء بعد التطوير الملموس فى الفترة الأخيرة والتي كانت لها عدة نتائج فى تحقيق كفاءة التجارة وتحقيق الأبعاد السياسية والإقتصادية والإجتماعية والحفاظ على البيئة البحرية مع مراعاة الزيادة فى حجم التداول بالميناء.

الدراسات السابقة

(١) باحثه دكتوراه جغرافيا طبيعية (مناخية) _ بقسم جغرافيا _ كلية الآداب جامعة طنطا.

(٢) أستاذ الجغرافيا الإقتصادية كلية الآداب _ جامعة طنطا.

(٣) أستاذ مساعد الجغرافيا الطبيعية ورئيس قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية _ كلية الآداب جامعة طنطا.

- سيد حسن سيد، ١٩٨٢، ميناء الإسكندرية دراسة فى جغرافية النقل البحرى، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية البنات، جامعة عين شمس.
- فتحى محمد أبو عيانه، ١٩٦٣، ميناء الإسكندرية ومركزه بين موانى البحر المتوسط، كلية الأداب، جامعة الإسكندرية.
- نورهان ناصر عبد السميع، ٢٠١٧، مركز معلومات هيئة ميناء الإسكندرية البحرى دراسة حالة، رسالة ماجستير، غير منشورة، جامعة الإسكندرية.
- كريمة خالد منصور، ٢٠١١، تطوير الموانى المصرية دراسة حالة لميناء بورسعيد، رسالة ماجستير، غير منشورة، جامعة الإسكندرية.

مشكلة البحث

لم تكن البيئة تحظى بأهمية ولو نسبية، على الأجددة السياسية حتى أواخر الستينات من القرن الماضى، ولكنها اليوم أصبحت من أكثر ضوابط التنمية تحدياً ونقاشاً. ويعكس هذا الصعود ما حظت به البيئة من إهتمام واسع على مستوى العالم، ولقد شهدت مصر تطوراً كبيراً فى مفهوم تقييم الآثار البيئية للمشاريع بإعتباره ضمان حماية البيئة ومواردها الطبيعية والإستفادة منها والمحافظة عليها، ويتمثل الهدف بعيد المدى لهذا التقييم فى ضمان تنمية إقتصادية مستدامة تلبى الحاجات الملحة فى الوقت الحاضر لتطور إدارة الموانى.

أهداف البحث

- إن تطوير ميناء الإسكندرية هو ثورة إدارية عملاقة وسوف يتم دراسة
- ١- تقييم الوضع البيئى لميناء الإسكندرية فى ظل التطورات الحالية من حيث الإستخدام كميناء محورى.
- ٢- دراسة الآثار المتوقع حدوثها عند تنفيذ مشروع تطوير ميناء الإسكندرية على العناصر البيئية الطبيعية والبيئية الإجتماعية
- وذلك لهدف تعظيم الإستفادة من الآثار الإيجابية وتخفيف حدة الآثار السلبية. وذلك بما يكفل مسيرة التنمية جنباً إلى جنب مع حماية البيئة.

منهجية الدراسة

- يعتبر ميناء الإسكندرية الميناء الرئيسى فى مصر وتضمن منهجية الدراسة على إتباع المنهج التاريخى الوصفى وذلك من خلال:
- دراسة نظرية وصفية للميناء
- نبذة تاريخية عن الميناء
- تجميع البيانات والمعلومات

وضع النتائج والتوصيات التي من شأنها التواصل مع إدارة الميناء للوصول لأعلى إستغلال لما هو متاح من مراحل التطوير الحالية والمستقبلية.

منطقة الدراسة

تتمثل منطقة الدراسة فى ميناء الإسكندرية وتقع فى الموقع ١١ ٣١° شمالاً، ٥٢ ٢٩° شرقاً^(١)، ويوضح الشكل (١) الموقع الجغرافى لمنطقة الدراسة.

شكل (١) الموقع الجغرافى لميناء الإسكندرية



المصدر : من عمل الباحثة

يعد ميناء الإسكندرية من أقدم موانى العالم، حيث تمتد جذوره إلى حوالى ٤٠٠٠ عام، وهى إحدى موانى البحر المتوسط ويرجع تاريخه إلى ما قام به الفراعنه قديماً بإنشاء ميناء غرب جزيرة فرعون (فاروس)، وكان هذا الميناء يسمى (راكودة) وموقعها فى الناحية الشمالية بجزيرة (فاروس)، وهى راس التين الحالية ويوضح الشكل رقم (٢) التقسيمات الإدارية (أحياء وشياخات) بميناء الإسكندرية^(٢).

(١) <http://www.apa.gov.eg/> هيئة- ميناء- الإسكندرية

(٢) حسن سيد حسن، ميناء الإسكندرية دراسة فى جغرافية النقل البحرى، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية البنات، جامعة عين شمس، ١٩٨٢، ص ٦١.

شكل رقم (٢) التقسيمات الإدارية (أحياء وشياخات) بميناء الإسكندرية.



المصدر : من عمل الباحثة

أنشئ ميناء مصر الأول وهو ميناء فرعونى عام ٢٠٠٠ ق.م تحمل الإسم الفرعونى "رت قوت" على الشاطئ المصرى غرب رأس التين وفى عهد الأسكندر الأكبر عام ٣٣١ ق.م إختار الأسكندر الكبر هذا الموقع لإنشاء ميناء ومدينة الإسكندرية لجعل هذه القرية قاعدة بحرية يلجئ إليها أسطوله ثم أقام مدينة كبيرة بواسطة مهندسة دينوقراطية وقد ازدهرت التجارة فى هذا الميناء^(١).

ثم بدأت فى الأضمحلال عقب عهد البطالسة نتيجة للإحتلال الرومانى ثم بعد ذلك نتيجة لإكتشاف طريق رأس الرجاء الصالح، كما تم تشيد جسر كبير فى عهد البطالسة يصل جزيرة فاروس بهذه المدينة الجديدة وتكون بذلك الميناء الشرقى والميناء الغربى^(٢).

تم إنشاء ميناء الإسكندرية عام ١٩٠٠ ق.م، وقد مر بمراحل تطويرات عديدة حتى صدور قرار الرئيس الراحل جمال عبد الناصر رئيس الجمهورية العربية المتحدة رقم ٣٢٩٣ لسنة ١٩٨٦م بإختصاصات ومسئوليات الهيئة العامة لميناء الإسكندرية بموجب القانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٧م كما صدر

(١) فتحى محمد أبو عيانه، ميناء الإسكندرية ومركزه بين موانى البحر المتوسط، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، ١٩٦٣، ص ٤.

(٢) المرجع السابق، نفسه، ص ٧.

القرار الجمهورى رقم ٤٩٤ لسنة ١٩٨٦م بإنشاء ميناء الدخيلة حيث إن الهيئة العامة لميناء الإسكندرية تختص دون غيرها بإدارة ميناء الدخيلة. وينقسم الميناء إلى قسمين أساسيين^(١):

١- الميناء الداخلى للجزء الشرقى

وهو الأكثر قدماً بنى الجزء الكبر منه فى آخر ٣٠ سنة من القرن التاسع عشر، يحوى مدخل الترسانة (الخديو) بمساحة ١٨,٥٢ هكتار وكان يلبي حاجات التجارة آنذاك وكان هو الأكثر قرباً من مدينة الإسكندرية ويضم العديد من المؤسسات الهامة مثل (إدارة الموانى والمناثر، والإدارة الجمركية، والحجر الصحى، وكبرى مخازن بضائع، ومنشآت شركات الملاحة ذات الخطوط المنتظمة) وكان يتصل بداخل البلاد بواسطة قنال المحمودية.

٢- الميناء الخارجى للجزء الغربى

وهو الأحدث نسبياً ويعتبر إمتداد طبيعى للميناء الداخلى وكان يضم (حوض الفحم، وأرصفة تفرغ البترول، وأرصفة العمق المحدود، والمرافى الصغيرة على طول شاطئى القبارى لتفرغ الطوب والأسمنت والجبس والمواد الملتهبه وأرصفة الخشب الجديد ومرقفاً صغيراً لإنزال الحيوانات الخاضعة للحجر الصحى ومرقفاً صغير فى الشمال للصنادل)، ويفصل بين المينائين شبه جزيره على هيئة حرف (T) والميناء الشرقى ضحل لا يستخدم فى الملاحة بينما يؤلف الميناء الغربى من الناحيه الفعلية ما أصطلح على تسميته بميناء الإسكندرية ويحد الميناء الخط الوهمى الموصل بين نهايتا حاجزى المواج الخارجيين^(٢).

التقييم البيئى

لقد أدى الإهتمام المتزايد بقضايا البيئة عامة والقضايا المصاحبة لعمليات التنمية خاصة إلى المطالبة بتقييم الآثار المختلفة لمشروعات التنمية، بما فى ذلك الآثار الإقتصادية والإجتماعية، وذلك حتى يمكن التعرف على المشكلات البيئية وتحديد أنسب الطرق للتعامل معها منذ بداية الإعداد لهذه المشروعات، وذلك لتحقيق التوازن بين عمليات التنمية القابلة للإستمرار أو التنمية المستدامة، ولقد لجأت هيئات دولية وإقليمية مختلفة إلى إدخال عمليات التقييم البيئى لمشروعات التنمية كجزء من دراسات الجدوى لهذه المشروعات لتحديد أفضل الخيارات لتنفيذها^(٣).

أهداف تقييم الأثر البيئى

هو دراسة الآثار المتوقع حدوثها عند تنفيذ مشروع ما على العناصر البيئية الطبيعية والبيئية الإجتماعية وذلك لهدف تعظيم الإستفادة من الآثار الإيجابية وتخفيف حدة الآثار السلبية. وذلك بما يكفل مسيرة التنمية جنباً إلى جنب مع حماية البيئة، فالتقييم البيئى هو العلم الذى يتعرف على عناصر البيئية

(١) علا عمر عرفات، علا عمر، خطة الإدارة البيئية المتكاملة لميناء الإسكندرية، ٢٠٠٧، ص ٣٢.

(٢) حسن سيد حسن، ميناء الإسكندرية دراسة فى جغرافية النقل البحرى، مرجع سابق، ص ٧٠.

(٣) Abul-Azm, A.G & Rakha K.A, 2002, EIA Guidelines For Development of Ports, Harbours and Marinas in Egypt, Littoral, the changing coast, EUROCOAST, EUCC, port-portugal, p30.

المختلفة وتحديدها، ولا تتوقف دراسة الآثار البيئية عند مرحلة التشخيص ووصف العلاج، بل تضع خطأً للمراقبة المستمرة، وذلك لضمان عدم حدوث أى سلبيات أو المبادرة لعلاجها قبل وقوعها^(١).

يوجد تعريف دقيق لعملية تقييم الأثر البيئي؛ حيث إستخدام هذا المصطلح لأول مرة سنة ١٩٦٩م فى الولايات المتحدة. ومنذ ذلك الوقت إنتشر هذا المفهوم فى العديد من الدول والمنظمات الدولية مثل منظمة الصحة العالمية والبنك الدولى وبينما كان معظم الإهتمام فى البداية ينصب على إعداد تقرير، يزداد التركيز فى الوقت الحاضر على فاعلية تقييم الثر البيئى^(٢).

إلا أن لا يوجد تعريف واحد متفق عليه فى الإطارات التالية:

- تقييم الأثر البيئى هو اداة لإتخاذ القرار فى التخطيط البيئى.
- تقييم الأثر البيئى هو العملية التى يتم من خلالها التنبؤ باثار نشاط معين على البيئة ووصف تلك الاثار.
- تقييم الأثر البيئى هو نشاط مصمم لتحديد والتنبؤ بأثار المقترحات التشريعية والسياسات والبرامج والمشروعات والعمليات على البيئة الحيوية الجيولوجية والطبيعية على صحة وسلامة الانسان بالإضافة إلى ترجمة تلك المعلومات ونشرها^(٣).

كما يقوم التقييم البيئى ببيان وتقييم كل ما هو مرتبط ووثيق الصلة بتأثير نتائج المشروعات الصناعية على البيئة الإجتماعية من هذه المشروعات كدراسات الجدوى وتحليل الأرباح والخسائر والتى تعتمد على تأثير التكاليف على القيمة النقدية لربحية الإستثمارات على التكاليف الكلية الناجمة عن برنامج حماية البيئة نتيجة التأثير وبالتالي تأثيرها على الصحة. وحتى وقت قريب كانت معايير تقييم المشروعات الإستثمارية تتم طبقاً للسياسات الإقتصادية والتكنولوجية، أما تأثيراتها البيئية على الصحة وعلى المجتمع فإنها نادراً ما كانت تؤخذ فى الإعتبار بنفس القوة والأسلوب، وحتى إذا أخذت تلك الآثار البيئية فى الإعتبار فإنها غالباً ما كانت تؤخذ من جانب تحليل التكاليف والعائد فى شكل محاولات أولية غير متخصصة لقياس القيمة النقدية للمتغيرات غير الإقتصادية الناجمة عن أثر التلوث على الصحة والمجتمع، وكنتيجة لذلك أصبح تقييم الإستثمارات مقيد وأصبح هناك أثار ضارة على البيئة كنتيجة عمليات التنمية تؤثر على المنفعة العامة للمشروعات^(٤).

وبالتالى فإن التنمية الإقتصادية بالتوازن مع حماية البيئة ضرورية لجعل النمو الإقتصادى مستديماً، كما تعد دراسة تقييم الآثار البيئية للمشروعات من أهم الضوابط التى تحكم العلاقة بين الأنشطة التنموية

(١) صلاح محمود الحجار، مرجع سابق، ص ٨١.

(٢) صلاح محمود الحجار، مرجع سابق، ص ٨٣.

(٣) (EEAA), 2005, Egyption Environment Affairs Agency SEAM Project.

(٤) صلاح محمود الحجار، التوازن البيئى وتحديث الصناعة، دار الفكر العربى، القاهرة، ٢٠٠٣ ص ٧٣.

والبيئة المحيطة، وذلك لضمان عدم حدوث أى خلل ينعكس على صحة الإنسان وممتلكاته، ولا تتوفر دراسة الآثار البيئية عند حد مرحلة التشخيص ووصف العلاج، بل تضع خططا للمراقبة المستمرة، وذلك لضمان عدم حدوث أى سلبيات أو المبادرة لعلاجها قبل وقوعها.

ومن ثم فإن دراسات التقييم البيئي هي الداه التنفيذية للمعايير البيئية المتبناه من جانب الدولة، وهي حلقة الوصل بين السلطة التريعية والسلطة التنفيذية، فيما يختص المشروعات المقترحة سواء على مستوى القطاع الخاص أو مستوى الدولة^(١).

ويتضح أن عملية تقييم الآثار البيئية أداة هامة لأسلوب الإدارة البيئية المتكاملة والذي يتعين إجراؤه للمنشآت القائمة طبقاً لحكام قانون البيئة. ويتمثل تقييم الأثر البيئي للمشروعات فى إجراء دراسة جدوى بيئية للمشروع قبل البدء فيه، ويتم من خلال الدراسة التعرف على الآثار الإيجابية والسلبية للمشروع وذلك مثلما يتم بالنسبة لدراسة الجدوى الإقتصادية للمشروع والتي تبيّن العائد الإقتصادى منه وكيفية تعظيمه ومواجهة المخاطر التي قد تقابله^(٢).

أغراض تقييم الأثر البيئي

الهدف الرئيسى لعملية تقييم الأثر البيئي هو جعل الإعتبارات البيئية تدخل ضمن عملية إتخاذ القرار وذلك يجب على الهيئات أن تقوم بتحقيق التكامل بين تقييم الأثر البيئي وبين عمليات التخطيط الأخرى فى المراحل المبكرة. يسعى تقييم الأثر البيئي إلى تحديد الجوانب البيئية فى خطط مشروع تنموى حيث ان كل من تلك البدائل سوف يكون لها تكلفة ومنفعة إقتصادية بالإضافة إلى اثار بيئية (سلبية وإيجابية)^(٣). بإصدار قانون البيئة رقم (٤) لسنة ١٩٩٤ ولإتحته التنفيذية رقم ٣٣٨ لسنة ١٩٩٠، أوجبت دراسة لتقييم الأثر البيئي للمشروعات الجديدة أو أى تطوير أو أى توسعات فى المنشآت القائمة وفقاً للمعايير والمواصفات العالمية وذلك لتحقيق الأهداف التالية^(٤):

- حماية رأس مال المستثمر من المخاطر غير المحسوبة وتعظيم العائد الإقتصادى وضمان استمرارية هذا العائد على المدى الطويل.
- التأمين والحفاظ على العناصر الطبيعية الأساسية لمشروعات التنمية وموارد المنطقة المقام عليها المشروع والمتمثلة فى الموارد الطبيعية والبيئية.

(١) محمد عبد القادر الفقى، البيئة مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث، مشروع مكتبة الأسرة سلسلة البيئة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٩٩، ص ٦٦.

(٢) صلاح محمود الحجار، مرجع سابق، ص ٨٦.

(٣) المرجع السابق، نفسه، ص ٨٣.

(٤) سيد محمدين، حقوق الإنسان واستراتيجيات حماية البيئة، وكالة الصحافة العربية، ٢٠٠٦.

- تعظيم إيجابيات التنمية وتخفيف آثارها السلبية أو تجنبها.
- تطبيق فكر التنمية المستدامة.
- حماية حقوق الفرد والمجتمع في التمتع بحياة أفضل.
- التقييم وإختيار الأفضل من بين الخيارات المتاحة للمشروع.
- تعريف وتحديد التأثيرات البيئية الهامة.
- دمج خطة الإدارة البيئية (EEAA,2005)

خطوات تقييم الأثر البيئي للمشروعات

تختلف الخطوات الإجرائية لعمليات التقييم الأثر البيئي بين الدول المختلفة تطور المفاهيم البيئية لكل مجتمع وتبعاً لذلك فإن هناك دول تعتمد نظام تقييم الأثر البيئي EIA كحالة نهائية لمفهومها البيئي، وهناك دول أخرى تعتمد نظام تقرير الأثر البيئي EIS، وهما مصطلحان لعمل واحد ولكن في الولايات المتحدة الأمريكية يكون الأثر البيئي عبارة عن مجموعة من القواعد الإرشادية التي تحدد المشروعات التي قد تتطلب دراسة بيئية ثم توضح نتائج هذه الدراسة في ما يسمى بتقرير الأثر البيئي وهذا العمل مختلف عما هو متبع لدى دول العالم وأوروبا والتي تنظر لتقييم الأثر البيئي كعملية متكاملة تنتهي بتقرير النثر البيئي لأي مشروع^(١).

لا يمكن عمل أنشطة داخل الميناء إلا من خلال عمل إجراءات تقييم بيئي محدد طبقاً للتعليمات والقوانين والمتطلبات الإقتصادية والبيئية، وبصفة عامة تعتمد الموانى على حجم الأنشطة ومدى فاعليتها على الصعيد المحلى والإقليمي والعالمى، ولذلك يقوم الأثر البيئي بتحديد التأثيرات والمخاطر وكيفية التقليل منها والتحقق منها عن طريق خطط الإدارة البيئية (EMPS)^(٢).

ميناء الإسكندرية قبل عام ٢٠٠٠م

شهدت الميناء ما يقرب من ثلاثون عام بدون تطوير باستثناء بعض المشاريع الصغيرة حيث لم يتم تطوير ملحوظ يواكب حجم التبادل التجارى على الصعيد المحلى والصعيد الدولى مما كان له تأثير بالسلب على الأعماق فى الممرات الملاحية والأرصفة التجارية فضلا عن خروج بعض الأرصفة من خدمات الميناء نظراً لسوء حالتها وضحالة الاعماق بها بالإضافة إلى عدم التحديد الواضح للطرق ومسارات الحركة وإختلاطها بمناطق تحميل البضائع، تداخل السكة الحديد مع مسار السيارات، ضيق المساحات الأرضية لوجود عدد كبير من المنشآت لا يوجد احتياج لها. وكان من الضرورة الملحة عمل تطور للتغلب على العوائق فى الميناء^(٣).

(١) محمد عبد القادر الفقى، البيئة مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث، مرجع سابق، ص ٨٠.

(٢) صلاح محمود الحجار، مرجع سابق، ص ٨٩.

(٣) علا عمر عرفات، خطة الإدارة البيئية المتكاملة لميناء الإسكندرية، مرجع سابق.

الخطة العامة لتطوير ميناء الإسكندرية (تنقسم إلى ثلاث محاور اساسية)^(١)

١- البنية الاساسية

تم تطوير النية الاساسية بما تحتويه من بنية تحتية ومبانى ومنشآت

أ- البنية التحتية

إشتملت هذه المرحلة على مشاريع أحلال وتجديد للبنية التحتية للميناء فتشمل إنشاء نفق يضم شبكات الكهرباء، المياه، الصرف، الغاز، التليفونات، شبكات الإدارة الإلكترونية (١٢٠ كم كابلات ألياف ضوئية) كل تلك الخدمات الأساسية تشمل ويغضى كل جوانب الميناء الحالى والميناء المستقبل الكبير وقد تكلفت هذه المرحلة ما يوازي ٣١ مليون جنية مصرى .

ب- المبانى والمنشآت

أشتمل مشروع التطوير الشامل لميناء الإسكندرية على الترميم والإرتقاء والتطوير المعمارى مع المحافظة على اللمسة التاريخية . كما إشتملت أعمال الأرصفة والإضاءة الخارجية بالإضافة لوضع مبنى قاعة المؤتمرات وصالة كبار الزوار ومتحف الميناء فى الصورة المعمارية الحضارية نظرا لان تاريخ مدينة وميناء الاسكندرية لاكثر من ٤٠٠٠ سنة منذ عهد الفراعنة فتبنت إدارة هيئة الميناء فكرة إنشاء متحف يروى بالصور والخرائط تاريخ غنشاء الميناء كما انه يشمل:

- المبنى الإدارى الإستثمارى
- المراكز الأدارية المطوره لمناطق الميناء
- مبنى الدفاع المدنى
- مبنى الأنشطة التجارية
- حاجز الأمواج
- تطوير برج الارشاد الردارى

حاجز الأمواج

يبلغ طول الحاجز حوالى ٢٦٠٠ متر ويتكون من النواه من الأحجار الطبيعية ومحمية من الجبهه الخارجية من الحاجز بكتل مكعبات من الخرسانة، منسوب سطح الحاجز يتراوح من ٢,٧٧ إلى ٥,٨ م ويصل إلى أعماق تتراوح بين ١٠ م إلى ٥ م. وعند أنشاء حاجز الأمواج تم تزويده بعدد من الفتحات

(١) هانى جمال نبيه، التطور المستقبلى لميناء الإسكندرية، بحث منشور، ٢٠٠٨.

(فتحات الأشتوم) الغرض منها تجديد المياه داخل الميناء. وتم إغلاقها لأسباب عسكرية ، ونظراً لإرتفاع معدل التلوث داخل البيئة البحرية فكان من الضروري إعادة عمل الفتحات لتجديد المياه كما هو موضح فى شكل رقم (٣).

شكل (٣) فتحات الأشتوم



المصدر: تصوير فوتوجرافى

تطوير برج الارشاد الرдарى

لرفع كفاءة الميناء لمراقبة السفن وتحديد أماكنها وزيادة الكفاءة فى توجيه السفن فى عمليات الدخول والخروج، وذلك برفع القدرات التكنولوجية للبرج وتزويده بكاميرات متطورة تكنولوجياً، وذلك بإضافة منظومة Aims والتي عن طريقها يمكن لمالك السفينة أو صاحب البضائع معرفة مكان البضاعة وموقع السفينة فى البحر خاصة من مناطق الإقتراب من الموانى بزمان لايزيد عن ٣٠ ثانية ويوضح الشكل رقم (٤) صورة برج الإرشاد الردارى بعد التطوير والغرض من تلك المرحلة^(١):

(١) علا عمرعرفات، خطة الإدارة البيئية المتكاملة لميناء الإسكندرية، مرجع سابق.

الشكل رقم (٤) صورة برج الإرشاد الرдарى بعد التطوير



- تراكى السفن أليا بناء على أبعاد السفينة والرصفة والوضع الحالى للأرصفة والتعاقدات مع الخطوط الملاحية ونوع البضاعة التى سيتم التعامل معها.
- تسجيل الوصول المتوقع (الفعلى للسفينة)
 - تسجيل تحركات السفن بين الارصفة.
 - تسجيل عمليات الخدمات البحرية الفعلية التى تمت للسفينة ووقت تنفيذها والقاطرات المستخدمة فيها.
 - تسجيل بيانات الساحات المؤجرة بالميناء كتسجيل بيانات الشاحنات ومتابعة انتهاء التراخيص وتجديدها.
 - التكامل مع نظام البوابات للسماح لدخول الشاحنات وفقا للقواعد المحددة وحساب الفواتير المستحقة على التوكيلات الملاحية من رحله السفينة لهيئة الميناء.
 - إمكانية تسجيل بيانات طاقم البحارة للسفن.

شكل رقم (٥) صورة توضيحية لحواجز الأمواج والبرج الإرشادي قبل التطوير



٢- البنية المعلوماتية

إنشاء نظام الإدارة الإلكترونية لمجتمع ميناء الإسكندرية عن طريق تنفيذ بنية تحتية تكنولوجية ذات مواصفات عالية السرعة وسرعات فائقة تربط المستخدمين والجهات المختلفة بالميناء، بالإضافة للربط مع أنظمة البوابات والموازنين وأنظمة جمع المعلومات، والهدف هو زيادة القدرة التنافسية لميناء الاسكندريو بين الموانى الإقليمية والعالمية المحيطة وايضا مواكبه آخر التطورات التكنولوجية العالمية.

ينتج عن تطوير البنية المعلوماتية^(١) :

أ- تبسيط إجراءات التبادل للمستندات والمعلومات الخاصة بحركة السفن والبضائع بالميناء وبين أعضاء مجتمع الميناء.

ب- زيادة سرعة ودقة الإجراءات وذلك بالتخطيط المسبق للإجراءات مع التحكم فى العمليات الجارية ومراقباتها.

ت- الإستفادة القصوى من الموارد المتاحة.

ث- التحول من نظم تبادل المستندات الورقية يدويا إلى النظام الإلكتروني للحد من مكوم البضائع بالميناء والقضاء على التكدس.

(١) نورهان ناصر عبد السميع، مركز معلومات هيئة ميناء الإسكندرية البحرى دراسة حالة، رسالة ماجستير، جامعة الإسكندرية، غير منشورة، ٢٠١٧، ص ١١٨.

- ج- توفير التكلفة المباشرة فى إستخدام وسائل الإتصالات التقليدية (تليفونات، فاكسات، بريد بأنواعه).
- ح- إنشاء نظام خدمة معلوماتية لخدمة المتعاملين بالميناء (توكيلات، ملاك السفن، أصحاب البضائع).
- إنشاء محطة أرصاد جومائية تعمل على :**
- مراقبة التغيرات التى تحدث فى الغلاف الجوى والتنبؤ بحدوثها وتقييم كافة الخدمات والمعلومات الخاصة بالارصاد الجوية .
 - تبادل البيانات فى إطار التعليمات الصادرة من المظمة العالمية للارصاد الجوية Wmo والمنظمة الدولية للطيران المدنى ICAO.
 - إصدار التحذيرات الملاحية المناسبة قبل تأثيرها على المناطق الملاحية.
 - المساعدة فى نشر التغيرات الجوية فى عرض البحر وأثناء الدخول والخروج من الموانى والتنبؤ بمسارات العواصف وسوء الحوال الجوية لختيار المسارات الامنه للسفن.
 - المساعدة فى زيادة معدل المان أثناء المناورات فى الرباط.
 - المساعدة فى حساب معدل إنتشار التلوث فى المنطقة طبقا لمتغيرات الحوال الجوية مما يساعد فى سرعة عملية المكافحة والحفاظ على البيئة البحرية.

٢- التفتيش الصحى والزراعى^(١)

- **التفتيش الصحى** تم تطوير الحجر الصحى بما يحقق الحفاظ على التقييم البيئى لميناء الإسكندرية نظرا لزيادة معدل الامراض فى الوقت الحالى.
- والحجر الصحى:** هو عبارة عن احد الهيئات بوزارة الصحة للطب الوقائى ويهتم بمنع دخول الأمراض من أماكن تواجد المراض بصورة وبائية إلى داخل البلاد، سواءاً عن طريق الفراض أو الرسائل داخل الميناء.
- أهدافه:**

- أ- إستقبال الأفراد والسفن القادمة من خارج البلاد وعمل الكشف الطبى.
- ب- إصدار شهادات التطعيم الدولية للمسافرين إلى المناطق الأوبئة مثل الحمى الصفراء.
- ت- إصدار الشهادات الدولية للسفن وتشمل
- شهادة الإصحاحية (السفينة، والعنابر، والمطابخ).

(١) كريمة خالد منصور، تطوير الموانى المصرية دراسة حالة لميناء بورسعيد، رسالة ماجستير، جامعة الإسكندرية، غير منشورة، ٢٠١١، ص ١٠٤.

- الشهادات الطبية (الأفراد، التجهيزات الطبية).

ث- الإفراج عن الرسائل التي من الممكن أن تنتقل للأمراض للإنسان من الحيوانات مثل

الصوف والشعر والجلد وباقي المنتجات الحيوانية.

ج- الإشراف في موسم الحج والعمرة ومراقبة الحالة الوبائية.

ح- قياس كثافة الفئران داخل الموانئ والمطارات.

خ- الحفاظ على بيئة نظيفة داخل الميناء.

د- الإشراف على مصادر المياه داخل الميناء.

• التفتيش الزراعي

القيود القانونية المفروضة على حركة السلع بهدف منع أو تأخير دخول الآفات والأمراض

النباتية إلى مناطق خالية منها واستقرارها فيها. وتم الإنشاء بإصدار قانون الزراعة رقم ٥٣ لعام

١٩٦٦م وطور من خلال عدة قوانين أخرها رقم ٣٠٠٧ لعام ٢٠٠١م.

أهدافه :

١_ منع دخول نوع غريب من الفات والأمراض وأستقراره.

٢_ إستئصال أو مكافحة أى نوع من الأمراض والفات التي نجحت في الدخول أو تاخير إنتشارها.

أقسامه:

أ- قسم الصادر

ب- إدارة خدمة المصدرين المتخصصين بفحص الرسائل الزراعية

ت- قسم الواردات

ث- قسم التطهير والعلاج

ج- قسم التبخير والتدخين

ح- قسم المحطة البحرية

خ- قسم إرشاد المصدرين

د- إدارة البيانات والتشريعات

ذ- قسم الإحصاء والحاسب الألى

الا أن إهتمام الحكومات بوقاية النباتات لم يبدأ إلا من أوائل القرن العشرين وذلك بعد الكوارث

حلت بأوروبا في أواخر القرن الثامن عشر كاللفحة المتاخرة على البطاطس والفليوكسيرا على

العنب ومرض سرطان البطاطس وكان أول إجراء للحجر الزراعي من نوعه في ولاية كاليفورنيا

سنة ١٨٩١م

التقييم البيئي للوضع الحالى بميناء الإسكندرية (١)

١- شبكة الطرق والكبارى

تم إعادة تخطيط المساحة الأرضية لخدمات الحركة التجارية وتطوير نظام حركة كفاء بالميناء طبقاً لنظام local Traffic، يراعى فيه تحقق سيولة الحركة وتجنب مرور شاحنات النقل الثقيل داخل كردون الميناء وتحقيق التوائم مع المقترحات المستقبلية خاصة منطقة إستقبال البخوت والخدمات التجارية والإدارية ، وقسمت الميناء إلى مناطق مستقلة ولكل منطقة من مناطق الميناء البوابات الخاصة بها والمحددة لدخول وخروج العربات بالإضافة إلى مناطق إنتظار للسيارات طبقاً للمساحات المحددة بإجمالى ٣٦٠ ألف م^٢ ويوضح شكل (٦) شبكة الطرق والنقل بالميناء.

شكل (٦) شبكة الطرق والنقل بالميناء



المصدر: من عمل الباحثة

وفيما يلي بعض الأمثلة للطرق التى تم تطويرها والتقييم البيئى لهذا التطوير موضعاً الوضع الحالى للميناء.

- تطوير الطريق الرئيسى بالمنطقة من باب ١١ حتى باب ٢٢

(١) <http://www.apa.gov.eg/> هيئة-ميناء-الإسكندرية

تطور الطريق حتى أصبح ٣ خارات فى كل إتجاه وإنشاء شبكة صرف المطار وصرف صحى خارج الميناء وشبكة كهرباء بطول الطريق وأدى هذا التطوير إلى خلق مساحة إنتظار تقدر ب ٥٠ ألف م^٢ مما يسهل الحركة المرورية فى الإتجاهين وتقليل التلوث السمعى الناتج من الضوضاء بسبب الإزدحام وكثافة حركة النقل، وتم إنشاء شبكة إتصالات للربط أثناء الحركة والتحكم فى الطريق طريق المراقبة المستمرة بكاميرات المراقبة وغرف العمليات بميناء الإسكندرية، وأدى ذلك إلى السيطرة على أعمال التهريب بالميناء وسرعة إتخاذ الفرارات المناسبة.

- تطوير الطريق إلى باب ٢٧

شمل التطوير منع إختلاط حركة الشاحنات من الساحات بالطريق الرئيسى وإستغلال المساحة الأرضية المحدودة فى الخدمات كما يؤدى إلى منع التكدس فى منطقة باب ١١.

- كوبرى المحطة البحرية وإمتداده حتى شارع النصر

تم تطوير الكوبرى وإمتداده لعبور تقاطع أم البحرية إلى طريق النصر مباشرة لسهولة التحرك من محطة الركاب إلى شارع النصر؛ وذلك لسهولة نقل السائحين إلى خارج الميناء ويتم التحكم بالحركة عن طريق أحدث وسائل الأمن والتفتيش وبكاميرات المراقبة لتحقيق أفضل أنواع التحكم. وتم حصر أبواب الميناء إلى عدد محدود لظبط حركة الأفراد والسيطرة على فتحات الميناء بهدف الحد من خروج الشاحنات إلى المناطق السكنية المجاورة كما ساعد على سهولة الحركة المرورية نتيجة لتحديد مسارات لكل العربات ويوابات للدخول والخروج ويوضح شكل (٧) منافذ الخروج والدخول بالميناء.

شكل (٧) منافذ الخروج والدخول بالميناء



المصدر: من عمل الباحثة

٢- المحور السياحي

تم تطوير ميناء الإسكندرية لتصبح من موانى الجذب السياحي فى البحر المتوسط حيث أن يوجد تزايد مستمر فى نشاط الكروز فى البحر المتوسط وحركة اليخوت البحرية التى يقبل عليها السائحين ومن قصور هذه الحركة السياحية الهامة عدم وجود مراسى ومارينا بحرية تقدم كافة الخدمات والرافق اللازمة ذلك فتم التخطيط لتنفيذ المشروع على مرحلتين^(١).

ويشمل تطوير المحور السياحي

- أ- المنطقة أمام البوابات وشارع النصر
- ب- المدخل السياحي (بوابة إلكترونية لدخول السيارات والاتوبيسات والسائحين إلى كوبرى محطة الركاب.
- ت- الكوبرى الموصل من الميدان إلى مبنى المحطة وإنشاء المظلات والارصفة لخدمة حركة السائحين
- ث- مبنة محطة الركاب البحرية ويشمل صالات وصول ومغادرة وصالة الجمارك ومكاتب إدارية وسوق حرة والمركز التجارى والترفيهي المتكامل كما انه مجهز بأحدث التجهيزات الكهروميكانيكية.
- ج- مبنى البمبوتية (بائعى الهدايا التذكارية والتحف الفرعونية)
- ح- منطقة إنتظار السيارات الخاصة وهى ساحة تتسع لحوالى ٣٥٠ سيارة ركوب أو أتوبيس سياحي
- خ- الأرصفة السياحية
- د- إنشاء محطة القطار السياحي لخدمة وربط محور الركاب والسياحة بوسيلة نقل داخلية متطورة وقد تم إنشاء رصيف القطار وأماكن إنتظار له.

٣- المحور التجارى

يقع ميناء الاسكندرية فى القائمة الولى فى التبادل التجارى حيث ٧٠% من حجم الصادرات والواردات يتم عن طريق ميناء الاسكندرية، حيث أنه يعتبر أكبر الموانى المصرية فى حركة السفن والتجارة والتبادلات الاقتصادية بين مصر والعالم، وتم تأهيل وتطوير المساحات بإجمالى ٣٦٠ ألف م^٢، مما جعل الإهتمام بالمحو التجارى فى المقام الاول وتم ذلك عن طريق^(٢):

(١) كريمة خالد منصور، تطوير الموانى المصرية دراسة حالة لميناء بورسعيد، مرجع سابق، ص ١٣٢.

(٢) هانى جمال نبيه، التطور المستقبلى لميناء الإسكندرية، مرجع سابق.

أ- تطوير الأرصفة والساحات

وكان تطوير الأرصفة له الفضل في إتاحته ٥٢٥ وحدة من فرص العمل أثناء التنفيذ ومن المتوقع أن يكون العائد السنوي المباشر لتطوير هذه المرحلة ٦١ مليون جنيه والغير مباشر ٦٠ مليون جنيه ويتضح من الجدول (١) تطوير الأرصفة والساحات، والشكل رقم (١٠) تطوير ميناء الإسكندرية.

الجدول (١) تطوير الأرصفة والساحات

م	إسم المشروع	الأرصفة	المساحة (م ^٢)	التكلفة (مليون جنيه)
١	المحطة الدولية للبضائع العامة	٢٥ - ٢٦ - ٢٧ ٢٨ - ٣٥ - ٤٣	١٧٢٠٠	٨٥
٢	تطوير رصيف الأخشاب	٥٥ - ٥٦ - ٥٧ ٥٨ - ٥٩ - ٦٠	٣٥٠٠٠	١٥
٣	تطوير رصيف الفحم	٦٢ - ٦٣ - ٦٤	٥٠٠٠٠	٢٠
٤	تطوير رصيف السماد	٦٥ - ٦٦ - ٦٧	٦٣٠٠٠	٢٠
٥	تطوير حوض المانتشوف	رصيف بطول ١٨٠ م	٣٩٠٠٠ ٣٩٠٠٠	٢٥

المصدر: (مقابلة شخصية)

ب- تطوير المحطات المتخصصة

ونظراً لزيادة الحجم التجارى لابد من توفير كم من المساحات والأراضى بدل من العشوائيات لإستخدامها في غنشاء محطات للتخزين الأفقى والرأسى للبضائع والحاويات حيث تم التطوير ليكون عدد المحطات المتخصصة ٢١ بدلا من ٨ محطات كما هو موضح بالشكل رقم (٩) تطوير ميناء الإسكندرية.

ت- إنشاء محطة لتداول الخضروات والفاكهة الطازجة

ث- تطوير الموازين

ج- تطوير نقل البضائع

ح- الأوناش

خ- نظام الإدارة الإلكتروني

د- إنشاء مراكز الخدمات اللوجيستية

ذ- استخدام تكنولوجيا المعلومات فى التجارة والنقل

موقف الميناء من حماية البيئة¹

١- البيئة البحرية

تم تطوير الميناء بما يحافظ على البيئة البحرية وما لها من تأثير على معدل نمو الكائنات وزيادة حركة التداول داخل الميناء من القائمة السوداء عالميا لإرتفاع معدل التلوث عن الحد المسموح به طبقا للمعايير الدولية.

- فتحات الأشتوم

يوجد عدد ٦ فتحات بحاجز الامواج الهدف منها المساعدة على استمرارية حركة تجدد المياه داخل الميناء بفعل الامواج والتيارات البحرية وتغير منسوب سطح البحر (حركة المد والجزر)؛ حيث تستغرق فترة التدفق فى ميناء الإسكندرية قبل إنشاء فتحات الأشتوم أكثر من ٢٨ يوم مما يؤثر على جودة المياه داخل الميناء ويجعلها غير مقبولة من المنظور البيئى.

- محطات المعالجة

تم إنشاء محطات لمعالجة الصرف الصحى وإستغلالها مرة أخرى فى عمليات الري والزراعة داخل الميناء للحفاظ على نظافة المياه وغلق جميع مصبات الصرف الصحى من المنطقة المحيطة بالميناء إلى داخل الميناء. لذا لزم تطوير إدارة حماية البيئة ليكون من مهامها:

• إنشاء محطات تنقية للصرف الصحى وإستخراج الناتج من هذه المحطات فى أعمال

الري للمساحات الخضراء بالميناء

• متابعة تنفيذ الإتفاقيات المتعلقة بالبيئة البحرية

• رفع كفاءة المعدات والوحدات البحرية الخاصة بمكافحة التلوث

• الإشراف على وسائل إستقبال مخلفات السفن ومياه الصابورة

- إنشاء مراكز إدارة الأزمات

- تطوير الممرات الملاحية

- تطور الإرشاد بالميناء

- تطوير فانار الإسكندرية

¹ Abul-Azm,A.G& Rakha K.A,2002, EIA Guidelines For Development of Ports, Harbours and Marinas in Egypt, Littoral, the changing coast, EUROCOAST, EUCC,port-portugal.

٢- البيئة البرية

تم تطوير الميناء بإنشاء محاور رأسية لسير السيارات الخاصة والنقل المخصص لنقل البضائع من الرصفة التجارية مما يسمح بتوفير جميع الخدمات والمصالح طبقا لنوع وحجم البضائع المتداولة. تحديد بوابات معينة للنقل الثقيل للخروج فقط دون الدخول منها وذلك لإستمرار التحرك فى الإتجاه الإجبارى المحدد. الحفاظ الدائم على نظافة المسطح البرى للميناء عن طريق التعاقد مع كبرى شركات المتخصصة لعمال النظافة وتعيين أماكن لتجمع القمامة والمخلفات الناتجة قبل مغادرة السفن للميناء^(١).

زيادة حجم الإضاءة بالميناء لسهولة السيطرة على جميع التحركات ليلا والاصلة بتحريك عربات النقل أثناء الدخول والخروج وما أدى إلى تقليل معدل السرقة بالميناء. تحديد تراكى جميع البضائع طبقا أنواعها فى أماكن المحددة لها للحفاظ على البيئة البرية مثل البضائع الذى ينتج عنها تلوث مثل الفحم. ولقد أدى ذلك للحفاظ على البيئة البرية (لتقليل الكثافة المرورية والنظافة العامة) داخل كردون ميناء الإسكندرية وبالتالي تقليل التلوث الناتج عن عادم السيارات وعربات النقل^(٢).

٣- البيئة الجوية^(٣)

- زيادة حجم مساحة الأرض الخضراء طبقا لتطوير الميناء
- تنفيذ أعمال قياس الأتبعات الغازية الناتجة من معدات الشحن والتفريغ للشركات العاملة بالميناء مع التنسيق مع أجهزة شئون البيئة للتأكد من مطابقتها للحدود المسموح بها قانونيا.
- إنشاء المحرقة ذلك للتخلص من أى مخلفات تضر بالبيئة البحرية والبرية والجوية تحت إشراف وحدة حماية البيئة.
- نقل محطة الفحم من ميناء الاسكندرية إلى ميناء الدخيلة وإحاطتها بأشجار عالية.

ربط ميناء الدخيلة بالطريق الدولى السريع

يشمل مشروع التقييم البيئى على الربط بين ميناء الدخيلة مع الطريق الدولى إبتداء من تقاطع الطريق الدولى السريع مع مسار سكك حديد الدخيلة من خلال أربع منازل ومطالع إلى مسار أرضى من إتجاهين على جانبى مسار السك الحديدية المؤدية إلى ميناء الدخيلة بطول ١,٥ كم ثم كوبرى علوى على

(١) هانى جمال نبيه، التطور المستقبلى لميناء الإسكندرية، مرجع سابق.

(٢) علا عمرعرفات، خطة الإدارة البيئية المتكاملة لميناء الإسكندرية، مرجع سابق.

(٣) أسامة أبو الذهب، التلوث الجوى ووسائل مكافحته، مركز البحوث العلمية والتطبيقية، جامعة قطر، ١٩٩٤، ص ٣٢.

مسار السكك الحديدية بطول ٦٠٠ متر يعبر طريق العجمى إلى داخل الميناء ويوضح الشكل رقم (٨) ربط ميناء الدخيلة بالطريق الدولي^(١).

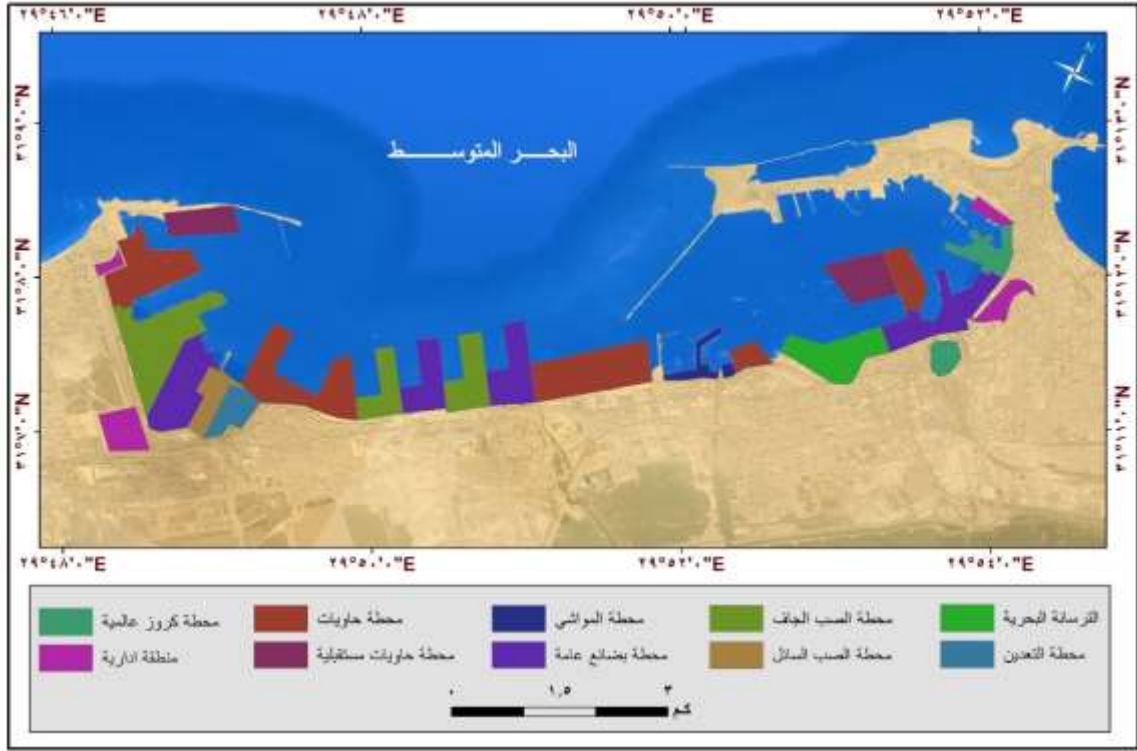
شكل رقم (٨) ربط ميناء الدخيلة بالطريق الدولي



المصدر: من عمل الطالبة

(١) هانى جمال نبيه، التطور المستقبلى لميناء الإسكندرية، مرجع سابق.

شكل (٩) تطوير ميناء الإسكندرية



المصدر: من عمل الطالبة

يعتبر ميناء الإسكندرية الكبير هي الخطوة طويلة الأجل المنتظر تنفيذها في المستقبل القريب للربط بين ميناء الإسكندرية الحالي وميناء الدخيلة وذلك عن طريق إنشاء ميناء الأوسط وبذلك زيادة عدد الأرصفة المتصلة بين ميناء الإسكندرية والدخيلة كما هو موضح بالشكل رقم (١٠).

شكل رقم (١٠) ميناء الإسكندرية الكبير



المصدر : من عمل الباحثة

النتائج

- ١- تيسير إجراءات الفحص والرقابة على الصادرات والواردات لتكون الجهة المشرفة على تلك البضائع هي الهيئة العامة للصادرات والواردات دون غيرها وان يتم الفحص على مرحلة واحدة تشترك فيها سائر الجهات المنوط بها الفحص والرقابة.
- ٢- التدريب على التدخل السريع للحفاظ على الميناء نظيف
- ٣- توسيع الطريق الدائري الذي صب فيه باب خروج الميناء بكل عربات النقل الثقيل
- ٤- عمل عقود صيانة مستمرة للأجهزة الإلكترونية (كاميرات، وكومبيوترات، وغيرها من الأجهزة)
- ٥- عمل دراسات التقييم البيئي مطابق للمقاييس المحلية والدولية الخاصة بالبيئة لكي يتلائم مع الوضع الحالي والمستقبلي.

التوصيات

- بعد دراسة التقييم البيئي لميناء الإسكندرية يجب تفعيل العوامل التي تؤدي إلى الحفاظ على المستوى المطلوب للميناء من جميع الإتجاهات البيئية وذلك يوصى بالآتي:
- ١- تدريب العاملين بالموانئ وزيادة الوعي البيئي ووضع الحوافز التشجيعية وكذلك الجزاءات للمخالفين.

- ٢- توفير إمكانيات إستقبال النفايات على ارصفت الميناء مثل مستقبيلات الزيوت والقمامة.
- ٣- تطوير نظام الدخول والخروج من البوابات وتوفير المساحات اللازمة لعمليات الفحص والتصريحات.
- ٤- زيادة الإهتمام بالتأمين ضد الحرائق بصفة خاصة التى تستقبل ناقلات الغاز المسال
- ٥- إزالة الأكشاك التى تمثل جزء كبير من المنشآت الصغيرة ويجب توفير أنماط عمرانية موحدة
- ٦- توفير الأراضى والتوسعات المطلوبة بما يتناسب إحتياجات الزيادة المستمرة فى أحجام السفن

المراجع العربية

- الحجار، صلاح محمود، ٢٠٠٣، التوازن البيئى وتحديث الصناعة، دار الفكر العربى، القاهرة.
- الفقى، محمد عبد القادر، ١٩٩٩، البيئة مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث، مشروع مكتبة الأسرة سلسلة البيئة، الهيئة المصرية العامة للكتاب.
- أبو عيانه، فتحى محمد، ١٩٦٣، ميناء الإسكندرية ومركزه بين موانى البحر المتوسط، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
- أبو الدهب، أسامة، ١٩٩٤، التلوث البحرى ووسائل مكافحته، مركز البحوث العلمية والتطبيقية، جامعة قطر.
- حسن، سيد حسن، ١٩٨٢، ميناء الإسكندرية دراسة فى جغرافية النقل البحرى، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية البنات، جامعة عين شمس.
- سعدون، سعيد محمد، ١٩٩٨، موانى وراسى جمهورية مصر العربية، هيئة البحوث العسكرية.
- عبد السميع، نورهان ناصر، ٢٠١٧، مركز معلومات هيئة ميناء الإسكندرية البحرى دراسة حالة، رسالة ماجستير، غير منشورة، جامعة الإسكندرية.
- صيام، إيمان، ٢٠٠٥، حماية البيئة البحرية من التلوث، دار فجر الإسلام، الطبعة الثانية.
- محمددين، سيد، ٢٠٠٦، حقوق الإنسان واستراتيجيات حماية البيئة، وكالة الصحافة العربية.
- منصور، كريمة خالد، ٢٠١١، تطوير الموانى المصرية دراسة حالة لميناء بورسعيد، رسالة ماجستير، غير منشورة، جامعة الإسكندرية.
- نبيه، هانى جمال، ٢٠٠٨، التطور المستقبلى لميناء الإسكندرية.
- عرفات، علا عمر، ٢٠٠٧، خطة الإدارة البيئية المتكاملة لميناء الإسكندرية.

- Abul-Azm,A.G& Rakha K.A,2002, EIA Guidelines For Development of Ports, Harbours and Marinas in Egypt, Littoral, the changing coast, EUROCOAST, EUCC,port-portugal.
- (EEAA), 2005, Egypton Environment Affairs Agency SEAM Project.

Abstract

The Port Of Alexandria Is One Of The Oldest Ports In The World, And One Of The Most Important Egyptian Ports Is A Trade Exchange In The Movement Of Ships And Economic Exchanges Between Egypt And The World. It Is Spread Over 4000 Years. This Is The Main Reason For The Observers And Governmental Bodies To Study The Environmental Status Of The Port The First Between The Egyptian Ports. According To The Importance Of This Research, The Main Objective Of This Study Is To Study The Environmental Assessment Of The Port Of Alexandria, And Then Make An Environmental Assessment Of The Present Status Of The Port. The Study Included Several Aspects, Namely, the Problem, Its Objectives, Scope and Methodology.

Environmental Assessment Is Part Of The Planning And Decision-Making Process For Proposed Development Activities And Projects. Based On The Environmental Impacts Of Any Project, The Decision Is Made To Proceed With Implementation Or To Stop Actions In Order To Minimize Negative Impacts And Enhance Positive Impacts. EIA Has Evolved To Encompass All Industrial, Agricultural, Residential, Etc. Projects In Conjunction With National Development Projects Towards Sustainability. The Environmental Impact Is Therefore Very Important In The Development Of Development Projects Within Their Proper Environmental Framework.

The Aim Is To Raise The Efficiency Of The Port To Provide The Necessary Services For Export And Import At The Lowest Cost, As Soon As Possible And At The Specified Times, While Ensuring The Presence Of The Necessary Infrastructure For All These Services. The Most Important Result Of This Is To Facilitate The Procedures Of Inspection And Control Of Exports And Imports To Be The Body Supervising Those Goods Is The General Organization For Exports And Imports Without The Other And To Be Examined On A Single Stage Involving All Other Bodies Entrusted With Inspection And Control.

key words:

Environmental Assessment, Port Management, Integrated Environmental Management, Quarantine, Information Infrastructure, IMO, Regional Marine Pollution Emergency.

"محاكاة الواقع الجغرافي لاستغلال طاقة الرياح في صحراء مصر الشرقية باستخدام الاستشعار عن بعد
و نظم المعلومات الجغرافية "

حسام ثابت صدقي قابيل^١

أ.د شحاته سيد أحمد طلبية^٢

المستخلص

تعد الطاقة المتجددة من أهم الحلول المباشرة لمشكلات الطاقة، كما تعد صحراء مصر الشرقية من الأقاليم الواعدة لإقامة محطات طاقة الرياح خاصة شمال ساحل البحر الأحمر وشمال غرب ساحل خليج السويس؛ لذا يتناول هذا البحث دور نظم المعلومات الجغرافية في تحديد أنسب المواقع المقترحة لإقامة وإنشاء محطات طاقة الرياح عن طريق اختيار أهم مقومات إقامة هذه المحطات كمدخلات، ثم يتم إجراء بعض العمليات والشروط حسب درجة الملائمة لإقامة هذه المشروعات في منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية للبحث: الرياح - نظم المعلومات الجغرافية - صحراء مصر الشرقية - نموذج -
محطات الطاقة- طاقة الرياح.

عناصر البحث الرئيسية:

١- المقدمة

٢- مشكلة الدراسة

٣- أسباب اختيار موضوع البحث

٤- الدراسات السابقة

٥- الهدف من إجراء البحث

٦- منطقة الدراسة

٧- طبيعة البيانات المستخدمة في إجراء الدراسة

٨- منهجية الدراسة ومراحل عمل النموذج

٩- نتائج البحث

١٠- توصيات البحث

١١-المراجع

^١ حاصل على ماجستير في الجغرافية الطبيعية (مناخ تطبيقي)، جامعة القاهرة

أولاً المقدمة :

يتم اختيار مواقع إقامة محطات طاقة الرياح وفق معايير مهمة حتى يتسنى الحصول على عائد من الطاقة يفي تكلفة الإنشاء والإنتاج، ولعل أبرز معايير اختيار هذه المحطات هي **المعايير المناخية** التي تتمثل في زيادة معدلات سرعة الرياح فلو تم توافر هذا المعيار في الموقع بشكل اقتصادي سيسهل ذلك مهمة اختيار موقع إقامة المحطة، ويعد نموذج نظم المعلومات الجغرافية (GIS Model) عبارة عن بعض الخطوات والإجراءات لتمثيل ظاهرة معينة، والتنبؤ بنتيجتها، وهي تتكون من عملية أو بعض العمليات. (ياسر محمد عبد الموجود حسن، ٢٠١٧، ص ١٥٤)

ويتم اختيار مدخلات نموذج طاقة الرياح وفق عدة معايير:

أ- **معايير رئيسية:** وهي المعايير التي يجب توافرها في المواقع المقترحة لإقامة محطات طاقة الرياح؛ مثل سرعة الرياح، والبعد عن المناطق المأهولة، واتساع موقع إقامة المحطات، والبعد عن مناطق الصدوع، والبعد عن الأودية الجافة (المعرضة للسيول).

ب- **معايير مكانية (تؤثر على الجانب الاقتصادي لإقامة المحطة):** تتعلق بالتكلفة اللازمة لإقامة محطات الطاقة حيث تم مراعاة توافر تربة متماسكة في الموقع واستواء سطح الأرض، والقرب من الشبكة الكهربائية وشبكة الطرق القومية.

ج- **معايير بيئية:** يتم فيها مراعاة البعد عن التجمعات العمرانية، والالتزام بالمناطق الصحراوية، والبعد عن مناطق تواجد ومرور هجرات الطيور

ثانياً مشكلة الدراسة:

تكمن مشكلة الدراسة في كيفية اختيار أنسب المواقع لإقامة محطات طاقة الرياح، وإذا تم حل هذه المشكلة بشكل سليم نضمن إنتاج كميات طاقة عالية وبتكلفة أقل والحصول على مردود اقتصادي يفي تكاليف إقامة المشروع وإنتاج كميات كبيرة من الطاقة تسد العجز في الموازنة الكهربائية خاصة في فصل الصيف.

ثالثاً أسباب اختيار موضوع البحث: يعود اختيار موضوع البحث للآتي:-

أ- ازدياد أزمة الطاقة في مصر خاصة في العقد الثاني من القرن الواحد والعشرون وعدم تغطيتها لكافة احتياجات الدولة في مناطق عديدة، لذا وجب التفكير جدياً في استغلال مصادر الطاقة المتجددة خاصة طاقة الرياح.

ب- **تفعيل دور نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد** في اختيار أنسب المواقع لإقامة محطات طاقة الرياح تفادياً لإقامتها في مواقع غير مناسبة حتى يتسنى الحصول على عائد اقتصادي من الطاقة يفي تكلفة الإنشاء والإنتاج.

رابعاً الدراسات السابقة:

١- **أطلس الرياح لجمهورية مصر العربية (٢٠٠٥)** أصدرته هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة بالاشتراك مع هيئة الأرصاد المصرية ومعامل ريزو الدنماركية، وانتهى إلى أن مصر تمتاز بسرعات رياح معتدلة تتراوح بين ٣:٧م/ث، تتركز أعلى هذه السرعات بطول سواحل البحر الأحمر وجنوب ووسط سيناء، ومنطقتين شرق وغرب النيل، بالإضافة إلى مصر العليا والعوينات وتعد أكبر قيمة لكمية طاقة الرياح على طول سواحل البحر الأحمر، وتقدر ٢٣٠٠ وات/م٢ (ربيع سيد فولي، يناير ٢٠٠٥، ص ٦٢)

٢- **ياسمين محمد عادل فؤاد جاد الرب (2013) الطاقة المتجددة في مصر، دراسة في الجغرافية الاقتصادية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة الزقازيق.** وتناولت هذه الدراسة في فصل كامل من فصولها إعداد نموذج لطاقة الرياح يعتمد على مدخلات شملت معظم العوامل المؤثرة على إقامة محطات طاقة الرياح في مصر.

٣- **محمد مصطفى الخياط، إيناس محمد إبراهيم الشيتي : استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تنمية مشروعات الطاقة المتجددة دراسة حالة "مصر" (٢٠١٠م)** تناولت هذه الدراسة وضع وتطوير وتخطيط مشروعات الطاقة المتجددة وتحليل نماذج وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية ونظم دعم القرار المستخدمة في بعض الدول الأوربية إلى جانب اقتراح نموذج نظام معلومات جغرافي يهدف لتحديد وتطوير ومصادر الطاقة المتجددة في مصر.

خامساً الهدف من إجراء البحث: تتمثل الأهداف الرئيسية للبحث في :

أ- تخطيط واختيار أفضل المواقع لإقامة محطات طاقة الرياح في صحراء مصر الشرقية بناءً على مجموعة من المعايير والشروط الاقتصادية والبيئية والمناخية.

ب- التوصل لمجموعة نتائج وتقديم بعض التوصيات والمقترحات التي تفيد صناع القرار في مجال طاقة الرياح.

سادساً منطقة الدراسة:

الحدود المكانية لمنطقة الدراسة: يتم تطبيق النموذج على إقليم صحراء مصر الشرقية والذي يقع جغرافياً بين القطاع من قناة السويس جنوب البحيرات المرة وساحل خليج السويس الغربي وساحل البحر الأحمر في الشرق ووادي النيل في الغرب، وفيما بين وادي الطميلات في الشمال إلى خط الحدود السياسية بين مصر والسودان في الجنوب، وتبلغ مساحتها حوالي ٢٢٣ ألف كم^٢ أي أنها تصل إلى أكثر من خمس مساحة مصر، **أما من حيث الموقع الفلكي** تمتد الصحراء الشرقية لتشمل ٨,٣٠ درجة عرضية بين دائرتي عرض ٢٢ و ٣٠ ٣٠ درجة شمالاً، كما أنها تمتد بين ست خطوط طول فيما بين خط طول ٣١ و ٣٧ شرقاً (صبري محسوب، ١٩٩٠، ص ١٣) شكل (١)

ويعود سبب اختيار تطبيق النموذج على صحراء مصر الشرقية لأنها تعد من افضل أقاليم مصر في سرعة الرياح خاصة شمال ساحل البحر الأحمر وشمال غرب ساحل خليج السويس.



شكل (١) الموقع الجغرافي والفلكي لمنطقة الدراسة

المصدر من عمل الطالب اعتمادا على مرئية فضائية لاند سات ٧ لجمهورية مصر العربية، بدقة مكانية ٣٠ متر/ بكسل

سابعاً: طبيعة البيانات المستخدمة في إجراء الدراسة: تم الاعتماد على مجموعة من البيانات كما هو موضح في الجدول (١) وشكل (٢)

ثامنا منهجية الدراسة ومراحل عمل النموذج اعتمد البحث على:

- **المنهج الوصفي التحليلي** لغرض اختيار أفضل المواقع لإقامة محطات طاقة الرياح
- **المنهج الإقليمي:** حيث سيتم تطبيق النموذج على صحراء مصر الشرقية وقد اتخذه الطالب إطاراً عاماً للدراسة، مُبرِّزاً السمات العامة والخاصة المميزة لمنطقة الدراسة.
- **المنهج التطبيقي:** المعروف بالمنهج النفعي؛ وهو منهج يتخذ من السبب والنتيجة وسيلة لتحقيق الغرض وتم تطبيق ذلك في الدراسة من حيث دراسة الاستخدام النفعي للرياح في توليد الطاقة الكهربائية.

أيضا تم الاعتماد على تقنية برامج نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد وصور المرئيات الفضائية، وتم اشتقاق المعايير المطلوبة وتمثيلها على شكل خرائط تعكس أهم المعايير الاقتصادية والمناخية والبيئية.

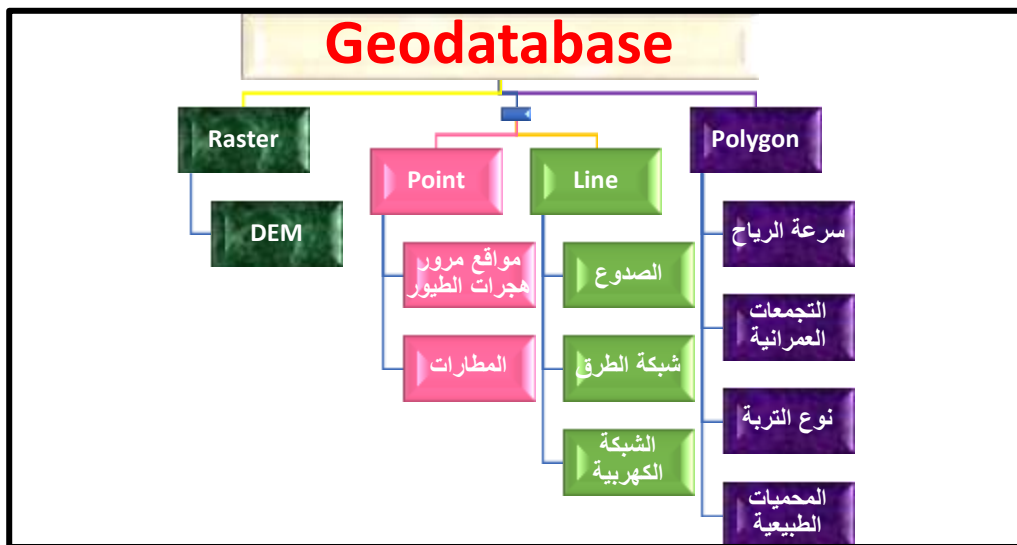
مراحل عمل النموذج:

- ١- إعداد قاعدة البيانات (المدخلات): وهي عبارة عن إدخال البيانات الخاصة بالنموذج.
- ٢- إجراء نموذج الاستبعاد (استبعاد المناطق غير الصالحة لإجراء نموذج طاقة الرياح).
- ٣- تحديد المتغيرات وإجراء نطاقات التباعد وتحديد درجة مُلاءمة الطبقات المستخدمة.
- ٤- إعطاء رُتَب وأوزان للطبقات المستخدمة في إعداد النموذج.
- ٥- تحويل خرائط نطاقات التباعد والخرائط الوسيطة من الشكل الخطي إلى الشكل الرقمي وإجراء التتابع الموزون بين الطبقات المستخدمة في إعداد النموذج وهي المرحلة الأخيرة ويتم من خلالها الوقوف على نتائج النموذج.

المرحلة الأولى المدخلات: والغرض من استخدامها كما يوضحها الجدول التالي

جدول (٢) المدخلات المستخدمة في إجراء النموذج والغرض من استخدامها

م	المدخلات	الغرض من استخدام هذه المدخلات
١	طبقة سرعة الرياح (Wind Speed Layer)	اختيار المواقع التي تتميز بسرعات رياح مرتفعة تضمن توليد طاقة كهربائية بشكل اقتصادي
٢	نموذج ارتفاع رقمي (DEM)	اختيار المواقع مستوية السطح لضمان ثبات تربيينات الرياح، وتوافر معدلات الأمان لجسم المحطة وقلة تكلفة تسوية السطح
٣	طبقة الغطاءات الأرضية (Land Covers Layer)	اختيار المناطق غير المأهولة وغير المستخدمة؛ وذلك لخص أسعارها واتساع مساحتها، واستبعاد مناطق الأودية الجافة خاصة غزيرة الرتب لتأثير السيول الضار على جسم المحطات.
٤	طبقة التربة (Soil Layer)	اختيار المواقع ذات تربة متماسكة لضمان ثبات واستقرار تربيينات الرياح أثناء دوران الريش، وقلة تكلفة تثبيت التربة
٥	طبقة الصدوع (Faults Layer)	استبعاد جميع مناطق الصدوع لعدم توافر معدلات الأمان لجسم المحطة عند إنشائها فوق الصدع أو مناطق التقاء الصدوع
٦	طبقة الشبكة الكهربائية الموحدة	اختيار المواقع القريبة من الشبكة الكهربائية لأهميتها بالنسبة للربط بالشبكة الكهربائية وحل مشكلة تخزين الكهرباء، أيضاً الاستفادة من الطاقة المولدة من الرياح
٧	طبقة شبكة الطرق (Roads Network Layer)	اختيار المواقع القريبة من الطرق لأهميتها في الوصول إلى المحطة ونقل المعدات في مرحلة الإنشاءات وبعد التشغيل
٨	طبقة مواقع مرور الطيور المهاجرة (Immigration Birds Layer)	اختيار المناطق البعيدة عن مسار هجرات الطيور ومواقع تواجدها لتفادي تعرضها للموت عند اصطدامها بريش تربيينة الرياح
٩	المطارات	عمل نطاقات تباعد حولها حيث تزيد الملائمة كلما ابتعد موقع المحطة عن المطارات حيث يتم تحديد ارتفاع أبراج التربيينات.
١٠	المحميات الطبيعية	استبعاد المناطق المخصصة كأراضي محميات طبيعية للحفاظ على البيئة الطبيعية والتراث الموجود بها.



شكل (٣) طبيعة المدخلات المستخدمة في إجراء النموذج

المرحلة الثانية: استبعاد المناطق غير الصالحة لإجراء خطوات نموذج طاقة الرياح:

يتم في هذه المرحلة استبعاد المناطق التالية:

أ- المناطق التي يقل متوسط سرعة الرياح فيها عن ٤.٥ م/ث حيث لا يمكن توليد طاقة رياح منها بشكل اقتصادي؛ فقد ثبت من التجارب أن أفضل السرعات لتوليد طاقة الرياح تبدأ من ٤.٢ م/ث (الديب، ١٩٩٣، ص ٨٥٩).

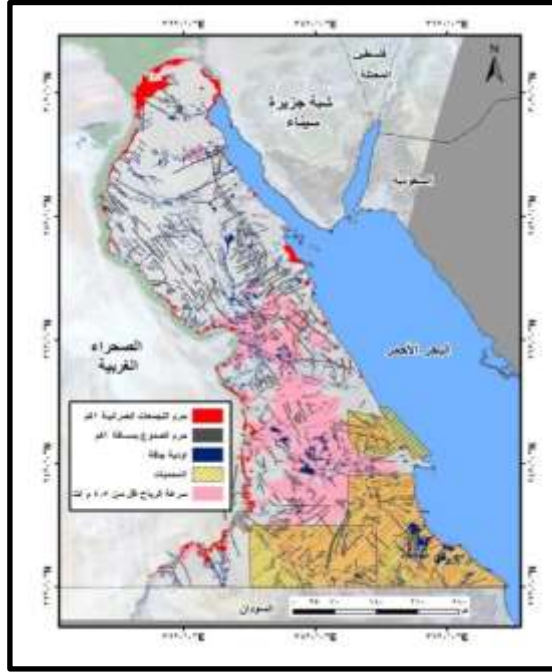
ب- استبعاد مناطق التجمعات العمرانية عن طريق عمل (Multi Buffer) لطبقة التجمعات العمرانية بمساحة ١ كم، ثم اختيار أداة (Erase) للطبقة، والحرم المكاني لها ١ كم، حيث إنه لا يمكن إقامة محطات طاقة الرياح في مناطق مأهولة بالسكان لعدم التأثير على سرعة الرياح من جانب المباني والمنشآت، وعدم تأثير حركة التريينات على السكان من ملوثات سمعية أو بصرية أو مستوى الظل.

ج- استبعاد الأودية الجافة ذات الرتب الغزيرة عن طريق اختيار (Erase) لطبقة الأودية حيث إن منطقة الدراسة تتميز بوجود العديد من الأودية الجافة التي تتناوبها بين الحين والآخر بعض السيول الفجائية التي يمكن أن تدمر البنية التحتية وتؤثر سلباً على جسم المحطة.

د- استبعاد طبقة الصدوع عمل (Buffer) لطبقة الصدوع بمساحة ١ كم، ثم اختيار أداة (Erase) لطبقة الصدوع، والحرم المكاني لها، حيث إنه لا يمكن إقامة المحطة فوق صدع لما قد يعرض المحطة لعدم الأمان نتيجة الاهتزازات الأرضية الناتجة عن سرعة الرياح أو الاهتزازات الأرضية.

هـ- استبعاد طبقة المحميات الطبيعية وذلك لعدم السماح بإقامة أي منشآت بها للحفاظ على البيئة الطبيعية والأثرية التي تتميز بها.

وتم الوصول إلى النتائج التالية التي تم ترجمتها في شكل (٤) والذي يوضح معايير استبعاد المناطق غير الصالحة لإجراء خطوات نموذج طاقة الرياح، والشكل (٥) يوضح الأراضي الصالحة لإجراء معايير نموذج طاقة الرياح عليها، وتركزت معظم المناطق التي لا تصلح لإقامة محطات طاقة الرياح في جنوب ووسط منطقة الدراسة.



شكل (٤) معايير استبعاد المناطق غير الصالحة لإجراء نموذج طاقة الرياح



شكل (٥) الأراضي الصالحة وغير الصالحة لإجراء نموذج طاقة الرياح في منطقة الدراسة

المرحلة الثالثة: إنتاج الخرائط الوسيطة: لإنتاج خريطة واحدة من مجموعة خرائط مختلفة لابد من توحيد نوعها وتصنيفاتها من خلال عمل نطاقات تباعد وتقارب، ويمكن تحديد درجة الملاءمة طبقاً للشروط الموضوعه في الجدول التالي.

جدول (٣) معايير تحديد نطاقات التباعد والتقارب حول الطبقات المستخدمة في إعداد النموذج

م	المعايير	نطاقات التباعد	درجة الملازمة
١	سرعة الرياح (م/ث)	١٠+	أكثر ملازمة
		٩-٨	
		٨-٧	
		٧-٦	
		٦ - ٤.٥	أقل ملازمة
٢	نطاقات التباعد حول التجمعات العمرانية (كم)	٢٥	أكثر ملازمة
		٢٠	
		١٥	
		١٠	
		٥	أقل ملازمة
٣	انحدار سطح الأرض (درجة)	من صفر : ١٠	أكثر ملازمة
		من ١٠ : ١٥	
		من ١٥ : ٢٠	
		من ٢٠ : ٢٥	
		من ٢٥ : ٢٧	أقل ملازمة
٤	القرية	حجرية جيرية	أكثر ملازمة
		صحراوية	
		غطاء رملي	أقل ملازمة
٥	القرب من الشبكة الكهربائية (كم)	٥	أكثر ملازمة
		١٠	
		١٥	
		٢٠	
		٢٥	أقل ملازمة
٦	القرب من شبكة الطرق (كم)	٥	أكثر ملازمة
		١٠	
		١٥	
		٢٠	
		٢٥	أقل ملازمة
٧	البعد عن مناطق هجرة الطيور (كم)	٢٥	أكثر ملازمة
		٢٠	
		١٥	
		١٠	
		٥	أقل ملازمة
٨	البعد عن المطارات (كم)	١٠	أكثر ملازمة
		٨	
		٦	
		٤	
		٢	أقل ملازمة

المصدر من عمل الطالب اعتمادا على (محمد مصطفى الخياط، إيناس محمد إبراهيم الشيتي، ٢٠١٠، بدون رقم صفحة)

١- إنتاج خريطة درجات ملازمة لمتوسط سرعات الرياح (Reclass) واختيار أداة (Reclassify) وتم تحديد درجة الملازمة فيها حسب سرعة الرياح المناسبة لإقامة محطات طاقة الرياح وتركزت أفضل المناطق ملازمة، والتي تتميز بسرعات أعلى من ١٠ م/ث شمال

ساحل البحر الأحمر، وغرب وشمال غرب خليج السويس، وشرق النيل بمحاذاة محافظات بني سويف والمنيا وأسيوط شكل (٦).

٢- إنتاج خريطة نطاقات التباعد حول طبقة التجمعات العمرانية: عن طريق عمل (Multi buffer) لطبقة التجمعات العمرانية في منطقة الدراسة ويتضح من خلاله زيادة درجات الملاءمة كلما بعدت عن التجمعات العمرانية شكل (٧).

٣- خريطة مدى ملائمة التربة لإقامة محطات طاقة الرياح: حيث تم تقسيم مدى ملائمة التربة حسب تماسكها لتحمل إقامة المحطة عليها فأخذت التربة الحجرية المتماسكة أعلى درجة ملائمة شكل (٨)

٤- إنتاج خريطة تصنيف درجات ملائمة انحدار سطح الأرض:

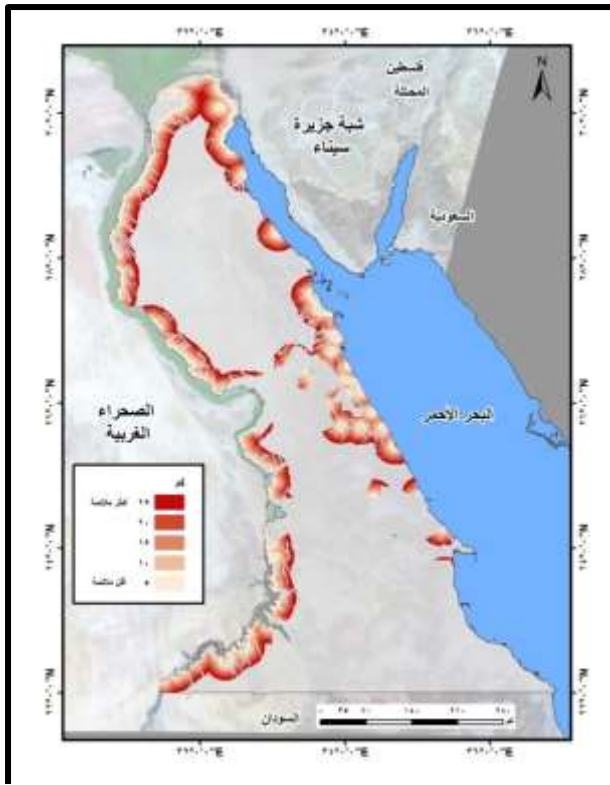
من خلال عمل تحليل مكاني (Spatial Analysis) لنموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة، ثم تحويلها إلى (Slope) من خلال (3D Analyst Toolbox)، ومنها اختارنا أداة (Raster Surface) ويتدرج فيها منسوب الانحدار من صفر كأدنى درجة انحدار حتى +٢٧ درجة كأعلى درجة انحدار يمكن معالجتها) (هيئة التخطيط العمراني، تحديث مخطط استراتيجية الفيوم ٢٠١٦). شكل (١٠)

٥- إنتاج خريطة نطاقات التباعد حول شبكة الكهرباء الموحدة في منطقة الدراسة: عن طريق عمل (Multi buffer) لطبقة خطوط شبكة الكهرباء في منطقة الدراسة وتزداد درجات الملاءمة كلما اقترب الموقع من خطوط الشبكة الكهربائية شكل (١٠).

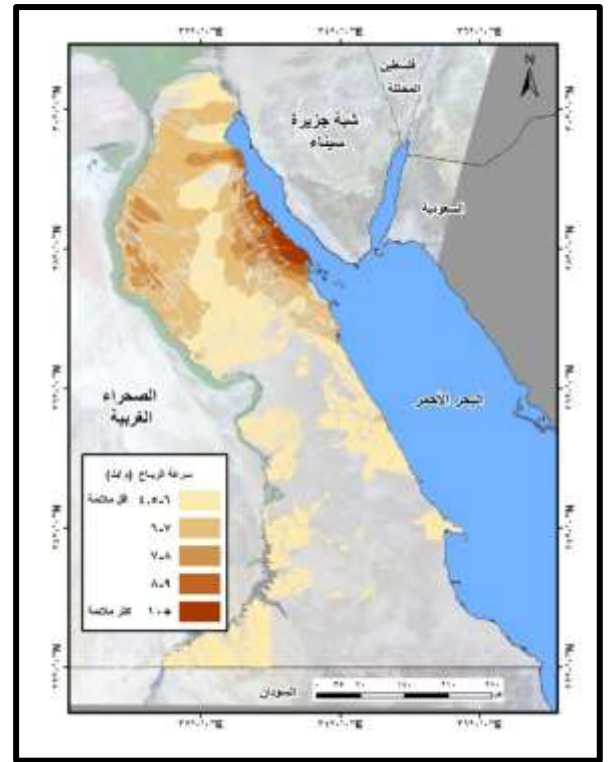
٦- إنتاج خريطة نطاقات التباعد حول شبكة الطرق: عن طريق عمل (Multi buffer) لشبكة الطرق وإجراء عملية تحديد المسافات بالنسبة لها فتظهر الخريطة شكل (١١) والتي تزيد فيها درجة ملائمة الموقع كلما اقترب من شبكة الطرق.

٧- إنتاج خريطة نطاقات التباعد حول مواقع مرور الطيور المهاجرة على منطقة الدراسة وتزيد فيها درجات ملائمة الموقع كلما ابتعد عن مواقع مرور هجرات الطيور شكل (١٣)

٨- إنتاج خريطة نطاقات التباعد حول المطارات الموجودة في منطقة الدراسة: وتزيد درجة ملائمة الموقع كلما ابتعد عن المطارات شكل (١٢).



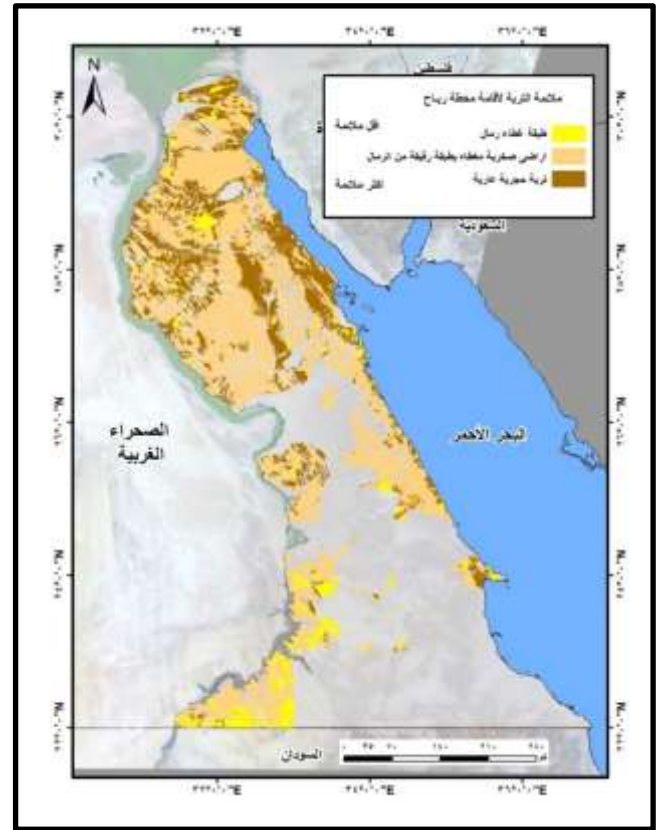
شكل (٧) نطاقات التباعد حول طبقة التجمعات العمرانية في منطقة الدراسة



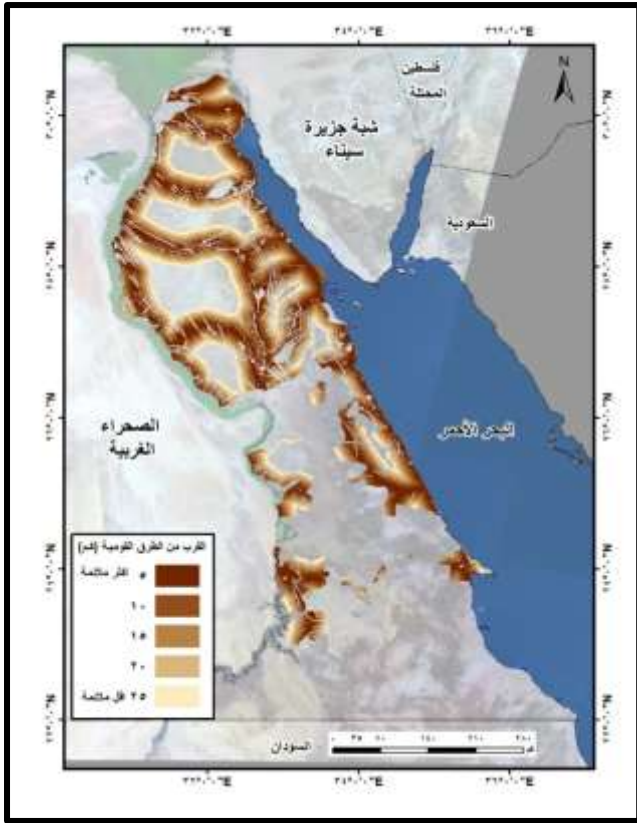
شكل (٦) تصنيف درجة ملائمة سرعات الرياح لإقامة محطات طاقة الرياح في منطقة الدراسة



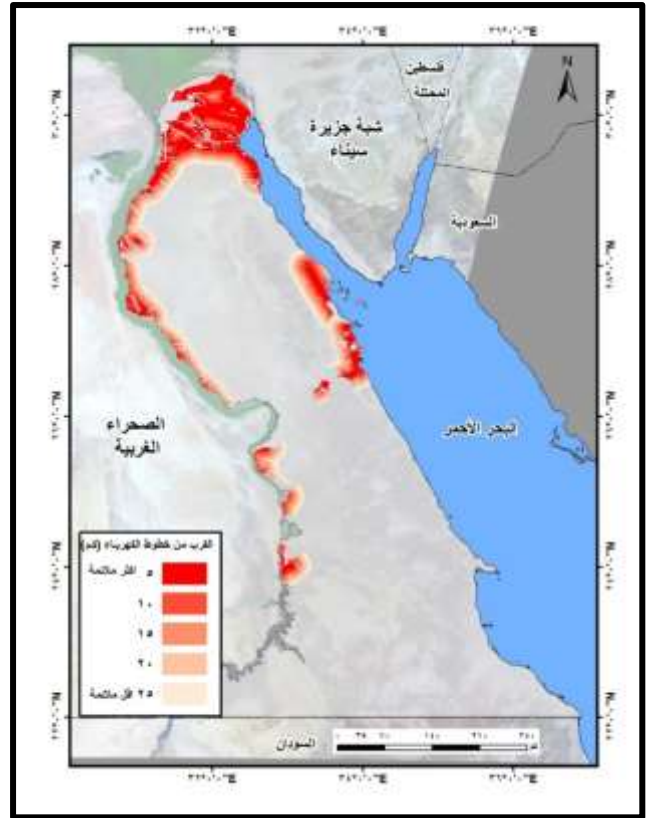
شكل (٩) تصنيف درجات ملائمة انحدار سطح الأرض في منطقة الدراسة



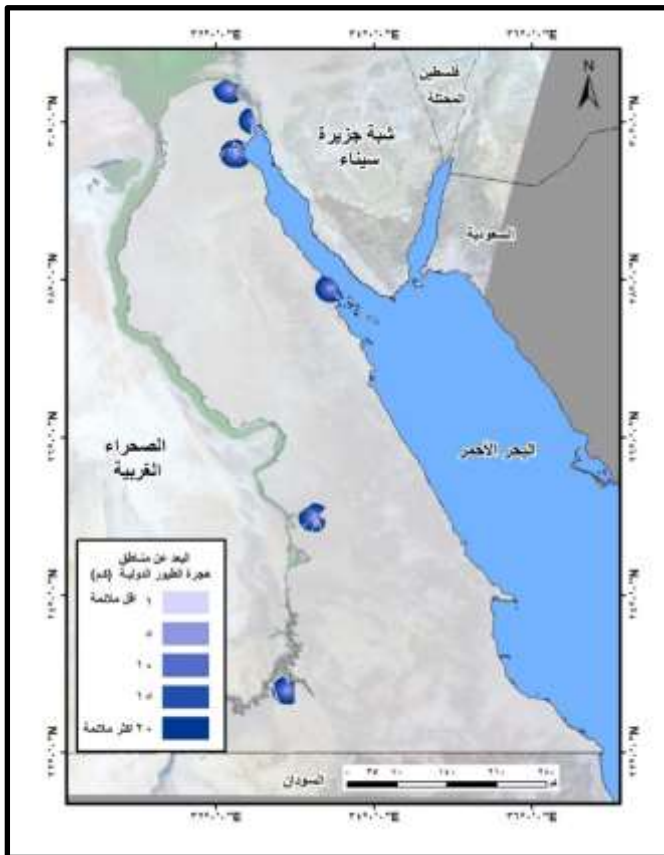
شكل (٨) تصنيف درجات ملائمة التربة لإقامة محطات طاقة الرياح في منطقة الدراسة



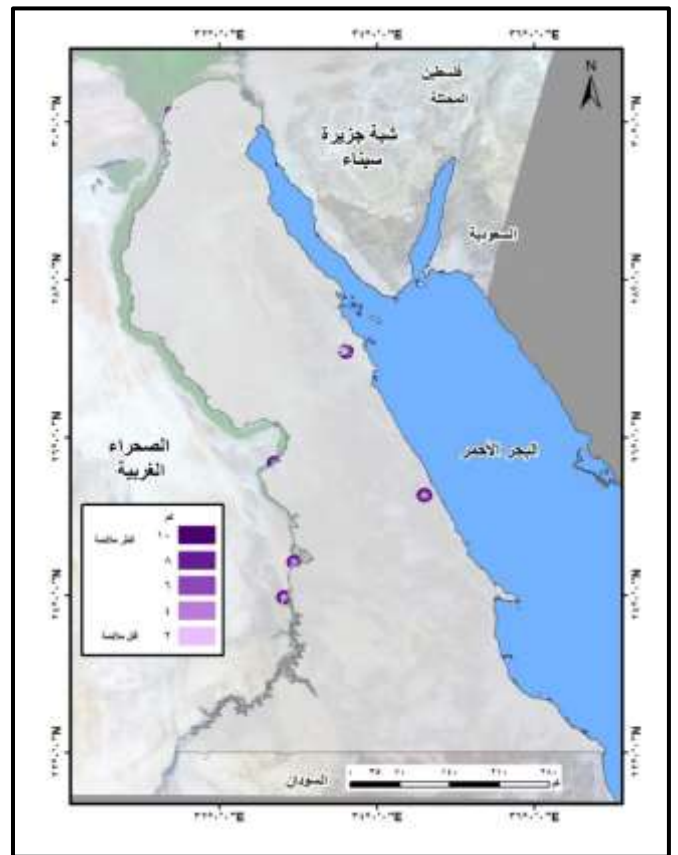
شكل (١١) درجات ملائمة نطاقات التباعد من شبكة الطرق القومية في منطقة الدراسة



شكل (١٠) درجات ملائمة نطاقات التباعد من الشبكة الكهربائية في منطقة الدراسة



شكل (١٣) درجات ملائمة نطاقات التباعد عن مواقع مرور هجرة الطيور في منطقة الدراسة



شكل (١٢) درجات ملائمة نطاقات التباعد عن مواقع المطارات في منطقة الدراسة

المرحلة الرابعة: تحديد رتب وأوزان الطبقات حسب أهمية كل طبقة في إجراء النموذج:

وفي هذه المرحلة يتم إعطاء كل طبقة رتبة معينة، ومن ثم يتم على أساسها تحديد وزنها النسبي للطبقة حسب درجة أهميتها في النموذج؛ بمعنى أنه كلما زادت قيمة الرتبة زاد الوزن النسبي لها كما يتضح من الجدول التالي.

جدول (٤) الوزن النسبي للطبقات المستخدمة داخل نموذج طاقة الرياح

م	شروط اختيار مواقع محطات طاقة الرياح	الرتبة	الوزن النسبي %
١	سرعة الرياح	٧	٢٤.١
٢	البعد عن المناطق المأهولة	٦	٢٠.٧
٣	(انحدار سطح الأرض)	٥	١٧.٢
٤	نوع التربة	٤	١٣.٨
٥	الشبكة الكهربائية	٣	١٠.٣
٦	شبكة الطرق	٢	٦.٩
٧	مناطق هجرات الطيور	١	٣.٤
٨	المطارات	١	٣.٤
	جملة الرتب	٢٩	١٠٠

عن طريق تحليل بيانات الجدول (٤) يتضح اختلاف الوزن النسبي لكل طبقة كالتالي:

- ١- طبقة سرعة الرياح جاءت أعلى رتبة ووزن نسبي أعلى بلغ ٢٤.١%؛ حيث لا يمكن إقامة محطة طاقة الرياح إذ لم تتوفر سرعة رياح مناسبة؛ حيث إنها العامل الأساسي لإقامة محطات طاقة الرياح.
- ٢- طبقة البعد عن المناطق المأهولة جاءت بوزن نسبي ٢٠.٧%؛ حيث إنه لا يمكن إقامة محطات طاقة الرياح بجوار المناطق المأهولة، وتم استبعاد حرم ١ كم للمناطق المأهولة فقط أثناء إجراء نموذج الاستبعاد أيضاً تم عمل نطاقات تباعد حول هذا الحرم حيث كلما تباعدت محطات طاقة الرياح عن العمران كان أفضل من حيث إتاحة الأراضي، ورخص أسعارها، وتمتعها باتساع المساحة، وإمكانية التمدد في جميع الاتجاهات في المستقبل.
- ٣- طبقة انحدار سطح الأرض بوزن نسبي ١٧.٢%؛ حيث إن محطات طاقة الرياح تحتاج إلى مناطق مستوية السطح لكي تقل تكلفة تسويتها.
- ٤- طبقة نوع التربة جاءت بوزن نسبي ١٣.٨% أقل من طبقة انحدار سطح الأرض، حيث أن معالجة انحدار سطح الأرض مكلف نسبياً عن معالجة تربة سطح الأرض التي أخذت وزن نسبي أقل.
- ٥- طبقة الشبكة الكهربائية أخذت وزن نسبي ١٠.٣% بوزن أعلى من شبكة الطرق؛ ولكن قد يكون مد خط شبكة كهربية مكلف نسبياً عن الطرق كما أنها أكثر إفادة للمحطة، وتحل مشكلة تخزين الكهرباء التي تحتاج لبطاريات تخزين عوضاً عنها تفقد جزءاً كبيراً من الكمية المخزنة.

٦- طبقة شبكة الطرق جاءت بوزن نسبي (٦.٩%)، وقل وزنها النسبي؛ حيث إنه إذا توافرت بقية شروط إقامة محطات طاقة الرياح يكون اقتصادياً وغير مُكلف مد شبكة من الطرق إلى المشروع.

٧- طبقة هجرات الطيور جاءت بوزن طبقي (٣.٤%)؛ حيث إنه إذا توافرت بقية الشروط لإقامة محطة الطاقة فإنه يسبق إقامة المحطة عمل دراسة تقييم بيئي للمشروع تتضمن مراقبة هجرات الطيور في المكان، وإذا ثبت مرور هجرات الطيور في الموقع يتم أخذ التدابير المناسبة لعدم إلحاق الضرر بالطيور من خلال عدة آليات منها: تكنولوجيا إيقاف التربينات أثناء المرور وتفعيل تقنية مراقبتها بالرادار، أو باستخدام التلسكوب من على الأبراج حول المشروع، فضلاً عن إنشاء ممر هروب آمن للطيور في المحطة، وكل هذه العوامل أدت إلى إعطاء طبقة هجرة الطيور نسبة متأخرة.

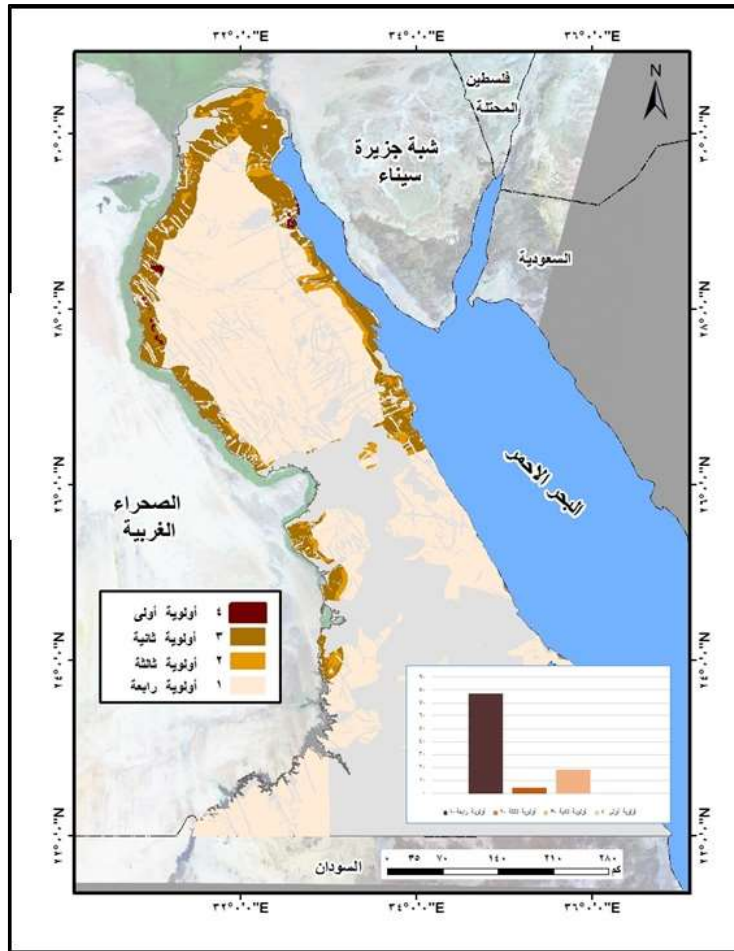
٨- طبقة التباعد حول المطارات: جاءت بوزن نسبي متساو مع طبقة هجرات الطيور بلغ (٣.٤%)

المرحلة الخامسة: تحويل الطبقات السابقة من الصورة الخطية (vector) إلى الصورة الرقمية (Raster) وإجراء عملية التطابق الموزون بين الطبقات المستخدمة في النموذج وتنقسم هذه المرحلة إلى:

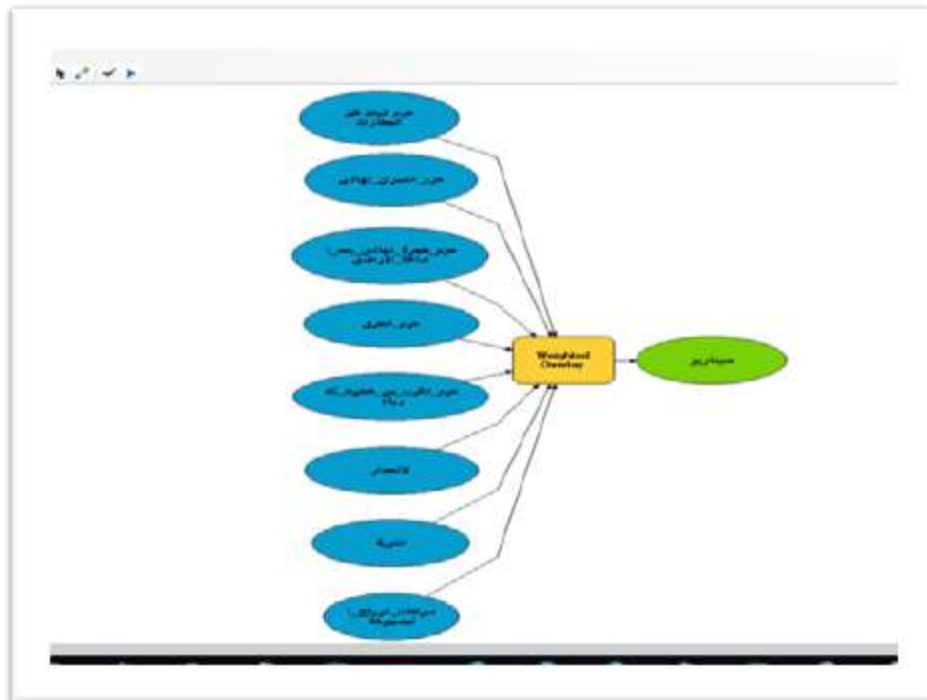
أ- تحويل جميع طبقات نطاقات التباعد السابقة (الخرائط الوسيطة) من بيانات خطية (vector) إلى رقمية (Raster) عن طريق عمل (Convert Polygon to Raster)، وذلك لتوحيد شكل البيانات التي تتعامل معها أثناء إجراء النموذج.

ب- إجراء عملية التطابق الموزون (Weighted Overlay Spatial Analyst) بين الطبقات المستخدمة في النموذج تبعاً للوزن النسبي لكل طبقة .

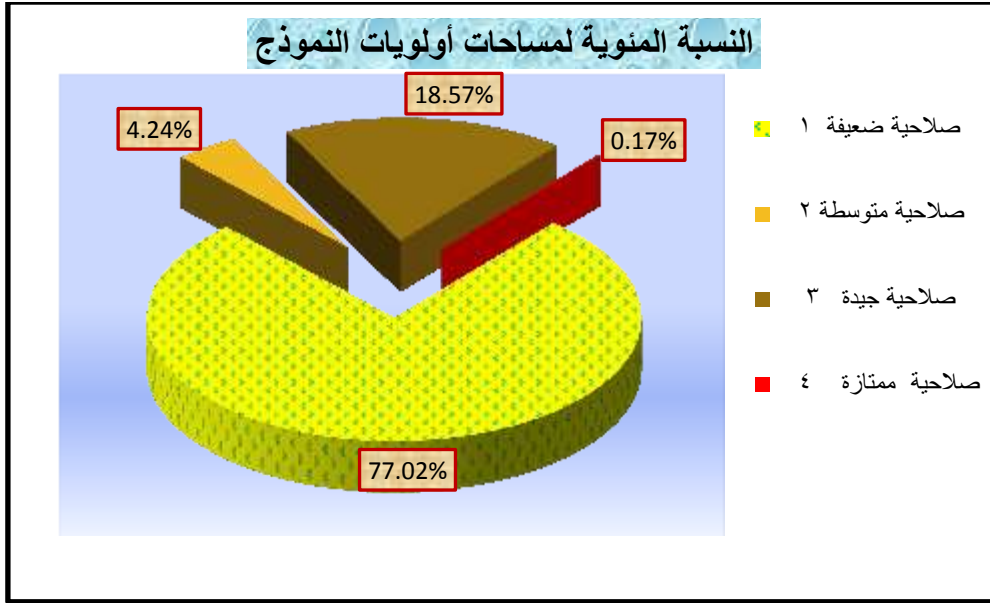
ووفق هذا الترتيب للوزن النسبي للطبقات يتم إجراء عملية التطابق الموزون لها وفق الخطوات الموضحة في الشكل التالي:



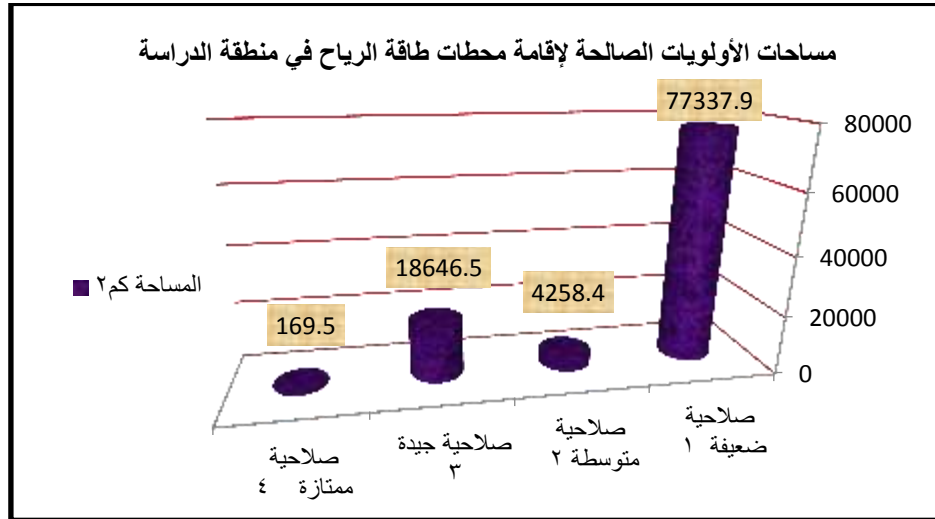
شكل (١٤) نموذج لأنسب المناطق الملائمة لإقامة محطات طاقة الرياح في صحراء مصر الشرقية



شكل (١٥) خطوات إجراء التطابق الموزون لنموذج طاقة الرياح



شكل (١٦) النسبة المئوية لمساحة الأولويات الناتجة عن نموذج المحاكاة



شكل (١٧) مساحة الأولويات الناتجة عن نموذج المحاكاة (كم²)

جدول (٥) مساحة نموذج طاقة الرياح حسب الأولويات الناتجة عن إجراء النموذج

الأولويات	المساحة / كم²	النسبة %
أولى	١٦٩.٥	.١٧
ثانية	٤٢٥٨.٤	٤.٢٤
ثالثة	١٨٦٤٦.٥	١٨.٥٧
رابعة	٧٧٣٣٧.٩	٧٧
جملة مساحة الأولويات	١٠٠٤١٢.٤	١٠٠

المصدر من حساب الطالب اعتماداً على شكل (١٤) وبرنامج Arc GIS10.3

تاسعاً نتائج البحث:

يتضح لنا من الجدول (٥) والأشكال (من ١٤ حتى ١٧) أن المناطق الملائمة لإقامة محطات طاقة الرياح في صحراء مصر الشرقية تتدرج في أربع أولويات من حيث درجة ملائمتها كالتالي:

١- **توجد مناطق الأولوية الأولى ذات درجة الملائمة المرتفعة جداً لإقامة محطات طاقة الرياح في غرب خليج السويس** وبلغت مساحتها ١٦٩.٥ كم^٢ فقط، لتساهم بنسبة تصل إلى (١٧,١) % من جملة مساحة الأولويات ويرجع السبب في قلة مساحتها وارتفاع درجة ملائمتها إلى توفر معظم معايير إقامة محطات طاقة الرياح بها والتي تتمثل في ارتفاع سرعات الرياح، والبعد عن التجمعات العمرانية وتوافر تربة متماسكة ومدى استواء سطح الأرض والقرب من الشبكة الكهربائية وشبكة الطرق والبعد عن مواقع هجرات الطيور.

٢- **مناطق الأولوية الثانية** وبلغت مساحتها ٤٢٥٨ كم^٢ وتساهم بنسبة ٤.٢ % من جملة مساحة الأولويات وتوزعت في مناطق متفرقة شمال السهل الساحلي للبحر الأحمر و شمال غرب خليج السويس، و شمال منطقة الدراسة، أيضاً تتوزع على الجانب الشرقي لوادي النيل، ضمن المناطق المدرجة بخطة هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة لإقامة محطات طاقة رياح فيها وتم تخصيص الأراضي لها شرق المنيا وبني سويف.

٣- **مناطق الأولوية الثالثة ذات درجة الملائمة المتوسطة** و بلغت مساحتها ١٨٦٤٦.٥ كم^٢ بنسبة ١٨.٦ % من جملة مساحة الأولويات، وتوزعت في مناطق متفرقة في منطقة الدراسة، على جانب وادي النيل ووسط وشمال السهل الساحلي للبحر الأحمر ويمكن إقامة محطات طاقة رياح في المستقبل بعد مد الطرق والشبكة الكهربائية إليها ، ولكن ذات قدرات صغيرة؛ لقلة سرعة الرياح في هذه المواقع عن شمال ساحل البحر الأحمر.

٤- **مناطق الأولوية الرابعة:** والتي بلغت ٧٧٣٣٧.٩ كم^٢، بنسبة تصل إلى ٧٧ % من جملة مساحة الأولويات و تعد مساحتها الأكثر انتشاراً على سطح منطقة الدراسة حيث توزعت في وسط منطقة الدراسة وفي مناطق متفرقة جنوب السهل الساحلي للبحر الأحمر وجنوب وادي النيل الشرقي، ويعود السبب في انخفاض درجة ملائمتها إلى انخفاض سرعة الرياح فيها، وتواجد جبال البحر الأحمر وارتفاع درجة انحدارها إلى جانب بُعدها عن الشبكة الكهربائية وشبكة الطرق وزيادة تكلفة إقامة أي مشروعات طاقة رياح بها.

عاشراً توصيات البحث: توصل البحث إلى التوصيات التالية:

- ١- إقامة مزيد من محطات طاقة الرياح على ساحل البحر الأحمر مباشرة أو إقامتها في البحر كمحطات بحرية لتجنب عامل الاحتكاك واستغلال سرعات الرياح العالية.
- ٢- استثناء وزارة البيئة شرط عدم إقامة محطات طاقة الرياح في مواقع مرور هجرات الطيور خاصة في منطقة جنوب جبل الزيت التي تتمتع بسرعات رياح عالية تزيد عن ١٣ م/ث خاصة بعد توافر أكثر من آلية للتعامل معها مثل:
 - أ- مراقبة اسراب الطيور بكل من الرادار، أو التلسكوب و الأقمار الصناعية.
 - ب- تكنولوجيا إيقاف التربينات عند مرور أسراب الطيور.
 - ج- عمل ممرات آمنة وسط التربينات لمرور هذه الطيور منها وعدم تعرضها للاصطدام بالتربينات.
- ٣- وضع المناطق النائية والمحرومة من الطاقة على خريطة البحث العلمي، والتفكير جدياً في إنتاج معدات تتناسب مع الظروف المناخية لهذه المناطق؛ مثل تصنيع تربينات صغيرة تعمل بسرعات رياح قليلة.
- ٤- ضرورة تفعيل دور نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في اختيار وتصميم مخططات محطات طاقة الرياح.

المراجع:

مراجع باللغة العربية:

- محمد صبري محسوب، جغرافية الصحاري المصرية، الصحراء الشرقية، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٩٠.
- احمد محمود ابراهيم الديب ، الطاقة في مصر، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ١٩٩٣.
- ياسر محمد عبد الموجود حسن (٢٠١٧) الطاقة الشمسية في مصر بالتطبيق على محطة الكريماث الشمسية الحرارية، دراسة في جغرافية الطاقة، رسالة دكتوراه، كلية الآداب- جامعة أسيوط فرع الوادي الجديد.
- ياسمين محمد عادل فؤاد، الطاقة المتجددة في مصر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، "رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الزقازيق ٢٠١٣
- محمد مصطفى الخياط، إيناس محمد إبراهيم الشيتي ،استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تنمية مشروعات الطاقة المتجددة دراسة حالة "مصر" (٢٠١٠م)

مراجع باللغة الأجنبية:

- 1- Gomaa, M. Dawod & Mosaad, S. Mandoer ,Optimun Sites for solar Energy Harvesting in Egypt Based on Multi-Criteria Gis, The First Future University International Conference On New Energy And Environmental Engineering Cairo, Egypt, April 11-14,2016

الأطالس:

- 1- Niles G Mortensen, Others (2003)Wind Atlas for The Gulf of Suez Measurement and Modeling 1991-2001,NeW and Renewable Energy Authority, Cairo
- 2- Niles G Mortensen, Others (2003)Wind Atlas for Egypt Measurement and Modeling 1991-2005,NeW and Renewable Energy Authority, Egyptian Meteorological Authority and Riso National Laboratory.

مواقع على شبكة الانترنت تم الاستفادة منها:

بيانات هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ، أطلس رياح مصر ٢٠٠٥ ، ص ٧
مشروع المنظور البيئي لاستراتيجية التنمية العمرانية على مستوى الجمهورية، إقليم جنوب الصعيد، ص ١١، هيئة التخطيط العمراني
بيانات الهيئة العامة للتعبئة والاحصاء ، هيئة التخطيط العمراني ٢٠١٣
http://www.usgs.gov/en تاريخ الدخول للموقع ديسمبر ٢٠١٦
مشروع المنظور البيئي لاستراتيجية التنمية العمرانية على مستوى الجمهورية، إقليم جنوب الصعيد، ص ١٦٢، هيئة التخطيط العمراني
الخريطة الجيولوجية، هيئة المساحة الجيولوجية
موقع وزارة الكهرباء والطاقة: تاريخ الدخول للموقع ديسمبر ٢٠١٦ http://www.moee.gov.eg/home/en
الهيئة العامة للطرق والكباري ، الطرق الرئيسية والمرصوفة في مصر، ٢٠١٢م http://www.garblt.gov.eg/index.php/ways
بيانات وزارة الزراعة وموقع http://www.fao.org/home/en
بيانات وزارة البيئة، جهاز شئون البيئة، القاهرة

"Simulation of the geographical reality of the exploitation of wind energy in the Eastern Desert of Egypt using remote sensing and GIS"

Hossam Thabet Sedkey Kabeel⁽¹⁾

Abstract

Wind power is one of Egypt's main pillars in exploiting new and renewable sources of energy, especially after the recent energy crisis. Wind power stations are selected according to several important criteria in order to achieve economic returns that meet the cost of construction and production.

The Eastern Desert of Egypt is one of the most promising regions of Egypt with high wind speeds especially north of the coast of the Red Sea and north-west of the Gulf of Suez, according to previous studies confirmed by Atlas Gulf Wind (2003) and Egypt Wind Atlas (2005).

The paper will discuss how to select the most suitable sites for establishing wind power stations in the Eastern Desert of Egypt by preparing a simulation model based on several spatial variables. This model consists of the following stages:

1. Preparation of the database (inputs): It is the input of data for the model.
2. Building a model to exclude areas not suitable for the establishment of wind power plants.
3. Production of intermediate maps by determining the zone ranges and convergence on which to determine the degree of appropriateness.
4. Giving grades and weights to the layers used in preparing the model.
5. To make a weighted overlay of the variables, each variable has a relative weight, depending on its effect on the model. This result results in a map showing the most suitable locations for the establishment of wind power stations divided by the high degree of relevance in the study.

Keywords: wind power, model, Geographic information systems, remote sensing, weighted Overlay, Zone ranges, eastern Egyptian Desert.

⁽¹⁾ Master of Natural Geography (Applied Climate), Cairo University.

أثر المناخ على راحة الإنسان بمحافظتى بورسعيد وأسيوط (دراسة مقارنة فى المناخ التطبيقى بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية)

أ. دينا إبراهيم محمد سالم^١

المخلص

تؤثر ظروف الطقس والمناخ على راحة الإنسان Human Comfort من عدة وجوه، وتتعدد هذه الظروف وتقلباتها التى تؤثر على إحساس الإنسان بالراحة أو الضيق، كما تتنوع الوسائل التى يمكن إستخدامها لقياس الشعور بالراحة، عن طريق دراسة التغير اليومى فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية وحركة الرياح وأثر ذلك كله على نشاط الإنسان ومزاجه وعلى شعوره بالراحة أو الضيق. فيتناول البحث دراسة تأثير عناصر المناخ المختلفة على راحة الإنسان بمحافظتى بورسعيد وأسيوط من خلال تطبيق معادلات الراحة والإنزعاج المناخى مثل معامل الحرارة والرطوبة لأوليفر وقرينة الراحة لتوم وعامل تبريد الرياح لسبيل وباسل ومعامل اعتدال المناخ لبيلى، ومعامل جفنى، كما عنى بتحديد أقاليم الراحة والشهور المثلى لراحة الإنسان بمنطقتى الدراسة طبقاً للمعادلات والمنحنى المناخى الحيوى، وأيضاً أوضح أثر المناخ على التوازن المائى والتوازن الحرارى لجسم الإنسان نهاراً وليلاً طبقاً لمعادلة أدولف.

ومن خلال تحليل العناصر المناخية لمنطقتى الدراسة والتحليل الإحصائى والبيانى والعرض الكارتوجرافى بالإستعانة بنظم المعلومات الجغرافية، توصلت الدراسة إلى ضرورة تناول كمية من الماء لتعويض عملية فقدان الماء من جسم الانسان، استخدام التهوية الصناعية وعدم الزحام فى الأماكن الضيقة والمغلقة، التقليل من عوادم السيارات والمصانع خصوصاً أثناء مرور مرحلة قلب المنخفض فى فصل الربيع، كما يفضل نقل المصانع إلى خارج الحيز العمرانى حسب اتجاهات الرياح بالمدن، اتساع الرقعة الخضراء المتمثلة فى الحدائق العامة، استخدام وسائل التبريد المختلفة فى المساكن ومحلات العمل والمدارس والمستشفيات والمصالح الحكومية، كما يفضل انجاز الأعمال التى تتطلب مجهوداً عضلياً والتى تتم فى الأماكن المكشوفة المعرضة لأشعة الشمس المباشرة أثناء الصباح الباكر، وغيرها من النتائج التى توصلت إليها الدراسة والتوصيات التى خلص لها البحث.

الكلمات المفتاحية: قرائن الراحة، المنحنى المناخى الحيوى، الموازنة المائية، الموازنة الحرارية.

مقدمة

يفترض أن يشعر الإنسان بالراحة فى ظل ظروف جوية تناسب حرارة جسمه وهى ٣٧°م، وتمثل هذه الدرجة التوازن الذى يحققه الجسم بين الحرارة المفقودة والحرارة المكتسبة، ويشعر الإنسان بالضيق إذا فاقت تقلبات الجو قدرة الجسم على التعادل معها (جودة حسنين جودة، ٢٠٠٠، ص ٢١). إلا أنه بتقديم وتعدد نماذج الألبسة والتدفئة البيئية تمكن الإنسان من حماية نفسه من التطرفات الحرارية الشديدة حيثما وجد، من خلال تحسين نوعية الملابس، ووسائل التدفئة، وإشادة المساكن الملائمة مع الظروف المناخية (على موسى، ١٩٨٢، ص ٨٩).

الدراسات السابقة:

١- رسائل الماجستير والدكتوراه:

- حبيب أبوالمجد محمد العوضى(٢٠١١):المناخ وأثره على النشاط البشرى فى محافظتى الدقهلية وقنا، دراسة فى المناخ التطبيقى، رسالة دكتوراة غير منشورة ،كلية الآداب، جامعة طنطا.
- محمد توفيق محمد إبراهيم(١٩٩٦):أبعاد المناخ الجاف علي وادي النيل في مصر وأثره علي النشاط البشرى، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب بسوهاج، جامعه جنوب الوادي.

- عبد القادر عبد العزيز علي(١٩٧٨):قدم أول دراسة في المناخ التطبيقى في مصر بعنوان
Abdel-Kader,A.Ali., (1978):A study of the Climate of Egypt with Special
Reference to Agriculture, Ph.D. Thesis, Unpub., Durham Univ. England.

٢- الأبحاث المنشورة في الدوريات:

- شحاته سيد أحمد طلبه(٢٠٠٤):أثر المناخ على راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة، دراسة فى المناخ التطبيقى، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد (٤٤)، الجزء الثانى.
- عبد القادر عبد العزيز علي(١٩٩٢):التباين المكاني والزمني لدرجات الحرارة في جمهورية مصر العربية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الرابع والعشرون.

أهداف الدراسة:

١. تطبيق معادلات الراحة والإنزعاج المناخى بدراسة خصائص العناصر المناخية وتوزيعاتها ومعدلاتها السنوية والفصلية والشهرية ومدى التباين بينهما بمنطقتى الدراسة.
٢. تحديد الخصائص الفصلية للمناخ الحيوى بمنطقتى الدراسة، وبحث مدى ملائمة مناخ منطقتى الدراسة لراحة الإنسان، مع تحديد أنسب الفصول والشهور لراحة الإنسان وفقاً لدرجات الحرارة العظمى والصغرى تحت تأثير خصائص الرطوبة النسبية.
٣. إظهار تأثير العناصر المناخية على راحة الإنسان ومدى علاقتها بالتوازن المائى والحرارى لجسم الإنسان بمنطقتى الدراسة.

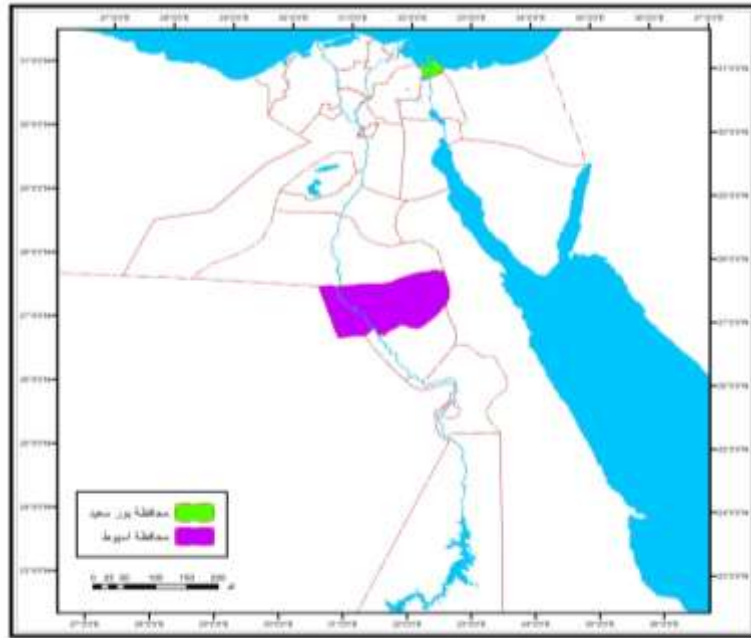
أسباب اختيار الموضوع:

١. إظهار مدى التباين في تأثير العناصر المناخية على راحة الإنسان فى كل من بورسعيد وأسبوط.
٢. مقارنة أثر عناصر المناخ على راحة الإنسان بمحافظتين مختلفتين في خصائصهما المناخية.

٣. تضم كل من منطقتي الدراسة أربع محطات رصد مناخى فى كل محافظة منهم محطتان مما يضمن توفر المادة العلمية الأساسية من بيانات وأرقام مناخية بصورة متصلة مما يسمح بأخذ معدلات دقيقة لازمة لدراسة هذا البحث العلمى للفترة من (١٩٤١-٢٠١١م).

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة الأولى (محافظة بورسعيد) في الركن الشمالي الشرقي من الوجه البحري علي البوابة الشمالية لقناة السويس ما بين دائرتي عرض $31^{\circ}00'$ ، $31^{\circ}16'$ شمالاً، وخطى طول $31^{\circ}40'$ ، $32^{\circ}17'$ شرقاً، فيحدها ساحل البحر المتوسط شمالاً ومحافظة شمال سيناء شرقاً ومحافظة الإسماعيلية جنوباً ومحافظة الشرقية والدقهلية فى الجنوب الغربى ومحافظة دمياط وشرق بحيرة المنزلة فى الشمال الغربى، تبلغ المساحة الكلية لمحافظة بورسعيد ١٤,١٤٣ كم^٢. بينما تقع منطقة الدراسة الثانية (محافظة أسبوط) على حدود إقليم مصر الوسطى إلى الحدود الشمالية من إقليم مصر العليا من الأراضى المصرية على بعد ٣٧١ كم جنوب القاهرة ما بين دائرتي عرض $35^{\circ}26'48''$ ، $37^{\circ}37'27''$ شمالاً، وبين خطى طول $30^{\circ}40'$ ، $32^{\circ}29'$ شرقاً وهى بذلك تمتد فى $34^{\circ}48'$ درجة عرضية، $1^{\circ}49'$ خط طول، وتسير الحدود بمحاذاة نهر النيل حيث يحدها شمالاً محافظة المنيا وغرباً محافظة الوادى الجديد وجنوباً محافظة سوهاج وشرقاً محافظة البحر الاحمر شكل رقم (١)، وتبلغ المساحة الكلية لمحافظة أسبوط ٢٥٩٢٦ كم^٢.



شكل رقم (١) الموقع الفلكى والجغرافى لمنطقتي الدراسة.

البيانات وأساليب الدراسة:

أولاً: بيانات الدراسة:

أ- المصادر الإحصائية:

- The Egyptian Meteorological Authority (1979) Climatological Normals for A.R.E up to 1975, Cairo.

- بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة من (١٩٤١/٢٠١١م) بيانات غير منشورة.
- مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار بمحافظة بورسعيد وبمحافظة بأسيوط، بيانات منشورة.

ب- الخرائط والمرئيات الفضائية:

- خريطة جمهورية مصر العربية الإدارية، مقياس ١ : ١٢٥٠٠٠٠٠، ٢٠١٠م.

ثانياً: أساليب وأدوات الدراسة:

أ- الأسلوب الوصفي التحليلي:

استعرض وصف العديد من الظواهر وتوزيعها المكاني وتحليلها وتفسيرها بمنطقتي الدراسة، حيث تحليل البيانات والخرائط والأشكال البيانية وتوضيح التباين بينهما.

ب- الأسلوب الكمي (الإحصائي):

اعتمدت الدراسة علي تطبيق الأسلوب الكمي أو الإحصائي في معالجة وتحليل عدداً من البيانات، باستخدام بعض معادلات الراحة والإنزعاج المناخي مثل أوليفر، توم، سييل وباسل، بيلي، جفنى، وأودلف، وكذلك استخدام الأسلوب الكمي في إيجاد العلاقة بين عناصر المناخ وقيم التعرق باستخدام بعض المعاملات مثل معامل ارتباط بيرسون، ومعامل الارتباط المتعدد، ومعادلة خط الانحدار البسيط والمتعدد باستخدام برامج الحاسب الآلي كمايكروسوفت إكسل، برنامج (SPSS)، وبرنامج (8)CROPWAT.

ج- الأسلوب الكارتوجرافي:

يستخدم هذا الأسلوب لتوضيح المعلومات على هيئة خرائط وأشكال بيانية لسهولة التعرف على البيانات من الأشكال والخرائط والمقارنة على البعدين الزماني والمكاني.

د- أسلوب تقنية نظم المعلومات الجغرافية:

استخدام بعض برامج الحاسب الآلي لنظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في إعداد الخرائط والأشكال عليها مثل: Arc Gis 9,2 .

وفيما يلي عرض لمحتوى الدراسة كالاتى:

أولاً: معادلات الراحة والإنزعاج المناخى بمنطقتى الدراسة (قرائن الراحة):

لقد حاول العديد من الباحثين دراسة آثار المناخ على راحة الإنسان من خلال ما يظهر على الإنسان من تغيرات نفسية وصحية فى ظروف مناخية معينة، وقد تم صياغة ذلك فى علاقات تجمع بين عنصرين أو أكثر من العناصر المناخية، وفيما يلي بعض من تلك العلاقات التى تحدد درجة فاعلية بعض العناصر المناخية ذات الأهمية الكبرى بالنسبة للإنسان.

١- معامل الحرارة والرطوبة لأوليفر (١٩٧٢) وهو:

استخدم العالم أوليفر Oliver, 1972 معيار الحرارة/الرطوبة Temperature Humidity (THI) Index اعتبره أهم المعايير الميترولوجية الحيوية Biometeorological Indices التى تحدد الحرارة التى يشعر بها الإنسان وأطلق عليها الحرارة المؤثرة Effective Temperature. وقد حددها وفق المعادلة التالية: معامل الحرارة والرطوبة = ح ف - (٠,٥٥ - ٠,٥٥ × ر ن) - (ح ف - ٥٨). حيث: ح ف = درجة حرارة الهواء الجاف (فهريته)، ر ن = الرطوبة النسبية (%) ، ٥٨ = معامل ثابت وقد حدد أوليفر درجة الإحساس بالراحة والإنزعاج المناخى وفقاً لنتائج الحرارة المؤثرة (معامل الحرارة والرطوبة) كالتالى:

- إذا كان المعامل أقل من ٦٠ فإن بعض الناس يشعرون بعدم الراحة للظروف المناخية.
- إذا تراوح المعامل بين ٦٠ - ٦٥ فإن أغلب الناس يشعرون بالراحة للظروف المناخية.
- إذا تراوح المعامل بين ٦٥ - ٧٥ فإن نصف أفراد المجتمع لا يشعرون بالراحة للظروف المناخية.
- إذا كان المعامل بين ٧٥ - ٨٠ أو أكثر فإن أفراد المجتمع يشعرون بعدم الراحة والإنزعاج وفقدان القدرة على التركيز (إيملى حمادة، ٢٠٠٣، ص ٥).

جدول (١) معدلات الحرارة المؤثرة الفصلية والسنوية العظمى والصغرى بمنطقتى الدراسة

المعدل	معدلات الحرارة المؤثرة الفصلية العظمى					معدلات الحرارة المؤثرة الفصلية لصغرى				
	شتوى	ربيعى	صيفى	خريفى	سنوى	شتوى	ربيعى	صيفى	خريفى	سنوى
بورسعيد	٦٢,٥	٦٦,٨	٧٤,٣	٧٠,٧	٦٨,٥	٥٤,٥	٥٩,٦	٦٧,٤	٦٤,٨	٦١,٥
أسيوط	٦٤,٣	٧٨,٢	٨٥,٦	٧٦,٥	٧٦,٠	٥٣,٢	٥٨,١	٦٨,٠	٦١,٤	٥٩,٢

المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة من (١٩٤١/١١/٢٠١١م) بيانات غير منشورة وتطبيق معادلة أوليفر.

يمكن دراسة الآثار المحسوسة للمعدلات الفصلية والسنوية للحرارة العظمى والصغرى تحت تأثير الرطوبة النسبية على راحة الإنسان فى بورسعيد وأسيوط من خلال تطبيق معادلة الحرارة المؤثرة (Oliver, 1972)، إذ يتضح من تحليل نتائج جدول رقم (١) والشكلين رقم (٢)، (٣) الآتى:

■ يتضح من المعدلات الشتوية لدرجات الحرارة العظمى والرطوبة النسبية في مدى شعور الإنسان بالراحة نهاراً أن أغلب الناس يشعرون بالراحة للظروف المناخية في كل من منطقتي الدراسة حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة ٦٢,٥ في بورسعيد و ٦٤,٣ في أسيوط. كما يتضح من المعدلات الشتوية لدرجات الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية في مدى شعور الإنسان بالراحة ليلاً أن بعض الناس يشعرون بعدم الراحة للظروف المناخية في الليالي الشتوية في كل من منطقتي الدراسة حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة ٥٣,٢ في أسيوط، و ٥٤,٥ في بورسعيد وذلك لأن بورسعيد تتمتع بالمؤثرات البحرية الدفيئة كما تتدنى المتوسطات اليومية للحرارة العظمى والصغرى إلى أقل مستوياتها الفصلية شتاءً حيث أن البحر المتوسط يتميز بكونه موطناً لتجديد المنخفضات الجوية الشتوية التي يبلغ عدد مرات تكرارها ٤٧% سنوياً ومن ثلاثة إلى خمسة إنخفاضات جوية شتاءً، حيث تساعد الدورة العامة للرياح وسيادة الرياح من الجهة الغربية على توغلها حتى دائرة عرض ٣٠° شمالاً (عبد القادر عبد العزيز، ١٩٩٢، ص ٢٦).

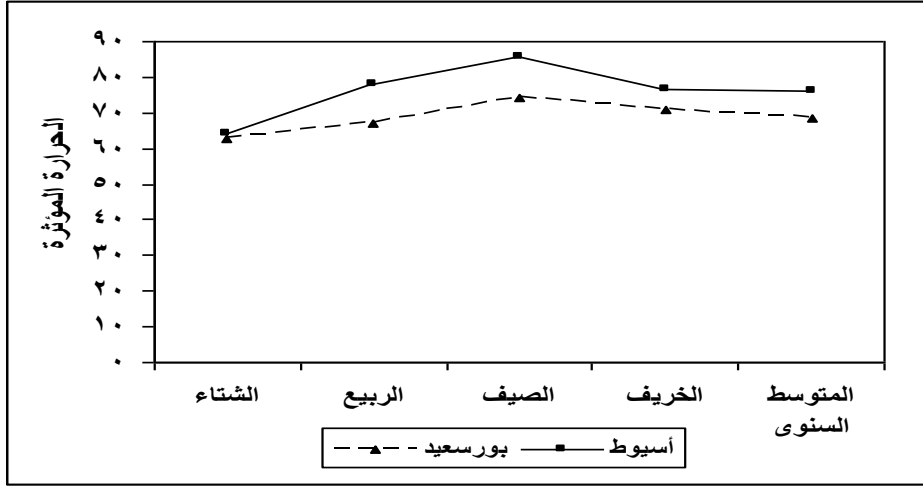
■ يظهر من المعدلات الربيعية لدرجات الحرارة العظمى والرطوبة النسبية في مدى شعور الإنسان بالراحة نهاراً في بورسعيد أن نصف أفراد المجتمع لا يشعرون بالراحة للظروف المناخية حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة ٦٦,٨، أما في أسيوط فإن أفراد المجتمع يشعرون بعدم الراحة والإزعاج وفقدان القدرة على التركيز حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة ٧٨,٢. كما يتضح من المعدلات الربيعية لدرجات الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية في مدى شعور الإنسان بالراحة ليلاً أن بعض الناس يشعرون بعدم الراحة للظروف المناخية في الليالي الربيعية في كل من منطقتي الدراسة حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة في بورسعيد ٥٩,٦,٥٨,١ في أسيوط وذلك نتيجة مرور المنخفضات الجوية الربيعية المصحوبة بارتفاع مفاجيء في درجات الحرارة وهبوب رياح الخماسين الحارة المحملة بالأتربة والرمال مع زيادة سرعاتها، كما أن الرطوبة النسبية تطراً عليها تغيرات فجائية بسبب حالات عدم الاستقرار فتتخفف إلى حدودها الدنيا أثناء مرور المنخفضات الخماسينية بينما ترتفع لأكثر من ٧٠% أثناء مرور المنخفضات الجوية المصحوبة برياح شمالية رطبة.

■ يتبين من المعدلات الصيفية لدرجات الحرارة العظمى والرطوبة النسبية في مدى شعور الإنسان بالراحة نهاراً في بورسعيد أن نصف أفراد المجتمع لا يشعرون بالراحة للظروف المناخية حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة ٧٤,٣، أما في أسيوط فإن أفراد المجتمع يشعرون بعدم الراحة والإزعاج وفقدان القدرة على التركيز حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة ٨٥,٦، وذلك يرجع لطول النهار، وصفاء السماء، وتعادم الشمس على مدار السرطان، وبلوغ الإشعاع الشمسي حدوده القصوى صيفاً مع زيادة عمليات التسخين لليابس، كذلك يرتبط مستوى الرطوبة بمدى توفر مصادر المياه من الترغ والمصارف والأراضي الزراعية، ومن ثم تنشط عملية التبخر تحت تأثير الحرارة المرتفعة صيفاً. كما يتضح من المعدلات الصيفية لدرجات الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية في مدى شعور الإنسان بالراحة ليلاً أن نصف أفراد المجتمع لا

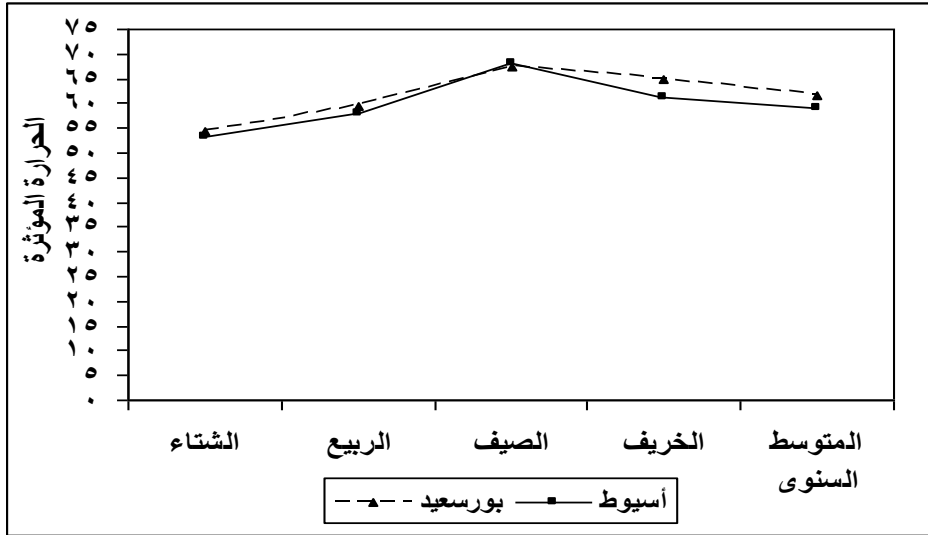
يشعرون بالراحة للظروف المناخية فى الليالى الصيفية فى كل من منطقتى الدراسة حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة فى أسيوط ٦٨,٠، وبلغ فى بورسعيد ٦٧,٤ وذلك نتيجة إسهام البحر المتوسط فى إرتفاع الرطوبة التى تعرقل فاعلية الإشعاع الأرضى فى فقدان حرارته المكتسبة من الإشعاع الشمسى إلى أن يصل الهواء لدرجة التشبع، وعند نقطة الندى تتطلق الحرارة الكامنة فى بخار الماء، ومن ثم ترتفع درجة حرارة الهواء (إيملى حمادة، ٢٠٠٣، ص ٢٦).

■ يتضح من المعدلات الخريفية لدرجات الحرارة العظمى والرطوبة النسبية فى مدى شعور الإنسان بالراحة نهاراً فى بورسعيد أن نصف أفراد المجتمع لا يشعرون بالراحة للظروف المناخية حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة ٧٠,٧، وذلك نتيجة بداية مرور المنخفضات الجوية نحو الشرق فتتقلل الرطوبة معها مما يؤدى إلى إرتفاع محتوى الهواء من العوالق المائية، فتسهم فى إنخفاض معدلات الإشعاع الشمسى مع تزايد سرعة الرياح فى أواخر الخريف، أما فى أسيوط فإن أفراد المجتمع يشعرون بعدم الراحة والإزعاج وفقدان القدرة على التركيز حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة ٧٦,٥. كما يتضح من المعدلات الخريفية لدرجات الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية فى مدى شعور الإنسان بالراحة ليلاً أن أغلب الناس يشعرون بالراحة للظروف المناخية فى الليالى الخريفية فى كل من منطقتى الدراسة حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة فى بورسعيد ٦٤,٨، وبلغ فى أسيوط ٦١,٤.

■ يظهر من المعدلات السنوية لدرجات الحرارة العظمى والرطوبة النسبية فى مدى شعور الإنسان بالراحة نهاراً فى بورسعيد أن نصف أفراد المجتمع لا يشعرون بالراحة للظروف المناخية حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة السنوى ٦٨,٥، أما فى أسيوط فإن أفراد المجتمع يشعرون بعدم الراحة والإزعاج وفقدان القدرة على التركيز حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة السنوى ٧٦,٠. كما يتضح من المعدلات السنوية لدرجات الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية فى مدى شعور الإنسان بالراحة ليلاً فى بورسعيد أن أغلب الناس يشعرون بالراحة للظروف المناخية حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة ٦١,٥، وفى أسيوط فإن بعض الناس يشعرون بعدم الراحة للظروف المناخية حيث بلغ معدل الحرارة المؤثرة ٥٩,٢، حيث تتناقص المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية بالاتجاه صوب الجنوب إبتعاداً عن المؤثرات البحرية الرطبة، لكن معدلات الحرارة تأخذ عكس الاتجاه نهاراً.



المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة (٢٠١١/١٩٤١) بيانات غير منشورة وتطبيق معادلة أوليفر. شكل (٢) المعدلات الفصلية والسنوية للحرارة المؤثرة العظمى بمنطقتي الدراسة طبقاً لمعامل أوليفر



المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة (٢٠١١/١٩٤١) بيانات غير منشورة وتطبيق معادلة أوليفر. شكل (٣) المعدلات الفصلية والسنوية للحرارة المؤثرة الصغرى بمنطقتي الدراسة طبقاً لمعامل أوليفر.

٢- قرينة الراحة لتوم Thom's (١٩٥٧) وهي:

إن عنصرى الحرارة والرطوبة النسبية من أهم العناصر المناخية تأثيراً على صحة وراحة الإنسان فنجد أن فاعلية الحرارة تحددها درجة رطوبة الجو، لذلك قام العالم توم بصياغة معيار الحرارة - الرطوبة النسبية فيما يطلق عليه قرينة الإنزعاج لتحديد المناخ المثالى لراحة الإنسان، فضلاً عن أربعة أنواع أخرى للمناخ الحيوى معتمداً على الحرارة الشهرية (بالدرجات المئوية) والرطوبة النسبية (عبد القادر عبد العزيز، ٢٠٠٠، ص ٣٢٨). وقد استخدم عدداً من المعادلات لتقدير الحرارة الفعلية والمحسوسة لتدل على قرينة الراحة، أو على درجة الشعور بالراحة والإنزعاج، وتحسب قرينة الراحة بالنسبة لإناس يعملون فى مكاتب - بإهمال الإشعاع وجريان الهواء، من خلال العلاقة التالية:

١- قرينة الراحة = ح - ٠,٥٥ (١- هـ) (ح - ١٤,٥) ، حيث: ح = درجة حرارة الهواء (بالمئوية).
هـ = الرطوبة النسبية (%) ، أو ٢- قرينة الراحة = ٠,٤ (س + ص) + ١٥ ، حيث:
س = درجة حرارة الترمومتر الجاف . ص = درجة حرارة الترمومتر المبلل .

تحدد درجة الإحساس بالراحة والإزعاج المناخى من خلال الجدول (٢) وقد تم تطبيق قرينة الراحة لتوم بإستخدام المعادلة الأولى على منطقتى الدراسة لتوضيح درجة وحدود الراحة والإزعاج، ويوضح الجدول (٢) والشكل (٤) نتائج تطبيق قرينة الراحة لتوم على بورسعيد وأسيوط وفيما يلى توضيح خصائص تلك النتائج من خلال الإستعانة بالجدول (٢) كما يلى:

الجدول (٢) قيمة قرينة الراحة لتوم ودرجة الإحساس المناخى بها

درجة الراحة	قرينة الحرارة - الرطوبة النسبية
عدم راحة (باردة)	أقل من ١٠
إزعاج متوسط (بارد)	١٠ - ١٥
راحة نسبية	١٥ - ١٨
راحة تامة	١٨ - ٢١
راحة	٢١ - ٢٤
إزعاج متوسط (حار)	٢٤ - ٢٧
إزعاج شديد (شديد الحرارة)	٢٧ - ٢٩
إجهاد (حار)	أكثر من ٢٩

المصدر: عبد القادر عبد العزيز على، ٢٠٠٠، ص ٨٦.

- يتضح من القيم الشهرية والفصلية لقرينة توم لفصل الشتاء أنه يقع ضمن نطاق الإزعاج المتوسط البارد أى الشعور بالبرودة فى كل من منطقتى الدراسة خلال شهور الشتاء، فقد بلغ المعدل الفصلى للشعور بالراحة شتاءً فى بورسعيد ١٢,٨°م وفى أسيوط ١٣,٤°م، حيث التقلبات الجوية التى تحدث أثناء مرور المنخفضات الجوية الشتوية وإنخفاض درجات الحرارة.
- يظهر من القيم الفصلية لقرينة توم لفصل الربيع أن بورسعيد تقع ضمن نطاق الراحة النسبية حيث بلغ المعدل الفصلى للشعور بالراحة ١٧,٥°م، أما أسيوط فتقع ضمن نطاق الراحة التامة حيث بلغ المعدل الفصلى للشعور بالراحة ١٩,٦°م، كما أن القيم الشهرية للشعور بالراحة تختلف من شهر لآخر تبعاً لإختلاف الخصائص المناخية فيمثل شهر مارس وإبريل راحة نسبية فى بورسعيد وشهر مايو راحة تامة، أما فى أسيوط فيمثل شهر مارس راحة نسبية وشهر إبريل راحة تامة وشهر مايو راحة للإنسان حيث التقلبات الجوية التى تحدث أثناء مرور المنخفضات الجوية الربيعية وبداية إرتفاع الحرارة تدريجياً.
- يتبين من القيم الفصلية لقرينة توم لفصل الصيف أن كل من منطقتى الدراسة يقعا ضمن نطاق الراحة، حيث بلغ المعدل الفصلى للشعور بالراحة فى بورسعيد ٢٣,٧°م، أما فى أسيوط فبلغ المعدل

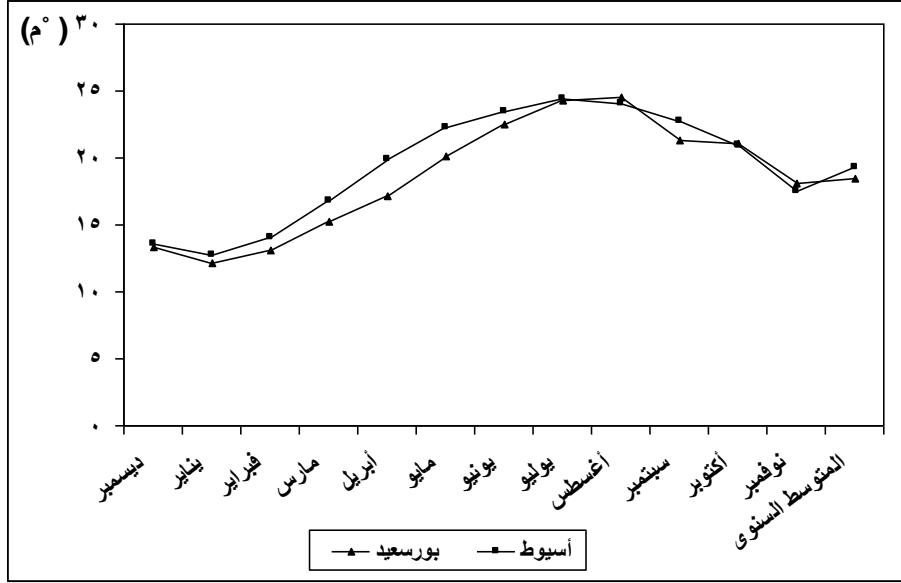
الفصلى للشعور بالراحة ٢٣,٩ م°، كما يتضح من القيم الشهرية للشعور بالراحة أن شهر يونيو يمثل شهر راحة أما شهرى يوليو وأغسطس فيمثلان إنزعاج متوسط حار على الإنسان فى كل من منطقتى الدراسة حيث إرتفاع درجات الحرارة أثناء فصل الصيف.

- يلاحظ من القيم الفصلية لقرينة توم أن فصل الخريف يقع ضمن نطاق الراحة التامة فى كل من منطقتى الدراسة، حيث بلغ المعدل الفصلى للشعور بالراحة فى بورسعيد ٢٠,١ م°، أما فى أسيوط فبلغ المعدل الفصلى للشعور بالراحة ٢٠,٣ م°، كما يتضح من القيم الشهرية للشعور بالراحة أن شهرى سبتمبر وأكتوبر يمثلان شهر راحة وشهر نوفمبر يمثل شهر راحة تامة فى بورسعيد، لكن فى أسيوط يمثل سبتمبر شهر راحة وأكتوبر شهر راحة تامة وشهر نوفمبر راحة نسبية على الإنسان، حيث التقلبات الجوية التى تحدث أثناء مرور المنخفضات الجوية الخريفية وإنخفاض درجات الحرارة تدريجياً.
- يتضح من القيم السنوية لقرينة توم للشعور بالراحة وقوع كل من منطقتى الدراسة ضمن نطاق الراحة التامة، حيث بلغ المعدل السنوى للشعور بالراحة فى بورسعيد ١٨,٥ م°، أما فى أسيوط فبلغ المعدل السنوى للشعور بالراحة ١٩,٣ م°.

جدول (٣) القيم الشهرية والفصلية والسنوية لقرينة توم بمنطقتى الدراسة (م°)

أسيوط	بورسعيد	المحطة الشهور
١٣,٦	١٣,٣	ديسمبر
١٢,٧	١٢,٢	يناير
١٤,١	١٣,١	فبراير
١٣,٤	١٢,٨	المتوسط الفصلى
١٦,٨	١٥,٢	مارس
١٩,٩	١٧,٢	إبريل
٢٢,٣	٢٠,١	مايو
١٩,٦	١٧,٥	المتوسط الفصلى
٢٣,٥	٢٢,٥	يونيو
٢٤,٤	٢٤,٣	يوليو
٢٤,٠	٢٤,٥	أغسطس
٢٣,٩	٢٣,٧	المتوسط الفصلى
٢٢,٧	٢١,٣	سبتمبر
٢٠,٩	٢١,١	أكتوبر
١٧,٥	١٨,١	نوفمبر
٢٠,٣	٢٠,١	المتوسط الفصلى
١٩,٣	١٨,٥	المتوسط السنوى

المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد * الجوية، الفترة من (١٩٤١/١١/٢٠١١م) بيانات غير منشورة وتطبيق قرينة توم.



المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة (٢٠١١/١٩٤١) بيانات غير منشورة وتطبيق قرينة توم.

شكل (٤) القيم الشهرية والسنوية للشعور بالراحة بمنطقتي الدراسة طبقاً لقرينة توم (م°).

٣- قرينة عامل تبريد الرياح لسبيل (Siple) وباسل (١٩٤٥):

لقد درس كل من سبيل وباسل قوة تبريد الهواء المتحرك، وتم إقتراح إستعمال عامل تبريد الرياح Wind-Chill factor وهذا يعتمد على المعدل الذى يتبرد فيه الجسم العارى، ويتغير عامل التبريد جذرياً فى حال وجود الملابس، غير أن الشعور بالبرد عن طريق اليدين والوجه يضبط هذا العامل بشكل مناسب إلى حد كبير، وتبين العلاقة التالية تأثير سرعة الرياح فى خفض درجة الحرارة وفى تقدير الحرارة المحسوسة بمدى برودة الهواء، فيتم حساب قيمة عامل تبريد الرياح (ك) كالتأتى:

$$ك = (٢٣ - ح) (١٠ \sqrt{١٠,٥ + ر} - ١٠,٥) ، حيث : ر = متوسط سرعة الرياح (متر/ثانية).$$

ك = عامل تبريد الرياح (كيلو حريرة/ م^٢/ساعة). ح = متوسط درجة الحرارة الشهرية (درجة مئوية).

ويمكن أن تصل قيمة عامل التبريد (ك) إلى ١٤٠٠ كيلو حريرة/ م^٢/ساعة ضمن الحالات التالية:

*درجة حرارة - ٧ م وسرعة رياح ٧٠ كم/ساعة. *درجة حرارة - ١٢ م وسرعة رياح ٣٠ كم/ساعة.

*درجة حرارة - ٢٣ م وسرعة رياح ١١ كم/ساعة. *درجة حرارة - ٤٠ م وسرعة رياح ١٣ كم/ساعة.

تحدد درجة الإحساس بالتبريد من خلال الجدول (٤) وفيما يلى دراسة لأقاليم الراحة والإرهاق المناخى طبقاً لمعامل الحرارة والرياح لسبيل، فيوضح الجدول (٥) والشكل (٥) نتائج معادلة عامل الحرارة والرياح لسبيل فى بورسعيد وأسيوط، ويظهر من النتائج الخصائص التالية:

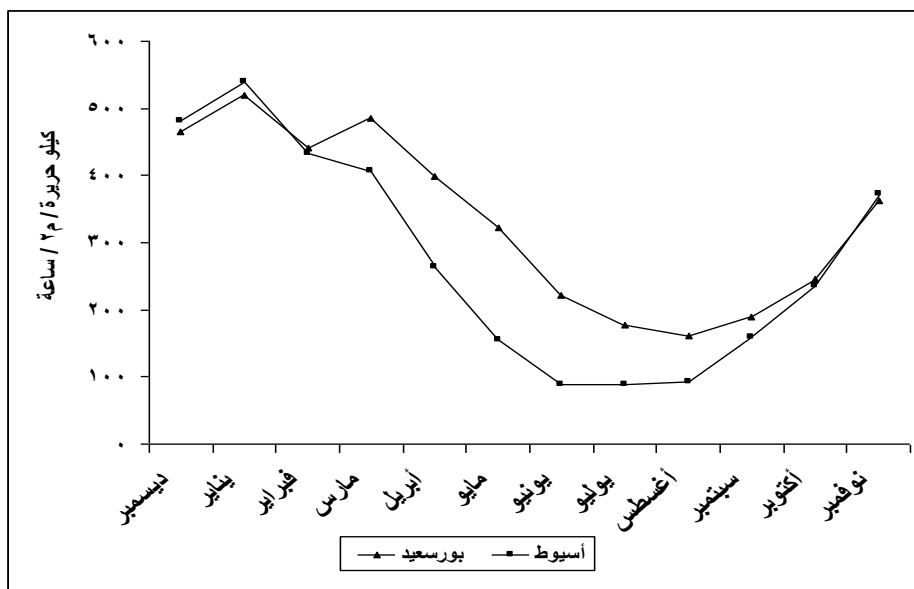
- يتميز المناخ خلال شهور الشتاء بأنه أميل للبرودة فى كل من بورسعيد وأسيوط.
- يلاحظ المناخ خلال شهور الربيع بأنه أميل للبرودة فى بورسعيد، أما فى أسيوط يختلف الإحساس بالمناخ نسبياً فيصبح المناخ شبه معتدل مائل للبرودة خلال شهرى مارس وأبريل لكن فى شهر مايو يكون المناخ لطيف منعش.

- يتصف المناخ خلال شهور الصيف بأنه لطيف منعش في بورسعيد خاصة في شهرى يوليو وأغسطس لكنه يكون شبة معتدل مائل للبرودة خلال شهر يونيو، أما في أسبوط فيكون الجو دافىء ويسود الإحساس بحرارة الجو.
- يتميز المناخ خلال شهور الخريف بأنه شبة معتدل مائل للبرودة في كل من بورسعيد وأسيوط خاصة في شهرى أكتوبر ونوفمبر لكنه يختلف في سبتمبر فيكون الجو لطيف ومنعش في منطقتى الدراسة.
- تأثرت راحة الإنسان بالرطوبة عن الحرارة في بورسعيد لأنها من المناطق الساحلية التى تتوفر بها مصادر بخار الماء، وهذا ما يسبب زيادة في نسبة المتضررين من قسوة الظروف المناخية.
- أثرت الرياح على راحة الإنسان بمنطقتى الدراسة حيث عدلت المناخ ليصبح لطيفاً ومنعشاً.

جدول (٤) قيم معامل الحرارة والرياح لسبيل وباسل

الإحساس	قيمة معامل التبريد	الإحساس	قيمة معامل التبريد
بارد جداً	٨٠٠ - ١٠٠٠	حار	أقل من ٥٠
قارس البرودة	١٠٠٠ - ١٢٠٠	دافىء	٥٠ - ١٠٠
يتجمد اللحم المعرض	١٢٠٠ - ١٤٠٠	لطيف (منعش)	١٠٠ - ٢٠٠
يتجمد اللحم المعرض فى دقيقة واحدة	١٤٠٠ - ٢٠٠٠	مائل للبرودة (شبه معتدل)	٢٠٠ - ٤٠٠
لا يطاق	٢٠٠٠ - ٢٥٠٠	أميل للبرودة	٤٠٠ - ٦٠٠
		بارد	٦٠٠ - ٨٠٠

المصدر: على حسن موسى، ١٩٨٢، ص ٩٤.



المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة من (١٩٤١/٢٠١١م) بيانات غير منشورة وتطبيق معامل تبريد الرياح. شكل (٥) منحنيات الإحساس بالراحة طبقاً لمعامل تبريد الرياح لسبيل وباسل بمنطقتى الدراسة.

جدول (٥) القيم الشهرية والفصلية والسنوية لمعامل تبريد الرياح لسبيل وباسل بمنطقتي الدراسة

أسيوط	بورسعيد	المحطة الشهور
٤٨١	٤٦٥	ديسمبر
٥٤٠	٥١٩	يناير
٤٣٢	٤٤٠	فبراير
٤٨٤	٤٧٤	المتوسط الفصلي
٤٠٦	٤٨٥	مارس
٢٦٣	٣٩٩	إبريل
١٥٥	٣٢٣	مايو
٢٧٤	٤٠٢	المتوسط الفصلي
٨٩	٢٢٢	يونيو
٨٩	١٧٨	يوليو
٩٢	١٦٢	أغسطس
٩٠	١٨٧	المتوسط الفصلي
١٥٩	١٨٩	سبتمبر
٢٣٥	٢٤٥	أكتوبر
٣٧٢	٣٦٢	نوفمبر
٢٥٥	٢٦٥	المتوسط الفصلي
٢٧٥	٣٣٢	المتوسط السنوي

المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة (٢٠١١/١٩٤١) بيانات غير منشورة وتطبيق معامل تبريد الرياح.

٤ - قرينة إعتدال المناخ لببلي:

اهتم ببلي بدراسة أثر درجة الحرارة على الإنسان ومدى تأثيرها على إحساسه بإعتدال المناخ، وقد قسم ببلي العالم إلى خمسة أقاليم لإعتدال المناخ دون تحديد ما إذا كان غير الإعتدال بارداً أو حاراً، فاعتمد في معامل إعتدال المناخ على متوسطات درجة الحرارة والمدى الحرارى الشهري أو الفصلي أو السنوي بالإضافة إلى الثوابت ذات الدلالة، وتأخذ معادلة معامل إعتدال المناخ الصيغة التالية (على موسى، ١٩٨٩، ص ٧٩):

$$\text{معامل الإعتدال الشهري} = ١٠٩ - ٣٠ \text{ كجم} [\text{متوسط درجة الحرارة الشهرية} - ٤] + ٠.٣٦٦ \times \text{المدى الحرارى الشهري} + ١,٤٦]^2 .$$

وقد وضع ببلي سلماً لتصنيف المناخ إلى مناخات معتدلة ومناخات غير معتدلة وذلك حسب درجة الإعتدال كما هو موضح فى الجدول (٦) التالى:

جدول (٦) السلم التصنيفي لمعامل إعتدال المناخ لبيلى

نوع المناخ		قيمة المعامل	نوع المناخ		قيمة المعامل
مناخات غير معتدلة	شبة معتدل	٣٥ - ٥٠	مناخات معتدلة	دائم الإعتدال	٨٠ - ١٠٠
	غير معتدل	٢٠ - ٣٥		معتدل جداً	٦٥ - ٨٠
	متطرف	٢٠ - صفر		معتدل	٥٠ - ٦٥

المصدر: على حسن موسى، ١٩٨٩، ص ٧٩.

يوضح الجدول (٧) والشكل (٦) نتائج تطبيق معامل إعتدال المناخ لبيلى على بورسعيد وأسيوط،

ويظهر من هذه النتائج الخصائص التالية:

➤ يتميز المناخ أثناء شهور فصل الشتاء بأنه معتدل جداً فى بورسعيد حيث بلغت قيمة معامل الإعتدال الفصلى ٦٧,٩؛ ويرجع ذلك لتأثير البحر المتوسط ونسيم البر والبحر، أما مناخ أسيوط فيكون معتدل شتاء حيث بلغت قيمة معامل الإعتدال الفصلى ٥٩,١.

➤ يكون المناخ أثناء شهور فصل الربيع معتدل فى بورسعيد حيث بلغت قيمة معامل الإعتدال الفصلى ٦٠,٠ ماعدا شهر مارس فيكون المناخ معتدلاً جداً، أما فى أسيوط فالمناخ شبة معتدل حيث بلغت قيمة معامل الإعتدال الفصلى ٤٥,٥ ماعدا شهر مارس أيضاً فيكون المناخ معتدل.

➤ يتصف المناخ أثناء شهور فصل الصيف بأنه شبة معتدل فى بورسعيد حيث بلغت قيمة معامل الإعتدال الفصلى ٤٣,٠، أما فى أسيوط فالمناخ غير معتدل حيث بلغت قيمة معامل الإعتدال الفصلى ٣٤,٥ ماعدا شهر أغسطس يكون المناخ شبة معتدل.

➤ يتميز المناخ أثناء شهور فصل الخريف بأنه معتدل فى بورسعيد حيث بلغت قيمة معامل الإعتدال الفصلى ٥٢,١، ماعدا شهر سبتمبر يكون المناخ شبة معتدل، أما فى أسيوط فالمناخ شبة معتدل حيث بلغت قيمة معامل الإعتدال الفصلى ٤٦,١، ماعدا شهر نوفمبر يكون المناخ معتدل.

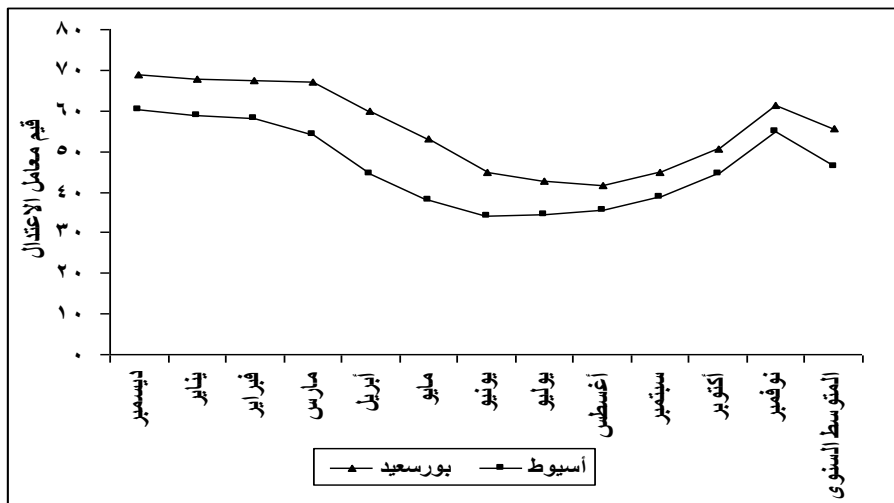
➤ يكون المناخ خلال شهور السنة معتدل فى بورسعيد حيث بلغت قيمة معامل الإعتدال السنوى ٥٥,٧، أما فى أسيوط فالمناخ شبة معتدل حيث بلغت قيمة معامل الإعتدال السنوى ٤٦,٣.

على الرغم من مميزات هذه المعادلة إلا أنها لا تظهر أسباب واتجاهات التصنيف صوب المناخات غير المعتدلة، من حيث ما إذا كان السبب يرجع لإرتفاع الحرارة أو إنخفاضها(على موسى، ١٩٨٩، ص ٧٩).

جدول (٧) قيم معامل إعتدال المناخ الشهرية والفصلية والسنوية لببلي بمنطقتي الدراسة.

المحطة / الشهر	بورسعيد	أسيوط
ديسمبر	٦٨,٧	٦٠,٢
يناير	٦٧,٨	٥٩,٠
فبراير	٦٧,٤	٥٨,٢
المتوسط الفصلي	٦٧,٩	٥٩,١
مارس	٦٧,٢	٥٤,٣
إبريل	٥٩,٨	٤٤,٤
مايو	٥٣,١	٣٧,٩
المتوسط الفصلي	٦٠,٠	٤٥,٥
يونيو	٤٤,٩	٣٤,٠
يوليو	٤٢,٦	٣٤,٤
أغسطس	٤١,٧	٣٥,٥
المتوسط الفصلي	٤٣,٠	٣٤,٥
سبتمبر	٤٤,٧	٣٨,٧
أكتوبر	٥٠,٥	٤٤,٦
نوفمبر	٦١,٣	٥٥,٠
المتوسط الفصلي	٥٢,١	٤٦,١
المتوسط السنوي	٥٥,٧	٤٦,٣

المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة من (٢٠١١/١٩٤١م) بيانات غير منشورة وتطبيق معادلة ببلي.



المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة من (٢٠١١/١٩٤١م) بيانات غير منشورة وتطبيق معادلة ببلي.

شكل (٦) قيم معامل إعتدال المناخ الشهرية والسنوية لببلي بمنطقتي الدراسة.

5 - درجة الحرارة الفعالة لجفني (١٩٧٣م):

تعد درجة الحرارة الفعالة إحدى المعايير التي وضعت للدلالة على مدى إرتياح الإنسان. وقد وضع العالم جفني سلم تصنيفي لدرجة راحة الإنسان المقابلة لدرجات الحرارة الفعالة جدول (٨)، وذلك من معطيات النتائج التي حصل عليها من تجاربه في أستراليا في بيئات مختلفة ولأشخاص يلبسون ثيابا عادية في وضع الجلوس. كما في جدول السلم التصنيفي لجفني.

جدول (٨) السلم التصنيفي لجفني

نوع الراحة	درجة الحرارة الفعالة (م)
عدم راحة شديدة	أكثر من ٢٨ م°
عدم راحة	٢٧ - ٢٨ م°
إنتقالي بين عدم الراحة والراحة (حار)	٢٦,٩ - ٢٥ م°
حالة راحة	٢٤,٩ - ١٧ م°
إنتقالي بين الراحة وعدم الراحة (بارد)	١٦,٩ - ١٥ م°
عدم راحة	أقل من ١٥ م°

المصدر: علي موسى، ١٩٨٢، ص ٩٩.

جدول (٩) المعدل الفصلي لمعامل درجة الحرارة الفعالة بمنطقتي الدراسة

المحافظة	الفصول	
	بورشعيد	أسيوط
فصل الشتاء	١٦,٣	١٦
نوع الراحة	إنتقالي بارد	إنتقالي بارد
فصل الربيع	١٩,٩	٧,٢٤
نوع الراحة	راحة تامة	راحة تامة
فصل الصيف	٢٧	٨,٣٠
نوع الراحة	عدم راحة	عدم راحة شديدة
فصل الخريف	٢٤,٤	٣,٢٥
نوع الراحة	راحة تامة	إنتقالي حار
المتوسط السنوي	٢١,٩	٢,٢٤
نوع الراحة	راحة تامة	راحة تامة

المصدر: اعتماداً على السلم التصنيفي لجفني، وبيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة (١٩٤١/٢٠١١).

نخلص من الجدول (٩) أن نتائج تطبيق معامل درجة الحرارة الفعالة أوضحت وقوع كل من بورشعيد وأسيوط خلال فصل الشتاء ضمن النطاق الإنتقالي البارد. وفي فصل الربيع وقع كل من بورشعيد وأسيوط ضمن نطاق الراحة التامة. أما في فصل الصيف فيظهر الإختلاف بين منطقتي الدراسة حيث وقعت أسيوط ضمن نطاق عدم الراحة الشديدة وذلك بسبب إرتفاع درجة الحرارة بها؛ بينما وقعت بورشعيد

ضمن نطاق عدم الراحة. وفي فصل الخريف وقعت بورسعيد ضمن نطاق الراحة التامة بينما في أسبوط وقعت في النطاق الإنتقالي الحار. ومما سبق يتضح من تطبيق معامل الحرارة الفعالة لجفنى أن بورسعيد الساحلية القريبة من البحر المتوسط ذات المناخ الجزرى تدخل دائماً ضمن النطاق المعتدل ونطاق الراحة التامة أما أسبوط الداخلية ذات المناخ القارى فتقع ضمن النطاق شبه المعتدل في معظم فصول السنة.

مقارنة نتائج معايير التصنيف الحيوي لمنطقتى الدراسة:

١- معايير العنصر المناخي الواحد (بيلى - جفنى):

يتضح من الجدول (١٠) وبتطبيق معامل الحرارة الفعالة لجفنى أن منطقتى الدراسة تدخل ضمن النطاق المعتدل أى نطاق الراحة التامة. أما طبقاً لمعيار بيلي فنجد أن محافظة بورسعيد القريبة من البحر المتوسط ذات المناخ البحرى تقع ضمن النطاق المعتدل، أما محافظة أسبوط الداخلية ذات المناخ الصحراوى القارى فتقع ضمن النطاق شبه المعتدل في كل فصول السنة. فبالتالى يعد معيار بيلي الأنسب تمثيلاً لمناخ منطقتى الدراسة، فيمثل حالة المناخ الفعلية في بورسعيد وأسبوط وذلك بسبب إتماده على درجة الحرارة والمدى الحرارى على العكس من معيار جفنى الذي يعتمد على درجة الحرارة فقط.

جدول (١٠) مقارنة معياري إعتدال المناخ لبيلى ودرجة الحرارة الفعالة لجفنى بمنطقتى الدراسة

المحافظة المعيار	بورسعيد	أسبوط
بيلي	معتدل	شبه معتدل
جفنى	حالة راحة	حالة راحة

المصدر: اعتماداً على الجدولين (٧)، (٨).

٢- مقارنة المعايير المركبة (سبل - توم - أوليفر):

نخلص من دراسة جدول (١١) أن نتائج تطبيق معيارى تبريد الرياح وتوم جاءت في فصل الشتاء في بورسعيد أن الإنسان يشعر بالبرودة في ذلك الفصل نتيجة إقتران إنخفاض درجة الحرارة مع إرتفاع الرطوبة النسبية ويزيد الشعور بالبرودة مع إزدياد سرعة الرياح. أما بتطبيق معيار أوليفر على بورسعيد فقد جاء مناخها مريحاً وقد يرجع ذلك إلي وقوعها وسط المياه فيؤدى ذلك إلي دفئها النسبى في فصل الشتاء، أما في محافظة أسبوط جاءت نتائج معيار تبريد الرياح وتوم متفقان علي أن هناك راحة نسبية باردة، بينما جاءت نتائج معيار أوليفر أن أسبوط مناخها مريح. ولكن نتائج معيار تبريد الرياح وأوليفر هي الأقرب إلي الواقع بمنطقتى الدراسة. وفي فصل الربيع جاءت نتائج معيارى تبريد الرياح وأوليفر بأن مناخ بورسعيد مريح نسبياً، بينما جاءت نتائج معيار توم بأن مناخ بورسعيد مريح تماماً. أما في أسبوط إتفق معيارى توم وأوليفر بأن مناخها مريح نسبياً بينما بتطبيق معيار تبريد الرياح جاءت النتائج بوقوع أسبوط في النطاق اللطيف المنعش.

جدول (١١) مقارنة معايير تبريد الرياح وتوم وأوليفر بمنطقتي الدراسة

المحافظة الفصول	المعيار	بورسعيد	أسيوط
فصل الشتاء	برودة الرياح توم أوليفر	أميل للبرودة راحة نسبية باردة مريح	مائل للبرودة راحة نسبية باردة مريح
فصل الربيع	برودة الرياح توم أوليفر	مائل للبرودة راحة تامة مريح نسبياً	لطيف ومنعش راحة نسبية حارة مريح نسبياً
فصل الصيف	برودة الرياح توم أوليفر	لطيف ومنعش انزعاج متوسط حار متعب	دافئ انزعاج متوسط حار متعب
فصل الخريف	برودة الرياح توم أوليفر	مائل للبرودة راحة نسبية حارة مريح نسبياً	لطيف ومنعش راحة نسبية حارة مريح نسبياً

المصدر: من حساب الطالبة اعتماداً على الجدول (١)، (٣)، (٥).

أما خلال فصل الصيف إتفق معياري توم وأوليفر بأن مناخ كل من بورسعيد وأسيوط متعب ومزعج نسبياً بسبب إرتفاع درجات الحرارة، بينما معامل تبريد الرياح جاءت نتائجه مطابقة للمعيارين السابقين في محافظة أسيوط حيث موقعها الداخلى الصحراوي القارى، أما محافظة بورسعيد فنجد مناخها طبقاً لنتائجه تقع ضمن النطاق اللطيف المنعش، وهذا يرجع إلى هبوب الرياح الشمالية التي تطف من الجو في هذا الفصل على بورسعيد الساحلية القريبة من البحر المتوسط ذات المناخ الجزرى. وجاءت نتائج تطبيق المعايير في الخريف على اتفاق معياري توم وأوليفر بأن المناخ في منطقتي الدراسة يمثل راحة نسبية حارة، بينما نتائج معامل تبريد الرياح جاءت في بورسعيد بأن مناخها مائل للبرودة، في حين أن مناخ أسيوط لطيف ومنعش.

ثانياً: أقاليم الراحة بمنطقتي الدراسة طبقاً لمعادلات الراحة المناخية والمنحنى المناخي الحيوى:

المنحنى المناخي الحيوى بمنطقتي الدراسة:

يستخدم المنحنى البيانى المناخي الحيوى Climograph لإظهار اتجاه الحرارة والرطوبة معاً فى الأقاليم الجغرافية. كما يظهر مدى تأثير الظروف المناخية المختلفة على النشاط البشرى، فالإنسان لا يستطيع أن يتحمل درجات حرارة مرتفعة مع رطوبة مرتفعة (عبد القادر عبد العزيز، ٢٠٠٢، ص ٢٤٩)،

وكذلك لا يستطيع الإنسان أن يتحمل درجات حرارة مرتفعة مع رطوبة منخفضة وفى هذه الحالة يتصف المناخ بأنه حاد متطرف ولا يصبح ملائماً للإنسان (عبد القادر عبد العزيز، ٢٠٠٠، ص ٢٩)، ولذلك أفضل الظروف الجوية لراحة الإنسان هى المعتدلة التى تكون الرطوبة فيها ما بين ٤٠% - ٦٠% والحرارة معتدلة ما بين ١٨° - ٢٥°م (عبد القادر عبد العزيز، ٢٠٠١، ص ١٠١)، ومن المعلوم أن أنسب ظروف مناخية مثلى للإنسان عندما يجتمع الحرارة المعتدلة والرطوبة المعتدلة سوياً.

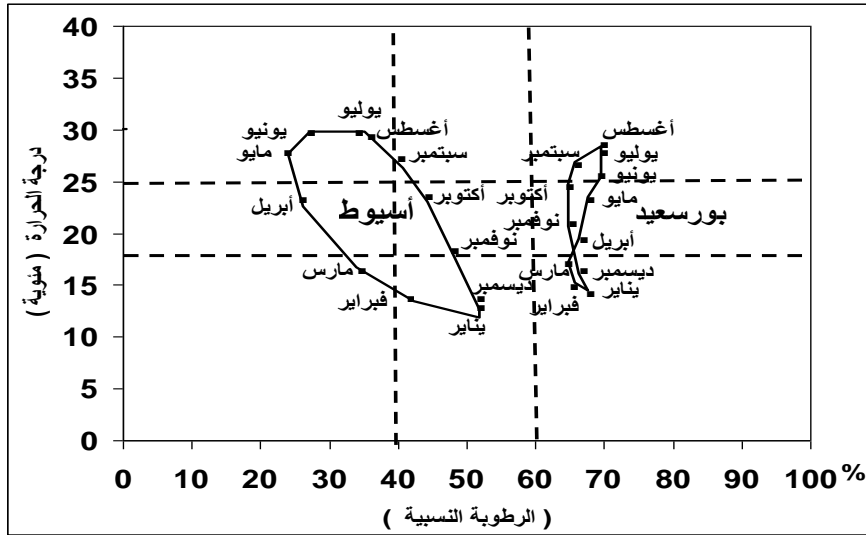
يوضح المنحنى المناخى الحيوى أقاليم الراحة والإرهاق المناخى من خلال تحديد موقع كل شهر فى نطاقات المنحنى بمحافظة بورسعيد وأسيوط، وتضم نطاقات المنحنى هذه سبعة أنواع مناخية كما فى شكل (٧) وهى المناخ الحار الرطب، البارد الرطب، الحار الجاف، البارد الجاف، المريح حرارياً (تتراوح درجة الحرارة من ١٨-٢٥°م) وغير مريح فى قيم الرطوبة، المريح فى الرطوبة (تتراوح نسبة الرطوبة من ٤٠% - ٦٠%) وغير المريح حرارياً، ثم المناخ المريح عامة وهو ناتج من تداخل النوعين السابقين. ويتوقع بورسعيد وأسيوط على المنحنى المناخى التى تظهر فى الشكل (٨) يمكن إبراز الخصائص التالية: يتسم مناخ بورسعيد خلال شهور الشتاء فى ديسمبر، يناير، فبراير، وأيضاً مارس بإنخفاض درجات الحرارة مع إرتفاع الرطوبة النسبية فنجد أن هذه الشهور تقع ضمن النطاق البارد الرطب، أما شهور أبريل، مايو، أكتوبر، ونوفمبر فيتسم مناخها بالراحة حرارياً والإزعاج فى الرطوبة، ومع إرتفاع درجات الحرارة والرطوبة معاً خلال فصل الصيف فنجد أن شهور يونيو، يوليو، أغسطس، وأيضاً سبتمبر تقع ضمن النطاق الحار الرطب مما يسبب الشعور بالضيق والإرهاق وعدم القدرة على التركيز.

تتمتع أسيوط بتباين نوع المناخ خلال شهور السنة، فيظهر نطاق المناخ المثالى فى أسيوط خلال شهرى أكتوبر ونوفمبر حيث إعتدال درجات الحرارة والرطوبة أى الراحة المثلى للإنسان، أما الراحة فى الرطوبة مع الإزعاج فى الحرارة فتكون فى شهور سبتمبر، ديسمبر، يناير، وفبراير، ثم يقع شهر مارس فى نطاق المناخ البارد الجاف، و يتسم مناخ شهر أبريل بالراحة حرارياً والإزعاج فى الرطوبة، كما أن شهور مايو، يونيو، يوليو، وأغسطس يكون مناخها حار جاف، ويرجع ذلك إلى إرتفاع درجة الحرارة وإنخفاض الرطوبة النسبية.



المصدر: عبد القادر عبد العزيز، ٢٠٠٠، ص ٣٠.

شكل (٧) نموذج للمنحنى المناخي الحيوى لأقاليم الراحة والإرهاق المناخي.



المصدر: البيانات المناخية لعنصرى درجة الحرارة والرطوبة النسبية اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة (٢٠١١/١٩٤١) بيانات غير منشورة .

شكل (٨) المنحنى المناخي الحيوى لأقاليم الراحة والإرهاق المناخي بمنطقتى الدراسة

ثالثاً: التوازن المائى (الموازنة المائية) لجسم الإنسان بمنطقتى الدراسة:

يطلق على التوازن المائى لجسم الإنسان معدل إفراز الجسم للعرق، كقريئة لمدى شعور الإنسان بالإرتياح أو بالضيق من الظروف الجوية، حيث يلعب الماء دوراً كبيراً فى التنظيم الحرارى لجسم الإنسان، فالجسم الذى لا يتعرق سيحصل على توازنه عندما تتوازن درجات الحرارة المستمدة من مصادر متنوعة مع المفقود من الجلد. ويتطلب تخثير جرام واحد من الماء (١سم^٣) كمية من الحرارة تقدر بحوالى ٠,٦ كيلو حريرة، ولذا فإن كوباً من الماء (٢٣٠ جرام) يلزمه كميته حرارة مقدارها ١٣٨ كيلو حريرة كى تتبخر مياهه. وعندما ترتفع حرارة الجسم فإن مصدر تخفيفها يكون عن طريق تبخير المياه، إما بواسطة التعرق أو بالتبخير المباشر للرطوبة من الرئتين والمجارى التنفسية العليا. وفى حال كون درجة الحرارة

مرتفعة (أكثر من ٣٠ م) والرطوبة النسبية عالية (أكثر من ٥٠%) فإن فقدان الحرارة عن طريق التنفس يكون أكثر من فقدها عن طريق التعرق. أما إذا كان الهواء مشبعاً ببخار الماء ودرجة الحرارة تزيد عن ٣٣ م فإن التعرق يبقى الأهم في فقد الحرارة، ولكن إذا زادت درجة الحرارة عن ٣٧ م (أكثر من حرارة الجسم) فإن الإنسان يتضايق منها، ويكون الهواء المطروح أثناء الزفير ذا رطوبة نسبية تقارب من ٨٠ - ٩٠%، وبذلك فإن الحرارة المفقودة بالتنفس لا تكون عند نهايتها القصوى (على موسى، ١٩٨٢، ص ٩٥).

إن عملية التعرق من أهم العمليات التي تقوم بمهمة التنظيم الحراري لجسم الإنسان وقد استعمل الباحثين، معدل إفراز الجسم للتعرق، قرينة لمدي شعور الإنسان بالضيق من الظروف الجوية (شحاته سيد أحمد، ٢٠٠٤ م، ص ٢٦٩). ولما كان جسم الإنسان العادي (المتوسط الوزن) يحتوى على ثلثي وزنه ماء، فإن أى نقصان أو زيادة عن هذه النسبة المرتفعة بمقدار ١% يمكن أن يسبب اضطراباً جسيماً، بينما لو نقصت النسبة بحدود ١٠% فإن الإنسان يعجز عن المشى، فى حين يتعرض للموت إذا نقصت الكمية ٢٠% ولم ينفذ بسرعة بإمداده بالماء اللازم. ولقد تبين بالحساب (أدولف Adolph ١٩٤٧) أن معدل التعرق (جرام/ساعة) بالنسبة للإنسان العادي فى أجواء صحراوية يكون على الشكل التالى:

$$(١) \text{ بالنسبة لإنسان يمشى فى الشمس} = ٧٢٠ + ٤١ (\text{ح} - ٣٣).$$

$$(٢) \text{ بالنسبة لإنسان يمشى فى الليل} = ٤٠٠ + ٣٩ (\text{ح} - ٣٣).$$

$$(٣) \text{ بالنسبة لإنسان مرتدياً ملابسه وجالساً فى الشمس} = ٣٠٠ + ٣٦ (\text{ح} - ٣٣).$$

$$(٤) \text{ بالنسبة لإنسان مرتدياً ملابسه وجالساً فى الظل أثناء النهار} = ١٨٠ + ٢٥ (\text{ح} - ٣٣).$$

يتضح من العلاقتين (٣ ، ٤) أن ملابس الإنسان توفر قرابة ١٢٠ كيلو حريرة/ساعة (ح=٣٩ م) وهى كمية تعادل قرابة ٢٠٠ جرام/ساعة (على موسى، ١٩٨٢، ص ٩٦). وفيما يلي دراسة لقيم التعرق الفصلية والسنوية طبقاً لمعادلة أدولف Adolph حيث تم استخدام المعدلات الفصلية والسنوية لدرجة الحرارة العظمى لتطبق على إناس يمشون فى الشمس، والمعدلات الفصلية والسنوية لدرجة الحرارة الصغرى لتطبق على إناس يمشون فى الليل، ومتوسط درجة الحرارة الفصلي والسنوي لتطبق على إناس يجلسون فى الشمس، ويجلسون فى الظل. فيوضح الجدولين (١٢- أ)، (١٢- ب)، الأشكال (١٧)، (١٨)، (١٩)، (٢٠) نتائج تطبيق معادلة أدولف لمعدلات التعرق فى بورسعيد وأسيوط فى مختلف الأوضاع السابق ذكرها، وأيضاً لإظهار العلاقة بين درجة الحرارة العظمى وكمية العرق، تم استخدام معامل ارتباط (بيرسون) ومعادلة انحدار الخط المستقيم ونتائج هذه التحليلات الإحصائية موضحة فى الأشكال (٩)، (١٠)، (١١)، (١٢)، (١٣)، (١٤)، (١٥)، (١٦) فيظهر من النتائج الخصائص التالية:

- يتأثر التعرق بدرجة الحرارة فكلما إرتفعت درجة الحرارة لجأ الجسم إلي التعرق لكي يتخلص من السرعات الحرارية الزائدة، بقياس معامل الإرتباط بين درجة الحرارة العظمى وكمية التعرق لأشخاص يمشون تحت أشعة الشمس تبين وجود معامل إرتباط جوهري طردي تام بلغ (١) صحيح فى كل من منطقتى الدراسة

بمستوي ثقة أكثر من ٩٩% كما بلغ معامل التحديد ١ صحيح وهو يدل علي أن ١٠٠% من كمية العرق يمكن تفسيرها بالتغيير في متوسط درجة الحرارة العظمي بمنطقتي الدراسة.

■ بقياس معامل الارتباط بين الحرارة العظمي ومعدلات التعرق لإنسان يجلس في الشمس تبين لنا وجود ارتباط طردي تام في كل من منطقتي الدراسة بلغ معامل التحديد (١) صحيح؛ وهو ارتباط قوي وبمستوي ثقة أكثر من ٩٩% وهذا يعني أن ١٠٠% من الإختلاف في قيم التعرق يرجع إلي التغيرات في درجات الحرارة.

■ تبين بقياس معامل الارتباط بين درجة الحرارة العظمي ومعدلات التعرق لأشخاص يجلسون في الظل أثناء النهار وجود علاقة طردية تامة في محافظة أسيوط وبلغ معامل الارتباط ١ صحيح بمستوي ثقة أكثر من ٩٩% وبلغ معامل التحديد (١) صحيح أي أن ١٠٠% من الإختلاف في معدلات التعرق ترجع إلي الإختلاف في درجات الحرارة العظمي بالمحافظة. أما في بورسعيد نجد أن معامل الارتباط طردي تام، بمعامل ارتباط ٠,٩٥، بمستوي ثقة ٩٩%، وبلغ معامل التحديد في بورسعيد ٠,٩٩، وهذا يعني أن ٩٩% من الإختلاف في قيم التعرق بمنطقتي الدراسة يرجع إلي التغير في درجة الحرارة العظمي بهم.

■ اتضح بقياس معامل الارتباط بين درجة الحرارة الصغرى ومعدلات التعرق لأشخاص يمشون في الليل وجود ارتباط تام بلغ (١) صحيح بمنطقتي الدراسة. وكذلك بلغ معامل التحديد (١) صحيح في كل من منطقتي الدراسة، وهذا يعني أن ١٠٠% من الإختلاف في معدلات التعرق يرجع إلي التغير في درجة الحرارة الصغرى في بورسعيد وأسيوط.

■ يتضح من قيم التعرق خلال فصل الشتاء بأنها أدنى قيم لمعدلات التعرق الفصلية على مدار فصول السنة الأربعة حيث يتعرق الإنسان بمنطقتي الدراسة في حالة المشي في الشمس فقط، حيث بلغ متوسط قيمة التعرق في بورسعيد ١٣٧,٨ جرام/ساعة، وبالالاتجاه جنوباً حيث زيادة درجات الحرارة أثناء النهار وبالتالي زيادة معدلات التعرق فقد بلغت في أسيوط ٢١٩,٨ جرام/ساعة، أما في حالات الجلوس في الشمس والجلوس في الظل والمشي في الليل فقد سجلت نتائج سالبة أي لا يتعرق الإنسان في هذه الأوضاع خلال فصل الشتاء في كل من منطقتي الدراسة.

■ يتبين من قيم التعرق خلال فصل الربيع بأنها تالية لقيم التعرق خلال فصل الشتاء حيث مرور المنخفضات الجوية الربيعية الخماسينية التي ترفع درجات الحرارة بشكل ملحوظ، مما يجعل الإنسان يتعرق في منطقتي الدراسة في حالة المشي في الشمس فقط، فبلغ متوسط قيمة التعرق في بورسعيد ٣٠٥,٩ جرام/ساعة، وبالالاتجاه جنوباً حيث زيادة درجات الحرارة أثناء النهار وبالتالي زيادة معدلات التعرق والتي تصل إلى الضعف فبلغت في أسيوط ٦٢٥,٧ جرام/ساعة، أما في حالات الجلوس في

الشمس والجلوس فى الظل والمشى فى الليل فقد سجلت نتائج سالبة أى لا يتعرق الإنسان فى هذه الأوضاع خلال فصل الربيع فى كل من منطقتى الدراسة.

جدول (١٢ أ) قيم التعرق الفصلية والسنوية طبقاً لمعادلة أدولف بمنطقتى الدراسة (جرام/ساعة)

التوقيت		يمشى فى الشمس		جالس فى الشمس	
المحطات الفصول		بورسعيد	أسيوط	بورسعيد	أسيوط
		الشتاء	١٣٧,٨	٢١٩,٨	-٣٣٠
الربيع	٣٠٥,٩	٦٢٥,٧	-٨,١٧٨	-٢,٦٧	
الصيف	٥٨٤,٧	٨٧٥,٨	٦,٦٩	١٧٤	
الخريف	٤٦٥,٨	٦١٧,٥	-٦,٢٧	-٦٠	
المتوسط السنوى	٣٧١,٥	٥٨٤,٧	١١٧,٦-	٨٨, ٨-	

المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة (٢٠١١/١٩٤١) بيانات غير منشورة، وتطبيق معادلة أدولف.

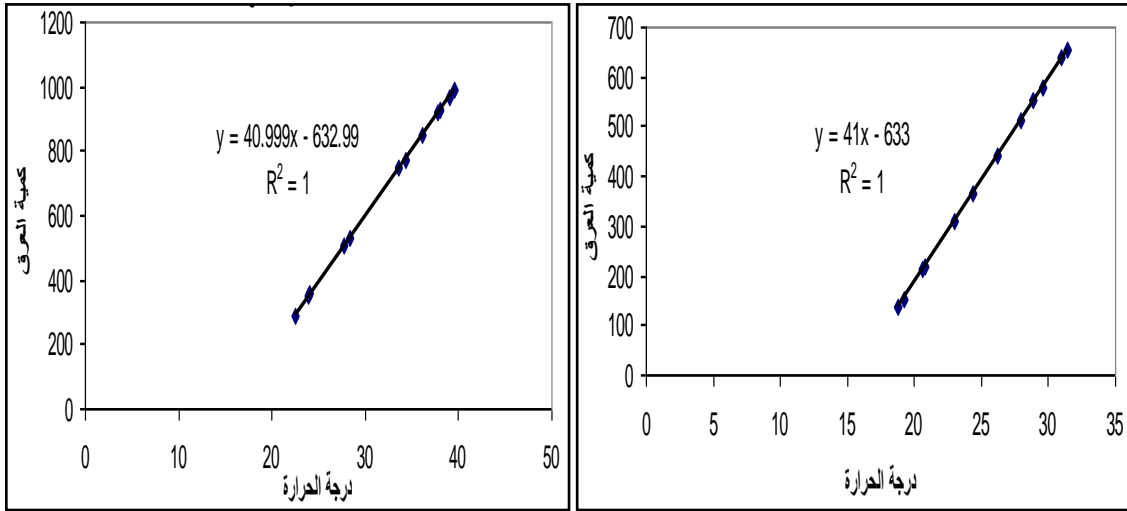
جدول (١٢ ب) قيم التعرق الفصلية والسنوية طبقاً لمعادلة أدولف بمنطقتى الدراسة (جرام/ساعة)

التوقيت		يمشى فى الليل		جالس فى الظل	
المحطات الفصول		بورسعيد	أسيوط	بورسعيد	أسيوط
		الشتاء	-٣,٤٠٧	٦٣٣,٥-	-٥,٢٥٧
الربيع	-٦,٢٣٩	٣١٧,٦-	-٥,١٥٢	-٧٥	
الصيف	٣,٣٧	٣٦,٨-	٢٠	٥,٩٢	
الخريف	-٦٨	٢٦٣-	-٥,٤٧	-٧٠	
المتوسط السنوى	١٩٦,٤-	٣١٣,٧-	١١٠-	٩٠-	

المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة (٢٠١١/١٩٤١) بيانات غير منشورة، وتطبيق معادلة أدولف.

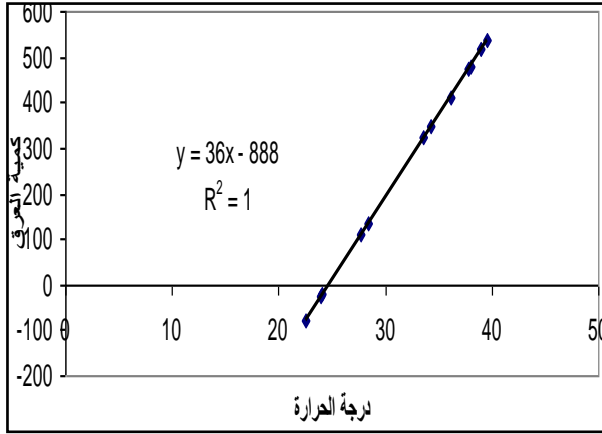
■ يلاحظ من قيم التعرق خلال فصل الصيف بأنها أقصى قيم سجلت لمعدلات التعرق الفصلية على مدار فصول السنة الأربعة وفى كل الأوضاع التى وضعها أدولف حيث كون فصل الصيف أكثر فصول السنة إرتفاعاً فى درجات الحرارة، فنجد أن الإنسان يتعرق بمنطقتى الدراسة فى حالة المشى فى الشمس بقيمة تعرق فى بورسعيد ٥٨٤,٧ جرام/ساعة، وبالأتجاه جنوباً حيث زيادة درجات الحرارة أثناء النهار وبالتالي زيادة معدلات التعرق فبلغت فى أسيوط ٨٧٥,٨ جرام/ساعة، ثم تبدأ تنخفض معدلات التعرق فى الأوضاع الأخرى، وفى حالة الجلوس فى الشمس تبلغ قيمة التعرق فى بورسعيد ٦٩,٦ جرام/ساعة وفى أسيوط ١٧٤ جرام/ساعة، أما فى حالة الجلوس فى الظل فنقل قيم التعرق لتسجل فى بورسعيد ٢٠ جرام/ساعة لكنها تزداد لأكثر من الضعف فى أسيوط لتسجل ٩٢,٥ جرام/ساعة، وفى حالة المشى فى الليل فقد بلغت قيم التعرق فى بورسعيد ٣٧,٣ جرام/ساعة لكنها سجلت قيم سالبة فى أسيوط -٣٦,٨ جرام/ساعة أى لا يتعرق الإنسان فى هذه الحالة فى أسيوط خلال فصل الصيف.

- يظهر من قيم التعرق خلال فصل الخريف بأنها تعود للإخفاض في هذا الفصل عنها في فصل الصيف، فنجد أن الإنسان يتعرق في منطقتي الدراسة في حالة المشي في الشمس فقط حيث بلغ متوسط قيمة التعرق في بورسعيد ٤٦٥,٨ جرام/ساعة وبالالاتجاه جنوباً حيث زيادة درجات الحرارة أثناء النهار وبالتالي زيادة معدلات التعرق فقد بلغت في أسيوط ٦١٧,٥ جرام/ساعة، أما في حالات الجلوس في الشمس والجلوس في الظل والمشي في الليل فقد سجلت نتائج سالبة أي لا يتعرق الإنسان في هذه الأوضاع خلال فصل الخريف في كل من منطقتي الدراسة.
- يتضح من معدلات قيم التعرق السنوية بأن الإنسان يتعرق في منطقتي الدراسة في حالة المشي في الشمس فقط حيث بلغ متوسط قيمة التعرق في بورسعيد ٣٧١,٥ جرام/ساعة وبالالاتجاه جنوباً حيث زيادة درجات الحرارة أثناء النهار وبالتالي زيادة معدلات التعرق فقد بلغت في أسيوط ٥٨٤,٧ جرام/ساعة، أما في حالات الجلوس في الشمس والجلوس في الظل والمشي في الليل فقد سجلت المعدلات السنوية لقيم التعرق نتائج سالبة أي لا يتعرق الإنسان في هذه الأوضاع في كل من منطقتي الدراسة.
- يتوجب على الإنسان في حال فقدته لكمية من الماء أن يأخذ غيرها من مصدر ما، ذلك أنه من الضروري أن تعوض المياه المفقودة بالتعرق والتنفس، حيث أن الإعياء أو التعب الناجم عن فقد الماء هو شيء خداع، حيث أن المرء قد ينهار من نقص الماء دون أن يدرك السبب. لذلك تتضح أهمية التوازن المائي في جسم الإنسان ومدى تأثيره على صحة وراحة الإنسان وبالتالي على الأنشطة البشرية المختلفة.

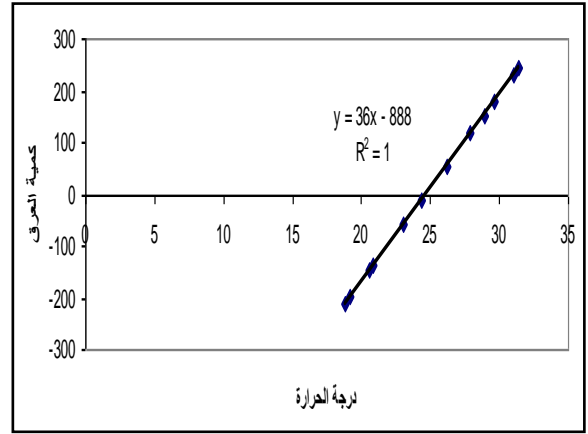


شكل (١٠) العلاقة بين متوسط درجة الحرارة العظمى وكمية العرق لإناس يمشون في الشمس بأسيوط

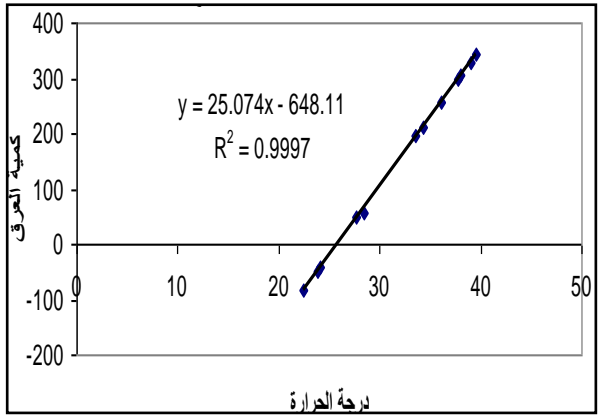
شكل (٩) العلاقة بين متوسط درجة الحرارة العظمى وكمية العرق لإناس يمشون في الشمس ببورسعيد



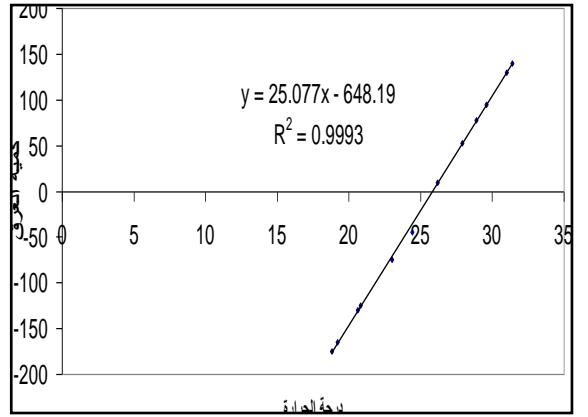
شكل (١٢) العلاقة بين متوسط درجة الحرارة العظمى وكمية العرق لإناس يجلسون في الشمس بأسيوط



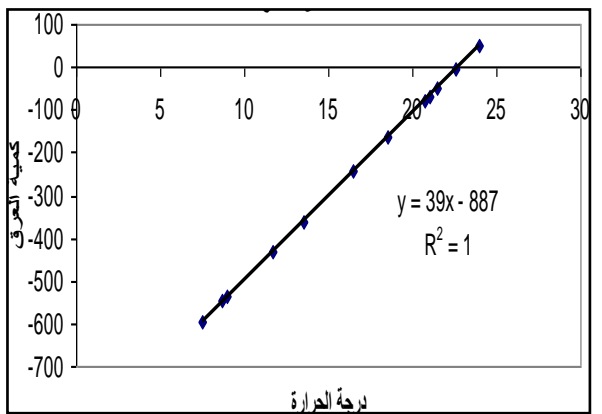
شكل (١١) العلاقة بين متوسط درجة الحرارة العظمى وكمية العرق لإناس يجلسون في الشمس ببورسعيد



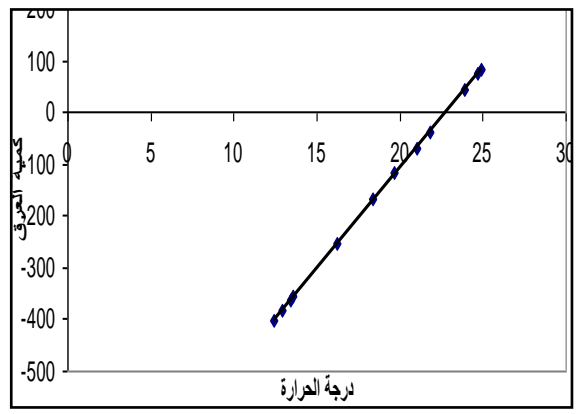
شكل (١٤) العلاقة بين متوسط درجة الحرارة العظمى وكمية العرق لإناس يجلسون في الظل نهارا بأسيوط



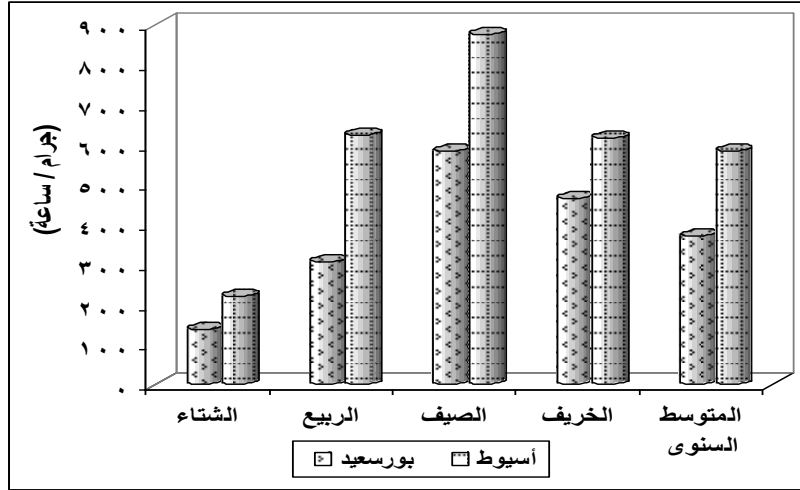
شكل (١٣) العلاقة بين متوسط درجة الحرارة العظمى وكمية العرق لإناس يجلسون في الظل نهارا ببورسعيد



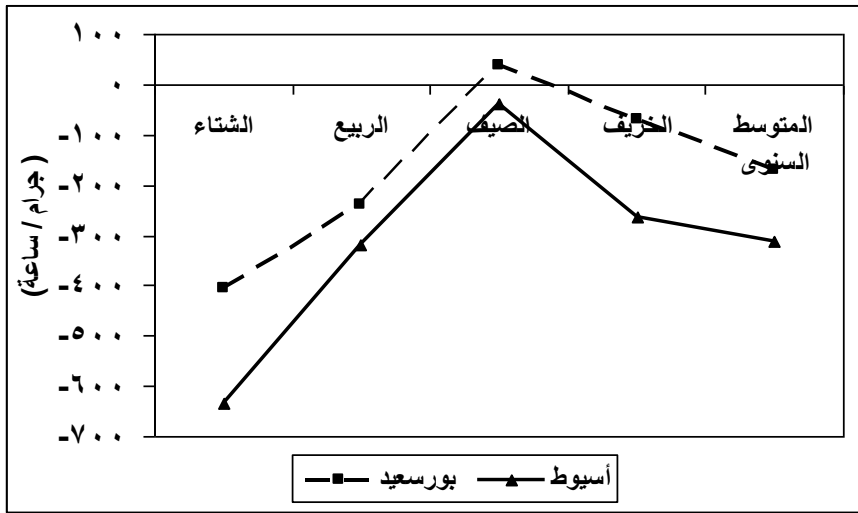
شكل (١٦) العلاقة بين متوسط درجة الحرارة الصغرى وكمية العرق في الليل بأسيوط



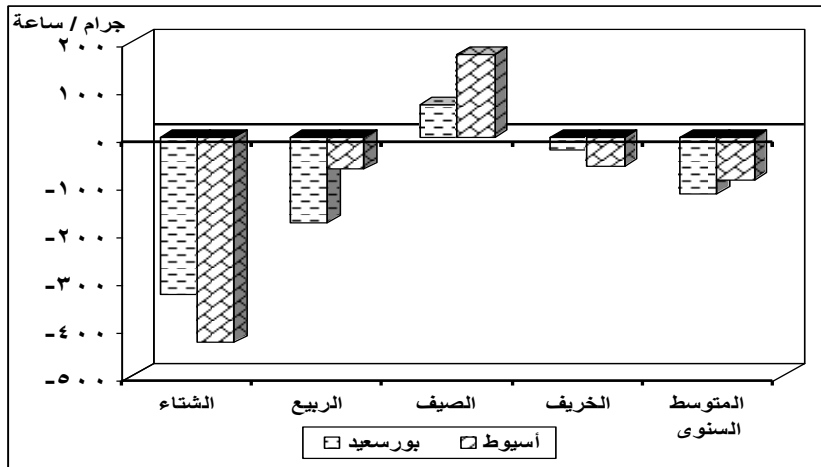
شكل (١٥) العلاقة بين متوسط درجة الحرارة الصغرى وكمية العرق في الليل ببورسعيد



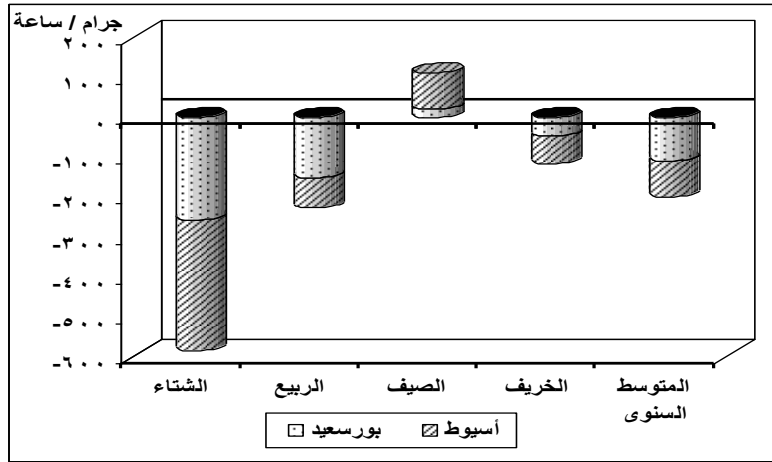
المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة (٢٠١١/١٩٤١) بيانات غير منشورة ، وتطبيق معادلة أدولف. شكل (١٧) قيم التعرق الفصلية والسنوية طبقاً لمعادلة أدولف لإناس يمشون في الشمس بمنطقتي الدراسة (جرام/ساعة)



المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة (٢٠١١/١٩٤١) بيانات غير منشورة، وتطبيق معادلة أدولف. شكل (١٨) قيم التعرق الفصلية والسنوية طبقاً لمعادلة أدولف لإناس يمشون في الليل بمنطقتي الدراسة (جرام/ساعة)



المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة (٢٠١١/١٩٤١) بيانات غير منشورة، وتطبيق معادلة أدولف. شكل (١٩) قيم التعرق الفصلية والسنوية طبقاً لمعادلة أدولف لإناس يجلسون في الشمس بمنطقتي الدراسة (جرام/ساعة)



المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة (١٩٤١/٢٠١١) بيانات غير منشورة ، وتطبيق معادلة أدولف .

شكل (٢٠) قيم التعرق الفصلية والسنوية طبقاً لمعادلة أدولف لإناس يجلسون فى الظل بمنطقتى الدراسة (جرام/ساعة)

رابعاً: التوازن الحرارى (الموازنة الحرارية) لجسم الإنسان بمنطقتى الدراسة:

إن المتغيرات المناخية الرئيسية التى تحدد درجة راحة جسم الإنسان هى الإشعاع، درجة حرارة الهواء، الرطوبة الجوية والرياح. غير أنه للإحاطة الكاملة بالمؤثرات التى تحدد درجة الراحة يجب الأخذ بعين الاعتبار؛ توصيل اللباس الحرارى، ضغط البخار على الجلد، ومعدل الحرارة المتولدة ذاتياً والتى تسبب نشاط الجسم البشرى(حسن سيد أبو العينين، ١٩٩٦، ص٥٧).

يكتسب الإنسان الحرارة من البيئة المحيطة به بواسطة الأتى:

(١) الإشعاع: من السطوح التى حرارتها تزيد عن ٣٣° م (كالشمس، والمصابيح).

(٢) الحملان: من الهواء الحار الذى تزيد حرارته عن ٣٣° م.

(٣) التوصيل: من التماس الجسمى مع الأجسام المرتفعة الحرارة.

لكنه يخسر حرارته بالطرق التالية:

(١) الإشعاع: إلى السطوح التى تقل درجة حرارتها عن ٣٣° م.

(٢) الحملان: بواسطة الهواء المتحرك الذى يحمل الحرارة المنبعثة من الجسم.

(٣) التوصيل: من التماس الجسمى مع الأجسام ذات الحرارة الأقل من حرارته.

(٤) خسارة التبخير.

لقد وضع أدولف Adolph (١٩٤٧) قيمة تقريبية أولية لهذا الكسب الحرارى، معبراً عنه بـ كيلو حريرة/ساعة

(١) $200 + 25$ (ح -٣٣) للإنسان العارى الواقف فى الشمس بغض النظر عن كيفية وقوفه.

(٢) $100 + 22$ (ح -٣٣) للإنسان المرتدى ملابسه الواقف فى الشمس.

(٣) $20 + 18$ (ح -٣٣) للإنسان المرتدى ملابسه فى الليل.

حيث : ح = درجة حرارة الهواء بالدرجة المئوية.

لقد تم تطبيق معادلة أدولف لتقييم الراحة الحرارية بمنطقتي الدراسة بتطبيق العلاقة رقم (٢) لقياس الكسب الحرارى نهائياً باستخدام متوسط درجة الحرارة العظمى الفصلى والسنوى، وتطبيق العلاقة رقم (٣) لقياس الكسب الحرارى ليلاً باستخدام متوسط درجة الحرارة الصغرى الفصلى والسنوى.

١ - التوازن الحرارى لجسم الإنسان نهائياً:

يوضح الجدول (١٣)، والشكل (٢١) نتائج تطبيق معادلة أدولف لتقييم الراحة الحرارية أثناء النهار بمنطقتي الدراسة كما يلي:

➤ يتضح من قيم التوازن الحرارى لجسم الإنسان نهائياً خلال فصل الشتاء الذى يصاحبه مرور المنخفضات الجوية الشتوية وإنخفاض درجات الحرارة مع إنخفاض عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية وتكاثف السحب التى تحجب الإشعاع الشمسى، حيث بلغ المتوسط الفصلى شتاءً لعدد ساعات سطوع الشمس الفعلية فى بورسعيد ٦,٧ ساعة وفى أسبوط ٩ ساعات، فبالتالى يصبح فصل الشتاء فصل فقد حرارى فى كل من منطقتي الدراسة حيث سجل قيماً سالبة فبلغ معدل الفقد الحرارى فى بورسعيد -٢١٢,٤ كيلومتر/ساعة وبالالاتجاه جنوباً ينخفض معدل الفقد الحرارى فى أسبوط إلى -١٦٨,٤ كيلومتر/ساعة، ومرد ذلك أن الفقد الحرارى نهائياً يتناسب طردياً مع إنخفاض درجة الحرارة وزيادة سرعة الرياح خلال فصل الشتاء وبما أن درجات الحرارة تتخفض كلما اتجهنا من الجنوب نحو الشمال فإن إنخفاض قيم الفقد الحرارى نهائياً تكون بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب.

➤ يتبين من قيم التوازن الحرارى لجسم الإنسان نهائياً خلال فصل الربيع الذى يصاحبه مرور المنخفضات الربيعية الخماسينية مع زيادة عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية عن فصل الشتاء فيبلغ المتوسط الفصلى لعدد ساعات سطوع الشمس الفعلية فى بورسعيد ٨,٨ ساعة وفى أسبوط ١٠,٥ ساعة، وأيضاً زيادة سرعة الرياح الخماسينية المحملة بالأتربة والرمال، فبالتالى يصبح فصل الربيع فصل كسب حرارى فى أسبوط، لكنه يعد فصل فقد حرارى فى بورسعيد لتسجيله قيماً سالبة.

➤ يظهر من قيم التوازن الحرارى لجسم الإنسان نهائياً خلال فصل الصيف الذى يعد أكثر فصول السنة إرتفاعاً فى درجات الحرارة بشكل ملحوظ مع زيادة عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية عن فصل الربيع، فيبلغ المتوسط الفصلى لعدد ساعات سطوع الشمس الفعلية فى بورسعيد ١١,٣ ساعة وفى أسبوط ١٢,١ ساعة، فبالتالى يصبح فصل الصيف فصل كسب حرارى حيث سجل قيماً موجبة فى كل من منطقتي الدراسة فبلغ معدل الكسب الحرارى فى بورسعيد ٢٧,٤ كيلومتر/ساعة وبالالاتجاه جنوباً يزداد معدل الكسب الحرارى فى أسبوط ليصل إلى ١٨٣,٦ كيلومتر/ساعة، وذلك لإرتفاع درجات الحرارة بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب.

➤ يلاحظ من قيم التوازن الحرارى لجسم الإنسان نهائياً خلال فصل الخريف الذى يصاحبه مرور المنخفضات الجوية الخريفية وبداية إنخفاض درجات الحرارة مع إنخفاض عدد ساعات سطوع الشمس

الفعلية عن فصل الصيف وتكاثف السحب التي تحجب الإشعاع الشمسى، حيث بلغ المتوسط الفصلى لعدد ساعات سطوع الشمس الفعلية فى بورسعيد ٨,٩ ساعة وفى أسيوط ١٠ ساعات، فبالتالى يصبح فصل الخريف فصل فقد حرارى فى بورسعيد حيث سجل قيماً سالبة، وبالالاتجاه جنوباً يعد فصل كسب حرارى فى أسيوط حيث سجل قيماً موجبة لإرتفاع درجات الحرارة بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب وعدم وصول مؤثرات المنخفضات الجوية الخريفية إلى الجنوب.

➤ يبدو من قيم التوازن الحرارى السنوية نهاراً أن بورسعيد تمثل منطقة فقد حرارى على مدار معظم شهور السنة، أما أسيوط فتمثل منطقة كسب حرارى لإرتفاع درجات الحرارة بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب.

جدول (١٣) قيم التوازن الحرارية الفصلية والسنوية لأدولف بالنهار وبالليل (كيلو حريرة/ساعة)

التوقيت		بالنهار		بالليل	
المحطات		أسيوط	بورسعيد	أسيوط	بورسعيد
الفصول					
الشتاء		٢١٢,٤-	١٦٨,٤-	٣٥٢,٦-	٤٥٧-
الربيع		١٢٢,٢-	٤٩,٤	٢٧٥,٢-	٣١١,٢-
الصيف		٢٧,٤	١٨٣,٦	١٤٧,٤-	١٨١,٦-
الخريف		٣٦,٤-	٤٥	١٩٦-	٢٨٦-
المتوسط السنوى		٨٧-	٢٧,٤	٢٤٢,٨-	٣٠٩,٤-

المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة (٢٠١١/١٩٤١) بيانات غير منشورة ، وتطبيق معادلة أدولف.

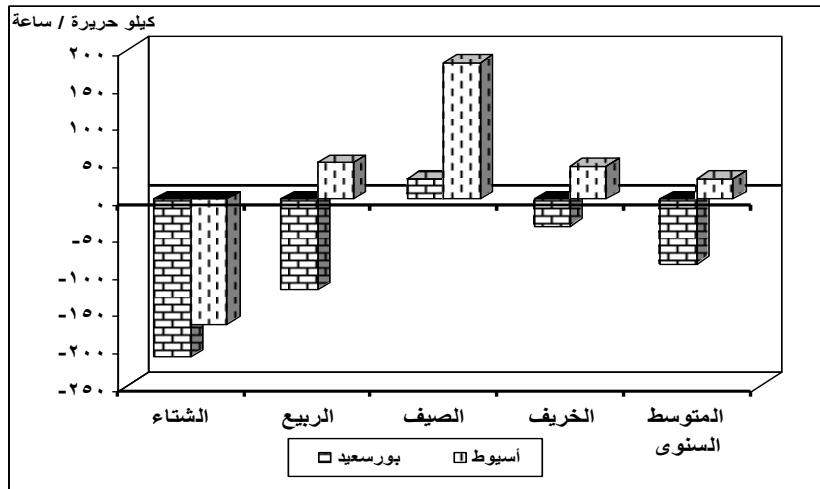
٢ - التوازن الحرارى لجسم الإنسان ليلاً:

يوضح الجدول (١٣) والشكل (٢٢) نتائج تطبيق معادلة أدولف لتقييم الراحة الحرارية أثناء الليل

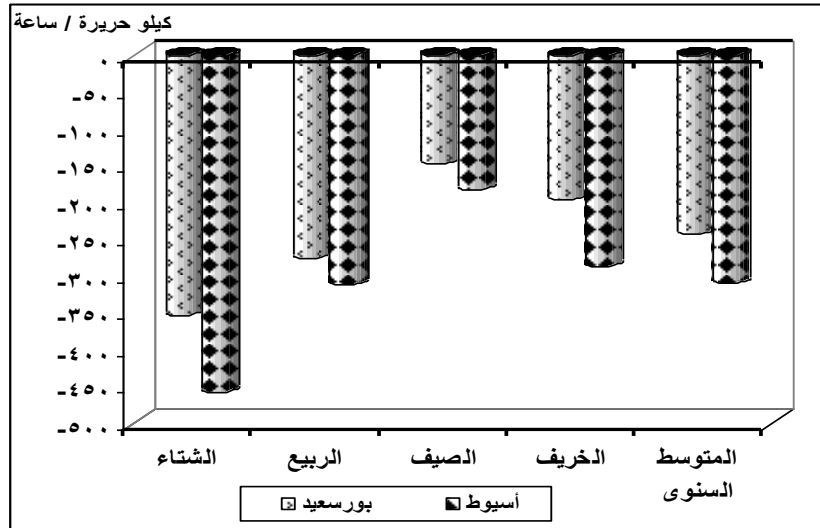
بمنطقتى الدراسة كما يلى:

- يتضح من قيم التوازن الحرارى لجسم الإنسان أثناء الليل شتاءً، أنه أكثر فصول السنة فقداً للحرارة فى منطقتى الدراسة حيث سجل قيماً سالبة فبلغ معدل الفقد الحرارى فى بورسعيد -٣٥٢,٦ كيلوحريرة/ساعة وذلك لتأثير البحر المتوسط فى رفع درجة الحرارة الصغرى، وبالالاتجاه جنوباً يزداد الفقد الحرارى فيسجل بأسيوط -٤٥٧ كيلوحريرة/ساعة.
- يبدو من قيم التوازن الحرارى لجسم الإنسان أثناء الليل خلال فصل الربيع، أنه فصل فقد حرارى فى منطقتى الدراسة وهذا الفقد الحرارى يقل خلال فصل الربيع عن فصل الشتاء حيث سجل قيماً سالبة فبلغ معدل الفقد الحرارى فى بورسعيد -٢٧٥,٢ كيلوحريرة/ساعة، وبالالاتجاه جنوباً يزداد معدل الفقد الحرارى فيسجل فى أسيوط -٣١١,٢ كيلوحريرة/ساعة.
- يظهر من قيم التوازن الحرارى لجسم الإنسان ليلاً خلال فصل الصيف، أنه أقل فصول السنة فقداً للحرارة بمنطقتى الدراسة حيث سجل قيماً سالبة فبلغ معدل الفقد الحرارى فى بورسعيد -١٤٧,٤ كيلوحريرة/ساعة، ويزداد معدل الفقد الحرارى جنوباً فيسجل فى أسيوط -١٨١,٦ كيلوحريرة/ساعة.

- يتبين من قيم التوازن الحرارى لجسم الإنسان أثناء الليل خلال فصل الخريف، أنه فصل فقد حرارى بمنطقتى الدراسة حيث سجل قيماً سالبة هذه القيم تعود للإرتفاع من جديد خلال فصل الخريف حيث مرور المنخفضات الجوية الخريفية وإنخفاض درجات الحرارة، لكنها تبقى أدنى من قيم الفقد الحرارى خلال فصل الربيع، فبلغ معدل الفقد الحرارى فى بورسعيد -١٩٦ كيلوحريرة/ساعة، وبالالاتجاه جنوباً يزداد معدل الفقد الحرارى فيسجل فى أسبوط -٢٨٦ كيلوحريرة/ساعة.
- يلاحظ من قيم التوازن الحرارى السنوى لجسم الإنسان أثناء الليل، أنها تتسم بالفقد الحرارى فى كل من منطقتى الدراسة حيث سجلت قيماً سالبة تزداد بالاتجاه من الشمال نحو الجنوب، ويرجع هذا إلى زيادة التطرف الحرارى البارد ومن ثم إنخفاض درجات الحرارة الصغرى أثناء الليل فى جنوب مصر.



المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة من (٢٠١١/١٩٤١م) بيانات غير منشورة، وتطبيق معادلة أدولف. شكل (٢١) قيم التوازن الحرارى الفصلى والسنوى لأدولف أثناء النهار بمنطقتى الدراسة (كيلوحريرة/ساعة)



المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الفترة من (٢٠١١/١٩٤١م) بيانات غير منشورة، وتطبيق معادلة أدولف. شكل (٢٢) قيم التوازن الحرارى الفصلى والسنوى لأدولف أثناء الليل بمنطقتى الدراسة (كيلوحريرة/ساعة)

الخاتمة

النتائج:

١. الخصائص الفسيولوجية لتركييب جسم الإنسان هي التي تتحكم في تثبيت درجة حرارة الجسم، رغم الفارق الكبير بينها وبين درجة الحرارة الخارجية.
٢. يعتبر تحديد مناطق الراحة المناخية، عنصراً مفيداً لتنمية وإستغلال تلك المناطق في السياحة الداخلية والخارجية وتوفير أكبر قدر من الراحة الحرارية للسكان من ناحية، وللمحد من إستنزاف الطاقة الكهربائية المستخدمة للتكييف من ناحية أخرى. وإن كانت مناطق الراحة المناخية تتغير من مكان لآخر ومن فصل لآخر بل ومن شهر لآخر.
٣. يكون الجو غير مريح لصحة الإنسان بمنطقتي الدراسة خلال مرور الجبهة الحارة المصاحبة للإنخفاضات الجوية الخماسينية وما يصاحبها من إرتفاع ملحوظ في درجات الحرارة مع نشاط في سرعة الرياح الحارة المحملة بالأتربة والرمال.
٤. يلاحظ خلال مرور الجبهة الباردة المصاحبة للإنخفاضات الجوية الشتوية وما يصاحبها من إنخفاض ملحوظ في درجات الحرارة مع نشاط في سرعة الرياح الباردة وسقوط الأمطار، أن الجو يكون غير مريح لصحة الإنسان في بورسعيد حيث موقعها الجغرافي على الساحل الشمالي وتأثرها الشديد بهذه المنخفضات، أما أسيوط فيكون الجو مريحاً نظراً لعدم تعمق هذه الجبهة بالاتجاه جنوباً.
٥. يلاحظ أثناء مرور الجبهة الدافئة المصاحبة للإنخفاضات الجوية الشتوية أن الجو يكون مريحاً للأفراد في بورسعيد، وأثناء مرور الجبهة الباردة المصاحبة للإنخفاضات الجوية الخماسينية شديدة الحرارة يكون الجو مريحاً للأفراد في كل من بورسعيد وأسيوط، حيث أنها تؤدي إلى خفض درجات الحرارة المصاحبة للجبهة الحارة وتلطيف الجو.
٦. يكون الجو غير مستقر وغير مريح للأفراد أثناء مرحلة تلاشي وإبتعاد المنخفضات الجوية عن منطقتي الدراسة حتى يمر مرتفع جوى على مصر فيعمل على استقرار حالة الجو والشعور بالراحة.
٧. تأثرت راحة الإنسان بالرطوبة عن الحرارة خاصة في المناطق الساحلية مثل بورسعيد وذلك لتوفر مصادر بخار الماء، وهذا يسبب زيادة نسبة المتضررين من قسوة الظروف المناخية.
٨. ظهر تأثير الرياح في تغيير خصائص المناخ وكذلك تأثيرها على راحة الإنسان بمنطقتي الدراسة، حيث عدلت الرياح المناخ ليصبح منعشاً.

٩. تتميز شهور فصلى الربيع والخريف بأنها أفضل شهور السنة بالنسبة لراحة الإنسان بمنطقتى الدراسة، إذا توافقت نتائج المنحنى المناخى مع نتائج معادلة من معادلات الراحة التى طبقت فى ذلك كمعادلة سبل مثلاً.

١٠. اتضح من دراسة المناخ وأثره على راحة الإنسان بمنطقة الدراسة أن أفضل الظروف الجوية لراحة الإنسان هى المعتدلة التى تكون الرطوبة فيها ما بين ٤٠% - ٦٠% والحرارة معتدلة ما بين ١٨° - ٢٥°م فيظهر ذلك فى نطاق المناخ المثالى فى أسيوط خلال شهرى أكتوبر ونوفمبر حيث اعتدال درجات الحرارة والرطوبة أى الراحة المثلى للإنسان، ويؤثر الموقع القارى الصحراوى لأسيوط على مناخها وعلى راحة الإنسان باقى شهور السنة، أما بورسعيد فيتسم مناخها بالراحة حرارياً والإزعاج فى الرطوبة خلال شهور أبريل، مايو، أكتوبر، ونوفمبر، فلا يعنى الموقع البحرى لمحطة بورسعيد أن يكون مناخها الأنسب لراحة الإنسان على مدار العام.

١١. اتضح أهمية التوازن المائى لجسم الإنسان حيث يحتوى على ثلثى وزنه ماء، لذلك أى نقصان أو زيادة عن هذه النسبة المرتفعة بمقدار ١% يمكن أن يسبب اضطراباً جسيماً، وقد تبين من تطبيق معادلة أدولف ودراسة قيم التعرق فى منطقة الدراسة أنها تسجل أدنى قيم خلال فصل الشتاء، كما تسجل أقصى قيم خلال فصل الصيف لكونه أكثر فصول السنة إرتفاعاً فى درجات الحرارة لذلك يتوجب على الإنسان فى حال فقدته لكمية من الماء أن يأخذ غيرها من مصدر ما لتعويض المياه المفقودة بالتعرق و التنفس لتجنب الإعياء أو التعب الناجم عن فقد الماء من الجسم .

١٢. معدلات العرق مرتبطة إرتباطاً موجباً مع درجة الحرارة فكلما إرتفعت درجة حرارة الجو إرتفعت كمية التعرق، وكلما إنخفضت درجة حرارة الجو إنخفضت كمية التعرق. ولعل هذا يفسر لنا أسباب زيادة إستهلاك الماء عند درجات الحرارة المرتفعة لتعويض عملية فقدان الماء عن طريق زيادة إفراز العرق من جسم الإنسان.

١٣. تبلغ كمية العرق المفرزة من جسم الإنسان الذى يقوم بالجهد فى فصل الصيف لفترة النهار ١٦,٧ لتراً. ويحتاج هذا بالطبع إلى عملية تعويض يوازئها، أى أن الإنسان يستهلك فى الصيف ما يقرب من ١٧ لتر ماء فى النهار وبمعدل ١,٥ لتر/الساعة .

١٤. اتضح أهمية التوازن الحرارى لجسم الإنسان حيث أن المعدلات الشتوية لدرجات الحرارة غير مريحة لسكان منطقة الدراسة على مدار ساعات اليوم باستثناء فترات ما بعد الظهيرة فى أثناء تسجيل درجات الحرارة العظمى، وكذلك الليالى الشتوية غير مريحة أيضاً. بينما يحدث العكس خلال فصل الصيف إذ يقتصر شعور الإنسان بالراحة على الليالى الصيفية، بينما يتفاقم الشعور بعدم الراحة وعدم القدرة على التركيز فى أثناء تسجيل النهايات العظمى للحرارة .

١٥. قد تبين أن بورسعيد تقع أثناء النهار فى نطاق الفقد الحرارى على مدار فصول السنة ما عدا فصل الصيف، بينما تقع أسيوط أثناء النهار فى نطاق الكسب الحرارى على مدار فصول السنة ما عدا فصل الشتاء، أما أثناء الليل فتقع كلاً من منطقة الدراسة فى نطاق الفقد الحرارى على مدار فصول السنة خاصةً خلال فصل الشتاء حيث يبلغ أقصاه، لذلك لابد من المحافظة على ثبات التوازن الحرارى لجسم الإنسان أثناء النهار وأثناء الليل لما له من تأثير مباشر على راحة الإنسان وصحته وبالتالي على الأنشطة البشرية المختلفة .

التوصيات:

١. يجب استخدام التهوية الصناعية وعدم الزحام فى الأماكن الضيقة والمغلقة، والتقليل من عوادم السيارات والمصانع خصوصاً أثناء مرور مرحلة قلب المنخفض فى فصل الربيع نظراً للإنخفاض الحاد جداً فى سرعة الرياح مع إرتفاع درجة الحرارة، فيؤثر ذلك سلبياً على راحة الإنسان.
٢. الحرص على تناول كمية من الماء لتعويض عملية فقدان الماء من جسم الإنسان عن طريق زيادة إفراز كميات من العرق.
٣. إرتداء الملابس القطنية والتي تمتص كميات العرق وتعطى للجسم برودة نسبية.
٤. زيادة الرقعة الخضراء حيث أنها الرئة التى تغير من الصفات المناخية والبيئية المحلية فى المدن المزدحمة بالمباني المرتفعة وحركة السيارات وخاصة فى المنطقة المركزية والمناطق التجارية بمحافظتى الدراسة للتخلص من مشاكل تلوث البيئة وتلطيف الجو خاصة فى فصل الصيف.
٥. استخدام وسائل التبريد المختلفة فى المساكن ومحلات العمل والمدارس والمستشفيات والمصالح الحكومية الأخرى، الأمر الذى يجعل الأفراد أكثر نشاطاً وكفاءة لأداء كافة الأعمال، ومن ثم أثر ذلك على راحة الإنسان .
٦. لابد من انجاز الأعمال التى تتطلب مجهوداً عضلياً والتي تتم فى الأماكن المكشوفة المعرضة لأشعة الشمس المباشرة أثناء الصباح الباكر وبعد العصر وذلك خلال فصل الصيف تجنباً للإصابة بضربة الشمس خاصةً فى محافظة أسيوط .

المصادر والمراجع

أولاً: المراجع والمصادر العربية:

أ- المراجع:

١. جودة حسنين جودة، الجغرافيا المناخية والحيوية مع التطبيق على مناخ قارات أوروبا وآسيا وأفريقية ونبات العالم العربي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٠.
٢. حسن سيد أحمد أبو العينين، أصول الجغرافيا المناخية، الطبعة السابعة، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩٦.
٣. عبد القادر عبد العزيز على، الكمبيوتر في الجغرافيا، أسس وتطبيقات، بدون ناشر، ١٩٩٢.
٤. _____ وآخرون، مناخ مصر، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٩٤.
٥. _____، الطقس والمناخ والميتورولوجيا، دراسة في الجغرافيا المناخية، دار الجامعة للطباعة الحديثة، القاهرة، ١٩٩٥.
٦. _____، جغرافية الوطن العربي، مطبعة جامعة طنطا، ٢٠٠٠.
٧. على حسن موسى، الوجيه في المناخ التطبيقي، دار الفكر، دمشق، سوريا، ١٩٨٢.
٨. _____، الجو وتقلباته، الطبعة الأولى، دار الفكر، دمشق، سوريا، ١٩٨٨.
٩. _____، مناخات العالم، دار الفكر العربي، دمشق، ١٩٨٩.
١٠. _____، أساسيات علم المناخ، دار الفكر المعاصر، بيروت، ١٩٩٤.
١١. فتحى عبد العزيز أبو راضى، المناخ والبيئة، دراسة في المناخ التطبيقي لبيئة دلتا النيل، دارالمعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩١.
١٢. _____، الأساليب الكمية في الجغرافيا، دارالمعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٠.
١٣. محمد إبراهيم حسن، المناخ التطبيقي، جامعة الإسكندرية، ١٩٩٧.
١٤. يوسف عبد المجيد فايد، جغرافية المناخ والنبات، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٩٥.

ب- الرسائل العلمية:

١. أحمد عبد الحميد الفقى، الرياح في مصر، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس، ١٩٩٩.
٢. حبيب أبو المجد محمد العوضى، المناخ وأثره على النشاط البشرى في محافظتى الدقهلية وقنا، دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا، ٢٠١١.
٣. طارق زكريا سالم، مناخ شبة جزيرة سيناء والساحل الشرقى لمصر، دراسة في الجغرافيا المناخية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الزقازيق، ١٩٩٣.

٤. عبد العزيز عبد اللطيف يوسف، الخصائص المناخية لعنصر الحرارة في مصر خلال القرن العشرين، دراسة في الجغرافيا المناخية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس، ١٩٨٢.
٥. عبد الناصر رشاش على، المناخ وأثره على النشاط البشري في محافظتي دمياط وسوهاج، دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا، ٢٠٠٥.

ج - المقالات والبحوث والدوريات:

١. إيملى محمد حلمى، فاعلية معدلات الحرارة والرطوبة وأثارهما على راحة الإنسان فى الدلتا المصرية، مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، كلية الآداب، جامعة المنوفية، العدد (١)، سبتمبر، ٢٠٠٣.
٢. أحمد على إسماعيل، مناخ مدينة أسيوط، مجلة الجغرافيا العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، السنة ٢، العدد ٢، ١٩٦٩.
٣. حمدي الديب، المناخ والاستجمام، مجلة كلية الآداب بسوهاج، جامعة أسيوط، العدد (٦)، ١٩٨٦.
٤. شحاته سيد أحمد طلبه، أثر المناخ على راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة، دراسة فى المناخ التطبيقي، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد (٤٤)، الجزء الثانى، ٢٠٠٤.
٥. عبدالعزيز عبداللطيف يوسف، التباين المناخى على السواحل المصرية، المجلة الجغرافية العربية، العدد (٣٢)، القاهرة، ١٩٩٨.
٦. ———، جغرافية المناخ الفسيولوجى فى مصر، مجلة كلية الآداب، جامعة عين شمس، ٢٠٠١.
٧. عبد القادر عبد العزيز على، التباين المكانى والزمانى لدرجات الحرارة فى جمهورية مصر العربية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد (٢٤)، ١٩٩٢.
٨. مسعد سلامة، أقاليم الراحة والإرهاق المناخى فى مصر، المجلة الجغرافية العربية، العدد (٤٦)، ٢٠٠٤.

د - المصادر الإحصائية :

- ١- الهيئة العامة للأرصاد الجوية (١٩٤١ - ٢٠١١): بيانات عناصر المناخ في محطات محافظتي الدراسة، العباسية، القاهرة، بيانات غير منشورة.

- The Egyptian Meteorological Authority (1979) Climatological Normals for A.R.E up to 1975, Cairo.
- The Egyptian Meteorological Authority (Monthly weather reports) for the period 1941 - 1999.

هـ - الأطالس:

- ١- الهيئة المصرية العامة للمساحة، (٢٠١٠): خريطة جمهورية مصر العربية (الإدارية)، مقياس ١ : ١٢٥٠٠٠٠.

**Effect of the climate on human comfort in the governorates of
Port Said and Asyut**
(Comparative Study on Applied Climate using Geographic Information Systems)

Dina Ibrahim Mohamed Salem *

Abstract

Weather and climate conditions affect human comfort, the various methods can be used to measure the sense of comfort, by studying the daily change in temperature, relative humidity and wind movement and the impact on human activity, temperament and feeling comfortable or discomfort. The research deals with the effect of climatic elements on human comfort in the governorates of Port Said and Asyout by applying equations human comfort and discomfort such as Oliver's Temperature Humidity Index, Thom's comfort index, and the wind cooling factor of Spell and Basil and the Billy's moderate climate factor and Jaffni. Then pointing to comfortable regions and human comfort months in study's regions based on the equations and the Climograph. It also deals with the effect of climate on human heat and water balance during day and night based on Adolph's equation.

Through Analysis of climatic elements of the study areas, Statistical and graphical analysis and cartographic presentation using geographic information systems , The study concluded that it is necessary Intake of water to compensate for the loss of water from the human body, the use of industrial ventilation and not crowded in narrow and closed places, reducing the exhaust of cars and factories, especially during the passage of spring depressions, It is also preferred to move factories outside the urban space according to wind directions in cities, Expand the green area of public parks, the use of different cooling methods in housing, workshops, schools, hospitals and government departments, It is also preferred to accomplish the tasks that require a muscular effort Which occur in places exposed to direct sunlight during the early morning, and other findings and recommendations reached by the research.

key words: Equations of comfort, human comfort, the Climograph, Water balance, Heat balance, GIS.

* Ph.D. Researcher, Climate Geography, Faculty of Arts, Mansoura University.

أثر المناخ على الطلب السياحي بالإسكندرية

شيماء السيد عبد النبي (1)

المُستخلص.

يعد المناخ محصلة التفاعل بين مجموعة عناصر كل من الغلاف الجوي و الغلاف الأرضي (اليابس، والماء بصورتيه السائلة و الصلبة) و الغلاف الحيوي ، فالمناخ ظاهرة معقدة تتشكل نتيجة التفاعل و التدخل بين العمليات الداخلية و الخارجية لنظام الغلاف الأرضي و الجوي. و السياحة من أهم الأنشطة البشرية التي تتأثر بكل هذه العوامل بطريقة مباشرة و غير مباشرة. وتعد معدلات الإشغال الفندقي من أهم المشورات السياحية التي تتأثر بعناصر المناخ.

كان لموقع الإسكندرية علي ساحل البحر المتوسط دوراً فعالاً في اكسابها خصائص مناخية جعلتها تنبؤاً مكاناً بارزاً على الخريطة السياحية للجمهورية ، فهي تمتلك جميع مقومات السياحة الأساسية التي تتمثل في مناخها المعتدل أغلب شهور السنة. وفيها العديد من المزارات السياحية الحديثة والقديمة. وهذا أدى إلي انتشار كبير لمراكز الإيواء السياحي بمختلف فئاتها لتناسب كل الأغراض السياحية بالمدينة . و يهدف البحث إلي إبراز دور المناخ في تحديد موسم الطلب الفندقي وتباينه علي مدار السنة من خلال تحقيق الأهداف التالية:

- تحديد مستوى وقوة العلاقة بين المناخ و التباين الشهري بين نزلاء فنادق المدينة.
- تقييم مستويات الراحة والاستقرار للسائح.

استخدم البحث المنهج الاستقرائي التحليلي الذي يبدأ بالعمومية و ينتهي بالخصوصية في أسلوب تحليلي كمي نوعي باستخدام أساليب كمية (صيغ ومعادلات مناخية، واحصائيات لقياس العلاقات المكانية و الزمانية ،بالإضافة الي تحليل السلاسل الزمنية)

النتائج : تتميز الإسكندرية بمناخ مناسب للأنشطة السياحية المختلفة أغلب أيام السنة باستثناء بعض الأيام التي تتعرض فيها للاضطرابات المناخية أثناء عبور الانخفاضات الجوية.

المقدمة.

يشكل المناخ المستقر أحد عوامل الجذب السياحي في الأقاليم السياحية، لذلك فهو يوضع في الاعتبار عند اختيار مواقع المنتجعات و القرى و المنشآت السياحية حتي يتحقق أكبر قدر من الاستجمام و التمتع. وتعد الأقاليم المناخية المتطرفة التي تتسم بهبوب الرياح الشديدة و الأمطار الغزيرة و الثلوج وما يتبع ذلك من تدمير المنشآت السياحية و الطرق المؤدية إليها وقطع خطوط

(1) مدرس بقسم الجغرافيا و نظم المعلومات الجغرافية بكلية الآداب جامعة الإسكندرية ،

الاتصال و الكهرباء وغيرها وتعد هذه الأقاليم طاردة للنشاط السياحي بسبب الأخطار التي يتعرض لها هذا النشاط.

وتعد مراكز الإقامة السياحية من أهم اركان المنظومة السياحية وتضم مراكز الإقامة الفندقية (الفنادق و القري السياحية)، و مراكز الإقامة غير الفندقية (الشقق المفروشة و البانسيونات و المعسكرات والمخيمات) و سنتناول الدراسة مراكز الإقامة السياحية الفندقية بدرجاته المختلفة نظرا لدقة البيانات الخاصة به.

منطقة الدراسة.

تقع محافظة الإسكندرية^(١) على الساحل الشمالي لجمهورية مصر العربية غربي فرع رشيد، وتمتد بين درجتى عرض ٣٣ ° ٥٠ ° ٣٠ شمالاً، ٤٢ ° ١٩ ° ٣١ شمالاً، وبين خطي طول ٣٠ ° ٢٩ ° و ١٥ ° ٣٠ شرقاً شكل رقم (١) وتبعاً لتصنيف كوبن المناخي فإن أراضي الإسكندرية تمتد في اقليم نطاق المناخ شبه الجاف الذي تكون فيه كمية التبخر السنوي ضعف كمية المطر السنوي علي الأقل، ونوع المطر فيه إعصاري ، وموسم ا لمطر فيه هو فصل الشتاء . كما أن موقعها علي سواحل البحر المتوسط جعلها حلقة وصل بين قارات العالم الثلاثة (آسيا ، أفريقيا ، أوروبا) مما يجعلها علي اتصال وثيق بسوق السياحة العالمي.

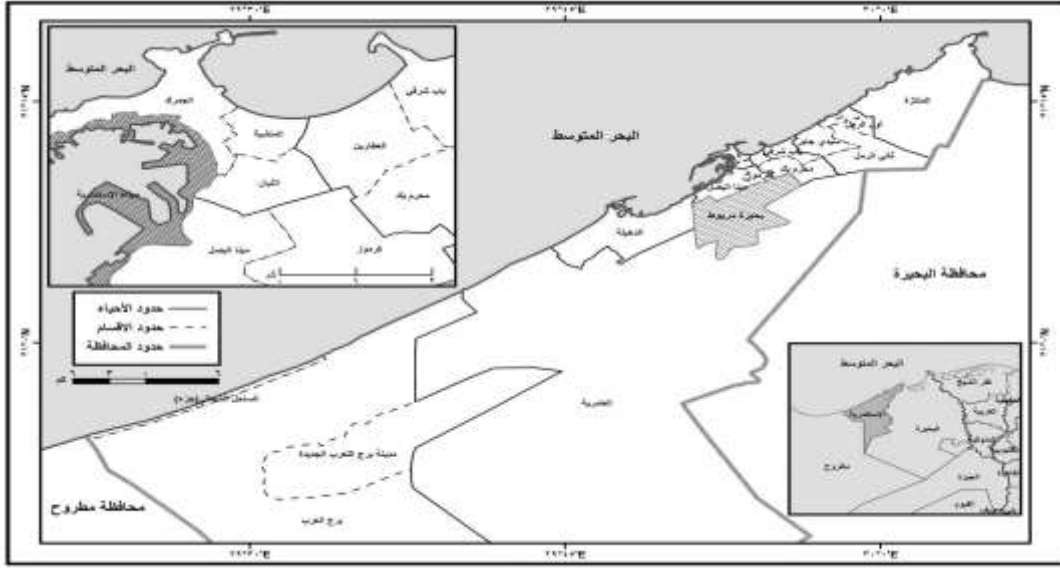
^١ وقد شهدت محافظة الإسكندرية تغييرات عديدة في حدودها الإدارية خلال فترة الدراسة (٢٠٠٠/٢٠١٠)، بحيث أصبحت المحافظة عام ٢٠١٠ تنقسم إدارياً إلى ما يلي:

أ. تضم محافظة الإسكندرية سبعة أحياء فضلاً عن مركز ومدينة برج العرب، حيث استحدثت حي العجمي عام ٢٠٠٨ بعد أن تم فصله عن حي العامرية.

ب. تنقسم هذه الأحياء السبعة إلى سبعة عشر قسماً إدارياً فضلاً عن مركز ومدينة برج العرب، حيث استحدثت عدة أقسام على خريطة المحافظة الإدارية عامي ٢٠٠٦ و ٢٠٠٨، فتبعاً لتعداد ٢٠٠٦ تم تقسيم قسم الرمل إلى قسمي (أول وثان الرمل)، كما ظهر بهذا التعداد أيضاً قسم الساحل الشمالي (جزء) والذي يضم الجزء الساحلي من مركز برج العرب. وفي عام ٢٠٠٨ تم تقسيم قسم المنتزه إلى قسمين (أول وثان المنتزه) وبالمثل قسم العامرية الذي أصبح يضم أيضاً قسمين (أول وثان العامرية).

اعتمدت الدراسة على الأقسام الإدارية للمحافظة الواردة بتعداد عام ٢٠٠٦؛ لأن الأقسام التي استحدثت بعد صدور التعداد (أول وثان المنتزه، وأول وثان العامرية) لا تتوافر لها بيانات به.

شكل (١) الخريطة الإدارية لمحافظة الإسكندرية



المصدر : ١. الهيئة المصرية العامة للمساحة ،أطلس مصر الطبوغرافي مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠ (١٩٩٦) : القاهرة
الجهاز المركزي للتعبئة العامة و الإحصاء ،خريطة تعدد ٢٠٠٦ .
أحمد، شيماء أحمد محمد أحمد (٢٠١٣) البيئة و الأمراض في محافظة الإسكندرية دراسة جغرافية وديموجرافية ، كلية الآداب جامعة الإسكندرية.

البيانات وأساليب الدراسة.

أولاً: البيانات.

أعتمدت الدراسة علي بيانات هيئة الأرصاد الجوية المصرية و العالمية. وبيانات وزارة السياحة.

ثانياً: أساليب وأدوات الدراسة.

تم استخدام المنهج الاستقرائي التحليلي الذي يبدأ بالعمومية و ينتهي بالخصوصية في أسلوب تحليلي كمي نوعي باستخدام أساليب كمية (صيع ومعادلات مناخية، واحصائيات لقياس العلاقات المكانية و الزمانية، بالإضافة الي تحليل السلاسل الزمنية)

المناقشة والتحليل.

يتأثر الطلب السياحي بالمدن الساحلية بشكل مباشر بحالة الاستقرار الجوي و البحري وبمواسم مزاولة الأنشطة السياحية المختلفة ، كما يعد المناخ أحد عوامل الجذب السياحي في تلك المدن ، ويوضع في الاعتبار عند اختيار مواقع المنتجعات و القرى و المنشآت السياحية التي تعد مراكز الإقامة الفندقية أحد أهم تلك المواقع. ومن هنا تكمن قيمة دراسة هذه العلاقة بين المناخ و الطلب السياحي لكي نقف علي مستوي هذه العلاقة و الأثر المتبادل بينهما ،وسبل الوصول إلي التخطيط الأنسب مناخيا للاستثمار السياحي بمراكز الإقامة الفندقية .

أولاً: الملامح الجوية للإسكندرية (بالمقارنة مع بعض المدن العالمية السياحية)

يعد المناخ من أهم المقومات الجغرافية الطبيعية المؤثرة في المناطق السياحية من حيث اعتداله وملاءمته للأنشطة السياحية التي يمارسها السائحون. والتي تتضح من اعداد السياح (جدول ١) في الإسكندرية حيث تنخفض اعداد السياح بدرجة كبيرة في فصل الشتاء - خاصة السياح المصريين - اللذين يمثلون عصب السياحة في المدينة وذلك نتيجة الانخفاض الشديد في درجات الحرارة، وزيادة معدلات هطول الأمطار. ونستعرض فيما يلي أهم عناصر المناخ المؤثرة على السياحة في الإسكندرية:

(١) الإشعاع الشمسي: تعد الشمس المصدر الرئيسي لحرارة الغلاف الجوي، ويمثل الإشعاع الشمسي الوارد من الشمس وسطحها الطاقة المحركة للعمليات الجوية كافة والتي تحدث فوق سطح الأرض، ويعد تميز المناخ بالدفء والشمس المشرقة طوال العام من أكثر السمات المناخية الجاذبة للسياحة، ولذلك نجد أن المناطق التي يقل فيها سطوع الشمس تعد أماكن طرد سياحي، والتي تتوافر فيها سطوع الشمس تعد مناطق جذب سياحي

ويمثل فصل الصيف أكثر فصول السنة سطوعاً للشمس على الإسكندرية، والذي يعد عاملاً مهماً لجذب السياح خلاله، رغم ارتفاع درجة الحرارة المصحوبة بارتفاع الرطوبة النسبية واللذان تشكلان إرهاقاً للسياح. و ترتبط مدة سطوع الشمس ارتباطاً وثيقاً بكمية السحب و الغيوم، أي أنه كلما زادت السحب تقل فترات سطوع الشمس و هو ما يؤثر علي الحركة السياحية الوافدة للإسكندرية .

و من تتبّع

العنصر المناخي	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الإشعاع الشمسي	6.1	7	8	9.2	10.6	11.8	12	11.5	10.7	9.4	7.7	6.1
الحرارة العظمى	17.9	18.1	19.6	23.5	26	28.3	29.3	29.9	29.1	27	23.1	19.6
الحرارة الصغرى	9.5	9.3	11.1	13.9	17	20.9	23.2	23.6	21.8	18.6	14.1	10.4
الرطوبة النسبية	70.7	68.4	68	65.1	67.8	69.6	72	71.5	68.6	68.7	70	71.7
سرعة الرياح	8.0	8.1	8.5	8.1	7.5	7.7	8.2	8.0	6.9	6.3	6.7	7.3
كمية الأمطار	54	26	12.9	4.2	1.5	0	0	0	1	9.3	33.1	45
درجة حرارة البحر المتوسط	18	17	17	18	20	24	26	27	26	25	22	20
السياح الأجانب	8232	10897	9789	11866	9985	15503	29133	11700	15163	13470	17041	14139
السياح	32381	37511	40713	51745	49118	74139	93343	62645	70253	35585	57095	38470

جدول (١) الذي يوضح عدد ساعات سطوع الشمس الشهرية و الفصلية في الإسكندرية للفترة من (١٩٨٠ - ٢٠٠٣) تبين أن معدل السطوع الشمسي أقل ما يكون في الشتاء حيث يبلغ حوالي ٦.٤ ساعة ، بينما تتمتع الإسكندرية بمعدلات سطوع شمسي متوسطة في كل من الربيع و الخريف (٩.٢ ساعة /يوميا) و يعد الخريف من أفضل الفترات لراحة السياح وذلك لاعتدال درجات الحرارة ، و انخفاض معدل الرطوبة النسبية و خلوه من رياح الخماسين التي يتصف بها الربيع ، بينما تتمتع بمعدل سطوع شمسي عالٍ في فصل الصيف و صل الي (١١.٨ ساعة/يوميا) و يرجع ذلك لقلّة وجود غطاء سحابي يحجب ضوء الشمس و كذلك تعامد الشمس علي مدار السرطان مما يتبعه طول النهار و قصر الليل لذلك تعد الإسكندرية من اهم مراكز الاصطياف في مصر.

جدول (١) المتوسطات الشهرية للعناصر المناخية المؤثرة علي السياحة في الإسكندرية في الفترة من ١٩٨٠ -

العنصر المناخي	يناير	فبراير	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الإشعاع الشمسي	6.1	7.7	9.4	10.7	11.5	12	11.8	10.6	9.2	8	7	6.1
الحرارة العظمى	١٩.٦	٢٣.١	٢٧	٢٩.١	٢٩.٩	٢٩.٣	٢٨.٣	٢٦	٢٣.٥	١٩.٦	١٨.١	١٧.٩
الحرارة الصغرى	١٠.٤	١٤.١	١٨.٦	٢١.٨	٢٣.٦	٢٣.٢	٢٠.٩	١٧	١٣.٩	١١.١	٩.٣	٩.٥
الرطوبة النسبية	٧١.٧	٧٠	٦٨.٧	٦٨.٦	٧١.٥	٧٢	٦٩.٦	٦٧.٨	٦٥.١	٦٨	٦٨.٤	٧٠.٧
سرعة الرياح	٧.٣	٦.٧	٦.٣	٦.٩	٨.٠	٨.٢	٧.٧	٧.٥	٨.١	٨.٥	٨.١	٨.٠
كمية الأمطار	٤٥	٣٣.١	٩.٣	١	٠	٠	٠	١.٥	٤.٢	١٢.٩	٢٦	٥٤
درجة حرارة البحر المتوسط	٢٠	٢٢	٢٥	٢٦	٢٧	٢٦	٢٤	٢٠	١٨	١٧	١٧	١٨
السياح الأجانب	14139	17041	13470	15163	11700	29133	15503	9985	11866	9789	10897	8232
السياح المصريين	38470	57095	35585	70253	62645	93343	74139	49118	51745	40713	37511	32381

٢٠٠٥ وأعداد كل من السياح الأجانب و المصريين الوافدين للمدينة عام ٢٠١٠

المصدر: الهيئة الهامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة، الفترة من ١٩٨٠ - ٢٠٠٥
وزارة السياحة مركز دعم و اتخاذ القرار ، السياحة في أرقام ، بيانات غير منشورة ، ٢٠١١

(٢) درجة الحرارة: تعد الحرارة العنصر المناخي الرئيسي الذي يتوقف عليه جميع الظروف المناخية ومن أهم العناصر المناخية التي تتحكم في توزيع الحياة علي سطح الأرض (علي ،٢٠٠٥، ص١١٧). إلي جانب تأثيرها علي عناصر المناخ الأخرى كالضغط الجوي و الرياح و اتجاهاتها ،و التبخر والتكاثف بصوره المختلفة ، و تعد المناطق ذات الحرارة المعتدلة مناطق جذب سياحي وأن المناطق ذات المناخ الحار أو البارد تعد مناطق طرد سياحي ، وبتتبع الجدول (١) الذي يوضح متوسط درجات الحرارة الشهرية بالإسكندرية تبين أن المدينة تتميز بمناخ معتدل صيفا ،بارد شتاء، لذلك نجد أشهر الصيف (يونيو و يوليو وأغسطس) تشتد فيها الحركة السياحية إلي قمتها وإن كانت تبدأ فعليا في مايو وتنتهي في أكتوبر، بينما تتناقص إلي أدناها خلال أشهر الشتاء (ديسمبر ويناير وفبراير). يعد الشتاء أدني فصول السنة من حيث معدلات الحرارة العظمي (١٨.٧ م) و يعد يناير أكثر شهور السنة انخفاضا في متوسط درجات الحرارة ، إذ يبلغ المعدل اليومي ١٤.٤ م ، و يبدأ الارتفاع التدريجي في درجات الحرارة بداية من مارس و يكون الارتفاع بطيء في البداية و يستمر باقي أشهر الربيع و خاصة في إبريل نتيجة مرور الانخفاضات الخماسينية، حيث يعد الربيع من الفصول الانتقالية و يتصف بحدوث حالات عدم الاستقرار حيث تتسبب الانخفاضات الخماسينية في موجات حرارية شديدة ترتفع خلالها درجات الحرارة و تنشط الرياح المحملة بالرمال و الأتربة و الرمال. و سجل الربيع ٢٢.٦ م و بذلك يعد هذا الفصل مناسباً لممارسة معظم الأنشطة السياحية مما يزيد اعداد السياح و يرفع معدلات الاشغال الفندقية في المدينة .

يمثل الصيف أكثر الفصول استقرارا في درجات الحرارة وأعلها و الذي سجل ٢٩.٦ م و يسجل أغسطس ذروة الارتفاع في الحرارة (٣٠.٢ م) و تتأثر درجة حرارة الإسكندرية في هذه الفترة بهبوب الرياح الشمالية و التي تعمل علي تلطيف درجات الحرارة مقارنة بباقي المدن المصرية الداخلية ، يعد الخريف من الفصول الانتقالية و الذي يتصف بعدم الاستقرار المناخي و التقلبات السريعة و يبدأ في سبتمبر حيث لا تختلف كثيرا عن أشهر الصيف و يرجع ذلك لاحتفاظ مياه البحر لفترة طويلة بالحرارة - نتيجة لتفاوت الحرارة النوعية بين اليابس و الماء - فتعمل الرياح التي تمر علي مياهه علي رفع درجة حرارة اليابس (عبد اللاه ،١٩٩٥، ص٢٤).و سجل الخريف ٢٩.٥ م و بذلك فان هذه الحرارة تعد مريحة نفسيا و جسديا للسائح.

(٣) الضغط الجوي و الرياح: يعد الضغط الجوي من العناصر الرئيسية للمناخ و يعد المسؤول عن حركة الرياح ،ويتأثر الضغط الجوي بعدة عوامل أهمها درجة الحرارة والرطوبة النسبية و الارتفاع عن سطح البحر وحركة الهواء وتوزيع اليابس و الماء (جودة، ١٩٩٩، ص١٣٧).

تسود الرياح الجنوبية الغربية و الشمالية الغربية و الغربية في الشتاء و الربيع و الخريف (عبد اللطيف، ١٩٨٧، ص٦٤). و ترتفع نسبة الرياح الشمالية و الشمالية الغربية في الصيف لتصل إلي

٣٨.٥% واللتان تجلبان معهما هواءً معتدلاً وأقل في حرارته مما يلطف درجة الحرارة في المدينة عن الأجزاء الداخلية. وتبلغ أقصى سرعة للرياح في مدينة الإسكندرية ٨.٧ عقدة /ساعة وذلك خلال شهر مارس و أدنى سرعة ٦.٥ عقدة /ساعة خلال نوفمبر وهي مناسبة لممارسة الأنشطة السياحية باستثناء فترات العواصف الترابية والرعدية.

(٤) الرطوبة النسبية : ترتفع معدلات الرطوبة النسبية شتاء لتصل (٦٩%) و ذلك بسبب الكتل الهوائية الشمالية الغربية و الغربية البحرية ، و تبلغ في الربيع ٦٧% و هي مناسبة لممارسة الأنشطة السياحية و يسجل الربيع بذلك ادنى معدلات للرطوبة النسبية بسبب رياح الخماسين القادمة من الصحراء التي تنشط في تلك الفترة. أما الصيف فيسجل اعلي معدات الرطوبة النسبية و التي تزيد من الاحساس بالحرارة ، حيث تؤدي ارتفاع الحرارة في ذلك الفصل الي رفع معدلات البخر علي مياه البحر المتوسط، و تصل هذه الرطوبة الي هواء الإسكندرية عن طريق الرياح الشمالية السائدة بالإضافة الي نسيم البحر، و رغم ارتفاع الرطوبة النسبية إلا ان الإسكندرية تستقبل في الفترة من مايو الي سبتمبر ما يقارب ٤٩% من اجمالي السياح الأجانب و ٥٤% من السياح المصريين علي مدار العام. و ترتفع معدلات الاشغال الفندقية بكل مستوياته الي ما يزيد على ٩٠% . تبدأ معدلات الرطوبة النسبية في الانخفاض مع بداية الخريف مصحوبة بانخفاض طفيف في درجات الحرارة و تصل الرطوبة النسبية في هذا الفصل (٦٨.١%) لذلك يعد الخريف من الفصول المميزة لممارسة الأنشطة السياحية في تلك الفترة.

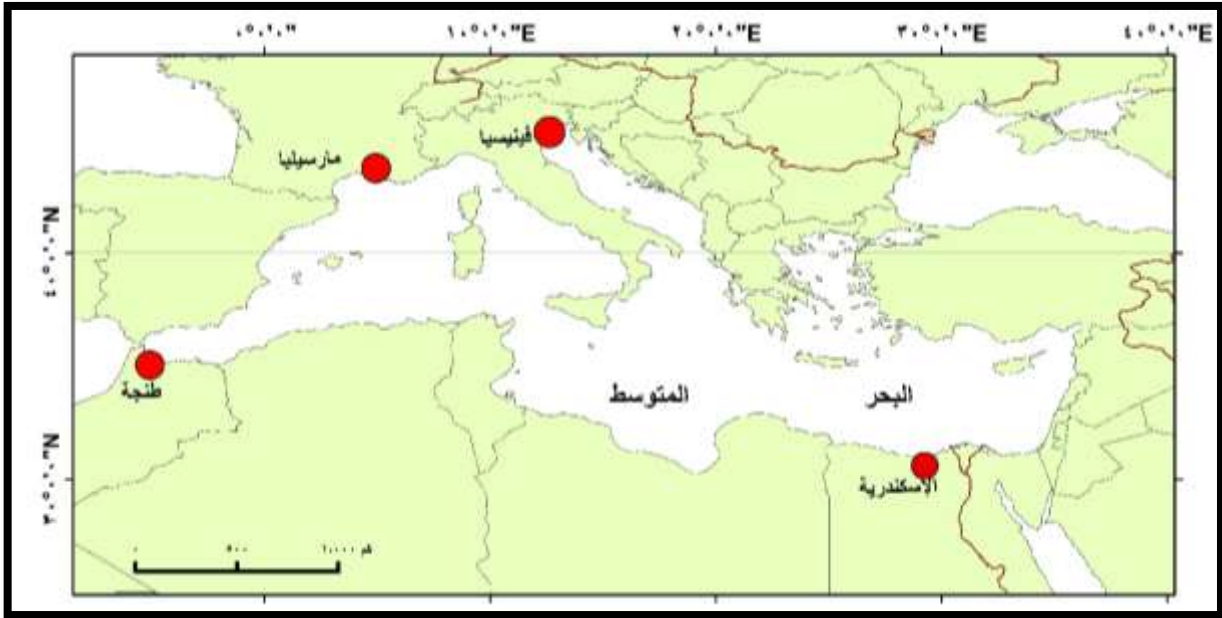
(٥) الأمطار: يبدأ موسم الأمطار من الخريف و يستمر إلي الربيع مروراً بالشتاء الذي يعد أغزر فصول السنة مطراً ، و تتأثر الحركة السياحية سلباً بالأمطار الساقطة و المصحوبة بانخفاض درجات الحرارة بالمدينة لذلك تتخفض معدلات الاشغال الفندقية بشكل كبير شتاءً .

بلغ المتوسط السنوي للأمطار ١٩٦.٣ ملم ، و يسقط في الشتاء ٧٥% من هذه الكمية (٤٥ ملم) و بذلك تعد الأمطار من أهم العوائق أمام حركة السياحة في المدينة ، ويسجل الربيع ٢٣.١ملم ، و هي منخفضة مقارنة بالشتاء حيث تبدأ كمية الأمطار في الانخفاض التدريجي مع بداية فصل الربيع و تنعدم في نهايته ولا تتأثر السياحة في هذا الفصل كثيراً بكميات الأمطار التي تكون متوسطة و خفيفة في معظم الأحيان ولا تسبب إعاقة للأنشطة السياحية بالإضافة إلي الارتفاع النسبي لدرجات الحرارة خلال هذا الفصل مقارنة بالشتاء ، و يبلغ متوسط كمية الأمطار في الخريف ٢٥.٥ ملم وهي كمية لا تعوق الحركة السياحية أو ممارسة الأنشطة المختلفة و خاصة أنه فصل انتقالي بين انعدام الأمطار صيفاً و غزارتها شتاءً ، حيث تنعدم الأمطار في بداية الفصل و تتدرج بالزيادة فتكون في سبتمبر ملم حتي تصل أكبر كمية (٣٣ ملم) في نوفمبر .

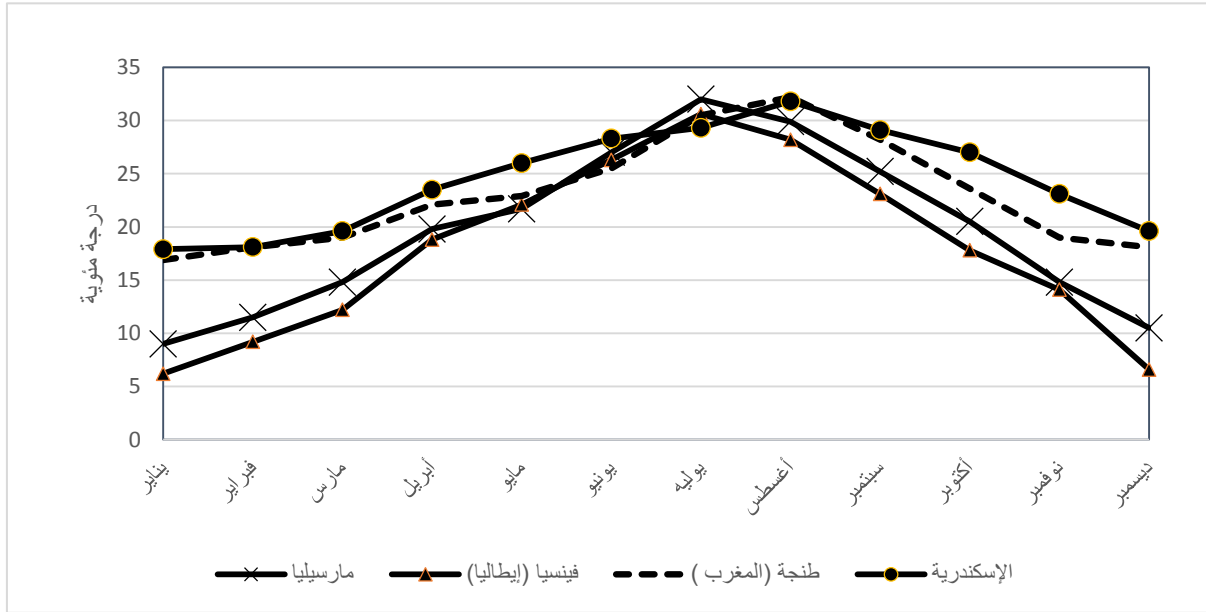
مناخ الإسكندرية وبعض المدن الأوربية السياحية: لتوضيح التباين المناخي بين مدينة الإسكندرية كمدينة تقع علي ساحل البحر المتوسط مع مثيلاتها من المدن البحر متوسطة السياحة تم اختيار

ثلاثة مدن سياحية وهم مدينة فينيسيا الإيطالية (٢٣ ° ٢٦ ° ٤٥ ° شمالا و ٥٥ ° ١٩ ° ١٢ ° شرقا) و
 مارسيليا الفرنسية (٤٧ ° ١٧ ° ٤٣ ° شمالا ، ١٢ ° ٢٢ ° ٥ ° شرقا) و طنجة المغربية (٥ ° ٤٦ °
 ٣٥ ° شمالا ، ٥ ° ٤٨ ° غربا) شكل (٢) ومن خلال الجدول (٢) و (الأشكال ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧)
 تبين ما يلي:

تتباين درجات الحرارة العظمي خلال أشهر السنة في الأربعة مدن السياحية المتوسطية ،وسجل يناير
 أدني درجات حرارة عظمي تراوحت بين ٦.٢ م في فينيسيا و ١٧.٩ م في الإسكندرية بمدي بلغ
 ٩ م . وبذلك يرتفع متوسط درجة الحرارة العظمي في الإسكندرية بمقدار درجة واحدة عن طنجة
 المغربية ، و ٧ م عن مارسيليا الفرنسية ، و ٩ م عن فينيسيا الإيطالية . ويعد ارتفاع درجة الحرارة
 العظمي في الإسكندرية بفصل الشتاء مقارنة بالمدن الأخرى عامل جذب سياحي يمكن استغلاله
 في اجتذاب بعض الأنشطة السياحية قليلة التأثير العناصر المناخية مثل سياحة المؤتمرات و السياحة
 العلاجية . كما سجل شهر يوليو أعلى درجة حرارة في مارسيليا و فينيسيا ، بينما سجل أغسطس
 أعلى درجة حرارة عظمي في الإسكندرية و طنجة .وهي بذلك ترتفع بمقدار ١.٢ م عن فينيسيا، و
 تنخفض بمقدار ٠.٤ م و ٠.٢ م عن كل من طنجة و مارسيليا و بذلك تكاد تتساوي معدلات درجات
 الحرارة العظمي في فصل الصيف في الإسكندرية و المدن السياحية الأخرى قيد الدراسة.
 شكل (٢) الموقع الجغرافي و الفلكي لكل من الإسكندرية و فينيسيا و مارسيليا و طنجة



شكل (٣) توزيع المتوسط الشهري لدرجات الحرارة العظمي في كل من الإسكندرية و طنجة و فينيسيا ومارسيليا عام ٢٠١٠



جدول (٢) المتوسطات الشهرية للعناصر المناخية في مارسيليا و فينيسيا و طنجة و الإسكندرية في الفترة من ١٩٨٠-٢٠٠٥

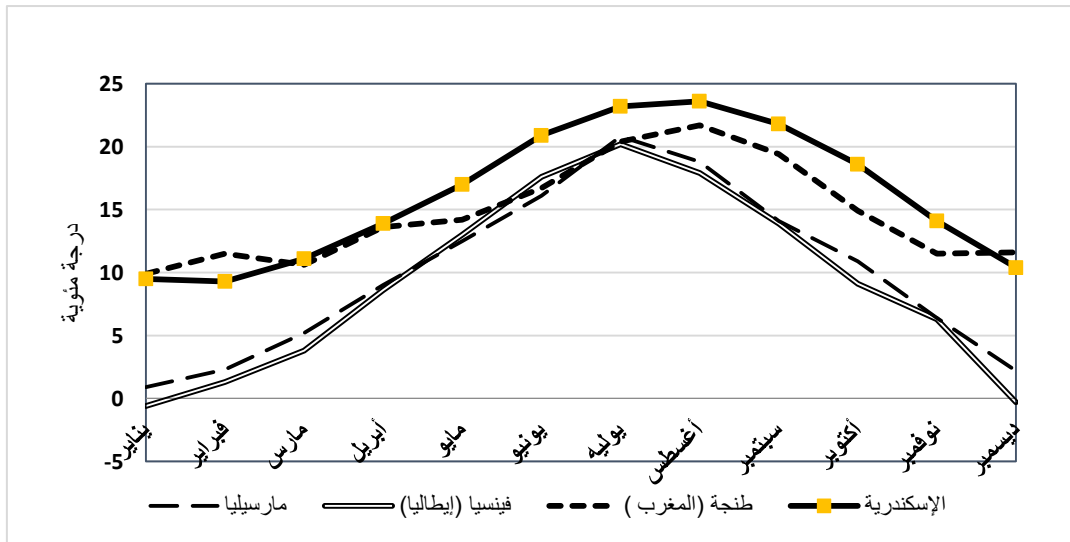
سرعة الرياح كم/ساعة	الأمطار (مم)	الرطوبة النسبية %	الصغرى	العظمي	مارسيليا	مارسيليا (فرنسا)
16.6	89.7	75.9	0.9	9	يناير	
19	57.4	70.8	2.3	11.5	فبراير	
16.8	54.1	65.1	5.2	14.8	مارس	
12.6	29.2	65.6	9	19.8	أبريل	
20.6	43.9	63	12.5	21.7	مايو	
18.5	56.4	61	16.1	27	يونيو	
18.8	1.5	53.1	20.8	32	يوليه	
18.7	43.2	55.3	18.8	29.9	أغسطس	
16.3	29.7	62.5	14.1	25.2	سبتمبر	
20	50.0	64	10.9	20.5	أكتوبر	
16.4	101.4	73.6	6.4	14.8	نوفمبر	
19.6	50.5	71.8	2.2	10.5	ديسمبر	
17.8	50.6	65.1	9.9	19.7	المعدل السنوي	

7.7	54.4	76	-0.6	6.2	يناير	فینسیا (إيطاليا)
8.3	77.5	84.6	1.3	9.2	فبراير	
9.7	32.0	79.1	3.8	12.2	مارس	
9.2	20.3	68.5	8.6	18.8	أبريل	
9.8	75.7	74.5	13	22.1	مايو	
9.2	78.8	72.5	17.6	26.3	يونيو	
8.8	41.4	69.5	20.2	30.6	يوليه	
8.5	29.5	75	17.9	28.2	أغسطس	
8.5	20.6	74.1	13.9	23.1	سبتمبر	
10.2	7.1	73.1	9.1	17.8	أكتوبر	
7.9	33.5	88.4	6.3	14.1	نوفمبر	
7	69.3	86.1	-0.3	6.6	ديسمبر	
8.7	45.0	76.8	9.2	17.9	المعدل السنوي	
16	201.2	78.7	9.9	16.9	يناير	طنجة (المغرب)
21.4	170.4	80.8	11.5	18.1	فبراير	
16	98.1	76.1	10.6	19	مارس	
20.6	29.2	72	13.6	22.1	أبريل	
18	41.7	64.5	14.2	22.9	مايو	
14.5	9.1	68.8	16.7	25.5	يونيو	
19.2	4.1	62.4	20.4	30.5	يوليه	
18.6	0.0	60.7	21.7	32.2	أغسطس	
18.2	8.1	66	19.4	28.2	سبتمبر	
14.2	75.2	74.5	14.9	23.6	أكتوبر	
16.5	111.5	75.1	11.5	19	نوفمبر	
20.1	171.2	76.9	11.6	18.1	ديسمبر	
17.8	76.6	71.4	14.7	23.0	المعدل السنوي	
8.0	54.0	70.7	9.5	17.9	يناير	الإسكندرية
8.1	26.0	68.4	9.3	18.1	فبراير	
8.5	12.9	68	11.1	19.6	مارس	
8.1	4.2	65.1	13.9	23.5	أبريل	
7.5	1.5	67.8	17	26	مايو	
7.7	0.0	69.6	20.9	28.3	يونيو	
8.2	0.0	72	23.2	29.3	يوليه	
8.0	0.0	71.5	23.6	31.8	أغسطس	

6.9	1.0	68.6	21.8	29.1	سبتمبر
6.3	9.3	68.7	18.6	27	أكتوبر
6.7	33.1	70	14.1	23.1	نوفمبر
7.3	45.0	71.7	10.4	19.6	ديسمبر

يسجل شهر يناير أدنى متوسط لدرجة الحرارة الصغرى في المدن قيد الدراسة حيث سجلت الإسكندرية ٩.٥ م بارتفاع ١٠.١ م عن فينسيا ، و ٨.٦ م عن مارسيليا و انخفاض ٠.٤ م عن طنجة. بينما سجل أغسطس أعلى متوسط درجة حرارة صغرى في الإسكندرية و طنجة (٢٣.٦ م ، ٢١.٧ م) علي الترتيب بينما سجل يوليو أعلى متوسط درجة حرارة صغرى في مارسيليا و فينسيا (٢٠.٨ م ، ٢٠.٢ م) علي الترتيب.

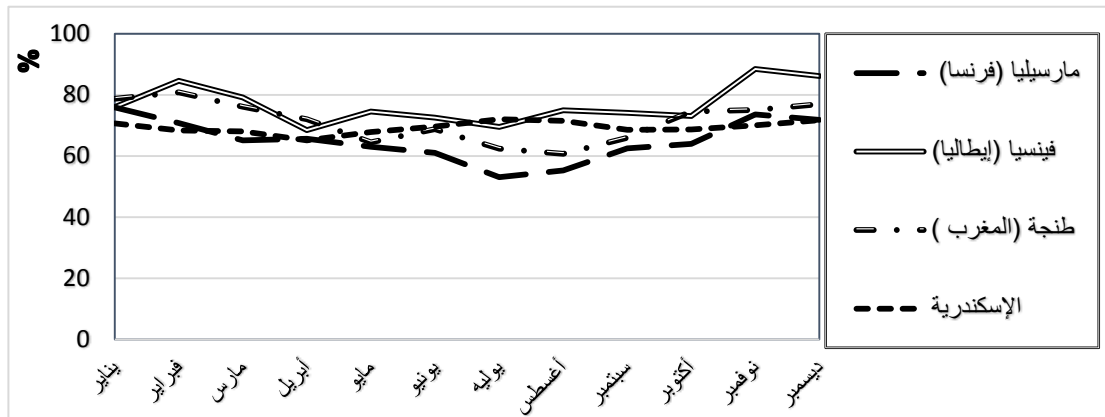
شكل (٤) توزيع المتوسط الشهري درجات الحرارة الصغرى في كل من الإسكندرية و طنجة و فينسيا ومارسيليا عام ٢٠١٠



تعد الرطوبة النسبية من أهم العناصر المناخية المؤثرة علي راحة السائح و بالنظر إلي بيانات الجدول رقم (٢) وشكل (٥) فإن معدلات الرطوبة النسبية تتسم بالارتفاع في مدن حوض البحر المتوسط فتقع

معظمها فوق ٦٠% ^(١) ويعد تزامن ارتفاع الرطوبة النسبية مع ارتفاع درجات الحرارة من الأمور التي تسبب إرهاب السائح ، وتمثل شهور الصيف في الإسكندرية أعلى معدلات للرطوبة النسبية حيث تجاوزت ٧٠% وهي بذلك تقل عن فينيسيا الإيطالية و التي تتسم بارتفاع كبير في معدلات الرطوبة النسبية بسبب طبيعتها الجغرافية - حيث تتكون من عدة جزر متصلة ببعضها عن طريق جسور- بينما تنخفض المعدلات الشهرية في كل من مارسيليا و طنجة مما يجعلهما أكثر ملائمة لراحة السائح خلال الصيف ، و تتميز الإسكندرية خلال تلك الفترة هبوب الرياح الشمالية الباردة التي تلطف من درجات الحرارة مقارنة بباقي المدن الداخلية المصرية.

شكل (٥) المتوسط الشهري للرطوبة النسبية في كل من الإسكندرية و طنجة و فينيسيا ومارسيليا عام ٢٠١٠



جعل

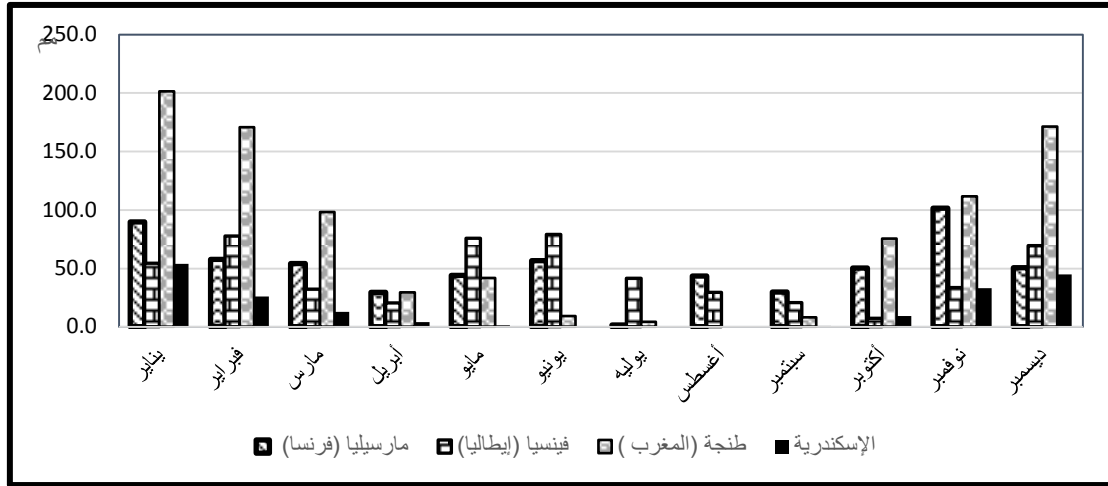
و !

الطقس ملائم لممارسة كافة الأنشطة السياحية وتتوقف الأمطار في طنجة في شهر أغسطس فقط بينما يستمر هطول الأمطار في مارسيليا و فينيسيا طوال العام. مما يمثل عنصر سلبي لممارسة بعض الأنشطة الشاطئية. و رغم أن موسم الأمطار في الإسكندرية يمتد من سبتمبر وحتى مايو إلا أن معدل التساقط المنخفض في الربيع و الخريف - باستثناء نوفمبر - لا يسبب إعاقة للحركة السياحية حيث سجل كل من سبتمبر و أكتوبر و فبراير و مارس و ابريل ومايو اقل من ٢٠ مم بينما تغزر الامطار في نوفمبر و ديسمبر و يناير لتتجاوز في يناير ٥٤ مم . وتسجل الإسكندرية بذلك أدنى كمية أمطار مقارنة بالمدن الأخرى.

وتتسم طنجة بارتفاع معدلات التساقط و التي تجاوزت ٩٠٠ مم سنويا و يعد يناير أعلى شهور السنة (٢٠١ مم) وتتسبب المعدلات المرتفعة للتساقط في توقف الأنشطة السياحية و خاصة الشاطئية منها وتهجر المدينة و تتجه السياحة للظهير الجبلي. ويستمر التساقط في مارسيليا و فينيسيا طوال العام و يعد يوليه أدنى شهور السنه بمارسيليا (١.٥ مم) بينما سجل أكتوبر بفينيسيا أدنى كمية تساقط (٧.١ مم). وبذلك تتميز الإسكندرية عن الثلاثة مدن الأخرى كمصيف حيث تكون الظروف المناخية ملائمة لممارسة كافة الأنشطة السياحية بدون أي إعاقة مناخية.

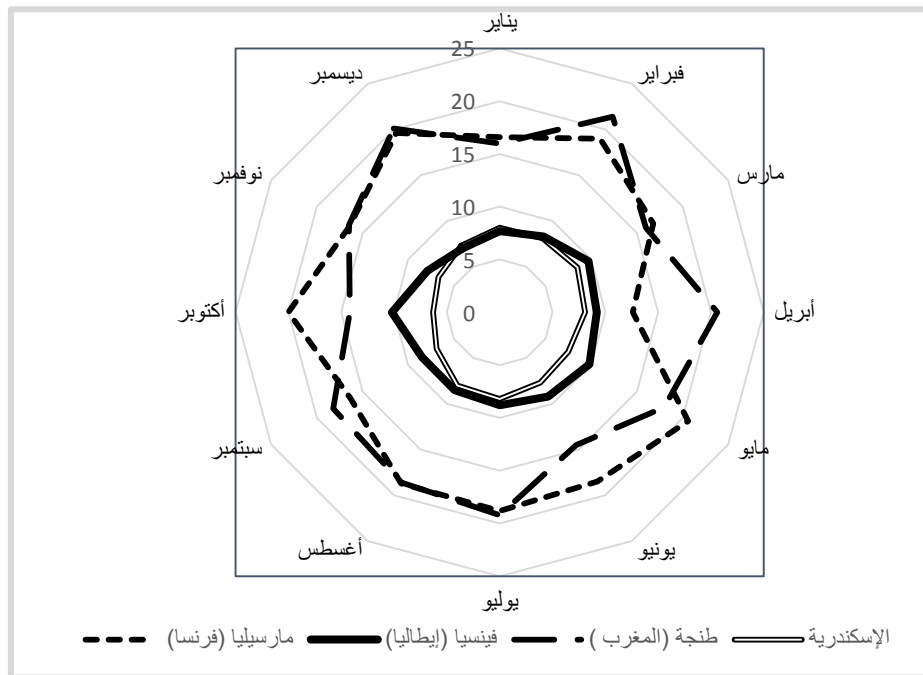
^(١) تقع المعدلات المثلى للرطوبة النسبية بين ٤٠%-٦٠%

شكل (٦) توزيع كمية الأمطار الساقطة في كل من الإسكندرية وطنجة وفينيسيا ومارسيليا خلال عام ٢٠١٠



تعد الرياح من العوامل المؤثرة علي السياحة وممارسة الأنشطة السياحية خاصة الرياضات المائية و سجلت الإسكندرية أدني معدل سنوي لسرعة الرياح و الذي بلغ ٧.٦ كم/ساعة بينما سجل في فينيسيا ٨.٧ كم/ساعة و ارتفع في كل من طنجة و مارسيليا عن ١٧ كم/ساعة. مما يسبب خطورة علي ممارسة الرياضات المائية وخاصة للمبتدئين. حيث حددت غرفة الغوص و الرياضات المائية أن سرعة الرياح التي تتراوح بين ٨-١٠ عقدة/ساعة هي الأكثر ملائمة لممارسة الرياضات البحرية و يمكن ان تصل في بعض الرياضات الي ٢٠ - ٢٧ عقدة/ساعة مثل ركوب الطائرات الشراعية ولكن يعتمد هذا علي نوع الطائرة الشراعية و مستوي التدريب و المهارة للسائح.

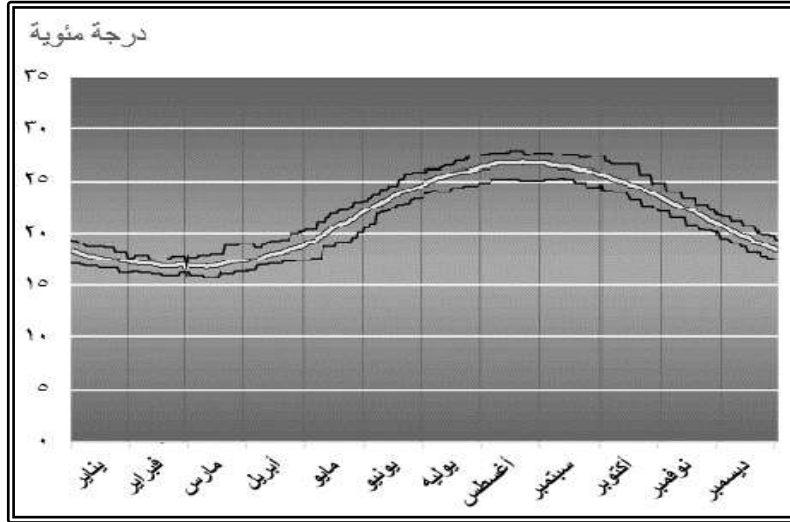
شكل (٧) توزيع المتوسط الشهري لسرعة الرياح في الإسكندرية و طنجة و مارسيليا و فينيسيا عام (٢٠١٠)



ثانياً: المناخ البحري و البيئة البحرية للإسكندرية :

يعد المناخ البحري و شكل الساحل في الإسكندرية من العوامل التي أدت إلي تميزها و تفضيلها لممارسة الأنشطة البحرية ، وتتراوح درجات الحرارة في مياه البحر أمام شواطئ البحر المتوسط (شكل ٨) بين ١٧ م في فبراير و ٢٧ م في أغسطس. وتختلف كل رياضة مائية من حيث افضل الأوقات لممارستها ولكن بحسب ما أعلنته غرفة الغوص والرياضات المائية (أن درجة حرارة الهواء ٤٠ م و المياه ٢٦ م) هي الأنسب لممارسة الرياضات المائية. و بلغ المتوسط الشهري لسرعة الرياح في الإسكندرية بين ٦.٣ عقدة/ساعة في شهر أكتوبر و ٨.٥ عقدة في مارس و خلال هذا تشتت سرعة الرياح أحيانا لتصل لحد العاصفة أثناء مرور الانخفاضات الجوية الشتوية و الربيعية و يتم التحذير من ممارسة كافة الأنشطة البحرية.

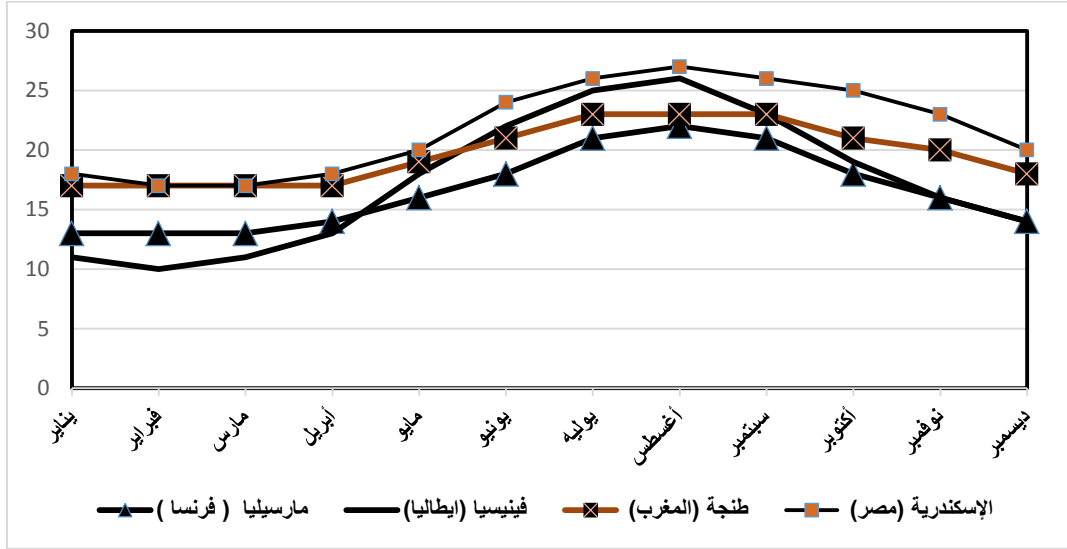
شكل (٨) متوسط درجات الحرارة الشهري أمام سواحل شاطئ الإسكندرية في الفترة من ١٩٨٤-٢٠١٠



المصدر: جهاز شئون البيئة ، التقرير السنوي برنامج الرصد البيئي لنوعية المياه أمام سواحل البحر المتوسط ، ٢٠١١. وبمقارنة درجة حرارة المياه الشاطئية في الإسكندرية مع بعض المدن الساحلية المطلة علي ساحل البحر المتوسط (شكل ٩) فقد تراوحت معدلات درجات حرارة المياه في الإسكندرية بين ١٧ م في فبراير و مارس و ٢٧ م في أغسطس وهي بذلك تسجل أعلى درجة حرارة للمياه بين المدن الأخرى و التي تراوحت بين ١٣ م و ٢٢ م في مارسيليا و بين ١٠ م و ٢٦ م في فينيسيا و ١٧ م و ٢٣ م في طنجة وتبعاً لما أصدرته غرفة الغوص و الرياضات المائية ان درجة حرارة المياه المناسبة لممارسة هذه

الأنشطة عندما تتراوح درجة حرارة الهواء ٤٠ م و المياه ٢٦ م ورغم ذلك فإن يمكن ممارستها في درجات حرارة أقل مستخدمين معدات خاصة وملابس مصنوعة من مواد خاصة لتلائم انخفاض درجة حرارة المياه المنخفضة ، ولكن بصفة عامة فإن الرياضات المائية تتوقف عندما تنخفض درجة حرارة المياه السطحية عن ١٥ م .

شكل (٩) توزيع المعدلات الشهرية لدرجة حرارة المياه السطحية في كل من الإسكندرية و طنجة و مرسيليا و فينيسيا عام (٢٠١٠)



ومن العرض السابق يتضح التميز المناخي لمدينة الإسكندرية علي مدن البحر المتوسط ورغم هذا التميز ألا أنها لا تحظى بنفس الشهرة السياحية الدولية حيث بلغ الإجمالي السنوي للسياح الوافدين للإسكندرية ٨٠٠ الف سائح سنويا (عام ٢٠١٠) مقابل ٢٩ مليون سائح في فينيسيا^(١) و ٤.١ مليون سائح في مرسيليا^(٢) و ٢.١ مليون سائح في طنجة^(٣). لذلك يجب علي متخذي القرار وهيئة تنشيط السياحة ان تكثف جهودها للترويج للسياحة الدولية الوافدة للإسكندرية والتعريف بها و استغلال مواردها السياحية وتوفير سبل الراحة للسياح الأجانب ومعرفة متطلباتهم والعمل علي تحسين وضع الإسكندرية كمدينة سياحية عالمية لها خصائص مناخية مميزة.

ثالثا: المناخ وراحة السائح في الإسكندرية (بالمقارنة بعض المدن العالمية السياحية):

و لقياس مستوى الراحة الذي يشكله مناخ الإسكندرية علي زائريها خلال السنة تم تطبيق مؤشر درجة الحرارة الفعالة ومعيار توم و معامل تبريد الرياح وكانت النتيجة كالتالي:

¹ (<http://www.gondolaall.com>)

² (<http://www.marseille.fr/>)

³ (<http://www.batuta.com/>)

أ - **معامل جفني^(١)** : الذي يقيس العلاقة بين الظروف المناخية وشعور الإنسان بالراحة من عدمه (جدول ٣) ، و يساعد تطبيقه علي إيضاح مناطق الراحة وعدم الراحة خلال فصول السنة المختلفة كانت نتائجه علي مدينة الإسكندرية كالتالي:

- يعد كل من شهري يناير وفبراير شهور عدم راحة لسيادة الجو البارد

جدول (٣) مستويات الراحة تبعاً لمعامل الراحة الحرارية ومعيار توم ومعيار برودة الرياح لسبل وباسل في الإسكندرية ومارسليا وفينيسيا وطنجة.

مؤشرات الراحة	الشهر	اسكندرية	مارسيليا	فينيسيا	طنجة
١) (ب)	يناير	عدم راحة (بارد)	عدم راحة (بارد)	عدم راحة (بارد)	عدم راحة (بارد)
	فبراير	عدم راحة (بارد)	عدم راحة (بارد)	عدم راحة (بارد)	عدم راحة (بارد)
	مارس	انتقالي بارد	عدم راحة (بارد)	عدم راحة (بارد)	انتقالي بارد
	أبريل	راحة	عدم راحة (بارد)	عدم راحة (بارد)	راحة
	مايو	راحة	انتقالي بارد	راحة	راحة
	يونيو	راحة	راحة	راحة	راحة
	يوليه	انتقالي حار	انتقالي حار	انتقالي حار	انتقالي حار
	أغسطس	انتقالي حار	راحة	راحة	انتقالي حار
	سبتمبر	انتقالي حار	راحة	راحة	راحة
	أكتوبر	راحة	انتقالي بارد	عدم راحة بارد	راحة
	نوفمبر	راحة	عدم راحة (بارد)	عدم راحة (بارد)	انتقالي بارد
	ديسمبر	انتقالي بارد	عدم راحة بارد	عدم راحة بارد	عدم راحة بارد
٢) (ج)	يناير	انزعاج متوسط بارد	انزعاج شديد بارد	انزعاج شديد بارد	انزعاج متوسط بارد
	فبراير	انزعاج متوسط بارد	انزعاج شديد بارد	انزعاج شديد بارد	انزعاج متوسط بارد
	مارس	راحة نسبية باردة	انزعاج شديد بارد	انزعاج شديد بارد	راحة نسبية باردة
	أبريل	راحة تامة	انزعاج متوسط بارد	انزعاج متوسط بارد	راحة نسبية باردة
	مايو	راحة تامة	راحة نسبية باردة	راحة نسبية باردة	راحة نسبية باردة
	يونيو	انزعاج متوسط حار	راحة نسبية حارة	راحة نسبية حارة	راحة نسبية حارة
	يوليه	انزعاج متوسط حار	انزعاج متوسط حار	انزعاج متوسط حار	انزعاج متوسط حار
	أغسطس	انزعاج متوسط حار	راحة نسبية حارة	راحة نسبية حارة	انزعاج متوسط حار
	سبتمبر	انزعاج متوسط حار	راحة تامة	راحة تامة	انزعاج متوسط حار
	أكتوبر	راحة نسبية حارة	راحة نسبية باردة	انزعاج متوسط بارد	راحة تامة
	نوفمبر	راحة تامة	انزعاج متوسط بارد	انزعاج شديد بارد	راحة نسبية باردة

^١) أو مؤشر درجة الحرارة الفعالة Effective Temperature وضعة العالم جفني Gaffney، حيث حدد درجات الحرارة الفعالة لدرجة شعور الإنسان بالراحة ، وصنف الأنماط المناخية طبقاً لراحة الإنسان في أستراليا في بيئات داخلية وبملايس عادية. وتعرف درجة الحرارة الفعالة بانها درجة الحرارة التي يشعر عندها الإنسان بالضيق او الراحة بسبب تداخل عناصر المناخ من الحرارة والرطوبة والرياح.

Griffith, J. (١٩٧٦) Applied climatology an introduction, Oxford University press Oxford

ديسمبر	راحة نسبية باردة	انزعاج شديد بارد	انزعاج شديد بارد	انزعاج متوسط بارد
يناير	بارد	بارد	بارد	بارد
فبراير	بارد	بارد	بارد	بارد
مارس	بارد	بارد	بارد	بارد
أبريل	اميل للبرودة	بارد	بارد	اميل للبرودة
مايو	مائل للبرودة شبة معتدل	اميل للبرودة	اميل للبرودة	اميل للبرودة
يونيو	مائل للبرودة شبة معتدل	مائل للبرودة شبة معتدل	مائل للبرودة شبة معتدل	مائل للبرودة شبة معتدل
يوليه	مائل للبرودة شبة معتدل	مائل للبرودة شبة معتدل	مائل للبرودة شبة معتدل	مائل للبرودة شبة معتدل
أغسطس	مائل للبرودة شبة معتدل	مائل للبرودة شبة معتدل	مائل للبرودة شبة معتدل	مائل للبرودة شبة معتدل
سبتمبر	مائل للبرودة شبة معتدل	اميل للبرودة	اميل للبرودة	مائل للبرودة شبة معتدل
أكتوبر	اميل للبرودة	بارد	بارد	أميل للبرودة
نوفمبر	اميل للبرودة	بارد	بارد	بارد
ديسمبر	بارد	بارد	بارد	بارد

بين وياصل

- المصدر : من حساب الطالبة اعتمادا الجدول رقم (١)
- The Atmospheric Science Data Center (ASDC), NASA Langley Research Center, 2010
- يمثل كل من مارس و ديسمبر شهور انتقالية فالأول بين الشتاء البارد والربيع، و الثاني بين الخريف و الشتاء البارد.
- يمثل كل من ابريل و مايو و يونيه وأكتوبر و نوفمبر شهور الراحة الأنسب لزائري المدينة
- يشكل كل من يوليو و أغسطس و سبتمبر شهور انتقالية دافئة

عليه فإن راحة السائح تكون في افضل مستوياتها خلال ١٠ شهور (الفترة من مارس وحتى ديسمبر) بينما تكون في أقل مستوياتها في شهري يناير و فبراير. و بتطبيق هذا المعامل علي طنجة و فينيسيا و مرسيليا (جدول ٣) فإن مستويات الراحة تكون في أفضل مستوياتها خلال ٥ شهور في فينيسيا و مرسيليا، و خلال ٨ شهور في طنجة و بذلك ترتفع أشهر الراحة الحرارية في الإسكندرية بخمسة أشهر عن فينيسيا و مرسيليا و شهرين عن طنجة. وهذا يمكن أن يكون عامل جذب من حيث طول الفترة التي يشعر بها السائح بالراحة عن بقية المدن الساحلية بحوض البحر المتوسط.

ب- معيار توم (1959)⁽¹⁾ : تستخدم لتوضيح تأثير درجة الحرارة والرطوبة النسبية معا علي راحة السائح و نشاطه ، ويستخدم لتحديد المناطق المناخية الحيوية التي تتوافر فيها راحة السائح و بالتالي تكون منطقة جذب سياحي مناخي .

و تقسم شهور السنة بحسب حدود الراحة الحرارية بالقرينة كالتالي :

- يمثل و يناير و فبراير أشهر انزعاج متوسط بارد
- يمثل مارس وديسمبر شهر راحة نسبية باردة
- يعد إبريل و مايو و نوفمبر شهور راحة تامة.
- يشكل كل من يونيه ويوليه وأغسطس وسبتمبر انزعاج متوسط حار .
- يمثل أكتوبر راحة نسبية حارة.

وعليه فان الفترة الممتدة من مارس وحتى نوفمبر تمثل فترات راحة حرارية للسائح لممارسة الأنشطة السياحية

وبمقارنة نتائج المعادلة مع كل من فينيسيا ومارسيليا و طنجة فان مستويات الراحة الحرارية تكون في افضل مستوياتها خلال خمسة اشهر في مارسيليا و أربعة شهور في فينيسيا وستة أشهر في طنجة و بذلك ترتفع أشهر الراحة لحرارية في الإسكندرية أربعة شهور عن مارسيليا و خمسة في فينيسيا و ثلاثة شهور عن طنجة. وهذا ما يعطي الإسكندرية أفضلية في طول مدة فترة الراحة الحرارية للسائح

ج- معيار برودة الرياح لسبيل و بازل(1945)⁽²⁾ وهو يقيس أثر كل من الحرارة و الرياح علي راحة السائح و يعد معيار فعلي لقوة تبريد الرياح ودرجة الحرارة و يستخدم لإيضاح مناطق احساس الإنسان بالراحة من عدمه خلال فصول السنة المختلفة.

⁽¹⁾ استخدم توم ما يعرف بمعامل الحرارة و الرطوبة لتحديد راحة الإنسان لأناس يعملون في مكاتبهم من خلال المعادلة التالية:

$$THI (DI=T-0.55(1-h)(T-14.5)$$

معامل الحرارة /الرطوبة = ح-0.55 (هـ-1) (ح_14.5)

حيث (ح) درجة حرارة الهواء م، (هـ) = الرطوبة النسبية

وبناء عليه فان مستويات الراح هي : < 10 انزعاج شديد بارد 10-15 انزعاج متوسط بارد 15-18 راحة نسبية باردة 18-21 راحة تامة

21-24 راحة نسبية حارة (10-50٪ من الناس يشعرون بعدم الراحة) 24-27 انزعاج متوسط حار (كل الناس يشعرون بعدم الراحة عند قيمة

26) 27-29 انزعاج شديد حار 29 إجهاد كبير وخطير

المصدر : (علي حسن موسى ، مناخات العالم، دار الفكر ،دمشق، 1989 ، ص 68)

محمد توفيق محمد (2004) المناخ وأثره على راحة الإنسان في السواحل المصرية "دراسة في المناخ التطبيقي" ، رسالة دكتوراه ، كلية الآداب بسوهاج - جامعة جنوب الوادي .

⁽²⁾ معامل تبريد الرياح (Wind Chill Factor) حيث لفت passel & Sipple الانتباه إلى أهمية الرياح كقوة تبريدية ، ومن ثم تم صاغية المعادلة الآتية :

$$K = (33- T) (10 \sqrt{V} + 10.5-V)$$

المصدر: Griffith, J. (1976) Applied climatology an introduction, Oxford University pres Oxford:

حيث: K= عامل تبريد الرياح (سعر حراري/ م² / ساعة) . T = درجة الحرارة (م) .

V = سرعة الرياح (متر/ ثانية)

تنقسم شهور السنة تبعاً لمستويات الراحة بناءً عليه كالتالي:

- يمثل كل من ديسمبر ويناير وفبراير ومارس شعور غير مريح باردة .
- يعد كل من أبريل ونوفمبر شهور إحساس أميل للبرودة.
- تعد الفترة من مايو وحتى أكتوبر شهور مائلة للبرودة.

وعليه فإن راحة السائح تكون في أفضل مستوياتها خلال ٨ شهور (الممتدة من ابريل وحتى نوفمبر تقل مستوي الراحة في أربع شهور فقط والتي تبدأ من ديسمبر وحتى مارس.

و بتطبيق المعيار علي المدن السياحية الأخرى أظهرت النتائج أن راحة السائح تكون في أفضل مستوياتها في خمسة شهور في فينيسيا ومارسيليا و سبعة أشهر في طنجة و بذلك ترتفع أشهر الراحة الحرارية في الإسكندرية ٣ شهور عن كل من فينيسيا و مارسيليا و شهر واحد عن طنجة.

ومن العرض السابق يظهر طول مدة الراحة الحرارية التي يشعر بها السائح في الإسكندرية

عن كل من طنجة و مارسيليا و فينيسيا

بمقارنة نتائج المعايير السابقة مع أعداد السياح الوافدين للمدينة يظهر توافق بين أعداد السياح خاصة المصريين

جدول (١) و الذين يفضلون الاصطياف في الإسكندرية بداية من ابريل مع أعياد شم النسيم و تبدأ

العنصر المناخي	يناير	فبراير	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	ديسمبر
الإشعاع الشمسي	6.1	7.7	9.4	10.7	11.5	12	11.8	10.6	9.2	8	6.1
الحرارة العظمى	17.9	18.1	19.6	23.5	26	28.3	29.3	29.9	29.1	27	23.1
الحرارة الصغرى	9.5	9.3	11.1	13.9	17	20.9	23.2	23.6	21.8	18.6	14.1
الرطوبة النسبية	70.7	68.4	68	65.1	67.8	69.6	72	71.5	68.6	68.7	70
سرعة الرياح	8.0	8.1	8.5	8.1	7.5	7.7	8.2	8.0	6.9	6.3	6.7
كمية الأمطار	54	26	12.9	4.2	1.5	0	0	0	1	9.3	23.1
درجة حرارة البحر المتوسط	18	17	17	18	20	24	26	27	26	25	22
السياح الأجانب	8232	10897	9789	11866	9985	15503	29133	11700	15163	13470	17041
السياح المصريين	32381	37511	40713	51745	49118	74139	93343	62645	70253	35585	57095

أعدادهم في الزيادة لتصل لذروتها خلال شهري يوليه و أغسطس و تعاود الانخفاض مرة أخرى مع بداية الخريف.

رابعاً: أثر المناخ علي معدلات الإشغال الفندقي بفنادق الإسكندرية:

يقصد بمعدلات الإشغال العلاقة بين الطاقة المتاحة ومدى استخدامها فعلا وتتصرف هذه النسبة إلي استخدام الغرف و يعتمد معدل الإشغال علي جملة الطاقة الإستيعابية و بين ما شغل منها فعلا ، لأن هذا المعدل يعتبر النبض الحقيقي للحركة السياحية (سليمان، ٢٠١٠، ص ٢١٠).

يظهر من الجدول (٤) والشكل (١٠) ما يلي :

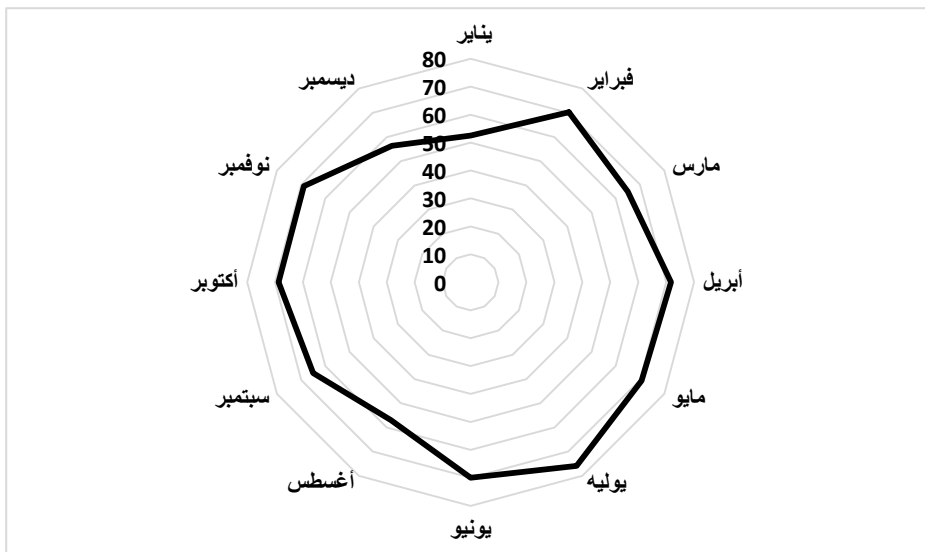
بلغ المعدل السنوي للإشغال الفندقي عام ٢٠١٠ ما يجاوز ٦٦% وتراوح المعدل الشهري بين ٨٠% في يولييه و ٥٢.٥% في يناير بمدي بلغ ٢٣.٤%. وتتخفف معدلات الإشغال الفندقي في الإسكندرية في كل من ديسمبر و يناير بسبب الظروف المناخية للشهرين و التي تمثل عائق امام ممارسة معظم الأنشطة السياحية و خاصة الشاطئية منها و ترتفع في باقي أشهر السنة باستثناء شهر أغسطس فيوجد به انخفاض ملحوظ في معدلات الإشغال، حيث وافق هذا الشهر في الفترة قيد الدراسة شهر رمضان (بدأ شهر رمضان يوم ١١ أغسطس و انتهى ٩ سبتمبر ٢٠١٠) و الذي يحجم كثير من السياح العرب والمصريين عن الاصطياف و يتجهون للعبادات.

جدول (٤) متوسط معدلات الإشغال السنوي و الشهري (%) في الإسكندرية عام ٢٠١٠

يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يولييه	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنوي
٥٢.٥	٧٤.٣	٦٥	٧١.٧	٧٠.٦	٧٥.٩	٧٠	٥٧	٦٥.١	٦٨.٧	٦٨.٩	٥٦.٤	٦٦

المصدر: وزارة السياحة، مركز دعم و اتخاذ القرار، السياحة في أرقام، ٢٠١٦

شكل (١٠) معدلات الإشغال الشهري في فنادق الإسكندرية عام ٢٠١٠



و بقياس معامل الارتباط المتعدد بين نسبة الإشغال كمتغير تابع وكل من عدد ساعات السطوح الشمسي و متوسط درجات الحرارة العظمي و الصغرى و معدلات الرطوبة النسبية و سرعة الرياح كمتغيرات مستقل، تبين وجود أتباط بلغ ٠.٧ وهو ارتباط طردي قوي يعكس العلاقة القوية بين عناصر المناخ و معدلات الإشغال الفندقي ،وبلغ معامل التحديد (ر ٢) ٠.٥٥ مما يعني أن أكثر من نصف التغير في معدلات الاشغال الفندقي ترجع إلي التغير في الظروف المناخية للمدينة وأن النسبة الباقية (٤٥%) ترجع إلي عوامل اخري أهمها الغرض من السياحة خاصة سواء السياحة العلاجية او المؤتمرات و التي تعد محدودة التأثير بالظروف المناخية.

الاستنتاجات

يوجد في الإسكندرية كافة مقومات الجذب السياحي الطبيعية و البشرية و المتمثلة في الامتداد الطولي لسواحلها حيث ادي ذلك الي انتشار الشواطئ الرملية الناعمة علي طول خط الساحل، ساعد علي ذلك استواء السطح و تراجع حافة هضبة مارمريكا الي الجنوب مما خلف سهلا ساحليا واسعا. تتميز الإسكندرية بمناخ معتدل معظم أيام السنة و مناسب لممارسة كافة الانشطة السياحية مما يجذب اليها السياح من مختلف دول العالم حيث تراوحت درجات الحرارة العظمي بين ١٧.٥ في يناير و ٢٩.٩ م في أغسطس . بينما توحت درجات الحرارة الصغري بين ٩.٣ م في فبراير و ٢٣ م في أغسطس وهي بذلك تعد مناسبة لاستقبال السياح طوال أيام السنه ، باستثناء بعض أيام مرور الانخفاضات الجوية في فصلي الشتاء و الربيع التي يقل اثنائها اعداد السياح و يصبح المناخ غير ملائم لممارسة بعض الأنشطة السياحية.

تتفاوت الرطوبة النسبية من شهر لآخر ويعد أغسطس اعلي شهور السنة حيث سجل ٧١.٥ % ويمثل ارتفاع درجة الحرارة المترامن مع ارتفاع معدلات الرطوبة النسبة عائق أمام تمتع السائح براحة جسدية مثلي إلا أن أعداد السياح ترتفع في هذا الشهر. بينما تتميز تعد سرعة الرياح مناسبة لممارسة كافة الأنشطة السياحية عامة و البحرية خاصة فلم تتجاوز سرعة الريح في أي شهر ٩ كم/ساعة. تتصف أمطار الإسكندرية بأنها أمطار شتوية أعصارية مصاحبة للانخفاضات الجوية المتوسطة تتسبب في إعاقة الأنشطة السياحية خاصة أنها تكون مصحوبة بانخفاض في درجات الحرارة وزيادة سرعة الرياح.

يتصف المناخ البحري أمام سواحل الإسكندرية بتمييزه حيث تعد درجة حرارة المياه السطحية – التي تراوحت بين ١٧ م في فبراير و ٢٧ م في أغسطس ملائمة لممارسة الأنشطة البحرية طوال العام باستثناء فترات هبوب الانخفاضات الجوية التي تتوقف بها جميع الأنشطة البحرية.

يتسم مناخ الإسكندرية بملاءمته لراحة جسم السائح و هو ما أظهرته نتائج كل من المخطط البياني المناخي و قرينة توم وقرينة تبريد الرياح . حيث دلت النتائج علي أنه رغم ارتفاع كل من الحرارة

و الرطوبة صيفا إلا أن الرياح الشمالية لها دور فعال في التقليل من الاحساس بالاجهاد الحراري ليصبح مناخ الإسكندرية ملائما لراحة السائح. و تمتد أشهر الحرارة المثلي المناسبة للسياح خلال ٨ أشهر سنويا تبدأ من مارس و حتي أكتوبر.

وبمقارنة عناصر المناخ بين الإسكندرية و بعض المدن السياحية البحر متوسطية ذات الشهرة العالمية وجد تفوق العنصر المناخي في الإسكندرية عن مثيله في كل من مرسيليا و فينيسيا و طنجة حيث تمثلت أشهر الراحة الحرارية في كل من مرسيليا و فينيسيا خلال ٥ شهور فقط وارتفعت في طنجة الي ٧ شهور مما يعطي فرصة لزيادة الاستثمار السياحي في الإسكندرية إذا تم استثمار هذا المناخ بالطريقة المناسبة لجذب أعداد أكبر من السياح الأجانب كان لموقع الإسكندرية علي ساحل البحر المتوسط و امتدادها الطولي و تأثيرها بالرياح الشمالية و نسيم البحر أثره البالغ في توزيع الفنادق علي طول امتداد الساحل لتحقيق الاستفادة القصوي من تأثير هذين العنصرين علي تلطيف درجات الحرارة .

التوصيات.

الاهتمام بالأنشطة السياحية غير الشاطئية التي تناسب مناخ المدينة ، مثل إقامة المهرجانات (السينمائية و الرياضية و الثقافية والتسويقية) و المؤتمرات (الاقتصادية و العلمية)
الاهتمام الترويج السياحي عن طريق توزيع المنشورات و الهدايا التذكارية في كافة مطارات العالم و عرض بعض الأفلام الوثائقية عن السياحة في الإسكندرية.
الاهتمام بالتواصل مع شركات السياحة العالمية لجذب مزيد من الأفواج السياحية وعمل عروض و تخفيضات لأستقطاب أكبر عدد من السياح طوال أيام السنة.

المصادر والمراجع.

أولاً: المصادر.

١. الجهاز المركزي للتعبئة العامة و الإحصاء (٢٠١٢) ، إحصاءات خدمات المرافق العامة علي مستوي مجالس المدن و الأحياء.
٢. _____ (٢٠١٢) النشرات السنوية و النصف سنوية و السنوية للسياحة، قسم السياحة.
٣. _____ (٢٠٠٦) الكتاب الإحصائي السنوي لتعداد ٢٠٠٦.
٤. الهيئة العامة للأرصاد الجوية (١٩٩٦) أطلس مصر المناخي ، القاهرة .
٥. _____ (٢٠٠٥) البيانات المناخية ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة.
٦. وزارة الدولة لشئون البيئة (٢٠٠٧)، جهاز شئون البيئة، بالتعاون مع الوكالة الدنماركية للتعاون الدولي ، برنامج الدعم لقطاع البيئة، التوصيف البيئي لمحافظة الإسكندرية.

ثانياً المراجع العربية.

١. براهيم ، زينهم السيد(٢٠٠٧) المخاطر المناخية و أثرها علي الزراعة في الهوامش الغربية لدلتا النيل .رساله ماجستير غير منشورة كلية الآداب ،كفر الشيخ.
٢. أبو عيانة، فتحي محمد (٢٠٠٢)، جغرافية العمران دراسة تحليلية للقرية و المدينة ،دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية. مصر .
٣. أحمد، شيماء أحمد محمد أحمد (٢٠١٣) البيئة و الأمراض في محافظة الإسكندرية دراسة جغرافية وديموجرافية ، كلية الآداب جامعة الإسكندرية.
٤. أطلس مصر الطبوغرافي (١٩٩٦) : الهيئة المصرية العامة للمساحة ، مقياس ١:٥٠٠٠٠٠ ، القاهرة.
٥. الجهاز المركزي للتعبئة العامة و الإحصاء (٢٠١٢) ، إحصاءات خدمات المرافق العامة علي مستوي مجالس المدن و الأحياء.
٦. _____ (٢٠١٢) النشرات السنوية و النصف سنوية و السنوية للسياحة، قسم السياحة.
٧. _____ (٢٠٠٦)الكتاب الإحصائي السنوي لتعداد ٢٠٠٦.
٨. الهيئة العامة للأرصاد الجوية (١٩٩٦) أطلس مصر المناخي ، القاهرة .
٩. _____ (٢٠٠٥) البيانات المناخية ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة.
١٠. الزوكة ، محمد خميس (١٩٩٥) ،صناعة السياحة من المنظور الجغرافي ، دار المعرفة الجامعية - الإسكندرية .
١١. السعيد ،محمد سعيد (٢٠١٠) السياحة في المحميات الساحلية في مصر ، رسالة دكتوراه غير منشورة كلية الآداب جامعة بنها.
١٢. السواح ،محمد مبروك (٢٠١٢) -التنمية السياحية في شبه جزيرة سيناء دراسة جغرافية. رساله ماجستير ، كلية الآداب جامعة الإسكندرية.
١٣. الشرفاوي، محمد محمود علي (٢٠٠٢) شبكات التصريف المائي وعلاقتها بشبكة الطرق في جنوبي سيناء، دراسة في الحيوومورفولوجيا التطبيقية" رسالة ماجستير ، كلية الآداب جامعة دمنهور .
١٤. بكير، محمد الفتحي (٢٠١١)، جغرافية مصر السياحية، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، مصر.

١٥. جمال ،هشام محمود محمد (٢٠٠٠) المراكز السياحية على ساحل البحر الأحمر في مصر، دراسة جغرافية السياحة، رسالة دكتوراه، كلية الآداب - كلية الآداب جامعة بنها.
١٦. جمعة ، ماجدة محمد (٢٠٠٠) جغرافية مصر السياحية، مطبعة التوحيد بشبين الكوم المنوفية ، مصر.
١٧. جمعة ، ماجدة محمد محمد أحمد (٢٠٠٥)، التنمية السياحية بمدينة الغردقة وأثرها السلبي على البيئة (الجمعية الجغرافية)، العدد العاشر.
١٨. جودة ،حسنين جودة (١٩٩٥) الجغرافيا المناخية و الحيوية ،دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية - مصر.
١٩. جودة، حسنين جوده (٢٠٠٠) جغرافية مصر الطبيعية و خريطة المعمور المصري في المستقبل، دار المعرفة الجامعية ،الإسكندرية ،مصر.
٢٠. حسن ،جليلة حسن (٢٠٠٥) تنمية الساحل الشمالي الغربي لمصر، المحددات الرئيسية لإمكانياتها وفرص نجاحها، (مصر المعاصرة أكتوبر ٢٠٠٥ العدد ٤٨ السنة السادسة والتسعون-القاهرة).
٢١. شرف ، محمد إبراهيم محمد (٢٠٠٦) جغرافية المناخ التطبيقي ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية مصر.
٢٢. عبد الحكيم ، محمد صبحي - الديب، حمدي أحمد (١٩٩٥) ،جغرافية السياحة ،مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة.
٢٣. عبد الحكيم، محمد صبحي (١٩٨٥) مدينة الإسكندرية ، رسالة دكتوراه منشورة ، القاهرة.
٢٤. عبد النبي، شيماء السيد(٢٠١٠) الجزر الحرارية في الإسكندرية، دراسة في المناخ الحضري، رسالة ماجستير، كلية الآداب جامعة الإسكندرية.
٢٥. عطا ،محمد فوزي أحمد (٢٠٠٣) تباين مؤشرات الشعور بالراحة في مدن المملكة العربية السعودية، دراسة تطبيقية لتوازن الطاقة عند بيرت، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٤٢ جزء ٢.
٢٦. عطا ،محمد فوزي أحمد (٢٠٠٤)،جغرافية المناخ الفسيولوجي علي السواحل المصرية - دراسة في المناخ التطبيقي- مجله كليه الآداب جامعة القاهرة فرع بني سويف العدد ٧.
٢٧. فايد ، يوسف عبد المجيد وآخرون (١٩٩٤) مناخ مصر ،دار النهضة العربية ، القاهرة

٢٨. مسعود، محمد كامل متولي (٢٠٠٢) المناخ وأثره على السياحة الخارجية في جمهورية مصر العربية، دراسة في جغرافيا المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير، كلية البنات جامعة عين شمس.

٢٩. الموجي، سارة عاطف محمد (٢٠٠٤) كيفية وضع محافظة مطروح على الخريطة السياحية الدولية لمصر ، رسالة ماجستير كلية السياحة والإرشاد السياحي ، جامعة الإسكندرية.

٣٠. موسى، علي حسن (١٩٨٩) ، مناخات العالم، دار الفكر .

٣١. موسى، علي حسن(١٩٩٤) أساسيات علم المناخ ،دار الفكر ، دمشق.

٣٢. النشار، ريم فاروق (٢٠٠١) موسمية السياحة وآثارها الاقتصادية والاجتماعية - دراسة تطبيقية على مدينة الإسكندرية ، رسالة ماجستير، كلية السياحة والفنادق - جامعة الإسكندرية.

٣٣. يوسف، حمدي أحمد إبراهيم (١٩٨٥) ، المصايف المصرية الشاطئية ، دراسة جغرافية في السياحة ،جامعة القاهرة .

٣٤. يوسف، عبد العزيز عبد اللطيف (١٩٨٧) أثر تباين الظهير علي مناخ الساحل الشمالي في مصر، مركز بحوث الشرق الأوسط، جامعة عين شمس، القاهرة.

ثالثا: المراجع الأجنبية.

1. Egyptian Tourism Promotion Authority ,(2011) EGYPT THIS MONTH , Issue38.
2. A.Shalaby, M.Ibrahimm , A.Ibrahim, A.Fahmy , and T.Nada (2012) EGYPTIAN METEROLOGICAL AUTHORITY , Seasonal forecast report.
3. Hayes , J. C. , (2009) An Applied Climatology of low visibility over the Coastal Water of new Hampshire and southern maine ,NOAA \ National Weather Service, Eastern Region Technical Attachment , No. 2009 - 04 , December .
4. Martin , B. G. , (2005) Weather , Climate and Tourism a Geographical perspective , Annals of Tourism Research , University of Barcelona - Spain , vol. 32, issue 3, July 2005 .
5. Matzarakis , A . , & et al , (2004) advance in Tourism Climatology " Sports Tourism and Climate variability " Germany .
6. Report on Sediment and benthos monitoring Mediterranean (2011), The Environmental Information and Monitoring Program (EIMP).cairo.
7. Annual report on water quality data from the coastal waters of the Mediteranean sea year 2011 , The Environmental Information and Monitoring Program (EIMP).cairo.

Climate and its impact on tourism demand In the hotel accommodation centers in Alexandria

Alexandria is characterized by its climatic characteristics and one of the most important tourist provinces in Egypt, where it helped to diversify its tourism resources, as it has witnessed throughout the history of ancient and medieval and contemporary succession of civilizations, where it occupies a prestigious position among the cities of the world,

The location of Alexandria on the Mediterranean coast has an active role in its influence on marine influences. Therefore ,the site of Alexandria is characterized by many advantages that make it a prominent place on the tourist map of the Republic. It has all the basic elements of tourism, which are characterized by moderate climate most of the year. It has many modern and old tourist attractions. This has led to a large spread of tourist accommodation centers in all categories to suit all the tourist purposes in the city.

The research aims to highlight the role of the climate in determining the season of hotel demand and its variation throughout the year by achieving the following objectives:

- Determining the impact of climate in the distribution of tourist hotels in Alexandria.
- Assess the impact of climate in the selection of the city's location.
- Determine the level and strength of the relationship between the climate and the monthly variation among the city's hotel guests.
- Assess the levels of comfort and stability of the tourist.

The research dealt with the following:

- Previous studies .
- Weather Profiles of Alexandria.
- Geographical distribution of the hotel accommodation.
- Monthly distribution of hotel guests in Alexandria.

أنماط الراحة الحرارية وتأثيرها على السياحة فى النطاق الساحلى للبحر الأحمر - مصر

د. أمل عبد العظيم عبد المقصود معتوق^(١)

المُلخَص .

تتأثر راحة الانسان بالأحوال المناخية السائدة ؛ حيث تتسبب فى تباين الاحساس بالراحة من عدمه. وتعرف الراحة الحرارية Thermal Comfort بأنها قدرة الإنسان على الاحتفاظ بدرجة حرارته الثابتة عن طريق سلسلة من التبادلات الحرارية بين جسم الإنسان والظروف البيئية المحيطة ، ومن ثم يختلف معيار الراحة مكانياً من إقليم لآخر، ونسبياً من شخص لآخر، ومن الاهمية بكان التعرف على أنماط الراحة الحرارية ، وأوقاتها ، ومدى ارتباطها بالنشاط السياحى ؛ حيث تتمتع منطقة الدراسة بمقومات سياحية عديدة بالإضافة إلى أهميتها التاريخية والاستراتيجية ، فتنعدد مقومات السياحة فيما بين المناخ الملائم لراحة الإنسان معظم أيام العام ، كذلك المقومات المادية ، ومن ثم تتعدد أنماط السياحة التى يمثل المناخ رأس مالها غير المنظور .

وقد استعانت الباحثة بحوالى ستة عشر محطة رصد داخل المنطقة وخارجها حتى يتسنى الحصول بدقة على أنماط الراحة ، وتم استخدام تصنيف جفنى، ومعامل الحرارة والرطوبة طبقاً لمعادلة أوليفر، ومعامل التبريد لسبيل وباسل للتعرف على أنماط الراحة الحرارية . ويهدف البحث إلى التعرف على أكثر المناطق راحة من الناحية المناخية ، ومدى ارتباطها بالنشاط السياحى. إضافة إلى تقييم الأداء البيئى والحيوى للأنشطة السياحية الموجودة ، للوقوف على أهم الأنشطة التى توائم أنماط الراحة الموجودة ، كذلك إبراز القيمة النفعية لعناصر المناخ على بعض أوجه الأنشطة السياحية .

الكلمات المفتاحية:

الراحة الحرارية Thermal Comfort - المقومات السياحية Tourist components - البحر الأحمر Red Sea .

المقدمة.

تعرف الراحة الحرارية Thermal Comfort بأنها حالة الرضا التام للإنسان عن البيئة الحرارية المحيطة ، أو بأنها قدرة الإنسان على الاحتفاظ بدرجة حرارته الثابتة عن طريق التبادلات الحرارية بين جسم الإنسان والظروف البيئية المحيطة، ومن ثم يختلف معيار الراحة مكانياً من إقليم لآخر، ونسبياً من شخص لآخر، وبالتالي تعددت المعادلات الخاصة بقياس الراحة ، فتلك التى تناسب المناطق الحارة لا تناسب المناطق الباردة ، وتعد أفضل المعادلات التى تعتمد على أكثر من عنصر، وسوف تعتمد الباحثة على عناصر درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح ؛ لتحديد أنماط الراحة الحرارية .

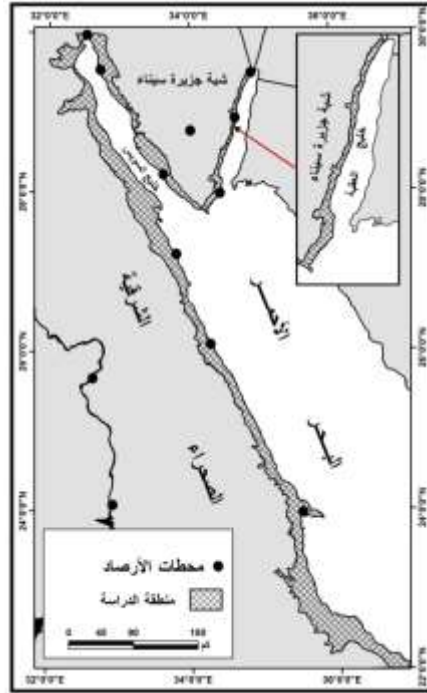
الهدف من الدراسة:

(١) مدرس الجغرافيا الطبيعية " مناخ تطبيقي" قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة حلوان .

تهدف الدراسة إلى التعرف على أكثر المناطق راحة من الناحية المناخية ، كذلك تقييم الاداء البيئي والحيوى للأنشطة السياحية الموجودة ، والتعرف على أكثر الفصول المناخية ملائمة لحركة السياحة .

منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة فلكياً بين دائرتي عرض 22° ، 30° شمالاً ، وبين خطي طول 32° ، 50° شرقاً ، وهي بذلك تمتد لنحو ثمانية درجات في اتجاه دوائر العرض ، 2° درجة في اتجاه خطوط الطول ، وتشمل منطقة الدراسة ذلك النطاق الساحلى على ساحل البحر الأحمر بجمهورية مصر العربية بخليجيه السويس والعقبة الذى يصلح لإقامة تجمعات بشريه ، وتشمل أجزاء من محافظات البحر الأحمر والسويس وجنوب سيناء وتبلغ مساحتها حوالى 25084 كم² وهو ما يشكل $2,5\%$ من مساحة مصر شكل رقم (١)



شكل (١) منطقة الدراسة

الدراسات السابقة

تضمنت بعض الدراسات التي تناولت المناخ الفسيولوجى منطقة الدراسة منها: الدراسة التي أجراها عبد العزيز عبد اللطيف يوسف بعنوان المناخ الفسيولوجى فى مصر، والدراسة التي أجراها محمد توفيق إبراهيم بعنوان المناخ وأثره على راحة الإنسان فى السواحل المصرية "دراسة فى المناخ التطبيقي" ، والدراسة التي أعدها محمد السيد حافظ بعنوان المناخ وأثره على النشاط البشرى فى شبه جزيرة سيناء، والتي تناولت فى طياتها الأنشطة السياحية ، وأيضا تلك التي قامت بها أمل عبد العظيم معتوق المناخ والنشاط البشرى فى صحراء مصر الشرقية .

البيانات وأساليب الدراسة.

أولاً: البيانات.

تم الاعتماد على بيانات درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح لمحطات أرصاد طابا ونويبع وشرم والطور ورأس سدر والسويس والغردقه والقصير ورأس بناس، كما تم الاستعانة بمحطات كاترين وحلوان والمنيا وأسيوط والأقصر وأسوان وأبو سمبل فى اجراء عمليات التوليف المكانية، كما تم الاعتماد على البيانات الشهرية لأعداد السائحين من عام ٢٠٠٩ حتى ٢٠١٦ .

ثانياً: أساليب الدراسة ومناهجها.

- تم استخدام المنهج الموضوعى فى دراسة موضوع أنماط الراحة الحرارية .
- تم استخدام أسلوب التحليل المكانية Spatial Analysis فى برنامج نظم المعلومات الجغرافية ARC GIS 10.5 لتحديد أنماط الراحة الحرارية ، ومناطق الملائمة الحرارية .

المناقشة والتحليل.

أولاً: حساب أنماط الراحة الحرارية من عناصر المناخ المقترحة .

١. درجة حرارة الهواء اليومية :

تعد درجة الحرارة من أهم العناصر المناخية المؤثرة فى راحة الإنسان والأنشطة الاقتصادية ، وتعد درجة حرارة الهواء التي تتراوح ما بين ١٨ - ٢٥°م هي درجة الحرارة المثلى لراحة الإنسان نهائياً ، فى حين تعد درجة الحرارة التي تتراوح بين ١٥ - ٢٨°م هي درجة الحرارة المثلى لراحة الإنسان ليلاً (موسى، ١٩٩٨، ص ٢٤) ، فى حين يشعر الإنسان بالضيق بعد أن تتعدى درجة الحرارة ٣٠°م ، بينما يشعر بالانزعاج والارهاق حينما تتعدى درجة الحرارة ٤٠°م فيتعرض الجسم للحمول ؛ نتيجة لزيادة درجة حرارة الجسم عن الحد الطبيعى خاصة إذا اقتربت بارتفاع فى الرطوبة النسبية .

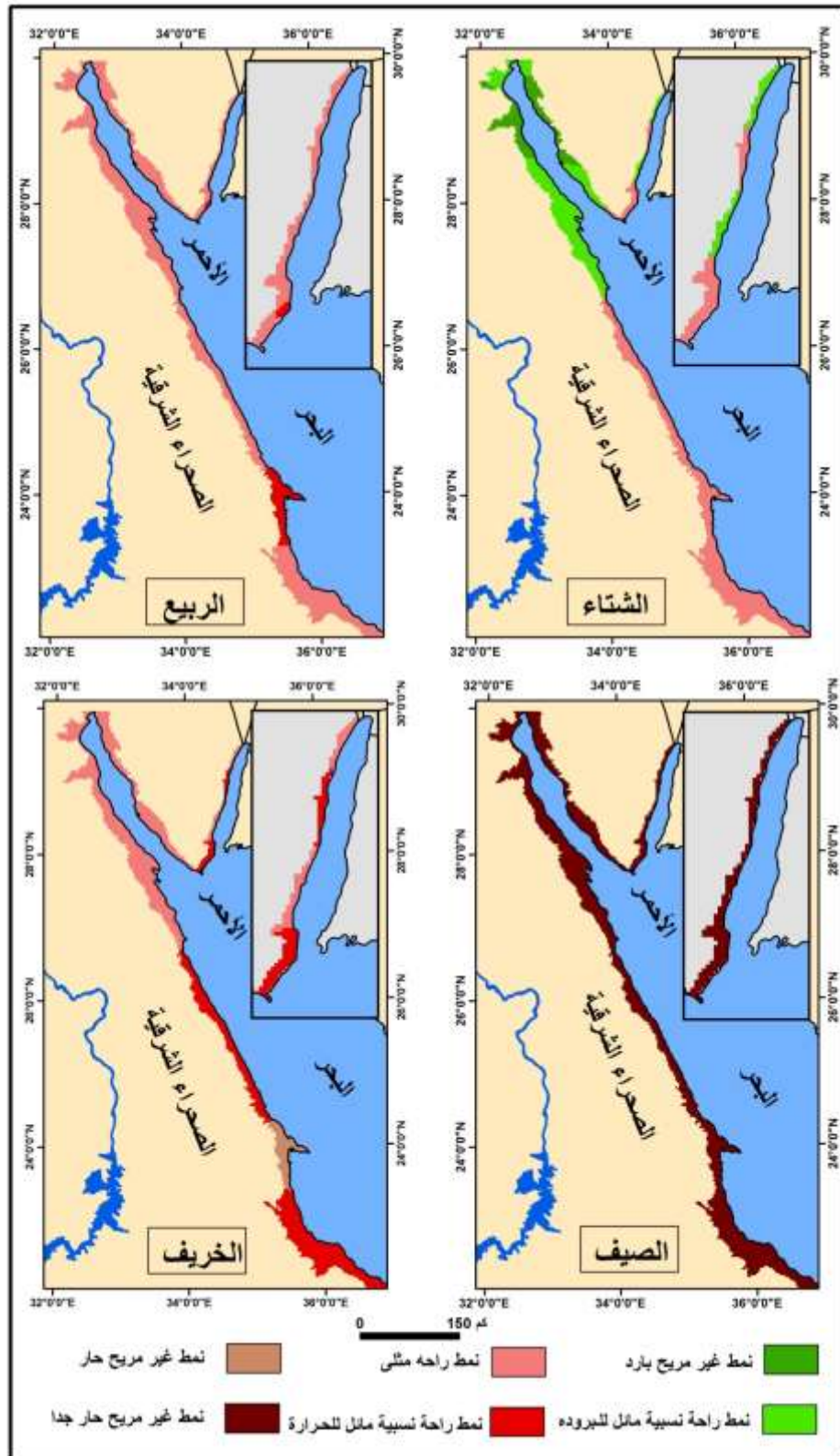
وقد وضع العلماء تصنيفات مناخية تقوم على العلاقة بين الظروف المناخية ومدى شعور الإنسان بالراحة من عدمه ، ومنها تصنيف جفنى Gaffney، الذي حدد درجات الحرارة الفعالة لدرجة شعور الإنسان بالراحة ، وصنف الأنماط المناخية طبقاً لراحة الإنسان فى أستراليا فى بيئات داخلية وبملايس

عادية ، وطبقاً للحدود التصنيفية الذي وضعها جفنى قامت الباحثة بالتطبيق على منطقة الدراسة، وإيضاح أنماط الراحة خلال فصول السنة المختلفة الجدول (١) والشكل (٢) ومنهما تبين الآتى :

جدول (١) أنماط الراحة الحرارية الفصلية بمنطقة الدراسة طبقاً لتصنيف جفنى

المحطة	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف	
	درجة الحرارة	مدى الشعور بالراحة	درجة الحرارة	مدى الشعور بالراحة	درجة الحرارة	مدى الشعور بالراحة	درجة الحرارة	مدى الشعور بالراحة
طابا	١٥.٦	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	٢١.٨	نمط راحة مثلى	٢٨.٧	نمط غير مريح حار جدا	٢٤.٢	نمط راحة مثلى
نوبيع	١٨.١	نمط راحة مثلى	٢٤	نمط راحة مثلى	٣١.٥	نمط غير مريح حار جدا	٢٦.٣	نمط راحة نسبية مائل للحرارة
شرم	٢٠	نمط راحة مثلى	٢٥.١	نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٣٠.٨	نمط غير مريح حار جدا	٢٥.٦	نمط راحة نسبية مائل للحرارة
الطور	١٦.٤	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	٢١.٩	نمط راحة مثلى	٢٨.٦	نمط غير مريح حار جدا	٢٤.٣	نمط راحة مثلى
رأس سدر	١٤.٧	نمط غير مريح بارد	٢٠.٩	نمط راحة مثلى	٢٨.٧	نمط غير مريح حار جدا	٢٣.٦	نمط راحة مثلى
السويس	١٥.٦	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	٢١.٥	نمط راحة مثلى	٢٩	نمط غير مريح حار جدا	٢٤.٢	نمط راحة مثلى
الغردقة	١٦.٧	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	٢٢.٥	نمط راحة مثلى	٢٩.٤	نمط غير مريح حار جدا	٢٤.٨	نمط راحة مثلى
القصير	١٨.٥	نمط راحة مثلى	٢٣.٤	نمط راحة مثلى	٢٩.٣	نمط غير مريح حار جدا	٢٥.٦	نمط راحة نسبية مائل للحرارة
رأس بناس	١٨.٦	نمط راحة مثلى	٢٥.٢	نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٣٢	نمط غير مريح حار جدا	٢٧.٢	نمط غير مريح حار

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على السلم التصنيفى لدرجات الحرارة الفعالة لجفنى يتصف فصل الشتاء بوجود ثلاثة أنماط لمدى شعور الإنسان بالراحة ؛ حيث تميل معظم جهات منطقة الدراسة إلى نمط الراحة المثلى، وتتراوح قيمة درجة الحرارة الفعالة بين ١٨,١ م°، و٢٠ م°، ويشمل



شكل (٢) أنماط الراحة الحرارية الفصلية بمنطقة الدراسة طبقاً لتصنيف جفنى

مناطق شرم ونوبيج وجنوب منطقة الدراسة من القصير شمالا حتى الحدود مع السودان جنوبا. ويناسب هذا النمط كافة الأنشطة البشرية ، فى حين يشعر الإنسان بالبرودة النسبية (نمطي الراحة النسبية المائل للبرودة - نمط غير مريح بارد) حول خليج السويس بصفتيه الشرقية والغربية والساحل الغربى للبحر الأحمر حتى الغردقة وتتحصر قيمة درجة الحرارة الفعالة بين ١٤,٧ °م ، ١٦ °م ، وهذا النمط يمكن أن يتحملة الإنسان، ولكنها تسبب له عدم راحة جسدية ونفسية .

يتميز فصل الربيع بوجود نمطين لمدى شعور الإنسان بالراحة ، أحدهما نمط الراحة المثلى؛ حيث تتحصر درجة الحرارة الفعالة بين ٢٠,٩ °م ، ٢٤ °م على الساحل الغربى لخليج العقبة وعلى جانبى ساحل خليج السويس ، وعلى الساحل الغربى للبحر الأحمر حتى مرسى علم ، بينما يسود نمط راحة نسبية يميل للحرارة فى شرم ، ومن رأس بناس حتى الحدود الجنوبية ؛ حيث تتحصر درجة الحرارة الفعالة بين ٢٥,١ °م ، ٢٥,٢ °م . وهذه الأنماط ملائمة للأنشطة السياحية والترفيهية ، وان كان الإنسان يشعر بالراحة النفسية إلا إنه دائم الاحساس بالحرارة .

يسود خلال فصل الصيف نمط يتصف بارتفاع درجة الحرارة فى جميع أنحاء منطقة الدراسة ، مما يؤثر بالسلب على الراحة النفسية للإنسان؛ حيث ترتفع قيمة درجة الحرارة الفعالة عن ٢٨,٦ °م ، كما يتصف هذا النمط بعدم الملاءمة للأنشطة السياحية ؛ حيث يشعر الإنسان بعدم الراحة النفسية والجسدية، لكون المناخ حارا رطبا، الأمر الذي يمكن أن يعرضه لضربة شمس .

يتشابه فصلا الربيع والخريف من حيث مدى شعور الإنسان بالراحة ؛ حيث يسود نمط الراحة المثلى حول خليج السويس بصفتيه الشرقية والغربية والساحل الغربى للبحر الأحمر حتى جنوب الغردقة ، كذلك النطاق الساحلى لشمال خليج العقبة ؛ حيث تتحصر درجة الحرارة الفعالة بين ٢٣,٦ °م ، ٢٤,٣ °م ، فى حين يسود نمط الراحة النسبية المائل للحرارة حول مدينة شرم ومن القصير حتى شمال رأس بناس، ومن جنوب رأس بناس حتى الحدود الجنوبية لمصر؛ حيث تتحصر درجة الحرارة الفعالة بين ٢٥,٦ °م ، ٢٦,٣ °م ، بينما ما زالت تحتفظ رأس بناس بنمط غير مريح حار، ويعزو ذلك إلى دخول هذه المنطقة فى مياه البحر الأحمر الذى ما زال محتفظا بدرجة حرارته من فصل الصيف.

٢. الرطوبة النسبية :

تأتى الرطوبة النسبية فى الترتيب الثانى بين العوامل المناخية التى لها دور فعال فى راحة الإنسان ونشاطه ، وذلك لأنها تحدد فاعلية درجة الحرارة ، إذ من الصعوبة بمكان فصل عنصرى الحرارة والرطوبة عن بعضهما فى مجال تأثيرهما الحيوى على جسم الإنسان، كما أن انخفاض نسبة الرطوبة فى الجو يعد عنصراً فعالاً فى الاستشفاء من العديد من الأمراض . ويؤدى اقتران ارتفاع درجة الحرارة مع الرطوبة النسبية إلى اعتلال الصحة ، بسبب الاجهاد الناتج عن عدم قدرة الجسم على التخلص من حرارته بواسطة التعرق ، وبالتالي عدم قدرة الجسم على الحفاظ على درجة حرارته الاساسية المتمثلة فى ٣٧ درجة مئوية . وقد استخدم جيفنى Givoni دليل الاجهاد الحراري Thermal Stress Index

لتحديد كمية العرق المطلوب افرازها للحفاظ على درجة حرارة البشرة عند 35°م ، ويعتمد الدليل على درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وضغط بخار الماء وحركة الهواء والاشعاع الشمسى ومعدل التفاعل الحيوى والعزل الحراري للملابس (Givoni, B.,1976,p1).

لإيضاح التأثير الحيوى على جسم الإنسان من خلال تحديد فاعلية درجة الحرارة والرطوبة ، قامت الباحثة بتطبيق مؤشر عدم الارتياح Temperature - Humidity Index أو معامل الحرارة والرطوبة، ويقصد به درجة عدم ارتياح الافراد داخل منازلهم والمنشآت، كما يستخدم هذا المؤشر لتقييم المناطق السياحية ، فكلما ارتفعت درجة الحرارة والرطوبة انخفضت القوة العقلية والشعور بالراحة . ولقياس هذا المؤشر تم الاعتماد على دراسة أوليفر؛ حيث أورد المعادلة الآتية (يوسف، ٢٠٠٠، ص٥٧):

$$THI=Td-(0.55- 0.55R.H.)(Td- 58)$$

حيث: Td = معدل درجة الحرارة بالنظام الفهرنهايتي، R.H = معدل الرطوبة النسبية ، ٠,٥٥

و٥٨ قيم ثابتة

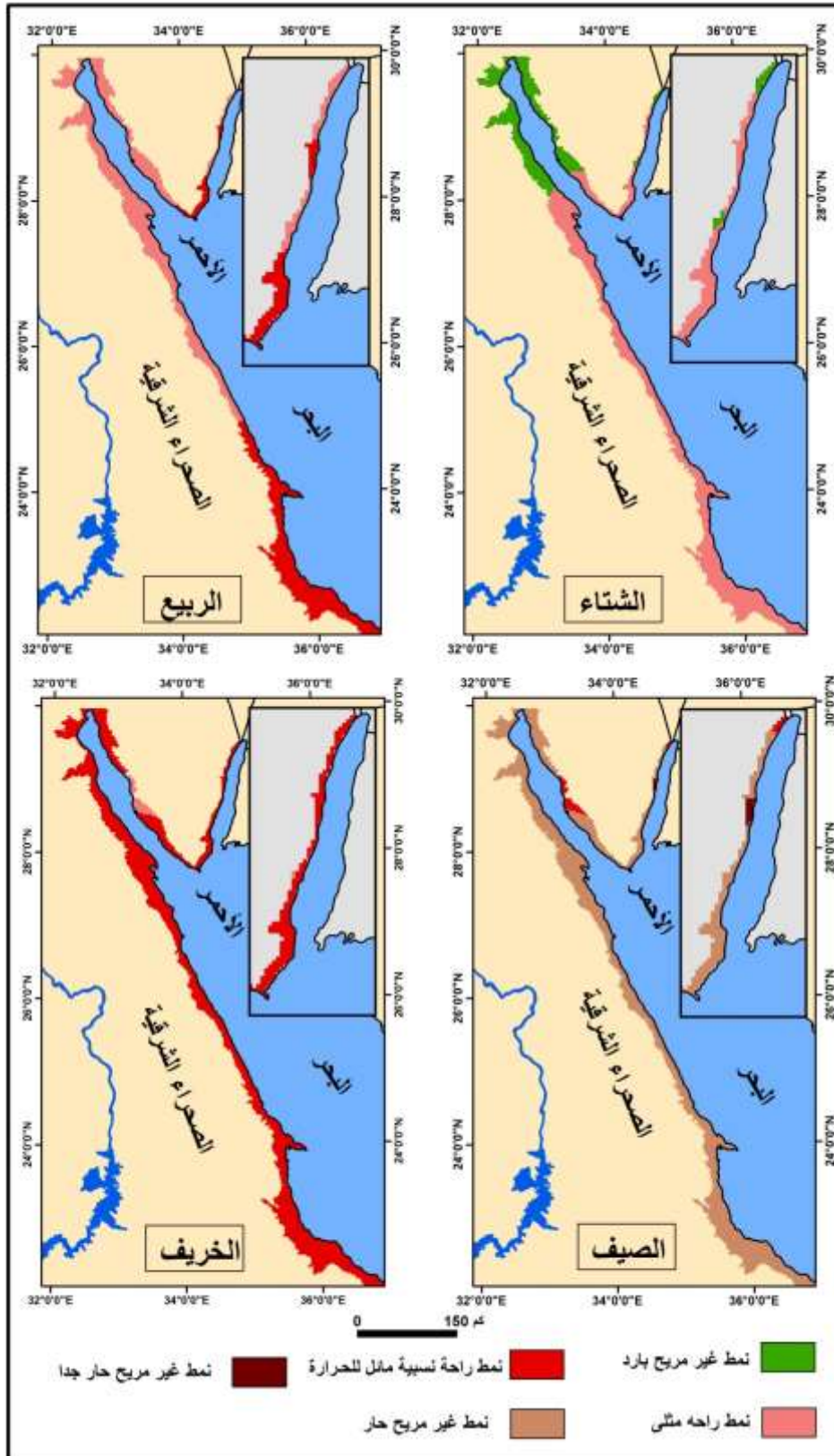
ومن خلال تطبيق المعادلة على منطقة الدراسة ، تم إيضاح أنماط الراحة وعدم الراحة خلال فصول السنة المختلفة بالجدول (٢) والشكل (٣) ومنهما تبين الآتى:

يتمثل خلال فصل الشتاء نمطان من أنماط الراحة الحرارية ؛ حيث تسود الراحة المثلى طبقا لمعامل الحرارة والرطوبة فى جميع أنحاء منطقة الدراسة ؛ حيث تتراوح قيم ناتج المعادلة بين ٦٠,٧ ، ٦٥,١ ، فى حين يشعر الإنسان بالبرودة النسبية شمال خليج السويس بصفتيه الشرقية والغربية وهذا يتوافق مع ما تم استنتاجه من تطبيق درجة الحرارة الفعالة لجفنى؛ حيث بلغت قيمة ناتج المعادلة بين ٥٨,٤ ، ٥٩,٦ ، كما تتفق النتائج مع الدراسة التى قام بها عبد العزيز عبد اللطيف يوسف بعنوان المناخ الفسيولوجى فى مصر .

جدول (٢) نتائج معامل الحرارة والرطوبة في منطقة الدراسة طبقا لمعادلة أوليفر.

الخريف		الصيف		الربيع		الشتاء		المحطة
نمط الراحة	الناتج	نمط الراحة	الناتج	نمط الراحة	الناتج	نمط الراحة	الناتج	
نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٧٠.٩	نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٧٥.٨	نمط راحة مثلى	٦٧.٣	نمط غير مريح بارد	٥٩.٦	طابا
نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٧٣.٩	نمط غير مريح حار جدا	٨٠.٣	نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٧٠.٤	نمط راحة مثلى	٦٢.٧	نوبيع
نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٧٢.١	نمط غير مريح حار	٧٨.٢	نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٧٤.٩	نمط راحة مثلى	٦٥.١	شرم
نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٧١.٨	نمط غير مريح حار	٧٧.٩	نمط راحة مثلى	٦٨.٢	نمط راحة مثلى	٦٠.٧	الطور
نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٧٠.٨	نمط غير مريح حار	٧٧	نمط راحة مثلى	٦٦.٦	نمط غير مريح بارد	٥٨.٤	رأس سدر
نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٧١.٤	نمط غير مريح حار	٧٧.٢	نمط راحة مثلى	٦٧.١	نمط غير مريح بارد	٥٩.٦	السويس
نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٧١.٧	نمط غير مريح حار	٧٦.٧	نمط راحة مثلى	٦٨.١	نمط راحة مثلى	٦٠.٩	الغردقة
نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٧٣.١	نمط غير مريح حار	٧٧.٤	نمط راحة مثلى	٦٩.٦	نمط راحة مثلى	٦٣.٣	القصير
نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٧٤.٦	نمط غير مريح حار	٧٨.٣	نمط راحة نسبية مائل للحرارة	٧١.١	نمط راحة مثلى	٦٣.٦	رأس بناس

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على بيانات هيئة الارصاد الجوية ومعادلة أوليفر.



شكل (٣) أنماط الراحة الحرارية الفصلية طبقاً لمعادلة معامل الحرارة والرطوبة لأوليفر

تعد قيم فصل الربيع أنسب قيم لراحة الإنسان مناخياً بمنطقة الدراسة ؛ حيث يعطى معامل الحرارة والرطوبة قيماً مثالية من الناحية المناخية ، فيتمثل نمط الراحة المثلى فى النطاق الساحلى لخليج السويس بضفتيه الشرقية والغربية ، ويمتد على الساحل الغربى للبحر الأحمر حتى مرسى علم جنوباً، كما يوجد فى طابا أقصى شمال منطقة الدراسة ؛ حيث ينحصر ناتج قيم معامل الحرارة والرطوبة بين ٦٦,٦ ، ٦٩,٦ ، بينما يسود نمط الراحة النسبية المائل للحرارة من جنوب مرسى علم حتى الحدود الجنوبية لمصر، وحول مدينة شرم ؛ حيث ترتفع ناتج قيم معامل الحرارة والرطوبة عن ٧٠,٤، وهو ما يعنى أن ١٠% من السكان يشعرون بعدم الراحة . فى حين يشعر سكان منطقة شرم بالدفء النسبى، ومن ثم تشير هذه القيم إلى أن سكان المنطقة ينعمون بالراحة خلال فصل الربيع، وبالتالي لا بد من تشجيع السياحة البيئية فى المنطقة خلال هذا الوقت من العام ، وتتفق هذه النتائج مع نتائج درجة الحرارة الفعالة لجفنى الذى طبقته الباحثة من قبل.

يُعد فصل الصيف من أشد فصول السنة ارهاقاً من الناحية المناخية ؛ حيث تؤدي زيادة الرطوبة النسبية مع ارتفاع درجة الحرارة إلى زيادة المعاناة من الاحساس بعدم الراحة ؛ حيث يتمثل نمط غير مريح حار بجميع أنحاء منطقة الدراسة ، لشعور ٥٠% من السكان بعدم الراحة ؛ نتيجة زيادة قيمة ناتج معامل الحرارة والرطوبة عن ٧٦,٧ ، فى حين يشعر حوالى ١٠% من السكان فقط بعدم الراحة فى طابا، وبالتالي لا تساعد هذه الأجواء على ممارسة الأنشطة السياحية ، وتتفق أيضاً هذه النتائج مع نتائج درجة الحرارة الفعالة لجفنى الذى طبقته الباحثة من قبل.

تحتفظ قيم معامل الحرارة والرطوبة بارتفاعها النسبى خلال فصل الخريف ، وإن كانت آخذة فى التراجع ، وذلك لأن فصل الخريف يلي فصل الصيف بحرارته ورطوبته المرتفعتين، ويتحول عدم الشعور بالراحة إلى الراحة النسبية المائل للحرارة ؛ حيث يشعر ١٠% فقط من السكان بعدم الراحة فى جميع أنحاء منطقة الدراسة حيث تنحصر قيم معامل الحرارة والرطوبة بين ٧٠,٨ و ٧٤,٦، ومن ثم يعد هذا الفصل الأفضل مناخياً لراحة الإنسان وممارسة الأنشطة البشرية والسياحية وهو ما سيتضح من خلال دراسة الدراسة الفصلية لأعداد السائحين .

٣. الرياح:

تتعدد أدوار الرياح بين أدوار إيجابية وأخرى سلبية ، فالدور الإيجابى للرياح يتمثل فى تلطيف درجات الحرارة المرتفعة إذا كانت رياحاً معتدلة خلال فصل الصيف ؛ حيث تسمى بالرياح المنعشة. وعن أفضل هبوب للهواء فهو ما كان فى صورة نسيم عليل بسرعة تتراوح بين ٠,٣ و ١,٥ م/ث، ونسيم خفيف بسرعة تتراوح بين ١,٦-٣,٣ م/ث ، ونسيم لطيف بسرعة تتراوح بين ٣,٤-٥,٥ م/ث (ابراهيم، ٢٠٠٤، ص ٢٧٦)، فى حين تكون مزعجة خلال فصل الشتاء إذا كانت باردة ، فضلاً عن البرودة النسبية لمنطقة الدراسة فى ذلك الوقت، وعندما تكون حارة كما فى رياح الخماسين خلال فصل الربيع؛ حيث تسبب الضيق والضجر، كما يصل الأمر أحياناً إلى إلغاء بعض الرحلات البحرية أو السفارى نتيجة

لانعدام الرؤية الافقية .

وعليه تعد الرياح من العوامل المؤثرة على راحة الإنسان وأنشطته المختلفة. وقد لاحظت الباحثة أثناء رحلاتها الميدانية أن نسبة كبيرة من السائحين أزجهم هبوب الرياح الباردة والمصحوبة بانخفاض نسبي في درجة الحرارة خلال فصل الشتاء ، ويعبر عن هذه العلاقة بعامل تبريد الرياح (K) Wind Chill Factor؛ حيث لفت Sipple & passel الانتباه إلى أهمية الرياح كقوة تبريدية ومن ثم تم صياغة المعادلة الآتية (Griffiths , J.F,1976 , P74) : $K = (33 - T) (10 \sqrt{V} + 10.5 - V)$ حيث: $K =$ عامل تبريد الرياح^١ (سعر حراري/ م^٢ / ساعة)، $T =$ درجة الحرارة (م°)، $V =$ سرعة الرياح (م/ ث).
وحدد على ضوء ذلك حدوداً مناخية بشرية حسب قيمة عامل التبريد، وبتطبيق معادلة عامل تبريد الرياح على منطقة الدراسة خلال النهار والليل لإيضاح مناطق احساس الإنسان بالراحة من عدمه خلال فصول السنة المختلفة كانت النتائج الآتية:

أ. عامل تبريد الرياح طبقاً لمعادلة سيبل نهاراً :

يتضح من دراسة الجدول (٣) والشكل (٤) النتائج الآتية :

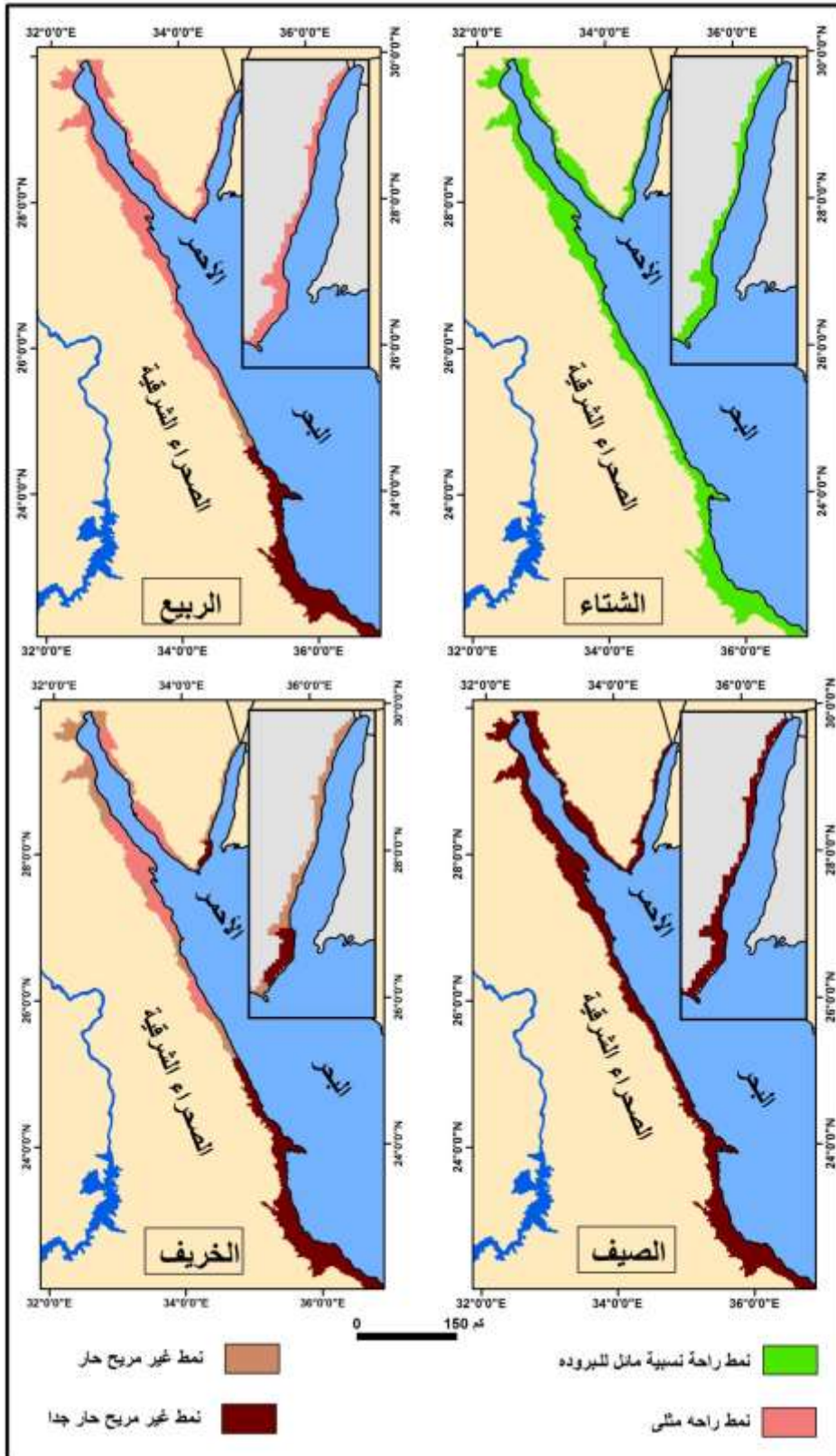
يسود خلال فصل الشتاء نمط من الراحة النسبية المائل للبرودة ؛ حيث تتراوح القيم بين ٢٢٥ س.ح/م^٢/س^(٢) في رأس بناس و ٣٤٢ س.ح/م^٢/س في رأس سدر؛ حيث يتصف الهواء بأنه لطيف ومنعش ، وهو ما شعرت به الباحثة خلال الزيارات الميدانية ، ومن ثم يتصف المناخ عامة بأنه مائل للبرودة شبه معتدل مريح نسبياً، غير أن هذا المناخ في كثير من الأحيان يعد عائقاً لممارسة الأنشطة

^١ معامل تبريد الرياح عبارة عن قياس لكمية الحرارة التي يستطيع الجو امتصاصها خلال ساعة من سطح مكشوف مساحته م^٢، وتتناسب هذه الكمية طردياً مع انخفاض درجة الحرارة عن ٣٣ م°.
(٢) س.ح/م^٢/س تعنى سعر حراري/ م^٢ / ساعة .

جدول (٣) أنماط الراحة الحرارية الفصلية نهائياً تبعاً لعامل تبريد الرياح طبقاً لمعادلة سيبيل وباسل
(سعر حراري / م^٢ / ساعة)

المحطة	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف	
	الناتج	نمط الراحة	الناتج	نمط الراحة	الناتج	نمط الراحة	الناتج	نمط الراحة
طابا	٣٠٩	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	١٣٥	نمط راحة مثلي	٤٠ -	نمط غير مريح خارجا	٩٨	نمط غير مريح حار
نوبيع	٣١٨	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	١٢٩	نمط راحة مثلي	١٠٦ -	نمط غير مريح خارجا	٧٣	نمط غير مريح حار
شرم	٢٤١	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	١٠٧	نمط راحة مثلي	٢٩ -	نمط غير مريح خارجا	٣٤	نمط غير مريح خارجا
الطور	٣٠٧	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	١٥٣	نمط راحة مثلي	٣٧ -	نمط غير مريح خارجا	١٣٥	نمط راحة مثل
رأس سدر	٣٤٢	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	١٧٠	نمط راحة مثلي	٧٥ -	نمط غير مريح خارجا	١٠٥	نمط راحة مثلي
السويس	٣٣٧	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	١٣٣	نمط راحة مثلي	٧٦ -	نمط غير مريح خارجا	٨٤	نمط غير مريح حار
الغردقة	٣٢٥	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	١٦٥	نمط راحة مثلي	٦ -	نمط غير مريح خارجا	١٠٨	نمط راحة مثلي
القصير	٢٨٨	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	١٦٣	نمط راحة مثلي	١٥	نمط غير مريح خارجا	١٠٧	نمط راحة مثلي
رأس بناس	٢٢٥	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	٢٨	نمط غير مريح خارجا	١٧٠ -	نمط غير مريح خارجا	١٩ -	نمط غير مريح خارجا

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على بيانات هيئة الأرصاد الجوية ومعادلة سيبيل.



شكل (٤) أنماط الراحة الحرارية الفصلية نهائياً طبقاً لعامل تبريد الرياح لسبيل وباسل

السياحية ، وهو ما لوحظ خلال الزيارات الميدانية حيث يعزف السائحون والسكان عن ممارسة رياضة السباحة فى الصباح الباكر وفترة ما بعد الظهر- كما سبق الذكر - وذلك لغياب أشعة الشمس وضعفها من ناحية ، وبرودة الرياح من ناحية أخرى ، فى حين يعوض برودة الرياح خلال فترة الظهر وجود أشعة الشمس بشكل نسبى، وتتفق هذه النتيجة بنسبة كبيرة مع ما توصلت اليه الباحثة عند تطبيق معامل درجة الحرارة الفعالة ومعامل الحرارة والرطوبة .

يختفى خلال فصل الربيع نمط الراحة النسبى المائل للبرودة كما هو الحال فى فصل الشتاء ، ويسود نمط الراحة المثلى ليشمل شمال منطقة الدراسة حتى شمال مرسى علم ، وتتراوح قيم عامل التبريد بين ١٠٧ س.ح/م^٢/س و ١٧٠ س.ح/م^٢/س رأس سدر، ويظهر نمط يميل إلى الدفاء فيما بين شمال وجنوب مرسى علم ، كما يظهر نمط غير مريح حار جدا نتيجة حركة الشمس الظاهرية نحو الشمال فى جنوب منطقة الدراسة ؛ حيث تنخفض قيمة معامل التبريد عن ٢٨ س.ح/م^٢/س؛ ومن ثم زيادة شدة الاشعاع الشمسى والتي تضعف بدورها تأثير الرياح الباردة .

يتصف فصل الصيف بوجود النمط غير المريح الحار جدا كما هو الحال عند تطبيق درجة الحرارة الفعالة ومعامل الحرارة والرطوبة ؛ حيث انخفض قيم عامل التبريد عن ٥٠ س.ح/م^٢/س، كما تظهر قيم المعامل باشارات سالبة ؛ وهو ما يدل على أن فصل الصيف غير مناسب تماما خلال النهار لممارسة أى نمط من أنواع الأنشطة السياحية ، خاصة لأولئك الذين لا يتحملون الحرارة المرتفعة ، نتيجة عدم قدرة الرياح على تبريد الاسطح المكشوفة نظرا لارتفاع درجة حرارة كل من الهواء واليابس؛ حيث يبقى جلد الإنسان فى حالة تعرق دائم ، مما يزيد من الارهاق والخمول وانتشار العديد من الأمراض.

يتوارى نمط الراحة المثلى خلال فصل الخريف ليظهر على شكل بؤر راحة تحيط بكل من مدينة الغردقة والقصير ورأس غارب وحول منطقة الطور بسيناء وشمال أبو زنيمة ؛ حيث تنحصر قيم عامل التبريد بين ١٠٥ س.ح/م^٢/س فى رأس سدر و ١٣٥ س.ح/م^٢/س فى الطور، بينما يتمثل نطاق غير مريح حار على طول النطاق الساحلى لخليج العقبة وشمال خليج السويس بنطاقية الشرقى والغربى، وحول حماطه وسفاجا ؛ حيث تنحصر قيم عامل التبريد بين ٧٣ ، ٩٨ س.ح/م^٢/س ، فى حين يتصف جنوب منطقة الدراسة والمنطقه المحيطة بشرم بأنهما مناطق غير مريحة حارة جدا ؛ حيث تظهر قيم عامل التبريد باشارات سالبة وأقل من ٥٠ س.ح/م^٢/س ؛ ويعزو سيادة الأنماط الدافئة إلى أن فصل الخريف يلى فصل الصيف ، ومن ثم يكون اليايس محتفظ بعض الشئ من حرارته خلال الشهور الأولى القريبة من فصل الصيف ، وبالتالي لا تستطيع الرياح تبريد الأسطح الحارة ، لكون الرياح أيضا حارة ، فى حين يظهر نمط الراحة المثلى خلال فصل الربيع ؛ حيث تُستهلك الرياح الحارة التى تهب فى هذا الفصل فى تدفئة الأسطح التى تم تبريدها خلال فصل الشتاء.

ب. عامل تبريد الرياح طبقاً لمعادلة سيبل ليلاً :

يتضح من دراسة الجدول (٤) والشكل (٥) أن نتائج عامل تبريد الرياح ليلاً بشكل عام تميل إلى البرودة منها إلى الراحة النسبية خلال فصل الشتاء والربيع ، في حين تميل إلى الراحة النسبية المائل للبرودة خلال فصل الصيف والخريف ، بينما يظهر نطاق الراحة المثلى خلال فصل الصيف جدول (٤) أنماط الراحة الحرارية الفصلية ليلاً تبعاً لعامل تبريد الرياح طبقاً لمعادلة سيبل وباسل (سعر حراري/ م^٢ / ساعة)

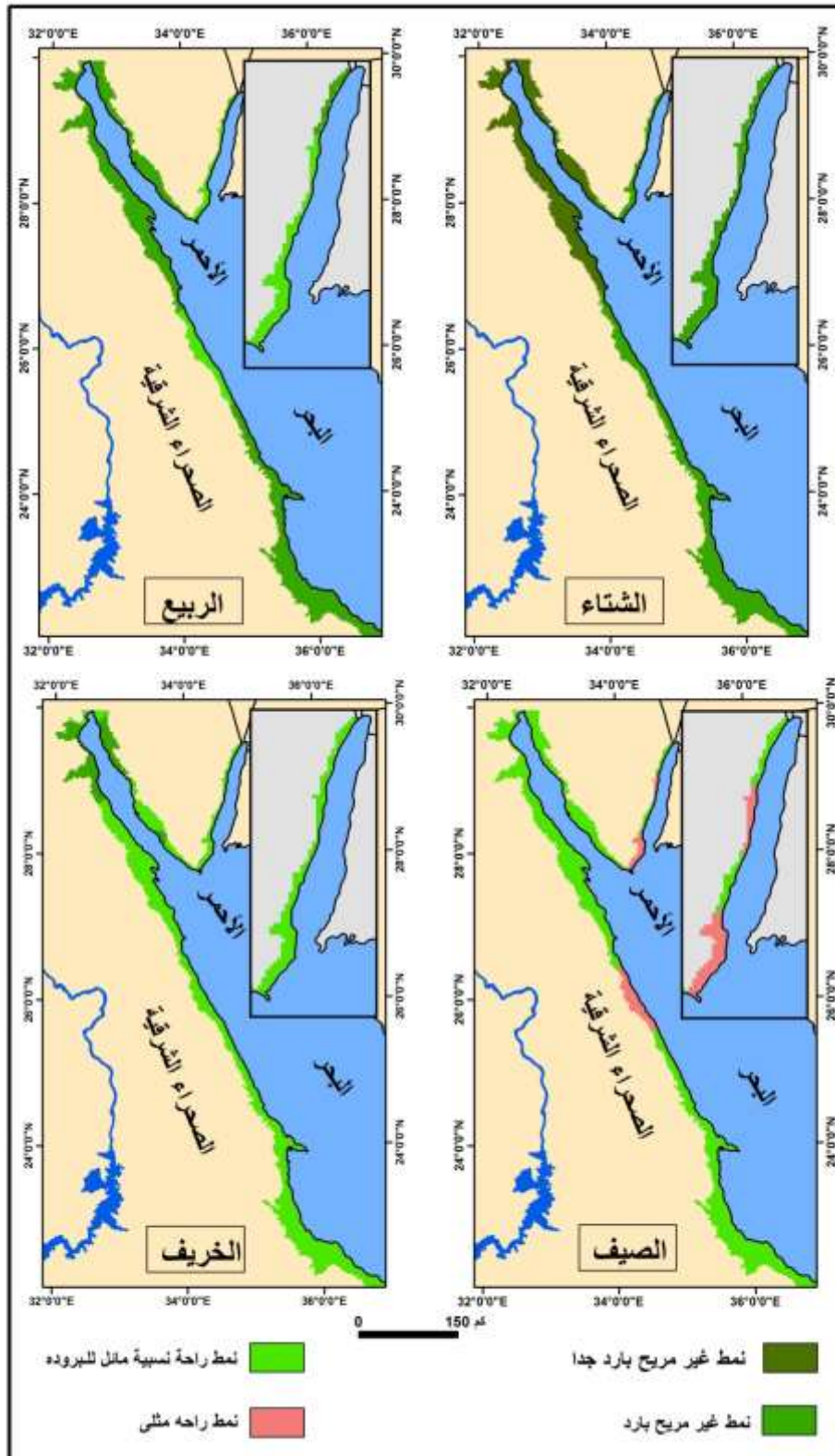
المحطة	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف	
	الناتج	نمط الراحة	الناتج	نمط الراحة	الناتج	نمط الراحة	الناتج	نمط الراحة
طابا	٥٣٥	نمط غير مريح بارد	٤٣٦	نمط غير مريح بارد	٢٥٨	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	٣٣٤	نمط راحة نسبية مائل للبرودة
نوبيع	٥٢٨	نمط غير مريح بارد	٣٩١	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	١٨٦	نمط راحة مثلى	٣٠٢	نمط راحة نسبية مائل للبرودة
شرم	٤٤٧	نمط غير مريح بارد	٣٢٦	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	١٧٥	نمط راحة مثلى	٢٦٤	نمط راحة نسبية مائل للبرودة
الطور	٦٣٦	نمط غير مريح بارد جدا	٤٦٩	نمط غير مريح بارد	٢٥٧	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	٤٠٣	نمط غير مريح بارد
رأس سدر	٦٣٣	نمط غير مريح بارد جدا	٥٦٢	نمط غير مريح بارد	٣٤٤	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	٤٦١	نمط غير مريح بارد
السويس	٦٠١	نمط غير مريح بارد جدا	٤٧٥	نمط غير مريح بارد	٢٦٨	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	٣٨٠	نمط راحة نسبية مائل للبرودة
الغردقة	٦٣٩	نمط غير مريح بارد جدا	٤٥٢	نمط غير مريح بارد	٢٢٢	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	٣٦٩	نمط راحة نسبية مائل للبرودة
القصور	٥٠٢	نمط غير مريح بارد	٣٦١	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	١٨١	نمط راحة مثلى	٢٩٤	نمط راحة نسبية مائل للبرودة
رأس بناس	٥٦٠	نمط غير مريح بارد	٤٢٤	نمط غير مريح بارد	٢٣٤	نمط راحة نسبية مائل للبرودة	٣٣٥	نمط راحة نسبية مائل للبرودة

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على بيانات هيئة الأرصاد الجوية ومعادلة سيبل .

يتصف فصل الشتاء بوجود نمطين لمدى شعور الإنسان بالراحة كليهما غير مريح ، فالأول نمط غير مريح بارد، وتتراوح قيمة عامل التبريد ما بين ٤٤٧ س.ح/م^٢/س في شرم و ٥٦٠ س.ح/م^٢/س في رأس بناس ، ويمتد هذا النمط من سفاجا حتى حدود منطقة الدراسة جنوباً، وعلى طول الساحل الغربى لخليج العقبة ممتدا حتى جنوب شبه جزيرة سيناء ، بينما يتمثل النمط الآخر غير المريح البارد جدا ؛ حيث تتراوح قيمة عامل التبريد ما بين ٦٠١ س.ح/م^٢/س في السويس و ٦٣٩ س.ح/م^٢/س في

الغردقة، ويشمل هذا النمط من الغردقة حتى الزعفرانة ومدينة الطور، وتعلل الباحثة برودة المنطقة لكون الرياح التي تهب على المنطقة باردة كما أنها تتصف بالسرعة وخاصة خلال فصل الشتاء، كذلك انعدام أشعة الشمس ليلاً، ومن ثم لا تناسب هذه الأجواء ممارسة الأنشطة المختلفة ، ولذا يلتزم المقيمين بالبقاء فى الأماكن المغلقة أو ارتداء الملابس الثقيلة حتى لا يصابوا برعشة برد أو برودة فى الأطراف وهذه الأنماط يمكن أن يتحملها الإنسان ولا تسبب له الوفاة ، ولكنها تسبب له عدم راحة جسدية ونفسية .

يختفي نمط غير المريح بارد جدا خلال فصل الربيع ، ويظهر نمط غير المريح البارد فى جنوب النطاق الساحلى الغربى للبحر الأحمر، وحول خليج السويس بساحليه الشرقى والغربى حتى سفاجا، وحول مدينة طابا أقصى شمال منطقة الدراسة ؛ حيث تتراوح قيم عامل التبريد ما بين ٤٣٦ س.ح/م^٢/س فى طابا و ٥٦٢ س.ح/م^٢/س فى رأس سدر، بينما تمثل نمط الراحة النسبية المائل للبرودة فى النطاق الساحلى الغربى لخليج العقبة ، كما يسود أيضا من سفاجا حتى مرسى علم .



شكل (٥) أنماط الراحة الحرارية الفصلية ليلاً طبقاً لعامل تبريد الرياح لسبيل وباسل

يظهر نمط الراحة المثلى خلال فصل الصيف ليلاً ، ويشمل مدينة شرم الشيخ وشمالها ، وكذلك الجزء الساحلى جنوب سفاجا ؛ حيث تتراوح قيم عامل التبريد ما بين ١٧٥ س.ح/م^٢/س فى شرم و ١٨٦ س.ح/م^٢/س فى نويبع ، ومن ثم يلائم ليل منطقة الدراسة ممارسة الأنشطة السياحية ، بينما تمثل نمط الراحة النسبية المائل للبرودة فى باقى أنحاء منطقة الدراسة حيث تراوحت قيم عامل التبريد ما بين ٢٢٢ س.ح/م^٢/س فى الغردقة و ٣٤٤ س.ح/م^٢/س فى رأس سدر .

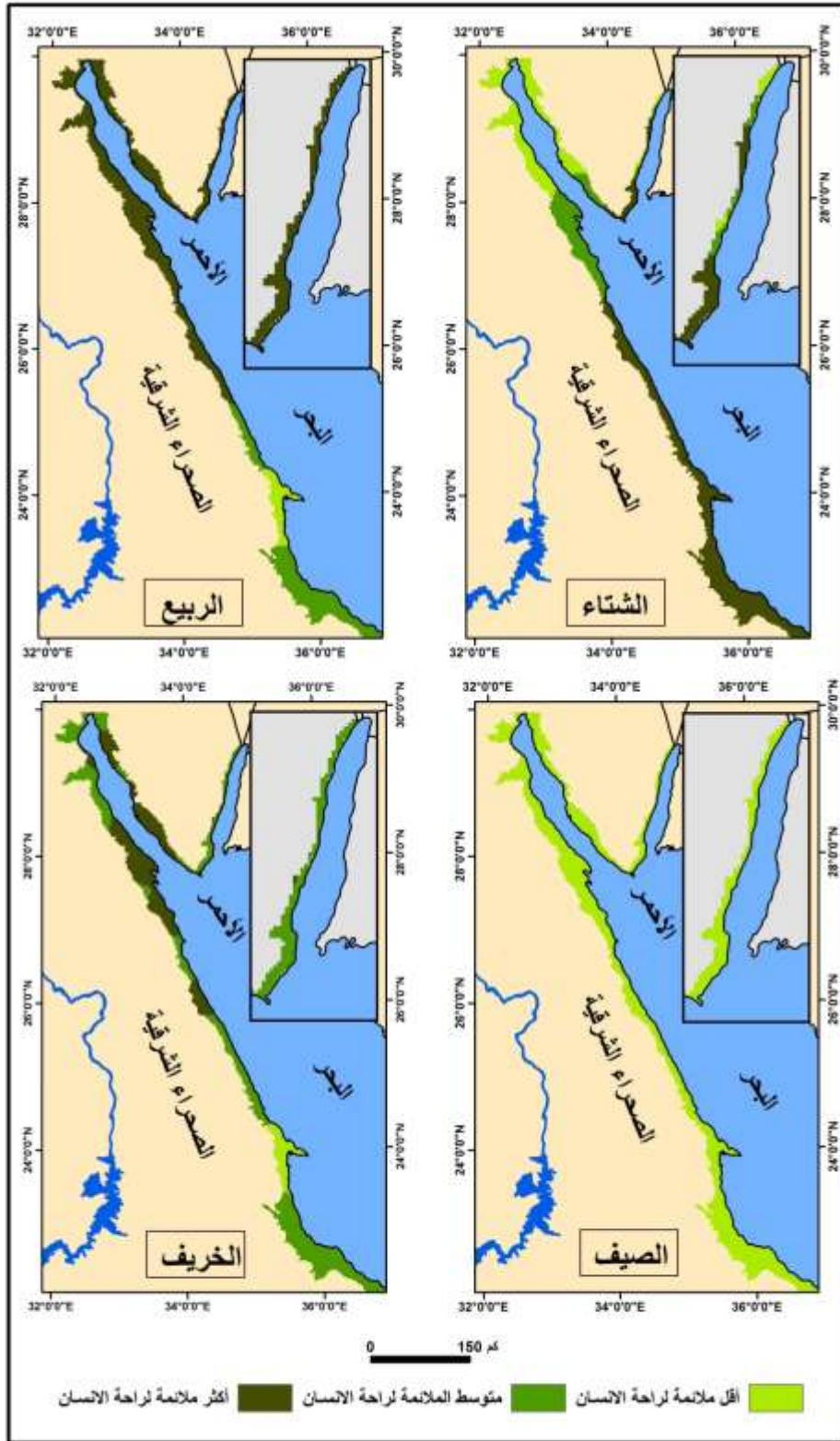
يسود خلال فصل الخريف على جميع أنحاء منطقة الدراسة نمط الراحة النسبية الذي يتصف بالاعتدال ؛ حيث تتراوح قيم عامل التبريد ما بين ٢٦٤ س.ح/م^٢/س فى شرم و ٣٨٠ س.ح/م^٢/س فى السويس ، فيما عدا المنطقة المحيطة بمدينة الطور ورأس سدر حيث يتمثل بها النمط غير المريح البارد ، ومن ثم يلائم ليل فصل الخريف ممارسة الأنشطة السياحية والترفيهية .

ومن خلال مقارنة نتائج المعادلات السابقة ؛ تبين اتفاقها فى كثير من المواضع مما يبين صدق النتائج التى تم التوصل اليها ، وعليه تم إنشاء خريطة الراحة الحرارية شكل (٦) ^(١) ونستنتج منها الأتى :
تعد المنطقة الممتدة من القصير شمالاً حتى حدود المنطقة جنوباً من المناطق الأكثر ملاءمة لراحة الإنسان خلال فصل الشتاء ، وذلك لقربها من المنطقة المدارية ، ومن ثم تمتعها بعدد كبير فى ساعات سطوع الشمس وكذلك شدتها ، كذلك المنطقة المحيطة بشرم ونويبع ، فى حين تتصف المنطقة الممتدة من الغردقة حتى رأس غارب على الساحل الغربى للبحر الأحمر ، أما المناطق ما بين مدينة الطور وشرم ، وبين شرم ونويبع ، وحول طابا ، فتتصف بأنها متوسطة الملاءمة لراحة الإنسان ، بينما يسود نمط الأقل ملاءمة لراحة الإنسان حول النطاق الساحلى الشمالى لخليج السويس بصفتيه الشرقية والغربية ، وذلك لانخفاض درجات الحرارة وارتفاع عامل تبريد الرياح .

تميزت النطاقات الشمالية لمنطقة الدراسة فى فصل الربيع ، بأنها الأكثر ملائمة لراحة الإنسان على ساحل خليج السويس والعقبة والنطاق الساحلى الغربى للبحر الأحمر حتى القصير جنوباً ، ثم يظهر النطاق المتوسط الملائمة حتى الحدود الجنوبية لمنطقة الدراسة ، بينما تتصف رأس بناس بأنها منطقة غير ملائمة لراحة الإنسان ، وذلك لبدء ارتفاع درجة الحرارة خلال الربيع ، نتيجة لتحرك الشمس ظاهرياً نحو الشمال .

يعد فصل الصيف غير ملائم لراحة الإنسان ، وبالتالي غير صالح للأنشطة السياحية؛ بسبب ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة ، فى حين تظل منطقة رأس بناس غير ملائمة لراحة الإنسان خلال فصلى الصيف والخريف ، فى حين تتصف المناطق الجنوبية منها ، وشمالها حتى جنوب القصير بأنها متوسطة الملائمة ،

(١) تم إنشاء هذه الخريطة بادراج خرائط الـ Reclassify لكل من درجة الحرارة الفعالة لجفنى ومعامل الحرارة والرطوبة لأوليفر وعامل تبريد الرياح لسبيل وباسل نهراً وأوليفر عن طريق برنامج Arc Gis بطريقة Spatial Analyst ثم Map algebra ثم Raster Calculator ثم Sum وذلك لكل فصل من فصول السنة على حدة .



شكل (٦) أنماط الملاءمة لراحة الإنسان بناء على نتائج معادلات جفنى وأوليفر وسبييل وباسل

وبالمثل ساحل خليج العقبة والنطاق الغربى لخليج السويس، بينما كانت أكثر المناطق ملائمة تلك الموجودة حول سفاجا والقصير والغردقة حتى رأس غارب ، وفيما بين رأس سدر والطور على الساحل الشرقى لخليج السويس. وعليه فان المناطق الأكثر ملائمة لراحة الإنسان على مدار الفصول الأربعة هي المناطق الأكثر ملائمة لممارسة الأنشطة السياحية ، فى حين تقل الأنشطة فى المناطق المتوسطة الملائمة لراحة الإنسان، بينما تقل جدا أو تكاد تنعدم فى المناطق الأقل ملائمة لراحة الإنسان.

ثانياً: تأثير أنماط الراحة الحرارية على حركة السياحة الخارجية.

تعد السياحة نمطاً مهماً من أنواع الأنشطة التجارية ، فالسياحة من منظور اقتصادى هي قطاع إنتاجى يلعب دوراً مهماً فى زيادة الدخل القومى وتحسين ميزان المدفوعات ، كما تعد مصدراً مهما للعملة الصعبة . ويحدد المناخ الكيفية التى يمكن بها استغلال المقومات السياحية طبيعية كانت أم بشرية، وتتمتع منطقة الدراسة بمقومات سياحية عديدة بالإضافة إلى أهميتها التاريخية والأستراتيجية، فتنتمى مقومات السياحة فيما بين المناخ الملائم لراحة الإنسان معظم أيام العام، كذلك المقومات المادية المتمثلة فى الجزر ومياه البحر الأحمر وما تحويه من العديد من الأسماك الملونة والشعاب المرجانية، فضلا عن سمائها الصافية ، كما تمتاز المنطقة بوجود مناطق عالية الملائمة لتسكين سياحة السفارى وتنميتها، و يمثل المناخ رأس المال غير المنظور لكثير من الأنماط السياحية .

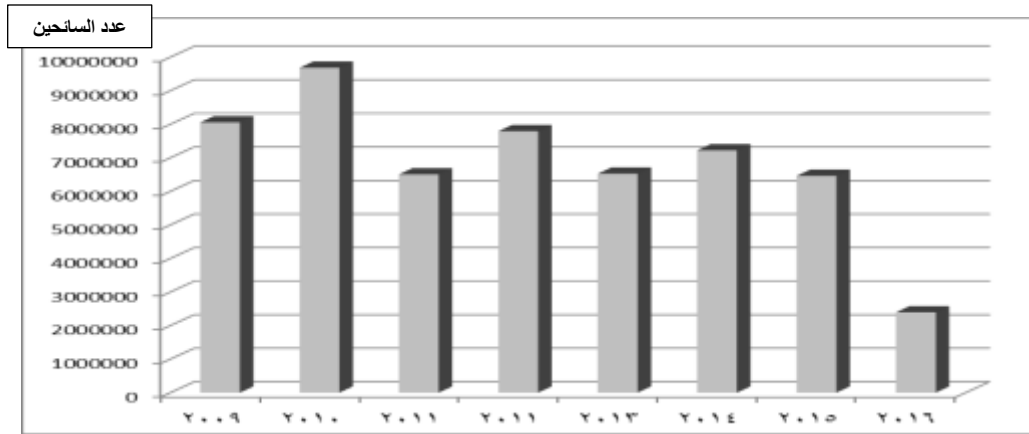
١. حركة السياحة الخارجية السنوية والفصلية بمنطقة الدراسة :

يشير الجدول (٥) والشكل (٧) إلى أن اعداد السائحين بلغت أقصاها خلال عام ٢٠١٠؛ حيث سجلت ٩٦٨٣١٣٤ سائحا، ثم بدأت تتناقص نظرا للظروف التى مرت بها البلاد ما بعد ثورة يناير، إلى أن سجلت ٣٩٥٤٠٤ سائحا عام ٢٠١٦، وهو ما يدل على انخفاض أعداد السائحين بشكل واضح، حيث سجلت نحو ٤٠% مما تم تسجيله خلال عام ٢٠١٠.

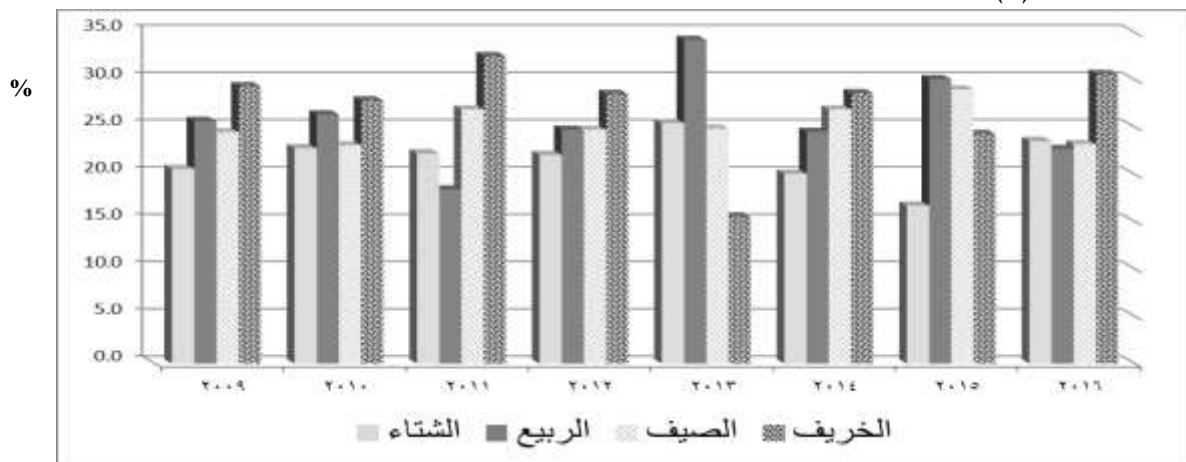
جدول (٥) تطور حركة السياحة الخارجية بمنطقة الدراسة خلال الفترة ٢٠٠٩ - ٢٠١٦ .

البيان	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
الشتاء	1657706	2203630	1445944	1719361	1659180	1449458	1078498	563675
النسبة	20.6	22.8	22.2	22.1	25.4	20.1	16.7	23.5
الربيع	2065920	2550884	1196948	1926468	2231858	1768227	1941864	543346
النسبة	25.6	26.3	18.4	24.7	34.2	24.5	30.1	22.7
الصيف	1969204	2234017	1748179	1926184	1621538	1940303	1872387	555071
النسبة	24.4	23.1	26.9	24.7	24.8	26.9	29.0	23.2
الخريف	2362939	2694603	2115327	2221344	1013525	2065727	1568986	733312
النسبة	29.3	27.8	32.5	28.5	15.5	28.6	24.3	30.6
إجمالي	8055769	9683134	6506398	7793357	6526101	7223715	6461735	2395404

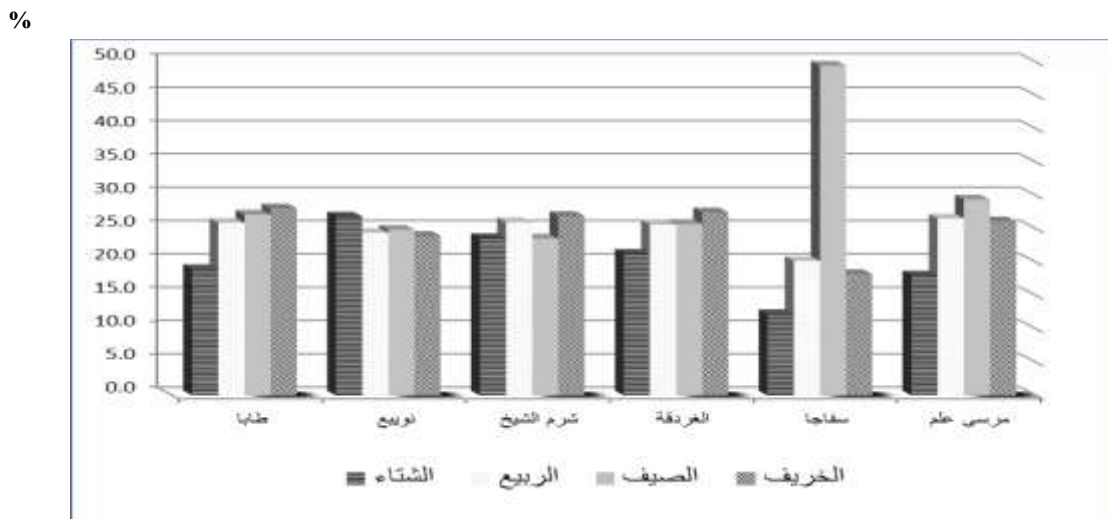
الجدول من اعداد الباحثة بناء على بيانات الادارة العامة للمعلومات والاحصاء - وزارة السياحة فى الفترة ٢٠٠٩ - ٢٠١٦ .



شكل (٧) تطور حركة السياحة الخارجية بمنطقة الدراسة خلال الفترة من ٢٠٠٩ - ٢٠١٦.



شكل (٨) النسب المئوية لأعداد السائحين الفصلية من الإجمالي خلال الفترة من ٢٠٠٩ - ٢٠١٦.



شكل (٩) النسب المئوية لأعداد السائحين الفصلية على مستوى الأماكن المختاره خلال سنوات الدراسة

يوضح الشكلين (٨) و (٩) إلى أن فصل الخريف يحتل المركز الأول في استقبال أعداد السائحين في معظم سنوات الدراسة ؛ حيث يعد أكثر ملائمة لحركة السياحة الخارجية ، كما يتصف فصل الخريف بأنه أكثر استقرارا في أحوال الطقس، وهو ما يتوافق مع أنماط الراحة الحرارية ؛ حيث يمثل هذا الفصل نمط الراحة المثلى والنسبية في معظم نتائج المعادلات ، و يتأرجح المركز الثاني في استقبال أعداد السائحين ما بين فصل الربيع والصيف، حيث احتل فصل الربيع المركز الثاني في عامي ٢٠٠٩ و ٢٠١٠، في حين احتل فصل الصيف المركز الثاني خلال عامي ٢٠١٤، ٢٠١١، إلا إنهما تساوى خلال عام ٢٠١٢، إلا انه خلال عام ٢٠١٣، ٢٠١٥ احتل فصل الربيع المركز الأول في استقبال السائحين تلاه فصل الشتاء ثم الصيف ثم الخريف عام ٢٠١٣، في حين تلاه فصل الصيف ثم الخريف ثم الشتاء عام ٢٠١٥، في حين يأتي فصل الشتاء في المركز الأخير من حيث استقبال أعداد السائحين، إلا انه احتل المركز الثاني خلال عام ٢٠١٦.

٢. حركة السياحة الخارجية الفصلية بمنطقة الدراسة على مستوى أهم الأماكن السياحية :

يتضح من تتبع الجدول (٦) والشكل (٩) أن فصل الخريف في طابا وشرم والغردقة يستحوذ على النسبة الأكبر من عدد السائحين؛ حيث بلغت النسبة ٢٨% ، ٢٧% ، ٢٧% على التوالي من إجمالي عدد السائحين خلال سنوات الدراسة، يليه فصل الصيف والربيع والشتاء بنسب ٢٧% ، ٢٦% ، ١٩%.

جدول (٦) النسب المئوية لأعداد السائحين الفصلية على مستوى الأماكن المختارة خلال سنوات الدراسة

البيان	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
طابا	19	26	27	28
نوبيع	27	24	25	24
شرم	24	26	24	27
الغردقة	21	26	26	27
سفاجا	12	20	49	18
مرسى علم	18	27	29	26

الجدول من اعداد الباحثة بناء على بيانات الادارة العامة للمعلومات والاحصاء، ووزارة السياحة. وفي طابا وشرم يأتي الربيع في المركز الثاني بنسبة ٢٦% ، ثم يتساوى فصل الشتاء والصيف بنسبة ٢٤% ، أما في الغردقة يأتي فصلا الربيع والصيف في المركز الثاني بنسبة ٢٦% ، ثم يأتي الشتاء في المركز الأخير بنسبة ٢١%، أما في نوبيع فقد احتل فصل الشتاء المركز الأول بنسبة ٢٧% من إجمالي عدد السائحين، في حين يأتي الصيف في المركز الثاني بنسبة ٢٥% ثم الربيع والخريف بنسبة ٢٤%، في حين تغيرت المقاييس في سفاجا ومرسى علم حيث تصدر فصل الصيف المركز الأول بنسبة ٤٩%، ٢٩% على التوالي ، يليه فصل الربيع بنسبة ٢٠% ، ٢٧%، ثم فصل الخريف بنسبة ١٨% ، ٢٦%، ويأتي فصل الشتاء في المرتبة الأخيرة بنسبة ١٢% ، ١٨%.

يتضح مما سبق أن شهور الشتاء أقل شهور السنة استقبالا للسائحين؛ وهو عكس ما هو متعارف عليه من أن الشتاء فى منطقة الدراسة هو الأنسب مناخياً للسياحة الخارجية، وهو ما يتوافق مع نتائج معادلة سيبيل وباسل ليلا؛ حيث تتصف المنطقة بنمط غير مريح بارد وبارد جدا؛ الأمر الذي يحد من تحركات السائحين ومزاولة الأنشطة السياحية المختلفة بسبب البرودة. فى حين يتصدر فصل الخريف ثم الربيع مراكز متقدمة من حيث أعداد السائحين، وهو ما توافق مع نتائج المعادلات؛ حيث توافرت خلال هذه الفصول أنماطا أكثر لراحة للإنسان، فالسائح يحدد مناطق زيارته حينما تتوفر فيها الظروف المناخية الملائمة لاحتياجاته وتحركاته، والتمثلة فى درجات الحرارة المعتدلة التى تتراوح بين ١٨ - ٢٥°م، والرطوبة النسبية بين ٤٠ - ٦٠%، والشمس الساطعة التى لا تقل نسب سطوعها عن ٥٠% من السنة، وانخفاض أيام العواصف الترابية والرملية وإن لم يكن انعدامها؛ لما تسببه من أرهاق وأزعاج والغاء لبعض رحلات السفارى البرية والرحلات البحرية، كذلك توافر سرعات للرياح لا تقل عن ٨,٥ كم / ساعة.

٣. تأثير أنماط الراحة الحرارية على بعض الأنماط السياحية المتعلقة بالمناخ :

تعد المخيمات نمط من أنماط السياحة المرتبط بالمناخ ، وهى تلبى احتياجات السائح بمنطقة الدراسة من زيارة مناطق البدو وهم السكان المحليين فى أماكن تجمعهم؛ حيث تعد طبيعة مجتمعات السكان المحليين، وأنظمة معيشتهم وأزيائهم وفولكلورهم ولهجاتهم وطقوسهم وعاداتهم وأعراسهم والمراسم الشعبية والمعارض الحرفية والغذائية والفنون، وما إلى ذلك من عوامل الجذب القوية للسياح؛ حيث يتمكن السائح من معايشة هذه الحياة التى تجمع بين البساطة والطبيعة الجبلية الصحراوية. كما تتوفر رحلات بحرية للجزر الموجودة بالقرب من الشواطئ، وفيها يستمتع السائح بصيد الاسماك حيث تتوفر أساليب حديثة لذلك ، وممارسة رياضة الغطس والسنوركلنج ، ومراقبة الدلافين بمناطق الشعاب المرجانية.

وقد أشارت "معتوق" فى دراسة سابقة أن فصل الخريف يحتل المركز الأول فى أعداد الرحلات البحرية وسفارى الجبال، يليه فصل الربيع ثم فصل الصيف وأخيرا فصل الشتاء فى منطقة الصحراء الشرقية، وقد أرجعت زيادة نشاط الرحلات خلال فصل الخريف والربيع لمواءمة الظروف المناخية للقيام بهذا النشاط؛ حيث يتوفر بهذين الفصلين أنماط مثلى للراحة الحرارية أو قريبة منها، نتيجة لتشابه الأحوال المناخية بهما، فى حين تتسبب برودة الرياح خلال فصل الشتاء فى إزعاج السائحين ، و يُعد هذا النمط من المناخ معوق لممارسة رحلات السفارى ، كما تؤدى سرعة الرياح إلى ارتفاع الموج ، ومن ثم تمايل اليخوت فى الرحلات البحرية الذى يؤثر بدوره على الركاب فى صورة دوار البحر، كذلك تدمير الطائرات الشراعية، فينصح بعدم الخروج فى مثل هذه الاوقات (معتوق، ٢٠١٥).

الاستنتاجات والتوصيات.

ما توصلت إليه الدراسة يتفق مع معيار بورتون ١٩٩٥ لأنشطة الترويح ، والذي حدد حدودا حرارية لممارسة هذه الأنشطة (إبراهيم ، ٢٠٠٤ ، ص ٢٨٢) ؛ حيث يعد ساحل منطقة الدراسة غير صالح نسبيا للسباحة، وكذلك أنشطة الترويح خلال فصل الشتاء ، فى حين يكون صالحا لمعظم الأنشطة الأستجمامية خلال فصول الخريف والربيع والصيف على التوالي ، كالغطس والسنوركلنج، كما اتفق مع ما تم رصده من عزوف السائحين عن ممارسة السباحة، كذلك عدم ملائمة الرياح ذات السرعات المرتفعة والمتغيرة الاتجاه وارتفاع الأمواج لممارسة أنشطة الترويح المختلفة .

يختفى فى فصل الصيف نمط الأكثر ملائمة لراحة الإنسان ؛ حيث يتمثل نمط المناخ الحار جدا، فى حين تميزت النطاقات الشمالية لمنطقة الدراسة بأنها الأكثر ملائمة لراحة الإنسان على ساحل خليج السويس والعقبة والنطاق الساحلى الغربى للبحر الأحمر حتى مرسى علم جنوبا، ثم يظهر النطاق المتوسط الملائمة حتى الحدود الجنوبية لمنطقة الدراسة ، بينما تمثل رأس بناس منطقة غير ملائمة لراحة الإنسان .

تحدد أنماط الراحة الحرارية الأنماط السياحية من حيث طبيعة الموسم أو الهدف من الرحلة وتزداد أعداد السائحين خلال فصل الخريف ؛ حيث يكون المناخ أكثر دفئا واستقرارا ، يليه فصل الربيع لمواءمة الظروف المناخية للقيام بهذا النشاط ، كما تُعد السياحة الترفيهية أحد أهم أنواع الأنشطة السياحية الموجودة بمنطقة الدراسة ؛ حيث يعد المناخ رأس مالها الحقيقى، والتي يعد من أهمها السباحة والسنوركلنج، كما توجد العديد من الألعاب المائية التى تمارس بشواطئ منطقة الدراسة والتي تعتمد بشكل كبير على سرعة الرياح واتجاهها.

وتوصى الدراسة بالترويج للسياحة من خلال الجهات المعنية بوزارة السياحة وهيئة تنشيط السياحة بمحافظة البحر الأحمر وجنوب سيناء ؛ وبخاصة فى فترات فصلى الخريف والربيع ، مع البعد نسبيا عن فصل الصيف لارتفاع درجات الحرارة وعدم الملائمة الحرارية ، وفصل الشتاء لعدم ملائمته للأنشطة السياحية .

المصادر والمراجع.

أولاً: المصادر.

٦. الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة لكل من محطات طابا ونويبع وشرم والطور ورأس سدر والسويس والغردقه والقصير ورأس بناس وكاترين وحلوان والمنيا وأسيوط والأقصر وأسوان وأبو سمبل

٧. الادارة العامة للمعلومات والاحصاء - وزارة السياحة - بيانات غير منشورة للفترة ٢٠٠٩ - ٢٠١٦.

ثانياً: المراجع العربية.

١. إبراهيم، محمد توفيق (٢٠٠٤): المناخ وأثره على راحة الإنسان في السواحل المصرية "دراسة في

المناخ التطبيقي"، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب بسوهاج، جامعة جنوب الوادي.

٢. معتوق، أمل عبد العظيم (٢٠١٥): المناخ والنشاط البشرى في صحراء مصر الشرقية، رسالة

دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

٣. موسى، حسن على (١٩٨٩): مناخات العالم، دار الفكر المعاصر، دمشق.

٤. موسى، حسن على (١٩٩٨): المناخ والسياحة، دار إلتوار للطباعة والنشر والتوزيع، دمشق.

٥. يوسف، عبد العزيز عبد اللطيف (٢٠٠٠): المناخ الفسيولوجى فى مصر، حوليات كلية الآداب،

دورية علمية نصف سنوية محكمة، المجلد الثامن والعشرون، العدد الثانى، جامعة عين شمس.

ثالثاً: المراجع الأجنبية.

1. Givoni, B., (1976): Man, Climate and Architecture, Applied Science Publishers, Second Edition, London. Second Reference.
2. Griffiths, J.F., (1976): Applied Climatology; An Introduction, Second Edition, Oxford University Press.

الملخص باللغة الانجليزية :-

Humans' comfort is influenced by prevailing climatic conditions ; they cause a difference in the sense of comfort or not . Thermal comfort is defined as the human ability to maintain its constant temperature through a series of heat exchanges between the human body and surrounding environmental conditions , Thus the criterion of comfort differs spatially from one region to another and relative from person to person . It is important to know the patterns of thermal comfort their times, And the extent of their association with the tourist activity. The study area has many tourist ingredients, in addition to its historical and strategic importance ,The various components of tourism between the climate suitable for human comfort most of the year, As well as physical components, Thus, the patterns of tourism that represent the climate are characterized by their invisible capital

The researcher used about sixteen monitoring stations inside and outside the region to accurately obtain comfort patterns , Gaffney classification & temperature and humidity index according to Oliver equation , and The cooling coefficient for Sipple and Bassel were used to identify patterns of thermal comfort , The aim of the research is to identify the most climate-comfort areas and their relevance to tourism activity. in addition to evaluating the environmental and biological performance of existing tourism activities , To find out the most important activities that fit the existing comfort patterns , as well as to highlight the utilitarian value of climate elements on some aspects of tourism activities.

The results of the study agreed with the 1995 Burton Standard for recreational activities, which set limits on the exercise of these activities , The coast of the study area is relatively unfit for swimming, as are recreational activities during the winter , While it is suitable for most recreational activities during autumn, spring and summer, respectively, such as diving and snorkeling , it was also agreed with the observed reluctance of tourists to swim , As well as the lack of suitability of high-speed and variable wind direction and high waves for the exercise of various recreational activities .

الإنتاج المحتمل من الطاقة الشمسية في مصر

دراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

هبة الله فتحي شومان^١ أ.د.د. عبد العزيز عبد اللطيف^٢ أ.م.د. معوض بدوي معوض^٣

المُستخلص.

تعتبر الطاقة الشمسية من أهم موارد الطاقة في العالم كما أنها من أهم مصادر الطاقة المتجددة نظرا لأنها إحدى الخيارات الإستراتيجية الرئيسية لتلبية الإحتياجات المستقبلية والمحلية والعالمية من الطاقة حيث أنها تمتاز بتوفرها في معظم دول العالم، علاوة على كونها طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة ولا تحدث ضوضاء. كما أنها محلية المصدر مما يتلائم مع واقع واحتياجات تنمية المناطق النائية والريفية وقلّة تكاليف الصيانة والتشغيل ويختلف توزيع الطاقة الشمسية على سطح الأرض حسب حركة الدوران حول الشمس، ومن ثم تختلف شدة وكثافة الإشعاع الشمسي فوق سطح الأرض حسب فصول السنة على نصفي الكرة الأرضية وفقا لبعدها عن الأرض واختلاف زاوية سقوط الأشعة الشمسية طوال النهار أو خلال السنة، وحسب كثافة السحب التي تحجبها، لأنها تقلل أو تتحكم في كمية الأشعة التي تصل إليها، عكس السماء الصحوّة الخالية من السحب أو الأدخنة، لذلك تم دراسة الإشعاع الشمسي وكمية الطاقة المحتملة منه وإنتاج خرائط لتوزيع الإشعاع الشمسي بمصر وخرائط لكمية الطاقة المحتملة من الإشعاع الشمسي بمصر من خلال البحث كما تم دراسة العوامل المؤثرة في الطاقة الشمسية، ومن أهم النتائج البحث دراسة معدل التغير السنوي للإشعاع الشمسي في مصر ، حساب كمية الطاقة الشمسية المحتمل إنتاجها من المحطات الطاقة الشمسية ، التعرف على أكثر الأماكن تركيز للإشعاع الشمسي في مصر التي من خلالها يستدل على أكثر المناطق الملائمة لمشاريع الطاقة الشمسية في مصر ، تحديد أهم العوامل المؤثرة في الطاقة الشمسية الطبيعية والبشرية.

الكلمات المفتاحية للبحث:

الطاقة المتجددة- طاقة شمسية - الإشعاع الشمسي - نظم المعلومات الجغرافية .

مشكلة الدراسة:

تكمن مشكلة الدراسة في كيفية اختيار أنسب المواقع لإقامة محطات طاقة الشمسية من خلال التعرف على كميات الإشعاع الشمسي السنوي وكمية الإنتاج المحتمل منه والعوامل المؤثرة في الطاقة الشمسية الطبيعية والبشرية .

أسباب اختيار موضوع البحث: يعود اختيار موضوع البحث للآتي:-

^١ محاضر بمعهد عين شمس للدراسات التكنولوجية المتخصصة

^٢ أستاذ الجغرافيا المناخية المتفرغ بكلية الآداب- جامعة عين شمس

^٣ أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد بكلية الآداب - جامعة عين شمس

أ- ازدياد أزمة الطاقة عالمياً ومحلياً خاصة في العقد الثاني من القرن الواحد والعشرون وعدم تغطيتها لكافة احتياجات الدولة في مناطق عديدة، لذا وجب التفكير جدياً في استغلال مصادر الطاقة المتجددة خاصة الطاقة الشمسية.

ب- **تفعيل دور نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد** في إنتاج خرائط لتوضيح كمية الإشعاع الشمسي وخرائط الإنتاج المحتمل من الطاقة الشمسية وخرائط توضح العوامل المؤثرة في الإشعاع الشمسي للوصول الي أنسب المواقع لإقامة محطات الطاقة الشمسية .
الدراسات السابقة:

(١) دراسة مسعد سلامة مسعد مندور (٢٠٠٢) رسالة دكتوراه من جامعة المنصورة بعنوان: "الإشعاع الشمسي في مصر دراسة في الجغرافيا المناخية" والتي تناولت دراسة الإشعاع الشمسي الكلي في مصر والعوامل المؤثرة فيه وتوزيع الشعاع الشمسي في مصر وذلك خلال شهور السنة بالإضافة إلى تأثير الإشعاع الشمسي على بعض الجوانب الجغرافية.

(٢) دراسة خلود حسام حسنين حسن (٢٠٠٤) رسالة ماجستير بعنوان: "اقتصاديات الطاقة الجديدة والمتجددة وإمكانية استثمارها في مصر" كلية التجارة جامعة عين شمس قسم الاقتصاد وتناولت دراسة جميع أنواع الطاقات المتجددة وكيفية توليد الكهرباء وتحلية الماء منهم مع ذكر لبعض مشاريع الطاقة الشمسية في مصر.

(٣) دراسة حسن يونس حسن عبد الرحمن دكتور بقسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة طنطا (٢٠٠٩) رسالة ماجستير بعنوان: "عن الإشعاع الشمسي والرياح كمصادر للطاقة الجديدة والمتجددة في مصر" (دراسة في الجغرافية المناخ التطبيقي) والتي تناولت معدلات الإشعاع الشمسي والعوامل المؤثرة عليها.

(٤) دراسة خالد عبد المجيد محمد عمر (٢٠١٢) رسالة دكتوراه بعنوان: "اقتصاديات الطاقة الشمسية في مصر بجامعة عين شمس" (دراسة مقارنة ودراسة قياسية) والتي تناولت الطاقة الشمسية من الجانب الاقتصادي.

اهداف البحث:

- ١- دراسة معدل التغير السنوي والفصلي للإشعاع الشمسي في مصر .
- ٢- حساب كمية الطاقة الشمسية المحتمل إنتاجها من المحطات الطاقة الشمسية .
- ٣- التعرف علي أكثر الأماكن تركيز للإشعاع الشمسي في مصر التي من خلالها يستدل علي أكثر المناطق الملائمة لمشاريع الطاقة الشمسية في مصر .
- ٤- تحديد أهم العوامل المؤثرة في الطاقة الشمسية.

المقدمة:

الإشعاع الشمسي بمعناه العام هو الطاقة الإشعاعية التي تطلقها الشمس في كل الاتجاهات والتي تستمد منها كل الكواكب التابعة لها وأقمارها كل حرارة أسطحها وأجوائها، وهي طاقة ضخمة جدا يقدرها البعض بنحو ١٧٠ ألف حصان لكل متر مربع من سطح الشمس، ولكن الأرض لا يصيبها إلا حوالي جزء من ألفي مليون جزء من هذه الطاقة، وهذا القدر الضئيل هو المسئول عن كل الطاقة الحرارية لسطح الأرض وغلافها الجوي (عبد العزيز طريح شرف، ٢٠٠٠، ص ٤٣).

يستفاد من دراسة الإشعاع الشمسي المباشر في التعرف على كم الطاقة الفعلية التي يحملها الإشعاع الشمسي وقوته، وكما هو موضح بشكل رقم (١) الذي يبين توزيع المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي المباشر في مصر.

أولاً: المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي المباشر وكمية الطاقة المحتملة منه

١- المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي المباشر

يمكننا القول بأن مصر تقع فيما يعرف بنطاق الحزام الشمسي، مع أيام تغيم بشكل محدود على مدار العام، الأمر الذي يشجع على إستغلال الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠٠٤، ص ١٤). تعتمد دراسة الإشعاع الشمسي في مصر على البيانات الخاصة بمتوسط الإشعاع الشمسي في مصر لمدة ٣٠ عاما للفترة من ١٩٧٠ - ٢٠٠٠ وفقا لدراسة كل من Fick and Hijmans (2017)، والمتوفرة بياناتها عبر الرابط (<http://www.worldclim.org/>) وذلك للإصدار الثاني للعالم، وهي بيانات مستقاة للفترة الزمنية من ١٩٧٠-٢٠٠٠ من ٩٠٠٠ محطة مناخية على مستوى العالم، فضلا عن صور الأقمار الصناعية. وقد تم معالجة هذه البيانات مجتمعة وعمل استنباط باستخدام أداة التحليل المكاني Spline بالإعتماد كذلك على بيانات درجات حرارة سطح الأرض وغطاء السحب المستقاة من صور الأقمار الصناعية متوسطة الدقة والمعروفة بإسم MODIS. وأثناء عملية الاستنباط تم تقسيم العالم إلى نحو ٢٣ إقليم استنادا على كثافة المحطات المناخية في كل منها، واستعملت بيانات القمر الصناعي MODIS في رفع دقة عملية الاستنباط لدرجات الحرارة بنسبة تتراوح بين ٥-١٥%، أي بما يعادل (٠.٠٧-٠.١٧°) خاصة في المناطق التي تتخفف فيها كثافة المحطات الأرضية. ومنها استخرجت بيانات خمسة وعشرون محطة مناخية تغطي الأراضي المصرية، فضلا على إمكانية إستخراج بيانات الإشعاع الشمسي لأية نقطة داخل الأراضي المصرية، حيث تصل الدقة المكانية لهذا الإصدار ٣٠×٣٠ مترا، مما يجعلها مناسبة لأغراض الدراسة الحالية. ويتضح من جدول (١) أن المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي على إجمالي المحطات هو ٢٠٥٩٣.٩٣ كيلو جول/م^٢/يوم، وتستحوذ محطات أسوان والخارجة والداخلة على أكبر نسبة من الإشعاع الشمسي الواصل إلى محطات الدراسة، إذ يبلغ المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي في أسوان نحو ٢٢٢٠٠.٦٣ كيلو جول/م^٢/يوم وهو أعلى معدل

سنوي للإشعاع الشمسي في مصر، يليها الخارجة ٢٢٠٢٦.٥ كيلو جول/م^٢/يوم، ثم الداخلة ٢٢٠٢٠.٤٢ كيلو جول/م^٢/يوم.

بينما تسجل المحطات الساحلية ممثلة في مرسى مطروح ورشيد وسلوم على أقل نسبة من الإشعاع الشمسي الواصل إلى محطات الدراسة، إذ يبلغ المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي في مرسى مطروح ١٩٣٧٨.٤٩ كيلو جول/م^٢/يوم، ورشيد ١٩٤٢١.٦٣ كيلو جول/م^٢/يوم، والسلوم ١٩٥٣٣.٩١ كيلو جول/م^٢/يوم. أما باقي محطات الدراسة فيتراوح المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي بها بين ١٩٦٣٧.٤٥ - ٢١٧٩٤.٤٧ كيلو جول / م^٢/يوم.

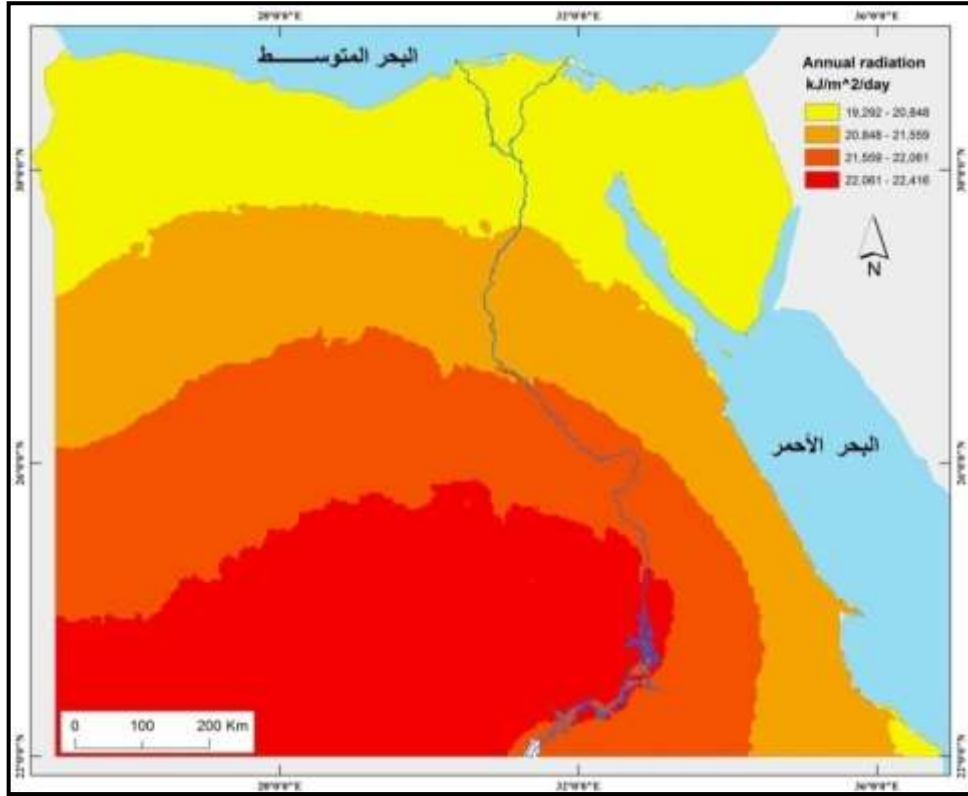
جدول رقم(١) المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي المباشر في مصر (كيلو جول/م^٢/يوم)

المحطة	X	Y	المتوسط السنوي	المحطة	X	Y	المتوسط السنوي
العريش	٣٣.٨٠٠	٣١.١٢٧	١٩٦٦٨.٤	اسيوط	٣١.١٨٣	٢٧.١٨١	٢١٥٦٧.٠
بورسعيد	٣٢.٣٠٠	٣١.٢٦٦	١٩٦٣٧.٥	المنيا	٣٠.٧٩٨	٢٨.٠٩٩	٢١٢٢٩.٣
راس سدر	٣٢.٧٠٠	٢٩.٥٩٨	٢٠٣٦٦.٦	الواحات البحرية	٢٨.٩٧٨	٢٨.٥٤١	٢١٣١١.٠
الاسماعيلية	٣٢.٢٩٠	٣٠.٦١٩	١٩٩٥٥.١	سيوة	٢٥.٥١٦	٢٩.٢٠١	٢٠٥٨٨.٦
رشيد	٣٠.٤٢٦	٣١.٤٤٣	١٩٤٢١.٦	السلوم	٢٥.١٦٠	٣١.٥٦٧	١٩٥٣٣.٨
الاسكندرية	٢٩.٦٣٢	٣٠.٨٦٨	١٩٦٩٢.٠	الخارجة	٣٠.٥٤٩	٢٥.٤٤٥	٢٢٠٢٦.٥
العلمين	٢٨.٩٥١	٣٠.٨٣١	١٩٨٥٩.٥	الداخلة	٢٩.٠٠٥	٢٥.٦٣٧	٢٢٠٢٠.٤
مرسى مطروح	٢٧.٢٥٥	٣١.٣٥٣	١٩٣٧٨.٥	الفرافرة	٢٨.١٧١	٢٧.٢١٤	٢١٦٥٧.٥
طور سيناء	٣٣.٨١٥	٢٨.١١٢	٢٠٤٩٨.٦	نخل	٣٣.٧٥١	٢٩.٩٠٩	٢٠٠٥١.٧
الغردقة	٣٣.٨٣٧	٢٧.٢٤٣	٢٠٨٠٢.٦	أبو رديس	٣٣.٣٣٠	٢٨.٧٥٣	٢٠٥١٨.٥
القصر	٣٤.٢٧٧	٢٦.١١٣	٢٠٨٠٣.٠	حلوان	٣١.٣٢٩	٢٩.٨٤٦	٢٠٢٥٩.٤
أسوان	٣٢.٩٠٩	٢٤.٠٩١	٢٢٢٠٠.٦	نوبيع	٣٤.٦٦١	٢٩.٠٣٩	٢٠٠٠٦.١
الأقصر	٣٢.٦٤٤	٢٥.٦٩٩	٢١٧٩٤.٥	مج	-	-	٢٠٥٩٣.٩٣

* بتصريف عن World Clim 2.0 للفترة من ١٩٧٠ - ٢٠٠٠.

يشير شكل (٢-١) الخاص بالتوزيع المكاني للإشعاع الشمسي فوق الأراضي المصرية إلى أنه كلما اتجهنا جنوبا تزداد كمية الإشعاع الشمسي المباشر، حيث تصل إلى أكثر من ٢٢ كيلو جول/ساعة/م^٢/يوم في أقصى جنوب مصر، وكلما اتجهنا شمال مصر تقل كمية الإشعاع الشمسي المباشر حيث تصل إلى أقل من ٢٠ كيلو جول/ساعة/م^٢/يوم. بذلك يمكننا القول بأن الإشعاع الشمسي في مصر يتخذ نمط توزيع تدريجي يبدأ من جنوب مصر (أعلى المعدلات) وينتهي شمال مصر (أقل المعدلات).

شكل (١) المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي في مصر (كيلو جول/م^٢/يوم)



* عمل الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (1) بتصرف عن World Clim 2.0 للفترة من ١٩٧٠ - ٢٠٠٠.

٢- كمية الطاقة المحتملة من الإشعاع الشمسي المباشر

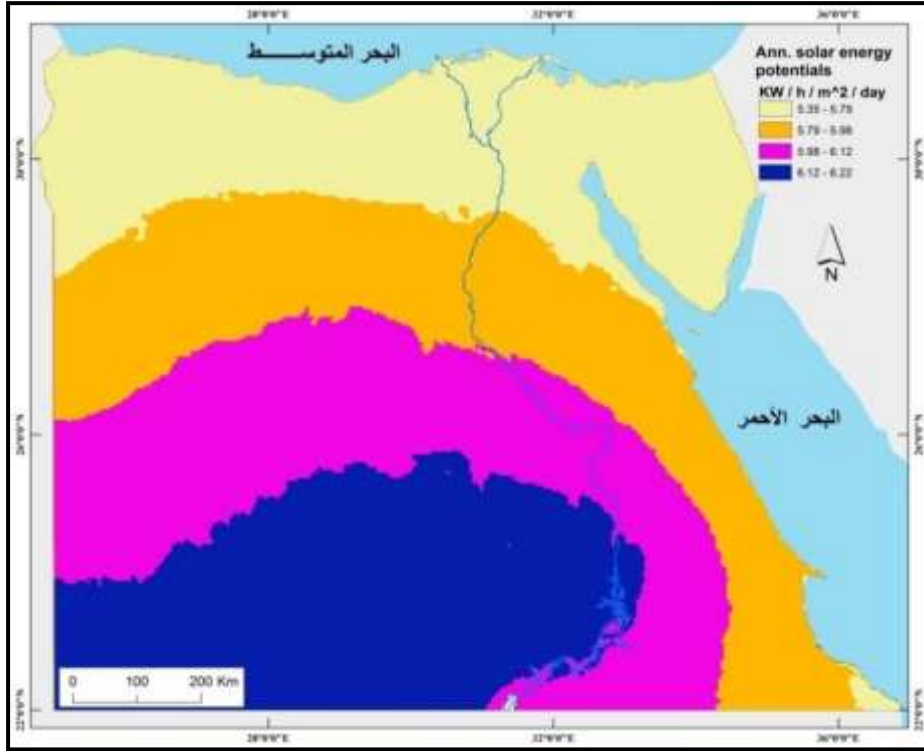
يمكن حساب كمية الطاقة المتوقعة أو المحتملة من خلال تحويل معدلات الإشعاع الشمسي (كيلو جول /الساعة/يوم) إلى (كيلوات /الساعة/م^٢/اليوم)، حيث أن ١ كيلو جول يعادل 0.00028كيلو وات /ساعة. ويوضح جدول رقم (١) أن المتوسط السنوي لكمية الطاقة المحتملة من الإشعاع الشمسي المباشر في مصر تتراوح بين (٦.١٧ : ٥.٣٨ كيلوات/الساعة/م^٢/يوم). ويبلغ هذا المعدل أقصاه في محطة أسوان ٦.١٧ كيلوات/الساعة /م^٢/يوم)، تليها محطة الخارجة والداخلة بنحو ٦.١١ كيلوات/الساعة/م^٢/يوم) لكل منهما. بينما يبلغ المعدل أدناه في محطة رشيد لنحو ٥.٣٨ كيلوات/الساعة/م^٢/يوم).

جدول (٢) المتوسط السنوي للإنتاج المحتمل من الطاقة الشمسية في مصر (كيلووات/الساعة/م^٢/يوم)

المحطة	المتوسط السنوي للإنتاج المحتمل	المحطة	المتوسط السنوي للإنتاج المحتمل
العريش	٥.٤٦	أسيوط	٥.٩٩
بورسعيد	٥.٤٥	المنيا	٥.٨٩
رأس سدر	٥.٦٦	الواحات البحرية	٥.٩٢
الإسماعيلية	٥.٥٥	سيوة	٥.٧
رشيد	٥.٣٨	السلوم	٥.٤٣
الإسكندرية	٥.٤٥	الخارجة	٦.١١
العلمين	٥.٥١	الداخلة	٦.١١
مرسى مطروح	٥.٣٥	الفرافرة	٦.٠٢
طور سيناء	٥.٦٩	نخل	٥.٥٧
الغردقة	٥.٧٨	أبو رديس	٥.٧
القصير	٥.٨٥	حلوان	٥.٦٢
أسوان	٦.١٧	نويبع	٥.٥٦
الأقصر	٦.٠٦	متوسط عام	٥.٧١٩

يوضح شكل (٢) خريطة المتوسط السنوي للإنتاج المحتمل من الطاقة الشمسية- في محطات الدراسة أنه كلما اتجهنا جنوبا تزداد كمية إنتاج الطاقة المتوقعة من الإشعاع الشمسي المباشر، حيث تصل إلى أكثر من ٦ كيلووات/ساعة/م^٢/يوم في أقصى جنوب غرب مصر، وكلما اتجهنا شمالا تقل كمية الإنتاج المحتمل من الطاقة الشمسية حيث تصل إلى ٥ كيلووات/ساعة/م^٢/يوم. ويتفق ذلك أيضاً مع نمط التوزيع المكاني التدريجي وفقاً لطبيعة ونمط إنتشار وتوزيع الإشعاع الشمسي المباشر فوق الأراضي المصرية من الجنوب إلى الشمال. وعليه يزداد المتوسط السنوي للإنتاج المحتمل من الطاقة الشمسية في محطة أسوان ليصل إلى ٦.١٧ كيلووات/الساعة/م^٢/يوم، ثم يقل المتوسط إلى أن يصل إلى أقل متوسط بمحطة مرسى مطروح بمتوسط ٥.٣٥ كيلووات/الساعة/م^٢/يوم.

شكل (٢) المتوسط السنوي للإنتاج المحتمل من الطاقة الشمسية في مصر (كيلو وات/ساعة/م^٢/يوم)



ثانياً: العوامل المؤثرة في الطاقة الشمسية

تنقسم العوامل المؤثرة في الطاقة الشمسية الي :

أ- العوامل الطبيعية

يتوقف مقدار الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض في مصر على عدة عوامل، أهمها: فترة السطوع الفعلية للشمس، والعوائق التي تحول بين أشعة الشمس وسطح الأرض، كالسحب، أو الأتربة أو الغازات المختلفة، وفيما يلي موجز لأهم هذه العوامل على النحو التالي:

(١) عدد ساعات سطوع الشمس

يقصد بها الفترة التي يُشاهد فيها قرص الشمس ساطعاً أثناء النهار، وهي غير فترة السطوع الممكنة التي تعني المدة المحصورة بين شروق الشمس وغروبها (على حسن موسى، ١٩٩٢، ص ٢٥). فترة السطوع الفعلية لا ترتبط بطول أو قصر النهار فقد يكون النهار طويلاً، ولكنة مليء بالغيوم فتكون فترة السطوع الفعلية صغيرة والعكس (فتحى عبد العزيز أبو راضي، ١٩٩١، ص ٣٢). وتتؤثر فترة السطوع الفعلية في كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى مصر تأثيراً واضحاً بزيادتها تزداد كمية الإشعاع الشمسي المباشر.

- المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس:

من خلال تحليل جدول (٣) المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس بمحطات الدراسة على مستوي مصر من سنة ١٩٨٣ إلى عام ٢٠٠٥ يتراوح المتوسط السنوي للسطوع بين ١٢.١٤ - ١٢.٢ ساعات/يوم، ويقل عدد ساعات السطوع الشمسي على كل مصر ليصل حده الأدنى في الفترة بين نوفمبر وفبراير. ففي شمال مصر يبلغ يتراوح متوسط السطوع الشمسي بين ١٠.٣-١١ ساعات /اليوم.

جدول رقم (٣) المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس بمحطات الدراسة (ساعة/يوم)

المحطات	المتوسط السنوي	المحطات	المتوسط السنوي
العلمين	١٢.١٧	الفرافرة	١٢.١٥
ميت غمر	١٢.١٧	أسيوط	١٢.١٥
وادي النطرون	١٢.١٧	الواحات البحرية	١٢.١٥
شرم الشيخ	١٢.١٧	أبو رديس	١٢.١٥
السلوم	١٢.١٣	دهب	١٢.١٥
الإسكندرية	١٢.١٣	الأقصر	١٢.١٥
الإسماعيلية	١٢.١٣	الخارجة	١٢.١٥
برج العرب	١٢.١٣	القصير	١٢.١٥
المنيا	١٢.١٣	أدفو	١٢.١٥
سانت كاترين	١٢.١٣	أسوان	١٢.١٥
طور سيناء	١٢.١٣	حلوان	١٢.١٧
سيوه	١٢.١٣	راس سدر	١٢.١٧
نويبع	١٢.١٣	مطار القاهرة	١٢.١٧
قنا	١٢.١٣	مرسي مطروح	١٢.١٧
العريش	١٢.١٥	الداخلة	١٢.١٧
بورسعيد	١٢.١٥	الغردقة	١٢.١٧
دمياط	١٢.١٥	٦ أكتوبر	١٢.١٣
رشيد	١٢.١٥	نخل	١٢.١٣
سوهاج	١٢.١٣		

* من حساب الطالبة اعتمادا على بيانات وكالة ناسا الأمريكية من سنة ١٩٨٣ : ٢٠٠٥ م.

(<https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgil>)

يتساوي عدد ساعات سطوع الشمس في مارس مع نظيره في فبراير نظرا لهبوب رياح الخماسين المتربة في الربيع وتليدها للسماء بالأتربة والرمال. بينما سجل أعلى متوسط سنوي على مستوى محطات الدراسة بمصر في محطات العلمين وميت غمر ووادي النطرون وشرم الشيخ بمتوسط سنوي ١٢.١٧ ساعة/اليوم وأقل متوسط سنوي سجل في محطات ٦ أكتوبر ونخل وسوهاج بمتوسط سنوي ١٢.١٣ ساعة/اليوم.

٢) مدي شفافية الغلاف الجوي

يتعرض الإشعاع الشمسي أثناء مروره في الغلاف الجوي إلى عمليات عدة تضعفه وتضيع جزءا منه. ولهذا كلما كان مسار الإشعاع الشمسي في الغلاف الجوي أقصر، كلما وصل إلى سطح الأرض قويا ومركزا - كما هو الحال في المناطق المدارية - أما إذا كان مساره طويلا فإن جزءا كبيرا منه يضيع قبل أن يصل إلى سطح الأرض - كما هو الحال في المناطق الباردة والقطبية - وأهم العمليات التي يتعرض لها الإشعاع الشمسي أثناء مروره في الغلاف الجوي هي (الإمتصاص - الإنتشار - الإنعكاس) (نعمان شحادة، ٢٠٠٩، ص ٢٥).

١: الإمتصاص: Absorption

يعد غازا الأكسجين والنيتروجين اللذان يكونان أكثر من ٩٩% من الغلاف الجوي موصلين جيدين للإشعاع الشمسي، حيث إنهما يسمحان للإشعاع الشمسي بالمرور دون أن يمتصا منه شيئا. أما غاز الأوزون - رغم أنه لا يشكل نسبة كبيرة من الغلاف الجوي - فإنه يمتاز بقدراته العالية على إمتصاص الأشعة قصيرة الموجات التي يقل طولها عن ٠.٣ ميكرون، ولهذا فإن طبقة الأوزون تمتص جزءا ضئيلا قبل أن يصل إلى سطح الأرض (خيربي نوح السعدي، ٢٠٠٩، ص ٨٥)، وتقدر نسبة الإشعاع الشمسي الذي يمتصه الأوزون بنحو ٢%، أما بخار الماء الذي يتركز في الطبقة السفلي من الغلاف الجوي فإنه يمتص ما بين ٦% إلى ٨% من الإشعاع الشمسي، أما ذرات الغبار والدخان والأتربة فإنها تمتص ٢% من الإشعاع الشمسي. وبهذا يمكن القول أن أكثر من ١٢% من الأشعة الشمسية التي تعبر الغلاف الجوي تمتص قبل أن تصل سطح الأرض (محمد فوزي أحمد عطا، ٢٠٠٩، ص ٣٤).

ب: انتشار الأشعة: Scattering

يترتب على إنكسار الأشعة أثناء مرورها في الغلاف الجوي إنتشارها في جميع الإتجاهات بفعل جزيئات الهواء، وبخار الماء، وذرات الغبار، والدخان، والأتربة والأملاح، وغيرها من الشوائب الأخرى العالقة بالهواء (عبد على الخفاف وثمان كاظم، ٢٠٠٦، ص ٤٩). تساهم المواد العالقة

بالجو من غبار وبخار ماء برد ٩ % من الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض (عبد العزيز طريح شرف، ٢٠٠٠، ص ٥١).

ج: انعكاس الأشعة: Reflection

يقصد بانعكاس الأشعة إرتدادها مرة أخرى في الإتجاه المعاكس بحيث تكون زاوية سقوط الأشعة مساوية لزاوية إنعكاسها أو إرتدادها، وتسمى النسبة بين مقدار الأشعة المنعكسة من مكونات الغلاف الجوي أو أي سطح ما، وإجمالي الأشعة الواصلة إليه بتعبير " الألبيدو الأرضي " (محمد إبراهيم محمد شرف، ٢٠٠٩، ص ٤٤)، ويختلف معامل انعكاس الأشعة على سطح الأرض تبعاً لعوامل عديدة أهمها:

١. **زاوية سقوط أشعة الشمس:** فكلما كانت الأشعة مائلة كلما كان معامل الانعكاس أكبر والعكس صحيح؛ ولهذا فإن معامل الانعكاس يكون أكبر في ساعات الصباح والمساء من بقية النهار، وأيضاً أكبر في المناطق المعتدلة والباردة من المناطق المدارية (نعمان شحاده، ٢٠٠٩، ص ٥٦).

٢. **طبيعة السطح:** تعكس الأسطح الملساء المصقولة أشعة الشمس بفاعلية أكبر من الأسطح الخشنة؛ ولهذا فإن معامل الانعكاس في المناطق السهلية المنبسطة يفوق معامل الانعكاس في الهضاب والجبال الوعرة (محمد إبراهيم محمد شرف، ٢٠٠٩، ص ٤٨).

٣. **الألبيدو الأرضي ALBEDO** معناه القدرة الكلية للأرض والجو على رد الأشعة الشمسية إلى الفضاء دون أن يكون لها تأثير على حرارتها؛ فالمعروف أن جزءاً كبيراً من الأشعة ينعكس إلى الفضاء بعد سقوطه على سطح السحب، وعلى ذرات الغبار وبخار الماء العالق بالجو، وعلى سطح الأرض نفسه.

فالألبيدو هو النسبة بين الإشعاع المنعكس، وإشعاع القبة السماوية (الإشعاع الشمسي الكلي) فالأسطح فاتحة اللون لها نسبة ألبيدو تفوق الأسطح داكنة اللون؛ فعلي سبيل المثال: تتراوح نسبة الألبيدو بين ٥% و ٢٠% في أقاليم الغابات، وتتراوح بين ١٠-٢٠% في نطاقات الحشائش، وبين ٢٥-٣٠% في النطاقات الصحراوية لأن الأسطح ذات الرمال الصفراء واللون الفاتح أكثر قدرة على عكس أشعة الشمس من الأسطح غامقة اللون؛ مثل التراب السوداء والصخور البازلتية والجرانيتية (نعمان شحاده، ١٩٩١، ص ٥٠)، وبين ٧٥-٩٥% في الأغشية الثلجية، أما في البحار والمحيطات تتباين النسبة تبعاً لزاوية ارتفاع الشمس في السماء خلال اليوم الواحد تتراوح بين ٥-١٠% في وقت الظهر، وتصل إلى ٥٠% في وقت الشروق والغروب (محمد إبراهيم شرف، ٢٠٠٩، ص ٦٣).

أكثر من ٨٠% من الأراضي المصرية تزيد نسبة الأشعة المنعكسة فيها عن ٣٠% من جملة الإشعاع الوارد إليها. وهي مناطق التكوينات الرملية والجيرية التي تنتشر في صحراوات مصر الشرقية والغربية، وشمال ووسط سيناء، وبدل ذلك على إمكانية استغلال الطاقة الشمسية في مناطق التوسع الزراعي في توشكى، ومنطقة شمال سيناء. (مسعد سلامة مندور، ٢٠٠٢، ص ٦٧)

٣) السحب

تُعدّ السحب إحدى الظواهر المائية في الغلاف الجوي، وهي عبارة عن تجمع قطرات الماء سابحة في الغلاف الجوي، وتظهر السحب عموماً من تكثيف الهواء الذي يرتفع تحت تأثير أحد العوامل الطبيعية كالجبهات أو التضاريس وغيرها من العوامل الأخرى. ويبدأ تكوين السحب بصفة عامة أثناء النهار عقب شروق الشمس، وتبلغ ذروتها بعد منتصف النهار (الساعة ١٢ ظهراً)، ونجد أن ذلك مرتبط بدرجة الحرارة وعلاقتها بتيارات الحمل (شحاتة سيد أحمد، ١٩٩٨، ص ١٦). وتتميز مصر بوقوعها ضمن النطاق الصحراوي والذي يغطي معظم مساحة مصر، وإقليم البحر المتوسط الذي يشمل الأجزاء الشمالية من مصر (يوسف عبد المجيد فايد وآخرون، ١٩٩٤، ص ٢٩٤)، وللسحب أثر كبير على مناخ مصر بصفة عامة، وكمية الإشعاع الشمسي الكلي الواصل إلى مصر بصفة خاصة، حيث تنخفض كمية الإشعاع الشمسي الكلي الواصل إلى سطح الأرض عندما تكون السماء ملبدة وتزداد كمية الإشعاع الشمسي الكلي عندما تكون السماء صافية.

تعتبر السحب من أهم العوامل التي تؤدي إلى ارتداد الإشعاع الشمسي التي تساهم وحدها برد حوالي ٢٣% من الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض (عبد العزيز طريح شرف، ٢٠٠٠، ص ٥١). وهذا ما يوضح إحدى المشاكل التي يعاني منها مستخدمين الطاقة الشمسية، حيث أنه في بعض فترات فصل الشتاء حيث تلبد السماء يتأثر بإنخفاض إنتاجية المحطة الشمسية.

-المتوسط السنوي لكمية السحب:

يتضح من جدول (٤) - الذي تم من خلاله دراسة ٣٨ محطة مناخية به على مستوى مصر اعتماداً على بيانات وكالة ناسا الأمريكية في الفترة من ١٩٨٣:٢٠٠٥م - أن أعلى قيم لكمية السحب تقع في محطة العريش بمتوسط سنوي ٣٦.٣% يليها محطة العالمين بمتوسط سنوي ٣٥.٣% ثم محطة دمياط بمتوسط سنوي ٣٤.٢% ثم محطة رشيد بمتوسط سنوي ٣٢.٩% ثم محطة مرسى مطروح بمتوسط سنوي ٣٢.٨% ثم محطة الإسكندرية بمتوسط سنوي ٣٢.٥% أي أن معظم المناطق الساحلية تتمتع بقدر كبير من كمية السحب التي تغطي الأراضي المصرية.

نقل كمية السحب في محطة الأقصر بمتوسط سنوي ٢٠.٧ % ثم محطة الغردقة بمتوسط سنوي ٢٠.٣ % ثم محطة قنا بمتوسط سنوي ١٩.٧ % حتى تصل إلى أقل كمية سحب في محطة أسيوط بمتوسط سنوي ١٩.٣ %.

جدول رقم (٤) المتوسط السنوي لكمية السحب اليومية بمحطات الدراسة (%)

المتوسط السنوي	المحطة	المتوسط السنوي	المحطة
٢٦.٨	الداخلة	٣٦.٣	العريش
٢٦.٣	راس سدر	٣٥.٣	العالمين
٢٦.١	الواحات البحرية	٣٤.٢	دمياط
٢٤.٦	٦ أكتوبر	٣٢.٩	رشيد
٢٤.٦	حلوان	٣٢.٨	مرسي مطروح
٢٢.٥	أبو رديس	٣٢.٥	الإسكندرية
٢٢.٥	طور سيناء	٣٢.٥	النظرون
٢٢.٣	دهب	٣٢.٥	برج العرب
٢٢.٣	سانت كاترين	٣١.٥	السلوم
٢٢.١	القصير	٣١.٤	بورسعيد
٢٢.١	المنيا	٣٠.٩	نويبع
٢١.٩	أدفو	٣٠.١	مطار القاهرة
٢١.٩	أسوان	٣٠.١	ميت غمر
٢١.٦	سيوه	٢٧.٣	الإسماعيلية
٢١.٥	سوهاج	٢٧	الخارجة
٢٠.٩	الفرافرة	٢٧	شرم الشيخ
٢٠.٧	الأقصر	٢٧	نخل
٢٠.٣	الغردقة	١٩.٧	قنا
		١٩.٣	أسيوط

(١) الحرارة

تعد درجة الحرارة أهم عنصر من عناصر المناخ التطبيقي، وذلك من حيث تأثيرها المباشر والفعال على بقية عناصر المناخ الأخرى، ولا يمكن فصل الحرارة عن التوزيع العام للإشعاع الشمسي وذلك لأن الإشعاع الشمسي هو المصدر الوحيد لحرارة الجو، ولكنها لها تأثير سلبي على الخلايا الشمسية فكلما زادت درجات الحرارة كلما قلت إنتاجية الخلايا الشمسية، لذلك جميع الأقمار الصناعية تعمل بكفاءة عالية بالطاقة الشمسية رغم أن درجة الحرارة في الفضاء تصل -٢٠٠ درجة سيليزية تحت الصفر مع سطوع شمسي دائم وغياب تام للسحب أي أن درجات الحرارة والطاقة الشمسية بينهم علاقة عكسية، حيث يؤدي ارتفاع درجة حرارة المحيط الخارجي إلى ارتفاع درجة حرارة الخلية الشمسية والذي يؤدي بدوره إلى انخفاض جهد الدائرة المفتوحة وارتفاع تيار القصر للخلية الشمسية وينخفض جهد الدائرة المفتوحة (كاميليا يوسف، ص ٩١) وتعتبر درجة الحرارة ٢٥ سيليزية هي درجة الحرارة الأنسب (المثالية) للخلية الشمسية.

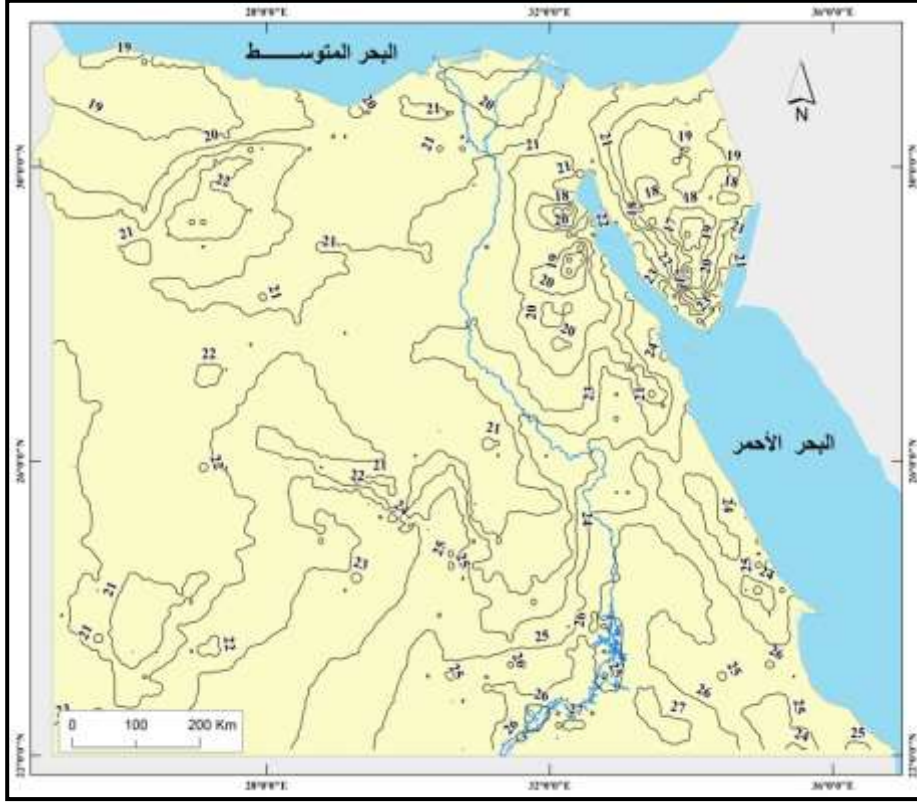
تلعب الحرارة عاملاً ثانوياً في التيار الكهربائي الذي يمكن استخلاصه من الخلية الشمسية، حيث أن التيار الكهربائي يتولد من الخلية الشمسية بفضل الضوء الساقط على الخلية الشمسية وليس بفضل الحرارة. فيما يلي إشارة لأهم سمات درجات الحرارة كأحد العوامل المؤثرة على إنتاج الطاقة الشمسية وذلك على النحو التالي (شكل ٣) التي أنشأت بياناته بدقة مكانية قدرها حوالي ١ كم مربع، وتشتمل على المتوسط الشهري لدرجات الحرارة (الصغرى والعظمى والمعدل) الذي تم من خلالهم استخراج المتوسط السنوي والمتوسط الفصلي على مستوي مصر، وهي بيانات مستقاة للفترة الزمنية من ١٩٧٠-٢٠٠٠ من ٩٠٠٠ محطة مناخية على مستوى العالم، فضلاً عن صور الأقمار الصناعية. وقد تم معالجة هذه البيانات مجتمعة وعمل استنباط باستخدام أداة التحليل المكانية Spline بالإعتماد كذلك على بيانات درجات حرارة سطح الأرض وغطاء السحب المستقاة من صور الأقمار الصناعية متوسطة الدقة والمعروفة بإسم MODIS. وأثناء عملية الاستنباط تم تقسيم العالم إلى نحو ٢٣ إقليم استناداً على كثافة المحطات المناخية في كل منها، واستعملت بيانات القمر الصناعي MODIS في رفع دقة عملية الاستنباط لدرجات الحرارة بنسبة تتراوح بين ٥-١٥%، أى بما يعادل (٠.١٧-٠.٠٧)° خاصة في المناطق التي تنخفض فيها كثافة المحطات الأرضية. وقد بلغت معاملات الارتباط بين البيانات المستنبطة والمحطات الأرضية أكبر من ٠.٩٩ بالنسبة لبيانات الحرارة والرطوبة.

المتوسط السنوي لدرجة الحرارة

يختلف المتوسط السنوي لدرجة الحرارة على مستوي محطات الدراسة لتسجل أعلى متوسط سنوي بمحطة أسوان بمقدار ٢٦.٥ درجة سيليزية، يليها محطة القصير بمتوسط سنوي ٢٤.٨ درجة، ثم الخارجة بمتوسط سنوي ٢٤.٧ درجة، ثم محطة الأقصر بمتوسط سنوي ٢٤.٦ درجة. ويصل أقل متوسط لدرجات الحرارة على مستوي محطات الدراسة بمحطة مرسى مطروح بمتوسط سنوي ٣.١٤ درجة سيليزية.

يوضح شكل (٣) المتوسط السنوي لدرجات الحرارة بمحطات الدراسة، ومنه نستنتج أن نطاق المحصور بين ٢٦ - ٢٧ درجة سيليزية يغطي معظم جنوب مصر، بينما النطاق المحصور بين ١٦ درجة فأقل يغطي الأطراف الشمالية ومرتفعات جنوب سيناء.

شكل (٣) المتوسط السنوي لدرجات الحرارة بمحطات الدراسة (درجة سيليزية)



٤) الجسيمات العالقة الصلبة

يقصد بالجزيئات العالقة الصلبة جميع الجزيئات المنتشرة في الغلاف الجوي، كالجزيئات الرملية وذرات الرماد البركان المتطاير (مسعد سلامة مسعد، ٢٠٠٢، ص ٥١)، كالجزيئات الرملية، وهنا يجب أن نميز بين ظواهر جوية هامة؛ وهي: العجاج، والشبورة، والضباب:

أ- **العجاج:** عبارة عن ذرات دقيقة جدا من الشوائب العالقة في الهواء لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة؛ فهي كالأتربة أو الرمال الدقيقة أو كالجزيئات الملحية الصلبة التي ينثرها رذاذ البحر، أو كالجزيئات الصلبة الناتجة عن الاحتراق، ويحدث العجاج عادة فوق الأراضي اليابسة أثناء الليل، وفي الصباح الباكر عندما تتوقف تيارات الحمل الرأسية وتسكن الرياح وتتراكم الشوائب المذكورة في الطبقة القريبة من سطح الأرض؛ نتيجة لاستقرار الجو، وقد تحدث هذه الظواهر نتيجة لاستمرار تعلق ذرات الأتربة أو الرمال الدقيقة الحجم في الجو بفعل رياح شديدة هدأت بمرور الوقت. تتشابه ظاهرة العجاج مع

ظاهرة الشبورة إلى حد كبير، وخاصة عندما تكون قطرات الماء في الشبورة مختلطة ببعض الذرات الترابية أو الرملية.

ب- **الشبورة MIST**: هي أحد مظاهر وجود الماء في الغلاف الجوي، فهي عبارة عن ذرات مائية خفيفة الوزن تتطاير في الهواء، ويزداد ثقلها مع اقترابها من سطح الأرض، وتقل بسببها الرؤية، ويشترط في هذه الحالة أن تكون الرؤية أكثر من الكيلومتر الواحد.

ت- **الضباب FOG**: هو مظهر من مظاهر وجود الماء في الغلاف الجوي، فهو عبارة عن ذرات مائية خفيفة الوزن تتطاير في الهواء، ويزداد ثقلها مع اقترابها من سطح الأرض، وتقل بسببها الرؤية، ويشترط في هذه الحالة أن تكون الرؤية أقل من واحد كيلومتر (مصطفى إبراهيم القلشي ، يوليو ٢٠١٠، ص ٥٤).

يتميز مناخ مصر بأنه جاف خالي من الأتربة أغلب أيام السنة، فلا تتعدى نسبة الأيام المترية ١٢ يوماً في شمال مصر و٦ أيام في وسط وجنوب مصر، وهي نسب صغيرة لا تؤثر على الإشعاع الشمسي الكلي وبالتالي لا تؤثر كذلك على إمكانية استغلال الطاقة الشمسية في مصر (محمد سعد الدين حرب، ١٩٧٦، ص ١٤٤). ومع ذلك ترتفع تراكيزات الجسيمات العالقة فوق المدن الكبرى، لاسيما داخل إقليم القاهرة الكبرى بفعل التكدس المروري وحرائق القمامة والمخلفات الزراعية خاصة قش الأرز، وكذلك بفعل الملوثات الناتجة عن محطات الوقود ومصانع الأسمنت وغيرها من الصناعات الأخرى الملوثة للبيئة، فضلا عن الأتربة الناتجة عن عمليات التوسع العمراني الجديد وتلك التي تحملها رياح الخماسين في فصل الربيع. ويقدر أن حجم تراكيزات الجسيمات العالقة PM_{10} في إقليم القاهرة يفوق ستة أضعاف المعدل المسموح به عالمياً ويزداد تركيز تلك الجسيمات في فصل الربيع بفعل السحابة السوداء الناتجة عن حرق قش الأرز، ويقدر (Badawy et al. (2017) أن نحو ٧٠% من مساحة هذا الإقليم وحده تعتبر غير صحية لفئة من السكان وفقاً لمؤشر جودة الهواء حيث يتراوح متوسط تراكيزات الجسيمات العالقة الصلبة بين ٢٠٠ - ٢٥٠ ميكروجرام/م^٣/سنة. لذلك فإن بعض الجسيمات العالقة تقلل كمية الإشعاع الشمسي الساقط على الأرض.

٥) الأوزون:

العلاقة بين الأشعة الشمسية وغاز الأوزون من العلاقات المتبادلة؛ فالأشعة الشمسية لها الفضل الأول في تكوين وتركز الأوزون في طبقات الجو العليا، فيزداد تكوّن الأوزون في الأيام المشمسة ومع صفاء الجو؛ ولذا فهو يكثر في المناطق المحصورة بين المدارين، لما تخطى به من إشعاع شمسي دائم أو شبه دائم طوال العام.

يأتي دور غاز الأوزون بكونه عائقاً رئيساً للأشعة الشمسية؛ إذ تشكل طبقة الأوزون درعاً واقياً للأرض يقوم بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية التي تنبعث من الشمس، فهذه الأشعة تُعدّ مُهلكة للإنسان والكائنات الحية الأخرى؛ ولهذا تُمنَصّ امتصاصاً كاملاً تقريباً بواسطة طبقة الأوزون.

تختلف كمية الأوزون في الغلاف الجوي بالتزايد وبالتناقص خلال الفترات الزمنية المختلفة؛ لذا قامت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية wmo ووكالة Nasa بدراسة تغير الكمية الكلية للأوزون فوق العالم منذ ٢٠ عاماً مضت، وأوضحت هذه الدراسة أن الأوزون يميل للتناقص في الشتاء والربيع أكثر منه في الصيف، ومصر من البلاد التي أُعْتُمِدَ عليها في قياس الأوزون؛ حيث بدأ القياس بشكل منتظم في محطتين هما القاهرة وأسوان أعوام ١٩٦٧، ١٩٨٤ على الترتيب.

مع تزايد كمية الأشعة الشمسية في جنوب مصر عن شمالها تحدث العمليات الفوتوكيميائية المكونة لطبقة الأوزون (مسعد سلامة، ٢٠٠٢، ص ٤٦ وص ٤٧).

٦) زاوية ميل أشعة الشمس:

تتأثر زاوية ميل أشعة الشمس بدرجة عرض الشمس SOLAR DECLINATION ودرجة عرض المكان، وتُعرّف درجة عرض الشمس على أنها الزاوية التي تتشكل حين مدّ خط من مركز الأرض نحو مركز الشمس بالمقارنة مع المستوى (PLANE) الذي يحوي الدائرة الاستوائية، ونتيجة لميلان محور الأرض وحركتها حول الشمس فإن الشمس تنتقل بشكل ظاهري ما بين مدار السرطان (٢٣,٢٧ درجة شمالاً)، ومدار الجدي (٢٣,٢٧ درجة جنوباً). (إبراهيم العرود، ١٩٩٧، ص ٤٥، ص ٤٧) فنلاحظ أن شعاع يصل إلى الأرض في زاوية مائلة تكون قوته أقل من شعاع يصل عمودياً على الأرض؛ لأن الشعاع المائل يخترق مسافة أطول في الفضاء فيفقد جزءاً أكبر من قوته، بينما الشعاع الذي يخترق مسافة أقصر يفقد جزءاً أقل. فإن المعدل السنوي للإشعاع الشمسي يبلغ أقصى قوته عند خط الاستواء ويتناقص عموماً نحو القطبين لأن الأشعة تتناسب طردياً مع زاوية سقوطها فهي تبلغ أقصى قوتها إذا كانت زاوية سقوطها ٩٠ درجة مئوية حيث تكون عمودية وإذا نقصت هذه الزاوية فإن الأشعة تكون مائلة، كما أن الشعاع المائل يتوزع على مساحة أكبر من سطح الأرض فيقل تركيزه، في حين أن الشعاع العمودي يتركز في مساحة أصغر؛ فتزداد قوته.

ب- العوامل البشرية .

وتنقسم العوامل البشرية الي :

١- عوامل إقتصادية

- ارتفاع التكلفة الإستثمارية الأولية في مجال الطاقة الشمسية.

- عدم وجود آليات تمويل مشجعة للإستثمار في مجال الطاقة المتجددة مقارنة بالدول الأخرى متضمنة بعض الدول العربية.
- عدم وجود دعم بنكي لعملاء الطاقة الشمسية من خلال قروض ميسرة وأقساط شهرية.
- إنخفاض سعر تعريفه شراء الطاقة الكهربائية المنتجة من خلال محطات الطاقة الشمسية.
- عدم تخصيص نسبة من ميزانية الدولة لدعم الأبحاث المتخصصة في علوم ومجالات الطاقة الشمسية.
- إرتفاع القيمة الجمركية على مستلزمات الخلايا الشمسية ومكونات المحطات.

٢- عوامل فنية

- الحاجة إلى مساحات كبيرة لتطبيق مشاريع الطاقة الشمسية.
- إنخفاض كفاءة تقنيات الطاقة الشمسية محلية الصنع.
- إرتفاع اسعار تقنيات تخزين الطاقة الشمسية.

٣- عوامل ثقافية

- عدم وجود خطة مستقبلية واضحة لتشجيع وزيادة التصنيع المحلي لتقنيات الطاقة الشمسية مع رفع كفاءتها وتطويرها بهدف خلق سوق محلي ينافس السوق العالمي.
- عدم وجود خطط دعائية للتوعية عن أهمية الطاقة المتجددة في جميع الوسائل الإعلانية المقروء منها والمسموع.
- عدم وجود مراكز تدريب مختصة بالتدريب في مجال الطاقة الشمسية.
- عدم توافر معلومات وافية لدى المواطن المصري عن إستخدامات الطاقة الشمسية.
- نقص في خبرات العاملين بتكنولوجيا الطاقة الشمسية.
- عدم وجود مراكز تدريب متخصصة بتقنيات الطاقة الشمسية.

التوصيات.

أ- الحكومات

١. وضع خطة مستقبلية لتشجيع وزيادة التصنيع المحلي لتقنيات الطاقة الشمسية مع رفع كفاءتها وتطويرها بهدف خلق سوق محلي ينافس السوق العالمي.
٢. خفض التكلفة الاولية للمحطات الطاقة الشمسية من خلال السياسات الضريبية المناسبة بإلغاء الرسوم الجمركية وضرائب المبيعات على الواردات منها، وتخفيض الرسوم الجمركية على مستلزماتها في المستقبل.

٣. رفع سعر تعريفية شراء الطاقة الكهربائية المنتجة من خلال محطات الطاقة الشمسية.
٤. تخصيص نسبة من ميزانية الدولة لدعم الابحاث المتخصصة في علوم ومجالات الطاقة الشمسية.
٥. وضع برامج تعليمية ضمن المراحل التعليمية المختلفة للتوعية بأهمية الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة.
٦. تشجيع المستثمرين المحليين والدوليين على الاستثمار في إنشاء مشروعات لإنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة.

ب- مؤسسات التمويل

١. وضع بروتوكول تعاون بين جهات الدولة المختصة والبنوك لتسهيل خطط التمويل للمستثمرين في مجال الطاقة الشمسية.
٢. توجيه بورصة الأوراق المالية للمدخرات والاستثمارات في مجال الطاقة الشمسية، وذلك لان بورصة الأوراق المالية تعتبر إحدى الدعائم والركائز الأساسية للبيئة الاقتصادية.

ج- مؤسسات المجتمع المدني

١. مشاركة الجمعيات الاهلية في التوعية المجتمعية لضرورة استخدام الطاقة الشمسية.
 ٢. عمل ندوات بصفة دورية للتوعية عن أهمية الطاقة الشمسية.
- #### د- المؤسسات التعليمية ومراكز البحث والتطوير
١. توجيه جهود المراكز والمؤسسات البحثية والعلمية المحلية لتطوير تكنولوجيا الطاقة.
 ٢. إنشاء أقسام بالكليات والمعاهد الفنية لخلق كوادر ذات كفاءة تقنية مؤهلة لسوق العمل ومتطلباته مما يؤدي إلى كفاءة إنتاج الطاقة الشمسية في المستقبل.
 ٣. تكثيف جهود الأبحاث والتطوير لتكنولوجيا الطاقة المتجددة لرفع كفاءتها.
 ٤. تعزيز دور البحث العلمي لتطوير وخفض تكلفة الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية.

المراجع العربية.

١. إبراهيم العرود (١٩٩٧): مبادئ المناخ التطبيقي، دار الشروق للنشر والتوزيع، الأردن.
٢. خيرى نوح السعدي (٢٠٠٩): العوامل المؤثرة في المناخ، دراسة في اساسيات الجغرافيا المناخية، دار الكتاب الحديث، الكويت.
٣. شحاتة سيد أحمد (١٩٩٨): الخصائص المناخية العامة لكمية السحب في مصر، مجلة الأرصاد الجوية، العدد التاسع، الهيئة المصرية العامة للأرصاد الجوية، القاهرة.
٤. عبد العزيز طريح شرف (٢٠٠٠): الجغرافيا المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ أفريقيا ومناخ العالم العربي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

٥. عبد على الخفاف (٢٠٠١): الجغرافية البشرية (اسس عامة)، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، ط١، عمان.
٦. على حسن موسى (١٩٩٢): أساسيات علم المناخ، دار الفكر المعاصر، دمشق.
٧. فتحى عبدالعزيز أبو راضى (١٩٩١): المناخ والبيئة دراسة في المناخ التطبيقي لبيئة دلتا النيل، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
٨. كاميليا يوسف (بدون تاريخ): الطاقة الكهروشمسية، وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، القاهرة.
٩. محمد إبراهيم محمد شرف (٢٠٠٩): جغرافية المناخ والبيئة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
١٠. محمد سعد الدين حرب (١٩٧٦): الطاقة الشمسية في مصر كمورد دائم للطاقة، نشرة بحوث الأرصاد الجوية، المجلد الثامن، القاهرة.
١١. محمد فوزي أحمد عطا (٢٠٠٩): أساسيات الجغرافيا المناخية، مطبعة مصر الحديثة، بني سويف.
١٢. مسعد سلامة مسعد (٢٠٠٢): الإشعاع الشمسي في مصر، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب جامعة المنصورة.
١٣. نعمان شحادة (١٩٩١): مناخ الأردن، دار اليسر للنشر والتوزيع، عمان.
١٤. نعمان شحادة (٢٠٠٩): علم المناخ، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان.
١٥. يوسف عبدالمجيد فايد وآخرون (١٩٩٤): جغرافية مصر، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة.

المراجع الأجنبية.

1. Badawy, M.M., Youssief, A.A., and Madkour, K. (2017): Modeling and monitoring of air quality in Greater Cairo Region, Egypt using Landsat-8 images, HYSPLIT and GIS based analysis, in Leal, W.F. (ed.) Climate change research at universities. Springer, Switzerland, pp. 37-53.
2. Fick, S.E., and Hijmans, R.J. (2017): World clim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, vol. 37, issue 12, pp. 4302-4315.

Potential production of solar energy in Egypt using GIS and remote sensing

Solar energy is one of the most important clean and renewable energy in the world. As it depends mainly on direct solar radiation, intensity and magnitude of the solar radiation vary greatly in time and space according to earth's revolution around the sun all over the year. The aim of this research is to study the annual and seasonal rates of change of solar radiation in Egypt and to estimate the potential amount of solar energy that can be produced using solar plants. The study is based on the analysis of direct solar radiation data in Egypt over 30 years for the period from 1970 to 2000 with a spatial accuracy of 30 m x 30 m, covering the entire area of Egypt. These data have been calibrated using direct measurement data obtained from 25 climatic stations covering the Nile Valley and Delta regions, and northern coast. These data have been integrated and interpolated using spline tool for isohel map making.

The study revealed that the Aswan station has the highest annual mean of solar radiation $\sim 22,200.63 \text{ kJ/m}^2/\text{day}$, while coastal stations have the lowest average annual of solar radiation. The annual mean of solar radiation in Mersa Matrouh is $\sim 19378.49 \text{ kJ/m}^2/\text{day}$. It has been deduced through the study that the potential production of energy from direct solar radiation is higher in southern Egypt as it reaches $\sim 6.17 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$ at Aswan climatic station. The potential production of solar energy decreases gradually to the north as it reaches $\sim 5.38 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$ at Rashid station.

Key words: Solar Energy, Solar Radiation, Egypt

التبخّر والموازنة المائية في محافظة مطروح "دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي "

ساميه علي مبروك^١ ، أ.د. شحاته سيد أحمد طلبه^٢ ، أ.د. صلاح معروف عبده عماشة^٣

ملخص

تعد منطقة الدراسة منطقة حدودية ذات أهمية بالغة بالنسبة للدولة بالإضافة إلى إنها تنتمي إلى المناخ الجاف وشبه الجاف إلى جانب تباينها تضاريسيا ، واعتمدت الدراسة على عشرة محطات مناخية موزعة داخل حدود منطقة الدراسة وخارجها للمقارنة واستكمال البيانات ، واستهدف موضوع البحث إلى تحديد العلاقة بين العناصر المناخية المختلفة والتبخّر ، بالإضافة إلى قياس التبخّر المحتمل رياضيا ، والتوزيع المكاني والزمني للتبخّر الحقيقي والمحمّل ، وتحديد نطاقات العجز والفائض المائي في منطقة الدراسة لاستغلالها الاستغلال الأمثل ، واهتم البحث بثلاثة محاور أولها العوامل المؤثرة على التبخّر وقد خلصت إلى علاقة ارتباط طردية قوية بين عدد ساعات السطوح الشمسي النظرية ودرجة الحرارة مع التبخّر حيث بلغت ٠,٩ ، ٠,٨ ، على الترتيب وعلاقة عكسية قوية مع كل من الرطوبة النسبية وسرعة الرياح وكمية المطر بلغت ٠,٩- ، ٠,٨- ، ٠,٨- على التوالي ، ثانيها التوزيع المكاني والزمني للتبخّر الحقيقي والمحمّل في منطقة الدراسة وتوصل إلى اختلاف معدل التبخّر الحقيقي والمحمّل بين الشمال والجنوب حيث سجل أدنى انخفاض له على الساحل الشمالي وذلك كنتيجة لانخفاض درجة الحرارة وسجل أقصاها على الأجزاء الداخلية لمنطقة الدراسة ، وسجل فصل الشتاء أدنى معدل للتبخّر الحقيقي والمحمّل حيث سجلا ٦,٤ - ٢٥,٦ ملم على الترتيب ، ويليه فصل الربيع بمعدلا ١٠,٢ - ٨٣,١ ملم على التوالي وسجل فصل الصيف أعلى معدل للتبخّر الحقيقي والمحمّل بمعدل ١١,٩ - ١٨٤,٤ ملم على التوالي ، وثالثها العجز والفائض المائي في منطقة الدراسة وتبين أن تعاني منطقة الدراسة بشكل عام من العجز المائي حيث بلغ ٩٠,٣ ملم ، وتنقسم منطقة الدراسة إلى ثلاث نطاقات أولها نطاق منخفض العجز المائي ويوجد في الأجزاء الشمالية الساحلية من منطقة الدراسة ثانيها نطاق متوسط في العجز المائي ووجد في الأجزاء الوسطى من منطقة الدراسة وثالثها نطاق مرتفع العجز المائي ووجد في أقصى جنوب منطقة الدراسة ، وانتهت الدراسة بمجموعة توصيات من حيث الاستصلاح الزراعي لمنطقة الدراسة ، وبناء السدود ونشأة الآبار والخزانات .

مقدمة :

تعد منطقة الدراسة إحدى الأقسام الجغرافية الحدودية التي تتمتع بمناخ محلي خاص، نظرا لموقعها الفلكي والجغرافي ، وإحاطتها بالمسطحات المائية من جهة الشمال ، فضلا عن التباين في مظاهر السطح ، وبناء عليه فهي تمتلك العديد من التباينات المكانية والمناخية المختلفة ، كما إنها تعد بيئة جيدة للتنمية وإحدى العناصر المهمة في تشكيل مورد اقتصادي جيد للدولة ، ولكن قلة مياه الأمطار وتعرضها للتبخّر بسبب سيادة الظروف المناخية الجافة شكلت عائقا أمام التنمية واستغلال المنطقة الاستغلال الجيد ، وتمتد منطقة الدراسة فيما بين دائرتي عرض ٢٧° ٤١' و ٣١° ٣٦' شمالا ، وبين خطي طول ٣٩° ٢٤' و ٣٠° ١٦' شرقاً ، بمساحة بلغت ١٥٩٦٩١,٦٣ كم^٢ بنسبة ١٦,٥ % من إجمالي مساحة مصر ، أما عن الموقع الجغرافي فيحدها من الشمال البحر المتوسط ، ومن الجنوب

^١ مدرس مساعد بكلية الآداب جامعة دمياط

^٢ أستاذ الجغرافية المناخية ، قسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة القاهرة

^٣ أستاذ الجغرافية الطبيعية ، قسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة دمياط

محافظة الوادي الجديد ، ومن الشرق محافظات الإسكندرية ، والبحيرة والجيزة ، ومن الغرب ليبيا ، وتنقسم المحافظة إلى سبعة مراكز (الحمام ، العلمين ، الضبعة ، مرسى مطروح، سيدي براني ، السلوم ، سيوه) ، وتعد مدينة مرسى مطروح عاصمة للمحافظة في مركز مرسى مطروح كما هو موضح في شكل (١) ، وبلغ عدد السكان التقديري للمحافظة عام ٢٠١٤ حوالي ٤,٠٢٢,٢٥٤ نسمة ،، وسوف تعتمد هذه الدراسة على عشرة محطات مناخية جاءت في الإسكندرية والضبعة ، مرسى مطروح ، سيدي براني ، السلوم ، سيوه ، وادي النطرون ، الفيوم ، المنيا ، الفرافرة كما هو موضح في جدول (١) .

جدول (١) محطات الأرصاد الجوية السطحية المستخدمة في الدراسة

اسم المحطة	رقم المحطة	دائرة العرض	خط الطول	الارتفاع عن سطح البحر/ م
الإسكندرية	٣١٨	° ٣١ ' ١٢	° ٢٩ ' ٥٧	١,٧٨-
الضبعة	٣٠٩	° ٣٠ ' ٥٦	° ٢٨ ' ٢٨	١٧
مرسى مطروح	٣٠٦	° ٣١ ' ٢٠	° ٢٧ ' ١٣	٢٥
سيدي براني	٣٠١	° ٣١ ' ٣٧	° ٢٥ ' ٢٤	٢٣,٧١
السلوم	٣٠٠	° ٣١ ' ٣٢	° ٢٥ ' ١١	٤
سيوه	٤١٧	° ٢٩ ' ١٢	° ٢٥ ' ١٩	١٥
وادي النطرون	٣٥٧	° ٣٠ ' ٢٤	° ٣٠ ' ٢٢	٤٨,٩٨
الفيوم	٣٨١	° ٢٩ ' ١٨	° ٣٠ ' ٥١	٢٣,٤٣
المنيا	٣٨٧	° ٢٨ ' ٥	° ٣٠ ' ٤٤	٣٧,١٥
الفرافرة	٤٢٣	° ٢٧ ' ٠٣	° ٢٧ ' ٥٨	٨٢,٢٠

المصدر : الأطلس المناخي لمصر (١٩٩٦) ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، وزارة النقل والمواصلات ، القاهرة ص ٤ - ٥ .

تساؤلات وفرضيات الدراسة :

١- تساؤلات الدراسة :

- ما أهم العناصر المناخية المؤثرة على التبخر في منطقة الدراسة؟ وما علاقتها بالتبخر؟
- ما التوزيع المكاني والزمني للتبخر الحقيقي والمحتمل في منطقة الدراسة ؟
- ما المناطق المعرضة للفائض والعجز المائي في منطقة الدراسة ؟

فرضيات الدراسة :

- وجود علاقة ارتباط بين التبخر والعناصر المناخية الأخرى .
- اسهام كبر مساحة منطقة الدراسة في التباين المكاني في التبخر الحقيقي والمحتمل .
- تباين الموازنة المائية من حيث الفائض والعجز المائي في منطقة الدراسة .

أهداف الدراسة :

- تكمن أهداف دراسة التبخر والموازنة المائية لمحافظة مطروح في الآتي :
- تحديد العوامل المؤثرة في التبخر بشكل احصائي مثل الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية والرياح والأمطار وقياس العلاقة بينهما .
 - قياس التبخر المحتمل رياضيا ومقارنة نتائجه بكميات التبخر المقاس حقليا (الحقيقي)، وتمثيلهما كارتوجرافيا شهريا وفصليا وسنويا لإظهار التباين المكاني بينهما.
 - تقدير الميزانية المائية رياضيا وتحديد مناطق العجز والفائض المائي سواء على المستوى الشهري أو الفصلي أو السنوي في منطقة الدراسة.

مناهج وأساليب الدراسة :

اعتمدت الدراسة على مجموعة من المناهج وبعض الأساليب الأخرى التي تمثلت في :

١- مناهج الدراسة :

جاءت في عدة مناهج أولها المنهج الأصولي : وسيتم من خلاله التعرف على العوامل الجغرافية المؤثرة في التبخر بمحافظة مطروح ، وثانيها المنهج الإقليمي : لتحديد منطقة الدراسة بحدود واضحة مع دراسة العناصر المناخية وخاصة التبخر لمنطقة الدراسة وتوزيعه الإقليمي ، ثالثها المنهج الموضوعي : سوف يستخدم لدراسة موضوع التبخر والموازنة المائية في محافظة مطروح .

٢- أساليب الدراسة :

اعتمدت الدراسة على عدة أساليب أولها الأسلوب الكمي : ويعد من الأساليب المهمة في الجغرافية بعامة وفي علم المناخ بخاصة ، لأنه يستخدم في معالجة البيانات الرقمية وإيجاد العلاقات وتحليلها ، وذلك من خلال المعادلات الرياضية المتمثلة في المتوسط ، والمعدل ، والتبخر المحتمل ،

والانحراف المعياري ، والارتباط ، والانحدار الخطي ، والعجز والفائض المائي ، وغيرها عن طريق استخدام برنامج SPSS ، وثانيها الأسلوب الكارتوجرافي : سيتم استخدامه في تحويل البيانات الإحصائية والميدانية إلى قاعدة بيانات مكانية واستخدامها في تمثيل خرائط وأشكال بيانية ، مما يسهل عملية قراءتها بشكل أسرع ، وثالثها الأسلوب التقني : سيتم استخدامه من خلال نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، حيث يعد من أهم الأساليب الحديثة وذلك لدورها في عملية ادخال البيانات وتخزينها ومعالجتها ، للوصول إلى معلومات جديدة يمكن عرضها على هيئة خرائط وأشكال بيانية .

الدراسات السابقة :

تتعدد الدراسات التي توجهت نحو دراسة التبخر بعامة وقياس الموازنة المائية بخاصة سواء على مستوى منطقة بعينها أو على مستوى مصر بعامة ولكن هناك ندرة في حساب وقياس التبخر والموازنة المائية في محافظة مطروح، وتتمثل بعض هذه الدراسات في الآتي :

- دراسة محمد فوزي عطا (٢٠٠١) وتناولت التبخر والموازنة المائية في الأحساء بالمملكة العربية ، وتناول التوزيع الشهري والفصلي للتبخر في حوض التبخر وفق معادلات بنمان ، وثورنثويت ، وويلني وكريدل ، بالإضافة لدراسة العلاقة الارتباطية بين تبخر الحوض والتبخر المحسوب وانتهت الدراسة بحساب الميزانية المائية لمنطقة الأحساء .
- دراسة مسعد سلامة مندور (٢٠٠٨) وتناول التباين الزمني والمكاني للتبخر في مصر " دراسة في الجغرافية المناخية " ، وتناول العوامل المؤثرة في توزيع التبخر بمصر سواء الموقع أو العوامل المناخية و خصائص التربة ، بالإضافة إلى دراسة التباين الزمني والمكاني للتبخر في مصر ، وصاغ نموذج مقترح لتقدير التبخر .
- دراسة صلاح معروف عبده عماشة (٢٠١٢) وتناول الضوابط المناخية للعجز المائي في شبه جزيرة سيناء ، ودرس الضوابط المناخية لمنطقة الدراسة ، بالإضافة إلى مفهوم الجفاف والعجز المائي المناخي ، كما تناول تحليل العلاقة بين درجة الحرارة والمطر و التحليل الإحصائي للعناصر المناخية .
- دراسة محمد عوض السمني (٢٠١٣) وتناول الموازنة المائية وتوزيع الأراضي الزراعية بشبه جزيرة سيناء " دراسة في المناخ التطبيقي " ، وذلك من خلال دراسة عناصر الموازنة المائية ومؤشرات الموازنة المائية ، بالإضافة إلى أقاليم الموازنة المائية .
- دراسة صلاح حسن محم أحمد (٢٠١١) : وتناول مصادر المياه ومشكلاتها بمحافظة مطروح " دراسة تطبيقية " ، وتناول جيولوجية مطروح والأمطار بمحافظة مطروح والمياه السطحية بها بالإضافة إلى المياه الجوفية ، ودرس مشكلات المياه الجوفية وعلاج لهذه المشكلات .

أولاً العوامل المؤثرة على التبخر :

تتحكم مجموعة من العناصر المناخية بصورة مباشرة في التبخر ، ويعزى ذلك للتداخل بين العناصر المناخية حيث لا يقوم عنصر منهما منفرد بذاته ، وتتمثل هذه العناصر في مدة السطوع الشمسي النظرية ، ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح بالإضافة إلى كمية المطر وسوف يتم تناولها بنوع من التفصيل ومدى علاقتها بالتبخر كآآتي :

١- عدد ساعات السطوع الشمسي النظرية :

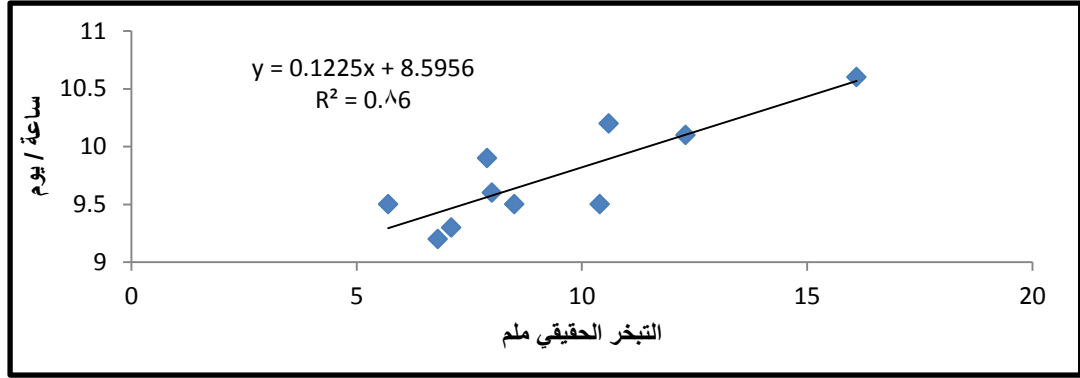
يعد الإشعاع الشمسي أهم العوامل المؤثرة في التبخر على الإطلاق ، فقد أثبتت التجارب التي أجريت حتى الآن أن الدور الذي يقوم به الإشعاع الشمسي يفوق الدور الذي يقوم به أي عامل آخر منفرد (مسعد سلامة : ٢٠٠٨ ، ص ١٩) ، وتبين من جدول (٢) وشكل (٢) أن هناك علاقة ارتباط طردية قوية بين كلا من معدل عدد ساعات السطوع الشمسي النظرية ومعدل التبخر بقيمة بلغت ٠,٩ ، ويعني ذلك أنه كلما زاد معدل السطوع الشمسي زاد معدل التبخر ، حيث بلغ أقصاه في الفرافرة بعدد ساعات ١٠,٦ ساعة / يوم بأقصى معدل للتبخر ١٦,١ ملم .

جدول (٢) العلاقة بين معدل التبخر الحقيقي والعناصر المناخية في منطقة الدراسة

خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

العلاقة	الفرافرة	سيوه	المنيا	القيوم	وادي النظرون	السلوم	سبدي براني	مرسى مطروح	الضبعة	الإسكندرية	المحطة
٠,٩	١٠,٦	١٠,١	١٠,٢	٩,٩	٩,٥	٩,٥	٩,٢	٩,٦	٩,٣	٩,٥	عدد ساعات السطوع الشمسي النظرية
٠,٨	٢٣,٥	٢٢,٦	٢١,٩	٢٢,٢	٢٣	٢٠,١	١٩,٧	٢٠	٢٠,٣	٢٠,٦	درجة الحرارة (م°)
-٠,٩	٣١,٣	٣٨,٤	٤٥,٣	٤٥,٢	٤٧,٨	٥٥,٨	٥٦,٨	٥٨,٤	٥٧	٥٧,٦	الرطوبة النسبية (%)
-٠,٨	٧	٨,٤	١١,٨	١٢,٧	١٤,٢	١٨,٧	١٧,٨	١٩,٥	١٥,٢	١٦,٦	سرعة الرياح (كم / ساعة)
-٠,٨	٠,٣	٠,٤	٠,٥	٠,٩	٤,٤	٩,٦	١٣,٤	١٢,٨	١٠,٣	١٦,١	مجموع كمية المطر (ملم ٣)
	١٦,١	١٢,٣	١٠,٦	٧,٩	١٠,٤	٨,٥	٦,٨	٨	٧,١	٥,٧	التبخر الحقيقي (ملم)

المصدر : تم إعداده بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، قسم البيانات ، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦) .

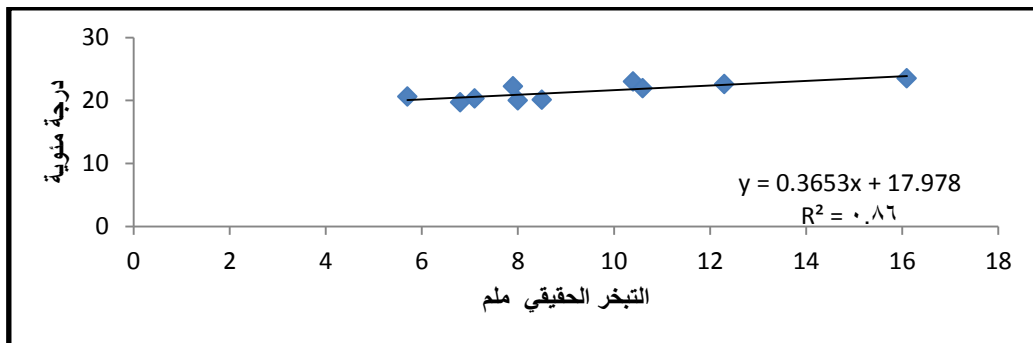


المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٢)

شكل (٢) العلاقة بين المعدل السنوي لعدد ساعات السطوع الشمسي النظرية والتبخّر السنوي في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

٢- درجة الحرارة :

تحتل درجة الحرارة الصدارة في تأثيرها على عملية التبخر حيث ينشط التبخر كثيرا أثناء النهار عنه أثناء الليل ، وأيضا يزداد أكثر أثناء الصيف حيث الارتفاع في درجة الحرارة ، وينخفض خلال فصل الشتاء حيث انخفاض درجة الحرارة ، ففقدرة الهواء على حمل بخار الماء تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة وتقل بهبوطها (شحاته سيد أحمد : ٢٠٠٢ ، ص ١٤٣) ، وتبين من جدول (٢) وشكل (٣) أنه هناك علاقة ارتباطية قوية بينهما بلغت ٠,٨ وتندرج قيم درجة الحرارة بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب نحو الزيادة مما يزيد من معدل التبخر جنوبا عن الشمال حيث بلغ أقصى ارتفاع لدرجة الحرارة في سيوه والفرافرة بمعدل (٢٢,٦ - ٢٣,٥ م°) بأقصى معدل للتبخّر حيث بلغ (١٢,٣ - ١٦,١ ملم) على الترتيب .

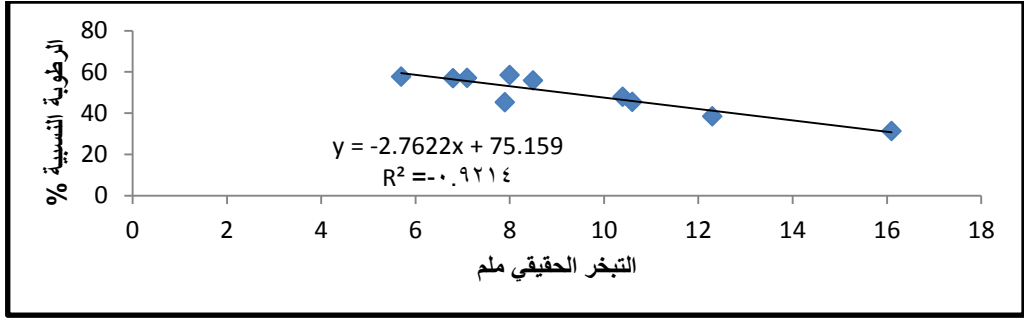


المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٢)

شكل (٣) العلاقة بين المعدل السنوي لدرجة الحرارة والتبخّر الحقيقي في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

٣- الرطوبة النسبية :

تؤثر الرطوبة النسبية على التبخر بصورة عكسية حيث أن التبخر يحدث طالما أن الهواء لم يصل إلى درجة التشبع ، ويتناقص التبخر كلما اقتربت الرطوبة النسبية من حدها الأقصى وهو ١٠٠% وهنا يتوقف التبخر تماما (محمد فوزي : ١٩٩٢ ، ص ١١١) ، وعند قياس العلاقة فيما بينهما في جدول (٢) وشكل (٤) وجد أن هناك ارتباط عكسي قوي بلغ -٠,٩ ، وبعد الساحل الشمالي من منطقة الدراسة هو الأعلى في معدل الرطوبة النسبية حيث سجل (٥٥,٨ - ٥٦,٨ - ٥٧ - ٥٧,٦ - ٥٨,٤) في كل من السلوم وسيدي براني والضبعة والإسكندرية ومرسى مطروح على التوالي ، وبذلك هو الأقل في معدل التبخر فبلغ (٨,٥ - ٦,٨ - ٥,٧ - ٧,١ - ٨ ملم) على التوالي ، وبلغ أدنى معدل للرطوبة النسبية في جنوب منطقة الدراسة حيث سجل (٣١,٣ - ٣٨,٤ %) في كل من سيوه والفرافرة وهما الأعلى في معدل التبخر (١٢,٣ - ١٦,١ ملم) على الترتيب .

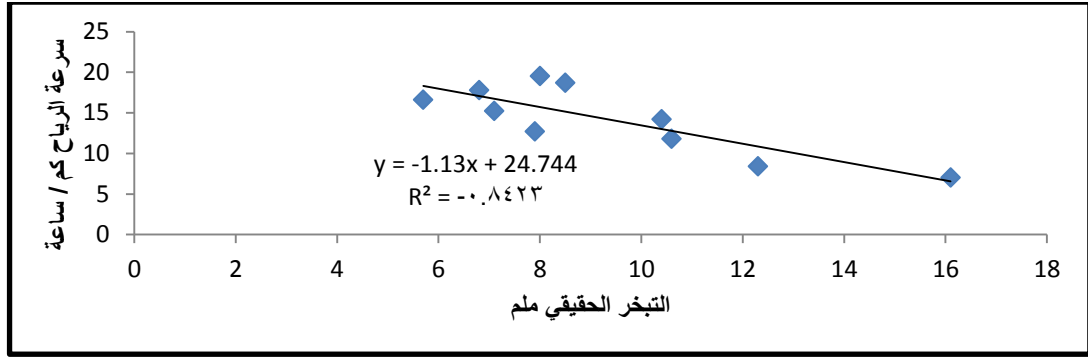


المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٢)

شكل (٤) العلاقة بين المعدل السنوي للرطوبة النسبية والتبخر الحقيقي في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

٤- سرعة الرياح :

تبين من جدول (٢) وشكل (٥) أن هناك علاقة ارتباط عكسية قوية بلغت -٠,٨ أي أنه كلما زاد معدل سرعة الرياح انخفض معدل التبخر وذلك لأنه لكي يحدث التبخر تحتاج إلى رياح ولكن منخفضة في سرعتها النسبية لتجديد نوع الهواء الملامس للسطح بينما زيادة سرعتها لا تساعد على تغيير في خصائص الهواء من الجاف للرطب ، ووجد أن الساحل الشمالي من منطقة الدراسة هو الأعلى من حيث معدل سرعة الرياح حيث بلغ أقصاها في السلوم ١٨,٧ كم ساعة بمعدل تبخر منخفض بلغ ٨,٥ ملم، وسجل أقل سرعة للرياح في جنوب منطقة الدراسة حيث سجل أدناه في سيوه والفرافرة بسرعة (٨,٤ - ٧ كم / ساعة) على التوالي ، بمعدل تبخر مرتفع بلغ (١٢,٣ - ١٦,١ ملم) على الترتيب .

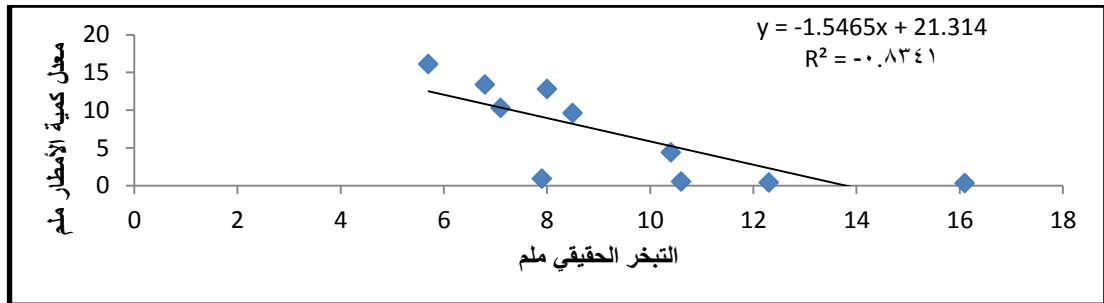


المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٢)

شكل (٥) العلاقة بين المعدل السنوي لسرعة الرياح والتبخر الحقيقي في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

٥- كمية المطر :

وجد من جدول (٢) وشكل (٦) أن هناك علاقة ارتباط عكسية قوية بين كلا من معدل كمية المطر ومعدل التبخر بلغت - ٠,٨ ، حيث يعد الساحل الشمالي هو الأكثر استقبالا للمطر في منطقة الدراسة حيث سجل أقصاه في الإسكندرية ١٦,١ ملم^٣ وهو الأقل في معدل التبخر حيث بلغ في الإسكندرية ٥,٧ ملم ، وعلى النقيض الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة هي الأقل في معدل كمية المطر حيث بلغ في كل من سيوه والفرافرة (٠,٤ - ٠,٣ ملم^٣) على الترتيب وهي الأعلى في معدل التبخر حيث بلغ (١,٣ - ١٦,١ ملم) على التوالي .



المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٢)

شكل (٦) العلاقة بين المعدل السنوي لكمية المطر والتبخر الحقيقي في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

ثانيا : توزيع التبخر الحقيقي والمحتمل في منطقة الدراسة :

يعد التبخر من أهم العوامل المؤثرة والمشكلة لمدى فاعلية الأمطار ، حيث أنه من أهم العوامل المسؤولة عن الفاقد من مياه الأمطار ، ويمثل التبخر دورا مهما في العملية الهيدرولوجية وخاصة في دراسة الموارد المائية ، وذلك لتأثيره على كمية المياه المحصودة من الأمطار ، وتم الاعتماد على بيانات المحطات المناخية في التبخر الحقيقي ، بينما تم حساب التبخر المحتمل وفقا لحساب معادلة ثورنثويت (Thornthwait: 1948, p 59) ، وتعد من أفضل المعادلات لحساب التبخر المحتمل وذلك لأنها

تناسب المساحات الواسعة وتم تطبيقها كما في ملحق (١) وتم قياسه للمحافظة على الكمية المحدودة من الموارد المائية من أجل تجنب ما يحدث من إخلال في الموازنة المائية (محمد فوزي عطا : ٢٠٠١ ، ص ٢٧٠) ، بالإضافة إلى مقارنته بالتبخر الحقيقي المرصود على المستوى السنوي والفصلي والشهري تم توضيحها بالتفصيل فيما يلي ، ولوحظ من القياس الحقلّي الحقيقي للتبخر والتبخّر المحتمل وتقديره بمعادلة ثرونثويت أنه يزداد المحتمل عن الحقيقي (محمد السمني : ٢٠١٣ ، ص ٥١٠) .

١- المعدل السنوي للتبخر الحقيقي والمحتمل في منطقة الدراسة :

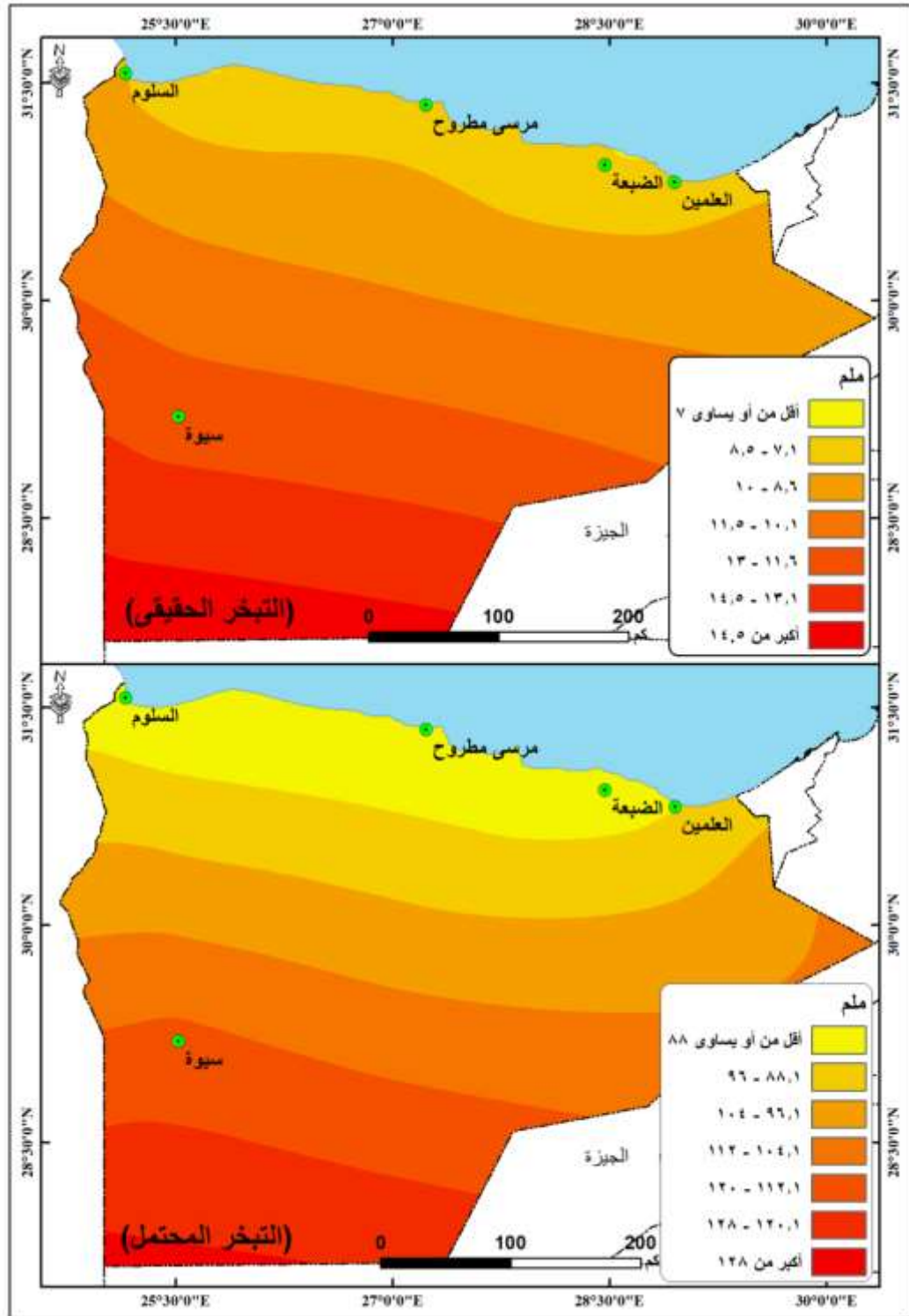
اتضح من تحليل جدول (٣) وشكل (٧) أن :

- زيادة المعدل العام للتبخر السنوي المحتمل وفقا لمعادلة ثرونثويت عن الحقيقي حيث سجل معدل التبخر المحتمل ٩٧,٢ ملم بمجموع بلغ ٣٨٨,٩ ملم ، بينما سجل معدل التبخر الحقيقي ٩,٣ ملم بمجموع ٣٧,٤ ملم .
- تباين معدل التبخر في منطقة الدراسة بين الشمال والجنوب حيث يزداد معدل التبخر بالاتجاه نحو الداخل سواء الحقيقي أو المحتمل وذلك تماشيا مع الارتفاع في درجة الحرارة بالاتجاه نحو الداخل .
- انخفاض معدل التبخر الحقيقي على الساحل ليتراوح بين (٨,٥ - ٥,٧ ملم) بفارق بلغ ٢,٧ ملم ، ويزداد بالاتجاه من الشرق إلى الغرب حيث بلغ أقصاه في السلوم ٨,٥ ملم ويليه مرسى مطروح ٨ ملم و ٧,١ ملم في الضبعة و ٦,٨ ملم في سيدي براني ، وأدناه في الإسكندرية ٥,٧ ملم وذلك توافقا مع انخفاض درجة الحرارة بالاتجاه نحو الشرق ، ولم يتباين كثيرا معدل التبخر المحتمل على الساحل الشمالي حيث تراوح بين (٨٣,٥ - ٨٠ ملم) بفارق ٣,٥ ملم ، ويعزى ذلك إلى انخفاض درجة حرارة الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة حيث تراوحت بين (١٩,٧ م° - ٢٠,٦ م°) .
- ارتفاع معدل التبخر الحقيقي بالاتجاه نحو الداخل ليتراوح بين (٧,٩ - ١٦,١ ملم) وبلغ أدناه في الفيوم ٧,٩ ملم ، وذلك لارتفاع معدل الرطوبة بها حيث بلغ ٤٥,٢ % ثم وادي النطرون ١٠,٤ ملم ، ثم المنيا ١٠,٦ ملم ، وبلغ أقصاه في الفرازة ١٦,١ ملم ، حيث ينخفض بها معدل الرطوبة ليسجل ٣١,١ % ، ويتوافق ذلك مع التبخر المحتمل في الداخل من منطقة الدراسة ليتراوح بين (١٠٤,٧١ - ١٣٢,١ ملم) فقد بلغ أدناه في الفيوم وأقصاه في الفرازة ويتفق ذلك مع معدل الرطوبة بالإضافة إلى ارتفاع درجة الحرارة بالاتجاه نحو الداخل حيث بلغ أقصاه في الفرازة ٢٣,٥ م° .

جدول (٣) المعدل السنوي للتبخر الحقيقي والمحتمل في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

التبخر المحتمل (ملم)		التبخر الحقيقي (ملم)		المحطة
المعدل	المجموع	المعدل	المجموع	
٨٣,٥	٣٣٤,١	٥,٧	٢٢,٦	الإسكندرية
٨١,٧	٣٢٧	٧,١	٢٨,٤	الضبعة
٨٠	٣٢٠,١	٨,٠	٣٢,١	مرسى مطروح
٧٩,٦	٣١٨,٥	٦,٨	٢٧,٣	سيدي براني
٨١,٦	٣٢٦,٥	٨,٥	٣٤	السلوم
١٠٩,١	٤٣٦,٤	١٠,٤	٤١,٧	وادي النطرون
١٠٤,٧	٤١٨,٩	٧,٩	٣١,٤	الفيوم
١٠٥,٤	٤٢١,٧	١٠,٦	٤٢,٣	المنيا
١١٤,٣	٤٥٧,١	١٢,٣	٤٩,٣	سيوه
١٣٢,١	٥٢٨,٤	١٦,١	٦٤,٤	الفرافرة
٩٧,٢	٣٨٨,٩	٩,٣	٣٧,٤	المعدل

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، قسم البيانات ، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٦٠ - 2016) ، وملحق (١) .



المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٣) ، باستخدام برنامج ARCGIS10,3 .
 شكل (٧) المعدل السنوي للتبخّر الحقيقي والمحتمل في منطقة الدراسة خلال
 الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

١- المعدل الفصلي والشهري للتبخر الحقيقي والمحتمل في منطقة الدراسة :

أ- فصل الشتاء (ديسمبر - يناير - فبراير) :

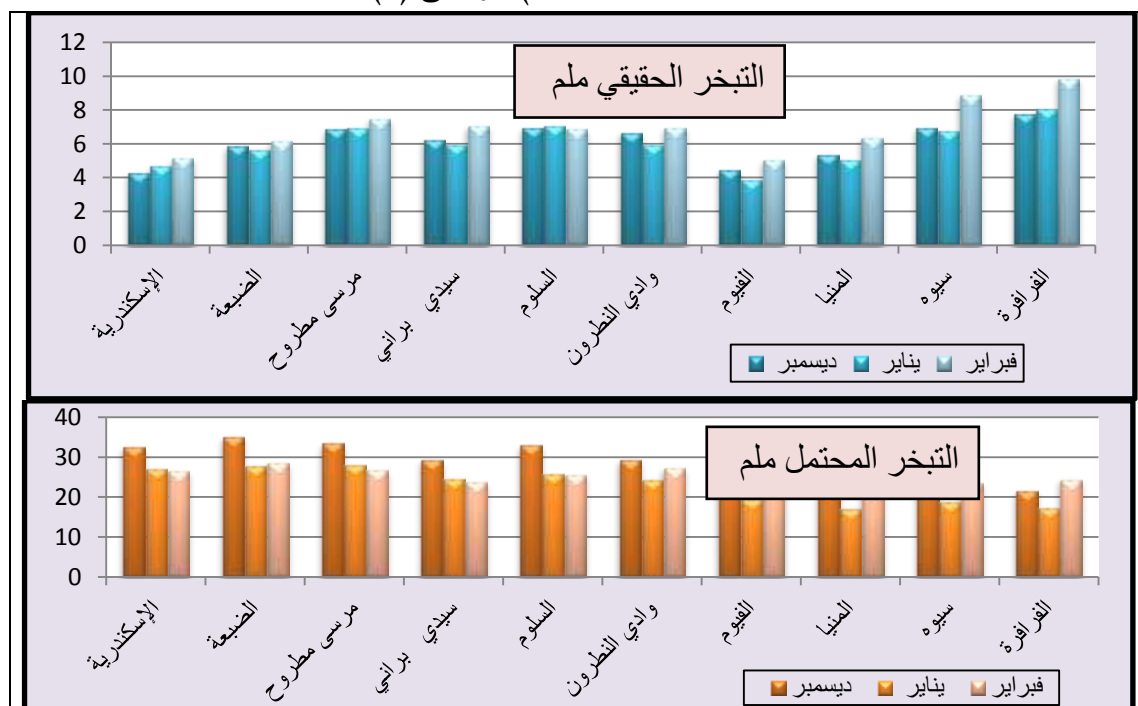
تبين من تحليل جدول (٤) وشكل (٨) و (٩) ما يلي :

- انخفاض معدلا التبخر الحقيقي والمحتمل خلال فصل الشتاء عن المعدل السنوي حيث بلغا (٦,٤-٢٥,٧ ملم) على الترتيب ، ويعزى ذلك إلى انخفاض درجة الحرارة حيث بلغت ١٤,٢ ملم بالإضافة إلى ارتفاع الرطوبة النسبية ٦١,٢ % ، وأيضا ازدياد سرعة الرياح نوعا ما خلال هذا الفصل حيث سجلت ١٣,٩ كم / ساعة .
- تقارب معدل التبخر الحقيقي والمحتمل على مستوى منطقة الدراسة بين الساحل الشمالي والداخل حيث تراوح الحقيقي بين (٤,٥ - ٨,٦ ملم) بفارق ٤,١ ملم ، حيث بلغ أقصاه في الجنوب في الفرازة بمعدل ٨,٦ ملم ثم مرسى مطروح ٧,١ ملم والسلوم ٧ ملم ، وسجل أدناه في كل من الفيوم والإسكندرية بمعدل (٤,٥ - ٤,٧ ملم) على الترتيب ، بينما سجل التبخر المحتمل أقصاه في الضبعة ٣٠,٦ ملم وأدناه في المنيا ٢٠,٥ بفارق بلغ ١٠,١ ملم ، ويعزى ذلك إلى ارتفاع كمية المطر خلال فصل الشتاء وانخفاض معدل درجة الحرارة وبالإضافة إلى ارتفاع الرطوبة النسبية
- سجل شهر يناير أدنى معدل للتبخر الحقيقي والمحتمل خلال هذا الفصل حيث سجل (٦ - ٢٣,١ ملم) على التوالي ، ويعود ذلك لأنه الأقل في درجة الحرارة على مستوى العام حيث سجل ١٣,٤ م ، ويزداد معدل للتبخر المحتمل على الساحل الشمالي حيث سجل أدناه في سيدي براني ٢٤,٦ ملم وأقصاه في مرسى مطروح ٢٨,٢ ملم ، وينخفض بالاتجاه نحو الداخل حيث سجل أدناه في المنيا ١٧,٢ ملم ، ويعزى ذلك إلى أنه من الثابت أن تحدث عملية التبخر في أى درجة حرارة مهما كانت منخفضة ما دام هناك سطح يمكن أن تتبخر منه المياه (عبدالعزيز طريح شرف : ١٩٦٦ ، ص ١٤٠) ، وتتوفر الأمطار على الساحل وتقل باتجاه الداخل مما يعرض المياه للتبخر ، ويتفق مع ذلك معدل التبخر الحقيقي حيث بلغ أقصاه في محطتي الضبعة وسيدي براني (٥,٧ - ٦ ملم) على الترتيب وسجل أدناه في كل من الفيوم والمنيا (٣,٩ - ٥,١ ملم) على التوالي .
- أتى شهر ديسمبر في المرتبة الثانية في معدل التبخر الحقيقي بمعدل بلغ ٦,٢ ملم بأقصى معدل في الفرازة ٧,٨ ملم وبلغ أدناه في الإسكندرية ٤,٣ ملم ، بينما أتى شهر فبراير في المرتبة الثانية من حيث التبخر المحتمل حيث بلغ ٢٥,٣ وسجل أقصاه ٢٨,٦ ملم في الضبعة وأدناه ٢٢,٣ ملم في المنيا ، ويعزى ذلك لانخفاض درجة الحرارة في شهري ديسمبر وفبراير .

جدول (٤) معدل التبخر الحقيقي والمحتمل خلال فصل الشتاء في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

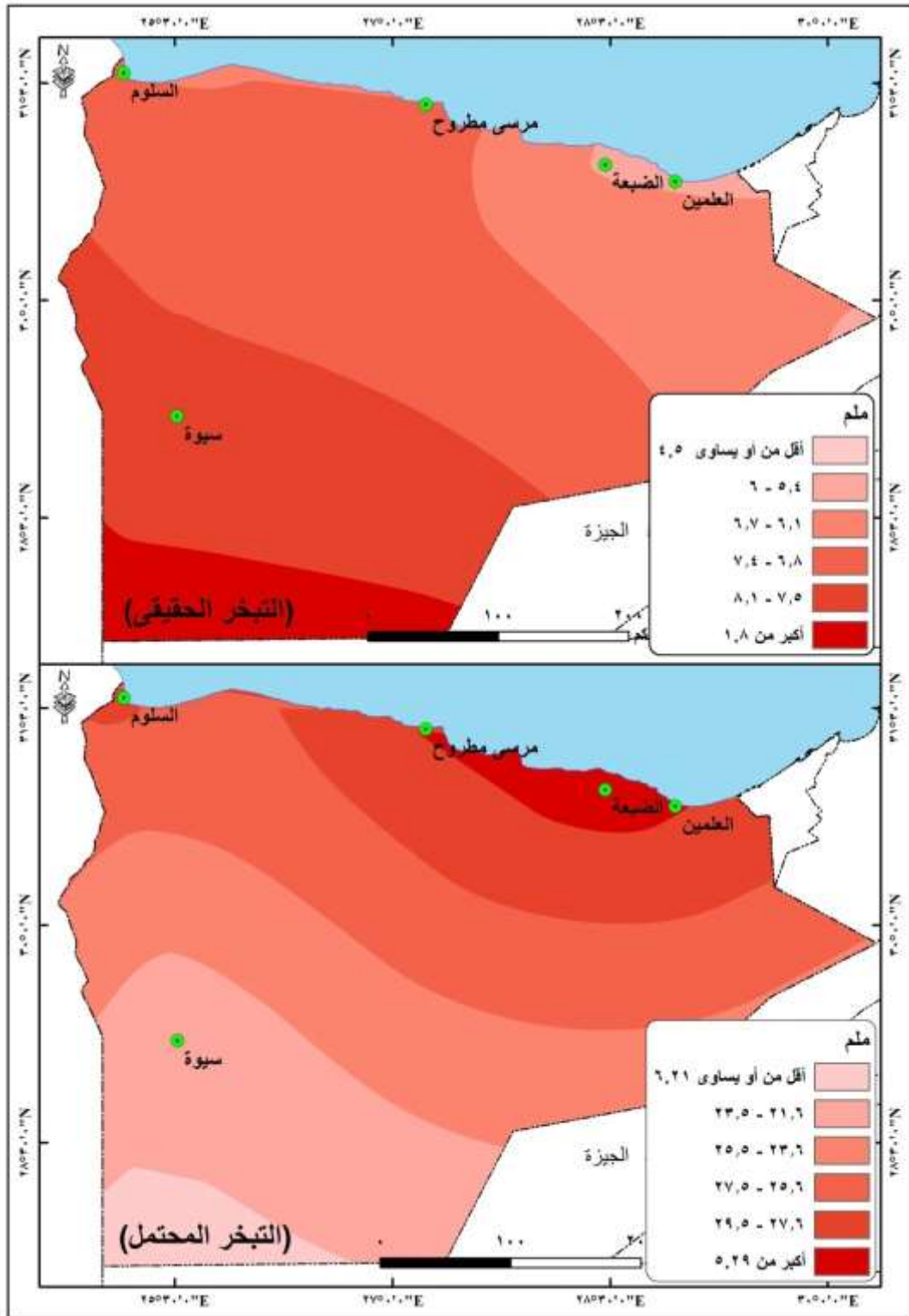
المحطة	الشهر	ديسمبر		يناير		فبراير	
		التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم	التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم	التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم
الإسكندرية		4,3	32,6	4,7	27,2	5,2	26,7
الضبعة		5,9	35,3	5,7	27,8	6,2	28,6
مرسى مطروح		6,9	33,6	7,0	28,2	7,5	26,9
سيدي براني		6,3	29,5	6,0	24,6	7,1	23,9
السلوم		7,0	33,1	7,1	25,9	6,9	25,7
وادي النطرون		6,7	29,4	6,0	24,5	7,0	27,3
الفيوم		4,5	25,1	3,9	19,7	5,1	23
المنيا		5,4	22	5,1	17,2	6,4	22,3
سيوه		7,0	23,1	6,8	18,9	8,9	23,7
الفرافرة		7,8	21,6	8,1	17,4	9,9	24,5
المعدل		6,2	28,5	6,0	23,1	7,0	25,3

المصدر : تم إعداده بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، قسم البيانات ، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦) ، وملحق (١) .



المصدر : تم إعداده بالاعتماد على جدول (٤)

شكل (٨) معدل التبخر الحقيقي والمحتمل خلال أشهر فصل الشتاء في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)



المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٤) ، باستخدام برنامج ARCGIS ١٠,٣ .
 شكل (٩) معدل التبخّر الحقيقي والمحتمل خلال فصل الشتاء في منطقة الدراسة
 خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

ب- فصل الربيع (مارس - أبريل - مايو) :

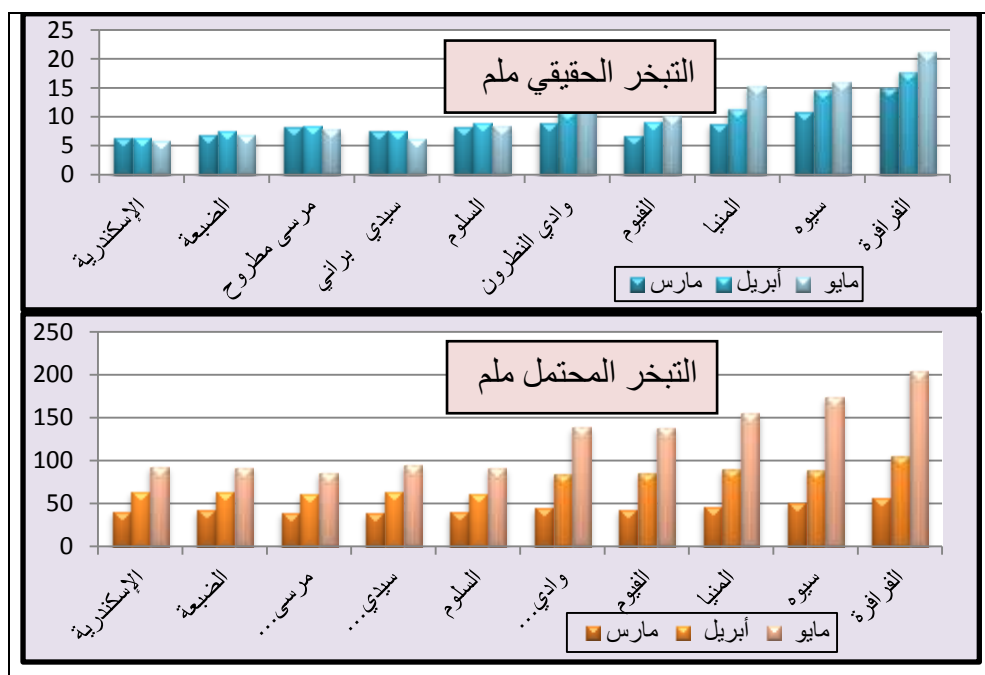
تبيين من تحليل جدول (٥) وشكل (١٠) و (١١) ما يلي :

- انخفاض معدل التبخر الحقيقي خلال فصل الربيع نسبيا حيث بلغ ١٠,٢ ملم بفارق زيادة عن فصل الشتاء ٣,٩ ملم ويعزى ذلك لأنه يأتي في المرتبة الأولى من حيث سرعة الرياح حيث بلغ معدلها ١٥,٧ كم / ساعة ، بينما سجل معدل التبخر المحتمل ٨٣,١ ملم بفارق زيادة عن فصل الشتاء ٥٧,٥ ملم ، ويتمشى ذلك مع زيادة درجة الحرارة خلال فصل الربيع .
- تدرج التبخر الحقيقي والمحتمل حيث يزداد قيمته بالاتجاه نحو الداخل حيث سجل أدناه لكلاهما على الساحل الشمالي ليتراوح معدل التبخر الحقيقي بين (٦,٣ - ٨,٦ ملم) حيث سجل أقصاه في السلوم ٨,٦ ملم ، ثم مرسى مطروح ٨,٣ ملم وأدناه في الإسكندرية ٦,٣ ملم ، ويزداد بالاتجاه نحو الداخل حيث بلغ أقصاه ١٨,٢ ملم في الفرازة وأدناه في الفيوم ٨,٧ ملم ، ويتفق مع ذلك معدل التبخر المحتمل حيث تراوح على الساحل الشمالي بين (٦٢,٣ ملم في مرسى مطروح - ٦٦,٥ ملم في سيدي براني ملم) ، ويزداد بالاتجاه نحو الداخل ليبلغ أقصاه في الفرازة ١٢٢,٩ ملم وسيوه ١٠٥,٢ ملم ، ويعزى ذلك إلى بداية ارتفاع درجة الحرارة .
- انخفاض معدل التبخر الحقيقي والمحتمل خلال شهر مارس بمعدل بلغا (٨,٩ - ٤٤,٨ ملم) على الترتيب ، وسجل أقصاه في شهر مايو حيث بلغ (١١,٣ - ١٢٧,٣ ملم) على التوالي، ويعزى ذلك حيث زيادة درجة الحرارة في شهر مايو عن مارس ٦,٩ م° ، وسجل أدنى معدل للتبخر الحقيقي في شهر مارس في الإسكندرية ٦,٤ ملم ، وسجل أقصاه في الفرازة ١٥,٢ ملم ، بينما سجل أدنى معدل للتبخر المحتمل في سيدي براني ٣٩,١ ملم وأقصاه في الفرازة ٥٦,٩ ملم ، وسجل أدنى معدل للتبخر الحقيقي في شهر مايو في الإسكندرية ٦ ملم ، يليه سيدي براني ٦,٣ ملم وبلغ أقصاه على الساحل الشمالي في السلوم ٨,٥ ملم ، وبلغ معدل التبخر المحتمل أقصاه بالاتجاه نحو الداخل في كل من الفرازة وسيوه (٢٠٥,٢ - ١٧٤,٨ ملم) على التوالي ، ويعود ذلك لارتفاع درجة الحرارة حيث بلغ أقصاه ٢٨ م° التي بدورها تعمل على زيادة التبخر .

جدول (٥) معدل التبخر الحقيقي والمحتمل خلال فصل الربيع في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

المحطة	الشهر	مارس		أبريل		مايو		فصل الربيع	
		التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم	التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم	التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم	التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم
الإسكندرية		6,4	40,9	6,5	63,7	6,0	92,8	6,3	65,8
الضبعة		7,0	43,2	7,7	63,4	7,0	92,7	7,2	66,4
مرسى مطروح		8,4	39,7	8,5	61,2	8,0	85,9	8,3	62,3
سيدي براني		7,7	39,1	7,7	64,7	6,3	95,6	7,2	66,5
السلوم		8,4	40,6	9,0	61,8	8,5	91,8	8,6	64,7
وادي النطرون		9,0	45,6	11,1	85,1	13,9	139,3	11,3	90
الفيوم		6,8	43,5	9,2	86,1	10,2	139	8,7	89,5
المنيا		8,9	47,1	11,5	90,5	15,4	156,1	11,9	97,9
سيوه		11,0	51,1	14,8	89,8	16,1	174,8	14,0	105,2
الفرافرة		15,2	56,9	17,9	106,5	21,4	205,2	18,2	122,9
المعدل		8,9	44,8	10,4	77,3	11,3	127,3	10,2	83,1

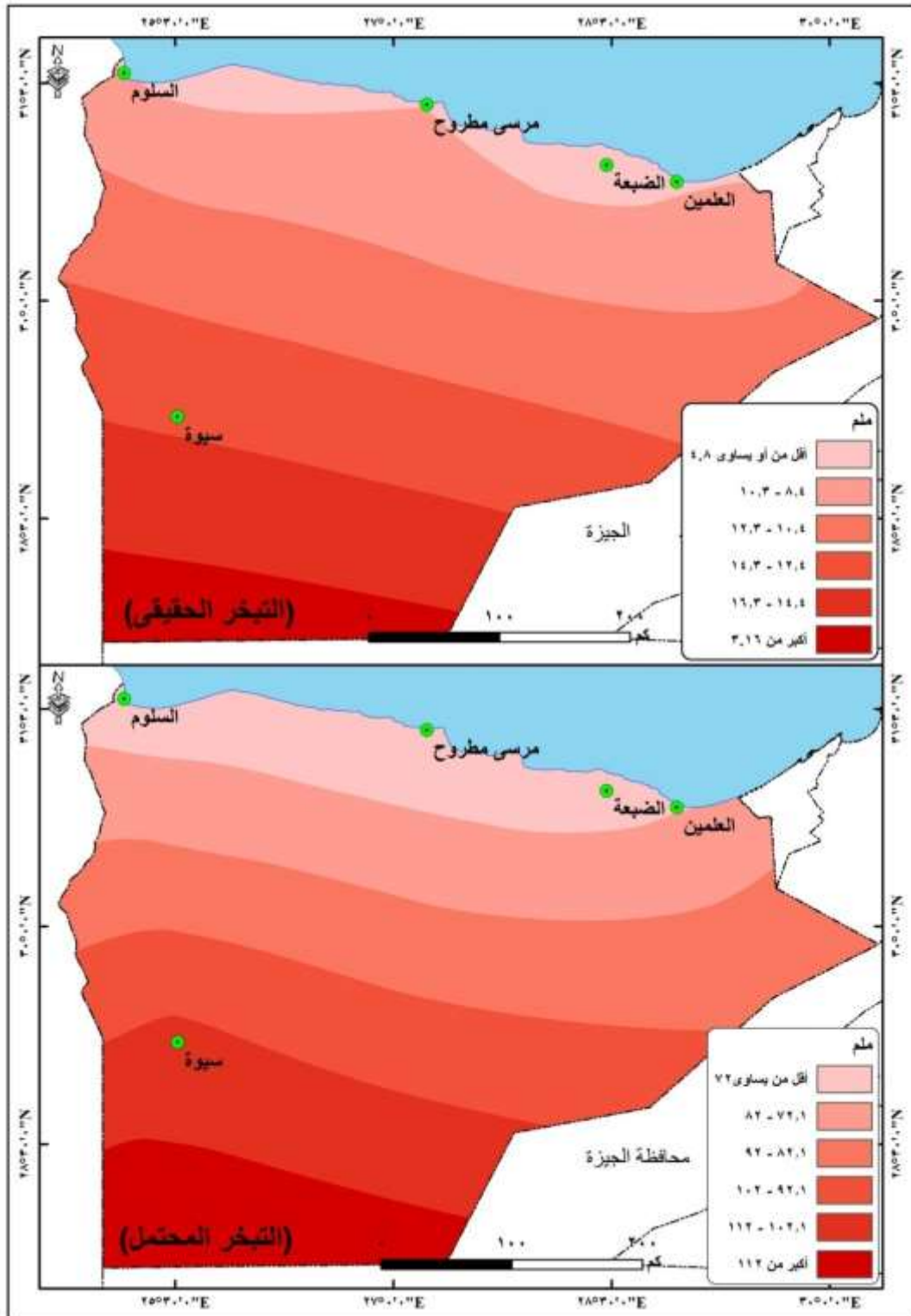
المصدر : تم إعداده بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، قسم البيانات ، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦) ، وملحق (١) .



المصدر : تم إعداده بالاعتماد على جدول (٥)

شكل (١٠) معدل التبخر الحقيقي والمحتمل خلال أشهر فصل الربيع في منطقة الدراسة

خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)



المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٥) ، باستخدام برنامج ARCGIS ١٠,٣ .
 شكل (١١) معدل التبخّر الحقيقي والمحتمل خلال فصل الربيع في منطقة الدراسة
 خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

ت- فصل الصيف (يونيه - يوليه - أغسطس) :

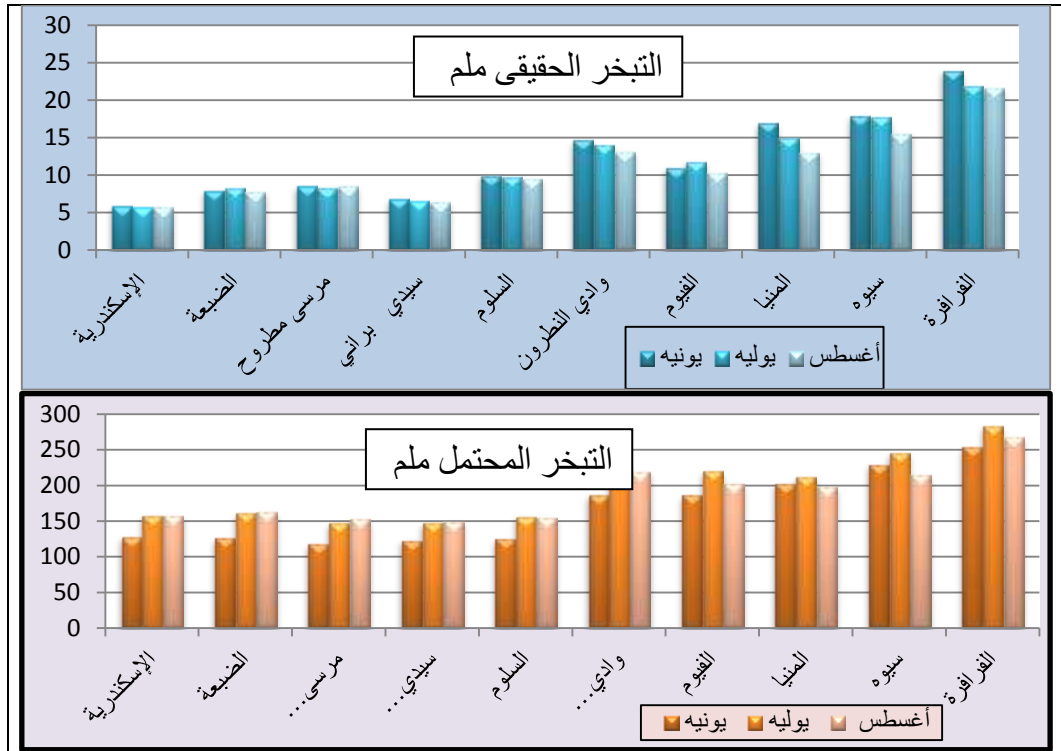
تبيين من تحليل جدول (٦) وشكل (١٢) و (١٣) الآتي :

- ارتفاع معدلا التبخر الحقيقي والمحتمل خلال هذا الفصل حيث بلغا (١١,٩ - ١٨٤,٧ ملم) على الترتيب ، بفارق زيادة عن المعدل السنوي (٢,٦ - ٨٧,٥ ملم) لكليهما ، ومرد ذلك إلى تسجيل درجة الحرارة أعلى معدلاتهما خلال هذا الفصل مما يزيد من قدرة الهواء على حمل بخار الماء مما يزيد من معدلات التبخر أثناء النهار.
- زيادة معدلا التبخر الحقيقي والمحتمل نحو الداخل حيث سجل أدنى معدل لهما على الساحل الشمالي في منطقة الدراسة ، حيث بلغ معدل التبخر الحقيقي على الساحل الشمالي أدناه في الإسكندرية ٥,٩ ملم وأقصاه في السلوم ٩,٨ ملم ، ويزداد بالاتجاه للداخل ليسجل أقصاه في الفرازة ٢٢,٦ ملم ، وكذلك التبخر المحتمل بلغ أدناه في الساحل الشمالي بمعدل ١٤٠ ملم في محطة مرسى مطروح وأقصاه في الداخل بمحطة الفرازة بمعدل ٢٦٨,٨ ملم ، ويعزى ذلك لارتفاع درجة الحرارة خلال فصل الصيف حيث بلغت ٢٧,٩ °م كنتيجة لتعامد الشمس على مدار السرطان .
- تقارب معدل التبخر الحقيقي خلال شهري يونيه ويوليه حيث بلغا (١٢,٤ - ١٢ ملم) على التوالي ، بأقصى ارتفاع لهما في الفرازة بمعدل (٢٤ - ٢٢ ملم) ، وبلغ أدنى معدل لهما في الإسكندرية بمعدل (٦ - ٥,٨ ملم) على الترتيب ، وسجل أقصى معدل للتبخر المحتمل في شهر يوليه لأنه ذروة فصل الصيف سواء على المستوى الفصلي أو السنوي بمعدل ١٩٧,٢ ملم ، بينما سجل شهر يونيه أدنى معدل للتبخر المحتمل فبلغ ١٦٨,٥ ملم بأدنى معدل في مرسى مطروح وأقصاه في الفرازة بمعدل ٢٥٤,١ ملم ، وسجل شهر أغسطس انخفاض في التبخر الحقيقي والمحتمل على مستوى فصل الصيف حيث بلغ معدل التبخر الحقيقي ١١,٢ ملم ، وبلغ معدل التبخر المحتمل ١٨٨,٤ ملم .

جدول (٦) معدل التبخر الحقيقي والمحتمل خلال فصل الصيف في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

المحطة	الشهر	يونيه		يوليه		أغسطس		فصل الصيف	
		التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم	التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم	التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم	التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم
الإسكندرية		6,0	128,5	5,8	158,3	5,8	158,1	5,9	148,3
الضبعة		8,0	126,7	8,3	162,3	7,9	163	8,1	150,7
مرسى مطروح		8,6	118,5	8,4	148	8,6	153,4	8,5	140
سيدي براني		6,9	123,5	6,7	148,2	6,5	149,8	6,7	140,5
السلوم		10,0	125,2	9,9	157	9,6	155,9	9,8	146
وادي النطرون		14,8	187,7	14,1	232,6	13,2	219,1	14,0	213,1
الفيوم		11,0	187	11,9	221,1	10,4	203,2	11,1	203,8
المنيا		17,0	203,7	15,1	213,5	13,1	198,1	15,1	205,1
سيوه		18,0	229,7	17,8	246,6	15,6	215,2	17,1	230,5
الفرافرة		24,0	254,1	22,0	284,1	21,7	268,3	22,6	268,8
المعدل الشهري		12,4	168,5	12,0	197,2	11,2	188,4	11,9	184,7

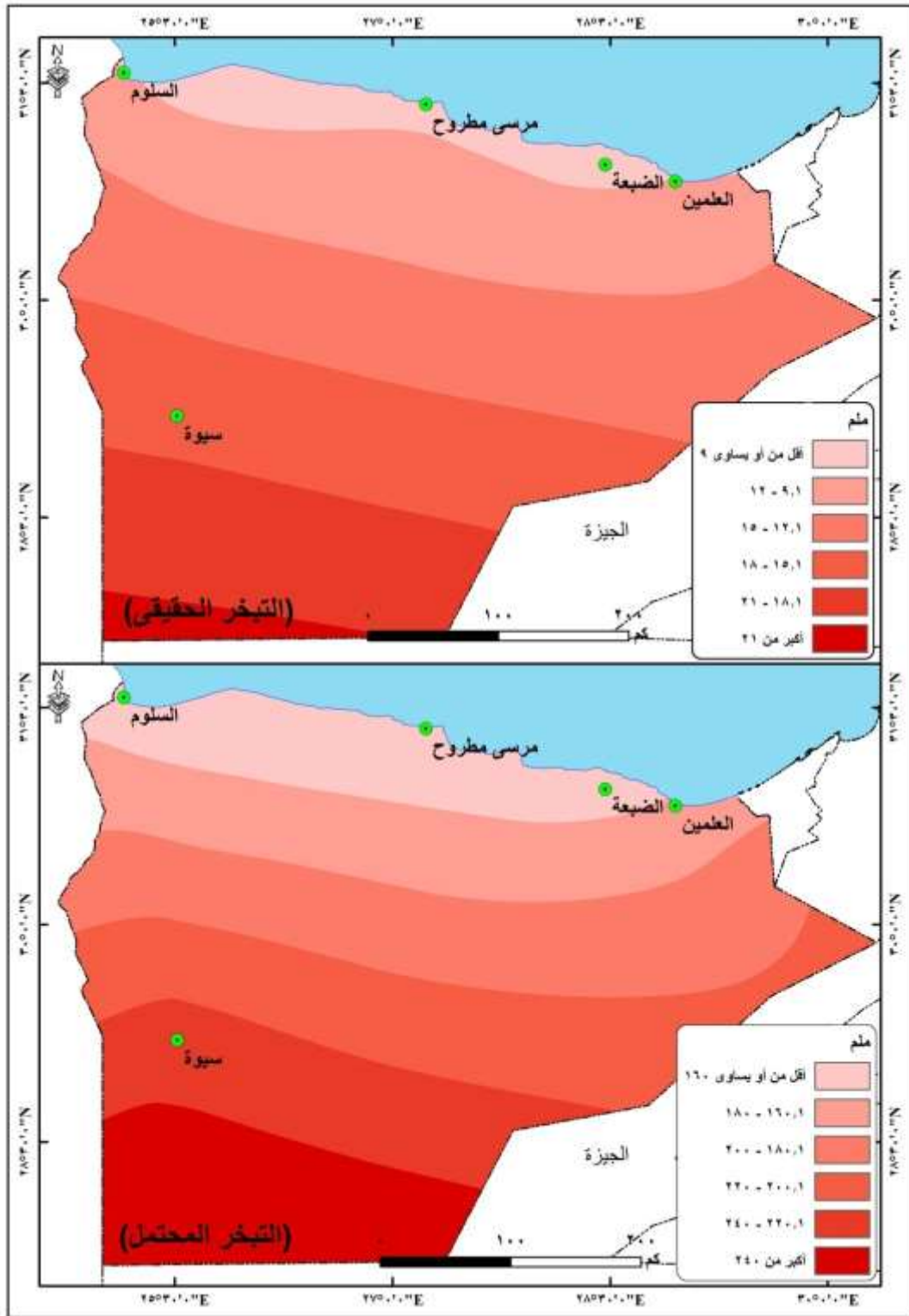
المصدر : تم إعداده بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، قسم البيانات ، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦) ، وملحق (١) .



المصدر : تم إعداده بالاعتماد على جدول (٦)

شكل (١٢) معدل التبخر الحقيقي والمحتمل خلال أشهر فصل الصيف في منطقة الدراسة

خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)



المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦) ، باستخدام برنامج ARCGIS ، ١٠,٣ .
 شكل (١٣) معدل التبخر الحقيقي والمحمّل خلال فصل الصيف في منطقة الدراسة
 خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

ث- فصل الخريف (سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر) :

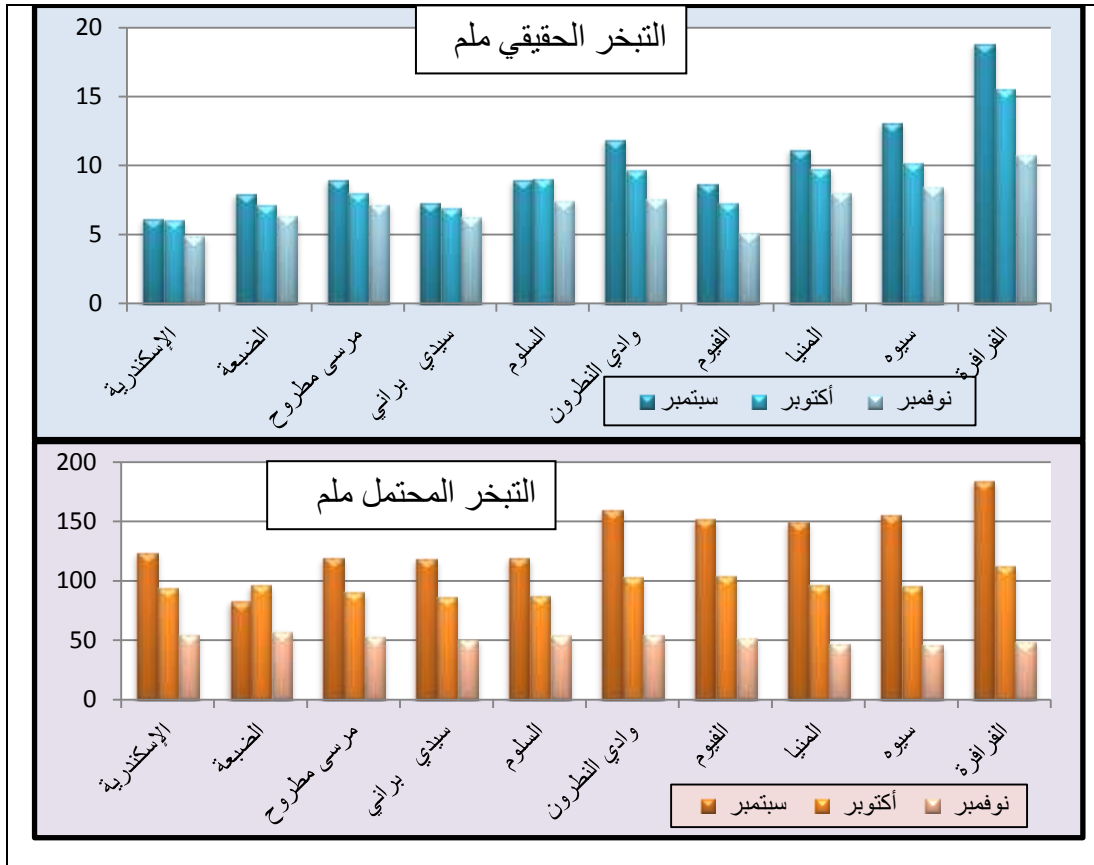
تبين من تحليل جدول (٧) وشكل (١٤) و (١٥) أن :

- انخفاض معدلا التبخر الحقيقي والمحتمل خلال فصل الخريف مقارنة بفصل الصيف حيث بلغا (٨,٩ - ٩٥,٤ ملم) على التوالي ، بفارق انخفاض عن فصل الصيف بلغ (٣ - ٨٨,٣ ملم) ، ويعزى ذلك لانخفاض درجة الحرارة كنتيجة لترجح الشمس باتجاه الجنوب نحو خط الاستواء حيث بلغت ٢٣ ° م ، بفارق انخفاض عن فصل الصيف ٤,٩ ° م .
- تباين معدل التبخر والحقيقي والمحتمل في منطقة الدراسة حيث يزداد بالاتجاه نحو الداخل ، حيث بلغ أقصى انخفاض التبخر المحتمل على الساحل الشمالي في الإسكندرية ٥,٧ ملم ويلبيها سيدي براني ٦,٩ ملم ، وبلغ أقصاه على الساحل الشمالي ٨,٥ ملم في محطة السلوم، وبينما سجل أقصى زيادة له في الداخل (١٠,٦ - ١٥,١ ملم) في كل من سيوه والفرافرة على الترتيب ، ويتفق مع ذلك معدل التبخر الحقيقي حيث سجل أدناه على الساحل الشمالي حيث بلغ ٧٩,٣ ملم في الضبعة ، ثم ٨٥,٦ ملم في سيدي براني وسجل أقصى زيادة له في الإسكندرية (٩١,٢ - ٨٨,٣ ملم) على التوالي ، وبلغت أقصى زيادة له في الداخل حيث بلغ ١١٥,٥ ملم في الفرافرة ويعزى ذلك لانخفاض درجة الحرارة بالإضافة إلى ارتفاع معدل الرطوبة النسبة خلال هذا الفصل .
- انخفاض معدل التبخر الحقيقي والمحتمل خلال شهر نوفمبر حيث سجل أقل معدل خلال فصل الخريف وبلغ (٧,٣ - ٥٢,١ ملم) على التوالي ، حيث بلغ أدنى معدل للتبخر الحقيقي والمحتمل في محطة سيدي براني فسجلا (٦,٣ - ٥٠,٤ ملم) على الترتيب ، وسجل أقصى معدل للتبخر الحقيقي في الداخل في الفرافرة ١٠,٣ ملم وفي التبخر المحتمل في وادي النطرون ٥٤,٨ ملم ، ويعزى ذلك لأن شهر نوفمبر هو الأقل في معدل درجة الحرارة على مستوى أشهر فصل الخريف حيث بلغت ١٩ ° م ، بالإضافة إلى كونه الأعلى في معدل الرطوبة النسبية التي بلغت ٤٨,٣ % .
- أتى شهر أكتوبر في المرتبة الثانية بعد شهر نوفمبر في معدل التبخر الحقيقي والمحتمل حيث سجلا (٩ - ٩٧,٢ ملم) على التوالي وسجل أدنى معدل لهما في سيدي براني (٧ - ٨٧,٢ ملم) على التوالي ، وبلغ أقصى زيادة لهما في الفرافرة بمعدل (١٥,٦ - ١١٣ ملم) على الترتيب ، ويأتي شهر سبتمبر بأعلى قيمة في معدل التبخر الحقيقي والمحتمل في فصل الخريف حيث سجلا (١٠,٣ - ١٣٦,٩ ملم) على الترتيب ومرد ذلك إلى تأثيره بخصائص فصل الصيف من حيث الارتفاع في درجة الحرارة ، بالإضافة إلى زيادة سرعة الرياح لتسجل ١٣,٦ كم / ساعة .

جدول (٧) معدل التبخر الحقيقي والمحتمل خلال فصل الخريف في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

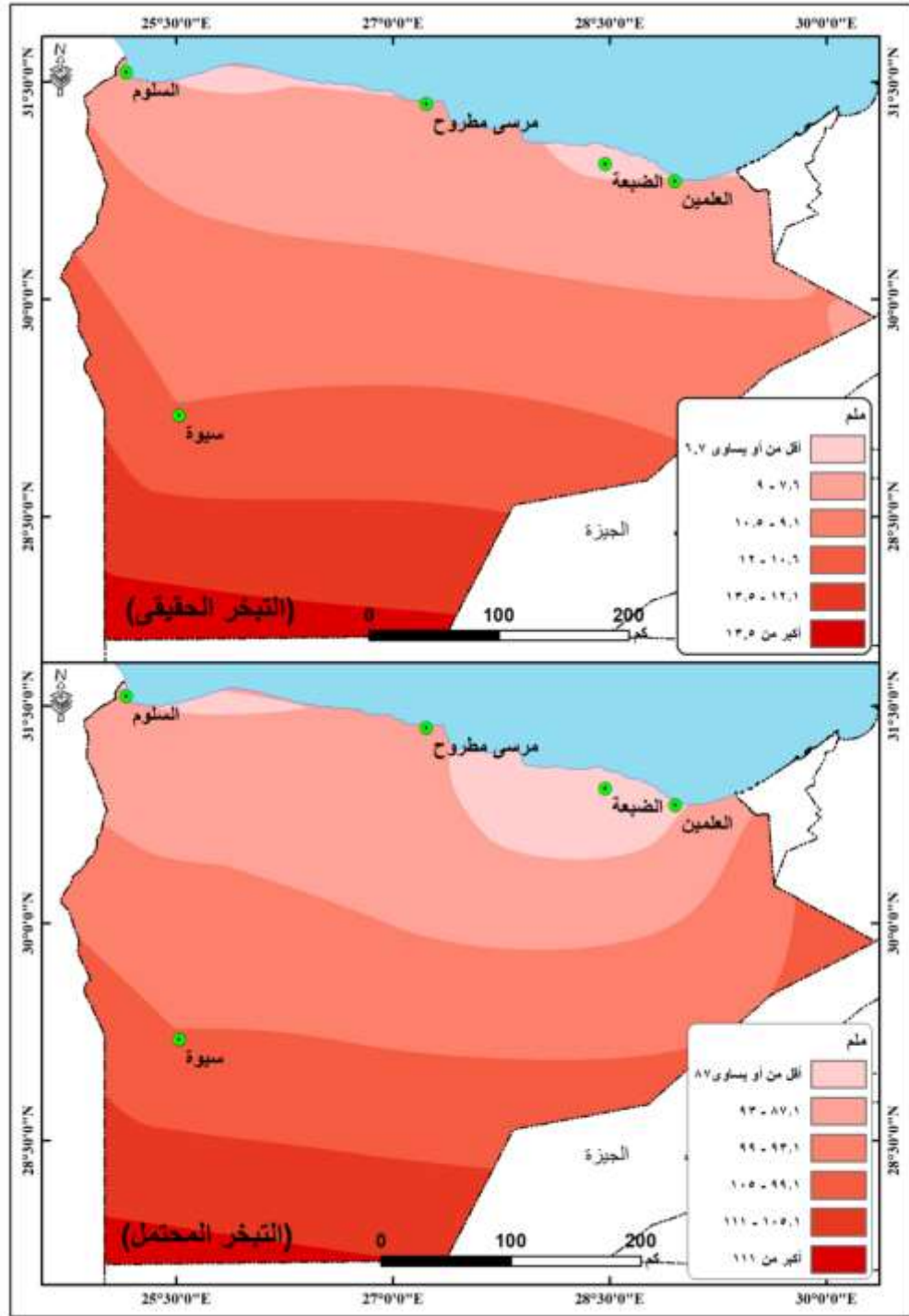
الشهر	سبتمبر		أكتوبر		نوفمبر		فصل الخريف	
	التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم	التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم	التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم	التبخر الحقيقي ملم	التبخر المحتمل ملم
الإسكندرية	6,2	124	6,1	94,4	4,9	55,2	5,7	91,2
الضبعة	8,0	83,3	7,2	96,8	6,4	57,8	7,2	79,3
مرسى مطروح	9,0	120	8,1	91,2	7,2	53,6	8,1	88,3
سيدي براني	7,3	119,1	7,0	87,2	6,3	50,4	6,9	85,6
السلوم	9,0	119,8	9,1	88	7,5	54,8	8,5	87,5
وادي النظرون	11,9	160,3	9,7	103,5	7,6	54,8	9,7	106,2
الفيوم	8,7	152,5	7,3	104,5	5,2	52,1	7,1	103
المنيا	11,2	150,1	9,8	97,3	8,1	47,1	9,7	98,2
سيوه	13,1	155,7	10,2	96,3	8,5	46,3	10,6	99,4
الفرافرة	18,9	184,5	15,6	113	10,8	49	15,1	115,5
المعدل	10,3	136,9	9,0	97,2	7,3	52,1	8,9	95,4

المصدر : تم إعداده بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، قسم البيانات ، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٦٠ - 2016) ، وملحق (١) .



المصدر : تم إعداده بالاعتماد على جدول (٧)

شكل (١٤) معدل التبخر الحقيقي والمحتمل خلال أشهر فصل الخريف في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠-٢٠١٦)



المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٧) ، باستخدام برنامج ARCGIS ، ٢٠١٠ .
 شكل (١٥) معدل التبخر الحقيقي والمحتمل خلال فصل الخريف في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

ثالثا : العجز والفائض المائي (Water deficit and surplus) في منطقة الدراسة :
 يعد تحديد نطاقات العجز والفائض المائي في منطقة الدراسة من الأمور ذات الأهمية في التخطيط والإدارة للاستفادة من مياه الأمطار حتى يتسنى استغلالها الاستغلال الأمثل خاصة في

المناطق الشبه الجافة والجافة ذات الموارد المائية المحدودة ، (صالح الموسوي : ٢٠١٦ ، ص ١٨٨) ،
وقدر ثورثوثيت أن الزيادة من المياه بمقدار ٦ ملم في أحد الفصول يمكنها أن تعوض عجز مقداره ١٠٠
ملم في فصل آخر (صلاح معروف : ٢٠١٢ ، ص ٧٦) ، وتوصف الموازنة المائية بأنها الطرائق
التي تتعامل مع مساحات كبيرة حسب المقياس المكاني ، كما يمكن إجراؤها لفترات زمنية طويلة حسب
المقياس الزمني ، وتشكل أحد المعايير المهمة في تحديد الاحتياجات المائية خاصة في المناطق التي
تعاني من انخفاض كمية الأمطار الساقطة وتذبذبها (حسين موسى : ٢٠٠٨ ، ص ٢٣٤) وذلك
يتماشى مع منطقة الدراسة .

وتعتبر الأمطار هي عنصر المدخلات الوحيد في الموازنة المائية وحساب العجز المائي في البيئة
القارية وما يقابلها من مخرجات متمثلة في التبخر المحتمل ، حيث يعكس التبخر المحتمل عملية فقدان
المياه من السطوح المائية أو التربة (عمر إبراهيم : ٢٠١٢ ، ص ٨٢) .

ووفقا لمعادلة (Elizabeth) في ملحق (٢) فإن العجز والفائض المائي عبارة عن الفرق بين
معدل المطر (التساقط) ومعدل التبخر المحتمل ، ويذكر أنه إذا كانت النتيجة بالسالب إذا هناك عجز
مائي (Water Deficit) ، أما إذا كانت بالموجب إذا هناك فائض مائي (Surplus Water) (محمد السمني : ٢٠١٣ ، ص ٥٢٤) ومن خلال دراسة المعدل السنوي والفصلي والشهري تم توضيح
مناطق العجز والفائض المائي كما يلي ذكرها بالتفصيل .

١- المعدل السنوي للعجز والفائض المائي في منطقة الدراسة :

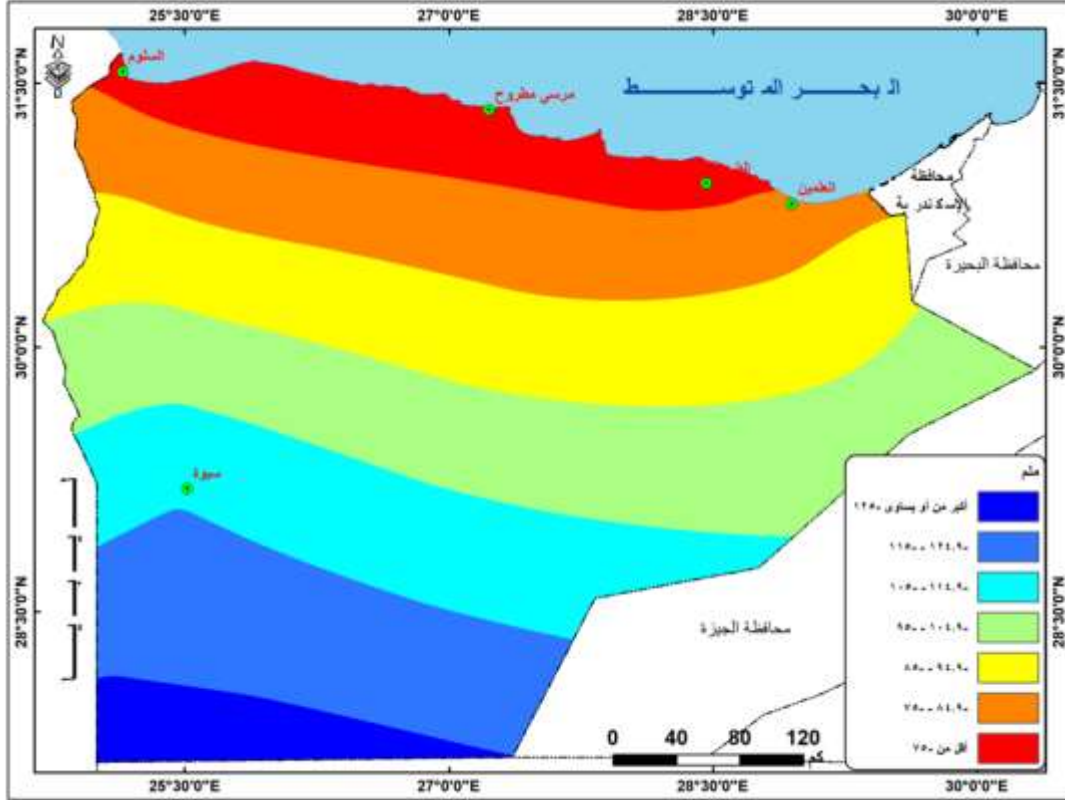
اتضح من تحليل جدول (٨) وشكل (١٦) ما يلي :

- تعاني منطقة الدراسة بشكل عام من عجز مائي حيث بلغ -٩٠,٣ ملم ، ويتباين معدل العجز
والفائض المائي على مستوى منطقة الدراسة ، لذلك تم تقسيمها إلى ثلاث نطاقات كالاتي :
- جدول (٨) المعدل الشهري والفصلي والسنوي للفائض والعجز المائي (ملم) بمحطات منطقة الدراسة
خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

المحطة	الإسكندرية	الضبعة	مطروح	مرسى	بنها	سيدي	السلام	القطية	وادي	القوم	المنيا	سيوه	الغزارة	المطل
ديسمبر	٠,٦	-٢,٩	-١,٩	٩,٨	-١١,٦	-١٩,٥	-٢١,٥	-٢١,٤	-٢١,٩	-٢١,٣	-١١,٢	-٢١,٣	-١١,٢	
يناير	٢٠,٠	-٤,١	٩,٨	٢١,٧	٣,٤	-٤,٨	-١٨,٨	-١٥,٦	-١٨,٢	-١٦,٤	-٢,٣	-١٦,٤	-٢,٣	
فبراير	٠,١	-١٥,٨	-٥,٨	-٦,٣	-١٢,٠	-١٥,٩	-٢١,٥	-٢١,٧	-٢٢,٨	-٢٤,٥	-١٤,٦	-٢٤,٥	-١٤,٦	
الشتاء	٦,٩	٧,٦-	٠,٧	٨,٤	٦,٧-	١٣,٤-	٢٠,٦-	١٩,٦-	٢٠,٩-	٢٠,٧-	٩,٤-	٢٠,٧-	٩,٤-	
مارس	٠,٤	-٣٥,٦	-٢٦,١	-٣٢,٢	-٣٢,٣	-٤٣,٤	-٤٢,٤	-٤٦,٥	-٥٠,٤	-٥٦,٩	-٣٦,٥	-٥٦,٩	-٣٦,٥	

-٧٥,٦	-	-٨٩,٤	-٩٠,٢	-٨٥,٣	-٨٤,٧	-٥٨,٠	-٦١,٨	-٥٧,٨	-٦١,٦	٦١,٣-	أبريل
	١٠٦,١										
-	-	-	-١٥٥,٧	-	-	-٨٧,٩	-٩٤,٩	-٧٩,٠	-٩٠,٠	٩١,٣-	مايو
١٢٥,٥	٢٠٥,٢	١٧٤,٨		١٣٨,١	١٣٨,٥						
٧٩,٢-	-	-	٩٧,٥-	٨٨,٦-	٨٨,٩-	٥٩,٤-	٦٣,٠-	٥٤,٣-	٦٢,٤-	٥٠,٧-	الربيع
	١٢٢,٧	١٠٤,٨									
-	-	-	-٢٠٣,٦	-	-	-	-	-	-	-	يونيه
١٦٨,٤	٢٥٤,١	٢٢٩,٧		١٨٦,٩	١٨٧,٧	١٢٥,٠	١٢٣,٤	١١٨,٣	١٢٦,٧	١٢٨,٣	
-	-	-	-٢١٣,٤	-	-	-	-	-	-	-	يوليه
١٩٧,٠	٢٨٤,١	٢٤٦,٦		٢٢١,١	٢٣٢,٥	١٥٦,٩	١٤٧,٨	١٤٧,٩	١٦٢,٢	١٥٧,٤	
-	-	-	-١٩٨,٠	-	-	-	-	-	-	-	أغسطس
١٨٨,٢	٢٦٨,٣	٢١٥,٢		٢٠٣,٢	٢١٩,١	١٥٥,٩	١٤٩,٢	١٥٣,٤	١٦٣,٠	١٥٧,٠	
-	-	-	٢٠٥,٠-	-	-	-	-	-	-	-	الصفيف
١٨٤,٥	٢٦٨,٨	٢٣٠,٥		٢٠٣,٧	٢١٣,١	١٤٥,٩	١٤٠,١	١٣٩,٩	١٥٠,٦	١٤٧,٦	
-	-	-	-١٥٠,١	-	-	-	-	-	-٨٢,٣	-	سبتمبر
١٣٦,٠	١٨٤,٥	١٥٥,٧		١٥٢,٤	١٦٠,٣	١١٦,٢	١١٨,١	١١٨,٣		١٢٢,٤	
-٨٨,٥	-	-٩٥,٥	-٩٧,١	-	-	-٧٤,١	-٦٥,٦	-٧٣,١	-٨٠,٦	-٨٢,٨	أكتوبر
	١١٢,١			١٠٣,٨	١٠٠,٧						
-٤٠,٣	-٤٧,٩	-٤٦,١	-٤٥,٤	-٥١,١	-٤٩,٧	-٣٧,٤	-٢٧,٢	-٣٥,١	-٣٢,٧	٣٠,٢-	نوفمبر
-٨٨,٣	-	-٩٩,١	-٩٧,٥	-	-	-٧٥,٩	-٧٠,٣	-٧٥,٥	-٦٥,٢	-٧٨,٥	الخريف
	١١٤,٨			١٠٢,٤	١٠٣,٥						
٩٠,٣-	-	-	١٠٤,٩-	-	-	٧٢,٠-	٦٦,٣-	٦٧,٣-	٧١,٥-	٦٧,٥-	السنوي
	١٣١,٨	١١٣,٨		١٠٣,٨	١٠٤,٧						

المصدر : تم إعداده بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، قسم البيانات ، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦) ، وملحق (٢) .



المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٨) ، باستخدام برنامج ARCGIS ١٠,٣ .
 شكل (١٦) المعدل السنوي للعجز والفائض المائي في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

• نطاق منخفض العجز المائي :

ويتراوح هذا النطاق بين (-٥٠ إلى أقل من -٨٠ ملم) وتوجد هذه الفئة على الساحل الشمالي من منطقة الدراسة ويعزى ذلك إلى توفر سقوط الأمطار وانخفاض معدل التبخر المحتمل ، وسجل أدنى معدل للعجز المائي في سيدي براني بعجز بلغ -٦٦,٣ ملم ثم مرسى مطروح بمعدل -٦٧,٣ ملم ثم الإسكندرية -٦٧,٥ ملم ويمتد هذا النطاق حتى دائرة عرض ٣٠° ٥٩ شمالا في منطقة الدراسة .

• نطاق متوسط العجز المائي :

ويتراوح بين (٨٠- إلى أقل من -١١٠ ملم) ويمثل الجزء الأوسط من منطقة الدراسة حيث سجل أدنى عجز مائي في الفيوم - ١٠٣,٨ ملم ووادي النطرون - ١٠٤,٧ ملم والمنيا - ١٠٤,٩ ملم ، ويعزى ذلك لانخفاض كمية المطر بالاتجاه نحو الداخل بالإضافة إلى ارتفاع درجة الحرارة وارتفاع معدل التبخر ويمتد هذا النطاق بين دائرتي عرض (٥٩° ٣٠' - ٢٩° شمالاً) .

• نطاق مرتفع العجز المائي :

ويتراوح من -١١٠ فأكثر ويوجد في أقصى جنوب منطقة الدراسة في كل من سيوه والفرافرة حيث سجلا (-١١٣,٨ ، -١٣١,٨ ملم) على التوالي ، ويعزى ذلك إلى شبه انعدام الأمطار بالأجزاء الداخلية بالإضافة إلى ارتفاع درجة الحرارة مما يؤدي إلى زيادة التبخر .

٢- المعدل الفصلي والشهري للعجز والفائض المائي :

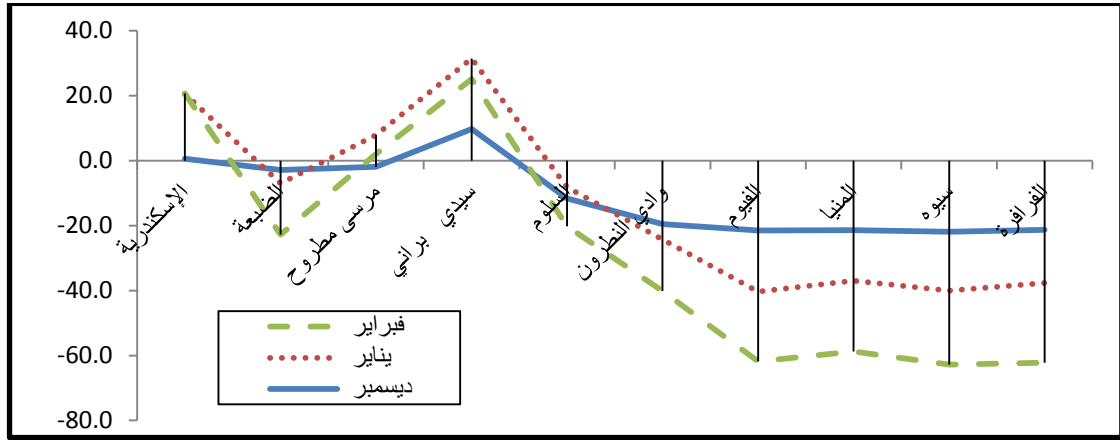
أ- فصل الشتاء (ديسمبر - يناير - فبراير) :

تبين من تحليل جدول (٨) وشكل (١٧) وشكل (١٨) ما يلي :

- انخفاض معدل العجز المائي في منطقة الدراسة خلال فصل الشتاء عن المعدل السنوي حيث سجل -٩,٤ ملم بفارق زيادة -٨٠,٩ ملم ، ويعد فصل الشتاء هو الفصل الوحيد الذي يسجل فائض مائي دون باق فصول العام وذلك وفقا لزيادة كمية المطر خلال هذا الفصل .
- تميز الساحل الشمالي من منطقة الدراسة بوجود فائض مائي في كل من الإسكندرية ومرسى مطروح وسيدي براني بفائض بلغ (٦,٩ - ٠,٧ - ٨,٤ ملم) على الترتيب ، ويعزى ذلك لأنهم أكثر المحطات استقبالا للأمطار، ولكن يتحول الساحل الشمالي من نطاق فائض مائي إلى نطاق عجز في محطتي الضبعة والسلوم بمعدل بلغ (- ٧,٦ ، - ٦,٧ ملم) على التوالي ، ومرد ذلك إلى موقعهما الطبوغرافي الذي بدوره قلل من كمية الأمطار المستقبلية .
- زيادة العجز المائي بالاتجاه نحو الداخل حيث بلغ أقصاه في سيوه -٢٠,٩ ملم ثم الفرافرة -٢٠,٧ ملم والفيوم -١٩,٦ ملم ويعزى ذلك لانخفاض كمية الأمطار بالإضافة إلى ارتفاع معدل التبخر .
- يعد شهر يناير هو الأقل في معدل العجز المائي حيث سجل -٢,٣ ملم بفارق زيادة عن فصل الشتاء ٧,١ ملم حيث إنه يعد ذروة فصل الشتاء من حيث ارتفاع كمية المطر وانخفاض معدل درجة الحرارة والتبخر المحتمل ، وسجل فائض في معظم محطات الساحل الشمالي حيث بلغ أقصاه في سيدي براني ٢١,٧ ملم و ٢٠ ملم في الإسكندرية و ٩,٨ ملم في مرسى مطروح ، و ٣,٤ ملم في السلوم ، بينما جاءت محطة الضبعة في نطاق العجز المائي ولكن بقيمة منخفضة بلغت -٤,١ ملم

، بينما جاءت كافة المحطات الداخلية في ضمن نطاق العجز المائي خلال هذا الشهر كنطاق عجز مائي حيث سجل أقصى عجز مائي في محطة الفيوم وسيوه بمعدل (-١٨,٨ / -١٨,٢ ملم) على التوالي ، ويعزى ذلك لارتفاع درجة الحرارة وندرة المطر .

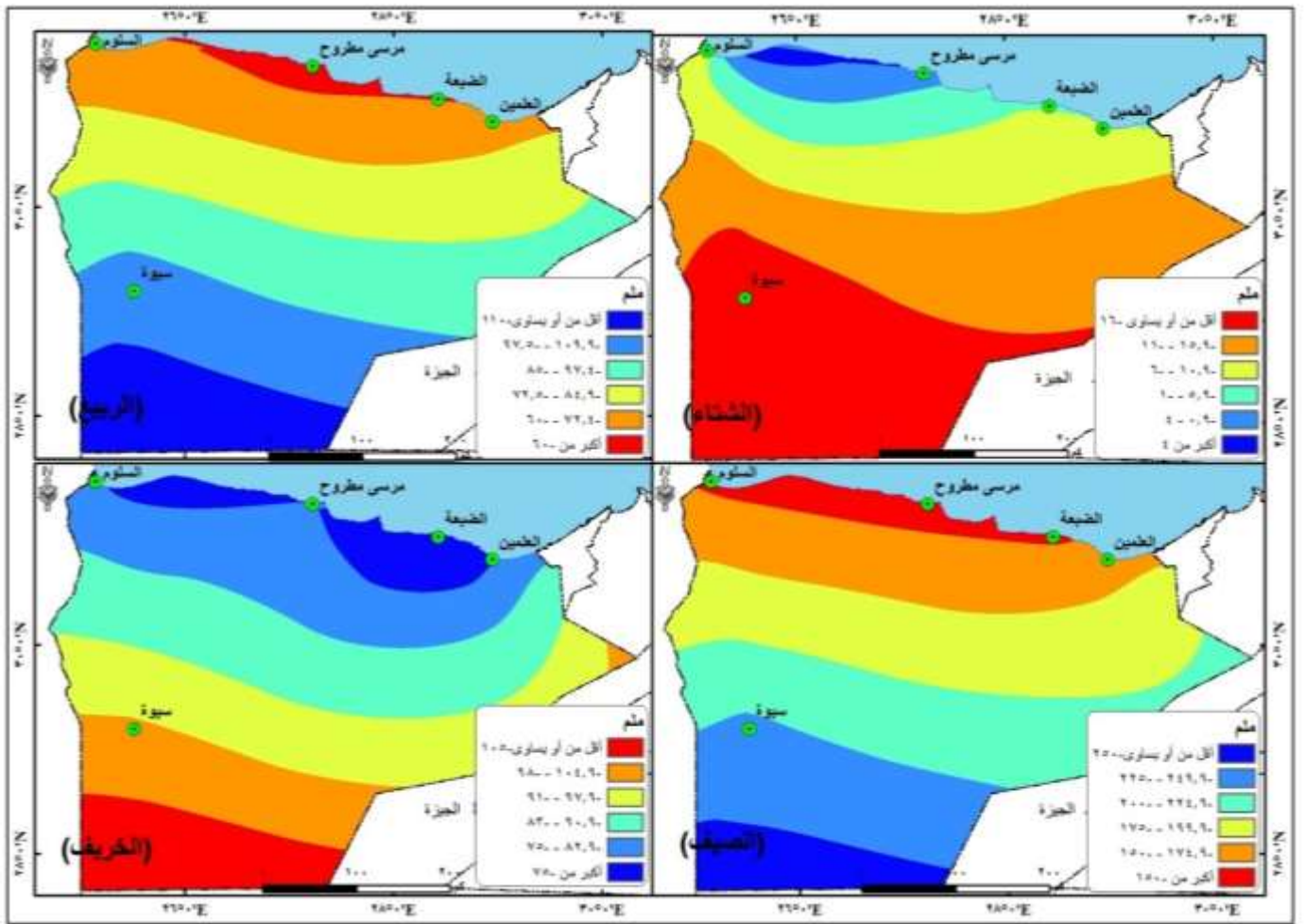
- زيادة معدل العجز المائي خلال شهري ديسمبر وفبراير مقارنة بشهر يناير حيث سجلا (١١,٢ ، -١٤,٦ ملم) على الترتيب ، وبلغ أقصى فائض شهري في ديسمبر بمحطة سيدي براني ٩,٨ ملم ، بينما سجل في شهر فبراير معدل منخفض جدا في محطة الإسكندرية بمعدل ٠,١ ملم ، وسجل أعلى معدل عجز مائي في شهر ديسمبر في سيوه بمعدل -٢١,٩ ملم وفي شهر فبراير في محطة الفرافرة -٢٤,٥ ملم ، ويعود ذلك إلى أنها بداية ونهاية فصل الشتاء أى لم يكتمل الانخفاض الكلي لدرجة الحرارة ووصول التساقط المطري ذروته .



المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٨) .

شكل (١٧) معدل العجز والفائض المائي الشهري خلال فصل الشتاء في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦) .

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٨) ، باستخدام برنامج ARCGIS ١٠,٣ .

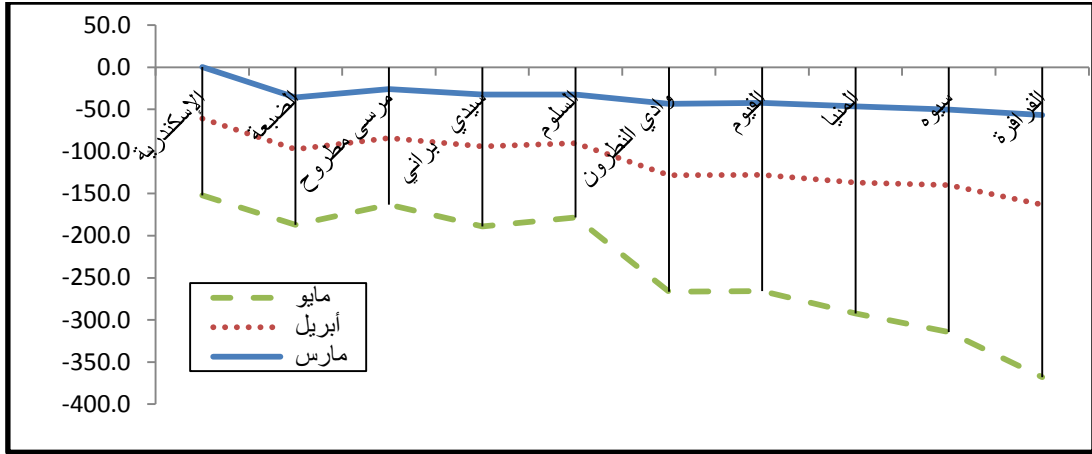


شكل (١٨) المعدل السنوي للعجز والفائض المائي في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

ب- فصل الربيع (مارس - أبريل - مايو) :

اتضح من تحليل جدول (٨) وشكل (١٨) وشكل (١٩) مايلي :

- انخفاض معدل العجز المائي في خلال هذا الفصل عن المعدل العام حيث بلغ -٧٩,٢ ملم بفارق زيادة ١١,١ ملم وذلك لتأثره بمطار فصل الشتاء .
- سيادة العجز المائي خلال هذا الفصل على كافة منطقة الدراسة ، ولكنه بلغ أدناه على الساحل الشمالي حيث سجل (-٥٠,٧ ، -٥٤,٣ ، -٥٩,٤ ، -٦٢,٤ ، -٦٣ ملم) في كل من الإسكندرية ومرسى مطروح والسلوم والضبعة وسيدي براني على التوالي ويعزى ذلك إلى انخفاض معدل درجة الحرارة بالساحل بالإضافة إلى انخفاض كمية المطر .
- يتضاعف تقريبا معدل العجز المائي بالاتجاه نحو الداخل حيث سجل (-١٢٢,٧ ، -١٠٤,٨ ، -٩٧,٥ ، -٨٨,٩ ، -٨٨,٦ ملم) في كل من الفرافرة وسيوه والمنيا ووادي النظرون والفيوم على الترتيب ، ويعزى ذلك إلى شدة انخفاض المطر وارتفاع معدل التبخر المحتمل.
- زيادة معدل العجز المائي بالابتعاد عن فصل الشتاء حيث سجل أدنى معدل للعجز المائي في شهر مارس حيث بلغ -٣٦,٥ ملم ، ولم يسجل أى فائض مائي خلال هذا الشهر إلا في محطة الإسكندرية بقيمة ضئيلة بلغت ٠,٤ ملم أما باق المحطات فسجلت عجز مائي بلغ أدناه في مرسى مطروح وسيدي براني والسلوم والضبعة بمعدل (-٢٦,١ ، -٣٢,٢ ، -٣٢,٣ ، -٣٥,٦ ملم) على الترتيب ، ويسجل أقصى زيادة له بالاتجاه نحو الداخل حيث سجل أقصاه في هذا الشهر في سيوه والفرافرة (-٥٠,٤ ، -٥٦,٩ ملم) ، ويسجل شهر مايو أعلى معدل في العجز المائي خلال فصل الربيع بمعدل -١٢٥,٥ ملم وسجل أدنى معدل له على الساحل الشمالي في كل من مرسى مطروح وسيدي براني بمعدل (-٧٩ ، -٩٤,٩ ملم) على الترتيب ، وبلغ أقصاه في الداخل في الفرافرة بمعدل -٢٠٥,٢ ملم ، ويعزى ذلك لانخفاض كمية المطر بالبعد عن فصل الشتاء وارتفاع درجة الحرارة والتبخر بالاتجاه نحو فصل الصيف .



المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٨) .

شكل (٢٠-٤) معدل العجز والفائض المائي الشهري خلال فصل الربيع في منطقة الدراسة

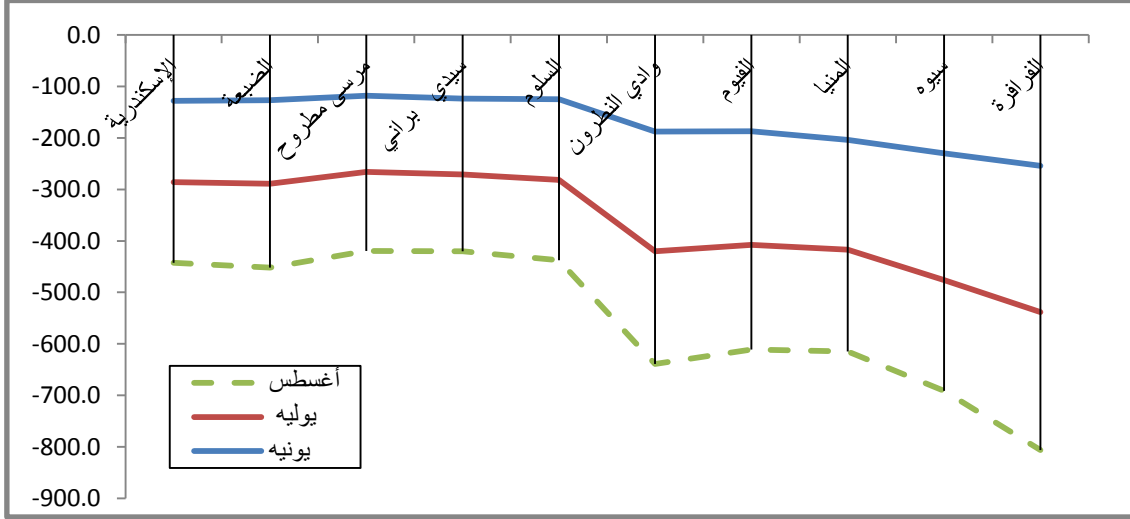
خلال الفترة (١٩٦٠-٢٠١٦)

ت-فصل الصيف (يونيه - يوليه - أغسطس) :

تبيين من جدول (٨) وشكل (١٨) وشكل (٢٠) أن :

- يتضاعف العجز المائي خلال فصل الصيف مع المعدل السنوي حيث بلغ -١٨٤,٥ ملم بفارق زيادة سالبة عن المعدل السنوي -٩٠,٤ ملم ، وهذا مؤشر واضح على مدى شح الماء خلال هذا الفصل ويعود ذلك إلى أنه هو الفصل الأعلى في معدل درجة الحرارة بمعدل ٢٧,٩ ° م و يبلغ فيه التبخر المحتمل أقصى معدلاته ١٨٤,٧ ملم ، وندرة الأمطار خلال هذا الفصل .
- انخفاض معدل العجز المائي على الساحل الشمالي من منطقة الدراسة مقارنة بالداخل حيث سجل (-١٣٩,٩ ، -١٤٠,١ ، -١٤٥,٩ ، -١٤٧,٦ ، -١٥٠,٦ ملم) في كل من مرسى مطروح وسيدي براني والسلوم والإسكندرية والضبعة ويعود ذلك إلى انخفاض معدل درجة الحرارة فيها دون المعدل الفصلي لتتراوح بين (٢٥,٤ ° م - ٢٦,١ ° م) ، وكذلك معدل التبخر المحتمل (١٤٠ - ١٥٠,٧ ملم) .
- زيادة معدل العجز المائي بالاتجاه نحو الداخل من منطقة الدراسة حيث سجل (-٢٠٣,٧ ، -٢٠٥ ، -٢١٣,١ ، -٢٣٠,٥ ، -٢٦٨,٨ ملم) في كل من الفيوم والمنيا ووادي النطرون وسيوه والفرافرة على التوالي ، ويعود ذلك إلى وصول درجة الحرارة إلى أقصاها في الجنوب بالإضافة إلى ارتفاع معدل التبخر المحتمل .
- يعد شهر يولييه هو الأعلى في معدل العجز المائي حيث سجل -١٩٧ ملم بفارق زيادة عن معدل فصل الصيف ١٢,٥ ملم ، وسجل أدنى زيادة له في الساحل الشمالي بمعدل (-١٤٧,٨ ، -١٤٧,٩ ، -١٥٦,٩ ، -١٥٦,٩ ، -١٥٧,٤ ، -١٦٢,٢ ملم) في كل من سيدي براني ومرسى مطروح والسلوم والإسكندرية والضبعة على التوالي ، وسجل أقصى زيادة له في النطاق الداخلي حيث

سجل (-٢١٣,٤ ، -٢٢١,١ ، -٢٣٢,٥ ، -٢٤٦,٦ ، -٢٨٤,١ ملم) في كل من المنيا والفيوم ووادي النطرون وسيوه والفرافرة على الترتيب ، ويعود ذلك لارتفاع درجة الحرارة بالإضافة إلى ارتفاع معدل التبخر وندرة تشكل الأمطار كنتيجة لتعامد الشمس على مدار السرطان خلال هذا الفصل ، ويبدأ معدل العجز المائي في الانخفاض في شهر أغسطس بمعدل -١٨٨ ملم وأدنى زيادة له في سيدي براني -٢,١٤٩ ، وأقصاها في الفرافرة -٢٨٦,٣ ملم ، ويعود ذلك كنتيجة لتزحج الشمس باتجاه الجنوب نحو خط الاستواء .



المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٨) .

شكل (٢٠) معدل العجز والفائض المائي الشهري خلال فصل الصيف في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

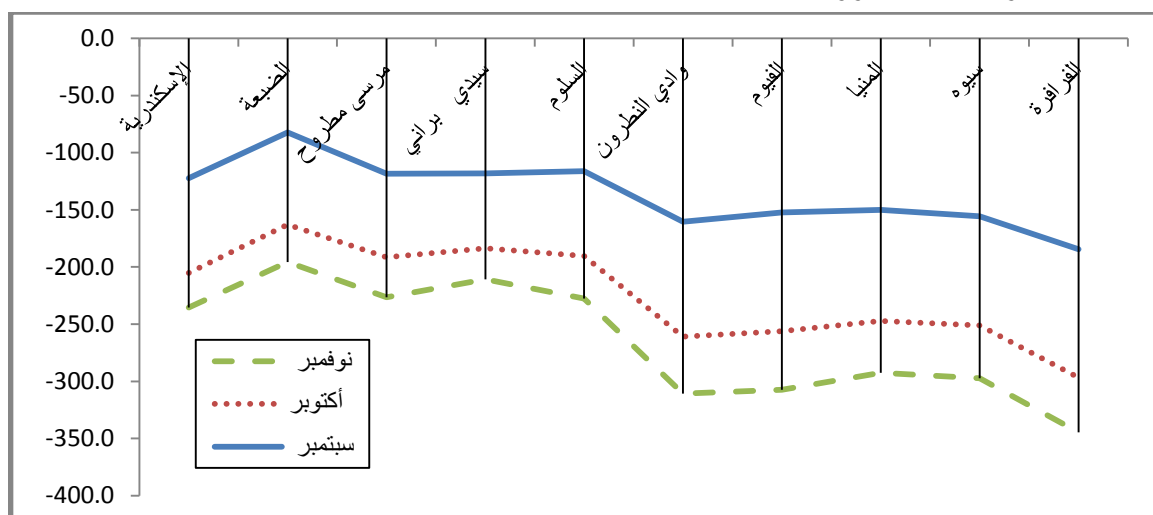
ث- فصل الخريف (سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر) :

تبيين من جدول (٨) وشكل (١٨) وشكل (٢١) ما يلي :

- يأتي فصل الخريف في المرتبة الثالثة بعد فصل الشتاء والربيع من حيث معدل العجز المائي حيث سجل -٨٨,٣ ملم بفارق زيادة عن فصل الشتاء -٧٨,٩ و -٩,١ ملم عن فصل الربيع ، وبفارق انخفاض عن المعدل السنوي -٢ ملم ، ويعزى ذلك إلى تعامد الشمس على خط الاستواء مما يؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة نوعاً ما وانخفاض التبخر المحتمل .
- سجل الساحل الشمالي أدنى معدل للعجز المائي خلال فصل الخريف حيث سجل (-٦٥,٢ ، -٧٠,٥ ، -٧٥,٥ ، -٧٥,٩ ، -٧٨ ملم) في كل من الضبعة وسيدي براني ومرسى مطروح والسلوم وإسكندرية على التوالي ، ويعزى ذلك إلى انخفاض معدل التبخر المحتمل مقارنة بفصل الصيف .
- زيادة معدل العجز المائي بالاتجاه نحو الداخل حيث سجل (-٩٧,٥ ، -٩٩,١ ، -١٠٢,٤ ، -١٠٣,٥ ، -١١٤,٨ ملم) في كل من المنيا وسيوه والفيوم ووادي النطرون والفرافرة ويعود ذلك

لاارتفاع معدل التبخر المحتمل بالاتجاه نحو الداخل حيث تراوح بين (٩٨,٢ - ١١٥,٥ ملم) بالإضافة إلى انخفاض معدل كمية الأمطار .

- انخفاض معدل العجز المائي بالقرب من فصل الشتاء ، وبحركة الشمس بالاتجاه نحو مدار الجدي ، حيث سجل أدناه في شهر نوفمبر بمعدل -٤٠,٣ ملم بأدنى انخفاض في سيدي براني -٢٧,٧ملم ، وأقصاه في الفرافرة -٤٧,٩ ملم ويعود ذلك إلى بداية دخول المنخفضات الجوية وسقوط الأمطار .
- زيادة معدل العجز المائي بالقرب من فصل الصيف حيث سجل أقصى زيادة في شهر سبتمبر حيث بلغ -١٣٦ ملم وسجل أدناه في الضبعة -٨٢,٣ ملم ، وسجل أقصاه في الفرافرة -١٨٤,٥ ملم ، ويليه شهر أكتوبر حيث بلغ العجز المائي -٨٨,٥ ملم بأدنى معدل في سيدي براني -٦٥,٦ملم ، وأقصاه في الفرافرة -١١٢,١ ملم ، ويعزى ذلك للتأثر بفصل الصيف وارتفاع درجة الحرارة لعدم فقدان الأرض كامل حرارتها .



المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٨) .

شكل (٢١) معدل العجز والفائض المائي الشهري خلال فصل الخريف في منطقة الدراسة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦)

الخاتمة (النتائج - التوصيات)

نتائج الدراسة :

يهتم هذا البحث بدراسة التبخر والموازنة المائية كأحد العوامل التي تتسبب في إهدار جزء كبير من مياه الأمطار ، مما أدى إلى تحليل العوامل المؤثرة على التبخر ، وقياس التبخر الحقيقي والمحتمل وتوزيعهما وتحليلهما ، وتحديد نطاقات الفائض والعجز المائي وتوزيعه في منطقة الدراسة وتوصل إلى مجموعة من النتائج وهي :

- يتأثر التبخر بمجموعة من العناصر المناخية تتمثل في السطوع الشمسي ودرجة الحرارة والرياح والرطوبة النسبية حيث وجد إن هناك علاقة ارتباط طردية قوية بين عدد ساعات السطوع الشمسي

النظرية ودرجة الحرارة مع التبخر ، كما يرتبط التبخر بعلاقة عكسية قوية بكل من الرطوبة النسبية وسرعة الرياح وكمية المطر .

• اختلاف معدل التبخر الحقيقي والمحتمل بين الشمال والجنوب داخل منطقة الدراسة حيث سجل أدنى انخفاض له على الساحل الشمالي وذلك كنتيجة لانخفاض درجة الحرارة وسجل أقصاها على الأجزاء الداخلية لمنطقة الدراسة ، وسجل فصل الشتاء أدنى معدل للتبخر الحقيقي والمحتمل حيث سجلا (٦,٤ - ٢٥,٦ ملم) على الترتيب ، ويليه فصل الربيع بمعدلا (١٠,٢ - ٨٣,١ ملم) على التوالي وسجل فصل الصيف أعلى معدل للتبخر الحقيقي والمحتمل بمعدل (١١,٩ - ١٨٤,٤ ملم) على التوالي .

• تعاني منطقة الدراسة بشكل عام من العجز المائي حيث بلغ ٩٠,٣ ملم ، وتنقسم منطقة الدراسة إلى ثلاث نطاقات أولها نطاق منخفض العجز المائي ويوجد في الأجزاء الشمالية الساحلية من منطقة الدراسة ثانيها نطاق متوسط في العجز المائي ويوجد في الأجزاء الوسطى من منطقة الدراسة وثالثها نطاق مرتفع العجز المائي ويوجد في أقصى جنوب منطقة الدراسة .
توصيات الدراسة :

- في ضوء النتائج المستقصاه من البحث يمكن اقتراح مجموعة من التوصيات التي تساعد في الحفاظ على مياه الأمطار من التبخر واستغلالها الاستغلال الأمثل :
- استصلاح الأراضي في منطقة الدراسة وتهيئتها للزراعة حيث أن عملية الحرث بعد سقوط الأمطار يؤدي على تخزين المياه في الطبقة التحت السطحية من التربة مما يحافظ عليها من التبخر ويستفيد منها جذور النبات .
 - بناء السدود على طول مجرى الأودية للحفاظ على مياه الأمطار وتجميعها واستخدامها في الزراعة وخاصة المحاصيل الدائمة التي تتحمل العطش في فصل الجفاف مثل التين والزيتون واللوز .
 - تصميم آبار على المنحدرات في منطقة الدراسة وفي المناطق ذات التربة المتماسكة لتجميع فيها مياه الأمطار بشكل سريع للاستخدام الآدمي والحفاظ عليها من التبخر .
 - تصميم مجموعة من الخزانات الأرضية في المناطق قليلة الانحدار وذات التربة الهينة لاصطياد وتجميع مياه الأمطار وتخزينها لاستخدامها في الري التكميلي وفي الرعي .

الملاحق :

ملحق (١) معادلة التبخر المحتمل عند ثرونثويت

$$e = 1,6 \left(\frac{10 T}{I} \right)^a$$

e = كمية التبخر المحتمل الشهرية .

T = متوسط درجة الحرارة الشهرية .

I = معامل درجة الحرارة السنوية ويتم حسابها كالتالي :

$$I = \sum_{12} i$$

i = معدل درجة الحرارة الشهرية.

$$i = (T / 5)^{1,514}$$

a = معامل ثابت دالة القرينة الحرارية

$$a = (6,75 * 10^{-7} I^3) - (7.71 * 10^{-5} I^2) + (1,79 * 10^{-2} I) + (0,49)$$

ملحق (٢) معادلة العجز والفائض المائي

$$R = P - ET$$

P = كمية المطر المتساقطة بالملم .

ET = التبخر المحتمل بالملم .

إذا كانت النتيجة موجبة إذا هناك فائض مائي ، وإن كانت سالبة إذا هناك عجز مائي .

المصدر : (Elizabeth.A,H :2011 ,P 7)

المراجع

أولا المراجع باللغة العربية :

١- الإحصاءات والتقارير :

- الهيئة العامة للأرصاد الجوية (١٩٦٠ - ٢٠١٦) : قسم البيانات الإحصائية ، بيانات غير منشورة خلال الفترة (١٩٦٠ - ٢٠١٦) ك القاهرة .

٢- الخرائط والأطالس:

- الخرائط الطبوغرافية (١٩٨٢) : الهيئة العامة للمساحة ، المساحة العسكرية .

- أطلس مصر الطبوغرافي (١٩٩٦) : الهيئة المصرية العامة للمساحة ، مقياس ١:٥٠٠٠٠٠ ، القاهرة .

- الأطلس المناخي لمصر (١٩٩٦) ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، وزارة النقل والمواصلات ، القاهرة .الرسائل الجامعية:

- شحاته سيد أحمد طالبة (١٩٩٠) : المطر في مصر " دراسة في الجغرافية المناخية " ، رسالة

ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة .

- صلاح حسن محمد أحمد (٢٠١١) : مصادر المياه ومشكلاتها بمحافظة مطروح " دراسة تطبيقية " ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم البحوث الجغرافية ، معهد البحوث العربية ، جامعة الدول العربية .
 - محمد فوزي أحمد عطا (١٩٩٢) : مناخ الساحل الشمالي في مصر وآثاره الجغرافية " دراسة في الجغرافية المناخية " ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة .
- ٣- الأبحاث والدوريات:**
- حسين موسى حسين و حسين جواد أحمد (٢٠٠٨) : حساب الموازنة المائية في الصحراء الغربية - العراق ، مجلة البحوث الجغرافية ، العدد العاشر .
 - شحاته سيد أحمد طلبية (٢٠٠٢) : فاعلية الأمطار والاحتياجات المائية في المدينة المنورة ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٤٠ .
 - صالح عاتي الوسوي (٢٠١٦) : أثر المناخ في تقدير الاحتياجات المائية لمشروع الجربوعية في محطة بابل ، كلية الآداب ، مجلة القادسية للعلوم الإنسانية ، جامعة القادسية ، المجلد التاسع ، العدد الثاني .
 - صلاح معروف (٢٠١٢) : الضوابط المناخية للعجز المائي في شبه جزيرة سيناء، سلسلة بحوث جغرافية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٥١ .
 - عمر صباح إبراهيم وآخرون (٢٠١٢) : استخدام الموازنة المائية لتقييم واقع تغذية المياه الجوفية حوض بيجي تكريت شمال غرب العراق ، مجلة جامعة كركوك ، مجلة الدراسات العلمية ، المجلد ٧ ، العدد ١ .
 - محمد عوض السموني (٢٠١٣) : الموازنة المائية وتوزيع الأراضي الزراعية بشبة جزيرة سيناء " دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي " ، مجلة الإنسانيات ، العدد الحادي والأربعين ، يولييه .
 - محمد فوزي أحمد عطا (٢٠٠١) : التبخر والموازنة المائية في الأحساء بالمملكة العربية السعودية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد ٣٨ .
 - مسعد سلامة مندور (٢٠٠٨) : التباين الزماني والمكاني للتبخر في مصر " دراسة في الجغرافية المناخية " ، مجلة كلية الآداب ، جامعة القاهرة للإنسانيات والعلوم الاجتماعية ، ملحق (٣) ، العدد ٢ ، أبريل ٢٠٠٨ .
- ٤- الكتب :**
- عبد العزيز طريح شرف (١٩٩٦) : الجغرافيا المناخية والنباتية ، مع التطبيق على مناخ أفريقيا ومناخ العالم العربي ، ط ١١ ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .

ثانيا المراجع الأجنبية :

1- Scientific Thesis :

- Elizabeth , A., (2011) : Water balance estimation of evapotranspiration rates in area with varying land use ,ph.D , Department of earth and planetary sciences, Washington unvi .

2- Scientific Papers :

- Thornthwaite , C,W.,(1948) : AN APPROACH TOWARD A RATIONAL CLASSIFICATION OF CLIMATE , Geographical Review published by American Geographical Society, Vol. 38, No. 1. (Jan., 1948), pp. 55-94.

Evaporation and Water Balance in Matruh Governorate: A Study in Applied climate Geography

Samia Ali Ali Mabrouk
Shihata Sayed Ahmed Tolba
Salah Marof Abdou Amasha

Abstract

The study area is a border area of great importance to the state it belongs to the dry and semi-dry climate as well as the variation of Geomorphology. The study was based on ten climatic stations distributed within and outside the study area for comparison and completed data. The objective of the study was to determine the relationship between different climatic elements and Evaporation, as well as the measurement of potential evaporation mathematically, the spatial and temporal distribution of real and potential evaporation, and the identification of deficit ranges and water surpluses in the study area for optimum utilization, And the study was concerned three axes: **the First** is the factors affecting on evaporation. A positive correlation between the number of hours of theoretical solar brightness and the temperature with evaporation reached 0.9 and 0.8 respectively, and a strong inverse relation with relative humidity, wind speed, and rainfall amount them record - 0.9, -0.8, -0.8, respectively, **The second** is the spatial and temporal distribution of real and potential evaporation in the study area. The real and potential evaporation rate between the North and the South was recorded, with the lowest decline on the North Coast as a result of the low temperature and maximum record on the internal parts of the study area. Where it recorded 6.4 - 25.6 mm respectively, followed by spring with a rate of 10.2 - 83.1 mm respectively and the summer record the highest real and potential evaporation rate of 11.9 - 184.4 mm, respectively And **the third** is the deficit and water surplus in the study area. It was found that the study area suffers from a water deficit of 90.3 mm. The study area is divided into three areas. The first is the low water deficit. In the northern parts of the study area, In the central parts of the study area. The third is the high water deficit area and was found in the southernmost area of the study. The study concluded with a set of recommendations in terms of agricultural reclamation of the study area, dam construction and the development of wells and reservoirs.

الإصدارات السابقة

لسلسلة البحوث الجغرافية

١. (Dental conditions of the population of Maadi culture as affected by the Environment.) .
In English) by " F. Hassan et al. " (1996) .
٢. هضبة الأهرام أشكالها الأرضية ومشكلتها ، أ.د سمير سامى محمود ، ١٩٩٧ .
٣. القرى المدمرة فى فلسطين حتى عام ١٩٥٢ ، أ.د يوسف أبو مائلة وآخرون ، ١٩٩٨ .
٤. جيومورفولوجية منطقة توشكى و إمكانات التنمية ، أ.د جودة فتحي التركمانى ، ١٩٩٩ .
٥. موارد الثروة المعدنية و إمكانات التنمية فى مصر ، د. أحمد عاطف دردير ، ٢٠٠١ .
٦. صورة الأرض فى الريف ، د. محمد أبو العلا محمد ، ٢٠٠١ .
٧. القاهرة الأرض والإنسان ، د. سمير سامى محمود ، ٢٠٠٣ .
٨. الماء و الأفلاج والمجتمعات العُمانية ، د. طه عبد العليم رضوان ، ٢٠٠٤ .
٩. المناطق الخضراء فى القاهرة الكبرى ، د. أحمد السيد الزاملى ، ٢٠٠٥ .
١٠. التنمية السياحية بمدينة الغردقة و أثرها السلبى على البيئة ، د. ماجدة محمد جمعة ، ٢٠٠٥ .
١١. بين الخرائط التقليدية و خرائط الإستشعار عن بعد ، د. هناء نظير على ، ٢٠٠٦ .
١٢. الواقع الجغرافى لمدينة سيوة (دراسة تحليلية) ، د. عمر محمد على محمد ، ٢٠٠٦ .
١٣. صادرات الموالح المصرية إلى السوق العربية الخليجية ، أ.د. إبراهيم على غانم ، ٢٠٠٦ .
١٤. الجغرافية الإقتصادية فى ضوء المتغيرات العالمية المعاصرة ، أ.د. محمد محمود الديب ، ٢٠٠٦ .
١٥. الأبعاد الجغرافية للسياحة العلاجية فى مصر ، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد ، ٢٠٠٦ .
١٦. تحليل جغرافى لحركة النقل على مداخل مدينة المحلة الكبرى ، د. عبد المعطى شاهين ، ٢٠٠٧ .
١٧. المقومات الجغرافية للتنمية السياحية فى محافظة الوادى الجديد ، د. المتولى السعيد ، ٢٠٠٧ .
١٨. الهجرة العربية الدائمة إلى الولايات المتحدة الأمريكية من ١٩٨٠ إلى ٢٠٠٤ دراسة جغرافية ، د. أشرف عبده ٢٠٠٧ .
١٩. مياه الشرب فى مدينة الجيزة (دراسة فى جغرافية الخدمات) ، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد ، ٢٠٠٧ .
٢٠. الجيوب الريفية المحتواة فى التجمعات الحضرية المخططة بمدينة الجيزة ، د. أشرف عبده ، ٢٠٠٧ .
٢١. الأبعاد الجيوديموجرافية لتوجهات الناخبين المصريين ، د. سامح محمد عبد الوهاب ، ٢٠٠٨ .
٢٢. الأوقاف الخيرية فى مصر تحليل جغرافى ، أ.د. صلاح عبد الجابر عيسى ، ٢٠٠٩ .
٢٣. صناعة السيارات فى مصر ، أ.د. محمد محمود الديب ، ٢٠٠٩ .
٢٤. المناخ والملابس فى مدينة الرياض (دراسة فى المناخ التطبيقى) ، د. هدى بنت عبد الله عيسى العباد ، ٢٠٠٩ .

٢٥. قضايا الطاقة في مصر ، (أ.د. محمد محمود الديب) ، ٢٠٠٩ .
٢٦. الثروة المعدنية في محافظة المنيا (دراسة في الجغرافيا الإقتصادية) ، د. أحمد موسى محمود خليل ، ٢٠٠٩ .
٢٧. التباين اليومي لدرجة الحرارة في مكة المكرمة (دراسة تحليلية) ، د. مسعد سلامة مسعد مندور ، ٢٠٠٩ .
٢٨. التحليل الجغرافي لدلالة أسماء المحلات العمرانية بمنطقتي عسير وجيزان في جنوب غرب المملكة العربية السعودية د. إسماعيل يوسف ، ٢٠٠٩ .
٢٩. تحليل جغرافي لمنطقتين عشوائيتين في مدينة جدة ، د. أسامة بن رشاد جستينة ، أ. مشاعل المالكي ، ٢٠٠٩ .
٣٠. الفقر في غرب أفريقيا (دراسة جغرافية تحليلية) ، د. ماجدة إبراهيم عامر محمد ، ٢٠١٠ .
٣١. بعض ملامح التنمية العمرانية في محافظة المجمعة السعودية ، د. علاء الدين عبدالخالق علوان ، ٢٠١٠ .
٣٢. تنمية السياحة البيئية والأثرية بمنطقة حائل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، د. علاء الدين عبدالخالق علوان د. عواطف بنت الشريف ، ٢٠١٠ .
٣٣. سكان سلطنة عمان : بين تأرجح النمو وضوابط التوزيع ، د. جمال محمد السيد هنداوى ، ٢٠١٠ .
٣٤. جغرافية التنمية العمرانية في منطقة النواة القديمة للمنصورة ، د. مجدى شفيق السيد صقر ، ٢٠١١ .
٣٥. تغير المعطيات المكانية وأثرها في التنمية السياحية بقرية البهنسا في محافظة المنيا ، د. ماجدة محمد أحمد جمعة ، ٢٠١١ .
٣٦. الإتجاهات الحديثة في جغرافية الصناعة ، أ.د. إبراهيم على غانم ، ٢٠١١ .
٣٧. المعايير التخطيطية للخدمات بالمملكة العربية السعودية ، د. نزهة يقظان الجابري ، ٢٠١١ .
٣٨. تداخل المياه البحرية والجوفية بشمال الدلتا بين فرعى دمياط ورشيد ، د. أحمد إبراهيم محمد صابر ، ٢٠١١ .
٣٩. أحجار الزينة في المملكة العربية السعودية (الجرانيت، الرخام، الحجر الجيري ، د. شريفة معيض القحطاني ، ٢٠١١ .
٤٠. التنوع الحيوي بإقليم الجبل الاخضر بالجماهيرية العربية الليبية "دراسة في الجغرافية البيئية" ، د. عادل معتمد
٤١. التحليل المكاني للتغيرات العمرانية و اتجاهاتها الحالية و المستقبلية في المدينة المنورة (١٣٦٩هـ/١٩٥٠م- ١٤٥٠هـ/٢٠٢٨م) "باستخدام نظم المعلومات الجغرافية" د. عمر محمد علي محمد ، ٢٠١١ .
٤٢. المرواح الفيضانية وأثرها على طريق قفط- القصير "دراسة جيومورفولوجية" د. محمد عبد الحليم حلمي ، ٢٠١٢ .
٤٣. اطالس فرنسية "عرض و تحليل" د. عاطف حافظ سلامة ، ٢٠١٢ .
٤٤. التنوع المكاني لأنماط النمو الريفي في المنطقة الغربية للمملكة العربية السعودية د. محمد عبد الحميد مشخص ، ٢٠١٢ .
٤٥. الحافة الحضرية لمدينة المحلة الكبرى "رؤية جغرافية" د. احمد محمد أبو زيد ، ٢٠١٢ .
٤٦. الخصائص المكانية و الخدمية للمجمعات التجارية "دراسة تطبيقية على مدينة جدة" د. عبد الله براك الحربي ، ٢٠١٢ .
٤٧. أخطار التجوية امحية على المباني الأثرية بمدينة القاهرة د. احمد ابراهيم محمد صابر ، ٢٠١٢ .
٤٨. تقدير أحجام السيول و مخاطرها عند المجرى الأدنى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة "باستخدام نظم المعلومات اجغرافية" د. محمد سعيد البارودي ، ٢٠١٢ .
٤٩. التساقط الصخري والتراجع الساحلى في منطقة عجيبة السياحية (١٩٩٥ - ٢٠١٢) د. طارق كامل فرج ، ٢٠١٢ .
٥٠. جغرافية التنمية الاقتصادية بمنطقة محافظة كفر الشيخ د. محروس ابراهيم المعداوى ، ٢٠١٢ .

٥١. الضوابط المناخية للعجز المائي في شبه جزيرة سيناء د. صلاح معروف عماشة ، ٢٠١٢ .
٥٢. الضوابط البيئية للسياحة بمحافظة الفيوم د. فاطمة محمد احمد عبد الصمد ، ٢٠١٢ .
٥٣. مواقف السيارات والازمة المرورية بمحافظة القاهرة د. رشا حامد حسن بندق ، ٢٠١٢ .
٥٤. ثلاثون عاما من النمو العمرانى الحضرى بمحافظة اسوان د. اشرف احمد على عبد الكريم ، ٢٠١٢ .
٥٥. الخريطة الجيومورفولوجية لجبل عير بالمدينة المنورة د. متولى عبد الصمد ، ٢٠١٢ .
٥٦. المدينة الصناعية الثانية بمدينة الرياض د. عبد العزيز بن ابراهيم الحرة ، ٢٠١٢ .
٥٧. التغير الكمي والنوعي لاستخدامات الارض بأحياء المدينة المنورة (١٤١٠هـ / ١٩٩٠ م - ١٤٣٣ هـ / ٢٠١٢ م) د. عمر محمد على ، ٢٠١٢ .
٥٨. استخدامات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد فى رصد ومعالجة مشكلة العشوائيات السكنية بالمدينة المنورة د. عمر محمد على ، ٢٠١٢ .
٥٩. شارع بورسعيد بالقاهرة : دراسة تحليلية فى جغرافية النقل د. منى صبحى نور الدين ، ٢٠١٢ .
٦٠. التمدد الحضرى لمدينة ديرب نجم د. مجدى شفيق السيد صقر ، ٢٠١٣ .
٦١. التحليل المكاني لتوزيع خدمات محطات تعبئة وقود السيارات بمدينة مكة المكرمة فاطمة محمد احمد عبد الصمد ، ٢٠١٣ .
٦٢. تحليل جغرافى للتعليم الاساسى بقرى مركز أطفح فاطمة محمد احمد عبد الصمد ، ٢٠١٣ .
٦٣. نظم المعلومات الجغرافية ودعم اتخاذ القرار التنموى عاطف حافظ سلامة ، ٢٠١٣ .
٦٤. جيومورفولوجية قاع الفريح شرق المدينة المنورة وامكانات التنمية متولى عبد الصمد ، ٢٠١٣ .
٦٥. ملامح الفقر الحضرى وخيارات التنمية اسماعيل يوسف اسماعيل ، ٢٠١٣ .
٦٦. مدينة ابها " المملكة العربية السعودية " (دراسة فى تحليل المنطقة الاجتماعية) اسماعيل يوسف اسماعيل ، ٢٠١٣ .
٦٧. نحو صناعة مطورة لحماية البيئة فى محافظة اسيوط أحمد عبد القوى ، ٢٠١٣ .
٦٨. الرؤية الجغرافية لواقع ومستقبل خريطة استخدامات الأرض بوسط مدينة الرياض (باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد) أشرف أحمد عبد الكريم ، ٢٠١٣ .
٦٩. تنمية النقل البحرى والخدمات اللوجستية فى إقليم قناة السويس منى صبحى نور الدين ، ٢٠١٣ .
٧٠. استخدامات الأرض فى حلوان مستخلصة من المرئيات الفضائية فاطمة محمد أحمد عبد الصمد ، ٢٠١٣ .
٧١. تحليل جغرافى لبعض حوادث السكك الحديدية المصرية منى صبحى نور الدين ، ٢٠١٤ .
٧٢. خصائص المحلات العمرانية على الجزر الرملية اسماعيل يوسف اسماعيل ، ٢٠١٤ .
٧٣. تيسير الوصول إلى الخدمات العامة فى مدينة أسوان أشرف أحمد على عبد الكريم ، ٢٠١٤ .
٧٤. الأبعاد الجغرافية لهجرة المصريين غير الشرعية إلى أوروبا محمد احمد على حساتين ، ٢٠١٤ .
٧٥. التباين المكاني لمحطات الوقود فى المدينة المنورة أشرف على عبده ، ٢٠١٤ .
٧٦. المخلفات الصلبة فى مدينة الجيزة فاطمة محمد أحمد عبد الصمد ، ٢٠١٤ .

٧٧. جيومورفولوجية ساحل البحر الاحمر بين رأسى بناس وغارب محمد عبد الحليم ، ٢٠١٤ .
٧٨. التحولات العمرانية فى منطقة النواة بمدينة أبو عريش سعيد محمد الحسينى ، ٢٠١٤ .
٧٩. الضجة المرورية والسائدة بمدينة شبين الكوم . اسماعيل على اسماعيل ، ٢٠١٤ .
٨٠. الأبعاد الجغرافية للاتصالات السلكية واللاسلكية فى مدينة طنطا . عبد السلام عبد الستار ، ٢٠١٤ .
٨١. مستقبل زراعة المحاصيل الزيتية فى مصر . صبرى زيدان عبد الرحمن ، ٢٠١٤ .
٨٢. تغيير مساحة الاراضى الزراعية غربى دلتا النيل خلال الفترة (١٩٧٠ - ٢٠١٠) بهاء فؤاد مبروك ، ٢٠١٤ .
٨٣. أماكن النحر بمنى فائزة محمد كريم جان ، ٢٠١٤ .
٨٤. جغرافية النقل العام بالحافلات فى محافظة الدقهلية محمد صبحى ابراهيم ، ٢٠١٥ .
٨٥. التقييم الاقتصادى والبيئى لخريطة التغيرات فى استخدامات الارض (١٩٨٠ - ٢٠٢٠ م) بقرية كفر سعد - مركز بنها - محافظة القليوبية نموذجاً مسعد السيد احمد بحيرى ، ٢٠١٥ .
٨٦. القوة العاملة المنزلية الوافدة من الاناث فى المملكة العربية السعودية - مع التطبيق على المدينة المنورة اشرف على عبده ، ٢٠١٥ .
٨٧. التحليل المكانى لنفوذ محطات تقوية شبكات المحمول وكفاءتها فى مدينة بنها مسعد السيد بحيرى ، ٢٠١٥ .
٨٨. الطاقة الجديدة والمتجددة فى مصر (دراسة فى جغرافية الطاقة) احمد موسى محمود خليل ، ٢٠١٥ .
٨٩. الأبعاد المكانية للإصابة بعدوى إنفلووزا الطيور فى مصر صبحى رمضان فرج سعد ، ٢٠١٦ .
٩٠. الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة فوهة الوعبة بالمملكة العربية السعودية هيا بنت محمد العقيل ، ٢٠١٦ .
٩١. رصد التغيرات والأخطار الجيومورفولوجية الناجمة عن بناء قناطر نجع حمادى بمجرى النيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية أحمد ابراهيم محمد صابر ، ٢٠١٦ .
٩٢. التجارة الخارجية المصرية مع الأسواق العربية (٢٠٠٠ / ٢٠١٤ م) رضا محمد السيد سليم ، ٢٠١٦ .
٩٣. جيومورفولوجية جبل القارة بالإحساء شرق المملكة العربية السعودية محمد عبد الحليم ، ٢٠١٦ .
٩٤. الأبعاد المكانية لحالات العنف ضد المرأة فى مدينة الرياض ابتسام ابراهيم القاضى ، ٢٠١٦ .
٩٥. الشوارع التجارية الرئيسية فى المدينة المنورة اشرف على عبده ، ٢٠١٧ .
٩٦. الحراك السكنى فى المدينة المنورة اشرف على عبده ، ٢٠١٧ .
٩٧. التحليل الجيومورفولوجى لمنحدرات الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية هبه صابر دسوقي ، ٢٠١٧ .
٩٨. السياحة الثقافية والصناعات التراثية بمناطق العمران التقليدى بسلطنة عمان سيد رمضان ، ٢٠١٧ .
٩٩. الصقيع وتأثيره على بعض المحاصيل الزراعية بمنطقتى حائل والقصيم مشيب بن محمد ، ٢٠١٧ .
١٠٠. العمالة السياحية فى محافظة البحر الأحمر راوية محسوب ، ٢٠١٧ .
١٠١. تراتبية العمالة وفقاً للجنسية فى سوق العمل فى سلطنة عمان منتصر ابراهيم واخرون ، ٢٠١٧ .
١٠٢. حالة الهواء ومواقع المنشآت التعليمية والصحية بمدينة سوهاج اسماعيل على اسماعيل ، ٢٠١٧ .
١٠٣. الشروم على الساحل الغربى للمملكة العربية السعودية وفاء صالح على الخريجي ، ٢٠١٧ .

١٠٤. الفاعلية التسويقية لبورصة الأسماك بمحافظة كفر الشيخ ايهاب لطفى البرنس ، ٢٠١٧ .
١٠٥. مظاهر الضعف الصخرى ودورها الجيومورفولوجى فى تشكيل هشيم المنحدرات احمد صابر ، ٢٠١٧ .
١٠٦. الاحترار العالمى ومستقبل استهلاك الطاقة المنزلية فى مصر (الأثر والتكيف محمد توفيق محمد ابراهيم ، ٢٠١٨ .
١٠٧. ديناميكية استخدام الأرض بالعزيرية فى مكة المكرمة عفاف عبد الله احمد القاسمى ، عاطف حافظ سلامة ، ٢٠١٨ .
١٠٨. التباين المناخى بين ساحلى المملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية سهام بنت صالح العلولا، ٢٠١٨ .
١٠٩. معبر سمنود النهري بين محافظتى الدقهلية والغربية محمد صبحى ابراهيم ، ٢٠١٨ .
١١٠. أخطار التجوية على هرمى هواره واللاهون بمنخفض الفيوم هويدا توفيق احمد حسن ، ٢٠١٨ .
١١١. الاتجاهات طويلة الأمد لتطرفات الحرارة اليومية فى الدلتا المصرية خلال الفترة ١٩٦٠ - ٢٠١٠ (دراسة مناخية) محمد محمد عبد العال ، ٢٠١٨ .
١١٢. الآثار البيئية للنيابيع المائية فى مدينة الأنصب - محافظة مسقط : دراسة فى الجغرافيا البيئية ، على بن سعيد بن سالم البلوشى ، ٢٠١٨ .
١١٣. التحليل المكانى للخدمات التعليمية فى مدينة بنى سويف وتقييم إمكانية الوصول اليها انور سيد كامل عامر ، علاء محمد بن حماد عبد القادر ، ٢٠١٨ .
١١٤. التنزه والسياحة البيئية البرية بالمدينة المنورة ودورها فى التنمية المستدامة هيفاء يحيى البلاغ ، ٢٠١٨ .
١١٥. سوق الخميس بحى المطرية (محافظة القاهرة) دراسة فى الجغرافيا الاقتصادية طلعت عبد الحميد احمد ، ٢٠١٨ .
١١٦. التفاوتات التوزيعية والقرى الأكثر حرماناً من مياه الشرب بمحافظة بنى سويف سيد رمضان ، ٢٠١٨ .
١١٧. التركيب الاقتصادى لسكان مدينة المحلة الكبرى راوية محسوب ، ٢٠١٨ .
١١٨. الخصوبة فى محافظة سوهاج هالة محمد حافظ ، ٢٠١٨ .
١١٩. نقاط التجديد لاودية الواجهة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية وهبه حامد شلبى ، ٢٠١٨ .
١٢٠. الاجانب فى محافظة الاسكندرية شيماء أحمد محمد السيد ، ٢٠١٨ .
١٢١. مواقف النقل الجماعى بمحافظة القاهرة منى صبحى السيد نور الدين ، ٢٠١٨ .
١٢٢. جيومورفولوجية خليج نصف القمر بالساحل الشرقى للملكة العربية السعودية محمد عبدالحليم حلمى نورالدين ، ٢٠١٩ .
١٢٣. التغيرات الجيومورفولوجية لسبخة الأصفر بالإحساء شرق المملكة العربية السعودية محمد عبدالحليم حلمى نورالدين ، ٢٠١٩ .