



**المجلة الجغرافية العربية**

**تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية**

**تأثير العامل الطبوغرافي في الإشعاع الشمسي  
ودرجة الحرارة بمنطقة مدينة الجلالة  
باستخدام الاستشعار عن بعد**

**د. محمد هاني سعيد**  
مدرس الجغرافيا المناخية  
كلية الآداب - جامعة أسيوط

**د. أحمد زايد عبد الله**  
أستاذ مساعد الجغرافيا الطبيعية  
كلية الآداب - جامعة أسيوط

كافة حقوق النشر محفوظة للجمعية الجغرافية المصرية  
وجميع الآراء الواردة فى بحوث هذه السلسلة تعبر عن آراء  
أصحابها ولا تعبر بالضرورة عن وجهات نظر الجمعية الجغرافية  
المصرية

الترقيم الدولى الموحد للطباعة : ١١١٠-١٩١١  
الترقيم الدولى الموحد الإلكتروني: ٢٦٨٢-٤٧٩٥  
الموقع على شبكة الانترنت: [www.egyptiangs.com](http://www.egyptiangs.com)

**Copyright © 2021, Printed by Al-Resala Press, Tel.: 0122 65 78 757 e-mail: gamal\_elnady@yahoo.com**  
**All rights reserved.** This book is protected by copyright. No part of it may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from The Egyptian Geographical Society.

## فهرس المحتويات

صفحة	
١	المخلص.
١	المقدمة.
٢	موقع منطقة الدراسة.
٣	أهمية الدراسة.
٤	مشكلة الدراسة.
٥	أهداف الدراسة.
٥	الدراسات السابقة.
٨	تساؤلات الدراسة.
٩	مراحل الدراسة.
١٢	مصادر الدراسة.
١٢	أولاً: الخصائص الطبوغرافية لمنطقة الدراسة.
١٢	(١) الوحدات التضاريسية بمنطقة الدراسة.
١٤	(٢) خصائص السطح.
١٨	ثانياً: العوامل المؤثرة في الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة بمنطقة الدراسة.
١٩	(١) المسطح المائي.
١٩	(٢) طبوغرافية المنطقة.
٢٠	(٣) الأسطح الصحراوية.
٢٠	(٤) التخطيط العمراني للمدينة.
٢٤	ثالثاً: التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي في منطقة الدراسة.
٢٤	(١) العلاقة بين ارتفاع مناسيب سطح الأرض والإشعاع الشمسي.
٢٦	(٢) العلاقة بين درجة انحدار سطح الأرض والإشعاع الشمسي.
٢٧	(٣) العلاقة بين اتجاه انحدار سطح الأرض والإشعاع الشمسي.
٢٨	(٤) نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي.

٢٩	رابعاً: التوزيع الفصلي لدرجات الحرارة وعلاقته بالجوانب الطبوغرافية.
٢٩	(١) التوزيع الفصلي لدرجة الحرارة.
٢٩	أ- توزيع درجة الحرارة خلال فصل الشتاء.
٢٩	ب- توزيع درجة الحرارة خلال فصل الربيع.
٣١	ج- توزيع درجة الحرارة خلال فصل الصيف.
٣١	د- توزيع درجة الحرارة خلال فصل الخريف.
٣٣	(٢) علاقة درجة الحرارة بالجوانب الطبوغرافية.
٣٣	أ- العلاقة بين ارتفاع مناسيب سطح الأرض والحرارة.
٣٦	ب- العلاقة بين درجة انحدار سطح الأرض والحرارة.
٣٨	ج- العلاقة بين اتجاه انحدار سطح الأرض والحرارة.
٣٩	د- نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي.
٤٠	النتائج.
٤٢	الملاحق.
٤٨	المراجع.
٥٠	الملخص الأجنبي.

## فهرس الجداول

م	عنوان الجدول	صفحة
١	توزيع أراضي منطقة الدراسة تبعًا لمناسيب سطح الأرض ونسبتها المئوية.	١٥
٢	توزيع مساحة الأراضي ونسبتها المئوية بمنطقة الدراسة تبعًا لفئات الانحدار.	١٧
٣	توزيع مساحة الأراضي ونسبتها المئوية تبعًا لاتجاهات الانحدار.	١٧
٤	تحليل الانحدار لدرجات لمستوى (الارتفاع) (كمتغير مستقل) كمحدد تنبؤي لدرجة الإشعاع (كمتغير تابع).	٢٥
٥	تحليل الانحدار لدرجات الانحدار (كمتغير مستقل) كمحدد تنبؤي لدرجة الإشعاع (كمتغير تابع).	٢٦
٦	تحليل الانحدار لدرجات الاتجاه (كمتغير مستقل) كمحدد تنبؤي لدرجة الإشعاع (كمتغير تابع).	٢٨
٧	تحليل الانحدار لدرجات لمستوى (الارتفاع) (كمتغير مستقل) كمحدد تنبؤي لدرجة الحرارة (كمتغير تابع).	٣٦
٨	تحليل الانحدار لدرجات الانحدار (كمتغير مستقل) كمحدد تنبؤي لدرجة الحرارة (كمتغير تابع).	٣٧
٩	تحليل الانحدار لدرجات الاتجاه (كمتغير مستقل) كمحدد تنبؤي لدرجة الحرارة (كمتغير تابع).	٣٩

## فهرس الخرائط والأشكال

م	عنوان الشكل	صفحة
١	منطقة الدراسة.	٢
٢	منصة تحميل صور القمر الصناعي Land sat8 لاستخراج درجة حرارة السطح.	١١
٣	القطاعات التضاريسية.	١٣
٤	الخريطة التضاريسية لمنطقة الدراسة.	١٥
٥	الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة.	١٥
٦	درجات انحدار سطح الأرض.	١٨
٧	اتجاهات الانحدار بمنطقة الدراسة.	١٨
٨	المتوسط السنوي لدرجة الحرارة بالمنتجين الجبلي والساحلي.	٢٣
٩	خريطة حرارية ثلاثية الأبعاد لمنطقة الدراسة.	٢٣
١٠	متوسط درجة حرارة سطح الأرض (م°) لفصل الشتاء نهارا.	٣٠
١١	متوسط درجة حرارة سطح الأرض (م°) لفصل الربيع نهارا.	٣٠
١٢	متوسط درجة حرارة سطح الأرض (م°) لفصل الصيف نهارا.	٣٢
١٣	متوسط درجة حرارة سطح الأرض (م°) لفصل الخريف نهارا.	٣٢
١٤	توزيع متوسط درجة الحرارة في فصل الشتاء تبعًا للمناسيب المختلفة.	٣٤
١٥	توزيع متوسط درجة الحرارة في فصل الربيع تبعًا للمناسيب المختلفة.	٣٤
١٦	توزيع متوسط درجة الحرارة في فصل الصيف تبعًا للمناسيب المختلفة.	٣٥
١٧	توزيع متوسط درجة الحرارة في فصل الخريف تبعًا للمناسيب المختلفة.	٣٥
١٨	درجات الحرارة الفصلية تبعًا لدرجات الانحدار المختلفة.	٣٧
١٩	درجات الحرارة الفصلية تبعًا لاتجاهات الانحدار المختلفة.	٤٠

## فهرس الملاحق

صفحة	عنوان الملحق	م
٤٢	المتوسط الشهري والفصلي للإشعاع الشمسي تبعًا لمناسيب سطح الأرض.	١
٤٣	المتوسط الشهري والفصلي للإشعاع الشمسي تبعًا لدرجات انحدار سطح الأرض.	٢
٤٤	المتوسط الشهري والفصلي للإشعاع الشمسي تبعًا لاتجاه انحدار سطح الأرض.	٣
٤٥	المتوسط الشهري والفصلي لدرجة الحرارة تبعًا لمناسيب سطح الأرض.	٤
٤٦	المتوسط الشهري والفصلي لدرجة الحرارة تبعًا لدرجات انحدار سطح الأرض.	٥
٤٧	المتوسط الشهري والفصلي لدرجة الحرارة تبعًا لاتجاه انحدار سطح الأرض.	٦

## الملخص

تهدف الدراسة الراهنة إلى الكشف عن تأثير العامل الطبوغرافي في الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة في منطقة تتسم بالتنوع الطبوغرافي من حيث الارتفاع وشدة الانحدار واتجاهه، وقد اعتمدت الدراسة على التقنيات الحديثة في اشتقاق البيانات المناخية (الإشعاع - الحرارة) من خلال بيانات صور القمر الصناعي Land Sat-8، وكذلك نموذج الارتفاع الرقمي لتقدير قيم الإشعاع الشمسي واشتقاق البيانات الطبوغرافية، وقد عرضت الدراسة لطبيعة المنطقة من الناحية الطبوغرافية، ثم عرجت على العوامل المؤثرة في الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة، ثم تناولت تقدير قيم الإشعاع الشمسي وعلاقته بالجوانب الطبوغرافية، ثم خُتمت الدراسة بتوضيح للتوزيع الجغرافي للحرارة وعلاقته بالجوانب الطبوغرافية.

وقد توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج المهمة، منها: أن الإشعاع الشمسي يزداد خلال فصول العام كلما انتقلنا من الانحدار الهين وصولاً إلى الانحدار المتوسط، ثم يأخذ في التناقص التدريجي كلما اقتربنا من الانحدارات الجرفية. كما تزداد درجات الحرارة خلال فصول العام كلما انتقلنا من الانحدار المستوي وصولاً إلى الانحدار المتوسط ثم تأخذ في التناقص التدريجي كلما اقتربنا من الانحدارات الجرفية، وهو ما اتفق مع التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي بالمنطقة. كذلك يُعدُّ عامل درجة انحدار سطح الأرض أكثر العوامل الطبوغرافية تأثيراً في الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة، حيث أسهم بنسبة ٩٧%، ٨٩% في التغير في الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة لكل منهما على التوالي في منطقة الدراسة، يليه عامل الارتفاع ثم عامل اتجاه انحدار سطح الأرض.

**الكلمات المفتاحية:** العامل الطبوغرافي، الإشعاع الشمسي، درجة الحرارة، مدينة الجلالة.

### المقدمة:

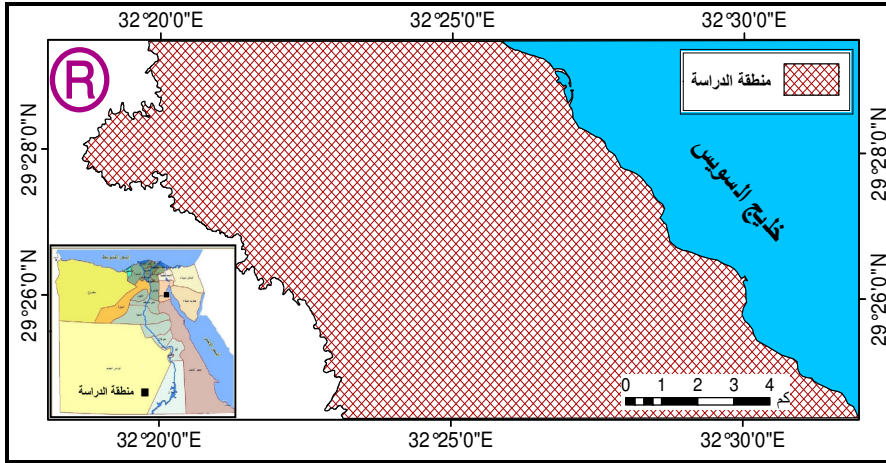
يعد العامل الطبوغرافي أحد العوامل المؤثرة في المناخ المحلي للمناطق الجغرافية؛ حيث تُظهر درجة حرارة سطح الأرض (LST) في المناطق الجبلية عدم تجانس مكاني عالٍ بسبب التأثيرات من التغيرات في العوامل الطبوغرافية السطحية (الارتفاع، والجانب، والمنحدر)، وتغطية الغطاء النباتي، والإشعاع الشمسي السطحي، وعوامل أخرى (Juelin, et al., 2018, p. 1).



وتتناول الدراسة الراهنة تأثير العامل الطبوغرافي على الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة في منطقة مدينة الجلالة، ولما كانت الظروف الحرارية بشقيها "الإشعاع الشمسي، ودرجة الحرارة" من العناصر المناخية التي تتأثر بعددٍ من العوامل، ومنها العامل الطبوغرافية، وتسعى الدراسة الراهنة إلى الوقوف على تأثير العامل الطبوغرافي بمستوياته (الارتفاع - واتجاه وشدة الانحدار) على قيم الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة في منطقة تتسم بالتنوع في سماتها الطبوغرافية، كما تعد منطقة واعدة وفق خطة التنمية العمرانية للمنطقة؛ حيث إنَّها اختيرت لتكون موضعاً لمدينة الجلالة الجديدة، وهي إحدى مدن الجيل الرابع المقامة فوق نطاق هضبي يضيء على المنطقة مناخاً محلياً خاصاً بها.

### موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة جغرافياً داخل الحيز المكاني لمحافظة السويس، جنوبي شرق مدينة العين السخنة بـ ١٨ كم تقريباً وذلك كما يتضح من شكل (١)، ويحدها شرقاً خليج السويس بينما يتمشى الحد الغربي مع خط كنتور ٧٠٠م، بوصفه أقصى خط كنتور امتد له العمران جهة الغرب، أما عن حدها الشمالي والجنوب فهو يتمشى مع دائرتي عرض ٢٩° ٢٩' و ٢١,٢° ٢٤'، وهو أقصى امتداد عمراني جهتي الشمال والجنوب، كما تمتد منطقة الدراسة بين خطي طول ٣٩,٣° ١٨' و ٣٢° ٥٩' ٣١'، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة ١٢١,٥٨ كم<sup>٢</sup>.



شكل (١) : منطقة الدراسة.

وتعد منطقة الدراسة ضمن نطاق هضبة الجلالة البحرية، وقد اختير الموقع من قبل هيئة المجتمعات العمرانية لإنشاء مدينة الجلالة الجديدة ضمن المخطط الإستراتيجي للتنمية العمرانية الذي يهدف إلى إنشاء التجمعات العمرانية والمدن الذكية، أو مدن الجيل الرابع كما يطلق عليها وقد جاءت مدينة الجلالة الجديدة لتمثل نموذجًا لهذه المدن على مساحة ١٧ ألف فدان أعلى هضبة الجلالة، كأكبر المشروعات التنموية المصرية، حيث يخطط لها أن تكون من أكثر المناطق جذبًا للسياحة.

### أهمية الدراسة:

تظهر أهمية الدراسة الراهنة في كونها من الدراسات الحديثة التي تتدرج ضمن الدراسات الجيومناخية والتي تهتم بدراسة العلاقات المتبادلة بين تأثير الخصائص الطبوغرافية على المناخ في منطقة عمرانية واعدة؛ حيث تهتم الدراسة بفهم وإيضاح العلاقات بين الإشعاع الشمسي والحرارة وكل من ارتفاع مناسيب الأرض ودرجة واتجاه انحدار سطح الأرض؛ لإظهار مدى تباين الإشعاع الشمسي والحرارة بين فصول السنة وفق هذه المتغيرات، ومن ثم مدى تأثير طبوغرافية المنطقة في ظروفها الحرارية.

كما أنها تعد أول محاولة لدراسة الخصائص الطبوغرافية وتأثيرها على الإشعاع الشمسي والحرارة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد؛ حيث جاءت معظم الدراسات في هذا الصدد تكشف عن علاقة الطبوغرافية بالنبات الطبيعي، بينما ندرت الدراسات التي اهتمت بتأثير العامل الطبوغرافية في المناخ، واقتصرت على ما جاءت به دراسة عبد العزيز عبد اللطيف عام ٢٠٠٠ والتي كشفت عن أثر ارتفاع مستوى سطح الأرض في شرق القاهرة وخاصة في مدينة المقطم ومدينة نصر، ودور ذلك الارتفاع في الاعتدال الحراري بتلك المناطق مقارنة بالمناطق الأقل ارتفاعًا، بينما تسعى الدراسة الراهنة إلى أخذ المستويات الطبوغرافية الثلاثة (الارتفاع - درجة واتجاه الانحدار) وتأثيرها على المناخ، وهو ما يختلف عن الدراسات السابقة.

كما تتبع أهمية الدراسة من أهمية منطقة الدراسة نفسها؛ حيث تعد المنطقة ضمن نطاق هضبة الجلالة البحرية، والتي اختيرت لإنشاء مدينة الجلالة الجديدة أعلى هضبة الجلالة البحرية، كأحد أكبر المشروعات التنموية المصرية، ويرجع ذلك إلى ارتفاع مستوى المدينة عن سطح البحر مما يُعطيها ميزة مناخية مقارنة بالمناطق المجاورة لها، والذي يتميز بالتباين الواضح في الارتفاعات المحلية والانحدارات الشديدة خاصة في السفوح الشرقية،

وسوف يساعد هذا الوضع الطبوغرافي على تباين الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة ويجعلها مدينة هضبية ذات طابع طبوغرافي ومناخي خاص.

هذا بالإضافة إلى مجموعة العوامل التي تميز موضع منطقة الدراسة، وهي: المسطح المائي والأسطح الصحراوية وطبوغرافية المنطقة، بالإضافة إلى تدخل العنصر البشري والمتمثل في التخطيط العمراني للمدينة، وكلها عوامل تجتمع في منطقة الدراسة مما يعطيها عبقرية مكانية في دراسة العلاقة بين الطبوغرافيا والمناخ وتأثيره على عمران مدينة هضبية تعد النموذج الأول في مصر.

### مشكلة الدراسة:

استقر الإنسان المصري القديم منذ القدم على ضفاف النيل فوق سهله الفيضي ودلتاه، بعد أن ترك الصحارى والهضاب التي تغيرت ظروفها الهيدرولوجية وشحت بها مصادر المياه ليجد من السهل الفيضي موضعاً أمثل للسكنى وإنشاء مستقراته البشرية، ومنذ ذلك الحين كان نهر النيل بسهله الفيضي ودلتاه محور الاهتمام، ومع تزايد عدد سكان القطر المصري، ضاق السهل الفيضي والدلتا ذرعاً أمام الضغط المتزايد سكانياً وسكنياً؛ لذا أخذت الدولة تتجه نحو الصحارى لتتسبب عدداً من المدن بعيداً عن السهل الفيضي لاستيعاب الطلب المتزايد على السكن في الحضر في ظل تيارات الهجرة الداخلية المتدفقة بشكل متزايد نحو الحضر، ولاسيما عواصم المحافظات وعاصمة الدولة سعياً نحو عيش أفضل، فقد أنشأت الدول عدداً من المدن تحت مسميات مدن الجبل الثاني والثالث، كما اتجهت الدولة مؤخرًا إلى سطح الهضاب المحيطة بالسهل الفيضي أو التي تشرف على خليج السويس لتؤسس لمدن الجيل الرابع.

وبنتبع الكتابات المناخية نجد أنها تهتم بالحيز المكاني للمستقرات البشرية، لذا نجد أغلب الدراسات قد اهتمت بمناخ البيئة الفيضية بوصفها الحيز الذي يستحوذ على معظم المستقرات البشرية، ومع انتقال الإنسان إلى تعمير الصحارى وإنشاء مدن ذات ظهير صحراوي وجدنا الكتابات آخذة في الاهتمام بطبيعة هذه البيئات من الناحية المناخية، ومؤخرًا ومع عودة الإنسان مجددًا للاستقرار فوق الهضاب نجد أنه من الأجدى أن يكون لدينا فهم أوضح عن طبيعة هذه البيئة الهضبية من الناحية المناخية، وربما تكون هناك كتابات كتبت في هذا الصدد لكنها قليلة، وإن ركز بعضها بشكل جلي على تأثير العامل الطبوغرافي على النبات الطبيعي، وهو تأثير غير مباشر.

وبهذا فإن الدراسات السابقة قد قدمت لنا تأثيرًا للعامل الطبوغرافي على بعض الجوانب المناخية، كما تشير المشاهدات الميدانية إلى أن المناطق التي تمثل شذوذًا مورفولوجيًا تتسم بظروف حرارية مختلفة عن المناطق المحيطة، كما هو الحال في هضبة الأهرام غرب مدينة الجيزة وجبل المقطم شرق مدينة القاهرة.

وتعد هضبة الجلالة البحرية شذوذًا فيزيوغرافيًا في منطقة السهل الساحلي الغربي لخليج السويس، لكن هذا الشذوذ يشغل حيزًا مكانيًا واسعًا ملتحمًا جنوبًا بجارتها هضبة الجلالة القبلية ولا يفصلها عنها إلا وادي عربة، ولما كانت منطقة الدراسة تشغل حيزًا طبيعيًا يتمثل في أجزاء من السهل الساحلي الضيق وهضبة الجلالة البحرية، ولما يتسم به هذا الحيز المكاني من تنوع طبوغرافي على مستوى الارتفاع ودرجات الانحدار واتجاه الانحدار.

### أهداف الدراسة:

- الكشف عن السمات الطبوغرافية التي تميز منطقة الدراسة.
- تحليل الصورة التوزيعية للمتوسطات الفصلية للإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة بمنطقة الدراسة.
- تحديد تأثير العوامل الطبوغرافية على قيم الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة.
- معرفة الخريطة الحرارية لمنطقة الدراسة في ضوء المتغيرات الطبوغرافية وإمكانية استغلالها في تنمية المنطقة.

### الدراسات السابقة:

تشير نتائج تتبع وفحص الدراسات السابقة حول تأثير العامل الطبوغرافي على الظروف الحرارية إلى ندرة الكتابات في هذا الصدد؛ بينما كان تركيز جل الكتابات على تأثير العامل الطبوغرافي على النبات الطبيعي، وتسعى الدراسة الراهنة إلى تقديم ملخص حول التراث البحثي الذي كتب في هذا المجال بوصفه الأقرب إلى موضوع الدراسة. أما عن الكتابات التي تضمنت منطقة الدراسة فمعظمها كتابات جيومورفولوجية بحثية أو تطبيقية تركز على موضوع الأخطار الجيومورفولوجية، وفيما يلي عرض لبعض الدراسات السابقة:

- دراسة (Raupach and Finnigan, 1997) بعنوان The influence of topography on meteorological variables and surface-atmosphere interactions وقد

ناقشت توازن الطاقة السطحية من حيث النظرية الخطية التي تستوعب الاضطرابات الإشعاعية والديناميكية الهوائية والارتفاع على توازن الطاقة السطحي فوق التلال، وانتهت إلى أن النظرية الخطية توفر مقاييس عامة لتحديد المقادير النسبية لهذه الاضطرابات، لكن تنبؤاتها الكمية تقتصر على المنحدرات المنخفضة، كما توصلت إلى أن التضاريس تعمل عملياً على اضطراب كل عملية ومتغيرات ذات صلة بالتفاعلات بين الأرض والغلاف الجوي، بما في ذلك الإشعاع ودرجة حرارة الهواء ونقص التشبع والرياح والاضطراب والغيوم والتهطل وخصائص التربة والغطاء النباتي.

- دراسة عبد العزيز عبد اللطيف يوسف (٢٠٠٠)، بعنوان "مناطق الحرارة المثلى في مدينة القاهرة: دراسة جغرافية في المناخ الحضري"، وقد اهتمت الدراسة بتعرّف مناطق الاعتدال الحراري في مدينة القاهرة، اعتماداً على تحديد دور المسطحات الخضراء في المدينة ودورها في تخفيض درجة الحرارة حولها، وأثر ارتفاع مستوى سطح الأرض في شرق القاهرة وبخاصة في مدينة المقطم ومدينة نصر، ودور ذلك الارتفاع في الاعتدال الحراري بتلك المناطق، وكذلك دور نهر النيل في تخفيف وطأة الحرارة خلال أيام الصيف. وانتهى البحث إلى أن المسطحات الخضراء لها دور في تلطيف درجات الحرارة وبخاصة للمساحات الكبيرة، وأن منطقة المقطم تعد من مناطق الاعتدال الحراري، مقارنة بمنطقة قلب المدينة في العتبة، وأن تأثير نهر النيل يقل مع الوقت بفعل ازدياد الإشغالات على جانبيه.

- دراسة (Yassine and Abdelhamid, 2011) بعنوان Assessment of the canopy urban heat island of a coastal arid tropical city: The case of Muscat, Oman وفيها تم فحص التباين المكاني والزمني لجزيرة الحرارة الحضرية على مستوى المظلة (UHI) في مسقط على أساس ملاحظات الأرصاد الجوية وقياسات متنقلة خلال فترة سنة. وتشير النتائج إلى أن ذروة حجم UHI تحدث من ٦ إلى ٧ ساعات بعد غروب الشمس وتتطور بشكل جيد في فصل الصيف، يقع القلب الدافئ لـ UHI في منطقة المرتفعات في مسقط، على طول واد ضيق يتميز بتهوية منخفضة وأنشطة تجارية عالية ومبانٍ متعددة الطوابق وحركة مرور كثيفة على الطرق. ومن الناحية الطبوغرافية، فإن هذا الوادي محاط بجبال مكونة من صخور داكنة اللون يمكن أن تمتص إشعاع الموجات القصيرة، كما تسهم في ظهور هذا القلب الحضري الدافئ. وبالإضافة إلى ذلك، فإن هذه التضاريس الجبلية تميل إلى عزل هذا الموقع عن تأثير التبريد لدوران نسيم البر والبحر خلال النهار في هذا الوادي الدافئ.

- دراسة (Kayiranga, 2017) بعنوان " Analysis of Climate and Topography Impacts on the Spatial Distribution of Vegetation in the Virunga Volcanoes Massif of East-Central Africa": هدفت هذه الورقة إلى معرفة تأثير العوامل المناخية والطبوغرافية على توزيع الغطاء النباتي في كتلة براكين فيرونجا باستخدام نظام المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. وكانت المتغيرات المناخية تتضمن هطول الأمطار ودرجة حرارة سطح الأرض (LST)، والتبخر (ET)، في حين شملت العوامل الطبوغرافية كلاً من الارتفاع واتجاه الانحدار. وقد تم استخدام نموذج الانحدار الموزون (GWR) ووجد أن العوامل المناخية ومؤشر الاخضرار NDVI يتغيران مع الارتفاع واتجاه الانحدار. وقد خلصت النتائج إلى أن الارتفاع، واتجاه الانحدار ودرجة حرارة السطح والتبخر هي العوامل الرئيسية التي تتحكم في التوزيع المكاني ونمو الغطاء النباتي.

- دراسة (Juelin, 2018)، حول "The impact of the terrain effect on land surface temperature variation based on Landsat-8 observations in mountainous areas": وقد تم اختيار حوضين نهريين صغيرين يقعان في الشمال الشرقي والجنوب الغربي من الصين كمناطق الدراسة لإجراء التحليل الكمي وتحديد تأثير التضاريس على درجة حرارة سطح الأرض (LST). وتم الحصول على صور كل من الصيف والشتاء من Landsat-8 لكل منطقة دراسة، كما تم تقييم تباين LST من خلال تطبيق انحدار خطي مقابل العوامل الرئيسية للتمييز بين أهميتها. وقد أوضحت النتائج العلاقة العكسية القوية بين LST والارتفاع لكلا منطقتي الدراسة، وعلاوة على ذلك، فقد أشار التحليل فيما يتعلق بآثار التغيرات في جوانب السطح والانحدار، وفي الجوانب المختلفة إلى نمط اتجاهي مماثل لمعدل الزوال، كما أظهر أن الجانب الجنوبي عادة ما يكون له أعلى معدل في كلا منطقتي الدراسة. وبالإضافة إلى ذلك، فمن الواضح أن معدل الزوال كان له علاقة سلبية مع الزيادة في زاوية ذروة الطاقة الشمسية المحلية، بالإضافة إلى أن حالة الغطاء النباتي كانت أيضاً عاملاً رئيساً له أثر في معدل الزوال من خلال تغيير الخاصية الحرارية لسطح الأرض.

- دراسة (Nabil, 2019) بعنوان "Analysis of the pattern of surface temperature in Amman city": هدفت الورقة إلى دراسة نمط ومستويات حرارة السطح وظاهرة جزيرة الحرارة في مدينة عمان لتحديد شكل الارتباط بين المكونات الطبيعية والبشرية في المدينة، وخلصت الدراسة إلى عدد من النتائج، هي: أن العوامل الطبيعية لعبت

دورًا حاسمًا في تحييد وتقليل تأثير درجة حرارة السطح في منطقة الدراسة، كذلك تم العثور على التركيز العالي لدرجة حرارة السطح في أطراف المدينة، وبخاصة الجزء الجنوبي والشرقي من منطقة الدراسة، ومن ناحية أخرى، سجل الجزء الغربي درجة حرارة منخفضة للسطح. ويرجع ذلك إلى عددٍ من العوامل الطبيعية، مثل: المنحدرات الجبلية وارتفاع مستوى سطح البحر. مما يسهم في زيادة معدلات هطول الأمطار، وبالتالي تتركز كثافة الغطاء النباتي في الجانبين الشمالي والغربي للمدينة، في حين أن كثافة الغطاء النباتي ودرجة حرارة السطح بينهما علاقة عكسية.

- دراسة محمد هاني سعيد (٢٠٢٠): وقد تناولت الدراسة الظروف الحرارية لمدينة السادس من أكتوبر كأحدى المدن الجديدة ذات الظهير الصحراوي، وعلاقة ذلك بالنمو والنسيج العمراني للمدينة، وخلصت الدراسة إلى أن الكتلة المبنية داخل المدينة جزيرة سالبة أو باردة بالنسبة للأسطح الصحراوية داخل المدينة؛ وذلك نتيجة اختلاف الخصائص الحرارية الطبيعية للمناطق المبنية والأسطح الصحراوية. كما أثر النمو العمراني وتغير الغطاء الأرضي للمدينة بشكل كبير وملحوظ على تغير درجات حرارة سطح الأرض؛ مما أدى إلى التغير في الجزيرة الحرارية داخل المدينة.

### تساؤلات الدراسة:

تتبلور تساؤلات الدراسة في تساؤل رئيس: ما تأثير العامل الطبوغرافي في الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة بمنطقة مدينة الجلالة؟ وينبثق من هذا التساؤل الرئيس مجموعة من التساؤلات الفرعية، وهي:

- ما السمات التضاريسية التي تميز منطقة الدراسة؟
- ما العوامل الجغرافية المؤثرة في الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة بمنطقة الدراسة؟
- ما الصورة التوزيعية للمتوسطات الفصلية للإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة بمنطقة الدراسة؟
- ما تأثير المتغيرات الطبوغرافية في قيم الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة بمنطقة الدراسة؟
- ما طبيعة الخريطة الحرارية في ضوء الوزن النسبي لعامل الطبوغرافيا؟

## مراحل الدراسة:

مرت الدراسة بعدد من المراحل المنهجية بدأت بمرحلة تحديد المشكلة البحثية وانتهت بكتابة البحث مروراً بمرحلة جمع البيانات من مصادرها المختلفة وتصنيفها ومعالجتها، وفيما يلي عرض لهذه المراحل:

١- **مرحلة بلورة المشكلة البحثية:** يطلق على هذه المرحلة، المرحلة التصورية وهي أولى مراحل البحث العلمي؛ حيث تتحدد إشكالية البحث في ذهن الباحث في ضوء تتبعه للكتابات العلمية التي كتبت في مجال اهتمامه البحثي، وكذلك في ضوء مشاهداته الميدانية، وتشير الكتابات البحثية الحديثة - التي تناولت علاقة الطبوغرافيا ببعض الظروف المناخية وتأثير ذلك على النبات الطبيعي - إلى تأثير النبات بالخصائص الطبوغرافية التي بدورها تؤثر في الظروف المناخية، كما تؤثر الأخيرة في إحداث اختلافات نباتية ترتبط بكثافة وارتفاع وتنوع النباتات على المستويات التضاريسية المختلفة، وتشير المشاهدات الميدانية إلى توجه الدولة إلى إنشاء عدد من المدن التي تعتلي مناطق مرتفعة في منسوبها ولها سمات طبوغرافية متباينة؛ لذا تسعى الدراسة الراهنة إلى الكشف عن تأثير العامل الطبوغرافي على الظروف الحرارية لنموذج من هذه المناطق متمثل في منطقة هضبة الجلالة البحرية، والتي اختيرت لتكون موضعاً لمدينة الجلالة الجديدة، وهو موضع يجمع في ثناياه بين ظروف المدن الصحراوية من جهة وظروف المدن الهضبية من جهة أخرى، أمّا عن ظروف المدن الصحراوية فقد تناولتها دراسة (محمد هاني، ٢٠٢٠) وقد خلصت إلى أن مناخ المدن الصحراوية يختلف عن مناخ المدن في السهل الفيضي والدلتا؛ حيث تشكل المدينة جزيرة معتدلة بالمقارنة بالظروف الحرارية المحيطة، بينما جاءت المدن في السهل الفيضي والدلتا والتي تمثل حيزها المكاني جزراً حارة بالمقارنة بالظروف الحرارية للمناطق المحيطة، أمّا متغير الطبوغرافيا بمستوياته الثلاثة (الارتفاع، ودرجة واتجاه الانحدار) فلم تتناوله دراسة بشيء من التفصيل، وتسعى الدراسة الراهنة إلى الكشف عن تأثير عامل الطبوغرافيا في تباين الإشعاع الشمسي والظروف الحرارية بمنطقة الدراسة.

٢- **مرحلة جمع البيانات وتصنيفها ومعالجتها:** انقسمت بيانات الدراسة إلى قسمين رئيسيين، هما: البيانات الطبوغرافية والبيانات المناخية؛ حيث تم الاعتماد على نموذج



الارتفاع الرقمي من هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية والمتاح على الرابط <https://vertex.daac.asf.alaska.edu> بدقة مكانية ١٢,٥ متر، في توفير بيانات القسم الأول، أمّا بيانات القسم الثاني فقد اتبعت الدراسة لتوفيرها الطريقة المنهجية التي اعتمدت عليها دراسة (Parastatidis, 2017) بعنوان Online Global Land Surface Temperature Estimation from Landsat والتي تتلخص في تقدير درجة حرارة سطح الأرض (LST) للعالم من أجهزة استشعار حرارية تعمل بالأشعة تحت الحمراء من لاندسات ٥ و ٧ و ٨، باستخدام مصادر انبعاثية سطحية مختلفة، واستخدام خوارزمية القناة الواحدة من أجل الاتساق بين منتجات LST المقدر، في حين أن خيار استخدام الانبعاثية من مصادر مختلفة يوفر المرونة لتنفيذ الخوارزمية لأي مجال اهتمام؛ حيث يعد محرك (Google Earth) منصة لبيانات وتحليل متقدم لعلوم الأرض، يسمح بتقدير منتجات LST للعالم، والتي تغطي الفترة الزمنية من ١٩٨٤ إلى الوقت الحاضر.

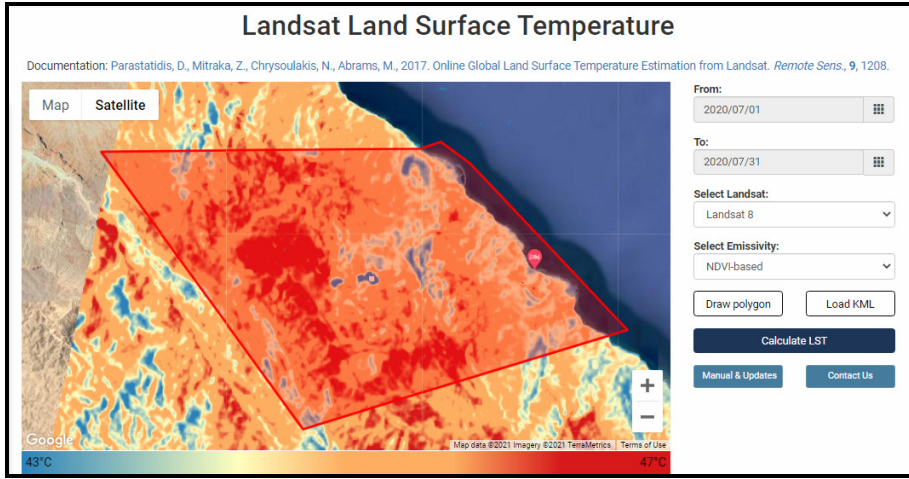
ولتقييم الطريقة، تمت مقارنة منتجات LST المقدر بمرجعين الأول مجموعات البيانات:

أ- منتجات LST المشتقة من ASTER (انبعاث حراري متقدم عبر الفضاء ومقياس إشعاع الانعكاس)، كمنتجات عالية المستوى تعتمد على الفصل بين درجة الحرارة والانبعاثية.

ب- بيانات لاندسات LST التي تم إنتاجها بشكل مستقل باستخدام طرق مختلفة، وقد لوحظ RMSE إجمالي (الجذر التربيعي لمتوسط الخطأ) يبلغ ١,٥٢ درجة مئوية، وتم تأكيد أن دقة منتج LST تعتمد على الانبعاثية، وأن مصادر الانبعاث المختلفة تنتج دقة LST مختلفة، اعتماداً على غطاء السطح. وهذه البيانات متاحة على الرابط [http://rslab.gr/downloads\\_LandsatLST.html](http://rslab.gr/downloads_LandsatLST.html)، وقد تم تحميل ١٢ مرئية فضائية بحيث يتم تمثيل كل شهر السنة، ويشير شكل (٢) إلى طريقة تحميل صورة القمر الصناعي من منصة التحميل.

أما على مستوى المعالجة واشتقاق البيانات فقد تمت معالجة نموذج الارتفاع الرقمي؛ لتفادي التشوهات واستخراج قيم الارتفاعات ودرجات واتجاهات الانحدار للوقوف على طبيعة المنطقة من الناحية الطبوغرافية، أما فيما يخص البيانات المناخية فقد تم

استخراج قيم الإشعاع الشمسي بصورة مقدره من نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام أداة التحليل المكاني ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية، كذلك تم استخراج بيانات الحرارة من صور القمر الصناعي Lanssat8 والتي سبقت الإشارة إليها على مستوى كل شهور السنة وكذلك الفصول باستخدام أداة cell statistics لدمج المرئيات الخاصة بشهور كل فصل على حدة، وكذلك استخراج قيم الحرارة والإشعاع على مستوى الارتفاع والانحدار من حيث الشدة والاتجاه.



شكل (٢) : منصة تحميل صور القمر الصناعي Land sat8 لاستخراج درجة حرارة السطح.

٣- مرحلة كتابة البحث: تعد هذه المرحلة أهم المراحل، حيث تتضمن تفسير البيانات والمعلومات التي تم استخراجها في المرحلة السابقة ووضعها في قالب علمي يفسر جميع التساؤلات التي تصدرت البحث، وقد تم الاستقرار على أن يكون البحث متضمناً العناصر التالية:

- الخصائص الطبوغرافية لمنطقة الدراسة.
- العوامل المؤثرة في الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة بمنطقة الدراسة.
- التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي في منطقة الدراسة.
- التوزيع الفصلي لدرجات الحرارة وعلاقته بالجوانب الطبوغرافية.

## مصادر الدراسة:

تنوعت مصادر الدراسة ما بين مصادر خرائطية ورقمية؛ بهدف اشتقاق البيانات التضاريسية والمناخية، وتراث بحثي يكشف لنا آخر ما انتهت إليه الكتابات في مجال اهتمام الدراسة الراهنة، وفيما يلي عرض لهذه المصادر:

- ١- المصادر الخرائطية: تم الاعتماد على عدد من الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠ المنتجة عام ١٩٨٩ بواسطة هيئة المساحة العسكرية لوحات (العين السخنة وجبل الجلالة البحرية)، وقد تم الاعتماد عليها في تكوين صورة ذهنية حول منطقة الدراسة من الناحية التضاريسية والجيومورفولوجية.
- ٢- المصادر الرقمية: كما تم الاعتماد على بيانات من مصادر رقمية، مثل: نموذج الارتفاع الرقمي من هيئة المساحة الجيولوجية بدقة مكانية ١٢,٥ م، كما تم الاعتماد على عدد من صور القمر الصناعي landsat-8 لشهور السنة عام ٢٠٢٠، وأخيراً تم الاعتماد على الخريطة الرقمية المتوفرة في برنامج نظم المعلومات الجغرافية لتعرف خصائص الكتل العمرانية (المنتجعين الساحلي والجبلي) كذلك الطرق التي تربطهما ببعض والممتدة بينهما وبين التجمعات العمرانية المجاورة.

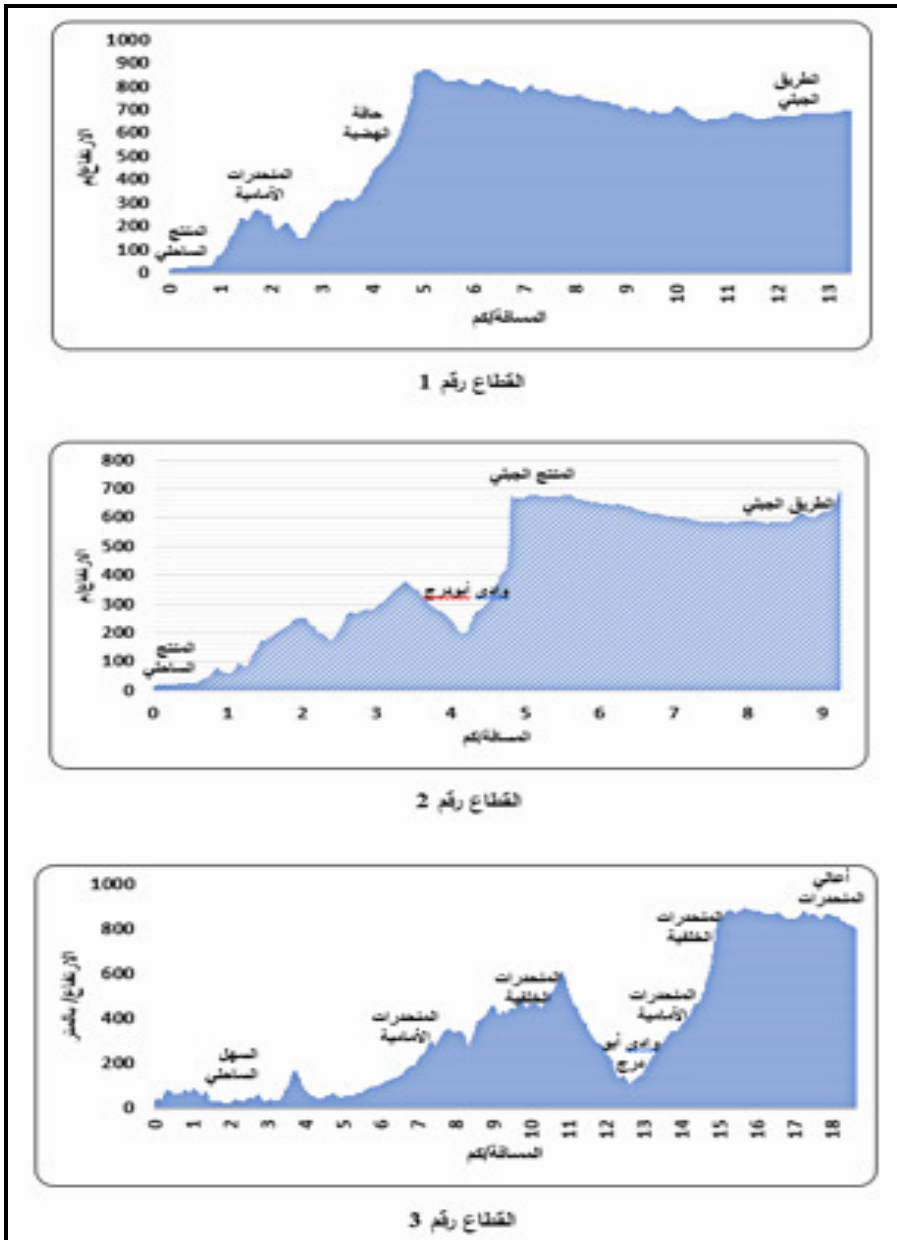
## أولاً - الخصائص الطبوغرافية لمنطقة الدراسة :

تتضمن الخصائص الطبوغرافية عرضاً للوحدات التضاريسية بالمنطقة كذلك الارتفاع والانحدارات من حيث شدتها واتجاهها، وفيما يلي عرض لهذه الخصائص:

### ١) الوحدات التضاريسية بمنطقة الدراسة:

تتكون منطقة الدراسة من وحدتين تضاريسيتين، هما: السهل الساحلي والنطاق الهضبي (شكل ٣).

أ. السهل الساحلي: يمتد السهل الساحلي من التقاء اليباس مع مياه خليج السويس حتى منسوب ٢٠٠ متر، في اتجاه شمالي غربي جنوبي شرقي، ويتسم السهل هنا بالضيق نتيجة اقتراب منحدرات هضبة الجلالة البحرية من الخليج ولا يتسع إلا في مواضع مصبات الأودية الجافة كما هو الحال في جنوب شرق المنطقة (مصب وادي كسيب) وشمالها الشرقي (مصب وادي أبو درج)، وتبلغ مساحته ٢٦ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٢١,٣٨% من منطقة الدراسة.



شكل (3) : القطاعات التضاريسية.

ب. هضبة الجلالة البحرية: تشغل الهضبة بمنحدراتها المساحة الأكبر من منطقة الدراسة؛ حيث تمثل ٩٥,٥٨ كم<sup>٢</sup> نسبة ٧٨,٦٢% من مساحة منطقة الدراسة، وتتقسم منحدرات هضبة الجلالة التي تتجه صوب خليج السويس بصفه عامة إلى ثلاث فئات في منطقة الدراسة بحيث تمثل المنحدرات الأمامية Toe slope المساحة الممتدة من منسوب أعلى من ٢٠٠ حتى ٤٥٠ مترٍ بمساحة إجمالية ١٨,٨٤ كم<sup>٢</sup> بنسبة ١٥,٥% من مساحة منطقة الدراسة، وعلى الرغم من صغر مساحة هذه الفئة من المنحدرات إلا أنها أكثر المنحدرات تعقيداً وتتوعاً من الناحية الطبوغرافية بالمقارنة بباقي المنحدرات، بينما تمتد المنحدرات الخلفية في الأراضي الممتدة أعلى منسوب ٤٥٠ مترٍ حتى منسوب ٦٥٠ مترٍ بمساحة تبلغ ٣٧,٧٤ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٣١%، ويُعدُّ هذا القسم من الهضبة أكثر منحدرات الهضبة استواءً، وقد استغل لبناء المنتجع الجبلي لمدينة الجلالة الجديدة، مستفيداً من واجهته الجرفية التي تمثل إطلالة بحرية فريدة على الرغم من بعدها عن البحر؛ لأنَّ خصائصها الطبوغرافية تقدِّم ميزة مكانية لإنشاء منتجع جبلي ذي إطلالة بحرية متميزة، أما عن ثالث فئات المنحدرات فتتمثل في أعالي المنحدرات التي تشغل المساحة الأكبر من الهضبة بمنطقة الدراسة والتي تمثل ٣٩ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٣٢,١% وتحتل هذه المنحدرات مناطق متفرقة بمنطقة الدراسة، كما تظهر في شكل (٤) حيث تشغل المساحة الأكبر منها في الجهة الشمالية الغربية من المنطقة.

## (٢) خصائص السطح:

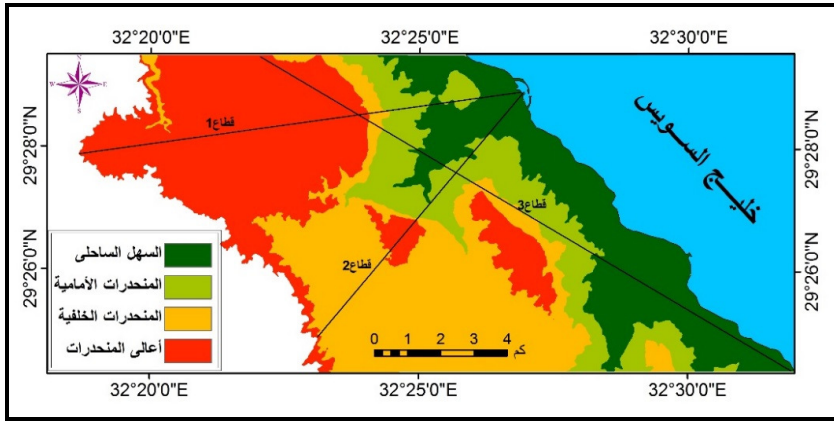
تُعدُّ خصائص السطح من حيث الارتفاع، والانحدار من حيث الشدة والاتجاه من الجوانب المهمة في تناول الظروف الحرارية للمناطق الجغرافية، وفيما يلي عرض لهذه الخصائص:

أ. الارتفاع: يُعدُّ منسوب الأرض أحد العوامل الفاعلة في التأثير على الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة؛ حيث تشير الدراسات السابقة في هذا الصدد إلى أن الحرارة تنخفض درجة واحدة كلما ارتفعنا ١٥٠ متر في المتوسط، وتختلف هذه القيم تبعاً لاختلاف المناطق ما بين مناطق جافة وأخرى رطبة، وتسعى الدراسة في هذا الجانب إلى الوقوف أولاً على طبيعة المناسيب داخل منطقة الدراسة والمساحات التي تشغلها هذه المناسيب، ثم ربط هذا الجانب بخصائص الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة في القسم التالي من الدراسة، وتشير بيانات جدول (١) وشكل (٥) إلى عدد من الحقائق حول المناسيب ونسب مساحتها بمنطقة الدراسة، وهي كالتالي:

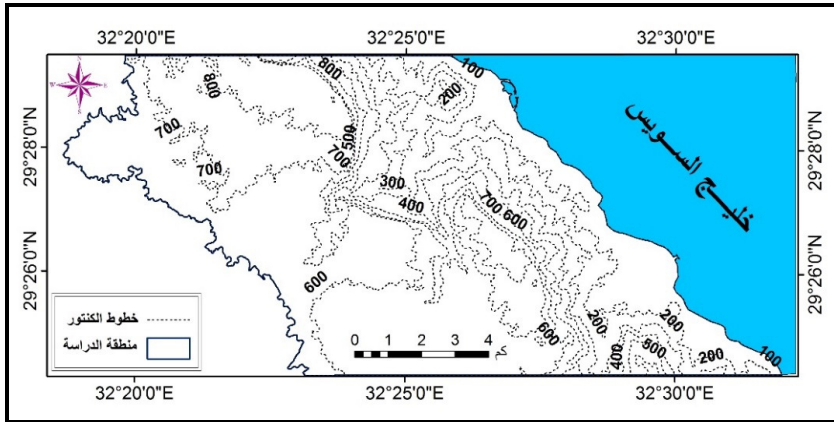
جدول (١) : توزيع أراضي منطقة الدراسة تبعًا لمناسيب سطح الأرض ونسبتها المئوية.

النسبة المئوية	المساحة/ كم	المنسوب	النسبة المئوية	المساحة/ كم	المنسوب
١٨,٧٢	٢٢,٨١	٥٠٠-٦٠٠	١١,٨٠	١٤,٣٨	أقل من ١٠٠ م
٢٥,٥٧	٣١,١٦	٦٠٠-٧٠٠	٩,٦٥	١١,٧٦	١٠٠-٢٠٠
١١,٠٢	١٣,٤٣	٧٠٠-٨٠٠	٧,٥٧	٩,٢٢	٢٠٠-٣٠٠
٥,٠١	٦,١	٨٠٠-٩٠٠	٥,٨٠	٧,٠٧	٣٠٠-٤٠٠
١٠٠	١٢١,٨٥	الإجمالي	٤,٨٦	٥,٩٢	٤٠٠-٥٠٠

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي.



شكل (٤) : الخريطة التضاريسية لمنطقة الدراسة.



شكل (٥) : الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة.

- تراوحت مناسيب منطقة الدراسة ما بين منسوب سطح البحر حتى ٩٠٠ متر.
- شغلت المناسيب التي تتراوح ما بين ٦٠٠-٧٠٠ متر النسبة الأكبر من مساحة منطقة الدراسة لتمثل ٢٥,٥٧% من مساحة منطقة الدراسة، بينما جاءت المناسيب الواقعة ما بين ٤٠٠-٥٠٠ متر لتشكل النسبة الأقل في مساحة منطقة الدراسة لتشكل ٤,٨٦%.
- جاءت المناسيب التي تتراوح ما بين ٥٠٠-٦٠٠ متر في الترتيب الثاني بنسبة ١٨,٧٢%.
- لم تكن هناك فروقٌ جوهريّة في نسب الأراضي تبعاً للمناسيب الأخرى المختلفة والتي تراوحت ما بين ١-٥,٨-١١%.

**ب. الانحدار:** لم يلقَ الانحدار بشقيه الشدة والاتجاه اهتمام الدارسين الجيومورفولوجيين منهم والمناخيين من حيث التأثير في الحرارة، وتقدم الدراسة الراهنة فرضية مهمة ترتبط بتأثير كل من شدة الانحدار واتجاه الانحدار في درجة الحرارة، واستندت الدراسة في وضع فرضيتها على مشاهدات ميدانية حياتية ترتبط بجوانب خاصة بزاوية سقوط الإشعاع الشمسي وما يرتبط به من كميات مختلفة من الإشعاع تبعاً لزاوية السقوط، كما تُعدُّ زاوية واتجاه السطح المستقبل للإشعاع هي الأخرى إحدى العوامل الحاكمة في مقدار استقبال كميات متباينة من الإشعاع الشمسي، وتشير بيانات جدولي (٢، ٣) إلى عدد من الحقائق التضاريسية حول شدة الانحدار واتجاهه، وهي كالتالي:

- تتمثل درجات الانحدار باختلاف درجات شدتها بمنطقة الدراسة بين أراضي مستوية وانحدارات هينة إلى متوسطة الانحدار ومنحدرة بدرجة فوق متوسطة وشديدة وشديدة جداً، كذلك تمثلت انحدارات الجروف في منطقة الدراسة متمثلة في واجهات الحافات (شكل ٦).
- تُعدُّ الانحدارات الهينة والمتوسطة وفوق المتوسطة وشديد الانحدار هي الانحدارات السائدة بمنطقة الدراسة، لتمثل النسب التالية على الترتيب ١٨,٧٦%، ٢٣,٤٩%، ٢٤,٠٣% و ٢٠,١٥%، بينما جاءت الانحدارات الشديدة جداً والجروف والأراضي المستوية لتمثل نسباً محدودة من منطقة الدراسة؛ حيث مثلت ٦,٠٩%، ١,٤١% و ٦,٠٧% على الترتيب.

- تمثلت جميع اتجاهات الانحدار الرئيسية والفرعية بمنطقة الدراسة وتشير نسب مساحاتها إلى عدم وجود فروق جوهرية بين جميع الاتجاهات، ما عدا الأراضي المستوية تمامًا؛ حيث سجلت الأخيرة ما نسبته ٢,٣٧% بينما تراوحت باقي النسب للاتجاهات المختلفة ما بين ٩,٠٢ - ١٦,٣٢% (شكل ٧).

جدول (٢) : توزيع مساحة الأراضي ونسبتها المئوية بمنطقة الدراسة تبعًا لفئات الانحدار.

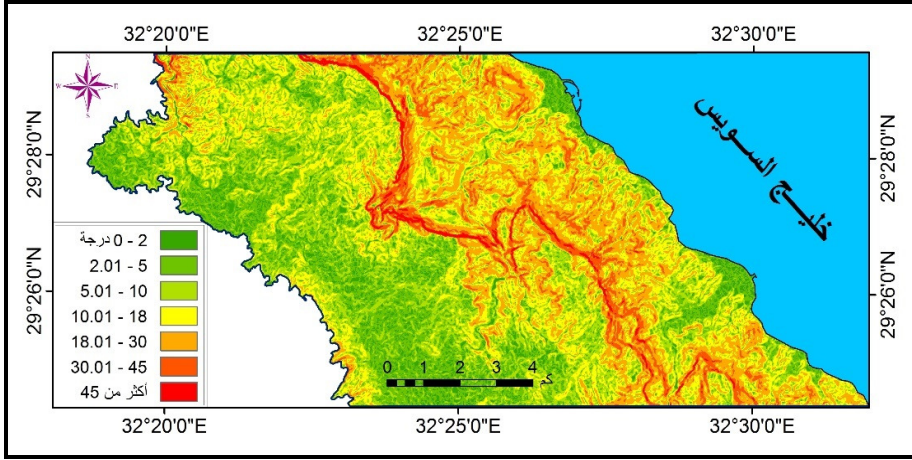
الانحدار/ بالدرجة	صفة الانحدار	المساحة/كم <sup>٢</sup>	النسبة المئوية
صفر-٢	مستوٍ	٧,٤٤	٦,٠٧
٥-٢	انحدار خفيف	٢٣	١٨,٧٦
١٠-٥	انحدار متوسط	٢٨,٨	٢٣,٤٩
١٨-١٠	انحدار فوق متوسط	٢٩,٤٥	٢٤,٠٣
٣٠-١٨	انحدار شديد	٢٤,٠٧	٢٠,١٥
٤٥-٣٠	انحدار شديد جدا	٧,٤٦	٦,٠٩
أكثر من ٤٥	جروف	١,٦٣	١,٤١
الإجمالي		١٢١,٨٥	١٠٠

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي. وتصنيف درجات الانحدار اعتمادًا على طريقة يانج (Young, 1972).

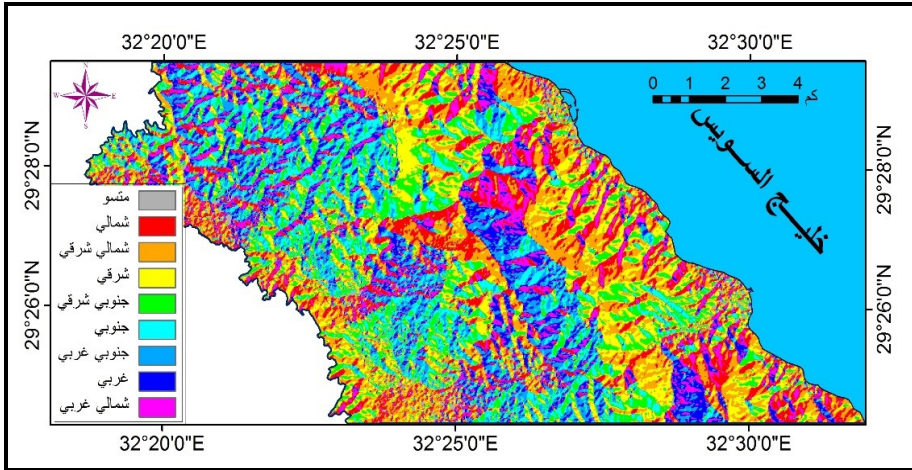
جدول (٣) : توزيع مساحة الأراضي ونسبتها المئوية تبعًا لاتجاهات الانحدار.

اتجاه الانحدار	المساحة/ كم	النسبة المئوية	اتجاه الانحدار	المساحة/ كم	النسبة المئوية
مستوٍ	٢,٨٩	٢,٣٧	جنوبي	١٣,٢٨	١٠,٩٠
شمالي	١٥,٢٥	١٢,٥٢	جنوبي غربي	١٢,٦٣	١٠,٣٧
شمالي شرقي	١٩,٨٨	١٦,٣٢	غربي	١٠,٩٩	٩,٠٢
شرقي	١٨,٠٥	١٤,٨١	شمالي غربي	١٢,٢٥	١٠,٠٥
جنوبي شرقي	١٦,٦٣	١٣,٦٥	الإجمالي	١٢١,٨٥	١٠٠





شكل (٦) : درجات انحدار سطح الأرض.



شكل (٧) : اتجاهات الانحدار بمنطقة الدراسة.

## ثانياً - العوامل المؤثرة في الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة بمنطقة الدراسة :

تؤثر في الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة لمنطقة مدينة الجلالة مجموعة من العوامل المعقدة والمتداخلة والتي تؤثر في بعضها البعض كما تؤثر في الظروف الحرارية بالمنطقة ومنها المسطح المائي وطبوغرافية المنطقة والأسطح الصحراوية والتخطيط العمراني للمدينة.

## (١) المسطح المائي:

عادةً ما تكون المسطحات المائية أقل الغطاءات الأرضية حرارة وأقلها عكساً للإشعاع الشمسي، والسبب في ذلك يعود إلى استهلاك جزء كبيرٍ من الإشعاع الشمسي الممتص في تحويل المياه إلى بخار ماء، كذلك تتسم المياه بسطح مستوٍ تماماً؛ لذا فهي أكثر الغطاءات تعرضاً لتشتيت الحرارة أفقياً بفعل الرياح، ورأسياً نتيجة سرعة تسرب الإشعاع الأرضي (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٢١٤). لذا يلعب المسطح المائي دوراً رئيساً في مناخ منطقة الدراسة؛ حيث يعمل على تلطيف درجة حرارة الصيف في المناطق المجاورة له، كما يحافظ على الدفء في بخار الماء الذي يعلوه في الشتاء، كما يعمل على زيادة الرطوبة النسبية وبخاصة في المناطق التي تجاوره؛ حيث يتشبع هواء المنطقة ببخار الماء مما يزيد من الرطوبة النسبية، إضافة إلى أن اختلاف درجات الحرارة بين اليبس والماء يترتب عليه انخفاض درجة حرارة مياه المسطح المائي والهواء الذي يعلوه وتكون منطقة ضغط مرتفع نسبياً نهاراً على سطح الماء، مما يؤدي إلى هبوب رياح يومية تعرف بنسيم البحر نهاراً، وهي التي تكون مسؤولة عن نقل الأثر الملطف للمسطح المائي إلى المناطق المجاورة الأكثر حرارة.

## (٢) طبوغرافية المنطقة:

تنخفض درجة الحرارة كلما ارتفعنا عن منسوب سطح البحر؛ وذلك بسبب البعد عن مصدر الإشعاع الرئيس للأشعة الحرارية المرتدة من سطح الأرض، وقلّة وانخفاض نسب ذرات الغبار وبخار الماء وثنائي أكسيد الكربون والغيوم والضباب والسحب كلما ارتفعنا لأعلى، وهي التي تحافظ على حرارة الهواء من التبدد والتشتت في الفضاء؛ لأنها تمتص معظم الأشعة الحرارية الأرضية، بالإضافة إلى تخلخل الهواء وقلّة ضغطه وانخفاض حرارة جزيئاته وتباعدها كلما ارتفعنا لأعلى. كذلك نجد أن الانحدارات واتجاهات التضاريس تؤثر على الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة، فكلما زادت الانحدارات انتشرت الأشعة على مساحة أكبر، كما تختلف الاتجاهات أيضاً في استقبالها لكمية الأشعة الشمسية؛ فالمناطق المستوية تختلف في درجة حرارتها عن المناطق المنحدرة نظراً لاختلاف كل منها في مقدار الطاقة التي تستقبلها (إبراهيم محمد علي، ١٤٢٥هـ، ص ص ٤٢-٤٤).

### ٣) الأسطح الصحراوية:

تتسم الأسطح الصخرية والرملية الصحراوية بخصائص طبيعية تجعلها أكثر وأسرع استجابة لعملية التسخين من العمران الحضري الذي يسخن بشكل أبطأ خلال النهار، ويطلق على هذه الخصائص الطبيعية إجمالاً اسم "القصور الحراري Thermal Inertia"، بالإضافة إلى أن الأسطح الصحراوية تفقد كثيراً من الطاقة الإشعاعية الساقطة عليها؛ نتيجة ارتفاع معدلات الألبيدو ويعود ذلك أساساً إلى جفاف التربة وندرة الرطوبة السطحية، إضافة إلى اللون الفاتح للتكوينات الصخرية والتضرس السطحي في بعض المناطق (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٧٢).

### ٤) التخطيط العمراني للمدينة:

يؤثر التخطيط الحضري في الظروف الحرارية للمدن من خلال تأثيره على الإشعاعين الشمسي والأرضي، وكذا تدفق الرياح والتبادل الحراري، ومن أهم خصائص عناصر التخطيط العمراني التي تؤثر في تشكيل مناخ المدن: أنماط النسيج العمراني، والنمو العمراني، وكثافة الكتلة العمرانية، وتخطيط المباني وخواصها؛ وذلك من خلال تصميم المبنى وتوجيهه وارتفاع المباني، إلى جانب المساحات غير المبنية والمتمثلة في شبكة الطرق والشوارع، والتي تتم معالجتها من خلال اتجاه محور الشوارع وعرض وارتفاع الشارع وكذلك المساحات الخضراء؛ لأن جميعها متغيرات يمكن التحكم فيها بواسطة المخطط والمعماري لإيجاد مناخ عمراني ملائم (محمد هاني، ٢٠٢٠، ص ٣٥).

وفي ضوء ما سبق حول عرض العوامل المؤثرة في الظروف الحرارية بمنطقة الدراسة يوضح شكل (٨) تأثير تلك العوامل على توزيع درجة حرارة سطح الأرض (م) في محيط المناطق العمرانية بمنطقة الدراسة والمتمثلة في المنتجع الساحلي والمنتجع الجبلي والمناطق الصحراوية المحيطة بهما، والمتمثلة للمتوسط السنوي نهاراً. وفيما يلي عرض لتأثير هذه العوامل:

- تتباين درجات الحرارة في المنطقة الممتدة على منسوب أقل من ١٠٠م فوق سطح البحر والمتمثلة في المنتجع الساحلي والهامش الصحراوي المحيط به، حيث يلاحظ قلة الحرارة خلال النهار بالمنتجع الساحلي عن الهامش الصحراوي له، حيث يتراوح المتوسط السنوي لدرجة حرارة العمران (المباني والطرق المعبدة) في المنتجع الساحلي ما بين ١٣,٢-٢٤,٤م، بمتوسط ١٨,٨م. بينما تزداد في المناطق الصخرية والرملية لتصل ما بين ٢٩,٥-٣٨,٧م، بمتوسط ٣٤,١م. وبذلك يمثل المنتجع الساحلي جزيرة حرارية باردة بالنسبة الهامش الصحراوي بقوة كلية تبلغ ١٥,٣م، والذي يمكن إرجاعه إلى تأثير المسطح المائي الذي يتجلى تأثيره في ظهور نطاقات حرارية طولية تتدرج نحو الارتفاع كلما بعدنا عنه، بالإضافة إلى عمران المنتجع الذي ترتفع به قيم الألبيدو الذي يعكس في انخفاض درجة حرارته مقارنة بالمناطق الخالية من العمران.

- تظهر الخريطة الحرارية للمنتجع الجبلي ثمة مجموعة من العوامل المؤثرة في الخريطة الحرارية للمنطقة، وهي: العمران (المباني والطرق) والأسطح الصحراوية، نجد انخفاضاً في درجات الحرارة على طول مسار الطريق المؤدي إلى المنتجع مقارنة بالمناطق المجاورة؛ حيث سجلت درجات حرارة منخفضة على طول مسار الطريق تصل إلى ٢٥,٧م وحتى ٢٨,٦م مقارنة بأقصى درجات حرارة سجلت بالمناطق الصحراوية المجاورة للطريق والتي تصل إلى ٣٨,٧م.

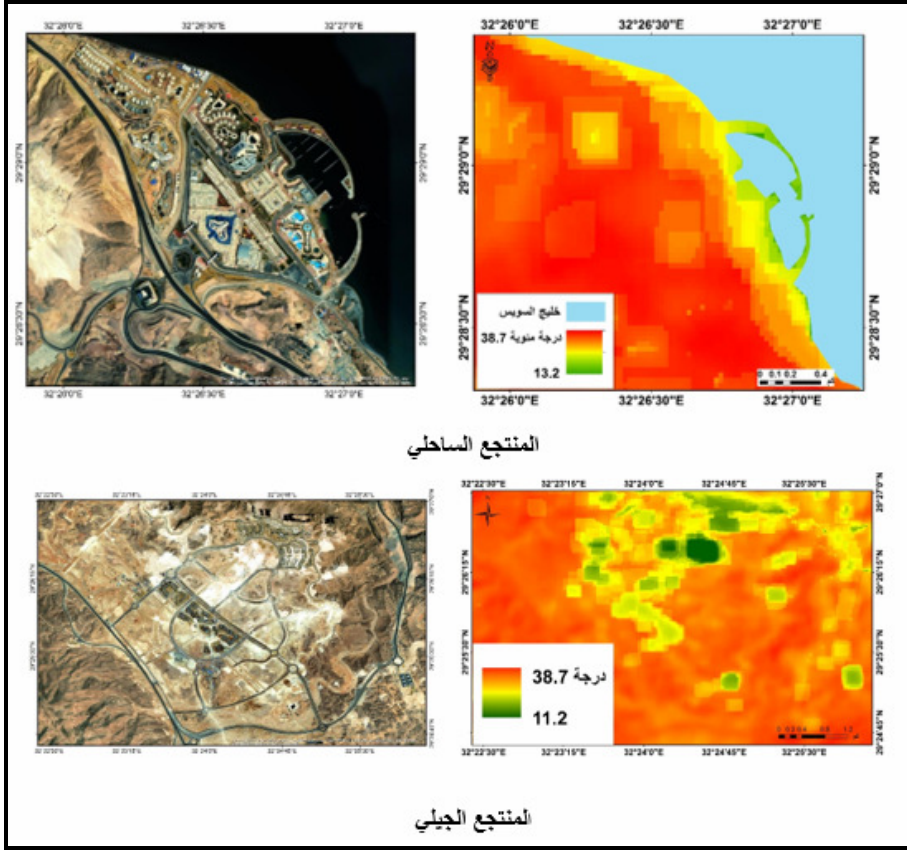
- يلاحظ - رغم ما سبق - انخفاض أدنى درجة حرارة مسجلة في المنتجع الجبلي إلى مستوى قياسي؛ حيث يبلغ المتوسط السنوي لأدنى درجة حرارة سطح الأرض ١١,٢م فقط في منطقة فضاء صحراوية داخل حدود عمران المدينة، بينما لم تقل أدنى درجة حرارة في عمران المنتجع الجبلي عن ٢٠,٤م. بفارق حراري قدره ٩,٢م؛ ويرجع ذلك إلى أن أجزاء من المناطق الصحراوية التي تقع داخل حدود عمران المنتجع الجبلي ذات تكوينات فاتحة اللون - كما يتضح من المرئيات الفضائية - تتسم بارتفاع معدلات الألبيدو لمستوى عالٍ، قد تصل إلى ما يزيد عن ٣٠-٤٥%، مما يسهم في خفض درجة الحرارة بها خلال النهار نتيجة لانخفاض المكتسب الإشعاعي والحراري. ويبدو أن المكون الجبلي لهضبة الجلالة البحرية

والذي ظهر مؤخرا مع أعمال الإنشاءات ومد الطرق باللون الأبيض الطبيعي زاد من معدلات الألبيدو في تلك المناطق بدرجة أكبر من الغطاء الأرضي لعمران المنتجع الجبلي؛ حيث تصل نسبة الانعكاس للخرسانة فاتحة اللون إلى ٢٠-٢٥%.

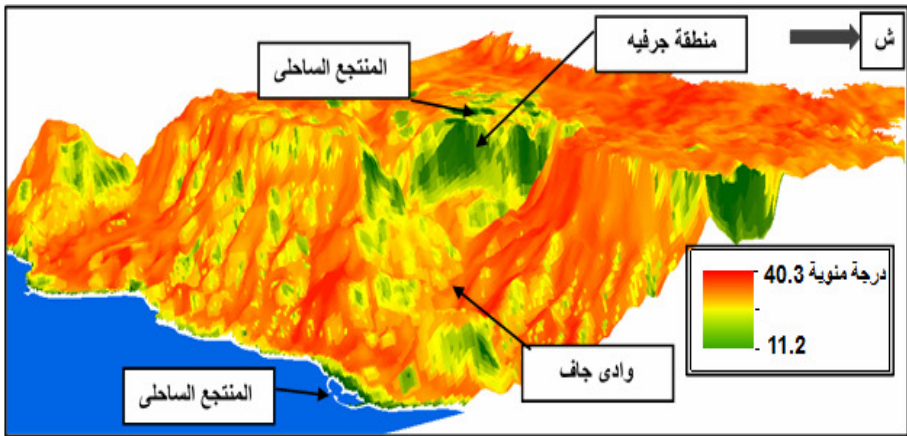
• ترتفع درجات الحرارة فوق الأسطح الصحراوية التي تحيط بعمران المنتجع الجبلي لمدينة الجلالة، على الرغم من كونه يحمل نفس التكوين الجيولوجي (الحجر الجيري) إلا أنه يظهر باللون الداكن تحت تأثير ظاهرة ورنيش الصحراء التي تعكس الإشعاع الشمسي بقيم أقل من الأسطح فاتحة اللون، كذلك يمكن إرجاع ارتفاع درجات الحرارة إلى الارتفاع النسبي لسطح الأرض في تلك المنطقة عن المجاورة لها.

توضح الخريطة الحرارية لمنطقة الدراسة شكل (٩) من منظور ثلاثي الأبعاد ثمة تباين حراري وفقا لمجموعة من المتغيرات الطبوغرافية حيث:

- تظهر الأراضي المستوية بقدر كبير من التجانس الحراري.
- تختلف درجات الحرارة على طول المقطع العرضي للوادي الجاف بالمنطقة (وادي أبو درج)؛ حيث تظهر الجوانب الشمالية التي تتحدر جهة الجنوب والجنوب الشرقي للوادي بدرجات حرارة أعلى من الجوانب الجنوبية التي تتحدر باتجاه الشمال والشمال الغربي؛ وذلك نتيجة لاستقبال الواجهات التي تتحدر جهة الجنوب والجنوب الشرقي قدر أكبر من الإشعاع الشمسي.
- تظهر المناطق الجرفية والتي تتسم بشدة الانحدار بانخفاض درجات حرارتها بالمقارنة بباقي الانحدارات نظراً لارتفاع قيم الظل بها.
- كذلك تشير الخريطة إلى تأثير العمران في موضع المنتجع الساحلي والمنتجع الجبلي في انخفاض قيم الحرارة مقارنة بالمناطق الصحراوية المحيطة بهما.
- يتضح من الدراسة التحليلية للشكل عدم التجانس الحراري كلما تنوعت الظروف الطبوغرافية من حيث الارتفاع وشدة واتجاه الانحدار.



شكل (٨) : المتوسط السنوي لدرجة الحرارة بالمنتجعين الجبلي والساحلي.



شكل (٩) : خريطة حرارية ثلاثية الأبعاد لمنطقة الدراسة.

### ثالثاً - التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي في منطقة الدراسة :

الإشعاع الشمسي هو المصدر الرئيس للطاقة في الغلاف الجوي؛ إذ يسهم بأكثر من ٩٩,٩٧% من الطاقة المستغلة في الغلاف الجوي وعلى سطح الأرض، ويختلف معامل انعكاس الأشعة على سطح الأرض تبعاً لطبيعة السطح ولون السطح ورطوبته، كما يؤثر على الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض عدة عوامل، منها: اختلاف التضاريس (اتجاه المنحدرات الجبلية ودرجة انحدارها) (علي عبد الزهرة كاظم الوائلي، ٢٠١٨، ص ص ٢٠-٢٨)؛ وبناءً على ذلك تمت دراسة العلاقة بين الإشعاع الشمسي وكل من ارتفاع مناسب الأرض ودرجة واتجاه انحدار سطح الأرض؛ لإظهار مدى تباين الإشعاع الشمسي بين فصول السنة وهذه المتغيرات، ومن ثمَّ مدى تأثير طوبوغرافية المنطقة في ظروفها الحرارية.

#### (١) العلاقة بين ارتفاع مناسب سطح الأرض والإشعاع الشمسي:

يعد اختلاف مناسب سطح الأرض أحد العوامل المؤثرة في مقدار الإشعاع الشمسي، ويشير شكل (٥) وجدول (١) إلى أن معظم مساحة منطقة الدراسة (٨٨,٢%) من المنطقة تقع على منسوب أعلى من ١٠٠م فوق منسوب سطح البحر، بينما تمتد ١١,٨% من المنطقة على منسوب أقل من ١٠٠م فوق سطح البحر، بمساحة ١٤,٤ كم، كما تمتد المناطق العمرانية المبنية على مناسب مختلفة بالمنطقة حيث منسوب أقل من ١٠٠م، ٥٠٠-٦٠٠م، ٦٠٠-٧٠٠م، وتصل مساحتها إلى حوالي ٣,٨ كم<sup>٢</sup>.

#### ويتضح من الدراسة التحليلية لأرقام ملحق (١) ما يلي:

- يتباين مقدار الإشعاع الشمسي بين فصول العام؛ حيث تتسم منطقة الدراسة بشدة الإشعاع الشمسي بصفة عامة، وبخاصة خلال فصلي الصيف والربيع؛ حيث يصل الإشعاع الشمسي الكلي إلى (١٧٥٩٨٩، ١٥٣١١١) وات/ساعة/م<sup>٢</sup>/يوم في الفصلين على الترتيب، وذلك عند منسوب ٨٠٠-٩٠٠م من سطح البحر. بينما يقل مقدار الإشعاع الشمسي الكلي خلال فصلي الشتاء والخريف عن باقي فصول السنة؛ حيث يصل الإشعاع الشمسي الكلي إلى (٥٣٢٥٧، ٨٢١٧٤) وات/ساعة/م<sup>٢</sup>/يوم في الفصلين على الترتيب، وذلك عند منسوب ٣٠٠-٤٠٠م من سطح البحر.

- انخفاض مقدار الإشعاع الشمسي الكلي مع انخفاض مناسيب سطح الأرض؛ حيث سجلت أقل إشعاع شمسي خلال فصل الصيف عند منسوب ١٠٠م، بينما سُجِّلَ أقل إشعاع شمسي خلال الشتاء والخريف عند منسوب ٣٠٠-٤٠٠م، بينما يزداد مقدار الإشعاع الشمسي الكلي كلما ارتفعت مناسيب سطح الأرض حيث سجل أعلى مقدار إشعاع شمسي خلال الفصول الأربعة عند منسوب ٨٠٠-٩٠٠م من سطح البحر؛ ويمكن إرجاع ذلك إلى أن الإشعاع الشمسي الساقط على الأسطح الأكثر ارتفاعا يقطع مسافة أقل من الساقط على الأسطح الأقل ارتفاعا، ومن ثمَّ فهو يقطع عمودًا أقصر من الغلاف الجوي، مما يجعله أقل عرضة للتأثر بهذا الغلاف ومكوناته، سواء عكسا أم تشبثًا أم امتصاصا (وليد عباس، ٢٠١٣، ص ٥٨).

**جدول (٤) :** تحليل الانحدار لدرجات لمستوى (الارتفاع) (كمتغير مستقل)  
محدد تنبؤي لدرجة الإشعاع (كمتغير تابع).

المتغيرات المستقلة	معامل الارتباط	معامل التحديد	قيمة ف ودلالاتها	معامل الانحدار	معامل الانحدار المعياري	قيم ت ودلالاتها	المقدار الثابت
المستوى (الارتفاع)	٠,٨١٩	٠,٦٧١	**١٤,٢٧٥	٢٥,٥٦	٠,٨١٩	**٣,٢٣	١٠,٢٥٨٢
المعادلة التنبؤية: درجة الإشعاع = ٢٥,٥٦ + ١٠,٢٥٨٢ × المستوى							

\*\* دالة فيما وراء مستوى ٠,٠١

\* دالة فيما وراء مستوى ٠,٠٥

**يتضح من الجدول (٤) ما يلي:**

- هناك ارتباط قوي ظهر في العلاقة بين ارتفاع مناسيب سطح الأرض والإشعاع الشمسي قدره (٠,٨١٩)؛ مما يعنى أن الزيادة في الإشعاع الشمسي يتزامن مع الارتفاع في مناسيب سطح الأرض.
- أسهم متغير الارتفاع بنسبة ٦٧,١% عن التغير في الإشعاع الشمسي.
- أن معامل الانحدار ٢٥,٥٦ لمتغير الارتفاع دال فيما وراء مستوى ٠,٠١؛ مما يعني أنه كلما زاد عامل الارتفاع (المتغير المستقل) بمقدار ١م يزداد الإشعاع الشمسي (المتغير التابع) بمقدار ٢٥,٥٦ وات/ساعة/م/٢/يوم خلال العام.



## (٢) العلاقة بين درجة انحدار سطح الأرض والإشعاع الشمسي:

تؤثر درجة انحدار سطح الأرض في زاوية سقوط الأشعة الشمسية والتي تحدد مدى سرعة أو بطء ارتفاع درجات الحرارة في المكان. ويتضح من بيانات ملحق (٢) ما يلي:

- سجل الانحدار الهين (٢-٥) درجة والذي يمثل ١٨,٨% من مساحة منطقة الدراسة أعلى مقدار إشعاع شمسي خلال فصلي الربيع والصيف؛ حيث سجل (١٥٠٨٩٢، ١٧٤٢٢٥) وات/ساعة/م<sup>٢</sup>/يوم في الفصلين على الترتيب. بينما سجل الانحدار المتوسط (٥-١٠) درجة والذي يمثل ٢٣,٥% من مساحة المنطقة أعلى مقدار إشعاع شمسي خلال فصلي الشتاء والخريف؛ حيث سجل (٦٨٢١٦، ٩٩٩٠٣) وات/ساعة/م<sup>٢</sup>/يوم في الفصلين على الترتيب. بينما سجلت الجروف التي لا تزيد مساحتها عن ١,٤% من مساحة المنطقة والتي تصل درجة انحدارها إلى أكثر من (٤٥ درجة) أقل إشعاع شمسي خلال فصول السنة، والذي وصل إلى (٣٠٩٨٦ - ٨٢٧٦٣ - ١٠٣٩٨٢ - ٤٧٦٢٥) وات/ساعة/م<sup>٢</sup>/يوم لكل من الشتاء، الربيع، الصيف، والخريف على الترتيب، مما يعني أنه كلما زاد الانحدار انتشرت الأشعة الشمسية على مساحة أكبر حيث الأشعة المائلة؛ وبالتالي قلت درجات الحرارة في المناطق الأكثر انحدارا والعكس صحيح.

### جدول (٥) : تحليل الانحدار لدرجات الانحدار (كمتغير مستقل)

كمحدد تنبؤي لدرجة الإشعاع (كمتغير تابع).

المتغيرات المستقلة	معامل الارتباط	معامل التحديد	قيمة ف ودلالاتها	معامل الانحدار	معامل الانحدار المعياري	قيم ت ودلالاتها	المقدار الثابت
المستوى (الارتفاع)	٠,٩٨٨	٠,٩٧٧	**٠,٢٠٨	٩٧٥-	٠,٩٨٨	١٤,٤٢٨	١٢٨٢٧١
المعادلة التنبؤية: درجة الإشعاع = ١٢٨٢٧٠,٩٤٠ - ٩٧٥,٠ × درجة الميل							

\*\* دالة فيما وراء مستوى ٠,٠١

\* دالة فيما وراء مستوى ٠,٠٥

### يتضح من الجدول (٥) ما يلي:

- هناك ارتباط قوي جداً ظهر في العلاقة بين درجة انحدار سطح الأرض والإشعاع الشمسي قدره (٠,٩٨٨).
- درجة انحدار سطح الأرض مسئولة عن ٩٧,٧% في التغير في الإشعاع الشمسي.
- أن معامل الانحدار (-٩٧٥,٠) لمتغير درجة الانحدار دال فيما وراء مستوى ٠,٠١؛ مما يعني أنه كلما زادت درجة انحدار سطح الأرض (المتغير المستقل) بمقدار ١ درجة يقل الإشعاع الشمسي (المتغير التابع) بمقدار ٩٧٥ وات/ساعة/م<sup>٢</sup>/يوم خلال العام.

### (٣) العلاقة بين اتجاه انحدار سطح الأرض والإشعاع الشمسي:

يقصد بذلك مدى مواجهة اتجاه انحدار سطح الأرض لأشعة الشمس؛ فالمناطق التي تواجه أشعة الشمس تكون أكثر حرارة من تلك التي تكون غير مواجهة لهذه الأشعة؛ حيث يؤثر اختلاف اتجاه انحدار سطح الأرض في مدى الأشعة الشمسية الساقطة على سطح الأرض، ففي النصف الشمالي يلاحظ أن المنحدرات الجنوبية للجبال يمكن لها أن تستقبل الإشعاع الشمسي بصورة مباشرة، في حين أن المنحدرات الشمالية لسفوح هذه الجبال تقع في منطقة الظل (علي عبد الزهرة كاظم، ٢٠١٨، ص ص ٢٨-٢٩).

### ويتضح من الدراسة التحليلية لأرقام ملحق رقم (٣) ما يلي:

- سجلت المنحدرات ذات الوجهة الشمالية والتي تمثل حوالي ١٢,٥% من مساحة منطقة الدراسة أقل مقداراً للإشعاع الشمسي خلال فصول العام، بينما سجلت الوجهة الجنوبية والتي تمثل ١٠,٩% من مساحة منطقة الدراسة أعلى مقداراً للإشعاع الشمسي خلال فصول العام، باستثناء فصل الصيف حيث سجل أعلى مقداراً للإشعاع الشمسي في المنطقة المستوية والتي تمثل ٢,٤% من مساحة منطقة الدراسة، وكان مقدار الإشعاع الشمسي الكلي (١٧٣١٨٧) وات/ساعة/م<sup>٢</sup>/يوم؛ ويمكن إرجاع ذلك إلى أن السطح المستوي يتلقى أشعة الشمس بشكل عمودي مقارنة بالسطح المائل الذي يتلقاها بشكل مائل؛ لذلك فالشعاع العمودي يغطي مساحة أقل من تلك المساحة التي يغطيها الشعاع المائل؛ لذا نلاحظ أن المناطق المستوية أكثر حرارة من المناطق المائلة (المتضرسة) (علاوة عنصر، ٢٠٠٦، ص ص ٤٢-٤٣). كما أن طبيعة السطح تؤثر على الإشعاع الشمسي حيث تعكس الأسطح الملساء المصقولة أشعة الشمس بفاعلية أكبر

من الأسطح الخشنة، ولهذا فإن انعكاس الأشعة من المناطق السهلية المنبسطة يفوق معامل الانعكاس من الهضاب والجبال الوعرة (نعمان شحادة، ٢٠٠٩، ص ٥٦).

**جدول (٦) : تحليل الانحدار لدرجات الاتجاه (كمتغير مستقل)**  
 كمحدد تنبؤي لدرجة الإشعاع (كمتغير تابع).

المتغيرات المستقلة	معامل الارتباط	معامل التحديد	قيمة ف ودلالاتها	معامل الانحدار	معامل الانحدار المعياري	قيم ت ودلالاتها	المقدار الثابت
المستوى (الارتفاع)	٠,٤٦٧	٠,٢١٨	١,٦٧٦	٣٨,٢٧	٠,٤٦٧	١,٣	١١٠.٦٩٩
المعادلة التنبؤية: درجة الإشعاع = $١١٠.٦٩٨,٧٥ + ٣٨,٢٧ \times$ درجة الاتجاه							

\* دالة فيما وراء مستوى ٠,٠١

\* دالة فيما وراء مستوى ٠,٠٥

يتضح من الجدول (٦) ما يلي:

- هناك ارتباط ضعيف ظهر في العلاقة بين اتجاه انحدار سطح الأرض والإشعاع الشمسي قدره (٠,٤٦٧)؛ مما يعني أن الزيادة أو النقص في الإشعاع الشمسي يتزامن بشكل ضعيف مع اتجاه انحدار سطح الأرض.
- أسهم متغير اتجاه الانحدار بنسبة ٢١,٨% في التغير في الإشعاع الشمسي.

#### ٤) نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي:

كشفت نتائج تحليل الانحدار المتعدد بين الإشعاع الشمسي كممتغير تابع وكل من الارتفاع ودرجة الانحدار واتجاه الانحدار كممتغيرات مستقلة عدداً من الحقائق يمكن إجمالها فيما يلي:

- أن معامل الارتباط بين المتغير التابع (الإشعاع الشمسي) والمتغيرات المستقلة قدرها ٠,٨٨ ومربع معامل الارتباط ٠,٧٨ ومربع معامل الارتباط المعدل ٠,٧٧ وبذلك فإن المتغيرات المستقلة مسؤولة عن ٧٨% من التباين في المتغير التابع وهي نسبة ذو دلالة إحصائية.
- يتضح أن درجة الانحدار أكثر تأثيراً في الإشعاع الشمسي ثم يأتي من بعده اتجاه الانحدار ثم عامل الارتفاع وجميعهم ذو دلالة إحصائية.

## رابعاً - التوزيع الفصلي لدرجات الحرارة وعلاقته بالجوانب الطبوغرافية :

### (١) التوزيع الفصلي لدرجة الحرارة:

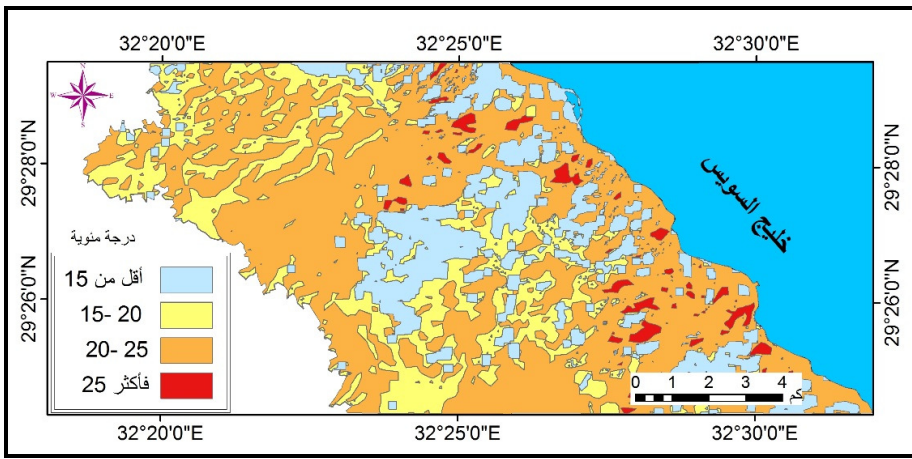
#### أ- توزيع درجة الحرارة خلال فصل الشتاء:

- تشير بيانات شكل (١٠) إلى عدد من الحقائق المناخية، تتمثل فيما يلي:
- يبلغ متوسط أعلى درجة حرارة خلال فصل الشتاء  $29^{\circ}\text{م}$ ، وذلك في بعض الأسطح الصحراوية المتضرسة بمنطقة الدراسة، بينما يبلغ متوسط أدنى درجة حرارة  $9^{\circ}\text{م}$  في مناطق متفرقة داخل حدود منطقة الدراسة والتي تتمثل في المناطق القريبة من المسطح المائي وبخاصة منطقة منتجع الجلالة (المنتجع الساحلي)، والذي يقع على ارتفاع  $50\text{م}$  فوق سطح البحر، كما تتمثل أدنى درجة حرارة على ارتفاع  $640\text{م}$  من سطح البحر حيث هضبة الجلالة مستوية السطح والتي تقام عليها المرحلة الأولى من مدينة الجلالة (المنتجع الجبلي)، بمدى حراري قدره  $(20^{\circ}\text{م})$ .
  - يلاحظ أن المناطق العمرانية بمنطقة الدراسة تسجل درجات حرارة أقل خلال النهار من الأسطح الصحراوية المحيطة بها، وبخاصة الهامش الصحراوي شمال غرب وجنوب شرق المدينة؛ حيث تتراوح درجة حرارة سطح الأرض في تلك المناطق الصخرية والرملية ما بين  $(16-29^{\circ}\text{م})$  بمتوسط قدره  $(22,5^{\circ}\text{م})$ ، وبذلك تمثل المناطق العمرانية جزيرة حرارية باردة أو سالبة بالنسبة للأسطح الصحراوية، والتي تتسم بخصائص طبيعية تجعلها أكثر وأسرع استجابة لعملية التسخين.

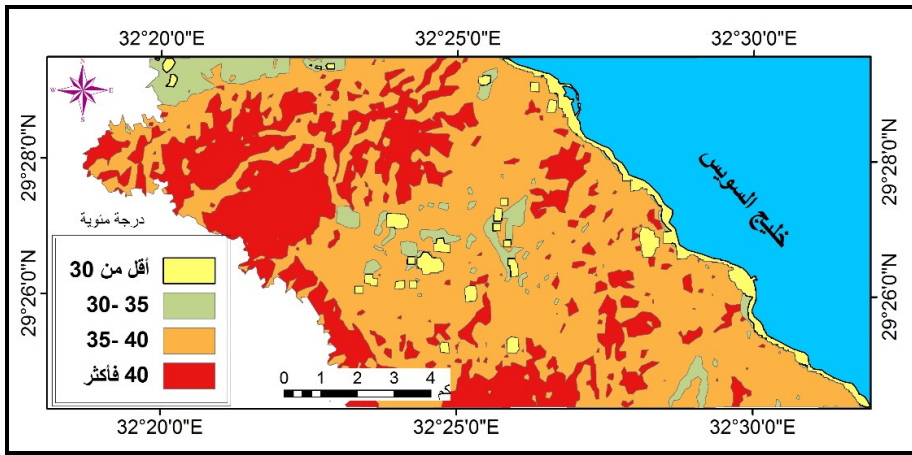
#### ب- توزيع درجة الحرارة خلال فصل الربيع:

- تشير بيانات شكل (١١) إلى عدد من الحقائق المناخية تتمثل فيما يلي:
- يبلغ متوسط أعلى درجة حرارة خلال فصل الربيع  $46^{\circ}\text{م}$  وذلك في الأسطح الصحراوية المتضرسة في شمالي وجنوبي غرب منطقة الدراسة، بينما يبلغ متوسط أدنى درجة حرارة  $10,8^{\circ}\text{م}$  في مناطق محدودة داخل حدود منطقة الدراسة، والتي تتمثل في منطقة خط الساحل وبخاصة منطقة منتجع الجلالة (المنتجع الساحلي)، كما تتمثل أدنى درجة حرارة على ارتفاع  $660\text{م}$  من سطح البحر حيث (المنتجع الجبلي)، بمدى حراري قدره  $(35,2^{\circ}\text{م})$ .

- يلاحظ أنّ خط الساحل الممتد على طول خليج السويس والمناطق العمرانية الواقعة على امتداده بمنطقة الدراسة يسجل درجات حرارة أقل خلال نهار فصل الربيع من الأسطح الصحراوية المنتشرة بمنطقة الدراسة؛ حيث تتراوح درجة حرارة سطح الأرض في تلك المناطق الصخرية والرملية ما بين (٣٠-٤٦ م°) بمتوسط قدره (٣٨ م°)، وبذلك يمثل خط الساحل والمناطق العمرانية المقامة عليه وكذلك المقامة على منسوب ٦٦٠ م من سطح البحر جزيرة حرارية باردة أو سالبة بالنسبة للأسطح الصحراوية بمنطقة الدراسة.



شكل (١٠) : متوسط درجة حرارة سطح الأرض (م°) لفصل الشتاء نهارا.



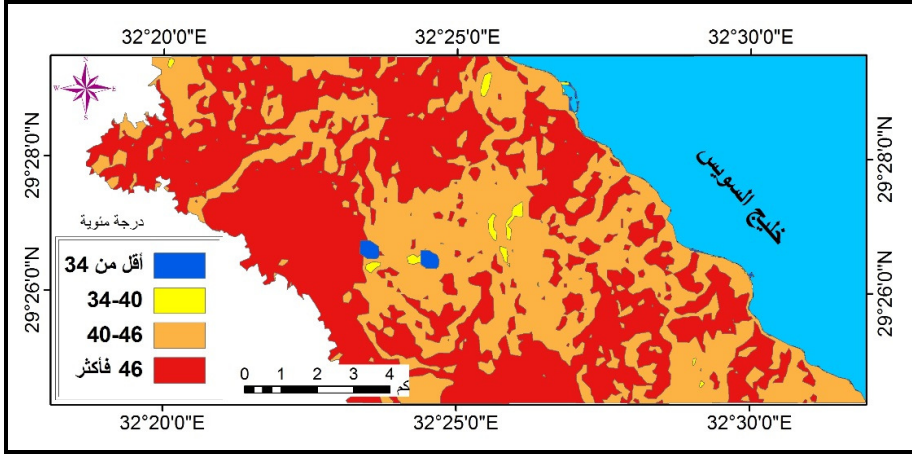
شكل (١١) : متوسط درجة حرارة سطح الأرض (م°) لفصل الربيع نهارا.

### ج- توزيع درجة الحرارة خلال فصل الصيف:

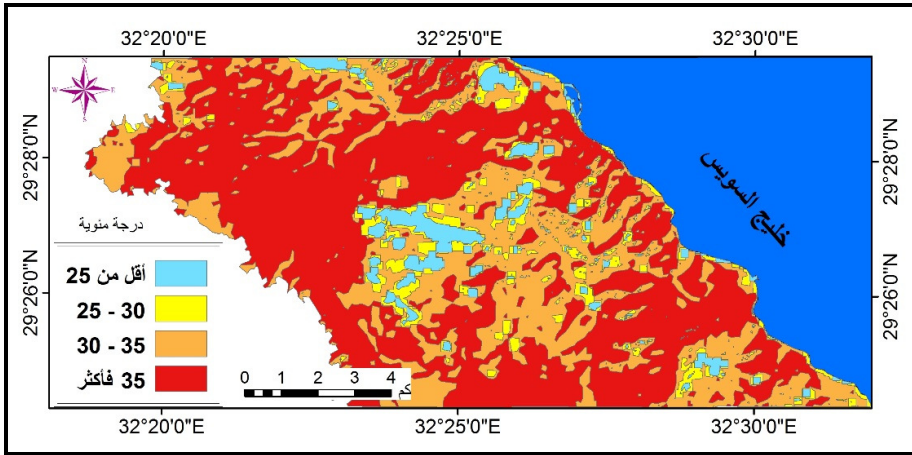
- تشير بيانات شكل (١٢) إلى عدد من الحقائق المناخية تتمثل فيما يلي:
- يبلغ متوسط أعلى درجة حرارة خلال فصل الصيف  $53,8^{\circ}\text{م}$  وذلك في الأسطح الصحراوية المتضرسة في منطقة الدراسة، بينما يبلغ متوسط أدنى درجة حرارة  $11,2^{\circ}\text{م}$  في مناطق محدودة داخل حدود مدينة الجلالة (المنتجع الجبلي)، والتي تمثل ارتفاع  $660\text{م}$  من سطح البحر، بمدى حراري قدره  $(42,6^{\circ}\text{م})$ . بينما ترجع زيادة المدى الحراري خلال فصل الصيف إلى وجود أسطح صحراوية فاتحة اللون داخل حدود منطقة الدراسة.
  - يلاحظ أنّ عمران منطقة الدراسة الممتد على منسوب  $500-600\text{م}$  من سطح البحر يسجل درجات حرارة أقل خلال نهار فصل الصيف من الأسطح الصحراوية المنتشرة بمنطقة الدراسة؛ حيث تتراوح درجة حرارة سطح الأرض في تلك المناطق الصخرية والرملية ما بين  $(42-53,8^{\circ}\text{م})$  بمتوسط قدره  $(47,9^{\circ}\text{م})$  ليظهر جليا أثر الأسطح الصحراوية في رفع درجة الحرارة داخل منطقة الدراسة، وبذلك تمثل المناطق العمرانية جزيرة حرارية باردة أو سالبة بالنسبة للأسطح الصحراوية بمنطقة الدراسة.

### د- توزيع درجة الحرارة خلال فصل الخريف:

- تشير بيانات شكل (١٣) إلى عدد من الحقائق المناخية تتمثل فيما يلي:
- يبلغ متوسط أعلى درجة حرارة خلال فصل الخريف  $39,9^{\circ}\text{م}$  وذلك في الأسطح الصحراوية المتضرسة في منطقة الدراسة، بينما يبلغ متوسط أدنى درجة حرارة  $11,2^{\circ}\text{م}$  في مناطق الغطاء العمراني لمدينة الجلالة بمنطقة الدراسة القريبة من المسطح المائي (المنتجع الساحلي) و(المنتجع الجبلي)، على ارتفاع  $660\text{م}$  من سطح البحر، بمدى حراري قدره  $(28,7^{\circ}\text{م})$ .
  - يلاحظ أنّ عمران منطقة الدراسة الممتد على منسوب  $500-600\text{م}$  من سطح البحر يسجل درجات حرارة أقل خلال نهار فصل الخريف من الأسطح الصحراوية المنتشرة بمنطقة الدراسة؛ حيث تتراوح درجة حرارة سطح الأرض في تلك المناطق الصخرية والرملية ما بين  $(31-39,9^{\circ}\text{م})$  بمتوسط قدره  $(35,4^{\circ}\text{م})$ ، وبذلك تمثل المناطق العمرانية جزيرة حرارية باردة أو سالبة بالنسبة للأسطح الصحراوية بمنطقة الدراسة.



شكل (١٢) : متوسط درجة حرارة سطح الأرض (م°) لفصل الصيف نهارا.



شكل (١٣) : متوسط درجة حرارة سطح الأرض (م°) لفصل الخريف نهارا.

وبناءً على ذلك تمت دراسة العلاقة بين درجات الحرارة وكل من ارتفاع مناسب الأرض ودرجة واتجاه انحدار سطح الأرض؛ لإظهار مدى تباين درجات الحرارة خلال فصول العام وهذه المتغيرات، ومن ثمّ مدى تأثير طبوغرافية المنطقة في ظروفها الحرارية.

## ٢) علاقة درجة الحرارة بالجوانب الطبوغرافية:

### أ- العلاقة بين ارتفاع مناسيب سطح الأرض والحرارة:

يعد منسوب سطح الأرض أحد العوامل المؤثرة في درجات الحرارة، كما أن معظم مساحة منطقة الدراسة تتسم بالتضرس؛ حيث يمتد ٨٨,٢% من المنطقة على منسوب أعلى من ١٠٠م فوق منسوب سطح البحر، و ١١,٨% من المنطقة على منسوب أقل من ١٠٠م فوق سطح البحر، ويتضح من بيانات ملحق (٤) وأشكال (١٤)، (١٥)، (١٦)، (١٧) ما يلي:

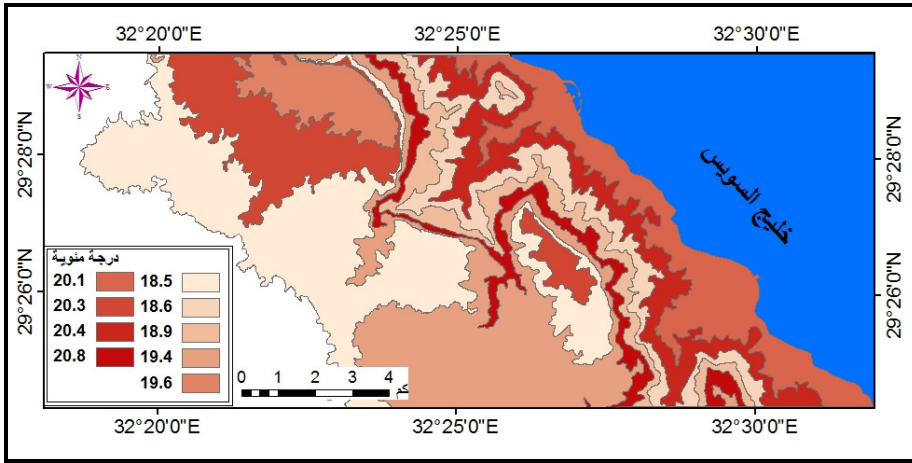
- انخفاض درجات الحرارة مع ارتفاع مناسيب سطح الأرض حتى منسوب ٦٠٠-٧٠٠م وذلك خلال فصل الشتاء؛ حيث سجلت أعلى درجة حرارة والتي تصل إلى ٢٠,٨°م عند منسوب أقل من ١٠٠م، بينما سجلت أدنى درجة حرارة والتي تصل إلى ١٨,٥°م عند منسوب ٦٠٠-٧٠٠م؛ ويمكن إرجاع ذلك إلى البعد عن الإشعاع الحراري (الأرضي) المرتد من سطح الأرض، وزيادة تركيز نسبة بخار الماء بالقرب من سطح الأرض حيث المسطح المائي؛ وبالتالي زيادة الطاقة الحرارية. كما يمكن إرجاع انخفاض درجات الحرارة في المناطق ذات المناسيب المرتفعة إلى زيادة سرعة الرياح مع الارتفاع لقلة احتكاكها بسطح الأرض. بالإضافة إلى اختلاف الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة حيث الغطاء العمراني لمدينة الجلالة الجديدة، والتي تمتد على منسوب ٥٠٠-٦٠٠م، وبالتالي قلة درجات الحرارة.

- تختلف الظروف الحرارية خلال فصل الربيع عن فصل الشتاء في منطقة الدراسة بالنسبة لمناسيب سطح الأرض؛ حيث سجل منسوباً أقل من ١٠٠م أعلى درجة حرارة خلال الشتاء (٢٠,٨°م) وأدنى درجة حرارة خلال الربيع (٣٣,٢°م)؛ ليتضح مدى تأثير القرب من المسطح المائي في تلطيف درجة الحرارة وبخاصة في الشهور الحارة، ويزيد من دفء المناطق القريبة منه وبخاصة خلال الشهور الباردة؛ حيث اكتسابه للحرارة ببطء وفقدانها ببطء، بينما سجلت أعلى درجة حرارة عند منسوب ٦٠٠-٧٠٠م وكانت ٣٩,١°م؛ ويمكن إرجاع ذلك إلى التسخين الطبيعي المرتفع لمناطق المناسيب المرتفعة ذات الغطاء الصحراوي.

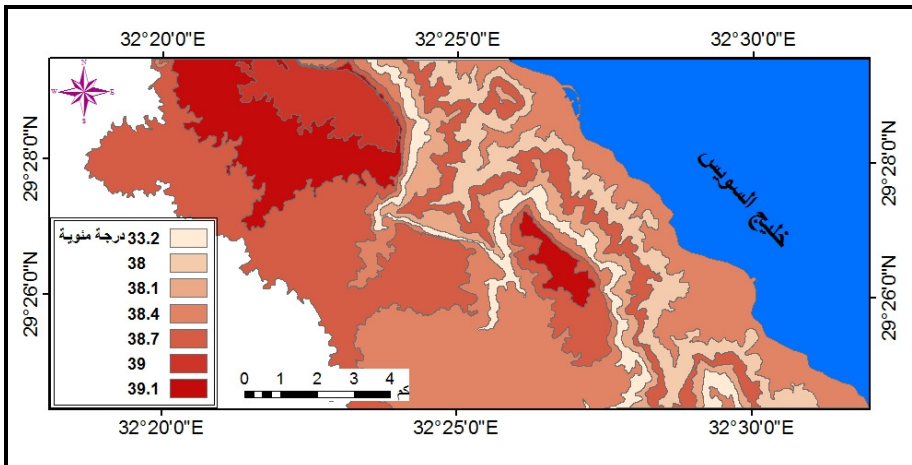
- تختلف الظروف الحرارية خلال فصلي الصيف والخريف عن فصلي الشتاء والربيع، مع اختلاف مناسيب سطح الأرض في منطقة الدراسة، فتسجل أدنى درجة حرارة خلال



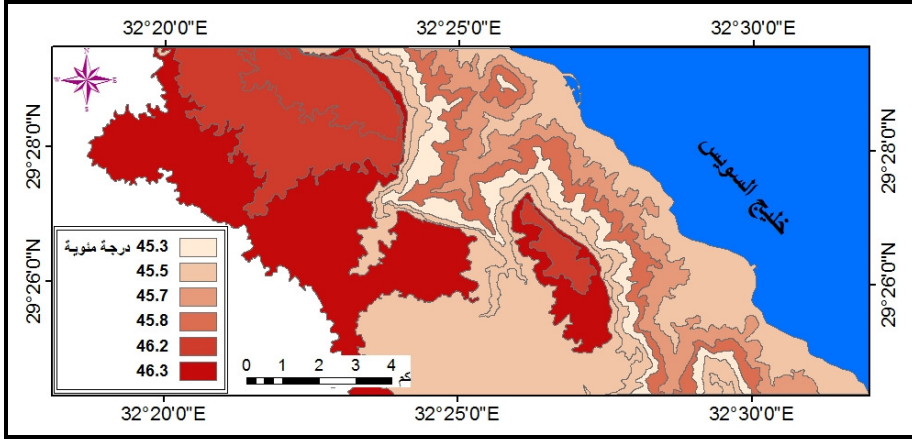
الشهرين عند منسوب ٣٠٠-٤٠٠م، وكانت ٤٥,٣°م خلال فصل الصيف و٣٢,٦°م خلال فصل الخريف، بينما سجلت أعلى درجة حرارة خلال فصل الصيف عند منسوب ٥٠٠-٦٠٠م وكانت ٤٦,٣°م، بينما سجلت خلال فصل الخريف ٣٥,٥°م عند منسوب ٦٠٠-٧٠٠م. ويمكن إرجاع ذلك إلى زيادة مساحة تلك المناسيب؛ حيث تصل إلى ٣٦,٦% من مساحة منطقة الدراسة، وهي مساحات تشيع فيها الأسطح الصحراوية التي تتسم باستجابة مرتفعة لعملية التسخين الطبيعي.



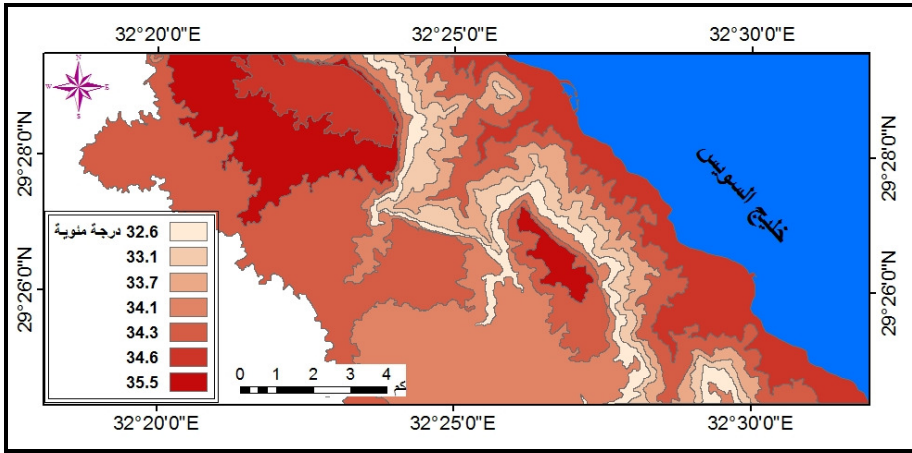
شكل (١٤) : توزيع متوسط درجة الحرارة في فصل الشتاء تبعاً للمناسيب المختلفة.



شكل (١٥) : توزيع متوسط درجة الحرارة في فصل الربيع تبعاً للمناسيب المختلفة.



شكل (١٦) : توزيع متوسط درجة الحرارة في فصل الصيف تبعاً للمناسيب المختلفة.



شكل (١٧) : توزيع متوسط درجة الحرارة في فصل الخريف تبعاً للمناسيب المختلفة.

جدول (٧) : تحليل الانحدار لدرجات لمستوى (الارتفاع) (كمتغير مستقل)  
كمحدد تنبؤي لدرجة الحرارة (كمتغير تابع).

المتغيرات المستقلة	معامل الارتباط	معامل التحديد	قيمة ف ودالاتها	معامل الانحدار	معامل الانحدار المعياري	قيم ت ودالاتها	المقدار الثابت
المستوى (الارتفاع)	٠,٦٢٧	٠,٣٩٣	٤,٥٢٧	٠,٠٠١	٠,٦٢٧	٢,١٣	٣٣,٧٩٣
المعادلة التنبؤية: درجة الحرارة = $٣٣,٧٩٣ + ٠,٠٠١ \times$ المستوى							

\* دالة فيما وراء مستوى ٠,٠١

\* دالة فيما وراء مستوى ٠,٠٥

يتضح من الجدول (٧) ما يلي:

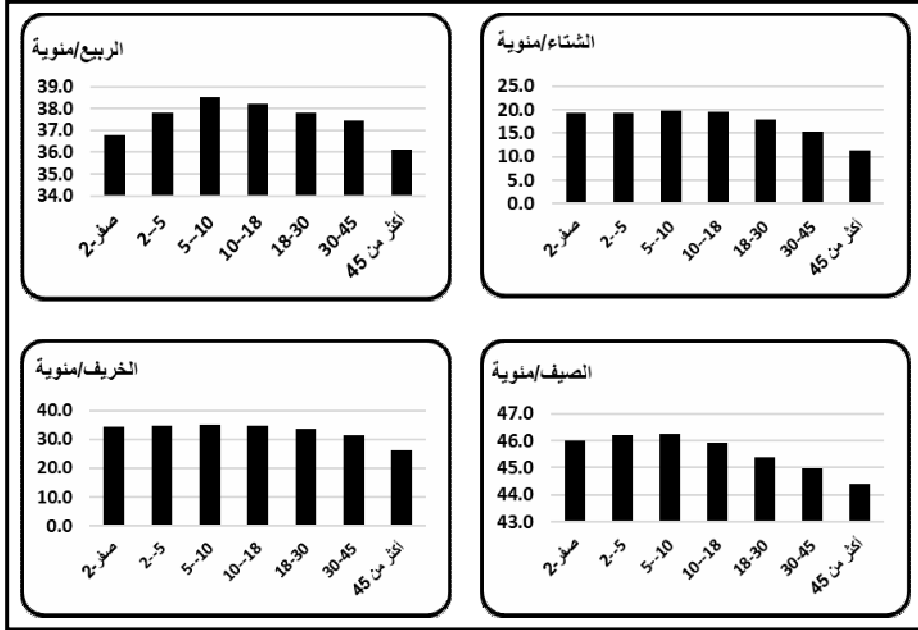
- هناك ارتباط متوسط يظهر في العلاقة بين ارتفاع مناسيب سطح الأرض ودرجات الحرارة قدره (٠,٦٢٧)؛ مما يعني أن الزيادة في درجة الحرارة تتزامن بشكل متوسط مع الارتفاع في مناسيب سطح الأرض.
- أسهم متغير الارتفاع بنسبة ٣٩,٣% في التغير في درجة الحرارة.
- أن معامل الانحدار (٠,٠٠١) لمتغير الارتفاع؛ يعني أنه كلما زاد عامل الارتفاع (المتغير المستقل) بمقدار ١م، زادت درجة الحرارة (المتغير التابع) بمقدار ٠,٠٠١م° خلال العام، بمعنى أن درجة الحرارة تزداد ١م° كلما ارتفعنا ١٠٠٠م.

ب- العلاقة بين درجة انحدار سطح الأرض والحرارة:

تؤثر درجة انحدار سطح الأرض في زاوية سقوط الأشعة الشمسية والتي تحدد مدى سرعة أو بطء ارتفاع درجات الحرارة في المكان. ويتضح من الدراسة التحليلية لأرقام الملحق رقم (٥) وشكل (١٨) ما يلي:

- سجل الانحدار المتوسط (٥-١٠) درجة والذي يمثل ٢٣,٥% من مساحة المنطقة أعلى درجة حرارة خلال فصول السنة؛ حيث سجل (١٩,٧-٣٨,٥-٤٦,٣ - ٣٥,٠)م° خلال فصول الشتاء والربيع والصيف والخريف على التوالي، بينما سجلت الجروف والتي تصل درجة انحدارها إلى أكثر من (٤٥ درجة) ولا تتعدى ١,٤% من مساحة المنطقة، أدنى درجة حرارة خلال فصول السنة والتي وصلت إلى (١١,٢ -

٣٦,١ - ٤٤,٤ - ٢٦,٢) م، بفارق حراري قدره (٨,٨-١,٩-٢,٤-٨,٥) م. مما يعني أنه كلما زاد الانحدار انتشرت الأشعة الشمسية على مساحة أكبر حيث الأشعة المائلة، وبالتالي قلت درجات الحرارة في المناطق الأكثر انحداراً، والعكس صحيح.



شكل (١٨) : درجات الحرارة الفصلية تبعاً لدرجات الانحدار المختلفة.

جدول (٨) : تحليل الانحدار لدرجات الانحدار (كمتغير مستقل)

كمحدد تنبؤي لدرجة الحرارة (كمتغير تابع).

المتغيرات المستقلة	معامل الارتباط	معامل التحديد	قيمة ف ودالاتها	معامل الانحدار	معامل الانحدار المعياري	قيم ت ودالاتها	المقدار الثابت
المستوى (الارتفاع)	٠,٩٤٣	٠,٨٩	**٤٠,٥٢	-٠,٠٨٤	٠,٩٤٣	٦,٣٦٥	٣٥,١٢٧
المعادلة التنبؤية: درجة الحرارة = ٣٥,١٢٧ - ٠,٠٨٤ × درجة الميل							

\*\* دالة فيما وراء مستوى ٠,٠١

\* دالة فيما وراء مستوى ٠,٠٥

### يتضح من الجدول (٨) ما يلي:

- هناك ارتباط قوي جداً ظهر في العلاقة بين درجة انحدار سطح الأرض ودرجات الحرارة قدره (٠,٩٤٣).
- درجة انحدار سطح الأرض مسؤولة عن ٨٩% عن التغير في درجات الحرارة.
- أن معامل الانحدار (-٠,٠٨٤) لمتغير درجة الانحدار؛ يعني أنه كلما زادت درجة انحدار سطح الأرض (المتغير المستقل) بمقدار ١ درجة تقل درجة الحرارة (المتغير التابع) بمقدار ٠,٠٨٤ م° خلال العام، بمعنى أن درجة الحرارة تقل ٠,٨٤ م° كلما زادت درجة انحدار سطح الأرض بمقدار ١٠ درجات.

### ج- العلاقة بين اتجاه انحدار سطح الأرض والحرارة:

يلعب اختلاف اتجاه انحدار سطح الأرض دوراً مهماً في تحديد زاوية سقوط الأشعة على سطح الأرض؛ فالسفوح الجنوبية المواجهة للشمس تسقط عليها الأشعة بزاوية أكبر من زاوية سقوطها على المناطق المستوية المحاذية لها، أما السفوح الشمالية فتحجب عن أشعة الشمس المباشرة وبخاصة خلال فصل الشتاء؛ حيث تتكون معظم الأشعة التي تصلها من أشعة منتشرة أو منعكسة من السفوح المقابلة (نعمان شحادة، ١٩٩١، ص ص ٥٠-٥١).

### ويتضح من الدراسة التحليلية لأرقام الملحق رقم (٦) وشكل (١٩) ما يلي:

- سجلت المنحدرات ذات الوجهة الشمالية والتي تمثل حوالي ١٢,٥% من مساحة منطقة الدراسة أدنى درجة حرارة خلال فصلي الشتاء والخريف؛ حيث كان (٣٢,١-١٥,٤) م° على التوالي لكل منهما. بينما سجلت الوجهة الغربية والتي تمثل ٩% من مساحة منطقة الدراسة أدنى درجة حرارة خلال فصل الصيف (٤٤,٧ م°)، كما سجلت أقل درجة حرارة خلال فصل الربيع في المنطقة المستوية (٣٦,١ م°) بالقرب من المسطح المائي والتي تمثل ٢,٤% من مساحة منطقة الدراسة؛ ويرجع ذلك إلى قربها من سطح البحر مما يؤدي إلى هبوب نسيم البحر الذي ينقل الأثر الملطف للبحر إلى المناطق المستوية المجاورة والأكثر حرارة، لتسجل أقل درجة حرارة خلال فصل الربيع.
- سجلت المنحدرات ذات الوجهة الجنوبية الشرقية والتي تمثل حوالي ١٣,٦% من مساحة منطقة الدراسة أعلى درجة حرارة خلال فصول الشتاء والربيع والخريف بدرجات حرارتها (٢١,٥ - ٣٩,٢ - ٣٦,١) م° على التوالي لكل منها، بينما كانت المنحدرات ذات الوجهة

الشرقية والتي تمثل حوالي ١٤,٨% من مساحة منطقة الدراسة، هي أكثر الجهات حرارة حيث سجلت أعلى درجة حرارة خلال فصل الصيف عليها وكانت (٤٦,٨م). ليتفق ذلك مع أدبيات المناخ العام، والتي ترى أن الجهات الجنوبية تستقبل كمية أشعة شمسية مباشرة وأكثر من الجهات الشمالية والتي تكون في منطقة الظل.

**جدول (٩) :** تحليل الانحدار لدرجات الاتجاه (كمتغير مستقل)  
محدد تنبؤي لدرجة الحرارة (كمتغير تابع).

المتغيرات المستقلة	معامل الارتباط	معامل التحديد	قيمة ف ودلالاتها	معامل الانحدار	معامل الانحدار المعياري	قيم ت ودلالاتها	المقدار الثابت
المستوى (الارتفاع)	٠,١٦٧	٠,٠٢٨	٠,١٧٣	٠,٠٠٢	٠,١٦٧	٠,٤١٥	٣٤,٤٤٢
<b>المعادلة التنبؤية: درجة الحرارة = ٣٤,٤٤٢ + ٠,٠٠٢ × درجة الاتجاه</b>							

\*\* دالة فيما وراء مستوى ٠,٠١

\* دالة فيما وراء مستوى ٠,٠٥

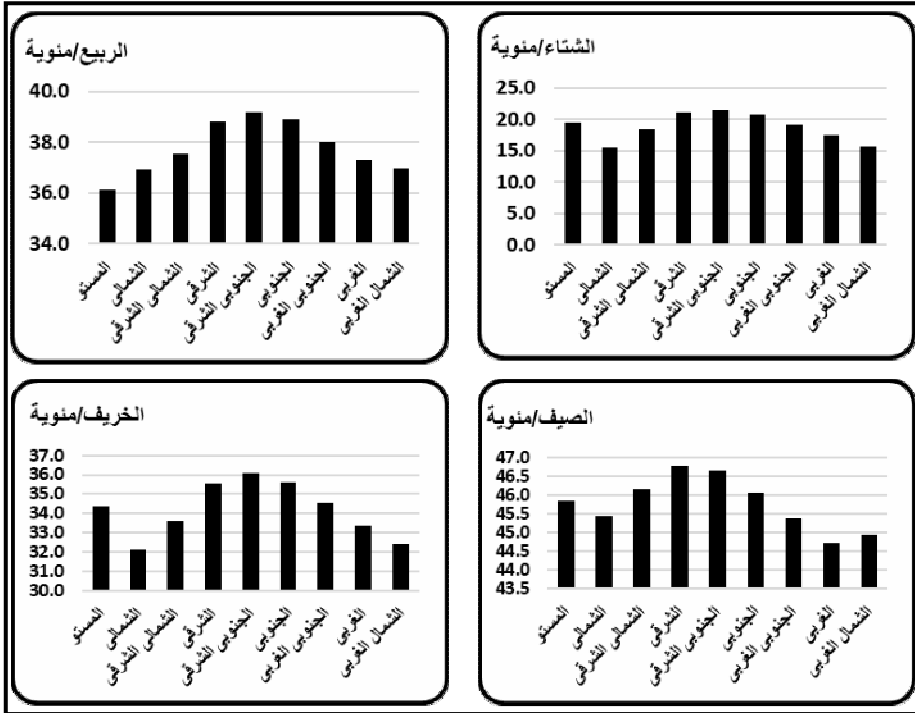
**يتضح من الجدول (٩) ما يلي:**

- هناك ارتباط ضعيف جداً يظهر في العلاقة بين اتجاه انحدار سطح الأرض ودرجة الحرارة قدره (٠,١٦٧)؛ مما يعني أن الزيادة أو النقص في درجات الحرارة يتزامن بشكل ضعيف جداً مع اتجاه انحدار سطح الأرض.
- أسهم متغير اتجاه الانحدار بنسبة ٢,٨% في التغير في درجة الحرارة.

**د- نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي:**

- كشفت نتائج تحليل الانحدار المتعدد بين درجة الحرارة كمتغير تابع وكل من الارتفاع ودرجة الانحدار واتجاه الانحدار كمتغيرات مستقلة عدداً من الحقائق يمكن إجمالها فيما يلي:
- أن معامل الارتباط بين المتغير التابع (درجة الحرارة) والمتغيرات المستقلة قدرها ٠,٥٣ ومربع معامل الارتباط ٠,٢٨ ومربع معامل الارتباط المعدل ٠,٢٧. وبذلك فإن المتغيرات المستقلة مسؤولة عن ٢٨% من التباين في المتغير التابع وهي نسبة نو دلالة إحصائية.

- يتضح من تحليل معاملات نموذج الانحدار أن متغير درجة الانحدار هو الأكثر تأثيراً في درجة الحرارة ثم يأتي من بعده اتجاه الانحدار بينما عامل الارتفاع ليس له تأثير ذو دلالة إحصائية.



شكل (١٩) : درجات الحرارة الفصلية تبعاً لاتجاهات الانحدار المختلفة.

### النتائج :

١. يزداد مقدار الإشعاع الشمسي خلال فصول العام كلما ارتفعت مناسبة سطح الأرض والعكس.
٢. يزداد مقدار الإشعاع الشمسي خلال فصول العام كلما انتقلنا من الانحدار الهين وصولاً إلى الانحدار المتوسط، ثم يأخذ في التناقص التدريجي كلما اقتربنا من الانحدارات الجرفية.
٣. يقل مقدار الإشعاع الشمسي خلال فصول العام على المنحدرات ذات الواجهة الشمالية، بينما يزداد مقدار الإشعاع الشمسي خلال فصول العام على الواجهة الجنوبية، باستثناء فصل الصيف حيث سجل أعلى مقدار للإشعاع الشمسي في المنطقة المستوية.

٤. يمثل الغطاء العمراني بمنطقة الدراسة جزيرة حرارية مقلوبة (باردة) بالنسبة للأسطح الصحراوية المحيطة به خلال فصول السنة؛ حيث تنخفض درجة حرارته عن تلك الأسطح الصحراوية؛ وذلك بسبب اختلاف الخصائص الحرارية الطبيعية بين العمران الحضري والأسطح الصحراوية.
٥. تلعب العوامل والمتغيرات الطبيعية والبشرية والمتمثلة في المسطح المائي وطبوغرافية المنطقة والأسطح الصحراوية والتخطيط العمراني للمدينة؛ دوراً في تباين درجات الحرارة خلال فصول السنة داخل حدود منطقة الدراسة؛ والتي تؤثر في الظروف الحرارية للمنطقة وبالتالي في توزيع الجزر الحرارية داخل حدود منطقة مدينة الجلالة.
٦. تختلف الظروف الحرارية خلال فصول العام مع اختلاف مناسيب سطح الأرض في منطقة الدراسة؛ حيث يتبادل منسوباً أقل من ١٠٠م ومنسوب ٥٠٠-٦٠٠م أعلى وأدنى درجة حرارة ما بين فصلي الشتاء والربيع.
٧. تزداد درجات الحرارة خلال فصول العام كلما انتقلنا من الانحدار المستوى وصولاً إلى الانحدار المتوسط، ثم تأخذ في التناقص التدريجي كلما اقتربنا من الانحدارات الجرفية، وهو ما اتفق مع التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي بالمنطقة.
٨. تزداد درجات الحرارة مع اتجاه عقارب الساعة وصولاً إلى الاتجاه الجنوبي والجنوبي الشرقي ثم تأخذ في التناقص.
٩. يعد عامل درجة انحدار سطح الأرض أكثر العوامل الطبوغرافية تأثيراً في الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة، حيث أسهم بنسبة ٩٧%، ٨٩% في التغير في الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة لكل منهما على التوالي في منطقة الدراسة.
١٠. درجة الانحدار هي أكثر العوامل الطبوغرافية تأثيراً في الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة ثم اتجاه الانحدار بينما عامل الارتفاع أثر في الإشعاع الشمسي وليس له تأثير ذو دلالة في درجة الحرارة.



## الملاحق

ملحق (١) : المتوسط الشهري والفصلي للإشعاع الشمسي  
تبعًا لمناسيب سطح الأرض.

المنسوب	ديسمبر	يناير	فبراير	الشتاء	مارس	أبريل	مايو	الربيع
أقل من ١٠٠	٤٥٢٠٢	٥٥٩٩١	٧٣٨٨٠	٥٨٣٥٨	١٠٨٣٥٢	١٣٩٧٨٦	١٦٤٧٧٩	١٣٧٦٣٩
٢٠٠-١٠٠	٤٢٨٠٣	٥٣٠٤٤	٧٠٤٠٣	٥٥٤١٧	١٠٣٩١٦	١٣٤٨٨٠	١٥٩٦٨١	١٣٢٨٢٦
٣٠٠-٢٠٠	٤٢٣٩٧	٥٢٥٦١	٦٩٩٥٥	٥٤٩٧١	١٠٣٣٤٥	١٣٤١٥٧	١٥٨٨٢٠	١٣٢١٠٧
٤٠٠-٣٠٠	٤٠٨٨٤	٥٠٦٨١	٦٨٢٠٦	٥٣٢٥٧	١٠١٨٩٨	١٣٣٢٧٩	١٥٨٤٢٧	١٣١٢٠١
٥٠٠-٤٠٠	٤٢٦١٦	٥٢٤٤٨	٦٩٠٥٨	٥٤٧٠٧	١٠١٨٥٢	١٣٢٨٢٤	١٥٧٨٥٨	١٣٠٨٤٥
٦٠٠-٥٠٠	٥١٣٠٩	٦٣٠٤٠	٨١٣٣٠	٦٥٢٢٦	١١٦٦٦٤	١٤٧٩٩٥	١٧٢٦٩٠	١٤٥٧٨٣
٧٠٠-٦٠٠	٥٣٢٣٨	٦٥٣٤٢	٨٣٩٤٥	٦٧٥٠٨	١١٩٨١٢	١٥١٢٩٩	١٧٦١١٦	١٤٩٠٧٥
٨٠٠-٧٠٠	٥٥٩٢٢	٦٨٤٧٩	٨٧١١٥	٧٠٥٠٥	١٢٢٩٥١	١٥٣٦٩١	١٧٧٦٨٩	١٥١٤٤٤
٩٠٠-٨٠٠	٥٦٠٩٩	٦٨٦٨٣	٨٧٥١٣	٧٠٧٦٥	١٢٣٨٥٧	١٥٥٣٦١	١٨٠١١٦	١٥٣١١١
المنسوب	يونيه	يوليو	أغسطس	الصيف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الخريف
أقل من ١٠٠	١٦٢٦٣٤	١٦٨٣٥٠	١٥١٩٤٥	١٦٠٩٧٦	١١٨٢٩٧	٨٨١٣٦	٥٨١٢٣	٨٨١٨٥
٢٠٠-١٠٠	١٥٧٨٩٤	١٦٣٢٨٧	١٤٦٨٣٧	١٥٦٠٠٦	١١٣٦٨٦	٨٤١٤٨	٥٥١٤٤	٨٤٣٢٦
٣٠٠-٢٠٠	١٥٧٠٥٢	١٦٢٤٠٦	١٤٦٠٤٥	١٥٥١٦٨	١١٣٠٧٥	٨٣٦٤٣	٥٤٦٩٤	٨٣٨٠٤
٤٠٠-٣٠٠	١٥٦٩٠٥	١٦٢١١٩	١٤٥٣١٠	١٥٤٧٧٨	١١١٨١٠	٨١٨٣٣	٥٢٨٨٠	٨٢١٧٤
٥٠٠-٤٠٠	١٥٦٣٢٥	١٦١٥٢٣	١٤٤٨١٥	١٥٤٢٢١	١١١٥٨٧	٨٢٤٣٩	٥٤٤٠٦	٨٢٨١١
٦٠٠-٥٠٠	١٦٩٧٨٥	١٧٦٠٩٨	١٦٠٢٨٤	١٦٨٧٢٣	١٢٦٦٢٩	٩٦٣٤٩	٦٥٠٩٣	٩٦٠٢٤
٧٠٠-٦٠٠	١٧٣٠٠٠	١٧٩٥١٣	١٦٣٧١١	١٧٢٠٧٤	١٢٩٨٣٣	٩٩٣٠٩	٦٧٤٠٤	٩٨٨٤٩
٨٠٠-٧٠٠	١٧٤٠٦٠	١٨٠٨٧٧	١٦٥٩٠١	١٧٣٦١٣	١٣٢٧٨٠	١٠٢٧٢١	٧٠٤٧٨	١٠١٩٩٣
٩٠٠-٨٠٠	١٧٦٦٥٨	١٨٣٤٥٣	١٦٧٨٥٨	١٧٥٩٨٩	١٣٣٩٠٣	١٠٣٢٦٤	٧٠٧١٢	١٠٢٦٢٦

ملحق (٢) : المتوسط الشهري والفصلي للإشعاع الشمسي  
تبعاً لدرجات انحدار سطح الأرض.

درجات الانحدار	ديسمبر	يناير	فبراير	الشتاء	مارس	أبريل	مايو	الربيع
صفر-٢	٥٣.٦٢	٦٥٢٩٢	٨٤٢٤١	٦٧٥٣٢	١٢٠.٦٦١	١٥٢٦٧٤	١٧٧٨٤٥	١٥٠.٣٩٣
٥-٢	٥٣٤٤٩	٦٥٧٣٧	٨٤٧٠.٨	٦٧٩٦٥	١٢١١٧٥	١٥٣١٧٢	١٧٨٣٢٨	١٥٠.٨٩٢
١٠-٥	٥٣٧.٣	٦٦.٣٧	٨٤٩.٠٨	٦٨٢١٦	١٢١.٠٨٣	١٥٢٥٧٨	١٧٧٢٣٧	١٥٠.٢٩٩
١٨-١٠	٥٠.٦٩٧	٦٢٤٥٨	٨٠.٨٦٣	٦٤٦٧٣	١١٦١١٦	١٤٧١٤٠	١٧١٥٠.٤	١٤٤٩٢٠
٣٠-١٨	٤٣٣١٦	٥٣٤٩٨	٧.٧٦٣	٥٥٨٥٩	١٠.٤٢٦٦	١٣٥٢٤٠	١٦٠.١٥	١٣٣١٧٤
٤٥-٣٠	٣٥.٢٢	٤٢٩٦٠	٥٨.٩٨	٤٥٣٦٠	٨٨٥٧٨	١١٨٩١١	١٤٣٩٢٥	١١٧١٣٨
أكثر من ٤٥	٢٤٨٧٨	٢٩٥.٠٤	٣٨٥٧٥	٣.٩٨٦	٥٨٨٩٠	٨٣١٥٦	١٠.٦٢٤٣	٨٢٧٦٣
درجات الانحدار	يونيه	يوليو	أغسطس	الصيف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الخريف
صفر-٢	١٧٤٧١٧	١٨١٢٩٢	١٦٥٢٤٦	١٧٣٧٥٢	١٣٠.٨٥٢	٩٩٧٧٨	٦٧٤١٩	٩٩٣٤٩
٥-٢	١٧٥١٥٨	١٨١٧٦٦	١٦٥٧٥١	١٧٤٢٢٥	١٣١٣٦٣	١٠٠.٢٩٢	٦٧٨٥٩	٩٩٨٣٨
١٠-٥	١٧٣٩١٥	١٨.٥٧٣	١٦٤٩٨٢	١٧٣١٥٧	١٣١١٣١	١٠٠.٤٤١	٦٨١٣٧	٩٩٩.٣
١٨-١٠	١٦٨٥١٧	١٧٤٨٤٦	١٥٩٣.٠	١٦٧٥٥٤	١٢٦.٠٠	٩٥٨٥٩	٦٤٥٥٠	٩٥٤٧٠
٣٠-١٨	١٥٨٢.٩	١٦٣٦.٩	١٤٧١٩٩	١٥٦٣٣٩	١١٤.٥١	٨٤٥١٢	٥٥٥٦٩	٨٤٧١٠
٤٥-٣٠	١٤٣٦٦٣	١٤٧٨.٦	١٣.٤٨٣	١٤.٦٥٠	٩٨.٢٠	٧٠.٢٨	٤٤٨٦٢	٧٠.٩٧٠
أكثر من ٤٥	١٠.٨٦٧	١١.٠٣٤٤	٩٢٩٣٦	١٠.٣٩٨٢	٦٦.٢٠	٤٦٢٧١	٣.٥٨٤	٤٧٦٢٥

ملحق (٣) : المتوسط الشهري والفصلي للإشعاع الشمسي  
تبعاً لاتجاه انحدار سطح الأرض.

الاتجاه	ديسمبر	يناير	فبراير	الشتاء	مارس	أبريل	مايو	الربيع
المستوي	٥٢٨١٠	٦٥٠٠٠	٨٣٩٠١	٦٧٢٣٧	١٢٠٢٢٤	١٥٢١٦٤	١٧٧٢٦٩	١٤٩٨٨٥
الشمالي	٣٦٤٦٨	٤٥٣٠٩	٦٢٧٠٤	٤٨١٦٠	٩٧٥٩٧	١٣٣٠٨٨	١٦٢٧٤٩	١٣١١٤٥
الشمالي الشرقي	٣٩٩٢٢	٤٩٤٤٤	٦٧٠٨٨	٥٢١٥١	١٠١٧٦٨	١٣٥٥٥٨	١٦٣٣٨٤	١٣٣٥٧٠
الشرقي	٤٩٥١٢	٦٠٩٦٤	٧٨٩٨٨	٦٣١٥٥	١١٣٤٨٣	١٤٣٨٣٥	١٦٧٦٦١	١٤١٦٦٠
الجنوبي الشرقي	٥٨٢٣٠	٧١٣٤٨	٨٩٦٥٢	٧٣٠٧٦	١٢٤١٥٣	١٥١٩٧٠	١٧٢٨٣٩	١٤٩٦٥٤
الجنوبي	٦١٥٠٠	٧٥١٨٤	٩٣٧٥٨	٧٦٨١٤	١٢٨٨٠٧	١٥٦٥٤٧	١٧٧١٩٢	١٥٤١٨٢
الجنوبي الغربي	٥٨٧٤٩	٧١٩٤١	٩٠٥٥٣	٧٣٧٤٨	١٢٥٨٧٠	١٥٤٧٨٩	١٧٦٧١٩	١٥٢٤٥٩
الغربي	٥١٤٢٥	٦٣٢٧٩	٨١٦٧٦	٦٥٤٦٠	١١٦٩٦٤	١٤٧٩٤٠	١٧٢٢٧٥	١٤٥٧٢٦
الشمالي الغربي	٤٢٤٩١	٥٢٦٣٩	٧٠٧٤٦	٥٥٢٩٢	١٠٦٢١٠	١٤٠١٩٢	١٦٧٩٧٢	١٣٨١٢٥
الاتجاه	يونيه	يوليو	أغسطس	الصيف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الخريف
المستوي	١٧٤١٥٣	١٨٠٧٠٧	١٦٤٧٠١	١٧٣١٨٧	١٣٠٣٩٢	٩٩٣٨٨	٦٧١٢٤	٩٨٩٦٨
الشمالي	١٦٣١١٤	١٦٧٤٨٠	١٤٦٥٤٨	١٥٩٠٤٧	١٠٨٥٨٢	٧٦٠٨٦	٤٧٥٦٤	٧٧٤١٠
الشمالي الشرقي	١٦٢٨١٣	١٦٧٦٧٠	١٤٨٤٩٥	١٥٩٦٥٩	١١٢٣٠٩	٨٠٨١١	٥١٦٨١	٨١٦٠٠
الشرقي	١٦٤٧٤٨	١٧٠٩٢٥	١٥٥٧٢٧	١٦٣٨٠٠	١٢٣١٥٣	٩٣٦٥٥	٦٣٠٢١	٩٣٢٧٦
الجنوبي الشرقي	١٦٨٠٣٤	١٧٥٣٢٥	١٦٣١٤٣	١٦٨٨٣٤	١٣٣١٨٧	١٠٥١٧٣	٧٣٢٣٠	١٠٣٨٦٣
الجنوبي	١٧١٩٢٠	١٧٩٥٧٢	١٦٧٧٧٥	١٧٣٠٨٩	١٣٧٨٥٠	١٠٩٧٣٠	٧٧٠٢٨	١٠٨٢٠٢
الجنوبي الغربي	١٧٢١١٥	١٧٩٤١٢	١٦٦٣٨٠	١٧٢٦٣٦	١٣٥٢٢٣	١٠٦٣٣١	٧٣٨٦٣	١٠٥١٣٩
الغربي	١٦٩٢٢٠	١٧٥٦٠٣	١٦٠١٠٩	١٦٨٣١١	١٢٦٨٣٢	٩٦٧٣٨	٦٥٣٥٢	٩٦٣٠٨
الشمال الغربي	١٦٦٩٦١	١٧٢١٨١	١٥٣٢٤٩	١٦٤١٣٠	١١٦٨٤١	٨٤٩٦٠	٥٤٨٨٣	٨٥٥٦١

ملحق (٤) : المتوسط الشهري والفصلي لدرجة الحرارة  
تبعاً لمناسيب سطح الأرض.

المنسوب	ديسمبر	يناير	فبراير	الشتاء	مارس	أبريل	مايو	الربيع
أقل من ١٠٠	٢١,٣	١٩,٠	٢٢,٠	٢٠,٨	٢٥,١	٣٢,١	٤٢,٤	٣٣,٢
٢٠٠-١٠٠	٢١,٦	١٧,١	٢٢,٤	٢٠,٤	٣١,٣	٣٦,٤	٤٦,٢	٣٨,٠
٣٠٠-٢٠٠	٢١,٨	١٦,٤	٢٢,٠	٢٠,١	٣١,٣	٣٦,٧	٤٧,١	٣٨,٤
٤٠٠-٣٠٠	٢١,١	١٥,٥	٢١,٦	١٩,٤	٣٠,٦	٣٦,٩	٤٧,٦	٣٨,٤
٥٠٠-٤٠٠	٢١,٢	١٤,٩	٢٠,٦	١٨,٩	٢٩,٥	٣٦,٧	٤٨,٠	٣٨,١
٦٠٠-٥٠٠	١٩,٩	١٥,٠	٢٠,٩	١٨,٦	٢٩,٩	٣٧,٥	٤٨,٨	٣٨,٧
٧٠٠-٦٠٠	١٩,٦	١٥,٣	٢٠,٧	١٨,٥	٣٠,٠	٣٦,٨	٤٩,٣	٣٨,٧
٨٠٠-٧٠٠	٢٢,١	١٦,١	٢٢,٦	٢٠,٣	٣١,٦	٣٥,٧	٥٠,٠	٣٩,١
٩٠٠-٨٠٠	٢١,٦	١٥,٦	٢١,٦	١٩,٦	٣١,٣	٣٥,٧	٤٩,٩	٣٩,٠
المنسوب	يونيه	يوليو	أغسطس	الصيف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الخريف
أقل من ١٠٠	٤٨,٤	٤٣,٥	٤٤,٧	٤٥,٥	٣٩,٢	٣٦,٧	٢٧,٨	٣٤,٦
٢٠٠-١٠٠	٤٨,٣	٤٣,٩	٤٥,٠	٤٥,٧	٣٩,٦	٣٦,٨	٢٦,٤	٣٤,٣
٣٠٠-٢٠٠	٤٧,٤	٤٤,١	٤٥,١	٤٥,٥	٣٩,٥	٣٦,٣	٢٥,٢	٣٣,٧
٤٠٠-٣٠٠	٤٦,٧	٤٤,٥	٤٥,٣	٤٥,٥	٣٩,٢	٣٦,٢	٢٣,٨	٣٣,١
٥٠٠-٤٠٠	٤٥,٧	٤٤,٩	٤٥,٣	٤٥,٣	٣٨,٧	٣٥,٦	٢٣,٦	٣٢,٦
٦٠٠-٥٠٠	٤٥,١	٤٦,٥	٤٥,٨	٤٥,٨	٣٩,٠	٣٧,٥	٢٥,٩	٣٤,١
٧٠٠-٦٠٠	٤٦,٠	٤٦,٩	٤٥,٩	٤٦,٣	٣٩,٥	٣٨,٤	٢٥,٠	٣٤,٣
٨٠٠-٧٠٠	٤٥,٤	٤٧,٢	٤٥,٩	٤٦,٢	٣٩,٢	٣٩,٦	٢٧,٦	٣٥,٥
٩٠٠-٨٠٠	٤٥,٤	٤٧,٥	٤٥,٦	٤٦,٢	٣٧,٩	٣٨,٩	٢٦,٩	٣٤,٦

ملحق (٥) : المتوسط الشهري والفصلي لدرجة الحرارة  
تبعاً لدرجات انحدار سطح الأرض.

درجات الانحدار	ديسمبر	يناير	فبراير	الشتاء	مارس	أبريل	مايو	الربيع
صفر-٢	٢٠,٨	١٦,٣	٢٠,٨	١٩,٣	٢٧,٨	٣٥,٣	٤٧,٢	٣٦,٨
٥--٢	٢٠,٧	١٦,١	٢١	١٩,٣	٢٨,٨	٣٦,٤	٤٨,٢	٣٧,٨
١٠--٥	٢٠,٩	١٦,٤	٢١,٩	١٩,٧	٣٠,٢	٣٦,٧	٤٨,٧	٣٨,٥
١٨--١٠	١٩,٦	١٦,٧	٢٢,٣	١٩,٥	٣٠,٦	٣٦,١	٤٧,٩	٣٨,٢
٣٠-١٨	١٦,٢	١٥,٨	٢١,٧	١٧,٩	٣٠,٥	٣٥,٩	٤٧	٣٧,٨
٤٥-٣٠	١٣,٢	١٣,١	١٩,٦	١٥,٣	٢٩,٦	٣٥,٦	٤٧,١	٣٧,٤
أكثر من ٤٥	١٠,٣	٩,٢	١٤,٢	١١,٢	٢٦,٩	٣٤,٤	٤٧	٣٦,١
درجات الانحدار	يونيه	يوليو	أغسطس	الصيف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الخريف
صفر-٢	٤٦,١	٤٦,٣	٤٥,٦	٤٦,٠	٣٩,٣	٣٨,١	٢٦	٣٤,٥
٥--٢	٤٦,٢	٤٦,٦	٤٥,٨	٤٦,٢	٣٩,٤	٣٨,٥	٢٦,١	٣٤,٧
١٠--٥	٤٦,٣	٤٦,٦	٤٥,٩	٤٦,٣	٣٩,٥	٣٨,٦	٢٧	٣٥,٠
١٨--١٠	٤٦,٦	٤٥,٦	٤٥,٦	٤٥,٩	٣٩,٤	٣٧,٩	٢٧,١	٣٤,٨
٣٠-١٨	٤٦,٦	٤٤,٥	٤٥	٤٥,٤	٣٩,١	٣٦,٥	٢٥,١	٣٣,٦
٤٥-٣٠	٤٥,٩	٤٤,٣	٤٤,٧	٤٥,٠	٣٨,٥	٣٥	٢٠,٦	٣١,٤
أكثر من ٤٥	٤٤,٨	٤٤,٤	٤٤	٤٤,٤	٣٦,٣	٢٨,٤	١٣,٨	٢٦,٢

ملحق (٦) : المتوسط الشهري والفصلي لدرجة الحرارة  
تبعاً لاتجاه انحدار سطح الأرض.

الاتجاه	ديسمبر	يناير	فبراير	الشتاء	مارس	ابريل	مايو	الربيع
المستوي	٢١	١٦,٥	٢٠,٧	١٩,٤	٢٧,٢	٣٤,٧	٤٦,٥	٣٦,١
الشمالي	١٣,٤	١٣,٥	١٩,٣	١٥,٤	٢٨,٧	٣٥,٢	٤٦,٩	٣٦,٩
الشمالي الشرقي	١٧,٩	١٦,١	٢١,٤	١٨,٥	٢٩,٤	٣٥,٨	٤٧,٤	٣٧,٥
الشرقي	٢١,٧	١٨,١	٢٣,٣	٢١,٠	٣٠,٩	٣٧,١	٤٨,٤	٣٨,٨
الجنوبي الشرقي	٢٢,٨	١٨,١	٢٣,٥	٢١,٥	٣١,٣	٣٧,٥	٤٨,٧	٣٩,٢
الجنوبي	٢٢,٤	١٧	٢٢,٦	٢٠,٧	٣٠,٩	٣٧	٤٨,٨	٣٨,٩
الجنوبي الغربي	٢٠,٤	١٥,٨	٢١,١	١٩,١	٢٩,٨	٣٥,٩	٤٨,٣	٣٨,٠
الغربي	١٧,٤	١٤,٨	٢٠,١	١٧,٤	٢٩,١	٣٥,٣	٤٧,٥	٣٧,٣
الشمالي الغربي	١٤,٤	١٣,٥	١٩,١	١٥,٧	٢٨,٩	٣٥,١	٤٧	٣٧,٠
الاتجاه	يونيه	يوليو	أغسطس	الصيف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الخريف
المستوي	٤٥,٩	٤٦,١	٤٥,٥	٤٥,٨	٣٩,٣	٣٧,٧	٢٦,١	٣٤,٤
الشمالي	٤٦,٥	٤٥	٤٤,٨	٤٥,٤	٣٨,٥	٣٥,٥	٢٢,٣	٣٢,١
الشمالي الشرقي	٤٧,٢	٤٥,٦	٤٥,٦	٤٦,١	٣٩,١	٣٦,٨	٢٥	٣٣,٦
الشرقي	٤٧,٧	٤٦,٢	٤٦,٤	٤٦,٨	٤٠,٢	٣٨,٤	٢٨,١	٣٥,٦
الجنوبي الشرقي	٤٧,١	٤٦,٤	٤٦,٤	٤٦,٦	٤٠,٤	٣٩,٢	٢٨,٧	٣٦,١
الجنوبي	٤٥,٩	٤٦,٤	٤٥,٩	٤٦,١	٣٩,٨	٣٩,٢	٢٧,٩	٣٥,٦
الجنوبي الغربي	٤٤,٩	٤٦	٤٥,٢	٤٥,٤	٣٨,٩	٣٨,٣	٢٦,٤	٣٤,٥
الغربي	٤٤,٦	٤٥,١	٤٤,٤	٤٤,٧	٣٨,١	٣٧,١	٢٤,٩	٣٣,٤
الشمالي الغربي	٤٥,٥	٤٤,٩	٤٤,٤	٤٤,٩	٣٨,٢	٣٦,٣	٢٢,٨	٣٢,٤

## المراجع

١. إبراهيم محمد علي (١٤٢٥هـ): الغلاف الجوي، بريدة، متاح على الرابط <https://www.arabgeographers.net>.
٢. عبدالعزيز عبداللطيف يوسف (٢٠٠٠): "مناطق الحرارة المثلى في مدينة القاهرة: دراسة جغرافية في المناخ الحضري"، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٤٠.
٣. علاوة عنصر (٢٠٠٦): مبادئ في علم المناخ والجغرافيا الحيوية، كلية علوم الأرض والجغرافيا والتهيئة العمرانية، جامعة منتوري، قسنطينة، الجزائر، متاح على الرابط <https://www.geopratique.com>.
٤. علي عبد الزهرة كاظم (٢٠١٨): أسس ومبادئ في علم الطقس والمناخ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، قسم الجغرافيا، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، مكتب زاكي للطباعة والنشر.
٥. محمد هاني سعيد (٢٠٢٠): تأثير النمو والنسيج العمرانيين في الظروف الحرارية للمدن الجديدة ذات الظهير الصحراوي، "مدينة السادس من أكتوبر أنموذجاً"، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، سلسلة بحوث جغرافية، العدد ١٤٣، نوفمبر ٢٠٢٠.
٦. نعمان شحادة (١٩٩١): مناخ الأردن، دار البشير، الطبعة الأولى، عمان.
٧. نعمان شحادة (٢٠٠٩): علم المناخ، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الطبعة الأولى.
٨. هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية، نموذج الارتفاع الرقمي، متاح على الرابط <https://vertex.daac.asf.alaska.edu>.
٩. هيئة المساحة العسكرية، (١٩٩٠): لوحات طبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠.
١٠. وليد عباس عبدالراضي (٢٠١٣): الحرارة في مجمع القاهرة الحضري، باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
11. Juelin H., et al. (2018): The impact of the terrain effect on land surface temperature variation based on Landsat-8 observations in mountainous areas. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 40, Issue 5-6.

12. Kayiranga, A. (2017): Analysis of Climate and Topography Impacts on the Spatial Distribution of Vegetation in the Virunga Volcanoes Massif of East-Central Africa, *Geosciences*, Vol. 7, Issue 17, pp. 1-18
13. Nabil, R.M. (2019): Analysis of the pattern of surface temperature in Amman city. *International Journal of Planning, Urban and Sustainable Development*, Vol. 6, Issue 4, pp. 17-30.
14. Parastatidis, D., et al. (2017): Online Global Land Surface Temperature Estimation from Landsat, *Remote Sens*, Vol. 9 Available online at: [www.mdpi.com/journal/remotesensing](http://www.mdpi.com/journal/remotesensing), pp.1-16.
15. Raupach, M.R & Finnigan, J.J. (1997): The influence of topography on meteorological variables and surface-atmosphere interactions, *Journal of Hydrology*, Vol. 190, Issues 3–4.
16. REMOTE SENSING LAB, Available online at: [http://rslab.gr/downloads\\_LandsatLST.html](http://rslab.gr/downloads_LandsatLST.html)
17. Yassine C. & Abdelhamid B. (2011): Assessment of the canopy urban heat island of a coastal arid tropical city: The case of Muscat, Oman, *Atmospheric Research*, Issue 1-2, Vol. 101, pp. 215-227.
18. Young, A. (1972): *Slopes*. Oliver and Boyd. Edinburgh.



# **The Effect of the Topographic Factor on Solar Radiation and Temperature in the Galala Region**

Dr.  
Ahmed Zayed Abdalla Zayed

Dr.  
Mohamed Hany Saed Abd-Elmalek

## **ABSTRACT**

The present study aims to reveal the effect of the topographic factor on solar radiation and temperature in an area characterized by topographic diversity in terms of elevation, severity and direction of the slope. The study relied on modern techniques in deriving climatic data (radiation-temperature) through the data of the Land satellite images. sat8, as well as the digital elevation model for estimating the values of solar radiation and the derivation of topographic data, and the study presented the nature of the region in terms of topography, then went through the factors affecting solar radiation and temperature, then dealt with estimating the values of solar radiation and its relationship to the topographical aspects, then the study ended with an explanation of the geographical distribution Of heat and its relationship to topographical aspects. The study concluded with a number of important results, including that the solar radiation increases during the seasons of the year as we move from the soft gradient to the average gradient, and then it begins to decrease gradually as we approach the cliffs. The temperature also increases during the seasons of the year as we move from the level gradient to the average gradient, then it gradually decreases as we approach the cliffs, which is in agreement with the spatial distribution of solar radiation in the region. Also, the gradient factor of the earth's surface is the most influential topographical factor in solar radiation and temperatures, as it contributed 97% and 89% to the change in solar radiation and the temperature for each, respectively, in the study area, followed by the height factor and then the direction factor of the slope of the earth's surface.

**Key Words:** Topographic factor, Solar radiation, Temperature, Galala city.