التقويم الجغرافى ـ البيئى لمحطات معالجة الصرف الصحى بمدن محافظة المنوفية

" دراسة فى جغرافية الحضر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية "

زينب أحمد علي سلوم*

الملخص :

باتت معالجة الصرف الصحى ضرورة حتمية للحفاظ على جودة الموارد المائية، والوقاية من انتشار الأمراض المعدية مثل التيفود، والكوليرا، والدوسنتاريا، والإسهال، كما أصبح لإعادة استخدام المياه المعالجة قيمة اقتصادية مضافة كمورد غير تقليدى للمياه العذبة فى مصر، فى ظل وجود حصة مائية ثابتة ومحددة من مياه النيل (٥٥,٥) مليار م^{٣}/سنويا تمثل نحو (٧٩,٣٣٪) من جملة الموارد المائية (٦٩,٩٦) مليار م^{٣}/سنة، وانخفاض نسبة إسهام المياه الجوفية فى الموارد المائية (٨,٧٪)؛ ومن ثم تناقص نصيب الفرد من المياه بالنمو السكانى. يهدف البحث إلى تقويم محطات المعالجة بالمدن وصولا إلى وضع إستراتجية للإدارة الصحية والبيئية لمنظومة الصرف الصحى بمدن المنوفية. ركز البحث على دراسة المحاور التالية :

(١) الأبعاد المكانية لمحطات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية.

(٢) نظم ومستويات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية.

(٣) نظم الصرف وإعادة استخدام نواتج المعالجة بمدن المنوفية.

(٤) التقويم الجغرافى – البيئى لمحطات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية.

(٥) الإدارة الصحية والبيئية لمنظومة الصرف الصحى بمدن المنوفية.

وتوصل البحث إلى عدد من النتائج أهمها : اختلط الصرف الصحى بأنماط الصرف المختلفة بجميع المدن؛ مما يلوث مياهه بالعديد من الملوثات؛ ومن ثم تصبح هذه المحطات عقيمة فى معالجة تامة للملوثات؛ ومن ثم إعادة طرحها للبيئة، فيعد نظام المعالجة ببرك الأكسدة أكثر النظم جودة من الناحية البيئية والصحية؛ فيختزال الملوثات بنسب تفوق ٩٥٪، إلا انه مثل (١٢,٥٪) فقط من نظم المعالجة بالمدن، كما يسود نمط المعالجة الثلاثية بمدن المنوفية بنسبة (٨٧,٥٪)، اقتصر تعقيم السيب النهائى بجميع المدن على الكلور، واعتمد نظام معالجة الحمأة على التجفيف الشمسى فقط؛ ومن ثم خروج نواتج غير تامة المعالجة، و يتم صرف المياه المعالجة على المصارف الزراعية فى معظم محطات المعالجة بالمدن.

---

* باحثة بقسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة المنوفية.

المقدمة :

يقوم الصرف الصحى بتجميع المخلفات السائلة والمواد العضوية للمجتمع والتخلص منها بطريقة صحية من خلال التحكم فى العدوى بالطفيليات المعوية وغيرها من الأمراض؛ بما لا يعرض الصحة العامة والبيئة للخطر، وهو جزء من الإصحاح الصحى – البيئى؛ مما جعله قاسما مشتركا من اهتمام السلطات المسئولة عن الرعاية الصحية وتلك المسئولة عن مستويات وتسهيلات الإمداد بمصادر المياه والتخلص من الصرف الصحى (WHO, 1992, pp. 7-8).

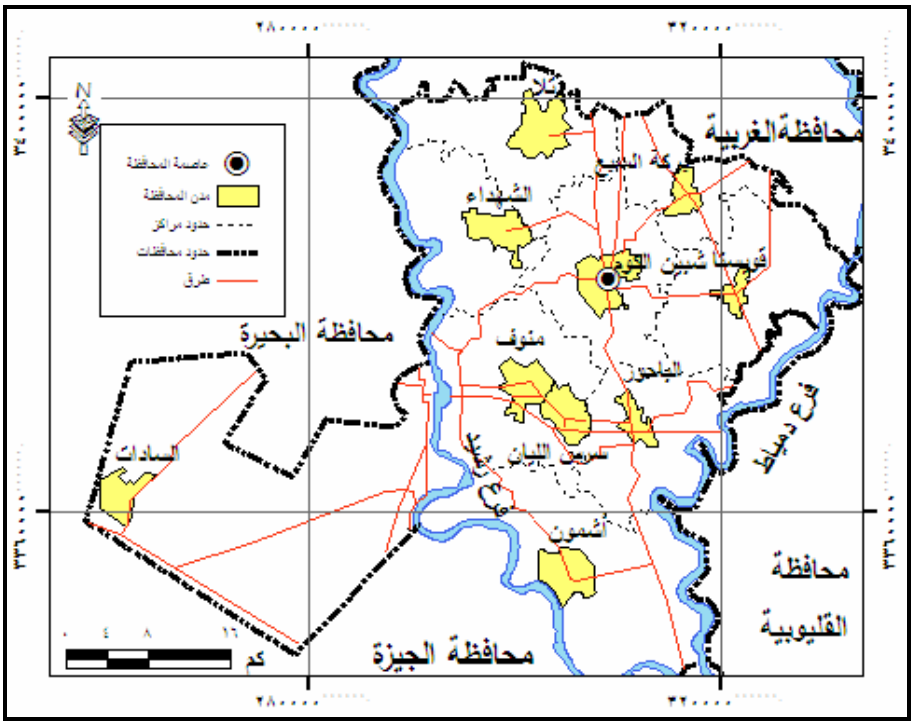
تتألف مياه الصرف الصحى من عنصرين هما الماء الملوث بنسبة (٩٩٪)، والمواد العضوية بنسبة (١٪)، وتعد مياه الصرف الصحى مصدرا هاما من مصادر التلوث؛ نظرا لاحتوائها على أنواع مختلفة من الملوثات وهى (منظمة الصحة العالمية، ٢٠٠٤، ص ٣):

- **ملوثات فيزيائية** : يمكن إزالتها بعمليات فيزيائية مباشرة كالترسيب، أو الترشيح، أو التصفية، أو الامتزاز، أو الفصل الغشائي أو التبخير...الخ. ومن أهم هذه الملوثات الرمال والجريش والشوائب الخاملة.
- **ملوثات كيميائية** : تتطلب لإزالتها تطبيق بعض العمليات الفيزياكيمائية أو الكيميائية كالتبادل الايوني، أو التحييد، أو الترسيب الكيميائي...الخ. وقد تكون هذه الملوثات عضوية ومنها الهيدركربونات والزيوت والشحوم والمنظفات الصناعية والمبيدات الحشرية والعشبية والبروتينات والفينولات...الخ، أو لاعضوية ومنها القلويات، والأحماض والكلوريدات والمعادن الثقيلة والنتروجين والفوسفور والكبريت، أو غازية ومنها كبريتيد الهيدروجين والأمونيا والميثان والتى تتسبب فى أمراض الحساسية والتأثير على الجهاز العصبى.
- **ملوثات حيوية (بيولوجية)** : وتتطلب لإزالتها تطبيق بعض العمليات الحيوية أو الفيزياكيميائية كالمعالجة الحيوية أوالتعقيم. ومن أهم هذه الملوثات الحيوانات الميتة كالقوارض، والقطط، وبعض أنواع الكائنات العضوية المجهرية ومنها البكتيريا، وتتسبب فى أمراض التيفود، والكوليرا، والدوسنتاريا، والالتهابات المعوية، والفيروسات وتتسبب فى الإصابة بالالتهاب الكبدى الوبائى، وشلل الأطفال، وديدان البلهارسيا والإسكارس والحيوانات الأولية كالأميبا والجراديا التى تسبب الإسهال بصفة مستمرة.

يتكون مرفق الصرف الصحيّ من ثلاثة مكونات رئيسة هى شبكة الانحدار، ومحطات الرفع، ومحطات المعالجة وهي مجموعة المنشآت التي تقام في موقع معين لإزلة الجزء الأكبر من الملوثات العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي، وفيها تتعرض مياه الصرف الصحيّ إلى حزمة من التكنولوجيات تهدف إلى تخليصها من الملوثات حتى يمكن التصرف فيها بطريقة آمنة لا تضر بالبيئة (أرناؤوط، ٢٠٠٣، ص ١٥٩).

منطقة الدراسة :

وتتمثل فى مدن محافظة المنوفية، وتتكون المحافظة إداريا من تسعة مراكز إدارية، وتسع مدن مسماة بأسماء مراكزها الإدارية، بالإضافة إلى مدينة سرس الليان، التي تحولت من قرية إلى مدينة إدارية قائمة بذاتها عام ١٩٧٥، تقع مدن محافظة المنوفية في المعمور الفيضيِّ، باستثناء مدينة السادات الواقعة بالمعمور الصحراوي، كما تحوّلت مدن محافظة المنوفية من الريفية إلى الحضرية، باستثناء مدينة السادات؛ فهي ذات نشأة حضرية، فقد نشأت إثر صدور القرار رقم (١٢٣) لسنة ١٩٧٨ بتخطيطها من قبل جهاز التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة (وزارة التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة، ١٩٨٩، ص ١٤٤)، وكانت مدينة السادات تابعة لمحافظة البحيرة، وقد صدر القرار الإداري رقم (٣٣٣) لسنة ١٩٩٣ بضمها إلى محافظة المنوفية (انظر شكل رقم (١) الذى يوضح التقسيم الإداري لمحافظة المنوفية والمدن محل الدراسة).



شكل (١) : التقسيم الإداري لمحافظة المنوفية والمدن محل الدراسة.

المصدر: الهيئة المصرية العامة للمساحة، خرائط محافظة المنوفية مقياس ١/١٠٠٠٠٠ عام ١٩٩٧.

دوافع اختيار موضوع البحث وأهميته :

هناك عدة دوافع لعل من أهمها الرغبة في دراسة الصرف الصحى بالمدن؛ لما لها من تأثير مباشر على الصحة العامة والبيئة؛ فقد أصبح الاتصال بالصرف الصحى أحد أهم مؤشرات جودة الحياة بجانب توافر مياه الشرب النقية، تتصف نظم ومستويات معالجة الصرف الصحى بالتنوع، وينسحب الأمر ذاته على مدن محافظة المنوفية، فمنها المدن الفيضية، والمدن الصحراوية، التى تتناسب مع كل نظام للمعالجة والتخلص من نواتج المعالجة من مياه وحمأة، وهذا التباين يلقى الضوء على العلاقة بين الخصائص الجغرافية لمواضع المحطات ونظم المعالجة المتبعة، تهميش معظم الدراسات الجغرافية المحلية للصرف الصحى لاسيما المعالجة؛ فقد اعتاد دارسوا الجغرافيا على دراسة مدى العدالة فى الاتصال بالصرف الصحى وطول شبكة الانحدار وكل ما هو كمي نظرى؛ ولم يهتموا بنظم المعالجة المتبعة أو نظم التخلص من النواتج، فهذه الحلقة الأخيرة لاتقل أهمية عن امتداد الشبكة والاتصال بها؛ إذ تمثل تغذية استرجاعية سلبية للبيئة والصحة العامة ما لم تعالج بطريقة سلمية صحيا وبيئيا؛ ومن ثم حدوث الكثير من التداعيات الصحية والبيئية.

أهداف البحث :

يهدف البحث إلى تقويم محطات المعالجة بالمدن؛ وصولا إلى وضع إستراتجية للإدارة الصحية والبيئية لمنظومة الصرف الصحى بمدن المنوفية، بالإضافة إلى الأهداف الفرعية، ومنها الكشف عن التوزيع الجغرافى للمحطات، والكشف عن نظم ومستويات معالجة الصرف الصحى بالمدن، ورصد طرق التخلص النهائى من المياه المعالجة والحمأة بالمدن، تقويم كفاءة محطات المعالجة بالمدن، ووضع إستراتجية للإدارة البيئية والصحية لمنظومة الصرف الصحى بالمدن.

مناهج البحث :

تعددت مناهج الدراسة، ومنها منهج النظم (مصيلحى، ١٩٩٤، ص ص ٢٨٥-٣٠٣)، وهو يستخدم في تحديد مدخلات ومخرجات منظومة الصرف الصحى والتفاعلات الحادثة بينها فى نظم المعالجة ونظم التخلص النهائى للصرف الصحى، المنهج السلوكي (مصيلحى، ١٩٩٤، ص ص ١٥٢-١٥٩) وهو يستخدم في تقييم سلوك الأفراد وسلوك المؤسسات الحكومية في التعامل مع نواتج عملية المعالجة (المياه والحمأة)، ومدى تطبيق القوانين فيما يتصل بالمعالجة وإعادة الاستخدام الآمن لها، منهج التحليل المكاني الذي يؤكد على التباين والتشابه المكاني، والمنهج السببي التأثيري الذى يؤكد على دائرة التسبب المتراكم للصرف الصحى على البيئة والصحة العامة.

أساليب البحث :

تنوعت أساليب الدراسة بين الأسلوب الإحصائي، والكارتوجرافى، والدراسة الميدانية والصورة الفوتوغرافية لتفي بأغراض البحث، وتم استخدم نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من خلال برنامج ArcGIS 9.3 وتم توظيفه كما يلى :

- تم من خلال وجهة Arc Map القيام بثلاث مهام: هى إدخال خريطة مدن محافظة المنوفية بملف Raster، وعمل عملية الإرجاع الجغرافى لها من خلال Georeferencing، وعمل إسقاط (predefined → Projected coordinate system) وتم اختيار المسقط المحلى (National Gride → Egypt Red Belt).
- نقل ورسم Editing or Digitizing (تحويل البيانات من Raster إلى Vector) لطبقات البيانات مكانية (نقاطة، وخط، ومساحة) بعد إنشاء قاعدة بيانات مكانية شكلية بملف Shape file أو Geodatabase وتم رسم ثماني خرائط لمحطات معالجة الصرف الصحى بالربط بين قاعدة البيانات المكانية وقاعدة البيانات الوصفية، من خلال فتح جداول البيانات الوصفية (Attribute Taple) لمدن ومحطات معالجة الصرف الصحى.
- تم استخدام وجهة Arc Catalog فى عمل قاعدة البيانات الشكلية (Shape File) فى إنشاء طبقات لمحطات المعالجة والمدن، واختصت بعدد محطات المعالجة، ونصيب الفرد من مساحة محطات المعالجة، ونمط معالجة الصرف الصحى بالمحطات، ومستوى معالجة الصرف الصحى بالمحطات، ومستوى جودة المحطات، وتراوح نمط الطبقات بين النقاطة والمساحة (Point & Polygon)، وإضافة هذه الطبقات إلى خريطة مدن المنوفية.
- تم إدخال البيانات الوصفية (Attributes Data) بعمل قاعدة بيانات وصفية لمدن ومحطات المعالجة بعد فتح جدول البيانات الوصفية لطبقة المدن السابق رسمها فى واجهة Arc Map، حيث يتم ذلك فى شكل حقول رأسية (Fild) وصفوف عرضية (Record or Row) فى شكل مصفوفة بلغ عدد حقولها (8 Fild) وعدد صفوفها (8 Record)؛ ومن ثم رسم الخرائط ذات نمط التوزيعات الكمية بالألوان المتدرجة (Graduated Colors) كنصيب الفرد من مساحة المحطات، ومستوى جودة المحطات.

الدراسات السابقة :

١- دراسة (الحديثى، ١٩٩٧) عن تجربة استعمال مياه الصرف الصحى المعالجة للأغراض الزراعية بالمملكة العربية السعودية، وناقشت الدراسة طرق معالجة الصرف الصحى، والعوامل المحددة لإعادة استخدامها فى الرى، بعض التجارب العالمية لاستعمال المياه المعالجة،

استعمال المياه المعالجة فى زراعة المناطق الخضراء وتشجير الطرق وبعض المناطق المزروعة.

٢- دراسة (عبد الصبور، ٢٠٠٠) عن تقنيات مياه الصرف الصحى، وإعادة استخدامها للأغراض الزراعية، وعرضت الدراسة لطرق المعالجة التقليدية والبيولوجية لمياه الصرف الصحى، طرق التخلص من المياه المعالجة والحمأة.

٣- دراسة (قنديل، ٢٠٠٦) تناولت الدراسة تعظيم الاستفادة من مياه الصرف الصحى المعالجة فى الزراعة، فعرضت لخصائص نوعية المياه المعالجة، والتشريعات، والاستفادة منها، ومراحل معالجتها.

٤- دراسة (المهندى، ٢٠٠٧) عن مياه الصرف الصحى المعالجة فى دولة قطر، وناقشت ماهية مياه الصرف الصحى وطرق معالجتها، وواقع مياه الصرف الصحى، ومشاكل المياه، والحاجة إلى استخدام مياه الصرف الصحى.

٥- دراسة (عبد الله، ٢٠١٢) عن الأبعاد البيئية لمياه الصرف الصحى فى مدينة العمارة، ركز فيها على تناول الخصائص الكيميائية والفيزيائية والعناصر الثقيلة لمياه الصرف الصحى.

٦- دراسة (الزعبي وآخرون، ٢٠١٤) بعنوان استعمال مياه الصرف الصحى المعالجة فى الزراعة بسورية، واثبت الدراسة فعالية النباتات للري بمثل هذه المياه التي تحتوي على تركيزات جيدة ومتفاوتة من العناصر السمادية المغذية والضرورية لنمو وإنتاج النبات، وأعطت مردودا اقتصاديا جيدا وأعلى من مردود تلك المحاصيل المروية بمياه الأنهار أو المياه الجوفية، وتم زراعة العديد من المحاصيل الحقلية كالقمح والشعير والذرة، والصناعية كالقطن، والعلفية كالبرسيم، إضافة للأشجار الحراجية (الغابية) كالصنوبر والسرو في الغوطة الشرقية لمدينة دمشق، وفي السهل الجنوبي لمدينة حلب.

٧- دراسة (محمد أكبر، ٢٠١٤) بعنوان معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام الجريان السطحي الحر (FWS) باستخدام نبات القصب، وأثبتت الدراسة كفاءة نبات القصب في اختزال أبرز مؤشرات التلوث، والمواد الصلبة الكلية والعالقة، والأكسجين الحيوى والكيميائى المستهلك، فضلا عن النترات والفوسفات.

٨- دراسة (التركماني، ٢٠١٥) بعنوان محطات معالجة مياه الصرف الصحي، وتناول فيها تعريف محطات الصرف الصحى، والهدف منها واختيار الموقع العام لها، ومراحل معالجة الصرف الصحى.

ركز البحث على دراسة المحاور التالية :

أولاً : الأبعاد المكانية لمحطات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية.

ثانياً : نظم ومستويات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية.

ثالثاً : نظم الصرف وإعادة استخدام نواتج المعالجة بمدن المنوفية.

رابعاً : التقويم الجغرافى – البيئى لمحطات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية.

خامساً : الإدارة الصحية والبيئية لمنظومة الصرف الصحى بمدن المنوفية.

أولاً – الأبعاد المكانية لمحطات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية :

١) التوزيع الجغرافي لمحطات المعالجة :

يمكن ملاحظة التوزيع الجغرافي لمحطات معالجة الصرف الصحيّ بمدن محافظة المنوفية من خلال الجدول رقم (١) الذي يوضح عدد ومساحة محطات معالجة الصرف الصحيّ ونصيب الفرد منها بمدن المنوفية عام٢٠١٦م، والشكل رقم (٢) (أ–ب) الذى يوضح التوزيع العددي لمحطات معالجة الصرف الصحيّ بمدن محافظة المنوفية، ونصيب الفرد من مساحة المحطات عام ٢٠١٦ منهما يتضح ما يأتي:

وجود نمطين للمعالجة بمدن محافظة المنوفية،هما محطات المعالجة واقتصرت على المدن الواقعة بين فرعى النيل فى المحافظة، وعددها سبع محطات، تتوزع بواقع محطة معالجة لكل مدينة باستثناء مدينتى سرس الليان، والباجور فهما يعالجان صرفهما الصحيّ على محطة معالجة مدينة منوف، بينما تقتصر برك الأكسدة على مدينة السادات الواقعة غرب فرع رشيد؛ حيث يوجد بها بركتان للأكسدة.

واتضح من خلال الشكل رقم (٢–ب) السابق الإشارة إليه أن مساحة محطات وبرك معالجة الصرف الصحى عام ٢٠١٦م بلغت نحو (١٠١٧٤٦٨) م٢ وبلغ عدد السكان نحو (٧٩٢٢٨٩) نسمة، وبلغ نصيب الفرد على مستوى حضر المنوفية نحو (١,٣) م٢/فرد، وقد تباين نصيب الفرد من مساحة محطات المعالجة وبرك أكسدة الصرف الصحي، فقد انتظمت المدن فى أربعة مستويات هى :

- المستوى الأول مدن يزيد بها نصيب الفرد عن متوسط الحضر (١,٣) م٢/فرد، واستحوذ على مدينة السادات؛ حيث بلغ نصيب الفرد من مساحة برك الأكسدة بها نحو (٧) م٢/ فرد.
- المستوى الثاني مدن تتساوى مع متوسط الحضر واقتصر على مدينة بركة السبع؛ إذ بلغ نصيب الفرد بها من مساحة محطات المعالجة نحو (١,٣) م٢/فرد.

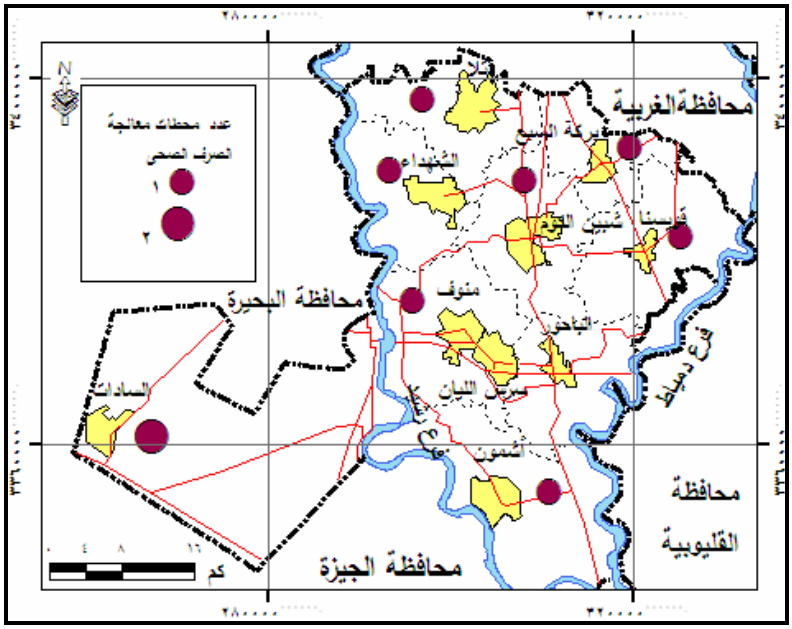
- وشمل المستوى الثالث مدن منوف، أشمون، تلا، وقويسنا والشهداء؛ وتراوح نصيب الفرد بها ما بين (٠,٥ : أقل من ١,٣) م٢/فرد.
- وتقهقرت مدينة شبين الكوم للمستوى الرابع والأخير (أقل من ٠,٥) م٢/فرد؛ فقد بلغ نصيب الفرد بها ٠,٣٤ م٢/فرد.

جدول (١) : عدد ومساحة محطات معالجة الصرف الصحيّ ونصيب الفرد منها بمدن المنوفية عام ٢٠١٦م.

البيان / المدينة	عدد محطات المعالجة أو برك الأكسدة	مساحة المحطات (م٢)	عدد السكان التقديري عام ٢٠١٦ "تسمة"*	نصيب الفرد من مساحة محطات المعالجة م٢/فرد
شبين الكوم	١	٦٧٢٠٠	١٩٧٤٣٠	٠,٣٤
منوف	١	١٥٩٦٠٠	١٠٠٧٥١	٠,٧٥
سرس الليان	–		٦١٠٣٩	
الباجور	–		٥٠٨٥٣	
أشمون	١	٥٠٤٠٠	٩٩٠٦٩	٠,٥
الشهداء	١	٤٨٣٠٠	٥٧٨٣٧	٠,٨٣
تلا	١	٥٠٤٠٠	٥٤٩٢٦	٠,٩٢
قويسنا	١	٣٣٦٠٠	٥٢٨٤٢	٠,٦٣
بركة السبع	١	٥٠٤٠٠	٣٨٨٢٩	١,٣
السادات	٢ (برك أكسدة)	٥٥٧٥٦٨	٧٨٧١٣	٧
جملة الحضر	**٩**	**١٠١٧٤٦٨**	**٧٩٢٢٨٩**	**١,٣**

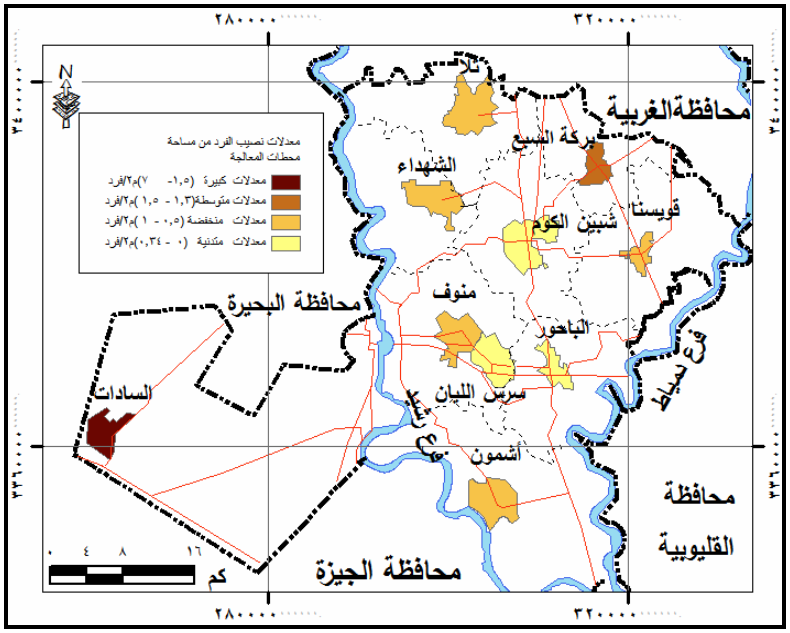
المصدر: الجدول من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات مصدرها مجالس مدن محافظة المنوفية مركز المعلومات وأقسام المياه والصرف الصحيّ ومقر المحطات ذاتها، بيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التعداد السكاني لمدن المنوفية من عام ١٩٩٦ و ٢٠٠٦، صفحات متعددة.

* عدد السكان التقديري للباحثة وتم حسابه من خلال حساب معدل الزيادة السنوية للسكان فيما بين تعدادى ١٩٩٦، ٢٠٠٦ مضروب فى فرق السنوات حتى ٢٠١٦ مضافا إليه عدد سكان المدن فى عام ٢٠٠٦م.



شكل (٢-أ) : التوزيع العددي لمحطات معالجة الصرف الصحيّ بمدن محافظة المنوفية عام ٢٠١٦م.

المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات الجدول رقم(١).



شكل (٢-ب) : التوزيع العددي لمحطات معالجة الصرف الصحي بمدن محافظة المنوفية عام ٢٠١٦م.

المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات الجدول رقم (١).

٢) تقويم العلاقة بين الانتظام المكاني لمحطات المعالجة والتراتب الحجمى والإداري للمدن:

ويتطلب تقويم تلك العلاقة الإجابة عن التساؤل المطروح هو مدى وجود انتظام تجريبي يتفق وأدبيات البحث الجغرافي المستقرة مثل نظرية الأماكن المركزية (فالتر كريستالر Walter Christaller)؟، فهل كلما زاد الحجم السكانى والرتبة الإدارية للمدن، زاد عدد الوحدات الخادمة بها؟

وانتظمت مدن المنوفية فى ثلاثة مستويات حجمية هى: المدن الكبيرة نسبياً ،التى يتراوح حجمها السكاني ما بين (١٠٠-٢٥٠) ألف نسمة، والمدن المتوسطة (٥٠-١٠٠) ألف نسمة، والمدن الصغيرة التى يقل حجمها السكاني عن (٥٠) ألف نسمة، يتضح من خلال الجدول رقم (٢-أ) الذي يوضح التراتب الحجمى للمدن وتوزيع محطات المعالجة بها، ومن الشكل رقم (٣-أ) الذي يوضح العلاقة بين مستويات الحجم السكاني ومتوسط عدد الوحدات بكل مستوى عدة ملاحظات هى :

* وجود اختلال فى العلاقة بين الحجم السكاني للمدن، وتوزيع محطات المعالجة؛ فمدينة شبين الكوم وهى تتربع على قمة الهرم الحجمى لمدن المنوفية (١٩٧ ألف نسمة)، وكذلك مدينة منوف الحاضرة القديمة لمحافظة المنوفية (١٠٠ ألف نسمة) تتعادل مع المدن الصغيرة التى يقل حجمها السكاني عن (٥٠) ألف نسمة وهى مدينة بركة السبع (٣٨ ألف نسمة) بمتوسط محطة معالجة واحدة؛ فيما استأثرت المدن المتوسطة الحجم (٥٠-١٠٠ ألف نسمة) بمتوسط أقل من محطة؛ ففى الوقت الذي تتوافر فيه لمدينة السادات وحدتان للمعالجة تخلو مدينتا سرس الليان والباجور منها.
* وعلى المنوال ذاته تظهر العلاقة غير متوافقة بين التراتب الهرمي الإداري، وتوزيع محطات المعالجة، حيث تتعادل الحاضرة الإقليمية (مدينة شبين الكوم) مع مدن القواعد الإدارية بمتوسط محطة معالجة واحدة لكل منها؛ على حين لم تحظى المدن بلا توابع ريفية (مدينة سرس الليان) بأى محطات للمعالجة.

كما يوضح ذلك الجدول رقم (٢-ب) والشكل رقم (٣-ب) الذي يوضح العلاقة بين التراتب الإدارى بالمدن ومتوسط عدد محطات المعالجة بها، وإذا تم تجاوز تقييم العلاقة بين الحجم السكاني وعدد محطات المعالجة بقياس علاقتها بمتوسط عبء خدمة محطة المعالجة فى كل مستوى تراتبى، تتضح عدة حقائق هامة :

جدول (٢-أ) : العلاقة بين التراتب الحجمى لمدن المنوفية وتوزيع محطات المعالجة بها عام ٢٠١٦م.

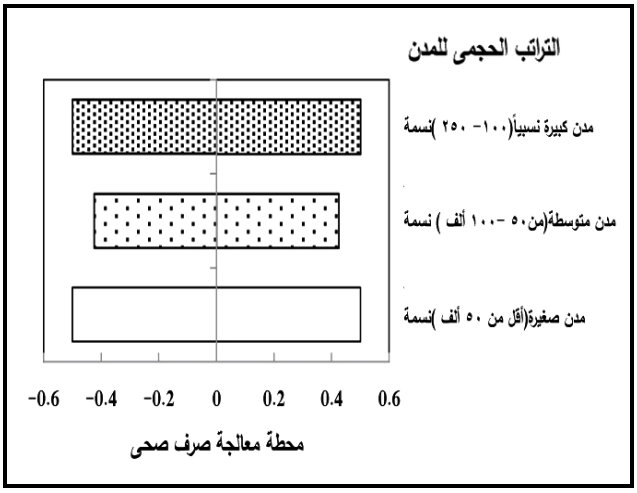
البيان / فئات أحجام مدن المنوفية	الحجم السكاني الممثل للفئة وعدد المدن بكل فئة	عدد السكان بالفئة (نسمة)	متوسط حجم المدينة (بألف نسمة)	عدد وحدات الاستخدام بكل فئة	متوسط عدد الوحدات بكل مدينة على مستوى الفئات	نصيب الوحدة من السكان (ألف نسمة/وحدة)
مدن كبيرة نسبياً	(١٠٠-٢٥٠) ألف نسمة مدينة شبين الكوم، منوف	٢٩٨١٨١	١٤٩	٢	١	١٤٩
مدن متوسطة	(٥٠-١٠٠) ألف نسمة وتشمل سبع مدن هى، أشمون، سرس الليان، والسادات، تلا، قويسنا، الشهداء، الباجور	٤٥٥٢٧٩	٦٥	٦	٠،٨٥	٦٥
مدن صغيرة	أقل من (٥٠) ألف نسمة واقتصرت على مدينة بركة السبع	٣٨٨٢٩	٣٨	١	١	٣٨
جملة الحضر	-	٧٩٢٢٨٩	٧٩	٩	٠,٩	٧٩

المصدر: الجدول من إعداد الباحثة، وعدد السكان فى عام ٢٠١٦م اعتمادا على الجدول رقم (١).

جدول (٢-ب) : العلاقة بين التراتب الإداري لمدن المنوفية وتوزيع محطات المعالجة بها عام ٢٠١٦م.

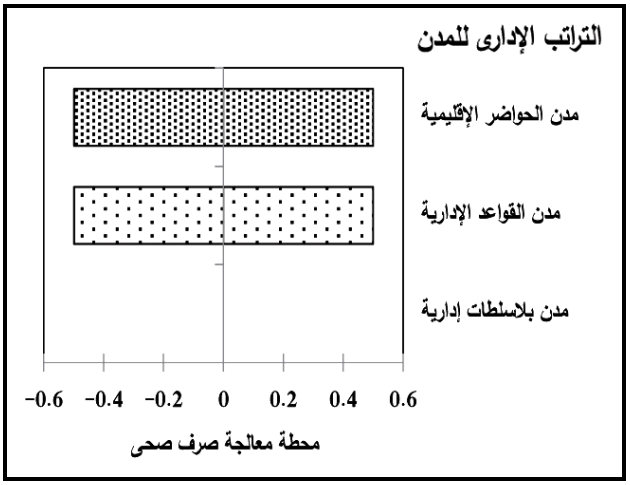
البيان / فئات الرتب الإدارية	المدن الممثلة للفئة الإدارية	عدد السكان بالفئة (نسمة)	متوسط حجم المدينة (بألف نسمة)	عدد وحدات الاستخدام بكل فئة	متوسط عدد الوحدات بكل مدينة على مستوى الفئات
مدن الحواضر الإقليمية	مدينة شبين الكوم	١٩٧٤٣٠	١٩٧	١	١
مدن قواعد المراكز الإدارية	ثمانية مدن وهى منوف، أشمون، تلا، وقويسنا، والشهداء، وبركة السبع والباجور، والسادات	٥٣٣٨٢٠	٥٣	٨	١
مدن بلا سُلطات إدارية ريفية	وتقتصر على مدينة سرس الليان	٦١٠٣٩	٦١	-	-
جملة الحضر	-	٧٩٢٢٨٩	٧٩	٩	٠،٩

المصدر: الجدول من إعداد الباحثة، وعدد السكان التقديري من الجدول رقم (١).



شكل (٣-أ) : العلاقة بين التراتب الحجمى لمدن المنوفية ومتوسط عدد محطات المعالجة بها عام ٢٠١٦م.

المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات الجدول رقم (٢-أ).



شكل (٣-ب) : العلاقة بين التراتب الإدارى لمدن المنوفية ومتوسط عدد محطات المعالجة بها عام ٢٠١٦م.

المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات الجدول رقم (٢-ب).

* استئثار المدن الكبيرة والمتوسطة الحجم ومدن الحواضر والقواعد الإدارية بمعدل محطة واحدة لكل منها وبأحمال خدمية متفاوتة جدا؛ ففى الوقت الذى تحظى فيه مدن الحواضر (مدينة شبين الكوم) بعبء خدمة (١٩٧) ألف نسمة/محطة، ومنوف (١٠٠) ألف نسمة/محطة

ينخفض عبء الخدمة إلى (٦٥:٥٣) ألف نسمة/محطة بالمدن المتوسطة الحجم ومدن القواعد الإدارية، وهذا يؤشر على احتياج مدن الحواضر إلى عدد أكبر من وحدات المعالجة؛ ومن ثم يؤشر ذلك على قصور وتدنى مستوى المعالجة بالمدن الكبيرة الحجم ومدن الحواضر؛ لقصر الوقت المستغرق فى عملية المعالجة.

* وعلى النقيض تحظى المدن الصغيرة الحجم و المدن بلا توابع ريفية بعبء خدمة أقل؛ فبلغ متوسط الأحمال السكانية بها نحو (٣٨) ألف نسمة /محطة معالجة للمدن الصغيرة الحجم، التى اقتصرت على مدينة بركة السبع؛ فيما تنعدم وحدات المعالجة بالمدن بلا توابع ريفية (سرس الليان)؛ مما يؤشر ذلك على تدنى جودة مستوى المعالجة بالمدن بوجه عام.

ويوصى البحث أن تراعى الجهات التخطيطية فيما يتعلق بتوزيع محطات المعالجة العدالة المكانية والاجتماعية فى تخطيط تلك الاستخدامات، وذلك بإنشاء محطات جديدة تتناسب مع الحجم السكاني للمدن، ويوصى البحث بإنشاء محطة معالجة لمدينة سرس الليان والباجور تتناسب مع الحجم السكانى لكل منها.

ثانياً – نظم ومستويات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية :

تعد مياه الصرف الصحي أحد أهم مصادر تلوث البيئة عموماً والموارد المائية خصوصاً، وذلك عندما تطرح من دون معالجة في الأنهار والبحار والبحيرات، ولايقتصر هذا التلوث على انتشار الأمراض والأوبئة فقط، بل يؤثر أيضا في الثروة الزراعية والحيوانية...، وتلافياً لهذه الأضرار؛ لابد من معالجة مياه الصرف الصحي قبل طرحها (محمدأكبر، وآخرون، ٢٠١٤، ص ١٠٥).

تهدف عملية معالجة الصرف الصحى إلى تحويل مياه الصرف بما تحويه من مسببات الأمراض إلى مياه ومواد عضوية (الحمأة) معاجلة، يمكن إعادة استخدامها كبيديل غير تقليدى للموارد المائية الطبيعية والتسميد الزراعى، وتشتمل معالجة الصرف الصحى والحمأة على مجموعة من أنظمة ومستويات المعالجة سيتم تناولها بالتفصيل فيما يلي:

١) نظم معالجة مياه الصرف الصحى بمدن المنوفية :

تنوعت نظم معالجة مياه الصرف الصحى بمدن المنوفية، فمنها نظام المعالجة بالحمأة المنشطة، نظام المعالجة بالمرشحات الزلطية، ونظام المعالجة ببرك الأكسدة، وسيتم تناولها بالتفصيل كما يلى من خلال الجدول رقم (٣) والشكل رقم (٤) (أ–ب) التى توضح نظم معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية عام ٢٠١٦م.

جدول (٣) : نظم معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية عام ٢٠١٦م.

البيان / المدينة	نظم المعالجة		
	نظام المعالجة بالحمأة المنشطة	نظام المعالجة بالمرشحات الزلطية	نظام المعالجة ببرك لأكسدة
شبين الكوم	–	١	–
منوف	١	–	–
أشمون	١	–	–
تلا	١	–	–
الشهداء	–	١	–
قويسنا	١	–	–
بركة السبع	–	١	–
السادات	–	–	١
جملة حضر المحافظة	**٤**	**٣**	**١**
النسبة٪	**٥٠**	**٣٧,٥**	**١٢,٥**

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات مصدرها الهيئة العامة لمياه الشرب والصرف الصحيّ فرع المنوفية، والدراسة الميدانية.

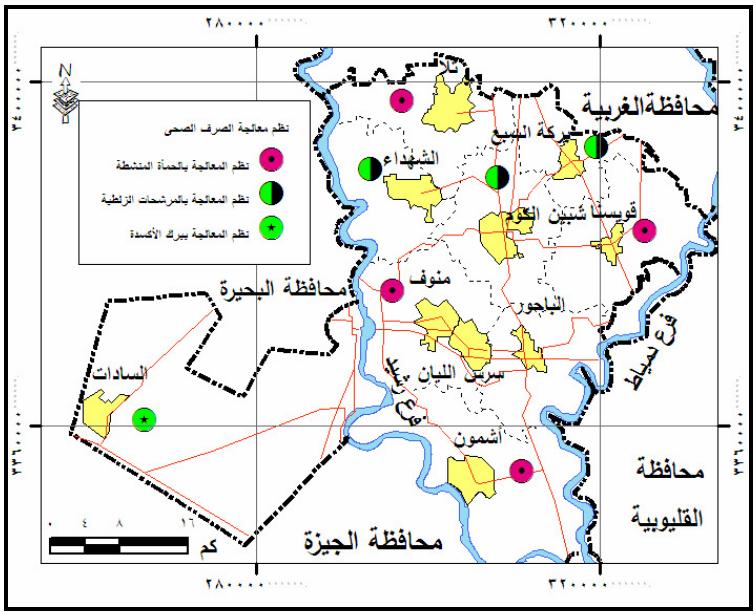
أ- نظام المعالجة بالحمأة المنشطة :

Activated Sludge (Biological) Treatment System

يشمل نظام المعالجة بالحمأة المنشطة عدة مترادفات، وهى المعالجة بنظام التهوية السطحية، أو معالجة بيولوجية، أكسدة بيولوجية، أو معالجة بكتريولوجية، وكل منها يدل على طريقة معالجة مياه الصرف الصحى.

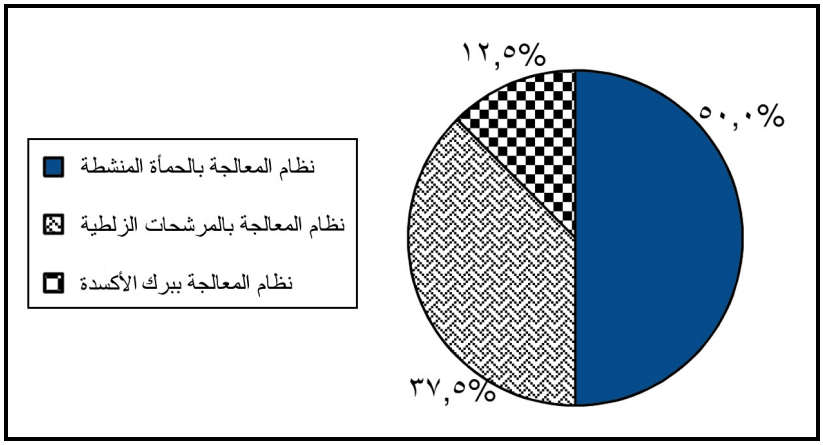
استحوذ نظام المعالجة بالحمأة المنشطة أو التهوية السطحية على المرتبة الأولى بنسبة بلغت نحو (٥٠٪) من نظم المعالجة كافة بمدن المنوفية؛ وتمثل ذلك فى أربع محطات بمدن المنوفية وهى محطة معالجة مدينة منوف، وأشمون، وتلا، وقويسنا، وتتم المعالجة بالحمأة المنشطة بخلط مياه الصرف الصحى بالحمأة المنشطة (تتكون من المواد العضوية التى تم ترسيبها في محطات المعالجة، وتعرضت للتحلل في مدة شهر كامل)؛ حيث توضع هويات معدنية من الصلب دائرية الشكل تدار آليا توضع فوق سطح مياه الصرف الصحى فى أحواض خراسانية تسمى أحواض التهوية بغرض إدخال الأكسجين؛ بحيث يصبح الوسط البيئى لمياه الصرف الصحى فى وجود الحمأة المنشطة والأكسجين مناسباً للتفاعل البيولوجى للبكتريا الهوائية؛ فتقوم بهضم البكتريا اللاهوائية

الضارة الموجودة بالمواد العضوية، أو بمعنى آخر تقوم بتحليل أو تحويل مكونات الصرف الصحى إلى مواد أبسط تركيباً وأقل ضرراً على صحة الإنسان والبيئة (أنظر الصور رقم ١، ٢، ٣، التى توضح أحواض التهوية بمحطة معالجة منوف وأشمون، وقويسنا).



شكل (٤-أ) : نظم معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية ٢٠١٦م.

المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات الجدول رقم (٣).



شكل (٤-ب) : التوزيع النسبى لنظم معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية ٢٠١٦م.

المصدر: الشكل من عمل الباحثة اعتمادا على بيانات الجدول رقم (٣).

ب- نظام المعالجة بالمرشحات الزلطية : Gravel Or Sand Treatment System

تمثل نظام المعالجة بالمرشحات الزلطية فى ثلاث محطات بمدن المنوفية وهى محطة معالجة مدينة بركة السبع، وشبين الكوم، والشهداء بنسبة (٣٧,٥٪)، وتتم المعالجة بنظام المرشحات الزلطية بإمرار مياه الصرف الصحى على أحواض مفترشة بالزلط ذات أحجام مختلفة أو متدرجة من الأكبر إلى الأصغر وصولا إلى قاع الحوض، حيث توجد مواسير مثقبة تحمل المياه المرسبة إلى أحواض الترسيب النهائى، وتترسب الرواسب الثقيلة على سطح الزلط حيث تتعرض للتفاعل والتحلل فى وجود أشعة الشمس والهواء حيث تقوم البكتريا بأكسدة المواد العضوية إلى مواد غير عضوية، وتطفو على سطح الزلط ثم تخرج مع الماء المرشح إلى الترسيب النهائى (صورة ٤) التى توضح المرشح الزلطى بمحطة معالجة مدينة بركة السبع).

ج- نظام المعالجة بطريقة برك الأكسدة : Oxidation Ponds Treatment System

واقتصر نمط المعالجة بطريقة برك الأكسدة على مدينة السادات؛ فقد بلغت نسبة المعالجة بهذا النظام نحو (١٢,٥٪) من نظم المعالجة المتبعة بمدن المنوفية، وبرك الأكسدة عبارة عن حفر فى الأرض، أو أحواض صناعية مشكلة فوق الأرض بمساعدة جوانب ترابية، يتم تجمع الصرف الصحي بها، وأحياناً يستعمل لفظ بحيرة مرادفا للبركة، وفيها تتم معالجة مياه الصرف الصحى فى وجود الأكسجين، بحيث تقوم البكتريا الهوائية فى وجود الأكسجين بأكسدة المواد العضوية، وذلك فى وجود قوى الطبيعة مثل أشعة الشمس والرياح حيث تتم المعالجة بصورة طبيعية (انظر صورة "٥" التى توضح برك الأكسدة بمدينة السادات).

د- جودة نظم المعالجة فى إزالة ملوثات الصرف الصحى :

يتضح من الجدول رقم (٤)، والشكل رقم (٥) اللذان يوضحان جودة نظم المعالجة واختزال مؤشرات التلوث بالصرف الصحى مايلى:

- استحوذ نظام المعالجة ببرك الأكسدة على المستوى الأول لجودة نظم المعالجة فى إزالة ملوثات الصرف الصحى؛ فاستأثر بأكبر نسبة لإزالة الملوثات بالصرف الصحى بنسب تفوق (٩٥٪)، ولاسيما الحمل العضوى للمياه (BOD5), والمواد الصلبة العالقة (TSS) والعصيات القولونية، وبيض الديدان، والفيروسات؛ ومن ثم يعد من أكثر النظم جودة من الناحية البيئية والصحية، كما أن المياه المعالجة صالحة لإعادة الاستخدام بنسبة (٩٩٪).
- جاء نظام المعالجة بالحمأة المنشطة فى المستوى الثانى لجودة نظم معالجة الصرف الصحى؛ فيختزل هذا النظام الملوثات بنسب كبيرة؛ فيقلص الحمل العضوى للمياه (BOD5) بنسب تتراوح بين (٨٠-٩٥٪)، ويزيل الأكسجين الكيميائى الممتص(COD) بنسب تراوح بين (٨٠-

٨٥٪)، ويختزل المواد الصلبة العالقة بنسبة تراوح بين (٨٠-٩٠٪)؛ بينما يزيل الفيروسات وبيض الديدان بنسبة (٦٦٪) فقط؛ ومن ثم تدوير هذه الفيروسات والديدان إلى البيئة مرة أخرى؛ ومن ثم انتشار الأمراض.

- مثل نظام المعالجة بالمرشحات الزلطية أدنى نظم المعالجة جودة على الإطلاق؛ فيقوم هذا النظام بإزالة الحمل العضوى (BOD5) بنسب تتراوح بين (٦٥-٨٠٪)، وإزالة الأكسجين الكيميائى الممتص (COD) بنسب تراوح بين (٦٠-٨٠٪)، واختزال المواد الصلبة العالقة بنسبة تراوح بين (٦٠-٨٥٪)، كما يعد نظاما ضارا؛ نتيجة لتولد الذباب والحشرات وانتشار الروائح الكريهة، وتفقد طبقة الزلط المكونة له بمرور الوقت قدرتها على الالتصاق بالمواد الملوثة بمياه الصرف الصحى؛ ومن ثم لايتم أكسدتها تماما؛ فتندفع نسبة كبيرة من الملوثات مرة أخرى مع المياه دون معالجة؛ لذا يجب تقليب طبقة الزلط من وقت إلى آخر.

صورة (١) : أحواض التهوية
+بمحطة معالجة مدينة منوف.

صورة (٢) : أحواض التهوية
بمحطة معالجة مدينة أشمون.

صورة (٣) : أحواض التهوية
بمحطة معالجة مدينة قويسنا.

صورة (٤) : المرشح الزلطى لمحطة
معالجة مدينة بركة السبع.

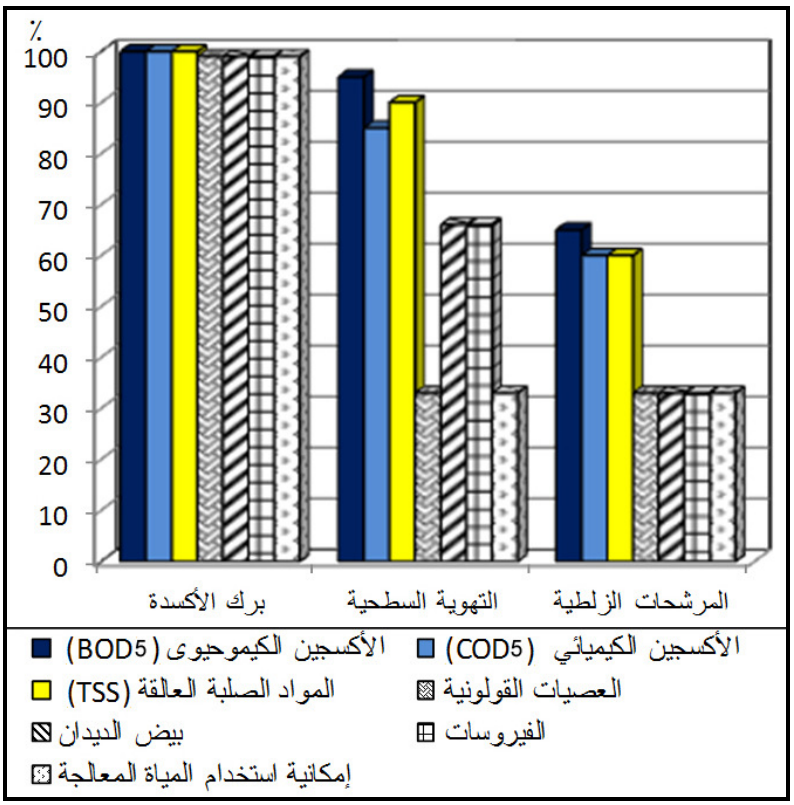
صورة (٥) : برك الأكسدة بمدينة السادات.

جدول (٤) : نظم المعالجة واختزال مؤشرات التلوث بالصرف الصحى.

البيان / العنصر	نسبة إختزال العنصر وفقا لنظام المعالجة ٪		
	نظام المعالجة ببرك الأكسدة	بنظام معالجة بالتهوية السطحية	بنظام المعالجة بالمرشحات الزلطية
الأكسجين الكيموحيوى (BOD5)	٩٥ فأكثر	٩٥-٨٠	٨٠-٦٥
الأكسجين الكيميائي (COD5)	٩٥ فأكثر	٨٥-٨٠	٨٠-٦٠
المواد الصلبة العالقة (TSS)	٩٥ فأكثر	٩٠-٨٠	٨٥-٦٠
العصيات القولونية*	٩٩	٣٣	٣٣
بيض الديدان	٩٩	٦٦	٣٣
الفيروسات	٩٩	٦٦	٣٣

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات مصدرها: (حمادى، و حميد، ٢٠١١م، ص ٧٣)، (عبد الصبور، ٢٠٠٠م، ص ٣٨)، (التركماني، ٢٠١٥، ص ٢، متوافر على http://www.4enveng.com/pdetails.php?id=35)، (التركماني، ٢٠٠٨، ص ١٠، متوافر على http://www.4enveng.com/pdetails.php?id=35) بتصرف باعتبار النقاطة بنسبة (٣٣٪).

- Joanne, E. Drinan & Nancy E. Whiting, 2001, p. 133.



شكل (٥) : نسب اختزال مؤشرات التلوث بالصرف الصحى وفقا لنظم المعالجة.

المصدر: الشكل من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات الجدول رقم (٤).

٢) مستويات معالجة مياه الصرف الصحى بمدن المنوفية :

تنتظم معالجة مياه الصرف الصحى فى ثلاثة مستويات : وهى المعالجة الأولية ، والمعالجة الثانوية، المعالجة الثلاثية أو الكيميائية وتتم بإضافة المواد الكيميائية لزيادة عملية إزالة الملوثات، وتعقيم المياه المطروحة مثل إضافة الكلور (United States, 2004, p. 10) وسيتم تناولها بالتفصيل من خلال الجدول رقم (٥) والشكل رقم (٦) (أ–ب) التى توضح مستويات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية عام ٢٠١٦م منها تتضح عدة ملاحظات هى :

- يسود معظم محطات معالجة الصرف الصحي بمدن المنوفية نمط المعالجة الثلاثية بنسبة (٨٧,٥٪) من جملة المدن فيما عدا محطة قويسنا التى اقتصر مستوى المعالجة بها على المعالجة الثانوية (١٢,٥٪)؛ ومن ثم خروج نواتج غير تامة المعالجة؛ ومن ثم التأثير السلبى فى البيئة والصحة العامة.

- اقتصرت معالجة السيب النهائى (مياه الصرف الصحى المعالجة) بمدن المنوفية على نمط المعالجة بالكلور في جميع المدن، كما يعاد تنقية السيب مرة أخرى قبل صرفه من خلال محطة فلاتر لتنقية المياه بعد معالجتها بالكلور ببرك أكسدة السادات وفيما يلى سيتم تناول هذه المستويات بالتفصيل:

أ- المعالجة الأولية Primary Treatment

وتسمى بالمعالجة الفيزيائية أو الأولية، وتمر مياه الصرف الصحى فيها بعدة مراحل هى :

١- مرحلة المرور على المصافى، وهى عبارة عن شبكات من المعدان تمر علىها مياه الصرف الصحي الخام، فتقوم بحجز وطرح كل المواد الكبيرة الحجم مثل الورق، الخشب، والزلط إلى مواضع خاصة بها.

٢- مرحلة ترسيب الرمال والزيوت والشحوم، تسير مياه الصرف إلى أحواض خراسانية طولية يتراوح عرضها بين (١,٥: ٢) متر، وتتكون من أربعة أحواض مركب في أسفلها آلات لشفط الرمال و قشط الزيوت والشحوم الطافية على السطح.

٣- مرحلة توجيه المياه إلى أحواض الترسيب الابتدائي وهى أحواض دائرية الشكل يتراوح ارتفاعها ما بين (٦ :٨) أمتار، ويتراوح عددها بين (٤:٢) أحواض ذات عمق (٨) أمتار، حيث توجد كساحة تحت سطح المياه لكسح الرواسب الثقيلة إلي مراكز الأحواض؛ ونقلها إلى أحواض تركيز الحمأة وتوجد أسفلها مواسير مثقبة لشفط المياه، لتدخل للمحطة مع الصرف الصحى الخام، أما الحمأة فيتم وصولها بعد التركيز إلي أحواض تجفيف الحمأة (انظرالصورة رقم (٦) التى توضح أحواض الترسيب الابتدائي بمحطة معالجة بركة السبع).

وتقوم هذه المعالجة بإزالة المواد الصلبة العالقة بنسبة (٦٠٪) منها، والماء المعالج فى هذه المعالجة غير صالح للاستعمال (Joanne & Nancy, 2001, p. 133)، كما يزال الأكسجين الحيوى المستهلك بنسبة تصل إلى ٤٠٪ (عبد الصبور، ٢٠٠٠م، ص ٣٨)، وتزيل العكارة بنسبة ٣١٪، واللون بنسبة ١٥٪.

ب- المعالجة الثانوية Secondary Treatment

تستكمل مياه الصرف الصحى رحلتها فى المعالجة، فتقوم البكتريا بأكسدة الملوثات وتزيل المواد العضوية من الصرف الصحى، وتحويل مياه الصرف إلى مواد ابسط فى التركيب وأقل ضررا على البيئة والصحة العامة مع اختلاف نظام المعالجة :

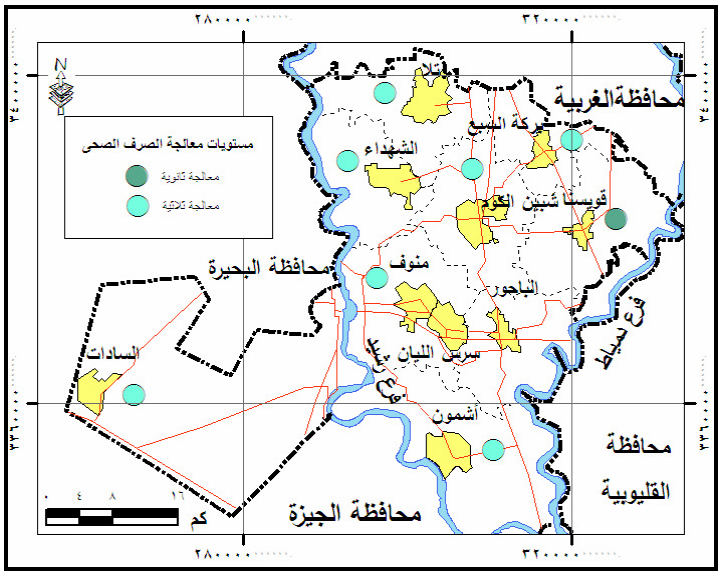
- ففى المحطات التى تعالج بنظام التهوية السطحية ، تمرر المياه إلى غرفة التوزيع، وترسب أكبر كمية من الرواسب حتى تصل إلى أحواض المعالجة الثانوية فى المحطات، وهي عبارة عن أحواض يتراوح عددها ما بين (٢-١٦) حوضا خرسانيا طوليا ذات أعماق كبيرة قد تصل إلى ١٢ متراً ومركب عليها كبارِ عرضية مركب على الأخيرة ماتوران بهواية وهى عبارة عن مروحة حديدية دائرية الشكل توجد فوق سطح المياه، تدار آليا بهدف إدخال الأكسجين فى مياه الصرف الصحى بعمل دوامات وتلاطمات، وخلطها بالحمأة لتتم المعالجة بواسطة الحمأة المنشطة أوالتهوية السطحية.
- تتم المعالجة الثانوية فى المرشحات الزلطية بواسطة إمرار المياه بوسط قضيبين متعامدين بشكل علامة (+) مثقبة في كل اتجاه لتكمل دائرة بحيث إذا كانت في الشمال مثقبة من جهة اليمين تكون فى الجنوب مثقبة من جهة اليسار وينسحب الأمر ذاته على الاتجاه الشرقى والغربى، ليكون إمرار المياه فى تتالٍ لتكمل دائرة.

جدول (٥) : مستويات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية عام ٢٠١٦م.

البيان / المدينة	مستويات المعالجة			تعقيم السيب النهائى بالكلور
	معالجة أولية	معالجة ثانوية	معالجة ثلاثية	
شبين الكوم	–	–	١	١
منوف	–	–	١	١
أشمون	–	–	١	١
تلا	–	–	١	١
الشهداء	–	–	١	١
قويسنا	–	١	–	١
بركة السبع	–	–	١	١
السادات	–	–	١	١
جملة حضر المحافظة	–	١	٧	٨
النسبة٪	–	١٢,٥	٨٧,٥	١٠٠

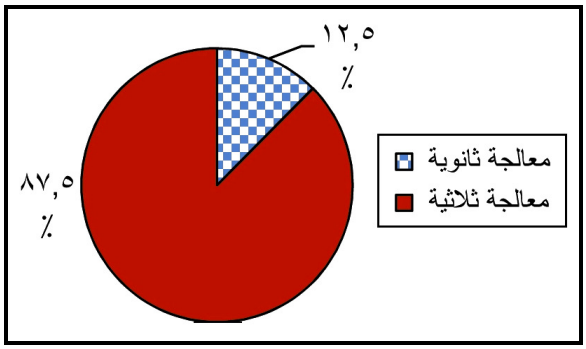
المصدر: الجدول من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات مصدرها الهيئة العامة لمياه الشرب والصرف الصحيّ فرع المنوفية، الدراسة الميدانية.

- فيما تكون المعالجة الثانوية فى برك الأكسدة بعد وصول المياه من البرك الابتدائية بواسطة طلمبة توصل إلى البرك الثانوية؛ فتتم المعالجة بواسطة التفاعل الطبيعي بين المواد العضوية والهواء وأشعة الشمس.
- ويمكن بهذه المعالجة ترسيب المواد العضوية القابلة للتحلل بنسبة (٩٠٪)، والمواد غير العضوية بنسبة (٩٠٪)، وإزالة العكارة بنسبة ٩٠٪، واللون بنسبة ٥٦٪ (United States, 2004, p. 11).



شكل (٦–أ) : مستويات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية عام ٢٠١٦م.

المصدر: الشكل من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات الجدول رقم (٥).



شكل (٦–ب) : مستويات معالجة الصرف الصحى بحضر المنوفية عام ٢٠١٦م.

المصدر: الشكل من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات الجدول رقم (٥).

صورة (٦) : أحواض الترسيب الابتدائي بمحطة معالجة بركة السبع.

ج- المعالجة الثلاثية أو المتقدمة Advance or Tertiary Treatment

- تمر مياه الصرف بعد المعالجة الثانوية إلي أحواض الترسيب النهائي حيث يمكن ترسيب ما يمكن ترسيبه من المواد العضوية والثقيلة الباقية بمياه الصرف الصحي وهي تشبه أحواض الترسيب الابتدائى وهى فى ذات أحجامها (انظرالصورة رقم (٧) التى توضح أحواض الترسيب النهائي بمحطة معالجة قويسنا)، ثم بعد ذلك تمر المياه وقد تم ترسيب أكبر كمية من الرواسب بها إلي أحواض الكلور وهى طولية الشكل تسير فيها المياه بحيث تعترضها سدود عرضية بارتفاعات متبادلة بين مرتفعة مرة ومنخفضة مرة بحيث يتم عمل انحدارات وتهدئة للمياه لترسيب أكبر كمية من العوالق والرواسب وهى فى العادة أربعة أحواض، ثم يتم تعقيم أو حقن السيب (الفيض) النهائى بالمحاليل الكيميائية والغازات والأشعة فوق البنفسجية؛ للتخلص من الخلايا البكترية والعناصر المعدنية السامة، وتحسين اللون والرائحة؛ بإحدى الطرق التالية :
- يضاف الكلور لقتل ما تبقى من البكتريا الضارة، وتحسين لون المياه، والقضاء على الروائح الكريهة بمياه الصرف الصحي، ويستخدم الكربون النشط فى فرز بعض المركبات العضوية وإزالتها ويمكن استخدام طريقة الفصل الغشائى أو التقطير؛ للتخلص من بعض العناصر المعدنية السامة مثل الزئبق والنحاس (صادق، ٢٠٠١، ص ١٩) (انظر الصورة رقم (٨، ٩) التى توضح حوض الكلور بمحطة معالجة شبين الكوم وأشمون).

صورة (٧) : أحواض الترسيب االنهائى بمحطة معالجة قويسنا.

صورة (٨) : حوض الكلور بمحطة معالجة شبين الكوم.

صورة (٩) : حوض الكلور بمحطة معالجة أشمون.

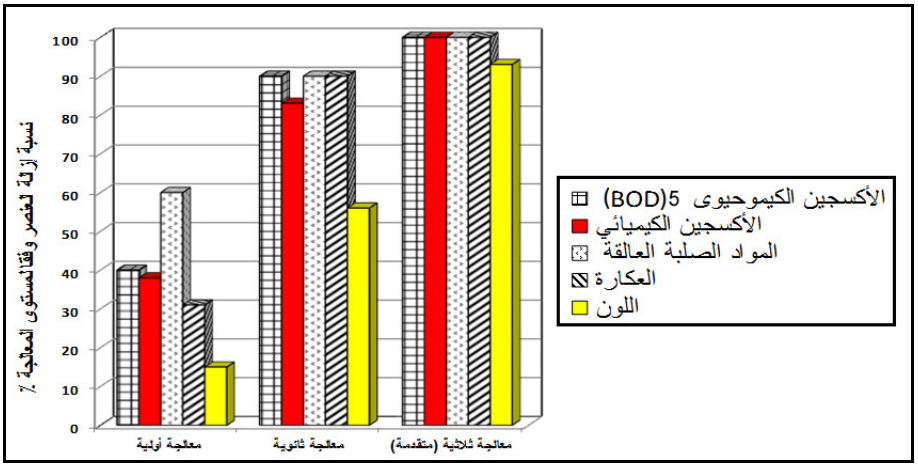
د- جودة مستويات المعالجة فى إزالة ملوثات الصرف الصحى :

تبين من خلال الجدول رقم (٦) والشكل رقم (٧) اللذان يوضحان نسبة إزالة مؤشرات التلوث بمياه الصرف الصحى وفقا لمستوى المعالجة، ارتفاع مستوى المعالجة يصاحبه ارتفاع لنوعية وجودة المياه المعالجة بانخفاض نسب أبرز الملوثات بالمياه وهى الحمل العضوى للمياه، والمواد الصلبة الكلية؛ فالمعالجة الأولية تزيل (٤٠٪) من الحمل العضوى فى المياه المعالجة، وتقلص ما بين (٥٠-٧٥٪) من المواد الصلبة العالقة، وتخفض المعالجة الثانوية للمياه نحو (٩٠٪) لكل منهما على الترتيب، فى حين تختزل المعالجة الثلاثية هذه الملوثات بنسبة تفوق (٩٥٪)؛ مما يعكس جودة المحطات فى معالجة الصرف الصحى وجودة المياه المعالجة وإمكانية استدامة استخدامها فى الزراعة.

جدول (٦) : نسبة إزالة مؤشرات التلوث بمياه الصرف الصحى وفقا لمستوى المعالجة.

البيان / العنصر	نسبة إزالة العنصر وفقا لمستوى المعالجة٪		
	معالجة أولية	معالجة ثانوية	معالجة ثلاثية (متقدمة)
الأكسجين الكيموحيوى (BOD5)	٤٠	٩٠	٩٥ فأكثر
الأكسجين الكيميائي	٣٨	٨٣	٩٥ فأكثر
المواد الصلبة العالقة	٦٠	٩٠	٩٥ فأكثر
العكارة	٣١	٩٠	١٠٠
اللون	١٥	٥٦	٩٣

المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات مصدرها: (حمادى، و حميد، ٢٠١١م، ص ٧٣)، (عبد الصبور، ٢٠٠٠م، ص ٣٨)، (التركماني، ٢٠١٥، ص ٢)، (Joanne &Nancy, 2001, p. 133).



شكل (٧) : نسبة إزالة مؤشرات التلوث بمياه الصرف الصحى وفقا لمستوى المعالجة.

المصدر: الشكل من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات الجدول رقم (٦).

٣) نظم معالجة حمأة الصرف الصحى Sludge Treatment Systems :

"تحتوى حمأة الصرف الصحى على جراثيم مسببة للأمراض، كالفيروسات والطفيليات وبيض الديدان المعوية، بالإضافة لاحتوائها على بعض العناصر الثقيلة السامة مثل الكاديوم،و الرصاص، والزئبق ذات الأصل الصناعي" (غريبة و فرحان، ١٩٧٨، ص ١٩١)؛ لذلك كان الغرض من معالجتها هو تحويل المواد العضوية إلى صورة مستقرة نسبياً، والإقلال من حجم الحمأة، وإبادة الكائنات الدقيقة الضارة، وكذلك الحصول على منتجات ثانوية يمكن بيعها،

وخفض التكلفة الإجمالية لها، و تتنوع نظم معالجة الحمأة، وتتسق فى أنها تجرى على الحمأة بعد تعرضها للتركيز، وتشمل نظام التجفيف الشمسى، ونظام التجفيف الشمسى مع إضافة مواد كيميائية، ونظام المعالجة بالتخمر الهوائى، نظام المعالجة بالتخمر اللاهوائى وإنتاج الغاز الحيوى (البيوجاز).

واقتصر نظام معالجة الحمأة بمدن المنوفية على التجفيف الشمسى فقط وهو يعد من أرخص نظم المعالجة وفيه يتم تركيز الحمأة، فيتم وضعها في أحواض مستطيلة الشكل يتراوح ارتفاعها بين (١-١,٥ م) وأبعادها (٥ × ١٠م) تقريبا، مفترشه بالرمال، وبها مواسير أرضية مثقبة لامتصاص المياه وتترك بهذه الأحواض مدة تتراوح بين ٢٠ يوما في الصيف و٤٥ يوما في الشتاء.

يعد نظام التجفيف الشمسى أقل نظام معالجة الحمأة كفاءة؛ فوحده لا يقضى على الكائنات العضوية المسببة للأمراض أو العناصر الثقيلة السامة؛ ومايترتب عليه من تداعيات صحية وبيئية؛ نتيجة لاستخدام الحمأة فى التسميد الزراعى (أنظر الصورة رقم (١٠)، (١١) التى توضح أحواض تجفيف الحمأة بمحطة شبين الكوم وقويسنا).

صورة (١٠) : أحواض تجفيف الحمأة بمحطة معالجة شبين الكوم.

صورة (١١) : أحواض تجفيف الحمأة بمحطة معالجة قويسنا.

بناءا على ما سبق؛ يجب اتباع تقنيات حديثة لمعالجة مياه الصرف الصحى بهذه المدن مثل المعالجة بنظام المعالجة البيولوجية بالنباتات عن طريق عمل مشتل أوحديقة عامة تزرع بأشجار التوت، وتربية دودة الحرير عليها، أو حقل لإنتاج البردى، أو زراعة الغابات الشجرية مع تطهير المياه المعالجة بالكلور؛ ومن ثم تكون هناك قيمة اقتصادية مضافة ونشاط ترفيهى، كما ينبغى أن يضاف للحمأة بعد التجفيف الشمسى الجير الحى لقتل الكائنات الدقيقة بها وتخفيض محتواها من العناصر الثقيلة، ويضاف إليها نشارة الخشب أو سرس الأرز؛ لرفع قيمتها واستخدمها كسماد عضوى.

ثالثاً – نظم الصرف وإعادة استخدام نواتج المعالجة بمدن المنوفية :

١) نظم صرف المياه المعالجة :

يعد الصرف على المجارى المائية، ورى الأراضى الزراعية، ورى الغابات الشجرية أبرز طرق التخلص من المياه المعالجة للصرف الصحى بمصر عامة، بينما اقتصرت نظم الصرف بمدن المنوفية على الصرف على المجارى المائية، ورى الغابات الشجرية، سيتم تناولها بالتفصيل كما يلى :

١. **الصرف على المجارى المائية :**

يسود بمدن المنوفية نمط صرف المياه المعالجة على المصارف الزراعية التى تقع عليها جميع محطات المعالجة بمدن المنوفية، وتصب تلك المصارف فى النهاية فى النيل فى فرعى دمياط ورشيد؛ مما يؤدى إلى انتشار الروائح الكريهة، وقتل الأحياء المائية، وانتشار الأمراض ومنها التيفود والبارتيفود، والإسهال، والكوليرا، والدوسنتاريا، والبلهارسيا، وأمراض الكبد، لاسيما في حالة الري بمياه الصرف خصوصاً فى الأراضي الواقعة فى نهايات الترع، والتركيب المحصولى قد يكون محاصيل غذائية، أو محاصيل أعلاف للحيوان وكلاهما ينقل الأمراض للإنسان بطريق مباشر أو غير مباشر.

٢. **ري الغابات الشجرية والمناطق الخضراء :**

تستخدم المياه المعالجة فى رى الغابات الشجرية والمناطق الخضراء بمدينة السادات؛ فيوجد بها مزرعة لوزارة الزراعة بمساحة (١١٠٠) فدان بها أشجار الكافور، الجزورينا ومشتل لزهور الزينة وغابة الصداقة المصرية الصينية بمساحة (٥٠٠) فدان وتوجد بها أشجارالجزورينا، وتستخدم المياه المعالجة فى ري الأشجار والجزر الخضراء على الطريق الإقليمي وطريق برك الأكسدة.

٢) نظم صرف الحمأة بمدن المنوفية :

تتعدد نظم صرف الحمأة بمصر ومنها استصلاح التربة، والدفن الصحي للحمأة ، وحرق الحمأة، ويسود بمدن المنوفية استخدام الحمأة فى التسميد الزراعى وخصوصاً في الأراضى الصحراوية بمدينة السادات؛ حيث تحتوى الحمأة على العناصر الأساسية اللازمة لتغذية النبات (المجالس القومية المتخصصة، ١٩٩٨، ص ٣٢١) بنسبة (٢–٣٪) نيتروجين و(٢–٢,٥٪) فوسفور وغيرها من العناصر الأخرى، وذلك بشرط وجود العناصر الثقيلة والكائنات الدقيقة بها فى الحدود المسموح بها (أرناؤوط، ٢٠٠٣، مرجع سابق، ص ٢٠٣).

رابعاً – التقويم الجغرافى - البيئى لمحطات المعالجة ونماذج تطبيقية بمدن المنوفية :

١) التقويم الجغرافى – البيئى لمحطات معالجة الصرف الصحى :

يتم تقويم محطات الصرف الصحى بناءا على عدد من المتغيرات، وتشمل الفرق بين الطاقة التصميمية والطاقة المتاحة للمحطات، والمساحات التى يشغلها المتر المكعب من الصرف من مساحة المحطة، ومستويات ونظم المعالجة، ونظم صرف وإعادة استخدام المياه المعالجة والحمأة، ومن خلال الجدول رقم (٧) الذى يوضح تقييم محطات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية عام ٢٠١٦م، والشكل رقم (٨) الذى يوضح جودة محطات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية عام ٢٠١٦م نلاحظ مايلى :

اختلاف محطات المعالجة بمدن المنوفية من حيث الجودة، وقد أمكن تصنيفها إلى عدة فئات هى:

- محطات معالجة ذات جودة عالية جدا زادت نسبة انحرافها عن المتوسط العام لرتب محطات المعالجة بمدن المنوفية (١٨,٥) عن (٤٨,٦٪)، واستحوذت هذه الفئة على برك أكسدة السادات، فقد سجلت نسبة انحراف بلغت نحو (+ ٧٢,٩٪)؛ ويعود ذلك إلى كبر الطاقة التصميمية عن الطاقة المتاحة بـ (٢١,٥) ألف م٣/يوم، ارتفاع نصيب المتر المكعب من الصرف من مساحة البرك (١٢,٤) م٢، تعد أفضل نظم المعالجة من الناحية البيئية والصحية والاقتصادية، حيث تستخدم أشعة الشمس والرياح، وطبيعة الاراضى الصحراوية تمكن من ترسيب المواد العضوية وتجفيفها بسرعة بدون استخدام آلات كهربائية، أو وقود، ويتم تطهير المياه المعالجة بالكلور ثم التقطير، وصرفها على الغابات الشجرية والجزر بالطريق الإقليمي والحزام الأخضر بالمدينة.
- محطات معالجة متوسطة الجودة، تراوح انحرافها عن المتوسط العام لرتب محطات معالجة الصرف الصحى بحضر المنوفية بين (صفر: أقل من (٢٤,٣٪)، وتضم محطات معالجة أشمون وتلا، فقد سجل كل منهما نسبة انحراف بلغت (٢,٧٪).
- محطات معالجة مخفضة الجودة، قل انحرافها عن المتوسط العام لرتب محطات المعالجة بحضر المنوفية ليتراوح بين (-١٥٪ : أقل من صفر)، وتشمل هذه الفئة محطات معالجة مدن منوف، بركة السبع، الشهداء؛ ويعزى ذلك لتعادل الطاقة التصميمية والطاقة المتاحة فى الأولى؛ ومن ثم تقليل زمن مكوس الصرف الصحى وخروج نواتج غير تامة المعالجة، وانخفاض نصيب المتر المكعب من الصرف من مساحة المحطة (٢,٨) م٢، وانخفاض نصيب المتر المكعب من الصرف من مساحة المحطة الثانية والثالثة الذى بلغ (٢,٥)، (٢,٤) م٢/م٣ لهما على الترتيب، ونظام المعالجة المتبع وهو المرشحات الزلطية، واقتصار معالجة الحمأة على التجفيف الشمسى فقط ، ويتم صرف المياه المعالجة على مصرف منوف فى الأولى، ومحلة روح فى الثانية وسلامون بحرى فى الثالثة، ومنها إلى فرع رشيد.

جدول (٧) : تقييم محطات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية عام ٢٠١٦م.

الرتب / محطة المعالجة	الفرق بين الطاقة التصميمية والمتاحة	نصيب المتر المكعب من الصرف من مساحة المحطة م٢/م٣	نظام المعالجة	مستوى المعالجة	نظام معالجة السيب النهائى	نظام صرف السيب النهائى	نظام معالجة الحمأة	نظام صرف الحمأة	مج الرتب	النسبة للمتوسط٪	الانحراف عن نسبة المتوسط العام٪
شبين الكوم	١	١	١	٥	٣	١	١	١	١٤	٧٥,٦	-٢٤,٤
منوف	١	٢	٣	٥	٣	١	١	١	١٧	٩١,٩	-٨,١
أشمون	٣	٢	٣	٥	٣	١	١	١	١٩	١٠٢,٧	+٢,٧
تلا	٣	٢	٣	٥	٣	١	١	١	١٩	١٠٢,٧	+٢,٧
بركة السبع	٣	٢	١	٥	٣	١	١	١	١٧	٩١,٩	-٨,١
الشهداء	٣	٢	١	٥	٣	١	١	١	١٧	٩١,٩	-٨,١
قويسنا	١	٢	٣	١	٣	١	١	١	١٣	٧٠,٣	-٢٩,٧
السادات	٥	٥	٥	٥	٥	٥	١	١	٣٢	١٧٢,٩	+٧٢,٩
جملة الحضر	**٢٠**	**١٨**	**٢٠**	**٣٦**	**٢٦**	**١٢**	**٨**	**٨**	**١٤٨**	-	-
المتوسط العام	**٢,٥**	**٢,٣**	**٢,٥**	**٤,٥**	**٣,٢**	**١,٥**	**١**	**١**	**١٨,٥**	**١٠٠٪**	-

المصدر: الجدول من إعداد الباحثة اعتمادا على الملحق رقم (١) الذى يوضح خصائص محطات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية.

تم إعطاء كل متغير مجموعة من الرتب أو النقاط طبقا لمتوسط الحضر، ولما متعارف عليه فى نظم معالجة الصرف الصحى وصرف نواتجه على النحو التالى:

١- الفرق بين الطاقة التصميمية والمتاحة (أقل من ٤) ألاف م٣/يوم نقاطة واحدة، و(٤ : أقل من ٨) ألاف م٣/يوم نقاطتان، (٨ : أقل من١٢) ألف م٣/يوم ثلاث نقاط، (١٢ : أقل من ١٦) ألف م٣/يوم أربع نقاط، (١٦) فأكثر ٥ نقاط.

٢- رتب نصيب المتر المكعب من الصرف من الطاقة التصميمية من مساحة المحطة (أقل من ٢) م٢/م٣ تأخذ نقاطة واحدة، (٢ : أقل من ٤) نقاطتان، (٤ : أقل من ٨) ثلاث نقاط، (٨ : أقل من١٢) أربع نقاط، (من ١٢ فأكثر) ٥ نقاط

٣- نظام المعالجة، نظام المعالجة بالمرشحات الزلطية نقاطة واحدة، نظام المعالجة التهوية السطحية ثلاث نقاط، نظام المعالجة ببرك الأكسدة ٥ نقاط.

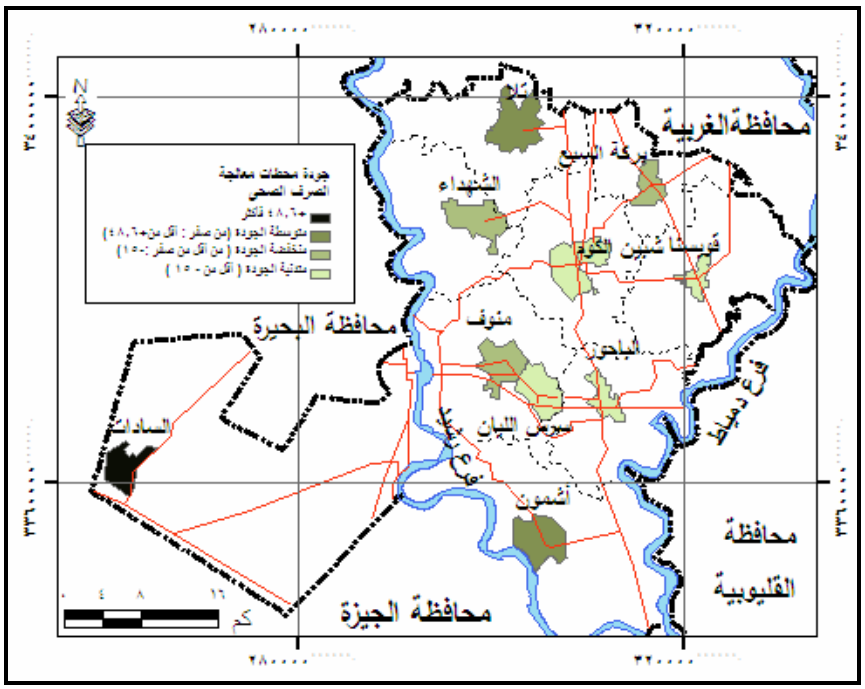
٤- مستوى المعالجة الأولية نقاطة واحدة، والثانوية ثلاث نقاط، والثلاثية ٥ نقاط.

٥- نظم التعقيم للمياه المعالجة بدون تعقيم نقاطة واحدة، إضافة الكلور ثلاث نقاط ،إضافة الكلور والتقطير ٥ نقاط.

٦- نظم صرف المياه المعالجة (السيب النهائى) الصرف على المياه العذبة (الترع) نقاطة واحدة ، الصرف على المصارف ثلاث نقاط، الصرف على الغابات الشجرية ورى الحدائق ٥ نقاط.

٧- نظم معالجة الحمأة التجفيف الشمسى نقاطة واحدة، التجفيف الشمسى ووضع المواد الكيمائية ثلاث نقاط التجفيف ووع الجير الحى ٤ نقاط، حرق الحمأة وإضافة المواد الكيمائية ٥ نقاط.

٨- نظم صرف الحمأة، الصرف على البحر نقاطة واحدة، تسميد الأراضى الزراعية نقاطة واحدة، الدفن الصحى للحمأة ٥ نقاط.



شكل (٨) : جودة محطات معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية عام ٢٠١٦م.

المصدر: الشكل من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات الجدول رقم (٧).

- محطات معالجة متدنية الجودة، حيث قل انحرافها عن المتوسط العام لرتب محطات المعالجة بحضر المنوفية عن (–١٥٪)، واقتصرت هذه الفئة محطات معالجة مدينة شبين الكوم، ومحطة معالجة قويسنا؛ ويرجع تدنى الجودة بهما إلى انخفاض الفرق بين الطاقة التصميمية والمتاحة؛ حيث بلغ (٣) آلاف م٣/يوم، ألف م٣/يوم لهما على الترتيب، وقد ساد نظام المعالجة بالمرشحات الزلطية بالأولى، ونظام المعالجة بالتهوية السطحية بالثانية إلا أنها معالجة ثانوية والتجفيف الشمسى للحمأة فقط، ويتم تعقيم المياه المعالجة بالكلور وتصرف المياه المعالجة على مصرف شنوان ومنشأة صبرى على الترتيب.
- كان متغير معالجة الحمأة وصرفها أكثر المتغيرات مساهمة فى تدنى جودة المحطات؛ فقد حصل كل منهما على رتبة (٨) من إجمالي ١٤٨ رتبة يمثلا نحو (٤٣,٢٪) من المتوسط العام للرتب؛ ومن ثم يقلا عن المتوسط العام بـ (–٥٦,٨٪)، كما استحوذ متغير صرف المياه المعالجة على المصارف الزراعية برتبة (١٢)، وبنسبة (٦٤,٨٪) عن المتوسط العام للرتب؛ مما يؤشر على خروج نواتج غير تامة المعالجة وإعادتها للبيئة مرة أخرى.

٢) نماذج تطبيقية مختارة لتحليل عينات مياه الصرف الصحى المعالجة بمدن المنوفية :

يلاحظ من خلال الملحق رقم (٢) الذى يوضح عناصر التحليل الكيميائى والفيزيقى، والبكترلوجي لمحطات معالجة الصرف الصحى بمدن شبين الكوم، منوف، قويسنا فى عام ١٩٩٩، ٢٠٠٣، ٢٠٠٦، عدة ملاحظات هى:

- تعد مياه الصرف الصحى المعالجة بالمحطات غير مطابقة للمواصفات والقياسات المصرية، وإن اختلف العامل الذى يتجاوز هذه المعايير.
- تجاوزت محطة معالجة شبين الكوم الحد المسموح لتركز الأكسجين المستهلك كيميائيا (COD) بنسبة بلغت (١٥٧,٥٪)، من الحد المسموح به، وذلك عام ٢٠٠٣، وهو الأكسجين المستخدم للأكسدة الكيميائية (وليست الحيوية) للمواد العضوية الموجودة في المياه العادمة، التى لا يمكن تفكيكها (أكسدتها) بالفعل الحيوي، وإنما يلزم إضافة مركب مؤكسد إليها؛ لإنجاز عملية الأكسدة؛ وهذا يدل على أن المياه العادمة واردة من مصادر صناعية (مياه عادمة صناعية) (منظمة الصحة العالمية، ٢٠٠٤، ص ٥)؛ ومن ثم خروج نواتج غير تامة المعالجة لاسيما المعادن الثقيلة والمركبات الكيميائية معقدة التركيب ومنها المبيدات التى تلقى إلى البيئة المستقبلة؛ ومن ثم التأثير فى البيئة والصحة العامة. كما تجاوزت محطة منوف ومحطة قويسنا نسبة الكلور المتبقى بنسبة (٨٠٪)، و (١٠٠٪) من الحد المسموح به؛ مما يؤدى للإصابة بالسرطان؛ حيث يتفاعل الكلور مع جزيئات المياه مكوناً مركبات عضوية تسمي بالتريهالوميثانات التى تسبب السرطان.

خامساً – الإدارة الصحية والبيئية لمنظومة الصرف الصحى بمدن المنوفية :

تخضع إدارة الصرف الصحى لنظام يتكون من مدخلات، تشمل مياه الصرف الصحى الخام، شبكة تجميع الصرف الصحى، ومحطات المعالجة وخصائصها، والتفاعلات (المعالجة) الحادثة على المياه وتشمل تفاعلات كيميائية وفيزيائية وبيولوجية متماثلة مع خصائص المياه المدخلة، وتتم المعالجة بفصل عناصر طبيعية أو بيولوجية أو إضافة عناصر كيميائية تسرع من عملية القضاء على الملوثات التى تشملها مياه الصرف الصحى أو الحمأة كقتل الأحياء الدقيقة الضارة، وتقليل المعادن الثقيلة السامة، والمخرجات وتشمل مياه الصرف الصحى والحمأة المعالجة والمخرجات الثانوية أثناء المعالجة مثل إنتاج الغاز الحيوي البيوجاز وما يتعلق بهما من إعادة الاستخدام المستدام؛ لذا تنقسم الإدارة الصحية والبيئية لمنظومة الصرف الصحى إلى ثلاث مراحل سيتم تناولها بالتفصيل فيما يلى :

١) إدارة المدخلات :

وتشمل علاج اختلاط الصرف الصحى بأنماط الصرف المختلفة وتقلص المساحة والطاقة التصميمية للمحطات وذلك من خلال ما يأتى:

أ- الفصل بين الأنماط المختلفة لشبكات الصرف بالمدن :

يجب الفصل بين الأنماط المختلفة لشبكات الصرف بالمدن، وفقا للأنماط المختلفة لاستخدامات الأرض وطبيعة ونشاط كل مؤسسة، فتكون هناك شبكة صرف خاصة لكل من :

١- المبانى السكنية وهى شبكة خاصة بالصرف الصحى للمنازل فقط.

٢- منشآت الرعاية الصحية والبيطرية لاسيما المستشفيات والمجازر؛ لما يتخلف عن الأولى من سوائل طبية خطرة تحتوى على مخلفات تعقيم وتطهير الأجهزة والأدوات الطبية، مثل الفورمولدهيد المستخدم فى تعقيم وحفظ العينات فى أقسام الجراحة ومعامل الباثولوجية، والمركبات الكميائية المستخدمة فى إظهار صورالأشعة مثل معدن الفضة السام؛ ينتج عنها زيادة نسبة المركبات الهيلوجينية المسببة للهلوسة، والزئبق ويتخلف من عيادات الأسنان، وعمليات تعبئة أسنان المرضى بمادة الحشو وتراكمه بكميات كبيرة في الأجسام؛ يسبب أضرارا كبيرة للجهاز العصبي، الهرمون الأنثوي البيئي (الأستروجين) Environmental sex hormone يتكون نتيجة التلوث ببعض المركبات الصيدلانية الكيماوية؛ فيتسبب في خلل بالجهاز التناسلي الذكري للأحياء البرية، بمافيها الإنسان وكذلك الأحياء المائية لاسيما الأسماك؛ فيتسبب في تغيير أجناس بعض الأسماك عند تلويث مياه الأنهار بمياه الصرف الصحي المحتوية على هذا الهرمون، والمضادات الحيوية، وبقايا الأدوية المستعملة لعلاج الأورام والخلايا السرطانية وما ينتج عنها من إحداث طفرات وتشوهات سرطانية بالخلايا الحية (الثابت، ٢٠١٦، ص ص ٣-٤)، وبقايا منظفات غسيل ملابس المرضى ومتعلقات غرف العلاج والعمليات وغسيل الأرضيات، وما يتخلف عن الثانية من دماء سريعة التلف؛ تؤدى لتلوث المياه العادمة المنزلية، فضلا عن أن محطات المعالجة نشأت لمعالجة مياه صرف المنازل؛ مما يجعل هذه المحطات عقيمة فى معالجة مادون الصرف الصحى للمنازل؛ ومن ثم خروج نواتج غير تامة المعالجة وإعادة طرحها للبيئة، ومن ثم انتشار الأمراض الخطيرة كالكوليرا، والدوسنتاريا، والالتهابات المعوية، والفيروسات والإسهال وشلل الأطفال وغيرها.

٣- شبكة خاصة لصرف مياه الأمطار أوغسيل الشوارع تتناسب مع حجم الأمطار واتساع الشوارع.

٤- المنشآت الصناعية لاسيما مصانع الغزل والنسيج والمواد الغذائية وورش غسيل وتموين السيارات التى تستخدام الأصباغ أو المواد الحافظة أو المواد الكيمائية المستخدمة فى غسيل السيارات وتشحيمها وتموينها.

ب- توسيع محطات المعالجة بالمدن :

اتضح من خلال الدراسة تعادل الطاقة التصميمية والمتاحة لمحطة معالجة منوف وشبين الكوم وقويسنا، وانخفاض نصيب الفرد من مساحة المحطة؛ ومن ثم عدم إتمام المعالجة بكفاءة؛ وخروج نواتج معالجة جزئيا؛ لذا تعد أمس المدن حاجة إلى توسعة محطات المعالجة بها، ويعرض الجدول رقم (٨) للمساحات المتوقعة لمحطات المعالجة والطاقة التصميمية لها بمدن المنوفية حتى عام ٢٠٣٥م بناءا على عدد السكان التقديرى ونصيب الفرد من الطاقة التصميمية للمحطات على مستوى الحضر، وما يشغله المتر المكعب من الصرف من المساحة الحالية للمحطات على مستوى حضر المنوفية ومن الجدول نلاحظ اختلاف محطات معالجة الصرف الصحى بالمدن فيما بينها بين عجز وفائض على النحو التإلى :

- محطات لا تتطلب توسعات حتى عام ٢٠٣٥م، يوجد بها فائض مساحة بنسبة بلغت (٦٨,٩٪) من المساحة الحالية، وتقتصر على برك أكسدة السادات.
- محطات تتطلب توسعات محدودة تراوحت بين (٥٥,٥-٨٤,٤٪) من المساحة وتضم محطة معالجة تلا والشهداء، ومنوف.
- محطات تتطلب توسعات متوسطة تراوحت بين (١٤٤-١٤٨,٧٪) وتضم محطة معالجة قويسنا، وبركة السبع.
- محطات معالجة تتطلب توسعات كبيرة حيث تراوحت نسب الاحتياجات بها بين مايزيد عن مثلين وثلاثة أمثال واستحوذت على محطة معالجة اشمون، وشبين الكوم، ويوصى البحث بعمل محطة معالجة لمدينة سرس الليان والباجور بمساحة (٢٢) فدانا، (٢٠) فدانا لهما على الترتيب وبطاقة تصميمية (٢٥) ألف م٣/يوم.

٢) إدارة المعالجة :

تناول البحث العديد من نظم المعالجة التقليدية، ولعل أكثرها مناسبة اقتصاديا وبيئيا المعالجة بنظام برك الأكسدة، ولما كان من الصعب تحويل نظم المعالجة بجميع المدن إلى المعالجة ببرك الأكسدة؛ نظرا لاحتياجها لمساحات واسعة لاتتوفر بمعظم المدن، ولا تتناسب مع طبيعة الأرض الفيضية من تسرب للملوثات إلى المياه الجوفية وانتشار الأمراض؛ فكان التفكير فى إعادة معالجة الصرف الصحى الخارج من المحطات قبل صرفه بواسطة نظم متطورة لا تضر بالبيئة وأقل تكلفة اقتصادية، وتتلخص فى :

جدول (٨) : المساحات المتوقعة والطاقة التصميمية لمحطات المعالجة بمدن المنوفية حتى عام ٢٠٣٥م.

البيان / المدينة أو المحطة	عدد السكان		الطاقة التصميمية المتوقعة فى ٢٠٣٥م ألف م٣/ يوم	المساحة المتوقعة للمحطات (م٢)	المساحة الحالية للمحطات فى ٢٠١٦	مقدر العجز أو الزيادة فى المساحة (م٢)	مقدار العجز أو الزيادة من المساحة الحالية ٪
	٢٠١٦*	٢٠٣٥					
شبين الكوم	١٩٧٤٣٠	٢٣٦٠٣٤,٢	٧٠,٨١	٢٨٣٢٤١	٦٧٢٠٠	-٢١٦٠٤١	-٣٢١,٥
منوف	١٠٠٧٥١	١٢٢٥٨٠,١	٣٦,٨	١٤٧٠٩٦	١٥٩٦٠٠	-١٣٥٣٩٠,٦	-٨٤,٤
سرس الليان	٦١٠٣٩	٧٦٩٧٨,٢	٢٣	٩٢٣٧٣,٨٤			
الباجور	٥٠٨٥٣	٦٩٤٣٤,٩	٢٠,٨	٨٣٣٢٢			
		٢٦٨٩٩٣,٢	٨٠٦٩٨	٢٤٢٠٩,٤			
أشمون	٩٩٠٦٩	١٢٧٨٣١,٢	٣٨,٣	١٥٣٣٩٧,٤٤	٥٠٤٠٠	-١٠٢٩٩٧,٤٤	٢٠٤,٣٦
تلا	٥٤٩٢٦	٦٥٢٩٦,٢	١٩,٦	٧٨٣٥٦	٥٠٤٠٠	-٢٧٩٥٦	-٥٥,٥
بركة السبع	٣٨٨٢٩	٤٨٢٤٥,٤	١٤,٥	٥٧٨٩٤,٥	٥٠٤٠٠	-٧٤٩٤,٥	-١٤٨,٧
الشهداء	٥٧٨٣٧	٧٣٧٧٨	٢٢	٨٨٥٣٣,٦	٤٨٣٠٠	-٤٠٢٣٣,٦	-٨٣,٣
قويسنا	٥٢٨٤٢	٦٨٣٧٤,٥	٢٠,٥	٨٢٠٤٩,٤	٣٣٦٠٠	-٤٨٤٤٩,٤	-١٤٤
السادات	٧٨٧١٣	١٣٥٨٠٢,٣	٤٠,٧	١٦٢٩٦٢,٨	٥٥٧٥٦٨	+٣٩٤٦٠٥,٢	+٧٠,٨
جملة الحضر	**٧٩٢٢٨٩**	**١٠٢٤٣٥٣**	**٣٠٧,٣**	**١٢٢٩٢٢٣,٦**	**١٠١٧٤٦٨**	**-٢١١٧٥٥,٦**	**-٢٠,٨**

المصدر: الجدول من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات الملحق رقم (١)،

* عدد السكان التقديرى للباحثة وتم حسابه من خلال حساب معدل الزيادة السنوية للسكان فيما بين تعدادي ١٩٩٦، ٢٠٠٦ مضروب فى فرق السنوات حتى ٢٠٣٥ مضافا إليه عدد سكان المدن فى عام ٢٠٠٦م، وحساب الطاقة التصميمية والمتوقعة بناءا على متوسط الحضر من الطاقة المتاحة (٠,٣) م٣/فرد/يوم، متوسط ما يشغله المتر المكعب من الصرف من مساحة المحطة (م٢/م٣) وهو (٤) متر.

* نظام المعالجة بالنباتات والانسياب الحر للمياه Free Water Surface (FWS) : يتم استخدام نباتات معينة لها القدرةعلى تقليل مستويات التلوث بآليات أيضية معينة يقوم بها النبات؛ تؤدي إلى إزالة أو حجز أو تحليل الملوثات المختلفة (محمد اكبر، ٢٠١٤، ص ١٠٦)؛ حيث تساب مياه الصرف الصحى المعالجة أوليا إلى أحواض أو حدائق مفترشة بالزلط ومزروعة ببعض النباتات كالبردى أو البوص، أو الحلفا أو ورد النيل أو القصب، وتتم المعالجة بيولوجيا بواسطة جذور النباتات والزلط التى تختزل الملوثات بنسب كفاءة عالية (انظر الصورة رقم "١٢" التى توضح إحدى محطات المعالجة بالنباتات الطافية بالولايات المتحدة الأمريكية).
* تعقيم المياه الخارجة من المحطة بالكلور وبالنسب المسموح بها، وإمكانية تعقيم المياه بإضافة غاز الأوزون (O_3) لقتل الجراثيم (منظمة الصحة العالمية، المركز الإقليمى لإنشطة صحة البيئة، ٢٠٠٤، ص ٤١)، فهو يدمر البكتريا والفيروسات عن طريق الأكسدة السريعة لكتل البروتين ويطهر المياه فى دقائق معدودة فيزيل اللون تماماً ويزيد من الأكسجين المذاب فى المياه المعالجة، أوالتطهير بالأشعة فوق البنفسجية، حيث تخترق الأشعة جدار الخلايا، ويتم امتصاصها بواسطة الحامض النووى للخلايا؛ الأمر الذى يمنع انقسام الخلايا؛ ويتسبب فى موتها (منظمة الصحة العالمية، ٢٠٠٤، ص ٤١)، وحديثا تم إضافة البورسلنايت لتعقيم المياه بدلا من الكلور ،حيث أظهرت نتائج الدراسة التى قام بها فريق بحثى بكلية الهندسة جامعة بابل أن مادة البورسلنايت كانت أكثر فعالية في قتل بكتريا القولون بنسبة (١٠٠٪) عن الكلور المستخدم بوصفه مادة معقمة الذى يبقى على ١٠٪ من العصيات القولونية (خليل، وآخرون، ٢٠١٠م، ص ٢١٣١).

صورة (١٢) : إحدى محطات المعالجة بالنباتات الطافية بالولايات المتحدة الأمريكية عن (التركمانى، ٢٠١٦، ص ٣).

أ- التجارب المحلية والدولية لنظم المعالجة المتطورة :

١. مصر :

أظهرت دراسة قامت بها جامعة قناة السويس بتطبيق نظام معالجة الصرف الصحى بالإسماعيلية بنباتات البوص وعلف الفيل والبردى، نمو النباتات بمعدلات كبيرة كما أظهرت كفاءة النظام فى التخلص من المواد الصلبة العالقة بكفاءة تصل إلى ٧٩,٢٪، والأكسجين الحيوى 5(BOD) بنسبة ٩٧,٢٪، والأمونيا الذائبة بنسبة ٨٥٪ وبكتريا القولون بنسبة ١.٩٧٪ فى حين ارتفع تركيز الأكسجين بنسبة ٧.٩٧٪ (عبد الصبور، ٢٠٠٠م، ص ٤١)، وكذلك استخدم نبات ورد النيل الذى يتميز بقدرة فائقة على امتصاص المعادن الثقيلة والسامة كالفضة والكوبالت والرصاص والنيكل والكادميوم؛ فوجد أن (٩٧٪) من النيكل والكادميوم يتركز فى جذوره خلال ٢٤ ساعة، كما يمتص المركبات العضوية فى المياه؛ فهو يحسن من خواص مياه النيل، ويقلل من مستوى التلوث بها بنسب تتراوح بين (٧٥-٨٠٪) (أرناؤوط، ٢٠٠٣م، ص ١٦٤).

٢. المنطقة العربية :

- **العراق :** تجربة محطة حمدان – البصرة ثبت علمياً فى دراسة معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام المعالجة ذات الجريان السطحي الحر ولمدة ستة أسابيع، كفاءة نبات القصب في اختزال أبرز مؤشرات التلوث BOD5، COD، pH، TSS، TDS، فضلاً عن النترات NO_3، والفوسفات PO_4 لمياه الصرف الصحي المعالج أولياً، والذي تم جمعه من أحواض الترسيب الابتدائي لمحطة حمدان المركزية – البصرة، فكان الارتفاع البسيط في قيم المواد الصلبة الكلية (TDS) من ١٧٠,٣٣ ملجم/لتر إلى ٦,٣٣ ملجم/لتر، وانخفضت قيم المواد الصلبة العالقة (TSS) من ٧,٥٣ إلى ٧,٨٣، وتناقصت قيم الأكسجين الحيوى المستهلك فى تحلل المواد العضوية (BOD5) من ١٧٣,٣٣ ملجم/لتر إلى ٤,٣٣ ملجم/لتر ٣٤٧٤ ملجم/لتر ليصل إلى ١٥٤٧,٣٣ ملجم/لتر وكان الانخفاض لقيم الأكسجين الكيميائى المتطلب (COD) من ٢٧٤,٦٧ ملجم/لتر إلى ١٨,٣٣ ملجم/لتر، أما قيم النترات وتركيز الفوسفات فقد انخفضت من ١٩,٠٣ ملجم/لتر إلى ٢,٦ ملجم/لتر ومن ٤,٨ ملجم/لتر إلى ٠,٨٧ ملجم/لتر على التوالي (محمد أكبر، ٢٠١٤م، ص ١٠٥).
- **العراق :** تجربة جامعة بابل بتعقيم المياه المعالجة بالبورسلنايت، حيث أظهرت نتائج الدراسة التى قام بها فريق بحثى بكلية الهندسة جامعة بابل أن مادة البورسلنايت (تستخدم كمادة مساعدة للتخثير كمادة السراميك) كانت أكثر فعالية في قتل بكتريا القولون وبنسبة (١٠٠٪) عن الكلور المستخدم بوصفه مادة معقمة الذى يبقى على ١٠٪ من العصيات القولونية.

ب- نظم معالجة حمأة الصرف الصحى الصديقة للبيئة :

يجب أن تعالج الحمأة بالتجفيف الشمسى ويضاف إليها الجير الحى أو المطفى؛ لقتل الكائنات الدقيقة الضارة وتقليل المعادن الثقيلة السامة، ويضاف إليها نشارة الخشب أو سرس الأرز؛ لرفع قيمتها واستخدمها بوصفها سمادا عضويا، أو التخمر اللاهوائى للحمأة وإنتاج غاز البيوجاز؛ ومن ثم وجود قيمة اقتصادية مضافة.

٣) إدارة المخرجات :

وتختص بالتخلص من مياه الصرف الصحى والحمأة المعالجة، وإمكانية إعادة الاستخدام المستدام لهما.

أ- إمكانية إعادة الاستخدام المستدام لمياه الصرف الصحى Utilization Sustainable

اتضح من خلال البحث أن معظم محطات المعالجة بمدن المنوفية تصرف المياه المعالجة على المصارف الزراعية ومنها إلى النيل؛ مما يلوث البيئة ويشكل إهدارا لكميات كبيرة من المياه، بلغت نحو (١٨٦,٥) ألف م٣/يوم عام ٢٠١٦م وستصل إلى (٣٠٧،٣) ألف م٣/يوم وهى كميات ليست بالقليلة؛ لذا يقترح البحث إعادة استخدام المياه المعالجة كبديل غير تقليدى للمياه العذبة فى إغراض أخرى تتناسب مع درجة معالجتها، وتكون فى المقابل ذات قيمة اقتصادية وبيئية مضافة.

وقد حددت منظمة الصحة العالمية أوجه الاستفادة من مياه الصرف الصحى المعالجة فى عدة مجالات كما يوضحها الجدول رقم (٩) الذى يوضح أنماط وطرق الاستخدام العام للمياه المعالجة، وفقا لدرجةالمعالجة والجودة ونلاحظ منه عدة حقائق هى :

- يسمح باستخدام المياه المعالجة ثلاثياً والمعقمة فى الاستخدمات كافة ما عدا الشرب وتجهيز الطعام، فتستخدم فى الزراعة، وتشمل المحاصيل التى لا تأكل نيئة، والمحاصيل التى تستهلك نيئة مثل الخضروات، والفاكهة التى لا تلامس سطح الأرض، مثل الباذنجان، والعنب، والبرتقال ... الخ، أوالتى تستهلك بعد معالجة مثل قصب السكر، والبنجر، والمحاصيل الصناعية (القطن) والمحاصيل العلفية، ونباتات الزينة والمناطق الخضراء، رى الحدائق، والنباتات العشبية، والصناعة (التبريد، وتغذية المراجل الصناعية)، ومزارع الأسماك، والترفيه، والاستخدامات المائية (WHO, 1989)، والاستخدامات المدنية (إطفاء الحرائق، وغسيل شبكات الصرف الصحي).

جدول (٩) : أنماط وطرق الاستخدام العام للمياه المعالجة وفقا لدرجة المعالجة والجودة.

درجة جودة المياه / انماط الاستخدام العام	مياه معالجة ثالثية مع التعقيم	مياه معالجة ثانويا/٢,٢/ مع التعقيم **	مياه معالجة ثانويا/٢٣/ مع التعقيم *	مياه معالجة ثانويا بدون تعقيم
كافة الاستخدامات (ما عدا الشرب أو تجهيز الطعام أو شحن المياه السطحية) مثل رى ملاعب الجولف والمنتزهات، رى المدافن، المناظر الطبيعية، تجميع المياه للاستجمام، تزويد مزارع الأسماك، – اطفاء الحريق بطرق أخرى غير الطائرات	مسموح، ويكون الرى بالرش – تنقيط – ري سطحي	غير مسموح	غير مسموح	غير مسموح
– زراعة المروج، نباتات الزينة التجارية، مراعي الحيوانات	رش– تنقيط – ري سطحي	رش– تنقيط – ري سطحي	رش– تنقيط – ري سطحي	غير مسموح
– جميع المحاصيل الغذائية التي لا تؤكل نيئة	رش– تنقيط – ري سطحي	غير مسموح	غير مسموح	غير مسموح
– المحاصيل الغذائية التي تنمو فوق سطح الأرض (الباذنجان)	رش– تنقيط – ري سطحي	تنقيط – ري سطحي	غير مسموح	غير مسموح
– محاصيل كروم العنب وبساتين الفواكه الغذائية	رش – تنقيط – ري سطحي	تنقيط – ري سطحي	تنقيط – ري سطحي	تنقيط – ري سطحي
– محاصيل غذائية تخضع للمعالجة قبل استهلاكها (قصب السكر). الأعلاف (الفصة) والقطن والمحاصيل البذارية التي لا تؤكل من قبل البشر.	رش – تنقيط – ري سطحي	رش – تنقيط – ري سطحي	رش – تنقيط – ري سطحي	تنقيط – ري سطحي
– التبريد الصناعي ماعدا أبراج التبريد غسيل شبكات الصرف الصحي، اطفاء الحريق بالطائرات، غسيل الحصويات وصنع البيتون	مسموح	مسموح	مسموح	غير مسموح
– تغذية المراجل الصناعية	مسموح	مسموح	غير مسموح	غير مسموح

المصدر: إعداد: الباحثة بالاعتماد على (الزعبي وآخرون، ٢٠١٤، ص ص ٢٩–٣٠)، (التركماني، ص٦:٩، بتصرف متوافر على (http://www.4enveng.com/pdetails.php?id=36).

* عدد عصيات الكوليفورم في المياه المعالجة لا يزيد عن ٢٣ بكل ١٠٠ مل، ** عدد عصيات الكوليفورم في المياه المعالجة لا يزيد عن ٢,٢ بكل ١٠٠ مل.

- يقتصر استخدام المياه المعالجة ثانويا مع التعقيم فى زراعة نباتات الزينة، والفاكهة التى لا تلامس سطح الأرض، والمحاصيل التى تستهلك بعد معالجة مثل قصب السكر، والبنجر والمحاصيل الصناعية (القطن) والمحاصيل العلفية، وفى الصناعة.
- وغير مسموح باستخدام المياه المعالجة ثانويا وبدون تعقيم سوى فى زراعة المحاصيل الصناعية، والمحاصيل التى تستخدم بعد معالجة (قصب السكر والبنجر).

ولما كانت معظم المياه المعالجة معالجة ثلاثياً ومعقمة، ومن ثم إمكانية استخدامها فى معظم الاستخدامات السابق الإشارة إليها؛ يقترح البحث إعادة الاستخدام المستدام لمياه الصرف الصحى بمدن المنوفية فيما يلى:

١- رى الحدائق والمناطق الخضراء بالمدن والأشجار والجزر الخضراء بالطرق السريعة والمدخلية.
٢- استخدامها فى الصناعة مثل تبريد الآلات فى المصانع، واستخدامها فى مراكز غسيل وتموين السيارات بدلا من المياه النقية؛ فتتطلب هذه الاستخدامات كميات كبيرة من المياه، وفى الوقت ذاته لا تتطلب مستوى عال من جودة المياه المعالجة .
٣- رى الغابات الشجرية كما هو الحال فى السادات، وتشمل أشجارا متنوعة مثل السرو، الصنوبريات، والكايا، والبامبو، والجاتروفا، والحور، والكافور، والأكاسيا، والتوت، والسيسال، والجازورينا.
٤- عمل حدائق ترفيهية وممارسة الرياضة المائية.
٥- عمل غابة من أشجار التوت وتربية دودة الحرير.
٦- عمل مزرعة للأعلاف الحيوانية.
٧- زراعة القطن والكتان بوصفها محاصيل صناعية اقتصادية لاتؤكل.
٨- غسيل شبكات الصرف الصحي، ورش الشوارع، إطفاء الحرائق.

ب- القيمة الاقتصادية والبيئية المضافة لإعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة

يمكن رفع القيمة الاقتصادية والبيئية المضافة من إعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة فى الزراعة وتشمل عدة مقترحات هى :

١. **إنشاء صناعات ملحقة بالغابات الشجرية والمحاصيل الصناعية :** قيام صناعات متنوعة على منتجات الغابات والمحاصيل والأعلاف الحيوانية وذلك من خلال:
   - إنشاء وحدات لاستخلاص وتنقية وتعبئة الزيوت من بذور أشجار الجاتروفا أو الكتان والقطن.
   - إنشاء مصانع لغزل الحرير من ديدان القز التى تربى على أوراق التوت ونسج القطن.
   - إنشاء مصنع لإنتاج الحبال من أشجار السيسال.

- إنشاء مصانع الأثاث والفحم من زراعة أشجار الكايا.
- إنشاء مصانع من أشجار السنط العربى (أكاسيا) لإنتاج الصموغ والراتنجات.

٢. تحسين البيئة والصحة العامة بالمدن من خلال :

- رفع جودة مياه المجارى المائية؛ بعدم الصرف عليها والحفاظ على النظام البيئي لها؛ ومن ثم زيادة نمو الأسماك وكثافتها.
- تحسين نوعية هواء المدن؛ إذ تمتص الأشجار ثانى أكسيد الكربون وتنتج الأوكسجين وتقلل سرعة الهواء المحمل بالأتربة؛ مما يؤدى إلى ترسيب الملوثات العالقة بالجو؛ ومن ثم تحسين نوعية هواء المدن.

ج- التجارب المحلية والدولية فى إعادة استخدام مياه الصرف الصحى

اهتمت العديد من الدول لاسيما تلك التى تعانى من نقصان موارد المياه العذبة بإعادة استخدام مياه الصرف الصحى كمورد غير تقليدى للمياه العذبة وفيما يلى سيتم تناولها بالتفصيل كما يلى :

١. مصر :

قامت مصر باستخدام مياه الصرف الصحى المعالجة فى العديد من المجالات وهى (قنديل، ٢٠٠٦، ص ص ٤-٧) :

١- زراعة الغابات الشجرية فى جميع المحافظات فى الظهير الصحراوى بالقرب من محطات إنتاج الصرف الصحي حيث أنشىء حاليا (٢٤) غابة صناعية فى (١٦) محافظة بمصر لتغطى مساحة ١١١٩٥ فدانا، تعتمد فى ريها على مياه الصرف الصحى المعالج بالتنسيق مع الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى وإدارة التشجير بوزارة الزراعة.

٢- التعاون الفني الدولي في مجال تعظيم الاستفادة من مياه الصرف الصحى المعالج فى زراعة الأشجار الخشبية؛ فقد أنشئت (٥) غابات صناعية وهى، الصداقة المصرية – الصينية (٥٠٠ فدان) بمدينة السادات محافظة المنوفية وغابة وزارة الزراعة (١١٠٠) فدان بمدينة السادات بمحافظة المنوفية، الصداقة المصرية – التونسية (٥٠٠ فدان) بسرابيوم بمحافظة الإسماعيلية، والصداقة المصرية – البور كينية (٥٠٠ فدان) بمدينة الصف بمحافظة الجيزة، والصداقة المصرية – الألمانية (١٠٠ فدان) بمحافظة الفيوم، الصداقة المصرية اليابانية (٨٠ فدانا) بالبحيرة.

٣- زراعة الأشجار الخشبية كحزام أخضر حول المدن من خلال المشروع القومى للأستخدام الآمن لمياه الصرف الصحى المعالج فى زراعة الحزام الأخضر حول القاهرة الكبرى (القاهرة –

الجيزة – القليوبية) لمسافة تزيد عن ١٠٠ كيلو متر وبعرض ٢٥ مترا على الجانبين؛ لنشر المساحات الخضراء طول الطريق الدائرى للقاهرة الكبرى لتجميل العاصمة وحماية البيئة من التلوث،وحماية المواطنين من الإصابة بالأمراض الصدرية والحساسية والعصبية وأمراض القلب.

٤- زراعة أشجار إنتاج الزيوت مثل الجاتروفا والهوهوبا والخروع لإنتاج الوقود الحيوى كمصدر للطاقة المتجددة. منها (٤٠٠) فدان تم زراعتها بالكامل بالجاتروفا؛ لإنتاج الوقود الحيوى فى غابة الصداقة بالسويس (مساهمة القطاع الخاص). كما تقرر طبقا لاتفاقية مع حكومة كوريا زراعة ٥٧٥ فدانا بأشجار الجاتروفا في منطقة أبو رواش.

٥- التوسع الأفقي باستصلاح ٣,٤ مليون فدان يخصص منها (٢٥٠) ألف فدان تروى بمياه الصرف الصحى المعالج بالقاهرة، (٥٠) ألف فدان بالإسكندرية. وتبلغ الاحتياجات المائية لها ١,٧ مليار م٣/سنة يتم استهلاك مليار م٣/سنة من هذه الاحتياجات ويعود منها ٠,٧ مليار م٣/سنة إلى شبكة الصرف الزراعى واستغلالها فى زراعة محاصيل الزيوت والألياف المستخدمة فى الصناعة.

٢. المنطقة العربية :

وفى المنطقة العربية لاسيما بمنطقة دول الخليج التى تعانى من التصحر وشح الموارد المائية العذبة توجهت هذه الدول إلى إعادة استخدام مياه الصرف الصحى على النحو التإلى :

- **الكويت** : تم استخدامها فى رى مزارع انتاج اعلاف الحيوانات ورى أشجار المزارع والزراعات التجميلية (فالح والرشيدى (د.ت)، ص ٤٧٧).
- **السعودية** : رى الأحزمة الخضراء وتشجير الطرق السريعة فى الدمام والخبر (الحديثى، ١٩٩٧، ص ٣٥).
- **قطر** : رى الأشجار حول الطرق الرئيسة، رى الحدائق العامة، رى الأعلاف، والزراعات التجميلية بجزر الميادين والطرق (المهندى، ٢٠٠٧، ص ١٧٣).
- **السودان** : رى الغابات الشجرية والحزام الأخضر للحماية من العواصف الترابية والزحف الصحراوى.
- **سوريا** : استعملت المياه المعالجة في سوريا لري العديد من المحاصيل الحقلية كالقمح والشعير والذرة الصفراء والبيضاء، والمحاصيل الصناعية كالقطن، والعلفية كالبرسيم، إضافة إلى الأنواع الحراجية كالصنوبر والسرو، وأثبت الدراسة فعالية النباتات للري بمثل هذه المياه التي تحتوي على تركيزات جيدة ومتفاوتة من العناصر السمادية، وأعطت مردودا اقتصاديا جيدا وأعلى من

مردود تلك المحاصيل المروية بمياه الأنهار أوالمياه الجوفية (الزعبي وآخرون، ٢٠١٤، ص ص ٣٦-٣٧) (صورة ١٣).

صورة (١٣) : زراعة القمح والذرة الصفراء والقطن باستخدام مياه الصرف المعالجة فى سوريا عن (الزعبي وآخرون، ٢٠١٤، ص ص ٣٧-٣٦).

د- إعادة استخدام الحمأة وتداولها :

اقتصر استخدام الحمأة فى مجال الزراعة كسماد للتربة لاسيما بالأراضى الصحراوية؛ ويقترح البحث إعادة استخدامها فى إنتاج البيوجاز، وتهدئة المطبات، وتعبيد الطرق لاسيما فى المناطق الصحراوية.

الخاتمة

١) النتائج :

- تباين نصيب الفرد من مساحة محطات وبرك معالجة الصرف الصحي، فقد بلغ نحو (٧) م٢/ فرد فى مدينة السادات، فيما بلغ نحو (٠,٣٤) م٢/فرد فى مدينة شبين الكوم.
- استأثرت المدن الكبيرة والمتوسطة الحجم ومدن الحواضر والقواعد الإدارية بمعدل محطة واحدة لكل منها وبأحمال خدمية متفاوتة جدا؛ ففى الوقت الذى تحظى فيه مدن الحواضر (مدينة شبين الكوم) بعبء خدمة (١٩٧) ألف نسمة/محطة، ومنوف (١٠٠) ألف نسمة/محطة ينخفض عبء الخدمة إلى (٦٥:٥٣) ألف نسمة/وحدة بالمدن المتوسطة الحجم ومدن القواعد الإدارية، وهذا يؤشر على احتياج مدن الحواضر إلى عدد أكبر من وحدات المعالجة؛ ومن ثم يؤشر ذلك على قصور وتدنى مستوى المعالجة بالمدن الكبيرة الحجم ومدن الحواضر؛ لقصر الوقت المستغرق فى عملية المعالجة.

- وعلى النقيض تحظى المدن الصغيرة الحجم والمدن بلا توابع ريفية بعبء خدمة أقل؛ فبلغ متوسط الأحمال السكانية بها نحو (٣٨) ألف نسمة/محطة معالجة للمدن الصغيرة الحجم التى اقتصرت على مدينة بركة السبع؛ فيما تنعدم وحدات المعالجة بالمدن بلا توابع ريفية (سرس الليان)؛ مما يؤشر ذلك على تدنى جودة مستوى المعالجة بالمدن بوجه عام.
- تنوعت نظم معالجة الصرف الصحى بمدن المنوفية مابين معالجة بالتهوية السطحية بنسبة (٥٠٪) ومعالجة بالمرشحات الزلطية بنصية (٣٧,٥٪)، فيما اقتصر نظام المعالجة ببرك الأكسدة على نسيه (١٢,٥٪)، ويعد أكثر النظم جودة من الناحية البيئية والصحية فيختزل الملوثات بنسب تفوق ٩٥٪.
- يختلط الصرف الصحى بانماط الصرف المختلفة بجميع المدن؛ مما يلوث مياهه بالعديد من الملوثات؛ ومن ثم تصبح هذه المحطات عقيمة فى معالجة تامة للملوثات وإعادة طرحها للبيئة؛ ومن ثم انتشار الأمراض الخطيرة كالكوليرا، والدوسنتاريا، والالتهابات المعوية، والالتهاب الكبدى الوبائى، وشلل الأطفال، الإسهال وغيرها.
- يسود نمط المعالجة الثلاثية بمدن المنوفية بنسية (٨٧,٥٪) فيما عدا محطة قويسنا التى اقتصر مستوى المعالجة بها على المعالجة الثانوية بنسبة (١٢,٥٪)؛ ومن ثم تأثيره فى البيئة والصحة العامة.
- اقتصر تعقيم السيب النهائى بجميع المدن على الكلور، بينما يعاد تنقيته مرة أخري ببرك أكسدة السادات.
- اعتمد نظام معالجة الحمأة بمدن المنوفية على التجفيف الشمسى، وهو يعد من أقل النظم كفاءة، فوحده لايقضى على الكائنات العضوية أو العناصر الثقيلة السامة؛ وأثره فى التداعيات صحية وبيئية.
- يتم صرف المياه المعالجة على المصارف الزراعية فى جميع محطات المعالجة بالمدن؛ على حين يتم استخدامها فى رى الغابات الشجرية والحزام الأخضر والجزر بالطريق الإقليمي بمدينة السادات.
- تعد برك أكسدة السادات أكثر محطات معالجة جودة، حيث زادت نسبة انحرافها عن المتوسط العام لرتب محطات المعالجة بمدن المنوفية بنسبة بلغت نحو (+ ٧٢,٩٪)، فيما تعد محطة معالجة مدينة شبين الكوم، وقويسنا أقل محطات المعالجة جودة، حيث قل انحرافهما عن المتوسط العام لرتب محطات المعالجة بحضر المنوفية بنسبة بلغت نحو (-٢٤,٤٪)، (-٢٩,٧٪) لهما على الترتيب.

- كان متغير معالجة الحمأة وصرفها، ومتغير صرف المياه المعالجة أكثر المتغيرات المسهمة فى تدنى جودة المحطات؛ فقد مثلا نحو (٤٣,٢٪)، و(٦٤,٨٪) لهما على الترتيب عن المتوسط العام للرتب.
- تبين من خلال التحليل الكيميائى والفيزيقى، والبكترلوجي لمجموعة من محطات معالجة الصرف الصحى أن مياه الصرف الصحى المعالجة الخارجة من المحطات غير مطابقة للمواصفات والقياسات المصرية؛ فتجاوزت محطة معالجة شبين الكوم الحد المسموح به لتركز الأكسجين المستهلك كيميائيا (COD) بنسبة بلغت (١٥٧,٥٪)، من الحد المسموح به؛ ويعد هذا مؤشرا على التلوث الصناعى لمياه الصرف الصحى؛ ومن ثم التأثير فى البيئية والصحة العامة، فيما تجاوزت محطة منوف ومحطة قويسنا نسبة الكلور المتبقي بنسبة (٨٠٪)، (١٠٠٪) من الحد المسموح به لهما على الترتيب.

٢) التوصيات :

- يجب على المحليات الفصل بين الأنماط المختلفة لشبكات الصرف بالمدن وفقا للأنماط المختلفة لاستخدامات الأرض، وطبيعة ونشاط كل مؤسسة، فتكون هناك شبكة متخصصة لكل من المبانى السكنية، ومنشآت الرعاية الصحية والبيطرية، ومياه الأمطار أوغسيل الشوارع، والمنشآت الصناعية، لاسيما مصانع الغزل والنسيج والمواد الغذائية وورش غسيل وتموين السيارات.
- يجب على المحليات إنشاء محطات معالجة بمدن سرس الليان والباجور تتناسب مع الحجم السكاني لهما
- عمل توسعات لمحطة معالجة شبين الكوم ومنوف وقويسنا أو إنشاء محطة معالجة جديدة لكل منها؛ حيث تجاوزت الطاقة المتاحة الطاقة التصميمية لكل منها.
- يجب على وزارة الصحة والبيئة القيام بدورهما الرقابى على جودة المياه المعالجة والحمأة قبل طرحها على البيئة المستقبلة مرة أخرى، وسن التشريعات والقوانين الخاصة بإعادة الاستحدام الآمن لهما.
- يجب على المحليات تطوير نظم المعالجة بالمدن؛ باتباع نظم المعالجة المتطورة والصديقة للبيئة الممثلة فى نظام المعالجة بالنباتات والانسياب الحر للمياه، ثم تعقيم المياه الخارجة من المحطة بالكلور وبالنسب المسموح بها، وإمكانية تعقيم المياه؛ بإضافة غاز الأوزون (O_3)، أو التطهير بالأشعة فوق البنفسجية، أو إضافة البرسوليانت لتعقيم المياه بدلا من الكلور.

- يجب على المحليات استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة كبديل غير تقليدى للمياه العذبة بالمدن ويقترح البحث عمل شبكة لحملها واستخدامها فى رى الحدائق والمناطق الخضراء بالمدن والأشجار والجزر الخضراء بالطرق السريعة والمدخلية.
- يجب على وزارة البيئة والزراعة رفع القيمة الاقتصادية والبيئية المضافة من إعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة بزراعة الغابات الشجرية كما فى مدينة السادات أو تلحق بالمحطات المعالجة بالمدن الأخرى حدائق ترفيهية، أو زراعة أشجار التوت، وتربية ديدان القز لإنتاج الحرير، أو عمل مزرعة للأعلاف الحيوانية؛ وبالحفاظ على جودة مياه المجارى المائية ونظامها البيئى وكذلك تحسين نوعية هواء المدن.
- يجب على وزارة الصناعة تشييد مناطق صناعية متنوعة تقوم باستغلال المواد الخام الأولية الناتجة من ثمار النباتات أو الأشجار أو الأعلاف الحيوانية المروية بمياه الصرف الصحى المعالجة.

ملحق (١) : خصائص محطات معالجة الصرف الصحي بمدن المنوفية.

البيان / المدينة أو المحطة	الطاقة التصميمية (ألف م³/يوم)		التوفير بين الطاقة التصميمية والمتاحة (ألف م³/يوم)	المساحة (م²)	النسبة المئوية من الصرف الصحي التي تستقبلها المحطة م³/م³	نظام المعالجة	مستوى المعالجة	نظام تطهير المياه المعالجة قبل صرفها	نظام صرف الحمأة (النفايات الصلبة) المتبقية بعد المعالجة (المصدر والطريقة المستخدمة – الغرض – نوع الحمأة)	
شبين الكوم	٦٠	٥٧	٣	٦٧٢٠٠	١,١	مرشحات زلطية	ثلاثية	الكلور	مصرف شنوان	التجفيف الشمسي
منوف	٥٧	٥٧	صفر	١٥٩٦٠٠	٢,٨	تهوية سطحية	ثلاثية	الكلور	مصرف منوف / مصرف سبل / فرع رشيد	التجفيف الشمسي
أشمون	٢٠	١٠	١٠	٥٠٤٠٠	٢,٥	تهوية سطحية	ثلاثية	الكلور	مصرف سبل / فرع رشيد	التجفيف الشمسي
تلا	٢٠	١٠	١٠	٥٠٤٠٠	٢,٥	تهوية سطحية	ثلاثية	الكلور	مصرف تلا / فرع رشيد	التجفيف الشمسي
بركة السبع	٢٠	١٠	١٠	٥٠٤٠٠	٢,٥	مرشحات زلطية	ثلاثية	الكلور	مصرف محلة روح / سمنّاى /بيشبيت /بشواى القديم/تلا / رشيد	التجفيف الشمسي
الشهداء	٢٠	١٠	١٠	٤٨٣٠٠	٢,٤	مرشحات زلطية	ثلاثية	الكلور	مصرف سلامون بحرى/بشنوى /تلا /فرع رشيد	التجفيف الشمسي
قويسنا	١٠	٩	١	٣٣٦٠٠	٣,٤	تهوية سطحية	ثانوية	الكلور	مصرف منشأة صبرى/أشهس /قويسنا / مصطاى /العطف /القرنين /الرياح العباسى /فرع رشيد	التجفيف الشمسي
السادات	٤٥	٢٣,٥	٢١,٥	٥٥٧٥٦٨	١٢,٤	برك أكسدة	ثلاثية	الكلور وإعادة التقطير	الغابات الشجرية	التجفيف الشمسي
جملة الحضر	**٢٥٢**	**١٨٦,٥**	**٦٥,٥**	**١٠١٧٤٦٨**	–	–	–	–	–	–
المتوسط	–	–	٨	**١٠١٧٤٦,٨**	٤	–	–	–	–	–

المصدر: الملحق من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات مصدرها الهيئة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي بالمنوفية، بيانات غير منشورة، والدراسة الميدانية.

ملحق (٢) : التحليل الفيزيقى والكيميائي والبكترولوجى لعينات مياه الصرف المعالجة بمدن شبين الكوم عام٢٠٠٣، ومنوف عام ٢٠٠٨، وقوسنا عام ١٩٩٩.

البيان / نوع التحليل	محطة شبين الكوم /٨/٢ ٢٠٠٣	محطة منوف ٢٠٠٨/٦/٢٣	محطة قوسنا /٥/٢٠ ١٩٩٩	الحدالأقصى للمعايير والمواصفات المصرية ملجم/لتر
درجة الحرارة	٣١	٢٦	٣٠	٣٥
الرقم الهيدروجينى PH	٧,٦٩	٧,١	٧	٩-٦
المواد الصلبة الكلية	٩٤٢	٥٤٨	١١٦٨	-
المواد الصلبة العالقة TSS	٤٥	٤٨	٦	٥٠
المواد الصلبة الذائبة TDS	٨٩٧	٥٠٠	١١٦٢	٢٠٠٠
الأكسجين الذائب	٤,٩	٤	٤,٢	لايقل عن ٤
الاكسجين الكيماوى المستهلك COD	١٢٦	٥٠	٣٧	٨٠
الأكسجين الحيوى الممتص BOD5	٤٨	٣٢,٥	٢٢	٦٠
النترات- نتروجين $NO-NO_3$	٣,٦		-	٥٠
الكبريتيدات	٠,٩	٠,٨	٠,٢	١
الزيوت والشحوم	-	-	-	١٠
الكلور الحر المتبقى Cl_2	٠,٥	٠,٨	١	٠,٥
القولونيات	٤٠٠٠	-	١٧٠٠	٥٠٠٠ خلية/١٠٠مل

المصدر: الجدول من إعداد الباحثة اعتمادا على تحليل عينات الصرف الصحى لمدن شبين الكوم عام ٢٠٠٣، قويسنا عام ١٩٩٩ من المعامل المركزية للبحوث الكيميائية والبيولوجية التابعة للهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحى، وعينة منوف من معمل المحطة سجل العينات، بيانات غير منشورة عام ٢٠٠٨م.

المصادر والمراجع

أولاً – المصادر والمراجع العربية :

١. أحمد خالد علام وعصمت عاشور أحمد، التلوث وتحسين البيئة، ط١، نهضة مصر، القاهرة، ١٩٩٣.

٢. أحمد سليمان حمادى، أحمد داود حميد، بدائل توقيع محطات الصرف الصحى فى مدينة الرمادى، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الإنسانية، العدد الرابع، ٢٠١١م.

٣. آمال حمزة خليل، وآخرون، دراسة مقارنة بين الكلور والبورسلنايت كمادة معقمة لمياه الصرف الصحي، مجلة جامعة بابل/العلوم الصرفة والتطبيقية العدد (٥) المجلد (١٨)، ٢٠١٠م.

٤. أوسام فؤاد لوندى، أخطار استخدام مياه الصرف الصحى، المؤتمر السنوى الخامس لإدارة الأزمات والكوارث، جامعة عين شمس، ٢٠٠٠م.

٥. الطاهر إبراهيم الثابت، المخلفات الطبية السائلة ومياه الصرف الصحي، ٢٠١٦، ٥ صفحات، متوافر على النادي الليبي للمخلفات الطبية (www.libyanmedicalwaste.com).

٦. حسين بن إبراهيم المهندى، مياه الصرف الصحى المعالجة فى دولة قطر، رؤية تقويمية استشرافية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد ١٢٨، ٢٠٠٧.

٧. سامح غريبة و يحيى فرحان، مدخل إلى العلوم البيئية، ط١، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ١٩٨٧.

٨. ضياء الدين سالم وآخرون، دراسة لبعض محددات التلوث فى مياه الصرف الصحى لمستشفيات النجف الأشرف، مجلة البحوث الجغرافية العراقية، العدد (١١)، ٢٠٠٩.

٩. عبد الحميد بلة النور، ومنى على محمد ،محطة الصرف الصحى بود دفيعة بشرق النيل ولاية الخرطوم : نعمة أم نقمة، مجلة الدراسات السودانية، المجلد (٢٠)، ٢٠١٤.

١٠. عبد الحميد سالم صقران، تقييم اداء برك الأكسدة لإعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة فى الري، مجلة الاستثمار الزراعى، العدد الثالث، ٢٠٠٥.

١١. عبد الرزاق محمد سعيد التركماني، تقييم الوضع الحالي لمحطات المعالجة الصغيرة في سورية، ٢٠٠٨، ١٥ صفحة، متوافر على (http://www.4enveng.com/pdetails.php?id=35).

١٢. عبد الرزاق محمد سعيد التركماني، محطات معالجة مياه الصرف الصحي، ٢٠١٥، ١٠ صفحات، متوافر على (http://www.4enveng.com/pdetails.php?id=36).

١٣. عبد الرزاق محمد سعيد التركماني، محطات معالجة مياه الصرف الصحي بالنباتات (القصب)، ٢٠١٦، ٥ صفحات متوافر على (http://www.4enveng.com/pdetails.php?id=115).

١٤. عبد الرزاق محمد سعيد التركماني، إمكانية الاستفادة إمكانية الاستفادة من المياه المعالجة، ٢٠١٦، ٩ صفحات، متوافر على (http://www.4enveng.com/pdetails.php?id=37).
١٥. عبد الله سليمان الحديثى، استعمال مياه الصرف الصحى المعالجة للأغراض الزراعية تجربة المملكة العربية السعودية، المجلة الحغرافية الكويتية، العدد ٢٠٦، ١٩٩٧.
١٦. عبد الوهاب رجب هاشم بن صادق، التلوث البيئى، دار النشر العلمى، جامعة الملك سعود، ٢٠٠١.
١٧. على ناصر عبد الله، الأبعاد البيئية لمياه الصرف الصحى فى مدينة العمارة، مجلة ابحاث البصرة (العلوم الإنسانية)، المجلد (٣٧) العدد (٢)، ٢٠١٢م.
١٨. فتحى محمد مصيلحى، مناهج البحث الجغرافى، ط١، مركز معالجة الوثائق بشبين الكوم، ١٩٩٤.
١٩. فتحى محمد مصيلحى، جغرافية العمران من منظور جغرافى وتنموى معاصر، معاصر، ط١، مطبعة التوحيد الحديثة بشبين الكوم، ٢٠٠٥.
٢٠. فتحى محمد مصيلحى، جغرافية الخدمات، الإطار النظرى وتجارب عربية، ط١، مطابع جامعة المنوفية، ٢٠٠١.
٢١. فهد سعد فالح، و إدريس الرشيدى، معالجة مياه الصرف الصحى واستخداماتها فى دولة الكويت، دراسة فقهية تطبيقية، (د.ت).
٢٢. المجالس القومية المتخصصة، الدورة الثامنة عشر، تقييم خدمات مياه الشرب والصرف الصحي، مطابع المجالس القومية، القاهرة، ١٩٩٨.
٢٣. محمد السيد أرناؤوط، طرق الاستفادة من القمامة والمخلفات الصلبة والسائلة، الدار العربية للكتاب، القاهرة، ط١، ٢٠٠٣.
٢٤. محمد منهل الزعبي وآخرون، استعمال مياه الصرف الصحى المعالجة فى الزراعة بسوريا، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بسوريا، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، ٢٠١٤.
٢٥. ممدوح فتحى عبد الصبور، تقنيات مياه الصرف الصحى وإعادة استخدامها للأغراض الزراعية، مجلة أسيوط للدراسات البيئية - العدد التاسع عشر، ٢٠٠٠م.
٢٦. منال محمد أكبر، وآخرون، معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام الجريان السطحي الحر (FWS) وباستخدام نبات القصب، مجلة أبحاث البصرة (العلميات)، العدد ٤٠، الجزء (B.3)، ٢٠١٤، متوافر على http://www.basra-science-journal.org
٢٧. منظمة الصحة العالمية لمكتب الاقليمي لشرق المتوسط المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة، إرشادات في تصميم وتشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة، عمان-الأردن، ٢٠٠٤.

٢٨. نبيل فتحى السيد قنديل، تعظيم الاستفادة من مياه الصرف الصحى المعالج فى الزراعة، معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة – مركز البحوث الزراعية، ٢٠٠٦، ص ص ٤-٧.
٢٩. وزارة التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة، المدن الجديدة علامات مضيئة على خريطة مصر، وزارة التعمير، ١٩٨٩.

ثانياً – المصادر والمراجع الأجنبية :

1. Alloway, B. J & A res, D.C, "Chemical Principles Of Environmental Pollution", Chapman & Hall, London and New York, 1993, P. 267.
2. Environmental Protection Agency, Waste Water Treatment Manuals,Primary, Secondary and Tertiary Treatment, Oxford, Ireland, 1997.
3. Joanne, E. Drinan & Nancy E. Whiting, Water, and Waste Water Treatment, Aguide for The Nonengineering Professional, Crc Press Llc, 2001.
4. Sperling, M, Von, ”Basic Principles of Waste Water Treatment, LWA, London, 2007.
5. United States, Environmental Protection Agency, Primer for Municipal Wastewater Treatment Systems, 2004, p10, avallable at: www.epa.gov.owm
6. WHO, “Health Guidelines for The Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture”, Genev, 1989.
7. WHO, "A Guide to the Development of on-Site Sanitation", Macmillan/Clays, England, 1992, pp. 7-8.

Geographic- Environmental Evaluation to Sewage Treatment Plants in Menofia Governorate Towns, Study in Urban Geography, Using Geography Infromation Systems

ABSTRACT

The sewage treatment has become an essential necessity for maintaining the quality of water resources, and preventing the spread of infectious diseases such as typhoid, cholera, dysentery and diarrhea,and The reuse of treated water has added economic value as an alternative resource for fresh water in Egypt, with in specific and fixed water share of Nile waters (55.5) billion m3/year that act around to (79.33%) from total water resources (69.96) billion, and the low contribution of groundwater to water resources (8.7%), and Then the per capita water supply decreased with population growth.

Research aims to to evaluate urban sewage treatment plants to sit health and environmental management strategy for sewage system in Menofia towns.

This research focused on the following topics:
(1) Spatial dimensions of sewage treatment plants in Menofia towns.
(2) Systems and levels of sewage treatment in Menofia towns.
(3) The drainage systems and reuse treatment products in Menofia towns.
(4) Geographic-Environmental evaluation to sewage treatment plants in Menofia Governorate towns.
(5) Healthy and environmental management of the sewage system in Menofia towns.

The research has reached a number of results, the sewage in all cities is mixing with different drainage patterns, which pollutes its water with many pollutants; thus, these plants become sterile in a complete treatment of pollutants and then re-introduced to the environment. The oxidation ponds is consider the best systems environmental and health aspect, it reduced pollutants by 95%. But it form only 12.5% of urban treatment systems, Tertiary Treatment prevailes, it's represented (87.5%), the sterilization of treated wastewater was limited to chlorine in all towns, Sludge Treatment is depend on solar drying only, that the treatment products are un complete treatment, treated wastewater is drains on agricultural drainages in most treatment plants in towns.