الإبعاد الجغرافية لمعالجة مياه الصرف الصحي كمدخل لتنمية الموارد المائية في مصر

د. إيمان طه إسماعيل*

الملخص:

تكمن أهمية موضوع البحث في أن حجم الموارد المياه التقليدية المتاح في مصر يتسم بالثبات والمحدودية، بينما الطلب على المياه بسبب الزيادة السكانية يتسم بالزيادة المستمرة، ولذلك تكتسب دراسة مياه الصرف الصحي المعالج باعتبارها أحد الموارد المائية غير التقليدية في مصر من المنظور الجغرافي أهمية كبيرة في ظل ما تعانيه مصر من نقص في الموارد المائية، يركز هذا البحث على كيفية تنمية الموارد المائية غير التقليدية المتاحة في مصر المتمثلة في مياه الصرف الصحي بهدف تنمية الموارد المائية المصرية، ومن هنا فإن معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها يساهم في التخفيف من حدة هذه المشكلة.

---

* أستاذ مساعد بكلية الآداب – جامعة عين شمس.

واعتمد البحث على بيانات وزارة الموارد المائية والري، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، مركز دعم واتخاذ القرار التابع لمجلس الوزراء، ومنظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO)، ومقابلات شخصية لبعض المسئولين لاستكمال البيانات.

يهدف البحث إلى دراسة مياه الصرف الصحي المعالجة وتطورها، وحجم المتاح منها، كما يهدف البحث إلى إبراز أهمية إعادة استخدام المياه المنخفضة النوعية والمتمثلة في مياه الصرف الصحي باعتبارها من الموارد المائية غير التقليدية المهمة في مصر، وما يمكن أن تساهم به في سد الفجوة المائية بين العرض والطلب في مصر، كما اهتم البحث بدراسة التوزيع الجغرافي لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر، وقدرتها التصميمية والفعلية، ونوع ومستويات معالجة مياه الصرف الصحي، وألقاء الضوء على الاستخدامات الحالية لمياه الصرف الصحي المعالج، وإبراز الأهمية الاقتصادية والبيئية المترتبة على استخدام مياه الصرف الصحي المعالج في مصر.

الكلمات المفتاحية: موارد مائية غير تقليدية، مياه الصرف الصحي المعالج، محطات المعالجة، الغابات الشجرية، الظهير الصحراوي.

المقدمة:

تتناول هذه المقدمة أهمية الدراسة وأهدافها، وطرق الحصول على البيانـــات، والأساليب المستخدمة في معالجة عناصر الموضوع. تهدف الإستراتيجية الزراعية للدولة المساهمة في تحقيق نهضة اقتصادية واجتماعية شاملة في قطاع الزراعـــة باعتبار أن الزراعة قادرة على تحقيق النمو السريع والمستدام للحد من الفقـــر فـــي الريف المصري ولاسيما أن عدد العاملين في النشاط الزراعي في مصر قـــد بلـــغ

٥,٣ مليون نسمة أي ما يقرب من خمس القوة العاملة في مصر، كما يعتبر القطاع الزراعي من أهم القطاعات الاقتصادية في الدولة باعتباره القطاع الوحيد الذي يوفر الغذاء للإنسان والحيوان، ولذا يعتبر الاستخدام المستدام للموارد الزراعية من أولويات الدولة، ولاسيما أن قطاع الزراعة من أكبر القطاعات استهلاكا للمياه في مصر، حيث بلغت مساحة الأراضي الزراعية نحو ٩,٤ مليون فدان، كما تبلغ المساحة المحصولية نحو ١٧ مليون فدان (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، كتاب الإحصاء السنوي، ٢٠٢٠).

وتعتمد الدولة على الموارد المائية المتاحة والتي بلغت كما هو مبين بالجدول (١) نحو ٨٢,٢٥ مليار م^{٣} عام ٢٠٢٠، منها موارد مياه تقليدية تمثلت في مياه نهر النيل، والمياه الجوفية العميقة في الوادي والدلتا والصحارى، ومياه السيول والإمطار، شكلت نحو ٦٧,٣ مليار متر مكعب، أي ما يزيد عن أربعة أخماس الموارد المائية المتاحة، في المقابل ساهمت الموارد المائية غير التقليدية والمتمثلة في مياه الصرف الصحي، ومياه الصرف الزراعي، وتحليه مياه البحر بنحو ١٤,٩ مليار متر مكعب، وبنسبة ١٨,١% من جملة الموارد المائية المتاحة عام ٢٠٢٠.

جدول (١) : موارد المياه المتاحة والمستخدمة في مصر عام ٢٠٢٠ مليار م^{٣}.

موارد مياه تقليدية			موارد مياه غير تقليدية			
نهر النيل	مياه جوفية	الأمطار	صرف صحي معالج	إعادة استخدام الصرف الزراعي	تحليه مياه البحر	الإجمالي
٥٥,٥	١٠,٥	١,٣	٥,١	٩,٣٥	٠,٥	٨٢,٢٥
%٦٧,٥	%١٢,٨	%١,٦	%٦,٢	%١١,٤	%٠,٦	١٠٠

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية للإحصاءات البيئية الجزء الثانى، الجودة البيئية والطاقة، مرجع رقم ٧١-٢٢٣٠، ٢٠٢١، ص ٢٩.

المشكلة البحثية:

يعد إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة بعد معالجتها دورا مهما في مواجهة الفقر المائي الذي تواجهه مصر في ظل قلة الموارد المائية وتزايد السكان، ولذا فان إعادة استخدام مياه الصرف الصحي بعد معالجتها يعد أحد الموضوعات المهمة التي تستحق الدراسة وخاصة إنها ذات أبعاد وسمات متعددة تحتاج إلى مزيد من الدراسات، وتحاول الدراسة الإجابة على التساؤلات:

- ما هي التطورات التي طرأت على حجم مياه الصرف الصحي المعالجة.
- ما هو حجم مياه الصرف المجمع وحجم مياه الصرف الصحي المعالج منها.
- ما هي مستويات معالجة مياه الصرف الصحي.
- ما هو حجم مياه الصرف الصحي المعالج المستخدم حاليا.
- ما هو المردود الاقتصادي لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالج.

ولذا كان على كل باحث في تخصصه أن يشارك في حل هذه المشكلة وأن يدلى بدلوه في هذا الموضوع، وتعالج هذه الورقة البحثية هذا الموضوع حيث إن مياه الصرف الصحي المعالجة يمكن أن تساهم في تنمية موارد مصر المائية، وتصبح جزءا من مواردنا المائية بدلا من التخلص منها دون استفادة. كما تتمثل مشكلة البحث في زيادة كمية مياه الصرف الصحي في مصر مع الزيادة المستمرة في أعداد السكان والتعامل الخاطئ معها، يتسبب في تلوث البيئة لاحتوائها على نسبة عالية من البكتريا المسببة للكثير من الأمراض (Gaballa and Mohsen, 2000, p. 2).

الدراسات السابقة:

١) دراسات سابقة جغرافية:

بالبحث في قاعدة بيانات مكتبات الجامعات المصرية تبين أن الموارد المائية التقليدية كانت لها الأولوية بالدراسة لدى الباحثين الجغرافيين بالمقارنة بموارد المياه

غير التقليدية المتمثلة في مياه الصرف الصحي المعالج على الرغم من أهميتها الاقتصادية كمصدر للمياه يمكن أن يساهم في حل مشكلة العجز المائي في مصر، ومن الدراسات الجغرافية التي تناولت موضوع الدراسة.

- دراسة زينب أحمد علي سلوم عام (٢٠١٨)، بعنوان "التقويم الجغرافي – البيئي لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي بمدن محافظة المنوفية" تناولت الدراسة التوزيع الجغرافي لمحطات معالجة الصرف الصحي بمحافظة المنوفية، ومستويات معالجة الصرف الصحي، وتقويم كفاءة محطات المعالجة بالمدن، ووضع إستراتجية للإدارة البيئية والصحية لمنظومة الصرف الصحي بالمدن.
- دراسة سماح محمد إبراهيم، وإبراهيم علي يونس عام (٢٠١٨)، بعنوان "مواصفات مياه الصرف الصحي المعالجة وإمكانية إعادة استخدامها وتدويرها في أغراض الري" حاولت الدراسة تسليط الضوء على مياه الصرف الصحي ومدى تطابق مواصفاتها للمواصفات والقيم الإرشادية المنصوص عليها من قبل المنظمات والهيئات الدولية بشأن معايير ومواصفات مياه الري. حيث أسفرت الدراسات والنتائج المتحصل عليها إمكانية الوصول إلى مستويات وكفاءة في درجات المعالجة.
- دراسة أحمد عبد القوى عام (٢٠١٨)، بعنوان "التحليل المكاني والاقتصادي للغابات الاصطناعية في مصر دراسة في الجغرافيا الاقتصادية" دراسة حالة غابة مدينة السادات تناولت الدراسة التوزيع الجغرافي للغابات الاصطناعية، وتحديد كمية ميـــاه الصـــرف الصحي المعالجة المستخدمة في ري الغابات الاصطناعية، وتقيم المردود الاقتصادي والبيئي من إنشاء الغابات الاصطناعية، ودراسة حالة الغابات الاصطناعية في مدينة السادات والتعرف على العوامل المؤثرة في توطينها، بالإضافة إلى استعراض اقتصاديات الغابات الاصطناعية بمدينة السادات.

٢) دراسات سابقة غير جغرافية:

- دراسة (Eman Salem El-Batran, 2020)، تناولت الدراسة الوضع العالمي لإنتاج محصول الجوجوبا، دراسة التوزيع الجغرافي لمساحة وإنتاج محصول الجوجوبا في مصر وعلى مستوى المحافظات، ومقارنة إنتاج الجوجوبا المروى على مياه الصرف الصحي المعالج، في محافظة الإسماعيلية بإنتاج الجوجوبا المزروعة بمياه عذبة وأوضحت الدراسة انه يمكن الاعتماد على مياه الصرف المعالج في إنتاج الجوجوبا حيث إن الإنتاج لا يتأثر بنوعية المياه.
- دراسة منظمة الأغذية والزراعة (٢٠١٧)، والتي أشارت إلى انه يمكن استخدم مياه الصرف الصحي وإدارتها بشكل آمن لتجنب المخاطر الصحية والبيئية، فإنه يمكن تحويلها من عبء إلى مصدر للموارد المائية مفيد.
- قامت رحاب عطية (٢٠١٣)، بدراسة الاستخدام الآمن والمستدام للمياه غير التقليدية في إقامة الغابات الصناعية، ركزت الدراسة انه يمكن توفير موارد مائية بديلة للمياه تتمثل في مياه الصرف الصحي المعالجة التي يمكن استخدامها.
- دراسات أخرى غير جغرافية ركزت على السياسات الحكومية وبرامج ترشيد مياه الري في الزراعة وإمكانية تطبيقها وتساعد نتائج هذه الدراسات صانعي القرار في رسم وتنفيذ ومتابعة السياسات الزراعية الملائمة بما يخدم تحقيق أهداف إستراتيجية التنمية الزراعية المستدامة في مصر، ومنها دراسة سعد زكى نصار (٢٠٢١)، ودراسة السعيد حماد (٢٠٢٠).

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة مياه الصرف الصحي المعالج، وإمكانية استخدامها باعتبارها من مصادر المياه غير التقليدية، مما يساعد في التخفيف من حدة مشكلة

العجز المائي في مصر والمتوقع زيادة في السنوات القادمة، إلى جانب أهمية مياه الصرف الصحي المعالج في مواجهة ندرة المياه، وللبحث جانب تطبيقي نفعي في إبراز الأهمية الاقتصادية والبيئية من إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة، وعندما يعاد استخدمها بشكل آمن فإنه يمكن تحويلها من عبء إلى مصدر مفيد للمياه، وتسعى الباحثة إلى تحقيق هذه الأهداف من خلال معالجة النقاط التالية:

١. تطور كمية مياه الصرف الصحي المعالج في مصر وتطور أهميتها النسبية.
٢. دراسة الأبعاد المكانية للتوزيع الجغرافي لكل من محطات معالجة مياه الصرف الصحي المعالجة على المستوى الإقليمي وعلى مستوى المحافظات.
٣. التعرف على مستويات معالجة الصرف الصحي وتوزيعها الجغرافي.
٤. دراسة الاستخدامات المختلفة لمياه الصرف الصحي المعالج في مصر والوقوف على أهم المشكلات التي تواجه استخدامات مياه الصرف الصحي المعالج ومستقبلها.

طرق الدراسة ومصادر البيانات:

اعتمدت الدراسة في توصيف ودراسة عناصرها على العديد من مصادر البيانات منها إحصاءات منشورة وأخرى غير المنشورة أهمها:

١. النشرة السنوية لإحصاءات المياه النقية والصرف الصحي، الصادرة عن الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء.
٢. النشرة السنوية لإحصاء الري والموارد المائية، الصادرة عن الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء.
٣. التقرير السنوي للإحصاءات البيئية، الصادر عن الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء.
٤. مجلس الوزراء، مركز دعم واتخاذ القرار، الإصدار الثاني عشر الخاص بوصف مصر بالمعلومات.

٥. زيارات ميدانية لاستكمال قاعدة البيانات غير المنشورة، لكل من الإدارة العامة لنوعية الأرض والتربة، والإدارة المركزية للمعلومات والحاسب الآلي التابعة لوزارة البيئة، جهاز شئون البيئة، الإدارة المركزية للتشجير التابعة لوزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، وإجراء بعض المقابلات الشخصية لبعض المسئولين للتعرف على بعض العناصر المتعلقة بموضوع الدراسة.
٦. بيانات ونتائج بعض البحوث والدراسات السابقة في مجال معالجة مياه الصرف الصحي وأهميته الاقتصادية، وما يترتب عليه من آثار بيئية.

مناهج وأساليب الدراسة:

تعتمد الدراسة على المنهج الموضوعي Topical Approach في مياه الصرف الصحي المعالج وعناصرها المختلفة وتوزيعها الجغرافي، والمنهج الإقليمي Regional Approach الذي يهتم بدراسة مياه الصرف الصحي المعالج في إطار إقليمي، كما اعتمد البحث على المعالجة الإحصائية باستخدام العديد من الأساليب الكمية منها حساب المتوسطات، الرقم القياسي المتتابع، معامل ارتباط بيرسون، الانحراف عن المتوسط، معامل الاختلاف، نسبة تشغيل المحطات، في معالجة موضوعات الدراسة واستخراج النتائج، كما اعتمد البحث على نتائج التحليل الكارتوجرافي للخرائط والأشكال البيانية.

مناقشة نتائج البحث:

بلغت احتياجات مصر من الموارد المائية نحو ١١٤ مليار م^{3} سنويا في المقابل بلغ جملة موارد مصر من المياه التقليدية نحو ٦٠ مليار م^{3}، معنى ذلك أن هناك فرق بين موارد مصر من المياه التقليدية وما تستهلكه يقدر بنحو ٥٤ مليار م^{3}، وتعتمد مصر في سد احتياجاتها من المياه من خلال إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي أو المياه الجوفية بالوادي والدلتا وهي تقدر بنحو ٢٠ مليار م^{3}، والنسبة المتبقية

المقدرة بنحو ٣٤ مليار م^{٣} تستوردها من الخارج في شكل منتجات غذائية ومحاصيل حقلية (وزارة الموارد المائية والري، ٢٠١٦، ص ٤).

أولاً – تطور الموارد المائية غير التقليدية في مصر :

يصنف نظام الموارد المائية في مصر على أنه نظام شبه مغلق تعتمد تنميته على إعادة استخدام الموارد المائية غير التقليدية، لتلبية متطلبات التوسع الزراعي الأفقي واستصلاح حوالي ١٥٠ : ٢٠٠ ألف فدان سنويا، كان لابد من البحث عن مصادر مائية أضافية غير مياه نهر النيل، وذلك من خلال التوسع في استخدام موارد المياه غير التقليدية ومنها إعادة استخدام مياه الصرف الصحي بعد معالجتها وفقا لمعايير صحية تتفق مع سلامة البيئة والصحة العامة، وغيرها من الإجراءات التي تدبر حوالي ٢٠,٥ مليار م^{٣} حتى عام ٢٠٢٠ (وزارة الموارد المائية والري، ٢٠١٦، ص ٤). يوضح الجدول (٢) تطور كمية المياه غير التقليدية و تطور أهميتها النسبية في مصر خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠٢٠.

جدول (٢) : تطور الموارد المائية غير تقليدية في مصر بالفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠٢٠ (مليار م^{٣}).

العام	الصرف الصحي المعالج	جملة المياه غير تقليدية	%	الرقم القياسي المتتابع
٢٠٠٠	٠,٩	٥,٤	١٦,٨	--
٢٠٠٥	١,١	٦,٣	١٧,٦	١٢٢
٢٠١٠	١,٣	١٠,٥	١٢,٣	١١٨
٢٠١٥	١,٣	١٣,١	٩,٩	١٠٠
٢٠٢٠	٥,١٣	١٤,٩	٣٤.٢	٤٧٠

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات البيئية، أعداد متفرقة للفترة (٢٠٠٠-٢٠٢٠).

تبين بدراسة الجدول (٢) الحقائق التالية:

أ- زيادة موارد المياه غير التقليدية وهى مياه منخفضة النوعية وتتمثل في مياه الصرف الصحي المعالج، ومياه الصرف الزراعي المعالج، وتحليه مياه البحر من ٥,٤ مليار م^{٣}، شكلت ٧,٩% من جملة الموارد المائية في مصر عام ٢٠٠٠، إلى ١٤,٩ مليار م^{٣} عام ٢٠٢٠ محققة زيادة قدرها ٩,٥ مليار م^{٣}، أي زادت بنسبة ١٧٥% في تلك الفترة، بمتوسط زيادة قدرها ٤٧٥ مليون م^{٣} سنويا، كما زادت أهميتها بعد أن ساهمت بنسبة ١٨,١% من الموارد المائية في مصر عام ٢٠٢٠.

ب- زيادة كمية مياه الصرف الزراعي المعالج من ٠,٩ مليار م^{٣}، بنسبة ١٦,٨% من جملة الموارد المائية غير التقليدية في مصر عام ٢٠٠٠، إلى ٥,١٣ مليار م^{٣} عام ٢٠٢٠ محققة زيادة قدرها ٤,٢ مليار م^{٣}، أي زادت بنسبة ٤٧٠% في تلك الفترة، بمتوسط زيادة قدرها ١٦٥ مليون م^{٣} سنويا، كما زادت أهميتها بعد أن ساهمت بنسبة من ١٦,٨% عام ٢٠٠٠، إلى ٣٤,٢% من جملة الموارد المائية غير التقليدية في مصر عام ٢٠٢٠. اتضح بقياس الأرقام القياسية المتتابعة لمياه الصرف الزراعي المعالج في مصر خلال الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠٢٠ كما هو مبين بالجدول (٢) أن الزيادة في كمية مياه الصرف الصحي المعاد استخدامها في مصر لم تكن متساوية في تلك الفترة حيث سجلت الفترة من ٢٠١٥ إلى ٢٠٢٠ أعلى معدلات الزيادة في كمية المياه غير التقليدية حيث زادت كميتها بنسبة ٥٧% عام ٢٠٢٠، بالمقارنة لعام ٢٠١٥، في المقابل كانت معدلات الزيادة بطيئة في الفترة من ٢٠٠٥ إلى ٢٠١٠، حيث لم تتعدى ١٨% خلال تلك الفترة.

ثانياً – التوزيع الجغرافي لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي وقدرتها الكلية :

تعرف مياه الصرف الصحي "Sewage treatment" أو المياه العادمة علي أنها المياه التي تغيرت شكلها ورائحتها نتيجة تدخل الإنسان، فهي تشمل المياه الناتجة من المجمعات السكنية والشركات والمصانع والمصالح الحكومية. وتكون تلك المياه مصحوبة بالعديد من الشوائب والسموم التي تجعلها غير صالحة لأي استخدام آدمي علي الإطلاق، وحوالي ٩٩% من مياه الصرف الصحي هي مياه، وفقط ١% هي فضلات صلبة (الرشيدي فهد سعد، ٢٠٠٧، ص ٤٢٣).

كما عرف (McKenzie) مياه الصرف الصحي بأنها المياه العادمة الناتجة من مخلفات البشر سواء في الاستخدام المنزلي أو المؤسسات الكبرى مثل الشركات والمصانع أو حتى الفنادق. وتكون تلك المياه مصحوبة بالعديد من الشوائب والسموم التي تجعلها غير صالحة لأي استخدام آدمي علي الإطلاق (McKenzie, 2005, p. 27). ويتم نقل مياه الصرف الصحي عبر مجموعة من أنابيب ومجاري نقل المياه وتجميعها في محطات تجميع فرعية التي تقوم برفع منسوب المياه حتى تستكمل طريقها مرة أخري في الأنابيب إلي محطة معالجة المياه الرئيسية.

وتتأثر البيئة بمياه الصرف الصحي نظرا لاحتوائها علي العديد من الملوثات، فوجود تلك المياه العادمة في البيئة وتعرض الإنسان لها بشكل مباشر يؤدي إلي انتشار واسع للعديد من الأمراض والأوبئة. وبالتالي يعتبر إعادة استخدام مياه الصرف الصحي الغرض منها هو الحفاظ علي بيئة نظيفة ثم يأتي بعد ذلك التفكير في طرق استخدامها مثل استخدامها في الري وتصنيع المبيدات وغيرها، وهذا ما يحدث في ظل وجود الأنظمة الحديثة. والجدول (٣) يوضح التوزيع الجغرافي لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي وقدرتها الكلية.

جدول (٣) : التوزيع الجغرافي لأعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي وقدرتها التصميمية والفعلية عام ٢٠٢٠.

المحافظة	عدد المحطات	%	الطاقة التصميمية للمحطة ألف م^{٣}/يوم	الطاقة الفعلية للمحطة ألف م^{٣}/يوم	نسبة التشغيل
القاهرة	١٣	٢,٩	٤٧٧٢,٣	٤٠٠٣	٨٣,٩
الإسكندرية	٢٠	٤,٤	١٨٣٦	١٤٢٧,١	٧٧,٧
بور سعيد	٧	١,٥	٢٧٥	٢٢٠,١	٨٠,١
السويس	٣	٠,٧	١٩٩,٧	٢٤٨,٨	١٣٠,٥
الإسماعيلية	٧	١,٥	٢٦٢	٢٦٨,٦	١٠٣,٣
دمياط	٢٧	٥,٩	٣٢٨,٨	٢٦٢,١	٧٩,٧
الدقهلية	٤٩	١٠,٨	٦٦٨	٥١٥,٩	٧٧,٢
الشرقية	٤١	٩	٤٩٤	٣٩٣,٧	٧٩,٧
القليوبية	١٨	٤	٣٠٩	١٩٨,١	٦٤,١
كفر الشيخ	٢٢	٤,٨	٢٩٦	٢٣٣,٩	٧٩
الغربية	٣٧	٨,١	٦٢١	٤٠٢,٦	٦٤,٨
المنوفية	٢٥	٥,٥	٤٦٣,٨	٢٤٨,٢	٥٣,٥
البحيرة	٣٣	٧,٣	٤٩٩,٩	٣٠٤,٦	٦٠,٩
الجيزة	٨	١,٨	١٩٥٧,٦	٢١٠٣	١٠٧,٤
بني سويف	١٦	٣,٥	٢٤٥,٣	١٥٣,١	٦٢,٤
الفيوم	٢٧	٥,٩	٢٧٤,٢	١٩٠,٧	٦٩,٥
المنيا	١٣	٢,٩	٢٣٩,٧	١٥٥,٤	٦٤,٨
أسيوط	٨	١,٨	٢١٠	١٣٤	٦٣,٨
سوهاج	٧	١,٥	٣١٠	١٢٢,٥	٣٩,٥
قنا	٩	٢	٢٠٧	١٠٨,٦	٥٢,٥
الأقصر	٨	١,٨	٨٠,١	٧٦	٩٤,٩
أسوان	١٨	٤	٢١٩,٣	١٨٧,٤	٨٥,٥
البحر الأحمر	٥	١,١	٦٦,٧	٣٠,٦	٤٥,٨
الوادي الجديد	١٧	٣,٧	٧٧	٥١,٦	٦٧
مطروح	١	٠,٢	٦٠	١٥,١	٢٥,٢
شمال سيناء	٥	١,١	٨٢	٣٥	٤٢,٧
جنوب سيناء	١١	٢,٤	٤٨	١٤	٢٩,٢
الإجمالي	**٤٥٥**	**١٠٠**	**١٥,٩١**	**١٢١٠٣,٦**	**٨٣,٢**

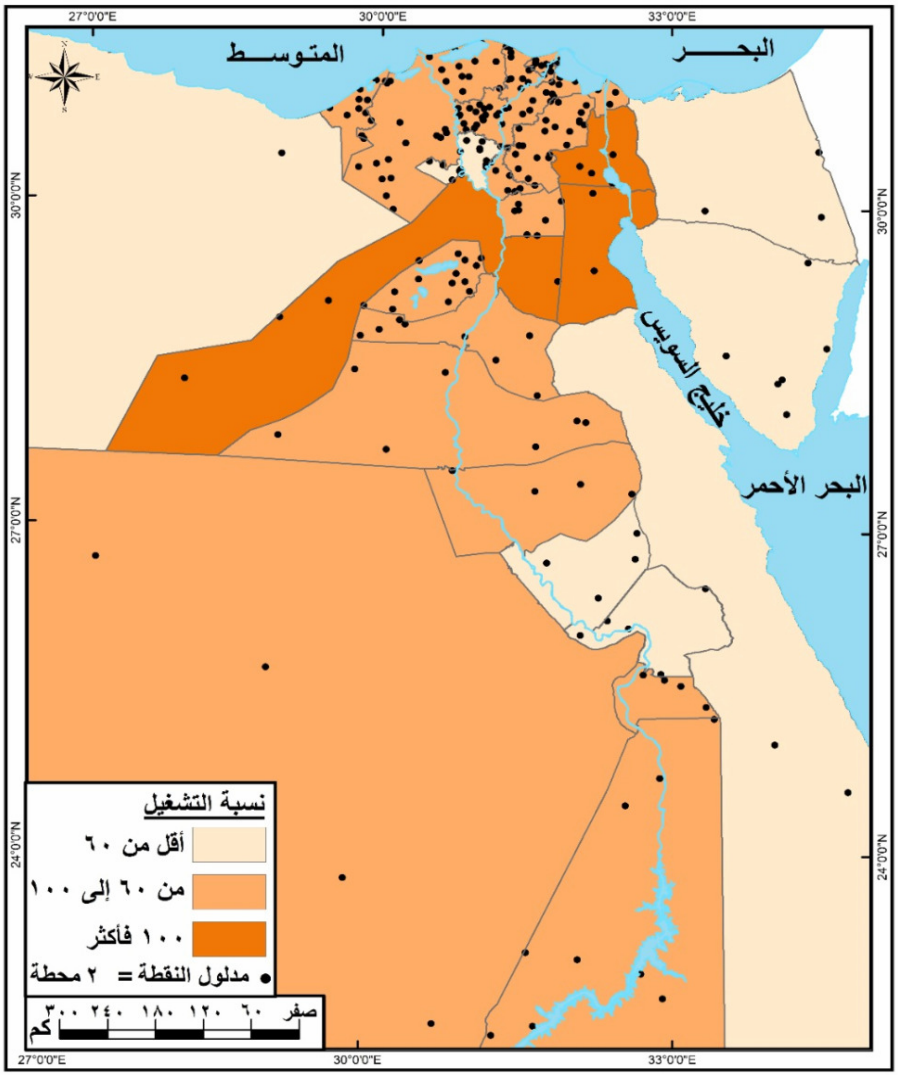
المصدر:

الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات المياه النقية والصرف الصحي، مرجع رقم ٧١-٢١١١١، يونيو ٢٠٢١ (النسب المئوية من حساب الباحث).

مجلس الوزراء، مركز دعم المعلومات واتخاذا القرار، وصف مصر بالمعلومات، الإصدار الثاني وعشر، ٢٠٢١.

متوسط الطاقة الفعلية للمحطة = حجم المياه المعالجة بالمحافظة ÷ جملة عدد المحطات بالمحافظة

نسبة التشغيل = الطاقة الفعلية للمحطة ÷ الطاقة التصميمية للمحطة × ١٠٠



شكل (١) : التوزيع الجغرافي لأعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي ونسبة تشغيلها عام ٢٠٢٠.

بدراسة الجدول (٣) والشكل (١) تبين الحقائق التالية:

زادت أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي بمصر من ٣٩١ محطة عام ٢٠١٥ إلى ٤٥٥ محطة عام ٢٠٢٠، بنسبة زيادة قدرها ١٦,٤%، بمتوسط زيادة سنوى بلغ ٣,٣%.

١. تعتمد مصر على عدد غير قليل من محطات معالجة مياه الصرف الصحي بلغ إجمالها ٤٥٥ محطة، منها ٤٢١ محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر تابعة للشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي، بنسبة ٩٢,٥% من جملة أعداد محطات معالجة الصرف الصحي في مصر، وهي تنتشر في جميع المحافظات، كما يوجد ٣٤ محطة معالجة تابعة هيئة المجتمعات العمرانية، بنسبة ٧,٥%، تتركز في ١٤محافظة هى: محافظة الشرقية، والمنوفية، والبحيرة، ودمياط، والإسكندرية، والقاهرة، والسويس من محافظات الوجه البحري، ومحافظة الجيزة، والمنيا، وبني سويف، والفيوم من محافظات مصر الوسطى، ومحافظة أسوان من محافظات مصر العليا، ومحافظة الوادي الجديد والبحر الأحمر من محافظات الصحارى والحدود (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، ٢٠٢٠، ص ٤٢).

٢. توزيع أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي على المستوى الإقليمي: بلغ جملة أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر نحو ٤٥٥ محطة عام ٢٠٢٠، منها ٣٠٢ محطة بمحافظات الوجه البحري، شكلت ما يزيد عن ثلثي أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي، في المقابل بلغ نصيب إقليم مصر الوسطى نحو ٧٢ محطة، بنسبة ١٥,٨% جملة من أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر، كما بلغ نصيب إقليم مصر العليا ٤٢ محطة، أي بما يقرب من عشر أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر. في المقابل بلغ نصيب محافظات الصحارى والحدود نحو ٣٩ محطة، بنسبة ٨,٥% من جملة محطات مياه الصرف الصحي المعالج.

٣. التوزيع الجغرافي لأعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي على مستوى المحافظات: تبين بدراسة الجدول (٣) أن محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر تتوزع في جميع المحافظات ولكن أعدادها تتفاوت من محافظة لأخرى، حيث بلغ نصيب محافظة الدقهلية ٤٩ محطة، في المقابل بلغ نصيب محافظة مرسي مطروح محطة واحدة فقط. وبذلك تتقدم محافظة الدقهلية بقية المحافظات من حيث أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي لتشكل أكثر من عشر أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر، يليها محافظة الشرقية بنحو ٤١ محطة، بنسبة ٩%، ثم محافظة الغربية في الترتيب الثالث بنحو ٣٧ محطة، بنسبة ٨,١%، ثم محافظة البحيرة في الترتيب الرابع بنحو ٣٣ محطة وبنسبة ٧,٣%، يليها كل من محافظة دمياط، والفيوم في الترتيب الخامس بنسبة ٥,٩% لكل منها، وبذلك بلغ نصيب محافظات المراكز الخمس الأولى نحو ٢١٤ محطة، بنسبة ٤٧% من جملة أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر.

٤. بلغت جملة الطاقة التصميمية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر نحو ١٥٠٩١ ألف م^3 يوميا، بمتوسط قدرة ٥٥٨ ألف م^3 يوميا للمحطة، بينما بلغت الطاقة الفعلية ١٢١٠٣,٦ ألف م^3 يوميا، بمتوسط قدرة ٤٤٨ ألف م^3 يوميا للمحطة، وبذلك بلغت نسبة تشغيل محطات معالجة مياه الصرف الصحي نحو ٨٣,٢% وقد يرجع ذلك إلى أن بعض هذه المحطات كانت تحت التجهيز للتشغيل وقت إجراء الحصر، والبعض الأخر يحتاج إلى صيانة أو في حالة تجهيز وصيانة مما تسبب في تعطيل جزئي لطاقة تلك المحطات.

٥. يلاحظ من الجدول (٣) ارتفاع نسبة تشغيل محطات معالجة الصرف الصحي عن متوسطها العام (٨٣,٢%) في ست محافظات هي القاهرة، والجيزة، والسويس من المحافظات الحضرية، ومحافظة الإسماعيلية من محافظات الوجه البحري، ومحافظة الأقصر وأسوان من محافظات مصر العليا، ضمت

هذه المحافظات الست نحو ٥٧ محطة، معنى ذلك أن ١٢,٥% من محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر فقط تزيد نسبة تشغيلها عن ٨٣,٢%، وسجلت كل من محافظة السويس والإسماعيلية والجيزة أعلى معدلات في نسبة تشغيل بنسبة تزيد على ١٠٠%. أما باقي المحافظات البالغ عددها ٣٩٨ محطة انخفضت بها نسبة تشغيل محطات معالجة مياه الصرف الصحي عن المتوسط العام، شكلت ٨٧,٥% من جملة محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر. كما يلاحظ من دراسة الجدول (٣) انخفاض نسبة تشغيل محطات معالجة مياه الصرف الصحي عن ٥٠% في ست محافظات، تتمثل في جميع محافظات الصحارى ما عدا محافظة الوادي الجديد، ومحافظة سوهاج من محافظات مصر العليا.

٦. نظرا لتأثر توزيع أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي لعدد من المتغيرات وبتطبيق معامل الارتباط لإيجاد العلاقة بين التوزيع الجغرافي لأعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي، وأعداد السكان، وكمية المياه المعالجة، والقدرة التصميمية للمحطة، أمكن استنتاج العلاقات الآتية:

- وجود علاقة ارتباطيه طردية موجبة ضعيفة بلغت (٠,٤) بين توزيع أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي، والتوزيع الجغرافي لأعداد السكان، في المقابل تبين وجود علاقة ارتباطيه طردية موجبة قوية بين التوزيع الجغرافي للقدرة التصميمية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي، وبين التوزيع الجغرافي لأعداد السكان التي تخدمها بلغت (٠,٧).
- وجود علاقة ارتباطيه طردية موجبة ولكنها ضعيفة جدا بين توزيع أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي والتوزيع الجغرافي للقدرة التصميمية بلغت (٠,١)، معنى ذلك أن ارتفاع القدرة التصميمية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي يعوض انخفاض أعداد محطات.

- وجود علاقة ارتباطيه طردية موجبة ضعيفة بلغت (٠,٣) بين توزيع أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي، والتوزيع الجغرافي لمياه الصرف الصحي.

ثالثاً – التوزيع الجغرافي لمياه الصرف الصحي المعالجة :

تعد معالجة مياه الصرف الصحي معالجة جيدة وفعالة من أهم وسائل وطرق حماية البيئة المائية والأرضية من التلوث إذ تعمل معالجة مياه الصرف الصحي على التخلص الآمن لهذه المياه وإعادة تدويرها واستخدامها كمورد للمياه بأمان داخل المنظومة البيئية وتحقق سلامة الإنسان والحفاظ علي بيئته وصحته.

وعرف مركز بحوث الإسكان والبناء التابع لوزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية مياه الصرف الصحي المعالجة بأنها المياه الناتجة عن معالجة الصرف الصحي المنزلي والتجاري والعامة باستخدام إحدى طرق المعالجة، والتي ينتج عنها مياه تفوق في جودتها مياه الصرف الصحي الخام (وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، ٢٠٠٥، ص ٧).

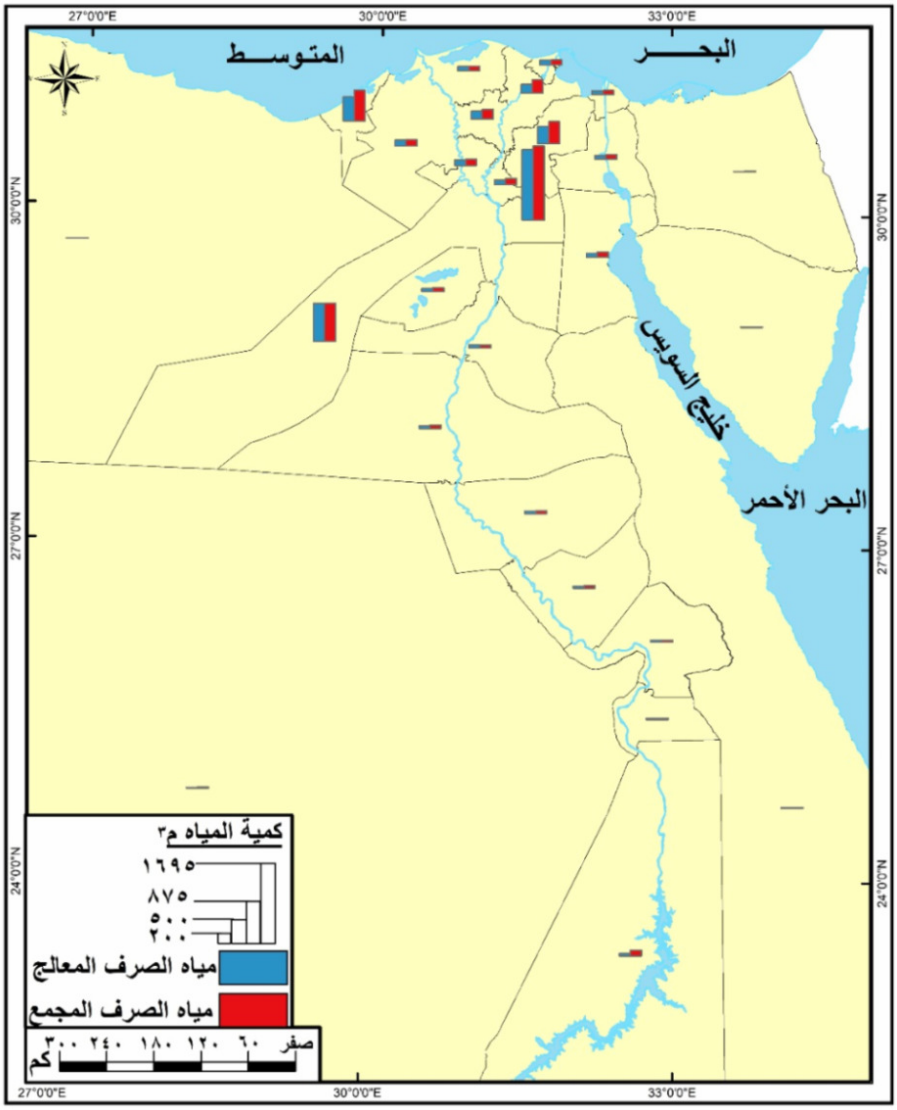
١. بلغت كمية مياه الصرف الصحي في مصر نحو ٦,٩ مليار م^{٣} عام ٢٠٢٠، كما بلغ كمية مياه الصرف الصحي المجمع في مصر نحو ٥,٩ مليار م^{٣}، في المقابل بلغ إجمالي حجم مياه الصرف الصحي المعالج في مصر نحو٥,١ مليار م^{٣}، معنى ذلك أن هناك ١,٨ مليار م^{٣} سنويا، أي ربع مياه الصرف الصحي في مصر لا تلقى معالجة و يرجع ذلك إلى أن السعة التصميمية لمحطات معالجة الصرف الصحي في مصر أقل من التصريفات الواردة إليها. والجدول (٤) يوضح التوزيع الجغرافي لمياه الصرف الصحي المجمع والمعالج على مستوى المحافظات.

جدول (٤) : التوزيع الجغرافي لمياه الصرف الصحي المجمع والمعالج بالمحافظات عام ٢٠٢٠.

المحافظة	الصرف المعالج مليار م^3	%	الصرف المجمع مليار م^3	%
القاهرة	١٦١٣,٦	٣١,٤	١٦٩٤,٩	٩٥
الإسكندرية	٥٥٣,١	١٠,٨	٧٠٥,٣	٧٨
بور سعيد	٨١,٢	١,٦	٩٤,٦	٨٦
السويس	٨٦,٥	١,٧	١١٣,١	٧٦
الإسماعيلية	٧٤,٢	١,٤	١٠٠,٧	٧٤
دمياط	١١٥,٨	٢,٣	١١٨	٩٨
الدقهلية	١٩٦,٨	٣,٨	٣٠٤,١	٦٥
الشرقية	٣٩٢,٩	٧,٧	٥٠٣,٤	٧٨
القليوبية	١٠١,٧	٢	١٣٥,٤	٧٥
كفر الشيخ	٩٣,٧	١,٨	٩٩,٨	٩٤
الغربية	١٧٩	٣,٥	٢١٨,٩	٨٢
المنوفية	١٢٦,٤	٢,٥	١٤٥,٧	٨٧
البحيرة	١٣٢,٩	٢,٦	١٤٥,٧	٩١
الجيزة	٨٦٦,٦	١٦,٩	٨٧٣,٧	٩٩
بني سويف	٧٢,٧	١,٤	٦٥,٤	١١١
الفيوم	٧٤,٩	١,٥	٨٨,٧	٨٤
المنيا	٦٢,٨	١,٢	٧٤,٦	٨٤
أسيوط	٦٢,٢	١,٢	٦٧,٥	٩٢
سوهاج	٥١,٩	١	٥٨	٨٩
قنا	٤٨,١	٠,٩	٤٨,١	١٠٠
الأقصر	٣٤	٠,٧	٣٤,٧	٩٨
أسوان	٦٠	١,٢	١٢٩,٧	٤٦
البحر الأحمر	١٧,٨	٠,٣	١٧,٩	٩٩
الوادي الجديد	١٨,٩	٠,٤	٢٥,٦	٧٤
مطروح	٦,٣	٠,١	٨,٧	٧٢
شمال سيناء	٥,٢	٠,١	٨,٦	٦٠
جنوب سيناء	١١,١	٠,٢	١٤,٦	٧٦
الإجمالي	**٥١٣٥,٥**	**١٠٠**	**٥٩٢٨,٢**	**٨٧**

المصدر:

- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات المياه النقية والصرف الصحي، مرجع رقم ٧١-٢١١١١، يونيو ٢٠٢١ (النسب المئوية من حساب الباحث).
- هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة، بيانات غير منشورة، ٢٠٢١.



شكل (٢) : التوزيع الجغرافي لمياه الصرف الصحي المجمع والمعالج بالمحافظات عام ٢٠٢٠.

وبدراسة الجدول (٤) والشكل (٢) تبين الحقائق التالية :

أ- يلاحظ من تحليل بيانات الجدول (٤) أن محافظات الوجه البحري استأثرت بحوالي ٣,٧ مليار م^{٣}، بنسبة ٧٣,٣% من جملة مياه الصرف الصحي المعالج، أما محافظات مصر الوسطي ساهمت نحو ١,١ مليار م^{٣}، أي ما يزيد على خمس مياه الصرف الصحي المعالج، كذلك بلغ نصيب محافظات مصر العليا من مياه الصرف الصحي المعالج نحو ١٩٤ مليون م^{٣} بنسبة ٣,٨%، كما بلغ نصيب محافظات الصحارى من مياه الصرف الصحي المعالج نحو ٥٩,٣ مليون م^{٣} بنسبة ١,١%.

ب- اختلاف التوزيع الجغرافي لحجم مياه الصرف الصحي المعالج من محافظة لأخرى، ويرجع ذلك إلى اختلاف التوزيع الجغرافي لأعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي من جهة، واختلاف قدرتها الأسمية والفعلية من جهة أخرى .

ج- جاءت محافظة القاهرة في المقدمة بعد أن بلغ نصيبها ١,٦ مليار م^{٣} من مياه الصرف الصحي المعالج، لتساهم بما يقرب من ثلث مياه الصرف الصحي المعالج، يليها محافظة الجيزة في الترتيب الثاني بنحو ٨٦٦,٦ مليون م^{٣}، بنسبة ١٦,٩%، معنى ذلك أن محافظة القاهرة والجيزة استأثرتا بما يزيد عن ٢,٤ مليار م^{٣} من المياه، أي بما يقرب من نصف الصرف الصحي المعالج في مصر. ويرجع ارتفاع نصيب كل من محافظة القاهرة والجيزة من مياه الصرف الصحي المعالج إلى ارتفاع نصيب كل منها من القدرة الفعلية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي، والمقدر بنحو ٦١٠٦ م^{٣} يوميا، بنسبة ٥٠,٤% من جملة القدرة الفعلية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر، ثم جاءت محافظة الإسكندرية في الترتيب الثالث بعد أن بلغ نصيبها من مياه الصرف الصحي المعالج ما يزيد على نصف مليار م^{٣}، لتساهم بما يزيد عن عشر مياه الصرف الصحي المعالج في مصر، تليها محافظة الشرقية

في الترتيب الرابع بعد أن بلغ نصيبها ٣٩٢,٩ مليون م^{٣}، بنسبة ٧,٧%، ومردود ذلك إلى ارتفاع نصيبها من أعداد المحطات حيث بلغ ٤١ محطة أي ما يقرب من عشر عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر، تليها محافظة الدقهلية في الترتيب الخامس بعد أن ساهمت بحوالي ١٩٦,٨ مليون م^{٣}، بنسبة ٣,٨%، ويرجع ارتفاع نصيب محافظة الدقهلية من مياه الصرف الصحي المعالج إلى ارتفاع نصيبها من أعداد محطات المعالجة والبالغ ٤٩ محطة، بنسبة ١٠,٨% من جملة محطات معالجة مياه الصرف الصحي. وبذلك ساهمت محافظات المراكز الأولى بما يزيد عن ٣,٦ مليار م^{٣}، بنسبة ٧٠,٥% من جملة مياه الصرف الصحي المعالج في مصر.

٢. تقدر مياه الصرف الصحي المجمع في مصر عام ٢٠٢٠ نحو ٥,٩ مليار م^{٣}، تم معالجة منها ٥,١ مليار م^{٣}، بنسبة ٨٧% مياه الصرف الصحي المجمع في مصر.

أ- تبين بدراسة الجدول (٤) اختلفت نسبة مياه الصرف الصحي المعالج إلى جملة مياه الصرف الصحي المجمع على المستوى الإقليمي لتبلغ أعلى نسبة ٩٧,٤% بإقليم مصر الوسطى، يليه محافظات إقليم الوجه البحري بنسبة ٨٥,٦%، ثم تأتى محافظات الصحارى والحدود بنسبة ٧٨,٦%، في المقابل سجل إقليم مصر العليا أقل نسبة لمياه الصرف الصحي المعالج إلى جملة مياه الصرف الصحي المجمع حيث بلغت نسبتها ٧١,٧%.

معنى ذلك أن إقليم مصر العليا يحتاج إلى زيادة أعداد محطات معالجة الصرف الصحي، وإلى تطوير محطات معالجة الصرف الصحي الحالية لكي تستوعب التصريفات الواردة إليها.

ب- اتضح بدراسة الجدول (٤) زيادة نسبة مياه الصرف الصحي المعالج إلى جملة مياه الصرف الصحي المجمع عن ٨٧% في عشرة محافظات،

منها محافظتين بلغت نسبة مياه الصرف الصحي المعالج بها إلى جملة مياه الصرف الصحي المجمع ١٠٠% أو أكثر وهى محافظة بني سويف من محافظات مصر الوسطى، ومحافظة قنا، من محافظات مصر العليا.

رابعاً – مستويات معالجة مياه الصرف الصحي وتوزيعها الجغرافي :

يتم خلال عملية معالجة مياه الصرف الصحي إزالة الملوثات من المياه من خلال إجراءات فيزيائية وكيميائية وحيوية، وتهدف عملية معالجة مياه الصرف الصحي إلى إزالة الملوثات العالقة والذائبة والكيميائية، وتحويلها إلى مياه معالجة، يمكن إعادة استخدامها بشكل أمن.

وهناك ثلاث مستويات رئيسية لمعالجة مياه الصرف الصحي كما هو موضح بالشكل (٣)، ويوضح الجدول (٥) والشكل (٤) مستويات معالجة مياه الصرف الصحي وتوزيعها الجغرافي على مستوى المحافظات، وبدراسة الجدول (٥) أمكن تقسيم المحافظات وفقا لمراحل معالجة مياه الصرف الصحي لعام ٢٠٢٠ لثلاث فئات على النحو التالي:

- **الفئة الأولى:** محافظات تمر معالجة مياه الصرف الصحي بها بثلاث مراحل (الأولية، الثانوية، الثلاثية)، وتضم ٦ محافظات هي الإسكندرية، والجيزة، والمنيا، وأسيوط، وأسوان، والبحر الأحمر.
- **الفئة الثانية:** محافظات تمر معالجة مياه الصرف الصحي بها بمرحلتين فقط وتضم ١٠ محافظات هي: القاهرة، السويس، دمياط، الشرقية، البحيرة، بنى سويف، الأقصر، الوادي الجديد، شمال سيناء، جنوب سيناء.
- **الفئة الثالثة:** محافظات تمر معالجة مياه الصرف الصحي بها بمرحلة واحدة فقط وتضم ١١ محافظة هي: بورسعيد، الإسماعيلية، الدقهلية، القليوبية، كفر الشيخ، الغربية، المنوفية، الفيوم، سوهاج، قنا، مرسي مطروح، وفيما يلى

دراسة مستويات معالجة مياه الصرف الصحي وتوزيعها الجغرافي على مستوى المحافظات.

١) المعالجة الأولية:

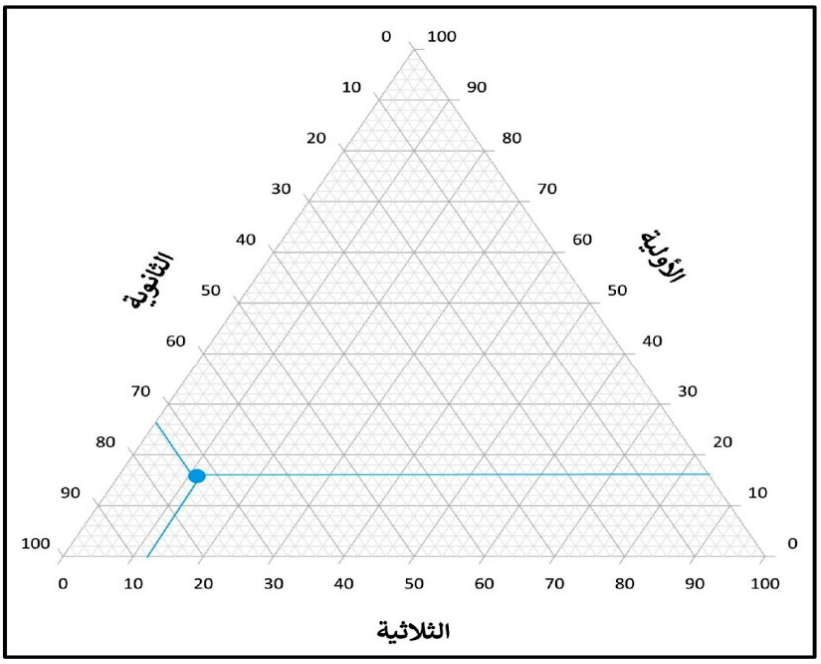
قبل البدء في المعالجة الأولية هناك معالجة تمهيدية تعمل المعالجة على إزالة جميع المواد التي يمكن جمعها بسهولة من مياه الصرف الصحي الخام قبل أن تتلف أو تسد المضخات وخطوط الصرف الصحي لأجهزة تنقية المعالجة الأولية مثل (أغصان الأشجار والأوراق، البلاستيك والخِرَق، الشعر، الحجارة والحصى).

ثم تبدأ بعد ذلك المعالجة الأولية التي يتم من خلالها فصل المواد الصلبة من مياه الصرف الصحي من خلال تصريف مياه الصرف الصحي في خزانات الترسيب للسماح للمواد الصلبة بالترسب، وتسمى وحل لزج/راسب طيني، يتم كشطها من قاع الخزانات بواسطة كاشطات كبيرة ويتم ضخها بعيدا لمزيد من، المعالجة (Zihong Zhang and Yunfang Liu, 2018, p. 414).

وتعمل المعالجة الأولية على تحسين خواص مياه الصرف وترسيب ما تبقي فيها من مواد عضوية أو غير عضوية ، حيث تعمل على خفض نسبة المواد العالقة بها إلي٥٠% أو أكثر.

أ- تأتى المعالجة الأولية لمياه الصرف الصحي فى الترتيب الثالث من حيث الأهمية بعد أن بلغت كميتها حوالي ٨١٠,٤ مليون م^{٣} عام ٢٠٢٠، بنسبة ١٥,٨% من جملة مياه الصرف الصحي المعالج في مصر، كما هو مبين بالشكل (٣)، وتتباين هذه النسبة على مستوى المحافظات حيث بلغت أقصاها بمحافظة الجيزة ٧٥,٥%، في المقابل انخفضت نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة أولية إلى جملة مياه الصرف الصحي المعالجة لتصل أدناها ٠,٠٤% بمحافظة شمال سيناء.

ب- تبين بدراسة الجدول (٥) والشكل (٤) أن معظم محطات معالجة الصرف الصحي بالمحافظات تقتصر على نمط المعالجة الثانوية والثلاثية فيما عدا تسع محافظات اشتملت مستويات المعالجة بها على المعالجة الأولية؛ جاءت في مقدمتها محافظة الجيزة التي استأثرت بحوالي ٦١٢,١ مليون م^{٣}، أي ما يزيد على ثلاث أرباع مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة أولية في مصر، يليها محافظة الإسكندرية في الترتيب الثاني بحوالي ١٤٨,١ مليون م^{٣}، أي بما يقرب من خمس مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة أولية في مصر، يليها كل من محافظة أسوان، أسيوط، والبحر الأحمر، وجنوب سيناء، والوادي الجديد، والمنيا، ساهمت هذه المحافظات بحوالي ٥٢,٢ مليون م^{٣}، بنسبة ٦,١% من الصرف الصحي المعالجة معالجة أولية.

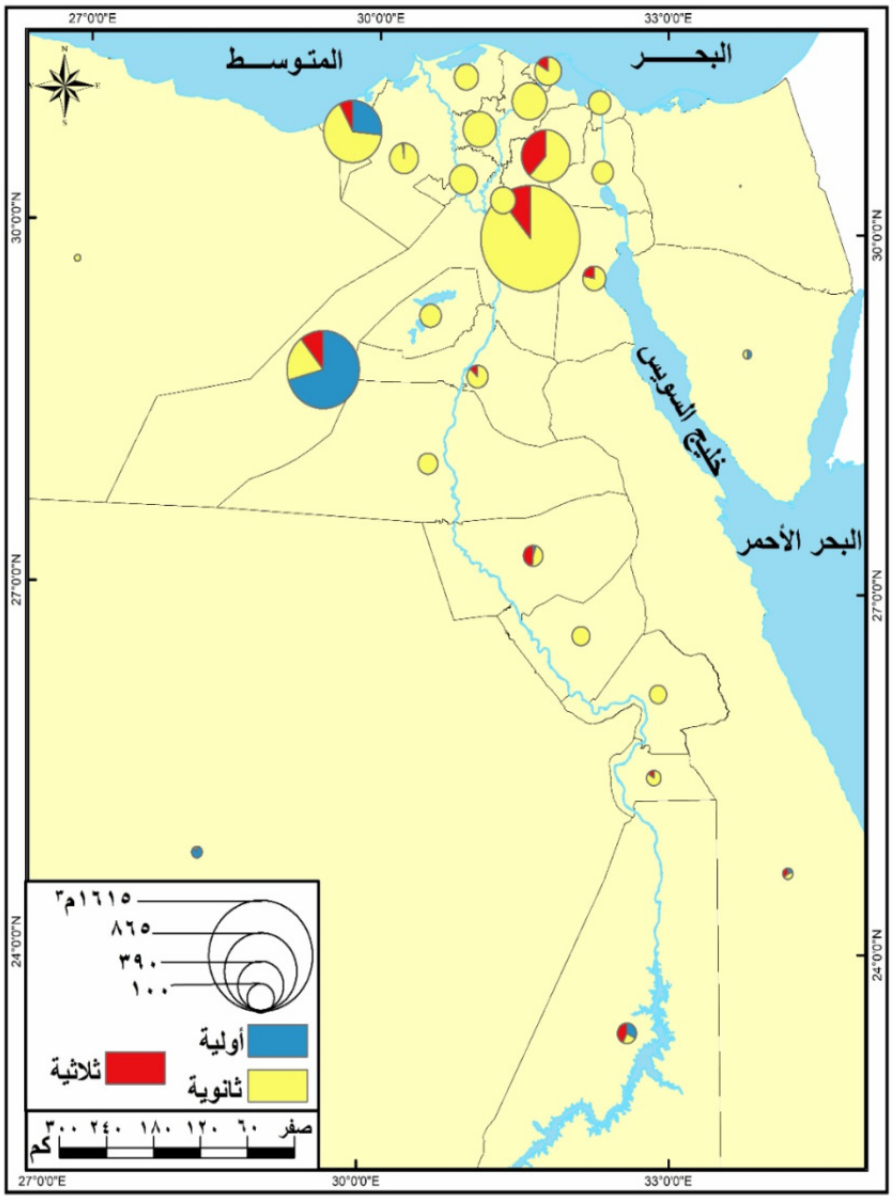


شكل (٣) : التوزيع النسبي لمستويات معالجة مياه الصرف الصحي بمصر عام ٢٠٢٠.

جدول (٥) : التوزيع الجغرافي لمستويات معالجة مياه الصرف الصحي بالمحافظات ٢٠٢٠.

المحافظة	معالجة أولية	%	%	معالجة ثانوية	%	%	معالجة ثلاثية	%	%	الإجمالي
القاهرة	٠	٠	٠	١٤٤٠,١	٣٨	٨٩,٢	١٧٣,٥	٣٠,٢	١٠,٨	١٦١٣,٦
الإسكندرية	١٤٨,١	١٨,٣	٢٦,٨	٣٦٣,٠	٩,٧	٦٥,٦	٤٢,٠	٧,٣١	٧,٦	٥٥٣,١
بور سعيد	٠	٠	٠	٨١,٢	٢,٢	١٠٠	٠	٠	٠	٨١,٢
السويس	٠	٠	٠	٦٧,٥	١,٨	٧٨	١٩	٣,٣	٢٢	٨٦,٥
الإسماعيلية	٠	٠	٠	٧٤,٢	٢	١٠٠	٠	٠	٠	٧٤,٢
دمياط	٠	٠	٠	٩٧,٥	٢,٦	٨٤,٢	١٨,٣	٣,١٨	١٥,٨	١١٥,٨
الدقهلية	٠	٠	٠	١٩٦,٨	٥,٢	١٠٠	٠	٠	٠	١٩٦,٨
الشرقية	٠	٠	٠	٢٤٢,١	٦,٥	٦١,٦	١٥٠,٨	٢٦,٢	٣٨,٤	٣٩٢,٩
القليوبية	٠	٠	٠	١٠١,٧	٢,٧	١٠٠	٠	٠	٠	١٠١,٧
كفر الشيخ	٠	٠	٠	٩٣,٧	٢,٥	١٠٠	٠	٠	٠	٩٣,٧
الغربية	٠	٠	٠	١٧٩,٠	٤,٨	١٠٠	٠	٠	٠	١٧٩,٠
المنوفية	٠	٠	٠	١٢٦,٤	٣,٤	١٠٠	٠	٠	٠	١٢٦,٤
البحيرة	٠	٠	٠	١٣٠,٤	٣,٥	٩٨,١	٢,٥	٠,٤٣	١,٩	١٣٢,٩
الجيزة	٦١٢,١	٧٥,٥	٧٠,٦	١٦٣,٢	٤,٤	١٨,٨	٩١,٣	١٥,٩	١٠,٥	٨٦٦,٦
بني سويف	٠	٠	٠	٦٣,٢	١,٧	٨٦,٩	٩,٥	١,٦٥	١٣,١	٧٢,٧
الفيوم	٠	٠	٠	٧٤,٩	٢	١٠٠	٠	٠	٠	٧٤,٩
المنيا	٠,٥	٠,١	٠,٨	٦٢,١	١,٧	٩٨,٩	٠,٢	٠,٠٣	٠,٣	٦٢,٨
أسيوط	٣,٤	٠,٤	٥,٤٧	٢٨,٦	٠,٨	٤٦	٣٠,٢	٥,٣	٤٨,٦	٦٢,٢
سوهاج	٠	٠	٠	٥١,٩	١,٤	١٠٠	٠	٠	٠	٥١,٩
قنا	٠	٠	٠	٤٨,١	١,٣	١٠٠	٠	٠	٠	٤٨,١
الأقصر	٠	٠	٠	٢٨,٩	٠,٨	٨٥	٥,١	٠,٩	١٥	٣٤,٠
أسوان	١٩,٧	٢,٤	٣٢,٨	١٤,٦	٠,٤	٢٤,٣	٢٥,٧	٤,٥	٤٢,٨	٦٠,٠
البحر الأحمر	٣,٦	٠,٤	٢٠,٢	٧,٥	٠,٢	٤٢,١	٦,٧	١,٢	٣٧,٦	١٧,٨
الوادي الجديد	١٧,١	٢,١	٩٠,٥	١,٨	٠	٩,٥	٠	٠	٠	١٨,٩
مطروح	٠	٠	٠	٦,٣	٠,٢	١٠٠	٠	٠	٠	٦,٣
شمال سيناء	٠,٣	٠,٠٤	٧٥	٠	٠	٠	٠,١	٠,٠٢	٢٥	٠,٤
جنوب سيناء	٥,٦	٠,٧	٥٠,٥	٥,٥	٠,١	٤٩,٥	٠	٠	٠	١١,١
الإجمالي	**٨١٠,٤**	**١٠٠**	**١٥,٨**	**٣٧٥٠,٢**	**١٠٠**	**٧٣**	**٥٧٤,٩**	**١٠٠**	**١١,٢**	**٥١٣٥,٥**

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات المياه النقية والصرف الصحي، مرجع رقم ٧١-٢١١١١، يونيو ٢٠٢١ (النسب المئوية من حساب الباحث).



شكل (٤) : التوزيع الجغرافي لمستويات معالجة مياه الصرف الصحي بالمحافظات ٢٠٢٠.

٢) المعالجة الثانوية:

تقوم المعالجة الثانوية لمياه الصرف الصحي بإزالة المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي، والمواد الصلبة العالقة والمواد الغذائية من خلال ضخ مياه الصرف الصحي في داخل أنظمة هوائية وأنظمة معالجة حيوية.

وتسمي المعالجة الثانوية لمياه الصرف الصحي أيضا بالمعالجة البيولوجية، حيث يتم تجميع مياه الصرف في أحواض ويتم تحريك المياه باستمرار حتي تقوم البكتريا بالتغذي علي المواد العضوية الموجودة في المياه (Evine and, Asano, 2004, p. 20).

أ- تعتمد عملية معالجة مياه الصرف الصحي في مصر بشكل أساسي على المعالجة الثانوية، بعد أن ساهمت بما يزيد عن ٣,٧ مليار م^{٣}، بنسبة ٧٣٪ من جملة مياه الصرف الصحي المعالجة بمصر، كما تبين من الجدول (٥) والشكل (٤) أن نمط المعالجة الثانوية لمياه الصرف الصحي ينتشر في جميع محافظات مصر فيما عدا محافظة شمال سيناء.

ب- استأثرت محافظة القاهرة بالنصيب الأكبر من مياه الصرف الصحي المعالج معالجة ثانوية بعد أن بلغ نصيبها حوالي ١,٤ مليار م^{٣}، أي ما يقرب من خمسي مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثانوية في مصر، يليها محافظة الإسكندرية في الترتيب الثاني بحوالي ٣٦٣ مليون م^{٣}، أي بما يقرب من عشر مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثانوية، يليها محافظة الشرقية في الترتيب الثالث بعد أن بلغ نصيبها ٢٤٢,١ مليون م^{٣}، بنسبة ٦,٥%، ثم جاءت محافظة الدقهلية في الترتيب الرابع بحوالي ١٩٦,٨ مليون م^{٣}، بنسبة ٥,٢%، يليها محافظة الغربية في الترتيب الخامس بعد أن بلغ نصيبها ١٧٩ مليون م^{٣}، وبنسبة ٤,٨%، وبذلك بلغ نصيب محافظات المراكز الخمس الأولى المشار إليها نحو ٢,٤ مليار م^{٣}، أي ما يقرب من ثلثي مياه الصرف الصحي المعالج معالجة ثانوية في مصر.

٣) المعالجة الثلاثية:

يتم خلالها تعقيم المياه المعالجة ثانويا والتخلص من العناصر الضارة و التى لم يتم التخلص منها خلال مراحل المعالجة السابقة.

وتقدر كمية مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثلاثية حوالي ٥٧٤,٩ مليون م^{٣}، بنسبة ١١,٢% فقط من مياه الصرف الصحي المعالجة في مصر عام ٢٠٢٠.

أ- اختلفت كمية مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثلاثية إلى جملة مياه الصرف الصحي المعالجة على المستوى الإقليمي، حيث تبين بدراسة الجدول (٥) تركز معظم كمية المياه المعالجة معالجة ثلاثية بمحافظات الوجه البحري بعد أن بلغ نصيبها ٤٠٦,١ مليون م^{٣} لتساهم بما يقرب من ثلاث أرباع كمية مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثلاثية في مصر، يليها محافظات الوجه القبلي بحوالي ١٤٥,٧ مليون م^{٣}، بما يزيد على ربع كمية مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثلاثية في مصر، في المقابل كان نصيب محافظات الصحارى حوالي ٦,٨ مليون م^{٣}، بنسبة ١,٢% فقط من جملة مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثلاثية في مصر.

ب- اتضح بدراسة التوزيع الجغرافي لكمية مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثلاثية تركزها في ١٤محافظة فقط كما هو مبين بالجدول (٥) والشكل (٤)، تفاوتت كميتها من محافظة إلى أخرى، جاءت محافظة القاهرة في المقدمة بعد أن بلغ نصيبها ١٧٣,٥ مليون م^{٣}، أى بما يقرب من ثلث كمية مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثلاثية في مصر، تليها محافظة الشرقية في الترتيب الثاني بحوالى ١٥٠,٨ مليون م^{٣}، لتساهم بما يزيد عن ربع كمية مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثلاثية في مصر، تليها محافظة الجيزة في الترتيب الثالث بحوالي ٩١,٢ مليون م^{٣}، وبنسبة ١٥,٩%، ثم محافظة الإسكندرية في الترتيب الرابع بحوالي ٤٢ مليون م^{٣}،

بنسبة ٧,٣%، ثم جاءت محافظة أسيوط في الترتيب الخامس بحوالي ٣٠,٢ مليون م^{٣}، بنسبة ٥,٣%، وبذلك بلغ نصيب محافظات المراكز الخمس الأولى بما يزيد على ٤٨٧,٨ مليون م^{٣}، لتشكل بذلك ٨٤,٨% من جملة مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثلاثية في مصر.

ج- ساهمت كمية مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثلاثية بنسبة ١١,٢% من جملة مياه الصرف الصحي المعالج في مصر، وتبين بدراسة الجدول (٥) والشكل (٤) تباين هذه النسبة على مستوى المحافظات لتبلغ أقصاها بمحافظة أسيوط ٤٨,٦%، في المقابل انخفضت نسبة مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثلاثية إلى جملة مياه الصرف الصحي المعالجة لتصل أدناها ٠,٠٢% في محافظة شمال سيناء.

نستخلص من ذلك أن محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر البالغ عددها حوالي ٤٥٥ محطة معالجة ما بين معالجة أولية وثنائية وثلاثية، تقوم بمعالجة ٥,١ مليار م^{٣} من مياه الصرف الصحي، هذه المياه توازي ٩,١% من حصة مصر من مياه النيل أي أن مياه الصرف الصحي المعالجة تزيد حصة مصر من المياه بما يوازي ٩,١%.

هناك تحذيرات من صرف مياه الصرف الصحي إلى المصارف الزراعية أو المجارى المائية واستخدامها في الزراعة بوجه عام دون معالجة للأسباب التالية:

١- تحتوى مياه الصرف الصحي على النتروجين الذائب الذي يتأكسد إلى نترات تختزنه النباتات في أنسجتها بنسبة عالية مما يفقدها الطعم وتغير ألوانها ورائحتها وتنتقل عبر السلاسل الغذائية للإنسان فتسبب فقر الدم عند الأطفال وسرطان البلعوم عند الكبار.

٢- احتواء مياه الصرف الصحي على عناصر ثقيلة مثل المنجنيز، والزئبق التي تؤثر على المخ والأعصاب، والرصاص الذي يتسبب في أمراض الدم والقلب والسرطان.

٣- وجود الملايين من بكتريا القولون التي تسبب أمراض التيفود وأمراض الإسهال.

٤- تدهور في كل الصفات النباتية ونسبة الإنبات للتلوث بعنصوي الرصاص والنيكل (رحاب عطية محمد، ٢٠١٣، ص ١٣٧٣). وتعتبر مصر من أكثر دول العالم استخداما لمياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة كما هو مبين بالجدول (٦).

جدول (٦) : أكثر دول العالم استخداما لمياه الصرف الصحي المعالج في الزراعة عام ٢٠١٥.

الدولة	مليار م٣/سنة	%	الدولة	مليار م٣/سنة	%
المكسيك	٤,٤٩٣	٢٩,٨	شيلى	٠,٣٨	٢,٥
مصر	١,٩١٨	١٢,٧	الأردن	٠,٢٢٥	١,٥
الصين	١,٢٣٩	٨,٢	الإمارات	٠,٢	١,٣
سوريا	١,١٨٢	٧,٨	تركيا	٠,١٣٧	٠,٩١
اسبانيا	٠,٩٣٢	٦,٢	الأرجنتين	٠,١٣	٠,٨٦
الولايات المتحدة الأمريكية	٠,٩١١	٦	تونس	٠,١١٨	٠,٧٨
إسرائيل	٠,٧٦٧	٥,١	ليبيا	٠,١١	٠,٧٣
إيطاليا	٠,٧٤١	٤,٩	قطر	٠,٠٨	٠,٥٣
السعودية	٠,٥٩٥	٣,٩	قبرص	٠,٠٦٨	٠,٤٥
الكويت	٠,٤٣٢	٢,٩	**الإجمالى**	١٥,٠٨	١٠٠
إيران	٠,٤٢٢	٢,٨			

Source: Susanne M. Scheierling. Carl Bar tone, et al., improving wastewater use in agriculture, World Bank, 2015.

يتضح من الجدول (٦) ما يلى:

أ- بلغ جملة مياه الصرف الصحي المستخدمة في الزراعة بالدول الأكثر استخداما لمياه الصرف الصحي المعالج في الزراعة نحو ١٥,٠٨ مليار م^{٣} سنويا.

ب- تأتى مصر في الترتيب الثاني بين دول العالم الأكثر استخداما لمياه الصرف الصحي المعالج في الزراعة حيث استخدمت ١,٩ مليار م^{٣}/السنة بنسبة ١٢,٧% بعد المكسيك التى تستخدم ٤,٤ مليار م^{٣}/السنة في الزراعة، بنسبة ٢٩,٨%.

على الرغم من أن مياه الصرف الصحي المعالجة تعتبر أحد مصادر المياه غير التقليدية التي يمكن الاعتماد عليها في الزراعة، إلا أن هناك مجموعة من الضوابط التي حددها الكود المصري رقم (٥٠١) لسنه ٢٠١٥ حيث صنف النباتات والمحاصيل التي يسمح بريها بمياه الصرف الصحي، وفقا لدرجة المعالجة مياه الصرف الصحي، وجودتها كالتالي:

١- يسمح باستخدام المياه المعالجة ثلاثياً في زراعة محاصيل الفاكهة التي تؤكل طازجة بدون تقشير مثل: التفاح والمشمش والخوخ والعنب ... الخ، كما تستخدم في ري المسطحات الخضراء للمنشآت التعليمية والمتنزهات العامة والخاصة.

٢- يسمح باستخدام المياه المعالجة معالجة ثانوية في زراعة محاصيل الحبوب الجافة بكافة أنواعها مثل: القمح – الذرة – الشعير – الأرز – الفول – العدس – السمسم، وزراعة جميع أنواع أشجار الفاكهة مستديمة ومتساقطة الأوراق مثل: الموالح – الزيتون – النخيل – المانجو – البيكان – الرمان – التين، كما يسمح باستخدامها في زراعة المحاصيل الطبية مثل: الينسون – الكركديه – الكمون – البردقوش – الخلة – الحلبة – المغات – الشمر – البابونج –

المرمرية، كما تستخدم في زراعة المحاصيل التي تستخدم بعد معالجتها صناعيا مثل قصب السكر والبنجر.

٣- يسمح باستخدام المياه المعالجة معالجة أولية في زراعة البذور غير الغذائية جميع بذور الإكثار للمحاصيل الغذائية الرئيسية مثل: القمح – الذرة – بذور الخضروات بكافة أنواعها، كما تستخدم في زراعة جميع أنواع الشتلات والتي يتم نقلها بعد ذلك إلى الحقول المستديمة، كذلك تستخدم في زراعة الورود والزهور، والأشجار الملائمة لتشجير الطرق السريعة والأحزمة الخضراء، مثل: الكازورينا – الكافور – الدفلة – الأثل – أنواع نخيل الزينة، وجميع أصناف أشجار التوت لإنتاج حرير القز، وجميع الأشجار لإنتاج الأخشاب مثل: الكايا – الكافور – الماهوجنى، كما يسمح باستخدامها في زراعة جميع محاصيل الألياف مثل: القطن – الكتان – الجوت – التيل، كما تستخدم لزراعة جميع محاصيل إنتاج وقود الديزل الحيوى وزيوت الطاقة مثل: فول الصويا – بذور اللفت – الجوجوبا – الجاتروفا – الخروع. كما وضح تقرير البنك الدولى أن جميع أكواد دول العالم تسمح بزراعة المحاصيل المنتجة للزيوت ومنها محصول دوار الشمس باستخدام مياه صرف صحى معالجة أولية أو ثنائية (World Bank, 2004, p. 19).

خامساً – الاستخدامات الحالية لمياه الصرف الصحي المعالج في مصر :

تغير مفهوم التخلص الآمن لمياه الصرف الصحي إلى الاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي المعالج، ولذلك اهتمت الدولة بوضع سياسات مائية الهدف منها تحقيق أعلى استفادة من جميع الموارد المائية التي تملكها، والعمل على تحسين وتنمية مواردها المائية، ولذا اتجهت الدولة إلى معالجة مياه الصرف الصحي، وإعادة استخدامها بشكل آمن داخل منظومة بيئية تحقق سلامة السكان والحفاظ على البيئة. ذكر (محمد نصر الدين علام) أن حوالي ٣٧% من مياه الصرف الصحي المعالج في مصر يصرف في المصارف

الزراعية بعد معالجتها معالجة ثانوية، وحوالي ١٣% من مياه الصرف الصحي تصرف في البحيرات الشمالية بعد معالجتها معالجة أولية، ويصرف حوالي ٣% من مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة أولية في قناة السويس، كما يصرف ٤٧% من مياه الصرف الصحي بعد معالجتها معالجة ثانوية إلى الأراضي الرملية الصحراوية القريبة من محطات المعالجة (محمد نصر الدين علام، وآخرون، ٢٠٢٠، ص ١٩٨).

وتمثل هذه المياه عبئا كبيرا لما تسببه من تلوث بيئي عند محاولة التخلص منها سواء بإلقائها قى مياه النيل أو في مياه البحر أو الصحارى أو تركها تنفد إلى باطن الأرض لتلوث مخزون المياه الجوفية، وتزيد من مستوى الماء الأرضي، ومع التقدم والفكر العلمي، وزيادة الوعي البيئي أصبح تعظيم الاستفادة من هذه المياه ضرورة حتمية وإستراتيجية (أحمد كمال أحمد، ٢٠١٧، ص ١٢).

١) استخدام مياه الصرف الصحي المعالج في زراعة الغابات:

يهدف إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالج في ري الغابات الشجرية والأحزمة الخضراء إلى توفير المياه النظيفة للشرب ولزراعة المحاصيل الزراعية، وذلك في إطار إستراتيجية الدولة للتوسع في إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة للمساهمة في ترشيد استهلاك المياه النقية، ولذا تعتبر الغابات الشجرية من أنجح المشاريع الاقتصادية والبيئية متوسطة وطويلة المدي التي تعمل الحكومة على التوسع في تنفيذها خلال الفترة القادمة، وتساعد في استخدام مياه الصرف الصحي المعالج استخدام آمن علي البيئة، ومن ناحية أخري تحقيق طفرة اقتصادية وتتحول مصر من دولة مستوردة إلي دولة مصدرة لخشب الأثاث الفاخر وما يترتب علي ذلك من توفير مئات الآلاف من فرص العمل للشباب، بشكل مباشر وغير مباشر.. والجدول (٧) يوضح التوزيع الجغرافي لمساحة الغابات الشجرية وأعدادها، وكمية مياه الصرف الصحي المعالجة المستخدمة في ريها.

تبين بدراسة الجدول (٧) والشكل (٥) الحقائق التالية:

أ- التوزيع الجغرافي لمساحة الغابات الشجرية:

* بلغت مساحة الغابات الشجرية في مصر المروية بمياه الصرف الصحي المعالج نحو ١١,١ ألف فدان، توجد هذه الغابات بالظهير الصحراوي لمحطات الصرف الصحي في مدن وعواصم المحافظات، منها ١,٦ ألف فدان بمحافظات الوجه البحري، بنسبة ١٤,٣% من جملة مساحة الغابات الشجرية في مصر المروية بمياه الصرف الصحي المعالج، في المقابل بلغ نصيب محافظات مصر الوسطى حوالي ألف فدان، تشكل ما يقرب من عشر مساحة الغابات الشجرية في مصر المروية بمياه الصرف الصحي المعالج، كما بلغ نصيب محافظات إقليم مصر العليا حوالي ٦,٣ ألف فدان، تشكل ٥٧% من جملة مساحة الغابات الشجرية في مصر المروية بمياه الصرف الصحي المعالج، كما بلغ نصيب محافظات الصحارى والحدود نحو ٢,١ ألف فدان أي بما يقرب من خمس مساحة الغابات الشجرية المروية بمياه الصرف الصحي المعالج في مصر.
* تبين بدراسة الجدول (٧)، والشكل (٥) أن مساحة الغابات الشجرية المروية بمياه الصرف الصحي المعالج في مصر تتوزع على ١٦ محافظة، وتفاوت مساحة الغابات الشجرية من محافظة لأخرى، جاءت محافظة أسوان في المقدمة بعد أن بلغ نصيبها ٢,١ ألف فدان، شكلت ما يقرب من خمس مساحة الغابات الشجرية في مصر المروية بمياه الصرف الصحي المعالج، يليها محافظة سوهاج بمساحة تقدر بنحو ألفين فدان، بنسبة ١٧,٩%، يليها محافظة الأقصر في الترتيب الثالث بنحو ١,٧ ألف فدان، بنسبة ١٥,٢%، ثم محافظة الوادي الجديد في الترتيب الرابع بنحو ١,٣ ألف فدان وبنسبة ١١,٦%، يليها كل من محافظة المنوفية، والإسماعيلية، والجيزة، وبني سويف في الترتيب الخامس بعد أن بلغ نصيب كل منها ٥٠٠ فدان، بنسبة ٥,٦%، وبذلك بلغ

نصيب محافظات المراكز الخمس الأولى ٢٥٠٠ فدان، بنسبة ٢٢,٣% من مساحة الغابات الشجرية المروية بمياه الصرف الصحي المعالج في مصر.

جدول (٧) : التوزيع الجغرافي لمساحة و أعداد الغابات الشجرية ومياه الصرف الصحي المعالجة المستخدمة على مستوى المحافظات عام ٢٠٢٠.

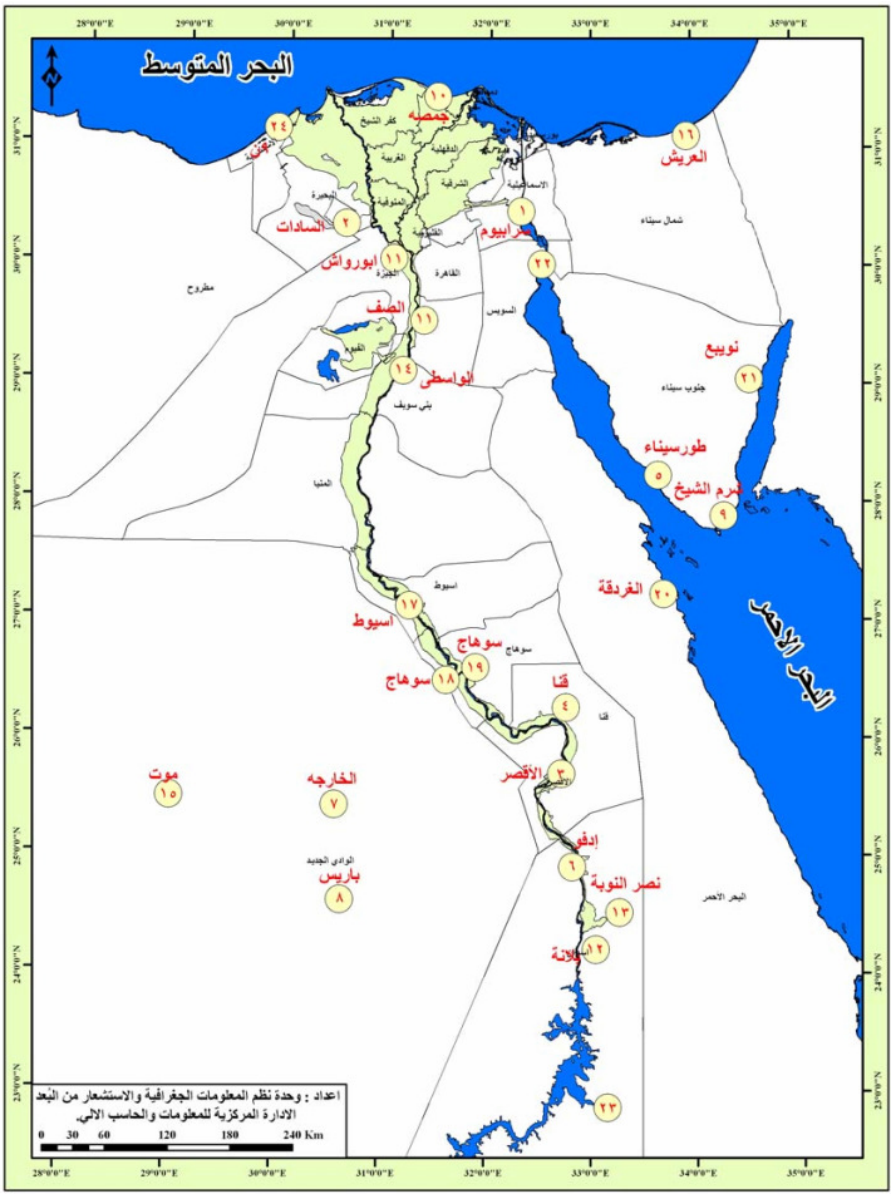
المحافظة	المساحة	%	عدد الغابات	كمية مياه الصرف الصحي المعالج بآلف م٣/اليوم	كمية مياه الصرف الصحي المعالج بآلف م٣/السنة	%
الإسكندرية	٦٠	٠,٥	١	٠,٥	١٨٠	٠,١
الدقهلية	٥٠٠	٤,٥	١	١,٥	٥٤٠	٠,٢
المنوفية	١٥٠	١,٣	١	٣٥	١٢٦٠٠	٣,٦
السويس	٤٠٠	٣,٦	١	٤٠	١٤٤٠٠	٤,١
الإسماعيلية	٥٠٠	٤,٥	١	١٣٠	٤٦٨٠٠	١٣,٥
الجيزة	٥٠٠	٤,٥	١	٦٥	٢٣٤٠٠	٦,٧
بني سويف	٥٠٠	٤,٥	١	٦٠	٢١٦٠٠	٦,٢
أسيوط	٤٠	٠,٤	١	٥٠	١٨٠٠٠	٥,٢
سوهاج	٢٠٠٠	١٧,٩	٢	١٣٩	٥٠٠٤٠	١٤,٤
قنا	٥٠٠	٤,٥	١	١١٩	٤٢٨٤٠	١٢,٣
الأقصر	١٧٠٠	١٥,٢	١	١١٩	٤٢٨٤٠	١٢,٣
أسوان	٢١٨٥	١٩,٥	٤	٩٤	٣٣٨٤٠	٩,٧
البحر الأحمر	٢٠٠	١,٨	١	٢٠	٧٢٠٠	٢,١
الوادي الجديد	١٣٠٠	١١,٦	٣	٤١	١٤٧٦٠	٤,٢
شمال سيناء	٢٠٠	١,٨	١	٣٢	١١٥٢٠	٣,٣
جنوب سيناء	٤٦٠	٤,١	٣	٢٠	٧٢٠٠	٢,١
الإجمالي	**١١١٩٥**	**١٠٠**	**٢٤**	**١٠٣٥,٥**	**٣٤٧٧٦٠**	**١٠٠**

المصدر:

الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات البيئة، الجزء الأول مرجع رقم ٧١-٢٢٣٠١، يونيو ٢٠٢١ (النسب المئوية من حساب الباحث).

التصريف السنوي للمحطة = التصريف اليومي × ٣٦٠.

وزارة البيئة، جهاز شئون البيئة، الإدارة العامة لنوعية الأرض والتربة، الغابات والتشجير، ٢٠٢٠.



شكل (٥) : التوزيع الجغرافي لمواقع الغابات الشجرية في مصر عام ٢٠٢٠.

المصدر: وزارة البيئة، الإدارة المركزية للمعلومات والحاسب الآلى، وحدة نظم المعلومات الجغرافيــة والاستشعار عن بعد.

ب- التوزيع الجغرافي لأعداد وأنوع الغابات الشجرية وأساليب الرى المتبعة في زراعتها.

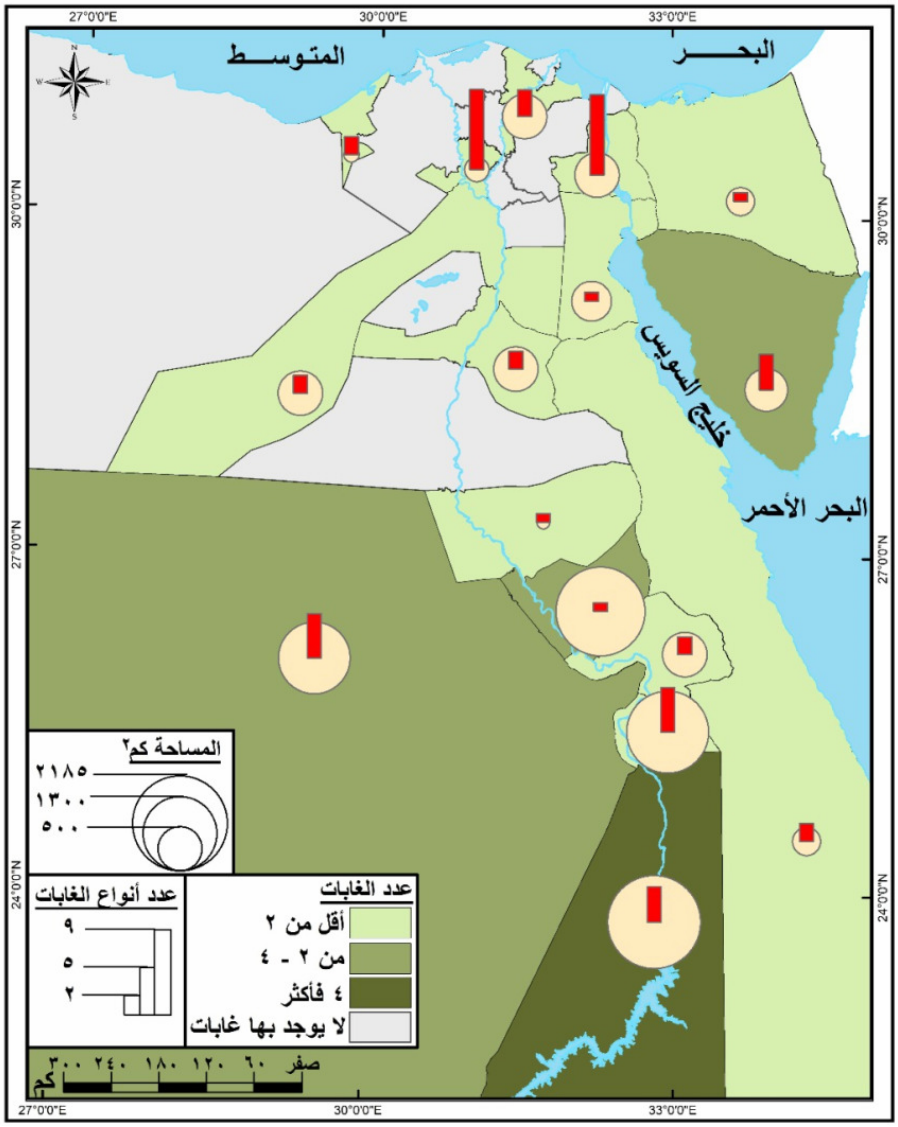
* بلغ جملة أعداد الغابات الشجرية المروية بمياه الصرف الصحي المعالج في مصر ٢٤ غابة، يعتمد في ريها على مياه الصرف الصحي بنظام نظم الرى بالغمر المتطور والتنقيط، ويتم زراعتها بأنواع مختلفة من الأشجار الخشبية، تم اختيار أنواع الغابات المزروعة بعناية، بحيث تكون ذات قيمة اقتصادية عالية، كذلك تتناسب مع الظروف البيئية للمناطق المنزوعة من تربة ومناخ، وقد تسمح طبيعة البيئة المصرية بمعدل نمو أسرع لأشجار بالمقارنة ببعض الدول الأخرى وغيرها مثل السرسوع، الكافور، الأكاسا، الكازورينا، الكايا (الماهوجنى الافريقى)، وتستخدم أخشاب هذه الأشجار في صناعة الأثاث والمراكب، وإنتاج الفحم وغيرها من المنتجات الخشبية، ويعتبر نجاح هذه الغابات يحقق عائدا اقتصاديا كبيرا على المدى البعيد حيث يعتبر استثمار طويل المدى.
* بلغ نصيب كل من محافظات إقليم مصر العليا، ومحافظات الصحارى ثمان غابات في كل منها، ليساهم كل منها بثلث أعداد الغابات الشجرية، ثم جاءت محافظات الوجه البحري في الترتيب الثاني بعد أن بلغ نصيبها خمس غابات، شكلت ما يزيد عن خمس أعداد الغابات الشجرية في مصر، ثم جاءت محافظات إقليم مصر الوسطى في الترتيب الثالث بعد أن بلغ نصيبها ثلاث غابات، شكلت ما يزيد عن عشر أعداد الغابات الشجرية في مصر. اختلاف التوزيع الجغرافي لأعداد الغابات الشجرية في مصر من محافظة لأخرى، وبدراسة الملحق (١)، والجدول (٧) والشكل (٦) تبين ما يلى:
  - جاءت محافظة أسوان في المقدمة بعد أن بلغ نصيبها أربع غابات، موزعه جغرافيا على أربع مناطق هى: غابة البلانة مساحتها ١٢٣٥ فدانا تروى بالتنقيط، ويزرع بها أربعة أنواع من الأشجار هى الكايا، والأكسيا، الكافور، الترمينالياا، ثم غابة وادي العلاقى مساحتها ٥٥٠ فدانا تروى بالتنقيط ويزرع

بها ثلاثة أنواع من الأشجار هى الكايا، والكافور، والترمينااليا، ثم غابة أدفو مساحتها ٣٠٠ فدانا تروى بالغمر، ويزرع بها أشجار الكايا، والغابة الرابعة بمنطقة نصر النوبة، ويبلغ مساحتها١٠٠ فدانا، وتروى بالتنقيط، يزرع بها ذات أنواع الأشجار المزروعة بغابة البلانه.

- سجلت كل من محافظة جنوب سيناء، والوادي الجديد الترتيب الثاني بنحو ثلاث غابات لكل منها، بالنسبة للتوزيع الجغرافي لغابات محافظة الوادي الجديد فهناك غابة بمركز موط مساحتها ٧٠٠ فدان تروى بالغمر وبالتنقيط، مزروعة بأشجار الترمينااليا، الغابة الثانية بمركز الخارجة مساحتها ٤٠٠ فدان، تروى بالغمر، ومزروعة بخمس أنواع من الاشجار هى الكايا، والترمينااليا، والكافور، الاتل، والكازوارينا، الغابة الثالثة توجد بمركز باريس، ومساحتها ٢٠٠ فدان، تروى بالتنقيط، وبها أربعة أنواع من الأشجار هى: السرو، والأكسيا، والصنوبريات، والكازوارينا.

وتبين بدراسة الملحق (١) أن الغابات الثلاث بمحافظة جنوب سيناء تتوزع على النحو التالى غابة بمركز الطور ويبلغ مساحتها ٢٠٠ فدان، وتروى بالغمر والتنقيط، ويزرع بها أربعة أنواع من الأشجار هى: التوت، والحور، والكازوارينا، والكافور، الغابة الثانية توجد بمركز نويبع، ومساحتها ٢٠٠ فدان، وتروى بالتنقيط، وتزرع بأشجار الكازوارينا، والكايا، أما الغابة الثالثة توجد بمركز شرم الشيخ ومساحتها ٦٠ فدانا، وتروى بالتنقيط، وتزرع بأشجار الكايا، والجاتروفا.

- أتت محافظة سوهاج في الترتيب الثالث بها غابتين، الأولى غابة تقع في قرية أولاد عزاز ومنطقة الكولا غرب سوهاج بلغت مساحة كل منها ألف فدان، وتروى بالغمر والتنقيط، ويزرع بها أشجار الكايا فقط، تقع الغابة الأولى غرب سوهاج في، والثانية شرق سوهاج. في المقابل كان نصيب باقي المحافظات والبالغ عددها أثنتا عشر محافظة لا يزيد نصيبها من الغابات الشجرية عن غابة واحدة.



شكل (٦) : التوزيع الجغرافي لأعداد وأنوع ومساحة الغابات الشجرية بالمحافظات.

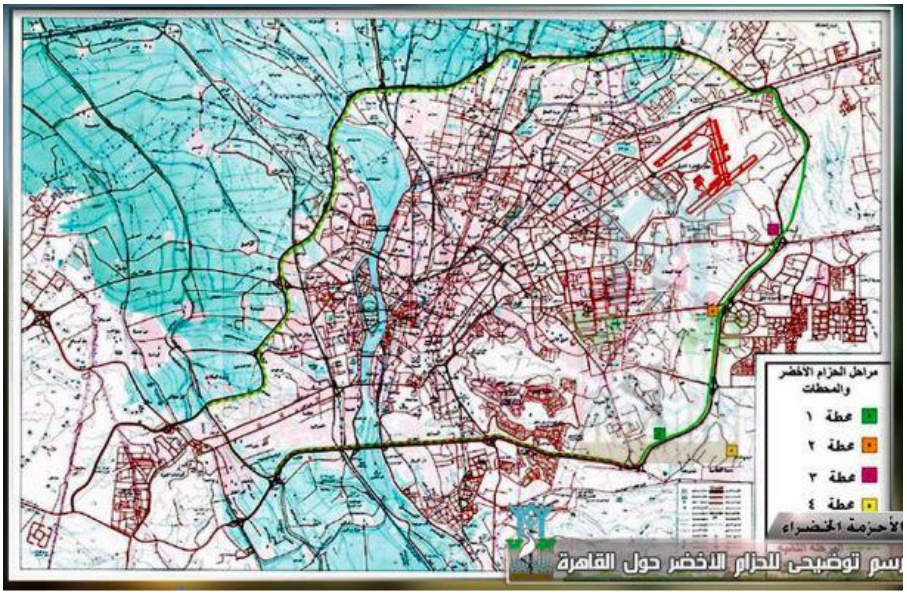
٢) استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في زراعة الأحزمة الخضراء:

الحزام الأخضر "هو مساحة من الأرض بها حقول وحدائق حول مناطق معينة، ولا يسمح للناس بالبناء عليها بموجب القانون، لهذا فهي مناطق عازلة بين المدن أو بين المدن والقرى، لمنع الزحف العمراني وتوسّع المناطق المبنية والمحافظة على المناطق غير المبنية من البيئة من خلال إبقاء الأرض مفتوحة دائمًا، وبالتالي فهي تُشكّل أداة قوية في تخطيط المدن والعمران". وقد يقصد بالحزام الأخضر أيضًا مساحة من الأرض على حافة الأراضي الصحراوية يتم زراعتها وريّها من أجل منع سفي الرمال وانتشار التصحر.

قامت وزارة الدولة لشئون البيئة بزراعة الأشجار الخشبية كحزام أخضر حول المدن من خلال المشروع القومي للاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي المعالج في زراعة الحزام الأخضر حول القاهرة الكبرى (القاهرة – الجيزة – القليوبية) لمسافة تزيد عن ١٠٠ كيلو متر وبعرض ٢٥ مترا على جانبي الطريق الدائري للقاهرة الكبرى تشمل "٥٠ كم بالقاهرة، ٢٨ كم بالجيزة، ٢٢ كم بالقليوبية"؛ والشكل (٧) يوضح موقع مراحل الحزام الأخضر حول القاهرة الكبرى، ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي، المعتمد عليها في الري.

ويهدف مشروع الحزام الأخضر إلى نشر المساحات الخضراء في الفراغات المتاحة حول الطريق الدائري للقاهرة الكبرى والمساهمة في حماية البيئة من التلوث بتكثيف انتشار الخضرة للتخفيف من آثار المتغيرات الحيوية الضارة بصحة السكان واستثمار المساحات حول القاهرة الكبرى في زراعة الأشجار لتحقيق عائد اقتصادي قوي من الأشجار التي يمكن زراعتها وحماية السكان من الإصابة بالأمراض الصدرية والحساسية والاستفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة بدلا من إهدارها في الصحراء وتوفير فرص عمل للشباب وتحقيق عائد بيئي

واقتصادي، وبدء العمل في المشروع عام ٢٠٠٥، وتم الانتهاء من زراعة ٦٥ ألف شجرة كمرحلة أولى بطول ١٦ كم من المرحلة الأولى والبالغ طولها ٢٢ كم.



شكل (٧) : يوضح موقع مراحل الحزام الأخضر حول القاهرة الكبرى.

المصدر: وزارة البيئة، الإدارة المركزية للمعلومات والحاسب الآلى، وحدة نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.

أما المرحلة الثانية فتشمل تشجير جانبي الطرق الرئيسية المتقاطعة مع الطريق الدائري بعمق ٢٥ كم، وبدأ العمل في تنفيذ المرحلة الثانية بزراعة ١٣ كم بإجمالي ٦٠ ألف شجرة.كما تشمل زراعة أحزمة خضراء حول المدن الجديدة و زراعة ٦٥ ألف شجرة، كما تم الانتهاء من تشجير وتجميل بعض الطرق الصحراوية وذلك لحمايتها من زحف الرمل – مثل المرحلة الأولى من طرق ومدن محافظة شمال سيناء بمسافة ٤٠ كم، وطريق (الفيوم – القاهرة بمسافة ١٠,٥ كم)، كما تم الانتهاء من تشجير خمس أحزمة خضراء بمحافظة الوادي الجديد لوقف زحف الرمال ولإحداث خفض بدرجة الحرارة وتقليل لنشاط الرياح.

مشكلات الحزام الأخضر: إعطاء شركات الإعلانات حق وضع الإعلانات في منطقة الحزام الأخضر مما يسبب في تلف خراطيم الرى وتدهور حالة الأشجار كما هو موضح بالصورة (١).

صورة (١) : لمنطقة الحزام الأخضر بالطريق الدائري بقطاعه المقابل لمدينة القاهرة الجديدة ٢٠٢٢/٩/١٥.

٣) استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في زراعة المسطحات الخضراء والحدائق:

تم إنشاء حدائق بمساحة ٩٣ فدانا، منها حديقة السلام النباتية في شرم الشيخ على مساحة ٣٣ فدانا، تم تجميع وإكثار الأصول الوراثية للنباتات الطبية والعطرية التي تنمو طبيعيا بمحافظة جنوب سيناء، كما شملت الحديقة المسطحات الخضراء والأشجار، والشجيرات المتسلقة، وأنواع مختلفة من النخيل.

كما قامت وزارة البيئة بإنشاء وزراعة حديقة للأسرة بالقاهرة الجديدة على مساحة ٦٠ فدانا، يشمل ذلك زراعة المسطحات الخضراء والأشجار والشجيرات والمتسلقات حيث يبلغ عدد الأنواع النباتية المزروعة نحو مائة نوع من النبات،

وتعد هذه الحديقة من أكبر وأحدث الحدائق التي يتم إنشائها بجمهورية مصر العربية، من خلال مفهوم جديد متطور والذي يمثل الجيل الثاني من الحدائق المميزة في تاريخ مصر وبما يساير متغيرات العصر.

٤) استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في زراعة الأشجار المنتجة للوقود الحيوي:

اتجهت مصر لاتخاذ إجراءات جادة للحد من استهلاك الطاقة والاستثمار في الطاقة البديلة وأن المستخدم من مصادر الطاقة اللازمة لإنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة في مصر حاليا لا يزيد عن ٥% وتخطط الدولة إلى زيادة نسبة الطاقة الجديدة والمتجددة لإنتاج الكهرباء إلى ٤٢% بحلول عام ٢٠٣٥. يوضح كل من الجدول (٨)، والشكل (٨) التوزيع الجغرافي لمساحة الغابات المزروعة بأشجار إنتاج الوقود الحيوي المروية بمياه الصرف الصحي المعالج في مصر.

جدول (٨) : التوزيع الجغرافي لمساحة الغابات المزروعة بأشجار إنتاج الوقود الحيوي المروية بمياه الصرف الصحي المعالج في مصر عام ٢٠٢٠.

المحافظة	المساحة بالفدان			المساحة بالفدان			الإجمالي	%
	جوجوبا	%	%	جاتروفا	%	%		
المنوفية	٥٠٠	١٦	٧٧	١٥٠	١٠	٢٣	٦٥٠	١٤
البحيرة	٤٠٠	١٣	٨٤	٧٥	٥	١٦	٤٧٥	١٠
الإسماعيلية	٥٠	٢	٤٠	٧٥	٥	٦٠	١٢٥	٣
قنا	٧٥٠	٢٤	٧٥	٢٥٠	١٧	٢٥	١٠٠٠	٢١
الأقصر	٥٠٠	١٦	٧٧	١٥٠	١٠	٢٣	٦٥٠	١٤
أسوان	١٠٠	٣	٦٧	٥٠	٣	٣٣	١٥٠	٣
الوادي الجديد	٨٥٠	٢٧	٥٣	٧٦٥	٥٠	٤٧	١٦١٥	٣٥
الإجمالي	**٣١٥٠**	**١٠٠**	**٦٨**	**١٥١٥**	**١٠٠**	**٣٢**	**٤٦٦٥**	**١٠٠**

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات البيئية، الجزء الأول أحوال البيئة وجودتها، مرجع سبق ذكره، ص ٢٧، ٢٠٢١.

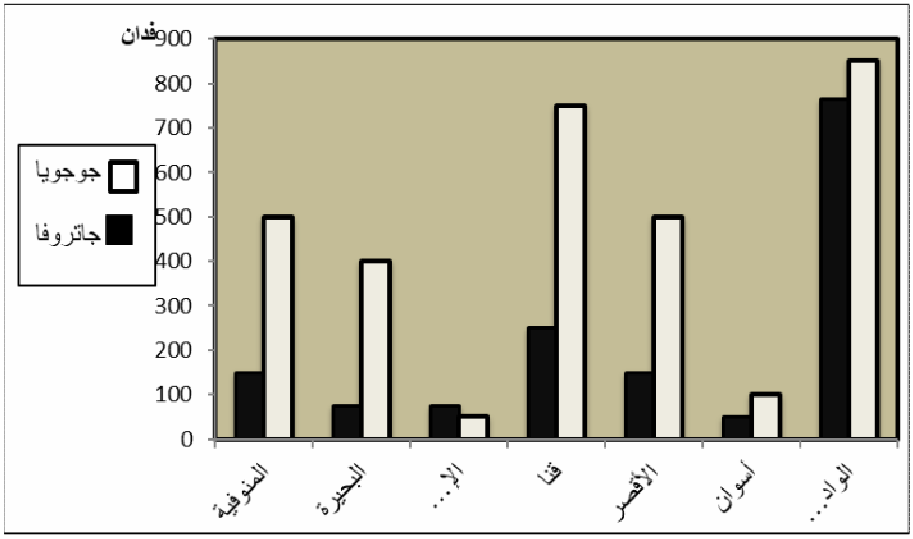
تبين بدراسة الجدول (٨) الحقائق التالية :

- بلغت مساحة الأشجار المزروعة لإنتاج الوقود الحيوي المروية بمياه الصرف الصحي المعالج نحو ٤,٦ ألف فدان موزعه على سبع محافظات، جاءت في مقدمتها محافظة الوادي الجديد من محافظات الصحارى بعد أن تركز بها أكثر من ثلث مساحة الأشجار المزروعة لإنتاج الوقود الحيوي بمياه الصرف الصحي المعالج، كما تمثلت في ثلاث محافظات من محافظات الوجه البحري وهى: الإسماعيلية، البحيرة، المنوفية ساهمت بنحو ١٢٥٠ فدانا، بنسبة ٢٦,٨% من جملة مساحة الأشجار المزروعة لإنتاج الوقود الحيوي المروية بمياه الصرف الصحي المعالج، وكل من محافظة قنا وأسوان، الأقصر من محافظات الوجه القلبي، استحوذت تلك المحافظات على ١٨٠٠ فدانا شكلت ما يقرب من خمسي مساحة الأشجار المزروعة لإنتاج الوقود الحيوي المروية بمياه الصرف الصحي المعالج في مصر.
- ويعتمد إنتاج الوقود الحيوى المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة على نوعين من الأشجار النوع الأول أشجار الجوجوبا والنوع الثاني أشجار الجاتروفا، وهى أشجار تزرع على مياه الصرف الصحي المعالج وتنتج هذه النباتات بذور يستخرج منها زيت يدخل في صناعة زيوت المحركات الطائرات عالية القيمة، بالإضافة لإنتاج السولار الحيوي، وسوف تحقق الدولة المصرية عائد اقتصادي ضخم من زراعة هذه النباتات حيث تبدأ في الإنتاج التجاري بداية من العام الثالث بمعدل إنتاجية واحد طن بذور للفدان متوسط سعر طن ٥٠ ألف جنيه، وبذلك تستطيع مصر استغلال مياه الصرف الصحي استغلال يحقق أعلى عائد اقتصادي وبيئي وتحقق الاكتفاء الذات من الأخشاب وزيوت المحركات.

أ- أشجار الجاتروفا :

ساهمت المساحة المزروعة بأشجار الجاتروفا بنسبة ٣٢% من جملة المساحة المزروعة بأشجار إنتاج الوقود الحيوي في مصر المروية بمياه الصرف الصحي المروية، وتتباين هذه النسبة لتصل أقصاها ٦٠% بمحافظة الإسماعيلية، بينما بلغت أدناها ١٦% بمحافظة البحيرة.

وبلغت المساحة المزروعة بأشجار الجاتروفا نحو ١,٥ ألف فدان موزعه على سبع محافظات، جاءت في مقدمتها محافظة الوادي الجديد بعد أن تركز بها أكثر من نصف المساحة المزروعة بأشجار الجاتروفا في مصر، يلاحظ من دراسة الجدول (٨) والشكل (٨) تركز زراعة الجاتروفا في محافظة الوادى الجديد، ومحافظات مصر العليا حيث استحوذت على ١٢١٥ فدانا شكلت ٨٠% من مساحة الجاتروفا المزروعة في مصر واثبتت التجارب زيادة النمو الخضرى لشجرة الجاتروفا في مصر على نظيرها في العديد من الدول وذلك بارتفاع معدلات النمو الخضري والأثمار بعد ١٨ شهر من زراعتها، بينما وصل ذلك في العديد من الدول الأخرى إلى ثلاث سنوات، وقد بلغ إنتاج الشجرة بعد سنتين من زراعتها ٣: ٤ كجم، ومن المتوقع زيادة الإنتاج بزيادة عمر الشجرة إلى ان يصل ١٢: ١٨ كجم/للشجرة، كما تم إنتاج الزيت الحيوى Biodiesel من بذور الجاتروفا المزروعة في الأقصر وتم تكريره وأثبتت النتائج أن مستوى الزيت الحيوي المنتج أعلى من نظيره في البلاد الأخرى، وتجدر الإشارة إلى أن الزيت الحيوي قد أصبح من الأهمية بمكان في دول الاتحاد الأوربي والولايات المتحدة الأمريكية حيث يمكن استخدامه بمفرده أو بعد خلطه بزيت الديزل ويستخدم كوقود للسيارات دون تعديلات جوهرية في التصميم (وزارة البيئة ،جهاز شؤن البيئة).



شكل (٨) : التوزيع الجغرافي لمساحة الغابات المزروعة بأشجار إنتاج الوقود الحيوي المروية بمياه الصرف الصحي المعالج في مصر عام ٢٠٢٠.

ب- أشجار جوجوبا:

- تعتبر الجوجويا من أهم الأشجار الصناعية الجديدة التى تناسب طبيعة الصحراء المصرية وظروفها المناخية القارية، حيث تنمو شجرة الجوجوبا في درجة حرارة تتراوح بين ٥ : ٥٠ درجة حرارة مئوية ويمكن للنبات ان ينمو في تلك الظروف التى لا تناسب زراعة محاصيل أخرى، كما أن احتياجاته المائية قليلة ولها قدرة على تحمل العطش لعمق جذورها الذي يتراوح طوله بين ٢,٥ متر إلى ٥ أمتار، وتتحمل درجة الملوحة العالية في مياه الري تصل إلى٣٠٠٠ جزء في المليون دون تأثير على الإنتاج، بالإضافة إلى قلة حاجته للتسميد والتقليم والحرث وقليل الإصابة بالأمراض، ولذا هو يعتبر نبات مثالي لزراعته في مناطق الظهير الصحراوي بالمحافظات.

- تعتبر الجوجويا من المحاصيل غير التقليدية والمستحدثة زراعتها في مصر، وتزرع حوالي١٧٥ شجرة جوجويا في الفدان الواحد على مسافات ٤ × ٦، أو يزرع بالفدان الواحد ٥٢٥ شجرة على مسافة ٢ × ٤، وهو يقل في احتياجاته المائية بمقدار الثلث عن الزيتون الذي ينافسه في الزراعة بالأراضي الجديدة، (مركز بحوث الصحراء، ٢٠١٧، ص ٢٥).

ويمكن الاعتماد على مياه الصرف الصحي المعالج في رى الجوجوبا دون أن يتأثر الإنتاج وخاصة أن البذور المنتجة يتم تصديرها لتستخدم في إنتاج زيت المحركات وتوفير المياه العذبة لزراعة المحاصيل الغذائية الأخرى (إيمان سالم البطران، ٢٠٢٠، ص ٥٠).

- بلغت مساحة الجوجوبا المروى بمياه الصرف الصحي المعالج في مصر نحو ٣١٥٠ فدانا ،شكلت ما يقرب من ثلثي المساحة المزروعة بأشجار إنتاج الوقود الحيوي في مصر المروية بمياه الصرف الصحي المروية، وتتباين هذه النسبة لتصل أقصاها ٨٤% بمحافظة البحيرة، بينما بلغت أدناها ١٦% بمحافظة الإسماعيلية.
- تبين بدراسة الجدول (٨) والشكل (٨) تركز زراعة الجوجوبا في سبع محافظات فقط، منها محافظة الوادي الجديد، بعد أن بلغ نصيبها٨٥٠ فدانا، بنسبة ٢٧% من مساحة الجوجويا المروية بمياه الصرف الصحي المعالج في مصر، يليها ثلاث محافظات من محافظات الوجه البحري، هي: الإسماعيلية، المنوفية، البحيرة، ساهمت بنحو ٩٥٠ فدانا، أى ما يقرب من ثلث مساحة نبات الجوجوبا المروى بمياه الصرف الصحي المعالج في مصر، كما تمثلت في ثلاث محافظات من محافظات الوجه القبلي هى قنا، الأقصر، أسوان ساهمت هذه المحافظات الثلاث بنحو ١٣٥٠ فدانا، شكلت أكثر من خمسي مساحة الجوجوبا المروى بمياه الصرف الصحي المعالج في مصر.

٥) استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في زراعة المحاصيل:

تبين بالدراسة أن استخدام مياه الصرف الصحي المعالج غير مناسب لزراعة الأراضي القديمة ولاسيما الدلتا، ويرجع ذلك للأسباب التالية:

أ- ارتفاع أسعار الأراضي في الدلتا لخصوبتها وتكون جدواها الاقتصادية في زراعة المحاصيل الحقلية والخضروات والفاكهة.

ب- المياه الجوفية بالدلتا سطحية فهي في بعض المناطق أقل من ١,٥ مترا، وترى بعض الدراسات آنه يمكن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بعد خلطها بمياه عذبة من أجل استخدامها بطريقة أمنة لزراعة المحاصيل الزراعية طالما غير مختلطة بمخلفات صرف صناعي ولاسيما محاصيل الخامات الصناعية مثل القطن إلا أن وزارة الزراعة تعارض ذلك للأسباب التالية:

- أن القطن المصري معروف بجودته العالية عالميا، ومن المحتمل أن تؤثر مياه الصرف المعاد استخدامها على جودة القطن وكذلك على بذوره المستخدمة في صناعة زيت الطعام.
- من المحتمل أن تؤثر مياه الصرف المعاد استخدامها على ألياف القطن مما قد تسبب الملابس القطنية المصنعة نوع من حساسية الجلد فتوثر على تسويقه عالميا.

ويتم استخدام مياه الصرف المعالجة في مصر لزراعة حوالي ٨٥٠ ألف فدان من الأراضي المستصلحة تتركز هذه المساحات في ست مناطق هي: أبور واش غرب الطريق الصحراوي في مساحة تقدر بنحو ١٧٠ ألف فدان، ونحو ٧٠ ألف فدان في كل من منطقة الحمام وترعة النصر، كذلك ٤٠ ألف فدان في كل من منطقة الصف وغمازة و ١٥ مايو ، ١٠٠ ألف بمنطقة العبور وجمعية عرابي على طريق مصر الإسماعيلية، مزرعة الجبل الأصفر بمركز الخانكة ٤٠٠ فدان (وزارة الموارد المائية، ٢٠١٠، بيانات غير منشورة).

سادساً – التقييم الجغرافي للاستخدامات المستقبلية لمياه الصرف الصحي المعالج في مصر :

يستهدف هذا الجزء من البحث ألقاء الضوء على كيفية الاستفادة من الموارد المائية غير التقليدية المتمثلة في مياه الصرف الصحي المعالج في زيادة الرقعة الزراعية ووضع رؤية مستقبلية للتوسع الزراعي الأفقي من خلال زراعتها بالأشجار سواء لإنتاج الأخشاب أو لإنتاج الوقود الحيوي بالظهير الصحراوي للمدن الرئيسية بالمحافظات بالقرب من محطات معالجة مياه الصرف الصحي، بهدف تحقيق عائد اقتصادي كبير من الأخشاب الناتجة من زراعة الأشجار الخشبية أو من إنتاج الزيوت الحيوية الناتج من زراعة الأشجار المنتجة للزيوت الحيوية، أو زراعة الأشجار كحزام أخضر حول المدن لمواجهة التغيرات المناخية و للتخلص الآمن من مياه الصرف الصحي المعالج.

ولاسيما أن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لا يؤثر على الخزانات الجوفية في مناطق الغابات المروية بهذا النوع من المياه بسبب تواجد المياه الجوفية على أعماق تتراوح من ٥٠ – ٢٠٠ مترا (محمد نصر الدين علام، وآخرون، ٢٠٢٠، ص ١٩٩).

المقترح الأول – التوسع في استخدام مياه الصرف الصحي المعالج في زراعة الظهير الصحراوي للمحافظات :

يعتبر زراعة الغابات الشجرية على مياه الصرف الصحي المعالج من انجح المشاريع الاقتصادية والبيئية متوسطة وطويلة المدى، حيث يمكن من خلالها التوسع في زراعة أشجار تنتج أخشاب عالية الجودة مثل شجر الماهوجنى الأفريقي وهو من أفضل الأخشاب المستخدمة في صناعة الأثاث عالميا، يصل سعر المتر

المكعب من أخشاب الماهوجنى، ما يعادل ٢٢٠٠٠ جنيه مصري، وبذلك تحقق زراعة الغابات الشجرية طفرة للاقتصادية المصري وتتحول مصر من دولة مستوردة إلى دولة مصدرة لخشب الأثاث الفاخر وما يترتب على ذلك من توفير مئات الآلاف من فرص العمل للشباب بشكل مباشر وغير مباشر.

كما تساهم زراعة الغابات الشجرية في توفير الأخشاب بدلا من استيرادها من الخارج بالعملة الأجنبية، بجانب المساهمة في الحد من أثار التغيرات المناخية السيئة، حيث أكدت الدراسات الحديثة أن الغابات لها أهمية كبيرة للحد من غاز ثاني أكسيد الكربون، حيث أن الشجرة الواحدة تمتص يوميا حوالي ١,٧ كجم من غاز ثاني أكسيد الكربون، وتنتج ١٤٠ لترا من الأكسجين، كذلك مصر تتعامل مع قضية التغيرات المناخية باهتمام كبير لأنها من الدول المتأثرة بظاهرة الاحتباس الحراري على الرغم من أنها من أقل دول العالم إسهاما في أنبعاثات غازات الاحتباس الحراري (مقابلة شخصية لرئيس مركز معلومات تغير المناخ بوزارة الزراعة، ١٣ مايو ٢٠٢١).

وتشير الدراسات أن لزراعة الظهير الصحراوي بمياه الصرف الصحي المعالج له أهمية اقتصادية غير مباشرة حيث إنه يحقق قيمة مضافة للأرض المزروعة بالغابات والمصنفة بأنها أراضي الدرجة الثالثة، إذ يتوقع الباحثون بعد مرور عشر سنوات بأن تزيد قيمة الأرض بنسبة من ٢٠-٣٠% (عبدالله قاسم زغلول، ٢٠١١، ص ٤).

يوضح الجدول (٩)، والشكل (٩) التوزيع الجغرافي لمساحة الظهير الصحراوي القابلة للاستصلاح بالمحافظات، وكمية مياه الصرف الصحي المعالجة اللازمة لزراعته بالأشجار.

تبين بدراسة الجدول (٩) والشكل (٩) الحقائق التالية:

١- بلغت مساحة الظهير الصحراوي بالمحافظات القابلة للاستصلاح والزراعة نحو ٣,٢ مليون فدان، وفي حال استقطاع ٢٠% منها كمساحة تخصص للخدمات والمرافق العامة أي ما يوازى ٦٥٧ ألف فدان يكون صافي مساحة الظهير الصحراوي القابلة للاستصلاح والزراعة نحو ٢,٦ مليون فدان، تشكل ٢٨% من جملة المساحة الأراضي الزراعية في مصر لعام ٢٠٢٠ والبالغة ٩,٣ مليون فدان.

٢- توزع مساحة الأراضي القابلة للاستصلاح بالظهير الصحراوي على المستوى الإقليمي على النحو التالي ١,٢ مليون فدان بمحافظات الوجه البحري بنسبة ٤٦,٥% من جملة المساحة المقترح زراعتها، يليها محافظات الصحارى والحدود بنحو ٩٥٣ ألف فدان لتشكل نسبة ٣٦,٣%، ثم تأتى محافظات إقليم مصر الوسطى بحوالي ٢٣٩ ألف فدان، أى ما يقرب من عشر المساحة المقترحة، يليها في الترتيب الأخير محافظات إقليم مصر العليا بعد أن بلغ نصيبها حوالي ٢١٦ ألف فدان بنسبة ٨,٣% من جملة المساحة المقترحة.

٣- تبين بدراسة الجدول (٩)، والشكل (٩) أن مساحة الأراضي المقترحة القابلة للاستصلاح وزراعة الغابات الشجرية بها بمياه الصرف الصحي المعالج بالظهير الصحراوي تتوزع جغرافيا بجميع المحافظات ما عدا محافظة الغربية (ليس لها ظهير صحراوي)، كما أنه في حال تطبيق هذا المقترح تكون المحافظات الخمس الأولى كالتالي: محافظة الوادي الجديد في الترتيب الأول بحوالي ٨٣٢ ألف فدان، أي بما يقرب من ثلث المساحة المقترحة تليها البحيرة في الترتيب الثاني بحوالي ٤٩٢ ألف فدان، بما يقرب من خمس المساحة المقترحة، ثم الشرقية في الترتيب الثالث بنحو ١٧٨ ألف فدان، بنسبة ٦,٨%، تليها الجيزة في الترتيب الرابع بنصيب يبلغ ١٧٨ ألف فدان، بنسبة ٦,٣%، ثم كفر الشيخ في الترتيب الخامس بحوالي ١٠٤ ألف فدان، بنسبة ٤%، وبذلك ستساهم محافظات المراكز الخمسة الأولى بنحو ١,٧ مليون فدان، أى بما يزيد عن ثلثي المساحة المقترحة لزراعة الغابات الشجرية بمنطقة الظهير الصحراوي بالمحافظات.

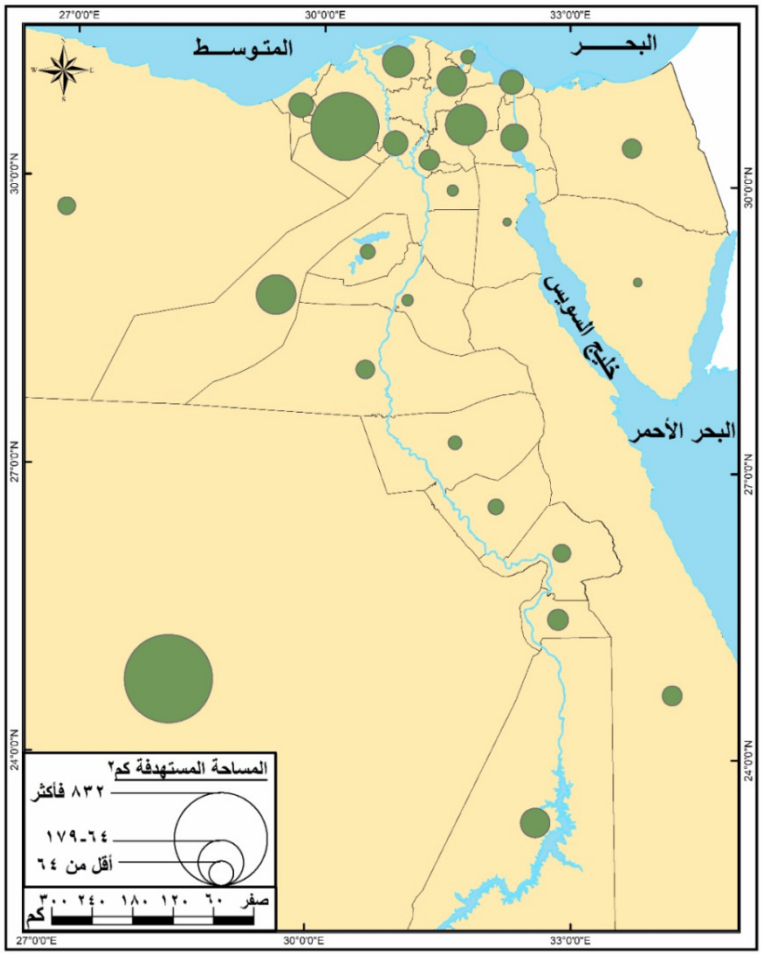
٤- إذا تتبعنا التوزيع الجغرافي لمساحة الأراضي المقترح زراعتها بالغابات الشجرية بمياه الصرف الصحي المعالج كما هو مبين بالجدول (٩) والشكل (٩) لوجدنا إنها تميل في توزيعها للانتشار حيث سجلت تسع عشرة محافظة نسبة ١% فأكثر من جملة المساحة المقترحة، ستساهم بنحو ١,٧ مليون فدان، بنسبة ٦٥% من جملة المساحة المقترح زراعتها، وهذا معناه أنه يمكن الاستفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة والاعتماد عليها كمورد من موارد المياه غير التقليدية بمعظم محافظات مصر.

جدول (٩) : التوزيع الجغرافي لمساحة الظهير الصحراوي القابلة للاستصلاح ومساحة الغابات المقترح زراعتها بمياه الصرف الصحي المعالجة.

المحافظة	مساحة الظهير الصحراوي	المساحة المستهدفة	%	المحافظة	مساحة الظهير الصحراوي	المساحة المستهدفة	%
القاهرة	١٦٣٤٠	١٣٠٧٢	٠,٥	بني سويف	١٧٣٠٠	١٣٨٤٠	٠,٥
الإسكندرية	٧٨٥٣٠	٦٢٨٢٤	٢,٤	الفيوم	٢٨٢٠٠	٢٢٥٦٠	٠,٩
بور سعيد	٧٦٨٣٠	٦١٤٦٤	٢,٣	المنيا	٤٥١٩٠	٣٦١٥٢	١,٤
السويس	٨٥٩٠	٦٨٧٢	٠,٣	أسيوط	٢٤٣٠٠	١٩٤٤٠	٠,٧
الإسماعيلية	٩٨٠٠٠	٧٨٤٠٠	٣,٠	سوهاج	٣١٣٦٠	٢٥٠٨٨	١
دمياط	٢٥١٤٠	٢٠١١٢	٠,٨	قنا	٤٢٣١٠	٣٣٨٤٨	١,٣
الدقهلية	١١٦٩١٠	٩٣٥٢٨	٣,٦	الأقصر	٥٧٦٩٠	٤٦١٥٢	١,٨
الشرقية	٢٢٣٤٨٠	١٧٨٧٨٤	٦,٨	أسوان	١١٤٦٦٠	٩١٧٢٨	٣,٥
القليوبية	٥٧٠٥٠	٤٥٦٤٠	١,٧	البحر الأحمر	٥٢٤٤٠	٤١٩٥٢	١,٦
كفر الشيخ	١٣٠٦٥٠	١٠٤٥٢٠	٤,٠	الوادي الجديد	١٠٤٠٠٠٠	٨٣٢٠٠٠	٣١,٦
الغربية	٠	٠	٠,٠	مطروح	٤١١٤٠	٣٢٩١٢	١,٣
المنوفية	٨٠٣١٠	٦٤٢٤٨	٢,٤	شمال سيناء	٤٨٥٥٠	٣٨٨٤٠	١,٥
البحيرة	٦١٦٠٠٠	٤٩٢٨٠٠	١٨,٧	جنوب سيناء	٩٤٦٠	٧٥٦٨	٠,٣
الجيزة	٢٠٨٤٥٠	١٦٦٧٦٠	٦,٣	**الإجمالي**	**٣٢٨٨٨٨٠**	**٢٦٣١١٠٤**	**١٠٠**

USAID- Egypt, Integrated Water Recourse Management, Feasibility of wastewater reuse

المساحة المستهدفة بعد استقطاع = ٢٠% مساحة الظهير الصحراوي تستخدم مرافق وخدمات



شكل (٩) : التوزيع الجغرافي لمساحة الغابات المقترح زراعتها بمياه الصرف الصحي المعالجة بالظهير الصحراوي بالمحافظات.

نتائج تطبيق هذا المقترح في حال زراعة الظهير الزراعي بالغابات المنتجة للأخشاب

يبلغ متوسط المقنن المائي اللازم لري فدان من الغابات الشجرية حوالي ٦٠٠٠ م^3 (محمد محمد حافظ، ٢٠٠٧، ص ٩٣)، وتنتج مصر ما يزيد عن ٥,١

مليار م^{3} من مياه الصرف الصحي المعالج، يمكن الاستفادة منها كمصدر من مصادر المياه غير التقليدية لري ما يزيد عن ٨٥٥ ألف فدان من الغابات بهدف إنتاج الأخشاب بمنطقة الظهير الصحراوي بالمحافظات، والجدول (١٠) يوضح التوزيع الجغرافي لمياه الصرف الصحي المعالجة غير المستغلة وما يمكن أن يزرع عليها من مساحات مقترح لزراعته بالغابات الشجرية، وكمية الأخشاب التي يمكن إنتاجها وعائدها الاقتصادي. تبين بدراسة الجدول (١٠) والشكل (١٠) الحقائق التالية:

١- تعتبر كل من محافظة القاهرة، والجيزة، والإسكندرية، والشرقية، والدقهلية من أكبر المحافظات المعالجة لمياه الصرف الصحي، والتي يمكن الاعتماد عليها في زراعة ٢٦٨ ألف فدان، و١٤٤ ألف فدان، ٩٢ ألف فدان، ٦٥ ألف فدان، ٣٢ ألف فدان من الغابات الشجرية في كل منها على الترتيب، ويتضح مما سبق أن المحافظات الخمس السابق ذكرها يمكنها زراعتها بما يزيد عن ٦٠٣ ألف فدان تمثل ٧٠,٦% من جملة المساحة القابلة للتوسع فيها حاليا وزراعتها بالغابات بهدف إنتاج الأخشاب باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة.

٢- وضح تقرير للوكالة الأمريكية للتنمية الدولية الصادر عام ٢٠١٥ عن إعادة استخدام المياه العادمة ومنها مياه الصرف الصحي المعالج أن متوسط إنتاج فدان الغابات المروى بمياه الصرف الصحي المعالج، والمزروع بهدف إنتاج الأخشاب يبلغ نحو ٥٢ طن من الأخشاب للفدان.

٣- تبين بالدراسة أنه على الرغم من أن مصر تنتج ما يزيد عن ٥,١ مليار م^{3} من مياه الصرف الصحي المعالج إلا أن ما يتم استخدامه منها لزراعة الغابات كمية ضئيلة لا تزيد عن ٣٤٧ مليون م^{3}، تشكل ٠,٠١% فقط من جملة مياه الصرف الصحي المعالج في مصر مما يتطلب مزيد من الدراسات التي تقدم مقترحات يمكن بإتباعها تحقيق استفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة بما يعوض النقص التي تعانى منه مصر سواء في مواردها المائية أو الغابية.

٤- أنه في حال تطبيق هذا المقترح يبلغ جملة إنتاج مصر من الأخشاب ما يزيد عن ٤٤,٥ مليون طن، نصيب محافظات الوجه البحري منها نحو ٣٢,٤ مليون طن، شكلوا ما يقرب من ثلاث أرباع إنتاج الأخشاب المفترض إنتاجه في حال تطبيق هذا المقترح، في المقابل يبلغ نصيب محافظات مصر الوسطى ٩,٣ مليون طن من الأخشاب، يشكلوا ما يزيد عن خمس جملة إنتاج الأخشاب، في حين يكون نصيب محافظات مصر العليا نحو ٢,٢ مليون طن، بنسبة ٥%، في المقابل يبلغ نصيب محافظات الصحارى نحو ٤٦٨ ألف، بنسبة ١,١% من جملة إنتاج الأخشاب المنتجة في حال تطبيق هذا المقترح.

٥- بلغ متوسط إنتاج الفدان من الأخشاب نحو ٥٢ طن، بلغ متوسط سعر طن الأخشاب في موقع المزرعة وفقا لأسعار عام٢٠١٧ مصر ١١٠٥٠ ألف جنيه (أحمد كمال حمد، ٢٠١٧، ص ٥٤) معنى ذلك أن ٨٥٥ ألف فدان المقترح زراعتها بمنطقة الظهير الصحراوي بمحافظات مصر على مياه الصرف الصحي المعالج تنتج ما يزيد عن ٤٤ مليون طن من الأخشاب، وتحقق إيرادات ما يزيد عن ٥١ مليار جنيه مصري، وبذلك يكون لمصر مكانه في إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالج في زراعة الأشجار وإنتاج الأخشاب بين الدول العربية ودول العالم.

٦- تم تقييم الأراضي المزروعة بالغابات اقتصاديا من حيث تكلفتها والعائد منها على المدى القصير والمدى الطويل باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في زراعتها، تبين أن متوسط تكلفة زراعة فدان الغابات المنتجة للأخشاب لأنواع مختلفة نحو ٢١ ألف جنيه في المقابل بلغ متوسط عائد الفدان من الأخشاب نحو ٦٠ ألف جنيه، ومتوسط عائد الفدان من المخلفات تقليم الأشجار أفرع وأوراق قابلة للتصنيع نحو٥٦٠٠ جنيها بالتالي فمتوسط إجمالي عائد الفدان بلغ ما يزيد على ٦٥ ألف جنيها، معنى ذلك أن صافي الدخل من زراعة فدان الغابات يبلغ في المتوسط نحو ٤٤ ألف جنيه مما يشجع القطاع الخاص على الاستثمار في هذا المجال.

جدول (١٠) : التوزيع الجغرافي لمساحة الغابات المقترح زراعتها، وما يمكن أن تستهلكه من مياه صرف صحي معالج بالظهير الصحراوي بالمحافظات وتنتجه من أخشاب وعائدها الاقتصادى.

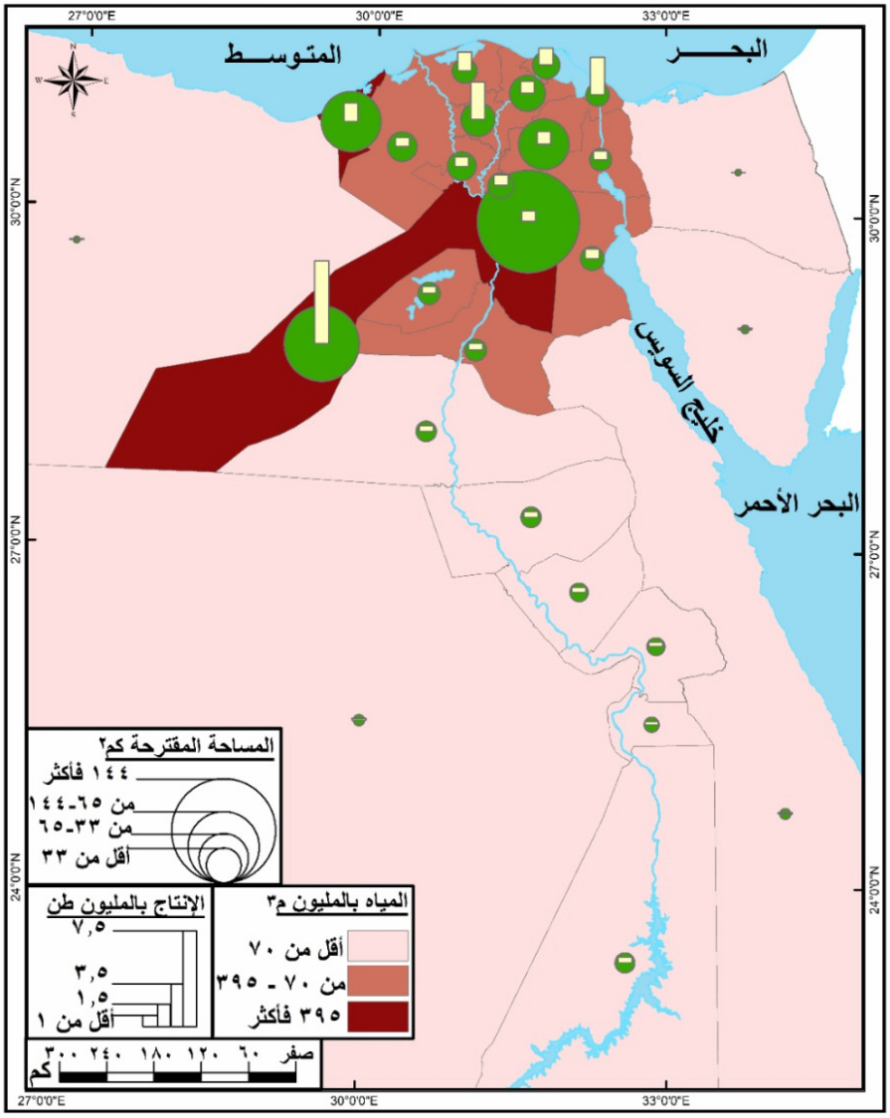
المحافظة	مليون م^3	المساحة المقترحة	%	طن أخشاب (١)	العائد مليون جنيه
القاهرة	١٦١٣,٦	٢٦٨٩٣٣	٣١,٤	١٣٩٨٤٥١٦	١٦٠٨٢
الإسكندرية	٥٥٣,١	٩٢١٨٣	١٠,٨	٤٧٩٣٥١٦	٥٥١٢
بور سعيد	٨١,٢	١٣٥٣٣	١,٦	٧٠٣٧١٦	٨٠٩
السويس	٨٦,٥	١٤٤١٧	١,٧	٧٤٩٦٨٤	٨٦٢
الإسماعيلية	٧٤,٢	١٢٣٦٧	١,٤	٦٤٣٠٨٤	٧٣٩
دمياط	١١٥,٨	١٩٣٠٠	٢,٣	١٠٠٣٦٠٠	١١٥٤
الدقهلية	١٩٦,٨	٣٢٨٠٠	٣,٨	١٧٠٥٦٠٠	١٩٦١
الشرقية	٣٩٢,٩	٦٥٤٨٣	٧,٧	٣٤٠٥١١٦	٣٩١٥
القليوبية	١٠١,٧	١٦٩٥٠	٢	٨٨١٤٠٠	١٠١٣
كفر الشيخ	٩٣,٧	١٥٦١٧	١,٨	٨١٢٠٨٤	٩٣٣
الغربية	١٧٩,٠	٢٩٨٣٣	٣,٥	١٥٥١٣١٦	١٧٨٤
المنوفية	١٢٦,٤	٢١٠٦٧	٢,٥	١٠٩٥٤٨٤	١٢٥٩
البحيرة	١٣٢,٩	٢٢١٥٠	٢,٦	١١٥١٨٠٠	١٣٢٤
الجيزة	٨٦٦,٦	١٤٤٤٣٣	١٦,٩	٧٥١٠٥١٦	٨٦٣٧
بني سويف	٧٣	١٢١١٧	١,٤	٦٣٠٠٨٤	٧٢٤
الفيوم	٧٥	١٢٤٨٣	١,٥	٦٤٩١١٦	٧٤٦
المنيا	٦٢,٨	١٠٤٦٧	١,٢	٥٤٤٢٨٤	٦٢٥
أسيوط	٦٢,٢	١٠٣٦٧	١,٢	٥٣٩٠٨٤	٦١٩
سوهاج	٥٢	٨٦٥٠	١	٤٤٩٨٠٠	٥١٧
قنا	٤٨	٨٠١٧	٠,٩	٤١٦٨٨٤	٤٧٩
الأقصر	٣٤	٥٦٦٧	٠,٧	٢٩٤٦٨٤	٣٣٨
أسوان	٦٠,٠	١٠٠٠٠	١,٢	٥٢٠٠٠٠	٥٩٨
البحر الأحمر	١٧,٨	٢٩٦٧	٠,٣	١٥٤٢٨٤	١٧٧
الوادي الجديد	١٨,٩	٣١٥٠	٠,٤	١٦٣٨٠٠	١٨٨
مطروح	٦	١٠٥٠	٠,١	٥٤٦٠٠	٦٢
شمال سيناء	٠,٤	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠٨	٠,٠٠٠٢	٠
جنوب سيناء	١١,١	١٨٥٠	٠,٢	٩٦٢٠٠	١١٠
الإجمالي	**٥١٣٥,٥**	**٨٥٥٨٥٠**	**١٠٠**	**٤٤٥٠٤٢٥٢**	**٥١١٦٧**

تم حساب المساحة المستهدف زراعتها بالغابات على أساس أن متوسط المقنن المائي لازم لزراعة فدان الغابات الشجرية ٦٠٠٠ م^3، تم حساب عائد الفدان على أساس أن متوسط سعر طن الأخشاب بلغ ١١٥٠ جنيها.

(١) تم حساب كمية الأخشاب المتوقع إنتاجها من المساحة المستهدف زراعتها بالغابات على أساس أن متوسط إنتاج الفدان من الأخشاب ٥٢ طن.

المصدر:

USAID- Egypt , Integrated Water Recourse Management, Feasibility of wastewater reuse, Report 14, 2010.



شكل (١٠) : التوزيع الجغرافي لمساحة الغابات المقترح زراعتها وما يمكن أن تستهلكه من مياه صرف صحي معالج بالظهير الصحراوي بالمحافظات وتنتجه من أخشاب.

المقترح الثاني – استخدام مياه الصرف الصحي المعالج في زراعة ٢٨% من مساحة الظهير الصحراوي للمحافظات بالأشجار المنتجة للوقود الحيوي:

أصبح الوقود الحيوى مطلبا عالميا لتقليل الاعتماد على الوقود الحفرى لأن الوقود الحيوى يعتبر مصدر دائم ومتجدد للوقود، وله مزايا بيئية وإستراتيجية، منها أن زيت الجاتروفا من الزيوت غير الصالحة للطعام فهو لا يسبب مشكلة النفط مقابل الغذاء (محمد كامل ريحان وأخرون، ٢٠١٨، ص ٣٢١)، وقد أوصت العديد من الدراسات المهتمة بالجدوى الاقتصادية والفنية لمشروع الغابات الشجرية الصناعية، بان تخصص نسبة ٢٨% لزراعة الأشجار المنتجة للوقود الحيوى من جملة الأراضي المقترح زراعتها بمياه الصرف الصحي المعالج بالظهير الزراعي للمحافظات (محمد محمد الماحي، ٢٠١٤، ص ٣٢).

وينتج فدان الجوجوبا حوالي ٧٥٧ لتر من زيت الديزل الحيوي، في المقابل ينتج فدان الجاتروفا حوالي ١٠٤١ لتر من زيت الديزل الحيوى، ولذلك يقترح الباحث أن يكون الاعتماد على زراعة الجاتروفا لإنتاج الوقود الحيوي فقط بدلا من الجوجوبا.

النتائج الاقتصادية المترتبة على تطبيق هذا المقترح

تبلغ المساحة المقترحة لزراعة أشجار الجاتروفا في مصر ما يزيد عن ٢٣٩ ألف تشكل ٢٨% من جملة المساحة التي يمكن زراعتها بمياه الصرف الصحي المعالج بالظهير الصحراوي.

يوضح كل من الجدول (١١)، والشكل (١١) التوزيع الجغرافي المقترح لمساحة أشجار الجاتروفا وكمية إنتاجها من الزيت الحيوى وعائده الاقتصادي.

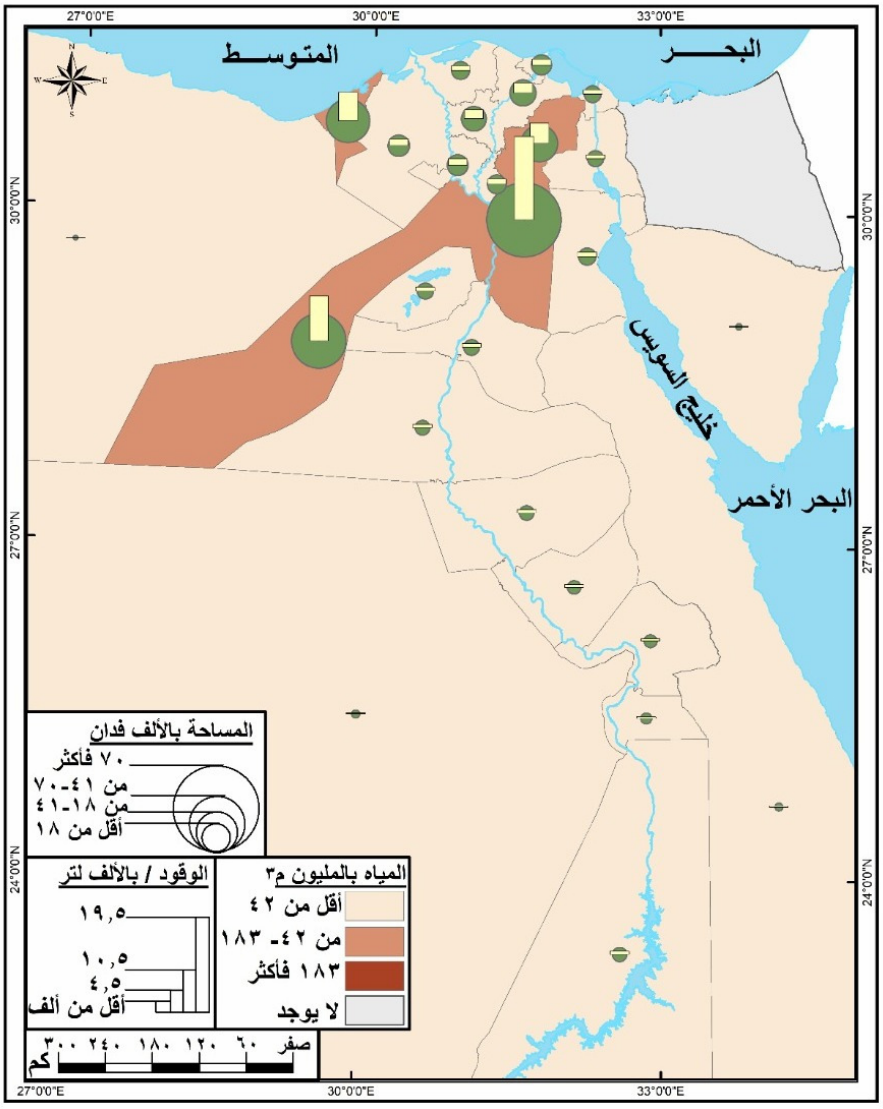
جدول (١١) : التوزيع الجغرافي لمساحة أشجار الجاتروفا المقترح زراعتها وما يمكن أن تستهلكه من مياه صرف صحي معالج بالظهير الصحراوي بالمحافظات وما تنتجه من وقود وعائده الاقتصادي.

المحافظة	مساحة بالفدان	مياه الري مليون م^3	إنتاج البذور/ طن	إنتاج زيت حيوي ألف لتر	وقود/ألف لتر	العائد مليون جنية	تكلفة مليون جنية	صافي العائد مليون جنية
القاهرة	٧٥٣٠١	٣٣٩	١٢٢٣٦٥	٤٨٩٤٦	١٩٥٧٨	٣٢٨٩	١٧٤	٣١١٥
الإسكندرية	٢٥٨١١	١١٦	٤١٩٤٣	١٦٧٧٧	٦٧١٠	١١٢٧	٥٩	١٠٦٨
بور سعيد	٣٧٨٩	١٧	٦١٥٨	٢٤٦٣	٩٨٥	١٦٥	٨	١٥٧
السويس	٤٠٣٧	١٨	٦٥٦٠	٢٦٢٤	١٠٤٩	١٧٦	٩	١٦٧
الإسماعيلية	٣٤٦٣	١٦	٥٦٢٧	٢٢٥١	٩٠٠	١٥١	٨	١٤٣
دمياط	٥٤٠٤	٢٤	٨٧٨٢	٣٥١٣	١٤٠٥	٢٣٦	١٢	٢٢٤
الدقهلية	٩١٨٤	٤١	١٤٩٢٤	٥٩٧٠	٢٣٨٧	٤٠١	٢١	٣٨٠
الشرقية	١٨٣٣٥	٨٣	٢٩٧٩٥	١١٩١٨	٤٧٦٧	٨٠٠	٤٢	٧٥٨
القليوبية	٤٧٤٦	٢١	٧٧١٢	٣٠٨٥	١٢٣٣	٢٠٧	١١	١٩٦
كفر الشيخ	٤٣٧٣	٢٠	٧١٠٦	٢٨٤٢	١١٣٦	١٩٠	١٠	١٨٠
الغربية	٨٣٥٣	٣٨	١٣٥٧٤	٥٤٣٠	٢١٧١	٣٦٤	١٩	٣٤٥
المنوفية	٥٨٩٩	٢٧	٩٥٨٥	٣٨٣٤	١٥٣٣	٢٥٧	١٣	٢٤٤
البحيرة	٦٢٠٢	٢٨	١٠٠٧٨	٤٠٣١	١٦١٢	٢٧٠	١٤	٢٥٦
الجيزة	٤٠٤٤١	١٨٢	٦٥٧١٧	٢٦٢٨٧	١٠٥١٤	١٧٦٦	٩٣	١٦٧٣
بني سويف	٣٣٩٣	١٥	٥٥١٣	٢٢٠٥	٨٨٢	١٤٨	٧	١٤١
الفيوم	٣٤٩٥	١٦	٥٦٨٠	٢٢٧٢	٩٠٨	١٥٢	٨	١٤٤
المنيا	٢٩٣١	١٣	٤٧٦٢	١٩٠٥	٧٦١	١٢٨	٦	١٢٢
أسيوط	٢٩٠٣	١٣	٤٧١٧	١٨٨٧	٧٥٤	١٢٦	٦	١٢٠
سوهاج	٢٤٢٢	١١	٣٩٣٦	١٥٧٤	٦٢٩	١٠٥	٥	١٠٠
قنا	٢٢٤٥	١٠	٣٦٤٨	١٤٥٩	٥٨٣	٩٨	٥	٩٣
الأقصر	١٥٨٧	٧	٢٥٧٨	١٠٣١	٤١٢	٦٩	٣	٦٦
أسوان	٢٨٠٠	١٣	٤٥٥٠	١٨٢٠	٧٢٨	١٢٢	٦	١١٦
البحر الأحمر	٨٣١	٤	١٣٥٠	٥٤٠	٢١٥	٣٦	١	٣٥
الوادي الجديد	٨٨٢	٤	١٤٣٣	٥٧٣	٢٢٩	٣٨	٢	٣٦
مطروح	٢٩٤	١	٤٧٨	١٩١	٧٦	١٢	٠,٦	١١,٤
شمال سيناء	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
جنوب سيناء	٥١٨	٢	٨٤٢	٣٣٧	١٣٤	٢٢	١	٢١
الإجمالي	**٢٣٩٦٣٨**	**١٠٧٨**	**٣٨٩٤١٢**	**١٥٥٧٦٥**	**٦٢٣٠٥**	**١٠٤٦٧**	**٥٥٥**	**٩٩١١**

تم حساب مياه الصرف الصحي المستخدمة في رى المساحة المقترحة على أساس أن متوسط المقنن المائي لفدان أشجار الجاتروفا ٤٥٠٠ م^3، تم حساب إنتاج البذور على أساس أن متوسط إنتاج الفدان من البذور ١٦٢٥ كجم، وكمية الزيت المستخلص =٤٠% من البذور، وكمية الوقود المنتج = ٤٠% من الزيت المنتج.

تم حساب عائد الفدان على أساس أن متوسط سعر طن الوقود المستخلص ١٦٨ جنيها.

المصدر: محمد كامل ريحان وآخرون، الجدوى الاقتصادية لإنتاج الوقود الحيوي من الجاتروفا في مصر، مجلة العلوم البيئية، مجلة العلوم البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، المجلد ٤١، الجزء الأول، جامعة عين شمس، ٢٠١٨، ص ص ٣٤٢-٣٤٣.



شكل (١١) : التوزيع الجغرافي لمساحة أشجار الجاتروفا المقترح زراعتهـــا ومـــا يمكن أن تستهلكه من مياه صرف صحي معالج بالظهير الصحراوي بالمحافظـــات وما تنتجه من وقود.

تبين بدراسة الجدول الحقائق التالية:

١- يقدر متوسط المقنن المائي اللازم لري فدان من أشجار الجاتروفا ٤٥٠٠ م^{٣} (محمد كامل ريحان وآخرون، ٢٠١٨، ص ٣٣٩)، أنه في حال تطبيق هذا المقترح وزراعة ٢٣٩ ألف فدان تشكل ٢٨% من جملة مساحة الظهير الزراعة بالمحافظات تحتاج تلك المساحة إلى ما يزد على مليار م^{٣} من مياه الصرف الصحي المعالج لريها، يكون نصيب محافظات الوجه البحري منها نحو ١٧٤,٨ ألف فدان تحتاج زراعتها إلى ٧٨٧ مليون م^{٣}، تشكل ما يقرب من ثلاث أرباع كمية مياه الصرف الصحي المعالج المفترض استخدامها في ري تلك المساحة في حال تطبيق هذا المقترح. في المقابل يبلغ نصيب محافظات مصر الوسطى نحو ٥٠,٢ ألف فدان، تحتاج لزراعتها إلى ٢٢٦ مليون م^{٣} من مياه الصرف الصحي المعالج، تشكل ما يزيد عن خمس كمية مياه الصرف الصحي المعالج المفترض استخدامها في ري تلك المساحة. في حين يكون نصيب محافظات مصر العليا حوالي ١١,٩ مليون فدان، تحتاج لريها إلى ٥٣,٨ مليون م^{٣}، بنسبة ٥% من جملة مياه الصرف الصحي المعالج، في المقابل يبلغ نصيب محافظات الصحارى نحو ٢٥٢٥ ألف فدان، تحتاج إلى ١١,٣ مليون م^{٣} من بنسبة ١,١% من جملة مياه الصرف الصحي المعالج المقترح استخدامها في حال تطبيق هذا المقترح.

٢- تعتبر كل من محافظة القاهرة، والجيزة، والإسكندرية، والشرقية، والدقهلية من أكبر المحافظات المعالجة لمياه الصرف الصحي، والتي يمكن الاعتماد عليها في زراعة ٧٥ ألف فدان، و ٤٠ ألف فدان، ٢٥ ألف فدان، ١٨ ألف فدان، ٩ ألف فدان من أشجار الجاتروفا على الترتيب، ويتضح مما سبق أن المحافظات الخمس السابق ذكرها يمكنها زراعة ما يزيد عن ١٣٦ ألف فدان تمثل ٥٧% من جملة المساحة المقترح زراعتها بأشجار الجاتروفا باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بهدف إنتاج الوقود الحيوي.

٣- يزرع الفدان الواحد من أشجار الجاتروفا بنحو ٥٠٠ شجرة على مسافة ٣ × ٣ مترا، يتراوح إنتاج الفدان أشجار الجاتروفا منذ العام الثاني من زراعتها من ٢٥٠-٢٠٠٠ كجم من البذور خلال فترة إنتاجها المقدرة بنحو ١٨ عاما، بمتوسط ١,٦٢٥ كجم/للفدان من البذور، يبلغ كمية الزيت الحيوي المستخلص ٤٠% من وزن البذور المنتجة، معنى ذلك أن متوسط إنتاج الفدان الواحد من الزيت الحيوي يقدر بنحو ٦٥٠ لترا، كما تقدر كمية الوقود الحيوي المستخلص ٤٠% من الزيت الحيوى المنتج من بذور الجاتروفا، معنى ذلك أن متوسط إنتاج الفدان الواحد من الوقود الحيوي يقدر بنحو٢٥٠ لترا خلال فترة إنتاجه المقدرة بنحو ١٨ عاما (محمد كامل ريحان وآخرون، ٢٠١٨، ص ٣٤٣).

أنه في حال تطبيق هذا المقترح يتم زراعة ٢٣٩ ألف فدان من مساحة الظهير الزراعى بالمحافظات بأشجار الجاتروفا تنتج ما يزيد عن ٦٢,٣ مليون لتر من الوقود الحيوي، نصيب محافظات الوجه البحري منها نحو ٤٥,٤ مليون لتر، بنسبة ٧٣% من جملة إنتاج الوقود الحيوي المفترض إنتاجه في حال تطبيق هذا المقترح، في المقابل يبلغ نصيب محافظات مصر الوسطى ١٣ مليون لتر، بنسبة ٢١% جملة إنتاج الوقود الحيوي، في المقابل يكون نصيب محافظات مصر العليا نحو ٣,١ مليون لتر، بنسبة ٥%، في حين يبلغ نصيب محافظات الصحارى نحو ٠,٦ مليون لتر، بنسبة ١% من جملة إنتاج الوقود الحيوي المنتج في حال تطبيق هذا المقترح.

٤- تم تقييم الأراضي المزروعة بأشجار الجاتروفا اقتصاديا باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في زراعتها، من حيث متوسط تكلفة الزراعة والعائد منها على خلال فترة إنتاجها المقدرة بنحو ١٨ عاما، تبين أن متوسط تكلفة زراعة فدان أشجار الجاتروفا نحو ٢٣١٨ جنيها، في المقابل بلغ متوسط عائد الفدان من الوقود الحيوي نحو ٤٣ ألف جنيه، معنى ذلك أن صافي دخل الفدان يقدر بنحو ٤١ ألف جنيه/عام مما يشجع القطاع الخاص على الاستثمار في هذا المجال.

٥- بلغ متوسط سعر لتر الوقود الحيوي المنتج من بذور أشجار الجاتروفا نحو ١٦٨ جنيها عام ٢٠١٨، معنى ذلك أن إجمالي عائد الفدان ٢٣٩ ألف فدان المقترح زراعتها بأشجار الجاتروفا بمنطقة الظهير الصحراوي بمحافظات مصر تحقق إيرادات تزيد عن ١٠,٤ مليار جنيه مصري، بتكلفة ٠,٥ مليار جنيه بصافي عائد مقدر بنحو ٩,٩ مليار جنيه.

الاستنتاجات والتوصيات :

أهتم البحث بدراسة تطور كمية مياه الصرف الصحي المعالج وتطور أهميتها النسبية، والتوزيع الجغرافي لمياه الصرف الصحي المجمع والمعالج، والتوزيع الجغرافي لأعداد محطات الصرف الصحي وقدرتها التصميمية والفعلية، ومستويات معالجة مياه الصرف الصحي، والاستخدامات الحالية والمستقبلية لمياه الصرف الصحي المعالجة في مصر، وتوصل البحث للنتائج التالية:

١- زادت كمية مياه الصرف الصحي المعالج في مصر من ٠,٩ مليار م^{٣} عام ٢٠٠٠، إلى ٥,١٣ مليارم^{٣} عام ٢٠٢٠ محققة زيادة قدرها ٤,٢ مليار م^{٣}، كما زادت أهميتها النسبية من ١٦,٨% من جملة موارد المياه غير التقليدية في مصر عام ٢٠٠٠ إلى ما يزيد عن ثلث المياه غير التقليدية في مصر عام ٢٠٢٠.

٢- بلغت كمية مياه الصرف الصحي في مصر ٦,٩ مليار م^{٣}، في المقابل بلغ كمية مياه الصرف الصحي المعالجة نحو ٥,١ مليار م^{٣}، معنى ذلك أن هناك ١,٨ مليار م^{٣} من مياه الصرف تشكل ما يزيد ربع مياه الصرف الصحي في مصر تحتاج إلى معالجة.

٣- أعداد محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر نحو ٤٥٥ محطة، بلغت قدرتها الاسمية ١٥٠ مليون م^{٣} يوميا، في حين بلغت قدرتها الفعلية ١٢١ مليون م^{٣} يوميا، ولذلك انخفضت نسبة تشغيل محطات معالجة مياه

الصرف الصحي في مصر إلى ٨٣%، ويرجع ذلك إلى أن بعض هذه المحطات تحتاج صيانة مما تسبب في تعطيل جزئي لطاقة تلك المحطات.

٤- تتعدد مستويات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر إلا أن معالجة مياه الصرف الصحي الثانوية تعتبر أهمها بعد ان شكلت ٧٣% من جملة مياه الصرف الصحي المعالج، يليها مياه الصرف الصحي المعالجة أولية، بنسبة ١٥,٨%، ثم مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة ثلاثية بنسبة ١١,٣%.

٥- تبين بالدراسة أنه على الرغم من أن مصر تنتج ما يزيد عن ٥,١ مليار م^{٣} من مياه الصرف الصحي المعالج إلا ن ما يتم استخدامه منها لزراعة الغابات كمية ضئيلة لا تزيد عن ٣٤٧ مليون م^{٣}، تشكل ٠,٠١% فقط من جملة مياه الصرف الصحي المعالج في مصر مما يتطلب مزيد من الدراسات التي تقدم مقترحات يمكن بإتباعها تحقيق استفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة بما يعوض النقص التي تعانى منه مصر سواء في مواردها المائية أو الغابية.

- تستخدم مياه الصرف الصحي المعالج حاليا في مصر في زراعة ٢٤ غابة، بلغ جملة مساحتها ١١,١ ألف فدان تزرع بالظهير الصحراوي لمحطات الصرف الصحي في مدن وعواصم المحافظات، يعتمد في ريها على نظم الري بالغمر المتطور والتنقيط، ويتم زراعتها بأنواع مختلفة من الأشجار، ذات قيمة اقتصادية عالية، كذلك تتناسب مع الظروف البيئية للمناطق المنزوعة، مثل السرسوع، الكافور، الأكاسا، الكازورينا، الكايا، وتستخدم أخشاب هذه الأشجار في صناعة الأثاث والمراكب، وإنتاج الفحم وغيرها من المنتجات الخشبية.
- كما تستخدم مياه الصرف الصحي المعالج في مصر في زراعة الأحزمة الخضراء حول مدن عواصم المحافظات مثل المشروع القومي للاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحي المعالج في زراعة الحزام الأخضر حول إقليم القاهرة الكبرى (القاهرة – الجيزة – القليوبية) لمسافة تزيد عن ١٠٠ كيلو متر وبعرض ٢٥ مترا على الجانبي الطريق الدائري. كذلك

يتم استخدام مياه الصرف الصحي المعالج في مصر في زراعة ٨٥٠ ألف فدان من الأراضي المستصلحة.

مقترحات البحث :

١- التوسع في زراعة الغابات بمنطقة الظهير الصحراوى بالمحافظات القابلة للاستصلاح والزراعة البالغ مساحتها ٢,٦ مليون فدان، بعد استقطاع ٢٠% من مساحتها تخصص للخدمات والمرافق العامة، تشكل ٢٨% من جملة المساحة الأراضي الزراعية في مصر لعام ٢٠٢٠ والبالغة ٩,٣ مليون فدان.

٢- **المقترح الأول:** زراعة ٨٥٥ ألف فدان بالغابات بهدف إنتاج الأخشاب، تبين بالدراسة ان متوسط تكلفة زراعة فدان الغابات المنتجة للأخشاب لأنواع مختلفة بلغ ٢١ ألف في المقابل بلغ متوسط عائد الفدان من الأخشاب نحو ٦٠ ألف جنيه، ومتوسط عائد الفدان من المخلفات تقليم الأشجار أفرع وأوراق قابلة للتصنيع نحو ٥٦٠٠ جنيها بالتالي فمتوسط إجمالي عائد الفدان بلغ ما يزيد على ٦٥ ألف جنيها، معنى ذلك أن صافي الدخل من زراعة الغابات يبلغ في المتوسط نحو ٤٤ ألف جنيه عام مما يشجع القطاع الخاص على الاستثمار في هذا المجال.

٣- **المقترح الثانى:** استخدام مياه الصرف الصحي المعالج في زراعة ٢٨% من مساحة الظهير الصحراوي للمحافظات بالأشجار المنتجة للوقود الحيوي، يقترح الباحث أن يكون الاعتماد على زراعة الجاتروفا لإنتاج الوقود الحيوي بدلا من الجوجوبا حيث ينتج فدان الجاتروفا حوالي ١٠٤١ لتر من زيت الديزل الحيوى، في المقابل ينتج فدان الجوجوبا حوالي ٧٥٧ لتر فقط من زيت الديزل الحيوي. وهذا المقترح يخدم إجراءات الدولة للحد من استهلاك الطاقة والاستثمار في الطاقة البديلة، وتخطط الدولة إلى زيادة نسبة الطاقة الجديدة والمتجددة لإنتاج الكهرباء من ٥ – ٤٢% بحلول عام ٢٠٣٥.

ملحق (١) : التوزيع الجغرافي لأعداد الغابات الشجرية وأنواع الأشجار المزروعة ونظام الرى المتبع المروية بمياه الصرف الصحي المعالج في مصر عام ٢٠١٩.

المحافظة	المنطقة	المساحة	نظام الرى المتبع	نوع الأشجار المزروعة
الإسكندرية	ن٩	٦٠	التنقيط	الكازوارينا، والكايا
الدقهلية	جمصة	٥٠٠	التنقيط	السرو، الصنوبريات، كنكاربس
المنوفية	السادات	١٥٠	غمر مطور	السرو، الصنوبريات، كايا، التوت، كارفو، سيسال كازوارينا،
السويس	عتاقة	٤٠٠	غمر مطور	الجاتروفا
الإسماعيلية	سرابيوم	٥٠٠	التنقيط	السرو، الصنوبريات، كايا، التوت، كارفور، كنكاربس، سيسال،
الجيزة	الصف	٥٠٠	التنقيط	الكازوارينا، والكايا
بني سويف	الوسطة	٥٠٠	التنقيط	الكايا، الجاتروفا
أسيوط	اسيوط	٤٠	التنقيط	الكايا
سوهاج	أولاد عزاز	١٠٠٠	غمرمطورو التنقيط	الكايا
	الكولا	١٠٠٠	غمرمطورو التنقيط	الكايا
قنا	قنا	٥٠٠	غمر مطور	الكايا، كافور
الأقصر	الأقصر	١٧٠٠	غمرمطورو التنقيط	الكايا، كافور، توت، الأكسيا، الجاتروفا
أسوان	وادى العلاقى	٥٥٠	التنقيط	الكايا، كافور، الترمينياليا
	نصر النوبة	١٠٠	التنقيط	الكايا، الأكسيا، الكافور، الترمينياليا
	بلانه	١٢٣٥	التنقيط	الكايا، الأكسيا، الكافور، الترمينياليا
	ادفو	٣٠٠	التنقيط	الكايا
البحر الأحمر	الغردقة	٢٠٠	التنقيط	الكازوارينا، والكايا
الوادي الجديد	**باريس**	٢٠٠	التنقيط	السرو، الأكسيا، الصنوبريات، الكازوارينا
	موط	٧٠٠	التنقيط	الترمينياليا
	خارجة	٤٠٠	غمر مطور	كايا، الترمينياليا، الكافور، الاثل، الكازوارينا
شمال سيناء	العريش	٢٠٠	التنقيط	الكايا
جنوب سيناء	نوبيع	٢٠٠	التنقيط	الكازوارينا، والكايا
	طور	٢٠٠	التنقيط	التوت، الحور، الكازوارينا، الكافور
	شرم الشيخ	٦٠	التنقيط	الكايا، الجاتروفا
الإجمالى		**١١١٩٥**		

المصدر: وزارة البيئة، جهاز شؤون البيئة، ٢٠١٩.

المصادر والمراجع

أولا – المصادر:

١. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات البيئية الجزء الثاني، الجودة البيئية والطاقة، مرجع رقم ٧١-٢٢٣٠، ٢٠٢٠.

٢. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات المياه النقية والصرف الصحي، مرجع رقم ٧١-٢١١١١، يونيو ٢٠٢٠.

٣. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاءات الري والموارد المائية، مرجع رقم ٧١-٢٠١٢/٢٢١٢٦، عام ٢٠١٢.

٤. مجلس الوزراء، مركز دعم واتخاذ القرار، الإصدار الثاني عشر الخاص بوصف مصر بالمعلومات، ٢٠٢١.

٥. مركز بحوث الصحراء، شعبة البيئة وزراعات المناطق الجافة، الجوجوبا شجرة الصحة والجمال، نشرة فنية رقم (٢٠)، ٢٠١٧.

٦. منظمة الصحة العالمية المكتب الإقليمي لشرق المتوسط المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة، إرشادات في تصميم وتشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة، عمان-الأردن، ٢٠٠٤.

٧. وزارة الموارد المائية والري، إستراتيجية تنمية وإدارة الموارد المائية حتى عام ٢٠٥٠، ٢٠١٦.

٨. وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، مركز بحوث الإسكان والبناء، الكود المصري لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالج في مجال الزراعة، ٢٠٠٥.

ثانيا – المراجع العربية:

٩. أحمد عبد القوى، الاستخدام الاقتصادي والبيئي لمياه الصرف الصحي في مصر رؤية جغرافية، المؤتمر الأول للتعليم من أجل التنمية المستدامة في المملكة العربية السعودية، الجغرافية من أجل التنمية المستدامة لرؤية ٢٠٣٠، الجمعية الجغرافية السعودية، ٢٠١٨.

١٠. أحمد كمال أحمد، اقتصاديات إنتاج وتكاليف الغابات الخشبية في مصر باستخدام مياه الصرف الصحي المعالج، ماجستير، كلية الزراعة، جامعة عين شمس، ٢٠١٧.
١١. أحمد معوض، ندوة بعنوان إعادة استخدام المياه من أجل تحقيق التنمية المستدامة، نقابة المهندسين المصرية، ديسمبر، ٢٠٢١.
١٢. الرشيدي فهد سعد، معالجة مياه الصرف الصحي واستخداماتها في الكويت، مجلة الشريعة والدراسات الإسلامية، جامعة الكويت، مجلس النشر العلمي، المجلد ٢٢، العدد ٧٠، ٢٠٠٧.
١٣. إيمان طه إسماعيل على حسن، تعديل خريطة مصر الزراعية في ضوء مواردنا المائية واحتياجاتنا الغذائية، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٦٧، ٢٠١٦.
١٤. خالد محمود أبوزيد، نحو إستراتيجية وطنية لإعادة استخدام المياه ٢٠٣١، نقابة المهندسين المصرية، ديسمبر، ٢٠٢١.
١٥. رحاب عطية محمد، دراسة اقتصادية للاستخدام الآمن والمستدام للمياه غير تقليدية في إقامة الغابات الصناعية، المجلد الثالث والعشرون، العدد الرابع، الجمعية المصرية للاقتصاد الزراعي، ٢٠١٣.
١٦. زينب أحمد علي سلوم، التقويم الجغرافي البيئي لمحطات معالجة الصرف الصحي بمدن محافظة المنوفية "دراسة في جغرافية الحضر"، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٧١، (ج٢)، ٢٠١٨.
١٧. سماح محمد إبراهيم، وإبراهيم علي يونس، مواصفات مياه الصرف الصحي المعالجة وإمكانية إعادة استخدامها وتدويرها في أغراض الري، مجلة العلوم والدراسات الإنسانية، كلية الآداب والعلوم، جامعة بنغازي، العدد ٤٨، ٢٠١٨.
١٨. محمد عادل الدين مصطفي كامل، الآثار الاقتصادية والبيئية لاستخدام مياه ذات نوعية منخفضة في الزراعة المصرية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية زراعة، جامعة عين شمس، ٢٠٠٢.

١٩. محمد كامل ريحان وآخرون، الجدوى الاقتصادية لإنتاج الوقود الحيوي من الجاتروفا في مصر، مجلة العلوم البيئية، مجلة العلوم البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، المجلد ٤١، الجزء الأول، جامعة عين شمس ٢٠١٨.
٢٠. محمد محمد حافظ، الآثار الاقتصادية للإدارة المتكاملة للموارد المائية بالأراضي الجديدة، المؤتمر العربي جول إدارة الأراضي والمياه من أجل التنمية الزراعية المستدامة، كلية الزراعة، جامعة المنصورة، ٢٠٠٧.
٢١. محمد نصر الدين علام، وآخرون المياه والزراعة في مصر الحاضر والمستقبل، المكتبة الأكاديمية، ٢٠١٠.

ثالثاً – المراجع غير العربية:

22. Adel M. Ghanem "The Economic Dimension of the consumption of chemical fertilizers in Saudi Agriculture , Egyptian Journal of
23. Eman Salem El- Batran , Economic Study for the production of Jojoba in Egypt , Alex. J. Agric. Sci., Vol. 65, No. 1, 2020.
24. Evine, A.D., Asano, T.. 'Recovering sustainable water from wastewater'. Environmental Science and Technology, Vol. 38, No. 28, 2004.
25. Gaballa,M, and Mohsen," Waste water treatment Egypt" water policy reform project (WPRP)report, No. 34. Appendix 2001.
26. McKenzie, C. (2005). 'Wastewater reuse conserves water and protects waterways'. The National Environmental Services Center (NESC). Available at: www.nesc.wvu.edu/ndwc/articles/OT/WI٠٥/reuse
27. Yunfang Liu, Zihong Zhang, Study of Its Adsorption of Heavy Metal Ions in Water, Journal of Coastal Research, Special Issue 83, 2018.
28. World Bank, Reuse of water in agriculture, A Guide for planners ' water and Sanitation program, Report No. 6. Washington, DC, 2004.
29. Susanne M. Scheierling. Carl Bar tone ,etal ,improving wastewater use in agriculture, World Bank, 2015.

Geographical dimensions of wastewater treatment as an entry point for water resources development in Egypt

ABSTRACT

The importance of the research topic lies in the fact that the volume of traditional water resources available in Egypt is fixed and limited, the demand for water is constantly increasing due to population increase Therefore, the study of treated wastewater, as one of the unconventional water resources in Egypt from the geographical perspective, is of great importance in light of the shortage of water resources in Egypt.

This research focuses on how to develop the non-traditional water resources available in Egypt represented in wastewater with the aim of developing the Egyptian water resources, Hence, wastewater treatment and reuse contributes to alleviating this problem.

The research relied on data from the Ministry of Water Resources and Irrigation, the Ministry of Agriculture and Land Reclamation, the Central Agency for Public Mobilization and Statistics, the Council of Ministers' Decision Support and Decision-Making Center, the Food and Agriculture Organization of the World, and field visits.

The research aims to study treated wastewater and its development, and the available volume of it. The research also aims to highlight the importance of reusing low-quality water represented in wastewater as an important non-conventional water resource in Egypt, and what it can contribute to bridging the water gap.

The research aims to study treated wastewater and its development, and the available volume of it. The research also aims to highlight the importance of reusing low-quality water represented in wastewater as an important non-traditional water resource in Egypt, and what it can contribute to bridging the water gap Between supply and demand in Egypt.

The research also focused on studying the geographical distribution of wastewater treatment plants in Egypt, their design and actual capacity, the type and levels of sewage treatment, shedding light on the current uses of treated sewage water, and highlighting the economic and environmental importance of using treated sewage water in Egypt.

Key Words: The non-traditional water resources, wastewater treatment, wastewater treatment plants, tree forests, desert back.