وزارة الزراعة واستصلاح الاراضى
مركز البحوث الزراعية
معهد بحوث الاقتصاد الزراعى
قسم بحوث التمويل والتعاون الزراعى

دراسة الخطة البحثية
لعام 2022/7/1-2023/6/30
الرقم الكودى
3-1-6-2-9

دراسة اقتصادية لدور الاستثمار فى مشروعات الصرف الصحى المعالج واثر ذلك على القطاع الزراعى

إعـداد

د/ يحي عبد الرحمن يحى — الباحث الرئيسى
د/ دوعاء ممدوح سليمان — الباحث المناوب

تحت اشراف

د/ دوعاء ممدوح سليمان
رئيس قسم بحوث التمويل والتعاون الزراعى

يناير 2023

محتويات الدراسة

الموضوع	رقم الصفحة
المستخلص الانجليزى	3
الملخص العربى	4
مقدمة الدراسة	8
مشكلة الدراسة	9
هدف الدراسة	10
الطريقة البحثية ومصادر البيانات	11
الباب الاول : الاستعراض المرجعى و الاطار النظرى	13
الفصل الاول : الاستعراض المرجعى	13
الفصل الثانى : الاطار النظرى	20
الباب الثانى : الوضع الراهن للموارد المائية فى مصر	27
الفصل الاول : المصادر المائية الرئيسية واستخداماتها	27
الفصل الثانى : الوضع الحالى لمعالجة مياه الصرف الصحى فى مصر	34
الباب الثالث : الاستثمار فى مياه الصرف المعالج واثره على القطاع الزراعى المصرى	41
الفصل الاول : استخدام مياه الصرف المعالج في الزراعة الفرص والتحديات	41
الفصل الثانى : دراسة حالة محطة معالجة مياه الصرف الصحى بمدينة 6 اكتوبر	51
النتائج	57
التوصيات	58
المراجع	59

Abstract

Egypt is suffering from water scarcity and tried to pursue a package of policies to decrease the water deficit, by using unconventional resources like treated wastewater. Wastewater is 6.9 billion m3/year, the total of treated sewage is 5.1 billion m3 in 2019/20. The wastewater reuse potential in agriculture is 1 billion m3/year which leads us to question: What is the economic return on the use of treated sewage to reduce the water deficit and achieve targeted development? This paper aims to identify the value of investment projects in the sewage treatment sector and determine the cost and returns of treated wastewater in Agriculture by using (CBA) approach and indicators of financial analysis. The results prove that the binary stage is a commitment to the state and its responsibility to preserve the environment, the ratio of reuse of sewage to the total cost of wastewater treatment is 12%, while the ratio of the cost of compulsory treatment to the state to the total cost of wastewater treatment is 88%. It is expected that value add will increase and the benefits will be 22.5 billion L.E. The paper recommends encouraging investors to the wastewater treatment sector by setting up treatment units on their farms. NPV for the project is 388.71 Million L.E which means the project is greater than its cost, profitable, and, if the firm accepts the project, then the value of the firm would increase. PI for the project equals 1.2 Million L.E which means the investment in this project would be profitable and should be implemented and IRR is 16.4%, It is greater than the rate of cost of capital 14%, then investment in the concerned project would be profitable

الملخص

تعد ندرة الموارد المائية واختلال التوازن بين العرض والطلب اهم سمات واقع الموارد المائية فى مصر الان فعلى الرغم من وجود نهر النيل الذى يخترق مصر من اقصى جنوبها الى الشمال الا ان مصر تعتبر من افقر الدول فى الموارد المائية بل ومن اقلها من حيث متوسط نصيب الفرد من المياه المتجددة سنويا 800 م3 سنوياً ، فوجودها ضمن حزام الاراضى القاحلة والجافة بالمنطقة العربية والذى يقدر متوسط نصيب الفرد بها من المياه المتجددة سنويا بنحو 10% من المعدل العالمى ، بالاضافة الى التغيرات المناخية والتى ادت الى تناقص الامطار السنوية وارتفاع درجات الحرارة .على الرغم من ان مصر فى الخمسينات كانت مكتفية ذاتيا من المياه الا ان قطاع المياه فى مصر يتسم بالندرة وزيادة الطلب بسبب النمو السكانى والانشطة الاجتماعية والاقتصادية ذات الصلة وتعتمد مصر بشكل شبه كامل على نهر النيل كمورد رئيسى للمياه بنسبة بلغت 97% وتشترك مع مصر 10 بلدان فى مياه النيل مما يجعل مصر تتأثر بشدة بحكم موقعها عند المصب بالتطورات التى تحدث فى المنبع حيث تعانى مصر من عجز مائى يصل الى 54 مليار متر مكعب من المياه سنويا. ومن ثم اصبحت مصر احد الدول التى تعانى من الشح المائى وهو وفقا لتعريف Falkenmark انعدام الامن المائى وهى الدول التى تحصل على (500–1000) متر مكعب سنويا للفرد. اى انها دول غير قادرة على تحقيق الامن الغذائى و انتاج المحاصيل النقدية وتوفير احتياجات الاسر المعيشية و قطاع الصناعة . وقد حاولت مصر اتباع حزمة من السياسات لتوفير الاحتياجات الغذائية للسكان منها: التوسع الافقى والرأسى ، وتقنين زراعة بعض المحاصيل الاستراتيجية مثل الارز و القصب والبرسيم و الكتان والموز ذات العائد الاقتصادى والميزة النسبية ، الا ان تلك السياسات واجهت تحديات عديدة من اهمها تناقص مورد المياه مما يجعل مصر معرضة لان تكون ضمن دول الشح المطلق و يتطلب منها بذل الكثير من الجهد لمواجهة انعدام الامن المائى ، وذلك من خلال اللجوء الى بدائل مائية جديدة للرى بجانب المصادر الحالية لمواجهة احتياجاتها المستقبلية من المياه خاصة وان تزايد الاعتماد على المياه الجوفية ادى الى وصولها الى مستوى ادنى من الحدود الاقتصادية ، وان نسبة المياه المجمعة من خلال تقنيات جمع المياه تقدر بنحو 1.5 % من اجمالى 15 مليار م3 سنويا من مياه الامطار التى تسقط على مصر .

لذلك من الضروري الآن البحث عن المزيد من الموارد المائية الإضافية ومنها الموارد غير التقليدية ويمكن تحقيق ذلك عن طريق إعادة استخدام مياه الصرف ، وزياة كفاءة المياه من خلال زيادة الغلة لكل وحدة من المياه المستخدمة . وفقا للبيانات الرسمية الحالية ، يقدر اجمالى مياه الصرف الصحي بنحو 6.9 مليار متر مكعب / سنويا وبلغ اجمالى المعالج منها نحو 5.1 مليار متر مكعب عام 2020/2019 . على الرغم من ان اجمالى الطاقة الفعلية لمحطات الصرف المعالج تقدر بنحو 12.1 مليار متر مكعب/ سنويا وحاليا ما يتم اعادة استخدامه فى الزراعة يقدر بنحو 1 مليار متر مكعب / سنويا. يوجد الان فى مصر أكثر من 455 محطة معالجة مياه الصرف الصحي 2020/2019. حيث تزايد معدل التغطية الحضرية للصرف الصحي تدريجياً من 56٪ في عام

2004 إلى 65٪ في كل أنحاء مصر 2020/2019 بالإضافة إلى ذلك ، هناك إعادة استخدام كبيرة للمياه العادمة تقدر ما بين (2.8 – 4) مليون متر مكعب. تتم بصورة غير رسمية ولا تستطيع الدولة احكام السيطرة عليها مما يشكل تهديدا كبيرا لذا يجب على الدولة وضع اللوائح والتشريعات المناسبة وردع المخالفين حتى لا تنخفض جودة مياه الصرف وتصبح مصدر خطر . ومن ثم تقوم استراتيجية إعادة استخدام النفايات السائلة المعالجة في مصر على ركيزة أن مياه الصرف الصحي المعالجة بشكل مناسب هي مورد ثمين . ومن ثم قامت وزارة الاسكان و هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة مؤيدة بموافقة سبع لجان فنية متخصصة باصدار قانون إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة فيما يعرف بالكود المصرى

وفى ظل ارتفاع تكلفة تحلية مياه البحار بما يجعل استغلالها فى الزراعة امر غير ذو جدوى اقتصادية فان ذلك يدفع الى البحث عن مصادر اخرى للمياه او تطوير مصادر موجودة بتكلفة اقل ومن ثم فان البديل الاخر هو اعادة تدوير المياه المستخدمة اى معالجة مياه الصرف الصحى واستخدامها فى الزراعة

يعد استخدام مياه الصرف الصحي أحد أكثر البدائل استدامة لمواجهة نقص المياه. والتى سيكون له العديد من المزايا منها سد الفجوة بين العرض والطلب ، ووقف تلوث موارد المياه العذبة ، وتوفير حل سليم لندرة المياه وتغير المناخ ، والمساعدة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة ، وقد حاولت مصر االتأقلم مع قضايا نقص المياه ، حيث وضعت كل من وزارة الموارد المائية ، و وزارة الري خطة وطنية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي كآلية رئيسية لمواجهة ذلك النقص الا انه وحتى الان ، لايزال نسبة المناطق الريفية المغطاه بخدمات الصرف الصحى لا تتجاوز 4% وبمستوى معالجة دون المستوى الامثل للمعالجة بالاضافة الى قيام غالبية القرى والمناطق الريفية بتفريغ مياه الصرف المنزلية مباشرة في المجاري المائية مما يؤدى لزيادة تلوث المياه وتدهور الاوضاع الصحية للسكان.

ومن ثم تم اصدار الكود المصرى لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة حيث يحدد الكود مياه الصرف الصحي ويصنفها وفقا لمستوى المعالجة ، كما يحدد مستوى الملوثات القصوى لكل درجة ، و المحاصيل التي يمكن ريها مع كل درجة. مما يدفعنا للتساؤل:

ما هي احتمالات و امكانات استخدام موادر المياه غير التقليدية من أجل زراعة أفضل ؟

ما السبب وراء استخدام مياه الصرف المعالج فى الزراعة بشكل محدود ؟

ما المردود الاقتصادى لاستخدام مياه الصرف الصحى المعالج كوسيلة لخفض العجز المائى وتحقيق التنمية المستدامة المستهدفة ؟

تعزى أهمية هذا البحث الى وجود العديد من الدراسات التي تناولت استخدام مياه الصرف الصحي المعالج في الزراعة من الجوانب الفنية والبيئية الا انها لم تتطرق الى الجانب الاقتصادى ومدى الجدوى الاقتصادية للاستثمار فى تلك المشروعات بشكل عام وفى مصر بوجه خاص

ومن ثم استهدفت الدراسة التعرف على المتاح للاستخدام من مورد المياه من مصادره المختلفة ، اهم مؤشرات الامن والميزان المائى وحجم الفجوة المائية ، احتياجات القطاع الزراعى من المياه التوزيع الجغرافى لمحطات الصرف المعالج ، تحديد قيمة وعدد المشاريع الاستثمارية في قطاع معالجة مياه الصرف الصحي وتحديد التكلفة والعوائد لاستخدام مياه الصرف المعالج في قطاع الزراعة باستخدام منهج تحليل التكلفة والعائد (CBA) ومؤشرات التحليل المالي.

اعتمدت الدراسة على البيانات الحكومية الثانوية المنشورة حيث استمدت البيانات الأساسية من موقع الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء ، على شبكة المعلومات الدولية (الانترنت). و البيانات الأولية من خلال دراسة حالة لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى بغرب 6 أكتوبر محافظة الجيزة بالإضافة للدراسات والأبحاث المرتبطة بموضوع البحث . وقد اعتمد البحث على الأسلوب التحليلي من الناحيتين الوصفية والكمية حيث أمكن استخدام أدوات التحليل فى العرض والتوصيف لمتغيرات البحث و أيضاً فى التحليل والتقدير للعلاقات بين المتغيرات التى تستهدفها الدراسة، حيث تم الاستعانة باسلوب تحليل المنافع والتكاليف

استخدام منهج تحليل التكلفة والعائد فى تحديد جدوى نشاط معالجة مياه الصرف الصحى كأساس لاجراء التوسع فى هذا النشاط او اقامة استثمارات جديدة .وقد تم اختيار هذا المنهج باعتباره يتضمن المعايير المركبة التى تربط بين الاهداف الوطنية والاجتماعية والاقتصادية الامر الذى يمكن من اختيار او تفضيل تلك البرامج الاستثمارية التى تحقق اقصى قدر من الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية

وتعتمد مصر بشكل كامل على نهر النيل كمصدر رئيسيى للمياه بنسبة 97% وبذلك اصبحت مصر احد الدول التى تعانى من ندرة المياه وبدراسة توزيع الموارد المائية على الاستخدامات المختلفة تبين ان قطاع الزراعة يأتى فى المرتبة الاولى من حيث الاستهلاك بنسبة بلغت 78% يليه قطاع الشرب والاستخدامات الصحية 13.5%

بلغ اجمالى الاستثمار على مشروعات الصرف الصحى المعالج فى مصر حوالى 2.61 مليار جنيه عام 2020/2019 مقارنة بنحو 386.6 مليون جنيه عام 2016/2015 بنسبة تغير بلغت 574% مما يدل على مدى الاهتتمام الذى توليه مصر بمشروعات توصيل المياه النقية واستغلال مياه الصرف الصحى المعالج كمورد اقتصادى متجدد . والذى يمكن ان يسهم بشكل فعال فى خفض العجز المائى وتحقيق اهداف التنمية المستدامة ،وقد بلغ اجمالى الاستثمار الموجه لمشروعات الصرف الصحى فى المجتمعات العمرانية الجديدة حوالى 41 مليون جنيه عام 2019/ 2020 وتتركز تلك الاستثمارات فى مناطق النوبارية ، 15 مايو ، اكتوبر ، السادات ، المنيا الجديدة بقيمة بلغت حوالى 13 ، 10 ، 8 ، 2 ، 12 مليون جنيه على التوالى عام 2020/2019

وتشير الدراسات الى ان بعض المستثمرين فى القطاع الزراعي قد انشأو وحدات خاصة لمعالجة مياه الصرف الصحى داخل مزارعهم لتوفير مصدر رى دائم نظرا لعدم ملائمة المياه الجوفية المتاحة للرى فى بعض المناطق المستصلحة حديثاً وعدم وجود مصدر دائم للمياه فى المزرعة .

يقدر اجمالى التكاليف الفعلية لانتاج وتوزيع المياه فى حال التحول نحو المياه المعالجة ثلاثيا بنحو 2.81 مليار جنيه ، ومن ثم فان العائد المالى المباشر للدولة نتيجة التحول واستغلال المياه المعالجة فى الانتاج الزراعي بنحو 8.71 مليار جنيه مما يمثل قيمة مضافة لاقتصاد الدولة ومشاريعها التنموية

ومن المتوقع ان تزداد القيمة المضافة للمشروع بعد افتتاح المحطة الثانية بمحطة اكتوبر فى عام 2022 بحيث تصبح الطاقة الانتاجية لمياه الصرف الصحى المعالج بنحو 300 الف م3 / يوم ومن ثم يكون العائد المتوقع 19.71 مليار جنيه . وبالتالى فان العائد المباشر لصالح الدولة يقدر بنحو 22.5 مليار جنيه . كما بلغ صافى القيمة الحالية للمشروع نحو 388.71 مليون جنيه مما يعنى ان عوائد المشروع اكبر من التكاليف وبالتالى فهو مشروع مربح واذا قبلت الشركة به فستزداد قيمتها ، كما بلغ معدل ربحية المشروع نحو 1.2 مليون جنيه مما يعنى ان الاستثمار فى المشروع سيكون مربحا ويجب تنفيذه كما بلغ معدل العائد الداخلى حوالى 16.4% وهو بذلك اكبر من معدل تكلفة راس المال المقدر بنحو 145 مما يشير الى ان الاستثمار فى هذا المشروع سيكون مجدياً اقتصادياً.

ومن النتائج السابقة توصى الدراسة بما يلى :

1) ضرورة زيادة حجم الاستثمارات المنفذة فى مشروعات معالجة مياه الصرف الصحى
2) التوسع فى انشاء محطات المعالجة الثلاثية وتحديث المحطات الاولية لتكون محطات ثنائية وثلاثية لخفض الاستهلاك الزراعى من المياه العذبة من المصادر التقليدية .
3) جذب الاستثمار الخاص الى قطاع معالجة مياه الصرف الصحى واعادة استخدامها فى الزراعة من خلال تشجيع المستثمرين على اقامة وحدات معالجة فى مزارعهم وذلك بتقديم حوافز استثمارية للوحدات المنفذة ، بالاضافة الى السماح للقطاع الخاص بالمشاركة فى انشاء وحدات معالجة ثلاثية مع قيام الدولة بتحديد شروط وحقوق ومدة الاستغلال وسعر بيع المياه للمنتفعين مما يسهم فى عدم تحمل الدولة لمزيد من الاعباء المالية .
4) بدء حملة ترويجية لتهيئة وتعبئة الرأى العام لتعريف باهمية مشروعات معالجة الصرف الصحى واستخدام مخرجتها فى الزراعة ،وعدم وجود اى تأثير ضار بالصحة العامة ، مع التوضيح للفئات المستهدفة (المزارعين) مزايا استخدام مياه الصرف المعالجة على زيادة الانتاجية وتقليل كميات السماد المستخدمة فى الزراعة ومن ثم خفض التكاليف الانتاجية

المقدمة

تعد ندرة الموارد المائية واختلال التوازن بين العرض والطلب اهم سمات واقع الموارد المائية فى مصر الان فعلى الرغم من وجود نهر النيل الذى يخترق مصر من اقصى جنوبها الى الشمال الا ان مصر تعتبر من افقر الدول فى الموارد المائية بل ومن اقلها من حيث متوسط نصيب الفرد من المياه المتجددة سنويا 800 م3 سنوياً[1] ، فوجودها ضمن حزام الاراضى القاحلة والجافة بالمنطقة العربية والذى يقدر متوسط نصيب الفرد بها من المياه المتجددة سنويا بنحو 10% من المعدل العالمى ، بالاضافة الى التغيرات المناخية والتى ادت الى تناقص الامطار السنوية وارتفاع درجات الحرارة . لذلك من الضروري الآن البحث عن المزيد من الموارد المائية الإضافية ومنها الموارد غير التقليدية ويمكن تحقيق ذلك عن طريق إعادة استخدام مياه الصرف ، وزياة كفاءة المياه من خلال زيادة الغلة لكل وحدة من المياه المستخدمة (المزيد من المحصول لكل قطرة) ، وزيادة قيمة المياه المستخدمة (المزيد من النقد لكل رشة)

من ناحية أخرى لا تزال إمدادات المياه غير كافية مع زيادة استهلاك المياه بنسبة 6.3٪. حيث يتم تصريف كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي غير المعالجة في نهر النيل والبحيرات والبحر الأبيض المتوسط تبلغ كمية المياه العادمة المعالجة 50٪ فقط من إجمالي مياه الصرف المنتجة في مصر ، ويستخدم ربع هذه الكمية فقط في الري

ويعد استخدام مياه الصرف الصحي أحد أكثر البدائل استدامة لمواجهة نقص المياه. لما له مزايا عدة منها سد الفجوة بين العرض والطلب ، ووقف تلوث موارد المياه العذبة ، وتوفير حل سليم لندرة المياه وتغير المناخ ، والمساعدة في تحقيق الأهداف الإنمائية للألفية.

وفقا للبيانات الرسمية الحالية ، يقدر اجمالى مياه الصرف الصحي بنحو 6.9 مليار متر مكعب / سنويا وبلغ اجمالى المعالج منها نحو 5.1 مليار متر مكعب عام 2020/2019 . على الرغم من ان اجمالى الطاقة الفعلية لمحطات الصرف المعالج تقدر بنحو 12.1 مليار متر مكعب/ سنويا وحاليا ما يتم اعادة استخدامه فى الزراعة يقدر بنحو 1 مليار متر مكعب / سنويا. يوجد الان فى مصر أكثر من 455 محطة معالجة مياه الصرف الصحي 2020/2019. حيث تزايد معدل التغطية الحضرية للصرف الصحي تدريجياً من 56٪ في عام 2004 إلى 65٪ في كل أنحاء مصر 2020/2019 بالإضافة إلى ذلك ، هناك إعادة استخدام كبيرة للمياه العادمة تقدر ما بين (2.8 – 4) مليون متر مكعب. تتم بصورة غير رسمية ولا تستطيع الدولة احكام السيطرة عليها مما يشكل تهديدا كبيرا لذا يجب على الدولة وضع اللوائح والتشريعات المناسبة وردع المخالفين حتى لا تنخفض جودة مياه الصرف وتصبح مصدر خطر . ومن ثم تقوم استراتيجية إعادة استخدام النفايات السائلة المعالجة في مصر على ركيزة أن مياه الصرف الصحي المعالجة بشكل مناسب هي مورد ثمين . ومن ثم قامت وزارة الاسكان و هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة مؤيدة بموافقة سبع لجان فنية متخصصة باصدار قانون إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة فيما يعرف بالكود المصرى .

([1]) التقرير الاقتصادى العربى الموحد" الفصل الثالث: الزراعة" ، الجامعة العربية ، 2020

مشكلة الدراسة

على الرغم من ان مصر فى الخمسينات كانت مكتفية ذاتيا من المياه الا ان قطاع المياه فى مصر يتسم بالندرة وزيادة الطلب بسبب النمو السكانى والانشطة الاجتماعية والاقتصادية ذات الصلة وتعتمد مصر بشكل شبه كامل على نهر النيل كمورد رئيسى للمياه بنسبة بلغت 97% [1] وتشترك مع مصر 10 بلدان فى مياه النيل مما يجعل مصر تتأثر بشدة بحكم موقعها عند المصب بالتطورات التى تحدث فى المنبع حيث تعانى مصر من عجز مائى يصل الى 54 مليار متر مكعب من المياه سنويا[2]. ومن ثم اصبحت مصر احد الدول التى تعانى من الشح المائى وهو وفقا لتعريف Falkenmark انعدام الامن المائى [3] وهى الدول التى تحصل على (500–1000) متر مكعب سنويا للفرد [4]. اى انها دول غير قادرة على تحقيق الامن الغذائى و انتاج المحاصيل النقدية وتوفير احتياجات الاسر المعيشية و قطاع الصناعة . وقد حاولت مصر اتباع حزمة من السياسات لتوفير الاحتياجات الغذائية للسكان منها: التوسع الافقى والرأسى ، وتقنين زراعة بعض المحاصيل الاستراتيجية مثل الارز و القصب والبرسيم و الكتان والموز ذات العائد الاقتصادى والميزة النسبية ، الا ان تلك السياسات واجهت تحديات عديدة من اهمها تناقص مورد المياه مما يجعل مصر معرضة لان تكون ضمن دول الشح المطلق مما يتطلب منها بذل الكثير من الجهد لمواجهة انعدام الامن المائى ، وذلك من خلال اللجوء الى بدائل مائية جديدة للرى بجانب المصادر الحالية لمواجهة احتياجاتها المستقبلية من المياه خاصة وان تزايد الاعتماد على المياه الجوفية ادى الى وصولها الى مستوى ادنى من الحدود الاقتصادية ، وان نسبة المياه المجمعة من خلال تقنيات جمع المياه تقدر بنحو 1.5 % من اجمالى 15 مليار $م^3$ سنويا من مياه الامطار التى تسقط على مصر .

وفى ظل ارتفاع تكلفة تحلية مياه البحار بما يجعل استغلالها فى الزراعة امر غير ذو جدوى اقتصادية فان ذلك يدفع الى البحث عن مصادر اخرى للمياه او تطوير مصادر موجودة بتكلفة اقل ومن ثم فان البديل الاخر هو اعادة تدوير المياه المستخدمة اى معالجة مياه الصرف الصحى واستخدامها فى الزراعة

يعد استخدام مياه الصرف الصحي أحد أكثر البدائل استدامة لمواجهة نقص المياه. والتى سيكون له العديد من المزايا منها سد الفجوة بين العرض والطلب ، ووقف تلوث موارد المياه العذبة ، وتوفير حل سليم لندرة المياه وتغير المناخ ، والمساعدة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة ، وقد حاولت مصر التأقلم مع قضايا نقص المياه ، حيث وضعت كل من وزارة الموارد المائية ، و وزارة الري خطة وطنية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي كآلية رئيسية

(1) Egypt, Ministry of Planning, Monitoring and Administrative Reform, 2018, p. 34
(2) Egypt, Ministry of Water Resources and Irrigation, 2018
(3) Malin Falkenmark, The Massive Water Scarcity Now Threatening Africa: Why Isn't It Being Addressed?, AMBIO, Springer , Vol 18, No 2, 1989
(4)ESCWA , Moving Towards Achieving Water Security Arab Region , 2019

لمواجهة ذلك النقص الا انه وحتى الان ، لايزال نسبة المناطق الريفية المغطاه بخدمات الصرف الصحى لا تتجاوز 4% وبمستوى معالجة دون المستوى الامثل للمعالجة بالاضافة الى قيام غالبية القرى والمناطق الريفية بتفريغ مياه الصرف المنزلية مباشرة في المجاري المائية مما يؤدى لزيادة تلوث المياه وتدهور الاوضاع الصحية للسكان.

ومن ثم تم اصدار الكود المصرى لإعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الزراعة حيث يحدد الكود مياه الصرف الصحي ويصنفها وفقا لمستوى المعالجة ، كما يحدد مستوى الملوثات القصوى لكل درجة ، و المحاصيل التي يمكن ريها مع كل درجة. مما يدفعنا للتساؤل:

ما هي احتمالات و امكانات استخدام موادر المياه غير التقليدية من أجل زراعة أفضل ؟

ما السبب وراء استخدام مياه الصرف المعالج فى الزراعة بشكل محدود ؟

ما المردود الاقتصادى لاستخدام مياه الصرف الصحى المعالج كوسيلة لخفض العجز المائى وتحقيق التنمية المستدامة المستهدفة ؟

هدف الدراسة

ترجع أهمية الدراسة الى وجود العديد من الدراسات التي تناولت استخدام مياه الصرف الصحي المعالج في الزراعة من الجوانب الفنية والبيئية الا انها لم تتطرق الى الجانب الاقتصادى ومدى الجدوى الاقتصادية للاستثمار فى تلك المشروعات بشكل عام وفى مصر بوجه خاص

ومن ثم استهدفت الدراسة الى التعرف على المتاح للاستخدام من مورد المياه من مصادره المختلفة ، اهم مؤشرات الامن والميزان المائى وحجم الفجوة المائية ، احتياجات القطاع الزراعى من المياه التوزيع الجغرافى لمحطات الصرف المعالج ، تحديد قيمة وعدد المشاريع الاستثمارية في قطاع معالجة مياه الصرف الصحي وتحديد التكلفة والعوائد لاستخدام مياه الصرف المعالج في قطاع الزراعة باستخدام منهج تحليل التكلفة والعائد (CBA) ومؤشرات التحليل المالي.

الطريقة البحثية ومصادر البيانات

اعتمدت الدراسة على البيانات الحكومية الثانوية المنشورة حيث استمدت البيانات الأساسية من موقع الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء ، على شبكة المعلومات الدولية (الانترنت). و البيانات الأولية من خلال دراسة حالة لمحطة معالجة مياه الصرف الصحى بغرب 6 أكتوبر محافظة الجيزة بالإضافة للدراسات والأبحاث المرتبطة بموضوع الدراسة .

وقد اعتمدت الدراسة على الأسلوب التحليلي من الناحيتين الوصفية والكمية حيث أمكن استخدام أدوات التحليل فى العرض والتوصيف لمتغيرات البحث و أيضاً فى التحليل والتقدير للعلاقات بين المتغيرات التى تستهدفها الدراسة، حيث تم الاستعانة باسلوب تحليل المنافع والتكاليف

استخدام منهج التكلفة والعائد الاجتماعى فى تحديد جدوى نشاط معالجة مياه الصرف الصحى كأساس لاجراء التوسع فى هذا النشاط او اقامة استثمارات جديدة .وقد تم اختيار هذا المنهج باعتباره يتضمن المعايير المركبة التى تربط بين الاهداف الوطنية والاجتماعية والاقتصادية الامر الذى يمكن من اختيار او تفضيل تلك البرامج الاستثمارية التى تحقق اقصى قدر من الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية . وفى ضوء تحليل جدوى اعادة استخدام مياه الصرف الصحى سيتم وضع خيارات بديلة فيما يتعلق باستخدام هذه النوعية من المياه حيث تواجه كافة المؤسسات سواء كانت كيانات تجارية أو هيئات حكومية ، مسؤلية اتخاذ قرار الاستثمار ولتحقيق ذلك تبحث عن افضل السبل لتحقيق ومتابعة اهدافها فى توجيه الاستثمار من خلال الاجابة على عدة تساؤلات من اهمها :
(ماذا افعل ...؟ وكيف افعل ... ؟ ومتى أفعل) وللاجابة على تلك الاسئلة تحتاج تلك المؤسسات الى اساليب التقييم لتحديد الخيار الافضل الذى يؤدى الى معظمة العائد ومن تلك الاساليب تحليل المنافع والتكاليف (CBA) هو طريقة لقياس وتقييم المزايا النسبية للمشروعات الاستثمارية العامة بهدف الوصول الى قرارات اقتصادية سليمة. مع الاخذ فى الاعتبار كافة الاثار المترتبة للمشروع على أفراد المجتمع .

تحليل المنافع والتكاليف (CBA)

يطلق عليه في بعض الأحيان **تحليل الفائدة والتكلفة**(BCA) ، وهو عبارة عن عملية منهجية يمكن من خلالها حساب فوائد وتكاليف مشروع أو قرار أو سياسة حكومية " المشروع " ما والمقارنة بينها.
ويهدف تحليل التكلفة والعائد الى :

- تحديد ما إذا كان قرار الاستثمار الذي تم اتخاذه سليماً او مجدى
- توفير أساس يمكن الاعتماد عليه في المقارنة بين المشروعات. وتُبنى هذه العملية على أساس المقارنة بين التكلفة الإجمالية المتوقعة لكل خيار في مقابل الفوائد الإجمالية المتوقعة، لمعرفة ما إذا كانت الفوائد تفوق التكاليف، وبأي كمية.

ويرتبط مفهوم تحليل التكلفة والفائدة بمفهوم تحليل فعالية التكاليف، ولكنه يختلف عنه في نفس الوقت.
ففي مصطلح تحليل التكلفة والفائدة، يتم التعبير عن العوائد والتكاليف بمصطلحات نقدية، ويتم ضبطها على القيمة الحالية للنقود، وبالتالي يتم التعبير عن كافة تدفقات العوائد وتكاليف المشروع بمرور الوقت على أساس مشترك من حيث" صافي القيمة الحالية الخاصة بها".

عملية تحليل التكلفة تحليل التكلفة والعائد

وتتمثل الخطوة الأولى في العملية في تجميع قائمة شاملة بجميع التكاليف والمنافع المرتبطة بالمشروع أو القرار. وينبغي أن تشمل التكاليف، التكاليف المباشرة وغير المباشرة والتكاليف غير الملموسة وتكاليف الفرص وتكاليف المخاطر المحتملة. وينبغي أن تشمل تحليل التكلفة العوائد جميع الإيرادات المباشرة وغير المباشرة والمنافع غير

الملموسة، ومن ثم يعتبر تحليل المنافع والتكاليف من الادوات الهامة والمفيدة في التخطيط واتخاذ القرار ، حيث يعتمد على مقارنة تحليل التدفقات النقدية الاستثمارية للمشروع بالعوائد النقدية للمشروع .

مؤشرات التقييم :

- **صافي القيمة الحالية (NPV):** هو الفرق بين المبالغ المستثمرة (التكاليف) و العوائد من الاستثمار (الايرادات) للمشروع بعد استخدام معدل الخصم خلال فترة ما

  ويتم استخدامه لتحديد مدى جدوى المشروع.

إذا كانت NPV> 0 ، فإن الإيرادات من المشروع تكون أكبر من تكلفته ، أي أن المشروع مربح ، وإذا قبلت الشركة المشروع ، فإن قيمة الشركة ستزيد.

إذا كانت NPV <0 ، فستكون تكلفة المشروع أكبر من إيراداتها ، يتم رفض المشروع.

إذا كانت NPV = 0 ، اذن تتعادل كل من إيرادات وتكلفة المشروع . ومن ثم قرار الشركة بالاستثمار محايد

- **مؤشر الربحية Profitability index (PI) :**

ويعرف أيضاً بنسبة الربح من الاستثمار PIR ، وبنسبة قيمة الاستثمار VIR

وهو عبارة عن نسبة العائد من الاستثمار من المشروع المقترح اى هو مقياس لمدى جاذبية المشروع للاستثمار

1. إذا كان معامل الربحية 1 < إذن المشروع مقبول
2. إذا كان معامل الربحية 1 > إذن المشروع مرفوض

- **معدل العائد الداخلي Internal rate of return (IRR) :**

هو معدل الخصم الذي يجعل القيمة الحالية للإيرادات المتوقعة التى تم الحصول عليها من مشروع استثماري يساوي القيمة الحالية من تكلفة المشروع. اى هو أسلوب تستخدمه الشركات لاتخاذ القرار حول مدى جدوى استثمار ما على المدى الطويل

و يعرف على أنه معدل الخصم الذي تكون نتيجة القيمة الحالية له تساوي صفر، وهو يفسر عادة بالأرباح المتوقعة الناتجة عن القرار الاستثماري. و بشكلٍ عام إذا كان المعدل أعلى من تكلفة رأس المال للمشروع فإنه يمثل بذلك قيمة مضافة للمشروع. حيث القيمة الحالية للتدفقات النقدية الواردة المتوقعة له تساوي القيمة الحالية للتدفقات النقدية الصادرة المتوقعة.

- **معدل العائد الداخلي المعدل :Modified Internal Rate of Return (MIRR)**

مقياس جاذبية الاستثمار. يتم استخدامه في الميزانية الرأسمالية لتصنيف الاستثمارات البديلة ذات الحجم المتساوي. ومن ثم هو مفهوم مشتق من معدل العائد (IRR) ، حيث يتلافى بعض مشكلات معدل العائد

الباب الأول

الاستعراض المرجعى والإطار النظري

يستهدف هذا الباب من الدراسة إلقاء الضوء على أهم النتائج والتوصيات والمعلومات و الاساليب البحثية التي تضمنتها الدراسات والبحوث العلمية التي أعدتها الجامعات والهيئات البحثية ذات الصلة بموضوع الدراسة ، وفقاً للتطور الزمنى و ذلك بهدف الاستفادة من المؤشرات و النتائج التى استخلصتها هذه الدراسات من جهة و اوجه النقص آو القصور بهدف التعرف على أهم النقاط التى لم يتم تناولها آو بحثها من قبل . و ذلك للاستفادة منها فى تقديم هذه الدراسة

كما يتطلب التحليل السليم لأي مشكلة اقتصادية في المقام الأول تحديده فى إطارها النظرى ثم وصفها لإلقاء الضوء على أبعادها وكشف النقاب عن مضمونها لذلك فقد قسمت الدراسة فى هذا الباب إلى فصلين يتناول الأول استعراضا لبعض الدراسات و البحوث السابقة وفقا للتطور الزمنى . بينما تناول الفصل الثانى الإطار النظرى ، حيث خصص لاستعراض بعض المفاهيم و الأساليب المرتبطة بالمدخل الكلي فى التحليل . والمفاهيم المرتبطة باستخدام مياه الصرف الصحى المعالج فى الزراعة .

الفصل الاول

الاستعراض المرجعي

يشير تقرير الوكالة الكندية للتنمية [1] عن مصر ان هناك إعادة استخدام كبيرة غير رسمية للمياه العادمة تتراوح بين (2.8-4) كم^3 . إعادة الاستخدام هذه لا تخضع لسيطرة الحكومة وتشكل تهديد وإذا لم يتم تطبيق اللوائح المناسبة ، فإن جودة مياه الصرف معرضة للخطر . تقوم استراتيجية إعادة استخدام النفايات السائلة المعالجة في مصر على أساس حقيقة أن مياه الصرف الصحي المعالجة بشكل مناسب هي مورد ثمين. الا انه وحتى الان لم يتم اعتماد أي إرشادات لإعادة الاستخدام في مصر ، الا ان هناك منشور وزارى قد صدر عام 1984 يحظر استخدام مياه الصرف لري المحاصيل ، إلا إذا تمت معالجتها وفقاً للمعايير المطلوبة لمياه الصرف الزراعي كما يحظر ري الخضروات التي تؤكل نيئة بمياه الصرف الصحي ، بغض النظر عن مستوى جودتها. وقد دعت وزارة الزراعة المصرية إلى تقييد إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لزراعة المحاصيل غير الغذائية مثل

(1) CIDA (Canadian International Development Agency), WaDImena (2008) Wastewater Reuse for Water Demand Management in the Middle East and North Africa

الأشجار الخشبية والأحزمة الخضراء في الصحراء لإصلاح الكثبان الرملية . الا انه وعلى الجانب الاخر فإن المزارعون يستخدمون مياه الصرف الصحى كمصدر لري جميع أنواع المحاصيل في حالة عدم توفر مياه الري البديلة.

اظهرت نتائج دراسة (Sheikh) [1] عن الاثار الاقتصادية والاجتماعية لاستخدام مياه الصرف الصحى المعالج فى الزراعة ان تسعير المياه المعاد تدويرها بشكل عام دائماً ما يكون أقل من مياه الشرب لتوفير حافز كبير للعملاء للتحول من المياه الصالحة للشرب إلى المياه المعاد تدويرها. حيث يتراوح مدى الخصم من 15٪ – 100٪ اى تقديم المياه المعاد تدويرها مجاناً للمستخدمين ، وذلك فى حال رغبة محطات المعالجة بعض الحالات من التخلص من المياه المعالجة فى اماكن موثوقة . الا ان المطالب الخاصة بتخفيض سعر المياه المعالجة يعتبر عائقاً عند تنفيذ هذا النوع من المشروعات نظراً لعدم القدرة على سداد تكاليف تنفيذ المشروع وتشغيله وصيانته . الا انه بسبب الفوائد الكبيرة لإعادة استخدام المياه للمجتمع والبيئة ، غالبًا ما تقدم الجهات الدولية الإعانات التحفيزية للحكومات المحلية للتغلب على هذه الاختلالات المالية

اكد (Corcoran , et al) [2] فى دراسته عن دور المياه العادمة فى تحقيق التنمية المستدامة ان إعادة استخدام المياه العادمة تؤدى إلى زيادة الإنتاج الزراعي في المناطق التي تعاني من نقص المياه ، مما يساهم في سلامة الغذاء

يرى (Ghunmi LA, et al)[3] انه من الضروري استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة أو المياه الرمادية كمصدر مياه موثوق به لإنتاج المحاصيل خاصة في البلدان التي تندر فيها المياه العذبة. حيث قد يساعد المحتوى الغذائي العالي لتلك النوعية من المياه العادمة في تقليل تكاليف الزراعة ، ويوفر وسيطاً مثالياً لتربية الأحياء المائية ، بالاضافة الى إمكانية تجديد احتياطيات المياه الجوفية .

(1) Sheikh, B. (2008). Socioeconomic aspects of wastewater treatment and water Reuse BT - Efficient management of wastewater. In: I. Al Baz, R. Otterpohl & C. Wendland (eds.) Efficient management of wastewater, Springer Berlin Heidelberg, 249–257.

(2) Corcoran, E.; Nellemann, C.; Baker, E.; Bos, R.; Osborn, D.; Savelli, H. (2010). sick water ? the central role of wastewater management in sustainable development.

([3]) Ghunmi LA, Zeeman G, Fayyad M, van Lier JB (2010) Grey water treatment in a series anaerobic – aerobic system for irrigation. Bioresour Technol 101(1):41–50

أوضحت نجلاء لطفى [1] ان استخدام مياه الصرف الصحي أحد أكثر البدائل استدامة لمواجهة نقص المياه. لما له من مزايا من اهمها سد الفجوة بين العرض والطلب ، ووقف تلوث موارد المياه العذبة ، وتوفير حل سليم لندرة المياه وتغير المناخ ، والمساعدة في تحقيق الأهداف الإنمائية للألفية مع مصر ، وقد وضعت وزارة الموارد المائية ، وزارة الموارد المائية والري خطة وطنية للموارد المائية ، مع إعادة استخدام مياه الصرف الصحي كآلية مركزية. وحاليا هناك أكثر من 200 محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي ، كما زادت التغطية الحضرية للصرف الصحي المحسن تدريجياً من 45٪ في عام 1993 إلى 56٪ في عام 2004. الا انه وبالرغم من ذلك ، لا تزال تغطية الصرف الصحي في المناطق الريفية منخفضة بشكل لا يصدق حيث تقدر بنحو 4٪ بالاضافة الى المعالجة دون المستوى الأمثل ، مما يؤدى إلى بعض مشاكل تلوث المياه وتدهور الظروف الصحية لأن غالبية القرى والمناطق الريفية تصرف مياه الصرف المنزلية الخام مباشرة في المجاري المائية. كما تتم ممارسة إعادة استخدام مياه الصرف الصحي على نطاق واسع جداً .

اشار كل من زيدان وداود [2] فى دراستهما عن استخدام الزراعي للمياه الهامشية فى الزراعة ان اختيار المحاصيل المناسبة للزراعة بالمياه المعالجة أمراً أساسياً لتحقيق الاستخدام الناجح للمياه المعالجة ، مثل المحاصيل الزيتية (الكانولا وعباد الشمس) والتى تعتبر محاصيل مناسبة للرى بالمياه المعالجة.

يشير التقرير الاقتصادى الافريقى [3] انه لا تزال إمدادات المياه غير كافية مع زيادة استهلاك المياه بنسبة 6.3٪. كما يتم تصريف كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي غير المعالجة في نهر النيل والبحيرات والبحر الأبيض المتوسط وتقدر كمية المياه العادمة المعالجة بنحو 50% من اجمالى مياه الصرف الصحى المنتجة في مصر ، ويستخدم ربع هذه الكمية فقط في الري [4]

(1) Naglaa Mohamed Lotfy ,(2011) Reuse of Wastewater in Mediterranean Region, Egyptian Experience, Waste Water Treatment and Reuse in the Mediterranean Region ,The Handbook of Environmental Chemistry, Vol. 14, Springer .

(2) Zidan, M., & Dawoud, M. (2013). Agriculture Use of Marginal Water in Egypt: Opportunities and Challenges (pp. 661–679)

(3) African Economic Outlook (2016) Sustainable cities and structural transformation, 15th edn. African Development Bank, Organization for Economic Co-operation and Development, United Nations Development Programme

(4) Lisa Gänsbauer (2015) Towards a water sensitive development strategy for Siwa Oasis. Master thesis, Ain Shams University, University of Stuttgart

وفى تقرير لمنظمة الاغذية والزراعة [1] اشار التقرير الى ان هناك حوالي 805 مليون شخص اى ما يقرب من تسع سكان العالم يعانون من الجوع ومع ذلك ، ووفقاً للتقديرات الاخيرة للمنظمة فإن الاتجاه المتناقص للجوع يعزز من إمكانية خفض عدد الأشخاص الذين يعانون من نقص التغذية إلى النصف. الا ان النجاح فى تحقيق ذلك يتطلب أولاً اعتماد نهج شامل يشمل الاستثمار العام والخاص بهدف زيادة الإنتاجية الزراعية ، بالإضافة إلى زيادة وتحسين توافر الموارد المائية وحماية الفئات الضعيفة.

اوضح البنا واخرون [2] فى دراستهم عن استخدام مياه الصرف الصحى المعالج فى مصر الفرص والتحديات ان إجمالي إنتاج المياه المكررة (مياه الأنابيب العذبة) من قبل محطات تكرير المياه المصرية قدر بنحو 8.9 مليون م^3 من حوالى 2706 محطة وذلك عام 2014/2015 ، وبالرغم من ان 4% فقط من سكان الدلتا والتى تعتبر مناطق ريفية يحصلون على مياه شرب عبر مواسير التوصيل الا ان نحو 4% من فقط يحصلون على نظام صرف صحى . ولا توجد اى بيانات دقيقة عن توليد المياه العادمة ومعالجتها واستخدامها وتوزيعها .
كما اوضحت النتائج ان كمية المياه المعالجة تمثل نحو 16.8 % ، 81.4 %، 1.8% لكل من المعالجة الاولية ، الثنائية ، الثلاثية على الترتيب من اجمالى مياه الصرف الصحى المعالج . ومثلت محافظات القاهرة والاسكندرية والجيزة اكثر من 60% من اجمالى مياه الصرف الصحى الناتجة عام 2014/2015 .

اوضحت (Maria Jaramillo., & Restrepo, I.) [3] نتائج الدراسة قيام منظمة الاغذية والزراعة عام 1999 ، بنشر المبادئ التوجيهية المقترحة بشأن إعادة الاستخدام الزراعي للمياه المعالجة ومتطلبات المعالجة ، والتى كان من ضمنها تصنيف نوع إعادة الاستخدام الزراعي للمياه على أساس نوع المحاصيل المروية ، وفي عام 2012 قامت وكالة حماية البيئة والوكالة الأمريكية للتنمية الدولية بتحديث المبادئ التوجيهية لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالج فى الزراعة . بهدف اجراء تحليلاً للاختلافات الإقليمية في إعادة استخدام المياه ، والتقدم في تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي ، وأفضل الممارسات لإشراك المجتمعات في مشاريع التخطيط ، وممارسات إعادة استخدام المياه الدولية والعوامل التي تدعم التوسع في إعادة استخدام المياه بشكل آمن ومستدام.
كما اكدت الدراسة ان المنافع الناتجة عن استخدام مياه الصرف الصحى المعالج فى الزراعة ان وفقا للوضع المحلى الراهن يمكن أن تكون هناك فوائد اخرى ترتبط بإعادة استخدام مياه الصرف المعالج او الصرف الزراعي

(1) FAO. (2015). The State of Food Insecurity in the World.
(2) Elbana, T. A., Bakr, N., & Elbana, M. (2019). Reuse of Treated Wastewater in Egypt: Challenges and Opportunities. Handbook of Environmental Chemistry, 75(May 2017), 429–453.
(3) Jaramillo, M. F., & Restrepo, I. (2017). Wastewater reuse in agriculture: A review about its limitations and benefits. Sustainability (Switzerland), 9(10)

هي التكلفة التي يتم تجنبها لاستخراج موارد المياه الجوفية . حيث تمثل تكلفة الطاقة المطلوبة لضخ المياه الجوفية نحو 65٪ من تكاليف أنشطة الري .

وقد اكد البنا واخرون [1] انه بوجه عام يمكن التوصية باستخدام مياه المعالجة فى الرى وذلك يرجع لتحسن اساليب معالجة مياه الصرف الصحي والرقابة المستمرة لمنع تراكم العناصر السامة والحفاظ على الأحمال الميكروبيولوجية ضمن المستويات المسموح بها في التربة والنباتات .

اوضح محجوب [2] ان استخدام المعالجة الثلاثية مثل الأكسدة (أي الأوزون) أو تقنيات الامتزاز (أي الكربون المنشط) لتعديل جودة مياه الصرف الصحي المعالجة لإعادة استخدامها في الزراعة يعتبر من التقنيات الجيدة والمقبول تطبيقها على نطاق واسع ، الا ان هذه التقنيات لا تزال غير قادرة على التطبيق الكامل في المجتمعات الضعيفة ، والتي ليس لديها محطات معالجة مياه الصرف الصحي المناسبة أو تفتقر إلى إمدادات الطاقة الكافية.

اكدت نتائج دراسة عطية [3] عن الموارد المائية غير التقليدية ان التدهور المستمر في جودة المياه ، والفجوة بين العرض والطلب آخذة في الاتساع ، والتباين فى توزيع المياه بين المناطق الجغرافية المختلفة على مستوى الجمهورية ومشاكل جودة المياه ، وعدم كفاية الانفاق الحكومى لتحقيق الاستدامة ، او اتاحة استثمار جديد ، والتشغيل والصيانة عند المستويات الحالية للمشاركة وضعف الأداء التشغيلي في محطات المياه. كل هذه العوامل أدت إلى وضع قواعد تسعير وتمويل مناسبة إلى جانب إطار مؤسسي يشجع ممارسات الاستخدام المستدام ، حيث ركزت الحكومة على موازنة العرض والطلب على المياه من خلال زيادة العرض. وقد أدى ذلك إلى زيادة كبيرة في الاستثمار في قطاع المياه والصرف الصحي وإعادة تأهيل البنية التحتية للري ، سواء من الموازنة العامة أو بدعم من الهيئات الدولية . الا ان فترة منتصف التسعينات تطلبت اتباع نهجاً أكثر شمولية وتكاملاً وادت الى تغير سياسة الحكومة إلى الإدارة المتكاملة لنوعية المياه وكميتها .

(1) Elbana, T. A., Bakr, N., & Elbana, M. (2019). Reuse of Treated Wastewater in Egypt: Challenges and Opportunities. Handbook of Environmental Chemistry, 75(May 2017), 429–453

(2) Mahgoub, S. A. (2019). Microbial hazards in treated wastewater: Challenges and opportunities for their reusing in Egypt. Handbook of Environmental Chemistry, 75(June 2018), 313–336.

(3) Attia, B. B. (2019). Securing Water Resources for Egypt: A Major Challenge for Policy Planners BT - Unconventional Water Resources and Agriculture in Egypt (A. M. Negm (ed.); pp. 485–506). Springer International Publishing.

تبين من دراسة عمران [1] عن الموارد المائية غير التقليدية انه يمكن الاستجابة للطلب المتزايد على المياه وحل مشكلة ندرة المياه وذلك من خلال : إعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالج ، وزيادة كفاءة استخدام المياه من خلال زيادة الغلة لكل وحدة من المياه المستخدمة (المزيد من المحصول لكل قطرة) ، وزيادة قيمة المياه المستخدمة (المزيد من النقد لكل رشة ماء من ناحية) حيث توافر المياه هو احد العوامل الرئيسية للأمن الغذائي .

كما اشار الى ان معالجة مياه الصرف الصحي ضرورة ملحة لمنع دخول مسببات الأمراض إلى البيئة ، انه لا يجب النظر الى مياه الصرف الصحي على أنها نفايات ، فهناك أيضاً فرصاً لأن يُنظر إليها على أنها مورد قيم ، حيث يوفر الغاز الحيوي الناتج من الحمأة طاقة رخيصة ونظيفة ويمكن ان يصنع منه سماداً عالي الفعالية . كما تم استخدام عدة أنواع من المعالجة الثانوية والثلاثية في جميع أنحاء العالم في تجهيز المياه العادمة لإعادة تغذية المياه الجوفية بها

وحول الاهمية التسميدية لاستخدام مياه الصرف الصحى المعالج فى الزراعة

ثبت من دراسة (Oliveira, S., & Sperling, M) [2] أن إعادة استخدام المياه العادمة يحسن الانتاجية المحصولية ويؤدي إلى تقليل استخدام الأسمدة في الزراعة ، ومن ثم ستنخفض الملوثات في المسطحات المائية ، وكذلك تكاليف الكيماويات الزراعية التي يستخدمها المزارعون. حيث يساعد الانخفاض في تصريف المياه العادمة الى تحسين جودة مصدر المسطحات المائية المستقبلة[3]

اظهرت نتائج دراسة (Saloua Elfanssi et al.) [4] ان قيم نتائج المعايير الفسيولوجية الزراعية ذات تأثيرًا إيجابيًا على البرسيم المروي بمياه الصرف المنزلي مقارنة بمياه الآبار ، حيث تحسن المياه العادمة الخصائص الفيزيائية والكيميائية وخصوبة التربة مقارنة بمياه الآبار وتعزز إنتاجية المحاصيل .

وقد تم دعم نتائج دراسته من قبل العديد من الأبحاث مثل دراسة عمران [1] حيث خلص إلى أن تطبيق المياه العادمة المعالجة على نباتات البرتقال على المدى الطويل لم تظهر أي مشاكل كبيرة. بالاضافة الى عدم حدوث أي مشكلة سمية نباتية في جميع المحاصيل التي تم اختبارها بسبب الري بمياه الصرف الصحي المعالجة .

(1) Omran, E. S. E. (2019). Cloud-based non-conventional land and water resources for sustainable development in Sinai Peninsula, Egypt. Handbook of Environmental Chemistry, 75 (August 2017), 339–374. https://doi.org/10.1007/698_2017_63

(2) Oliveira, S., & Sperling, M. (2008). Reliability analysis of wastewater treatment plants. Water Research, 42, 1182–1194

(3) Jaramillo, M. F., & Restrepo, I. (2017). Wastewater reuse in agriculture: A review about its limitations and benefits. Sustainability (Switzerland), 9(10)

(4) Elfanssi, S., Ouazzani, N. & Mandi, L. (2018). Soil properties and agro-physiological responses of alfalfa (Medicago sativa L.) irrigated by treated domestic wastewater. Agricultural Water Management, 202(C), 231–240.

وهى النتائج التى توافقت مع نتائج دراسة (El Mardi et al.) [2]عندما وجدوا أنه لم يلاحظ أي أعراض لمشكلة السمية النباتية على مدى زمنى طويل على اوراق أوراق النخيل والفواكه ، الا انه كان هناك زيادة في تركيز المعادن الثقيلة للنباتات المروية بمياه الصرف الصحي مقارنة بالمياه الجوفية. ومع ذلك ، كانت جميع القيم المقاسة ضمن المعايير الدولية.

ومن ثم يمكن الاستنتاج أن مياه الصرف الصحي المعالجة مصدر جيد للعناصر الغذائية المختلفة التي يمكن أن تحسن خصوبة التربة ونمو النبات. الا ان ذلك يتطلب الرقابة المستمرة لضمان جودتها (البوسعيدي وأحمد)[3]

تبين من دراسة (Agrafioti & Diamadopoulos) [4] ان قرار استخدام مياه الصرف الصحى المعالج كمصدر بديل للرى الزراعى للتخفيف من إجهاد ندرة المياه والحفاظ على المياه العذبة ، يعتمد بدرجة اساسية على مدى توافر نظام معالجة ثلاثية متسق.

كما تناول هذا الجانب العديد من الدراسات على المستوى المحلى والاقليمى والعالمى حيث اكدت دراسة (Drechsel, P , et al)[5] ان العناصر الغذائية الموجودة بشكل طبيعي في مياه الصرف الصحي تسمح بتحقيق وفورات في نفقات الأسمدة ، وبالتالي ضمان توافر مغذٍ فى دورة مغلقة تناسب البيئة مما يؤدى الى تجنب العودة غير المباشرة للعناصر الدقيقة (خاصة النيتروجين والفوسفور) إلى المسطحات المائية. بالاضافة الى ان المياه العادمة قد تكون مصدراً محتملاً للأسمدة الكلية (N و P و K) ومن ثم يمكن الاستنتاج أن مياه الصرف الصحي المعالجة مصدر جيد للعناصر الغذائية المختلفة التي يمكن أن تحسن خصوبة التربة ونمو النبات. الا ان ذلك يتطلب الرقابة المستمرة لضمان جودتها [6] .

---

(1) Omran. (1988). Effect of sewage irrigation on yield, tree components, and heavy metals accumulation in navel orange trees. Biol Wastes BIWAED.

(2) El Mardi, Mahdi. O., Salama, S. B., Consolacion, E., & Al-Shabibi, M. S. (1995). Effect of treated sewage water on vegetative and reproductive growth of date palm. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 26(11–12), 1895–1904.

(3) Al-busaidi, A., & Ahmed, M. (2017). Water Resources in Arid Areas: the Way forward Maximum - Maximum Use of Treated Wastewater in Agriculture Metadata of the chapter that will be visualized in SpringerLink. June 2019

(4) Agrafioti, E., & Diamadopoulos, E. (2012). A strategic plan for reuse of treated municipal wastewater for crop irrigation on the Island of Crete. Agricultural Water Management, 105, 57–64

(5) Drechsel, P.; Scott, A.; Sally, R.; Redwood, M.; Bachir, A. (2010). Wastewater Irrigation and Health: Assessing and Mitigating Risk in Low-Income Countries. International Water Management Institute.

(6) Al-busaidi, A., & Ahmed, M. (2017). Water Resources in Arid Areas: the Way forward Maximum - Maximum Use of Treated Wastewater in Agriculture Metadata of the chapter that will be visualized in SpringerLink. June 2019

الفصل الثانى
الإطار النظرى

يعرض هذا الفصل لأهم المفاهيم المرتبطة المرتبطة بمعالجة مياه الصرف الصحى و استخداماتها

- **المياه المعالجة لاغراض اعادة الاستخدام Reclaimed water**

هى مياه صرف صحى خضعت لمعالجة ملائمة فى محطة مخصصة لهذا الغرض بحيث تكون جودة المياه الناتجة ملائمة للاستخدام فى اغراض نافعة أي أنها معالجة وفقاً لمعايير معينة موضوعة لهذا الغرض وهو اعادة الاستخدام فى الزراعة

- **عملية اعادة الاستخدام المباشرة Direct Reuse**

يقصد مشروع مخصص لنقل مياه الصرف الصحى المعالجة من موقع محطة المعالجة الى اراضى مخصصة للانتاج الزراعى وفقاً لمعايير الكود .

- **نهج الإدارة المتكاملة لموارد المياه (IWRW)**

هو عملية تعزز التنمية والإدارة المنسقة للمياه والأراضي والموارد ذات الصلة [1] .

- **تم تقسيم المحاصيل الغذائية Food crops الى خمس انواع يمكن استخدام مياه الصرف المعالج فى زراعتها :**

1. خضر تأكل نيئة vegetables eaten raw : أي تأكل بدون طهى ملالخس ،الخيار ، الطماطم
2. فاكهة تأكل طازجة بعد تقشيرها Fruit Peeled before Eating: مثل المانجو ، الليمون ، الموالح
3. فاكهة تأكل طازجة بدون تقشير Fruit eaten without Peeling : مثل التفاح ، المشمش ، الكمثرى ، البرقوق

([1]) Attia, B. B. (2019). Securing Water Resources for Egypt: A Major Challenge for Policy Planners BT - Unconventional Water Resources and Agriculture in Egypt (A. M. Negm (ed.); pp. 485–506). Springer International Publishing.

4. محاصيل يسبق استهلاكها عمليات تسخين لدرجات حرارة عالية Food Crops – Processed at high temperature before eating: هى المحاصيل التى تأكل بعد الطبخ بالمنزل أو التصنيع تحت درجات عالية مثل القمح ، الشعير ، الخضروات المطبوخة
5. الدرنيات والمحاصيل الجذرية Tuber and root crops: هى المحاصيل التى يأكل منها الجزء الذى ينمو تحت سطح الارض ويلامس مياه الرى مثل الجزر ، الفجل ، البطاطس .

- **المحاصيل التى تستخدم فى الاغراض الصناعية Industrial crops :**
  1. محاصيل الالياف مثل القطن ، الكتان
  2. محاصيل انتاج الوقود الحيوى و زيوت الطاقة
- **الدلائل الارشادية Guidelines :**

هى الارشادات الخاصة باستخدام مياه الصرف الصحى المعالجة بشكل امن لتجنب الاضرار بمكونات البيئة فى منطقة الاستخدام مثل المياه الجارية والتربة والمحاصيل النباتية والثروة الحيوانية والصحة العامة للانسان .

- **تحسين نوعية مياه الصرف الصحى المعالجة Upgrading of treated wastewater quality:**

هى عملية رفع درجة جودة مياه الصرف الصحى المعالجة لاستيفاء متطلبات محددة عند اعادة استخدامها فى رى مجموعة من المحاصيل وفق متطلبات واشتراطات هذا الكود .

الكود المصرى رقم (501) لسنة 2015[1]

كود الزراعة (2005/501)

أصدرت وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات الجديدة ، بدعم من سبع لجان فنية ، قانون إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة. حيث ينص القانون على المتطلبات الدقيقة في إجراءات التخطيط والموافقة والمسؤوليات والاستخدام المسموح به والمراقبة ، ووفقا للقانون يحظر إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لإنتاج الخضروات سواء أكانت نيئة أم مطبوخة ، المحاصيل الموجهة للتصدير (مثل القطن والأرز والبصل والبطاطس والنباتات الطبية والعطرية) ، وكذلك أشجار الحمضيات. وري الحدائق المدرسية. يصنف الكود مياه الصرف الصحي إلى ثلاث درجات (أ ، ب ، ج) وفقاً لمستوى المعالجة ، ويحدد الحد الأقصى لمستوى الملوثات

(1) الكود المصرى لاستخدام مياه الصرف الصحى المعالج ، مركز بحوث الاسكان ، وزارةالاسكان والمجتمعات العمرانية الجديدة ، 2015 .

مع كل درجة ، والمحاصيل التي يمكن ريها مع كل درجة. كما ينص القانون على شروط طرق الري وإجراءات الحماية الصحية لعمال المزارع والمستهلكين ومن يعيشون في المزارع المجاورة [1]

الكود المصري رقم (501) لسنة 2015 :

هو مقياس للخواص الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية لمياه الصرف الصحي المعالجة ، الناتجة من محطات المعالجة الموزعة علي أنحاء الجمهورية ، للحكم علي درجة جودتها ومدي صلاحيتها ، للسماح بإستخدامها في ري الأنواع النباتية المختلفة ، تحت شروط وضوابط محددة لكل درجة من درجات المعالجة.

إستمرت فترة تحديث الكود المصري رقم (501) ثلاث سنوات حتي تاريخ صدوره عام 2015 ، حيث إعتمد التحديث علي دراسات وتجارب محلية وتقارير وأبحاث وأكواد عالمية علي النحو التالي:

أولا الدراسات المحلية :

أجريت تجارب بالمزرعة التجريبية بجرجا – محافظة سوهاج بإستخدام مياه صرف صحي معالجة في ري محاصيل صيفية موسم (2013) مثل : الذرة ودوار الشمس والكركديه ، كما تم زراعة محاصيل فاكهة مثل التين الأبيض والزيتون والرمان ، وفي الموسم الشتوي (2013 /2014) تم زراعة فول بلدي وحمص وعدس ، وقد تم تنفيذ هذه التجارب بالتنسيق مع الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي في إطار برنامج الأمم المتحدة لمشروعات البيئة (UNEP) ، كما إعتمدت الدراسات المحلية علي التجارب والبحوث التي أجريت بمعهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة بمركز البحوث الزراعية، وتشمل هذه الدراسات : ميكانيكيات إمتصاص العناصر المختلفة من التربة (الإمتصاص الحيوي – الإمتصاص الحر) – تآثير pH التربة علي تثبيت العناصر الثقيلة – تآثير ملوحة مياه الصرف الصحي المعالجة علي إنتاجية المحاصيل – إختيار المحاصيل المناسبة لكل درجة من درجات المعالجة لمياه الصرف الصحي.

ثانيا الدراسات الدولية :

إعتمدت معظم أكواد دول العالم بما فيهم الدول العربية مثل : لبنان – الأردن – السعودية – المغرب وغيرهم ، علي تطبيق إرشادات منظمة الصحة العالمية (WHO) وإرشادات هيئة حماية البيئة الأمريكية (EPA US) حيث تطبق إرشادات منظمة الصحة العالمية (2006) لتحديد المعايير الصحية لإعادة إستخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة (إنتاج المحاصيل الغذائية التي تؤكل نيئة أو مصنعة او مجففة) .

([1]) El-Zanfaly, H. T. (2015). Wastewater reuse in agriculture: a way to develop the economies of arid regions of the developing countries. Journal of Environment Protection and Sustainable Development, 1(3), 144–158.

وقد تم استخدام المياه المعالجة لري المحاصيل الغذائية للاستهلاك البشري. المحاصيل الغذائية المصنعة والمحاصيل غير الغذائية ، استخدام المياه المعالجة لري المحاصيل التي يتم تصنيعها قبل استخدامها كغذاء أو لا يستخدمها الإنسان مثل محاصيل الأعلاف والألياف والحبوب والمشاتل والمحاصيل المنتجة لغرض الإنتاج الحيوي طاقة. يصنف الكود المصري مياه الصرف الصحي المعالجة حسب مستوى المعالجة إلى أربع درجات: أ ، ب ، ج ، د. وقد تم تحديد هذه الدرجات بناءً على فعالية عمليات المعالجة التي تتم على مياه الصرف الصحي الخام وصولاً إلى الحد الأدنى المقابل لعدد من المواد الفيزيائية والكيميائية والمعايير البيولوجية. استند هذا التصنيف إلى حقيقة أنه تم جمع مياه الصرف الصحي الخام من جميع الاستخدامات المنزلية والتجارية والصناعية وفق القانون قبل إخضاعها لعمليات معالجة لتحويلها إلى مياه صرف صحي معالج ، مع مراعاة عدم تعرض العمال لأية مخاطر أثناء فترة الري والالتزام بأساليب الري المحددة.

أنواع معالجة مياه الصرف الصحى

تشمل المعالجة الكاملة لمياه الصرف الصحي الخطوات التالية:

المعالجة الأولية Preliminary Treatment of Sewage [1]

تزيل المعالجة الأولية لمياه الصرف الصحي المواد الصلبة الكبيرة التي تنقلها المجاري والتي يمكن أن تعيق التدفق عبر المحطة أو تتلف المعدات من حين لآخر ، حيث يتم تكسير المخلفات الصلبة (طحنها) لتقليل حجمها وإعادتها إلى تيار العملية. قد يتسبب هذا في مشاكل مع عمليات المصب ، اى في هذه المرحلة يتم فصل المواد العضوية الصلبة والنفاقات عن مياه الصرف الصحي من خلال وضع المياه العادمة في صهاريج كبيرة لكي تترسب المواد الصلبة في قاع الخزان، وتسمى هذه المواد الصلبة الحمأة (sludge) ، يتم التخلص من المواد الصلبة ونقل المياه المتبقية إلى المرحلة التالية .

المعالجة الثانوية (الثنائية) Secondary Treatment of Sewage [2]

في هذه المرحلة توضع المياه في خزانات مستطيلة كبيرة الحجم، وتكون على شكل ممرات تسمى ممرات التهوية، يتم ضخ الهواء في الماء لتحفيز البكتيريا على تحطيم البقايا الصغيرة جداً من الحمأة التي قد تكون بقيت في الماء. حيث تهدف عملية المعالجة الثانوية إلى تقليل الطلب الأوكسجيني البيولوجي الذي يمارس عن طريق تقليل المواد العضوية ، من خلال مجموعة مختلطة من البكتيريا غير التغذوية التي تستخدم المكون العضوي للطاقة والنمو. وتختلط الكائنات الدقيقة بحرية مع مياه الصرف ويتم الاحتفاظ بها في حالة تعليق عن طريق التقليب الميكانيكي أو

(1) Mahgoub, S. A. (2019). Microbial hazards in treated wastewater: Challenges and opportunities for their reusing in Egypt. Handbook of Environmental Chemistry, 75(June 2018), 313–336.
(2) Horan NJ (1990) Biological wastewater treatment systems. Theory and operation. Wiley, Chickester

الخلط بواسطة المناشر الهوائية . وقد أشار العديد من الباحثين إلى أن أنظمة الأكسدة البيولوجية يمكنها إزالة أكثر من 90٪ من البكتيريا المسببة للأمراض .

المعالجة الثلاثية Tertiary Treatment of Sewage [1]

هي مرحلة المعالجة النهائية للمياه والهدف منها هو تعقيم المياه وإزالة أي أجزاء صلبة أو عالقة، مما يزيد من نقاء المياه المعالجة ويتم بالبداية حقن المياه المتدفقة من أحواض الترسيب بمحلول من مادة الكلورين لقتل البكتيريا المسببة للأمراض ومنع تكاثرها. تتضمن المعالجة الثلاثية للنفايات السائلة سلسلة من الخطوات الإضافية بعد المعالجات الثانوية لتقليل المواد العضوية والعكارة والنيتروجين ومسببات الأمراض والفوسفور والمعادن. تتضمن معظم العمليات بعض المعالجة الفيزيائية والكيميائية مثل التخثر ، والترشيح ، وامتصاص الكربون النشط للمواد العضوية ، والتناضح العكسي ، والتطهير الإضافي. حيث يتم تخزين المياه بأحواض الموازنة حيث تعمل هذه الأحواض على تخزين المياه المعالجة ثنائي في ساعات الذروة ليتم ترشيحها لاحقا على مدار اليوم بالإضافة إلى أن الكلور يتمكن من قتل البكتيريا والكائنات الدقيقة المسببه للأمراض وتنقل المياه من أحواض الموازنة إلى المرشحات الرملية وتعمل المرشحات الرملية علي إزالة بقية الجزئيات الصلبة من المياه ولمنع انسداد هذه المرشحات الرملية علي إزالة بقية الجزئيات الصلبة من المياه ولمنع انسداد هذه المرشحات فهي تغسل بشكل دوري بطريقة الغسيل بشكل دوري بطريقة الغسل العكسي ثم يعاد ناتج الغسيل إلى غسيل إلى مدخل المحطة لا ستخدامها في مشاريع الري وجميع محطات المعالجة المرشحات بمادة الكلور وتعتبر هذه وتعتبر هذه المرحلة النهائية التي تمر بها المياه وخروجها من المحطة لاستخدامها في مشاريع الري وجميع محطات المعالجة المرشحات بمادة الكلور وتعتبره هذه المرحلة النهائية التي المياه وخروجها من المحطة لاستخدامها في مشاريع الري وجميع محطات المعالجة مزودة بمختبرات كيميائية وبيولوجية لمراقبة جودة المياه المعالجة في الداخلة والمعالجة للتأكد من صلاحيتها في أغراض الري الزراعي ومطابقتها للمعايير البيئة دوليا.

المفاهيم المرتبطة بتقييم المشروعات الاستثمارية

يشمل تقييم المشروعات مجالات عديدة مثل تقييم الاستثمارات الجديدة ، ومشروعات التوسع الاستثماري ، وكذلك مشروعات الاحلال الرأسمالي ، وبالإضافة إلى مشروعات التطوير التكنولوجي وتحسين اقتصاديات التشغيل . وتوجد عدة معايير يتم اللجوء إليها عند تقييم المشروعات ماليا و تنصب هذه المعايير جميعها على تحديد الأثر المباشر للمشروع الذي يظهر بشكل أو بأخر في الربح ، و هي تتفاوت من حيث الدقة و الصعوبة بين معايير تعتمد على التقرير الشخصي و معايير أخرى موضوعية تقوم على أساس كمي و تعتمد المعايير الشخصية على

(1) Bitton G (2011) Wastewater microbiology. 4th edn. Wiley, New York

إحكام ذاتية في اتخاذ القرارات و المعايير الموضوعية فتقوم بتحويل المعلومات المتعلقة بالاستثمارات إلى تقديرات كمية للإيرادات و التكاليف و الإيرادات التي تستعمل فيما بعد كمقياس لاتخاذ القرار.

وتتمثل جوانب التحليل المالي للمشروعات في ثلاث جوانب أساسية :

أولاً : البيانات اللازمة لتقييم المشروعات وبعض المفاهيم المتعلقة بدلك

هناك عدة طرق لتقييم المشروعات الاستثمارية و المفاضلة بينها على الرغم من تعدد هذه الطرق إلا أن هناك حد أدنى لمقدار البيانات اللازمة لتقييم المشروعات و تتمثل هذه البيانات اللازمة لتقيم المشروعات الاستثمارية كما سبق ذكرها عاليه وتتمثل في :

1. **التدفقات النقدية الخارجة:**

تتكون من إجمالي التدفقات النقدية الخارجة من قسمين رئيسين الأول يتمثل بالتكاليف الاستثمارية و الثاني يتمثل في تكاليف التشغيل السنوية.

2. **التكاليف الاستثمارية:**

تعرف التكاليف الاستثمارية للمشروع بأنها كل التكاليف والمصروفات التي تنفق في الفترة من لحظة ظهور فكرة المشروع وحتى انتهاء تجارب التشغيل، أي كل ما ينفق من مصروفات أو انفاق قبل أن يبدأ المشروع في التشغيل .. وعادة ما يتم تقدير التكاليف الاستثمارية على مرحلتين المرحلة الأولى و تختص بقدير التكلفة الاستثمارية للأصول الثابتة و التي تتكون من (تكلفة الأراضي ، و تكلفة المباني ، و الإنشاءات و الآلات و المعدات) .

3. **التدفقات النقدية الداخلة:**

تعتبر التدفقات النقدية الداخلة أحد المكونات الرئيسية لصافي التدفق النقدي للمشروع المقترح وتتضمن هذه التدفقات ما يلي:

- الإيرادات السنوية الجارية : ويتضمن قيمة المبيعات السنوية المتوقعة للمشروع المقترح خلال عمره الإنتاجي المتوقع سواءا كانت تلك المبيعات سلع أو خدمات، وسواء كانت من نشاط رئيسي أو فرعي أو عرضي.
- قيمة رأس المال العامل في نهاية العمر الإنتاجي المتوقع: يتضمن قيمة المخزون المتبقي من المواد الخام ومستلزمات الإنتاج وقطع الغيار ....الخ.
- المتبقي من الأصول: يتضمن قيمة الأصول القابلة للإهلاك وغير القابلة للإهلاك في نهاية العمر الإنتاجي المتوقع، فالأصول غير القابلة للإهلاك كالأراضي والتي قد ترتفع قيمتها أضعاف مضاعفة في نهاية حياة المشروع تدخر قيمتها كبند من بنود التدفقات النقدية الداخلة بعد استقطاع الضرائب المستحقة عليها

4. **القيمة المتبقية " القيمة التخريدية" :**

وهي نفسها قيمة رأس المال العامل في نهاية العمر الإنتاجي المتوقع.

5. العمر الإنتاجي للمشروع

يقصد به تلك الفترة التي ينتظر أن يكون فيها عمر المشروع صالحا للإنتاج

6. العمر الاقتصادي للمشروع

يقصد به تلك الفترة التي يكون تشغيل المشروع فيها اقتصاديا، وهنا نلاحظ أن الذي يهم المنشأة عند تقييم المشروع هو العمر الاقتصادي، ويرجع ذلك إلى أن المنشأة عند تقييم المشروع، تكون في حاجة إلى تحديد الفترة التي يكون تشغيل المشروع فيها اقتصاديا، ويحقق عائدها، قد يتساوى العمر الاقتصادي للمشروع مع العمر الإنتاجي، ولكن في معظم الحالات نجد أن العمر الاقتصادي للمشروع يكون أقصر من العمر الإنتاجي

يتوقف العمر الاقتصادي للمشروع على عاملي الإهتلاك المادي والتقادم.

7. القيمة الزمنية للنقود:

تعني القيمة الزمنية للنقود التغير الذي يطرأ على المال مع الزمن سواءا كان في الماضي أو في المستقبل وعلى هذا المفهوم– أي تغير قيمة المال مع الزمن تقوم فكرة ومفهوم تقييم المشروعات وفكرة تأثر المال بالزمن لها جانبان، الأول : وهو المال المدفوع أو المستلم اليوم فما هي قيمته بعد سنة أو أكثر.، والثاني : وهو المال الذي سنحصل عليه بعد سنة أو أكثر فما هي قيمته اليوم.

8. معدل الخصم :

إن معدل الخصم يسمح بمقارنة الإيرادات والتكاليف التي تتحقق خلال فترات مختلفة، وهو يعبر عن العائد الأدنى الذي يرغب فيه المستحدث أو السلطة العامة، وذلك حينما يتم تحديد معدل القيمة الحالية ومعدل الخصم يعتبر حكما بين الحاضر والمستقبل

ثانياً : معايير التقييم المالي للمشروعات الاستثمارية في ظل فرضية التأكد التام.

سوف نتعرف على معايير التقييم المالي للمشروعات في ظل فرضية التأكد التام، حيث نفترض أننا نعرف مسبقا كل ما يتعلق بالتدفقات النقدية الداخلة والخارجة بشكل مؤكد ودقيق وسنتطرق في هذا الجزء إلى مجموعتين من المعايير:

1- **الطرق التقليدية** : وهي تهمل القيمة الزمنية للنقود وتتضمن هذه الطرق (معيار فترة الاسترداد ومعيار معدل العائد المحاسبي) .

2- **الطرق الحديثة** : وهي التي تأخذ في الحسبان القيمة الزمنية للنقود عند تقييم نتائج الفرص الاستثمارية، وتتضمن عدة معايير (صافي القيمة الحالية ومعيار مؤشر الربحية ومعيار معدل العائد الداخلي) .

الباب الثانى
الوضع الراهن للموارد المائية فى مصر

تمهيد

تتضمن الموارد المائية فى مصر على نوعين من الموارد تقليدية وغير تقليدية ومن ثميشتمل هذا الباب على فصلين يتناول الاول الموارد المائية الرئيسية وتوزيعها واستخداماتها اما الفصل الثانى فيهتم بالوضع الراهن لمعالجة مياه الصرف الصحى كاحد المصادر الغير تقليدية الرئيسية .

الفصل الاول
المصادر المائية الرئيسية واستخداماتها

الميزان المائى المصرى

يوضح الجدول رقم (1) تطور الميزان المائى حيث تتضمن الموارد الرئيسية للمياه فى مصر المياه العذبة والتى مصدرها نهر النيل بنسبة بلغت 93.3% من متوسط الموارد المائية المقدر بنحو 59.5 مليار متر مكعب خلال الفترة (2016/2015-2020/2019) بالاضافة الى نحو 2.38% من المياه الجوفية غير المتجددة والتى تتناقص سنويا بمعدل تغير قدر بنحو 19% ، بالاضافة الى 1.3% من الامطار والسيول و نحو0.3% من تحلية مياه البحر وبعض المياه الجوفية ضئيلة الملوحة . ومن ثم يقدر اجمالى الموارد المائية الرئيسية بنحو 59.5 مليار متر مكعب عام 2020/2019 .

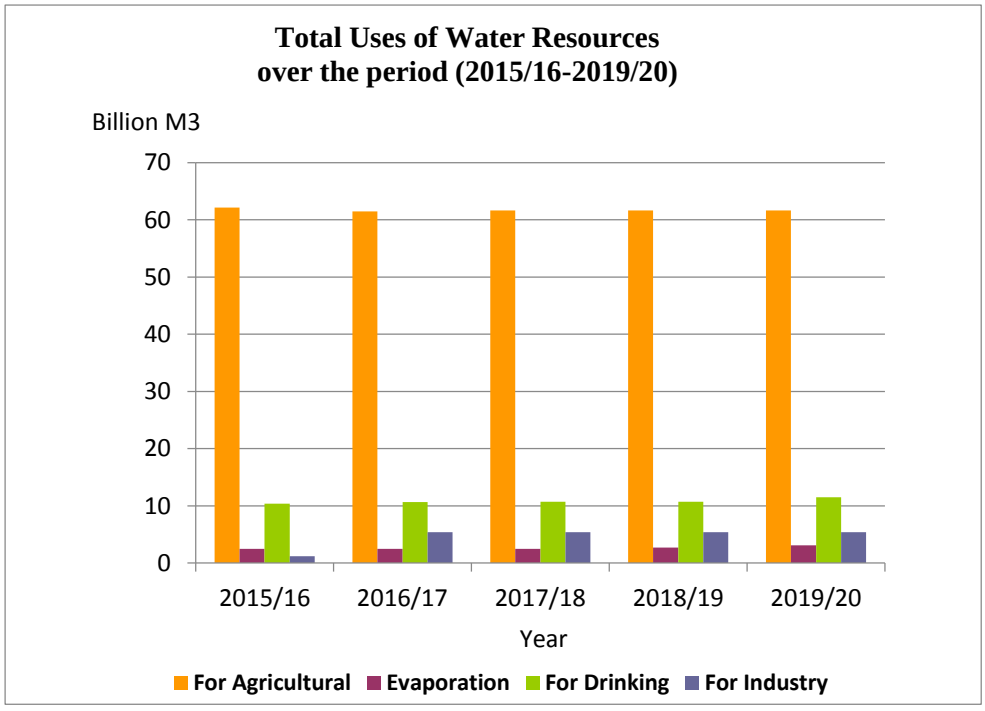
بالاضافة الى نحو 21.7 مليار متر مكعب من الموارد المائية الثانوية والتى تتمثل فى المياه الناتجة عن تدوير مياه الصرف الزراعى بنسبة بلغت نحو 61% ، و نحو 6% ناتج معالجة مياه الصرف الصحى كمتوسط للفترة (16/2015-20/2019) ، بالاضافة الى 33% من المياه الجوفية المتجددة بالوادى والدلتا .

من جدول رقم (1) يتبين ان التزايد فى كمية الموارد المائية ناتج عن اعادة استخدام مياه الصرف الزراعى والصرف الصحى بشكل رئيسى خاصة وان الزيادة فى حجم المياه الجوفية يعود الى اعادة ضخ المياه المعالجة فى الخزانات الجوفية . كما يتبين من الجدول تزايد العجز المائى من حوالى 17.3 مليار متر مكعب عام 2016/2015 الى نحو 22 مليار متر مكعب وذلك بمعدل تغير سنوى قدر بنحو 27.2% . مما يعنى ان نحو 27.2% من الاستخدامات تعتمد على الموارد الثانوية متمثلة فى اعادة تدوير مياه الصرف الزراعى والصحى بشكل رئيسى .

جدول رقم (1) تطور الميزان المائى المصرى خلال الفترة (2016/15-2020/19)

الموارد المائية الرئيسية		2016/15	2017/16	2018/17	2019/18	2020/19	المتوسط	الاهمية النسبية
حصة مياه النيل		55.5	55.5	55.5	55.5	55.5	**55.50**	**93.3**
المياه الجوفية غير المتجددة		2.1	2.1	2	1.95	1.9	**2.38**	4
الامطار و السيول		0.65	1.3	1.3	1.3	1.3	**1.3**	2.2
تحلية مياه البحر		0.1	0.25	0.35	0.35	0.38	**0.29**	0.5
اجمالى الموارد المائية		**58.35**	**59.15**	**59.15**	**59.1**	**59.08**	**59.5**	100.0
الاستخدام من الموارد المائية المتاحة	الزراعة	62.15	61.45	61.65	61.65	61.63	**61.7**	77.4
	الفاقد من البخر	2.5	2.5	2.5	2.7	3.1	**2.7**	3.3
	الشرب والاستخدامات الصحية	10.4	10.65	10.7	10.7	11.53	**10.8**	13.5
	الصناعة	1.2	5.4	5.4	5.4	5.4	**4.6**	5.7
اجمالى الاستخدامات		**76.3**	**80**	**80.3**	**80.5**	**81.7**	**79.7**	**100.0**
العجز المائى		17.9	20.9	21.1	21.4	22.6	20.3	
الموارد المائية الثانوية (المعاد استخدامها) لسد العجز المائى								
تدوير مياه الصرف الزراعى		11.9	13.5	13.5	13.65	13.51	**13.2**	61
تدوير مياه الصرف الصحى		1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	**1.3**	6
المياه الجوفية المتجددة بالوادى والدلتا		4.8	7.35	7.6	7.5	8.47	**7.1**	33
اجمالى الموارد المائية الثانوية		**18**	**22.15**	**22.4**	**22.45**	**23.28**	**21.7**	100.0
اجمالى الموارد المائية الكلية		**77**	**81.6**	**82**	**82.05**	**82.96**	**81**	

المصدر : التقرير السنوى لاحصاءات البيئة ، الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء



وبدراسة توزيع الموارد المائية على الاستخدامات يتبين ان قطاع الزراعة يأتى فى المرتبة الاولى من حيث حجم الاستهلاك من الموارد المائية بنسبة بلغت نحو 77.4% يليه قطاع الشرب والاستخدامات الصحية بنحو 13.5% ، بينما يستهلك القطاع الصناعى نحو 5.7% من اجمالى الموارد المائية المتاحة خلال الفترة (2016/2015-2020/2019) . كما تراجع نصيب الفرد من الموارد المائية الكلية المتجددة من اكثر من 1000 م مكعب فى الثمانينات (سويلم ، 2020) الى نحو 537 م مكعب عام 2020/2019 مما يشير الى ان مصر تقع ضمن حد الندرة والفقر المائى.

أهمية إعادة استخدام مياه الصرف الصحي

تمثل مياه الصرف الصحى المعالجة مورداً هام يجب تعظيم العائد منه فى التطبيقات الممكنة والتى يمثل الرى الزراعى أهمها ويمكن النظر الى عملية اعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة فى الرى الزراعى من خلال ثلاث محاور :

1. الحفاظ على الموارد الطبيعية حيث تعتبر وزارة الموارد المائية والرى ان مياه الصرف الصحى المعالج احد الموارد المائية فى مصر وقامت الوزارة باعداد خططها واعتبار هذا المورد ضمن حسابات الميزان المائى على المستوى القومى
2. حماية البيئة من التلوث باعتبار ان معالجة مياه الصرف الصحى قبل صرفها على المسطحات المائية او اعادة استخدامها وفى اطار المحددات الواردة فى هذا الكود سوف تساهم فى تطبيق استراتيجية حماية البيئة من التلوث .
3. حماية الصحة العامة باعتبار ان اعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة فى الرى تتضمن بالضرورة كماً محدداً من المخاطر الصحية ويهدف هذا الكود الى خفض هذه المخاطر الى ادنى حد ممكن .

تعتبر معالجة مياه الصرف الصحي ضرورية للوقاية من تسرب مسببات الأمراض إلى البيئة وانتشار الامراض. غالبا ما ينظر الى مياه الصرف الصحي المعالجة معالجة تقليدية على أنها نفايات ، إلا أن هناك أيضًا فرصًا لأن يُنظر إليها على أنها مورد ذو قيمة ، حيث يوفر الغاز الحيوي الناتج من الحمأة طاقة رخيصة ونظيفة بالاضافة الى اسمدة عالية الفعالية.

وقد انتشر فى العديد من دول العالم استخدام عدة أنواع من المعالجة الثنائية والثلاثية للمياه العادمة والصرف الصحى بهدف اعادة تغذية المياه الجوفية [1] .لذلك من الضروري استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة أو المياه الرمادية كمصدر مياه موثوق به لإنتاج المحاصيل خاصة في البلدان التي تندر فيها المياه العذبة. حيث قد يساعد

(1) Omran. (1988). Effect of sewage irrigation on yield, tree components, and heavy metals accumulation in navel orange trees. Biol Wastes BIWAED.

المحتوى العالى من المغذيات في تقليل تكاليف الزراعة عند إعادة استخدام المياه العادمة ، بالاضافة لكونها وسطًا مثاليًا لتربية الأحياء المائية ، علاوة على تجديد احتياطيات المياه الجوفية

لذا من الجيد استخدام المعالجة الثلاثية مثل (الاكسدة ، و الاوزون) او الكربون النشط وذلك بهدف تعديل نوعية مياه الصرف الصحى المعالجة واعادة استخدامها فى الزراعة وبالرغم من ذلك لاتزال هذه التقنيات محدودة الاستخدام ولا يتم تطبيقها بشكل كامل فى المجتمعات الفقيرة والتى لا تمتلك القدرة على انشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحى المناسبة او تفتقر للطاقة اللازمة لتشغيل تلك النوعية من محطات المعالجة [1]

التطور التاريخى لمعالجة مياه الصرف الصحى فى مصر

بدأ استخدام مياه الصرف الصحى(المعالجة علاجاً اولياً) فى الزراعة فى مصر منذ عام 1911 وذلك فى مزرعة جبل الأصفر وذلك بمساحة بلغت نحو 3000 فدان وبالرغم من ذلك لا تزال تجربة مشروع إعادة الاستخدام واسع النطاق والمخطط والمنظم محدودة لمياه الصرف الصحى المعالج فى الزراعة مجرد مشروعات تجريبية واسعة النطاق حيث بلغت مساحتها نحو 167 الف فدان موزعة على مناطق شرق القاهرة ، أبو رواش ، مدينة السادات ،الأقصر ، والإسماعيلية . حيث يتم إعادة استخدام معظم مياه الصرف الصحي التي يتم تصريفها إلى المصارف الزراعية بطريقة أو بأخرى (إعادة الاستخدام غير المباشر). الا انه لم تكن هناك اى مخططات لإعادة استخدام مياه الصرف الصناعي ولا توجد تغذية للمياه الجوفية في مصر [2].

تمارس مصر استخدام أنواع مختلفة من المياه ذات الجودة المنخفضة ، مثل مياه الصرف الزراعي ، ومياه الصرف الصحي المنزلية المعالجة ، والمياه قليلة الملوحة المحلاة ، وقد نفذت الحكومة المصرية مشروع قناة السلام لإعادة استخدام مياه الصرف لإنشاء مجتمعات جديدة على طول القناة. حيث تم تصميم القناة لتكون المصدر الرئيسي لمياه الري للمناطق المطورة حديثًا في شمال شبه جزيرة سيناء والأراضي الصحراوية غرب قناة السويس بمساحة قدرت بنحو 643،560 فدانًا من الأراضي الجديدة على الترتيب [3].

ويعتبر هذا المشروع أحد أهم مشاريع الري وأكثرها إثارة للجدل يجرى تنفيذها حاليا في شرق دلتا النيل. بموجب مخطط الإدارة المقترح سوف يتم تسليم ما يقرب من 4 مليارات متر مكعب / سنة عبر القناة. ستتكون المياه التي سيوفرها هذا المجرى المائي الهام حوالى 2 مليار متر مكعب / سنة. تبلغ نسبة مياه النيل إلى مياه الصرف حوالي

(1) Mahgoub, S. A. (2019). Microbial hazards in treated wastewater: Challenges and opportunities for their reusing in Egypt. Handbook of Environmental Chemistry, 75(June 2018), 313–336.

(2) Fahmy H (2009) Marginal water reuse: Egypt’s experience. PPT, Available at: http://www.onas.nat.tn/fr/download/egyptian.pdf

(3) Loutfy, Naglaa. M. (2010). Reuse of Wastewater in Mediterranean Region, Egyptian Experience. 183–213.

1: 1. تم تحديد هذه النسبة للوصول إلى إجمالي المواد الصلبة الذائبة بما لا يزيد عن 1000–1200 ملجم / لتر لتكون مناسبة للمحاصيل المزروعة [1]

كما تتمتع مصر بتاريخ طويل في تنفيذ محطات معالجة مياه الصرف الصحي المركزية واسعة النطاق ، حيث يوجد أكثر من 300 محطة معالجة مياه الصرف الصحي في جميع أنحاء البلاد. الا انه بالرغم من انه جارى تغطية المدن الرئيسية بشكل متزايد بمحطات معالجة مياه الصرف الصحي ، فإن تغطية الصرف الصحي في المناطق الريفية المصرية أقل من 15 ٪ ، يشمل مفهوم الصرف الصحي في المناطق الريفية نحو 4700 قريةُ معرفة على أنها مدن حيث يصل عدد سكانها إلى 50000 نسمة و 30000 للقرى المتفرقة [2].

على المستوى القومى ، اتفقت كل من وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي ووزارة الموارد المائية والري على خطة لاستصلاح مساحة 1.2 مليون هكتار بحلول عام 2017 ، باستخدام كل من مياه الصرف الصحي المعالجة ومياه الصرف الزراعى . الا انه من الصعب إجراء تقدير دقيق للكمية الإجمالية للنفايات السائلة المعاد استخدامها في مصر بسبب العديد من المصادر غير الخاضعة للرقابة التي تتدفق إلى نفس قنوات الصرف .

وتشمل استراتيجيات إعادة استخدام مياه الصرف التدابير التالية:

- زيادة إعادة استخدام مياه الصرف من حوالي 4.5 مليار م^3 / سنة إلى نحو 9.0 مليار م^3 / سنة بحلول عام 2017 بمتوسط ملوحة 1170 جزء في المليون. ويمكن تحقيق ذلك من خلال تنفيذ عدة مشاريع لتوسيع قدرة إعادة الاستخدام في مناطق مختلفة. تشمل المشاريع المستقبلية الرئيسية مشروع ترعة السلام ومشروع الأُموم وصرف البطس
- تحسين جودة مياه الصرف خاصة في المصارف الرئيسية.
- فصل أنظمة جمع مياه الصرف الصحي والصناعي عن نظام الصرف.
- تصريف 50٪ من إجمالي مياه الصرف المتولدة في الدلتا في البحر لمنع تسرب مياه البحر ، وللحفاظ على توازن الملح في النظام.
- تنفيذ نظام معلومات متكامل لمراقبة جودة المياه في المصارف باستخدام شبكة جمع البيانات الحالية بعد التحديث والارتقاء.

(1) Hafez A, Khedra M, El-Katiba K, Gad Allaa H, Elmanharawy S (2008) El-Salaam Canal project, Sinai II. Chemical water quality investigations. Desalination 227:274–285

(2) Abdel Wahaab, R. (2015). Water and Sanitation in Egypt. The African Development Bank (AFDB), Côte d'Ivoire, www.afdb.org/en/countries-north-africa/egypt

المراقبة والتقييم المستمران للآثار البيئية الناتجة عن تنفيذ سياسة إعادة استخدام مياه الصرف خاصة على خصائص التربة والمحاصيل المزروعة والظروف الصحية.

- قصر استخدام المياه العادمة المعالجة على المحاصيل غير الغذائية المزروعة مثل القطن والكتان والأشجار.
- فصل مياه الصرف الصناعية عن مياه الصرف الصحي المنزلية ، بحيث يكون من الأسهل معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية بتكاليف بسيطة وتجنب المعالجة الكيميائية المكثفة اللازمة لمياه الصرف الصناعي.

يعد إنتاج الأخشاب عن طريق زراعة الغابات أحد الاستخدامات الرئيسية لهيئة الصرف الصحى المصرية حيث نفذت وزارة الدولة لشئون البيئة بالتعاون مع كل من وزارة الزراعة ، وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية برامج وطنية لاستخدام نحو(2.4 x 1.9) متر مكعب من المياه العذبة للتشجير والأحزمة الخضراء.

ومؤخرا هناك نحو 155.5 الف فدان تم زراعتها او تحت الاستصلاح بهدف وهى تقع فى المناطق الصحراوية المجاورة لمحطات معالجة مياه الصرف الصحى ، حيث تم استخدامها كغابات خشبية و فى زراعة المحاصيل الزيتية الحيوية وتعتمد فى ريها على مياه الصرف الصحى المعالج [1]. مثل غابة سيرابيوم فى محافظة الاسماعيلية والتى تعتبر احد قصص نجاح استخدام مياه الصرف المعالج فى مصر حيث كانت الأنواع المختلفة من الأشجار الخشبية متكيفة جيدًا مع البيئة القاحلة ووفرت إنتاجية عالية من الأخشاب في سيرابيوم [2] .

كما قامت وزارة البيئة ، بالتعاون مع الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية ، بتقييم إعادة الاستخدام الآمن لمياه الصرف الصحى المعالج فى رى بعض المحاصيل مثل الجاتروفا والجوجوبا والذرة الرفيعة والكتان والزهور في محافظة الأقصر. وتوصلت نتائج الدراسة الى انه تم استخدام تقنيات الري بالتنقيط ومتابعة و مراقبة الموارد الطبيعية في منطقة المشروع بالإضافة إلى اتخاذ تدابير للحد من المخاطر لحماية العمال المعنيين[3].

حيث يعتبر الجاتروفا محصول زيت حيوي له امكانات اقتصادية واعدة ، وقد بدأت زراعته فى مصر منذ أواخر التسعينيات باستخدام المياه المعالجة ، ومؤخرا بلغ اجمالى المساحة المزروعة به اكثر من 2000 فدان تزرع بشكل

(1) EEAA (2017) States of environment report in Egypt for 2015-report. Ministry of State for Environmental Affairs

(2) Monteverdi MC, Da Canal S, Del Lungo A, Masi S, Larbi H, De Angelis P (2014) Re-use of wastewater for a sustainable forest production and climate change mitigation under arid environments. Ann Silvicult Res 38(1):22–31

(3) International Resources Group (2008) Task 6: improved waste water reuse practices environmental evaluation of using treated wastewater in agriculture: Luxor demonstration site. Report No. 45. Ministry of State for Environmental Affairs, Egyptian Environmental Affairs Agency, Livelihood and Income from the Environment–Integrated Water Resources Management Project (LIFE–IWRM) Team, and US Agency for International Development

رئيسى فى محافظات الوجه القبلى [1]. وقد اوصت الدراسة بضرورة الاعتماد على مياه الصرف الصحى المعالج كوسيلة لزيادة الإنتاج الزراعي ، والحفاظ على المياه من خلال سيناريوهات الاستبدال ، وتقليل الطلب على الأسمدة ، على ان يتم تقليل تكاليف المعالجة اقتصاديًا من خلال السيناريوهات التكميلية ، على سبيل المثال إعادة استخدام مياه الصرف الصحي البلدية المعالجة ثلاثيا من خلال الري بالتنقيط السطحي وتحت السطحي للحفاظ على الجودة الميكروبيولوجية المسموح بها لبعض المحاصيل مثل الطماطم والباذنجان وذلك في التربة الطينية القلوية [2]

الفصل الثانى

الوضع الحالى لمعالجة مياه الصرف الصحى فى مصر

تتضمن استراتيجية المياه المصرية الاعتماد على اعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالج سواء كانت المعالجة اولية او ثنائية . وبالرغم من تزايد عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي والناتج من كميات المياه المعالجة الا انه لازال حتى الان لا يوجد تقدير دقيق لإجمالي الكمية أو النفايات السائلة المعاد استخدامها ويرجع ذلك لوجود الكثير من المصادر التى تتدفق الى قنوات الصرف غير خاضعة للرقابة ، بالاضافة الى وجود بعض المناطق التى تلجأ الى استخدام مياه الصرف الصحى مباشرة فى الرى وان كان ذلك يتم بشكل غير رسمى
حيث يقدر اجمالى كمية مياه الصرف الصحى التى يعاد استخدامها فى منطقة الدلتا وحدها بنحو 4-6 مليار $م^3$ سنوياً عام 2001/2000 . ومن الملاحظ ان هناك فجوة بين الطاقة المتاحة من المياه المعالجة و الطلب على الماء المعالج .

فى مصر هناك مشاريع ضخمة لمعالجة مياه الصرف الصحى اهمها مشروع معالجة مياه الصرف الصحى فى القاهرة الكبرى ومشروع معالجة مياه الصرف الصحى بالاسكندرية حيث تخدم تلك المشروعات نحو 20 مليون فرد وتخدم مساحة 1100 $كم^2$ بقدرة معالجة تقدر بنحو 2 مليون $م^3$/ يوم [3] .

تشير بيانات الجهاز المركزى للتعبئة العامة والاحصاء ان اجمالى انتاج المياه العذبة المكررة (مياه الانابيب) تقدر بنحو 11 مليار متر مكعب ناتجة عن حوالى 1110 محطة تنقية مياه عام 2020/2019 . على الرغم من أن 80٪ من سكان المناطق الريفية في مناطق الدلتا يحصلون على احتياجاتهم من المياه عبر خطوط انابيب حيث تمتلك مصر تاريخ طويل فى تنفيذ مشروعات معالجة مياه الصرف الصحى على مستوى كبير و واسع النطاق

(1) Soliman WM, He X (2015) The potentials of jatropha plantations in Egypt: a review. Mod Econ 6(2):190–200.
(2) Cirelli GL, Consoli S, Licciardello F, Aiello R, Giuffrida F, Leonardi C (2012) Treated municipal wastewater reuse in vegetable production. Agric Water Manag 104:163–170.
(3) Loutfy, Naglaa. M. (2010). Reuse of Wastewater in Mediterranean Region, Egyptian Experience. 183–213.

ومن ثم هناك اكثر من 455 محطة معالجة مياه الصرف الصحي على مستوى الجمهورية. ويصل اعلى معدل تغطية من محطات الصرف الصحى فى المدن الرئيسية وبشكل متزايد بينما تصل نسبة التغطية في المناطق الريفية أقل من 15٪.

يتضمن الريف فى مصر نحو 4700 قرية و وفقا لمفهوم الريف فى مصر فان كل منطقة يصل عدد سكانها نحو 50 الف نسمة هى مدينة بينما لا يزيد عدد سكان القرى عن 30 الف نسمة [1]. 4% من السكان فقط متصلون بنظام الصرف الصحى[2] . ارتفعت تلك النسبة الى نحو 42% وفقا للتصريحات الاخيرة لوزارة الاسكان .

تشير بيانات الجدول رقم (2) الى تزايد كمية مياه الصرف الصحى المعالج الى نحو 4.4 مليار م^3 عام 2020/2019 مقارنة بنحو 3.8 مليار م^3 عام 2016/2015 . وبدراسة الأهمية النسبية لكمية مياه الصرف الصحي المعالج تبين تراجع الاهمية النسبية لكمية مياه الصرف الصحى المعالج من حوالى 75.7% عام 2016/2015 الى نحو 64.3% عام 2020/2019 على الرغم من تزايد حجم المياه المعالجة ، حيث قدر معدل التغير السنوى لاجمالى كمية الصرف الصحى بنحو 37% من بداية الفترة ، بينما قدر معدل التغير السنوى فى كمية مياه الصرف الصحى المعالج 16% .

وبدراسة تطور كمية مياه الصرف وفقا لنوع المعالجة تبين ان المعالجة الثنائية هى النمط الاكثر شيوعا من حيث الاستخدام فى مصر مقارنة بالمعالجة الاولية والثلاثية حيث تزايد اجمالى كمية مياه الصرف المعالج ثانويا من حوالى 3.1 مليار متر مكعب عام 16/2015 الى نحو 3.6 مليار متر مكعب عام 20/2019 وذلك بمعدل تغير قدر بنحو 15.3% ، بينما شهدت محطات المعالجة الثلاثية تناقصا ملحوظا خلال فترة الدراسة وذلك بمعدل متناقص قدر بنحو 39% . كما تزايد عدد محطات الصرف الصحى المعالج الى نحو 455 محطة في 20/2019 مقارنة بـ 388 محطة في 2016/2015 بمعدل زيادة بلغ نحو 17٪.

(1) Abdel Wahaab, R. (2015). Water and Sanitation in Egypt. The African Development Bank (AFDB), Côte d'Ivoire, www.afdb.org/en/countries-north-africa/egypt

(2) Elbana, T. A., Bakr, N., & Elbana, M. (2019). Reuse of Treated Wastewater in Egypt: Challenges and Opportunities. Handbook of Environmental Chemistry, 75(May 2017), 429–453

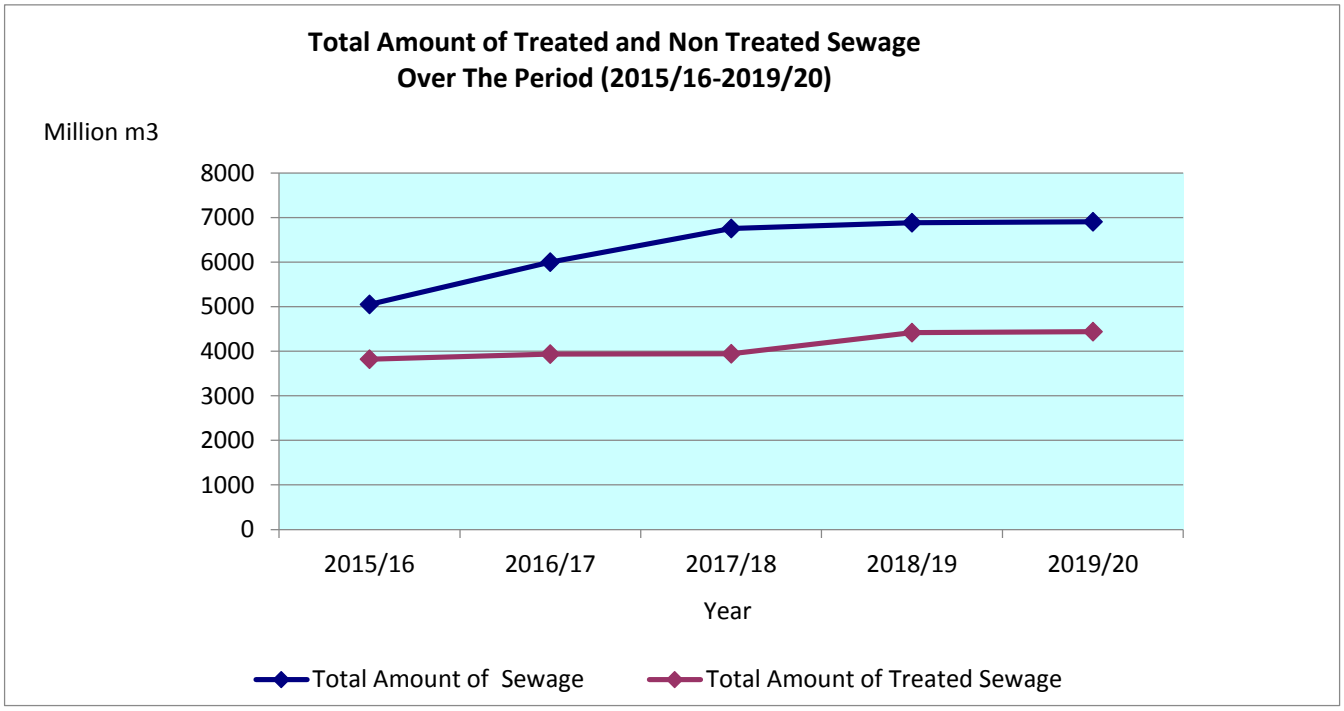
جدول (2) تطور اجمالى مياه الصرف الصحى المعالج وفقا لنوع المعالجة

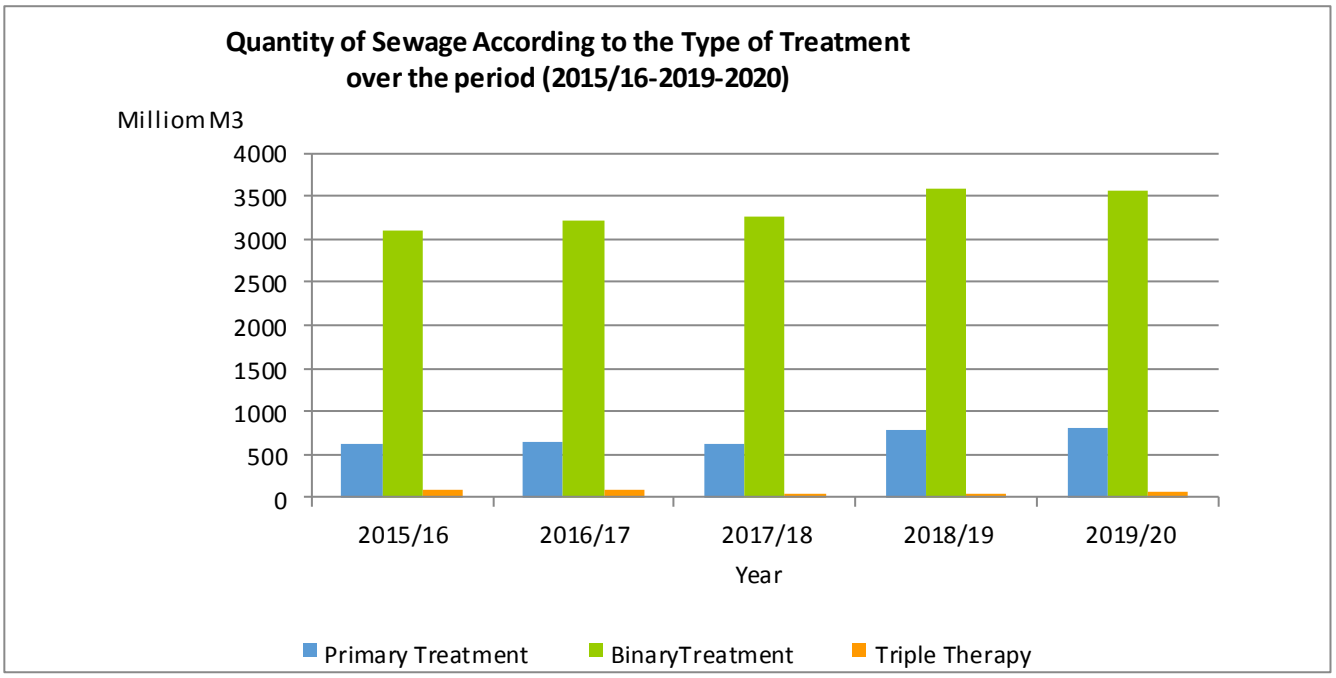
خلال الفترة (2015/2016-2019/2020)

مليون متر مكعب

البيان		2016/2015	2017/2016	2018/2017	2019/2018	2020/2019
اجمالى كمية الصرف الصحى		5049	6000	6754	6882	6910
اجمالى كمية الصرف المعالج		3822	3937	3946.5	4418	4440
نسبة الصرف المعالج الى الكلى		75.7	65.6	58.4	64.2	64.3
اجمالى كمية الصرف المعالج وفقا لنوع المعالجة	معالجة اولية	628	635	634	795	810.4
	معالجة ثانوية	3099	3216	3268.6	3583	3572
	معالجة ثلاثية	95	86.5	44	40	58
عدد المحطات		384	401	400	408	421

المصدر : التقرير السنوى لإحصاءات المياه النقية والصرف الصحى ، الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء





التوزيع الجغرافى لاجمالى كمية مياه الصرف الصحى المعالج فى مصر

خلال الفترة (2016/2015 -2020/2019)

يوضح جدول رقم (3) ان محافظة القاهرة تاتى فى المرتبة الاولى من حيث اجمالى كمية الصرف المعالج بكمية بلغت نحو 1.43 مليار متر مكعب يليها محافظة الجيزة بنحو 0.77 مليار متر مكعب عام 20/2019 . وتمثل كل من محافظات القاهرة ، الجيزة، الاسكندرية، الدقهلية ، الشرقية ، والغربية نحو 71% من اجمالى كميات مياه الصرف المعالج المنتجة على مستوى الجمهورية خلال الفترة (2016/2015-2019-2020)

وبدراسة التوزيع الجغرافى لكمية مياه الصرف المعالجة ابتدائيا على مستوى الجمهورية تبين تركز الكميات المنتجة فى محافظة الجيزة بكمية بمتوسط قدر بنحو 506.5 مليون متر مكعب يليها محافظة الاسكندرية بنحو 148 مليون متر مكعب وذلك خلال الفترة(16/2015-20/2019) .

جدول (3) التوزيع الجغرافى لكمية الصرف المعالج على مستوى الجمهورية

خلال الفترة (2016/2015-2020/2019)

الكمية : مليون م^3

المحافظة	2016/2015	2017/2016	2018/2017	2019/2018	2020/2019
القاهرة	1239.4	1204	1198.5	1461.1	1425.5
الاسكندرية	459.4	511.7	502.4	520.9	498
الدقهلية	164.2	203.8	206.4	188.3	196.8
الشرقية	99.8	124.8	145.6	143.7	136.2
الغربية	162.9	131.6	142.3	146.9	130.4
الجيزة	662.6	674.9	626.3	767.6	769.8
الاجمالى	2788.3	2850.8	2821.5	3228.5	3156.7
الاجمالى العام	3822	3937.2	2946.5	4418	4440
%	73.0	72.4	95.8	73.1	71.1

المصدر : التقرير السنوى لإحصاءات المياه النقية والصرف الصحى ، الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء

و يوضح جدول (4) ان محافظة القاهرة تاتى فى المرتبة الاولى من حيث تركز كميات الصرف المعالج ثنائيا بكمية قدرت بنحو 1.3 مليار متر مكعب لمتوسط الفترة يليها الاسكندرية بمتوسط قدر بنحو 350 مليون متر مكعب ، حيث تتركز كميات مياه الصرف الصحى المعالج فى القاهرة الكبرى ومحافظات الدلتا ذات الكثافة السكانية المرتفعة والمساحات الزراعية الاعلى. اما كميات مياه الصرف المعالج ثلاثيا فتتركز فى محافظة اسيوط بمتوسط قدر بنحو 29.5 مليون م^3 ثم الجيزة بنحو 22 مليون م^3.

جدول (4) التوزيع الجغرافى لكمية الصرف المعالج وفقا لنوع المعالجة
خلال الفترة (2016/2015-2020/2019)

الكمية : مليون م^3

المتوسط	التوزيع الجغرافى لكميات الصرف المعالجة ابتدائيا					
	2020/2019	2019/2018	2018/2017	2017/2016	2016/2015	المحافظة
148.44	148	165.2	142	143.6	143.4	الاسكندرية
7.4	0	0	0	22	15	المنوفية
506.54	612	588.7	456	438	438	الجيزة
20.1	19.7	25.1	18.7	18.4	18.6	اسوان
8.36	3.6	11.2	10.3	8.4	8.3	البحر الاحمر
3.58	5.6	2.8	4.1	2.7	2.7	جنوب سيناء
694.42	**788.9**	**793**	**631.1**	**633.1**	**626**	الاجمالى
700.52	**810.4**	**795.1**	**634.1**	**635**	**628**	الاجمالى العام
99.2	**97.3**	**99.7**	**99.5**	**99.7**	**99.7**	%
المتوسط	التوزيع الجغرافى لكميات الصرف المعالجة ثنائية					
	2020/2019	2019/2018	2018/2017	2017/2016	2016/2015	المحافظة
1302.82	1425.5	1461.1	1198.5	1204	1225	القاهرة
349.58	350	355.7	360.6	365.6	316	الاسكندرية
191.9	196.8	188.3	206.4	203.8	164.2	الدقهلية
130.02	136.2	143.7	145.6	124.8	99.8	الشرقية
152.56	179	147	142.3	131.6	162.9	الغربية
171.72	157.7	179	170	182.1	169.8	الجيزة
2298.6	**2445.2**	**2474.8**	**2223.4**	**2211.9**	**2137.7**	الاجمالى
3347.68	**3572**	**3583**	**3268.6**	**3215.7**	**3099.1**	الاجمالى العام
68.7	**68.5**	**69.1**	**68.0**	**68.8**	**69.0**	%
المتوسط	التوزيع الجغرافى لكميات الصرف المعالجة ثلاثيا					
	2020/2019	2019/2018	2018/2017	2017/2016	2016/2015	المحافظة
2.92	0	0	0	0	14.6	القاهرة
21.92	0	0	0	54.8	54.8	الجيزة
29.48	30.2	31.4	31	29.2	25.6	اسيوط
0.5	0	0	0	2.5	0	الاسكندرية
9.76	27.5	8.5	12.8	0	0	اسوان
64.58	**57.7**	**39.9**	**43.8**	**86.5**	**95**	الاجمالى
64.62	**57.8**	**40**	**43.8**	**86.5**	**95**	الاجمالى العام
99.9	**99.8**	**99.8**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	%

المصدر : التقرير السنوى لإحصاءات المياه النقية والصرف الصحى ، الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء

الطاقة الفعلية والتصميمية والمعطلة فى محطات معالجة مياه الصرف الصحى

يوضح جدول رقم (5) ان نحو 22% من الطاقة التصميمية لمحطات معالجة الصرف الصحى معطلة وذلك خلال (2016/2015) .ولكن تزايد عدد المحطات من حوالى 388 محطة عام 2016/2015 الى نحو 455 محطة عام 2020/2019 ادى الى تراجع نسبة الطاقات المعطلة الى الطاقات التصميمية بنسبة بلغت 12% عام 2020/2019

وبمقارنة الطاقات التصميمية بالطاقات الفعلية خلال الفترة (2020/2019-2016/2015) تبين تزايد الطاقة الفعلية الى نحو 12.15 مليار م3 في عام 2020/2019 ، و بفرض تشغيل جميع المحطات حسب طاقتها التصميمية وتلافى الطاقات المعطلة فان ذلك يسمح بزيادة قدرها 1.7 مليار م3 من مياه الصرف الصحي المعالج يمكن استغلالها فى خفض العجز المائى السنوى

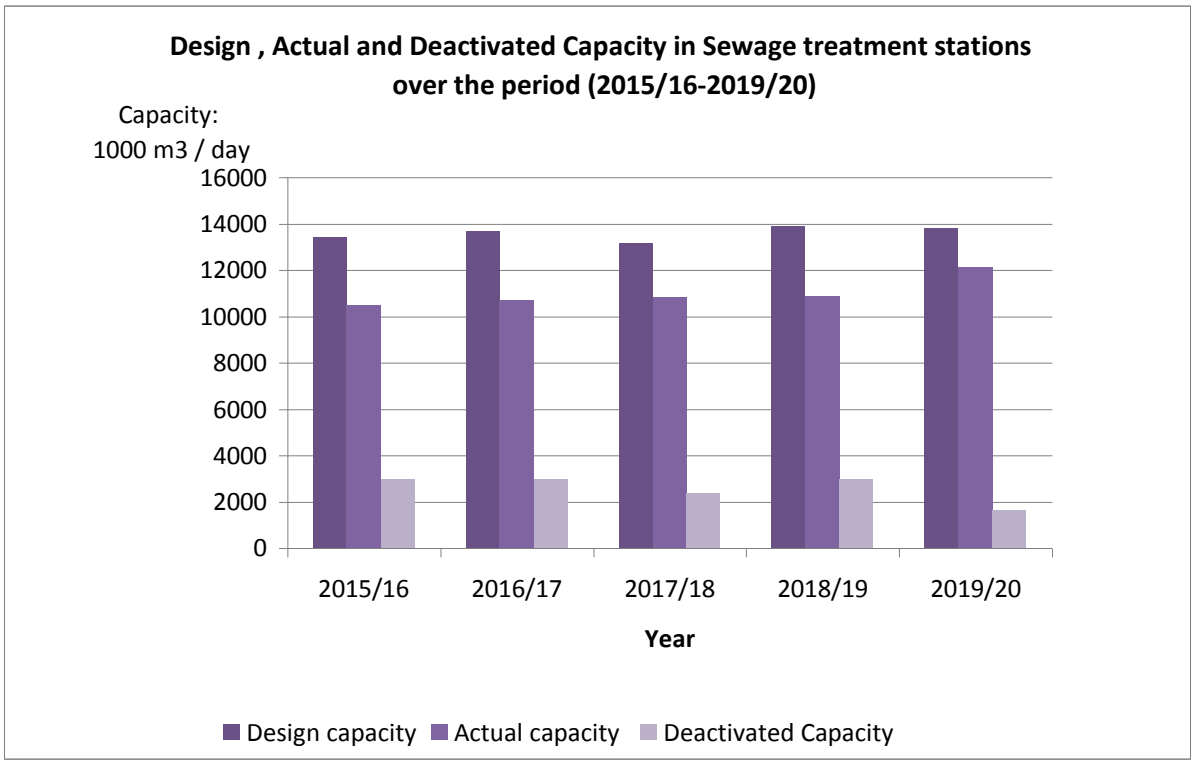
Table 5. Capacities of sewage treatment stations over the period (2015/16-2019/20)

Quantity: Million M3

Year	Total number of stations	Design Capacity	Actual Capacity	Deactivated Capacity	The ratio of Deactivated Capacity to Design Capacity
2015/16	388	13433	10472	2961	22%
2016/17	416	13650	10691	2959	21.7%
2017/18	432	13172	10804	2368	18%
2018/19	446	13868	10877	2991.2	21.6%
2019/20	455	13782	12148.5	1633.5	12%
Average	427.4	13581	10998.5	2582.5	18.5%

*Source:*Annual Bulletin Pure Water & Sanitation Statistics, CAPMAS

من المتوقع أن يصل عدد سكان مصر حوالي 126 مليون نسمة في عام 2033 ونحو 200 مليون نسمة عام 2050 ، و بفرض ثبات معدل النمو الحالى 2.5% وبفرض استمرار امدادات مياه النيل الحالية على مثيلتها خلال ال100 عام الماضية واستمرار استخدام الامطار بالمستويات الحالية فان من المتوقع ان يصل نصيب الفرد من الموارد المائية العذبة المتجددة 290م3 للفرد فى السنة وذلك بحلول عام 2050 اى اقل من حد ندرة المياه الشديد المطلق البالغ 500م 3 للفرد / سنة



وبفرض ان مصر سترغب فى اتاحة حد الندرة فانها ستصبح بحاجة الى 100 مليار متر مكعب سنويا مما يجعلها غير قادرة على تحقيق الاكتفاء الذاتى من الغذاء او المتطلبات المعيشية الاخرى وفى حال استطاعت مصر توفير حد الندرة المائية (1000) م3 للفرد سنويا فان مصر تحتاج حوالى 200 مليار م3 ومن المتوقع ان يصل حجم الاستهلاك المنزلى 15.8 مليار م3 عام 2030. [1]

([1]) AbuZeid, K. M. (2021). Water Sustainability in Egypt , Part I: Egypt's Water Security Strategies up to 2050 Given Potential GERD Impacts.

الباب الثالث

الاستثمار فى مياه الصرف المعالج و أثره على القطاع الزراعى المصرى

تمهيد

يتناول هذا الباب تحديات استخدام مياه الصرف المعالج فى القطاع الزراعى والمردود الاقتصادى لها وذلك من خلال فصلين الاول يتناول تحديات استخدام مياه الصرف فى الزراعة اما الفصل الثانى فيتضمن دراسة حالة لمحطة معالجة الصرف الصحى بغرب اكتوبر .

الفصل الاول

استخدام مياه الصرف الصحى المعالج في الزراعة (الفرص والتحديات)

تحديات استخدام مياه الصرف المعالج في الزراعة في مصر

في عام 1999 ، نشرت منظمة الأغذية والزراعة المبادئ التوجيهية المقترحة بشأن "إعادة الاستخدام الزراعي للمياه المعالجة ومتطلبات المعالجة". وفقاً لهذه الإرشادات ، تم تصنيف نوع إعادة الاستخدام الزراعي على أساس نوع المحاصيل المروية [1] . وقد كان الهدف الرئيسي للتحديث هو تسهيل تطوير إعادة استخدام المياه العادمة على أساس تجميع الخبرات العالمية. تضمنت المبادئ التوجيهية تحديثاً لتحليلً الاختلافات الإقليمية في مجال إعادة استخدام المياه ، ومدى التقدم في تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي. وفقا لاستراتيجية مصر 2030 قامت كل من وزارة الزراعة المصرية و وزارة الرى والموارد المائية بوضع خطة لاستصلاح مساحة 1.2 مليون فدان بحلول عام 2017 اعتماداً على مياه الصرف الصحى المعالجة و مياه الصرف الزراعى المعالج

استخدامات مياه الصرف الصحى المعالج وفقا للكود المصرى (EC 2015)

تم تحديد هذه الدرجات بناءً على فعالية عمليات المعالجة التي تتم على مياه الصرف الصحي الخام وصولاً إلى الحد الأدنى المقابل لعدد من المواد الفيزيائية والكيميائية والمعايير البيولوجية.

1. جودة المياه المعالجة بدرجة (أ)

هذه الدرجة من العلاج تفي بالمتطلبات الصحية ، حيث يتم تحسين مواصفات المياه المعالجة من الدرجة (أ) بإجراء معالجة مياه الصرف الصحي الخام في موقع محطة المعالجة أو عن طريق إجراء عمليات

([1]) FAO. (2017). Wastewater Treatment and Use in Agriculture. http://www.fao.org/docrep/T0551E

معالجة إضافية في موقع الاستغلال الزراعي ، ويسمح بإنتاج المياه من الدرجة (أ) من خلال تحسين درجة مياه الصرف الصحي (ب) أو (ج) بإضافة مياه عذبة ذات جودة مناسبة إذا كانت متوفرة في موقع الاستزراع المائي وفي أي حال تتطلب موافقة وزارة الموارد المائية والري لاستخدام المصدر الدائم للمياه العذبة إذا كان متاحًا لهذا الغرض . أي معالجة إضافية في موقع الاستغلال الزراعي مطلوبة لإجراء دراسة لتقييم الأثر البيئي والصحي ودراسة إدارة المخاطر كما هو موضح في الكود المصري. المجموعات الزراعية التي يمكن ريها هي: المساحات الخضراء للمؤسسات التعليمية والحدائق العامة والخاصة مثل النجيل ونباتات السياج والزهور بأنواعها ، بالإضافة إلى محاصيل الفاكهة التي تؤكل طازجة بدون تقشير مثل التفاح والخوخ والمشمش

2. جودة المياه المعالجة بدرجة (ب)

هى مياه من الدرجة (ج) تم تحسين جودتها عن طريق تخفيفها بالمياه العذبة عند توفرها ، حيث تتم معالجة إضافية في موقع إعادة الاستخدام في محطات المعالجة. يوفر الكود المصري تقييمًا للآثار البيئية والصحية ودراسة إدارة المخاطر لأي معالجة إضافية يتم إجراؤها في موقع إعادة الاستخدام أو أي عمليات لتخفيف المياه العذبة. المحاصيل التي يمكن زراعتها بمياه الدرجة (ب): محاصيل الحبوب الجافة والخضروات المطبوخة والمعالجة مثل المحاصيل الجافة الاستراتيجية بجميع أنواعها (قمح ذرة ، أرز ، فاصوليا) ، محاصيل الفاكهة: مثل الأشجار المستدامة والمورقة مثل الحمضيات ، الزيتون والنخيل والمانجو والرمان. النباتات الطبية والعطرية: مثل اليانسون والكركديه والكمون

3. جودة المياه المعالجة بدرجة (ج)

المياه المنتجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي الثانوية تحقق المعايير الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية ، ومن أهم المحاصيل المزروعة فيها: محاصيل الحبوب الجافة والفواكه والنباتات الطبية والعطرية الموجودة في المجموعة (ب) بالإضافة إلى عباد الشمس والسكر البنجر بشرط عدم استخدام طريقة الري بالرش. البذور غير الغذائية: جميع بذور تكاثر المحاصيل الغذائية الرئيسية مثل القمح وجميع بذور الخضروات بشرط أن تزرع هذه البذور في أماكنها المستدامة فيما بعد ، وجميع أنواع الشتلات التي يتم نقلها بعد ذلك إلى الحقول المستدامة مثل شتلات الزيتون والرمان والحمضيات والكمثرى. الورد و زهور والقطف والأبصال ونباتات الزينة بأنواعها. أشجار الطرق والأحزمة الخضراء ومحاصيل الألياف مثل القطن والكتان والتوت لإنتاج الحرير وجميع المشاتل وأشجار الزينة

4. درجة جودة المياه المعالجة (د)

تكافئ الدرجة (د) جودة المياه من محطات المعالجة التي تقتصر على مراحل ما قبل المعالجة (المصافي وأحواض إزالة الرمال وأحواض إزالة الزيت والمعالجة الأولية). محاصيل الكتلة الحيوية الصلبة: المحاصيل

المحولة بالفحم مثل الصفصاف والمورانجا ومحاصيل الكتلة الحيوية السائلة: جميع محاصيل إنتاج الديزل الحيوي وزيوت الطاقة مثل فول الصويا والجوجوبا ومحاصيل إنتاج السليلوز: جميع المحاصيل غير الغذائية لإنتاج الجلوكوز ومشتقاته مثل الإيثانول وحمض الخليك وجميع الأشجار لإنتاج الأخشاب مثل الماهوجني.

وفقًا للكود المصري للاستخدامات الزراعية المحظورة يحظر استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة من الدرجة (د) في ري أي محاصيل غذائية سواء كانت خضروات أو حقلية أو محاصيل فواكه أو نباتات طبية. كما يحظر استخدام المياه المعالجة مع درجات المعالجة (ب) ، (ج) ، (د) في ري المساحات الخضراء للمنشآت التعليمية أو الحدائق العامة أو الخاصة [1]

استخدام مياه الصرف الصحى المعالج فى الزراعة

تشير نتائج العديد من الدراسات التطبيقية التحليلية على المستوى المحلى والاقليمى والعالمى الى ان العناصر الغذائية الموجودة بشكل طبيعي في مياه الصرف الصحي تسمح بتحقيق وفورات في نفقات الأسمدة ، وبالتالي ضمان توافر مغذٍ فى دورة مغلقة تناسب البيئة مما يؤدى الى تجنب العودة غير المباشرة للعناصر الدقيقة (خاصة النيتروجين والفوسفور) إلى المسطحات المائية[2]. بالاضافة الى ان المياه العادمة قد تكون مصدراً محتملاً للأسمدة الكلية (N و P و K) ومن ثم يمكن الاستنتاج أن مياه الصرف الصحي المعالجة مصدر جيد للعناصر الغذائية المختلفة التي يمكن أن تحسن خصوبة التربة ونمو النبات. الا ان ذلك يتطلب الرقابة المستمرة لضمان جودتها [3] وأن إعادة استخدام المياه العادمة يحسن الانتاجية المحصولية ويؤدي إلى تقليل استخدام الأسمدة في الزراعة ، ومن ثم سوف تنخفض الملوثات في المسطحات المائية[4] ، كما ان اختيار المحاصيل المناسبة للزراعة بالمياه المعالجة أمراً أساسياً لتحقيق الاستخدام الناجح للمياه المعالجة ، مثل المحاصيل الزيتية (الكانولا وعباد الشمس) والتى تعتبر محاصيل مناسبة للرى بالمياه المعالجة [5]. و تظهر نتائج المعايير الفسيولوجية الزراعية تأثيرًا إيجابيًا على البرسيم

([1]) الكود المصرى لاستخدام مياه الصرف الصحى المعالج ، مركز بحوث الاسكان ، وزارةالاسكان والمجتمعات العمرانية الجديدة ، 2015 .

(2) Drechsel, P.; Scott, A.; Sally, R.; Redwood, M.; Bachir, A. (2010). Wastewater Irrigation and Health: Assessing and Mitigating Risk in Low-Income Countries. International Water Management Institute.

(3) Al-busaidi, A., & Ahmed, M. (2017). Water Resources in Arid Areas: the Way forward Maximum - Maximum Use of Treated Wastewater in Agriculture Metadata of the chapter that will be visualized in SpringerLink. June 2019

(4) Oliveira, S., & Sperling, M. (2008). Reliability analysis of wastewater treatment plants. Water Research, 42, 1182–1194

(5) Zidan, M., & Dawoud, M. (2013). Agriculture Use of Marginal Water in Egypt: Opportunities and Challenges (pp. 661–679)

المروي بمياه الصرف المنزلي مقارنة بمياه الآبار ، حيث تحسن المياه العادمة الخصائص الفيزيائية والكيميائية وخصوبة التربة مقارنة بمياه الآبار كما تعزز من إنتاجية المحاصيل [1] . بالاضافة إلى أن تطبيق المياه العادمة المعالجة على نباتات البرتقال على المدى الطويل لم تظهر أي مشاكل كبيرة. بالاضافة الى عدم حدوث أي مشكلة سمية نباتية في جميع المحاصيل التي تم اختبارها بسبب الري بمياه الصرف الصحي المعالجة [2]. كما لم يلاحظ أي أعراض لمشكلة السمية النباتية على مدى زمنى طويل على اوراق أوراق النخيل والفواكه ، الا انه كان هناك زيادة في تركيز المعادن الثقيلة للنباتات المروية بمياه الصرف الصحي مقارنة بالمياه الجوفية. ومع ذلك ، كانت جميع القيم المقاسة ضمن المعايير الدولية [3].

ومن ثم يمكن الاستنتاج أن مياه الصرف الصحي المعالجة مصدر جيد للعناصر الغذائية المختلفة التي يمكن أن تحسن خصوبة التربة ونمو النبات. الا ان ذلك يتطلب الرقابة المستمرة لضمان جودتها[4]

الاستثمار فى اعادة استخدام مياه الصرف الصحى فى الزراعة

وفقًا للتقديرات الاخيرة لمنظمة الأغذية والزراعة (الفاو) ، فإن هناك تراجع فى معدلات الجوع مما يسمح بالوصول بعدد الأشخاص الذين يعانون من نقص التغذية إلى النصف. ولنجاح ذلك من الضروري أولاً الاعتماد على منهج شامل يتضمن الاستثمار العام والخاص بهدف زيادة الإنتاجية الزراعية وتحسين الموارد المائية وحماية الفئات الفقيرة [5] .

([1]) Elfanssi, S., Ouazzani, N., & Mandi, L. (2018). Soil properties and agro-physiological responses of alfalfa (Medicago sativa L.) irrigated by treated domestic wastewater. Agricultural Water Management, 202(C), 231–240.

(2) Omran. (1988). Effect of sewage irrigation on yield, tree components, and heavy metals accumulation in navel orange trees. Biol Wastes BIWAED.

(3) El Mardi, Mahdi. O., Salama, S. B., Consolacion, E., & Al-Shabibi, M. S. (1995). Effect of treated sewage water on vegetative and reproductive growth of date palm. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 26(11–12), 1895–1904.

(4) Al-busaidi, A., & Ahmed, M. (2017). Water Resources in Arid Areas: the Way forward Maximum - Maximum Use of Treated Wastewater in Agriculture Metadata of the chapter that will be visualized in SpringerLink. June 2019

([5]) FAO. (2015). The State of Food Insecurity in the World

الإنفاق الاستثماري العام على مشروعات معالجة مياه الصرف الصحي في مصر وتوزيعه الجغرافى خلال الفترة (2016/2015-2020/2019)

يشير الجدول (6) إلى أن إجمالي الاستثمار في مشروعات الصرف الصحي في مصر قد بلغ 2.61 مليار جنيه عام 20/2019 مقابل 386.6 مليون جنيه عام 2016/2015 بمعدل تغير 574٪. وهذا يشير إلى مدى الاهتمام الذي توليه مصر لمشاريع توصيل المياه النقية واستغلال مياه الصرف الصحي المعالجة كمورد اقتصادي متجدد يمكن أن يساهم بشكل فعال في تقليل العجز المائي وتحقيق أهداف التنمية المستدامة. كما تبين أن محافظة الشرقية تأتي في المرتبة الأولى من حيث حجم الإنفاق الاستثماري على مشروعات الصرف الصحي بمتوسط بلغ 406 مليون جنيه خلال الفترة (2015 / 2016-2019-2020) تليها محافظة الدقهلية بمتوسط 266 مليون جنيه.

مما يعني أن مصر تستهدف المناطق الريفية ذات الكثافة السكنية المرتفعة بمشروعات الصرف الصحي. وتمثل محافظات القاهرة والإسكندرية والدقهلية والشرقية والغربية والبحيرة وأسيوط وسوهاج 89٪ من إجمالي الإنفاق الاستثماري على مشروعات الصرف الصحي في 20/2019 ، مقارنة بـ 79٪ في 2016/2015.

Table 6. Total investment spending for sewage treatment projects in Egypt over the period(2015/16-2019/20)

Value: Million L.E

Governorate	2016/2015	2017/2016	2018/2017	2019/2018	2020/2019	Average
Cairo	32.2	49	74	89	139	77
Alexandria	63.9	34	36	37	32	41
Daqahliya	6.4	15	244	455	609	266
Sharkia	8.5	9	176	917	919	406
Garbia	54.1	58	262	131	57	112
Behira	82.4	71	109	399	455	223
Assiout& New Valley	47	99	73	41	34	59
Sohag	11	49	32	153	77	64
Other	81.1	75.3	194	343	285	196
Total	305.5	384	1006	2222	2322	1248
Total General	386.6	459.3	1200	2565	2607	1444
%	79.0	83.6	83.8	86.6	89.1	84
New Urban Communities	-	-	-	30	45	

Source: Annual Bulletin Pure Water & Sanitation Statistics, CAPMAS

يوضح الجدول رقم (6) ان اجمالى الاستثمار الموجه لمشروعات الصرف الصحى بالمجتمعات العمرانية الجديدة يقدر بنحو 41 مليون جنيه فى 20/2019 ويتركز فى مناطق النوبارية 15 مايو ، 6 اكتوبر ، السادات ، المنيا الجديدة بقيمة حوالي 13 ، 10 ، 8 ، 2 ، 12 مليون جنيه عام 20/2019 على التوالي[1]

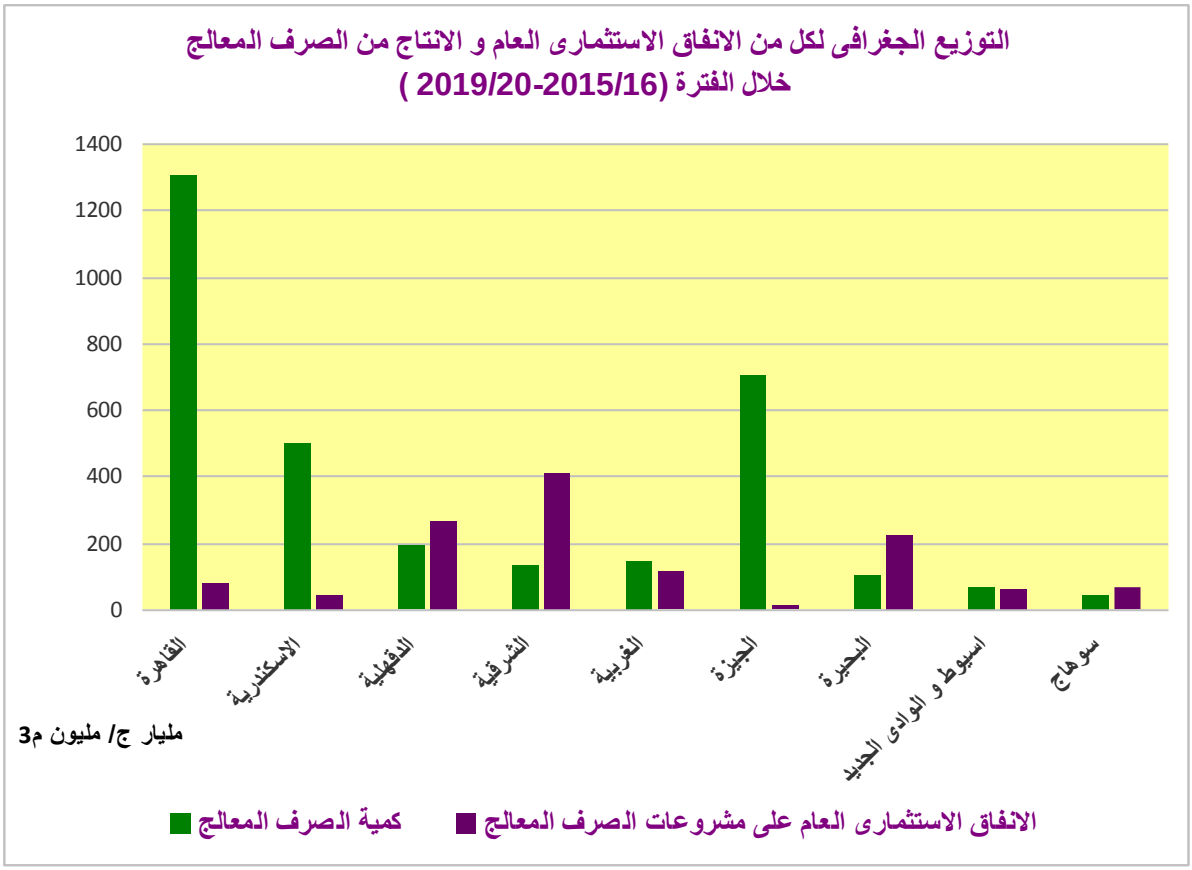
و بدراسة التوزيع الجغرافى لحجم الانفاق الاستثمارى الموجه لمشروعات معالجة مياه الصرف الصحى ومقارنته بالانتاج من مياه الصرف المعالج بتلك المحافظات تبين التالى :

تركز الانفاق الاستثماري على مشروعات الصرف الصحي فى كل من محافظات الشرقية ، والدقهلية ، البحيرة ، الغربية ، القاهرة ، سوهاج ، ، اسيوط والوادى الجديد ثم الاسكندرية وبدراسة الوضع الانتاجى لتلك المحافظات لوحظ التالى :

ان محافظة الشرقية تأتى فى المرتبة الاولى من متوسط الانفاق الاستثمارى على مشروعات الصرف الصحى المعالج خلال الفترة (2016/2015-2019-2020) على الرغم انها تأتى فى المرتبة السادسة على مستوى الجمهورية من حيث حجم الانتاج بكمية بلغت نحو 130 مليون م^3 خلال الفترة ، وان محافظة الدقهلية ووفقا لما تقدم بالبحث لم تكن ضمن المحافظات الاولى على مستوى الجمهورية من حيث كمية الانتاج من الصرف المعالج حيث قدر متوسط انتاجها بنحو 192 مليون متر مكعب خلال الفترة (2016/2015-2019-2020) وتقع فى المرتبة الرابعة من حيث الانتاج وبالرغم من ذلك تأتى فى المرتبة الثانية من حيث الانفاق الاستثمارى العام على محطات الصرف المعالج بنسبة بلغت نحو 18.4% خلال فترة الدراسة، بينما محافظة القاهرة والتى تاتى فى المرتبة الاولى من حيث اجمالى كمية الصرف المعالج جاءت فى المرتبة الخامسة بنسبة بلغت نحو 5.31% من اجمالى الانفاق الاستثمارى الموجه لمشروعات الصرف الصحى المعالج والمقدر بنحو 1.44 مليار جنيه كمتوسط للفترة (2016/2015-2019-2020) ، مما يشير الى ان توجيه المزيد من الاستثمارات الى تلك المحافظات وعدم اتساق توزيع الانفاق مع حجم الصرف المعالج الناتج غير ذو جدوى اقتصادية حيث لم ينعكس ذلك بتوسع ملحوظ فى استخدام مياه الصرف المعالج فى الزراعة ، ومن ثم يجب ان يكون توجيه المزيد من الاستثمارات الجديدة لهذا النشاط وفقاً لمعايير حجم الانتاج وأيضا حجم الطلب على هذه النوعية من المياه فى تلك المناطق حتى يزيد ذلك من جدوى الاستثمار فى هذا النشاط .

الا انه يمكن القول انه قد يتم توجيه المزيد من الاستثمارات لهذه المناطق لانها خارج منظومة الصرف الصحى الامن وانها استثمارات ضرورية للنهوض بتلك المناطق ذات الكثافة السكانية المرتفعة والخدمات الحياتية الضرورية المنخفضة .

(1) CAPMS. (2021). Annual Bulletin of Pure Water & Sanitation Statistics.



ويقدر عدد المشاريع الاستثمارية المنفذة في قطاع الصرف الصحي خلال الفترة (2016/2015–2020/2019) 623 مشروعاً في 20/2019 مقابل 217 في 2016/2015. بطاقة إنتاجية بلغت 33 مليون م 3 / يوم في 20/2019. على الرغم من أهمية الاستثمار في مشاريع معالجة مياه الصرف الصحي بهدف إعادة استخدامها ، إلا أن هذه المشاريع تعتبر مشاريع ذات تكاليف رأسمالية كبيرة دون عائد لتغطية تكاليف التشغيل وصيانة المشروع ، الأمر الذي يجعل الكثير من الدول وعلى وجه الخصوص الدول النامية ، مترددة في تنفيذ مثل هذه المشاريع ، لكن في ضوء معاناة مصر من شح المياه واستراتيجية مصر البيئية.

اتجهت مصر نحو اقامة مشروعات ضخمة في قطاع الصرف الصحي وإعادة استخدام المياه. وهذا يتفق مع ما ذكره (Sheikh) [1] في دراسته " حيث يجب ان يتم تسعير المياه المعاد تدويرها بشكل عام بنسبة أقل من مياه الشرب لتوفير حافز كبير للعملاء للتحول من المياه الصالحة للشرب إلى المياه المعاد تدويرها. فمنح خصم بمقدار

(1) Sheikh, B. (2008). Socioeconomic aspects of wastewater treatment and water Reuse BT - Efficient management of wastewater. In: I. Al Baz, R. Otterpohl & C. Wendland (eds.) Efficient management of wastewater, Springer Berlin Heidelberg, 249–257.

يتراوح بين(15–100%) قد يتيح المياه المعاد تدويرها مجاناً للمستخدمين ، وان كان ذلك الخصم على سعر المياه المستصلحة قد يكون عائقا اخر أمام تنفيذ مشاريع إعادة استخدام المياه الجديدة من حيث عدم القدرة على سداد تكاليف تنفيذ المشروع وتشغيله وصيانته. نظرا للفوائد الكبيرة لإعادة استخدام المياه للمجتمع والبيئة ، فإن مخططات تسعير مياه الشرب تكون بشكل عام أقل من التكلفة الفعلية للتشغيل والصيانة بالاضافة الى التكاليف الرأسمالية لإنشاء أنظمة المعالجة و انظمة التوزيع والإمداد في العديد من المجتمعات. ومن ثم ليس من المتوقع أن يغطي السعر المنخفض للمياه المعالجة تكاليف التشغيل العادية لنظم إعادة استخدام المياه وبالتالى يتم الاعتماد على الاعانات والحوافز وغيرها من مصادر التمويل لسد الفجوة بين التكاليف والايرادات لانظمة اعادة استخدام المياه .

وسوف سيؤدي استخدام سعر المياه كمعيار لتقييم عوائد توفير موارد المياه العذبة من خلال الري بمياه الصرف الصحي إلى تقديرات دون المستوى الأمثل. وذلك لأن المياه تعتبر سلعة عامة وبالتالي نادرًا ما يتم تسعيرها وتخصيصها بتكلفة الفرصة البديلة في معظم البلدان النامية. يتم تحديد تخصيص المياه في معظم البلدان من خلال مجموعة من العوامل القانونية والسياسية والتاريخية. وتتراوح نسبة المساحة التى سوف يتم ريها بمياه الصرف المعالج بين (1–2%) من اجمالى المساحة المروية .

ويجب التنويه بأن هناك تسعير لمياه الصرف الصحى اقل من التسعير الحالى للمياه فالمقصود هنا عن مياه الشرب التى تباع للمواطنين والتى اصبحت ذات تكلفة اعلى وكذلك ما يدفعه المواطنون نظير خدمة الصرف الصحى . اما على مستوى القطاع الزراعى فانه على الرغم من الظاهر ان المواطنون لا يدفعون تكلفة لمورد المياه الا ان هناك على ارض الواقع تكلفة اصبح يتحملها الزراع بعد تطبيق مشروعات الرى الحقلى وتطوير وتبطين الترع وهناك الكثير من الدراسات والابحاث تؤكد وجود تكلفة لعنصر الماء وان كان الحديث عنها لا يتم بشفافية من قبل الدولة.

الا انه يجب ان نؤكد على وجود تكلفة حقيقية للمياه خاصة فى المناطق الصحراوية التى تتطلب حفر ابار ومضخات وصيانه وشبكات وغيرها . مما يشير لوجود تكلفة حقيقية لعنصر الماء ليست قاصرة على تكليف ميكنة الرى وانما تمتد لتشمل المورد نفسه . مع ملاحظة ان اغلب الدراسات والابحاث التى تناولت فكرة التسعير بصورة جلية هى ابحاث تمت فى دول اخرى ، ودراسة واحدة فقط اجرتها احدى المنظمات الدولية عن مصر ، ومن ثم نجد ان الحديث عن تسعير المياه فى مصر لا يتم بشكل رسمى معلن . الامر الاهم ان الدراسات المعنية باستخدام المياه المعالجة لم تعنى بتلك الامور .

ويرى الباحث ان الدراسة الحالية تعتبر الدراسة الاولى التى تناقش الجوانب الاقتصادية لمعالجة مياه الصرف الصحى والمردود الاقتصادى لاستخدامها زراعيا فإن كان هناك جوانب قصور فلأنها دراسة اولية لم تتاح لها اى مصادر سوى المصادر التى ناقشت الجوانب الفنية وبعض الجوانب البيئية وبعض المعاملات الفنية الزراعية ومن ثم يجب اجراء المزيد من الدراسات حول ذات الموضوع على ان تتعلق بالجوانب التطبيقية واقتصادياتها من خلال دراسات ميدانية موسعة .

ومن ثم نجد ان احد اهم القيود التي تحد من استخدام المياه المعالجة او استخدامها بمستويات ضعيفة هو عدم تقبل المجتمع لمثل هذه النوعية من المياه نظرا لضعف المعلومات المتاحة حول فوائد هذه الممارسة وضعف الرقابة على عملية المعالجة ، والتحليل الاقتصادي غير الكامل لخيارات إعادة استخدام المياه المعالجة ، وعدم التوافق بين تسعير المياه وندرة المياه ، ونقص الحوافز الاقتصادية لإعادة استخدام المياه المعالجة ، وعدم الاهتمام برعاية العمال الذين يعملون فى استخدام المياه المعالجة ومن ثم يرى البعض ان فى مصر استخدام مياه الصرف الصحى المعالج غير مجدى اقتصاديا عند الرغبة فى انتاج مياه اكثر جودة تتناسب عملية الرى لان ذلك سيزيد اجمالى التكاليف وقد اكد على ذلك كل من (Fine, et , al)[1] ، (Devi, M)[2] ، (El-Zanfaly)[3]

الا انهم رأوا أنه على الرغم من أن التكاليف الهامشية لمستويات المعالجة الاعلى مرتفعة للغاية ، إلا أن هذه التكاليف تبرر أحيانًا بقيمة المحصول ودرجة ندرة المياه والاهتمام العام و الفوائد البيئية الناتجة عن اعادة استخدام المياه العادمة في الزراعة في ظل ممارسات زراعية وإدارية مناسبة لها العديد من الفوائد الاقتصادية التي تشمل التخفيف من ندرة المياه العذبة ، وتوفير مصدر مقاوم للجفاف للمياه والمغذيات التي تقلل من تكاليف الأسمدة ، وتزيد من إنتاجية المياه عن طريق زراعة محاصيل متعددة على مدار العام (Grant, S, et , al). [4]

كما تشير الدراسات العلمية إلى أن بعض المستثمرين في قطاع الزراعة قاموا بإنشاء وحدات خاصة داخل مزارعهم لمعالجة مياه الصرف الصحي الناتج عن التجمعات السكنية المحيطة بهم او القريبة منهم . وذلك لتوفير مصدر دائم للري نظراً لعدم صلاحية المياه الجوفية للري في بعض المناطق المستصلحة حديثًا ، وعدم وجود مصدر دائم للمياه للمزرعة.

وبالرغم من ذلك لم يتمكن الباحث من الحصول على بيانات دقيقة عن عدد المزارع التى تمتلك وحدات معالجة أو قيمة الاستثمار الخاص في مثل ذلك النوع من وحدات المعالجة وذلك نظراً لعدم توافر احصاءات رسمية حول هذه الممارسات . بالإضافة إلى عدم وجود أي دراسات فنية أو اقتصادية حول التوسع في استخدام تكنولوجيا معالجة مياه الصرف الصحي من قبل القطاع الخاص. الا ان بالبحث امكن التوصل الى دراسة عن مزرعة سيكم مصر وهى واحدة من كبرى المزارع فى مصر تقع فى مركز بلبيس بمحافظة الشرقية ، حيث قام القائمون على المزرعة

([1]) Fine, P., Halperin, R., & Hadas, E. (2006). Economic considerations for wastewater upgrading alternatives: An Israeli test case. Journal of Environmental Management, 78(2), 163–169.

(2) Devi, M. G. (2009). A framework for determining and establishing the factors that affect wastewater treatment and recycling. University of Melbourne Parkville.

(3)El-Zanfaly, H. T. (2015). Wastewater reuse in agriculture: a way to develop the economies of arid regions of the developing countries. Journal of Environment Protection and Sustainable Development, 1(3), 144–158

(4) Grant, S. B., Saphores, J. D., Feldman, D. L., Hamilton, A. J., Fletcher, T. D., Cook, P. L. M., Stewardson, M., Sanders, B. F., Levin, L. A., Ambrose, R. F., Deletic, A., Brown, R., Jiang, S. C., Rosso, D., Cooper, W. J., & Marusic, I. (2012). Taking the "waste" out of "wastewater" for human water security and ecosystem sustainability. Science, 337(6095), 681–686

بتجهيز مساحة من الارض لاستقبال مياه الصرف الصحى الناتجة عن استخدام المنازل والمدارس والورش والمحال والمكاتب الادارية القريبة بهدف اتاحة قدر اكبر من المياه اللازمة للرى بالاضافة الى المساهمة فى حل مشكلة التخلص من مياه الصرف الصحى التى خرجت عن السيطرة فى المنطقة ، وتمتاز طريقة المعالجة التى اتبعتها شركة سيكم بأنها ذات تكلفة منخفضة وتقنية بسيطة حيث تتم معالجة مياه الصرف الصحي بواسطة خزان للصرف الصحي ، ومن ثم يتم توجيه النفايات السائلة إلى الأراضي الرطبة المبنية لاجراء المعالجة الثنائية . ثم يتم تخزين المياه العادمة المعالجة لاستخدامها في ري أشجار الغابات [1](Abdou , et , al).

مما ادى الى تحسن فى كل من جودة المياه المعالجة ، وخواص التربة بالاضافة الاثر الايجابى على البيئة والمياه الجوفية حيث جودة المياه المعالجة الناتجة تقع ضمن المواصفات القياسية المصرية. حيث يتم انتاج ما يقرب من 10 م 3 يوميا من المياه لري المنطقة الزراعية باستخدام مياه الصرف الصحي المعالج بكفاءة.

([1]) Abdou, A., Gawad, I. & ElZein, Z. (2019). Sustainable water treatment methods to be used in urban communities. Handbook of Environmental Chemistry, 75, 411–426.

الفصل الثانى

دراسة حالة

محطة معالجة مياه الصرف الصحى بمدينة السادس من اكتوبر

تقع المحطة فى مدينة السادس من اكتوبر وتخضع لاشراف هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة ، وزارة الاسكان وتتكون المحطة من محطتين :

1. **المحطة الاولى :**

تم إنشاء المحطة عام 1985 وتم بدء التشغيل بها عام 1999 ، وذلك بطاقة تصميمية تبلغ 150 الف م 3/ يوم وبطاقة فعلية 140 الف م 3 / يوم. وقد بدأت فى العمل كمحطة معالجة ثنائية ، الا انه فى عام 2009 تم تحويلها إلى محطة معالجة ثلاثية لمياه الصرف الصحي. تقدر التكلفة الاستثمارية للمحطة بنحو 853 مليون جنيه .

وتشتمل على ثلاث محطات ضخ رئيسية بتكلفة اجمالية بلغت 160 مليون جنيه للمحطة ويتراوح العمر الاقتصادى للمحطة بين(25 – 30) سنة. بالاضافة الى عدد 7 محطات رفع تكلفة المحطة الواحدة تقدر بنحو 120 الف جنيه ، ويقدر العمر الاقتصادى لشبكات الصرف بنحو 25 سنة. كما تبلغ تكلفة الصيانة السنوية وفقا لاخر تقدير 3.5 مليون جنيه عام 2020 . كما يقدر العمر الاقتصادى للمشروع عمر بنحو خمسون عاما

هذا وقد بلغ لمجموع إيرادات المحطة نحو 13 مليون جنيه 2020/2019 وهو ناتج قيمة مبيعات المياه المعالجة والحمأة وبعض المخلفات .

ومن الملاحظ ان اجمالى التكاليف الاستثمارية هو 853 مليون جنيه وتم ذكر تكلفة كل بند فى التكاليف الاستثمارية تفصيلا كما سبق مع مراعاة القيمة الزمنية للنقود وتحديد كل نوع تكلفة وقيمته نظرا لان تحليل CBA يعنى بحساب نصيب تكلفة متر مكعب ماء ناتج من العملية الانتاجية من اجمالى التكاليف الاستثمارية اى يتم حساب نصيب المتر المكعب الناتج من ماء الصرف المعالج من قيمة تكلفة المضخات والشبكات وكافة مدخلات الانتاج وصولا الى متر مكعب ماء معالج معد للبيع .

ونظرا الى ان المحطة قائمة بالفعل فاننا لسنا بصدد دراسة جدوى وانما تقييم اقتصادى لمشروع قائم فعليا للوقوف على المردود الاقتصادى له . وقد تم التقدير وفقا للعمر الاقتصادى لاكبر قيمة اصل استثمارى وهو 25 عام حيث بعد 25 عام يتم ضخ استثمارات جديدة للاحلال والتخريد للاصول الموجودة وتطويرها .

2. المحطة الثانية :

بدأ انشاء المحطة عام 2019 فى اطار التوسعة والتحديث للمحطة الاولى وسوف تدخل مرحلة التشغيل التجريبى مع بداية عام 2022 . وهي محطة معالجة ثلاثية بطاقة تصميمية تبلغ 150 الف م 3 / يوم. بتكلفة إجمالية تقدر بنحو 1.2 مليار جنيه تضمنت 500 مليون جنيه إنشاءات فى محطة (1) ، (2) وتعتبر المحطة تطوير للمحطة الاولى وزيادة فى طاقتها الاستيعابية والانتاجية لتواكب متطلبات التنمية فى المرحلة القادمة.

أهم ما يميز المحطة الجديدة هو وجود مرحلة مستقلة من علاج الحمأة وفقاً لأفضل المعايير ، وذلك وفقا لقانون إعادة استخدام الحمأة الناتجة من محطات الصرف في التسميد الأراضي الزراعية ، حيث يتم تجفيف الحمأة بأحدث الطرق. وبعد الانتهاء من التشغيل التجريبي للمحطة والتأكد من توافق المياه مع القانون المصري والكود المصرى لسلامة استخدام مياه الصرف المعالج فى الزراعة ، سوف يتم توصيل خطوط المياه المعالجة من المحطة عبر شبكة رى حتى يعاد استخدامها طبقا لما هو محدد فى الكود المصرى بشأن ري المساحات الخضراء . حيث تعمل المحطة وفقا لاطار استراتيجية 2030 و رؤية مصر من حيث دمج البعد البيئي في خطط التنمية المستدامة للمشاريع لما لها من تأثير مباشر على البيئة.

يجب التأكيد على انه لم يتم ادراج المحطة الجديدة فى التقدير نظرا لانها لازالت تحت الانشاء ولكن من المتوقع وفقا للمؤشرات المحسوبة للمحطة الاولى ولخطة الدولة التى بناء عليها تم البدء فى انشاء المحطة ان المحطة سوف تكون ذات مردود اقتصادى كبير حيث يعتمد عليها مشروع الدلتا الجديدة بشكل رئيسى .

نتائج تقييم مشروع محطة اكتوبر للصرف الصحى المعالج

تحليل العائد والتكاليف لاستخدام مياه الصرف الصحى المعالج

اعتمد البحث فى تحليل المردود الاقتصادى للاستثمار فى مشروعات معالجة مياه الصرف الصحي على استخدام منهج تحليل التكلفة والعائد الاجتماعى ليكون بمثابة ركيزة اساسية لتحديد مدى ضرورة التوسع فى النشاط او ضخ استثمارات جديدة فى المشروع . حيث يمتاز هذا المنهج التحليلى باحتوائه على عدة معايير يمكن ربطها بالاهداف القومية والاجتماعية والاقتصادية حتى يمكن الاختيار بين افضل المشروعات الاستثمارية التى تحقق الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية وتتسم بالشفافية والموضوعية مما يوجه صانع القرار نحو القرار الصحيح .

يهدف تحليل (CBA) الى تقدير التكاليف الاجتماعية والعائد الاقتصادى للمشروعات الاستثمارية حتى يتمكن صانع القرار من معرفة جدوى اقامة المشروع من عدمه . ويختلف هذا النوع من التحليل عن ما تستخدمه المؤسسات فى تقييم استثماراتها (تقييم الاستثمار) حيث يهتم تحليل العوائد والتكاليف بالجانب الاجتماعى ، العوائد

التى تعود على المجتمع والتكاليف التى يتكبدها انشاء المشروع والخسائر التى قد تلحق به ومدى تأثيرها على رفاهية المجتمع بالاضافة الى الاثار البيئية للمشروع .

الا ان هذا النوع من التحليل يواجه مشكلة رئيسية هى تقدير بعض انواع التكاليف والعوائد وخاصة العوائد الاجتماعية وكذلك صعوبة تحويل بعض التقديرات الى قيم موحدة حتى يمكن مقارنة التكاليف بعضها البعض .

لذلك يجب النظر الى هذا التحليل على انه اداة عملية فى صنع القرار بل فى الواقع افضل الوسائل التى تساعد فى الوصول لادق المعلومات الممكنة والمتنوعة التى قد تساعد الحكومة فى اتخاذ القرار .

وبوجه عام من الواضح انه لم يكن هناك قدر من الاهتمام الكافى بالجوانب الاقتصادية لمشروعات الصرف الصحى خاصة فى مجال التحول نحو معالجة مياه الصرف الصحى واعادة استخدامها حيث كان التركيز دائما على مشروعات الصرف الصحى التقليدية (Prihandrijanti,et, al) [1]

تحليل التكاليف والعوائد الاجتماعية لمعالجة مياه الصرف الصحى بمحطة اكتوبر

بالاطلاع على السجلات الخاصة بمحطة اكتوبر للصرف الصحى المعالج وهى بيانات رسمية غير منشورة للتعرف على اجمالى تكاليف وعوائد المحطة وتكلفة معالجة المتر المكعب من ماء الصرف الصحى وغيرها مما يتعلق بدراسة الحالة تبين ان التكلفة المقدرة لمعالجة ماء الصرف الصحى تقدر بنحو 1000 جنيه لكل 1000 م3

ويتم توزيع تلك التكاليف كما يلى :

1. التكلفة الأساسية : وهو ما تقوم الدولة بانفاقه فى حال اجراء المعالجة ام لا او اذا كان من المقرر اعادة استخدام الماء الناتج او عدم استخدامه . وهى اجمالى تكاليف انشاء محطة الصرف الصحى من مبانى ومرافق وخطوط وشبكات ومحطات الرفع والضخ والمعالجة الثنائية بالاضافة لاعمال الصيانة والكهرباء . ويقدر اجمالى التكلفة بنحو 885 جنيه / 1000م3 من المياه .
2. التكاليف الاضافية : وهى تكلفة اضافية ناتجة عن تطوير المبانى والقدرة التصميمية والاستيعابية للمحطة بالاضافة لبعض خطوط نقل المياه والانابيب حتى يمكن تحويل المعالجة الثنائية الى ثلاثية بهدف تحقيق الاشتراطات العالمية اللازمة لاستخدام مياه الصرف المعالجة الناتجة فى الاغراض الزراعية .

وتقدر تكلفة تلك المرحلة بنحو 115 جنيه / 1000م3

التكاليف المباشرة :

وتتضمن تكاليف تشغيل وصيانة كافة مرافق محطة الصرف الصحي . ويتطلب تحديد تكلفة تشغيل وصيانة المحطة تحديد تكلفة صيانة كل من الشبكات ومحطات الضخ والرفع بالاضافة الى تكاليف المعالجة الثنائية

[1]) Prihandrijanti, M., Malisie, A., & Otterpohl, R. (2008). Cost–benefit analysis for centralized and decentralized wastewater treatment system (Case study in Surabaya-Indonesia). In: Efficient management of wastewater, 259–268.

والثلاثية ، ويقدر اجمالى التكلفة السنوية لاعمال الصيانة حوالى 3.5 مليون جنيه سنويا . كما يقدر عدد ايام تشغيل المحطة بنحو 365 يوم / سنة ، ويقدر العمر الاقتصادى للمحطة بنحو 50 عاما ، وتنتج المحطة نحو 140 الف م3 يوميا من مياه الصرف المعالج ثلاثيا .

تقدر تكلفة الصيانة بنحو 1.37 جنيه لكل 1000م3 ، تصل التكلفة 1.2 جنيه /1000 م2 للمياه المعالجة ثنائيا اى ان نصيب وحدة المياه المعالجة ثلاثيا يقدر بنحو 0.16 جنيه لكل 1000م3 حيث تستحوذ المعالجة الثنائية على النصيب الاكبر من تكاليف الصيانة .

تنقسم تكاليف الصيانة إلى:

- تكلفة تشغيل وصيانة محطات الضخ والرفع وتقدر بنحو 1.2 مليون جنيه سنويا ويقدر العمر الاقتصادى للمحطة بنحو 25 عام ، وتقدر تكلفة انتاج الوحدة من المياه المعالج ثلاثيا حوالى 0.94 جنيه / 1000م3
- تقدر تكلفة صيانة الشبكات والتوصيلات واجزاء من الشبكات المنزلية وغيرها بنحو 2.3 مليون جنيه سنويا ، وتقدر الطاقة الاستيعابية لشبكات تجميع الصرف المباشر المتصلة بالمحطة بنحو 500 الف م3 يوميا ، وتقدر تكلفة الوحدة المنتجة من اجمالى تكلفة صيانة الشبكات بنحو 0.43 جنيه /1000 م3

وتقدر تكلفة انشاء المرافق الخاصة بمحطة المعالجة بنحو جنيه / 1000 م3 ويقدر طول خطوط الجذب والمنحدرات بنحو 1450 كم بينما خطوط الضخ 730 كم

تقدر التكلفة الاجمالية لعدد 7 محطات رفع و 3 محطات ضخ و تكلفة خطوط الجذب والضخ بنحو 500 مليون جنيه . وذلك مع مراعاة ان التكلفة تحسب حتى باب المحطة ، ومن باب المحطة يتحمل المستفيدون من المياه تكلفة خطوط نقل مياه الصرف الصحى المعالج ولا يمكن تضمين هذه التكلفة ضمن تكاليف المحطة .

وبوضع العمر الاقتصادى لخطوط الضخ والشبكات فى الاعتبار (25 سنة) فان وحدة انتاج مياه الصرف المعالج تساوى 391.4 جنيه /1000 م3

ومن المهم ان نعلم ان الوصول الى مرحلة المعالجة الثنائية هو امر تلزمه الاشتراطات البيئية والدولية على الدولة وبالتالى فان تكاليف نقل وضخ ومعالجة مياه الصرف الصحى حتى الوصول الى مستوى المعالجة الثنائية تقدر بنحو 344 جنيه/1000 م3 . كما تبلغ تكلفة الصرف الصحى المعالج ثلاثيا نحو 12% فى حين تبلغ اجمالى تكلفة الصرف المعالج ثنائيا 88% من اجمالى تكاليف المعالجة .

التكاليف غير المباشرة

يؤدى انشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحى الى تلوث الهواء من خلال انبعاث الروائح الكريهة خلال عملية تنقية المياه ويمتد تأثير تلك الروائح من مناطق الى اخرى وفقا لشدة الرياح وسرعتها ودرجة الحرارة حيث تزداد شدة انبعاث الروائح فى فصل الصيف . علما انه ليس هناك تأثير صحي مباشرة لتلك الروائح اذا كانت عند المستويات الامنة .

تقع محطة معالجة الصرف الصحى فى صحراء اكتوبر فى الجزء الخلفى للمدينة بعيدا عن المجتمع السكنى بشكل كبير الا ان زيادة التوسع العمرانى ادى لاقتراب المنطقة السكنية من المحطة وبالتالى تعرض السكان لانبعاثات الروائح الكريهة الناتجة عن عمل المحطة وتعرض شبكات الجذب وخطوط الطرد والضخ ومحطات الرفع والتنقية لاضرار تصل الى حد تدمير بعض اجزائها نتيجة لاقتراب الحيز العمرانى من المحطة.

الا اننا لا يجب ان نغفل ان المحطة انشئت اساسا لتلافى الاضرار البيئية الناتجة عن تواجد مياه الصرف وعدم القدرة على التخلص منها بطريقة امنة ، اما فيما يتعلق بالاجراءات الوقائية لتلافى اضرار المشروع فهى مسؤلية مشتركة بين وزارتى البيئة والتنمية المحلية والمحافظات التى تقع فى نطاقها المحطات وهيئة المجتمعات و وزارة الاسكان ، الا انه وبالرغم من ذلك فهناك بعض الاشتراطات والمحاذير البيئية التى وضعت لسلامة المتعاملين مباشرة مع المياه المعالجة على سبيل المثال المساحات الخضراء التى يستخدم فى ريها المياه المعالجة لا يتم ريها الا مساء لعدم تناثر الرذاذ او تعرض الاطفال لاضرار نتيجة اللعب بالماء، كما تم الاعتماد على وسائل الرى الحديثة لتجنب التعرض المباشر للماء . بالاضافة الى ان المزارع التى تستخدم المياه المعالجة تقوم ايضا بالرى ليلا ويستلزم على العمال ارتداء احذية وقفزات وملابس خاصة لمنع تعرضهم المباشر للمياه فى الدرجات الاقل جودة من المياه المعالجة .

تقدير اجمالى العوائد المباشر لمعالجة مياه الصرف الصحى بمحطة اكتوبر

في ما يلي سيتم تقييم العوائد المالية والاقتصادية المباشرة لاستخدام المياه العادمة المعالجة ، وهي العائد من التحول استخدام المياه العذبة إلى مياه الصرف الصحي المعالج في الزراعة ، خاصة مع التحول الى المعالجة الثلاثية ، فإن السؤال الذي يطرح نفسه: ما مقدار القيمة المضافة التي سوف تضاف إلى اقتصاد البلاد ومشاريع التنمية ؟

1- العوائد المالية والاقتصادية المباشرة لاستخدام مياه الصرف الصحى المعالج

- تم تقييم العائد المالى والاقتصادى لاستخدام مياه الصرف الصحى المعالج فى الانتاج الزراعى حيث يقدر سعر البيع للمياه المعالجة ثلاثيا حوالى 3.60 جنيه / م3 ، عدد ايام العمل 330 يوم سنوياً ، وقد تم التقدير وفقا لتحليل التكلفة والعائد و وفقا للقيمة الزمنية للنقود خلال عمر المشروع
- كمية المياه المنتجة والتى يتم استغلالها تقدر بنحو 100 الف م3 / يوم تغطى مساحة 3500 فدان ، ونظرا لان العمر الاقتصادى للمشروع 50 عاما فان العائد المتوقع يساوى 5.9 مليار جنيه .
- العوائد الناتجة عن التحول من استخدام المياه العذبة الى مياه الصرف المعالج فى الانتاج الزراعى : وفقا لتقدير اجمالى التكاليف الفعلية لانتاج وتوزيع المتر المكعب من المياه العذبة المعالجة والمقدر بنحو 1.7 جنيه ، ونظرا لان عدد الايام المستغلة سنويا هو 330 يوما وكمية المياه المستهدف انتاجها يومياً والمطلوبة فعليا هى 100 الف م3 / يوم اذن يقدر اجمالى التكاليف الفعلية للانتاج والتوزيع بنحو 2.81 مليار جنيه .

ومن ثم نجد انه عند التحول من استخدام المياه العذبة الى مياه الصرف الصحى المعالج فى الزراعة باستخدام المعالجة الثلاثية سوف يؤدى الى تحول الاعباء الى وفرة مالية وقيمة مضافة ، بالاضافة الى ما تحصل عليه الدولة من بيع 100 الف م3 / يوم من مياه الصرف الصحى المعالج ومن ثم العائد المالى للدولة يقدر بنحو 8.71 مليار جنيه خلال 50 عام. مما يمثل قيمة مضافة لاقتصاد الدولة ومشاريعها التنموية ومن المتوقع ان تزداد هذه القيمة المضافة بعد افتتاح المحطة رقم (2) فى محطة اكتوبر فى عام 2022 . حيث ستبلغ الطاقة الاستيعابية اليومية للمحطة 300 الف م3/ يوم

ومن ثم من المتوقع ان يصل العائد الاجمالى للمحطة الى نحو 19.71 مليار جنيه . وبالتالى يقدر العائد المباشر لصالح الدولة بنحو 22.5 مليار جنيه .

نتائج التحليل المالى لمشروع محطة اكتوبر للصرف المعالج

1- **صافى القيمة الحالية NPV** : للحصول على القيمة الحالية لتدفقات الايرادات والتكاليف سوف نستخدم معدل العائد على تكلفة راس المال كمعدل خصم يعادل 14%

صافى القيمة الحالية = 388.71 مليون جنيه

اى ان صافى القيمة الحالية اكبر من الصفر اى ان ايرادات المشروع اكبر من التكاليف

مما يعنى ان المشروع يحقق ارباحا واذا تم قبول المشروع فان قيمة المحطة سوف تزداد

2- **معدل الربحية PI** : وفقا لبيانات المشروع يقدر معدل الربحية بنحو 1.2 مليون جنيه اى قيمة معدل الربحية اكبر من الواحد الصحيح مما يعنى ان الاستثمار فى هذا المشروع سيكون مربحا وبالتالى يجب تنفيذ المشروع .

3- **معدل العائد الداخلى IRR** : وفقا لبيانات المشروع يقدر معدل العائد الداخلى بنحو 16.4% وهو اكبر من معدل تكلفة راس المال 14% ومن ثم فان الاستثمار فى هذا المشروع سوف يكون مربحا وبالتالى يجب تنفيذ المشروع .

4- **معدل العائد الداخلى المعدل MIRR** : لحساب معدل العائد الداخلى المعدل لتدفقات الايرادات والتكاليف سوف يتم استخدام معدل اعادة الاستثمار والمقدر بنحو 15% و وفقا لبيانات المشروع فان معدل العائد الداخلى المعدل يساوى 15.6% اى انه اقل من معدل العائد الداخلى مما يعنى ان المشروع سوف يكون اكثر ربحية وبالتالى يجب تنفيذه كمشروع استثمارى .

النتائج

تعتمد مصر بشكل كامل على نهر النيل كمصدر رئيسيى للمياه بنسبة 97% وبذلك اصبحت مصر احد الدول التى تعانى من ندرة المياه وبدراسة توزيع الموارد المائية على الاستخدامات المختلفة تبين ان قطاع الزراعة يأتى فى المرتبة الاولى من حيث الاستهلاك بنسبة بلغت 78% يليه قطاع الشرب والاستخدامات الصحية 13.5%

بلغ اجمالى الاستثمار على مشروعات الصرف الصحى المعالج فى مصر حوالى 2.61 مليار جنيه عام 2020/2019 مقارنة بنحو 386.6 مليون جنيه عام 2016/2015 بنسبة تغير بلغت 574% مما يدل على مدى الاهتتمام الذى توليه مصر بمشروعات توصيل المياه النقية واستغلال مياه الصرف الصحى المعالج كمورد اقتصادى متجدد . والذى يمكن ان يسهم بشكل فعال فى خفض العجز المائى وتحقيق اهداف التنمية المستدامة ،وقد بلغ اجمالى الاستثمار الموجه لمشروعات الصرف الصحى فى المجتمعات العمرانية الجديدة حوالى 41 مليون جنيه عام 2019/ 2020 وتتركز تلك الاستثمارات فى مناطق النوبارية ، 15 مايو ، اكتوبر ، السادات ، المنيا الجديدة بقيمة بلغت حوالى 13 ، 10 ، 8 ، 2 ، 12 مليون جنيه على التوالى عام 2020/2019

وتشير الدراسات الى ان بعض المستثمرين فى القطاع الزراعي قد انشأو وحدات خاصة لمعالجة مياه الصرف الصحى داخل مزارعهم لتوفير مصدر رى دائم نظرا لعدم ملائمة المياه الجوفية المتاحة للرى فى بعض المناطق المستصلحة حديثاً وعدم وجود مصدر دائم للمياه فى المزرعة .

يقدر اجمالى التكاليف الفعلية لانتاج وتوزيع المياه فى حال التحول نحو المياه المعالجة ثلاثيا بنحو2.81 مليار جنيه ، ومن ثم فان العائد المالى المباشر للدولة نتيجة التحول واستغلال المياه المعالجة فى الانتاج الزراعي بنحو 8.71 مليار جنيه مما يمثل قيمة مضافة لاقتصاد الدولة ومشاريعها التنموية

ومن المتوقع ان تزداد القيمة المضافة للمشروع بعد افتتاح المحطة الثانية بمحطة اكتوبر فى عام 2022 بحيث تصبح الطاقة الانتاجية لمياه الصرف الصحى المعالج بنحو 300 الف م3 / يوم ومن ثم يكون العائد المتوقع 19.71 مليار جنيه . وبالتالى فان العائد المباشر لصالح الدولة يقدر بنحو 22.5 مليار جنيه . كما بلغ صافى القيمة الحالية للمشروع نحو 388.71 مليون جنيه مما يعنى ان عوائد المشروع اكبر من التكاليف وبالتالى فهو مشروع مربح ، كما بلغ معدل ربحية المشروع نحو 1.2 مليون جننيه مما يعنى ان الاستثمار فى المشروع سيكون مربحا ويجب تنفيذه كما بلغ معدل العائد الداخلى حوالى 16.4% وهو بذلك اكبر من معدل تكلفة راس المال المقدر بنحو 145 مما يشير الى ان الاستثمار فى هذا المشروع سيكون مجديا اقتصاديا.

التوصيات

من النتائج السابقة توصى الدراسة بما يلى :

1) اهمية زيادة حجم الاستثمارات المنفذة فى مشروعات معالجة مياه الصرف الصحى
2) التوسع فى انشاء محطات المعالجة الثلاثية وتحديث المحطات الاولية لتكون محطات ثنائية وثلاثية لخفض الاستهلاك الزراعى من المياه العذبة من المصادر التقليدية .
3) تطوير نظم المعالجة الثلاثية الحالية وإمكانية تحويلها إلى معالجه رباعيه لزراعة نباتات ذات أثر اقتصادى على الدخل القومى وزيادة الرقعه الزراعية
4) الاهتمام بالمحطات التى تصرف بدون معالجة على مصارف زراعية ويتم استخدامها فى رى المزروعات التى تؤكل يجب عمل تمشيط كامل للمصارف التى يتم استخدامها فى الزراعه
5) جذب الاستثمار الخاص الى قطاع معالجة مياه الصرف الصحى واعادة استخدامها فى الزراعة من خلال تشجيع المستثمرين على اقامة وحدات معالجة فى مزارعهم وذلك بتقديم حوافز استثمارية للوحدات المنفذة ، بالاضافة الى السماح للقطاع الخاص بالمشاركة فى انشاء وحدات معالجة ثلاثية مع قيام الدولة بتحديد شروط وحقوق ومدة الاستغلال وسعر بيع المياه للمنتفعين مما يسهم فى عدم تحمل الدولة لمزيد من الاعباء المالية .
6) بدء حملة ترويجية لتهيئة وتعبئة الرأى العام لتعريف باهمية مشروعات معالجة الصرف الصحى واستخدام مخرجتها فى الزراعة ،وعدم وجود اى تأثير ضار بالصحة العامة ، مع التوضيح للفئات المستهدفة (المزارعين) مزايا استخدام مياه الصرف المعالجة على زيادة الانتاجية وتقليل كميات السماد المستخدمة فى الزراعة ومن ثم خفض التكاليف الانتاجية

المراجع

1) التقرير الاقتصادى العربى الموحد" الفصل الثالث: الزراعة" ، الجامعة العربية ، 2020
2) الكود المصرى لاستخدام مياه الصرف الصحى المعالج ، مركز بحوث الاسكان ، وزارةالاسكان والمجتمعات العمرانية الجديدة ، 2015 .
3) برنامج الامم المتحدة الانمائى ، حوكمة المياه فى المنطقة العربية ، 2013.
4) Abdel Wahaab, R. (2015). Water and Sanitation in Egypt. The African Development Bank (AFDB), Côte d'Ivoire, www.afdb.org/en/countries-north-africa/egypt
5) Abdou, A., Gawad, I. & ElZein, Z. (2019). Sustainable water treatment methods to be used in urban communities. Handbook of Environmental Chemistry, 75, 411–426.
6) AbuZeid, K. M. (2021). Water Sustainability in Egypt , Part I: Egypt's Water Security Strategies up to 2050 Given Potential GERD Impacts.
7) African Economic Outlook (2016) Sustainable cities and structural transformation, 15th edn. , African Development Bank, Organization for Economic Co-operation and Development, United Nations Development Programme
8) Agrafioti, E., & Diamadopoulos, E. (2012). A strategic plan for reuse of treated municipal wastewater for crop irrigation on the Island of Crete. Agricultural Water Management, 105, 57–64
9) Al-busaidi, A., & Ahmed, M. (2017). Water Resources in Arid Areas: the Way forward Maximum - Maximum Use of Treated Wastewater in Agriculture Metadata of the chapter that will be visualized in SpringerLink. June 2019
10) Attia, B. B. (2019). Securing Water Resources for Egypt: A Major Challenge for Policy Planners BT - Unconventional Water Resources and Agriculture in Egypt (A. M. Negm (ed.); pp. 485–506). Springer International Publishing.
11) Bitton G (2011) Wastewater microbiology. 4th edn. Wiley, New York
12) CAPMS. (2021). Annual Bulletin of Pure Water & Sanitation Statistics.
13) CIDA (Canadian International Development Agency), WaDImena (2008) Wastewater Reuse for Water Demand Management in the Middle East and North Africa
14) Cirelli GL, Consoli S, Licciardello F, Aiello R, Giuffrida F, Leonardi C (2012) Treated municipal wastewater reuse in vegetable production. Agric Water Manag 104:163–170
15) Corcoran, E.; Nellemann, C.; Baker, E.; Bos, R.; Osborn, D.; Savelli, H. (2010). sick water ? the central role of wastewater management in sustainable development.
16) Devi, M. G. (2009). A framework for determining and establishing the factors that affect wastewater treatment and recycling. University of Melbourne Parkville.
17) Drechsel, P.; Scott, A.; Sally, R.; Redwood, M.; Bachir, A. (2010). Wastewater Irrigation and Health: Assessing and Mitigating Risk in Low-Income Countries. International Water Management Institute.
18) EEAA (2017) States of environment report in Egypt for 2015-report. Ministry of State for Environmental Affairs
19) Egypt, Ministry of Planning, Monitoring and Administrative Reform, 2018, p. 34
20) Egypt, Ministry of Water Resources and Irrigation, 2018

21) Elbana, T. A., Bakr, N., & Elbana, M. (2019). Reuse of Treated Wastewater in Egypt: Challenges and Opportunities. Handbook of Environmental Chemistry, 75(May 2017),
22) Elfanssi, S., Ouazzani, N. & Mandi, L. (2018). Soil properties and agro-physiological responses of alfalfa (Medicago sativa L.) irrigated by treated domestic wastewater. Agricultural Water Management, 202(C), 231–240
23) El Mardi, Mahdi. O., Salama, S. B., Consolacion, E., & Al-Shabibi, M. S. (1995). Effect of treated sewage water on vegetative and reproductive growth of date palm. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 26(11–12), 1895–1904.
24) El-Zanfaly, H. T. (2015). Wastewater reuse in agriculture: a way to develop the economies of arid regions of the developing countries. Journal of Environment Protection and Sustainable Development, 1(3), 144–158.
25) ESCWA , Moving Towards Achieving Water Security Arab Region , 2019
26) FAO. (2015). The State of Food Insecurity in the World
27) FAO. (2017). Wastewater Treatment and Use in Agriculture. http://www.fao.org/docrep/T0551E
28) Fahmy H (2009) Marginal water reuse: Egypt's experience. PPT, Available at: http://www. onas.nat.tn/fr/download/egyptian.pdf
29) Fine, P., Halperin, R., & Hadas, E. (2006). Economic considerations for wastewater upgrading alternatives: An Israeli test case. Journal of Environmental Management, 78(2), 163–169.
30) Grant, S. B., Saphores, J. D., Feldman, D. L., Hamilton, A. J., Fletcher, T. D., Cook, P. L. M., Stewardson, M., Sanders, B. F., Levin, L. A., Ambrose, R. F., Deletic, A., Brown, R., Jiang, S. C., Rosso, D., Cooper, W. J., & Marusic, I. (2012). Taking the "waste" out of "wastewater" for human water security and ecosystem sustainability. Science, 337(6095), 681–686
31) Ghunmi LA, Zeeman G, Fayyad M, van Lier JB (2010) Grey water treatment in a series anaerobic – aerobic system for irrigation. Bioresour Technol 101(1):41–50
32) Hafez A, Khedra M, El-Katiba K, Gad Allaa H, Elmanharawy S (2008) El-Salaam Canal project, Sinai II. Chemical water quality investigations. Desalination 227:274–285
33) Horan NJ (1990) Biological wastewater treatment systems. Theory and operation. Wiley,
34) International Resources Group (2008) Task 6: improved waste water reuse practices environmental evaluation of using treated wastewater in agriculture: Luxor demonstration site. Report No. 45. Ministry of State for Environmental Affairs, Egyptian Environmental Affairs Agency, Livelihood and Income from the Environment–Integrated Water Resources Management Project (LIFE–IWRM) Team, and US Agency for International Development
35) Jaramillo, M. F., & Restrepo, I. (2017). Wastewater reuse in agriculture: A review about its limitations and benefits. Sustainability (Switzerland), 9(10)
36) Lisa Gänsbauer (2015) Towards a water sensitive development strategy for Siwa Oasis. Master thesis, Ain Shams University, University of Stuttgart
37) Mahgoub, S. A. (2019). Microbial hazards in treated wastewater: Challenges and opportunities for their reusing in Egypt. Handbook of Environmental Chemistry, 75(June 2018), 313–336.

38) Malin Falkenmark, The Massive Water Scarcity Now Threatening Africa: Why Isn't It Being Addressed?, AMBIO, Springer , Vol 18, No 2, 1989
39) Monteverdi MC, Da Canal S, Del Lungo A, Masi S, Larbi H, De Angelis P (2014) Re-use of wastewater for a sustainable forest production and climate change mitigation under arid environments. Ann Silvicult Res 38(1):22–31
40) Loutfy, Naglaa. M. (2010). Reuse of Wastewater in Mediterranean Region, Egyptian Experience. 183–213.
41) Loutfy, Naglaa. M,(2011) Reuse of Wastewater in Mediterranean Region, Egyptian Experience, Waste Water Treatment and Reuse in the Mediterranean Region ,The Handbook of Environmental Chemistry, Vol. 14, Springer .
42) Omran. (1988). Effect of sewage irrigation on yield, tree components, and heavy metals accumulation in navel orange trees. Biol Wastes BIWAED.
43) Omran, E. S. E. (2019). Cloud-based non-conventional land and water resources for sustainable development in Sinai Peninsula, Egypt. Handbook of Environmental Chemistry, 75 (August 2017), 339–374. https://doi.org/10.1007/698_2017_63
44) Oliveira, S., & Sperling, M. (2008). Reliability analysis of wastewater treatment plants. Water Research, 42, 1182–1194
45) Prihandrijanti, M., Malisie, A., & Otterpohl, R. (2008). Cost–benefit analysis for centralized and decentralized wastewater treatment system (Case study)
46) Sheikh, B. (2008). Socioeconomic aspects of wastewater treatment and water Reuse BT - Efficient management of wastewater. In: I. Al Baz, R. Otterpohl & C. Wendland (eds.) Efficient management of wastewater, Springer Berlin Heidelberg, 249–257.
47) Soliman WM, He X (2015) The potentials of jatropha plantations in Egypt: a review. Mod Econ 6(2):190–200.
48) Zidan, M., & Dawoud, M. (2013). Agriculture Use of Marginal Water in Egypt: Opportunities and Challenges (pp. 661–679)