

إعادة إستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الري - تجربة مركب تليل السياحي بصبراتة

أ. محمد المبروك عمار

قسم البيئة الصحية، كلية الصحة العامة، جامعة صبراتة، صبراتة، ليبيا

malessawi6637@gmail.com

الملخص

تعاني العديد من الدول حول العالم بما فيها الدول العربية من ندرة مصادر المياه الصالحة للشرب وإذا ما أستثنينا بعض دول الخليج العربي كالأمارات العربية والسعودية التي أنشئت العديد من محطات معالجة مياه البحر على سواحلها كحل لنقص الموارد المائية فأن العديد من الدول لم تتخذ اجراءات فعالة من شأنها حل هذه المشكلة .

في ليبيا كباقي هذه الدول تعاني من نقص ومحدودية الموارد المائية التي من الممكن إستغلالها وإذا أستثنينا مشروع النهر الصناعي (وهو يغطي جزء من التجمعات السكانية في ليبيا) وبعض محطات التحلية على الساحل ومحدودية طاقتها الأنتاجية بالإضافة الى المشاكل الفنية التي تعاني منها فإنه لم يتم وضع حل جذري لهذه المشكلة ولقد قامت العديد من الدول بتجارب ناجحة فى إعادة تدوير المياه المستعملة سواء فى ري المساحات الخضراء والحدائق وكذلك الزراعة وأصبح يمثل رافدا جيدا يمكن الإعتماد عليه فى سد جزء من العجز المائي فى هذه البلدان .

إن الاهتمام بإنشاء محطات لمعالجة مياه الصرف الصحي وخصوصا للتجمعات السكانية الكبيرة وكذلك فرض إقامة مثل هذه المحطات بالمشاريع المتوسطة والكبرى قد يكون جزء من الحل لمشكلة العجز المائي من خلال إعادة أستعمال المياه المعالجة ولقد كان لتجربة مركب تليل السياحي نجاحا ملحوظا من خلال انشاء محطة معالجة لمياه الصرف الصحي وتم إعادة استعمال نواتج هذه المحطة لري بعض المساحات الخضراء بالمركب حيث يستهلك المركب ما مجموعه 5940 متر مكعب من المياه خلال الذروة السياحية فى فصل الصيف فى حين يستهلك مامجموعه 1785 متر مكعب خارج اوقات الذروة يتم إعادة استعمال ما قيمته 75% من هذه المياه (بعد استعمالها ومعالجتها) فى ري المساحات الخضراء بالمركب .

إن الحكومات الرشيدة فى مختلف دول العالم تسعى من أجل إستغلال الموارد البيئية المختلفة إستغلالا أمثلا يسمح بإعادة أستعمال جزء من هذه الموارد وعلى المشرع الليبي بالتعاون مع الجهات ذات الاختصاص إلزام المشاريع المتوسطة والكبرى بسلوك هذا النهج للحد من هدر الموارد المحدودة المتاحة لدينا حاليا .

مقدمة

تعاني الشواطئ الممتدة على طول الساحل الليبي وخصوصا المقابلة للتجمعات السكانية الكبيرة أو الوحدات الإنتاجية والخدمية من تصريف الفضلات السائلة بهذه الشواطئ بدون أي نوع من أنواع المعالجة مما أثر سلبا على جودة هذه الشواطئ وأصبحت غير قابلة للإستثمار السياحي أو الترفيهي في بعض الأماكن نظرا لتغيرات التي صاحبت هذا التلوث لهذه الشواطئ بحيث أصبحت تشكل خطرا صحيا محققا بمرور مثل هذه الشواطئ وكذلك صعوبة إستغلال مثل هذه المواقع سواء في الوقت الحالي أو المستقبل القريب كمورد داعم للأقتصاد الوطني .

إن القانون الليبي رقم (15) لسنة (2001 م) الخاص بحماية الأوساط البيئية المختلفة يمنع تصريف الفضلات بمختلف أنواعها في أي وسط بيئي دون معالجة تضمن الحماية لهذه الأوساط وتقلل الى الحدود المقبولة محليا ودوليا من الضرر الذي قد تسببه لهذه الأوساط والتي يأتي البحر في مقدمتها وبالتالي فإن عملية الأهتمام بأنشاء محطات معالجة فضلات الصرف الصحي بالتجمعات السكانية مهما كان حجمها ذو أهمية أقتصادية وبيئية عالية جدا سواء من ناحية إعادة تدوير كميات هائلة من المياه والتي من الممكن أستغلالها في العديد من المجالات أو حماية الأوساط البيئية المختلفة وبالتالي ضمان تنمية مستدامة وفق الهدف العام للدولة من خلال أستغلال الموارد المتاحة بأقل ضرر بيئي ممكن ونتيجة لذلك فإن الأهتمام بأدارة المخلفات المائية مهمة جدا ويأتي على رأسها معالجة فضلات الصرف الصحي وخصوصا ان الوضع المائي في ليبيا حرج جدا سواء من ناحية المخزون الجوفي القابل للأستغلال وكذلك أرتفاع ملوحة مياه هذا المخزون والمناخ الشبه الصحراوي في شمال البلاد او الصحراوي في جنوبها وبالتالي قلة كميات الأمطار المتساقطة بصورة عامة .

تجارب بعض دول العالم في إعادة أستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة

سعت العديد من الدول سواء في الوطن العربي أو العالم على أستغلال المياه المعالجة وإعادة أستعمالها في بعض التطبيقات وتأتي الزراعة وري المساحات الخضراء على سلم هذه التطبيقات بالإضافة الى أحتواء هذه المياه على العناصر الضرورية للنبات وبالتالي التقليل من تكلفة التسميد أو إضافة مواد كيميائية أخرى من أجل زيادة إنتاجية الأراضي المروية ؛ ففي الجمهورية السورية يتم ري ما مقداره (37000 هكتار) في مختلف المحافظات السورية وهو يشكل نسبة (2.6 %) من كامل المساحة المروية من مياه صرف صحي تم معالجتها [1] .

ويشير تقرير منظمة الاغذية والزراعة الفاو من خلال الدراسة التي تم اجراءها في لبنان إن شح المياه في هذه البلد قد يجعل خيار اعادة استعمال المياه المعالجة الحل الافضل والبديل المناسب لهذا الشح [2].

في فلسطين نتجه الحكومة هناك إلى الاستفادة من المياه المعالجة نظرا للفارق الكبير في كميات المياه المتاحة والمطلوبة للأغراض الزراعية وذلك من خلال التعاون مع المنظمات الدولية مثل منظمة الأغذية والزراعة (فاو) وكذلك بالنظر الى الإنتاجية العالية من مياه الفضلات كنتيجة للكثافة السكانية الكبيرة في مساحات محدودة جعل من إعادة تدوير المياه في مجال الري أمر مجدي وقابل للتطبيق [3].

كذلك الأمر بالنسبة للسودان تم إجراء العديد من الدراسات بخصوص إستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة فى الزراعة وخصوصا المحاصيل التى تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه وأظهرت هذه الدراسات نجاعة إستعمال هذه المياه فى الري وكذلك حماية الأراضي من التدهور نتيجة لأحتوائها على المواد العضوية المغذية وبالتالي عدم إجهاد التربة بصورة كبيرة [4].

عملت الحكومة الاردنية كذلك على تبني سياسة زيادة كميات مياه الصرف الصحي المعالجة لكي تصل الى 240 مليون متر مكعب بحلول عام 2025 وأعطاء الاولوية لري الأراضي القابلة للري وذات إمكانات أنتاجية عالية علما بأن الأردن يواجه زيادة سكانية كبيرة حيث زاد عدد السكان من 2.4 مليون فى عام 1994 الى حوالي 9.5 مليون فى عام 2015 وصاحب ذلك إنخفاض معدلات هبوط الأمطار بما نسبته 20% على مدى الثمانية عقود الماضية [5].

اما على المستوى العالمي فأن إعادة استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة يحظى بأهمية العديد من الدول المتقدمة وحتى التى لديها وفرة من المياه الصالحة لري و الزراعة ففي مدينة فلوريدا بالولايات المتحدة والتى تعتبر من اغنى الولايات مائيا ومع ذلك فإنه فى حدود 50% من المياه المعالجة فى الولاية يتم إعادة استعمالها كنوع من انواع الحماية للموارد المائية [6].

وتعتبر مدينة كاليفورنيا من أكثر المدن الامريكية إعادة لإستعمال المياه المعالجة حيث يتم أستعمال ما نسبته (48%) من المياه المعالجة فى الزراعة و (20%) فى أعمال ري المساحات الخضراء وفي حدود 12% يتم إعادة حقنه فى المياه الجوفية [7].

فى كندا نجحت مدينة مينة فيرتون فى إعادة أستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة بما نسبته (100%) وتستهمل نسبة كبيرة منها فى أعمال ري المساحات الخضراء ؛ كذلك الأمر فى اليابان يتم إعادة أستعمال ما يعادل 27% من المياه المعالجة فى أعمال تتعلق بالزراعة وري المساحات الخضراء [8].

أستراليا التى تعاني من أنخفاض معدل سقوط الامطار فى بعض مناطقها حيث أن 80% من مساحة البلد لا تتجاوز الحصة السنوية من الأمطار فيها 600 مللي / سنة فأن الحكومات المحلية هناك تدرس بصورة جديّة الطريقة المثلى للإستفادة من إعادة أستعمال مياه الصرف الصحي المعالج وعلى سبيل المثال فأن التوسع الجديد لمدينة سدني سوف يسمح لحوالى 235.000 نسمة من إستعمال مياه تم معالجتها فى أعمال الري والزراعة [6].

جدول (1) أمثلة من بعض الدول للري بمياه الفضلات المعالجة

الدولة	مدى إعادة استعمال مياه الفضلات المعالجة		اجمالي مياه الري %
	الحجم الذي اعيد استخدامه مليون م ³ /سنويا	اجمالي مياه الصرف الصحي %	
أستراليا	149	11	-
ألمانيا	100	3	10
الأردن	97	100	32
الهند	730	55	-
جنوب افريقيا	70	16	-
تشيلي	280	100	70
تونس (العاصمة)	68	75	-

المصدر : تقرير البنك الدولي بخصوص إعادة استعمال المياه المعالجة في الري والزراعة 1988

جدول (2) إنتاجية بعض المساحات الأختبارية في كل من الهند وتايلاند بأستعمال مياه معالجة [9]

أنتاج المحاصيل (طن / هكتار / سنة)					مياه الري
الحنطة *(8)	البقوليات *(5)	الرز *(7)	البطاطا *(4)	القطن *(3)	
3.34	0.90	2.97	23.11	2.56	مياه فضلات خام
3.45	0.87	2.94	20.78	2.30	مياه فضلات ترسيب
3.45	0.78	2.98	22.31	2.41	مياه برك التثبيت
2.70	0.72	2.03	17.16	1.70	مياه عذبة مع استخدام أسمدة تجارية

*الأعداد بين الاقواس هو متوسط عدد سنوات الحصاد المستخدمة لأحتساب معدل الانتاج

مشكلة الدراسة //

تعاني العديد من شواطئ المدن الليبية من عمليات أنتهاك بيئي صارخ من خلال تصريف كميات كبيرة من فضلات الصرف الصحي مما أدى الى تلوث كبير بهذه الشواطئ وبالتالي صعوبة أستغلالها على المدى القريب والبعيد وكذلك القيمة المالية الباهظة في حال الرغبة في إعادة تأهيل هذه الشواطئ قد تفوق بكثير قيمة حمايتها قبل تلوثها بالإضافة الى شح مصادر المياه وقلة سقوط الأمطار مقارنة بكميات الأستهلاك العالية لهذه المياه.

أهمية الدراسة //

تعتبر الشواطئ البحرية احد المكتسبات التي تهتم العديد من الدول بها وتعمل على أستغلالها الأستغلال الأمثل اقتصاديا وبيئيا وبالتالي فأنها تعتبر أحد روافد الأقتصاد الوطنى وحمائتها يضمن مثل هذا العائد وكذلك شح المياه المتاح فى ليبيا يجعل من المهم جدا التفكير فى معالجة المياه المستعملة وإعادة إستعماله لتخفيف الحمل على المصادر المتاحة حاليا.

أهداف الدراسة //

تهدف الدراسة الى :-

- 1) إظهار أهمية الأهتمام بإدارة المخلفات السائلة بمثل هذه المواقع فى حماية الموارد البيئية من التلوث.
- 2) أمكانية إستغلال المياه المعالجة فى نشاطات الري المختلفة .

حدود الدراسة //

الحدود الزمنية :- شهر اغسطس لسنة 2018 (ذروة موسم الاصطياف بالمركب)

الحدود المكانية :- مركب تليل السياحي بمدينة صبراتة .

يعتبر المركب السياحي بصبراتة أحد المراكز السياحية التى تم أنشائها على الساحل الغربى لليبيا وتحديدا بمنطقة تليل بمدينة صبراتة حيث تم أفتتاحه فى سنة 2007 م وبطاقة أستيعابية تم تحديدها بعدد الأسرة المتاحة لجميع أجزاء المركب ويحودود (450 سرير) لليلة الواحدة بحيث يتكون المركب من مرافق خدمية وأنتاجية ويقدم الخدمة به أكثر من (100) موظف بمختلف تصنيفاتهم لتحريك عجلة النشاط حتى تكون المحصلة تقديم خدمات ترقى إلى المستوى الذى ينال رضى الزبائن من ناحية وتساهم فى النهوض بالقطاع السياحي لبلادنا من ناحية اخرى .

تم تزويد المركب بمحطة من نوع المعالجة بالأحواض المهواة بسيطة التكوين لمعالجة فضلات الصرف الصحي الناتجة من وحدات المركب الرئيسى سواء الشاليهات او الفندق الرئيسى وهي تتكون من الوحدات الرئيسية التالية :-

- 1) وحدة التخلص من القمامة والمتمثلة فى الاكياس البلاستيكية وقطع الخشب والعلب وغيرها.
- 2) حوض التهوية وفيها يتم تدفق الهواى بواسطة مضخات هواء من أجل خلق بيئة تساعد على نمو البكتيرية الهوائية التى تعمل على تكسير المواد العضوية .

3) حوض الفلتره وتجميع المياه الصافية وهو يحتوي على فلاتر من أجل تنقية المياه والتخلص من باقى المواد العالقة بالمياه ثم يتم بعد ذلك إضافة كميات من مادة (الصوديوم هيبو كلوريت) لتقليل قدر الأماكن من كمية البكتريا والجراثيم الممرضة والضارة قبل ضخ المياه الى خارج المحطة بواسطة مضخات أعدت لهذا الغرض تم ربطها مع منظومة الرش والتي تتم برش النباتات بالمياه على شكل رذاذ ينتج من أندفاع المياه من فتحات الرشاش تحت ضغط معين يتولد من

المضخة لتغطية أكبر قدر من المساحة بالماء وقد تم تصميم منظومة الري على شكل دائري وبمسافة تتراوح حوالي 25 متر بين كل رشاش وآخر.

2. الجانب العملي والمنهجية :

تم تقسيم الجانب العملي إلى قسمين الأول أهتم بالجانب المخبري من خلال أخذ ثلاث عينات على فترات زمنية مختلفة من حوض المياه الصافية وهي المرحلة النهائية من خطوات المعالجة قبل أن يتم ضخها عبر منظومة أنابيب خاصة بالري حيث تم قياس كل من (الاس الهيدروجيني - المواد العالقة الكلية - الاملاح الذائبة الكلية - متطلب الاكسجين الحيوي - متطلب الاكسجين الكيميائي) وذلك للوقوف على جودة وكفاءة عمليات المعالجة .

أما القسم الثاني فتم الأهتمام بأحتساب القيمة المالية للمياه العذبة التي يتم شرائها من قبل إدارة المركب والمستعملة في وحدات المركب المختلفة وتتجمع بعد ذلك في محطة المعالجة حيث تم حساب تكلفة كميات المياه بالدينار الليبي خلال فترة الذروة وكمياتها خارج أوقات الذروة .

3. النتائج و المناقشة

تم تزويد المركب بمحطة معالجة لمياه الشرب (محطة تناضح عكسي) ونظرا لكثرة الأعطال بها تم إيقافها نهائيا واللجوء إلى شراء المياه عن طريق الخزانات المجرورة وتجميعها في خزان الرئيسي للمياه قبل ضخها لوحدة المركب ، تم الحصول على كميات المياه المستهلكة من السجلات الخاصة بخزان التجميع أما القيمة المالية المقابلة لها فقد تم الحصول عليها من القسم المالي بالمركب (تعتبر فترة ذروة الطلب على المياه خلال الفترة بين شهري يونيو وسبتمبر) .

جدول رقم (3) يبين أستهلاك المياه بالمركب

ت	الفترة الزمنية	كمية المياه المستهلكة	القيمة المالية للمياه
1	خلال الذروة (الموسم السياحي)	4900 m ³	12250 دينار/شهر
2	خارج الذروة (باقي شهور السنة)	1155 m ³	3234 دينار /شهر

تم أخذ عدد (3) عينات من المياه بعد المعالجة (حوض المياه الصافية **Clear Water Basin**) من أجل إجراء التحاليل الخاصة بكل من **TDS-PH-BOD-COD-TSS** وذلك للتأكد من كفاءة محطة المعالجة حيث أفاد الفنيين القائمين على تشغيل المحطة بوجود بعض المشاكل التي تواجههم مثل نقص قطع الغيار والأنقطاع المتكرر للتيار الكهربائي وغيرها من المشاكل وقد كانت النتائج كما هي ادناه .

جدول رقم (4) يبين نتائج تحاليل مياه الصرف الصحي بالمركب

العنصر Parameters					ت
متطلب الأكسجين الكيماوي COD mg/l	متطلب الأكسجين الحيوي BOD mg/l	الأملاح الذاتية الكلية TDS mg/l	الأس الهيدروجين PH	المواد العالقة الكلية TSS mg/l	
120	45	1200	7.2	65	1
90	40	1200	8.4	60	2
95	48	1350	7.9	75	3

جدول رقم (5) يبين الحدود القصوى المسموح بها للمعايير القياسية الليبية لنفس العناصر للمياه المعالجة*

العنصر Parameters					ت
متطلب الأكسجين الكيماوي COD mg/l	متطلب الأكسجين الحيوي BOD ₅ mg/l	الأملاح الذاتية الكلية TDS mg/l	الأس الهيدروجين PH	المواد العالقة الكلية TSS mg/l	
15	10	1900 -1500	8.4 – 6	10	1

المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية تاريخ اعتماد المواصفة (2018 م).

جدول رقم (6) يبين المواصفات القياسية للمياه المعالجة المستعملة في ري المساحات الخضراء ببعض الدول العربية

العنصر Parameters						الدولة
REMARKS	TDS mg/l	TSS mg/l	BOD ₅ mg/l	COD mg/l	PH	
	2000	30	30	90	6.5-8.5	تونس
	2000	40	40	-	6 – 8.5	السعودية
	1500	60	60	150	6 -9	الاردن
	1500	15	20	100	6.5-8.5	الكويت
	1500-2000	15-30	20	150-200	6-9	سلطنة عمان

*WHO Regional Office For The Eastern Mediterranean Regional Centre For Environmental Health Activities CEHA 2006.



شكل (1) وحدة التحكم وأحواض الترسيب والفلتر والمضخات الخاصة بمحطة المعالجة



شكل (2) جزء من المساحات الخضراء التي يتم ريها بمياه المعالجة الناتجة من محطة المعالجة



شكل (3) جزء من المساحات الخضراء المروية بالمياه المعالجة

رغم المشاكل التي تعاني منها محطة المعالجة بالمركب وأنحراف بعض النتائج عن المواصفات المسموح بها لإستعمال المياه المعالجة في ري المساحات الخضراء إلا أن العائد البيئي يعتبر جيد من ناحية إعادة أستعمال المياه المعالجة وبالتالي المحافظة على الأوساط البيئية من التلوث وعلى رأسها شواطئ البحر وكذلك كقيمة مالية تم الاحتفاظ بها من خلال إعادة تدوير المياه المسترارة وهي تجربة ناجحة بأمتياز مقارنة مع بعض المواقع المشابهة في دول العالم الأخرى وأن كانت على نطاق أوسع في تلك الدول وبالتالي فأن هذه التجربة تعتبر مثال حي لإمكانية اتخاذ إجراءات تمكنا من حماية أوساطنا البيئية المتدهورة وإعادة استعمال الموارد الناضبة .

أن قناعة الامم المتحدة ممثلة في منظماتها المختلفة مثل منظمة الزراعة والغذاء الفاو او منظمة الصحة الدولية WHO وكذلك البنك الدولي ترى أن إعادة أستعمال مياه الفضلات بشكل صحيح بعد اتخاذ إجراءات لحماية البيئة هو

أفضل من تصريف مياه الفضلات المعالجة إلى المياه السطحية لأن هذا الأجراء يوفر كميات كبيرة من المياه العذبة المستخدمة حالياً لأغراض الري وسد الأحتياجات المتزايدة للمياه العذبة في مدن الدول النامية [10].
ويقترح دليل البنك الدولي استخدام ري الأراضي كخيار للتخلص من مياه الفضلات المعالجة خصوصاً في حال عدم توفر مصادر إضافية لأغراض الري [11].

4. الخاتمة والتوصيات

(1) من خلال تقييم تجربة المركب بخصوص إعادة أستعمال المياه المعالجة نجد ان لها جدوى بيئية من ناحية حماية الأوساط البيئية المختلفة حول المجمع من خطر تصريف مياه فضلات بدون معالجة وجدوى اقتصادية من خلال إعادة أستعمال جزء كبير من المياه التي تم شرائها لإستعمالات المركب المختلفة في ري المساحات الخضراء والتي كان سيتم ريبها بمياه قد تم شرائها لهذا الغرض .

(2) لابد من وضع تشريع يلزم المشاريع المتوسطة والكبرى بأ إنشاء محطات معالجة الفضلات وعلى رأسها المياه وإعادة تدويرها وأن تعتبر هذه المحطات من ضمن البنية التحتية لهذه المشاريع وإجراء الدراسات المعمقة للتقليل من تكلفة تشغيلها وكذلك منح بعض الامتيازات مثل الإعفاء الضريبي للمشاريع التي تضع من ضمن أهدافها حماية الأوساط البيئية بطريقة عملية .

(3) الأهتمام بوضع التشريعات والمواصفات الخاصة بمعالجة وتصريف مثل هذه المياه اسوة بباقي الدول العربية حيث لا يوجد لدينا في ليبيا تشريع واضح بخصوص إعادة أستعمال المياه المعالجة سواء في ري المحاصيل الزراعية او في ري المساحات الخضراء .

المراجع

- [1] جزدان , عمر, عبدالجواد ,تأثير استعمال المياه المعالجة في انتاجية بعض المحاصيل الزراعية , المجلة العربية للبيئات الجافة , 2008 , المجلد الاول , العدد الثاني , ص 28-44 .
[2] منظمة الاغذية والزراعة (الفاو) (1990) البرنامج الدولي للمياه والتنمية الزراعية المساندة, منشورات الفاو 1990.

[3] Y.Mogheir , T.Abu Hujair , A. Ahmed and D.Fatta ,Treat Wastewater Reuse in Palestine ,Environment Quality Authority (EQA) ,Civil and Environmental Engineering 2012 , vol 34 , p 25-33.

[4]Elham Bddour, Reuse Of Wastewater Treatment In Agriculture in sudan state, sudan Engineering Society Journal, September 2006, vol 52, No47, page no 74.

f [5] التقرير السنوي لوزارة المياه والري, استعمال المياه المعالجة في الزراعة والري , المملكة الاردنية, 2017.

[6]Marsalek, J (2002) “Water Reuse and recycling “Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) Winnipeg, Manitoba .CCME Linking Water Science to Policy Workshop Series, Report No.3 .39 p.

[7]Waller ,D.H, J.D. Mooers, A. Samostie, and B .Sahely (1998)innovative Residential Water and Wastewater Management Canada Mortgage and Housing Corporation ,Ottawa, Ontario.

[8]U.S Environmental Protection Agency (EPA) 1992 Guideline for Water Reuse (Manual), USEPA, Washington D.C EPA/625/R – 92/004, sppt, PP, 247.

[9] Shende, G. B. 1985. “Status of Wastewater Treatment and agricultural Reuse with Special Reference to Indian Experience and Research and Development Needs.” Paper presented at the FAQ Regional Seminar on the Treatment and Use of Sewage Effluent for Irrigation, 7-9 October, Nicosia.

[10]WHO, World Health Organization (1989), Health Guideline for the Use of Wastewater in Agriculture, Technical Report of WHO Scientific Group Series 778, 74pp, Geneva.

[11] Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, Ph., Schertenleib, R. and Zurbrugg, C., 2014. Compendium of Sanitation Systems and Technologies. 2nd Revised Edition. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).Dubendorf, Switzerland.

[12] فريق الخبراء المنظمة العربية للتنمية الزراعية “دراسة استخدام مياه الصرف الصحي في الانتاج الزراعي في الدول العربية ” الخرطوم, نوفمبر 2000, جامعة الدول العربية.

[13] دليل استخدام المياه المعالجة ثلاثيا, المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية, م م ق 1006:2018 طرابلس - ليبيا.

[14]Technical Guideline, Environmental Regulations for the Reuse of Treated Wastewater for Irrigation and Thermal Treated Sludge for Agricultural Purposes, Government of Dubai, June 2011.

[15] اشلق, منير, بركات “اهمية اعادة استعمال المياه العادمة بعد معالجتها في مجال الري الزراعي, مجلة المهندس الزراعي العربي, 1996, العدد 17, ص 30-43.