استخدام مياه الصرف الصحي لمدينة سبها في ري أشجار الطلح

محمدانوير عبدالرحمن محمد انوير[1]، المبروك عبدالقادر السنوسي[2]

[1]قسم الهندسة المدنية، كلية العلوم الهندسية والتقنية، جامعة سبها، ليبيا

[2]قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة طرابلس، ليبيا

aalsnossi_10@yahoo.com، moh.alnwer@sebhau.edu.ly

الملخص: تُعتبر مياه الصرف الصحي من المصادر المائية غير التقليدية التي يمكن الاعتماد عليها بإعادة استعمالها في عدة مجالات كمجال الري وذلك بعد خضوعها للمعالجة المناسبة، تعتمد مدينة سبها في الجنوب الليبي الصحراوي على المياه الجوفية بشكل كامل في تلبية احتياجاتها الزراعية والحضرية ويتحول جزء من هذه الاحتياجات إلى مياه صرف صحي، "تُشكل مياه الصرف الصحي نسبة 60–75% من إجمالي الاحتياجات الحضرية"، تُضخ مياه الصرف الصحي من محطة المعالجة بالمدينة إلى فضاء ترابي مكشوف لتُشكّل مع مرور الزمن بركة لمياه الصرف الصحي تسببت في انتشار الحشائش وتراكم النفايات وانبعاث الروائح الكريهة. هل يمكن استخدام من هذه المياه في ري وإنبات شجرة الطلح للاستفادة من ميزاتها البيئية والاقتصادية؟ بعد الاطلاع على عدد من الدراسات السابقة حول إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في مجال الري صُممت تجربة حقلية بهدف تقييم تأثير الري بمياه الصرف الصحي لمدينة سبها على نمو شجرة الطلح وذلك بمعاملة 24 شجيرة بأربع تخفيفات من هذه المياه (3ماء شرب:1ماء صرف، 1:1، 3:1، ماء صرف بدون تخفيف) بعد دراسة خصائصها الفيزيوكيميائية ومقارنتها بمعايير جودة مياه الري لمنظمة الأغذية والزراعة، ومعاملة 6 شجيرات أخرى بماء الشرب للمقارنة مع المعاملة الأولى بمعدل 375 ملم/شجيرة لمدة 7 أسابيع تم بعدها إجراء تحليل إحصائي لمقارنة مؤشر النمو للشجيرات في المعاملتين أظهرت نتائجه أن الشجيرات المعاملة بالتخفيفين (1:3، 1:1) استجابت بشكل أفضل من تلك المعاملة بالتخفيفين الآخرين وعليه يمكن استخدامهما في ري شجرة الطلح وزراعتها في أماكن محددة في المدينة للاستفادة من ميزاتها

البيئية في تلطيف الأجواء وتحسين المناخ أو تشكيل حواجز بيولوجية تحد من ظاهرة التصحر أو لميزاتها الاقتصادية في إنتاج الأخشاب.

الكلمات المفتاحية: التصحر، تحسين المناخ، شجرة الطلح، مدينة سبها، مياه الصرف الصحي.

1. مقدمة: يُعتبر إعادة استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة حلا ميسرا وممكنا بديلا للمياه الجوفية في المناطق الصحراوية التي تعاني من شُح المياه كمنطقتنا العربية بشكل عام والجنوب الليبي بشكل خاص، "90% من العالم العربي يقع في مناطق جافة وأراضي قاحلة" [1]، ويتطلب استعمال هذه المياه اتخاذ الاحتياطات اللازمة التي تراعي نوعيتها وخواص التربة والظروف البيئية وصحة الإنسان والحيوان.

1.1 أهمية الدراسة: يعتقد الباحث بإمكانية استخدام مياه الصرف الصحي التي تطرحها محطة المعالجة بمدينة سبها في زراعة وري شجرة الطلح للمساهمة في الحد من الأضرار البيئية الناتجة عن وجود بركة الصرف الصحي الشكل(1)، كالحشائش والمخلفات المختلفة التي يرميها سكان المدينة والروائح الكريهة التي تتجه نحو المدينة بفعل تيارات الهواء الشمالية وما تسببه من ضيق وإزعاج للسكان (البركة عبارة عن تجمع سطحي لمياه الصرف الصحي شمال مدينة سبها محاط بسد ترابي) .

شكل رقم (1): بركة مياه الصرف الصحي في مدينة سبها

2.1 مشكلة الدراسة: كيف يمكن الاستفادة من مياه الصرف الصحي لمدينة سبها؟ أجمعت الدراسات السابقة التي تم الاطلاع عليها على أهمية الاستفادة من مياه الصرف الصحي في زراعة النباتات الصحراوية

كمصدات للرياح أو لإنتاج الأخشاب. فأوصت دراسة [مكتب الجنوب الاستشاري، 1991] بان مياه الصرف الصحي المعالجة لمدينة سبها صالحة لري الأراضي الزراعية لغرض التشجير وإنتاج الأعلاف دون الحاجة إلى أي معالجة بيولوجية إضافية، وان تربة المنطقة ذات معدل عالي للتسرب المائي وبالتالي هي مناسبة للري باستخدام مياه الصرف الصحي دون ان يكون هناك محاذير جدية من حصول ظاهرة الجريان السطحي للمساحة المروية، وأشار [محمد خليفة وآخرون، 2008] إلى التركيز على زراعة النباتات الصحراوية والاستفادة من مياه الصرف الصحي في زراعة أشجار الأثل والرسو، وأشارت [أمنة خير وآخرون، 2008] إلى "إنشاء المجموعات الشجرية التي تروى بمياه الصرف الصحي حيث يُمثل استخدام هذه المياه في إنتاج المحاصيل الزراعية والأشجار أسلوبا له أهمية في العديد من البلدان الجافة مع مراعاة اختيار النباتات الأكثر تأقلما مع البيئة" [4-2]. تُعتبر شجرة الطلح من الاشجار الصحراوية القادرة على تحمل الحرارة والعطش والجفاف ويستخدم خشبها في صناعة المناحل ولحائها في الأغراض الطبية ويستخرج من بعض أنواعه الصمغ العربي، ويمكن أن تُساهم هذه الشجرة بشكل فعال في تشكيل حواجز بيولوجية تحد من التصحر وتوفر بيئة رطبة من خلال دوام اخضرارها وملاذا أمنا للحيوانات البرية بفضل تشابك أغصانها وأشواكها وتعتبر من مصدات الرياح الجيدة [5]، وقد أشارت دراسة [Do et al, 2007] التي استمرت لمدة 4 سنوات إلى أن نبات الطلح له قدرة كبيرة على التحكم في عملية النتح نتيجة تأقلمه مع الظروف الجافة وأن متوسط استهلاك الماء للشجرة الواحدة يبلغ 8.8 لتر/يوم كحد أدنى وذلك في الموسم الجاف الحار خلال شهري ابريل ومايو و40 لتر/يوم في الموسم الماطر خلال شهري سبتمبر وأكتوبر كحد أقصى و 25 لتر/يوم في الموسم الجاف البارد كحد أقصى في شهر يناير[6].

3.1 الهدف من الدراسة: تقييم مياه الصرف الصحي لمدينة سبها من خلال دراسة خصائصها الفيزيوكيميائية ومقارنتها بمحددات معايير جودة مياه الري المطلوبة لمنظمة الأغذية والزراعة (الفاو) (FAO, Food and Agricultural Organization) لاستخدامها في ري وزراعة شجرة الطلح [7].

2. المواد وطرق البحث

1.2 منطقة الدراسة: تقع بركة الصرف الصحي الشكل(2)، شمال مدينة سبها ضمن الإحداثيات الجغرافية (27°03"23".67N, 14°28"24".16E) وتبعد عن المدينة مسافة 5 كلم وقُدرت مساحتها بحوالي 79 هكتار وعمقها 3-4 متر سنة 2011م وتكونت هذه البركة مع إنشاء محطة الصرف الصحي في المدينة سنة 1988م [8].

شكل رقم (2): خريطة جوية لبركة الصرف الصحي سنة 2016م

2.2 التقييم النوعي لمياه الصرف الصحي والتربة:

ماء الري: أُخذت عينات مياه الصرف الصحي في عبوات بلاستيكية نظيفة سعة 7 لتر من خزان التجميع – حوض خرساني مكشوف مساحته السطحية 28 م*40 م وعمقه 4.3 م يستقبل مياه الصرف الصحي القادمة من المحطة ويصرفها للبركة– ونُقلت إلى معمل تحليل المياه (بقسم علوم البيئة بكلية العلوم الهندسية والتقنية) لإجراء التحاليل اللازمة، ثم جُهز منها 4 تخفيفات على النحو التالي (3ماء شرب:1ماء صرف صحي، 1:1، 3:1، ماء صرف صحي بدون تخفيف) لمعاملة الشجيرات الشكل(3)، بالإضافة إلى معاملة أخرى بمياه الشرب، وللمقارنة الإحصائية لمؤشر النمو المُقاس في هذه الدراسة بين المعاملتين أُستخدم برنامج (SPSS Statistics 2.0) [9].

شكل رقم (3): عملية الري حسب التخفيفات المحددة لكل مجموعة

التربة: استعمل الباحث تربة المنطقة في زراعة الشجيرات بعد أن حدد تصنيفها بواسطة اختبار التحليل المنخلي (Sieve Analysis Test) ونظام التصنيف الموحد (Unified Soil Classification System) [10,11] وسعتها الحقلية بواسطة اختبار السعة الحقلية (Field Capacity) ونسبة المواد العضوية بواسطة اختبار (Organic Matter) وايصاليتها الكهربية (EC) بواسطة جهاز (Conductivity Meter)وقلويتها (pH) بواسطة جهاز (pH Meter) ، وزعت بعد ذلك في 30 وعاء بلاستيكي بمعدل 2500جم/وعاء وهي كمية كافية لتغطية جذور الشجيرات [9].

3.2 النبات: أُختيرت شجيرات الطلح وعددها 30 بعناية بحيث كانت نضرة الشكل ومتقاربة في العمر والطول في كل مجموعة الشكل(4) وقسمت إلى 5 مجموعات (6 شجيرات/مجموعة) بحيث تُعامل 24 شجيرة بماء الصرف الصحي وتعامل 6 شجيرات بماء الشرب وحُددت كمية الماء اللازمة للري 375 ملم/وعاء بواسطة اختبار السعة الحقلية للتربة.

شكل رقم (4): ترتيب وتقسيم شجيرات الطلح إلى 5 مجموعات

3. النتائج والمناقشة

1.3 ماء الري: إن الماء الصالح والمناسب للري هو الذي لا ينتج عنه أثار ضارة على التربة ولا على النباتات المزروعة فيها ويُقال إن الماء ذو نوعية جيدة إذا نتج عن استعماله أفضل محصول ممكن تحت ظروف تربة جيدة وعمليات زراعية مناسبة، وبالتالي كلما قلت جودة الماء قلت الإنتاجية الزراعية، النباتات تتأثر عكسيا بزيادة الأملاح في ماء الري و ينتج عن ارتفاعها أثرا ضارا على النبات بسبب وجود بعض الأملاح ذات الأثر السام، أما الأثر الضار عن وجود الأملاح على التربة فقد يكون نتيجة للتغير في نفاذيتها وتهويتها وبنائها وهذا كله يؤثر على نمو النباتات، والنباتات تختلف عن بعضها في درجة تحمل ومقاومة الملوحة لذلك فمن الصعوبة وضع حد فاصل بين ما هو ملائم وغير ملائم من مصادر الماء للري وذلك بسبب أن نوع التربة والظروف المناخية وطريقة الري المستعملة لها دور هام في تكييف الظروف المحيطة بالنبات [12]، وتعد مياه الصرف الصحي مصدرا جيدا لتزويد المحاصيل الزراعية بالمغذيات مثل النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم وعلى النقيض من ذلك فهي تحتوي على بعض العناصر الثقيلة الضارة إذا زاد تركيزها عن حدود معينة [1].

يبين الجدول(1) نتائج تحليل عينة ماء الصرف الصحي ومقارنتها بمحددات معايير استخدام المياه لأغراض الري المطلوبة لمنظمة الأغذية والزراعة (FAO) [7]، ويلاحظ من هذه النتائج أن تركيز جميع العناصر المدروسة هي ضمن هذه المحددات باستثناء عنصر البوتاسيوم الذي تجاوز تركيزه الحدود المسموح بها،

وأشارت [نجاة المبروك وآخرون، 2019] إلى أن كاتيون البوتاسيوم من المغذيات الهامة للنبات إضافة للنيتروجين والفسفور وان قلة تركيزه في مياه الري أو التربة يؤثر على نمو النبات وان ارتفاع تركيزه في مياه الصرف الصحي ناتج عن استعمال المنظفات المنزلية والاعتماد على المياه المستخرجة من الآبار الجوفية [13].

جدول رقم (1) الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي لمدينة سبها ومقارنتها بمعايير (FAO)

	المعاملات المدروسة	وحدة القياس	قيمة المعامل	حدود مواصفات [FAO]
محتوى الأملاح Salt Content	الايصالية الكهربائية EC	mS/cm	1.160	0-3.0
	OR			
	المواد الذائبة الكلية TDS	mg/L	742.4	0-2000
الكاتيونات والايونات Cations and Anions	الكالسيوم Ca^{++}	meq/L	2.8	0-20
	الماغنيسيوم Mg^{++}	meq/L	0.82	0-5
	الصوديوم Na^{+}	meq/L	7.5	0-40
	البيكربونات HCO_3^{--}	meq/L	1.85	0-10
	الكلورايد Cl^{-}	meq/L	9.69	0-30
	الكبريتات SO_4^{--}	meq/L	0.18	0-20
العناصر الغذائية Nutrients	النيتروجين N	mg/L	0.036	0-10
	الفوسفات PO_4	mg/L	0.0124	0-2
	البوتاسيوم K	mg/L	7.913	0-2
متفرقات Miscellaneous	الأس الهيدروجيني pH	-	7.1	6.5-8.4
	نسبة امتزاز الصوديوم SAR	-	5.576	0-15

2.3 التربة: يبين الجدول(2) نتائج الاختبارات المشار إليها في الفقرة (2.2) التي أجريت لعينة التربة وبناءا على هذه النتائج صُنفت التربة بأنها رملية رديئة التدرج (SP) تحتوي على نسبة 1.56% من المواد العضوية متعادلة (pH=7.43) خالية من الأملاح (Ec=0.591mS/cm)، [9].

جدول رقم (2) الخصائص الحجمية لعينة التربة

رقم المنخل	مقاس المنخل (ملم)	الوزن المحجوز (جم)	النسبة المحجوزة%	النسبة المحجوزة الكلية%	النسبة المارة%
10	2.00	0.3	0.03	0.03	99.97
16	1.00	16.6	1.66	1.69	98.31
30	0.5	697.6	69.8	71.49	28.51
60	0.25	77.9	7.79	79.28	20.72
120	0.125	85	9.74	87.78	12.22
200	0.075	97.4	2.5	97.52	2.48
نتيجة التحليل					تربة رملية

3.3 النبات: يبين الجدول(4) نتائج قياس طول الشجيرات خلال فترة الري من الأسبوع الثالث إلى الخامس، فعند قياس طول الشجيرة1 (مكرر1) للمجموعة 3 (تخفيف 1:1) في الأسبوع الثالث وجد 48 سم وفي الأسبوع الخامس وجد 53 سم أي بزيادة 5 سم خلال هذه الفترة وهكذا باقي الشجيرات، كما يبين الجدول الشجيرات التي نمت لها أفرع جانبية جديدة الموضحة بالعلامة * وعدد العلامات يشير إلى عدد الأفرع النامية، والشكل(5) يوضح تطور مراحل نمو شجيرات الطلح خلال فترات زمنية مختلفة.

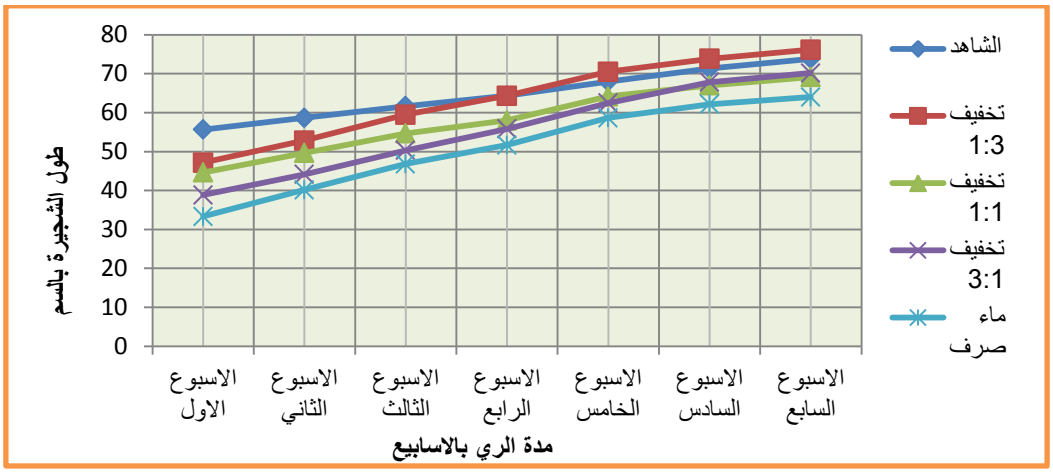
جدول رقم (4) قياسات طول شجيرات الطلح للأسبوعين الثالث والخامس

الأسبوع الثالث					
	مج1 (مقارنة) الطول بالسم	مج2 (1:3) الطول بالسم	مج3 (1:1) الطول بالسم	مج4 (3:1) الطول بالسم	مج5 (ماء صرف) الطول بالسم
مكرر1 (شجيرة 1)	*56	**59	***48	**40	46
مكرر2 (شجيرة2)	59	**60	*49	50	**42
مكرر3 (شجيرة 3)	*55	57	58	*50	*49
مكرر4 (شجيرة 4)	65	58	55	*50	*45
مكرر5 (شجيرة 5)	66	60	60	55	54
مكرر6 (شجيرة 6)	*69	63	**58	57	45
الأسبوع الخامس					
مكرر1 (شجيرة 1)	64	67	***53	**46	62
مكرر2 (شجيرة2)	71	72	*55	64	**50
مكرر3 (شجيرة 3)	56	69	73	**60	*64
مكرر4 (شجيرة 4)	66	70	70	*61	*52
مكرر5 (شجيرة 5)	78	67	71	70	69
مكرر6 (شجيرة 6)	73	78	63	74	55

الشكل رقم (5) تطور نمو شجيرات الطلح

ويوضح الشكل(6) تأثير الري بالتخفيفات المختلفة من مياه الصرف الصحي المستعملة في هذه الدراسة ويُلاحظ أن الزيادة في طول الساق حدثت لجميع الشجيرات إلا أن التي عُوملت بالتخفيف (1:3) تفوقت في

النمو على باقي الشجيرات في التخفيفات الأخرى بدءا من الأسبوع الرابع بما في ذلك المعاملة بماء الشرب وهذه الملاحظة تؤشر إلى أفضلية هذا التخفيف في تأثيره على النمو.



شكل(6) تأثير الري بالتخفيفات المحددة لمياه الصرف الصحي على نمو شجيرات الطلح

4.3 التحليل الإحصائي: بينت نتائج التحليل الإحصائي باستخدام برنامج (SPSS Statistics 2.0) وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية في تأثير المعاملة بأربع تخفيفات من مياه الصرف الصحي مع معاملة المقارنة على نمو شجيرات الطلح، ووجود هذه الفروق المعنوية يدل على عدم تساوي متوسطي تأثير تخفيفين على الأقل، ولإختبار معنوية الفرق لكل زوج من التخفيفات تم استخدام طريقة اقل فرق معنوي محفوظ (LSD, Protected Least Significant difference) لاختبار فرضيات الدراسة فبينت انه توجد فروق معنوية بين متوسطي المعاملة بماء الشرب وماء الصرف الصحي الغير مخفف وفروق معنوية بين متوسطي المعاملة بماء الشرب وماء الصرف الصحي المخفف بنسبة (3:1) بينما لا توجد فروق معنوية بين متوسطي المعاملة بماء الشرب وماء الصرف الصحي المخفف بالنسب (1:3،1:1)، وهذا يعني أن تأثير الري بماء الصرف الصحي المخفف بنسب (1:3،1:1) لا يختلف عن ماء الشرب في تأثيره على نمو شجيرات الطلح، بينما ماء الصرف الصحي المخفف بنسبة (3:1) والغير مخفف يختلفان في تأثيرهما على نمو الشجيرات وبالتالي لا يمكن استخدامهما كبديل لماء الشرب في عملية الري للحصول على نفس

نتائج النمو التي تم الحصول عليها عند استعمال التخفيفين (1:1،1:3). ويعتقد الباحث أن السبب في ذلك هو أن تخفيف ماء الصرف الصحي أدى إلى تخفيض تركيز الأملاح الضارة فيه [9].

4. الخاتمة والتوصيات

خلُصت هذه الدراسة إلى إمكانية استخدام مياه الصرف الصحي المخففة بنسبة (1:1،1:3) والتربة الرملية في مدينة سبها لزراعة وري شجرة الطلح بينما مياه الصرف الصحي المخففة بنسبة (3:1) والغير مخففة غير ملائمين لنمو الاشجار، ويعتقد الباحث انه ليس من المُجدي عمليا واقتصاديا تخفيف ماء الصرف الصحي ليُناسب ري شجرة الطلح والذي يفترض أن يتم بماء الصرف الصحي لمحطة المعالجة بشكل مباشر، لذلك يلزم إجراء مزيد من الدراسة لمعرفة سبب اختلاف تأثير هذه التخفيفات، وتوصي الدراسة بالاتي:

1- زراعة شجرة الطلح للاستفادة من ميزاتها البيئية في تلطيف الأجواء وتحسين المناخ أو في تشكيل حواجز بيولوجية تحد من ظاهرة التصحر أو لميزاتها الاقتصادية في إنتاج الأخشاب.

2- توعية الجهات المختصة بمتابعة مراحل المعالجة في محطة مياه الصرف الصحي بمدينة سبها.

5. المراجع

[1] الجيلاني عبدالجواد، عمر جزدان. أهمية استعمال المياه المعالجة في الزراعة العربية وتأثيراتها البيئية. *المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة جامعة الدول العربية ACSAD*، **(28-30 نيسان/ابريل 2007)**، 2.

[2] دراسة مبدئية لمشروع استخدام مياه مجاري سبها المعالجة لري أشجار المصدات بمحاذاة طريق سبها – براك الرئيسي. *مكتب الجنوب الاستشاري للدراسات الفنية والاقتصادية*، **(1991)**، 47.

[3] محمد خليفة علي، المبروك عبدالقادر السنوسي، الهادي خليفة علي الصويعي. زحف الكثبان الرملية على الطرق الصحراوية. *مجلد الأبحاث العلمية المؤتمر الأول للتشييد في المناطق الصحراوية منشورات جامعة سبها*، **(2008)**، 384.

[4] أمنة خير صابر، محمد عبدالسلام الفيتوري، عبدالسلام محمد المثناني، محمد على السعيدي. المعالجة البيئية لمشكلة زحف رمال زلاف على الطريق العام (براك – سبها). *مجلد الأبحاث العلمية المؤتمر الأول للتشييد في المناطق الصحراوية منشورات جامعة سبها*، **(2008)**، 359، 360.

[5] عمران يحيى عمران. حماية الطريق الحديدي (الهيشة – سبها) من زحف الكثبان الرملية. رسالة ماجستير قسم الهندسة المدنية بكلية الهندسة جامعة المرقب، **(2015)**، 186، 187.

[6] Do, F.,ROCHETEAU, A.,DIAGNE, A., GOUDIABY, V., GRANIER, A. & PAUL LHOMME, J. Stable annual pattern of water use by Acacia tortilis in Sahelian Africa, **(2007)**, Tree Physiology 28. 95-104

[7] معايير منظمة الأغذية والزراعة (الفاو). المحددات المعملية الشائعة المطلوبة لتقدير مشاكل جودة مياه الري. جدول 4.

[8] حمدي صالح الدرازي. دراسة تأثير مياه وموقع بحيرة الصرف الصحي على نوعية مياه أبار مدينة سبها. رسالة ماجستير قسم الهندسة المدنية كلية العلوم الهندسية والتقنية جامعة سبها، **(2015)**، 123.

[9] محمدانوير عبدالرحمن محمد. الاستفادة من مياه الصرف الحضري لمدينة سبها في حماية طريق سبها – براك من زحف الرمال. رسالة ماجستير قسم الهندسة المدنية كلية العلوم الهندسية والتقنية جامعة سبها، **(2017)**، 55، 56، 74.

[10] احمد حسين ابوعودة. الهندسة المدنية (ميكانيكا التربة). *مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع الطبعة الأولى*، **(2010)**، 60،97.

[11] محمد عمر العشو. مبادئ ميكانيك التربة. *كلية الهندسة جامعة الموصل*، 96.

[12] محمود حسان عبدالعزيز. أساسيات هندسة الري والصرف. *عمادة شؤون المكتبات جامعة الرياض*، **(1980)**، 25.

[13] نجاة المبروك عون، سهام المبروك عون، الجيلاني محمد عبد الجواد. دراسة بعض الخواص الفيزيوكيميائية والبيولوجية في مياه الصرف الصحي المعالجة بمحطة المجمع الفندقي "دار تليل" لتحديد مدى ملائمتها لري المسطحات الخضراء–صبراتة– ليبيا. *مجلة حوليات العلوم الزراعية دمشق*، مجلد 57(1) **(2019)**، 4.