تأثير إضافة مخلفات مياه الصرف الصحي الصلبة (الحمأة) على نبات الجرجير

*ميلاد محمد الصل *محمد مفتاح الجروشي *فاطمة عمر الحشاني

المستخلص: أجريت هذه الدراسة داخل الصوبة الزجاجية بقسم علم النبات في كلية العلوم /جامعة مصراتة ديسمبر 2016م بهدف مقارنة التسميد تراكيز مختلفة من الحمأة الناتجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمصراتة وتأثير ذلك على نبات الجرجير *Eruca sativa*، حيث طحنت الحمأة وأضيفت الي التربة بتركيزات مختلفة (15، 30، 45طن/ هكتار) بالإضافة إلى الشاهد وتمت الزراعة في أحواض بلاستيكية حجم (57×37×15سم) بواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة.

أظهرت نتائج الدراسة أن الحمأة الناتجة من محطة المعالجة بمصراتة ذات رقم هيدروجيني يميل إلى الحامضية الخفيفة (6.86) وجميع العناصر الثقيلة في الحدود المسموح بها مقارنة بالمواصفات القياسية السورية والألمانية للحمأة المستخدمة في الزراعة، كما أظهرت نتائج الدراسة المورفولوجية لنبات الجرجير انه لا يوجد فروق معنوية في جميع المعاملات مقارنة بالشاهد عدا في مساحة الورقة عند التراكيز المختلفة من الحمأة والنسبة المئوية للمادة الجافة والمحتوى المائي عند تركيز 15طن/هكتار حمأة، بينما أظهرت السكريات، البروتينات والبرولين عدم وجود فروق معنوية في جميع التراكيز، والأحماض الأمينية أظهرت فروق معنوية في جميع التراكيز وكذلك اليخضور A/Bعند المعاملتين(15، 30 طن/هكتار) ولم تظهر العناصر المعدنية الصوديوم، ماغنسيوم، الحديد، النحاس، الكروم، الرصاص والكادميوم فروقا معنوية بينما البوتاسيوم، الكالسيوم، الخارصين والزرنيخ اظهرت فروق معنوية مقارنة بالشاهد، وجميع العناصر المدروسة في جميع المعاملات كانت في الحدود المسموح بها.

الكلمات المفتاحية: الحمأة، الجرجير، العناصر المعدنية، اليخضور، السكريات، البروتينات.

أولا–المقدمة:

التسميد العضوي حجر الأساس الذي يجب وضعه لرفع القيمة الإنتاجية للأراضي الزراعية والإقلال من التلوث البيئي الناتج من الإسراف في استخدام الأسمدة الكيميائية، ولذا فان إعادة تدوير المخلفات العضوية أحد العوامل الهامة التي تؤدي إلى توفير كميات من الأسمدة العضوية التي تفي باحتياجات الأراضي الزراعية (Abouseeda, 1997).

في كثير من دول العالم وخاصة الثالث منها تحولت ممارسة إعادة استخدام المياه العادمة إلى أساسيات محورية ووضعت الخطط الإستراتيجية لها لمحاولة استغلالها بأمان دون الأضرار بالأراضي الزراعية أو المحاصيل وبالتالي سلامة الإنسان والحيوان الذي يتغذى عليها. في ضوء ذلك أنشأت الدول عدة محطات خاصة لمعالجة مياه الصرف الصحي ولإعادة استعمال المياه وينتج عن هذه المحطات نفاية حيوية صلبة تسمى "الحمأة Sludge" وتقدر كميتها بحوالي 25-40 كغم \شخص\سنه (Epstein, 2003)، وتعد مسالة التخلص من هذه المخلفات أمراً هاما وضروريا ويجب أن يكون صحيا وآمن بيئياً، والاستفادة منها خاصة مع غلاء الأسمدة الكيميائية والأضرار التي تتركها في البيئة، إضافة إلى التوجه العالمي للتقليل من استخدام الأسمدة الكيمائية،

* أستاذ البيئة نباتية، قسم علم النبات، جامعة مصراتة
* أستاذ البيئة نباتية المساعد، قسم علم النبات،جامعة مصراتة m.m.aljarroushi@sci.misuratau.edu.ly
* محاضر مساعد ، علم نبات، قسم علم النبات،جامعة مصراتة

وبشكل واضح برز التسميد العضوي الذي يعد من العوامل الأساسية والتي يجب الاعتماد عليها لرفع القيمة الإنتاجية للأراضي الزراعية وتقليل التلوث البيئي وإلحاق الضرر بالنبات والحيوان والإنسان.

إن إعادة تدوير المخلفات العضوية يعد من أهم العوامل التي تؤدي إلى توفير كميات من الأسمدة العضوية والتي تسد بعضاً من احتياجات النبات من العناصر الغذائية الضرورية بالإضافة إلى دورها في تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية. وتعد محطات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي أحد مصادر الأسمدة العضوية وخاصة ما يتخلف عنها من البقايا العضوية التي تعرف بالحمأة.

بدأ استخدام الحمأة في التسميد الزراعي مع مطلع القرن الماضي وأُستخدمت الحمأة في التسميد الزراعي لأول مرة بعد معالجتها بطريقة التخمرات اللاهوائية، حيث ظلت هذه الطريقة سائدة لمدة تزيد عن نصف قرن وكانت إلزامية لكل محطات التنقية إلا أن انخفاض سعر الطاقة نتيجة لاكتشاف البترول أدى إلى معالجة الحمأة بواسطة التفاعلات الهوائية (الحايك، 1990).

تعطي إضافة الحمأة للتربة أهمية خاصة من حيث العمل على رفع خصوبة التربة، إذ ينتج عنها زيادة المحاصيل الزراعية حيث أثبت ذلك في الكثير من التجارب العلمية لما تقدمه هذه الأسمدة العضوية من عناصر النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم وغيرها، إضافة إلى تأثيرها الإيجابي على خواص التربة الفزيائية، لذا فإن استخدام الحمأة في الزراعة يعد من الخيارات الشائعة لفوائدها في تزويد التربة بالعناصر الغذائية والمادة العضوية التي تحتوي عليها بالإضافة لكونها مصدراً لحفظ الطاقة والحفاظ على خصوبة التربة (Christine, *et al.*, 2001 ؛العودات والبشير، 2007).

لقد ازداد الاهتمام مؤخراً باستعمال الحمأة في الزراعة حيث تشكل كميات الحمأة المستخدمة في الزراعة ما نسبته (37ـ54%) من الكميات الكلية الناتجة في الولايات المتحدة الأمريكية، وبلغت كميات الحمأة المنتجة سنوياً في دول أوروبا الغربية نحو 7,3 مليون طن (Epstein, 2003)، وتعد الحمأة من أهم المنتجات الثانوية الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي ولا تتضمن هذه الكمية الحمأة الناتجة من مياه الصرف الصناعي.

إن استعمال الحمأة في المجال الزراعي ليس بالحديث إذ أن الكثير من دول العالم مثل أمريكا والدول الأوربية بصفة عامة وكثير من الدول العربية وجدت أن استعمال الحمأة في المجالات الزراعية هو أفضل السبل للتخلص منها وبأقل الأضرار وإمكانية هذه المخلفات من إعطاء مردود اقتصادي، بزيادة غلة المحاصيل المزروعة والمعاملة بالحمأة. وتُعد الحماة مصدرا غنيا بالمواد العضوية التي تمد التربة بالعناصر الضرورية لنمو النبات ويمكن استخدامها كمحسن عضوي غني بعنصري النيتروجين والفسفور كما أن

استخدامها يقلل من تكاليف الإنتاج بدلا من استخدام الأسمدة الكيميائية باهض ة الثمن فضلا عن إنها تُعطي خصائص أفضل للتربة من حيث تركيبها وتنوعها البيولوجي وتقلل من مخاطر إنجراف التربة بسبب تثبيتها لحبيبات التربة وربط دقائقها وتحسين خواصها في الاحتفاظ بالمحتوى المائي وذكر (Tsadilas *et. al.,* 2005) أن إضافة الحماة إلى التربة أدي إلي تحسين خواص التربة الفيزيائية و الكيميائية بالإضافة إلى زيادة السعة التبادلية للأيونات الموجبة بسبب عملها كمادة مخلبية تحد من فقد العناصر الغذائية و ترسيبها.

أنشئت العديد من محطات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي في العديد من المدن الليبية مثل مشروع الهضبة الزراعية بمدينة طرابلس، ومشروع القوارشة بمدينة بنغازي، ومن هذه المحطات محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمدينة مصراته، أنشئت هذه المحطة في سنة 1989م وقد اختير لها موقع خارج المدينة على بعد حوالي 13 كيلومتر من وسط المدينة الى جهة الجنوب الغربي بمنطقة السكت بمصراتة وترتفع حوالي 70 متراً عن مستوى سطح البحر وهذه المحطة تعمل بطريقة الحمأة النشطة (المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي) بعدة مراحل:

المعالجة الابتدائية

المعالجة الأولية

المعالجة الثانوية "البيولوجية". (ألماني وجهان، 2008).

يعتبر نبات الجرجير من النباتات الطبية التي تحتوي على العديد من الفيتامينات والأملاح المعدنية التي يحتاجها الإنسان، اذ يحتوي على نسب جيدة من الفيتامينات والبروتينات وعناصر الحديد والكالسيوم (Patil *et al.,* 1995). ويهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير التسميد بتراكيز مختلفة من الحمأة الناتجة عن محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمصراتة على نمو نبات الجرجير.

ثانيا:المواد وطرق البحث:

أجريت هذه الدراسة بالصوبة داخل كلية العلوم جامعة مصراته في العام 2016-2017م.حيث تم تحليل كل من التربة المعدة للزراعة وكذلك الحمأة المستجلبة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمصراتةوتم دراسة النقاط التالية: -

دراسة بعض الخواص الفيزيوكيميائية للحمأة والتربة:

تم جلب الحمأة من محطة معالجة الصرف الصحي بمصرات ة منطقة السكت وتم تجفيفها وطحنها وغربلتها وعمل محلول من الحمأة بتركيز 3:1 (حمأة : ماء) وأخذت ثلاث مكررات وأجريت عليها القياسات الآتية:

لرقم الهيدروجيني (pH):

تم قياس الرقم الهيدروجيني لمعلق الحمأة باستخدام جهاز pH Meter Model L-10

التوصيل الكهربائي (Ec):

قيست التوصيلة الكهربائية لمعلق الحمأة ms/cm عند درجة حرارة 25م° بواسطة جهاز Conductivity Meter Model AOL-10

الأملاح الذائبة الكلية (TDS):

حسبت كمية الأملاح الذائبة الكلية (ملجم/لتر) من قيم التوصيل الكهربائي لنفس العينات طبقاً لما وصفه (Jackson, 1958) ومعرفة الأملاح الذائبة الكلية (ملجم/لتر) طبقاً للمعادلة:

الأملاح الذائبة الكليةTDS = 0.64 × التوصيل الكهربائي (ms/cm).

تقدير الصوديوم والبوتاسيوم:

قدرت تراكيز هذه العناصر باستخدام جهاز الطيف الذري Atomic Absorption Spectrophotometer .

تقدير النسبة المئوية للمادة العضوية:

قدرت النسبة المئوية للمادة العضوية للعينات طبقاً لطريقة (Walkley& Black, 1935). حسبت النسبة المئوية للمادة العضوية في التربة من المعادلة التالية: –

النسبة المئوية للمادة العضوية (%) = $\frac{\text{وزن التربة}}{\text{حجم البيكرومات المستهلكة}} \times 0.003 \times 1.35 \times 1.72 \times 100$

تقدير العناصر الثقيلة:

قيست تراكيز بعض العناصر الثقيلة وهي الحديد والكوبلت والنيكل والنحاس والزنك والكروم والرصاص والمنجنيز (ملجم/ لتر) جهاز قياس الطيف الذري.

تحضير مستخلص التربة:

حضر مستخلص التربة بوزن 100جرام من التربة في 300 مل من الماء المقطر (3:1) ويوضع على المقلب المغناطيسي لمدة 30دقيقة ثم يرشح المخلوط وأخذ الراشح الرائق وهو مستخلص التربة (Mlitan, *et. al.,* 2015) ، وقدر كل من: الرقم الهيدروجيني (pH)، التوصيل الكهربائي (Ec)، الأملاح الذائبة الكلية (TDS)، الصوديوم، البوتاسيوم، الحديد، الكوبلت، النيكل، النحاس، الزنك، الكروم، الرصاص والمنجنيز (ملجم/ لتر).

نبات الجرجير *Eruca sativa* Mill

الحمأة التي تم إحضارها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي مصراته تم تجفيفها وطحنها وغربلتها، وأجريت عليها بعض التحاليل الفيزيوكيميائية وكذلك أجريت هذه التحاليل للتربة التيُ جلبت من منطقة الدافنية ولدراسة تأثير الحمأة على النمو والنشاط الأيضي لنبات الجرجير صممت التجربة بطريقة التصميم العشوائي حيث استخدمت صناديق بلاستيكية كبيرة وكان حجم الصندوق (57×37×15سم) وملئت هذه الصناديق بالتربة وأضيفت إليها الحمأة بتركيز 15، 30، 45 طن/هكتار، أخذت هذه التراكيز بواقع 100 كجم/هكتار، وضعت هذه الصناديق في الصوبة الخاصة بقسم النبات كلية العلوم جامعة مصراته، وزرعت بذور الجرجير المحلية بالطريقة التالية:

تم خلط السماد (الحمأة) مع قليل من التربة في وعاء تم أخذت 50جرام تقريباً من بذور الجرجير وتم خلطها معها جيداً ثم نثرها على التربة الموجودة في الصندوق وخلطها مع بعضها البعض باليد وتوزيعها على كامل الصندوق ورويت هذه الصناديق بالماء العادي. وبعد أربعة أيام حصل إنبات لجميع المعاملات والشاهد وبعد حوالي شهرين تقريباً، تم إجراء القياسات والتحاليل التالية:

تقدير مساحة الورقة:

أخذت ورقة مليمتريه صغيرة مربعة معلومة المساحة وتم معرفة وزنها بعد ذلك وضعت الورقة النباتية المطلوبة حساب مساحتها علي ورق مليمتري وحددنا حواف الورقة بقلم قصصنا الورقة المليمترية عند الحواف المرسومة فأصبحت هذه القصاصة معبرة عن مساحة الورقة النباتية وتم وزنت هده القصاصة الورقية ومن خلال وزن ومساحة القطعة الورقية المربعة وزنت القصاصة الورقية تم معرفة مساحتها وهي مساحة الورقة النباتية.

$$\text{مساحة الورقة (سم}^2\text{)} = \frac{\text{وزن الورقة الكاملة} \times \text{مساحة المقطع الصغير}}{\text{وزن المقطع الصغير}}$$

قياس محتوى اليخضور:

قيست كمية اليخضور (أ) واليخضور (ب) طبقاً لطريقة (Todd & Basler,1965) ثم حسب تركيز اليخضورين طبقاً لمعادلة ماكيني التي وصفها (Vishniac ,1957) كالتالي:

محتوى اليخضور أ = 2.69 D645 – 12.7 D663

محتوى اليخضور ب = 4.68 D663 – 22.9 D645

ومنها حسب محتوى اليخضور الكلي (أ + ب).

تعين النسبة المئوية للمادة الجافة للنباتات:

جمعت العينات من الصوبة ونقلت في نفس اليوم إلى المعمل حيث نظفت وتم فصل الجذور عن المجموع الخضري وتم تعيين الوزن الطازج لكل مجموعة على حدة ثم وضعت في أكياس ورقية وجففت في الفرن عند درجة حرارة 80 درجة مئوية لمدة يومين وحُسب الوزن الجاف ثم حسبت النسبة المئوية للمادة الجافة من المعادلة التالية:

النسبة المئوية للمادة الجافة = (الوزن الجاف / الوزن الرطب) ×100

تقدير كمية السكريات الذائبة:

قدرت كمية السكريات الذائبة في العصير النباتي بالطريقة التي وصفها (Dubios, *et al.*, 1956).

تقدير كمية البروتينات الذائبة:

قدرت كمية البروتينات الذائبة في العصير النباتي بطريقة كاشف فولين Folin كما وصفها (Lawry *et al.*,1951).

تقدير كمية الأحماض الأمينية الحرة الكلية:

قدرت كمية الأحماض الأمينية الحرة الكلية بطريقة النينهيدرين التي وصفها (Lee & Takahashi, 1966)

تقدير تركيز حمض البرولين:

قدر تركيز حمض البرولين في مسحوق النبات بطريقة محلول النينهيدرين الحامضي طبقا لما وصفه (Bates *et al.,* 1973).

تقدير تراكيز العناصر الثقيلة:

قدرت تراكيز بعض العناصر الثقيلة وذلك بأخذ وزن 1 جرام من النبات ويوضع في فرن الاحتراق عند درجة حرارة 500 درجة مئوية لمدة من 1 إلى 3 ساعات حتى يصبح رماد بعدها يتم وزن هذا الرماد ويوضع في أنبوبة اختبار ويضاف إليه 10مل من

حمض النيتريك المركز وتوضع في المسخن حتى يتوقف التبخر ثم يضاف 2.5مل من فوق أكسيد الهيدروجين ثم نكمل إلى 50مل في الرماد والى 100مل في التربة بماء منزوع الأيونات (Westerman, 1990). لتقدير تراكيز بعض العناصر الثقيلة هي الحديد والكوبلت والنيكل والنحاس والزنك والكروم والرصاص والمنجنيز والبورون (ملجم/لتر) باستخدام جهاز قياس الطيف الذري (APHA, 1992) كما سبق ذكره.

تم إجراء التحليل الإحصائي للنتائج المتحصل عليها باستخدام طريقة تحليل التباين الأحادي (ANOVA One Way) واختبار أقل فرق معنوي (LSD).

ثالثا–النتائـج:

أولاً: نتائج بعض الخواص الفيزيوكيميائية للحمأة والتربة: .

قبل بداية التجربة تم تحليل الحمأة المستخدمة وتصنيفها على أساس محتواها من العناصر الثقيلة الى درجات كما ذكرتها هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية (2002) كالآتي:

الدرجة A وهي غير مقيدة الاستعمال.

الدرجة B، C،D ، وهي مقيدة الاستعمال.

الدرجة E وهي غير صالحة للاستعمال. (عودة، 2002).

أظهرت نتائج تحليل الحمأة المستخدمة في الزراعة أن الرقم الهيدروجيني متعادل تقريباً 6.86، بينما التربة المستخدمة في الزراعة تميل إلى القاعدية حيث بلغت8.1، والتوصيلية الكهربائية كانت 11.99 ms/cmفي الحمأة وبلغت في التربة 223ms/cm، والأملاح الكلية 7.67ملجم/ل في الحمأة بينما في التربة142.72ملجم/ل، النسبة المئوية للمادة العضوية كانت 1.67% في الحمأة بينما في التربة كانت اقل 0.529%. بينما العناصر الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، الماغنسيوم، النيتروجين، الفسفور، الحديد، النحاس، الزنك، الكروم، الرصاص، المنجنيز، الكوبلت، الكادميوم والنيكل كما في الجدول (1).

جدول (1): بعض الصفات الخاصة بالحمأة والتربة المستخدمة في الزراعة:

القياسات	الحمأة	التربة
pH	6.86	8.10
EC(ms/cm)	11.99	223
TDS(ml/mg)	7.67	142.72
المادة العضوية %	1.67	0.529
Na (ppm)	42.86	34.98
K	10.55	2.75
Ca	2891.81	1401.49

13.43	**30.98**	**Mg**
1.13	**96.9**	**N**
3.37	**44.4**	**P**
0.3	**67.77**	**Fe**
0.03	**6.86**	**Cu**
0.02	**8.06**	**Zn**
0.074	**3.77**	**Cr**
0.24	**3.65**	**Pb**
0.02	**6.02**	**Mn**
0.05	**0.89**	**Co**
0.02	**0.23**	**Cd**
0.28	**3.9**	**Ni**

الصفات المورفولوجية لنبات الجرجير المزروعة في تراكيز مختلفة من الحمأة:

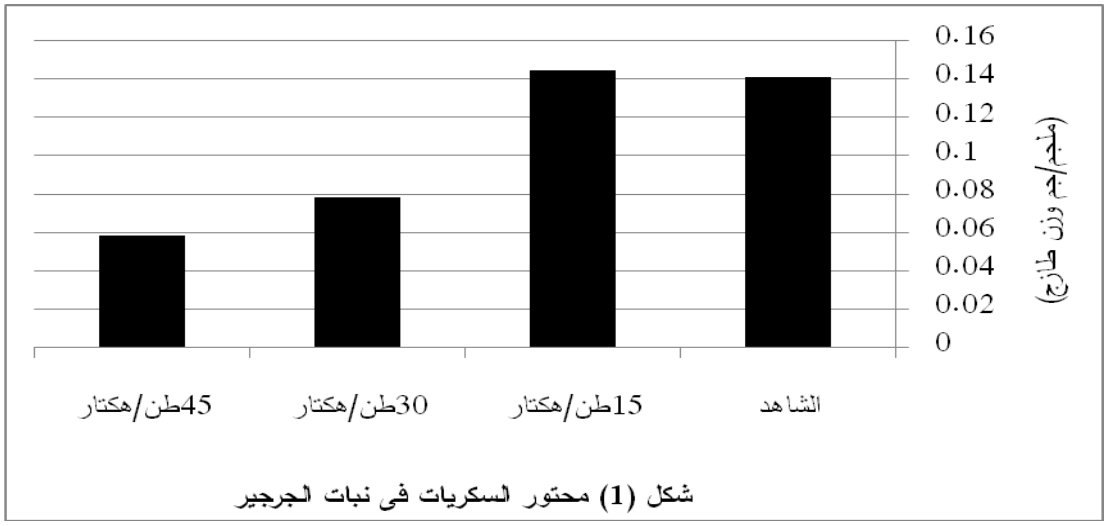
أظهرت النتائج في جدول (2) وجود نقص معنوي في متوسط مساحة الورقة لجميع المعاملات (15 ،30 ،45 طن/هكتار)، بينما لا توجد فروق معنوية في متوسط عدد الأفرع في المعاملات الثلاث مقارنة بالشاهد. وأظهرت النسبة المئوية للمادة الجافة للنبات المدروس وجود نقص معنوي في المعاملة (15طن/هكتار) أما المعاملتين (30، 45طن/هكتار) لم تظهر فرقاً معنوياً مقارنة بالشاهد. أما النسبة المئوية للمحتوى المائي أظهرت أن هناك زيادة معنوية في متوسط المحتوى المائي لنبات الجرجير عند المعاملة (15طن/هكتار) مقارنة بالشاهد وباقي المعاملات لم تظهر أي فروق معنوية.

جدول (2) يوضح بعض الصفات المورفولوجية لنبات الجرجير:

المعاملة / الصفة	الشاهد NPK	15طن/ه حمأة	30طن/ه حمأة	45طن/ه حمأة
مساحة الورقة (سم^2)	**35.37**	**12.58***	**18.25***	**13.83***
عدد الافرع (فرعا)	**6**	**5.67**	**7.67**	**6.76**
المادة الجافة (%)	**13.11**	**7.34****	**10.11**	**10.84**
المحتوي المائي (%)	**86.89**	**92.66****	**89.89**	**89.16**

السكريات:

وفقا لنتائج التحليل الإحصائي شكل(1) والتي تشير إلى عدم وجود فروق معنوية في متوسط السكريات لنبات الجرجير في المعاملات الثلاث مقارنة بالشاهد.



شكل (1) محتور السكريات فى نبات الجرجير

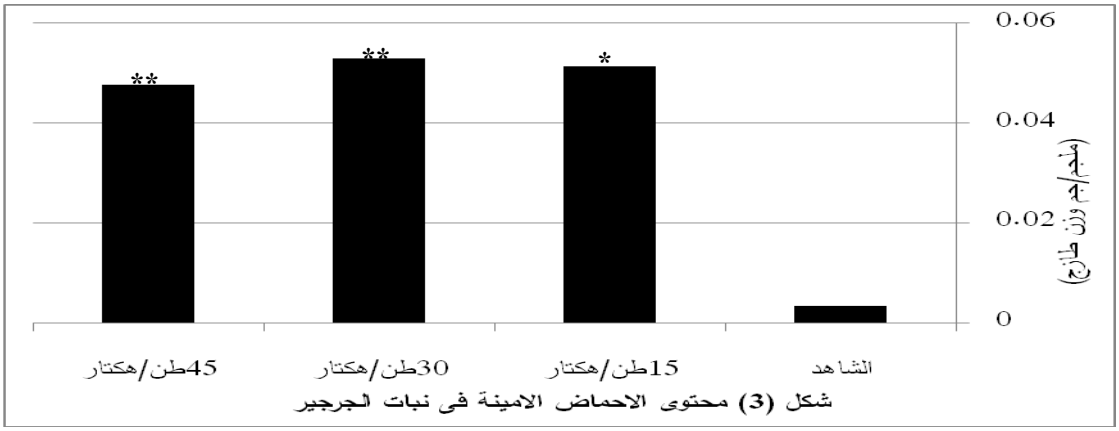
البروتينات:

تشير نتائج التحليل الإحصائي شكل(2) أن متوسط محتوي البروتينات في نبات الجرجير لم تسجل أي فروق معنوية في المعاملات الثلاث (15،30،45 طن/هكتار) مقارنة بالشاهد.

شكل (2) محتوى البروتينات فى نبات الجرجير

الأحماض الأمينية:

من شكل(3) لوحظ زيادة معنوية جدا في متوسط الأحماض الأمينية عند المعاملتين (15،30طن/هكتار) ومعنوية فقط في المعاملة (45طن/هكتار) مقارنة بالشاهد.



شكل (3) محتوى الاحماض الامينة فى نبات الجرجير

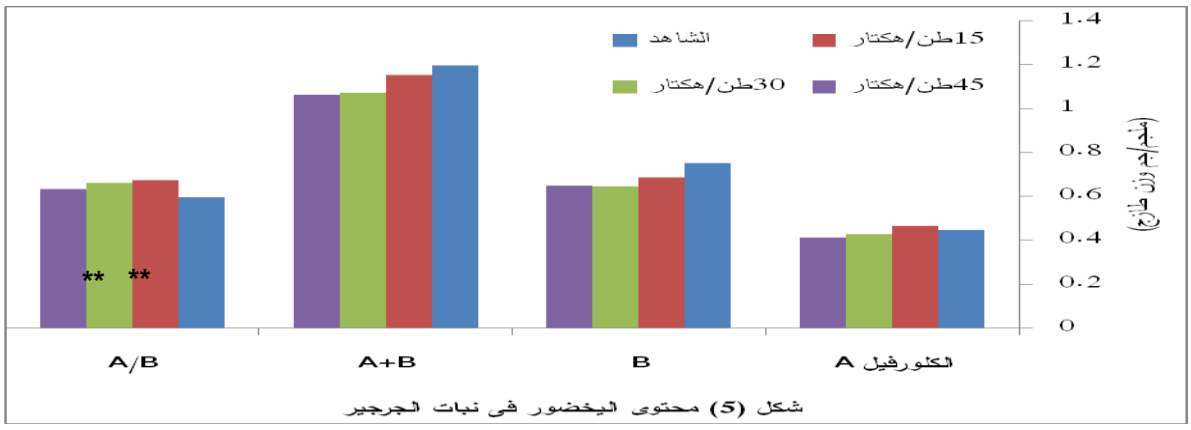
حمض البرولين :

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي شكل(4) عدم وجود فروق معنوية في متوسط حمض البرولين للمعاملات الثلاث مقارنة بالشاهد.

شكل (4) محتوى البرولين فى نبات الجرجير

محتوي اليخضور:

أظهر شكل(5) نتائج التحليل الإحصائي أن نبات الجرجير المسمد بالحمأة لم تظهر أي فروقا معنوية في المعاملات الثلاثة بالنسبة لليخضور B+A، B،A أما اليخضورA/B اظهر فروقا معنوية جدا عند المعاملتين (15، 30طن/هكتار).



شكل (5) محتوى اليخضور فى نبات الجرجير

العناصر المعدنية في نبات الجرجير:

تشير نتائج التحليل الإحصائي جدول(3) إلى أن العناصر التي تم تقديرها في نبات الجرجير سجلت فروقاً معنوية ومعنوية جدا فقد أعطى عنصر البوتاسيوم عند مستوى احتمال 5% فرقاً معنوياً عند المعاملة (30طن /هكتار) ومعنوي جدا عند المعاملة (45طن /هكتار) أما عنصر الكالسيوم سجل فرقاً معنوياً عند المعاملة (15طن/هكتار) والخارصين كان معنوي عند المعاملة (15طن /هكتار) واظهر الزرنيخ فرق معنوي عند المعاملة (30طن /هكتار) أما بقية العناصر لم تسجل أي فرق معنوي مقارنة بالشاهد.

جدول (3) العناصر المعدنية في نبات الجرجير المسمدة بالحمأة(ppm):

المعاملة	الشاهد NPK	15طن/ه ـ حمأة	30طن/ه ـ حمأة	45طن/ه ـ حمأة
الصوديوم	56.07	74.98	61.94	62.59
البوتاسيوم	41.5	48.8	17.8*	10.2**
الكالسيوم	21.71	34.03*	30.25	29.82
ماغنسيوم	5.13	10.46	7.63	10.01
الحديد	0.25	0.71	0.69	0.30
النحاس	0.70	1.82	0.60	1.34
الخارصين	8.49	18.21*	4.97	6.13
الكروم	2.94	3.12	2.70	2.76
الرصاص	0.04	0.46	0.30	0.62
الكادميوم	0.01	0.02	0.00	0.01
الزرنيخ	0.17	0.24	0.31*	0.23

عند مستوى احتمال 5%

العناصر المعدنية في تربة نبات الجرجير بعد الزراعة:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي جدول(4) أن العناصر التي كشف عنها في التربة بعد الزراعة لنبات الجرجير عند التراكيز(15،30،45طن/هكتار) وتشمل الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنيسيوم، الحديد، النحاس، الزنك، الكروم، الكوبلت، المنجنيز وتبين من التحليل أن عناصر الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم والحديد والنحاس والمنجنيز والكروم والكوبلت لم تظهر فروقات معنوية عدا الزنك الذي اظهر فروقات معنوية عند المعاملتين (15،30 طن/هكتار) وسجل عنصر الحديد عند المعاملة (30طن/هكتار) فرقاً معنوياً جدا.

جدول (4) العناصر المعدنية في تربة نبات الجرجير بعد الزراعة

المعاملة	الشاهد NPK	15طن/ه حمأة	30طن/ه حمأة	45طن/ه حمأة
البوتاسيوم	104.43	97.7	78.63	99.93
الصوديوم	4.36	4.43	4.4	4.23
كالسيوم	49.44	49.31	49.31	49.21
ماغنسيوم	60.24	74.29	74.84	64.14
الحديد	8.62	9.39	10.35**	9.23
النحاس	0.15	0.01	0.01	0.02
الزنك	0.19	0.48	0.55*	0.74**
الكروم	0.06	0.09	0.09	0.03
الكوبلت	0.22	0.22	0.25	0.49
المنجنيز	0.33	0.52	0.42	0.42

***عند مستوى احتمال 5% و** عند مستوى احتمال 1%**

رابع–المناقشـــة:

مساحة الورقة:

متوسط مساحة الورقة في نبات الجرجير المسمد بالحمأة عند تراكيز (15،30،45طن/هكتار) أظهر انخفاضا معنوياً في المعاملات الثلاث وهذا النقص في نبات الجرجير قد يرجع إلى وجود بعض المثبطات أو العناصر المعدنية في الحمأة بكميات مرتفعة تقلل من مساحة الورقة بسبب تداخل العناصر الثقيلة ولا تتفق هذه النتيجة مع الدراسة التي أجراها زحلان وسهيل(2016) التي أظهرت إن ازدياد الإنتاجية يتناسب طردياً مع كمية الحمأة المضافة. ولا تتفق مع دراسة خمسان (2007) على تأثير عملية تشميس التربة عن طريق تغطيتها بالبولي إيثلين وإضافة الحمأة لها بمعدلات (0،10،20،30 طن/هكتار) علي نمو وإنتاجية نبات الباذنجان وكذلك زيادة معنوية عالية في طول الساق وعدد الثمار وزيادة الوزن الرطب والجاف وطول الجذور ومساحة الأوراق تحت تأثير تشميس التربة أكثر من التربة غير المشمسة، وتتفق هذه النتائج مع الدراسة التي أجراها (القيسي والمكدمي، 2013) تأثير سماد (NPK) في بعض الصفات المورفولوجية لنبات الطماطم حيث أظهرت النتائج زيادة في ارتفاع النبات وقطر الساق وعدد الأوراق وطول الورقة وعدد الفصوص في الورقة الواحدة.

النسبة المئوية للمادة الجافة:

أظهرت النتائج وجود انخفاض معنوي عالي في متوسط النسبة المئوية للمادة الجافة لنبات الجرجير المسمد بالحمأة بتراكيز مختلفة عند المعاملة (15طن/هكتار)، أما باقي المعاملات لم تسجل أي فروق معنوية هذه النتيجة لا تتفق مع ما جاء به الباحث (الصل وآخرون،1999) إن النسبة المئوية للمادة الجافة في المجموع الخضري لنبات السلق، الخس واللفت أعلي من نظيراتها في نباتات

المقارنة ما عدا نبات الجزر. كما أظهرت نتائج الباحثين (Allowa *et.al.*, 1993) إن استعمال الحمأة كسماد أدي إلي زيادة المادة الجافة في الخضروات، وكذلك دراسة عبود وآخرون (2009) على تأثير الحمأة والتسميد المعدني لنبات الذرة الصفراء وأوضحت نتائج الدراسة حصول زيادة في ارتفاع النبات وحاصل المادة الجافة مع زيادة مستوى الحمأة المضافة.

النسبة المئوية للمحتوى المائي:

متوسط النسبة المئوية لمحتوى المائي لنبات الجرجير أظهر زيادة معنوي عند المعاملة (15طن/هكتار) مقارنة بالشاهد وباقي المعاملات لم تظهر فروقاً معنوية وهذا يتفق مع الباحث (Gadallah,1996) عند الري بمياه الصرف الصحي انخفضت النسبة المئوية للمحتوى المائي في نباتات عباد الشمس.

اليخضور:

أوضحت نتائج الدراسة بأن نبات الجرجير المسمد بالحمأة بتراكيز مختلفة لم تظهر أي فروق معنوية في اليخضور A، B و(A+B) أما في اليخضور A/B فكانت عند المعاملتين 15و30طن/هكتار زيادة عالية المعنوية مقارنة بالشاهد. تتطابق هذه النتائج مع دراسة (حسين وآخرون، 2009) في حقول كلية الزراعة /جامعة بغداد لدراسة تأثير السماد العضوي على نبات القرع حيث أوضحت النتائج زيادة نسبة اليخضور بزيادة تركيز السماد العضوي. وكذلك دراسة الباحثين (Narwal *et al.* 1990,) الذي وجد إن الري بمياه الصرف الصحي يرفع من محتوى اليخضور في نبات الذرة ونتيجة اليخضور الكلي لا تتفق مع الباحث (Gadallah,1996) الذي وجد ان الري بمياه الصرف الصحي يسبب نقصاً في محتوى اليخضور في نبات عباد الشمس.

السكريات:

أظهرت نتائج الدراسة بأن نباتات الجرجير المسمد بالحمأة لم تسجل أي فروق معنوية مقارنة بالشاهد ولا يتفق هذا مع (الصل وآخرون ،1999) والذي يبين فيها إن الري بمياه الصرف الصحي عند التركيز 60%يساهم في رفع محتوى السكريات في النباتات المدروسة ما عدا نبات السلق وتتفق أيضا مع الباحث (Gadallah,1996) دراسة عن تأثير الري بمياه الصرف الصحي لمحتوى السكريات وبعض العناصر المعدنية في نبات عباد الشمس وأظهرت النتائج إن هناك زيادة معنوية في محتوى السكريات الذائبة في سيقان وجذور النباتات المروية بمياه الصرف الصحي.

البروتينات:

أوضحت نتائج الدراسة إن متوسط البروتينات لم يظهر أي فروق معنوية في المعاملات الثلاث مقارنة بالشاهد وهذا لا يتفق مع دراسة الباحثين (Kasatikkov& Runik,1989) التي تفيد إن زراعة القمح الشتوي والشعير في أرض مسمدة بالحمأة أدت إلى زيادة محصول الحبوب وزيادة محتوي البروتينات والأحماض الأمينية في النباتات. وفي دراسة أخرى أجراها (الزبيدي،2014) بهدف دراسة تأثير التسميد العضوي والبوتاسي في نسبة البروتين في حبوب الذرة الصفراء صنف بحوث 106 ومصدرين من السماد العضوي (الأبقار والأغنام) بمستوى 25طن/هكتار بينما اشتملت المعاملات الثانوية على ثلاثة مستويات من سماد كبريتات البوتاسيوم (0و100و200) كجم/هكتار بينت النتائج إن إضافة سماد الأغنام لم يؤثر معنويا في نسبة البروتين في الحبوب ولم يظهر كذلك التداخل بين السماد العضوي والبوتاسي تأثيراً معنويًا في نسبة البروتين في الحبوب. وأوضح الصل وآخرون (1999) إن محتوى البروتينات جميعها تكون في أعلي قيمة لها في نباتات الجزر والفجل واللفت والخس المروية بتركيز (60%) مياه صرف صحي.

الأحماض الأمينية:

أظهرت نتائج الدراسة إن متوسط محتوى الأحماض الأمينية لنبات الجرجير المسمد بالحمأة بتراكيز مختلفة زيادة معنوية جدا عند المعاملتين (15،30 طن/هكتار) وزيادة معنوية عند المعاملة (45طن/هكتار) وهذا يتفق مع ما جاء به الباحثان (Narwal,1990) و (Gadallah,1994) اللذان أوضحا إن محتوى الأحماض الأمينية جميعها تكون في أعلي قيمة لها عند 60%في الخضروات المدروسة.

حمض البرولين:

أظهرت نتائج الدراسة إن متوسط حمض البرولين لنبات الجرجير المسمد بالحمأة بتراكيز مختلفة لم تسجل أي فروق معنوية في المعاملات الثلاث وهذا لا يتفق مع دراسة دغمان وآخرون(2018) التي أظهرت عند التركيز (20،40%) حمأة فروق معنوية.

العناصر المعدنية:

أظهرت النتائج إن البوتاسيوم سجل فرقا معنويا عند المعاملة(30طن/هكتار)ومعنوي جداً عند المعاملة (45طن/هكتار)، بينما الكالسيوم والخارصين سجلا فرقا معنويًا عند المعاملة(15طن/هكتار)، وسجل الزرنيخ فرقا معنوي عند المعاملة (30طن/هكتار)، أما باقي العناصر لم تسجل أي فروق معنوية، لا يتفق هذا مع زحلان وسهيل (2016) في دراستهما علي تأثير كميات متزايدة

من الحمأة في إنتاجية نبات الجرجير وتراكم الزنك و الكادميوم في نسيج النبات وأظهرت النتائج ازدياد الإنتاجية بشكل يتناسب طرديا مع كمية الحمأة المضافة وكان تركيز الكادميوم والزنك في التربة والنبات ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفات السورية. ويتفق مع الباحث (Chang,1987) أن إضافة الحمأة إلى التربة أدت إلى تراكم عنصري الزنك والكادميوم في أنسجة نباتات السلق والفجل كما ذكر الباحث أيضا أن تراكم المعادن في أنسجة النباتات تتأثر بعدة عوامل منها الرقم الهيدروجيني لمحلول التربة وملوحة التربة وطول فصل النمو. كما ذكر الباحثون (Falahi *et.al.*,1988) إن زراعة شتلات الخس والطماطم في تربة مسمدة بالحمأة أظهرت أن مستويات عناصر الزنك والكادميوم والرصاص والنيكل كانت غير سامة وإن النباتات تحتوي على قدر محدود من عناصر النيتروجين ،الفسفور، البوتاسيوم ،الكالسيوم ،الماغنسيوم ،المنجنيز ،الحديد والنحاس نفس النتائج تحصل عليها الباحثون (Wright *et.al.*,1989) عند زراعة خضروات الفاصوليا والكرنب والكرافس والخس والبصل والطماطم في تربة مخلوطة بالحمأة من الصرف الصحي وعند الحصاد وجد إن محتوى الخضروات من العناصر الثقيلة لم تتجاوز الحد المسموح به. وفي دراسة أجراها (زهران وآخرون 2015) على نبات الجرجير أظهرت النتائج احتواء الحمأة على تراكيز مناسبة للعناصر المغذية والثقيلة عدا الكالسيوم والكروم وكذلك أظهرت النتائج إن أوراق نبات الجرجير تحتوي على تراكيز في الحدود المسموح بها للعناصر الثقيلة والمغذية عدا عنصر الكروم الذي تجاوز الحدود المسموح بها للحد الأعلى الطبيعي في النبات وهذه الدراسة أثبتت تفوق استخدام الحمأة على الأسمدة الكيميائية.

ذكر بشور والعبد (2013)في دراسة على تأثير إضافة حمأة الصرف الصحي وتركيز بعض العناصر في التربة وأظهرت الدراسة ارتفاع في نسبة المادة العضوية في المنطقتين الصفصافة وصافيتا من مناطق الساحل السوري المدروستين وكذلك الأمر بالنسبة لتوصيلية الكهربائية وكذلك ارتفاع طفيف في النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم ، فيما كان هناك انخفاض في الأس الهيدروجيني أما العناصر المعدنية المدروسة النيتروجين والفوسفور والحديد والمغنيسيوم لوحظ ارتفاع معنوي في تراكيزها مع ارتفاع مستوى الحمأة في تربة كل من المنطقتين وكان لهذا الارتفاع أهمية كبيرة حيث يعطي مؤشراً واضحاً على إمكانية استعمال الحمأة كبديل عن إضافة الأسمدة الكيميائية في منطقتي الدراسة. وهذا يوافق أيضاً دراسة الباحثين (Baddesha *et al.*,1986) أن مياه الصرف الصحي في منطقة Karnal بالهند صالحة للزراعة مباشرة بدون معالجة وأوصي باستخدامها في الري بدلا من تصريفها في النهر، بينما لا يتفق مع الباحثين (Misra& Mani,1992) إن مياه الصرف الصحي في منطقة Allahabadبالهند لا تصلح

لري المزروعات، وذلك لزيادة تراكيز عناصر الكادميوم، الزنك، الرصاص، الحديد والمنجنيز أعلي من المستوى المسموح به دولياً في مياه الري.

العناصر المعدنية في التربة بعد الزراعة:

أظهرت نتائج دراسة الترب للعناصر المعدنية في نبات الجرجير بعد الزراعة إنه لا يوجد فرق معنويا للعناصر الصوديوم، الماغنسيوم، النحاس، الكروم والمنجنيز مقارنة بتربة الشاهد، بينما الحديد والزنك اظهرا فرقا معنويا مقارنة بالشاهد وهذا الاختلاف قد يرجع إلى قدرة امتصاص واحتياجات النبات من هذان العنصران بالإضافة إلى إن جميع العناصر المدروسة في ترب المعاملات المختلفة للنباتات المدروسة كانت في الحدود المسموح بها.

التوصيـــات:

إجراء فحوصات دورية على الحمأة الناتجة من مياه الصرف الصحي وذلك لمعرفة محتواها من العناصر المعدنية ومدى استفادة النبات منها.

الاهتمام بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي مصراتة وإضافة طرق للمعالجة الثانوية للتخلص من العناصر الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم والزرنيخ وغيرها من العناصر.

الاهتمام بالفلاحين والمستهلكين وذلك بإعلامهم بالمخاطر التي قد تنجم عن الاستعمال غير الأمن للحمأة أثناء تسميد النبات بتراكيز عالية.

Effect of adding solid sewage waste (Sludge) on *Eruca sativa* Mill

Abstract: The main objective of this study was to effect of sludge from the sewage treatment station in the Misurata region on Eruca sativa compared to the chemical fertilizer NPK. The study carried inside the greenhouse of the Faculty of Science, University of Misurata during the 2016-2017, three treatments 15, 30 and 45 tons / h of sludge.

The results showed that the sludge produced from the treatment station in Misurata with a pH lean towards to be a little acidic (6.86). In addition, all heavy metals are within the permissible limits compared to the Syrian and German standard specifications for sludge used in agriculture.

The Morphological study showed that there were no significant differences in all treatments compared to the control, except for leaf area with different concentrations of sludge, but significant in dry matter percentage and water content at a concentration of 15 tons/ha of sludge. However, the sugars, proteins and proline showed no significant differences in all concentrations but the amino acids showed significant differences in all concentrations.

The results showed that, all the studied mineral elements (sodium, potassium, calcium, Magnesium, iron, copper, zinc, chromium, lead, cadmium and arsenic) in the permissible limits in the tissues of the studied plants.
Key words: *Eruca sativa*, sludge, minerals, amino acids, proteins.

قائمة المراجع:

أولاً-المراجع العربية

- الحايك، نصر (1990): طرق معالجة مياه الصرف – معهد الكيمياء – جامعة قسطنطينية– الجزائر-دار الحصاد للنشر والتوزيع – دمشق.
- الزبيدي، بشار ومذهر، بادر (2014): تأثير التسميد العضوي والبوتاسي في الامونيوم الجاهز ومحتوى النترات في التربة وفي نسبة البروتين في حبوب الذرة الصفراء .Zea mays L مجلة جامعة بابل – العلوم الصرفية والتطبيقية. المجلد (22) العدد (8).
- الصل، ميلاد محمد وسلامة، فوزي محمود والجروشي، محمد مفتاح (1999): تأثير التلوث بمياه الصرف الصحي على بعض الخضروات في منطقة مصراتة – رسالة ماجستير – قسم النبات كلية العلوم – جامعة مصراتة.
- العودات، محمد والبشير، محفوظ (2007): الحماة خصائصها وامكانية استعمالها الامن في الزراعة، هيئة الطاقة الذرية، الجمهورية العربية السورية ص 59-77.
- القيسي، وافق أمجد والمكدمي، بثينة عبد العزيز (2013): حول تأثير سماد (NPK) ومحفز الجذر انيسيوم في بعض الصفات الفسلجية لنبات الطماطم وتأثيرهما في دليل الانقسام لقمة جذيرة. مجلة بغداد للعلوم-مجلد (11) العدد (4).
- الماني، مختار عبد الله واجهان، اسماعيل علي (2008): مياه الصرف الصحي بشعبية مصراتة تجميعها وطرق معالجتها – المؤسسة العامة للإسكان والمرافق – مصراتة – شركة الخدمات العامة – شعبية مصراتة.
- بشور، عيسى والعبدو، عبد الاله (2013): تأثير اضافة حماة الصرف الصحي في تركيز بعض العناصر الكبرى الصغرى في ترب مختارة من مناطق الساحل السوري. مجلة جامعة البعث . المجلد (35) العدد (15).
- حسين، وفاء على وبيان، حمزة مجيد ونوار، جبر جاسم (2009): استجابة ثلاث اصناف من القرع للرش بالسماد العضوي Vit-org. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية – بحوث السوق وحماية المستهلك مجلد (2) -العدد (3) - 390.381.

- خمسان، ناصر محمد (2007): تأثير تشميس التربة واضافة معدلات مختلفة من سماد الحماة على اعداد فطريات التربة ونمو وانتاجية محصول الباذنجان. رسالة الماجستير في علوم زراعة المناطق الجافة، كلية الارصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة بجامعة الملك عبد العزيز، السعودية.
- دغمان، ابراهيم محمد والجروشي، محمد مفتاح والمدهم، خالد اسماعيل (2018): العزل الميكروبي (الفطري) والتحليل الفيزيوكيميائي للحماة وتاثيرها على انبات ونمو نبات الشوفان. رسالة ماجستير . قسم علوم الحياة – الاكاديمية الليبية – فرع مصراتة.
- زحلان، ربيعة توفيق ونادر، سهيل (2016): تأثير اضافة الحماة في انتاجية نبات *Diplotaxis erucoides* وقدرته على مراكمة عنصري الزنك والكادميوم. المجلة الاردنية في العلوم الزراعية. المجلد (12) العدد (2).
- زهران، يحي الشناوى وعبد المجيد، محمد عبد المجيد وحمزة، احمد مصطفى (2015): دراسة ميدانية لتبنى وتطبيق الزراع لممارسات استخدام الحمأة المنتجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي في الزراعة ببعض القرى المصرية. قسم الارشاد الزراعي والمجتمع الريفى –كلية الزراعة – جامعة المنصورة.
- عبود، صبيحة عبد الله وبريسم، ترف هاشم وكريم، محسن عبد الله (2009): مقارنة تأثير الحماة والتسميد المعدني على محتوى النبات من عناصر N، P، K،Zn وحاصل الذرة الصفراء – مجلة الفرات للعلوم الزراعية – مجلد (1) العدد (3): 81-88.
- عودة، محمود (2002): أثر الحماة الناتجة عن محطة معالجة مدينة حمص في نمو نبات الذرة الصفراء وامتصاصه لبعض العناصر، المؤتمر الثاني للتقنيات الحديثة في الزراعة – كلية الزراعة – جامعة القاهرة.

ثانياً–المراجعبالإنجليزية

- Abouseeda, M. (1997). Use of sewage sludge for sustainable agriculture & pollution preservation. III treatment of sewage sludge &its effect on chemical characteristics of sludge, soli and some nutrients uptake by Radish Spanish& lettuce plants J. Agric. Sci. Mansoura Univ. 22(10) 3424-3450.
- Alloway, B.J.A.P; Jackson, P.S; Hooda, H.J.P. Eijsackers (Ed) and T. Hamers (1993) Long – term management of sewage sludge – amended soil proc of IST European confMastricht, Uk. 231-234.

- Baddesha, H.S.; Rao, D.L.; Abroo, I.P. and Chhabro, R. (1986). Irrigation and nutrient potential of raw sewage waters of Haryana, India, Ind J. of Agr. Sie. 56(8) 584-591.
- Bates, L.S.;waldren R.P. and Teare, I.D. (1973). Rapid Determination of free proline for water stress Studies. Short communication. Plant of Soil 39:205-207.
- Chang, A.C.; page, A.L. and warneke, J.E. (1987). Long-term sludge applications on Cadmium and Zine accumulation in Swiss Chard &Radish.J. ofEnvir. Quality 13(3) 217-221.
- Christine, P.; Easson, D.L.; Picton, J.R. and Lore, S.C.P. (2001). Agronomic value of Alkaline- stabilized sewage biosolids for spring barley. Agronomy Journal. 93:144-151.
- Dubios, M.; Gilles, K.A; Hamilton, J.K. and P.A. Rabers, P.A. and Smith, F. (1956). Colorimetric Method for the determination of sugars and Relted substances. Anlyt. Chem. 28.350-356.
- Epstein, E. (2003). Land application of sewage sludge and biosolids. Lewis publishers. CRC press company. Washington, D.C.food products available in Qatar. Journal of food control, 15, p543-558.
- Falahi, A.A; BouwKamp, J.C. and Gouin, F.R. and Chaney, R.L. (1988). Growth response and mineral uptake of lettuce and tomato transplants grwon in metiaamented with composted sewage sludge. J. of Envir. Hort. 6(4) 130-132.
- Gadallah, M.A. (1994). Effects of Industrial & sewage waste waters on the concentration of Soluble carbon, Nitrogen and some mineral Elements in sunflower plants. J. of plant Nutrition 17(8) 1369-1384.
- Gadallah, M.A. (1996). Phytotixic effect on industrial & sewage wastewaters on growth, chlorophyll content, Transpiration Rate & relative water content of potted sunflower plants. Water, Air & Soil pollution .89: 33-47.
- Jackson, M.L. (1958). Soil chemical analysis. Prentice – Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersy.
- Kasatikkov, V.A.; and Runik,V.E. (1989). Amino acid composition of grain when using municipal sewage sludge as fertilizer soviet Agr. Sci 2:15-18.
- Lawry, C.H.; Farr,A.L. and Bundall,H.J. (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol.Chem. 193:265-275.
- Lee, Y.P.; and Takahashi,T. (1966). An improved colorimetric determination of amino acids with the use of ninhydrin. Anal. Biochem. 14:71-77.

- Mlitan A., Abofalga A., and Swalem A. (2015). Impact of Treated Wastewater on Some Physicochemical Parameters Soil and Its Fungal Content. International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 6, No. 5.
- Misra, S.G.; and Mani,D. (1992). Heavy metal contamination in the sewage sludge of mumfordganj, Allahabad. Agr. SCi.DigestKarnal. 12(3) 159-162.
- Narwal, R.P.;Mahendra-singh, Y.P. and Sigh, M. (1990). Effect of cadmium Enriched Sewage Effluent on yield and some biochemical characteristics of corn (Zea Mays L). Crop. Research. Hisar 3(2) 162-168.
- Patil B.S., Pike L.M., and Kil Sun Y. (1995). Variation in the quercetin content in different colored onions (Allium cepa L.). J.of the American Society for Horticultural Science 120:909-913
- Todd, G.W.; and Basler, E. (1965). Fate of various protoplasmic constituents in droughted wheat plants.Qyton. 22(1).
- Tsadilas, C.D.; Mitsios, I.K and Golia, E. (2005). Influence of biosolids application on som soil physical properties. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 36:709-716.
- Vishniac, W. (1957). Methods for study of hill reaction in methods in Enzymology. Vol.IV. Eds. S.P. colowick and N.O. Kaplan. Academic press New York. PP. 342-343.
- Waikely, A. and Black, L.A. (1935). J Agr-Sci. 63:257(1947). Cited from Jackson, M.L., Soli Chemical Analysis (1958)
- Westerman, R.L. (1990). Soil Testing and Plant Analysis, V.3, 3rd.Ed. Soil Science Society of America, Inc. Madison. Wisconsin. USA.
- Wright, T.H.; speth; P.E. Peterson, A.E. and schlecht, P.L. (1989). Utilization of wastewater solids for growing vegetables. Proc. Ann. Mad. Waste conf. USA. 12: 319-328.