

تأثير التسميد المعدني والرش بمستخلص جذور عرق السوس في الصفات الشكلية والبيوكيميائية لمحصول السبانخ *Spinacia oleracea* L

د. صفاء فهد نجلا¹، د. رمزي فهد مرشد¹

¹ أستاذ مساعد في قسم علوم البستنة كلية الزراعة جامعة دمشق. سورية.

(للمراسلة الباحثة صفاء نجلا البريد الالكتروني safaanajla@gmail.com)

الملخص:

أجريت الدراسة بهدف مقارنة تأثير ثلاثة تراكيز من السماد المعدني الأزوتي (M 100، 75 و 50 % من المعدل الموصى به) وثلاثة تراكيز من مستخلص عرق السوس (T 5، 10 و 15 غ/ل) إضافة لمعاملات التفاعل بين السماد الأزوتي والمستخلص (MT)، في إنتاجية ونوعية السبانخ. تم دراسة بعض الصفات المورفولوجية (عدد الأوراق/النبات، المساحة الورقية، طول الساق وقطره... الخ) والبيوكيميائية (محتوى الكلوروفيل a و b، الأوكزالات الكلية، فيتامين C ومحتوى N، P، K، Ca و Mg). بينت النتائج تفوق معنوي للمعاملة M50T15 بعدد الأوراق (17.86 ورقة/نبات)، وللمعاملتين M50T10 و M50T15 بمساحة المسطح الورقي، وللمعاملات M50T15، M75T15 و M50T10 بقطر الساق.

كانت المعاملة M100 الأعلى معنوياً من حيث محتوى الأوراق من الأوكزالات الكلية (370.45 مغ/ 100 غ مادة طازجة) ومن N (38.12 غ/كغ مادة جافة). تفوقت المعاملات T5، T10 و T15 معنوياً بمحتواها من فيتامين C (38.99، 40.12 و 39.96 مغ/100 غ مادة طازجة، على التوالي). أدت معاملات التسميد الأزوتي، بغض النظر عن التركيز، لخفض محتوى النبات معنوياً من P مقارنة مع معاملات رش المستخلص. لم تسجل أية فروق معنوية لمحتوى K، بينما لوحظ ارتفاع محتوى Ca و Mg مع انخفاض معدل التسميد بنترات الأمونيوم.

الكلمات المفتاحية: إنتاجية، عرق السوس، سبانخ، نترات الامونيوم، نوعية.

المقدمة: Introduction

يعد السبانخ *Spinacia oleracea* L. أحد الخضار الورقية الرئيسية التي تنتمي إلى الفصيلة السرمقية (المرمامية) Chenopodiaceae. وهو من الخضار الغنية بالعناصر الغذائية، حيث يحتوي 100 غرام مادة طازجة منه على 8100 وحدة دولية فيتامين أ و 28 مغ فيتامين ج و 3.2 مغ حديد و 93 مغ الكالسيوم، إلا أن الكالسيوم يوجد متحداً مع حمض الاوكزاليك ليكون اوكزالات كالسيوم وهو ملح غير ذائب لا يستفيد منه الجسم. يعتقد أن السبانخ قد نشأ في جنوب غرب آسيا (إيران وأفغانستان). يزرع السبانخ سنوياً في سورية بمساحة تزيد على ألفي هكتار موزعة في مختلف المحافظات. وعلى الصعيد العالمي تزيد المساحة المزروعة به عن 800 ألف هكتار (FAO, 2016). يحتاج السبانخ، كغيره من الخضار الورقية، إلى كميات كبيرة من الأزوت أثناء القيام بالتسميد المعدني الثانوي. وتنبع أهمية الأزوت في كونه أحد المكونات العضوية الكثيرة في النباتات حيث

يشكل أحد مكونات البروتينات التي لها الدور الأول في نمو النبات، كما ويعد جزءاً مهماً في بناء الكلوروفيل وبالتالي يحدد سرعة النمو والصفات النوعية للمحصول، ولهذا يدعى المولد الحيوي (القرواني، 1990).

وجد Alessa وآخرون (2017) أن التسميد الأزوتي للسبانخ بعد مرحلة تشكل الأوراق الحقيقية أدى إلى زيادة معنوية في الانتاجية، لكنه سبب تناقص في محتوى فيتامين C ومضادات الأكسدة، كما زاد تراكم النترات والأكزالات في نصل الأوراق وأعناقها. كما بين Eugeniusz و Krezl (2010) في دراسة تأثير التسميد المعدني بعدة تراكيز (80 و 160 كغ N/هـ) و عدة أنواع من الأسمدة (نترات الأمونيوم ونترات الكالسيوم وسلفات الأمونيوم) في انتاجية ونوعية هجينين من السبانخ (Spokane و Rembrandt)، أن نترات الأمونيوم وسلفات الامونيوم قد أعطت أعلى انتاجية مقارنة مع نترات الكالسيوم. كما ارتبط تراكم النترات وفيتامين C مع زيادة معدل نترات الكالسيوم. هذا ولم تؤثر زيادة تركيز السماد من 80 إلى 160 كغ/هـ في الانتاجية ولا القيمة الغذائية للمحصول والمعبّر عنها بمحتوى المادة الجافة ومحتوى فيتامين C ومحتوى النترات. كما بينت الدراسة نفسها أن الهجين Rembrandt قد تفوق معنوياً في انتاجية ومحتوى النترات، بينما كان ذو محتوى أقل من المادة الجافة وفيتامين C. كما بين Keutgen و Rogozinska (2010) أن التسميد الأزوتي قد حسن لون أوراق السبانخ معطياً محتوى مرتفع من الكلوروفيل، كما حسن من نوعية المحصول. وقد كان المعدل المثالي للأزوت المضاف 220 كغ/هكتار. بينما سببت زيادة المعدل إلى 330 كغ/هكتار نقصاً في محتوى السكريات وفي القيمة المذاقية للمحصول وزيادة كبيرة في تركيز النترات، علاوة عن زيادة تكلفة الزراعة والمخاطر البيئية. بينت دراسات سابقة حدوث زيادة في الوزنين الرطب والجاف لنبات السبانخ مع زيادة معدل الأزوت المستخدم، كما ازداد محتوى NO₃ في أنسجة النبات بشكل طردي مع زيادة معدلات التسميد بالأزوت (Hammad وآخرون، 2007).

تعتمد الكثير من الزراعات في الوقت الراهن على الاستخدام الزائد للسماد المعدني، وخصوصاً السماد الأزوتي، بهدف تحسين الانتاجية والنوعية. لكن لهذا التوجه مخاطر كثيرة على التربة والانسان (Bayoumi و Hafez، 2006) إضافة إلى الخسارة الاقتصادية للمزارع. فمثلاً يؤدي استخدام الأسمدة الفوسفورية إلى تراكم العناصر الثقيلة في التربة كالكاديوم الذي يعتبر مادة مسرطنة (Mualla وآخرون، 1980؛ Pezzarossa وآخرون، 1993). كذلك فإن الاستخدام الزائد للمواد الأزوتية يؤدي إلى تراكم المواد الضارة في الأجزاء المأكولة من النبات (Wang، 2000). كما أن استخدام الأسمدة التي تحتوي على عنصر السيلينيوم يؤدي إلى ارتفاع محتوى النبات من المواد الضارة والمسببة لأمراض القلب (Ardebili و Moradi، 2016). من جهة أخرى، يؤدي تراكم الأسمدة في التربة إلى زيادة ملوحتها ما يعيق امتصاص النباتات للماء. لذلك، تركزت الأبحاث الحديثة لإيجاد طرائق بديلة عن التسميد المعدني، أو على الأقل طرائق مساعدة في التقليل من استخدامه وبالتالي من أضراره وكذلك من نفقات الزراعة. فقد ازداد التوجه في الوقت الحاضر إلى استخدام المستخلصات النباتية، وذلك لما تحتويه تلك المستخلصات من عناصر غذائية مهمة كونها تشارك في العمليات الاستقلابية وتؤدي وظائف مهمة، إضافة إلى أن هذه المستخلصات ذات تكلفة أقل وذات أثر غير ضار في صحة الانسان والبيئة (العجيل، 1984). يعد مستخلص جذور العرق السوس من أكثر المستخلصات النباتية استخداماً في الوقت الحالي.

ينتمي نبات عرق السوس *Glycyrrhiza glabra* إلى العائلة البقولية Fabaceae. تستخدم جذور عرق السوس، إلى جانب الاستعمالات الصيدلانية والدوائية لريزوماته، في الكثير من التجارب الزراعية نظراً لتأثيره في نمو النباتات بسبب احتوائه على العديد من منشطات النمو والسكريات والبروتين والعناصر الغذائية كالفوسفور، البوتاسيوم، النحاس، المغنيزيوم، المنغنيز، الحديد، الزنك والكوبالت (الخليفاوي، 2013). فقد بينت الدراسات أن سلوك مستخلص جذور عرق السوس مشابه للجبرلين، لاحتوائه على بادئ البناء الحيوي للجبرلين (حمض الميفالونيك Mevalonic acid)، مما يحفز زيادة سرعة الإنبات ويساعد على انقسام الخلايا واستطالتها (الخليفاوي، 2013). إضافة إلى تأثيراته المشابهة للأوكسينات والتي تؤدي إلى زيادة فعالية أنزيم السيلولوز المهم في استطالة الخلايا (Abou -Hussien وآخرون، 1976). من جهة أخرى، بينت الدراسات أن مستخلص عرق السوس يحتوي على أحماض أمينية مثل Methionine و Cysteine الحاوية على عنصر الكبريت المهم في العمليات الحيوية في

النبات (سعدون وآخرون، 2004). أوضحت الدراسات أن الرش بمستخلص عرق السوس (3غ/ل) على الخس أدى إلى زيادة معنوية في صفات النمو الخضري والإنتاجية (مرعي والعلاف، 2012). بين صالح وآخرون (2013) أن رش مستخلص عرق السوس على البندورة واللوبياء قد أدى لزيادة معنوية في جميع مؤشرات النمو والإنتاجية.

أشارت بعض الدراسات إلى أن الخلط بين تسميد النباتات والرش بالمستخلصات النباتية له تأثير إيجابي في معايير النمو ومكونات الغلة والتركيب الكيميائي للنبات (El-Basuony و El-Sayed، 2017). فقد وجد Ramadan و Shalaby (2016) أن تسميد الباذنجان بالبوتاسيوم 3غ/ل ورشها بنفس الوقت بمستخلص عرق السوس (6 غ/ل)، يؤدي إلى زيادة مؤشرات نمو النبات المتمثلة بارتفاعه وعدد أوراقه وتفرعاته، وكذلك زيادة الوزن الرطب والجاف للثمار والإنتاجية الكلية، إضافةً لمحتوى النبات من العناصر المعدنية N P K. وهذا ما أكده مطر والعجيلي (2018) بأن التداخل بين التسميد والرش بمستخلص عرق السوس يؤدي لزيادة ارتفاع النبات والمساحة الورقية والإنتاجية الكلية. من جهة أخرى، أوضح الخليفوي (2013)، أنه في الوقت الذي تفوقت فيه معاملة السماد الكيميائي في صفات النمو الخضري للبطاطا (ارتفاع النبات والمساحة الورقية)، تفوقت معاملة التداخل المتمثلة بالسماد الكيميائي ومعاملة الرش بعرق السوس في عدد الدرنات والإنتاجية الكلية والإنتاجية القابلة للتسويق. يشار إلى أن الدراسات حول تأثير التداخل بين التسميد الأزوتي والرش بمستخلص عرق السوس لازالت مقتصرة على القليل من المحاصيل الخضرية.

هدف البحث:

مقارنة تأثير استخدام تراكيز مختلفة من السماد الأزوتي ومستخلص عرق السوس في إنتاجية ونوعية محصول السبانخ، وتحديد التركيز الأمثل منها.

مواد البحث و طرائقه: Material and Methods

المادة النباتية:

زرع صنف السبانخ البلدي (*Spinacia oleracea L.*) في 15 تشرين الأول من عام 2017، في الأرض الدائمة. حيث جهزت الأرض بفلاحتها فلاحه عميقة عدة مرات. بعد تحليل التربة (جدول 1)، تبين أن قوامها طيني وغير مالحة، وأنها ذات pH مائل للقلوية. كما أنها ذات محتوى عالي من الكربونات الكلية ومحتوى جيد من المادة العضوية والبوتاسيوم والفوسفور ومحتوى منخفض من الأزوت. تم إضافة السماد العضوي (2 طن /دسم) والسماد المعدني (40 كغ سوبر فوسفات و20 كغ سلفات البوتاسيوم/دسم) وخطها مع التربة. زرعت البذور على خطوط أحادية (30 - 35 سم). وتمت خدمة النباتات من ري وعزيق ومكافحة وفق الطرق التقليدية.

جدول 1: الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة.

التركيب الكيميائي						القوام (%)			Ec (dS.m ⁻¹) عجينة مشبعة	pH معلق 2.5:1
N	P	K	كلس فعال (%)	مادة عضوية (%)	كربونات كلية (%)	طين	سلت	رمل		
معدني (مغ.كغ ^ل)	متاح (مغ.كغ ^ل)	متبادل (مغ.كغ ^ل)								
5.8	28.6	315	17.8	2.3	50.1	52.58	18.31	29.11	0.246	8.6

معاملات التجربة:

تم معاملة النباتات إما بتسميدها معدنياً (M) بنترات الأمونيوم بنسب مختلفة (100، 75 و 50% من المعدل الموصى به وهو 10 كغ/دسم) بعد ظهور الورقة الحقيقية الثالثة، و/أو رشها بمستخلص جذور عرق السوس (T) بتركيزات مختلفة (5، 10 و 15 غ/ل) منذ ظهور الورقة الحقيقية الثالثة وبتواتر مرة كل 10 أيام حتى الحصاد. بالتالي احتوت التجربة على 10 معاملات (M100، M75T5، M75T10، M75T15، M50T5، M50T10، M50T15، T5، T10 و T15). تم تكرار كل معاملة بمعدل 5 مكررات، وكل مكرر يحوي 10 نباتات.

تحضير مستخلص عرق السوس:

اتبعت طريقة Harborne (1984) لتحضير المستخلص. بعد طحن جذور عرق السوس الجافة تماماً ونخلها، أخذ المسحوق الناعم حسب التراكيز المدروسة ونقعت في 1 لتر من الماء المقطر لمدة 24 ساعة. ثم تم خلط المزيج في الخلاط الكهربائي مدة 15 دقيقة. بعد الانتهاء، ترك المزيج ليرقد ثم رشح 3 مرات، حتى أصبح جاهزاً للاستعمال.

القراءات المدروسة:

عدد الأوراق/النباتات: تمت القراءة في نهاية فترة النمو على 5 نباتات في المكرر.

المساحة الورقية: تم تحديدها بعد أخذ صورة للنبات ومعالجتها ببرنامج ImageJ. وتمت القراءة على 5 نباتات/المكرر.

طول الساق وقطره وطول الجذور: عند النضج تم قياس طول الساق من نقطة اتصاله مع الجذر حتى بداية تشكل الأوراق بواسطة متر القياس، وتم قياس قطر الساق بواسطة البياكوليس (Electric Digital Caliper, Model Z22855F, ± 0.02mm, UK). كذلك تم قياس طول الجذر الرئيسي. وتمت القراءة على 5 نباتات/المكرر.

الوزن الرطب والوزن الجاف للمجموع الخضري والمجموع الجذري للنبات: في نهاية فترة النمو تم تقسيم أجزاء النبات ووزنها كل على حده على ميزان حساس. ووضعت الأجزاء النباتية في فرن على درجة حرارة 70-80 م° حتى ثبات الوزن ثم أخذت الأوزان الجافة لها. استخدم 5 نباتات في المكرر.

محتوى الأوراق من أصبغة الكلوروفيل a و b: تم تقدير كمية الكلوروفيل في الأوراق حسب (A.O.A.C (2000)، وذلك باستخلاص الكلوروفيل من 1 غ من الأوراق الطازجة باستخدام الأستون (80%)، ومن ثم أخذت القراءات للمحاليل المستخلصة باستخدام جهاز المطياف الضوئي عند أطوال موجات 660 و 642.5 نانومتر وحسب محتوى كلوروفيل A و B وفق المعادلات التالية (Ranganna, 1986):

$$\text{Chlorophyll A} = 9.93 A(660) - 0.777 A(642.5)$$

$$\text{Chlorophyll B} = 17.6 A(642.5) - 2.81 A(660)$$

محتوى النبات من الأوكزالات الكلية:

تم تقدير محتوى الأوكزالات الكلية وفق طريقة Ruan وآخرون (2013). تم طحن 2 غ من الأوراق الطازجة في 1.6 مل من HCl (0.5 مول/ل) وأضيف لها 1 مل ماء مقطر ووضعت في أنبوب 10 مل. تم تسخين الناتج في حمام مائي لمدة 20 دقيقة. بعد التبريد، تم اكمال الحجم إلى 10 مل بالماء المقطر. ترك المزيج لمدة 24 ساعة ثم تم تثيله (12000 دورة/دقيقة، 10 دقيقة، درجة حرارة 4 م°). تم تحضير مستخلص الأوكزالات (الذي سيتم قياس محتواه من الأوكزالات الكلية) بأخذ 0.5 مل من الرائق وأضيف لها 0.016 مل من NaOH (2 مول/ل) بواسطة الماصة الميكرونية. أخذ 20 مغ من البودرة الجافة من مركب أكسيداز الأوكزالات (oxalate oxidase) وضعت في أنبوب 2 مل وأضيف لها: 0.54 مل ماء مقطر، 0.8 مل من مركب التفاعل الملون (pH 4.0)، 0.04 مل من مركب horseradish peroxidase، و 0.1 مل من مستخلص الأوكزالات المحضر سابقاً. بعد التحضين بدرجة حرارة الغرفة لمدة 90 دقيقة تم قراءة امتصاصية مزيج التفاعل على طول موجة 555 نانومتر عن طريق جهاز السيكتروفوتومتر. تم تحديد محتوى الأوكزالات الكلية وفق المنحنى القياسي الذي تم تحضيره بإضافة 0، 2، 4، 6، 8، و 10 مغ، على التوالي من حمض الأكزاليك في 1 مل من محلول التفاعل.

محتوى فيتامين C في الأوراق: تم تقدير كمية فيتامين C في الأوراق باستخدام جهاز تقدير فيتامين C (RQ-Flex easy, Germany). أخذت القراءة على 3 نباتات / مكرر.

محتوى النبات من العناصر المعدنية (Mg و Ca ، K ، P ، N):

تم إجراء القياسات على الأوراق المجففة في فرن على درجة حرارة 70 م° لمدة يومين. تم تحديد محتوى الأوراق من الأزوت تبعاً لطريقة Kjeldahl (1883). لتقدير العناصر الأخرى (Mg ، Ca ، K ، P) أخذت عينة أخرى ورمدت على درجة حرارة 550 م° لمدة 4 ساعات. مزج الرماد مع محلول HCl (2M) الساخن، ثم أكمل حجم الراشح إلى 50 مل في دورق معياري سعة 50 مل بواسطة الماء المقطر. تم تحديد محتوى العينة من الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيزيوم باستخدام جهاز المطياف الذري. بينما تم قياس الفوسفور حسب Pratt و Chapman (1982) باستخدام جهاز السبيكتروفوتومتر على طول موجة 550 نانومتر. تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

تم تصميم التجربة وفق القطاعات العشوائية الكاملة وكل معاملة ضمت 5 مكررات. تم مقارنة المتوسطات باستخدام تحليل التباين ANOVA باستخدام اختبار Fisher وأقل فرق معنوي LSD عند درجة ثقة 95% باستخدام برنامج R- 3.6.1 Project version (The R Project for Statistical Computing, <http://www.r-project.org/>).

النتائج والمناقشة:

1. عدد الأوراق والمسطح الورقي:

يبين الجدول 2 تأثير المعاملات المختلفة في عدد الأوراق ومساحة المسطح الورقي للسبانخ. وتشير النتائج إلى أن معاملة النباتات بالسماد المعدني وبمستخلص العرق سوس (M50T15) قد تفوقت معنوياً من حيث عدد الأوراق في النبات (17.86 ورقة/نبات) على جميع المعاملات. كما لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات M75T10، M75T15 و M50T10 (15.62، 16.04 و 16.34 ورقة/نبات، على التوالي) بينما أظهرت فروقاً معنوية مقارنة ببقية المعاملات. يشار إلى أن المعاملات T5، T10 و M100 قد سجلت أقل قيمة لهذا المؤشر (12.27، 12.11 و 11.54 ورقة/نبات، على التوالي) مع وجود فروق معنوية مع جميع المعاملات الأخرى.

جدول 2: تأثير استخدام المعاملات المختلفة في عدد الأوراق ومساحة المسطح الورقي للسبانخ.

المعاملة	عدد الأوراق (ورقة/ نبات)	مساحة المسطح الورقي
M100	11.54 ^e	132.40 ^c
M75T5	14.14 ^c	174.35 ^b
M75T10	15.62 ^b	253.32 ^a
M75T15	16.04 ^b	266.23 ^a
M50T5	13.63 ^c	175.74 ^b
M50T10	16.34 ^b	268.63 ^a
M50T15	17.86 ^a	270.45 ^a
T5	12.27 ^{de}	168.32 ^b
T10	12.11 ^e	169.11 ^b

187.21 ^b	13.17 ^{cd}	T15
34.33	1.03	LSD_{5%}

*تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد لوجود اختلافات معنوية بين المعاملات عند مستوى ثقة 95%.

بالنسبة لمساحة المسطح الورقي، لوحظ أن المعاملات M75T10 و M75T15 و M50T10 و M50T15 قد تفوقت معنوياً في هذا المؤشر (253.32، 266.23، 268.63 و 270.45 سم²، على التوالي) مقارنة مع جميع المعاملات الأخرى. بينما سجلت معاملة M100 أقل قيمة للمسطح الورقي (132.40 سم²) مع وجود فروق معنوية مع جميع المعاملات الأخرى (جدول 2).

يمكن أن تعزى الزيادة المعنوية في عدد الأوراق في المعاملة (M50T15) مقارنة ببقية المعاملات إلى تأثير التركيز المرتفع من مستخلص العرق سوس في الانقسام الخلوي، حيث بينت الدراسات السابقة أن هذا المستخلص يحتوي على السكريات والبروتين والعناصر المعدنية وعلى حمض الميفالونيك الذي يعد البادئ الحيوي للجبرلين والذي يحفز نشوء ونمو البراعم بألية مشابهة لتلك التي يؤديها الجبرلين (Naamni وآخرون، 1980). يشار إلى أن الزيادة المعنوية لمساحة المسطح الورقي في هذه المعاملة تعود من جهة لزيادة عدد الأوراق، ومن جهة أخرى لتأثيرات المستخلص المشابهة للأوكسينات والتي تؤدي إلى زيادة فعالية أنزيم السيلولوز المهم في استطالة الخلايا (Abou -Hussien وآخرون، 1976).

إن عدم زيادة عدد الأوراق، وبالتالي المسطح الورقي، عند استعمال مستخلص العرق سوس منفرداً دون التسميد الأزوتي، يؤكد حاجة النبات إلى التسميد الأزوتي وإن كان في بداية حياة النبات من أجل تشكيل المجموع الخضري كمصدر للمواد التمثيلية الناتجة عن التمثيل الضوئي.

2. طول الساق وقطره وطول الجذور:

تبين النتائج حسب الجدول 3، إلى أن أعلى قيمة لطول الساق سجلت في المعاملة M50T10 (29.11 سم) بينما كانت أقل قيمة في المعاملة M75T5 (22.44 سم)، لكن لم تسجل أية فروق معنوية بين المعاملات. من حيث متوسط قطر الساق، تفوقت المعاملات M50T15، M75T15 و M50T10 معنوياً (9.23، 9.12 و 9.05 مم، على التوالي) على بقية المعاملات ماعدا المعاملتين M75T10 و M50T5 (8.37 و 8.32 مم، على التوالي). وقد سجل أدنى قطر للساق في المعاملة T5 (5.87 مم) بفارق معنوي مع جميع المعاملات عدا M100 و M75T5 (6.62 و 5.91 مم، على التوالي).

جدول 3: تأثير استخدام المعاملات المختلفة في طول الساق وقطره وطول جذور السبانخ.

المعاملة	طول الساق (سم)	قطر الساق (مم)	طول الجذور (مم)
M100	26.83 ^a	6.62 ^{cd}	71.73 ^{cd}
M75T5	22.44 ^a	5.91 ^d	81.25 ^{abcd}
M75T10	26.31 ^a	8.37 ^{ab}	92.35 ^a
M75T15	27.18 ^a	9.12 ^a	89.01 ^{abc}
M50T5	26.43 ^a	8.32 ^{ab}	88.12 ^{abc}
M50T10	29.11 ^a	9.05 ^a	93.23 ^a
M50T15	24.35 ^a	9.23 ^a	91.98 ^a
T5	27.61 ^a	5.87 ^d	72.12 ^{bcd}

68.33 ^d	7.48 ^{bc}	25.14 ^a	T10
68.31 ^d	7.42 ^{bc}	23.32 ^a	T15
18.19	1.11	8.12	LSD_{5%}

*تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد لوجود اختلافات معنوية بين المعاملات عند مستوى ثقة 95%.

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي (جدول 3) تفوق المعاملة M50T10 معنوياً بطول الجذور (93.23 مم) على جميع المعاملات عدا M75T5، M75T10، M75T15، M50T5، وM50T15. يشار إلى أن أقصر الجذور لوحظت في المعاملة T15 (68.31 مم) دون أن تسجل فروق معنوية مع المعاملات M100، M75T5، T5، وT10. يمكن أن تفسر الفروق المعنوية بين المعاملات من حيث قطر الساق، من خلال احتواء هذه المعاملات على عدد أكبر من الأوراق إضافة إلى كبر مساحة المسطح الورقي، مما ساعد على زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي وبالتالي زيادة نواتجه من الكربوهيدرات، الأمر الذي يشجع النبات على زيادة الحزم الوعائية وبالتالي زيادة القطر (نصر الله وآخرون، 2014). وقد يعود عدم تأثير المعاملات في طول النبات، نتيجة توجه معظم المغذيات إلى تكوين أوراق جديدة و/ أو زيادة نمو الجذور.

3. الوزن الرطب والجاف للمجموعين الخضري والجذري:

تشير النتائج في الجدول 4 إلى أن المعاملة T10 قد حققت أعلى وزن رطب للمجموع الخضري (20.45 غ) دون أن تسجل فروقاً معنوية مع معظم المعاملات عدا المعاملتين M100 وM75T5 (15.21 و16.98 غ، على التوالي). بينما حققت المعاملة T15 أعلى وزن رطب للمجموع الجذري (11.11 غ) دون أن تسجل فروق معنوية مع معظم المعاملات عدا المعاملتين M100 وM75T10 (9.43 و8.98 غ، على التوالي). قد تفسر الزيادة في الوزن الرطب للنبات في معاملة مستخلص عرق السوس لوحده (وخاصة التراكيز T10 وT15)، في الوقت الذي لم تحقق فيه أعلى قيمة بعدد الأوراق ومساحة المسطح الورقي، من خلال الضغط الانتباجي للخلية والذي ينعكس في سماكة الأوراق مما يؤثر في وزن النبات (Ramadan وShalaby، 2016). بالنسبة للوزن الجاف للمجموع الخضري، حققت المعاملة T15 أعلى قيمة (1.74 غ) دون أن تسجل فروق معنوية مع معظم المعاملات عدا المعاملتين M100 وM75T5 (0.67 و1.34 غ، على التوالي). ويفسر ذلك بأن التراكيز العالية من مستخلص عرق السوس توفر كميات أكبر من الأحماض أمينية خاصة الميثيونين الذي يلعب دوراً هاماً في تراكم الممثلات الغذائية في الخلايا (سعدون وآخرون، 2004). هذا ولم تسجل أية فروق معنوية بين المعاملات من حيث الوزن الجاف للمجموع الجذري (جدول 4).

جدول 4: تأثير استخدام المعاملات المختلفة في الوزنين الرطب والجاف للمجموعين الخضري والجذري للسبانخ.

الوزن الجاف (غ)		الوزن الرطب (غ)		المعاملة
المجموع الجذري	المجموع الخضري	المجموع الجذري	المجموع الخضري	
0.88 ^a	0.67 ^c	9.43 ^{bc}	15.21 ^c	M100
0.87 ^a	1.34 ^b	9.61 ^{abc}	16.98 ^{bc}	M75T5
0.89 ^a	1.42 ^{ab}	8.98 ^c	17.11 ^{abc}	M75T10
0.95 ^a	1.61 ^{ab}	10.23 ^{abc}	17.09 ^{abc}	M75T15
1.11 ^a	1.56 ^{ab}	9.99 ^{abc}	18.34 ^{abc}	M50T5
1.20 ^a	1.64 ^{ab}	10.54 ^{abc}	18.62 ^{ab}	M50T10

1.19 ^a	1.69 ^a	10.48 ^{abc}	18.29 ^{abc}	M50T15
0.98 ^a	1.72 ^a	9.33 ^{bc}	19.51 ^{ab}	T5
1.04 ^a	1.68 ^{ab}	10.74 ^{ab}	20.45 ^a	T10
1.10 ^a	1.74 ^a	11.11 ^a	20.05 ^{ab}	T15
0.54	0.34	1.65	3.37	LSD_{5%}

*تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد لوجود اختلافات معنوية بين المعاملات عند مستوى ثقة 95%.

ينعكس التأثير المعنوي لاستخدام الرش بمستخلص العرق سوس مع السماد المعدني ايجابياً في مكونات الانتاجية المتمثلة بعدد الأوراق، مساحة المسطح الورقي وقطر الساق والوزن الرطب للنبات، وخاصة مع زيادة طول الجذور الأمر الذي يساعد النبات على امتصاص الماء والمواد الغذائية بصورة أفضل (El-Sayed و El-Basuny، 2017).

4. محتوى الأوراق من الكلوروفيل (a و b) والأكزالات الكلية وفيتامين C:

يبين الجدول 5 تأثير المعاملات المختلفة في المحتوى الكيميائي للنبات من أصبغة اليخضور والأكزالات وفيتامين C. سجل محتوى الأوراق من الكلوروفيل a أدنى قيمة (0.39 مغ/غ مادة طازجة) في المعاملة M100 محققاً بذلك فروقاً معنوية مع معظم المعاملات عدا المعاملتين M75T5 و M75T10، بينما سجلت المعاملة M75T15 أعلى قيمة (1.19 مغ/ غ مادة طازجة). تبين النتائج في جدول 5 عدم تأثير المعاملات معنوياً في محتوى كلوروفيل b.

جدول 5: تأثير استخدام المعاملات المختلفة في محتوى السبانخ من كلوروفيل (a & b) والاكزالات الكلية وفيتامين C

المعاملة	كلوروفيل a	كلوروفيل b	الأكزالات الكلية	فيتامين C
	(مغ/ غ مادة طازجة)		(مغ/ 100 غ مادة طازجة)	
M100	0.39 ^b	0.36 ^a	370.45 ^a	28.73 ^c
M75T5	0.57 ^{ab}	0.39 ^a	337.15 ^a	29.85 ^{bc}
M75T10	0.91 ^{ab}	0.82 ^a	339.39 ^a	28.93 ^c
M75T15	1.19 ^a	0.91 ^a	341.93 ^a	30.03 ^{bc}
M50T5	1.05 ^a	0.83 ^a	284.71 ^{bcde}	29.92 ^{bc}
M50T10	1.11 ^a	0.93 ^a	290.14 ^{bcde}	31.06 ^{bc}
M50T15	1.06 ^a	0.77 ^a	291.52 ^{bcde}	31.66 ^b
T5	0.99 ^a	0.73 ^a	251.66 ^{de}	38.99 ^a
T10	1.01 ^a	0.65 ^a	274.53 ^{cde}	40.12 ^a
T15	1.12 ^a	0.94 ^a	249.13 ^e	39.96 ^a
LSD_{5%}	0.56	0.59	45.22	2.38

* تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد لوجود اختلافات معنوية بين المعاملات عند مستوى ثقة 95%.

يلاحظ من الجدول 5 أن المعاملة بالتسميد المعدني فقط (M100) قد أدت إلى زيادة محتوى النبات من الاكزالات الكلية (370.45 مغ/ 100 غ مادة طازجة)، وقد تفوقت معنوياً على جميع المعاملات عدا M75T5، M75T10 و

M75T15 (337.15، 339.39 و 41.93مغ/ 100 غ مادة طازجة، على التوالي). هذا ولم تسجل أية فروق معنوية بين بقية المعاملات من حيث محتوى النبات من الاكزالات الكلية.

بالنسبة لمحتوى النبات من فيتامين C، لوحظ تفوق المعاملات T5، T10 و T15 (38.99، 40.12 و 39.96 مغ/ 100 غ مادة طازجة) على بقية المعاملات. كذلك سجلت فروق معنوية بين المعاملة M50T15 (31.66 مغ/ 100 غ مادة طازجة) والمعاملتين M75T10 و M100 (28.93 و 28.73 مغ/ 100 غ مادة طازجة، على التوالي).

إن زيادة محتوى النبات من أصبغة الكلوروفيل عند الرش بمستخلص العرق سوس، يؤدي إلى زيادة كفاءة التمثيل الضوئي وبالتالي زيادة نمو النبات وإنتاجيته. من جهة أخرى يلاحظ أن هذه المعاملات قد أدت إلى زيادة محتوى النبات من فيتامين C الذي يعد منظم نمو ذو تأثيرات عديدة في العمليات البيولوجية، فقد أشار Price (1966) إلى ترافقه مع زيادة الحمض النووي RNA، كذلك ذكر Robinson (1973) أن فيتامين C يعمل كمرفق أنزيمي لاسيما عند استقلاب الكربوهيدرات والبروتينات ويستخدم في التمثيل الكربوني والتنفس ويؤدي إلى زيادة محتوى الأصبغة، الأمر الذي ينعكس على زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي.

في هذه الدراسة، رغم ارتفاع محتوى النبات من الاكزالات الكلية عند استخدام التسميد المعدني الآزوتي (M100)، يلاحظ أن محتوى النبات من الاكزالات لايزال ضمن الحدود الطبيعية (250 و 1760 مغ/ 100 غ مادة طازجة) التي يسمح عندها باستخدام النبات في تغذية الانسان (Oguchi وآخرون، 1996). يختلف محتوى النبات من الاكزالات تبعاً للصنف والظروف المناخية والمعاملات والعضو المدروس من النبات (Jaworska, 2005).

5. محتوى النبات من العناصر المعدنية N، P، K، Ca و Mg:

يبين الجدول 6 تأثير المعاملات في محتوى النبات من العناصر المعدنية. أدت المعاملة بالسماذ المعدني فقط (M100) إلى تفوق معنوي لمحتوى النباتات من الآزوت (38.12 غ/كغ مادة جافة) بالمقارنة مع بقية المعاملات عدا المعاملتين M75T5 و M75T10 (27.56 و 28.23 غ/ كغ مادة جافة، على التوالي)، هذا ولم تسجل أية فروق معنوية بين بقية المعاملات بالمقارنة مع بعضها البعض (جدول 6).

أدت معاملات التسميد المعدني بغض النظر عن التركيز (M100، M75T5، M75T10، M75T15، M50T5، M50T10 و M50T15) إلى خفض محتوى النبات معنوياً من الفوسفور (3.09، 3.22، 3.18، 3.76، 3.98، 4.34 و 4.97 غ/كغ مادة جافة، على التوالي) مقارنة بالمعاملات التي لم يتم فيها استخدام التسميد المعدني على الاطلاق (معاملات رش المستخلص). بينما لم تسجل أية فروق معنوية لمحتوى النبات من البوتاسيوم، مهما اختلفت المعاملة وتركيزها. علماً أن أعلى قيمة لمحتوى النبات من K قد سجلت في المعاملة T15 وأدنى قيمة قد سجلت في المعاملة M75T5 (83.64 و 72.28 غ/كغ مادة جافة، على التوالي).

بالنسبة لتأثير المعاملات في محتوى النبات من الكالسيوم والمغنيزيوم، لوحظ ارتفاع محتوى هذه العناصر في النبات مع انخفاض معدل التسميد المعدني بنترات الأمونيوم (جدول 6). سجلت المعاملات T5، T10 و T15 تفوقاً معنوياً مقارنة مع بقية المعاملات من حيث محتوى الكالسيوم (14.61، 14.71 و 14.65 غ/ كغ مادة جافة، على التوالي). كما سجلت المعاملات السابقة نفسها تفوقاً معنوياً من حيث محتوى المغنيزيوم (6.74، 7.03 و 7.13 غ/ كغ مادة جافة، على التوالي) مقارنة مع معظم المعاملات عدا المعاملتين M50T10 و M50T15 (6.65 و 6.71 غ/ كغ مادة جافة، على التوالي).

جدول 6: تأثير استخدام المعاملات المختلفة في محتوى السبانخ من العناصر المعدنية N، P، K، Ca و Mg

Mg	Ca	K	P	N	المعاملة
(غ/ كغ مادة جافة)					
6.13 ^d	12.33 ^b	73.44 ^a	3.09 ^d	38.12 ^a	M100

6.32 ^{cd}	12.47 ^b	72.28 ^a	3.22 ^{cd}	27.56 ^{ab}	M75T5
6.39 ^{cd}	12.96 ^b	73.81 ^a	3.18 ^{cd}	28.23 ^{ab}	M75T10
6.29 ^{cd}	12.67 ^b	80.43 ^a	3.76 ^{cbd}	26.93 ^b	M75T15
6.59 ^{bcd}	13.21 ^b	77.47 ^a	3.98 ^{cbd}	22.91 ^b	M50T5
6.65 ^{abcd}	13.33 ^b	81.23 ^a	4.34 ^{cb}	23.11 ^b	M50T10
6.71 ^{abc}	13.45 ^b	83.61 ^a	4.97 ^b	21.36 ^b	M50T15
6.74 ^{abc}	14.61 ^a	83.04 ^a	5.11 ^a	20.23 ^b	T5
7.03 ^{ab}	14.71 ^a	82.87 ^a	5.08 ^a	19.53 ^b	T10
7.13 ^a	14.65 ^a	83.64 ^a	6.15 ^a	18.93 ^b	T15
0.53	1.13	11.46	1.16	10.10	LSD_{5%}

*تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد لوجود اختلافات معنوية بين المعاملات عند مستوى ثقة 95%.

تتوافق زيادة محتوى الأزوت الكلي في الأوراق مع الدراسات السابقة (Goh و Vityakan، 1986) التي أشارت إلى ارتفاع محتوى الأزوت في نبات السبانخ مع ازدياد معدلات التسميد بالأزوت. يفسر المحتوى المرتفع من بعض العناصر مثل الكالسيوم والفوسفور والمغنيزيوم عند استخدام الرش بمستخلص عرق السوس، بوجود مثل هذه العناصر في تركيب المستخلص (الخليفاوي، 2013) فضلاً عن الدور الذي يلعبه في تحريض تشكيل عدد كبير من الجذور الماصة بسبب تدخله في رفع مستوى الجبرلين الداخلي للنبات (المعاضدي، 2010).

الاستنتاجات:

- إن التسميد المعدني بالكمية الموصى بها أو بنصفها (M100 و M50) لا يحقق أعلى إنتاجية من المحصول مقارنة مع تدخل الرش بمستخلص عرق السوس مع عملية التسميد، كما أنه يسبب زيادة محتوى النبات من الأكرالات الكلية التي تعد ضارة بصحة الإنسان.
- إن الرش الورقي بمستخلص عرق السوس يحقق يحسن محتوى النبات من فيتامين C ويخفض محتواه من الاكزالات الكلية.
- نوصي بتقليل الكمية التقليدية المستعملة من نترات الأمونيوم في تسميد السبانخ إلى مقدار النصف، على أن يترافق ذلك مع استخدام الرش الورقي بمستخلص العرق سوس بتركيز 10 غ/ل.

المراجع:

- الخليفاوي، سعد (2013). تأثير التسميد العضوي والرش بالسماد الورقي ومستخلص عرق السوس في نمو وحاصل البطاطا. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. 11: 30-55.
- العجيل، سعدون عبد الهادي (1984). تأثير مستويات التسميد ومسافات الزراعة على نمو وحاصل نبات القرنبيط *Brassica oleracea var bolrusti*، رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة بغداد، بغداد، العراق.
- القرواني، محي الدين (1990). الخصوبة وتغذية النبات. منشورات جامعة حلب، حلب، سورية.

- المعاضيدي، علي فاروق قاسم (2010). تأثير مستخلصات عرق السوس أو الثوم وتهشيم أو تجريح قاعدة العقل الساقية في تجذير الداؤودي. مجلة ديالى للعلوم الزراعية. 2(2): 84-93.
- سعدون، سعدون عبد الهادي وثامر خضير مرزة ورزاق كاظم رحمن (2004). تأثير رش مستخلص الثوم أو جذور العرقسوس مع خليط الزنك في نمو وحاصل صنفين من الطماطم. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 35(1): 30-35.
- صالح، خالد مصطفى وهوزان عبدالله عباس وحسين جبار حواس (2013). منشطات نمو للنباتات صديقة للبيئة (خميرة البيرة وعرق السوس). مجلة جامعة النهرين. 16(4): 19-35.
- مرعي، عبد الجبار إسماعيل ومحمد سالم العلاف (2012). تأثير تغطية التربة والرش بمستخلصي عرق السوس والجامكس في محصول الخس (*Lactuca sativa* L. paris island). المجلة الأردنية في العلوم الزراعية. 8(1): 79-93.
- مطر، ميسر عواد وثامر عبدالله العجيلي (2018). تأثير البوتاسيوم ومخلفات الدواجن ومستخلص عرق السوس في نمو وحاصل والمادة الفعالة لنبات الثوم (*Allium atrovioleaceum*). مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. 18(2): 96-107.
- نصر الله، عادل وانتصار الحلفي وهادي العبودي وأوس محمد وأحمد محمود (2014). تأثير رش بعض المستخلصات النباتية ومضادات الأكسدة في نمو وحاصل زهرة الشمس. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 45(7): 651-659.
- Abou -Hussien, M.R.; M.S. Fadl; and Y.A. Wally (1976). Effect of garlic bulb extract on flowering sex ratio and yield of squash. LL -Modulation of sex ratio by application of different fraction of garlic bulb extract. Egypt. J. Hort. 2(1): 11-22.
- Alessa, O.; S. Najla; and R. Murshed (2017). Improvement of yield and quality of two *Spinacia oleracea* L. varieties by using different fertilizing approaches. Physiology and Molecular Biology of Plant. 23: 693-702.
- Ardebili, Z.O.; and M. Moradi (2016). The modification in quality of parsley (*Petroselinum crispum*) by selenium and amino acids. Plant Physiology. 6(4): 1825-1833.
- Bayoumi, Y.A.; and M.Y. Hafez (2006). Effect of organic fertilizers combined with benzo (1,2,3) thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester (BTH) on the cucumber powdery mildew and the yield production. Acta Biologica Szegediensis. 50(3): 131-136.
- Chapman, H.D.; and P.F. Pratt (1982). Determination of minerals by titration method Methods of analysis for Soils, Plants and water. CA: Agriculture Division, California University. Oakland, USA. 169-170.
- El-Sayed, H.A.H.; and M.S.S. El-Basuony (2017). Enhancing Dill (*Anethum graveolens* L.) Growth and yield by NPK Fertilization and some Plant Extracts. International Journal of Agriculture and Economic Development. 5(2): 57-78.
- FAO: Food and agriculture organization of the United Nations (2016). <http://faostat.fao.org/>.
- Goh, K.M.; and P. Vityakan (1986). Effects of fertilizers on vegetable production. 2. Effects of nitrogen fertilizers. NZJ. Agric. Res. 29(3): 485-494.
- Hammad, S.A.; M.A. Abou-Seeda; A.M. El-Ghamry; and E.M. Selim (2007). Nitrate Accumulation in Spinach Plants by Using N-fertilizer Types in Alluvial Soil. Journal of Applied Sciences Research. 3(7): 511-518.

- Harborne, I.B. (1984). Phytochemical methods. A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis. Chapman Hall. New York, USA. 282 pp.
- Jaworska, G. (2005). Content of nitrates, nitrites, and oxalates in New Zealand spinach. Food Chemistry. 89: 235–242.
- Keutgen, A.; and I. Rogozinska (2010). Influence of fertilization on yield and quality of spinach (*Spinacia oleracea* L.) during storage under controlled atmosphere. Ecological Chemistry and Engineering. 17(6): 624–630.
- Kjeldahl, J. (1883). A New Method for the Determination of Nitrogen in Organic Matter. Zeitschrift für Analytische Chemie. 22: 366–382.
- Krezl, J.; and K. Eugeniusz (2010). The effect of nitrogen fertilization On yielding and biological value Of spinach grown for autumn harvest. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus. 9(3): 183–190.
- Mualla, D.J.; A.L. Page; and T.J. Ganje (1980). Cadmium accumulations and bioavailability in soils from long-term phosphorus fertilization. J. Environ. Qual. 9(3): 408–412.
- Naamni, F.; H.D. Rabinowitch; and N. Kader (1980). The effect of GA₃ application on flowering and seed production in onion. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(2): 164–167.
- Oguchi, Y.; W.A.P. Weerakkody; A. Tanaka; S. Nakazawa; and T. Ando (1996). Varietal differences of quality-related compounds in leaves and petioles of spinach grown at two locations. Bulletin of the Hiroshima Prefectural Agriculture Research Center. 64: 1–9.
- Pezzarossa, B.; G. Petruzzelli; F. Malorgio; and F. Tognoni (1993). Effect of repeated phosphate fertilization on the heavy metal accumulation in soil and plants under protected cultivation. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 24: 2307–2319.
- Price, C.E. (1966). Ascorbic Acid Stimulation of RNA Synthesis. Nature. 212: 1481.
- Ramadan, M.E.; and O.A.E.A. Shalaby (2016). Response of eggplant (*Solanum melongena* L) to potassium and liquorice extract application under saline conditions. Acta Scientiarum polonorum – Hortorum Cultus. 15(6): 279–290.
- Ranganna, S. (1986). Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products. Tata McGraw-Hill, Education. New Delhi, India. 1112 pp.
- Robinson, F.A. (1973). Vitamins in Phytochemistry. Lawrence P. Miller Vannostr and Reinhold Co. New York, USA. 195–220.
- Ruan, Q.Z.; Q.C. Xue; L.X. Bai; X. Yang; X.P. Xin; W.M.L. David; and E.E. Liu (2013). Determination of total oxalate contents of a great variety of foods commonly available in Southern China using an oxalate oxidase prepared from wheat bran. Journal of Food Composition and Analysis. 32: 6–11.
- Wang, Y.T. (2000). Impact of a high phosphorus fertilizer and timing of termination of fertilization on flowering of a hybrid of moth orchid. Hortic. Sci. 35: 60–62.

Effect of partial replacement of mineral fertilization with leaf spray by licorice extract on the growth of local spinach

Dr. Safaa Najla¹, Dr. Ramzi Murshed¹

¹ Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Damascus, P.O. Box 30621, Syria.

Abstract: The study was carried out in order to compare the effect of 3 azote fertilizer concentrations M (100, 75 and 50% of the recommended dose) and 3 concentrations of *Glycyrrhiza glabra* extract T (5, 10 and 15 g/l) in addition to the treatments of the interaction, on spinach yield and quality. Some morphological (leaf number, plant area, stem length and diameter...etc) and biochemical characteristic (chlorophyll a and b, total oxalate, vitamin C and N, P, K, Ca and Mg content) were studied. The results showed a significant effect of M50T15 in term of leaf number (17.86 leaf/ plant), M50T10 and M50T15 in term of leaf area, M50T15, M75T15 and M50T10 in term of stem diameter. M100 was significantly the highest in term of total oxalate (370.45 mg/ 100g fw) and N content (38.12 g/kg dw). T5, T10 and T15 increased significantly vitamin C (38.99, 40.12 and 39.96 mg/100g fw). The mineral fertilization reduced significantly the P content as compared to spray extract treatments. No significant differences were observed for K content while Ca and Mg content increased as mineral fertilization concentration decreased.

Keywords: Spinach, Ammonium nitrate, *Glycyrrhiza glabra* extract, Yield.