

دور التسميد الحيوي في تقليل الاجهاد المائي لصفات نمو نبات الماش *Vigna radiata* L.

ميثم عباس جواد الكرخي
كلية الزراعة / جامعة كربلاء

جواد عبد الكاظم كمال
كلية الزراعة/جامعة القادسية

E.mail : maytham_86@yahoo.com

المستخلص

أجريت تجربة حقلية في الموسم الخريفي لسنة 2016 في احدى حقول محافظة كربلاء - قضاء الهندية لدراسة التأثير المتداخل لكل من فطريات المايكورايزا *Glomus mosseae* وبكتريا (الرايزوبيا) *leguminosarum* في صفات النمو لمحصول الماش *Vigna radiata* L. صنف محلي تحت تأثير مستويات من الاجهاد المائي، استعملت في التجربة ثلاث معاملات للري هي : S1 الري كل 5 ايام و S2 الري كل 10 يوم و S3 الري كل 15 يوم، واربع مستويات من التسميد الحيوي هي معاملة بدون تلقيح (C0) و(التلقيح بالرايزوبيا)(R) و(التلقيح بالمايكورايزا)(M) و(التداخل بين المايكورايزا والرايزوبيا)(M+R). طبقت التجربة بحسب ترتيب الالواح المنشقة Split Plot Design وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD وبثلاث مكررات. وزعت معاملات الري على الالواح الرئيسية عشوائيا، في حين وزعت معاملات التسميد الحيوي على الالواح الثانوية. وتمت المقارنة بين متوسطات المعاملات باستعمال اختبار اقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى احتمال 5%. اظهرت النتائج تفوق معاملة الري كل 5 يوم (S1) بإعطائها اعلى متوسط لـ (ارتفاع النبات والمساحة الورقية ومحتوى الماء النسبي للأوراق وطول الجذر والوزن الجاف للمجموع الجذري ونسبة الاصابة بالمايكورايزا) بلغت (50.63 سم. نبات⁻¹، 576.4 سم². نبات⁻¹، 74.68% ، 17.79 سم. نبات⁻¹، 0.78 غم. نبات⁻¹، 58.9%) لكل منهما على الترتيب. في حين اظهرت معاملة السماد الحيوي المايكورايزا+الرايزوبيا (R+M) تفوقها في جميع الصفات المدروسة . واطهرت معاملات التداخل (S1(R+M) و S2(R+M) و S1(M) تفوقها في جميع الصفات قيد الدراسة.

الكلمات المفتاحية : محصول الماش ، معاملات الري ، التسميد الحيوي ، المساحة الورقية .
البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني .

Role of Bio Fertilization in Reduction of Water Stress in Growth Characteristics of Mung bean (*Vigna radiata* L.)

J.A.K.K. Al-Sheibany

M.A.J.El-Karhi

Colle. of Agric / Univ. of Qadisiyah Colle. of Agric / Univ. of Al-Karbala

Abstract

A field study has been conducted during autumn season of 2016 at Karbala province of Hindia by mungbean crop *Vigna radiata* L. to study the interrelated effect of both the Mycorrhizal fungi (*Glomus mosseae*) and the Rhizobial bacteria (*R.leguminosaru*) Under levels of water stress. Three treatments of irrigation are used ; (S1 irrigation every 5 days and S2 irrigation every 10 days and S3 irrigation every 15 days) and four levels of Bio fertilizer are used (without inoculation)(C0) and (*Rhizobium* inoculation)(R) and (mycorrhizal inoculation)(M) and (the interaction between mycorrhizal and *Rhizobium*)(M+R). A split plot in randomized complete block design is used with three replications. Treatments of irrigation are used as main plots while Bio fertilizer levels are used as sub-plot. Least significant difference (LSD) at 5% probability is used to compare the means. The results showed irrigation every 5 days (S1) was superior in having the highest average of (plant height, leaf area, relative water content of leaves, root length, dry weight of roots, and infection Mycorrhizal inoculum) Amount (50.63 cm. Plant⁻¹, 576.4 cm². Plant⁻¹, 74.68 %, 17.79 cm. Plant⁻¹, 0.78 gm. Plant⁻¹, 58.9%) respectively. While Biofertilization treatment (mycorrhizal and *Rhizobium*)(M+R) showed its superiority in all characteristics. The interaction among (R+M)S1, (R+M)S2 and (M)S1 significantly give the highest means for all plant characteristics.

Key word: Mung bean Crop, Irrigation Treatments, Bio Fertilizer, Leaf Area.

المقدمة

للأسمدة الحيوية أهمية كبيرة من الناحية الخصوبية والزراعية، إذ تقوم بزيادة قدرة النبات على امتصاص العناصر المغذية والماء المتواجدة في التربة، وكذلك تعمل على توفير عنصر أو أكثر من العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات، والتي يمكن بها التقليل من الاسمدة المعدنية، كما أنها تقوم بإفراز بعض الهرمونات والمواد المنشطة للنمو (2) و(5). إن البكتريا العقدية المثبتة للنتروجين من أقدم وأكثر الاسمدة الحيوية استخداماً، إذ استخدمت بكتريا الرايزوبيا بشكل واضح في مختلف أنحاء العالم، واستخدمت طرائق مختلفة في التسميد واللقاح البكتيري من أهم العوامل التي تسهم في زيادة الحاصل (19). وصفت العلاقة بين فطريات المايكورايزا والنبات بأنها معيشة تكافلية Mutualistic Symbiosis لأنها تعود بالمنفعة على كلا من (الفطر والنبات)، إذ تؤدي دوراً كبيراً في تجهيز النبات بالعناصر المغذية الكبرى والصغرى وكذلك تقوم بحماية

النباتات من الإصابة بالمسببات المرضية الموجودة بالتربة ، وايضا زيادة تحمله لظروف الاجهاد البيئي مثل الجفاف(17).

الاجهاد المائي هو حصول عجز أساسي للماء المتوافر للنبات لمدة زمنية معينة، مما يؤدي إلى إحداث أضرار في النبات، وقد يعبر عنه بأنه النقص في الماء المتيسر في التربة، والذي ينتج عنه نقص في الماء الذي يحتاجه النبات بشكل يؤثر سلباً في نموه الطبيعي (11). تقسم الاجهادات التي يتعرض لها النبات الى قسمين، هما الاجهاد الحيوي Biotic stress والذي ينتج بفعل المسببات المرضية Pathogens يشمل (بكتريا وفطريات وفايروسات) (6). والاجهاد غير الحيوي Abiotic stress ويشمل العديد منها درجة الحرارة والبرودة والملوحة والجفاف والصقيع والتغدق ونقص المغذيات (22). يعد محصول الماش أحد أهم المحاصيل البقولية في العالم، وهو من المحاصيل الأكثر شيوعاً في معظم المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية (4)، وهو من المحاصيل ذات القيمة الغذائية العالية ومصدر رخيص للبروتين (8). ولقلة البحوث المنفذة حول تأثير الأسمدة الحيوية في صفات النبات وخاصة محصول الماش في العراق تحت مستويات من الاجهاد المائي ، نفذ هذا البحث بهدف معرفة تأثير الأسمدة الحيوية في تقليل الاجهاد المائي واثارها في صفات النمو لمحصول الماش.

المواد وطرائق العمل

نفذت تجربة حقلية في تربة مزيجيه لزراعة محصول الماش *Vigna radiate* L. خلال الموسم الزراعي الخريفي 2016 في احدى المزارع الواقعة في محافظة كربلاء / قضاء الهندية والواقعة ضمن خط عرض 33.15° شمالاً وخط طول 44.07° شرقاً، يمتاز موقع الزراعة بطوبوغرافية مستوية زرعت سابقا بمحصول الذرة الصفراء. أُجريت التحاليل، والقياسات للصفات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية لتربة الحقل في مرحلة ما قبل الزراعة في مختبرات كلية الزراعة / جامعة القادسية ، ودائرة البحوث الزراعية / وزارة العلوم والتكنولوجيا ، اخذ نموذج لتربة الدراسة من الافق السطحي (0 - 30 سم) لاكثر من موقع في الحقل وخلطت جيدا لتكوين نموذج تربة ممثل للحقل ، جففت التربة هوائيا ثم طحنت ونخلت عبر منخل قطر فتحاته 2 ملم وقدرت فيها بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية كما مبين في جدول (1).

جدول (1) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية والحيوية لتربة الدراسة قبل الزراعة

الصفة	القيم	وحدة القياس
pH	7.4	
EC	3.6	dSm ⁻¹
O.M	3.4	غم كغم ⁻¹
N الجاهز	46.10	ملغم كغم ⁻¹ تربة
P الجاهز	.346	
K الجاهز	73.76	
الطين	276	غم كغم ⁻¹
الغرين	370	
الرمل	354	
البكتريا الكلية	1.59 * 10 ⁷	CFU * غم ⁻¹ تربة
بكتريا الرايزوبيا	Null	

البذور واللقاح المستعمل في الدراسة

استعملت بذور نبات الماش *Vigna radiate* L. صنف محلي (خضراوي) (Wilczek) بهدف استعمالها في التجربة الحقلية ، كذلك تم استعمال لقاح فطريات المايكورايزا (VAM) في هذه الدراسة، المتكون من (ابوغ + جذور مصابة + تربة جافة) وتم الحصول على ابوغ الفطر *Glomus mosseae* من دائرة البحوث الزراعية / وزارة العلوم والتكنولوجيا / الزعفرانية لغرض استعمالها بوصفها لقاحاً في التجربة الحقلية ، واستخدام لقاح بكتريا الرايزوبيا *Rhizobium leguminosarum* (R.) حيث تم عزل لقاح الرايزوبيا من جمع جذور نبات الباقلاء *Vicia faba* L. من حقول زراعية مختلفة في قضاء الهندية.

تحضير الوسط الزراعي لبكتريا الرايزوبيا

استعمل الوسط الزراعي السائل مستخلص الخميرة - المانيتول YEM لتحضير مزارع بكتريا الرايزوبيا ، تم تحضير هذا الوسط بإذابة المواد الآتية في لتر من الماء المقطر: 10 غم مانيتول و 0.5 غم فوسفات البوتاسيوم احادية الهيدروجين K₂HPO₄ و 0.1 غم كبريتات المغنيسيوم MgSO₄.7H₂O و 0.2 غم ملح كلوريد الصوديوم NaCl و 0.5 غم مسحوق مستخلص الخميرة ، وتم ضبط الرقم الهيدروجيني عند الرقم 7 ثم عقم بالمؤسدة على درجة حرارة 121 م وضغط 15 باوند انج² وحفظ في الثلاجة لحين استعماله، ولغرض

عزل وتنمية بكتريا العقد الجذرية في التجارب المختلفة استعمل الوسط نفسه مع اضافة مادة الـ Agar بمقدار 15 غم (9).

عزل بكتريا الرايزوبيا

تم اجراء عملية عزل البكتريا في مختبرات دائرة البحوث الزراعية / وزارة العلوم والتكنولوجيا / الزعفرانية . اتبعت الطريقة المبينة من قبل (9) في عزل البكتريا من العقد الجذرية وذلك بفصل العقد الجذرية باستخدام شفرة حلقة مع مراعاة قطع جزء من الجذر المتواجد عليه العقد . وبعد غسلها بماء الحنفية لعدة مرات غمرت في محلول كلوريد الزئبق ($HgCl_2$) تركيزه 0.1% لمدة 5 دقائق ثم في الكحول الايثيلي ذو التركيز 95% لمدة 3 دقائق، بعدها غسلت ولعدة مرات متتالية بالماء المقطر المعقم وفي المرة الاخيرة تركت العقدة داخل الطبق بواسطة ملعقة وزن مع كمية قليلة من الماء المقطر المعقم ثم تحت ظروف التعقيم سحقت العقدة داخل الطبق بواسطة ملعقة وزن وباستخدام عروة التلقيح نقل جزء من معلق العقدة الجذرية المسحوقة وتحت ظروف التعقيم وتم نشرها على سطح اطباق بتري تحتوي على وسط مستخلص الخميرة - المانتبول الصلب (YEMA) باستخدام طريقة التخطيط (Streaking). حضنت الاطباق بعدها في الحاضنة على درجة 28 س° لمدة 48-72 ساعة ، نقل بعدها جزء من المستعمرات البكتيرية والتي لم تأخذ الصبغة الحمراء اوتلك التي ظهرت بلون احمر باهت والذي يعتبر الدليل الاولي على ان المستعمرة هي للبكتريا العقدية (رايزوبيا) ولجميع العزلات على اكار مائل (Slant agar) من نفس الوسط الزرعي وبعد تحضينها لمدة 48 ساعة على درجة 28 س° في الحاضنة، حفظت المزارع البكتيرية في الثلاجة لحين استعمالها في الاختبارات البايولوجية اللاحقة.

التصميم التجريبي وتوزيع المعاملات

استعملت في التجربة ثلاثة معاملات للري هي كل (5 و 10 و 15) يوم. واربعة مستويات من التسميد الحيوي وهي معاملة بدون تلقيح Control (C₀) ومعاملة التلقيح بالرايزوبيا (R) ومعاملة التلقيح بالمايكورايزا (M) ومعاملة التداخل بين الرايزوبيا والمايكورايزا (M+R) وبثلاث مكررات. صممت التجربة بحسب توزيع الالواح المنشقة Split plot design وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD وبثلاث مكررات، ووزعت معاملات الري (الاجهاد المائي) على الالواح الرئيسية عشوائياً بينما اخذت معاملات التسميد الحيوي الالواح الثانوية ، قسم الحقل الى ثلاثة مكررات رئيسة وبواقع 36 وحدة تجريبية كل مكرر 12 وحدة تجريبية ضمن المكرر الواحد، مساحة الوحدة التجريبية 4 م² ابعادها 2 × 2 م ، تركت فواصل مقدارها 1 م بين القطاعات (المكررات) وكذلك المعاملات الرئيسية، كما تركت فواصل بمقدار 2 م بين المعاملات الثانوية لغرض السيطرة على عمليات الري. تضم الوحدة التجريبية خمسة خطوط طول كل خط 2 م والمسافة بين خط واخر 0.30 م والمسافة بين نبات واخر 0.25 م.

تلقيح البذور والزراعة والتسميد

تم تهيئة أرض الحقل والبالغة مساحته (600 م²) من حرثه وتنعيم وتسوية. تم استخدام لقاح المايكورايزا المحمل على البتموس حيث تم توزيع اللقاح تحت البذور بعرض 5 سم وسمك 5 سم ، وبلغت الإضافة 300 غم لكل معاملة أي بمقدار 80 غم للخط الواحد حيث اضيف 10 غم من لقاح فطر المايكورايزا في الجورة الواحدة ثم زرعت البذور فوق لقاح فطر المايكورايزا المضاف ، كما لقحت بذور محصول الماش بلقاح بكتريا العقد الجذرية وذلك قبل ساعة واحدة من زراعتها ، إذ احتوى الحامل على (5.8 × 10⁸) خلية بكتيرية غرام⁻¹ منه حيث وضع اللقاح المحمل على البتموس في وعاء ثم اضيف اليه كمية قليلة من الماء النقي وأضيفت 10% من مادة السكرورز لزيادة حيوية البكتريا وكفاءتها في تكوين العقد، كما أضيفت 40% من مادة الصمغ العربي لضمان التصاق أكبر عدد من خلايا البكتريا العقدية بالبذور. زرعت بذور محصول الماش صنف محلي (خضراوي) في الحقل بتاريخ 18 / 7 / 2016 بوضع ثلاثة الى خمسة بذور في الجورة الواحدة، بلغت المسافة بين جورة واخرى 0.25 م للحصول على كثافة نباتية 133333 نبات هكتار⁻¹. بعد مرور اسبوع من البزوغ تم خف النباتات الى نبات واحد في الجورة، وفي الوقت نفسه تم ترقيع الجور الفاشلة بعد ظهور 75% من البادرات. اجريت عملية التعشيب اليدوي للتخلص من الادغال كلما دعت الحاجة الى ذلك، حصدت النباتات بمواعيد مختلفة تبعاً لمعاملات الري من 10/14 الى 2016/10/25 في الموسم. جمعت البيانات وحللت احصائياً بواسطة برنامج التحليل الاحصائي Genstate لأقل فرق معنوي (L.S.D) على مستوى 0.05.

الصفات المدروسة

اخذت عشرة نباتات بشكل عشوائي من الخطوط الوسطية ولكل وحدة تجريبية . قيست صفات النمو والصفات البايولوجية الآتية:

1. ارتفاع النبات (سم): أخذت 10 نباتات عشوائياً من كل معاملة وقيست ارتفاعها باستخدام شريط القياس، ابتداءً من موضع اتصال النبات بسطح التربة الى اعلى قمة نامية في النبات ومن ثم أستخرج متوسط ارتفاع النباتات المأخوذة على أساس القياس بالسنتيمتر.
2. المساحة الورقية (سم². نبات⁻¹): حددت المساحة الورقية الكلية للنباتات باستخدام جهاز planometer التابع لمختبرات قسم التربة في كلية الزراعة/ جامعة القادسية ثم استخرج متوسط المساحة الورقية الكاملة للنبات من خلال اختيار 5 أوراق عشوائياً من كل نبات للنماذج الخمسة المأخوذة مسبقاً من كل وحدة تجريبية عند بداية تكوين القرنات لكل معاملة.
3. محتوى الماء النسبي للأوراق(%): تم قياسه وفق طريقة (21) ولعشرة أوراق لكل معاملة بتطبيق المعادلة الآتية:

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

RWC = محتوى الماء النسبي للأوراق (%).

FW = الوزن الطري للأوراق (غم) بعد حصاد الأوراق مباشرة.

TW = وزن الأوراق ممتلئة (غم) حيث توضع الأوراق بعد تحديد الوزن الطري مباشرة في ماء مقطر لمدة ساعتين وعند درجة 25م بعدها يتم وزنها مباشرة للحصول على (TW).

DW = الوزن الجاف للأوراق (غم) بعد الحصول على وزن الأوراق ممتلئة تجفف النماذج في فرن كهربائي عند درجة 65م ولمدة 48 ساعة للحصول على الوزن الجاف للأوراق.

4. **قياس طول الجذر (سم.نبات⁻¹):** تم قياس طول الجذور بعد قلعها من التربة باستخدام اسطوانة بعمق وقطر 20 سم وغسلها بالماء الجاري الخفيف بواسطة مسطرة قياس ولمعدل 5 نباتات لكل وحدة تجريبية.

5. **حساب الوزن الجاف للمجموع الجذري (غم. نبات⁻¹):** أُجري حساب الأوزان الجذرية الجافة للعينات المأخوذة بعد عملية قطع المجموع الخضري للعينات إذ قلع المجموع الجذري لهذه النباتات، وأزيلت الأتربة المحيطة بالجذور، ثم غسلت الجذور تحت تيار ماء مستمر، وهادئ بصورة جيدة، وقبل تجفيف العينات الجذرية أخذت عينات من الشعيرات الجذرية لحساب نسبة الإصابة بفطريات المايكورايزا، وضعت الجذور بعد ذلك في أكياس ورقية، وجففت في الفرن الكهربائي بنفس طريقة تجفيف المجموع الخضري، وحُسبت اوزان الجذور الجافة، ثم استخرج متوسط الأوزان على أساس النبات الواحد بالغم.

6. **حساب نسبة الإصابة بالمايكورايزا (%):** قدرت نسبة إصابة الجذور بالمايكورايزا بعد تصيب الجذور حسب طريقة (14). وذلك باتباع الخطوات الآتية:

أ- غسل المجموع الجذري للنباتات المأخوذة من كل معاملة بصورة جيدة تحت تيار ماء مستمر، وهادئ وذلك للتخلص من الأتربة المحيطة بالجذور. اخذت قطع من الشعيرات الجذرية بطول 1 سم ووضعت القطع في انابيب اختبار زجاجية.

ب- غسلت هذه الشعيرات الجذرية مرة اخرى للتخلص من بقايا الطين العالق.

ت- أضيف محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH وبتركيز 10% إلى قطع الشعيرات الجذرية في انابيب الاختبار، ثم وضعت في حمام مائي حرارته 90 م° لمدة 10 . 15 دقيقة، ثم غسلت بالماء المقطر.

ث- قصرت الشعيرات الجذرية باستخدام H₂O₂ القاعدي وبتركيز 10% لمدة 15 - 60 ثانية.

ج- أضيف حامض الهيدروكلوريك HCl، وبتركيز 10% لمدة 3 دقائق.

ح- استخدم محلول Formalin Aceto Alcohol، لحين اجراء التصيبغ، للمحافظة على التراكيب الفطرية دون اي تغيير مورفولوجي. وأضيفت صبغة Acid fuchsin حمراء اللون ، ثم وضعت العينات المصبغة في حمام مائي بدرجة حرارة 90 م° لمدة 10 . 15 دقيقة.

خ- استخرجت النماذج من محلول الصبغة، ثم اضيف اليها حامض اللاكتيك acid Lactic، وفحصت العينات مجهرياً باستعمال الشريحة الزجاجية بعد اختيار 10 قطع من الشعيرات الجذرية المصبغة بطول 1سم لكل عينة، وبصورة عشوائية، واستخرجت النسبة المئوية للإصابة حسب المعادلة الآتية:

$$\text{نسبة اصابة الجذور بالمايكورايزا (\%)} = \frac{\text{عدد القطع الجذرية المصابة}}{\text{المجموع الكلي للقطع الجذرية}} \times 100$$

النتائج والمناقشة

ارتفاع النبات (سم)

يبين الجدول (2) ان متوسط ارتفاع النبات قد زاد مع اضافة الاسمدة الحيوية ، اذ اعطت نباتات معاملة التداخل بين المايكورايزا والرايزوبيا (M+R) اعلى متوسط لارتفاع النبات 54.87 سم ، والتي اختلفت معنويا عن معاملة المايكورايزا (M) ومعاملة التلقيح بالرايزوبيا (R) 49.70 و 47.47 سم على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت 10.40 و 15.58% لكل منهما على الترتيب ، بينما اعطت عدم التسميد (C₀) ادنى متوسط لارتفاع النبات 37.59 سم وبنسبة انخفاض (20.81 و 24.36 و 31.49%) لكل من معاملة (R و M و M+R) على الترتيب . ويعزى سبب زيادة ارتفاع النبات الى تكوين بكتريا الرايزوبيا وفطر المايكورايزا نظام ثنائي يجهز النبات بالنيتروجين الذي يثبت بواسطة بكتريا العقد الجذرية، وكذلك الفسفور الذي ينقله الفطر الى النبات فضلا عن العناصر الاخرى كالزنك والحديد ، وكذلك الى التأثير المفيد لإصابة الجذور بالمايكورايزا في اخذ النبات للمغذيات ونشاط العقد الجذرية ، فتتحقق حالة من التغذية المتوازنة وبالتالي تتعكس ايجابا على تحسن صفات النبات ولا سيما ارتفاع النبات وهذا ما اكده (3) ، اذ سجلوا زيادة معنوية في اطوال النبات المصابة بفطر المايكورايزا.

كما تشير النتائج في جدول (2) بأن معاملة الاجهاد المائي (S1) اعطت اعلى متوسط لارتفاع النبات 50.63 سم والذي اختلف معنويا عن نباتات معاملة الاجهاد المائي (S2) 47.37 سم وبنسبة زيادة بلغت 6.88%. في حين اعطت نباتات معاملة الاجهاد المائي (S3) أدنى متوسط لارتفاع النبات 44.23 سم وبنسبة انخفاض 12.64% عن معاملة (S1) و 6.62% عن معاملة (S2). ان سبب انخفاض ارتفاع النبات بزيادة الشد المائي هو ان الاجهاد المائي قد يؤدي الى اختزال نمو الجذور وقلة قابلية النبات على امتصاص الماء فتقل الفعاليات الحيوية في المجموع الخضري وهذه النتائج تتفق مع (10) و (7) على نباتات فول الصويا والماش. وفي معاملات التداخل بين الاجهاد المائي والاسمدة الحيوية في متوسط ارتفاع النبات ، فقد كانت هناك استجابة لصفة ارتفاع النبات بالنسبة للتداخل ، اذ تفوقت معاملات التداخل S1(M+R) في صفة ارتفاع النبات 59.51 سم والتي اختلفت معنويا عن S2(M+R) 55.35 و (M) 53.60 و (R) 50.29 سم ، وبنسبة زيادة بلغت

7.51 و 11.02 و 18.33% على الترتيب قياسا بمعاملة القياس (C₀) التي اعطت اقل ارتفاع للنبات 36.05 سم والتي لم تختلف معنويا عن معاملة التداخل S3 مع R .

جدول (2) تأثير الأسمدة الحيوية والاجهاد المائي وتداخلهما في متوسط ارتفاع النبات (سم)

المتوسط	معاملات الإجهاد المائي (S)			معاملات الأسمدة الحيوية (B)
	ري كل 15 يوم S3	ري كل 10 يوم S2	ري كل 5 أيام S1	
37.59	36.05	37.58	39.13	بدون تسميد (C ₀)
47.47	45.19	46.94	50.29	رايزوبيا (R)
49.70	45.92	49.60	53.60	مايكورايزا (M)
54.87	49.76	55.35	59.51	مايكورايزا + رايزوبيا (R+M)
	44.23	47.37	50.63	المتوسط
0.50 (لا B) *	1.28 (لا SB) *		1.25 (لا S) *	L.S.D (0.05)

المساحة الورقية (سم². نبات⁻¹)

يتضح من الجدول (3) ان متوسط المساحة الورقية قد زاد مع اضافة الاسمدة الحيوية ، اذ اعطت نباتات معاملة التداخل بين المايكورايزا والرايزوبيا (M+R) اعلى متوسط 685.8 سم². نبات⁻¹ والتي تفوقت معنويا على معاملي (M) و (R) وبنسبة زيادة 31.05 و 65.37% لكل منهما على الترتيب ، اما اقل مساحة ورقية فكانت في معاملة القياس (C₀) 323.60 سم². نبات⁻¹ وبنسبة انخفاض 52.81% عن معاملة (M+R) و 38.16% عن معاملة (M) و 21.96% عن معاملة (R). إنَّ الزيادة الحاصلة في المساحة الورقية ربما تعزى الى الدور الايجابي لفطريات المايكورايزا بعد حدوث الاصابة، التي تؤدي الى زيادة كفاءة امتصاص العناصر الغذائية من خلال امتداد الهايفات، وزيادة مساحة الامتصاص فضلا عن كفاءة الهايفات في الامتصاص تكون أكثر من كفاءة امتصاص الشعيرات الجذرية مما انعكس ذلك على الفعاليات الايضية داخل النبات، وزيادة صفات نمو النبات ومنها المساحة الورقية لمحصول الماش وهذه النتائج تتفق مع ما ذكره (1).

كما تشير النتائج في جدول (3) تفوق معاملة الاجهاد المائي (S1) بإعطائها اعلى متوسط للمساحة الورقية 576.40 سم² نبات¹⁻ والتي اختلف معنويا عن معاملة الاجهاد المائي (S2) 491.80 سم² نبات¹⁻ وبنسبة زيادة بلغت 17.20 % . بينما اعطت معاملة الاجهاد (S3) اقل متوسط للمساحة الورقية 392.50 سم² نبات¹⁻ وبنسبة انخفاض 31.90 و 20.19 % عن معاملي (S1) و (S2) على الترتيب. ان سبب انخفاض المساحة الورقية بزيادة الشد المائي يعود الى اثر الشد المائي سلبا في اتساع الاوراق والسيقان والجذور نتيجة لانخفاض ضغط الامتلاء الذي يعد ضروريا للاستطالة ومن ثم انخفاض التمثيل الضوئي ، فضلا عن قلة جاهزية العناصر الغذائية في التربة والامتصاص من قبل النبات . ان قلة عدد الاوراق وانخفاض مساحتها الورقية اثناء ظروف الاجهاد المائي هو نوع من التكيف للنبات ووسيلة لتحمل الاجهاد ، وتتفق هذه النتائج مع (20).

جدول (3) تأثير الأسمدة الحيوية والاجهاد المائي وتداخلهما في متوسط المساحة الورقية للنبات (سم)².
(نبات¹⁻)

المتوسط	معاملات الإجهاد المائي (S)			معاملات الأسمدة الحيوية (B)
	ري كل 15 يوم (S3)	ري كل 10 يوم S2	ري كل 5 أيام (S1)	
323.6	233.7	330.7	406.4	بدون تسميد (C ₀)
414.7	347.5	400.5	496.2	رايزوبيا (R)
523.3	429.0	534.2	606.9	مايكورايزا (M)
685.8	559.6	701.8	796.0	مايكورايزا + رايزوبيا (R+M)
50.02 (لا B)*	392.5	491.8	576.4	المتوسط
90.91 (لا SB)*	68.87 (لا S)*			L.S.D (0.05)

محتوى الماء النسبي (%)

تبين نتائج جدول (4) وجود تأثير معنوي لمعاملات الاجهاد المائي والتسميد الحيوي والتداخل بينهما في محتوى الماء النسبي للأوراق ، اذ حققت معاملة التداخل بين المايكورايزا والرايزوبيا (M+R) اعلى متوسط 81.51 % والتي تفوقت على معاملي (M) المايكورايزا و(R) الرايزوبيا بالنسبة لمحتوى الماء النسبي 73.99

و 68.00 % على الترتيب ، مقارنة بمعاملة (C₀) السيطرة التي اعطت اقل متوسط 53.03 % وبنسبة انخفاض 34.94 عن معاملة (M+R) و 28.32 عن معاملة (M) و 22.01 % عن معاملة (R) على الترتيب. وقد يعزى سبب ارتفاع محتوى الماء للأوراق بسبب كثافة الجذور بالنسبة لبكتريا الرايزوبيا وفطر المايكورايزا الذي يسهم في بناء البروتينات في النبات، مما يحسن النمو وبالتالي ينعكس ايجابا على الوزن الجاف للمجموع الجذري، كما ان دور فطريات المايكورايزا من شأنه ان يحفز الاستجابة الفسلجية للنبات ويزيد من التفرعات الجذرية وتتفق هذه النتائج مع (18).

كما اثرت مستويات الاجهاد المائي تأثيرا معنويا في محتوى الماء النسبي للأوراق ، فقد اعطت معاملة الاجهاد (S1) اعلى متوسط لمحتوى الماء النسبي 74.68% والتي اختلفت معنويا عن معاملة الاجهاد (S2) 68.86 % وبنسبة زيادة 8.45 % ، بينما اعطت معاملة الاجهاد (S3) اقل متوسط 63.85 % وبنسبة انخفاض 14.50 % عن معاملة الاجهاد (S1) و 7.27 % عن معاملة الاجهاد (S2) ، وقد يعزى السبب في فقدان الماء من الاوراق نتيجة عملية التبخر - نتح بسبب ارتفاع درجات الحرارة والاشعاع الشمسي وعدم وجود تجهيز الماء بصورة كافية مؤثرا بصورة سلبية في المحتوى المائي النسبي ، كما ان ساعات النهار الطويلة مع ارتفاع درجات الحرارة قد تزيد من فقد الماء وزيادة التبخر اثناء النهار وانخفاض نسبة استرداد الماء اثناء الليل كما ان لجفاف التربة والتنافس بين الأعضاء دور في تقليل محتوى الماء النسبي ، واتفقت هذه النتائج مع ما حصل عليه (16 و 15).

جدول(4) تأثير الأسمدة الحيوية والاجهاد المائي وتداخلهما في متوسط محتوى الماء النسبي للأوراق (%)

المتوسط	معاملات الإجهاد المائي (S)			معاملات الأسمدة الحيوية (B)
	ري كل 15 يوم (S3)	ري كل 10 يوم (S2)	ري كل 5 أيام (S1)	
53.03	46.02	52.12	60.96	بدون تسميد (C ₀)
68.00	62.90	68.72	72.36	رايزوبيا (R)
73.99	69.48	73.23	79.25	مايكورايزا (M)
81.51	77.00	81.37	86.15	مايكورايزا + رايزوبيا (M+R)
3.09 (لـ B)*	63.85	68.86	74.68	المتوسط

5.59 (لا SB)	4.18 (لا S)*	L.S.D (0.05)
--------------	--------------	-----------------

طول الجذر (سم)

بينت نتائج التحليل الاحصائي لجدول (5) وجود تأثير معنوي لمعاملات التسميد الحيوي في طول الجذر حيث اعطت معاملة التداخل بين المايكورايزا والرايزوبيا (M+R) اعلى متوسط 20.38 سم والتي اختلفت معنويا عن معاملة المايكورايزا (M) 17.23 سم والرايزوبيا (R) 14.23 سم على الترتيب ، وبنسبة زيادة 18.28 و 43.21 % على الترتيب . وان معاملة القياس التي اعطت اقل متوسط لطول الجذر 11.80 سم. ربما يعزى زيادة طول الجذر الى الدور الايجابي لفطريات المايكورايزا وبكتريا الرايزوبيا بعد حدوث الاصابة ، التي تؤدي الى زيادة كفاءة امتصاص العناصر من خلال امتداد الهيافات وزيادة المساحة السطحية للجذور ، وزيادة مساحة الامتصاص ، وتثبيت النيتروجين ، مما انعكس كل ذلك على الفعاليات الايضية داخل النبات (13).

كما تبين نتائج الجدول (5) ان طول الجذر في الاجهاد المائي العالي (S3) كان منخفضا 14.66 سم وازداد طول الجذور في الاجهاد المائي المنخفض (S1) 17.79 سم والذي اختلف معنويا عن الاجهاد (S2) 15.68 سم . ان قصر الجذر بزيادة أجهاد الجفاف وتباعد فترات الري قد يؤدي الى خفض نمو المجموع الجذري بسبب شدة اجهاد الجفاف (20) كما يعتقد أن لتراكم حامض الأبسيسك وانخفاض النمو الخضري وتساقط الأوراق يؤدي الى قلة وصول المغذيات ونواتج الأيض من الأوراق الى الجذور .

جدول (5) تأثير الاسمدة الحيوية والاجهاد المائي وتداخلهما في متوسط طول الجذر (سم)

المتوسط	معاملات الإجهاد المائي (S)			معاملات الأسمدة الحيوية (B)
	ري كل 15 يوم (S3)	ري كل 10 يوم (S2)	ري كل 5 أيام (S1)	
11.80	10.60	11.67	13.13	بدون تسميد (C ₀)
14.76	13.53	14.33	16.40	رايزوبيا (R)
17.23	15.83	16.90	18.97	مايكورايزا (M)
20.38	18.67	19.80	22.67	مايكورايزا + رايزوبيا (M+R)

المتوسط	17.79	15.68	14.66	0.83 (للا) *
L.S.D (0.05)	0.97 (للا) *		1.44 (للا) *	

الوزن الجاف للمجموع الجذري (غم. نبات¹⁻)

بينت النتائج الموضحة في الجدول (6) ان اضافة الاسمدة الحيوية أدت الى زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الجذري عن معاملة القياس (C₀) ، اذ اعطت النباتات المسمدة بالمايكورايزا والرايزوبيا سوية (M+R) اعلى متوسط لوزن الجذور 0.89 غم. نبات¹⁻ والتي اختلفت معنويا عن معاملة المايكورايزا (M) ومعاملة الرايزوبيا (R) 0.69 و 0.66 غم. نبات¹⁻ وبنسبة زيادة بلغت 28.98 و 34.84 % على الترتيب ، اما اقل متوسط لوزن الجذور كان لمعاملة القياس (C₀) 0.43 غم. نبات¹⁻ وبنسبة انخفاض 51.68 % مقارنة بمعاملة التداخل بين المايكورايزا والرايزوبيا (M+R). يلاحظ بأن استجابة الوزن الجاف للمجموع الجذري للتداخل بين التلقيح بفطر المايكورايزا والرايزوبيا يتبع الى درجة كبيرة استجابة الوزن الجاف للمجموع الخضري. إن الزيادة المعنوية المتحققة في الوزن الجاف الجذري نتيجة التلقيح بفطريات المايكورايزا وبكتريا الرايزوبيا تتفق مع ما توصل إليه الباحثون (23).

كما اشارت النتائج الى ان سلوك الوزن الجاف للجذور أتخذ تصاعديا وكان مشابها لأطوال الجذور ، حيث أدى تباعد الري بزيادة أجهاد الجفاف عند معاملة الري كل 15 أيام (S3) الى انخفاض معنوي لمعدل الوزن الجاف للجذر حيث بلغ 0.58 غم. نبات¹⁻ مقارنة مع معاملة الاجهاد المائي 5 يوم (S1) 0.78 غم. نبات¹⁻ وبنسبة انخفاض 25.64%، أما عند معاملة الري كل 10 يوم (S2) فقد أزداد معدل الوزن الجاف للجذر وبلغ 0.64 غم. نبات¹⁻ والتي لم تختلف معنويا مقارنة مع معاملة الاجهاد وهي الري كل 15 أيام (S3) وبنسبة زيادة 10.34%. ويعزى السبب في انخفاض الوزن الجاف للجذر الى انخفاض طول الجذر بسبب شدة الإجهاد وبلوغه مرحلة (Severe Stress) مما أدى الى تحفيز أنتاج الأنزيمات المؤكسدة وزيادة لتراكم حامض الأبسيسك وانخفاض الساييتوكاينينات (12).

جدول (6) تأثير الأسمدة الحيوية والاجهاد المائي وتداخلهما في متوسط الوزن الجاف للمجموع الجذري (غم). نبات¹⁻

المتوسط	معاملات الإجهاد المائي (S)			معاملات الأسمدة الحيوية (B)
	ري كل 15 يوم (S3)	ري كل 10 يوم (S2)	ري كل 5 أيام (S1)	
0.43	0.33	0.42	0.54	بدون تسميد (C ₀)
0.66	0.58	0.64	0.76	رايزوبيا (R)
0.69	0.65	0.65	0.79	مايكورايزا (M)
0.89	0.75	0.87	1.06	مايكورايزا + رايزوبيا (M+R)
0.15 (للا) *	0.58	0.64	0.78	المتوسط
0.25 (للا) (SB)		0.12 (للا) *		L.S.D (0.05)

نسبة اصابة الجذور بالمايكورايزا (%)

يبين الجدول (7) تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم وفطريات المايكورايزا في نسبة اصابة الجذور بفطريات المايكورايزا لمحصول الماش، وتبين النتائج وجود تأثير معنوي في معدل نسب الإصابة المتحققة مع استعمال اللقاح الفطري مع البكتيري، حيث حققت معاملة (R+M) اعلى نسبة في الاصابة 64.8 %، بينما بلغت 9.4 % عند عدم اضافة الاسمدة الحيوية (C₀) وبنسبة انخفاض 85.49 %. بينما اعطت معاملة المايكورايزا (M) 51.3 % والتي لم تختلف معنويا عن معاملة الرايزوبيا (R) 44.4 % وبنسبة زيادة 26.31 و 45.94 %

على الترتيب مقارنة بمعاملة (R+M). وقد يعزى سبب تفوق معاملات التلقيح بالفطريات والبكتريا الى كفاءة اللقاح المستعمل واستجابة العائل للتلقيح بالمايكورايزا وكذلك من خلال اصابة جذور محصول الماش ببكتريا الرايزوبيوم المستوطنة في التربة التي كونت العقد الجذرية مما ادى الى زيادة امداد النبات بالنتروجين مما يجعله بحاجة لعنصر الفسفور مما انعكس على زيادة معدل الاصابة بالمايكورايزا، وتتفق هذه النتائج مع (3). كما اشارت نتائج الجدول وجود تأثير معنوي لمعاملات الاجهاد المائي، حيث اعطت معاملة الري كل 5 ايام (S1) اعلى نسبة للإصابة 58.9 % والتي اختلفت معنوياً عن معاملة الري كل 10 يوم (S2) 41.9 % وبنسبة زيادة 40.57 %، بينما اعطت معاملة الري كل 15 يوم (S3) اقل نسبة للإصابة بالمايكورايزا 26.7 % وبنسبة انخفاض 54.66 مقارنة بمعاملة (S1).

جدول (7) تأثير الأسمدة الحيوية والاجهاد المائي وتداخلهما في متوسط شدة الإصابة بالمايكورايزا (%)

المتوسط	معاملات الإجهاد المائي (S)			معاملات الأسمدة الحيوية (B)
	ري كل 15 يوم (S3)	ري كل 10 يوم (S2)	ري كل 5 أيام (S1)	
9.4	4.7	7.7	16.0	بدون تسميد (C ₀)
44.4	27.0	43.3	63.0	رايزوبيا (R)
51.3	30.3	53.0	70.7	مايكورايزا (M)
64.8	44.7	63.7	86.0	مايكورايزا + رايزوبيا (R+M)
8.97 (للا) *	26.7	41.9	58.9	المتوسط
13.54 (للا) *		2.39 (للا) *		L.S.D (0.05)

المصادر

- 1- **Abdullah A. Hassan, Noor .2013.** Isolation and identification of Vesicular Arubscular Mycorrhiza fungi from various plant hosts growing at various agricultural sites in Salah AL-din Governorate, Iraq. Agriculture college. University of Tikrit.1813.1662.
- 2- **Ahmed, Farah.; Ahmed. ,Iqpal. and ,Khan., Mohd. Saghir. 2004.** Indol Acetic Acid production by the indigenous isolates of Azotobacter and

Fluorescent pseudomonas in the presence and absence of tryptophan .Turk . J . Biol 29:29-34.

- 3- **Alfahdawi, Aws Ali .(2016).**Efficiency of dual inoculation with *Glomus mosseae* and *Rhizobium leguminosarum* in reducing chemical fertilization in Broad bean *Vicia faba* L. Master Thesis.College of agriculture.University of Al-Anbar.
- 4- **Allahmoradi, P., M. Ghobadi, S. Taherabadi and S. Taherabadi. 2011.** Physiological Aspects of Mung bean *Vigna radiata* L. (Wilczek) in Response to Drought Stress. Inter. Conf. on Food Eng.and Biotechnol. 9: 272-275.
- 5- **AL-Samerria,Rahi.2006.**The effect of inoculation with azotobacter and azospirillum on some mineral acquisition phytohormon and growth of tomato seedling. College of agriculture -University of Baghdad. 37(3); 27-32.
- 6- **Alvarez, M. and C. Lamb. 1997.** Oxidative burst-mediated defense responses in plant disease resistance. In: Scandalios JG (ed.). Oxidative stress and the molecular biology of antioxidant defenses. pp. 815-839 Cold Spring Harbor Laboratory, Plainview.
- 7- **Anjum, N., S. Umar, I. Aref and M. Iqbal. 2015.** Managing the pools of cellular redox buffers and the control of oxidative stress during the ontogeny of drought-exposed mung bean (*Vigna radiata* L.) - role of sulfur nutrition. Front. Environ. Sci., 2: 66. Pp: 1- 9.
- 8- **AVRDC. 2012.** Mung Bean. Asian Vegetable Research and Development Center - The World Vegetation Center.
- 9- **Beck, D.P. Materon, L.A. and Afandi, F.(1993).** Practical Rhizobium Legume technology manual. Technical manual. No19. ICARDA.
- 10- **Gallab , K. H. ; Megawer , E. A. ; Afiah , S. A. and Ahmed , S. M. (2007) .** Characterization of some superior mung bean genotypes on agronomic and biochemical genetic levels . Egyptian J. Desert , Res., 57(2):1-12.
- 11- **Gerakis, P and R. Carols. 1970.** Controlling internal plant water balance through microclimate. Manipulation Agrochemical. 14: 441-452.
- 12- **Hussain , S. S., Kayani , M. K.and Amjad , M. (2011).** Transcription factor as tolls to engineer enhanced drought stress tolerance in plants. biotechnol. prog., 27(2) :247-306.
- 13- **Jakobsen, I and M. E. Legget. (2005).** Rhizosphere Microorganisms and Plant Phosphorus Uptake. In: Phosphorus: Agriculture and the Environment, Agronomy Monograph No. 46. ASA, SSSA, CSSA, Madison, WI 53711, USA.
- 14- **Kormanik, P.P. ; Bryan, W. C. and Shultz, R. C.(1980).** Procedures and equipment for staining large numbers of plant root or endomycorrhizal assay. Can. J. of . Microb. 26: 580-588.
- 15- **Lalinia, A, N. Hoseini, N. Galostian, M. Esmailzadeh and M. Marefatzadeh. 2012.** Echophysiological impact of water stress on growth and

- development of Mung bean. Inter. J. of Agro. and Plant Production. 3(12): 599-607.
- 16- **Nouri , A.; Etminan , A. ; Dasilva, J.A.T. and Mohammadi , R. (2011) .** Assessment of yield, yield related traits, Drought tolerance of durum wheat genotypes (*Triticum turjidum* var. durum Desf.) Aust. J. Crop. Sci., 5(11): 8-16.
- 17- **Smith , S.E. and Read, D. J. .(2008) .** Mycorrhizal Symbiosis , 3rd Ed ; Academic Press , London: 787.
- 18- **Sobral, P.J.A; F.T, Garcia; A.M.Q.B, Habitante. and E.S, Monterrey – Quintero. (2004).** Propriedades de Filmes comestiveis produzidos com Diferentes concentracoes de plastificantese, Pesquisa Agropecuaria Brasileira 39(3): 255-262.
- 19- **Sturz, A. V., B. Chritie and J. Nowak, (2000) .** Bacterial role in developing sustainable systems of crops production . Crit. Rev. plant Sci., 19; 1-30.
- 20- **Tuanhui ,B. ; Cuiying , L. ; Fengwang , M. ; Fengsuan , F. and Huairui , S. (2010) .** Responses of growth and antioxidant system to root-zone hypoxia stress in two malus species . Plant Soil. , 327:95-105.
- 21- **Turner, N. 1981.** Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant and Soil., 58: 339-366.
- 22- **Wang, M., Q. Zheng, Q. Shen and S. Guo. 2013.** The Critical Role of Potassium in Plant Stress Response. Int. J. Mol. Sci., 14. 7370-7390.
- 23- **Yousef, A.N., N.A. Ali, and B.H. Munem, (1993).** Interaction effect of *Rhizobia* , VA - mycorrhiza and phosphorus on soybean plants grown in calcareous soil Iraqi. Journal of Agricultural Sci: 24 (1): 30 - 39.