

دور عزلات من فطر الميكوريزا في تحمل الشعير الأسود نظروف الزراعة البعلية

مي العياش * (1) وحسان كور (1) وعبد المحسن السيد عمر (2) وياسر السلامة (3)

(1). قسم علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية، حلب، سورية.

(2). قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية.

(3). قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة الفرات، دير الزور، سورية.

(* للمراسلة الباحث: مي العياش، البريد الإلكتروني: maiayash1980@gmail.com)

تاريخ القبول: 2022/10/16

تاريخ الاستلام: 2022/06/25

الملخص:

تم تنفيذ البحث في محطة بحوث كصيص خلال الموسم الزراعي 2020/2019، بهدف دراسة تأثير عزلات من فطر الميكوريزا في نمو محصول الشعير الأسود تحت ظروف الزراعة البعلية. صممت التجربة وفق القطع المنشقة، حيث كان صنف الشعير (أسود) أما عزلات الميكوريزا فحضرت من ثلاثة مصادر (النجيل، البصل، الذرة) وكان تركيزي الميكوريزا (2.5 مل/ل، 5 مل/ل) بالإضافة إلى الشاهد. ومن خلال دراسة مؤشرات النمو تبين أن المعاملة (bm22) الميكوريزا النوع الثاني التركيز الثاني هي المتفوقة بين المعاملات بالنسبة لطول النبات، والمعاملة (bm32) الميكوريزا النوع الثالث التركيز الثاني بالنسبة لطول الجذر وطول السنبلة، وبينت النتائج لوزن النبات ووزن الجذر تفوق المعاملة (bm22) الميكوريزا النوع لثاني التركيز الثاني لوزن النبات، والمعاملة (bm12) الميكوريزا النوع الأول التركيز الثاني لوزن الجذر، كما وتبين تفوق معاملات الميكوريزا (bm22) النوع الثاني التركيز الثاني في وزن الألف حبة و عدد السنابل في م² و الغلة الحبية وكذلك في اتاحة الفوسفور في التربة، أما البوتاسيوم في التربة فقد تفوقت المعاملة (bm32) النوع الثالث التركيز الثاني في اتاحته، كما وتبين أيضاً تفوق المعاملة (bm22) في نسبة الاصابة بالميكوريزا في كل مراحل نمو النبات، فكانت هذه المعاملة هي الأفضل في نسبة الاصابة و الاستجابة للقاح و انعكاس ذلك على اتاحة الفوسفور و نمو النبات من خلال تحسين انتاجيته في ظروف الزراعة المطرية.

الكلمات المفتاحية: الجفاف، الشعير، الميكوريزا (Arbuscular Mycorrhiza fungi) AMF

المقدمة:

يعتبر الجفاف من أهم الضغوط اللاحيوية التي تسبب خسائر كبيرة للمحاصيل الزراعية في العديد من أنحاء العالم، إذ يؤثر بشكل كبير في نمو وإنتاجية النبات (Farooq et al., 2009؛ فراهود و المعيني ، 2014)، من خلال التغيرات التي يحدثها في بعض الظواهر الفيزيولوجية كالتغيرات في معدل النتح ، التمثيل الضوئي ، التغيرات الأسموزية ، امتصاص العناصر الغذائية، بالإضافة إلى تغيرات هرمونية كآليات دفاعية لتجنب الجفاف (ولدزمارة وآخرون ، 2014).

تعتمد استجابة النباتات للإجهاد المائي على عدة عوامل كمرحلة نمو النبات وشدة ومدة الإجهاد المائي ، فعندما تتعرض النباتات للإجهاد المائي تبدي عدة استجابات لتنظيم الحالة المائية (Kamalib ، 2017) فيميل النبات للاحتفاظ بكميات كبيرة من الماء التي تمكنه مواصلة العمليات الأيضية (خيارى وآخرون، 2016). يتم حالياً اعتماد بعض التقنيات التي تهدف إلى التخفيف من آثار التغيرات المناخية كتعزيز تنوع المحاصيل أو استخدام الكائنات الحية الدقيقة المفيدة مثل الفطريات الجذرية الشجرية (الميكوريزا) AMF (Arbuscular Mycorrhiza fungi) التي تعتبر تقنية بيولوجية وصديقة للبيئة لزيادة غلة المحاصيل وضمان الأمن الغذائي (Ngumbi and Kloepper, 2014; Al-Karaki, 2006).

هناك علاقة تكافلية ما بين الميكوريزا والنباتات إذ تستعمر فيها الفطريات جذور النبات المضيف وتقدم له مجموعة من الفوائد (Bonfante and Genre, 2010; Zhu et al., 2010; Ahanger et al., 2014)، ومن هذه الفوائد المهمة لاستعمار AMF للنبات المضيف زيادة كفاءة امتصاص المياه و تعزيز امتصاص العناصر الغذائية بواسطة شبكة الخيوط الفطرية التي يشكلها الفطر حيث يمكن للشبكة الفطرية ان تمتد عدة امتار عمودياً في التربة و على مساحة كبيرة أفقياً (Chen et al., 2017) (Bowles et al., 2016)، و تعد الخيوط الفطرية امتدادات حقيقية لأنظمة الجذور مما يسمح بزيادة فعالية امتصاص الماء و المغذيات من الجذور نفسها إذ يمكّن الجذور المستعمرة من الوصول إلى المزيد من تجمعات المياه والمغذيات (Marulanda et al., 2003) (Bagher et al., 2012) ، علاوة على ذلك تلعب AMF دور كبير كسماد حيوي في تنظيم نمو النبات وتطوره وتحمله العديد من الضغوط الحيوية و اللاحيوية في ظل البيئات المجهد (Talaat and Shawky 2014)، (Hameed et al., 2014)، ولا سيما اجهاد الجفاف حيث يستطيع النبات المرتبط بالميكوريزا تحمل نقص الماء لان شبكة الميسيليوم تلعب دوراً مهماً في تخزين الماء الممتص من التربة لتعيده إلى النبات

(Rodriguez et al., 2008; Ahanger et al., 2014; Salam et al., 2017) بالإضافة إلى تحسين ماء الأوراق و الحفاظ على امكانيات النتح و فتح وإغلاق الثغور ، وزيادة طول و عمق الجذر (Al-Karaki et al., 2004)، كما ويحسن AMF جودة التربة من خلال التأثير على بنائها بافراز مادة الغولومالين والتي تسمى غراء التربة (Zhu et al., 2016) (Thirkell et al., 2017) .

يعد محصول الشعير من أهم المحاصيل بعد القمح وله قدرة كبيرة على التكيف مع الظروف البيئية المحيطة، يزرع في مناطق الاستقرار الثانية و الثالثة و الرابعة، حيث تتذبذب الهطولات المطرية في مناطق زراعته من سنة لأخرى، مما يسبب فترات قد تطول أو تقصر من الجفاف و ينعكس ذلك على انبات الحبوب ونمو و تطور البادرات بشكل سلبي (درويش و آخرون، 2019). أجريت أبحاث عديدة لتقييم استجابة محصول الشعير لظروف الجفاف كدراسة تأثير معدلات من لقاح الميكوريزا على نمو نبات الشعير و اتاحة العناصر الغذائية بدون او مع ظروف الاجهاد المائي وتوصل (Al Karaki and Clark 2008) إلى أن استعمار الميكوريزا لجذور النبات ازداد مع زيادة تركيز اللقاح ولكن كانت استجابات النبات لاستعمار الجذور مع (AMF)

الميكوريزا تعتمد على معدل اللقاح من الميكوريزا (AMF) ورطوبة التربة. كما ووجد ان الزيادة في مساحة الأوراق والبراعم والجذور تزداد مع زيادة تركيز اللقاح بغض النظر عن رطوبة التربة ، أما تركيز العناصر (الفوسفور ، الزنك ، المنغنيز) في النباتات الملقحة كان أعلى منه في النباتات غير الملقحة .

تم تقييم تأثير إجهاد الجفاف والتكافل الفطري على الاستعمار ومحتوى الفوسفور في الجذور والأوراق ونشاط فوسفاتيز في الجذور والأوراق وحجم الجذر وكذلك الوزن الجاف للنبات لمجموعة متنوعة من الشعير باستخدام ثلاثة مستويات من إجهاد الجفاف بنسبة 30 و 60 و 90% من السعة الحقلية ومستويين من الفطريات الجذرية مع التلقيح وبدونه فوجد زيادة في وزن جذور النبات في حالة التكافل مع الميكوريزا حتى في ظروف الاجهاد الشديد بالإضافة إلى زيادة تركيز الفوسفور في الأوراق و الجذور عن طريق تحفيز أنزيم الفوسفاتيز بهما (bayani et al ., 2016)، و قامت (Sendek et al ., 2019) بدراسة التفاعلات بين تنوع الميكوريزا و تنوع أصناف الشعير و لوحظ استجابات متعلقة بالكتلة الحيوية للجذور و النبات لأكثر من صنف من الشعير و وجود اختلافات عديدة في حجم الجذور و السمات الفيزيولوجية ، درس تأثير الميكوريزا تحت ثلاثة مستويات من الإجهاد على عدة أصناف من الشعير و استخدام عدة أنواع من الميكوريزا، فلوحظ اختلاف نسبة استعمار الميكوريزا مع اختلاف مستويات الاجهاد كما سبب الاجهاد الشديد تراجع كبير في وزن الألف حبة و محصول الحبوب بالنسبة للنباتات غير الملقحة مقارنة مع النباتات الملقحة التي أظهرت زيادة عنها بنسبة 62 % (Jerbi et al ., 2022)، لذا قمنا بهذا البحث لبيان دور عزلات من الميكوريزا محضرة من ثلاثة مصادر (النجيل ، البصل ، الذرة) و بتركيزين للقاح في نمو و استجابة محصول الشعير الأسود في ظروف الزراعة البعلية المجهدة، وفي اتاحة عنصري البوتاسيوم والفوسفور في التربة، بالإضافة إلى معرفة أفضل نوع و تركيز من عزلات الميكوريزا يتوافق مع الشعير في تلك الظروف .

أهداف البحث:

- 1- دراسة دور بعض عزلات من الميكوريزا في نمو و استجابة الشعير الأسود لظروف الزراعة البعلية .
- 2- تحديد أفضل تركيز ونوع من اللقاح الميكوريزي في استجابة الشعير الأسود لظروف الزراعة البعلية
- 3- تأثير الميكوريزا في تيسير (الفوسفور و البوتاسيوم) وانعكاس ذلك على النبات في ظروف الزراعة البعلية

مواد وطرائق البحث :

موقع تنفيذ التجربة: تم التنفيذ في موقع بحوث الجامعة في حلب (قرية كصيص) الواقعة شرق حلب على خط طول 36.2 درجة و على خط العرض 37.4 درجة و على ارتفاع 379 م عن سطح البحر ، يبلغ معدل الهطول المطري 225 ملم ويعد مركز حميمة هو أقرب موقع لها تابع لحقول تجارب الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية .

الظروف المناخية لموقع الدراسة : يظهر الجدول (1) بعض المؤشرات المناخية لمنطقة الدراسة حيث بلغ الهطول المطري (244) ملم في موقع حميمة ولوحظ من الجدول في شهر أيار أن كمية الهطول المطري بلغت (1.5) ملم في حين كان أعلى بشهر كانون الأول (99) ملم ، يشير الجدول (1) إلى انخفاض في درجات الحرارة في شهر كانون الثاني حيث وصلت إلى (0.7 م °) هو أدنى معدل مع ارتفاع تدريجي في شهر أيار فكانت (28.9 م °).

الجدول (1): متوسط الهطول المطري و درجات الحرارة خلال موسم 2019 / 2020

الشهر	الهطول المطري	درجات الحرارة الصغرى	درجات الحرارة العظمى
تشرين الأول	10.5	6	17
تشرين الثاني	19.5	4.8	13.5
كانون الأول	99	3.7	12.2

10.5	0.7	46.5	كانون الثاني
10.9	1.8	12.5	شباط
15.7	5.5	40	آذار
17.7	6.5	14	نيسان
28.9	12	1.5	أيار

المصدر: الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية - مركز بحوث حلب (قرية حميمة)

التربة: التربة طينية متوسطة القوام ودرجة تفاعل التربة قاعدي، الكربونات الكلية جيدة وفقيرة في المحتوى من الأزوت المعدني بالمادة العضوية و الفوسفور المتاح ومتوسطة المحتوى من البوتاسيوم المتبادل والجدول (2) يبين الخواص الفيزيائية و الكيميائية للتربة.

الجدول (2): الخواص الفيزيائية و الكيميائية للتربة

عناصر كبرى			E.C 1:5 Ds/m	PH 1:2:5	O.M	القوام	التحليل الميكانيكي			CaCO ₃
K _{ppm}	P _{ppm}	N%	1.06	8.10	0.95	Clay	Sand%	Silt%	Clay%	14.8
198	9.2	0.11					22.8	31.0	46.2	

مواد العمل

الميكوريزا: حضرت عزلات الميكوريزا من ثلاث مصادر: النوع الأول: النجيل - النوع الثاني: البصل - النوع الثالث: الذرة مستويات الميكوريزا: (تركيزين) (عدد أبواغ الفطر ضمن الحجم) (2.5 مل/ل و 5 مل/ل) من كل نوع

طرائق العمل:

لقاح الميكوريزا: جهز مخبرياً لقاح الميكوريزا البادئ تبعاً ل (Andrango et al., 2016) تم جمع عينات التربة من المحيط الجذري لنبات الذرة و البصل و النجيل و فصلت عن الجذور ثم حضرت الأصص بحجم 15 سم³ الحاوية على خلطة معقمة من الرمل الخشن و التربة بنسبة 1:1 وزرعت بالبصل و النجيل و الذرة لمدة أربعة أشهر، و تم ريهها حسب الضرورة مع ابقاء التسميد بالحد الأدنى (فقط عندما تظهر علامات نقص الفوسفور والأزوت) و حضر اللقاح على شكل معلق و استخدم تركيزين (عدد أبواغ الفطر ضمن الحجم) (2.5 مل/ل , 5 مل/ل).

استخراج الأبواغ: تم استخراج الأبواغ بطريقة (INVAM,s method) (Stürmer et al., 2021) تم أخذ شريحة دائرية من تربة الاصص المزروعة (بالبصل و النجيل و الذرة) متضمنة هذه الشريحة الدائرية جذور النبات، ثم تم وضع عينة التربة في الماء في خلاط كهربائي والغرض من هذه الخطوة هو تقطيت جذور النباتات و إطلاق الأبواغ، ثم تم تمرير المادة المخلوطة بمجموعة من المناخل تصل حتى 100 ميكرو متر، جمعت المواد في المنخل السفلي في دورق 50 مل ونقلت إلى أنابيب 50 مل تحتوي على تدرج من السكرز (20 - 60 %)، ثقلت الأنابيب في جهاز طرد مركزي 5000 دورة لمدة 3-2 دقائق وبالتالي تم تعليق الأبواغ مع السكرز و الحصول على المعلق المطلوب الذي استخدم بتركيزين (2.5 مل/ل, 5 مل/ل).

تلقيح البذور بالميكوريزا: لقتحت أكياس البذار قبل الزراعة بأبواغ الفطر المعزولة بالطريقة السابقة INVAM's method (Stürmer et al., 2021) من تربة النجيل و البصل و الذرة مع استخدام جذور النباتات كلقاح حيوي والتي تحتوي على حويصلات.

الجدول (3): المعاملات المدروسة

نوع الميكوريزا	الشعير الأسود
ميكوريزا نوع أول تركيز أول	bm11
ميكوريزا نوع أول تركيز ثاني	bm12
ميكوريزا نوع ثاني تركيز أول	bm21
ميكوريزا نوع ثاني تركيز ثاني	bm22
ميكوريزا نوع ثالث تركيز أول	bm31
ميكوريزا نوع ثالث تركيز ثاني	bm32،
الشاهد بدون إضافة الميكوريزا	(bm)

المؤشرات المدروسة

تقدير نسبة الإصابة : تم اختيار 10 نباتات عشوائياً ملقحة بكل نوع من أنواع الميكوريزا و حددت 5 جذور من كل نبات من نباتات الشعير قسم الجذر الى قطع بطول 1 سم وفحصت بعد صبغها بأزرق التريبان اعداد الشرائح لفظر الميكوريزا للفحص تحت المجهر :

باتباع الخطوات التالية:(Kiheria et al.,2017)

- 1- غسلت الجذور بالماء و من ثم قطعت الى 1 سم
 - 2- تم نقعها ب محلول KOH 10 % لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة الغرفة
 - 3- غسلت الجذور بالماء مرة أخرى و وضعت في هيبو كلوريت الصوديوم 3 %
 - 4- غسلت الجذور بالماء و وضعت في محلول HCl لمدة 10 دقائق
 - 5 - وضعت بأزرق التريبان لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة الغرفة ثم فحصت بالمجهر
- النسبة المئوية للجذور المستعمرة = $\frac{\text{عدد القطع الجذرية المستعمرة}}{100} \times$

عدد القطع الجذرية المدروسة

تقدير طول النبات : تم تقدير ارتفاع الساق الرئيسية عند النضج من سطح الأرض إلى قمة السنبل.

تقدير طول الجذر : تم قياسه اعتباراً من منطقة اتصاله بالساق حتى نهاية الجذر السفلية.

تقدير طول السنبل : تم تقدير المسافة ما بين بداية السنبل حتى آخر سنبل من السنبل.

تقدير وزن النبات والجذر : تم تقدير الوزن الجاف للنبات والجذر

تقدير الفوسفور : تم تقدير الفوسفور بطريقة أولسن بجهاز spectrophotometer (FAO 2007)

تقدير البوتاسيوم : تم تقدير البوتاسيوم القابل للتبادل بواسطة مقياس اللهب (FAO 2007)

التجربة الحقلية :

زرع 21 قطعة تجريبية بأبعاد القطعة 1 × 4 م و في كل قطعة تجريبية 4 خطوط زرع كل خط ب 15 غ من بذار الشعير أي معدل بذار (10 كغ /دونم) تحت ظروف الزراعة البعلية علماً أن الظروف المطرية مجهدة في تلك المنطقة .

تصميم التجربة

صممت التجربة وفق القطع المنشقة وكانت أنواع الميكوريزا القطع الرئيسية و تراكيز الميكوريزا في القطع الفرعية باستخدام ثلاث مكررات لكل معاملة.

الجدول (4): تصميم التجربة المتبعة في العمل

شعير أسود	شاهد	bm11	bm12	bm22	bm21	bm31	bm32
شاهد	شاهد	bm12	bm11	bm21	bm22	bm31	bm32
شاهد	شاهد	bm11	bm12	bm22	bm21	bm31	bm32

التحليل الإحصائي

تم تحليل النتائج باستخدام البرنامج الإحصائي R (عنان، 2020)

النتائج والمناقشة

طول النبات يظهر الجدول (5) عدم وجود فروق معنوية بين المعاملتين (bm22 bm31) الملقحة بميكوريزا نوع ثاني تركيز ثاني والملقحة بميكوريزا نوع ثالث تركيز أول (96.55، 96.22) سم على التوالي بينما يوجد فروق معنوية بينها وبين معاملة الشاهد bc (83.55) حيث كانت المعاملة (bm22) الملقحة بالميكوريزا نوع ثاني تركيز ثاني هي الأعلى معنوياً و هي الأكثر استجابة للتلقيح بالميكوريزا لصفة طول النبات.

طول الجذر: تبين أنه لا يوجد فروق معنوية بين المعاملات (bm31، bm21، bm12، bm11) (9،9،9،9) سم وكذلك بينها وبين الشاهد (bc) (7.33) سم ، بالإضافة إلى ذلك لم يكن هناك فروق معنوية بين المعاملتين (bm22، bm32) غير أنها اختلفت معنوياً مع معاملة الشاهد وكانت الأعلى معنوياً فظهر هنا من خلال المعاملتين السابقتين التأثير الأكبر للفاح

طول السنبلة: الجدول (5) وجد فروق معنوية بين المعاملة (bm32) والتي كانت متفوقة على كافة المعاملات و ظهر تأثير الفاح فيها أكبر بالنسبة لطول السنبلة مع معاملة الشاهد bc (7.17) سم كما ووجد أنه لا يوجد فروق معنوية بين المعاملات كافة الملقحة بالأنواع الثلاثة للميكوريزا بالتركيزين

الجدول (5): متوسطات طول النبات و طول الجذر وطول السنبلة(سم) للنباتات الملقحة وغير الملقحة بأنواع مختلفة من الميكوريزا للشعير الأسود

طول السنبلة		طول الجذر		طول النبات	
المتوسط	المعاملات	المتوسط	المعاملات	المتوسط	المعاملات
9.83 ^a	bm32	11 ^a	bm32	96.55 ^a	bm22
9.17 ^{ab}	bm21	10.66 ^{ab}	bm22	96.22 ^{ab}	bm31
8.77 ^{ab}	bm12	9 ^{bc}	bm11	88 ^b ^c	bm12
8.50 ^{ab}	bm31	9 ^{bc}	bm12	83.55 ^{cd}	bc
8.33 ^{ab}	bm11	9 ^{bc}	bm21	83 ^{cd}	bm11
8.17 ^{ab}	bm22	9 ^{bc}	bm31	81 ^{cd}	bm21
7.17 ^b	Bc	7.33 ^c	bc	75.55 ^d	bm32
LSD 0.05:2.49		LSD 0.05:1.83		LSD 0.05: 8.32	

الأحرف المشتركة تشير لعدم وجود فروقات معنوية

وزن النبات: من الجدول (6) تبين وجود فروق معنوية بالنسبة للمعاملتين (bm11، bm22) (19.77، 22.30) غ بينما لا يوجد فروق بينها وبين المعاملات (bm21، bm31، bm12، bm32) (21.33، 21.40، 21.60، 22.03) غ كما وجد فروق معنوية واضحة بين المعاملات كافة للتجربة الملقحة بالأنواع الثلاثة و معاملة الشاهد لذلك ظهر هنا استجابة كافة المعاملات للتلقيح و كانت المعاملة bm22 (22.30) غ هي الأعلى معنوياً.

وزن الجذر بينت نتائج التحليل الجدول (6) أنه لا يوجد فروق معنوية بين المعاملات الملقحة بالميكوريزا بالأنواع الثلاثة بالتركيزين (bm12، bm32، bm31، bm22، bm21) (10.91، 11.18، 11.21، 11.30، 11.30) باستثناء المعاملة 10.13 bm11() غ و التي كانت الأدنى معنوياً بين المعاملات الملقحة بالميكوريزا فلم تبدي هذه المعاملة فرق معنوي مع المعاملة

bm21 (10.91) غ و معاملة الشاهد (9.98) غ (bc) ، في حين كان هناك فروق معنوية بين المعاملات الملقحة (bm12) ، bm21، bm22، bm31، bm32 (و معاملة الشاهد فظهر تأثير التلقيح واضح خاصة في المعاملة (bm12) (11.30) غ و هي الأعلى معنوياً و بالتالي كانت مقاومة النبات للجفاف أكبر

الجدول (6): متوسطات وزن النبات ووزن الجذر(غ) للنباتات الملقحة وغير الملقحة بالميكوريزا للشعير الأسود

وزن الجذر		وزن النبات	
المتوسط	المعاملات	المتوسط	المعاملات
11.30 ^a	bm12	22.30 ^a	bm22
11.30 ^a	bm32	22.03 ^{ab}	bm32
11.21 ^a	bm31	21.60 ^{ab}	bm12
11.18 ^a	bm22	21.40 ^{ab}	bm31
10.91 ^{ab}	bm21	21.33 ^{ab}	bm21
10.13 ^{bc}	bm11	19.77 ^b	bm11
9.98 ^c	Bc	16.77 ^c	Bc
LSD 0.05: : 0.85		LSD 0.05: : 2.27	

الأحرف المشتركة تشير لعدم وجود فروقات معنوية

عدد السنابل في م²: ظهر تفوق النوع الثاني للميكوريزا على باقي الأنواع في المعاملات الملقحة التي تفوقت جميعها على الشاهد و بفروق معنوية واضحة فقد كانت المعاملة bm22 (389.67) هي الأعلى معنوياً و ممثلة للاستجابة الأكبر للتلقيح و مقاومة الجفاف الجدول 7.

وزن الألف حبة: من الجدول (7) وجد أنه لا يوجد فروق معنوية بين كل معاملات التجربة الملقحة بالميكوريزا بالأنواع الثلاثة و بالتركيزين ، كما و لم يكن هناك فرق معنوي بين المعاملات (bm31، bm32، bm11) (38.35، 39.78، 40.89) غ الملقحة بالميكوريزا بالنوع الثالث و بالتركيزين و الملقحة بالنوع الأول بالتركيز الأول مع معاملة الشاهد bc (34.60) غ ، في حين كان هناك فرق معنوي بين المعاملات (bm12، bm21، bm22) (43.30، 43.85، 45.33) غ الملقحة بالميكوريزا بالنوع الأول التركيز الثاني و النوع الثاني التركيز الأول و الثاني مع معاملة الشاهد bc (34.60) غ فقد أبدت المعاملة (bm22) (45.33) غ تفوق على كل المعاملات و بالتالي ظهر أيضاً هنا تأثير التلقيح بالميكوريزا بشكل أكبر و سوف ينعكس ذلك على الغلة الحبية و استجابة النبات الجفاف تكون أكبر .

الغلة الحبية: من خلال الجدول (7) أبدت المعاملات (bm12، bm21) (2856.00، 3379.67) كغ / هكتار عدم وجود فرق معنوي بينها، و كذلك المعاملات (bm31، bm11، bm32) (2022.33، 2172.67، 2505.33) كغ / هكتار عدم وجود فرق معنوي بينها أيضاً ، في حين وجد فرق معنوي واضح بين المعاملات الملقحة بالميكوريزا للأنواع الثلاثة عن معاملة الشاهد bc (1066.67) كغ / هكتار و التي كانت الأدنى معنوياً فقد ظهر استجابة كافة معاملات التجربة بشكل بارز للتلقيح بالميكوريزا خاصة في المعاملة bm22 التي كانت الأعلى معنوياً .

الجدول (7): متوسطات عدد السنابل / م² ووزن الألف حبة(غ) والغلة الحبية للنباتات الملقحة و الغير ملقحة للشعير الأسود

الغلة الحبية (كغ / هكتار)		وزن الألف حبة		عدد السنابل / م ²	
المتوسط	المعاملات	المتوسط	المعاملات	المتوسط	المعاملات
5067 ^a	bm22	45.33 ^a	bm22	389.67 ^a	bm22
3379.67 ^b	bm21	43.85 ^a	bm21	311.67 ^b	bm21
2856.00 ^{bc}	bm12	43.30 ^a	bm12	283.67 ^c	bm12
2505.33 ^{cd}	bm32	40.89 ^{ab}	bm11	274.33 ^c	bm32

2172.67 ^d	bm11	39.78 ^{ab}	bm32	271.67 ^c	bm11
2022.33 ^d	bm31	38.35 ^{ab}	bm31	268.00 ^c	bm31
1066.67 ^e	Bc	34.60 ^b	Bc	231.67 ^d	Bc
LSD 0.05:: 636.55		LSD 0.05: 7.49		LSD 0.05: 19.66	

الأحرف المشتركة تشير لعدم وجود فروقات معنوية

الفوسفور: أظهرت نتائج التحليل جدول (8) بالنسبة لعنصر الفوسفور عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات (bm12، bm22) والملقحة الثاني (33.87، 35.73) وكذلك بين المعاملات (bm21، bm12) (31.40، 33.87) و بين المعاملات (bm11، bm32) ، (bm31) (27.33، 26.47، 24.00) بالتركيزين و النوع الأول بالتركيز 1 ، و لكن وجد فرقاً معنوياً بين المعاملتين (bm21، bm22) (26.47، 27.33) بالإضافة إلى وجود فرق معنوي واضح بين المعاملتين (bm11، bm12) (26.47، 33.87) و بالتالي ظهر تأثير تركيز اللقاح هنا على المعاملات ، في حين كان هناك فروق معنوية بين معاملات التجربة مع معاملة الشاهد (12.79)bc و خاصة المعاملة bm22 (35.73) و هي الأعلى معنوياً و التي ظهر فيها تأثير اللقاح الأكبر من خلال دور الميكوريزا في إتاحة العناصر الغذائية و زيادة مقاومة النبات للجفاف.

البوتاسيوم: من نتائج الجدول (8) لعنصر البوتاسيوم وجد أن لا يوجد فروق معنوية بين معاملات التجربة كافة الملقحة ، باستثناء المعاملة (bm11) (537.17) و التي كانت الأدنى معنوياً بين المعاملات الملقحة بالميكوريزا ، في حين كان هناك فروق معنوية بين معاملات التجربة كافة الملقحة بالميكوريزا مع معاملة الشاهد (233.24)bc و كانت المعاملة bm32 (692.49) هي الأعلى معنوياً و بالتالي ظهر تأثير لقاح الميكوريزا في كافة المعاملات الملقحة و انعكس ذلك على مقاومة النبات للجفاف من خلال تيسير العناصر الغذائية وخاصة في المعاملة bm32 (692.49) .

الجدول (8) تركيز عنصري الفوسفور (مغ /p كغ تربة) و البوتاسيوم مغ / كغ في التربة للشعير الأسود

البوتاسيوم		الفوسفور	
المتوسط	المعاملات	المتوسط	المعاملات
692.49 ^a	bm32	35.73 ^a	bm22
655.25 ^a	bm22	33.87 ^{ab}	bm12
647.61 ^a	bm31	31.40 ^{bc}	bm21
638.99 ^a	bm12	27.33 ^{cd}	bm32
634.44 ^a	bm21	26.47 ^d	bm11
537.17 ^b	bm11	24.00 ^d	bm31
233.24 ^c	bc	12.79 ^e	Bc
LSD 0.05:56.001		LSD 0.05: 4.08	

الأحرف المشتركة تشير لعدم وجود فروقات معنوية

نسبة الإصابة بفطر الميكوريزا خلال مراحل نمو النبات : من الجدول (9) لمرحلة النمو الخضري تبين وجود فروق معنوية بين المعاملات (bm12، bm22) (67.4، 72.36) و قد تفوق النوع الثاني، و بين المعاملات (bm11، bm21) (61.83، 71.1) و تفوق النوع الثاني ، وكذلك بين المعاملات (bm11، bm12) (61.83، 67.4) الملقحة بالميكوريزا النوع الأول و تفوق التركيز الثاني ، و بين المعاملات (bm31، bm32) (59.56 64.53) الملقحة بالميكوريزا النوع الثالث و تفوق التركيز الثاني ، و بين المعاملات (bm32، bm22) (64.53، 72.36) و تفوق النوع الثاني على الثالث و كان الأعلى معنوياً ، في حين لم يكن هناك فروق معنوية بين المعاملات (bm21، bm22) و بين المعاملات (bm31، bm11) (59.56 61.83) .

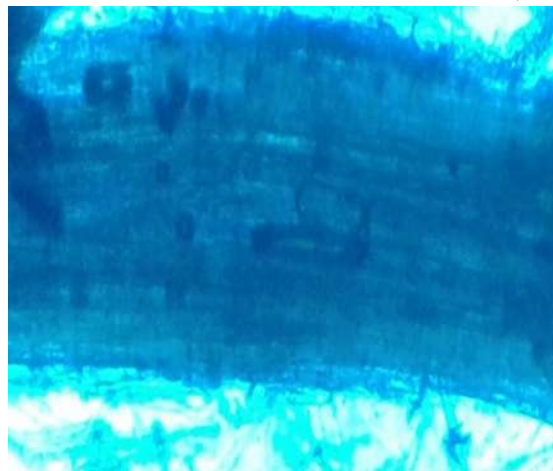
بينت نتائج التحليل الإحصائي لنسبة الإصابة مرحلة النمو التكاثري الجدول (9) أن هناك فروق معنوية بين المعاملات (bm22، bm12) (76.46، 75.2) الملقحة و تفوق النوع الثاني و كان الأعلى معنوياً، و بين المعاملات (bm11، bm21)

و قد تفوق النوع الثاني، و كذلك يوجد بين المعاملات (bm11،bm12) (67.93،75.2) و تفوق التركيز الثاني، وبين المعاملات (bm31،bm21) (66.66،75.2) و تفوق النوع الثاني، وكذلك بين المعاملات (bm32،bm22) (68.96،76.46) و تفوق النوع الثاني في حين لم يكن هناك فروق معنوية بين المعاملات (bm21،bm22) (75.2،76.46) و بين المعاملات (bm31،bm32) (68.96،66.66). وأظهرت النتائج من الجدول (11) لنسبة الإصابة مرحلة النضج أنه يوجد فروق معنوية بين المعاملات (bm21،bm22) (81.50، 85.76) الملقحة بالميكوريزا النوع الثاني و تفوق التركيز الثاني و كان الأعلى معنوياً، وبين المعاملات (bm11،bm12) (77.50،72.8) الملقحة بالميكوريزا النوع الأول و تفوق التركيز الثاني، و كذلك وجد فروق بين المعاملات (bm31،bm32) (76.40، 69.76) و تفوق التركيز الثاني في حين كان التركيز الأول هو الأدنى معنوياً، بينما لم يكن هناك فروق معنوية بين المعاملات (bm32،bm12) (76.40،77.50)

الجدول (9): نسبة الإصابة (%) بفطر الميكوريزا خلال مراحل نمو النبات للشعير الأسود

النضج		التكاثري		الخضري	
المتوسط	المعاملات	المتوسط	المعاملات	المتوسط	المعاملات
85.76 ^a	bm22	76.46 ^a	bm22	72.36 ^a	bm22
81.50 ^b	bm21	75.2 ^a	bm21	71.1 ^a	bm21
77.50 ^c	bm12	71.5 ^b	bm12	67.4 ^b	bm12
76.40 ^c	bm32	68.96 ^{bc}	bm32	64.53 ^{bc}	bm32
72.83 ^d	bm11	67.93 ^c	bm11	61.83 ^{cd}	bm11
69.76 ^e	bm31	66.66 ^c	bm31	59.56 ^d	bm31
LSD=2.87		LSD=2.96		LSD=3.63	

الأحرف المشتركة تشير لعدم وجود فروقات معنوية



الشكل (1): يبين صورة لجذر نبات الشعير الملقح بالميكوريزا تحت المجهر

يعزى تحسن نمو النبات (طوله ووزنه) في ظل ظروف الزراعة البعلية عند النباتات الملقحة بالميكوريزا إلى زيادة امتصاص الماء بشكل أكبر فيتم تعويض الماء المفقود من النتح والحفاظ على حالة امتلاء داخل خلايا الساق واستطالتها فيزياد طول السلاميات و ثم الساق النهائي، و هذا ما يتفق مع نتائج (Pons et al., 2019)، كما وان للميكوريزا دور كبير في نمو الجذور واستطالتها خلال الجفاف من خلال شبكه الخيوط الفطرية التي يشكلها الفطر مع الجذر (و ينعكس ذلك على امتصاص العناصر الغذائية و الماء و تحسن نمو النبات خلال الجفاف وهذا ما يتفق مع نتائج (Al-Karaki, 2008) (لحام وآخرون،

(2016)

وللميكوريزا دور كبير في الحفاظ على عملية التمثيل الضوئي خلال الجفاف (Yang et al., 2014) حيث تتم عملية التمثيل الضوئي عن طريق السفا وتؤدي لزيادة عدد الحبوب ووزنها وبتزايده طول السنبله يزداد صافي التمثيل الضوئي وبالتالي للسنبله دور كبير في تحمل الجفاف و هذا يتفق مع (Chandrasekaran et al., 2014) (Mathur et al., 2019) إن التعرض للجفاف في مرحلة الاستطالة للنبات يؤدي لتراجع كبير في عدد السنابل في وحدة المساحة بسبب خفض جاهزية المواد الغذائية خلال مرحلة نشوء و تطور بادئات الاشطاء مما يؤدي الى زيادة المنافسة على هذه المواد وبالتالي انخفاض عدد الاشطاء الحاملة للسنابل (المحاسنة 2012). كما أن الجفاف المصحوب بارتفاع درجات الحرارة يقلل من عدد السنابل في م² و يسرع عملية شيخوخة الأفرع مما يسبب في انخفاض إنتاجية الحبوب (عولمي ، 2010 و Moshatatia et al 2017) ، وللميكوريزا دور كبير في إتاحة العناصر الغذائية مما يعكس على زيادة عدد السنابل ووزن الألف الحبة و بالتالي زيادة الإنتاجية و هذا ما يتفق مع نتائج (Bayani et al., 2016) (Khalvati et al 2010) أما بالنسبة لفوسفور التربة فالميكوريزا لها دور كبير في إتاحتها للنبات من خلال إفرازها بعض الأحماض في التربة (Roy-Bolduc and Hijri 2010) (Shen et al., 2006) وينعكس ذلك على النبات لما له دور في العمليان لأبضية والفسولوجية بالإضافة إلى دوره في انقسام الخلايا و تميز ونمو الجذور و بالتالي انعكاس ذلك على تحسين امتصاص الماء و زيادة قدرة النبات على تحمل الجفاف وهذا ما يتفق مع نتائج (Kikuchi et al., 2016) . يلعب البوتاسيوم الذي له دوراً كبيراً في إغلاق الخلايا الحارسة وتقليل من النتح و بالتالي مقاومة الجفاف و هذا ما يتفق مع (Garcia and Zimmermann, 2014)

الإستنتاجات

- 1- أخذ نوع الميكوريزا المأخوذة من تربة البصل المكانة الأفضل من الميكوريزا المأخوذة من بقية المصادر (النجيل، الذرة). وهي الأكثر توافقاً مع النبات فهي استطاعت أن تحقق أعلى نسبة استعمار على جذور النبات بالتركيزين الأول والثاني.
- 2- عملت الميكوريزا المأخوذة من تربة البصل الدور الأهم في تحسين نمو الشعير الأسود من خلال التأثير في مؤشرات النمو (طول النبات ، وزن النبات، الغلة الحبية، عدد السنابل ووزن الألفة حبة) الذي انعكس بدوره على إنتاجية النبات
- 3- ساهمت الميكوريزا المأخوذة من تربة البصل في زيادة إتاحة العناصر الغذائية مثل عنصر الفوسفور الذي أدى إلى تحسين نمو النبات وزيادة إنتاجيته.
- 4- لعب التركيز دوراً هاماً في فعالية الميكوريزا فكان التركيز الثاني هو الأكثر فعالية من التركيز الأول عند الميكوريزا المأخوذة من تربة البصل.
- 5- أثرت الميكوريزا المأخوذة من الذرة بشكل جيد في تحسين نمو الجذر فكانت الأفضل في تحسين نمو النبات وزيادة استجابته في ظروف الزراعة البعلية .

التوصيات

- 1- نوصي بمعاملة الشعير الأسود بالميكوريزا المأخوذة من تربة البصل كونها تحسن من نمو الشعير الأسود و إنتاجيته في ظروف الزراعة البعلية .
- 2- دراسة تأثير أنواع الميكوريزا المختبرة على أنواع أخرى من النباتات ذات القيمة الاقتصادية الهامة.

المراجع:

- المحاسنة ، حسين (2012) . تقييم أداء أصناف من القمح لتحمل إجهاد نقص الماء في ظروف مدينة دمشق . مجلة جامعة دمشق ، سورية للعلوم الزراعية (28) 2 :141-127.
- خيارى مريم و مقلاني خولة (2016). ميكانيزمات التأقلم مع الجفاف عند القمح الصلب دراسة معايير مورفولوجية وبيوكيميائية، رسالة ماجستير. كلية علوم الطبيعة و الحياه، جامعة الأخوة منتوري قسنطينة، الجزائر 27 صفحة
- درويش محمد مجد و حبيب نبيل جميل(2018). تأثير الإجهاد الحلولي المحدث باستخدام مركب المانيتول في سلالات من الشعير (*Hordeum vulgare L.*) وأصناف من القمح القاسي (*Triticum durum L.*) عند مرحلة الإنبات. المجلة السورية للبحوث الزراعية.6(1):181-191.
- عنان، محمد طاهر (2020). برامج احصائية متقدمة، منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب، حلب، سورية.
- عولمي، ع. (2010) المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum Desf.*). بحث مقدم لنيل درجة الماجستير، كلية العلوم، جامعة فرحات عباس، قسم البيولوجيا، سطيف، الجزائر.
- فروود ناظم علي واياح حسين علي المعيني (2014). تأثير الإجهاد المائي في صفات الحاصل و مكوناته لمحصول الحنطة (*Triticum aestivum.L*).مجلة الفرات للعلوم الزراعية .6(1):116-125.
- لحام غسان و زينت تدبير وريم المنصور و رزان النجار ورياض بليش ومحمد علي وسعود شهاب وثامر الحنيش (2016).قيم بعض المعايير المورفوفيزيولوجية في تحمل طرز من القمح للإجهاد الحلولي باستخدام بولي الايثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀).المجلة السورية للعلوم الزراعية.3(2).
- ولدمارة وفاء و بريشن ايمان (2014) . بحث معايير مورفوفيزيولوجية و بيوكيميائية لأربعة أصناف من القمح الصلب (*Triticum durum Desf*) النامية في ظل الإجهاد المائي ، رسالة ماجستير. كلية علوم الطبيعة و الحياه، جامعة الأخوة منتوري قسنطينة، الجزائر .12 صفحة.
- Ahanger, M . A; S. Tyagi; M .R.Wani; and P .Ahmad. (2014). “Drought tolerance: role of organic osmolytes, growth regulators, and mineral nutrients,” in Physiological mechanisms and adaptation strategies
- Al-Karaki ,G (2006) Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. *Sci Hortic* 109:1–7.
- Al-Karaki, G; B .McMichael, and J .Zak (2004) Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. *Mycorrhiza* 14:263–269
- Al-Karaki,G; R. B. Clark(2008). Varied rates of mycorrhizal inoculum on growth and nutrient acquisition by barley grown with drought stress. *Journal of Plant Nutrition* .22, Pages 1775-1784.
- Andrango ,C; M. Cueva ; W. Viera and J . Duchicela (2016). evaluation of method to estimate mycorrhizal inoculum potential in field soil . *Revista ciencia* .18,3, 329-352
- Bagheri,V; M. Shamshirani; H.Shirani and Roosta.H (2012).Nutrient Uptake and distribution in mycorrhizal pistachio seedling under drought stress .*J.Agric.Sci.Technol*.14,1591-1604.
- Bayani ,R ;A.Saatey I and E.Faghani(2016).some Root Traits of Barley (*Hordeum vulgare*)as Affected by Mycorrhizal Symbiosis under Drought Stress .*Crop Production and Processing* .6(19):125-135.
- Bonfante, P; A. Genre(2010). Mechanisms underlying beneficial plant-fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nature Communications*. 1:48.

- Bowles, T; M.. Barrios-Masias, F. H., Carlisle and E. A., Cavagnaro, T. R., and Jackson, L. E (2016). Effects of arbuscular mycorrhizae on tomato yield, nutrient uptake, water relations, and soil carbon dynamics under deficit irrigation in field conditions. *Sci. Total Environ.* 566, 1223–1234.
- Chandrasekaran, M; B. Sonia; S .Hu; S. H. Oh; and T .Sa, (2014): A meta-analysis of arbuscular mycorrhizal effects on plants grown under salt stress. *Mycorrhiza* 24, 611–625
- Chen, S; H. Zhao; C .Zou, Y .Li Y; Y .Chen, Z .Wang, Y .Jiang, A .Liu, P .Zhao, M. Wang and GJ . Ahammed (2017) Combined Inoculation with Multiple Arbuscular Mycorrhizal Fungi Improves Growth, Nutrient Uptake and Photosynthesis in Cucumber Seedlings. *Front Microbiol* 8:2516
- FAO 2007. Methods of analysis for soil and arid and semi arid regions .Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome .
- Farooq, M; A. Wahid ; N. Kobayashi; D. Fujita and Barsa SMA (2009) Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agron Sustain Deve* 29:185–212.
- Grant, C; S. Bittman, ; M. Montreal; C. Plenchette and C. Morel (2015). Soil and fertilizer phosphorus: Effects on plant P supply and mycorrhizal development. *Journal of Plant Science* 182-293.
- Hameed A; Wu Q S; Abd-Allah. E F; Hashem A; Kumar A; Lone H A and Ahmad P (2014) Role of AM fungi in alleviating drought stress in plants. In: Miransari M (ed) Use of microbes for the alleviation of soil stresses: Volume 2: Alleviation of Soil Stress by PGPR and Mycorrhizal Fungi. Springer-Verlag, New York, USA, pp 55–76
- Jerbi ,M .; L . Sonia , L . Frédéric ; T. Benoit ; B. Faysal and H. Anissa Lounès (2022). Mycorrhizal biofertilization improves grain yield and quality of hulless Barley (*Hordeum vulgare* ssp. nudum L.) under water stress conditions. *Journal of Cereal Science* . Volume 104, 103-436.
- Kamalib (2017). The impact of terminal heat stress on yield and heat tolerance of bread wheat. *International J. of Plant Production*, 11(4): 549-560.
- Khalvati,M; B. Bernadett; D. Arthur and S. Peter(2010). Arbuscular mycorrhizal association is beneficial for growth and detoxification of xenobiotics of barley under drought stress. *Journal of soil and sediments* 10, pages 54–64.
- Kiheria, H; J. Heinonsalo; and S. Timonena (2017). Staining and microscopy of Mycorrhizal fungal colonization in preserved ericoid plant roots. *Journal of Berry Research*. 7: 231–237.
- Kikuchi, Y; Hijikata, N; Ohtomo, R; Handa, Y; Kawaguchi, M; Saito, K; et al (2016). Aquaporin-mediated long-distance polyphosphate translocation directed towards the host in arbuscular mycorrhizal symbiosis: application of virus-induced gene silencing. *New Phytol.* 211, 1202–1208
- Marulanda, A; R .Azcón and JM. Ruiz-Lozano (2003). Contribution of six arbuscular mycorrhizal fungal isolates to water uptake by *Lactuca sativa* plants under drought stress. *Physiologia Plantarum*;119:526-533
- Mathur, S; Tomar, R. S; and Jajoo, A (2019). Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) protects photosynthetic apparatus of wheat under drought stress. *Photosyn. Res.* 139, 227–238
- Moshata, A; S.Siadata,; K..Alami-Saeida,; , A. Bakhshandeha., and M. Jalal-New York, NY: Springer. 25–55
- Ngumbi ,E; and J. Kloepper(2014). Bacterial mediated drought tolerance: Current and future prospects. . *Applied Soil Ecology.*105:109-125.

- Pons, C ; C. Ann; S. Rabea; M. Caroline (2020). Effects of drought and mycorrhiza on wheat and aphid infestation. *Ecology and Evolution*.;10:10481–104.
- Rodriguez, R. J; J. Henson; E. Van Volkenburgh; M. Hoy; L. Wright ; F. Beckwith (2008). Stress tolerance in plants via habitat-adapted symbiosis. *Int. Soc. Microb. . Ecol.* 2, 404–416
- Salam, E. A., Alatar, A., and El-Sheikh, M. A. (2017). Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi alleviates harmful effects of drought stress on damask rose. *Saudi J. Biol. Sci.* 25 (8), 1772–1780.
- Roy-Bolduc, A; M. Hijri, (2010). The Use of Mycorrhizae to Enhance Phosphorus Uptake: A Way Out The Phosphorus Crisis. *Biofertilizers & Biopesticides*.2(1).
- Salam, E; A. Alatar ;A. El-Sheikh, M. A. (2017). Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi alleviates harmful effects of drought stress on damask rose. *Saudi J. Biol. Sci.* 25 (8), 1772–1780.
- Sendek , A ; K. Canan ; W. Cameron ; D. Jara ; d. Gabriela; V.Heijden; A. Ahmad ; L. Alfred ; C. Antonis ;K. Stefan ; G. Lorena and E. Nico (2019). Drought modulates interactions between arbuscular mycorrhizal fungal diversity and barley genotype diversity. *nature*. 9:9650
- Shen, H; P .Christie; X.Li, (2006). Uptake of zinc, cadmium and phosphorus by arbuscular mycorrhizal maize (*Zea mays*, L.) from a low available phosphorus calcareous soil spiked with zinc and cadmium. *Environ. Geochem. Health* 28, 111.
- Stürmer, S. L; J. D. Bever; P. A. Schultz & S. P .Bentivenga(2021). Celebrating INVAM: 35 years of the largest living culture collection of arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*, 1:117-126.
- Talaat, N. B; B. T. Shawky (2014). Protective effects of arbuscular mycorrhizal fungi on wheat (*Triticum aestivum* L.) plants exposed to salinity. *Environ. Exp. Bot.* 98, 20–31.
- Thirkell, T. J; M. D .Charters; A. J .Elliott; S. M .Sait & Field, K. J (2017). Are mycorrhizal fungi our sustainable saviours Considerations for achieving food security. *Journal of Ecology*, 105, 921–929.
- Yang, Y; M. Tang; R .Sulpice; H .Chen; S. Tian and Y. Ban. (2014). Arbuscular mycorrhizal fungi alter fractal dimension characteristics of *Robinia pseudoacacia*, L. seedlings through regulating plant growth, leaf water status, photosynthesis, and nutrient concentration under drought stress. *J. Plant Growth Regul.* 33, 612–625.
- Zhu, X. C; F. B. Song and , H. W. Xu (2010a). Arbuscular mycorrhizae improve low temperature stress in maize via alterations in host water status and nitrogen use efficiency in wheat grown. *Mycorrhiza*. 26, 133–140.

The Role of Isolates of Mycorrhizal Fungi in the Tolerance of Black Barley to Rain-Fed Conditions

May Ayyash^{(1)*}, Hassan Kaur⁽¹⁾, Abdul Mohsen Al-Sayed Omar⁽²⁾ and Yasser Al Salama⁽³⁾

(1). Dept. of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, University of Aleppo, Aleppo, Syria.

(2). Dept. of Field Crops, Faculty of Agriculture, University of Aleppo, Aleppo, Syria.

(3). Dept. of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Al Furat University, Der Ezzor, Syria.

(*Corresponding author: Mai Alayash E-Mail: maiayash1980@gmail.com)

Received: 25/06/2022

Accepted: 16/10/2022

Abstract

The research was carried out at Kuskeis Research Station during the agricultural season 2019/2020, to show the effect of isolates of mycorrhizae on the growth of the black barley crop under rain-fed conditions. turf, onion, corn) and my mycorrhizal concentration was (2.5 ml, 5 ml) in addition to the control, By studying the growth indicators, it was found that the treatment (bm22) mycorrhizae type II, the second concentration, was superior among the treatments with respect to plant height, and the treatment (bm32) mycorrhizal type III, the second concentration, with respect to root length and spike length, and the results showed for plant weight and root weight the superiority of treatment (bm22). Mycorrhiza type II concentration II plant weight, And the treatment (bm12) mycorrhiza the first type, the second concentration for the weight of the root, and the superiority of the treatments of (bm22) the second type, the second concentration, in the weight of a thousand grains, the number of spikes in m² and grain yield, as well as in the availability of phosphorous in the soil, As for potassium in soil, the treatment (bm32) of the third type outperformed the second concentration in its availability, and the superiority of treatment (bm22) in the rate of mycorrhizal infection in all stages of plant growth, this treatment was the best in the rate of infection and response to the vaccine and the reflection of that On the availability of phosphorous and plant growth by improving its productivity in rain-fed conditions

Key words: drought, barley, mycorrhiza, (Arbuscular Mycorrhiza fungi) AMF