Journal homepage
www.ajas.uoanbar.edu.iq
Anbar Journal of Agricultural Sciences
(University of Anbar – College of Agriculture)

استخدام المولیبدنم لتحسین بعض الصفات التشریحیة وتخفیف ضرر الجفاف المستحث بالبولي أثلین کلایکول-6000 لبادرات نبات الماش (Vigna radiate L.)

هیثم مخلص سعد العبیدي، موسى اسماعیل، أثیر هاشم عبد المجید و محمد حمدان عیدان سرور*
جامعة الأنبار–کلیة الزراعة

***المراسلة الى:** أ.م.د. محمد حمدان عیدان سرور، المحاصیل الحقلیة، جامعة الانبار، الرمادي– العراق.

البرید الالکتروني: ag.mohammed.hamdan@uoanbar.edu.iq

Article info

Received: 01-09-2020
Accepted: 06-02-2021
Published: 30-06-2021

DOI -Crossref:
10.32649/ajas/2021/1913149

Cite as:
Ubaidy, H. A., Ismail, M., Abdulmajeed, A.H. and Al-Issawi, M. H. (2021). Using of Molybdenum to improve some of anatomical characteristics and mitigation induced drought damage by PEG-6000 in mung bean seedlings (Vignaradiate L.). Anbar Journal of Agricultural Sciences،19(1): 31–49.

الخلاصة

نفذت تجربة مختبرية في مختبر تكنلوجيا البذور التابع لقسم المحاصيل الحقلية/كلية الزراعة/جامعة الأنبار لدراسة تأثير المولیبدنم في تنشيط بذور الماش (الصنف المحلي) على الإنبات والنمو تحت تأثير الجفاف المستحث بواسطة PEG–6000، جرى تنشيط البذور بأربعة تراكيز من محلول المولیبدنم وهي: 0، 15، 30، 40 ملغمMo لتر$^{-1}$ وأستخدم مركب PEG–6000 لإحداث أربعة شدود هي: 0، –0.4، –0.8، –1.2 بار في سط الإنبات. أستخدم في هذه التجربة تصميم RCBD وبأربع مكررات لكل معاملة.تلخصت أهم النتائج بأن إضافة المولیبدنم بتركيز 45 ملغم Mo لتر$^{-1}$ قد حسّن من صفة طول الرويشة إذ بلغت5.41 سم، صفة أبعاد خشب الجذر إذ بلغت 3.5 مايكروميتر$^{-2}$، صفة أبعاد بشرة الرويشة إذ بلغت 2.5 مايكروميتر$^{-2}$، أبعاد خشب الرويشية إذ بغلت 3.5 مايكروميتر$^{-2}$. فيما حسّنت إضافة المولیبدنم بالتركيز 15 ملغم Mo لتر$^{-1}$ من صفة طول الجذير التي بلغت6.47 سم، صفة أبعاد البشرة في الجذر التي بلغت 5 مايكروميتر$^{-2}$، صفة أبعاد الخشب في الجذر التي بلغت 3.5 مايكروميتر–2، صفة أبعاد اللحاء في الرويشة التي بلغت 3.5 مايكروميتر$^{-2}$.نستنتج من هذه الدراسة أن زيادة الشد الرطوبي سبّب خفض الأداء المختبري للمحصول عموما، في حين حسّنت إضافة المولبيدنم بطريقة التنشيط من أدائه عن طريق تحسين بعض صفات النمو، ويمكن التوصية باستخدام المولیبدنم بتراكيز أخرى لتحسين النمو في المحاصيل المختلفة.

كلمات مفتاحية: المولیبدنم، الشد الرطوبي، بولي أثلين كلايكول-6000، تنشيط البذور.

USING OF MOLYBDENUM TO IMPROVE SOME OF ANATOMICAL CHARACTERISTICS AND MITIGATION INDUCED DROUGHT DAMAGE BY PEG-6000 IN MUNG BEAN SEEDLINGS (VIGNARADIATE L.)

H. M. Al-Ubaidy, M. Ismail, A. H. Abdulmajeed and M. H. Al-Issawi*

University of Anbar - College of Agriculture

***Correspondence to**: Assit.Prof. Dr Mohammed Al-Issawi, Dept of Field Crops Sciences
E-mail: ag.mohammed.hamdan@uoanbar.edu.iq

Abstract

A laboratory experiment was carried out in seed technology lab in department of field crop sciences/ College of Agriculture-University of Anbar in order to study effect of molybdenum in priming mung bean seeds (cv Local) under effect of induced drought by using PEG-6000. Four Mo concentrations were used 0, 15, 30, 45 mg L^{-1} while PEG-6000 was also used to get water stress of 0, -0.4, -0.8, -1.2 bar in medium of seed germination. The experiment was laid out RCBD with four replications for each treatments. The important results of the study showed that Mo application with concentration of 45 mg L^{-1} improved germination and growth of mung bean characteristics including plumule length (5.41 cm) and xylem dimensions in radical (2 mm^2), Plumule epidermis (2.5 mm^2) and xylem in plumule (3.5 mm^2). However, the application of 15 mg L^{-1} improved radical length (6.47 cm), Radical epidermis (5 mm^2), radical xylem dimensions (3.5 mm^2) and phloem in plumule (3.5 mm^2). It can be concluded from this study that the increase in water stress led to reduction in lab performance of germination and growth of mung bean seedlings, while the application of Mo enhanced it through the activation of some growth characteristics therefore it can be recommended using Mo in order to support growth and production of different crops.

Keywords: Molybdenum, water stress, PEG-6000, seed priming

المقدمة

يعد نبات الماش(Mung bean (Vigna radiat L أحد أهم المحاصيل الصيفية العائدة للعائلة البقولية Fabaceae. ويمتاز بقصر دورة حياته (70–90) يوما(1). يعد الماش محصولا أساسيا في معظم الدول التي تنتجهولاسيما في الدول النامية في أفريقيا وأمريكا اللاتينية وآسيا ومنها العراق، إذ يُزرع في أغلب مدنه بمساحة تقدر 88–92 ألف هكتار سنويا (33)، تستخدم بذوره مصدرا رخيصا للبروتين الغني بالحامض الأميني اللايسين Lysine وتتراوح نسبته بين19–29% وهو غني بالكاربوهيدرات والفيتامينات والحديد والزنك والكالسيوم وهو يحتوي على مركبات Iso–flavoinds المضادة للأكسدة وللأمراض السرطانية والمايكروبية وبادراته غنية بفيتامينC، كما يسهم الماش في القضاء على فقر الدم anemia. يستخدم طحين بذوره في صناعة الخبز والحلويات في آسيا بنسبة 66%، وتستخدم بقايا النباتات كعلف للحيوانات (4) وكذلك يمكن إدخاله في الدورات

الزراعية وزراعته بالتعاقب مع محاصيل الحبوب فضلا عن دوره في تثبيت النتروجين وتحسين خصوبة التربة (33).

يعاني العراق والوطن العربي من الجفاف ونقص في موارد المياه العذبة نتيجة التغيرات المناخية كظاهرة الاحتباس الحراري والتصحر وانحسار الأراضي الزراعية بسبب تدمير الغابات وتعرية التربة وفقدان الأراضي الزراعية لخصوبتها. ويقع العراق ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم ويواجه موجات من الجفاف بسبب ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض حاد في نسبة تساقط الأمطار وانحسار في مناسيب نهري دجلة والفرات نتيجة بناء السدود على منبعيهما مثل سد GAP على نهر دجلة وسد أليسو على نهر الفرات الذي سيقلل كمية الماء الواردة منها من 68.54 مليارم3 عام 2009 إلى 17.61 مليار م3 عام 2025 التي ستؤدي إلى انحسار في الأراضي الزراعية تقدر بقرابة 62.500 ألف هكتار، يعد الإجهاد المائي أحد أهم العوامل الرئيسة اللاحيوية التي تؤثر في نمو النباتات في المناطق الجافة وشبه الجافة، فهو يحدد النمو والانتاج في أنحاء العالمكافة التي تسبب خسائر زراعية كبيرة (20). ويؤدي الإجهاد المائي إلى التأثير سلبا في مؤشرات النمو الخضرية من خلال تحفيز إنتاج الجذور الحرة Free radicals ذات التأثير المؤكسد لخلايا النبات مما يفاقم التأثير السلبي في مؤشرات النمو(17). وقد وجد أن المولبيدنم Mo)) مكون أساسي في العديد من الإنزيمات والتي تسمى Molybdoenzymes المهمة لتنظيم تغذية المحصول بعنصر النتروجين، ففي المحاصيل الغير بقولية ينظم تحويل تحويل النترات إلى بروتينات بواسطة أنزيم Nitrate reductase، أما المحاصيل البقولية فهي بحاجة إلى أنزيم Nitrogenaseوالذي تستخدمه بكتريا العقد الجذرية لتثبيت النتروجين الجوي وبالتالي فأن حاجة النباتات البقولية لعنصر الموليبدنم أكثر من حاجة النباتات الأخرى، كذلك يدخل في تركيب أنزيم Xanthine dehydrogenase وأنزيم Sulphite oxidase ، كما أنه ضروري لتكوين حامض الأسكوربيك الذي يعمل على حماية الكلوربلاستيدات من أي تغير في تركيبها، كما ويعتقد أن للموليبدنم دور في تمثيل الفسفور داخل النبات، كذلك يعمل الموليبدنم على تنشيط التركيب الضوئي أضافة لدوره في حماية أغشية الخلايا عن طريق تنشيط مضادات الأكسدة الإنزيمية لمواجهة الشدود البيئية المختلفة، وله دور أساسي فضلا عن وظائفه وأهميته غير المباشرة وغير التخصصية في أيض النبات. وكذلك يؤدي إلى زيادة العقد الجذرية ووظيفتها وصفات النمو 30) و12).

تعتمد دراسة تأثير الجفاف في النبات على تعريض النبات إلى بيئات ذات رطوبة منخفضة نسبيا أو بتعريض بذور أو جذور النبات إلى بيئة ذات جهد مائي منخفض، ويتم ذلك إمامن خلال التحكم في كمية ماء الري، أو في عدد مرات الري، أو باستخدام بعض المركبات العضوية لتخفيض جهد ماء التربة، ومن المركبات المانيتول mannitol أو بولي أثلين كلايكول PEG وذلك من خلال مسك جزيئات الماء في الوسط، وبالتالي يؤدي إلى حدوث فرق في الجهد الأزموزي بين تركيز المحلول المائي داخل خلايا النبات و وسط الأنبات (24) إذ يسبب ذلك عدم إتاحة الماء الضروري لنمو واستطالة الخلايا النباتية مؤديا بذلك للحد من نمو النبات من خلال خفض الجهد المائي للوسط وبشكل مشابه لجفاف التربة في الحقل، ولذا فإن النبات لن تكون له القدرة على الأستمرار

بعملية أمتصاص الماء (4) وقد أشار(21) إلى الآلية الفسيولوجية التي تفسر ذلك على المستوى الأيضي الخلوي وهو أن مركب PEG–6000 له وزن جزيئي عالي وبالتالي لايمكنه الدخول من خلال ثقوب الخلايا النباتية، ويعد أفضل من المواد الأخرى المستخدمة كالمانيتول لكونه لايدخل إلى الخلايا ولايسبب آثارا سمية لها(32) فضلا عن كونها مركبات لاتمثل جذورا حرة،ولاتدخل عبر غلاف البذرة، وتبقي الجهد الأزموزي للوسط ثابتا لمدة طويلة (31). وبناءً على ماتقدم جاءت هذه الدراسة لتسليط الضوءعلى دور عنصر المولبيدنم في تعزيز النمو والدور الدفاعي لنبات الماش تحت تأثير الإجهاد المائي المستحث باستخدام البولي أثلين كلايكول – 6000 علاوة على بعض الصفات التشريحية للنبات.

المواد وطرائق العمل

أجريت تجربة مختبرية في مختبر تكنلوجيا البذور التابع لقسم المحاصيل الحقلية/كلية الزراعة/جامعة الأنبار لدراسة تأثير المولبيدنيم في تنشيط بذور الماش (الصنف المحلي) للإنبات تحت تأثير الجفاف المستحث بواسطة PEG_{6000}، بتاريخ 2019/3/31 وتضمنت التجربة عاملين:

العامل الأول– تنشيط بذور الماش (الصنف المحلي) بأربعة تراكيز من محلول المولبيدنم وهي 0، 15، 30، 45 ملغم لتر $^{-1}$.

العامل الثاني– المعاملة بالبولي أثلين كلايكول –6000 بأربعة شدود هي: 0، –0,4، –0,8، –1,2 بار وتم حساب الشدود من خلال المعادلة الآتية (19):

$$Waterpotential(barindex)=-(1.18*10^{-2})C-(1.18*10^{-4})C^2+(2.67*10^{-4})CT+(8.39*10^{-7})C^2T$$

إذ إن:

C=تركيز PEG(غرام لتر $^{-1}$)

T=درجة الحراة(درجة مئوية)

وطُبقت المعادلة وتبين أنه للحصول على الشدود 0، –4,0، –0,8، –2,1 بار بإذابة 0، 38.60 ،62.65، 81,55 غم من البولي اثلين كلايكول في 1 لتر من الماء المقطر مع التحريك المستمر لحين ضمان الذوبان الكامل وتجانس المحلول المحضر بشكل جيد، عند درجة حرارة 20 درجة مئوية. وجرى استخدام القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبأربعة مكررات لكل معاملة.

الصفات المدروسة وهي الصفات المختبرية طول الرويشة (سم) أُخذت 5بادرات طبيعية بشكل عشوائي وقيس طول الرويشة من منطقة اتصال الرويشة بالجذير إلى طرفها طول الجذير (سم) أُخذت 5 بادرات طبيعية بشكل عشوائي وقيس طول الجذير واستُخرج المعدل النهائي لهذه الصفة, تقدير محتوى الماء النسبي (RWC) جرى قياسه وفق طريقة (24) ولخمس بادرات لكل معاملة بتطبيق المعادلة الآتية:

$$RWC=(FW-DW)/(TW-DW) * 100$$

RWC= محتوى الماء النسبي للبادرات (%).

FW= الوزن الطري للبادرات (غم) بعد أخذها مباشرة من أطباق بتري.

TW= وزن البادرات ممتلئة (غم)، إذ توضع البادرات بعد أخذ الوزن الطري مباشرة في ماء مقطر لمدة ساعتين وعند درجة حرارة 25 درجة مئوية بعدها توزن مباشرة للحصول على (TW).

DW= الوزنالجاف للبادرات (غم) بعد الحصول على وزن البادرات الممتلئة تجفف النماذج بوضعها في أكياس ورقية مثقبة ثم أدخلت في فرن كهربائي على درجة حرارة بمقدار 70درجة مئوية ولمدة 72 ساعة للحصول على الوزن الجاف للبادرات (3).

الإيصالية الكهربائية (REC%):Relative Electrical Conductivity أخذت 5 بادرات من كل وحدة تجريبية ووضعت في أنابيب اختبار (Test tubes) تحتوي كميات متساوية من الماء المقطر لمدة 24 ساعة بعدها جرى حساب EC1 ثم بعد ذلك وضعت في Autoclave عند 100 درجة مئوية ولمدة 15 دقيقة ثم تركت 24 ساعة بعدها جرى حسابEC2، بعدها حسبت REC وحسب المعادلة:

$$REC=(EC1/EC2)*100$$

الصفات التشريحية جرى الاعتماد في هذه الدراسة على التقطيع اليدوي Hand sectioning باستخدام شفرة حادة، إذ مسكت الأجزاء النباتية التي كانت بطول 3–4 سم بين الإبهام والسبابة بموضع عمودي، وجرى تقطيعها إلى شرائح رقيقة جداً وبحسب ما جاء في (9) وكما يأتي: صبغت المقاطع بصبغة السفرانين (1%) لمدة 20–30 دقيقة. نقلت المقاطع بعد ذلك إلى كحول الأثيلي بتراكيز 30،70 و90 % لمدة دقيقتين لكل تركيز لإزالة الصبغة. نقلت المقاطع إلى كحول الأثيلي المطلق 96% مرتين لمدة دقيقتين لحين إجراء القياسات. استبدل الكحول السابق بمزيج من الكحول المطلق والزايلين (بنسبة حجمية1:1) لمدة دقيقتين. وضعت المقاطع على شريحة زجاجية وحملت بكندا بلسم (Canada balsam) ووضع غطاء الشريحة وفرشت على لوحة لمدة 3 ساعة (لإزالة الفقاعات) وبعد تجفيفها درست المقاطع عن طريق استخدام المجهر الضوئي.

النتائج والمناقشة

الصفات المختبرية طول الرويشة (سم) أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود تأثير معنوي لعنصر المولبيدنم في طول رويشة نبات الماش (الصنف المحلي)، إذ تبين من نتائج الجدول 1 أن تركيز 45 ملغم Moلتر$^{-1}$ قد أعطى أعلى معدل لطول الرويشة الذي بلغ 4.65 سم متفوقا بذلك على التراكيز الأخرى للعنصر التي لم تختلف معنويا فيما بينها، ويعود سبب ذلك إلى أن تجهيز النبات بالمولبيدنم يؤثر في كل من تمثيل الكاربون واستعمال الكاربوهيدرات وأيض النتروجين ومن ثَمَ فإن النتروجين له دور أساسي في زيادة النمو الخضري ولاسيما طول الرويشة (9) فضلا عن إسهامه في تكوين وزيادة الكلوروفيل وفي الكثير من العمليات الكيموحيوية وهذا سوف يؤدي إلى رفع كفاءة عملية التركيب الضوئي وزيادة كمية المواد المصنعة مما ينعكس على زيادة طول الرويشة (26) وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (15) على المحاصيل البقولية.

فيما أشارت نتائج التحليل الإحصائي أيضا إلى وجود تأثير معنوي للبولي أثلين كلايكول– 6000 في طول الرويشة، وكما موضح بالجدول1، إذ تبين أن تسليط شد مقداره–0.4 بار أعلى معدل لطول الرويشة بلغ

4.36 سم متفوقا بذلك على كل من الشد (−0.8،−1.2) بار اللذين أعطيا أدنى معدل لطول الرويشة، إذ بلغا 3.43 و3.68 سم على التوالي، ويفسر التناقص في طول الرويشة بسبب تأثر الخلايا المرستيمية للرويشة بتراجع ضغط الامتلاء تحت ظروف الشد الرطوبي، مما يؤثر سلبا في عملية الانقسام الخلوي وتوقفها عند مستويات معينة (13).

جدول1 تأثير عنصرالموليبدنم والبولي أثلين كلايكول−6000 والتداخل بينهما على طول الرويشة لنبات الماش (الصنف المحلي).

Water potential	Molybdenum conc. (mg L^{-1})				Mean
(bar)	0	15	30	45	
0	4.11	2.98	2.11	4.2	3.35
−0.4	3.62	4.27	4.13	5.41	4.36
−0.8	3.61	2.76	3.16	4.19	3.43
−1.2	3.68	3.18	3.08	4.78	3.68
Mean	3.76	3.30	3.12	4.65	PEG−6000 =
LSD	Mo= 0.598		A*B= NS		0.598

طول الجذير (سم) أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود تأثير معنوي لعنصر الموليبدنم في طول جذير نبات الماش (الصنف المحلي)، إذ تبين من نتائج الجدول 2 إلى أن تركيز 15ملغم Mo لتر$^{-1}$قدأعطى أعلى معدل لطول الجذير بلغ 4.86 سم متفوقا بذلك على التراكيز الأخرى للعنصر التي لم تختلف معنويا فيما بينها،وقد يعزى سبب ذلك إلى أن عنصر الموليبدنم يدخل في تركيب إنزيم النتيروجينز المثبت للنتروجين، وفي هذا المجال وجدت علاقة بين هذا الإنزيم وتثبيت النتروجين الجوي في المحاصيل البقولية، إذ يعمل هذا الإنزيم على اختزال النتروجين إلى أمونيا، ومن ثَمَ يزداد النمو ويزداد طول الجذير (30)، ومما تجدر الإشارة إليه أن النباتات التي تعرضت إلى شد رطوبي متوسط وعالٍ لم تكن لها استجابة واضحة لإضافة الموليبدنم، مما أدى إلى تدهور في صفة طول الجذير، نستنتج من ذلك أنه يفترض إضافة الموليبدنم بتراكيز أعلى لغرض الحصول على استجابة واضحة، وذلك لاشتراكه في عملية التمثيل الضوئي لأنه يعمل على تصنيع الكلوروفيل كذلك يعمل على زيادة العمليات الكيميوحيوية (28). فيما أشارت نتائج التحليل الإحصائي أيضا إلى وجود تأثير معنوي للبولي أثلين كلايكول−6000 في طول الجذير، وكما موضح بالجدول 2. إذ تبين أن الشد −0.4 بار أعلى معدل لطول الجذير بلغ5.27 سم متفوقا بذلك على الشدود الأخرى. فيما أعطى الشد −8.0 بار أدنى معدل لطول الجذير بلغ 4.11 سم ثم يأتي بعد ذلك الشد −1.2 بار إذ أعطى المعدل 4.37 سم، قد يعود السبب في ذلك إلى تكوين الجذور الحرة ذات التأثير المدمر للخلايا الأمر الذي يؤدي إلى تعطيل الإنزيمات المهمة في العمليات الأيضية ولا سيما إنزيمات تمثيل النتروجين وبناء البروتين مما يؤدي إلى انخفاض طول الجذير في مثل هكذا ظروف (12).

أما بالنسبة للتداخل فقد أوضحت نتائج التحليل الإحصائي، في الجدول 2 أن التداخل بين عنصر الموليبدنم والبولي أثلين كلايكول–6000 له تأثير معنوي على طول الجذير، إذ أعطى التركيز15 ملغم Moالتر$^{-1}$عند الشد –0.4 بارأعلى معدل لطول الجذير بلغ 6.47 سم متفوقا بذلك على جميع المعاملات الأخرى، فيما أعطى التركيز 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ عند معاملة المقارنة أدنى معدل لطول الجذير بلغ 3.51 سم مقارنة بالمعاملات الأخرى.

جدول 2 تأثير عنصر الموليبدنم والبولي أثلين كلايكول–6000 والتداخل بينهما على طول الجذيرلنبات الماش (الصنف المحلي)

Water potential (bar)	Molybdenum conc. (mg L^{-1})				Mean
	0	15	30	45	
0	5.41	4.59	3.51	4.51	4.51
−0.4	4.37	6.47	5.48	4.77	5.27
−0.8	4.01	3.93	3.86	4.65	4.11
−1.2	4.45	4.44	3.85	4.75	4.37
Mean	4.56	4.86	4.18	4.67	PEG–6000 =
LSD	**Mo= 0.41**		**A*B= 0.82**		0.41

محتوى الماء النسبي (RWC) أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود تأثير معنوي لعنصر المولبيدنم في محتوى الماء النسبي لبادرات نبات الماش (الصنف المحلي)، إذ تبين من نتائج الجدول 3 إلى أن تركيز 45 ملغم Mo لتر$^{-1}$ من الموليبدنيم قد أعطى أعلى معدل لمحتوى الماء النسبي بلغ 87.10% متفوقا بذلك على التراكيز الأخرى للعنصر، فيما أعطى التركيز15 ملغم Mo لتر$^{-1}$ من الموليبدنم ثاني أعلى معدل من محتوى الماء النسبي الذي بلغ 81.34%، وقد يعزى سبب ذلك إلى أن عنصر المولبيدنم أسهم في زيادة تكوين حمض الأسكوربك الذي بدوره أدى إلى زيادة المحتوى المائي النسبي(RWC) (16). ثم تأتي بعد ذلك معاملة المقارنة التي أعطت المعدل77.87% من محتوى الماء النسبي، وأخيرا أعطى التركيز 30 ملغم لتر$^{-1}$من الموليبدنم أدنى معدل من محتوى الماء النسبي (RWC) الذي بلغ 74.36.

فيما أشارت نتائج التحليل الإحصائي أيضا إلى وجود تأثير معنوي للبولي أثلين كلايكول–6000 في طول الرويشة، وكما موضح بالجدول 3. إذ تبين أن كلا الشدين (–0.4، –1.2) بار من البولي أثلين كلايكول–6000 قد أعطيا أعلى معدل من محتوى الماء النسبي (RWC) بلغا84.73%، 84.19% على التوالي، اللذين لم يختلفا معنويا عن بعضهما، متفوقين بذلك على التركيزين الآخرين،فيما أعطى التركيز–8.0 بار ثاني أعلى معدل من محتوى الماء النسبي (RWC) بلغ 82.29%، فيما أعطت معاملة المقارنة أدنى معدل من محتوى الماء النسبي (RWC) بلغ69.47%.

جدول 3 تأثير عنصر الموليبدنم والبولي أثلين كلايكول−6000 والتداخل بينهما على محتوى الماء النسبي(RWC) لنبات الماش (الصنف المحلي).

Water potential (bar)	Molybdenum conc. (mg L^{-1})				mean
	0	15	30	45	
0	70.10	72.38	53.20	82.20	69.47
−0.4	71.81	91.84	86.01	89.27	84.73
−0.8	78.58	79.05	82.83	88.70	82.29
−1.2	91.01	82.10	75.42	88.25	84.19
Mean	77.87	81.34	74.36	87.10	PEG−6000 =
LSD	**Mo= 8.45**		**A*B= NS**		8.45

الإيصالية الكهربائية(REC) أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود تأثير معنوي لعنصر المولبيدنم في الإيصالية الكهربائية (REC) لبادرات نبات الماش (الصنف المحلي)، إذ تبين من نتائج الجدول 4 إلى أن تركيز 45 ملغم لتر $^{-1}$ من الموليبدنم قد أعطى أعلى معدل من الإيصالية الكهربائية بلغ 51.18% متفوقا بذلك على التراكيز الأخرى للعنصر، فيما أعطى التركيز 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ من الموليبدنم ثاني أعلى معدل من الإيصالية الكهربائية (REC) الذي بلغ 50.72%، أتت بعد ذلك معاملة المقارنة التي أعطت المعدل 46.39% من الإيصالية الكهربائية، وأخيرا أعطى التركيز 15ملغم Mo لتر$^{-1}$من المولبيدنيم أدنى معدل من الإيصالية الكهربائية بلغ 42.95%، وقد يعزى سبب زيادة الإيصالية الكهربائية (REC) عند التركيزين المتوسط والعالي من عنصر الموليبدنم إلى شقين منها مايختص بطبيعة التركيب الكيميائي للموليبدنم التي تزيد من قيم الإيصالية الكهربائية في المحلول المائي، ومنها ما يتعلق بطبيعة نبات الماش (الصنف المحلي) الفسلجية التي تختص بلفظ مايزيد عن حاجتها من أيونات سالبة وموجبة إلى وسط النمو عبر الجذير بعملية الإغناء البايولوجي بالأيونات (6).

فيما أشارت نتائج التحليل الإحصائي أيضا إلى وجود تأثير معنوي للبولي أثلين كلايكول−6000 على صفة الإيصالية الكهربائية، كما موضح بالجدول 4. إذ تبين أن معاملة المقارنة قد أعطت أعلى معدل من الإيصالية الكهربائية بلغ 53.40% متفوقا بذلك على التراكيز الأخرى للبولي أثلين كلايكول−6000، فيما أعطى التركيز −0.4 بار من البولي أثلين كلايكول−6000 ثاني أعلى معدل من الإيصالية الكهربائية والذي بلغ 49.82%، أتى بعد ذلك التركيز −0.8 بار من البولي أثلين كلايكول−6000 الذي أعطى المعدل 45.63% من البولي أثلين كلاكول−6000، وأخيرا أعطى الشد الرطوبي −1.2 بار من البولي أثلين كلايكول−6000 أدنى معدل من الإيصالية الكهربائية بلغ 42.38%، وقد يفسر ذلك إلى الدور السلبي الذي يؤديه وجود مادة البولي أثلين كلايكول التي تؤدي إلى تخفيض الجهد الأزموزي لوسط النمو ومن ثَمَّ قلة الماء المتاح للبادرات، لذلك تعمل نباتات الماش على تعديل أزموزية خلاياها من خلال زيادة تركيز العصير الخلوي ببعض المكونات (أيونات المولبيدنم مثلا) التي ترفع من الضغط الأزموزي لمقاومة ظروف الشد (4).

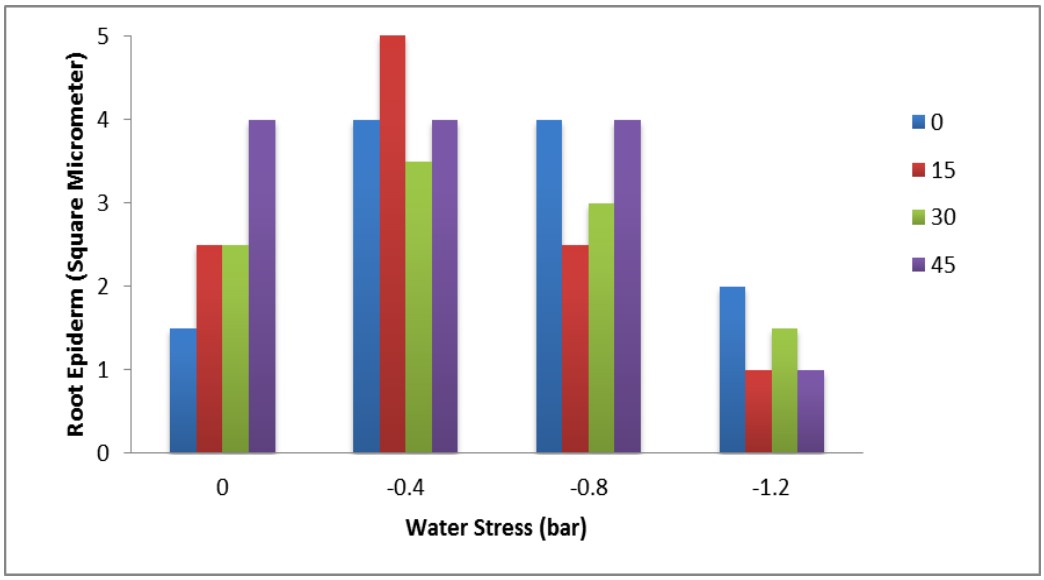
أما بالنسبة للتداخل فقد أوضحت نتائج التحليل الإحصائي، في الجدول 4 أن التداخل بين عنصر الموليبدنم والبولي أثلين كلايكول−6000 له تأثير معنوي على الإيصالية الكهربائية (REC)، إذ أعطى التركيز 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ عند معاملة المقارنة أعلى معدل للإيصالية الكهربائية (REC) لنبات الماش (الصنف المحلي) بلغ 62.40% متفوقا بذلك على جميع المعاملات الأخرى، فيما أعطت معاملة المقارنة عند الشد −1.2 بار أدنى معدل لطول الجذير بلغ 31.87% مقارنة بالمعاملات الأخرى.

جدول 4 تأثير عنصر الموليبدنم والبولي أثلين كلايكول−6000 والتداخل بينهما على الإيصالية الكهربائية (REC) لنبات الماش (الصنف المحلي)

Water potential (bar)	Molybdenum conc. (mg L^{-1})				Mean
	0	15	30	45	
0	50.15	57.86	62.40	43.19	53.40
−0.4	55.48	45.57	37.40	60.86	49.82
−0.8	48.08	38.91	47.44	48.12	45.63
−1.2	31.87	29.48	55.64	52.56	42.40
Mean	46.39	42.95	50.72	51.18	PEG−6000 =
LSD	**Mo= NS**		**A*B= 14.16**		7.08

الصفات التشريحية الصفات ومنهاالصفات التشريحية للجذر أبعاد البشرة في الجذر(مايكروميتر^{2}) أظهرت النتائج المبينة في كل من الشكل (1) والصورة (1،2) أن التداخل بين عنصر الموليبدنم والبولي أثلين كلايكول له تأثير واضح على أبعاد البشرة لجذر نبات الماش (الصنف المحلي)، إذ أعطى التركيز 15 ملغم Mo لتر$^{-1}$ عند الشد الرطوبي −0.4 باراً عظم زيادة في أبعاد البشرة بلغت5 مايكروميتر$^{-2}$ مقارنة بالمعاملات الأخرى، وقد يعود سبب ذلك لدور الموليبدنم في زياد فعالية الإنزيمات المضادة للأكسدة التي منها Superoxide dismutase (SOD)، Catalase (CAT)،Peroxidase (POX) و Glutathione peroxidase (GPX)، إذ تساعد النباتات بصورة رئيسة على التخلص من الجذور الحرة ROS الضارة المتكونة عند تعرض النبات للشدود البيئية (18) إذكان عنصر الموليبدنم أكثر فعالية عند الشد الرطوبي الطفيف وهذا النتيجة تتفق مع ما توصل إليه (12)، فيما انخفضت أبعاد البشرة للنباتات المعاملة بالتركيز نفسه بشكل واضح عند الشدود الرطوبية الأخرى التي كان أشدها انخفاضا عند الشد −1.2 بار التي بلغت 1 مايكروميتر$^{-2}$، وقد يعود سبب ذلك إلى تراجع المحتوى المائي للوسط، مما يؤثر سلبا في تدفق الماء وامتصاصه من لدن النبات، نتيجة للدور السلبي الذي يؤديه وجود مادة البولي أثيلين كلايكول في خفض الجهد الأزموزي لوسط النمو (14)، فيما أعطى التركيز 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ عند الشد الرطوبي −0.4 بار زيادة واضحة في أبعاد البشرة إذ بلغت 3.5 مايكروميتر$^{-2}$مقارنة بالنباتات المعاملة بالتركيز نفسه من الموليبدنم التي انخفضت بشكل واضح عند الشدود الأخربالتي كان أشدها انخفاضا عند الشد −1.2 بار التي بلغت 1.5 مايكروميتر$^{-2}$، فيما حافظ التركيز 45 ملغم Mo لتر$^{-2}$ على أبعاد البشرة بصورة ثابتة عند كل من الشد (−0.8،−0.4 بار) التي بلغت 4مايكروميتر$^{-2}$ فيما حصل انخفاض كبير في أبعاد البشرة للنباتات المعاملة بالتركيز نفسه من عنصر الموليبدنم عند الشد −1.2 بار التي بلغت 1

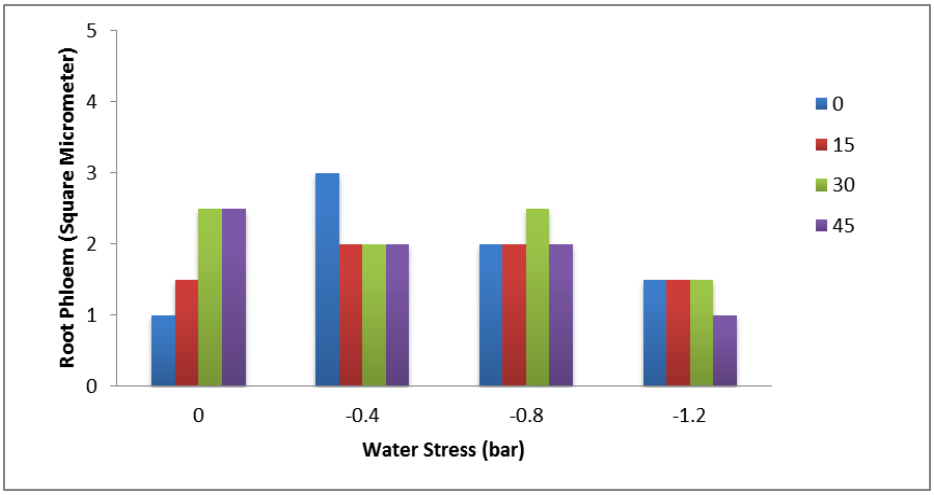
مايكروميتر$^{-2}$، أما بالنسبة للنباتات التي لم تُعامَل بأي تركيز من عنصر الموليبدنم فقد ازدادت أبعاد البشرة عند الشدين (−0.8،−0.4 بار) التي بلغت 4 مايكروميتر$^{-2}$، وقد يعود سبب ذلك إلى أن الشد الرطوبي الخفيف والمتوسط قد حفز العمليات الحيوية داخل النبات مما جعل النبات ينمو بشكل مثالي نسبيا، ثم انخفضت أبعاد البشرة بعد ذلك عند الشد −1.2 بارالتي بلغت 1 مايكروميتر$^{-2}$.



شكل 1 تأثير عنصر الموليبدنم على أبعاد البشرة في الجذرلنبات الماش (الصنف المحلي) تحت تأثير الشد الرطوبي.

أبعاد اللحاء في الجذر (مايكروميتر$^{-2}$) أظهرت النتائج المبينة في كل من الشكل 2 والصورة 1 و2 أن التداخل بين عنصر الموليبدنم والبولي أثلثين كلايكول له تأثير على أبعاد اللحاء لجذر نبات الماش (الصنف المحلي)، إذ زادت الأبعاد عند الشد −0.4 بار عند عدم معاملتها بالموليبدنم إذ بلغت4 مايكروميتر$^{-2}$ متوفقة بذلك على جميع المعاملات، بعد ذلك انخفضت أبعاد اللحاء للتركيز نفسه بشكل واضح عند الشدود الأخرى التي كان أشدها انخفاضا عند معاملة المقارنة التي بلغت 1 مايكروميتر$^{-2}$،فيما أعطى التركيز 15 ملغم Mo لتر$^{-1}$ عند الشدين (−0.4، −0.8 بار) الزيادة الأعظم في أبعاد اللحاء مقارنة بالشدين الآخرين للتركيز نفسه التي بلغت 2مايكروميتر$^{-2}$، في حين انخفضت أبعاد اللحاء بشكل واضح عند الشد العالي التي بلغت 1.5 مايكروميتر$^{-2}$، فيما أعطى التركيز 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ زيادة واضحة في أبعاد البشرة عند الشد − 0.8 بار إذ بلغت 2.5 مايكروميتر$^{-2}$ فيماانخفضت أبعاد اللحاء للتركيز نفسه عند الشدود الأخرى التي كان أشدها انخفاضا عند الشد الرطوبي −1.2 بار والتي بلغت 1.5 مايكروميتر$^{-2}$، في حين أعطى التركيز 45 ملغم Mo لتر$^{-1}$ ارتفاعا واضحا في أبعاد اللحاءعند معاملة المقارنة إذ بلغت 2.5مايكروميتر$^{-2}$، وقد يعزى السبب إلى أن عنصر الموليبدنم يدخل في تركيب إنزيم النتيروجينز المثبت للنتروجين وفي هذا المجال وجدت علاقة بين هذا الإنزيم وتثبيت النتروجين الجوي في المحاصيل البقولية، إذ يعمل هذا الإنزيم على اختزال النتروجين إلى أمونيا ومن ثَمَّ يزداد النمو (30)، بعد ذلك انخفضت أبعاد اللحاء عند الشدين (−0.8، −0.4) بار بشكل متساوٍ للتركيز نفسه،

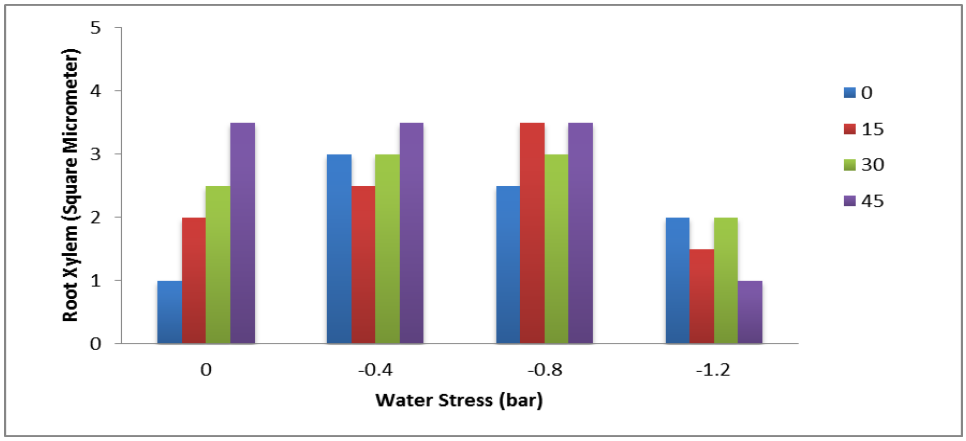
في حين انخفضت أبعاد اللحاء بشكل كبير عند الشد 1.2- بار بلغت1 مايكروميتر$^{-2}$ مقارنة بالشدود الأخرى للتركيز نفسه من العنصر، وقد يعود ذلك السبب إلى تأثر انتقال الكربوهيدرات إلى الجذور تحت تأثير الشد الرطوبي الحاد (22) وإن نمو الجذور يعد أهم المؤشرات على مدى القابلية على التكيف لنقص الماء في الماش، وتتفق هذه النتائج مع ماتوصل إليه (11).



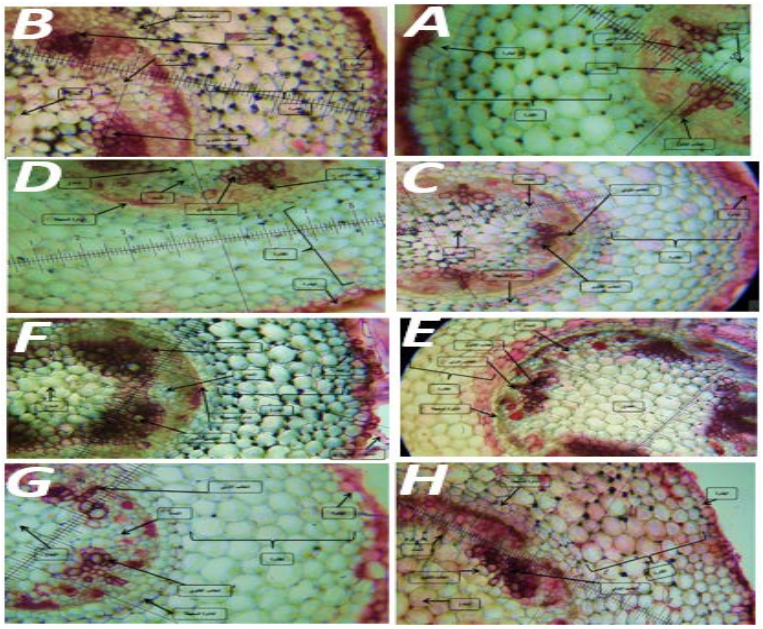
شكل 2 تأثير عنصر الموليبدنم على أبعاد اللحاء في الجذر لنبات الماش (الصنف المحلي) تحت تأثير الشد الرطوبي.

أبعاد الخشب في الجذر (مايكروميتر$^{-2}$) أظهرت النتائج المبينة في كل من الشكل 3 والصورة 1 و2، أن التداخل بين عنصر الموليبدنم والبولي أثلثين كلايكول له تأثير على أبعاد الخشب لجذر نبات الماش (الصنف المحلي)، إذ أظهرت النتائج أن التركيزين (15،45) ملغم Mo لتر$^{-1}$ أعطيا أعظم زيادة في أبعاد الخشبالتي بلغت 3.5 مايكروميتر$^{-2}$ متفوقين بذلك على التركيز 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ وقد يعود سبب ذلك إلى زيادة التمثيل الغذائي للنباتات المعاملة بالموليبدنم، إذ أعطى التركيز 15 ملغم Mo لتر$^{-1}$ زيادة تدريجية في أبعاد الخشب عند (0.4-، 0.8-) بار على التوالي، بعدها انخفضت أبعاد الخشب بشكل كبير عند الشد 1.2- بارللتركيز نفسهإذ بلغت 1.5 مايكروميتر$^{-2}$، كذلك أعطى التركيز 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ زيادة واضحة في أبعاد الخشب إذ كانت الزيادة الأعظم عند الشدين (0.4-، 0.8-) بار التي بلغت 3مايكروميتر$^{-2}$ فيما انخفضت أبعاد الخشب بشكل واضح عند الشد 1.2- بار إذ كانت أبعاد الخشب 2 مايكروميتر$^{-2}$ عند الشد 1.2-بار، في حين بقي التركيز 45 ملغم Mo لتر$^{-2}$ محافظا على أبعاد ثابتة للخشب عند الشدين (0.8-، 1.2-) بار إذ كانت3.5 مايكروميتر$^{-2}$، بعدها انخفضت أبعاد الخشب بشكل كبير عند الشد 1.2- بار إذ بلغت 1 مايكروميتر$^{-2}$، أما بالنسبة للنباتات التي لم يتم معاملتها بأي تركيز من عنصر الموليبدنم فقد ازدادت أبعاد الخشب إذ كانت الزيادة الأعظم عند الشد 0.4- بار التي بلغت3 مايكروميتر$^{-2}$، وقد يعود سبب ذلك إلى أن الشد الرطوبي الخفيف والمتوسط قد حفز العمليات الحيوية داخل النبات للعمل بكفاءة أعلى مما جعل النبات ينمو بشكل مثالي نسبيا، ثم انخفضت أبعاد البشرة بعد ذلك بشكل تدريجي عند الشدين 0.8- و 1.2- بار على التوالي ويمكن تفسير ذلك نتيجة لتأثر خلايا الخشب بسبب تراجع ضغط الأمتلاء تحت ظروف الأجهاد مما يؤثر على أنقسامها

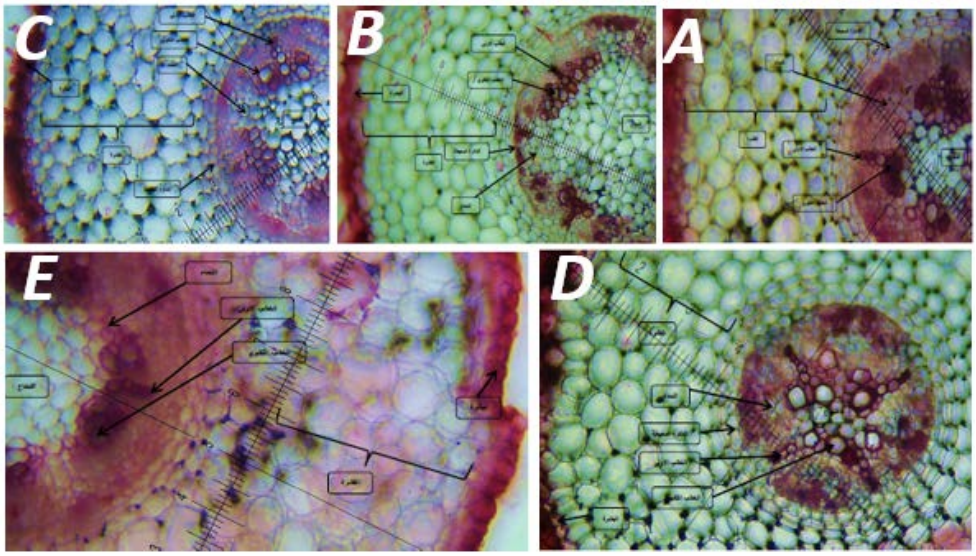
وتوقفها عند مستويات معينه (13)، فيما كانت الأبعاد للخشب منخفضة بشكل كبير عند معاملة المقارنة وللتركيز نفسه إذ بلغت 1 مايكروميتر$^{-2}$.



شكل 3 تأثير عنصر الموليبدنم على أبعاد الخشب في الجذرلنبات الماش (الصنف المحلي) تحت تأثير الشد الرطوبي.



صورة 1 مقاطع عرضية لجذير بادرات الماش بقوة تكبير 100% (A: 0 ملغم Mo لتر$^{-1}$و 0 –PEG 6000، B: 0 ملغم Mo لتر$^{-1}$ مع شد رطوبي –0.4 بار، C: 15 ملغم لتر$^{-1}$ مع 0 PEG–6000، D: 15 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و شد رطوبي –0.4 بار، E: 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$و 0 PEG–6000، F: 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و شد رطوبي –0.4 بار، H: 45 ملغم Mo لتر$^{-1}$و 0 PEG–6000 و G: 45 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و شد رطوبي –0.4 بار).

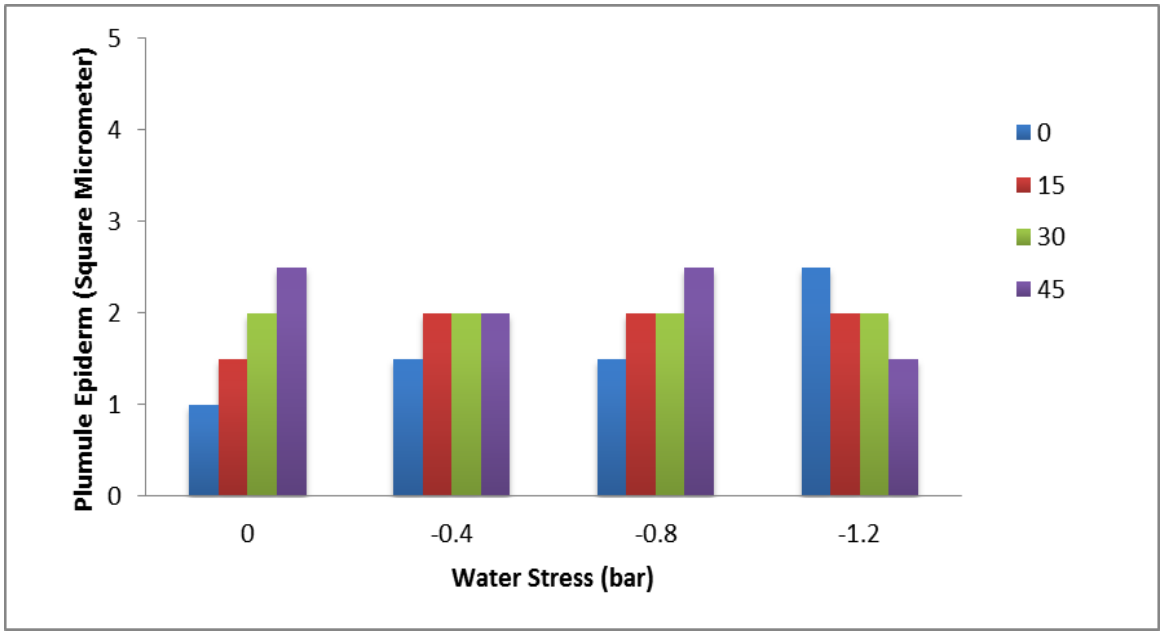


صورة 2 مقاطع عرضية لجذير بادرات الماش بقوة تكبير 100% (A: 15 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و شد رطوبي – 0.8 بار، B: 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و شدرطوبي –0.8 بار، C: 45 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و شد رطوبي –0.8 بار، D: 0 ملغم Mo لتر$^{-1}$ وشد رطوبي –1.2 بار و E: 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و شد رطوبي –1.2 بار)

الصفات التشريحية للرويشة أبعاد البشرة في الرويشة (مايكروميتر$^{-2}$) أظهرت النتائج المبينة في كل من الشكل 4 والصورة 3 أن التداخل بين عنصر الموليبدنم والبولي أثلثين كلايكول تأثير على أبعاد البشرة لرويشة نبات الماش (الصنف المحلي)، إذكانت أكبر زيادة في أبعاد البشرة عند كل من معاملة المقارنةعند الشد –1.2 والتركيز 45 ملغم Mo لتر$^{-1}$ عند الشد –0.8 بار مقارنة بالمعاملات الأخرى، إذأعطت معاملة المقارنة أعظم زيادة في أبعاد البشرة عند الشد–1.2 بار، إذ بلغت 2.5 مايكروميتر$^{-2}$ فيما انخفضت أبعاد البشرة عند الشدين –4.0،–8.0 بار وبشكل متساوٍ، إذ بلغت1.5 مايكروميتر$^{-2}$ فيما كان الانخفاض الأعظم لأبعاد البشرة عند معاملة المقارنة للتركيز نفسه التي بلغت1 مايكروميتر$^{-2}$، فيما أعطى التركيز 15ملغم Mo لتر$^{-2}$ زيادة في أبعاد البشرة عند الشدود –0.4 ،–0.8،–1.2 بار إذ كانت الزيادة بشكل متساوٍ، والتي بلغت 2 مايكروميتر$^{-2}$، وقد يعود سبب ذلك تغيير التعبير الجيني من خلال أضافة الموليبدنم الذي يؤدي بدوره إلى تنظيم نقل الإشارة وزيادة تعبير جين CBF اللازم لتفعيل الجينات التي يمكن أن تزيد من تحمل النبات لإجهاد الجفاف(1 و 8) في حين انخفضت أبعاد البشرة عند معاملة المقارنة إذ بلغت 1.5 مايكروميتر$^{-2}$، فيما حافظ التركيز 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ على أبعاد البشرة بشكل متساوٍ عند جميع الشدود (–4.0،–0.8،–1.2) بار إذ كانت 2 مايكروميتر$^{-2}$، في حين أعطى التركيز 45 ملغم Mo لتر$^{-1}$ زيادة واضحة في أبعاد البشرة عند الشد –8.0 بار التي بلغت 2.5 مايكروميتر$^{-2}$، فيما انخفضت أبعاد البشرة عند كل من الشد(–4.0،–1.2) بار على التوالي للتركيز نفسه، إذ بلغت أبعاد البشرة 1.5 مايكروميتر$^{-2}$عند الشد–1.2 بار.

أما بالنسبة للنباتات التي لم تَجْرِ معاملتها بأي تركيز من عنصر الموليبدنم فقد ازدادت أبعاد البشرة إذ كانت الزيادة الأكبر عند الشد –1.2 بار التي بلغت 2.5 مايكروميتر$^{-2}$ فيما بلغت أبعاد البشرة 1.5 مايكروميتر$^{-2}$

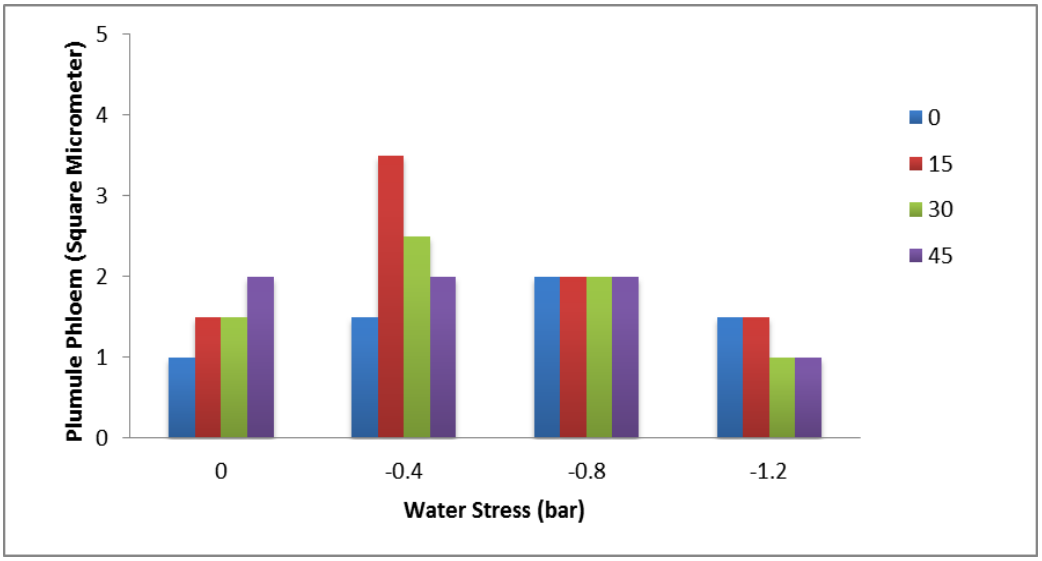
عند الشدين 0.4-، 0.8- بار فيما كان الانخفاض الأعظم عند معاملة المقارنة إذ بلغت أبعاد البشرة 1 مايكروميتر$^{-2}$ وقد يعود سبب ذلك إلى قوة الصنف المحلي ونشاطة تحت تأثير الأجهاد المائي العالي.



شكل 4 تأثير عنصر الموليبدنم على أبعاد البشرة في الرويشة لنبات الماش (الصنف المحلي) تحت تأثير الشد الرطوبي.

أبعاد اللحاء في الرويشة (مايكروميتر$^{-2}$) أظهرت النتائج المبينة في كل من الشكل 5 والصورة 3، أن التداخل بين عنصر الموليبدنم والبولي أثلثين كلايكول تأثير على أبعاد اللحاء لرويشة نبات الماش (الصنف المحلي) ، حيث أعطى التركيز 15ملغم Mo لتر$^{-1}$ عند الشد 0.4- بار أعلى أبعاد للحاء متوفقا بذلك على جميع المعاملات الأخرى حيث بلغت 3.5 مايكروميتر$^{-2}$بعد ذلك أنخفضت أبعاد اللحاء للتركيز نفسه بشكل واضح عند باقي الشدود حيث بلغت أبعاد اللحاء 3.5مايكروميتر$^{-2}$عند 0.8-بار فيما كان الأنخفاض الأعظم عند الشد 1.2- بار والتي بلغت 1.5مايكروميتر$^{-2}$،فيما أعطى التركيز 30 ملغم Mo لتر$^{-2}$ زيادة واضحة في أبعاد البشرة عند الشد 0.4- بار إذ بلغت 2.5 مايكروميتر$^{-2}$ فيما أنخفضت بعد ذلك أبعاد اللحاء بشكل واضح عندالشدود الأخرى إذ كانت أبعاد اللحاء 2 مايكروميتر$^{-2}$ عند الشد 0.8- بار فيما كانت أبعاد اللحاء 1.5مايكروميتر$^{-2}$عند معاملة المقارنة فيما كان الإنخافضالأكبر لأبعاد اللحاء عند الشد1.2- باروالتي بلغت 1مايكروميتر$^{-2}$، في حين بقي التركيز 45 ملغم Mo لتر$^{-1}$ محافظا على أبعاد اللحاء بصورة ثابتة عند الشدين (0.4-، 0.8-) بار إذ كانت 2 مايكروميتر$^{-2}$ بعدها أنخفضت أبعاد الخشب بشكل كبير عند الشد 1.2- بار حيث بلغت1مايكروميتر$^{-2}$ وقد يعود سبب ذلك إلى أن الإجهاد الأزموزي يؤدي إلى قلة إمتصاص الماء مما يؤدي إلى قلة نواتج التحلل المنقولة إلى الرويشة مما يؤدي تراجع أنقسام وأستطالة وتمايز خلايا الرويشة كذلك فأن قلة الماء تؤثر سلبا على العمليات الأيضية من خلال تراكم المركبات الفينولية (10 و 23)، أما بالنسبة للنباتات التي لم يتم معاملتها بأي تركيز من عنصر الموليبدنم فقد أزدادت أبعاد اللحاء إذ كانت الزيادة الأعظم

عند الشد –0.8 بار والتي بلغت 2 مايكروميتر$^{-2}$ في حين بلغت أبعاد اللحاء 1.5 مايكروميتر$^{-2}$ عند الشدين (–0.4، –1.2) بار فيما كان الأنخفاض الأكبر عند معاملة المقارنة حيث بلغت أبعاد اللحاء 1مايكروميتر$^{-2}$.

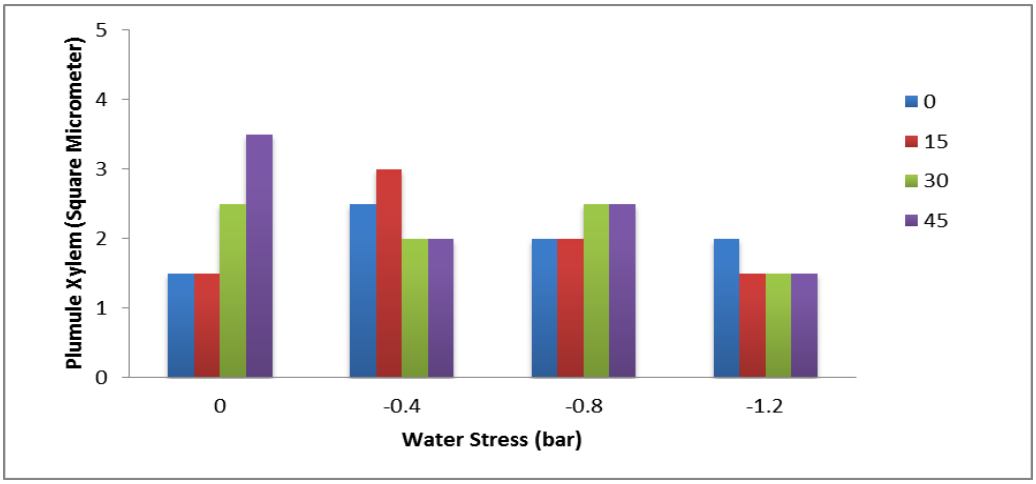


شكل 5 تأثير عنصر الموليبدنم على أبعاد اللحاء في الرويشةلنبات الماش (الصنف المحلي) تحت تأثير الشد الرطوبي.

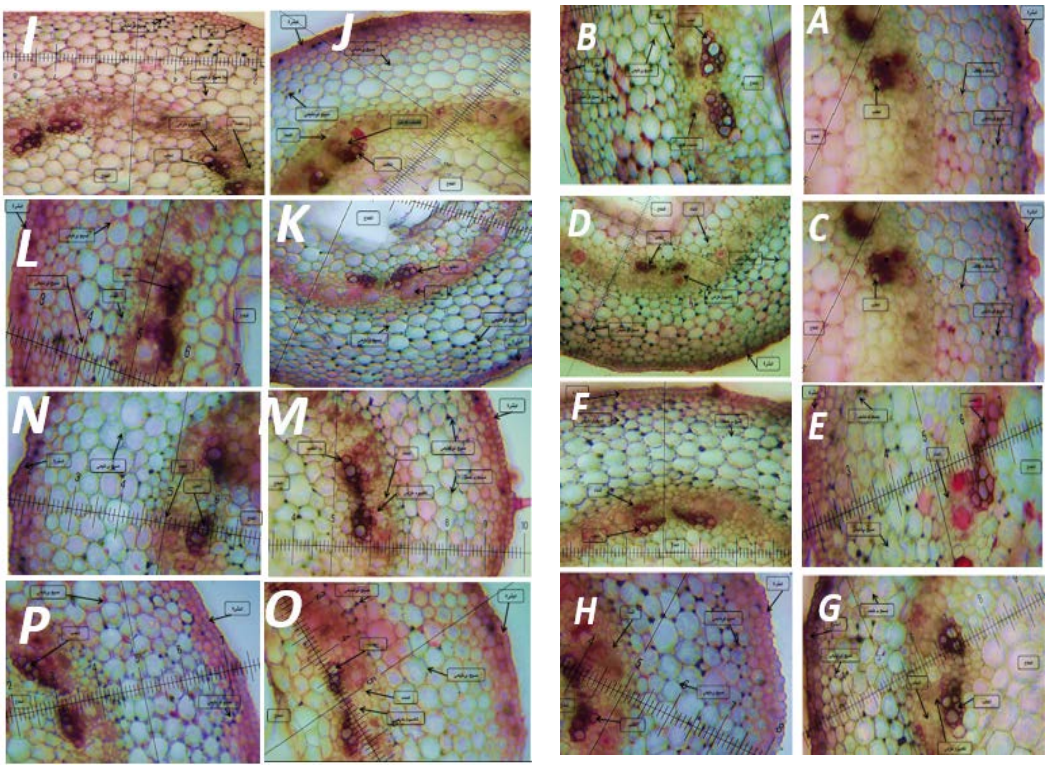
أبعاد الخشب في الرويشة (مايكروميتر$^{-1}$) أظهرت النتائج المبينة في كل من الشكل 6 والصورة 3 أن التداخل بين عنصر الموليبدنم والبولي أثلثين كلايكول له تأثير على أبعاد الخشب لرويشة نبات الماش (الصنف المحلي)، إذ أعطى التركيز 45 ملغم Mo لتر$^{-2}$ عند معاملة المقارنة أعظم زيادة أبعاد للخشب متفوقا بذلك على جميع المعاملات الأخربالتي بلغت 3.5 مايكروميتر$^{-2}$ بعد ذلك انخفضت أبعاد الخشب للتركيز نفسه بشكل واضح عند الشدود (–0.8،–0.4،–2.1) بار على التوالي إذ بلغت أبعاد الخشب 1.5 مايكروميتر$^{-2}$ عند الشد –1.2 بار، فيما أعطى التركيز15ملغم Mo لتر$^{-1}$ زيادة واضحة في أبعاد الخشب عند الشد –4.0 بار التي بلغت 3 مايكروميتر$^{-2}$ وقد يعود سبب ذلك إلى دور الموليبدنم في تكوين إنزيم النتروجينيز المثبت للنتروجين لذلك فأن هناك علاقة بين هذا الأنزيم وعملية تثبيت النتروجين الجوي في النباتات البقولية إذ يقوم هذا الأنزيم بأختزال النتروجين إلى أمونيا مؤديا بذلك لزيادة أبعاد الخشب في الوويشة والحصول على أفضل نمو(12 و2). بعد ذلك انخفضت أبعاد الخشب للتركيز نفسه بشكل واضح عند الشد –8.0 بار حيث بلغت2 مايكروميتر$^{-2}$ فيما كان الانخفاض الأعظم لأبعاد الخشب عند الشدين (–4.0، –1.2) بار وبشكل متساوٍ للتركيز نفسه إذ بلغت 1.5 مايكروميتر$^{-2}$، فيما أعطى التركيز30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ زيادة واضحة في أبعاد للخشب عن الشد – 0.8 بار التي بلغت 2.5 مايكروميتر$^{-2}$ فيما انخفضت أبعاد الخشب بشكل واضح للتركيز نفسه عند الشد –0.4 بار، إذ بلغت 2 مايكروميتر$^{-2}$ فيما كان الانخفاض الأعظم لأبعاد الخشب عند الشد –2.1 بار للتركيز نفسه إذ بلغت 1.5مايكروميتر$^{-2}$.

أما بالنسبة للنباتات التي لم يَجرِ معاملتها بأي تركيز من عنصر الموليبدنم فقد ازدادت أبعاد الخشب، إذ كانت الزيادة الأكبر عند الشد –0.4 بار التي بلغت 2.5 مايكروميتر$^{-2}$ في حين بلغت أبعاد الخشب 2 مايكروميتر$^{-2}$ عند الشدين (–0.8، –1.2) بار وقد يعود سبب ذلك للدور السلبي الذي يلعبه البولي أثلين

كلايكول في خفض الجهد الأزموزي للوسط وبالتالي قلة الماء المتاح للنبات بالأضافة قلة المواد الغذائية اللازمة لنمو خلايا خشب الروشية بسبب قلة الوسط المائي الناقل لها، فيما كان الانخفاض الأكبر عند معاملة السيطرة إذ بلغت أبعاد اللحاء 1.5 مايكروميتر$^{-2}$.



شكل 6 تأثير عنصر الموليبدنم على أبعاد الخشب في الرويشةلنبات الماش (الصنف المحلي) تحت تأثير الشد الرطوبي.



صورة (3): مقاطع عرضية لرويشة بادرات الماش بقوة تكبير 100% (A: 0 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و 0 PEG-6000، B: 0 ملغم Mo لتر$^{-1}$ مع شد رطوبي -0.4 بار، C: 15 ملغم لتر$^{-1}$ مع 0 PEG-6000، D: 15 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و شد رطوبي -0.4 بار، E: 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$و 0 PEG-6000، F: 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و شد رطوبي -0.4 بار، H: 45 ملغم Mo لتر$^{-1}$و 0 PEG-6000،G: 45 ملغم Mo لتر$^{-1}$

و شد رطوبي −0.4 بار، J: 0 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و 0 وشد رطوبي −0.8 بارI: 0 ملغم Mo لتر$^{-1}$ مع شد رطوبي −1.2 بار، K: 15 ملغم لتر$^{-1}$ وشد رطوبي −0.8 بار، L: 15 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و شد رطوبي−1.2 بار، M: 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$و شد رطوبي −0.8 بار، N: 30 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و شد رطوبي −1.2 بار، O: 45 ملغم Mo لتر$^{-1}$و شد رطوبي −0.8 بار،P: 45 ملغم Mo لتر$^{-1}$ و شد رطوبي −1.2 بار)

يستنتج من هذه الدراسة ان الموليبدنم قد حسن فعلا من الأداء المختبري وعلى المستويين التشريحي والفسلجي لمحصول الماش ولاسيما عند أعلى تركيزيين له مع معاملة المقارنة بالنسبة PEG-6000. ويمكن أيضا أن يستنتج أن أداء الموليبدنم بالتركيز 15 ملغم لتر−1 كان مميزا عند الشدين −0.4 و−0.8 بار لكن لم يكن له دور يذكر عندما ازداد الشد إلى −1.2. قد حسّن الشد الخفيف −0.4 وبعض الأحيان −0.8 من أداء البادرات المختبري وكذلك الصفات التشريحية لها. ونظرا للدور الإيجابي المتميز لعنصر الموليبدنم يمكن التوصية باستخدام هذا العنصر بتراكيز أخرى لتحسين النمو في المحاصيل المختلفة وتحليل التعبير الجيني لبعض الجينات الفعالة تحت الشد الرطوبي لفحص تأثير الموليبدنم على تعبير هذه الجينات.

المصادر

1. Al-Issawi, M., Rihan, H. Z., Woldie, W. A., Burchett, S., & Fuller, M. P. (2013). Exogenous application of molybdenum affects the expression of CBF14 and the development of frost tolerance in wheat. Plant Physiology and Biochemistry, 63, 77–81.
2. Al-Jebory, K. D. H., & Al-Rukabi, M. N. M. (2017). Response of green bean to nitrogen fixing bacterial inoculation and molybdenum. Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 48(2).
3. Al-Saedi, A. J. H., & Al-Mentifji, H. N. H. (2016). Synergetic effect of water stress intervals and Concentration of selenium and brassinolide hormone in some phenotypic indicators and internal hormones of Coriandrum sativum L. Al-Mustanisryah Sciences Journal, 27(4), X635-1814.
4. Al-Saleh, L., Hyass, B., & Abbas, F. (2019). Effect of Osmotic Potential Induced by Polyethylene Glycol (PEG6000) on the Germination of Five Chickpea (Cicer arietinum L.) Varieties. Syrian Journal of Agricultural Research, 6(3), 219–232.
5. Bala Sinha, P., & Haniya, K. A. (2006). Genetic diversity in green gram [Vigna radiata (L.)] landraces analyzed by using random amplified polymorphic DNA (RAPD). African Journal of Biotechnology, 5(13), 1214–1219.
6. Bockheim, J. G., & Gennadiyev, A. N. (2000). The role of soil-forming processes in the definition of taxa in Soil Taxonomy and the World Soil Reference Base. Geoderma, 95(1–2), 53–72.
7. Bressan, R. A., Hasegawa, P. M., & Handa, A. K. (1981). Resistance of cultured higher plant cells to polyethylene glycol-induced water stress. Plant Science Letters, 21(1), 23–30.

8. Chen, Z., Zhao, P. X., Miao, Z. Q., Qi, G. F., Wang, Z., Yuan, Y., Ahmad, N., Cao, M. J., Hell, R., Wirtz, M., & Xiang, C. Bin. (2019). SULTR3s function in chloroplast sulfate uptake and affect ABA biosynthesis and the stress response. Plant Physiology, 180(1), 593–604.
9. Crusciol, C. A. C., Ferrari Neto, J., Mui, T. S., Franzluebbers, A. J., Costa, C. H. M. da, Castro, G. S. A., Ribeiro, L. C., & Costa, N. R. (2019). Rhizobial Inoculation and Molybdenum Fertilization in Peanut Crops Grown in a No Tillage System After 20 Years of Pasture. Revista Brasileira de Ciência Do Solo, 43.
10. Guerrier, G. (1988). Comparative Phosphatase Activities In Four Species During Germination In Nacl Media. Journal of Plant Nutrition, 11(5), 535–547.
11. Hasanein S. Oleiwi, Muslim A. Abdulhussein, & Maher H. Salman. (2017). In Vitro Seed Culture as Simple and Rapid Method for Screening Rice (Oryza sativa L.) Cultivars Tolerance to Water Stress. Journal of Kerbala for Agricultural Sciences, 4(1), 27–39.
12. Hayyawi, N. J., & Al-Issaw, M. H. (2019). Effect of molybdenum on some growth and yield characteristics of mung bean (Vigna radiate l.) under water stress conditions. 17(2), 123–138.
13. Hellal, F. A., El-Shabrawi, H. M., Abd El-Hady, M., Khatab, I. A., El-Sayed, S. A. A., & Abdelly, C. (2018). Influence of PEG induced drought stress on molecular and biochemical constituents and seedling growth of Egyptian barley cultivars. Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, 16(1), 203–212.
14. Imanparast, L., & Hassanpanah, D. (2009). Response of onobrychis genotypes to PEG 10000 induced osmotic stress. Biotechnology, 8(3), 365–369.
15. Kandil, H., Gad, N., & Abdelhamid, M. T. (2013). Effects of Different Rates of Phosphorus and Molybdenum Application on Two Varieties Common Bean of (Phaseolus vulgaris L.). Journal of Agriculture and Food Technology, 3(3), 8–16.
16. Khazaei, Z., & Estaji, A. (2020). Effect of foliar application of ascorbic acid on sweet pepper (Capsicum annuum) plants under drought stress. Acta Physiologiae Plantarum, 42(7), 118.
17. Lushchak, V., & Semchyshyn, H. M. (2012). Oxidative Stress - Molecular Mechanisms and Biological Effects. In Oxidative Stress - Molecular Mechanisms and Biological Effects. InTech.
18. Mendel, R. R. (2009). Cell biology of molybenum. In BioFactors (Vol. 35, Issue 5, pp. 429–434).
19. Michel, B. E., & Kaufmann, M. R. (1973). The Osmotic Potential of Polyethylene Glycol 6000. Plant Physiology, 51(5), 914–916.
20. Mohammed, A. K., & Kadhem, F. A. (2017). Effect of water stress on yield and yield components of bread wheat genotypes. 3(48), 729–739.
21. Oertli, J. J. (1985). The response of Plant Cells to Different Forms of Moisture stress. Journal of Plant Physiology, 121(4), 295–300.

22. Price, A. H., & Tomos, A. D. (1997). Genetic dissection of root growth in rice (Oryza sativa L.). Ii: Mapping quantitative trait loci using molecular markers. Theoretical and Applied Genetics, 95(1–2), 143–152.
23. Rehman S., Harris P.J.C., Bourne W.F., & Wilkin. (1997). The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of Acacia seeds. International Seed Testing Association Secretariat.
24. Kamal, Jawad Abudul-Kareem, Al-Karhy, Maitham Abbas Jawad. (2017). Role of Bio Fertilization in Reduction of Water Stress in Growth Characteristics of Mung bean (Vigna radiata L.). Karbala Journal of Agricultural Sciences. Vol (1) issue (4): 167-183
25. Shil, N., Noor, S., & Hossain, M. (2007). Effects of Boron and Molybdenum on the Yield of Chickpea. Journal of Agriculture & Rural Development, 5(1), 17–24.
26. Sinclair, T. R., & Muchow, R. C. (1995). Effect of Nitrogen Supply on Maize Yield: I. Modeling Physiological Responses. Agronomy Journal, 87(4), 632–641.
27. Skribanek, A., & Tomcsányi, A. (2008). Predicting water stress tolerance of malting barley varieties with seedlings PEG-reactions. Acta Biologica Szegediensis, 52(1), 187–189.
28. Sionit, N., & Kramer, P. J. (1977). Effect of Water Stress During Different Stages of Growth of Soybean 1. Agronomy Journal, 69(2), 274–278.
29. Tappel, A. L. (1978). Glutathione Peroxidase and Hydroperoxides. Methods in Enzymology, 52(C), 506–513.
30. Valenciano, J., Boto, J., & Marcelo, V. (2011). Chickpea (Cicer arietinum L.) response to zinc, boron and molybdenum application under field conditions. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 39(4), 217–229.
31. Valifard, M., Moradshahi, A., & Kholdebarin, B. (2012). Biochemical and Physiological Responses of Two Wheat (Triticum aestivum L.) Cultivars to Drought Stress Applied at Seedling Stage. In J. Agr. Sci. Tech (Vol. 14, Issue 7). Journal of Agricultural Science and Technology.
32. Verslues, P. E., & Sharp, R. E. (1999). Proline accumulation in maize (Zea mays L.) primary roots at low water potentials. II. Metabolic source of increased proline deposition in the elongation zone. Plant Physiology, 119(4), 1349–1360.
33. WAHID, S. A. A. W. E. R. A. (2005). Comparative morphological and physiological responses of green gram genotypes to salinity applied at different growth stages. Botanical Bulletin of Academia Sinica