جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الأنبار
كليــة الزراعــة
قسم المحاصيل الحقلية
الدراسات العليا

تأثير الموليبدنم في النظام الدفاعي لنبات الماش *Vigna radiata* L. تحت ظروف الإجهاد المائي

رسالة تقدمت بها

نـهلاء جمال حسين حياوي

إلى مجلس كلية الزراعة في جامعة الأنبار
وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في العلوم الزراعية
(المحاصيل الحقلية)

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور
محمد حمدان عيدان سرور

1441 هـ 2019 م

بِسْمِ اللّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيم

﴿أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنزَلَ مِنَ السَّمَاء مَاء فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُّخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيجُ فَتَرَاهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَامًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرَى لأُوْلِي الأَلْبَاب﴾

[الزمر:21]

الإهداء

الى نبي الرحمة ونور العالمين ..

سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

الى من كانت نصائحه لي كالدرر ...

والدي العزيز اطال الله في عمره

الى من جعل الله الجنه تحت قدميها ...

امي الحنونة حفظها الله

الى باقة الورد وبشاشة الحياة...

اخواتي

الى من اشد بهم ازري. نجوم سمائي وتحلو بهم ايامي...

اخوتي

الى من سار معي في بحثي خطوة بخطوة زرعنا وحصدنا معاً استاذي الفاضل ...

الدكتور محمد حمدان

الى من لم يدخروا جهدا في مساعدتي ...

أساتذتي الكرام

والى من ساروا معي الدرب فكانوا نعم الاخوة والناصحون ...

زملائي الاعزاء

اهدي ثمرة جهدي المتواضع.

نـهلاء

الشكر والتقدير

الحمد لله خالق السموات والارض، والصلاة والسلام على حبيبنا سيد البشرية ومعلمها محمد وعلى اله وصحبه اجمعين.

بعد ان من الله تعالى عليَ باتمام رسالتي اتوجه بالشكر والامتنان لأستاذي الفاضل ومشرفي الدكتور محمد حمدان عيدان لما بذله من جهود ومقترحات قيمة ومتابعة حريصة ولما منحني اياه من وقته، وفقه الله لخدمة العلم وجزاه الله عني خير الجزاء.

كما اتقدم بشكري الى الاستاذ الدكتور محمد عويد عميد كلية الزراعة- جامعة الانبار ورئيس قسم المحاصيل الحقلية الاستاذ المساعد الدكتور اسامة حسين مهيدي وكافة الاساتذه الاعزاء الذين لم يدخروا جهداً في مساعدتي.

كما اتقدم بشكري وتقديري للأساتذه اعضاء لجنة المناقشة الاستاذ المساعد الدكتورعمر اسماعيل محسن الاستاذ المساعد الدكتورة شذى عبد الحسن احمد والاستاذ المساعد الدكتور فائز تحسين فاضل.

وخالص دعائي الى والدي ووالدتي وكل من مد لي يد العون والمساعدة جزاهم الله عني خير الجزاء.

الخلاصة

لِدراسة تَأثير المولِيبدنم في النظام الدفاعي لِنبات الماش (الصنف المحلي) تحت الإجهاد المائي (الجفاف)، نُفذت تَجربة حَقلية في الموسم الخريفي لعام 2018 في تُربة ذات نسجة مزيجية في محافظة الانبار/ الرمادي منطقة البوذياب ، تَضمنت التجربة أربعة تراكيز من المولِيبدنم (0 و15 و30 و45 ملغم لتر$^{-1}$) وثلاثة مدد أرواء كل (4 أيام و8 أيام و12 يوم). وتم ترتيب الألواح المنشقة Split Plot وفقاً لِتصميم القطاعات العَشوائية الكاملة (RCBD) وبثلاثة مكررات، إذ احتلت مدد الري الألواح الرئيسة في حين احتلت تراكيز المولِيبدنم الألواح الثانوية. ويمكن تلخيص أهم النتائج المُستحصل عليها بالآتي:

1- كان لإضافة المولِيبدنم تأثيرٌ معنويٌ على بعض صفات النمو والحاصل وأغلب الصفات البيوكيميائية. إذ حَققَ التركيز 45 ملغم لتر$^{-1}$ أعلى معدل للمساحة الورقية وطول القرنة بلغا 1435.34سم^{2} نبات$^{-1}$ و6.01 سم وعلى الترتيب. أعلى معدل لحامض البرولين وانزيمات الكاتاليز CAT والبيروكسيديزPOD والسوبراوكسيد SOD والتي بلغت متوسطات فعالياتها (499.33 و 28.95 و35.45 و122.78وحده مل$^{-1}$) وعلى التوالي. في حين حقق التركيز30 ملغم .لتر$^{-1}$ أعلى متوسط لعدد القرنات في النبات (45.28 قرنة نبات$^{-1}$) في حين أعطى التركيز 15 ملغم لتر$^{-1}$ أعلى متوسط للوزن الجاف (239.89 غم نبات$^{-1}$).

2- تأثر نمو وحاصل محصول الماش معنوياً عند زيادة مدد الري من 4 إلى 8 ثم إلى 12 يوماً بين رية وأخرى. فقد انخفضت جميع صفات النمو والحاصل ومكوناته عند مدة الإرواء 12 يوم مقارنة بمدتي الإرواء 4 و8 يوم بالتتابع. أما بالنسبة لصفات الحاصل فقد ازدادت عند مدة الري 4 يوم في حين انخفضت عند مدة الري كل 12 يوم. ساهمت مدد الإرواء المتباعدة في تحفيز نشاط النظام الدفاعي الأنزيمي وغير الأنزيمي بالتوازي مع زيادة عمليات الأكسدة الحاصله في الخلايا النباتية (MDA) بسبب الإجهاد المائي. حيث بلغ نشاط الأنزيمات المضادة للأكسدة بزيادة الإجهاد المائي (20.89 و 31.22 و 94.56 وحدة مل$^{-1}$) عند الري كل 4 يوم في حين ازاداد إلى (33.18 و 36.56 و136.41 وحدة مل$^{-1}$) عند الري كل 12 يوم لأنزيمات CAT، POD و SOD بالتتابع، وجاءت هذه الزيادة متناسقة مع زيادة عمليات الأكسدة للدهون في الأغشية البلازمية (MDA) إذ بلغ محتوى النبات من MDA 22.27 وحدة مل$^{-1}$ عند الري كل 4 يوم في حين بلغ 27.84 وحدة مل$^{-1}$ عند الري كل 12 يوم. أما بالنسبة لِمضاد الأكسدة غير الأنزيمي (Proline)

فقد سلك هو الاخر نفس سلوك مضادات الأكسدة الأنزيمية فقد بلغ تركيزة 451.75 ملغم .غم$^{-1}$ عند الري كل 4 يوم وازداد محتوى الاوراق منه بزيادة مدد الإرواء إلى أن بلغ 492.00 و 483.38 ملغم .غم$^{-1}$ عند الري كل 8 و 12 يوم بالتتابع.

3- كان تأثير التداخل الثنائي بين عوامل الدراسة معنوياً في معظم الصفات المدروسة. بأستثناء صفة عدد الافرع بلغ أعلى متوسط له عند معاملة النبات بتركيز30 ملغم لتر$^{-1}$ ومعاملة ري 12 يوم (7.95 فرع نبات$^{-1}$) فقد أدت معاملة النبات بالموليبدنم وخصوصاً التركيز 45 ملغم لتر$^{-1}$ عند الري كل 4 أيام إلى الحصول أعلى متوسط لصفات النمو مثلاً (دليل الكلوروفيل والمساحة الورقية) بلغا 55.15 SPAD و2344.90 سم^{2} نبات$^{-1}$ أما صفات الحاصل (عدد القرنات و طول القرنة و الحاصل غم) فقد اختلفت في سلوكها لتراكيز الموليبدنم 30 و15 ملغم لتر$^{-1}$ وتوحدت في مدد الري كل 4 يوم إذ اعطت (48.10 و7.15 و16.58) وعلى التوالي باستثناء صفة وزن 100 حبة بلغ أعلى متوسط له عند معاملة النبات بتركيز 45 ملغم لتر$^{-1}$ عند الري كل 8 أيام (4.50 غم) في حين لم يكن للتداخل تأثيرٌ معنويٌ في صفة عدد البذور بالقرنة. حَصلَ تأثيرٌ مشترك بين عنصر الموليبدنم ومدة الإرواء في رفع النشاط الأنزيمي وغير الأنزيمي لِمضادات الأكسدة، إذ تَفوقت معاملة النبات بتركيز 45 ملغم لتر$^{-1}$ وريه كل 12 يوم باعطائها أعلى متوسط لِفعالية أنزيمي CAT و SOD (36.04 و 140.29 وحدة مل$^{-1}$ بالتتابع)، في حين تَفوقت مُعاملة النبات بتركيز 30 ملغم لتر$^{-1}$ وريه كل 12 يوم بأعلى متوسط لفعالية أنزيم POD (37.99 وحدة مل$^{-1}$).

قائمة المحتويات

التسلسل	الموضوع	الصفحات
1	المقدمة	1
2	مراجعة مصادر	3
1-2	المولييدنم وأدواره البيو كيميائية في النبات	3
1-1-2	تأثير المولييدنم في صفات النمو لمحصول الماش	3
2-1-2	تأثير المولييدنم في صفات الحاصل ومكوناته لمحصول الماش	6
2-2	تأثير مدة الارواء في صفات النمو لمحصول الماش	9
1-2-2	تأثير مدة الارواء في صفات الحاصل ومكوناته لمحصول الماش	11
3-2	تكوين الجذور الحرة ROS في النبات تحت تأثير الإجهاد المائي	14
4-2	الأكسدة ومسبباتها في النبات تحت تأثير الاجهاد المائي	15
5-2	تأثير المولييدنم على النظام الدفاعي في النبات تحت ظروف الأجهاد البيئي	17
1-5-2	تأثير المولييدنم في محتوى النبات من البرولين	17
2-5-2	تأثير المولييدنم في محتوى النبات من مضادات الأكسدة الأنزيمية	20
3	المواد وطرق العمل	24
1-3	الصفات المدروسة	27
1-1-3	صفات النمو الخضري	27
1-2-3	الحاصل ومكوناته	27
3-1-3	الصفات البيوكيميائية	28
2-3	التحليل الاحصائي	32
4	النتائج والمناقشة	33
1-4	تأثير المولييدنم ومدة الارواء والتداخل بينهما في صفات النمو الخضري لمحصول الماش	33
1-1-4	طول الساق	33
2-1-4	عدد الافرع	34
3-1-4	دليل محتوى الاوراق من الكلوروفيل	36
4-1-4	المساحة الورقية للنبات	38
5-1-4	الوزن الجاف	39
2-4	تأثير المولييدنم ومدة الارواء والتداخل بينهما في صفات الحاصل ومكوناته	42
1-2-4	عدد القرنات	42
2-2-4	طول القرنة	43
3-2-4	عدد البذور بالقرنة	45
4-2-4	وزن 100بذرة	46
5-2-4	حاصل النبات	48
6-2-4	الحاصل الكلي	49
3-4	الصفات البيوكيميائية	51
1-3-4	محتوى النبات من MDA-Malondialdehyde	51
2-3-4	محتوى الاوراق من الحامض الاميني Proline	52
3-3-4	فعالية انزيم الكاتاليز CAT- Catalase	54
4-3-4	فعالية انزيم البيروكسيديز POD-Peroxidase	55
5-3-4	فعالية انزيم SOD Superoxidase dismutase	57

5	الاستنتاجات والمقترحات	59
1-5	الأستنتاجات	59
2-5	المقترحات	59
6	المصادر	60
1-6	المصادر العربية	60
2-6	المصادر الاجنبية	61
7	الملاحق	72
I	Abstract	I

قائمة الجداول

التسلسل	العنوان	الصفحات
1	بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة حقل التجربة قبل الزراعة في الموسم الخريفي لسنة 2018.	**26**
2	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط طول الساق(سم) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.	**34**
3	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط عدد الافرع (فرع نبات$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.	**36**
4	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط دليل محتوى الاوراق من الكلوروفيل (SPAD) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.	**37**
5	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط المساحة الورقية (سم نبات$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.	**39**
6	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط الوزن الجاف (غم نبات$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018 .	**41**
7	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط عدد القرنات (قرنة نبات$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.	**43**
8	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط طول القرنة (سم) لنبات الماش 2018.	**44**
9	تأثير الرش بالمولييبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط عدد البذور بالقرنة (بذرة قرنة$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.	**46**

10	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط وزن 100 بذرة (غم) لنبات الماش2018.	**47**
11	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط حاصل النبات (غم نبات$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي2018.	**49**
12	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط الحاصل الكلي (كغم نبات$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.	**50**
13	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط دليل محتوى النبات من MDA لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.	**52**
14	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط محتوى الاوراق من Proline لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.	**53**
15	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء التداخل بينهما في متوسط فعالية انزيم CAT لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.	**55**
16	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء في متوسط فعالية أنزيم POD لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018 .	**56**
17	تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء في متوسط فعالية أنزيم SOD لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018 .	**58**

قائمة الملاحق

التسلسل	العنوان	الصفحات
ملحق 1	تحليل التباين لمتوسطات المربعات لصفات النمو لمحصول الماش.	**72**
ملحق 2	تحليل التباين لمتوسطات المربعات لصفات الحاصل لمحصول الماش.	**72**
ملحق 3	تحليل التباين لمتوسطات المربعات للصفات البيوكيميائية لمحصول الماش.	**72**
ملحق 4	قيم معامل الارتباط الخطي البسيط بين الصفات المدروسة لمحصول الماش في الموسم الخريفي لسنة 2018.	**73**

1- المقدمة

تَأتي مَحاصيل البقول ومنها محصول الماش (***Vigna radiatata* L.**) بالمرتبة الثانية بعد محاصيل الحبوب من حيث الأهمية وذلك لاستعمالاته المتعددة فهو يدخل في تغذية الإنسان كونه ذو قيمة غذائية جيدة لاحتواء بذورة على نسبة عالية من البروتينات (240 غم كغم$^{-1}$) والكربوهيدرات (630 غم كغم$^{-1}$) والتي تكون قابلة للهضم بشكل أفضل من البروتينات والكربوهيدرات المشتقة من البقوليات الأخرى وتُسبب أنتِفاخية أقل فضلاً عن ذلك فأن بذوره تحتوي على نسبة قليلة من حامض Phytic ذو التأثير السلبي على أمتصاص الحديد (Nair وآخرون، 2013). كما يستخدم في تغذية الحيوانات و الدورات الزراعية لقصر مدة نموه وتثبيته للنتروجين الجوي في الترب التي ينمو فيها الامر الذي يعود على زيادة انتاجية المحاصيل النجيلية الداخلة معه في الدورة الزراعية (Ahmad وآخرون، 2013). يَتركز إنتاج الماش في معظم مناطق اسيا التي تسهم بإنتاج 90% من الإنتاج العالمي لكن تبقى إنتاجيته مُتدنية بسبب الشدود البيئية المتزايدة (Bangar، 2019).

تُعاني المحاصيل الحقلية منها الماش من التأثيرات المناخية في العراق كارتفاع درجات الحرارة إلى معدلات عالية و قلة مصادر المياه ورداءة نوعيتها لذا تبقى انتاجيته منخفضة قياساً بالإنتاج العالمي. تزايدت مشكلة الجفاف عالمياً بسبب اتساع المساحات المتاثرة به بشكل كبير نظراً لقلة تساقط الأمطار أو السقوط غير المتجانس لها، ومحدودية مصادر الماء بالإضافة إلى التغيرات المناخية لسطح الكرة الأرضية (Fahad ، 2017). تُقدر المساحات المزروعة بالماش في العراق بـ 2168 دونم وبمتوسط إنتاجية تقدر بـ 288.5 كغم دونم$^{-1}$ (الجهاز المركزي للأحصاء 2018). يعد الإجهاد المائي من أكثر الإجهادات البيئية تأثيراً على إنتاجية وتوزيع المحاصيل الحقلية لما له من تأثير مباشر وغير مباشر على العمليات الفسلجية والمورفلوجية التي تتحكم في نمو وانتاجية النبات (Basu وآخرون، 2016).

تحت ظروف قلة الماء، يحصل في النباتات العديد من التغيرات الفسلجية والبيوكيميائية وخصوصاً تفاعلات التركيب الضوئي وتفاعلات سلسلة نقل الالكترونات وفعالية الانزيمات الأمر الذي يسبب أنتاج مفرط للجذور الحرة Reactive Oxygen Specie- ROS(مثل: $^1O_2$ و O^-_2 و H_2O_2 وOH) والتي تسبب إجهاداً تأكسدياً يحطم الخلايا ومكوناتها من خلال التفاعل مع مكونات الخلية المهمة مثل الأحماض النووية والبروتينات والدهون وغيرها (Nahar وآخرون، 2015). تعد أكسدة الدهون من التفاعلات الضارة التي تحصل في النبات عند تعرضه للإجهاد المائي ويُعد Malondialdehyde - (MDA) الناتج النهائي لهذه العملية الذي بدوره يستخدم

كمؤشر لإنتاج الجذور الحرة في الأغشية البلازمية كاستجابة للعديد من الأجهادات البيئية (Sun وآخرون، 2006).

تَتميز النباتات عن غيرها من الكائنات الحية بالتكيف للظروف البيئية كونها مقيدة بمكانها، لذا يمتلك النبات نظاماً دفاعياً ضد الضرر الناتج من الاجهادات البيئية المختلفة متمثلاً بإنتاج مُضادات الأكسدة بنوعيها الأنزيمية Catalase (CAT) وSuperoxide dismutase (SOD) وغير الأنزيمية (Proline) والتي تقوم بقمع الاثر الضار للجذور الحرة ROS (Ali وآخرون، 2018).

بناءً على ما تَقدم جاءت هذه الدراسة لتسلط الضوء على دور عنصر الموليبدنم لتنشيط الدور الدفاعي الأنزيمي وغير الأنزيمي وتقليل أكسدة الدهون في الأغشية الخلوية لمحصول الماش تحت تأثير نقص الماء.

2- مراجعة مصادر

2-1 الموليبدنم وأدواره البيوكيميائية في النبات

إن تَسمية الموليبدنم Molybdenum جاءت لأول مرة من قبل العالم Hjelm في عام 1782 حيث اشتقت من الكلمة الاغريقية Molybdos والتي تَشير إلى القيادة أو مشابهة القيادة، واكتشفَ العالم Schelle في 1778 الموليبدنم لأول مرة على هيئة Molybdnit (MoS_2) وَبعدَ ذلكَ تم فَصله من Molybdnit إلى Molybdenum في حين أثبتَ Bortels في عام 1930 أول وظائف الموليبدنم البيولوجية وهي تثبيت النتروجين الجوي من قبل Chrococum Azotobacter وبالرغم من ندرة الموليبدنم بالتربة لكن تَواجده فيها ميسراً للامتصاص من قبل النبات نظراً إلى مقدرتهِ العالية على الذوبان بالماء وفي السياق ذاته أكتُشفَ عام 1953 إن الموليبدنم يُشارك في العمليات الأيضية التي تحدث بِجسم الإنسان (Iobbi Nivol و Leimkuhler، 2013). يعمل الموليبدنم على تَنشط بعض الأنزيمات المُضادة للأكسدة مثل أنزيم الكاتاليز(CAT) والألدهايد أوكسيديز(AO) بتوفرالموليبدنم وَغيابه يؤثرعلى فعالية بعض الانزيمات مثل النترات ريدكتيز (NR) (Hadi وآخرون، 2016).

كما أكدَ كلّ من Naqib و Jahan (2017) على دور الموليبدنم كَمُرافق أنزيمي في تثبيت النتروجين الجوي، وعند عَدم تَوفر الموليبدنم يَنخفض النمو الخضري للنبات بسبب أنخفاض كفاءة عَملية التَمثيل الضوئي. أشارَت النتائج التي تَوصلَ إليها Huang وآخرون (2019) إلى أنَ الموليبدنم من المغذيات الصغرى الضَرورية للمحاصيل والموليبدنم بِحد ذاته يَمتص بعد أن يَدخل في مُعقد Mo-Cofactor (MoCo) أي أنه يَمتص كأيون سالب ثنائي الشحنة (MoO^{-2} 4) وَلقد تبين إن الامتصاص الحيوي للموليبدنم يَنخفض في الترب الحامضية في حين تَزداد جاهزيته بِزيادة pH.

2-1-1 تأثير الموليبدنم في صفات النمو لمحصول الماش

يَعتمد نمو المحاصيل بصفة عامة على التربة لأمدادها بالماء والعناصر الغذائية اللازمة لنمو وإنتاج النبات لكن بعض التُرب الفقيرة بِطبيعتها لابدَ من تَعويضها من خِلال إضافة الأسمدة والعناصر الصغرى ومنها المولبيدنم الذي يُمكن إضافته بصورة منفصلة أو مع العناصر الكبرى مثل الفسفور والنتروجين والبوتاسيوم، إذ يَعد الموليبدنم من المعادن المغذية الصغرى فهو يَمتلك دوراً تنظيمياً في النظام الأنزيمي فضلاً عن مشاركته مع العُقد الجَذرية للنباتات البَقولية وَيقوم بِتَحسين عملية التَمثيل الضوئي وَيَصب ذلك في زيادة نمو المحصول ورفع كفاءته بِتصنيع المادة الخضراء (Chakraborty،2009 وهذيلي والجبوري، 2016).

لقد أشارت الدراسة التي أجراها Patra وBhattachacharya (2009) ان إضافة الموليبدنم إلى التربة حفزت استطالة سلاميات الساق إذ بلغ أرتفاع نباتات الماش 52.1 سم قياساً بِعدم إضافته (46.5 سم). ادت اضافة عنصر الموليبدنم إلى إحداث فرقٍ معنويٍ في ارتفاع نبات محصول الماش بلغ 27.0 سم عند أستخدام التركيز 2 كغم هـ$^{-1}$ قياساً بِعدم أضافته (17.0سم) (Ahmad وآخرون، 2013). إن مُعاملة بذور الماش بالموليبدنم بـ 4 غم Mo لكل كغم من البذور أدى إلى ازدياد ارتفاع النبات معنوياً مُقارنة بِعدم إضافته (Tahir وآخرون، 2014). أوضَحت دراسة أجراها Singh وآخرون (2014) على نبات الماش والتي استَخدموا فيها أربعة مستويات من الموليبدنم (0.25 و0.50 و0.75 و1.00 كغم هـ$^{-1}$) أن أضافة 0.75 كغم هـ$^{-1}$ أعطى أعلى متوسط لصفة ارتفاع النبات إذ بلغ 41.04 سم قياساً بِمُعاملة المُقارنة (36.75 سم). كما حصل Kusum وآخرون (2015) عند دِراستهم تأثير الموليبدنم على محصول الماش على زيادة مَعنوية بارتفاع النبات اذ بلغ 37.3 سم في ارتفاع النبات عند التركيز (5 ملغم لتر$^{-1}$) مقارنة بعدم معاملة النبات بهذا العنصر، وَبينوا أيضاً إن التراكيز العالية من الموليبدنم أدت إلى زيادة فعالية تَثبيت النتروجين الجوي الذي يَحتاجه النبات في المراحل المبكرة من النمو أكثر من المراحل المتأخرة وأن تَتم الأضافة للموليبدنم في مراحل متتالية وفي وقت مبكر لأنه يقوي النمو.

وجد عند معاملة نباتات الماش ورقياً بعنصر الموليبدنم، ان التركيز1 ملغم لتر$^{-1}$ أعطى أعلى متوسط لعدد الأفرع إذ بلغ 5.58 فرع نبات$^{-1}$ مقارنة بِمُعاملة السيطرة التي أعطت أقل متوسط 4.40 فرع نبات$^{-1}$(Bhuiyan، 2008). وأوضَحت نتائج Tahir وآخرون (2011) أن معاملة بذور الماش بـ 4 غم لكل كغم بذور بعنصر الموليبدنم أدى إلى أحداثِ فرقٍ معنويٍ بعدد الأفرع، إذ بلغ 11.8 فرع نبات$^{-1}$ قياساً بِمُعاملة المُقارنة التي أعطت 6.3 فرع نبات$^{-1}$. عندما أضيفَ المولبيدنم رشاً على المجموع الخضري بتراكيز: 0 و 0.75 و 1.50 غم لكل كغم بذور بعنصر الموليبدنم بدت نباتات الماش المعاملة به خضراء اللون لِمُدةٍ أطوَل من النباتات التي لم يُضاف لها الموليبدنم وأدى التركيز العالي منه (1.5كغم هـ$^{-1}$) إلى أحداثِ فرقٍ معنويٍ لعدد الأفرع لمحصول الماش إذ بلغ 24.1 فرع نبات$^{-1}$ قياساً بِمُعاملة المُقارنة (Awomi وآخرون، 2012). وَجدَ Tahir وآخرون (2014) من خلال دراستهم على محصول الماش (Black Gram)، أن التَراكيز العالية من الموليبدنم زادت معنوياً من عدد الأفرع بالنبات (13.43 فرع نبات$^{-1}$) مقارنة بمعاملة السيطرة التي أعطت فقط 7.27 فرع نبات$^{-1}$ وذلك عند استخدامهم 13 تركيز من الموليبدنم. أما Janaki وآخرون (2018) وعند استخدامهم الموليبدنم بأربعة تراكيز مُختلفة خِلال زِراعَتهم للماش الأخضر في فصل الخريف في الهند لم يَجدوا تأثيراً معنوياً لهذا العنصر على

صفة عدد الأفرع للنبات، عازينَ السبب إلى كِون أرض التَجرُبة كانت غَنية بِالعناصر الصُغرى وَمن بينَ هذه العَناصر المولیبدنم فَلم تَحدُث إستِجابة للنبات عند إضافته.

تُعد الوَرقة العضو الرئيس الذي تَحدُث فيه عمليات تَخليق الأيض وَعملية التمثيل الضوئي، وإن المَساحة السَطحية للأوراق تُعبر عن النمو الخُضَري الجيد للنبات لأعتراضها الضَوء (Subedi وMa، 2005). اشار Singh وآخرون (2014) إلى ان نقع بذور الماش بتراكيز مختلفة من المولیبدنم (0.25 و0.50 و0.75 و1.00كغم هـ$^{-1}$) أثرت معنوياً في المساحة الورقية للنبات، حيث أعطى المستوى 0.75 كغم هـ$^{-1}$ أعلى متوسط للمَساحة الورقية إذ بلغ 1108.33 سم^2 مُقارنة بِعدم مُعاملة النباتات بهذا العنصر التي أعطت أقل متوسط للصفة. أما Kusum وآخرون (2015) فَقد حَصَلوا على فروقات مَعنوية عالية بينَ تَراكيز المولیبدنم في المساحة الورقية لِمَحصول الماش عند نَقع بِذوره بهذا العنصر، فقد أعطى التركيز 5 ملغم لتر$^{-1}$ أعلى متوسط للصفة بلغ (556 سم^2). إن زيادة المَساحة الورقية للمحاصيل البقولية، منها الماش عند إضافة المولیبدنم في المَراحل المُبكرة قد يُعزى إلى زيادة كَفاءة تَثبيت النتروجين الأمر الذي يؤدي إلى زيادة المَساحة الوَرقية للنبات. أو قد تُعزى الزيادة إلى مساهمة المولیبدنم في تَنشيط الأنزيمات المُشارِكة في عَملية التَمثيل الضَوئي التي تَحدث في الأوراق بالإضافة إلى دَوره في تَمثيل النتروجين (Naqib و Jahan، 2017).

أما بِخصوص دليل محتوى الأوراق من الكلوروفيل، فقد وجدَ Singh وآخرون (2014) أن إضافة المولیبدنم بِتَراكيزه المختلفة أدى إلى أحداثِ فرقٍ معنويٍ، حيث أدت إضافة المولیبدنم بالتراكيز العالية إلى زيادة دليل محتوى الأوراق من الكلوروفيل إلى SPAD 50.33 في حين كانَ دليل محتواه SPAD 44.85 في النباتات غير المُعاملة بِهذا العنصر. وفي ذات السياق وجدَ نَفس الباحثين ارتباطاً معنوياً بينَ دليل مُحتوى الأوراق من الكلوروفيل وَكل من ارتفاع النبات والمساحة الورقية إذ بلغ 0.9080 سم و0.9676 SPAD للصفتين أعلاه بالتتابع.

وجد إن استخدام المولیبدنم بالتراكيز 0 و 0.75 و 1.5 كغم هـ$^{-1}$ أدى إلى زيادة مَعنوية للوزن الجاف لِمحصول الماش وَخصوصاً عند التَركيز العالي مِنه (Awomi وآخرون، 2012). قد يُعزى سَبب زيادة الوَزن الجاف إلى إن المولیبدنم زادَ من قابلية النبات على استغلال مُدخلات النمو كَالماء وَالعناصر الغذائية المُمتَصة مَعه وَزيادة فعالية العَمليات الحَيوية المُهمة والتَركيب الضَوئي عن طريق تَنشيط الأنزيمات الداخِلة بِها. لاَحظ هذيلي والجبوري (2016) أن مُعاملة

بذور الباقلاء بِمحلول الموليبدنم وبِثلاث تَراكيز مُختلفة أدى إلى أحداثِ فرقٍ معنويٍ للوزن الجاف للنبات إذ أعطى التركيز 10 ملغم لتر$^{-1}$ أعلى متوسط للوزن الجاف (25.62غم نبات$^{-1}$) أما مُعامَلة المُقارنة فقد أعطت فقط 15.82غم نبات$^{-1}$.

2-1-2 تأثير الموليبدنم في صفات الحاصل وَمكوناته لمحصول الماش

أظهرت نتائج Bhuiyan (2008) وجود تَباين بينَ تَراكيز الموليبدنم في تَأثيرها على محصول الماش حين استَخدم مُستَويَين (1 و1.5 كغم هـ$^{-1}$) بالإضافة إلى مُعامَلة المُقارنة (بدون إضافة) فَقد أعطى التركيز 1 أعلى متوسط لِطول القرنات إذ بلغ 10.93 سم قياساً بِمُعاملة المُقارنة (8.32سم). إن إضافة الموليبدنم إلى التُرب الحامضية المزروع فيها مَحصول الماش اثرت على طول القرنات للمحصول، بالرغم ان جاهزية العُنصر بِهذه التُرب تَكون اقل (Patra و Bhattacharya، 2009). بين Tahir وآخرون (2014) إن مُعامَلة بذور الماش بتركيز 5.0 غم موليبدنم لكل كغم بذور كانَ فَعالاً في زيادة طول القرنات إلى أن بلغت 6.98 سم مُقارنة بِعدم إضافته (5.42 سم).

وقد حصلَ Bhuiyan (2008) على نتائج مُشجعة حَولَ تَداخل تأَثير عُنصر الموليبدنم وبكتريا Rhizobium في عدد القرنات بالنبات فَقد وجدوا أن أعلى عدد للقرنات 23.65 قرنة نبات$^{-1}$ عِند المُعاملة بالموليبدنم مع Rhizobium، أما بدون اضافة كانَ عدد القرنات فقط 17.46 قرنة نبات$^{-1}$، لكن في دراسة أخرى عند تَسميد محصول الماش بالموليبدنم (2 كغم هـ$^{-1}$) مع Rhizobium أعطى أعلى متوسط لعدد القرنات بلغ 12.67 قرنة نبات$^{-1}$ قياساً بِمُعامَلة المُقارنة التي أعطت أدنى متوسط بلغ 8.67 قرنة نبات$^{-1}$ (Ahmad وآخرون، 2013). أعطت مُعامَلة محصول الماش بأربعة تَراكيز ُمختلفة من عنصر الموليبدنم (5 و10 و 15 و 20 ملغم لتر$^{-1}$) فروقٍ معنويٍ بين التراكيز في متوسط عدد القرنات بالنبات ، إذ أعطى التَركيز العالي مِنه أعلى متوسط لِلصفة بلغ 71.4 قرنة نبات$^{-1}$(Kusum وآخرون، 2015). واستَخدمَ Janaki وآخرون (2018) أيضاً أربعة تراكيز من الموليبدنم حيثُ أعطى التَركيز المُنخَفض 0.75 كغم هـ$^{-1}$ أعلى متوسط لِصفة عدد القرنات لِمحصول الماش إذ بلغ 11.33 قرنة نبات$^{-1}$ قياساً بِمُعاملة المُقارنة (8.83 قرنة نبات)، ولاحظَ الباحث إنخفاض عدد القرنات كُلما زادَ تَركيز الموليبدنم عن هذا الحد.

يعتقد Bhuiyan (2008) أن إضافة الموليبدنم مع العقد الجذرية قد نالت أهتماماً أكبر في مجال نمو وتطور محصول الماش، فقد استَنتجوا أنه يُمكن زيادة عدد البذور بالقرنة تحت

الظروف التَجريبية، والإضافة الأرضية للموليبدنم مع بكتريا الرايزوبيم وبتركيز(1 كغم هـ$^{-1}$ مع الرايزوبيم) أعطت أعلى متوسط لعدد البذور بالقرنة إذ بلغ 11.71 بذرة قرنة$^{-1}$ قياساً بعدم إضافته (8.64 بذرة قرنة$^{-1}$). لقد بينت دراسة كل من Patra و Bhattacharya (2009) أن إضافة عنصر الموليبدنم يُحسن الإنتاج في الترب الحامضية أي إعطاء أعلى غلة للمحاصيل ومنها محصول الماش. فقد لاحظا عندما أستخدما ثلاثة تراكيز مختلفة من الموليبدنم أن التراكيز العالية منه أعطت أعلى متوسط لصفة عدد البذور بالقرنة. توصل Tahir وآخرون (2011) في دراسة أخرى إلى إن عنصر الموليبدنم أدى إلى زيادة معنوية بعدد البذور لقرنات محصول الماش بطريقة نقع البذور أيضاً، إذ أعطى التركيز العالي 4 غم موليبدنم لكل كغم بذور أعلى متوسط لعدد البذور بالقرنة مقداره 6.12 بذرة قرنة$^{-1}$ قياساً بمعاملة عدم إضافته التي أعطت أقل متوسط للصفة. أما Awomi وآخرون (2012) فقد حصلوا على عددٍ عالٍ من البذور بالقرنة عندما استخدموا ثلاثة تراكيز مختلفة من الموليبدنم (0 و0.75 و1.5 كغم هـ$^{-1}$)، حيث أعطى التركيز العالي منه أعلى متوسط لصفة عدد البذور بالقرنة بلغ 11.3 قرنة نبات$^{-1}$ قياساً بمعاملة المقارنة التي اعطت أقل متوسط للصفة. لاحظ Singh وآخرون (2014) أن استخدام أربعة تراكيز مختلفة من الموليبدنم (0.25 و0.50 و0.75 و1.00 كغم هـ$^{-1}$) أدت إلى إحداثِ فرقٍ معنويٍ في عدد البذور بالقرنات إذ أعطى التركيز 0.75 كغم هـ$^{-1}$ اعلى متوسط للصفة بلغ 11.00 بذرة قرنة$^{-1}$ قياساً بمعاملة المقارنة (9.33 بذرة قرنة$^{-1}$)، كذلك وجد نفس الباحثين ارتباطًا معنويًا بين صفة عدد البذور بالقرنات والمساحة الورقية وارتفاع النبات والوزن الجاف وذلك عند استخدام تركيز عالٍ من الموليبدنم قدره (0.75 كغم هـ$^{-1}$). وفي دراسة اخرى وجد ان نقع بذور الماش الأسود بتركيز4 غم موليبدنم لكل كغم بذور تفوقت معنوياً باعلى متوسط لعدد البذور بالقرنات بلغ 27.7 بذرة قرنة$^{-1}$، قياساً بالنباتات غير المعاملة بالعنصر التي أعطت أقل متوسط للصفة بلغ 16.30 بذرة قرنة$^{-1}$ (Tahir وآخرون، 2014). كما بين Janaki (2018) أن الإضافة الأرضية للموليبدنم بتركيز 0.75 كغم هـ$^{-1}$ أدت إلى إحداثِ زيادةٍ معنويةٍ في عدد البذور لقرنات الماش الأخضر الذي تمت زراعته خلال الموسم الصيفي.

وجد Bhuiyan (2008) أن إضافة الموليبدنم أثرت معنوياً في وزن 100 بذرة لمحصول الماش فقد أعطى المستوى 1.00 كغم هـ$^{-1}$ أعلى متوسط للصفة إذ بلغ 11.71 غم وبفارق معنوي قدره 3.07 غم قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل متوسط للصفة بلغ 8.64 غم. أشارت نتائج التجارب التي أجراها Ahmad وآخرون (2013) عند إضافة مخلوط من العناصر الصغرى من ضمنها عنصر الموليبدنم إلى التربة المزروعة بمحصول الماش وبمستويين هما 2 و 4 كغم هـ$^{-1}$

بالإضافة إلى معاملة المقارنة (بدون معاملة)، إلى ان المستوى 2 كغم هـ$^{-1}$ أعطى أعلى متوسط لصفة وزن 100 بذرة بلغ 6.95 غم قياساً بعدم المعاملة بالعنصر. كما لاحظ Kusum وآخرون (2015) خلال دراستهم لأربعة تراكيز من الموليبدنم أن التركيز العالي منه أعطى أعلى متوسط لوزن البذرة لمحصول الماش.

أشارت نتائج دراسة أستخدم فيها خمسة تراكيز من الموليبدنم (0 و 0.025 و 0.05 و 0.075 و 0.1 ملغم لتر$^{-1}$) إلى أن التركيز 0.075 ملغم لتر$^{-1}$ أعطى أعلى متوسط لحاصل البذور الكلي إذ بلغ 16.45 غم سندانه$^{-1}$ قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت 12.30غم سندانه$^{-1}$ (Velmurugan وآخرون، 2013). وفي دراسة أخرى أجريت على الصنف المحلي لمحصول الماش تمت إضافة الموليبدنم أرضياً بالكميات 0 و 200 و 400 و 600 و 800 و 1000 غم هـ$^{-1}$، وجد أن التراكيز العالي من العنصر أعطت أعلى متوسط لحاصل البذور بلغ 609.6 غم هـ$^{-1}$ وَبِفارق مَعنوي عن معاملة السيطرة التي أعطت أقل متوسط للصفة بلغ 330.1 غم هـ$^{-1}$ (Karpagam وRajesh، 2014). أجريت محاولات عديدة خاصة بزراعة الماش الأخضر والأسود ومعاملته بعنصر الموليبدنم في الترب الحامضية وتبين بأن هنالكَ نجاحاً لهذه الدراسات حيث وجدَ أن هذا العنصر قليل التواجد في مثل هذه الترب الحامضية وأن إضافته أدت إلى إحداثِ فرقٍ معنويٍ في أغلب صفات النمو والحاصل. وبذا نَجد أن حاصل المحاصيل البقولية في الترب الحامضية يتأثر كثيراً بالتراكيز المنخفضة جداً من عنصر الموليبدنم علماً أن التراكيز العالية منه في بعض الأحيان تؤدي إلى تدهور حاصل البذور بالإضافة إلى جودة الإنتاج تكون سيئة أو متدنية (Naqib و Jahan، 2017). وفي بعض الدراسات الحديثة عوملت بذور الماش الأسود بمستويين هما 2 و 4 غم من الموليبدنم لكل كغم بذور وأدى التركيز العالي منه إلى إحداثِ فرقٍ معنويٍ في صفة حاصل البذور إلى 153.39 كغم هـ$^{-1}$ (Kumar وآخرون، 2018).

2-2 تأثير مدة الإرواء في صفات النمو لمحصول الماش

تَتعرض النباتات إلى العديد من الإجهادات البيئية خلال مدة نموها ومنها الإجهاد المائي Water stress. قد يكون الإجهاد المائي بزيادة أو نقصان الماء في النبات والتربة أي عدم حدوث توازن بين عمليتي النتح والامتصاص وهذا يضر بالعمليات الفسيولوجية التي تحدث في النبات عندما يتم الري بمدد إرواء متقاربة جداً أو متباعدة (شهيد وآخرون، 2012). ومؤخراً انصبَّ إهتمام العديد من الباحثين على دراسة التأثيرات البيئية على النبات، ومنها الإجهاد المائي خصوصاً مع تزايد خطر التغيرات المناخية التي طرأت على كوكب الارض.

لاحظ Robertson وآخرون (2004) أن تَعرض النبات إلى الإجهاد المائي أدى إلى أنخفاضٍ معنويٍ على صفة ارتفاع النبات لمحصول الماش. أشارَ الحديثي وآخرون (2007) عند استخدامهم مدتي إرواء (الري كل 2 أو 4 أيام)، وجود وجود تأثير معنوي لمدة الري على صفة ارتفاع الماش، هذا وقد تفوق الري كل يومين معنوياً بإعطاء أعلى متوسط لارتفاع النبات مقداره 71سم مقارنة بالري كل أربعة أيام (52 سم). استخدم Sheteawi وTawfik (2007) مدتي إرواء 5 و10 أيام لدراسة تأثير الإجهاد المائي على الماش، وتفوقت مدة الإرواء 5 يوم بأعلى متوسط لأرتفاع النبات إذ بلغ 80.21 سم مقارنة بمدة الإرواء 10 التي أعطت 19.81سم. لاحظ Tawfik (2008) وجود فروق معنوية بين مدد الإرواء المدروسة 2 و5 و10أيام في ارتفاع الساق النبات وأعطت مُعاملة المقارنة أعلى متوسط للصفة بلغ 64.27 سم في حين أعطت مدة الإرواء المتباعدة أدنى متوسط للصفة بلغ 43.68 سم. أوضحت نتائج Ahmad وآخرون (2015) وجود انخفاضٍ معنويٍ في طول نباتات محصول الماش عند زيادة مدة الإرواء من 3، 5، 7 ثم إلى 9 أيام ، إذ تفوق الري كل 3 أيام بأعلى متوسط لأرتفاع النبات إذ بلغ 48.77 سم في حين أعطى الري كل تسعة أيام أدنى متوسط بلغ 26.15 سم. بينت نتائج Samghani وآخرون (2015) وجود فروق معنوية لمدد الإرواء وكان تَأثيرها معنوياً في صفة ارتفاع النبات. استنتجَ كل من كمال والكرخي (2017) في دراستهم لتأثير الإجهاد المائي على محصول الماش وجود فرق معنوي في متوسطات صفة ارتفاع النبات وأعطى الإجهاد المائي كل خمسة أيام أعلى متوسط للصفة إذ بلغ 50.63 سم في حين أعطى الإجهاد كل خمسة عشر يوم أدنى متوسط للصفة إذ بلغ 44.23 سم. وتجدر الإشارة هنا إلى أنه يمكن لمحصول الماش الحد من تأثيرات الإجهاد المائي والعيش تحت ظروف الإجهاد بواسطة وسيلة تَجنب الجفاف وتختلف هذه الوسيلة حسب الصنف ومدة ضغط الجفاف الذي يسلطه الإجهاد المائي والمرحلة العمرية للمحصول، وهذا يشير إلى أن النبات يتجه نحو النمو التكاثري والتزهير مبكراً على حساب النمو الخضري لذا يكون حجم النبات صغيراً جداً (Bangar ، 2019).

أشارت نتائج Raza وآخرون (2012) إلى وجود فروق معنوية في عدد الأفرع بالنبات لمحصول الماش عند استخدام اربعة مدد إرواء(الري كل 3 و4 و5 و6 يوم) بالإضافة إلى معاملة المقارنة التي لم تروى وتفوقت مدة الإرواء كل 5 أيام بأعلى متوسط لعدد الأفرع بلغ 4.97 فرع نبات$^{-1}$، في حين كان عدد الأفرع في معاملة السيطرة 3.97 فرع نبات$^{-1}$. أوضحَ Hussen وآخرون (2019) وجود فروق معنوية في صفة عدد الأفرع لمحصول الماش عندما تم الإرواء بثلاث مستويات للري (50% و 75% و100%) من الاحتياجات المائية للمحصول، إذ سجل

الري عند مستوى 100% أعلى متوسط في عدد أفرع الماش إذ بلغ 6.29 فرع نبات$^{-1}$ مقارنة عند مستوى 50% والذي بلغ 3.82 فرع نبات$^{-1}$. وقد تقاربت نتائج الباحثين تحت تأثير مدة الإرواء المتقاربة والتي كان دورها إيجابياً على صفتي طول النبات وعدد الأفرع.

أما بخصوص المساحة الورقية، فتحدث في الورقة اختلافات فسيولوجية نتيجة تعرضها إلى الإجهاد المائي مثل التفاف الأوراق وغلق جزئي للثغور وانخفاض بعملية التركيب الضوئي (Saibo وآخرون، 2003). إن زيادة المساحة السطحية للأوراق تؤدي إلى زيادة اعتراض الضوء وبالتالي تُطيل من فترة ملي البذور وَيصب ذلك في زيادة الحاصل (Tollenaarوآخرون، 2004). توصلَ الحديثي وآخرون (2007) في دراستهم لمدتي إرواء على محصول الماش، إلى أن المساحة الورقية للنبات تزداد عندما تكون الفترات متقاربة بين رية وأخرى لتعمق الماء في الطبقات التحتية وبالتالي تمتص جذور المحصول الماء المتيسر للامتصاص. وقد أختبر Kulathunga وآخرون (2008) تأثير أربعة مدد إرواء (الري كل 3 و6 و9 أيام) أضافة إلى عدم الري، حيث وجدوا فروقاً معنوياً بينها على المساحة الورقية التي تم قياسها عند حَصاد مَحصول الماش إذ أعطى الري كل 9 أيام أعلى متوسط للصفة إذ بلغ 313.50 سم^2 قياساً بالمعاملة التي لم تروى (230.25 سم^2). وفي دراسة قام بها كمال والكرخي (2017) على الإجهاد المائي وتأثيره على المساحة الورقية لمحصول الماش أعطى إجهاد النبات كل خمسة أيام أعطى أعلى متوسط للصفة بلغ 576.4 سم^2 في حين أنَّ ريها كل خمسة عشر يوماً أعطى أدنى متوسط بلغ 392.5 سم^2. وتماشياً مع هذه النتائج، فقد أعطى الإجهاد المائي تأثيراً معنوياً لصفة المساحة الورقية لمحصول الماش الأخضر (Bangar، 2019).

أما فيما يَتعلق بدليل مُحتوى الأوراق من الكلوروفيل، فقد أوضحت النتائج التي حصلَ عليها شهيد وآخرون (2012) أن الإجهاد المائي أدى إلى انخفاضٍ معنويٍ في دليل محتوى الأوراق من الكلوروفيل لمحصول الماش الاخضر. توصل Dutta وآخرون (2016) ايضاً عند دراسته لتاثير الاجهاد المائي على الماش الاخضر ان دليل محتور الاوراق من الكلوروفيل ينخفض بزيادة الاجهاد المائي.

وجدَ Kulathunga وآخرون (2008) فروقاً معنويةً في دراستهم لأربعة مدد إرواء في الوزن الجاف للنبات وتبين أنه كلما زادت المدة بين رية وأخرى تؤدي إلى تقليل الوزن الجاف لمحصول الماش علماً أن معاملة المقارنة لم تروى نهائياً. بين Ranawake وآخرون (2011) أن هنالكَ فرقاً معنوياً بين مدد الري في تأثيرها على محصول الماش في صفة الوزن الجاف للنبات إذ

كلما زادت المدة بين رية وأخرى أدت إلى تَحسين كفاءة الاستهلاك المائي وهذا يَصب في زيادة الوزن الجاف للنبات قياساً بالمعاملة غير المروية. استخدم Ahmad وآخرون (2015) أربعة مدد إرواء (الري كل 3 و5 و7 و9 أيام) ووجدوا تباين هذه المدد معنوياً فيما بينها في وزن النبات الجاف، إذ تفوق الري كل 3 أيام بأعلى متوسط لصفة الوزن الجاف لمحصول الماش إذ بلغ 4.78 طن هـ$^{-1}$ في حين أعطى الري كل 9 أيام أدنى متوسط لنفس الصفة إذ بلغ 3.98 طن هـ$^{-1}$. وفي دراسة أجراها كل من الكمال والكرخي (2017) عن تأثير الإجهاد المائي على الماش الأخضر وجدا أنه كلما قلت مدة الإرواء كلما كان التأثير معنوياً في صفة الوزن الجاف للنبات.

1-2-2 تأثير مدة الإرواء في صفات الحاصل ومكوناته لمحصول الماش

أشارَ Tawfik (2008) في دراستهِ التي أجراها على تأثير ثلاثة مدد ري (الري كل 2 و5 و10 يوم)، الى إن الري كل خمسة أيام كان تأثيره معنوياً في زيادة عدد القرنات بالنبات لمحصول الماش. كما لاحظ Raza وآخرون (2012) أن مدد الإرواء التي تَضمنتها الدراسة اختلفت معنوياً بصفة عدد القرنات لمحصول الماش وإن مدد الإرواء المتقاربة أثرت معنوياً في زيادة عدد القرنات للنبات. تشير العديد من الدراسات إلى أنَّ طول قرنة نبات الماش يتأثر سلبياً وبشكل معنوي عند زيادة مدد الإرواء، إذ يقع المحصول بذلك تحت تأثير ظروف قلة الماء. دَرسَ Samghani وآخرون (2015) تأثير مدد الإرواء على صفة طول القرنات لمحصول الماش وتبين أن لها تأثيراً معنوياً على هذه الصفة.

أما بالنسبة لصفة عدد البذور بالقرنة لمحصول الماش، فقد قامَ Sadeghipour (2008) بتنفيذ دراسة على تأثير الإجهاد المائي على محصول الماش، وتبين أن للإجهاد المائي تأثيراً معنوياً في خفض عدد البذور بالقرنة، إذ أعطت معاملة المقارنة عند الري طوال مرحلة النمو أفضل عدد بذور بالقرنة بلغ 8.32 بذرة قرنة$^{-1}$ مقارنة بمعاملة عدم الري عند الازهار والتي أعطت عدد بذورٍ متوسط بلغ 6.85 بذرة قرنة$^{-1}$. ولاحظَ Asaduzzaman وآخرون (2008) أن الري في مرحلة التزهير مع التسميد بعنصر النتروجين أدى إلى حدوث تأثير معنوي على صفة عدد البذور بالقرنة. وأنه في مرحلة التزهير الحرجة لابدَ من إضافة عنصر النيتروجين مع ماء الري عند إجهاد النبات، إذ يكون هنالكَ نشاط كبير في العمليات الفسلجية التي يحتاجها النبات في تكوين البذور. أكد Raza وآخرون (2012) وجود فروق معنوية بعدد البذور بالقرنة الواحدة عند تَسليط شد مائي على النبات وأن ري محصول الماش كل خمسة أيام أعطى 6.627 بذرة

قرنة$^{-1}$ متفوقاً على معاملة المقارنة التي لم تروى (5.48 بذرة قرنة$^{-1}$). وأشارَ Samghani وآخرون (2015) إلى إن الإجهاد المائي لم يكن له تأثير معنوي على صفة عدد البذور بالقرنة.

أستخدم kulathunga وآخرون (2008) أربعة مدد إرواء وتبين وجود تأثيرٍ معنويٍ لهذه في وزن 100 بذرة حيث أعطى الري كل ثلاثة أيام أعلى متوسط لوزن 100 بذرة إذ بلغ 6.24 غم نبات$^{-1}$ قياساً بِمُعاملة المُقارنة التي أعطت أقل متوسط للصفة إذ بلغ 3.85 غم. وجدَ Tawfik (2008) أن مددالإرواء المتباعدة أدت إلى أنخفاض وزن 100 بذرة لمحصول الماش. أشارَ Raza وآخرون (2012) عند استخدامهم اربعة مدد إرواء والري كل 3 و4 و5 و6 بالإضافة إلى معاملة المقارنة التي لم تروى إلى تفوق مدة الإرواء 5 يوم معنوياً بأعلى متوسط للصفة إذ بلغ 50.67 غم قياساً بالمعاملة التي أعطت أدنى متوسط للصفة بلغ 41.61 غم.

بين الحديثي وآخرون (2007) في دراستهم التي استخدموا فيها مدتي أرواء يومان وأربعة أيام، إذ تبين أن الري بمدد الإرواء المُتقاربة وهي يومان كانَ تأثيره مَعنوياً في زيادة حاصل الماش مقارنةً مع مدد الأرواء المتباعدة أربعة أيام. وَجد Asaduzzaman وآخرون (2008) في دراستهم لمدد الإرواء وجود فروقات مَعنوية في صفه الحاصل لِمَحصول الماش، إذ تبين أن الري بعد التزهير مع استخدام تَركيز 30 كغم N هـ$^{-1}$ أعطى أعلى متوسط لِصفة الحاصل إذ بلغ 1.65 طن هـ$^{-1}$ واستخدم الباحث ثلاثة مدد إرواء جَميعها تَمت بعد التزهير. ومن الجَدير بالذكر أن استخدام عُنصر النتروجين مع الري عند إجهاد النبات يَرفع من كفاءة الإستهلاك المائي كونه مُذيب للعناصر الغذائية ويَعمل بدورهِ على نَقل المواد المذابة إلى جميع أجزاء النبات المختلفة بِمساعدة عملية النَتح التي تَزداد عند حدوث الإجهاد المائي. أستخدم Raza وآخرون (2012) خمسة مدد إرواء على محصول الماش ووجدوا أنها أختلفت معنوياً في صفة الحاصل الكلي حيث أعطى الري كل خمسة أيام أعلى متوسط للحاصل إذ بلغ 4.97 كغم هـ$^{-1}$ قياساً بِمُعاملة المقارنة التي لم تروى (3.97 كغم هـ$^{-1}$). كما بين Ahmad وآخرون (2015) أن هنالكَ تأثيراً معنوياً لأربعه مدد أرواء (3 و 5 و7 و 8 ايام) على صفة حاصل الماش، إذ سجل الري كل ثلاثة أيام أعلى متوسط للصفة بلغ 1129.2 كغم هـ$^{-1}$ في حين أعطى الري كل ثمانية أيام أدنى متوسط للحاصيل بلغ 115.2 كغم هـ$^{-1}$. وجد في الدراسة التي أجريت على تأثير إجهاد الجفاف على حاصل الماش (إجهاد عند التزهير وإجهاد عند تكوين القرنات) بالإضافة إلى مُعامَلة المُقارنة التي سجلت أعلى متوسط لِحاصل الحبوب إذ بلغ 1278 كغم هـ$^{-1}$ في حين أعطى إجهاد الجفاف وتكوين القرنات أقل متوسط إذ بلغ 1147 كغم هـ$^{-1}$ (Majeed وآخرون، 2016).

3-2 تكوين الجذور الحرة Reactive Oxygen Species (ROS) في النبات تحت تأثير الإجهاد المائي

يَقصد بالجذور الحرة Free radical أنواع كيميائية (ذرات او جزيئات) تَمتلك الكترون حر في مَدارها الخارجي تنتج خلايا مؤكسدة بتراكيز ضعيفة خلال العمليات الايضية (Bast وآخرون، 2008). غير أنه لوحظ أن الجذور الحُرة قَلِقة وغير مستقرة نَتيجة لِذلكَ تُحاول الأرتباط وَالتفاعل مع الجُزيئات البيولوجية المُهمة في الخَلية، لذلك تَكون ROS ذات فعل تَدميري حال تَفاعلها مع هذه الجُزيئات مثل DNA وRNA والأنزيمات والفوسفوليبيدات المُتواجدة في الأَغشية البلازمية (wijk وآخرون، 2008). وتجدر الإشارة هنا، إلى أن الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات أواصر مزدوجة مُتعددة تَرتبط مع الجذور الحُرة بهذه الأواصر نَتيجة لذلكَ لا يُمكن الحد أو إيقاف هذه الجذور الحُرة وأضرارها (Pham-Huy وآخرون، 2008).

وفي السياق ذاته، فإن الجذور الحرة ROS مُتعددة ومختلفة مثل Singlet) O_2- (oxygen و O_2ˉ (Superoxide radical) و OH (Hydroxy radical) و H2O2 (Peroxy) radical (Garatao وآخرون، 2005). يَعد بيروكسيد الهيدروجين من أكثر استقراراً من مُركبات ROS وبهذا يَؤدي دوراً مهماً في نَقل الإشارات الخَلوية في مُختلف العَمليات الفسلجية الحاصلة بالنبات يَزداد تَركيز هذا المُركب في مُختلف الإجهادات البيئية (Slesak وآخرون 2007). يُعد تَوفير الأوكسجين كجُزيئة مهمة للعمليات الأيضية من جهة ، لكن وَمن جهة أخرى فإن أنخفاض تَركيزه في الأنظمة الحَيوية يُسبب إنتاج مُركبات الجذور ROS والتي تُسبب خللاً في هذه الأنظمة (Urbanek وKuzniak). بناءً على ما تَقدم، في النبات والأحياء التي تحتاج إلى الأوكسجين طورت نظاماً دِفاعياً ضد الأكسدة (Antioxidant) لِمُعالجة مُركبات الجذور الحرة ROS والتي من الممكن أن تَدخل في الإشارات الخَلوية. إن الأوكسجين في حالته الأساسية يَحتوي على الكترونيين في مداره الخارجي وأن اختزال جُزيئة ثنائية التكافؤ (divalent) أمر غير سَهل لذا يحتاج إلى أنتاج جُزيئة أحادية التكافؤ (univalent). من جهة أخرى، فإن إضافة الكترون إضافي يتطلب طاقة لاختزال O_2 إلى جذر سوبر اوكسيد superoxide ($\mathbf{O_2 + 1e \rightarrow O_2^-}$). لكون الالكترون الخارجي الإضافي يَجعل الجُزيئة غير مُستقرة، فهذه الجزيئة إما تُحول إلى O_2 ثنائية أو بتفاعلها مع بروتون proton تنتج H_2O_2 إما تلقائياً أو بِمساعدة أنزيم SOD ($\mathbf{2O_2^- + 2H^2 \rightarrow H_2O_2}$). (Halliwell، 2006). بالضد من $\mathbf{O_2^-}$ ، يُعد H_2O_2 من أكثر جُزيئات ROS أستقراراً لذا فإن احتمالية استخدامه كجزيئة ناقلة للإيعازات الخلوية تكون أعلى من بقية مركبات ROS، بالإضافة إلى كونه يَنتقل بِسهولة عن طريق القنوات المائية التي

تربط الخلايا النباتية بعضها ببعض. (Slesak وآخرون 2007). إنَّ إنتاج H_2O_2 وإزالته في الخلايا النباتية قد يحصل في نفس جزء الخلية ويمكن أن تنظم عن طريق مُضادات الأكسدة الأنزيمية وغير الأنزيمية.

تبينَ وجود فروق معنوية بمحتوى الجذور الحُرة منها بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 في محصول الماش عند تعرضه لإجهاد الجفاف مع Glutathione -GSH إذ سجل إجهاد الجفاف وكذلكَ التَداخُل بين إجهاد الجفاف وGSH أعلى متوسط مقداره 32.07و 31.14 مايكرومول غم$^{-1}$وزن رطب بالتتابع مُقارنة بِمُعاملة المُقارنة (18.33 مايكرومول غم$^{-1}$ وزن رطب) وذلكَ بسبب أن أي نوع من الإجهاد يُسلط على النبات يؤدي إلى تَكوين الجذور الحُرة مثل H_2O_2، في حين كانَ تقدير بيروكسيد الهيدروجين عند المُعاملة فقط بمادة GSH مُتدنية أما Superoxide(-O2 radicals) فقد كان تحت تأثير نفس الظروف التي سُلطت على مركب H_2O_2 وعند تعرضه لإجهاد الجفاف أيضاً سجل أعلى متوسط مقداره 20.18 مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن رطب قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت (10.80 ما يكرو مول غم$^{-1}$ وزن رطب) (Nahar وآخرون، 2015).

يَنخفض بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 في محصول الماش عند إضافة GSH لأنه يعمل على اختزال الجذور الحُرة وكذلكَ تَصنيع البروتين المكون للهرمونات والأنزيمات هذا وأيضاً يَحمي الخلايا النباتية من فعل الجذور الحُرة (القيسي والحياني، 2016). تَوصلَ Dutta وآخرون (2016) إلى وجود تَباين في إنتاج H_2O_2 لمحصول الماش تحت تأثير الإجهاد المائي وقد تبينَ أنه كلما زادَ تَعرُض النبات للإجهاد كلما زادَ إنتاج H_2O_2 حتى وَصلَ إلى 6.93 مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن رطب قياساً بِمُعاملة المقارنة التي أعطت أدنى متوسط بلغ 2.59 مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن رطب.

4-2 الأكسَدة ومسبباتها في النبات تحت تأثير الإجهاد المائي

يُستَحث الإجهاد التأكسدي بواسطة العديد من العوامل البيئية، لاسيما الجفاف ومن بين المكونات الخلوية المهمة المهددة بالضرر بواسطة ROS المتكونة هي الدهون Lipids بواسطة أكسدة الدهون غير المشبعة في الأغشية البايلوجية. عندما يتجاوز تركيز ROS المتكونة قابلية النبات لِكنسها فإن أكسدة الدهون (Lipid peroxidation) تزداد في الأغشية البلازمية وبهذا تؤثر على العمليات الفسلجية في الخلايا النباتية. يعد MDA أحد النواتج النهائية لعمليات الأكسدة الحاصلة في الأغشية البلازمية للنبات وهو مسؤول عن الضرر الناتج على الغشاء وفقد الغشاء البلازمي لخواصه الطبيعية كالسيوله، ونقل الأيونات وفعالية الأنزيمات والبروتينات وبالتالي موت الخلايا (Sharma وآخرون، 2012). إنّ الدهون غير المشبعة المكونة للأغشية الخلوية حساسة لمركبات ROS. تتألف عملية أكسدة الدهون من ثلاثة أطوار رئيسية هي: البداية Initiation والأنتشار Propagation والنهاية Termination. تتضمن الخطوة الأولى إنتاج الجذر الحر للحامض الدهني Fatty acid Radical، حيث يمكن لجذر الهيدروكسيل Hydroxyl والسوبر أوكسايد التفاعل مع مجموعة المثيل في الحامض الدهني غير المشبع وبذلكَ تَنتُج Hydroperoxydes ، Lipid peroxy Radical ، Conjugated dienes (Smirnoff، 1996). يعد Peroxy radical أكثر المركبات تَفاعُلية وَقادر على مُساعدة انتشار عَملية الأكسدة للدهون (الطور الثاني). إن من أهم النواتج النهائية لتفكيك هكذا نوع من الدهون هو(Malondialdehyde-MDA) الذي يُعد مؤشراً لأكسدة الدهون في الغشاء البلازمي. في السنوات الأخيرة تغيرت النظرة عن نواتج أكسدة الدهون في الاغشية الخلوية فبالرغم من كونها جزيئات ضارة بالخلية النباتية إلا أنها يمكن أن تستخدم كجزيئات ناقلة للإشارات الخلوية المتولدة (Slesak واخرون، 2007).

إن الأكسدة من أبرز المشاكل التي يُسلطها الإجهاد المائي على المحاصيل، منها محصول الماش وتُسبب هذه الأكسدة الضارة تكوين الجذور الحرة ROS إذ يتم قمع وإزالة هذه الجذور الحرة بواسطة عدة أنواع من مضادات الأكسدة ليكون هنالك توازن بين الجذور الحرة ومضادات الأكسدة المنتجة (Sadeghipour، 2015). يُعد مركبMDA مؤشراً لأكسدة الدهون في الأغشية البلازمية للخلايا أي يتم تقدير أكسدة الدهون من حيث تراكم MDA (Ali و Ashraf، 2011). وفي السياق ذاته أشار Hassan وMansoor (2014) أن إجهاد محصول الماش كان له الأثر المعنوي في زيادة محتوى النبات من MDA. وجد Sadeghipour (2015) أن الإجهاد المائي يؤثر على محتوى النبات من MDA أي أن الإجهاد المائي تفوق على الري الاعتيادي

وكان تأثيره معنوياً في محتوى النبات من MDA. أختبرَ Nahar وآخرون (2015) تأثير إحدى المواد غير الأنزيمية المضادة للأكسدة (GSH) مع إجهاد الجفاف على محتوى أوراق محصول الماش من MDA إذ أعطى إجهاد الجفاف أعلى متوسط لمحتوى النبات من هذا المركب إذ بلغ 75.07ملي مول غم$^{-1}$ وزن رطب قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت أدنى متوسط له مقداره 29.42 ملي مول غم$^{-1}$ وزن رطب علماً أن مُعاملة المقارنة لم يتم إجهادها وأيضاً لم يتم معاملتها بمادة GSH. لاحظ Dutta وآخرون (2016) في دراستهم لتأثير الإجهاد المائي على محصول الماش إلى وجود فروق معنوية في محتوى النبات من MDA وأن الري بكمية 4.0مايكرو غم$^{-1}$ وزن رطب أعطى أعلى فرق معنوي (465.55 ملي مول غم$^{-1}$ وزن رطب) في حين أعطت معاملة المقارنة التي تم إروائها بصورة طبيعية أدنى متوسط إذ بلغ 142.78ملي مول غم$^{-1}$ وزن رطب هذا وقد تبين لدى الباحث وجود ارتباط معنوي بين المساحة الورقية لمحصول الماش ومحتواه من MDA.

5-2 تأثير الموليبدنم على النظام الدفاعي في النبات تحت تأثير ظروف الإجهاد البيئي

Molybdenum (Mo) يَعد المُوليبدنم ضرورياً لِعدد من الأنزيمات التي تَزيد عن 40 أنزيم واكتشف إن النباتات تَحتوي على 4 من هذه الأنزيمات (Kaiser وآخرون، 2005). يعتبرالموليبدنم من المغذيات الأساسية وكذلك عاملاً أساسياً لعمل العديد من أنزيمات Metaloenzymes حيث يشكل الجزء الأساسي في الموقع الفعال للأنزيم (Mendel و Bittner، 2006). على الرغم من كون متطلبات النبات وتركيز Mo واطئ جداً، فهو يؤدي دوراً حيوياً مهماً عن طريق تَنشيط عمل العديد من الأنزيمات (Hu وآخرون، 2002). يُعد Mo غير فعال بايلوجياً مالم يرتبط بمعقد (Co-Factor) (Sun واخرون، 2006). تكون وظيفة أغلب أنزيمات Molybdo-enzymes تنشيط الأنزيمات التي من شأنها رفع المستوى الدفاعي للنبات ضد الظروف البيئية غير الملائمة ومن هذه الأنزيمات CAT و SOD و APX و GR و AO. إن أغلب الأنزيمات آنفة الذكر إما أن تكون مُضادة للأكسدة أو تُساعد في إنتاج بعض الهرمونات المهمة في مجابهة الشدود البيئية فمثلاً يقوم أنزيم AO بِمساعدة الخطوة الأخيرة في تَصنيع حامض ABA الذي يُنظم العلاقات المائية في النبات (Sun واخرون، 2009).

2-5-1 تأثير الموليبدنم على محتوى النبات من البرولين

يَتعرض النبات إلى الأجهاد التأكسدي بسبب تعرضه إلى مدى واسع من الإجهادات البيئية الحيوية وغير الحيوية وهذا بدوره يؤثر على فعاليات النبات البيوكيميائية والفسلجية داخل النبات أو المجتمع النباتي. في مثل هكذا ظروف، يُرفع النبات من الأنظمة الدفاعية ضد سيل التفاعلات التأكسدية المرافقة للإجهادات البيئية المختلفة. يُعد الحامض الاميني البرولين من أهم مُضادات الأكسدة غير الأنزيمية الكانسة للجذور الحرة تحت ظروف الإجهاد المائي بالإضافة إلى وظائفه الأخرى كالتنظيم الأزموزي، حماية مكونات الخلية، تَنظيم حموضة السايتوسول و تزويد النبات بالنتروجين والكاربون بعد زوال أثر الإجهاد (Vendruscolo وآخرون، 2007).

لقد ثبتَ إن البرولين Proline يتم بِناءه في الورقة بعدها يُنقل إلى أماكن تَواجده (Paquin وآخرون، 1986). ويُعد البرولين من الأحماض الأمينية الذي يزداد تَركيزه عند تَعرض النبات إلى الإجهاد المائي، وَيرتبط البرولين مع الفوسفوليبيدات لحماية الخلايا كذلك يقوم في ضبط أزموزية الخلايا (Ashraf، 1994). وَيعمل البرولين كمصدر للنتروجين والكربون وتبين إن نظام النقل الالكتروني يرتبط مع تَحطيم البرولين (Sairam و Tyagi، 2004).

وجدَ Nahar وآخرون، (2015) فروقاً معنويةً خلال دراستهم لتأثير الإجهاد المائي على محتوى البرولين في محصول الماش واستخدم عاملين Glutathione (GSH) وإجهاد الجفاف إذ أعطى التداخل بين العاملين أعلى متوسط لمحتوى البرولين مقداره (13.51 ملي مول غم$^{-1}$ وزن رطب) في حين سجل أدنى متوسط لكل من معاملة المقارنة GSH (13.51 و3.21 ملي مول غم$^{-1}$ وزن رطب) على التوالي. أجرى Sadeghipour (2015) دراسة حول تأثير الإجهاد المائي على محتوى البرولين في محصول الماش وباستخدام نوعين من المياه عند الري بماء ممغنط وماء طبيعي، وتبين أن محتوى البرولين يزداد عند الإجهاد بالماء الممغنط. أقترح Dutta وآخرون (2016) أن زيادة تَعرض نباتات الماش إلى جُهد مائي يؤدي ذلك إلى زيادة محتوى البرولين في النبات وأعطى أقصى جهد مائي أعلى متوسط لمحتوى البرولين إذ بلغ (743 ملي غم$^{-1}$وزن رطب) قياساً بِمُعاملة المقارنة التي أعطت أدنى متوسط إذ بلغ (47 ملي مول غم$^{-1}$ وزن رطب). وفي هذا المجال وَجد Hadi وآخرون (2016) إن تَعرض النباتات إلى ضغوط بيئية يؤدي ذلك الى زيادة إنتاج مضادات الأكسدة في جذور وأوراق النبات مثل الحامض الأميني البرولين، وأن تأثير الموليبدنم على مُحتوى البرولين في النبات كان معنوياً إذ تفوقت معاملة الموليبدنم بطريقة التغذية الورقية على تنقيع البذور التي أعطت زيادة بتركيز البرولين تتراوح من

49-39 ملغم غم$^{-1}$ وزن طري أما عند إضافته بالتغذية الورقية أيضاً أدى إلى حصول زيادة بتركيز البرولين تتراوح من 55-67 ملغم غم$^{-1}$ وزن طري. هذا وبين Hadi وآخرون (2016) أيضاً وجود زيادة معنوية بمحتوى البرولين في النبات عند المعاملة بثلاث تراكيز مختلفة من الموليبدنم (0.5 و 1.0 و 2.0 ملغم لتر$^{-1}$) وَبَلغت الزيادة 45.38 و 49.35 و55.68 ملغم لتر$^{-1}$ للتراكيز أعلاه على التوالي وعللوا ذلك بأنَّ المُوليبدنم يزيد من تَعبير الجينات المسؤولة عن تَحمل الجفاف في النبات.

2-5-2 تأثير الموليبدنم على مُحتوى النبات من مُضادات الأكسدة الأنزيمية

طورت النباتات التي تَتعرض إلى خَطر الجذور الحرة ROS المنتجة تحت ظروف الشدود البيئية اليات لمجابهة هذا الخطر وَمن بين هذه الاليات رَفع مُحتوى النبات من مُضادات الأكسدة الأنزيمية. إنَّ المعلومات الجينومية المتوفرة عَززت الفهم حولَ النظام الدفاعي الأنزيمي في النبات حيث تحتوي النباتات العديد من الأنزيمات التي تَتعامل أيضياً مع الجذور الحرة (H_2O_2) ومن بين هذه الأنزيمات الكاتاليز CAT الذي يشفر بواسطة بعض الجينات (مثل: *CTA1, CAT2, CAT3*)، تتضمن آلية عمل هذا الأنزيم تَحويل جزيئتين من H_2O_2 إلى H_2O و O_2، وبذلك تَتحول إلى مركبات يستفاد منها النبات (Mhamdi واخرون، 2010). يَمتلك محصول الماش كغيره من المحاصيل جهاز دفاعي أنزيمي مُضاد للأكسدة يَعمل على تَنظيم عمل مختلف الجينات وحماية الأغشية الخلوية من الفعل التدميري للجذور الحرة ROS الناتجة تحت تأثير الإجهاد المائي مثل Superoxide dismutase (SOD) وPeroxidase (POD) وCatalase (CAT) وغيرها (Sadeghipour وآخرون، 2015).

يَحدث خلال الظروف الطبيعية تَحطيم فوق أوكسيد الهيدروجين المتكون في عملية التنفس الضوئي بواسطة أنزيم الكاتاليز CAT، وتوجد جميع مُضادات الأكسدة الأنزيمية وغير الأنزيمية في الكائنات الحية داخل العضيات المختلفة بالخلية عدا أنزيم CAT إذ يكون موقعه في البيروكسيوم (Puntarulo وآخرون، 1988). وعند تَعرض النبات إلى الإجهاد المائي تَزداد قابلية النبات على تحمل الإضاءة الشديدة عند زيادة تركيز أنزيم CAT البكتيري (Shikanaiوآخرون، 1998). ونظراً لِتواجد أنزيم CAT في البيروكسيوم يَنقل فوق أكسيد الهيدروجين من البلاستيدة إلى البيروكسيسوم بواسطة عملية التَنفس الضوئي، ويُعد البيروكسيسوم أكثر مقاومة لفوق أوكسيد الهيدروجين أكثر من البلاستيدات بسبب تَوفر أنزيم CAT، إذ يقوم بتحطيمه بدون أي مادة مُساعدة (Yanوآخرون، 2005). عَرضَ Hassan و Mansoor

(2014) نباتات صنفين من الماش إلى شد المعادن الثقيلة لاستحثاث إجهاد تأكسدي عليها، وقد لاحظوا زيادة معنوية في فعالية أنزيم CAT إلى حد معين من الإجهاد ومن ثم قَلت فعاليته عند زيادة مقدار الشد إلى 0.3 مليمول من الكادميوم. كذلك لاحظَ Mandi وآخرون (2018) زيادة معنوية في فعالية أنزيم CAT في تراكيب وراثية مختلفة الحساسية للجفاف من الماش، وكان مدى هذه الزيادة من 30.71 إلى 169.58% مقارنةً بِمُعاملة المُقارنة غيرة المُجهدة من هذه النباتات.

يُعد POD هو الآخر من الأنزيمات المهمة المضادة للأكسدة يَستخدمه النبات لتَحليل H_2O_2 إلى ماء وأوكسجين. ذكرت تَقارير إن POD في النبات يقوم بوظائف عديدة في دورة حياة النبات مثل الأيض في جدران الخلايا، بِناء اللكنين، تَحويل جُدران الخلايا إلى نَسيج الفلين (Suberization) بالإضافة إلى دَوره في كَنس الجذور الحرة (Pandey وآخرون، 2017). تَتَوفر عدة أنواع من أنزيم POD داخل النبات بعض هذه الأنواع تَقوم بِنقل القوة المؤكسدة إلى مادة مستقبلية من بيروكسيد الهيدروجين وجميع هذه الأنواع البيروكسيديزية تُحطم فوق أوكسيد الهيدروجين مثل (الاسكوربات بيروكسيديز APX)، إن أنزيم البيروكسيديز POD يَقوم بِكسح الجذور الحرة ROS ليس هذا فقط وإنما يَجعل ROS تَقوم بِبناء جِدار الخلية وَكذلك يَقوم وَبِدقة بالتَحكم بِمستويات الجذور الحرة (Khedr وآخرون، 2003). أما Hassan و Mansoor (2014) فقد أكدوا على وجود زيادة معنوية أيضاً في فعالية هذه الأنزيمات (Peroxidases) عند تَعريض النبات إلى شَد المَعادن الثقيلة كالرصاص والكادميوم. أستخدمَ Sadeghipour (2015) مياه ممغنطة لاستحثاث فَعالية أنزيمات PODs في نباتات الماش فَوجدَ أنه بالإمكان رَفع فَعالية هذه الأنزيمات باستخدام المياه الممغنطة لكن الزيادة تَكون عالية جداً عِندما سُلِط أجهاد مائي بِالتزامن مع أستخدام المياة الممغنطة. حَصلَ Awasthi وآخرون (2017) على نتائج مشابهة عند دراستهم تأثير إجهاد الجفاف والحرارة بِصورة مُنفرِدة وَمجتمعين على النِظام الدِفاعي في تَراكيب وراثية من مَحصول الحمُص، حيث تبينَ إنَ إجهاد الجفاف قد حَفزَ أنزيمات PODs بِصُورة أكبر من تَأثير دَرجة الحرارة على عَكس فَعالية أنزيم CAT.

يُشكل SOD خط الدِفاع الأول في الخَلية ضِدَ تَكوين الجذور الحرة ROS ومنها O^-_2 فإنه يُنتج في أي جُزء من الخَلية Sub-cullular يُمكن أن يَحصل فيه سلسلة نَقل الالكترونات لذا فإن إنتاج ROS يَحصل بوفرة في معظم أجزاء خَلية النَبات (Elderوآخرون،1991) مثل المايتوكوندريا، كلوروبلاست، بيروكسيموز، أبوبلاست، وفي السايتوبلازم وهذا ما يُفسر وجود SOD في كل هذه الأجزاء من الخَلية. مِن جِهة أخرى، يُعتقد بإن كل من الكلوروبلاست والمايتوكوندريا والبيروكسيسومز من أهم أجزاء الخَلية التي يُنتج بها ROS وSOD (Alscher

واخرون، 2002). بينت الدراسات إن الأغشية البلازمية المتكونة من الفوسفوليبيدات تكون غير نفاذه لجزيئات O^-_2 لذا فمن الضروري جداً للخلية تكوين SOD لإزالة هذه الجزيئات الضارة المُتكونة تحتَ مُختلف الضغوط البيئية Takahashi وAsada، (1983). يمكن أن تُصنف أنزيمات SOD إلى ثلاثة مَجاميع بالاعتماد على المَعدن المُرافق للأنزيم Co-factor المجموعة الأولى هي Fe-SOD والثانية هي مجموعة Mn-SOD، بَينما المجموعة الثالثة هي مَجموعة النحاس Cu-Zn-SOD تَتمركز هذه المجاميع الثلاثة في أماكن مُختلفة من الخلية، تَتمركز مجموعة Fe- SOD في الكلوروبلاست، ومَجموعَة Mn-SOD تَتِمركز في المايتوكوندريا والبيروكسيموز Peroxisomes أما مَجمُوعة النحاس والزنك Cu-Zn-SOD فَتَتمركز في الكلوروبلاست والسايتوبلازم ومن المُحتَمل أيضاً أنه موجود خارج الخَلية Extracellular. space. يمكن أزالة الأثر الضار لأكسدة الدهون في أغشية الخَلايا عند مُعاملة النبات بالموليبدنم الذي بِدوره يزيد من فعالية الأنزيمات مثل SOD، إن أنزيم SOD يَعمل على قَمع الجُذيرات الحُرة وتَحويلها إلى ماء عُقب أزالة أثرها السام (Sun وآخرون، 2006). تَعمل الأنزيمات المضادة للأكسدة على قَمع الجذور الحُرة وأيضاً تَحمي الأغشية مثل غِشاء Chloroplast وَخفض أكسدة الدهون (Lipid peroxidation) وهذا يَصب في زيادة مُعدل تصنيع الدهون (Waraich وآخرون، 2012).

3- المواد وطرائق العمل:

نُفذت تَجربة حَقلية في منطقة الجزيرة التابِعة لِقضاء الرمادي في الموسم الخريفي لعام 2018، بِهدف مَعرفة تأثير الموليبدنم على النِظام الدِفاعي وَبعض صِفات النمو والحاصل في نباتات مَحصول الماش تحت ظروف الأجهاد المائي.

أستُخدمت أربعة تراكيز من الموليبدنم 0، 15، 30، 45 ملغم لتر$^{-1}$ وَتمت إضافتها بِطريقتَين لِضمان استِمرار تَجهيز النَبات بالعنصر لِفترة أطول. أولاً تمَ اضافته في تَنقيع البذور لمدة 4 ساعات وعلى درجة حرارة الغرفة ثم تمَ تَجفيفها إلى رطوبتها الطبيعية تقريباً تحت أشعة الشمس (Reyes وآخرون، 2012). أما الطريقة الثانية فقد تَمت إضافة التراكيز أعلاه رشاً على المجموع الخضري بعد شهر من تاريخ الزراعة، وتمَ الرش في الصباح الباكر. وأستخدمَ في ذلك مَرشة يَدوية سِعة 20 لتر. تمَ أستخدام موليبيدات الأمونيوم المركب [$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$] الذي يَحتوي على 54% موليبدنم كَمصدر لِهذا العُنصر وَتمَ تَحضير محلول الأم بتركيز 1000 ملغم لتر$^{-1}$ وَحُضرت تَراكيز التَجربة عن طريق أستخدام مُعادلة التَخفيف ($C_1V_1=C_2V_2$).

وكذلك تم استخدام ثلاثة مدد ري 4 و8 و 12 يوم. طُبقت التَجربة بِتَرتيب الألواح المُنشقة وفقاً لِتَصميم القطاعات العَشوائية الكاملة (R.C.B.D) وَبِثلاثة مكررات في تُربة مَزيجية والمُثبتة بعض صِفاتها في جدول 1. احتَلت مدد الارواء الألواح الرئيسة (Main Plots)، في حين أحتَلت تَراكيز عُنصر الموليبدنم الألواح الثانوية (Sub Plots). تم أجراء عَمليات خِدمة التُربة من حِراثة وَتَنعيم وَتَسوية وَبعدها تم تَقسيم الحقل إلى وحدات تجريبية بأبعاد 2*2 م وكان عدد الوحدات التجريبية 36 وحدة . تُركت فَواصل مِقدارها 1.5 م بين الألواح الرئيسة وبين القطاعات. تَضمَنِت الوحدة التجريبية خمسة خطوط وكانت المسافة بين خط واخر 40 سم وبين جورة وأخرى 20 سم لِتصبح الكثافة النباتية 125000 نبات هـ$^{-1}$.

تَمت عملية زراعة بذور الماش الصنف المحلي الذي تم الحصول عليه (دائرة البحوث الزراعية – وزارة الزراعة) في 2018/8/8 وبعمق 2-3 سم وبوضع 4-5 بذرات في الجورة الواحدة وبعد ذلكِ تغطية البذور بِكمية مُناسبة من التُربة وقد تمت عملية الري بعد الإنتهاء من الزراعة. وأجُريت عملية الخُف للنباتات وإبقاء نبات في الجورة الواحِدة بعد أسبوعين من أكتِمال البزوغ الحقلي و أجريت عَملية التَعشيب خلال موسم النمو كل ما دَعت الحاجة إلى ذلكَ للتخلُص من الأدغال. وأضيفَ سماد سوبر فوسفات الثلاثي بمعدل 75 كغم P_2O_5 هـ$^{-1}$ قبل الزراعة وبنسبة (P_2O_5 %46) وتم إضافة السماد النتروجيني على دُفعتين الأولى خلال الزراعة أما

الثانية تم إضافتها في بداية مرحلة التزهير بمتوسط 40 كغم هـ$^{-1}$ (46% N) (علي وآخرون، 2012).

تَمت جَدولة الري وَحَسب المدد المُستَخدمة لكل مُعاملة بعد اكتمال البزوغ الحقلي وَبِشكل كامل وَمُتَناسق. تم ضبط وقت الارواء لكل وحدة تجريبية عن طريق استخدام انابيب بلاستيكية مع سدادات محكمة لضمان تسلم كل وحدة تجريبية كمية مياه ثابتة. أستخدمت مدة الإرواء كل أربعة أيام كري طبيعي للنبات في فَصل الخَريف (المُقارنة) في حين أستخِدمت مدتين من الإجهاد، ري كل 8 أيام وكل 12 يوم (Raza وآخرون، 2012)، علماً أن حقل التجربة تعرض لهطول الامطار و المبينة كميتها في ملحق 5 وذلك قبل الحصاد مباشرة.

جَدول (1) يوَضح بعض الصِفات الفيزيائية والكيميائية لِتُربة حَقل التجرُبة قبل الزراعة لسنة (2018).

الصفة	الوحدة	القيمة
تفاعل التربة pH		* 7.8
التوصيل الكهربائي EC	Dsm^{-1}	* 0.4
مفصولات التربة		
رمل	%	**50.4
غرين	%	**38
طين	%	**11.6
دقائق التربة (مزيجية)		
النتروجين N	%	** 0.21
البوتاسيوم K	%	* 8.85
الفسفور P	%	*0.313
الموليبدنم Mo	ملغم لتر$^{-1}$	**0.046
المادة العضوية OM	ملغم لتر$^{-1}$	**0.63
الاملاح الذائبة TDS	ملغم لتر$^{-1}$	*205
كلوريد الصوديوم Nacl	%	* 0.8

* أجري تحليل عينات التربة في مختبر مركز دراسات الصحراء – جامعة الانبار.
** أجري تحليل التربة في مختبر الدراسات العليا لتحليل التربة والماء والنبات كلية علوم الهندسة الزراعية – جامعة بغداد.

1-3 الصفات المدروسة

1-1-3 صفات النمو الخضري

تم قياس الصفات التالية:

1. **ارتفاع النبات (سم):** تم قياسه بواسطة مسطرة مُدرجة من مَنطقة اتصال الساق بالتُربة إلى أعلى نُقطة في الساق الرئيسي عند توقف نمو النبات وكمتوسط لعشر نباتات أختيرت عشوائيا من الخطوط الوسطية.
2. **عدد الأفرع بالنبات (فرع نبات$^{-1}$):** قيسَ كمعدل لعدد الأفرع النامية على الساق الرئيسي عند اكتمال نمو النبات لعشرة نباتات تم تحديدها سابقاً.
3. **المساحة الورقية:** تم قياس المَساحة الورقية للنبات بالإعتماد على المُعادلة المُستَخدمة من قبل الدليمي (1992) قبل وصول النبات الى مرحلة النضج النهائي:

$$\text{المساحة الورقية (سم}^2\text{)} = \frac{\text{الوزن الجاف للأوراق}}{\text{الوزن الجاف لـ25 قرص} \times 25} \times \text{مساحة القرص(سم}^2\text{)}$$

4. **دليل محتوى النبات من الكلوروفيل:** أستخدم جهاز SPAD لِقياس دليل مُحتوى الأوراق من الكلوروفيل وتم اخذ معدل خمس قراءات لخمس اوراق أختيرت عشوائيا من وسط النبات وبنفس وقت اخذ قياس المساحة الورقية.
5. **الوزن الجاف (غم نبات$^{-1}$):** قُطعت 10 نباتات من الماش ووضعَت في أكياس ورقية تم تثقيبها سابقاً بعد ذلك تم تجفيفها داخل فرن كهربائي على درجة حرارة 65-70 م^{o} لمدة 72 ساعة عقب ذلك استخدم ميزان حساس لقياس الوزن الجاف لهذه العينات.

1-2-3 الحاصل ومكوناته:

تم قياس الصفات التالية:

1. **عدد القرنات بالنبات (قرنة نبات$^{-1}$):** تم حسابها كمعدل لعدد القرنات لعشرة نباتات تم حصادها.
2. **طول القرنة (سم):** تم قياس معدل طول 30 قرنة مختارة عشوائيا.
3. **عدد البذور بالقرنة (بذرة قرنة$^{-1}$):** أخذت 30 قرنة من النباتات العشرة المحصودة وأُخذت هذه القرنات بصورة عشوائية ثم فرطت، بعدها قيس عدد البذور ثم قسم على 30.

4. **وزن 100 بذرة (غم):** أخذت 100 بذرة بصورة عشوائية بعد خلط جميع البذور وتم قياس وزنها باستخدام الميزان الحساس.
5. **حاصل النبات (غم نبات$^{-1}$):** قيس وزن البذور لعشرة نباتات محددة آنفة الذكر التي أخذت بصورة عشوائية ثم حسب كمعدل للنبات الواحد.
6. **الحاصل الكلي (كغم هـ$^{-1}$):** تم احتسابه من خلال المعادلة الاتية:

حاصل البذور الكلي (كغم هـ$^{-1}$) =عدد النباتات بالهكتار (125000) × حاصل النبات الواحد

3-1-3 الصفات البيوكيميائية

تم تقدير فعالية الأنزيمات بعد تطبيق جدولة الري بدورتين، حيث تم أخذ عينات الأوراق الوسطى للنبات لتقدير بعض الصفات الكيميائية وضعت العينات مباشرة في أكياس نايلون ووضعت مباشرةً في صندوق يحتوي على الثلج ومن ثم نقلت إلى التجميد لِغرض الحِفاظ على العينات سَليمه لحين أستخدامها في تقدير كل من MDA وProline وCAT وPOD وSOD.

1. تقدير محتوى أوراق النبات من Malondialdehyde (وحده مل$^{-1}$).
2. تقدير محتوى النبات من Proline (ملغم غم$^{-1}$).
3. تقدير فعالية أنزيم Catalase (CAT: EC 1.11.1.6)
4. تقدير فعالية أنزيم peroxidase (POD: EC 1.11.1.7)
5. تقدير فعالية أنزيم Superoxidase dismutase (SOD: EC 1.15.1.1)

1- تقدير محتوى النبات من MDA (مايكرومول غم$^{-1}$ وزن طري)

استخدمت طريقة Cakmak وHorst (1991) حيث تم طحن 1 غم من العينة الطرية من الأوراق وأضيف لها 3 مل من محلول Trichloroacetic acid (TCA). تم الفصل باستخدام جهاز الطرد المركزي (1000 دورة دقيقة$^{-1}$) لمدة 30 دقيقة. تم أخذ 0.5 مل من المحلول الرائق وأضيف لها 3 مل Thiobarbituric acid (0.5%) الذي تم تحضيره في 20% TCA. وضعت العينات بعدها في حمام مائي لمدة 50 دقيقة وبعد تبريدها تم فصلها باستخدام جهاز الطرد المركزي (1000 دورة دقيقة$^{-1}$) لمدة 10 دقائق. أخذ الرائق وتم تقدير محتوى الأوراق من MDA باستخدام جهاز الطيف الضوئي (Spectrophotometer) عند طول موجي 450 و532 و600 نانوميتر. استخدمت أخيراً المعادلة التي وضعت من قبل Gao (2000) لتقدير محتوى الاوراق من MDA:

تركيز MDA (مايكرومول غم لتر$^{-1}$) $= \frac{\text{الأمتصاصية للنموذج}}{E0} *$ مسار الضوء * حجم التخفيف.

E0: عامل الاثارة 1.56

2- تقدير محتوى الأوراق من البرولين (ملغم غم$^{-1}$)

بالاعتماد على الطريقة التي أستخدمت من قبل Bates وآخرون (1973) تم تقدير محتوى أوراق الماش من البرولين. ثم أخذ 5 غم من الأوراق وهرست بإضافة 10 مل من حامض السالفوسالسيليك المائي (%3) (Sulfo salicylic aqueous acid 3%). رشحت العينة بعد ذلك وأخذ 2 مل من الراشح وتم إضافة 2 مل من كاشف Ninhydrin acid ومن ثم أضيف إلى الخليط 2 مل من حامض الخليك الثلجي (Glcial acetic acid). لتسريع التفاعل ثم وضع الخليط في حمام مائي. بعد تبريد العينة تم إضافة 4 مل من مادة Toluene، رُجت الأنبوبة جيداً لمدة 20 ثانية ومن ثم تركت على درجة حرارة الغرفة لغرض فصل طبقة Toluene وما تحمله من برولين عن باقي مكونات الخليط. يؤخذ 1 مل من الطبقة العليا الحاوية على البرولين. وأخيراً تم قراءة الإمتصاصية باستخدام جهاز الطيف الضوئي (Spectrophotometer) على طول موجي 520 نانوميتر، ثم قدر محتوى الأوراق من البرولين باستخدام المعادلة التالية:

$$\textbf{البرولين (ملغم غم}^{-1}\textbf{)} = \frac{\text{قراءة الجهاز} * \mathbf{20}}{\text{وزن العينة}} * \mathbf{1.47}$$

3- تقدير فعالية أنزيم Catalase (CAT; EC 1.11.1.6)

بإتباع طريقة Aebi (1974) تم تقدير فعالية أنزيم CAT والتي تعتمد على التغير في معدل امتصاص الضوء عند الطول الموجي 240 نانوميتر. تم تحضير محلول الفوسفات المنظم (50 مليمول، PH = 7) ومحلول بيروكسيد الهيدروجين (30 مليمول). حيث تم أخذ حجم 0.34 مل من 30% H_2O_2 وأكمل الحجم إلى 100 مل من محلول الفوسفات المنظم. تم هرس العينة بإضافة 10 مل من محلول فوسفات البوتاسيوم (0.1 مولار، PH = 7.8) البارد ومن ثم رشحت العينة ووضعت في جهاز الطرد المركزي المبرد (4 درجة مئوية) بسرعة 4000 دورة دقيقة$^{-1}$

لمدة نصف ساعة (Pitotti، 1995). خلط 0.1 مل من راشح العينة إلى 1.9 مل من المحلول المنظم وإضافة 1 مل من محلول H_2O_2 رجت الأنبوبة جيداً ليبدأ التفاعل ومن ثم قرأت العينة عند الطول الموجي 240 نانوميتر بواسطة الجهاز (uv-Spectrophotometer- Sp300nm Optic) وتمت متابعة التغير كل 30 ثانية لمدة 3 دقائق، حضرت معاملة المقارنة بنفس الطريقة عند إضافة الراشح الخاص بها. أخيراً حسبت فعالية الأنزيم بالاعتماد على المعادلة:

$$\text{فعالية CAT (وحده مل}^{-1}) = \frac{\Delta \text{ قراءة الجهاز}/\Delta \text{ الزمن}}{\mathbf{0.1*0.01}}$$

4- تقدير فعالية انزيم Peroxidase (POD: EC 1.11.1.7) (وحدة مل$^{-1}$)

تم هَرس العينة النباتية من أوراق الماش بنفس طريقة هرس العينة الخاصة بأنزيم CAT. تبعاً للطريقة التي وصفت من قبل Muftugil (1985) ثم تقدير فعالية أنزيم Peroxidase.

أستخدم محلول Guaicaol الذي تم تحضيره عن طريق خلط 1.36 مل من هذه المادة مع الماء المقطر (250 مل)، وكذلك تم استخدام محلول بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 (0.1%) الذي تم تحضيره بأخذ حجم 0.4 مل من 30% H_2O_2 وأكمل الحجم إلى 120 مل باستخدام الماء المقطر.

ثم مزج 1 مل من المحلول الأول (Guaicaol) و1 مل من المحلول الثاني (0.1% H_2O_2). قدرت فعالية الأنزيم أعلاه بإضافة 2 مل من خليط التفاعل إلى 0.1 مل من العينة ومن ثم متابعة التغير في الإمتصاصية الضوئية بواسطة جهاز الطيف الضوئي كل 3 ثانية ولمدة 3 دقائق وعند طول موجي 420 نانوميتر ومن ثم طبقت المعادلة التالية لحساب فعالية أنزيم POD:

$$\text{فعالية POD (وحدة مل}^{-1}) = \frac{\Delta \text{ قراءة الجهاز}/\Delta \text{ الزمن}}{\mathbf{0.1*0.01}}$$

5- تقدير فعالية أنزيم Superoxide dismutase (SOD: EC 1.15.1.1) (وحده مل$^{-1}$)

تقدر فعالية أنزيم SOD بأتباع طريقة Nitro blue tetrazolium NBT و Riboflavin التي وصفت من قبل Beyer و Fridovich (1987). تم تحضير المحاليل التالية:

- **محلول A**: محلول منظم الفوسفات (28.4 مليمول) وبحجم 18.35 مل.

- **محلول B**: الحامض الاميني L-methionine (14 مليمول) وبحجم 1.5 مل.

- **محلول C:** Triton X-100 (1%) وبحجم0.75 مل.

- **محلول D:** محلول Nitro blue tetrazolium 14.4 ملغم + 10 مل ماء مقطر وبحجم 1.00 . يصبح حجم المحاليل اعلاه 21.6 مل وبالاضافة الى محلول F (Riboflavin 47.4 مايكرومول، باذابة 0.0018 غم بواسطة الماء المقطر ومن ثم يكمل الحجم الى 100 مل)

طريقة العمل: اضيف 40 مايكروليتر من العينة المحضرة باتباع نفس الطريقه السابقة الى 1.5 مل من خليط التفاعل ومن ثم اضافة 500 مل من الماء المقطر ومن ثم إضافة 40 مايكروليتر من محلول F وقرأت الامتصاصية بواسطة جهاز (Spectrophotometer) عند طول موجي 560 نانوميتر. عرضت العينه إلى الإضاءة لمدة 7 دقائق ومن ثم قرأت الإمتصاصية. تم تحضير المنحنى القياسي باستخدام الحجوم (10،0، 20، 60، 80، 100، 120، و 140 مايكروليتر). قدرت أعلى نسبة للتثبيط بالاعتماد على هذا المنحنى القياسي، تم تحضير عينة Blank بنفس الطريقة باستثناء إضافة 40 مايكروليتر من الماء المقطر بدل العينة النباتية.

تم حساب فعالية SOD كالأتي:

$$\% \text{ تثبيط SOD} = \frac{(A_2S - A_2S) - (A_1B - A_2B)}{A_1B - A_2B}$$

إذ أن:

A_1B = قيمة الإمتصاصية لعينة المقارنة (Blank) قبل الإضاءة.
A_2B = قيمة الإمتصاصية لعينة المقارنة (Blank) بعد الإضاءة.
A_1S= قيمة الإمتصاصية للعينة النباتية قبل الإضاءة.
A_2S= قيمة الإمتصاصية للعينة النباتية بعد الإضاءة.

عرفت الوحدة الواحدة من أنزيم SOD بأنها حجم العينة التي تسبب اختزالا في مادة Nitro Blue Tetrazolium (NBT) أذ تم التعبير عن فعالية الانزيم كالاتي:

فعالية SOD (وحدة مل$^{-1}$)= (تثبيط العينة%/ أعلى تثبيط للعينة)*(معامل التخفيف/حجم العينة)

(معامل التخفيف = 2000 مايكروليتر، حجم العينة = 40 مايكروليتر)

2-3 التحليل الاحصائي

بعد جَمع البيانات وَتَبويبها لِجميع الصِفات المدروسة تم تحليل التباين لها بالإعتماد على تحليل (ANOVA) وذلك وفق ترتيب الألواح المنشقة المطبقة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) وباستخدام برنامج MS; Excel (2010). كذلكَ تم أستخراج الفروقات المعنوية بين المتوسطات على مستوى معنوية 5% باستخدام أقل فرق معنوي (Lsd)، كما وتم احتساب معامل الإرتباط الخطي البسيط باستخدام معادلة الإرتباط.

$$r = \frac{\sum xiyi - \frac{\sum xi \sum yi}{n}}{\sqrt{\left[\sum xi^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right]\left[\sum yi^2 - \frac{(\sum yi)^2}{n}\right]}}$$

ومن ثم حُسبت مَعنَوية الأرتباط عن طريق المعادلة:

$$t(n-2) = \frac{r}{\sqrt{(1-r^2) \div (n-2)}}$$

حيث أن:

r = مُعامل الأرتباط الخطي البسيط.
x = يُمثل الصفة الأولى.
y = يُمثل الصفة الثانية.
n = حَجم العينة.
t = قيمة مَحسوبة يتم مُقارنتها مع قيمة جَدولية مُناظرة. (الراوي وخلف الله، 1980).

4- النتائج والمناقشة

4-1 تأثير المولبيدنم ومدة الأرواء والتداخل بينهما في صفات النمو الخضري لمحصول الماش:

4-1-1 طول الساق (سم)

تشير نتائج جدول تحليل التباين (ملحق1 والجدول 2) إلى وجود تأثير معنوي لمدة الإرواء وتداخلها مع عنصر المولبيدنم في صفة طول الساق لمحصول الماش وعدم وجود تأثير معنوي لتراكيز المولبيدنم في هذه الصفة، فقد تفوقت النباتات التي رويت كل 4 أيام (معاملة المقارنة) معنوياً بأعلى متوسط لارتفاع النبات إذ بلغ 43.65 سم قياساً بمعاملتي الري 8 و 12 يوم والتي سجلت فيهما معاملة الري 12 يوم أقل متوسطا للصفة إذ بلغ 29.90 سم والتي لم تختلف معنوياً عن معاملة الري 8 يوم (35.02 سم). إن زيادة طول الساق في النباتات غير المجهدة قد يعود إلى دور الماء في الفعاليات الحيوية المختلفة مثل استطالة السيقان بالإنقسام الخلوي أو ربما ازدادت بعض العمليات الفسيولوجية منها التمثيل الضوئي والنقل والإمتصاص للعناصر المغذية الذائبة في محلول التربة (الحديثي وآخرون، 2007 والدليمي وآخرون، 2015). وهذه النتيجة تتفق مع ما وجده Ahmad وآخرون (2015) الذين وجدوا إن الري كل 3 أيام (معاملة مقارنة) تفوق بأعلى متوسط لطول الساق قياساً بالري كل 7 و8 أيام.

أما بالنسبة للتداخل، فقد بينت النتائج أن النباتات المروية كل 4 أيام أعطت أعلى متوسط لطول ساق النبات عند معاملتها بتركيز المولبيدنم 45 ملغم لتر$^{-1}$ 45.65 سم والتي لم تختلف معنوياً عن ري كل 4 ايام ومعاملتها بتركيزي المولبيدنم 15و30 ملغم لتر$^{-1}$ ، أما النباتات التي تعرضت إلى إجهاد مائي متوسط وعالي فلم تستجيب لإضافة عنصر المولبيدنم لذا فقد تدهور طول الساق في هذه النباتات خصوصاً عند معاملة الري كل 12 يوم عند معاملة النبات بتركيز 45 ملغم لتر$^{-1}$ من عنصر المولبيدنم (22.25 سم). من ملاحظة النتائج المثبتة في الجدول 2 يتبين أن عنصر المولبيدنم كان فعالاً فقط في النباتات التي لم تجهد بالنسبة لصفة طول الساق. تزداد صفات النمو الخضري كصفة ارتفاع النبات وذلك بتوفر دعامة نموها كالمياه والعناصر الغذائية. اتفقت النتائج المستحصل عليها لهذه الصفة مع Chakraborty (2009) وTahir وآخرون (2011) يمكن الاستنتاج أن إضافة المولبيدنم بتراكيز أعلى يعطي استجابة افضل، إذ يشترك المولبيدنم في عملية التمثيل الضوئي لأنه يقوم بتصنيع الصبغة الخضراء الكلوروفيل كذلك يقوم بزيادة بعض العمليات الكيميوحيوية (هذيلي والجبوري، 2016).

جدول (2) تأثير الرش بالموليبدنم ومدة الارواء والتداخل بينهما في متوسط طول الساق (سم) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدد الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	41.05	44.35	43.55	45.65	**43.65**
8	41.17	33.05	32.00	33.87	**35.02**
12	28.85	34.30	34.20	22.25	**29.90**
المتوسط	**37.02**	**37.23**	**36.58**	**33.92**	مدة الري
LSD (0.05)	الموليبدنم		التداخل		
	N.S.		5.45		5.41

2-1-4 عدد الأفرع (فرع نبات$^{-1}$)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي (الملحق 1 وبيانات الجدول 3) أن صفة عدد الأفرع في نباتات الماش لم تتأثر معنوياً بمعاملات الموليبدنم في حين كان التأثير معنوياً لمدة الإرواء والتداخل بين عاملي الدراسة في هذه الصفة.

يلاحظ من نتائج الجدول 3 إن عدد الأفرع انخفض تدريجياً بزيادة مدة الري أذ تفوقت معاملة الري كل 4 يوم معنوياً بأعلى متوسط للصفة إذ بلغ 7.00 فرع نبات$^{-1}$ قياساً بمعاملة الري كل 12 يوم التي أعطت أقل متوسط للصفة إذ بلغ 5.55 فرع نبات$^{-1}$ ولم تختلف معاملة الري 8 و 12 يوم عن بعضهما معنوياً وهذا يبين أن محصول الماش يتحمل نسبياً الإجهاد المائي. إن زيادة التفرعات عند الري الطبيعي قد ينتج عن تأثير العوامل البيئية مثل توفر الماء في التربة بصورة مناسبة الذي يقوم بدوره كمذيب للعناصر المغذية الموجودة في التربة ويعمل على زيادة الكميات لهذه العناصر الممتصة داخل النبات كذلك يقوم بزيادة عملية التمثيل الضوئي، فيزداد عدد الأفرع نتيجة توفر المواد اللازمة لنموها (Thomasو Fukai، 2004). لوحظ من الجدولين 2 و3 انخفاض نمو الساق والتفرعات في النباتات التي رويت كل 12 يوم وقد يعود السبب في ذلك إلى تكوين الجذور الحرة ذات التأثير المدمر للخلايا الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض النمو تحت تأثير هكذا ظروف أضافة إلى نقصان عوامل النمو بسبب الجفاف. وتماشت هذه النتيجة مع توصل إليه John وآخرون (2012) وHaouari وآخرون (2012) وHadi وآخرون (2014) Ahmadوآخرون (2015) وHadi وآخرون (2016) الذين بينوا أن الإجهاد المائي أدى إلى

تكوين الجذور الحرة التي من شأنها تعطيل عمل الأنزيمات المهمة في العمليات الأيضية ومنها أنزيمات تمثيل النتروجين وبناء البروتين وهذا يؤدي بدوره إلى خفض نمو النبات.

أما بالنسبة للتداخل، أعطت النباتات المروية كل 12 يوم والمعاملة بتركيز 30 ملغم لتر$^{-1}$ من المولييدنم اعلى متوسط بلغ 7.95 فرع نبات$^{-1}$ والتي لم تختلف معنويتها عن النباتات المروية بشكل طبيعي ومعاملتها بنفس التركيز، لكن لوحظ انخفاضاً معنوياً في عدد الأفرع بزيادة الإجهاد المائي بلغت أدناها 5.05 فرع نبات$^{-1}$ عند معاملتها بالتركيز 45 ملغم لتر$^{-1}$ والري كل 12 يوم. وجاءت هذه النتيجة متفقة مع دراسات أخرى اثبتت وجود اختلاف معنوي بين تراكيز المولييدنم في صفة عدد التفرعات لمحصول الماش (Bhuiyan، 2008 وTahir وآخرون، 2011 وAwomi وآخرون، 2012) الذين وجدوا أن التراكيز المتوسطة للمولييدنم أدت إلى إحداثِ زيادة معنوية في عدد التفرعات لصنف الماش المحلي. فسرت النتائج الى إن المولييدنم أدى الى تنشيط النمو الخلوي والتمثيل الغذائي بالإضافة إلى تثبيت النتروجين الجوي بواسطة العقد البكتيرية التي تنمو على الجذور الثانوية للمحصول البقولي وتكوين هرمون النمو ABA الذي يحافظ على النمو ضمن وتيرة معينة تحت ظروف الإجهاد ومنها نمو الأفرع (هذيلي والجبوري، 2016 و Naqib وJahan 2017). وتبين أن أضافة المولييدنم بالتراكيز المتوسطة أدت إلى تخفيف أثر الإجهاد المائي عند مدة الري المتباعدة لأن المولييدنم يقوم بدوره كمرافق انزيمي بتنشيط مضادات الأكسدة الأنزيمية التي تحمي وتساعد النبات على التحمل والتكيف مع الجذور الحرة تحت ظروف الإجهاد المائي وتماشت هذه النتيجة مع جدول (16 و17).

جدول (3) تأثير الرش بالمولييدنم ومدة الارواء والتداخل بينهما في متوسط عدد الافرع (فرع نبات$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدد الارواء (يوم)	تراكيز المولييدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	6.90	6.70	7.70	6.70	**7.00**
8	6.30	5.93	6.23	6.23	**6.18**
12	6.20	6.00	7.95	5.05	**5.55**
المتوسط	**6.47**	**6.21**	**6.29**	**5.99**	**مدة الري**
LSD (0.05)	**المولييدنم**		**التداخل**		
	N.S.		**0.59**		**1.08**

3-1-4 دليل محتوى الأوراق من الكلوروفيل (SPAD)

بينت نتائج التحليل الإحصائي في (الملحق 1 والجدول 4) أن تراكيز المولیبدنم وتداخلها مع مدد الري أثرت معنوياً في صفة دليل محتوى الأوراق من الكلوروفيل في حين لم تؤثر مدد الري معنوياً في هذه الصفة، إذ تشير نتائج الجدول 4 إلى ان معاملة النباتات بتركيز45 ملغم لتر$^{-1}$ حققت أعلى متوسط لصفة دليل محتوى الأوراق من الكلوروفيل إذ بلغ SPAD 49.62 ولم تختلف معنويا عن معاملة النباتات بالتركيز 30 ومعاملة المقارنة بينما اعطت معاملة النباتات بالتركيز 15 ملغم لتر$^{-1}$ اقل متوسط للصفة بلغ SPAD 43.51 . وقد يعود سبب زيادة دليل محتوى الأوراق من الكلوروفيل عند معاملة النبات بتركيزي 30 و 45 ملغم لتر$^{-1}$ إلى دورِ المولیبدنم في تثبيت النتروجين الجوي (Singh وآخرون، 2014 وNaqib وJahan، 2017).

أدى التداخل وبشكل عام بين المولیبدنم ومدة الإرواء إلى إحداث تأثيرٍ معنويٍ في دليل محتوى النبات من الكلوروفيل (جدول 4). ولوحظ إن النباتات المروية بشكل طبيعي و المعاملة بالتراكيز 30 و45 ملغم لتر$^{-1}$ سجلت أعلى متوسط لدليل محتوى الأوراق من الكلوروفيل بلغ 53.30 و55.15 بالتتابع في حين سجل أدنى متوسط للصفة SPAD 40.17 عند التركيز 30 ملغم لتر$^{-1}$ عندما رويت النباتات كل 8 أيام والتي لم تختلف معنويا مع توليفة التركيز15 ملغم لتر$^{-1}$. ويعزى ذلك إلى زيادة كفاءة امتصاص ونقل العناصر الغذائية من محلول التربة بواسطة الجذر ثم الساق إلى الأوراق ويدخل بعض هذه العناصر مباشرةً في تركيب الكلوروفيل مثل البوتاسيوم والمغنيسيوم والحديد والنتروجين والأخير ينشط النمو الخضري كذلك يعد المولیبدنم مهم في نمو الاوراق العليا في محصول الماش التي تشارك بعملية تثبيت النتروجين الجوي(Sharma، 2006 وSingh 2006 وLambers وآخرون 2008 وMiransari 2011 وSingh وآخرون 2014) واكد Singh وآخرون (2014) على وجود علاقة ارتباط معنوية عالية بين طول الساق والكلوروفيل في محصول الماش (r =0.9080) إذ تمت إضافة المولیبدنم بطرق فعالة أكثر كفاءة بتأثيرها كالتغذية الورقية ونقع البذور (Hristozkova وآخرون، 2006 وHadi وآخرون، 2016). وقد يعود سبب انخفاض دليل محتوى النبات من الكلوروفيل إلى تأثير ROS المتكونة تحت ضغط الإجهاد المائي التي تدمر بناء البروتين والجزيئات البيولوجية المهمة و الصبغات النباتية منها صبغة الكلوروفيل (Hadi وآخرون، 2016).

جدول (4) تأثير الرش بالموليبدنم ومدة الإرواء والتداخل بينهما في متوسط دليل محتوى الاوراق من الكلوروفيل (SPAD) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدد الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	47.20	41.15	53.30	55.15	49.20
8	45.93	44.97	40.17	46.60	44.42
12	47.80	44.40	46.60	47.10	46.48
المتوسط	46.98	43.51	46.69	49.62	مدة الري
LSD (0.05)	الموليبدنم		التداخل		
	3.12		5.41		N.S

4-1 المساحة الورقية للنبات (سم^2 نبات$^{-1}$)

أشارت نتائج تحليل التباين (ملحق1 وجدول 5) إلى وجود تأثير معنوي لتراكيز الموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في صفة المساحة الورقية. أذ تفوقت تراكيز الموليبدنم جميعها في زيادة المساحة الورقية وبفارق غير معنوي بينهما وقد أعطى التركيز45 ملغم لتر$^{-1}$ أعلى متوسط للصفة بلغ 1435.34 سم^2 نبات$^{-1}$ ، في حين أعطت معاملة المقارنة اقل متوسط للصفة بلغ 1123.37 سم^2 نبات$^{-1}$. وقد ترجع الزيادة في المساحة الورقية للنبات عند إضافة الموليبدنم إلى دوره في زيادة دليل محتوى الكلوروفيل (جدول 4) وبالتالي رفع كفاءة التمثيل الضوئي، وتماشت هذه النتائج مع ما وجده كل من Gad (2012) وSingh وآخرون (2014) الذين بينوا ان إضافة الموليبدنم قد حسنت من المساحة الورقية لمحصول الماش.

كما تبين من الجدول 5 أختلاف مدد الري في حين بينهما معنوياً في صفة المساحة الورقية للنبات، إذ تفوقت المدة 4 أيام بأعلى متوسط للصفة بلغ 1697.00 سم^2 نبات$^{-1}$ وبفارق معنوي قدره 466.17 و 664.18 سم^2 نبات$^{-1}$ عن المدتين 8 و12 يوم التي كان عندها متوسط الصفة 1230.83 و 1032.82 سم^2 نبات$^{-1}$ بالتتابع. قد يعود سبب ازدياد المساحة السطحية للأوراق عند الري كل 4 أيام الى توفر المياه بصورة كافية وجاهزية العناصر الغذائية للإمتصاص من قبل النبات خلال نمو الأوراق كعنصر النتروجين والحديد والبوتاسيوم والنحاس والفسفور وقلة الجهد الأزموزي في الخلايا وجاءت هذه النتيجة منسجمة مع نتائج العاني (2015).

ومن ناحية أخرى، اتضح أن التداخل لعاملي الدراسة كان هو الآخر معنوياً في هذه الصفة (الجدول5). إذ تبين إن النباتات التي رويت كل 4 أيام أعطت أعلى متوسط للصفة بلغ 2344.90 سم^{2} نبات$^{-1}$ عند التركيز 45 ملغم لتر$^{-1}$ وأختلفت معنوياً عن باقي التداخلات الاخرى التي أعطت فيها مدة الإرواء 12 يوم أدنى متوسط إذ بلغ 622.59 سم^{2} نبات$^{-1}$ وعند نفس التركيز والتي لم تختلف معنوياً عن معاملة الري كل 12يوم مع التركيز 0. وقد يعود السبب في زيادة المساحة الورقية إلى توفر المياه بصورة مناسبة في المنطقة المحيطة بالجذر فيزداد نمو الجذور وانتشارها وامتصاصها للماء والعناصر المغذية ومنها عنصر الموليبدنم إذ يقوم بتثبيت النتروجين الذي يدخل في تركيب الكلوروفيل بدليل زيادة دليل محتوى الكلوروفيل (جدول 4) وبالتالي تزداد كمية الإشعاع الشمسي الذي تتعرض له الأوراق وكلما تعرضت أوراق النبات إلى أشعة الشمس لمدة أكثر تزداد كفاءة عملية التركيب الضوئي لكن عندما تقل المياه في التربة يزداد إنتاج ROS في النبات التي تؤدي إلى خفض نمو النبات (عيسى، 1990).

جدول (5) تأثير الرش بالموليبدنم و مدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط المساحة الورقية (سم^{2} نبات$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدد الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	1397.14	1234.56	1812.40	2344.90	**1697.00**
8	1280.81	1280.07	1023.90	1338.52	**1230.83**
12	692.16	1727.99	1088.52	622.59	**1032.82**
المتوسط	**1123.37**	**1414.21**	**1308.27**	**1435.34**	**مدة الري**
LSD (0.05)	**الموليبدنم**		**التداخل**		
	206.25		**357.23**		**67.07**

5-1-4 الوزن الجاف (غم نبات$^{-1}$)

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي (الملحق 1 والجدول 6) إن إضافة المولیبدنم ومدد الري والتداخل بينهما اثرت معنوياً في الوزن الجاف لنبات الماش، حيث تبين إن تركيزي المولیبدنم 15و30 تفوقا معنوياً وأعطوا اعلى متوسطي للصفة بلغا 239.89و223.00 غم نبات$^{-1}$ قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل متوسط للصفة بلغ 194.35غم نبات$^{-1}$ وهذا يعود إلى دور المولیبدنم في زيادة المساحة الورقية للماش (جدول 5) دور المولیبدنم الايجابي في تثبيت النتروجين ورفع كفاءة عملية التركيب الضوئي ونواتجها مما ينتج عنه زيادة في الوزن الجاف للنبات (Asaduzzaman وآخرون 2008). اتفقت هذه النتيجة مع نتائج Awomi وآخرون (2012) وKusum وآخرون، (2015) الذين أثبتوا إن عنصر المولیبدنم أحدث زيادة معنوية في الوزن الجاف لنبات الماش.

أظهرت نتائج جدول 6 إن ري محصول الماش كل 4 أيام سجل أعلى متوسط للوزن الجاف إذ بلغ 261.18 غم نبات$^{-1}$ متفوقاً على مدة الري 8 و 12 يوم أذ أعطت مدة الري الاخيرة أدنى متوسط إذ بلغ 175.14 غم نبات$^{-1}$. إن مدد الري المتقاربة أدت الى زيادة ارتفاع النبات، عدد الأفرع بالنبات، دليل محتوى الأوراق من الكلوروفيل والمساحة الورقية للنبات (الجداول 2 و3 و4 و5). تماشت هذه النتيجة أيضاً مع نتائج Ahmad وآخرون (2015) والعاني (2015) وكمال والكرخي (2017) الذين وجدوا أن وزن النبات الجاف يزداد كلما قلت مدة الإرواء. ومن ثم زيادة الوزن الجاف للنبات، بدليل وجود علاقة ارتباط موجبة بين الوزن الجاف مع طول الساق وعدد الافرع والمساحة الورقية (ملحق 4).

وفي السياق ذاته حصل تداخل معنوي بين تراكيز المولیبدنم ومدة الإرواء في وزن النبات الجاف (جدول 6)، فقد سجلت النباتات المعاملة بالتركيزين 30 و45 ملغم لتر$^{-1}$ والتي رويت طبيعياً أعلى متوسط للصفة إذ بلغا 278.15 و292.27 غم نبات$^{-1}$ بينما سجلت النباتات غير المعاملة بالمولیبدنم وعند الري كل 12 يوم أدنى متوسط إذ بلغ 110.60 غم نبات$^{-1}$. يعود السبب لزيادته للمساحة الورقية وطول الساق للنباتات المعاملة بنفس الظروف (جدول2 و5). ومن الجدير بالذكر إلى إن النباتات المروية كل 12 يوم والمعاملة بتركيز 15 ملغم لتر$^{-1}$ أعطت متوسط وزن جاف بلغ 278.40 غم نبات$^{-1}$ والتي لم تختلف معنوياً عن النباتات تحت معاملة الري الطبيعي والمعاملة بالتركيزين 30 و45 ملغم لتر$^{-1}$ اعطيا متوسط لوزن النبات الجاف بلغ 278.18 و 292.27 غم نبات$^{-1}$ بالتتابع. وقد يعزى السبب إلى إن عنصر المولیبدنم يدخل في

تركيب أنزيم النتيروجينز المثبت للنتروجين وفي هذا المجال وجدت علاقة بين هذا الأنزيم وتثبيت النتروجين الجوي في المحاصيل البقولية إذ يقوم هذا الأنزيم باختزال النتروجين إلى أمونيا وبالتالي يزداد النمو ويزداد الوزن الجاف للنبات (Valenciano وآخرون، 2011).

جدول (6) تأثير الرش بالموليبدنم ومدة الارواء والتداخل بينهما في متوسط الوزن الجاف (غم نبات$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدد الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	257.99	216.31	278.18	292.27	**261.18**
8	214.47	224.95	197.72	204.72	**210.47**
12	110.60	278.40	193.15	119.48	**175.41**
المتوسط	**194.35**	**239.89**	**223.00**	**205.49**	مدة الري
LSD (0.05)	الموليبدنم		التداخل		
	11.83		**20.50**		**45.18**

2-4 تأثير الموليبدنم ومدة الارواء والتداخل بينهما في صفات الحاصل ومكوناته لمحصول الماش:

1-2-4 عدد القرنات (قرنة نبات$^{-1}$)

أوضحت نتائج تحليل التباين في (الملحق 2 والجدول 7) لتراكيز الموليبدنم وتداخلة مع مدد الري كان له تأثيرٌ معنويٌ في عدد القرنات للنبات ولم تؤثر مدد الري معنوياً في هذه الصفة، إذ تفوقت النباتات المعاملة بالتركيز 30 ملغم لتر$^{-1}$ معنوياً بأعلى متوسط لعدد القرنات إذ بلغ 45.28 قرنة نبات$^{-1}$ قياساً بالتراكيز الاخرى في حين أعطت معاملة المقارنة أقل متوسط للصفة إذ بلغ 32.94 قرنة نبات$^{-1}$، يعود سبب انخفاض عدد القرنات في النبات في معاملة المقارنة الى اختزال المساحة الورقية والوزن الجاف للنبات (جدول 5 و6) وتماشت هذه النتيجة مع ما توصل إليه Bhuiyna (2008) وAhmad وآخرون (2013) وKusum وآخرون (2015) وJanaki وآخرون (2018) الذين وجدوا فروقاً معنويةً بين تراكيز الموليبدنم في عدد القرنات لنبات الماش.

كما أظهرت نتائج الجدول 7 أن التداخل بين التركيز 30 ملغم لتر$^{-1}$ للموليبدنم ومدد الري كل 4 أيام تفوقت معنوياً بأعلى متوسط لعدد القرنات بالنبات بلغ 48.10 قرنة نبات$^{-1}$ في حين أعطت نباتات معاملة المقارنة للموليبدنم ومدة إرواء كل 12 يوم أقل متوسط للصفة إذ بلغ 26.68 قرنة نبات$^{-1}$. وقد يعزى سبب تدني عدد القرنات إلى انخفاض صفات النمو وعدد الأفرع والمساحة

الورقية الجداول 3 و5 بالتالي ينخفض تثبيت CO_2 لانخفاض عملية التركيب الضوئي. وتماشت هذه النتيجة مع (Tawfik، 2008 وBhuiyan، 2008 وAhmad وآخرون، 2013 وKusum وآخرون، 2015) الذين وجدوا إن مدد الإرواء المتباعدة وعدم إضافة الموليبدنم أدى إلى خفض عدد القرنات في نبات محصول الماش. من جهة اخرى يلاحظ من النتائج ان زيادة تراكيز الموليبدنم عن 0 عند مدة الري 12 يوم قد زادت من عدد القرنات بنسبة 28.62 و 57.90 و 47.07 % بالتتابع وهذا دليل عن دور الموليبدنم في زيادة تحمل النبات لنقص الماء

جدول (7) تأثير الرش بالموليبدنم ومدة الارواء والتداخل بينهما في عدد القرنات (قرنة نبات$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدة الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	33.45	35.20	48.10	33.60	37.59
8	38.70	47.55	45.60	46.95	44.70
12	26.68	34.33	42.13	39.24	35.59
المتوسط	32.94	39.03	45.28	39.93	مدة الري
LSD (0.05)	الموليبدنم		التداخل		
	3.14		5.43		N.S.

2-2-4 طول القرنة (سم)

بينت نتائج التحليل الإحصائي في (الملحق 2 والجدول 8) وجود تأثير إيجابي للموليبدنم ومدد الري وتداخلها في طول القرنة، إذ تفوقت النباتات المعاملة بالتركيز العالي (45 ملغم لتر$^{-1}$) بإعطائها أعلى متوسط لطول القرنة 6.01 سم ولم تختلف معنوياً عن التركيزين 15 و30 ملغم لتر$^{-1}$ غير أن جميع هذه التراكيز أختلفت معنوياً عن معاملة المقارنة التي أعطت أدنى متوسط للصفة بلغ 5.45 سم. إن سبب زيادة طول القرنة قد يعود إلى تأثير الموليبدنم في زيادة المساحة السطحية للأوراق (جدول 5)، حيث يزداد انقسام الخلايا واستطالتها لتوفر المادة اللازمة للنمو الناتجة من عملية التركيب الضوئي. وأكد ذلك علاقة الإرتباط المعنوية (الملحق 4) بين طول القرنة وارتفاع النبات وعدد الأفرع والمساحة الورقية على التوالي. وتماشت هذه النتيجة مع Tahir وآخرون (2014) الذي وجد اختلافات معنوية بين تراكيز الموليبدنم في طول القرنة،

أما بالنسبة لتأثير مدد الري فقد أظهرت نتائج الجدول 8 بينها في طول القرنة، تفوقت النباتات التي رويت كل 4 أيام معنوياً في طول القرنة (6.74 سم) في حين أعطت النباتات المروية كل 12 يوم أقل متوسط للصفة إذ بلغ 4.62 سم. وقد يعود سبب زيادة طول القرنة إلى زيادة الغذاء المصنع والناتج عن عملية التركيب الضوئي بعد ذلك تتحول المواد الغذائية إلى الحاصل ومكوناته مثل طول القرنة وأيدت نتائج المساحة الورقية (جدول 5) هذه النتيجة، وتماشت هذه النتيجة مع النتائج التي حصل عليها Samghani وآخرون (2015) وMajeed وآخرون (2016) الذين وجدا زيادة معنوية في متوسط طول القرنة بسبب تقارب مدد الري.

وكان للتداخل بين العوامل المدروسة تأثيرٌ معنويٌ على طول القرنة في محصول الماش (جدول 8)، إذ تميزت النباتات المعاملة بالتركيز 30 ملغم لتر$^{-1}$ والمروية كل 4 أيام بأفضل طول قرنة إذ بلغ 7.15 سم والتي لم تختلف معنويا عن معاملة النباتات بتركيز 45 ملغم لتر$^{-1}$ تحت نفس مستوى الري في حين أعطت النباتات المروية كل 12 يوم وعدم معاملتها بالموليبدنم أدنى متوسط لطول القرنة (4.15 سم). ولربما يعزى سبب الزيادة في طول القرنة إلى علاقة الإرتباط المعنوية بين طول القرنة و طول الساق وعدد الأفرع والوزن الجاف والمساحة الورقية (الملحق 4) بالتالي يزداد امتصاص الماء والعناصر الغذائية كعنصر النتروجين المهم في عملية التركيب الضوئي وتصب نواتج هذه العملية في زيادة طول القرنات. وتتفق هذه النتيجة مع نتائج Bhuiyan وآخرون (2008) وPatra وBhattacharya (2009) وSamghani وآخرون (2015)

وMajeed وآخرون (2016) إذ أشاروا إلى إن إضافة المولبيدنم مع مدد الارواء كانت مجدية بزيادة طول القرنات.

جدول(8) تأثير الرش بالمولبيدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في طول القرنة (سم) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدد الارواء (يوم)	تراكيز المولبيدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	6.51	6.43	7.15	6.87	6.74
8	5.69	5.97	6.06	6.51	6.06
12	4.15	4.97	4.72	4.66	4.62
المتوسط	5.45	5.79	5.97	6.01	مدة الري
LSD (0.05)	المولبيدنم		التداخل		
	0.26		0.45		0.26

3-2-4 عدد البذور بالقرنة (بذرة قرنة$^{-1}$)

تبين نتائج التحليل الإحصائي المثبتة في الملحق 2 وجود تأثير معنوي للمولبيدنم ومدد الإرواء في عدد البذور بالقرنة باستثناء التداخل بينهم فلم يؤثر معنوياً في هذه الصفة.

أشارت نتائج الجدول (9) إلى وجود تأثير معنوي لتراكيز المولبيدنم المستخدمة في متوسط عدد البذور بالقرنة إذ أعطت التراكيز 15 و30 و45 ملغم لتر$^{-1}$ أعلى متوسطات للصفة بلغت 7.49 و7.00 و6.91 بذرة قرنة$^{-1}$ للتراكيز الثلاثة بالتتابع أذ لم تختلف عن بعضها معنوياً ولكنها أختلفت جميعها عن معاملة المقارنة التي أعطت أدنى متوسط للصفة إذ بلغ 5.88 بذرة قرنة$^{-1}$. وقد يعزى سبب زيادة عدد البذور بالقرنة إلى زيادة المساحة السطحية للأوراق عند إضافة المولبيدنم (جدول 5). وأكد Singh وآخرون (2014) هذه النتيجة لأثباتهم بوجود علاقة وثيقة بين المساحة الورقية وعدد البذور بالقرنة. كما انسجمت هذه النتيجة مع نتائج حصل عليها باحثون آخرون بينت إن إضافة المولبيدنم أدت إلى زيادة عدد البذور في القرنة (Bhuiyan ، 2008 وPatra وBhattacharya 2009 وTahir وآخرون، 2011 وAwomi وآخرون، 2012 وTahir وآخرون، 2014 وJanaki وآخرون، 2018).

يتضح من الجدول ذاته إن أعلى متوسط لعدد البذور بالقرنة تم الحصول عليه عند مدتي الإرواء 4 و8 يوم اللتين أعطيتا 6.84 و7.81 بذرة قرنة$^{-1}$ بالتتابع وبفارق غير معنوي بينهما مقارنة بأدنى متوسط عند مدة الإرواء 12يوم (5.81 بذرة قرنة$^{-1}$). ربما يعزى السبب في انخفاض عدد البذور بالقرنة بزيادة مدة الري إلى تأثير الجفاف في عمليتي التلقيح والاخصاب، وأيضاً أدى الإجهاد المائي إلى خلل في انتشار الماء بالقرنات واضطراب في تصنيع البروتين وأحدث ذلك اختزالاً في نمو البذرة وانفصالها عن القرنة وتطابقت هذه النتيجة مع Raza وآخرون (2012) وSamghani وآخرون (2015) الذين وجدوا أن مدد الإرواء المتباعدة أدت إلى انخفاض عدد البذور بالقرنة.

جدول (9) تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في عدد البذور بالقرنة (بذرة قرنة$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدد الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	5.77	6.72	7.70	7.16	6.84
8	6.57	8.79	7.35	8.56	7.81
12	5.31	6.97	5.94	5.01	5.81
المتوسط	5.88	7.49	7.00	6.91	مدة الري
LSD (0.05)	الموليبدنم		التداخل		
	0.89		N.S.		1.47

4-2-4 وزن 100 بذرة (غم)

أشارت نتائج التحليل الإحصائي في (الملحق 2 والجدول 10) إن مدد الإرواء وتداخلها مع تراكيز الموليبدنم أثرت معنوياً في صفة وزن 100 بذرة في حين لم تؤثر تراكيز الموليبدنم معنوياً في هذه الصفة. فقد أوضحت النتائج في الجدول 10 أن زيادة مدة الري إلى 12 يوم أثرت معنوياً في خفض وزن 100 بذرة إلى 3.45 غم قياساً بمدة الري كل 8 يوم التي حققت أعلى متوسط للصفة إذ بلغ 4.37 غم التي لم تختلف معنوياً عن مدة الري كل 4 أيام (4.08 غم). وقد يعزى سبب انخفاض وزن البذرة عند ظروف قلة الماء إلى قلة أنتقال العناصر المغذية إلى البذرة خلال فترة امتلاء البذور بالتالي ينخفض وزن البذور لانكماشها وصغر حجمها وتماشت هذه النتيجة مع

نتائج Sadras وCalderini (2009) الذين بينوا أن الإجهاد المائي أدى إلى انخفاض وزن 100 بذرة لنبات محصول الماش.

أما بالنسبة لتأثير التداخل بين تراكيز الموليبدنم ومدد الإرواء فقد بينت نتائج الجدول نفسه أنه أثر معنوياً في صفة وزن 100 بذرة، إذ أعطت النباتات التي تم معاملتها بالتركيز العالي أعلى متوسط للصفة إذ بلغ 4.50 غم عند ريها كل 8 أيام في حين أعطت النباتات غير المعاملة بالعنصر أدنى متوسط للصفة إذ بلغ 3.07غم وعند الري كل12 يوم. قد يكون سبب زيادة وزن البذرة هو دور الموليبدنم في تثبيت النتروجين الجوي بايلوجياً بالتالي تزداد صفات النمو الخضري كطول النبات ودليل محتوى الأوراق من الكلوروفيل والمساحة الورقية والوزن الجاف الجداول (2 و4 و5 و6) وهذا يؤدي إلى زيادة الإستفادة من الماء والمواد الغذائية خلال فترة امتلاء البذور وبالتالي يزداد حجم هذه البذور ووزنها، وتطابقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه Sadras وCalderini (2009) و Naqib و Jahan (2017). أدى الإجهاد المائي إلى انخفاض وزن البذور بسبب انخفاض العمليات الحيوية في الخلايا بالتالي تقل صفات النمو كلها مثل دليل محتوى الأوراق من الكلوروفيل والمساحة السطحية للأوراق (جدول 4 و5) وتنخفض كفاءة الأوراق باعتراض الأشعة الشمسية وهذا يؤدي إلى انخفاض بعملية التركيب الضوئي والمادة الجافة المتكونة وأيضاً ينخفض تحول المواد المصنعة إلى الأوراق ثم البذور وهذا كله يصب في انخفاض وزن البذور (Mobasser وAbolfazl، 2013 وHassan، 2014 وBuriro 2015).

جدول (10) تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الإرواء والتداخل بينهما في وزن 100 بذرة (غم) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدد الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	4.49	3.53	4.15	4.17	4.08
8	4.33	4.36	4.29	4.50	4.37
12	3.07	3.44	3.57	3.72	3.45
المتوسط	3.96	3.77	4.00	4.13	مدة الري
LSD (0.05)	الموليبدنم		التداخل		
	N.S.		0.55		0.70

5-2-4 حاصل النبات (غم نبات$^{-1}$)

تبين نتائج تحليل التباين (الملحق 2 والجدول 11) وجود تأثير معنوي لمدد الارواء وتداخلها مع عنصر الموليبدنم وغياب التأثير المعنوي لعنصر الموليبدنم.

لوحظ انخفاض حاصل النبات بزيادة مدة الإرواء، فقد تفوقت النباتات التي رويت كل 4 أيام بأعلى متوسط لحاصل النبات إذ بلغ 13.18 غم نبات$^{-1}$ ولم تختلف معنوياً عن معاملة الري كل 8 يوم (11.58 غم) غير أنهما أختلفا معنوياً عن النباتات التي رويت كل 12 يوم التي أعطت أدنى متوسط لحاصل النبات الواحد إذ بلغ 9.02 غم نبات$^{-1}$. ويعزى سبب الإنخفاض الحاصل إلى الإنخفاض المعنوي الذي حصل في مكوناته طول القرنة، عدد البذور بالقرنة ووزن 100 بذرة (الجدول 8، 9 و 10بالتتابع) وتماشت هذه النتيجة مع نتائج Anjum وآخرون (2011) و Kole (2011) الذين وجدوا إن زيادة الإجهاد المائي أدت إلى انخفاض معنوي بحاصل النبات.

يتبين من الجدول 11 معنوية التداخل بين عاملي الدراسة فقد اوضحت النتائج إن النباتات التي عوملت بالموليبدنم بالتراكيز الثلاثة (15 و30 و45 ملغم لتر$^{-1}$) قد استجابت بشكل أفضل من غيرها التي لم تعامل بهذا العنصر منها عند مدتي الري كل 4 و8 أيام قياساً بمدة الإرواء كل 12 يوم. إذ بلغ أعلى حاصل للنبات 16.58غم نبات$^{-1}$ عند معاملة النبات بـ 15 ملغم لتر$^{-1}$ عند مدة الإرواء كل 4 يوم في حين كان أدنى حاصل (7.98 غم نبات$^{-1}$) عند معاملة المقارنة للموليبدنم في النباتات المعرضة لـ 12 يوم كمدة ري. إن سبب زيادة حاصل النبات يعود إلى زيادة طول القرنة (جدول 8) بالتالي يزداد حاصل النبات بزيادة مكوناته آنفة الذكر وتماشت هذه النتيجة مع ما وجده Asaduzzaman وآخرون (2008).

جدول (11) تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الإرواء والتداخل بينهما في حاصل النبات (غم نبات$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدد الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	10.94	16.58	12.43	12.77	13.18
8	12.40	8.84	12.98	12.09	11.58
12	7.98	10.13	9.09	8.89	9.02
المتوسط	10.44	11.85	11.50	11.25	مدة الري
LSD (0.05)	الموليبدنم		التداخل		
	N.S.		2.54		2.44

6-2-4 الحاصل الكلي (طن هـ$^{-1}$)

بينت نتائج التحليل الإحصائي في (الملحق 2 والجدول 12) إن معاملات الموليبدنم فقط لم ترقَ إلى حد المعنوية في حاصل النبات الكلي، في حين كان التأثير معنوياً في الصفة لمدد الإرواء وكذلك تداخلها مع تراكيز الموليبدنم.

يبدو من نتائج الجدول 12 إن حاصل النبات سلك سلوكاً تنازلياً بتأثير مدة الإرواء، إذ أعطت النباتات المروية كل 4 أيام أعلى متوسط للحاصل الكلي إذ بلغ 1.65 طن هـ$^{-1}$ تليها النباتات المروية كل 8 يوم (1.45 طن هـ$^{-1}$) أذ لم يختلفا عن بعضهما معنوية غير أنهما اختلفا معنوياً مقارنة بالنباتات المروية كل 12 يوم التي أعطت أدنى متوسط للحاصل إذ بلغ 1.13 طن هـ$^{-1}$ إن تباعد مدد الإرواء أدى إلى انخفاض الحاصل بصورة ملحوظة بسبب الإجهاد المائي الذي أدى إلى انخفاض حاصل النبات الواحد نتيجة اختزال طول القرنة وعدد البذور بالقرنة (جدول 8 و9). وأكدت هذه النتيجة علاقة الإرتباط الموجبة بين الحاصل الكلي وارتفاع النبات وطول القرنة (ملحق 4). تماشت هذه النتيجة مع نتائج كل من Turkan وآخرون (2005) والحديثي وآخرون (2007) وKulathunga وآخرون (2008) وRaza وآخرون (2012) وAhmad وآخرون (2015) الذين توصلوا إلى وجود فروق معنوية بين مدد الري على حاصل محصول الماش وإن تكرار الري الأكثر كان له الأثر الإيجابي في زيادة الحاصل مقارنة مع الري الأقل تكراراً.

تبين نتائج التداخل بين الموليبدنم ومدة الإرواء إن النباتات المعاملة بالتركيز 15 ملغم لتر$^{-1}$ تفوقت بأعلى متوسط للصفة أذ بلغ 2.07 طن هـ$^{-1}$ في النباتات التي رويت كل 4 أيام في حين

انخفض الحاصل عند انعدام المعاملة بالموليبدنم الري كل 12يوم إلى 1.00 طن هـ$^{-1}$. ويعود سبب انخفاض الحاصل الكلي للبذور إلى انخفاض عدد القرنات (جدول 7) وطول القرنة (جدول 8) ووزن 100 بذرة (جدول 10) وينعكس انخفاض صفات مكونات الحاصل بقدر كبير على الحاصل الكلي للبذور. وتماشت هذه النتيجة مع ما توصل إليه Asaduzzaman وآخرون Kole (2008) (2011) وAnjum وآخرون (2011).

جدول (12) تأثير الرش بالموليبدنم و مدد الارواء والتداخل بينهما في الحاصل الكلي (طن هـ$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدد الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	1.37	2.07	1.55	1.60	1.65
8	1.55	1.10	1.62	1.51	1.45
12	1.00	1.27	1.14	1.11	1.13
المتوسط	1.31	1.48	1.44	1.41	مدة الري
LSD (0.05)	الموليبدنم		التداخل		
	N.S.		0.32		0.31

3-4 الصفات البيوكيميائية:

1-3-4 محتوى النبات من MDA- Malondialdehyde(مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن رطب)

أشارت نتائج التحليل الإحصائي المثبتة في (الملحق 3 والجدول 13)عدم وجود تأثير معنوي لعنصر المولبيدنم على محتوى النبات من MDA، في حين كان التأثير معنوياً لمدة الإرواء والتداخل بين مدة الإرواء وتراكيز المولبيدنم.

يلاحظ من الجدول 13 وجود فروق معنوية بين متوسطات مدد الإرواء (4 ، 8، 12 يوم)، إذ أعطت مدة الري 12 يوم أعلى متوسط للصفة إذ بلغ 27.84 (مايكرومول غم$^{-1}$ وزن رطب) واختلفت معنوياً عن مدة الري 8 ايام التي أعطت 25.46 (مايكرومول غم$^{-1}$ وزن رطب) في حين انخفض تركيز MDA إلى 22.27 (مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن رطب) عند الري كل 4 أيام. ومن هذا نستنتج أن MDA أتخذ سلوكاً تصاعدياً بزيادة الشد المائي. وهذا يفسر بوضوح تدهور نمو النبات وإنتاجيته عند الري كل 12يوم وأحياناً كل 8 أيام، إذ يؤكد إن عملية أكسدة الدهون في الأغشية البلازمية في خلايا النبات كانت عالية الأمر الذي أنعكس سلبياً على الأداء الحقلي لمحصول الماش وتماشت هذه النتائج مع نتائج Singh وآخرون (2007) و Hassan (2014) وSadeghipour (2015) وNahar وآخرون (2015) وDutta وآخرون (2016) الذين وجدوا إن مدد الري المتباعدة أدت إلى زيادة محتوى MDA في النبات الذي يُعد مؤشراً لأكسدة الدهون في الغشاء البلازمي في الماش تحت تأثير الإجهاد المائي.

يبدو من نتائج الجدول نفسه وجود تأثيرٍ معنوي للتداخل بين عاملي الدراسة، وأن كمية MDA ازدادت وبشكل معنوي تدريجياً بزيادة مدد الري حيث بلغت أقصاها عند مدة الإرواء الكبرى (12 يوم) وعند التركيزين 0 و 30 ملغم لتر$^{-1}$ (28.39 و28.38 مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن رطب) قياساً بمعاملة المقارنة وعند مدة الإرواء كل 4 يوم والتي أعطت أدنى متوسط إذ بلغ 21.02 مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن رطب. إن ارتفاع محتوى النبات من مركب MDA يعطي فكرة عن مدى الضرر الذي سببته الأكسدة الضارة للغشاء الدهني الناتجة عن انواع ROS التفاعلية مثل H_2O_2 وOH^- وO^- التي تنتج تحت تأثير الإجهاد المائي أو عن طريق التدهور غير المباشر للأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة و مركب MDA الناتج عن أكسدة طبقتي الدهون الموجودة في الغشاء البلازمي لخلايا الورقة بالتالي تتأثر العديد من العمليات الفسيولوجية التي تحدث في النبات منها عملية التمثيل الضوئي التي تحدث في الأوراق واتفقت هذه النتيجة مع ما

توصل إليه Zai- Song وآخرون (2012) وSilva وآخرون (2012) و Sadeghipour(2015).

جدول (13) تأثير الرش بالموليبدنم ومدة الأرواء في محتوى النبات من MDA (مايكرومول غم$^{-1}$ وزن رطب) والتداخل بينهما لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدد الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	21.02	22.42	22.86	22.79	22.27
8	26.12	24.68	25.47	25.56	25.46
12	28.38	26.87	28.39	27.73	27.84
المتوسط	25.17	24.66	25.57	25.36	مدة الري
LSD (0.05)	الموليبدنم		التداخل		
	N.S.		1.17		0.96

2-3-4 محتوى الأوراق من الحامض الأميني Proline (ملغم غم$^{-1}$)

أشارت نتائج تحليل التباين في (ملحق 3 وجدول 14) أن عنصر الموليبدنم أثر معنوياً في محتوى الأوراق من البرولين، إذ أزداد البرولين بزيادة تراكيز الموليبدنم حتى وصل إلى 499.33 ملغم غم$^{-1}$ عند أعلى التراكيز للموليبدنم، في حين أنخفض إلى 456.08 ملغم غم$^{-1}$ عند معاملة المقارنة. وفي هذا المجال أشار Hadi وآخرون (2016) إلى وجود فروق معنوية في محتوى الأوراق من البرولين في الماش عند زيادة تراكيز الموليبدنم المضاف.

كما توضح النتائج المثبتة في جدول 14 إن مدد الإرواء أثرت تأثيراً معنوياً في زيادة محتوى الأوراق من البرولين، إذ تفوقت مدة الأرواء 8 أيام بأعلى متوسط للبرولين إذ بلغ 492.00 (ملغم غم$^{-1}$) والتي لم تختلف معنوياً عن مدة الارواء 12يوم قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت أدنى متوسط لمحتوى الأوراق من البرولين أذ بلغ 451.75 (ملغم غم$^{-1}$).

وبالنسبة لمعاملات التداخل بين عوامل الدراسة في جدول 14 فقد كان تداخلاً أيجابياً ومعنوياً في محتوى الأوراق من البرولين، إذ أن التركيزين 30 و45 ملغم لتر$^{-1}$ تفوقا معنوياً في أعلى المتوسطات لمحتوى الأوراق من البرولين حتى وصل إلى 504.00 و505.00 (ملغم غم$^{-1}$) عند الري كل 8 أيام مقارنة بمعاملة 0 والتركيز 30 ملغم لتر$^{-1}$ أذ أعطت أدنى المتوسطات إذ بلغ

433.75 و418.00 (ملغم غم$^{-1}$) عند الري كل 4 أيام. وعلل ذلك بأنَّ العديد من الأنواع النباتية منها محصول الماش تتعرض للإجهادات اللاحيوية المختلفة التي تؤدي إلى تكوين ROS التي تسبب أكسدة البروتين مما يؤدي إلى زيادة تراكم البرولين كنتيجة عرضية في أنسجة أوراق وجذور النبات كرد فعل واستجابة للإجهاد المائي أولا ولإضافة الموليبدنم ثانياً إذ أدى الأخير إلى تنشيط مضادات الأكسدة في الخلايا منها البرولين، إذ إن التحمل للإجهاد مسؤل عنه جينين أو أربع جينات ويقوم الموليبدنم بزيادة التعبير الجيني للعديد من الأنزيمات بمسارات خلوية مختلفة وتقوم الجينات بعدة وضائف منها زيادة البرولين الذي يعد مؤشراً لتحمل النبات للإجهاد المائي وكذلك مراقبة الانتاجية للنبات (Bray ، 1997 وAhmad وآخرون، 2015 وHadi وآخرون، 2016).

جدول (14) تأثير الرش بالموليبدنم ومدة الارواء في محتوى الأوراق من Proline(ملغم غم$^{-1}$) والتداخل بينهما لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدة الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	433.75	462.75	418.00	492.50	451.75
8	475.00	484.00	504.00	505.00	492.00
12	459.50	473.00	500.50	500.50	483.38
المتوسط	456.08	473.25	474.17	499.33	مدة الري
LSD (0.05)	الموليبدنم		التداخل		
	10.35		17.20		14.80

3-3-4 فعالية أنزيم CAT- Catalase (وحده مل$^{-1}$)

يلاحظ من نتائج (ملحق 3 والجدول 15) بأن المولبيدنم ومدد الارواء والتداخل بين العاملين أثر معنوياً في فعالية أنزيم CAT في أوراق نبات الماش، إذ تفوقت النباتات المعاملة بالتركيز العالي من المولبيدنم بأعلى متوسط لفعالية الأنزيم إذ بلغ 28.95 (وحده مل$^{-1}$) وبفارق معنوي قدره 4.54 (وحده مل$^{-1}$) عما حققته معاملة المقارنة (24.41 وحده مل$^{-1}$) والتي لم تعامل بالمولبيدنم.

أما تأثير مدة الإرواء، فقد أظهرت نتائج الجدول نفسه إلى وجود اختلافات معنوية بين متوسطات فعالية أنزيم CAT تحت تأثير مدد الإرواء، إذ يزداد إنتاج CAT في النبات عند مدد الإرواء المتباعدة إذ سجلت النباتات المروية كل 12 يوم أعلى متوسط للصفة إذ بلغ 33.18 (وحده مل$^{-1}$) قياساً بمعاملة المقارنة والتي رويت النباتات عندها كل 4 أيام والتي سجلت أدنى متوسط لفعالية هذا الأنزيم إذ بلغ 20.89 (وحده مل$^{-1}$). وتماشت هذه النتيجة مع ما توصل إليه كل من Hassan وMansoor (2014) الذين بينا إن الإجهاد الذي تعرض له النبات خلال فترة نموه كان تأثيره معنوياً على فعالية أنزيم CAT في الماش.

يبدو من جدول 15 أن التداخل بين عاملي الدراسة كان معنوياً في تأثيره على فعالية هذا الإنزيم، إذ ازدادت فعاليته بشكل تدريجي بزيادة كل من تركيز المولبيدنم ومدة الإرواء حتى بلغت أعلاها (36.04 وحده مل$^{-1}$) في النباتات المعاملة بتركيز 45 ملغم لتر$^{-1}$ وعند مدة الإرواء كل 12 يوم. في حين أقل متوسط (19.15 وحده مل$^{-1}$) لفعالية هذا الأنزيم في أوراق النباتات التي رويت طبيعياً والتي لم تعامل بالمولبيدنم. تزداد فعالية الأنزيمات المضادة للأكسدة، منها الكاتاليز في الخلايا النباتية كأجراء دفاعي ضد أنتاج الجذور الحرة عند تعرضها إلى إجهاد مائي بالإضافة إلى الدور الذي يؤديه عنصر المولبيدنم في هذا المجال كمرافق أنزيمي بتنشيط مضادة الأكسدة لحماية أغشية الخلايا من الأكسدة والتلف ولمواجهة التدني الشديد في المحتوى المائي بأنسجة الأوراق وكذلك يُعد من الأنزيمات الرئيسية المسؤولة عن عملية الكنس Scavenging التي تجري على ROS في الخلية مثل H_2O_2 وتماشت هذه النتيجة مع ما توصل إليه Al-Issawi وآخرون (2013) وSadeghipour (2015) Hassan (2014) وAli وآخرون (2018)، الذين وجدوا نتائج مشابهة حيث تزداد فعالية أنزيم CAT كوسيلة دفاعية يستخدمها النبات ضد الضغوط البيئية المختلفة.

جدول (15) تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الإرواء في فعالية CAT (وحده مل$^{-1}$) لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدة الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	19.15	20.00	21.48	22.92	**20.89**
8	25.10	26.77	26.39	27.89	**26.53**
12	28.99	33.29	34.39	36.04	**33.18**
المتوسط	**24.41**	**26.69**	**27.42**	**28.95**	مدة الري
LSD (0.05)	الموليبدنم		التداخل		
	0.57		**0.98**		**0.56**

4-3-4 فعالية أنزيم POD-Peroxidase (وحده مل$^{-1}$)

تشير نتائج التحليل الإحصائي (ملحق 3 والجدول 16) التأثير المعنوي لتراكيز الموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في متوسط فعالية POD في اوراق نبات الماش إن متوسط فعالية أنزيم POD قد أزداد بزيادة تراكيز الموليبدنم المضاف، إذ حقق التركيز 45 ملغم لتر$^{-1}$ أعلى متوسط لفعالية هذا الأنزيم إذ بلغ 35.45 (وحده مل$^{-1}$) ولم تختلف معنوياً عن التركيز35 ملغم لتر$^{-1}$ وتفوقت معنوياً على معاملة المقارنة التي أعطت أقل متوسط له إذ بلغ 32.41 (وحده مل$^{-1}$) وتماشت هذه النتيجة مع نتائج Sun وآخرون (2006) الذين أشاروا الى إن عنصر الموليبدنم أدى إلى تنشيط أنظمة الدفاع في النبات ومنها أنزيم POD ضد السمية التي تسببها ROS في الخلية.

يبدو من الجدول 16 إن زيادة مدة الإرواء رافقتها زيادة معنوية في فعالية أنزيم POD في أوراق نبات الماش وتفوقت مدة الإرواء 12 يوم بأعلى متوسط للصفة أذ بلغ 36.56 وبفارق معنوي عن معاملة المقارنة. وتماشت هذه النتيجة مع نتائج Sun (2006) وSadghipour (2015) الذين بينوا إن تعرض الماش الأخضر إلى الإجهادات البيئية منها الإجهاد المائي أدى إلى تكون الجذور الحرة في الخلية والمسببة لأكسدة الدهون في الغشاء الخلوي رافقها أرتفاع في نشاط الأنزيمات المضادة للأكسدة كأنزيم POD عقب تكون الجذور الحرة في الخلية كوسيلة دفاعية يستخدمها النبات لحماية الخلايا من الضرر المحتمل نتيجة لارتفاع تركيز ROS في خلاياه .

أما بالنسبة لتأثير التداخل بين عاملي الدراسة فقد كان تأثيره معنوياً هو الاخر في فعالية أنزيم POD، إذ أعطى التركيز 30 ملغم لتر$^{-1}$ أعلى متوسط إذ بلغ 37.99 (وحده مل$^{-1}$) عند

الري كل 12 يوم مقارنة بأقل متوسط عند معاملة المقارنة (0 موليبدنم ، 4 يوم). عندما تتعرض النباتات إلى الإجهادات البيئية المختلفة كالإجهاد المائي تتكون ROS الضارة بالخلية وقد أبدت النباتات المروية كل 12 يوم زيادة ملحوظة في نشاط فعالية أنزيم POD وهذا يعود أيضاً إلى دور الموليبدنم بتنشيط مضادات الأكسدة الأنزيمية لحماية أغشية الخلايا وزيادة هذه الأنزيمات تُعد وسيلة للتخلص من المركبات السامة من خلال تنظيم عمل مختلف الجينات لحماية النظام الفسيولوجي لإستبعاد التأثيرات التي يحتمل إن تحدث في وحدات التركيب الضوئي ويقوم الموليبدنم بتحفيز التعبير الجيني للعديد من الأنزيمات عن طرق مسارات خلوية مختلفة وانسجمت هذه النتيجة مع نتائج بحوث أخرى وجدت نتائج مماثلة Al-Issawi وآخرون (2016) و-Al Issawiوآخرون (2013) وNahar وآخرون (2015) وSadeghipour (2015) وHadi وآخرون (2016) في الماش ومحاصيل حقلية أخرى.

جدول (16) تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الإرواء في فعالية أنزيم POD (وحده مل$^{-1}$) والتداخل بينهما لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدد الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	26.91	31.17	32.42	34.38	31.22
8	35.12	33.97	34.31	35.07	34.61
12	35.21	36.14	37.99	36.90	36.56
المتوسط	32.41	33.76	34.90	35.45	مدة الري
LSD (0.05)	الموليبدنم		التداخل		
	1.12		1.94		0.91

5-3-4 فعالية أنزيم SOD-Superoxidase dismutase (وحده مل$^{-1}$)

أظهرت النتائج المبينة في (الملحق 3 والجدول 17) وجود تأثير معنوي للموليبدنم ومدد الارواء والتداخل بينهما في زيادة فعالية أنزيم SOD في أوراق نباتات الماش، إذ تفوق التركيز العالي بأعلى متوسط لفعالية الأنزيم إذ بلغ 122.78 (وحده مل$^{-1}$) قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت أدنى متوسط له إذ بلغ 113.61 (وحده مل$^{-1}$) تتفق هذه النتيجة مع ما ذكره Al-Issawi وآخرون (2013) الذين وجدوا إن الموليبدنم أدى إلى زيادة فعالية أنزيم SOD في النبات عند تعرضه إلى الإجهادات البيئية.

يبدو أيضاً من الجدول ذاته وجود اختلاف معنوي بين مدد الإرواء في متوسط فعالية أنزيم SOD في أوراق محصول الماش، وعلى العموم كان أعلى متوسط له 136.41 (وحده مل$^{-1}$) حصل عليه عند مدة الري كل 12 يوم قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت أدنى متوسط للصفة. في دراسات أخرى وجد إن تأثير الإجهاد المائي قد زاد من فعالية أنزيم SOD في النبات (Gratao وآخرون، 2005 وSingh وآخرون، 2007 وSadeghipour، 2015 وNahar وآخرون، 2015).

أما تأثير التداخل بين عاملي الدراسة، فقد أدى الموليبدنم إلى زيادة في فعالية SOD في أوراق محصول الماش، إذ أعطى التركيز العالي منه أعلى متوسط إذ بلغ 140.29 (وحده مل$^{-1}$) في النباتات التي رويت كل 12 يوم مقارنة بالتركيز 15 ملغم لتر$^{-1}$ إذ بلغ أدنى متوسط 90.71 (وحده مل$^{-1}$) في النباتات التي رويت كل 4 يوم. يقوم النبات بافراز انزيم SOD تماشياً مع زيادة واستمرار الشد المائي والاخير هو مضاد لمركبات الاكسدة ROS المتكونة بسبب اجهاد الجفاف. والذي يحولها الى مركبات يستفاد منها النبات (Woraich وآخرون، 2012). وهذا ما اكدته علاقة الارتباط الموجبة بين انزيم SOD ومحتوى الارواق من MDA.

جدول (17) تأثير الرش بالموليبدنم ومدد الإرواء في فعالية أنزيم SOD (وحده مل$^{-1}$) والتداخل بينهما لنبات الماش في الموسم الخريفي 2018.

مدد الارواء (يوم)	تراكيز الموليبدنم (ملغم لتر$^{-1}$)				المتوسط
	0	15	30	45	
4	90.94	90.71	94.99	101.59	**94.56**
8	117.26	124.09	125.05	126.47	**123.21**
12	132.64	135.95	136.76	140.29	**136.41**
المتوسط	**113.61**	**116.91**	**118.93**	**122.78**	مدة الري
LSD (0.05)	الموليبدنم		التداخل		
	1.29		**2.23**		**0.79**

5- الاستنتاجات والمقترحات

5-1 الاستنتاجات:

من خلال هذه الدراسة يمكن استنتاج مايلي:

1. لم يكن الفرق معنوي في حاصل الحبوب بين مدتي الأرواء 4 و 8 مما يشير الى أن إن محصول الماش متوسط التحمل للجفاف في ظروف المنطقة الوسطى من العراق، في حين تدهور نموه وإنتاجيته عند تعرضه لظروف الجفاف القاسية (12 يوم).

2. استجابة محصول الماش لإضافة عنصر الموليبدنم من خلال بعض صفات الحاصل كصفة عدد القرنات وطول القرنة وعدد البذور بالقرنة وهذا يدل على حاجة النبات إلى العناصر الصغرى التي أستنفذت كميات كبيرة منها نتيجة لأستمرار زراعة الأراضي بالمحاصيل الزراعية المختلفة من جهة وعدم تعويض المستنزف من العناصر الصغرى عن طريق التسميد الأرضي أو الورقي من جهة أخرى.

3. أدى أضافة عنصر الموليبدنم وخصوصاً بتراكيز عالية الى تحفيز العديد من مضادات الأكسدة الأنزيمية وغير الأنزيمية في النبات خصوصاً فترات الري الكبيرة ذات الأجهاد العالي على طول موسم النمو وكان أنزيم SOD أكثرها أستجابة.

5-2 المقترحات

بناءً على ما تقدم نقترح ما يلي:

1. استخدام العناصر الصغرى في تغذية النبات إلى جانب العناصر الكبرى كونها تعزز الدور الدفاعي للنبات ضد الظروف البيئية القاسية.
2. أستخدام مدد ري أكثر بفارق زمني أقل مع ضمان ثبات كميات الماء المستخدمة
3. دراسة دور الموليبدنم في الإيعازات الخلوية في النبات كونه يدخل في تحفيز النظام الدفاعي للنبات عن طريق انزيمات Molybdo-Enzymes.
4. دراسة تاثير الموليبدنم على تثبيت النتروجين عن طريق العقد البكتيرية.
5. دراسة فعالية مضادات أكسدة أخرى والبحث عن دور ABA في الإيعازات الخلوية.

6- المصادر

6-1 المصادر العربية

- **الحديثي، عصام خضير وعبد الوهاب عبد الرزاق القيسي وشكر محمود حسن المحمدي. 2007.** تأثير عمق ومدة الارواء في بعض خصائص نمو وانتاج الماش في تربة جبسية تحت نظام الري بالرش. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. المجلد 5 العدد (1) 1-9.
- **الدليمي، بشير حمد عبد الله. 1992.** التغيرات الفسيولولوجية في النمو والإنتاج والنوعية لصنفين من فول الصويا (*Glycine max*. L. Merr) بتأثير مستويات مختلفة من الشد الرطوبي واللقاح البكتيري. أطروحة دكتوراه- كلية الزراعة والغابات - جامعة الموصل.
- **الدليمي، رسمي محمد حمد وسعيد عليوي فياض المحمدي وثامر مهدي بدوي الدليمي. 2015.** تأثير الرش بالمادة الشمعية Vapor Gard وفترات الري في بعض صفات النمو والإنتاجية لنبات الذرة الصفراء .*Zea may* L. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية مجلد 13 العدد (2). 199-214 .
- **الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز محسن خلف الله. 1980.** تصميم وتحليل التجارب الزراعية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد.
- **شهيد، عبد الله إبراهيم ومحمد عبد الله جبر و حنان محمد صاحب. 2012**. دراسة مقارنة بين الشد الفسيولوجي (التعمير) والشد البيئي (الملوحة والإجهاد المائي) مجلة الفرات للعلوم الزراعية، المجلد الرابع العدد (2) 104-117.
- **العاني، بحار مقداد عبد الله**. 2015. تأثير التغذية الورقية بالزنك ومدد الري في تركيز بعض العناصر في المجموع الخضري لنبات الذرة الصفراء *Zea may* (.L). مجلة الأنبار للعلوم الزراعية مجلد 13 العدد 2. 215-225.
- **علي، نور الدين شوقي 2012.** الاسمدة وتطبيقاتها. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد – كلية الزراعة.
- **العيسى، طالب أحمد**. 1990. فسيولوجيا نباتات المحاصيل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي- جامعة بغداد.
- **القيسي، وفاق أمجد وأيمان حسين هادي الحياني. 2016.** تأثير الرش الورقي بالكلوتاثيون ونقع البذور ببيروكسيد الهيدروجين في بعض مضادات الأكسدة الأنزيمية لنبات الماش .*Vigana radiata* L. مجلة ديالى للعلوم الزراعية، 8(2): 94 – 104.
- **كمال، جواد عبد كاظم و ميثم عباس جواد الكرخي. 2017**. دور التسميد الحيوي في تقليل الإجهاد المائي لصفات نمو الماش. مجلة كربلاء للعلوم الزراعية، المجلد الرابع - العدد الثاني. 167- 225.
- **مديرية الاحصاء الزراعي - الجهاز المركزي للأحصاء/ العراق 2018.** تقرير إنتاج المحاصيل والخضراوات. وزارة الزرعة – العراق.
- **هذيلي، كاظم حسن وفاطمة فجرالجبوري .2016.** تأثير المولبيدنيم والبورون لبعض صفات النمو في الباقلاء (.*Vicia Faba* L). مجلة البصرة للعلوم الزراعية، المجلد 29(1): 201-213.

2-6 المصادر الاجنبية:

- **Aebi, H. 1974.** Catalase. In methods of enzymatic analysis (pp. 673-684). Academic Press.
- **Ahmad, A, M Muhammad Selim, A A Alderfasi, and M Afzal. 2015.** Effect of drought stress on mung bean (*Vigna Radiata* L.) under arid climatic conditions of saudi arabia. Miralles i Garcia, JL and Brebbia, CA (eds.). Ecosysten and Sustainable Development. WIT Press, Southampton, UK: 185–93.
- **Ahmad, Ayaz, Fazal Hadi, and Nasir Ali. 2015.** Effective phytoextraction of cadmium (Cd) with increasing concentration of total phenolics and free proline in cannabis sativa (L) plant under various treatments of fertilizers plant growth regulators and sodium salt. International Journal f Phytoremediation 17(1): 56–65.
- **Ahmad, I., Akhtar, M. J., Asghar, H. N., and Khalid, M. 2013.** Influence of rhizobium applied in combination with micronutrients on mung bean. Pakistan Journal Of Life and Social Sciences, 11 (1): 53-59.
- **Ahmad, Iftikhar, Muhammad Javed Akhtar, Hafiz Naeem Asghar, and Muhammad Khalid. 2013.** Influence of rhizobium applied in combination with micronutrients on mung bean. Pakistan Journal Of Life and Social Sciences, 11(1): 53–59.
- **Ali, Q, and M Ashraf. 2011.** Induction of drought tolerance in maize (*Zea Mays* L.) due to exogenous application of trehalose: growth photosynthesis water relations and oxidative defence mechanism. Journal Of Agronomy and Crop Science, 197(4): 258–71.
- **Ali, Q., Javed, M. T., Noman, A., Haider, M. Z., Waseem, M., Iqbal, N., Waseem, M. Shah, M. Shahzad, F. and Perveen, R. 2018.** Assessment of drought tolerance in mung bean cultivars/lines as depicted by the activities of germination enzymes seedling's antioxidative potential and nutrient acquisition. Archives Of Agronomy and Soil Science, 64(1): 84-102.
- **Al-Issawi, M., Rihan, H. Z., Woldie, W. A., Burchett, S., and 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.
- **Alscher, R. G., Erturk, N., and Heath, L. S. 2002.** Role of superoxide dismutases (*SODs*) in controlling oxidative stress in plants. Journal Of Experimental Botany, 53(372): 1331-1341.

- **Apel, K., and Hirt, H. 2004.** Reactive oxygen species metabolism, oxidative stress and signal transduction. Annu. Rev. Plant Biology., (55), 373-399.
- **Asaduzzaman, M D, Md Fazlul Karim, Md Jafar Ullah, and Mirza Hasanuzzaman. 2008.** Response of mung bean (*Vigna Radiata* L.) to nitrogen and irrigation management. American-Eurasian Journal Of Scientific Research, 3(1): 40–43.
- **Ashraf,M. 1994.** Breeding for salinity tolerance in plants. Crit. Rev. Plant Scientific, (13):17-42.
- **Awasthi, R., Gaur, P., Turner, N. C., Vadez, V., Siddique, K. H., and Nayyar, H. 2017.** Effects of individual and combined heat and drought stress during seed filling on the oxidative metabolism and yield of chickpea (*Cicer arietinum*) genotypes differing in heat and drought tolerance. Crop and Pasture Science, 68(9): 823-841.
- **Awomi, T A, A K Singh, M Kumar, and L J Bordoloi. 2012.** Effect of phosphorus, molybdenum and cobalt nutrition on yield and quality of mung bean (*Vigna Radiata* L.) in acidic soil of northeast India. Indian Journal Of Hill Farming, 25(2): 22–26.
- **Bangar, Pooja. 2019.** Morphophysiological and biochemical response of mungbean [*Vigna Radiata* (L.) *Wilczek]* varieties at different developmental stages under drought stress. Turkish Journal Of Biology, 43(1): 58–69.
- **Bast, A, A W Boots, and grmm Haenen. 2008.** Health effects of quercetin From Antioxidant to nutraceutical. Eur Journal Pharmacol 585: 325–37.
- **Basu, Supratim, Venkategowda Ramegowda, Anuj Kumar, and Andy Pereira. 2016.** Plant adaptation to drought stress. F1000 Research 5.
- **Bates, L. S., Waldren, R. P., and Teare, I. D. 1973.** Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39(1): 205-207.
- **Beyer Jr, W. F., and Fridovich, I. 1987.** Assaying for superoxide dismutase activity some large consequences of minor changes in conditions. Analytical Biochemistry, 161(2): 559-566.
- **Bhuiyan, M M H. 2008.** Effect of phosphorus, molybdenum and rhizobium inoculation on growth and nodulation of mung bean. Journal Soil Nature, 2(2): 25–30.
- **Bray, E. A. 1997.** Plant responses to water deficit. Trends in Plant Science, 2(2): 48-54.
- **Buriro, M. 2015.** Effect of water stress on growth and yield of sun flower. Journal Of Agricultural Technology, 11(7): 1547–63.

- **Cakmak, I., and Horst, W. J. 1991.** Effect of aluminium on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase, and peroxidase activities in root tips of soybean (*Glycine max*). Physiologia Plantarum, 83(3): 463-468.
- **Chakraborty, A. 2009.** Growth and yield of lentil (*Lens culinaris L.*) as affected by boron and molybdenum application in lateritic soil. Journal Of Crop and Weed, 5(1): 88-91.
- **Cunhua, S., Wei, D., Xiangling, C., Xinna, X., Yahong, Z., Dong, S., and Jianjie, S. 2010.** The effects of drought stress on the activity of acid phosphatase and its protective enzymes in pigweed leaves. African Journal Of Biotechnology, 9(6): 825-833.

  damages by reducing oxidative stress and proline
- **Dutta, Puspendu, Pintoo Bandopadhyay, and A K Bera. 2016.** Identification of leaf based physiological markers for drought susceptibility during early seedling development of mung bean. American Journal Of Plant Sciences, 7(14): 1921.
- **Elder, J. T., Fisher, G. J., Zhang, Q. Y., Eisen, D., Krust, A., Kastner, P., and Voorhees, J. J. 1991.** Retinoic acid receptor gene expression in human skin. Journal Of Investigative Dermatology, 96(4): 425-433.
- **Fahad, Shah. 2017**. Crop production under drought and heat stress: plant responses and management options. Frontiers In Plant Science, (8): 1147.
- **Gad, N. 2012.** Influence of molybdenum on groundnut production under different nitrogen levels. World Journal Of Chemistry, 7(2): 64-70.
- **Gratao, Priscila L, Andrea Polle, Peter J Lea, and Ricardo A Azevedo. 2005.** Making the life of heavy metal-stressed plants a little easier. Functional Plant Biology, 32(6): 481–94.
- **Hadi, Fazal, Nasir Ali, and Ayaz Ahmad. 2014.** Enhanced phytoremediation of cadmium-contaminated soil by parthenium hysterophorus plant effect of gibberellic acid (GA3) and synthetic chelator alone and in combinations. Bioremediation Journal 18(1): 46–55.
- **Hadi, Fazal, Nasir Ali, and Michael Paul Fuller. 2016.** Molybdenum (Mo) increases endogenous phenolics proline and photosynthetic pigments and the phytoremediation potential of the industrially important plant ricinus communis L. for removal of cadmium from contaminated soil. Environmental Science and Pollution Research, 23(20): 20408–30.

- **Halliwell, B. 2006.** Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. Plant physiology, 141(2): 312-322.
- **Haouari, C. C., Nasraoui, A. H., Bouthour, D., Houda, M. D., Daieb, C. B., Mnai, J., and Gouia, H. 2012.** Response of tomato (*Solanum lycopersicon*) to cadmium toxicity growth element uptake chlorophyll content and photosynthesis rate. African Journal Of Plant Science, 6(1): 001-007.
- **Hassan, A A H. 2014.** Role of ABA on tolerance of helianthus annuus L. to draught. M. Science Thesis College Of Agriculture., University Of Baghdad pp: 150.
- **Hassan, M., and Mansoor, S. 2014.** Oxidative stress and antioxidant defense mechanism in mung bean seedlings after lead and cadmium treatments. Turkish Journal Of Agriculture and Forestry, 38(1): 55-61.
- **Hristozkova, M. A. R. I. E. T. A., Geneva, M. A. R. I. A., and Stancheva, I. 2006.** Response of pea plants (*Pisum sativum* L.) to reduced supply with molybdenum and copper. Int Journal Agriculture Biology, 8(2): 218-220.
- **Hu,C., Wang,Y. and Wei,W. 2002.** Effect of molybdenum applications on concentrations of free amino acids in winter wheat at different growth stages. Journal Of Plant Nutrition, (25), 1487-1499.
- **Huang, X. Y., Liu, H., Zhu, Y. F., Pinson, S. R., Lin, H. X., Guerinot, M. L., and Salt, D. E. 2019.** Natural variation in a molybdate transporter controls grain molybdenum concentration in rice. New Phytologist, 221(4): 1983-1997.
- **Hussen, A. Zewdie, M., and Worku, W. 2019.** Effect of deficit irrigation and phosphorus levels on growth yield yield components and water use efficiency of mung bean (*Vigna radiate* (L.)Wilczek) at alage central rift valley of ethiopia. Agricultural Research and Technology Open Access Journal, 21(3): 2471-6774.
- **Iobbi Nivol, C., and Leimkuhler, S. 2013.** Molybdenum enzymes their maturation and molybdenum cofactor biosynthesis in Escherichia coli. Biochimica Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics, 1827(8-9), 1086-1101.
- **Janaki, M. A, K B Parmar, and L C Vekaria. 2018.** Effect of boron and molybdenum on yield and yield attributes of summer green gram (*Vigna Radiata* L.) under medium black calcareous soils. International Journal Of Chemical Studies, 6(1): 321–23.
- **John, R, P Ahmad, K Gadgil, and S Sharma. 2012.** Heavy metal toxicity effect on plant growth biochemical parameters and metal

accumulation by brassica juncea L. International Journal Of Plant Production, 3(3): 65–76.

- **Kaiser, B. N., Gridley, K. L., Ngaire Brady, J., Phillips, T., and Tyerman, S. D. 2005.** The role of molybdenum in agricultural plant production. Annals Of Botany, 96(5): 745-754.
- **Karpagam, J., and Rajesh, N. 2014.** Molybdenum application for enhancing growth, yield and soil health on green gram (*Vigna radiata* L.). American-Eurasian Journal Of Agriculture and Environment Sciences, 14(12).
- **Khedr, A. H. A., Abbas, M. A., Wahid, A. A. A., Quick, W. P., and Abogadallah, G. M. 2003.** Proline induces the expression of salt-stress-responsive proteins and may improve the adaptation of pancratium maritimum L. to salt-stress. Journal Of Experimental Botany, 54(392): 2553-2562.
- **Kole, C. (Ed.). 2011.** Wild crop relatives Genomic and breeding resources Vegetables. Springer Science and Business Media.
- **Kulathunga, M. R. D. L., De Silva, S. H. S. A., and Sanagakkara, U. R. 2008.** Impact of soil moisture on growth, yield and nodulation of mung bean (*Vigna radiata*) growing in the yala season on non calcic brown soils.
- **Kumar, Ravi, G S Tomar, Narendra Kumawat, and Jagdeesh Morya. 2018.** Performance of black gram (*Phaseolus Mungo* L.) cultivars as influenced by row spacings and molybdenum. Journal Of Applied and Natural Science, 10(2): 753–58.
- **Kusum, M., Satish, K., and Arya, K. P. S. 2015.** Effect of zinc, molybdenum and urea on growth and yield of mung bean (*Vigna radiata L.Wilczek*). Advance Research Journal Of Crop Improvement, 6(1): 59-65.
- **Kuzniak, E., and Urbanek, H. 2000.** The involvement of hydrogen peroxide in plant responses to stresses. Acta Physiologiae Plantarum, 22(2): 195-203.
- **Lambers, Hans, F Stuart Chapin III, and Thijs L Pons. 2008.** Plant physiological ecology. Springer Science and Business Media.
- **Majeed, S., Akram, M., Latif, M., Ijaz, M., and Hussain, M. 2016.** Mitigation of drought stress by foliar application of salicylic acid and potassium in mung bean (*Vigna radiata* L.). Legume Research, 39(2): 208-214.
- **Mandi, S., Pal, A., K., Nath, R., and Hembram, S. 2018.** ROS scavenging and nitrate reductase enzyme activity in mung bean (*Vigna radiata (L.*) Wilczek) under drought stress. International Journal Of Current Microbiology and Applied Science, 7 (4): 1031-1039.

- **Mendel, R. R. and Bittner, F. 2006.** Cell biology of molybdenum. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research, 1763, 621-635.
- **Mhamdi, A., Queval, G., Chaouch, S., Vanderauwera, S., Van Breusegem, F., and Noctor, G. 2010.** Catalase function in plants a focus on arabidopsis mutants as stress-mimic models. Journal Of Experimental Botany, 61(15): 4197-4220.
- **Miransari, Mohammad. 2011.** Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and soil bacteria. Applied Microbiology and Biotechnology, 89(4): 917–30.
- **Mobasser, Hamid Reza, and Abolfazl Tavassoli. 2013.** Effect of water stress on quantitative and qualitative characteristics of yield in sun flower (*Helianthus Annuus* L.). Journal Of Novel Applied Sciences, 2(9).
- **Moussa, H. R., Abdel-Aziz, S. M., Mans, B. J., Andersen, J. F., Francischetti, I. M. B., Valenzuela, J. G., and Ribeiro, J. M. C. 2008.** Comparative response of drought tolerant and drought sensitive maize genotypes to water stress. Australian Journal Of Crop Science, 1(1): 31-36.
- **Muftugil, N. 1985.** The peroxidase enzyme activity of some vegetables and its resistance to heat. Journal Of The Science Of Food and Agriculture, 36(9): 877-880.
- **Mut, Z., and Akay, H. 2010.** Effect of seed size and drought stress on germination and seedling growth of naked oat (*Avena sativa* L.). Bulgarian Journal Of Agricultural Science, 16(4): 459-467.
- **Nahar, K., Hasanuzzaman, M., Alam, M., and Fujita, M. 2015.** Glutathione-induced drought stress tolerance in mung bean: coordinated roles of the antioxidant defence and methylglyoxal detoxification systems. AoB Plants, 7.
- **Nair, R. M., Yang, R. Y., Easdown, W. J., Thavarajah, D., Thavarajah, P., Hughes, J. D. A., and Keatinge, J. D. H. 2013.** Biofortification of mungbean (*Vigna radiata*) as a whole food to enhance human health. Journal Of The Science Of Food And Agriculture, 93(8): 1805-1813.
- **Naqib SA and Jahan MS 2017.** The function of molybdenum and boron on the plants. Journal Agricultural Research, 2(3): 000136.
- **Neill, S., Desikan, R., and Hancock, J. 2002.** Hydrogen peroxide signalling. Current Opinion In Plant Biology, 5(5): 388-395.
- **Pandey, V. P., Awasthi, M., Singh, S., Tiwari, S., and Dwivedi, U. N. 2017.** A comprehensive review on function and application of plantperoxidases. Biochemistry and Analytical Biochemistry, 6(01): 308.

- **Paquin, R. 1986.** Effet de l'humidite du sol sur la teneur de la proline libre et des sucres totaux de la luzerne endurcie au froid et ala secheresse. Canadian Journal Of Plant Science, 66(1): 95-101.
- **Patra, P K. and C. Bhattacharya. 2009.** Effect of different levels of boron and molybdenum on growth and yield of mung bean [*Vigna Radiata (L.) Wilczek* (Cv. *Baisakhi Mung*)] in red and laterite zone of west bengal. Journal Of Crop and Weed 5(1): 111–14.
- **Pham-Huy, L. A., He, H., and Pham-Huy, C. 2008.** Free radicals, antioxidants in disease and health. International journal Of Biomedical Science, 4(2): 89.
- **Pitotti, A. B. E. Elizalde and M. Anese. 1995**. Effect of caramellzation and maillard reaction products on peroxidase activity. Journal Food Biochem, 18; 445-457.
- **Puntarulo, S., Sanchez, R. A., and Boveris, A. 1988.** Hydrogen peroxide metabolism in soybean embryonic axes at the onset of germination. Plant Physiology, 86(2): 626-630.
- **Ranawake, A. L., Dahanayaka, N., Amarasingha, U. G. S., Rodrigo, W. D. R. J., and Rodrigo, U. T. D. 2011.** Effect of water stress on growth and yield of mung bean (*Vigna radiata* L). Tropical Agricultural Research and Extension, 14(4): 76-79.
- **Raza, M. H., Sadozai, G. U., Baloch, M. S., Khan, E. A., Din, I., and Wasim, K. 2012.** Effect of irrigation levels on growth and yield of mung bean. Pakistan Journal Of Nutrition, 11(10): 876.
- **Robertson, M. J., Fukai, S., and Peoples, M. B. 2004.** The effect of timing and severity of water deficit on growth, development, yield accumulation and nitrogen fixation f mungbean. Field Crops Research, 86(1): 67-80.
- **Reyes, J. O., Bendezu, S. G., and Joaquín, A. H. 2016.** Molybdenum and Cobalt Application in Bean (Phaseolus vulgaris L.) with Two Fertilization Systems under No-Tillage. *Journal of* Agricultural Science and Technology B, 72.
- **Sadeghipour, O. 2008.** Effect of withholding irrigation at different growth stage on yield and yield components of mung bean (*Vigna radiat* L.Wilczek)varieties. American-Eurasian Journal Agricultural and Environ Science, 4(5): 590-594.
- **Sadeghipour, O. 2015.** Magnetized water alleviates drought damages by reducing oxidative stress and proline accumulation in mung bean (*Vinga radiate* L. Wilczek). Bulletine Of Environment Pharmacology and Life Sciences, 4(8): 62-69.
- **Sadras , V. O. and Calderini , F. D. 2009.** Crop physiology.
- **Saibo, N. J., Vriezen, W. H., Beemster, G. T., and Van Der Straeten, D. 2003.** Growth and stomata development of

Arabidopsis hypocotyls are controlled by gibberellins and modulated by ethylene and auxins. The Plant Journal, 33(6): 989-1000.

- **Sairam, R. K., and Tyagi, A. 2004.** Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Current Science, 407-421.
- **Sairam, R. K., Dharmar, K., Lekshmy, S., and Chinnusamy, V. 2011.** Expression of antioxidant defense genes in mung bean (*Vigna radiata* L.) roots under water-logging is associated with hypoxia tolerance. Acta Physiologiae Plantarum, 33(3): 735-744.
- **Samghani, A., Bakhtiyari, S., and Behzadbazrgar, A. 2015**. Evaluating the effect of irrigation interval on the yield and yield components of mung bean (*Vigna radiate* L). In Biological Forum (Vol. 7, No. 1, p. 1643). Research Trend.
- **Sharma, P., Jha, A. B., Dubey, R. S., and Pessarakli, M. 2012.** Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. Journal Of Botany, 2012.
- **Sharma, S. P. 2006.** Progress report of granubor project. Cskhpkv Palampur, Himachal Pradesh.
- **Sheteawi, S. A., and Tawfik, K. M. 2007.** Interaction effect of some biofertilizers and irrigation water regime on mung bean (*Vigna radiata*) growth and yield. Journal Appi Science Research, 3(3): 251-262.
- **Shikanai, T., Takeda, T., Yamauchi, H., Sano, S., Tomizawa, K. I., Yokota, A., and Shigeoka, S. 1998.** Inhibition of ascorbate peroxidase under oxidative stress in tobacco having bacterial catalase in chloroplasts. FEBS letters, 428(1-2): 47-51.
- **Shu-Hsien, H. U. N. G., Chih-Wen, Y. U., and Lin, C. H. 2005.** Hydrogen peroxide functions as a stress signal in plants. Botanical Bulletin Of Academia Sinica, 46.
- **Silva, E. N., Ribeiro, R. V., Ferreira-Silva, S. L., Vieira, S. A., Ponte, L. F., and Silveira, J. A. 2012.** Coordinate changes in photosynthesis, sugar accumulation and antioxidative enzymes improve the performance of jatropha curcas plants under drought stress. Biomass and Pioenergy, (45): 270-279.
- **Singh, A. K., Khan, M. A., and Arun, S. 2014.** Effect of boron and molybdenum application on seed yield of mung bean. Asian Journal Of Biology Science, 9(2): 169-172.
- **Singh, H. P., Batish, D. R., Kohli, R. K., and Arora, K. 2007.** Arsenic-induced root growth inhibition in mung bean *(Phaseolus aureus Roxb*.) is due to oxidative stress resulting from enhanced lipid peroxidation. Plant Growth Regulation, 53(1): 65-73.

- **Singh, M V. 2006.** Micro and secondary nutrients and pollutant elements research in india Coordinator report-AICRP micro and secondary nutrients and pollutant elements in soil and plants, IISS Bhopal 30: 1–110.
- **Slesak, I., Libik, M., Karpinska, B., Karpinski, S., and Miszalski, Z. 2007.** The role of hydrogen peroxide in regulation of plant metabolism and cellular signalling in response to environmental stresses. ACTA Biochimica Polonica-English Edition, 54(1): 39.
- **Smirnoff, N .1996.** The function and metabolism of ascorbic acid in plants. Ann Bot. 78: 661‑669.
- **Subedi, K. D., and Ma, B. L. 2005.** Nitrogen uptake and partitioning in stay-green and leafy maize hybrids. Crop Science, 45(2): 740-747.
- **Sultana, Shamima, Jafar Ullah, and Fazlul Karim. 2009.** Response of mung bean to integrated nitrogen and weed managements. In American-Eurasian Journal Of Agronomy.
- **Sun, X. C., Hu, C. X., and Tan, Q. L. 2006.** Effects of molybdenum on antioxidative defense system and membrane lipid peroxidation in winter wheat under low temperature stress. Zhi wu sheng li yu fen zi sheng wu xue bao. Journal Of Plant Physiology And Molecular Biology, 32(2): 175-182.
- **Sun, X., Hu, C., Tan, Q., Liu, J. and Liu, H. 2009.** Effects of molybdenum on expression of cold-responsive genes in abscisic acid (ABA)-dependent and ABA-independent pathways in winter wheat under low-temperature stress. Annals Of Botany, (104): 345-356.
- **Tahir, Muhammad, Alam Sher, and Atif Majeed. 2014.** Effect of molybdenum on yield and quality of black gram (*Vigna Mungo* L.) Pakistan, Journal Of Life and Social Sciences 12(2): 101–5.
- **Tahir, Muhammad, Asghar Ali, M Noor-ul-Aabidin, and Haseeb ur Rehman. 2011.** Effect of molybdenum and seed inoculation on growth, yield and quality of mung bean. Genotypes and Environment, 2(2): 37–40.
- **Takahashi, M. A., and Asada, K. 1983.** Superoxide anion permeability of phospholipid membranes and chloroplast thylakoids. Archives of Biochemistry and Biophysics, 226(2): 558-566.
- **Tawfik, K M. 2008.** Effect of water stress in addition to potassiomag application on mung bean. Australian Journal Of Basic and Applied Sciences, 2(1): 42–52.
- **Thomas, R. M., and Fukai, S. 2004.** The effect of timing and severity of water deficit on growth development yield accumulation and nitrogen fixation of mung bean. Field Crop Research, pp: 67-80.

- **Tollenaar, M., Ahmadzadeh, A., andLee, E. A. 2004.** Physiological basis of heterosis for grain yield in maize. Crop Science, 44(6): 2086-2094.
- **Turkan, I., Bor, M., Ozdemir, F., and Koca, H. 2005.** Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant P. acutifolius dray and drought-sensitive P. vulgaris L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. Plant Science, 168(1): 223-231.
- **Valenciano, J B, J A Boto, and V Marcelo. 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): 217–29.
- **Velmurugan, R., Mahendran, P. P., Wani, S. P., Uttam, K., and Prabhavathi, M. 2013.** Molybdenum status and critical limit in the soil for green gram (*Vigna radiata*) growing in madurai and sivagangai districts of tamil nadu, india. Soil Science and Plant Nutrition, 59(2): 229-236.
- **Vendruscolo, E. C. G., Schuster, I., Pileggi, M., Scapim, C. A., Molinari, H. B. C., Marur, C. J., and Vieira, L. G. E. 2007.** Stress-induced synthesis of proline confers tolerance to water deficit in transgenic wheat. Journal Of Plant physiology, 164(10): 1367-1376.
- **Waraich, E. A., Ahmad, R., Halim, A., and Aziz, T. 2012** Alleviation of temperature stress by nutrient management in crop plants: a review. Journal Of Soil Science and Plant Nutrition, 12(2): 221-244.
- **Wijk, R. V., Wijk, E., Van, P. A., Wiegant, F. A., and Ives, J. 2008.** Free radicals and low-level photon emission in human pathogenesis: state of the art.
- **Yan, M., Rayapuram, N., and Subramani, S. 2005.** The control of peroxisome number and size during division and proliferation. Current Opinion In Cell Biology, 17(4): 376-383.
- **Zai-Song, D. I. N. G., Bao-Yuan, Z. H. O. U., Xue-Fang, S. U. N., and Ming, Z. H. A. O. 2012.** High light tolerance is enhanced by overexpressed PEPC in rice under drought stress. Acta Agronomica Sinica, 38(2): 285-292.

ملحق(1) تحليل التباين لمتوسط المربعات لصفات النمو لمحصول الماش.

مصادر الاختلاف	درجات الحرية	ارتفاع النبات	عدد الافرع	دليل محتوى الكلوروفيل	المساحة الورقية	الوزن الجاف
القطاعات	2	11.08	3.92	4.35	7687.26	4033.02
مدة الارواء (A)	2	579.50 *	6.35*	69.09	1396453. 60*	22313.14*
الخطأ (أ)	4	22.75	0.91	37.22	3501.30	1589.01
المولبيدنم (B)	3	21.24	0.35	56.37*	182932.13*	3594.96*
A x B	6	69.81*	0.82*	48.27*	691988.42*	9177.34*
الخطأ (ب)	18	10.08	0.12	9.94	43368.81	142.76

ملحق(2) تحليل التباين لمتوسط المربعات لصفات الحاصل لمحصول الماش.

مصادر الاختلاف	درجات الحرية	عدد القرنات بالنبات	طول القرنة	عدد البذور بالقرنة	وزن 100 بذرة	حاصل النبات	الحاصل الكلي
القطاعات	2	35.67	0.24	0.65	1.12	2.05	0.03
مدة الارواء (A)	2	275.12	13.96*	*12.09	*2.67	*52.76	*0.82
الخطأ (أ)	4	40.77	0.05	1.69	0.38	4.62	0.07
المولبيدنم (B)	3	229.80*	0.60*	*4.11	0.19	3.23	0.05
A x B	6	53.25*	0.22*	1.72	*0.28	*13.43	*0.21
الخطأ (ب)	18	10.03	0.07	0.81	0.10	2.19	0.03

ملحق(3) تحليل التباين متوسط المربعات للصفات البيوكيميائية لمحصول الماش.

مصادر الاختلاف	درجات الحرية	MDA	Proline	CAT	POD	SOD
القطاعات	2	0.27	109.15	0.57	2.28	0.55
مدة الارواء (A)	2	*93.70	*5389.19	453.94*	87.70*	5494.34*
الخطأ (أ)	4	0.72	170.46	0.24	0.65	0.48
المولبيدنم (B)	3	1.37	*2855.10	32.13*	16.28*	132.51*
A x B	6	*1.72	*1159.85	3.69*	9.40*	12.41*
الخطأ (ب)	18	0.46	109.12	0.33	1.28	1.69

ملحق (4) قيم معامل الأرتباط الخطي البسيط بين الصفات المدروسة للموسم الخريفي لمحصول الماش لسنة 2018.

الصفات المدروسة	أرتفاع النبات	عدد الافرع بالنبات	نسبة الكلوروفيل	المساحة الورقية	الوزن الجاف	عدد القرنات بالنبات	طول القرنة	عدد البذور بالقرنة	وزن 100 بذرة	حاصل النبات	الحاصل الكلي	Proline	MDA	CAT	POD	SOD
أرتفاع النبات	1															
عدد الافرع بالنبات	0.74**	1														
نسبة الكلوروفيل	0.32	0.34	1													
المساحة الورقية	0.76**	0.58*	0.56	1												
الوزن الجاف	0.78**	0.59*	0.33	0.93**	1											
عدد القرنات بالنبات	-0.05	0	-0.09	0.05	0.16	1										
طول القرنة	0.75**	0.77**	0.28	0.68*	0.71**	0.4	1									
عدد البذور بالقرنة	0.3	0.34	-0.01	0.48	0.51	0.68*	0.62*	1								
وزن 100 بذرة	0.33	0.35	0.12	0.35	0.44	0.58*	0.72**	0.57	1							
حاصل النبات	0.7*	0.57	-0.17	0.39	0.43	0.1	0.7*	0.3	0.27	1						
الحاصل الكلي	0.7*	0.57	-0.17	0.39	0.43	0.1	0.7*	0.3	0.27	1	1					
Proline	-0.49	-0.74	-0.3	-0.24	-0.35	0.21	-0.31	0.11	0.03	-0.13	-0.1	1				
MDA	-0.77	-0.78	-0.2	-0.59	-0.68	-0.06	-0.88	-0.33	-0.55	-0.63	-0.6	0.53	1			
CAT	-0.81	-0.87	-0.15	-0.46	-0.52	0.04	-0.8	-0.29	-0.47	-0.67	-0.7	0.6*	0.9**	1		
POD	-0.55	-0.71	-0.01	-0.24	-0.41	0.14	-0.62	-0.05	-0.4	-0.42	-0.4	0.68*	0.87**	0.86**	1	
SOD	-0.86	-0.84	-0.26	-0.53	-0.59	0.07	-0.81	-0.16	-0.37	-0.69	-0.7	0.65*	0.94**	0.95**	0.84**	1

ملحق (5) جدول الانواء الجوية لسنة 2018.

الشهر	حرارة سطح الأرض C	الضغط الجوي Kpa	المدى الحراري C	معدل درجة الحرارة C	درجة الحرارة الصغرى C	درجة الحرارة العظمى C	الرطوبة النسبية %	المطر ملم يوم-1
أب	36.71	99.19	14.08	35.41	28.42	42.50	23.23	0.00
ايلول	33.92	99.74	14.96	33.01	25.78	40.74	22.16	0.00
تشرين الأول	26.52	100.34	12.55	26.29	20.66	33.20	36.92	0.45
تشرين الثاني	16.32	100.80	9.24	16.34	12.26	21.49	67.84	2.59

Abstract:

In order to study the effect of Molybdenum (Mo) on defense system of mung bean (local cultivar) under water stress, a field experiment was conducted during the fall season of 2018 in loamy soil in Al-Buthiab region in Ramadi. The experiment included 4 Mo concentrations (0, 15, 30, 45 mg L^{-1}) and three irrigation intervals (irrigation each 4, 8 and 12 days). A split plot arrangement was used according to RCBD, where the irrigation intervals occupied the main plots while the Mo concentrations laid in subplots. The important results of this study were summarized as follow:

1- The application of Mo had a significant on some growth and yield traits and most biochemical traits. The concentration 45 mg L^{-1} achieved the highest mean of leaf area, pod length which were 1435.34 cm^2 and 6.01 cm respectively as well as the highest mean of proline, CAT, POD and SOD which gave 499.33, 28.95, 35.45 and 122.78 Unit mL^{-1} respectively while the concentration 30 mg L^{-1} gave the highest mean of number of pods per plant (45.28 pod $plant^{-1}$) while the concentration 15 mg L^{-1} gave the highest mean of plant dry weight (239.89 g $Plant^{-1}$).

2- The growth and production of mung bean have been significantly affected by diverging of irrigation intervals from 4 to 8 then to 12 days between each two irrigations. All growth and yield traits were decreased at 12 days interval in comparison with 4 and 8 days intervals respectively. As for yield traits were increased at 4 days intervals while decreased at 12 days intervals. The divergent irrigation intervals contributed in activation of defense system enzymatic and non-enzymatic in parallel with the increase in lipid peroxidation in plant cells (MDA) due to the water stress. The activity of anti-oxidant enzymes reached to 20.89, 31.22, 94.56 Unit mL^{-1} at irrigation each 4 days while increased to 33.18, 36.56 and 136.41 unit mL^{-1} at irrigation each 12 days for CAT, POD and SOD respectively. This increase is in consistency with the increase of lipid peroxidation in plasma membrane (MDA). The content of plant from MDA 22.27 Unit mL^{-1} at irrigation each 4 days while it was 27.84 Unit mL^{-1} at irrigation each 12 days. As for proline behaved the same as anti-oxidant enzymes which was 451.75 mg g^{-1} at irrigation 4 days and the content in leaves was also increased with the increase of irrigation intervals up to 492.00 and 483.38 mg g^{-1} at irrigation eat 8 and 12 days respectively.

3- The two way interaction between the study factors had a significant effect in most studied traits with the exception of number of branch per plant which had the highest mean when plant treated with 30 mg L^{-1} at 12 days irrigation interval (7.95 branch $plant^{-1}$). The treatment with Mo (e.g. 45 mg L^{-1}) at 4 days interval led to achieving the highest mean of growth traits while yield traits behaved the same with exemption of seed weight (g) where the highest mean (4.50g) was obtained when plants treated with 45 mg L-1 and irrigated each 8 days, while there was not significant interaction in number of seed per pod trait. There was cooperation between Mo and irrigation intervals in raising of the enzymatic and non-enzymatic defence system. The treatment of 45 mg L-1 and irrigation each 12 days was superior in giving the highest mean of the CAT and SOD activities (36.04 and 140.29 Unit mL-1 respectively), while the treatment of 30 mg L-1 and irrigation each 12 days was superior in the highest mean of POD activity (37.99 Unit mL-1)