تأثر نمو غراس الأزدرخت *Melia azedarach* L. باستخدام مستويات متدرجة من الإجهاد الجفافي

Study the Effect of Drought on the Growth of *Melia azedarach* Seedlings

م. عبد الستار علي حايف[1] د. عامر مجيد آغا[2] د. عمر عبد الرزاق[3]

Eng. Abdulsattar Ali Hayef [1] Dr. Amer Majid Agha [2] Dr. Omar Abdulrazzak [3]

(1) طالب ماجستير، قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة، جامعة الفرات، سورية.

(1) Master's student, Department of Forestry and Environment, Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Syria.

(2) قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة، جامعة الفرات، سورية.

(2) Department of Forestry and Environment, Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Syria.

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

(3) Department of Soil and Land Reclamation, Faculty of Agriculture, Al-Furat University, Syria.

الملخص

نفذ البحث بهدف دراسة تحمُّل غراس الأزدرخت *Melia azedarach* ذات العام الواحد لبعض مستويات الإجهاد الجفافي ضمن أكياس تشتيل في مشتل خاص لمدة ستة أشهر، حيث تم ري الغراس بفواصل زمنية مختلفة (1، 3، 5، 10، 15) يوم. استخدم لتنفيذ التجربة تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبواقع ثلاث مكررات. وتمَّت دراسة بعض مؤشرات الاستجابة المورفولوجية والفيزيولوجية للغراس المدروسة اتجاه مستويات الإجهاد المختلفة بالمقارنة مع غراس الشاهد المروية بفاصل زمني 1 يوم.أظهرت النتائج عدم ظهور فروقات معنوية في تغيُّر قيم طول وقطر الساق وعدد الأفرع ومحتوى الكلوروفيل الكلي في الغراس بكافة معاملات الإجهاد الجفافي، وظهر الأثر المعنوي لمعاملات الجفاف في انخفاض عدد الأوراق والمساحة الورقية عند الري بفاصل زمني 5 أيام، وازدادت هذه الفروقات وضوحاً عند الري بفاصل 10 و15 يوم على التوالي. وتمثَّل تأثير معاملات الإجهاد في المجموع الجذري في انخفاض الوزن الرطب والوزن الجاف للجذور والزيادة النسبية للمساحة الجذرية، حيث ظهر الأثر المعنوي للجفاف في انخفاض الوزن الرطب للجذور عند الري بفاصل 10 أيام وازداد الأثر المعنوي عند الري بفاصل 15 يوم، كما ظهر الأثر المعنوي للمعاملات في انخفاض الوزن الجاف للجذور بدءاً من الشهر الأول للمعاملات (5، 10، 15) يوم، بينما لم يظهر أثر معنوي لكافة المعاملات في ازدياد المساحة الجذرية. وقد ازداد تأثر جميع المؤشرات بازدياد مدة التعرض للإجهاد وبازدياد شدته.

الكلمات المفتاحية: جفاف، إجهاد، نمو، غراس، *Melia azedarach*.

Abstract

The research was carried out with the aim of studying the tolerance of one-year seedlings of *Melia azedarach* grown within seedlings bags at a private nursery to some levels of drought stress for a period of six months, where 5 types of watering regimens were applied at different time intervals (1, 3, 5, 10

©2023 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. **ISSN: 2305-5243; AIF-023 (p: 117 - 127)**

and 15 day), a randomized complete block design with three replications was used for the experiments. Some morphological and physiological response indicators of the studied seedlings against the different stress levels were studied in comparison with control which irrigated with a time interval of one day. The results showed that there were no significant differences in plant height, stem diameter, the number of branches, or the total chlorophyll content of the studied seedlings among all the drought stress treatments. The significant effect of drought treatments represented by a decrease in the number of leaves and leaf area was appeared when irrigation interval was 5 days, these differences became more significant when irrigation was applied for 10 and 15 days. The effect of drought stress treatments on the root system was represented by a reduction in both fresh weight and dry weight of roots, as well as the relative increase of root area. Where the significant effect of drought appeared in the decrease of roots fresh weight when irrigating interval was 10 days, the significant effect increased when irrigation was applied with the interval of 15 days. The significant effect of drought treatments represented by a decrease in roots dry weight was appeared starting from the first month of the treatments (5, 10, 15) days. while no significant effect of all treatments was appeared in root area increment. All of the response indicators were linearly affected by the period and intensity of drought stress.

Key words: Drought, Stress, Growth, Seedlings, *Melia azedarach*

المقدمة

الأزدرخت .*Melia azedarach* L شجرة حراجية خشبية تنتمي للفصيلة الأزدرختية *Meliaceae* التابعة لرتبة Sapindales، ويُعتقد أن الموطن الأصلي للأزدرخت الشائع أو الزنزلخت *Melia azedarach* يعود إلى آسيا وعلى الأرجح من باكستان وكشمير (الهند وباكستان)، وتمَّ إدخاله وزراعته في جميع أنحاء الشرق الأوسط وشبه القارة الهندية والصين كونه أحد الأنواع المتعددة الأغراض (Mabberley وزملاؤه، 1995)، حيث أدخل إلى سورية والدول المجاورة شجرةً تزيينيةً سريعة النمو، إذ تتميز شجرة الأزدرخت بتاجها شبه الكروي أو المظلّي المنتظم وبشكل أوراقها الريشية المركبة وبلون أزهارها البنفسجية الجميلة ورائحتها اللطيفة الذكية، لذا تستعمل بكثرة في تشجير المدن والطرق والأرصفة والحدائق (نحال، 2003). كما تستخدم كمصدات للرياح وللتحريج وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، ويتميز خشب الأزدرخت بسهولة العمل وخفة الوزن ويستخدم في البناء والأرضيات وصناعة الخزائن والألواح الخشبية المضغوطة والنجارة الداخلية وللوقود (Doran و Turnbull، 1997؛ Milimo ، 1995).

يحتوي الأزدرخت على العديد من المركبات المضادة للتغذية والمثبطة للنمو في الحشرات كالأزاديراشتين، السالانين والميليانتريول (Milimo، 1995). حيث تستخدم مستخلصات الثمار كمبيد حشري (Gupta، 1993). ويستخدم اللحاء والأوراق والجذور للأغراض الطبية، مثل علاج الروماتيزم والحمى والالتهابات (Sharma و Paul، 2013).

يعتبر الأزدرخت قابلاً للتكيف بدرجة عالية ويتحمل مجموعة واسعة من الظروف المناخية والتربة سواء كانت الأشجار طبيعية أو مزروعة، وينتشر بشكل عام في المناخات المدارية وشبه الاستوائية والمناخات الدافئة المعتدلة المرتبطة غالباً بظروف الجفاف الموسمي (Ahmed و Idris، 1997).

ينمو الأزدرخت في مجموعة واسعة من الترب، ويحقق أفضل نمو في التربة الطميية الرملية العميقة جيدة الصرف (Gupta، 1993). ويتحمل الأزدرخت التربة الضحلة والتربة المالحة وشديدة القلوية (Doran و Turnbull، 1997).

في دراسة مقارنة لـ Jhou وزملاؤه (2017) حول تحمل أشجار الأزدرخت والماهونج الهندي *Swietenia macrophylla* للجفاف، أظهر الأزدرخت كفاءة أكبر في استخدام الماء من الماهونج الهندي خلال موسم الجفاف، وتمثلت آلية التحمل والاستجابة للجفاف في غراس الأزدرخت في تخفيض المساحة الورقية وبالتالي منع فقدان الماء بشكل أكثر كفاءة.

وفي دراسة لـ Milimo (1994) حول مقاومة غراس الأزدرخت أخضعت فيها الغراس لثلاثة أنظمة من الري (ري كامل، وري ناقص متكرر، وبدون ري)، قلل الإجهاد المائي من جميع متغيرات النمو المدروسة، وخاصة نسبة (الوزن الجاف للمجموع الخضري/المجموع الجذري). وتم تقليل فقد الماء عن طريق تقليل مساحة الأوراق، كما انخفض المحتوى المائي لجذور وسيقان وأوراق الغراس.

وفي دراسة أجراها Khamis و Hariri، 2018 حول تأثير مستويات إجهاد الجفاف في غراس الأزدرخت، انخفض معدل النمو الطولي للغراس وقطر الساق وعدد الأوراق والوزن الجاف للمجموع الخضري ومحتوى الكلوروفيل الكلي والكاروتينات الكلية عند تخفيض كمية مياه الري (50٪ من السعة الحقلية)، بينما نتجت قيم أعلى للوزن الجاف للجذور والبرولين ومحتويات الفينولات الكلية.

يمكن أن تؤدي عمليات التحريج في ظل ظروف معينة إلى نتائج متباينة في نمو الغراس تبعاً للخواص الفيزيولوجية والتكيفية للنباتات المختلفة، وتتطلَّب زراعة الغراس في البيئات الجافة وشبه الجافة دراسة تحمُّل هذه الغراس للإجهاد الجفافي. إذ يعتبر الجفاف أحد أهم العوامل البيئية المسؤولة عن خفض الإنتاج الطبيعي النباتي في العديد من مناطق العالم خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة (Rana وزملاؤه، 2013). ويؤثِّر الإجهاد الجفافي في معظم الوظائف الفيزيولوجية والعمليات الكيميوحيوية في المراحل المختلفة لنمو النبات ولا سيما المراحل الأولى للنمو نتيجةً لاضطراب النشاط الأنزيمي، وانخفاض إمدادات الطاقة الناتجة عن التمثيل الضوئي، بالإضافة لفقدان الانتباح وما يترتب على ذلك من الحد من التمدد والنمو الخلوي (Zlatev و Lidon، 2012؛ Keyvan، 2010).

بالرُّغم من وفرة الدراسات حول تحمُّل الأنواع النباتية المختلفة للجفاف لا تتوفر دراسات محلية كافية حول تحمُّل غراس الأزدرخت للجفاف، ونظراً للأهمية البيئة والاقتصادية لأشجار الأزدرخت أُجريَت هذه الدراسة لبيان درجة تحمل غراس هذا النوع لمستويات مختلفة من الإجهاد الجفافي.

مواد البحث وطرائقه

المادة النباتية: تمَّ اختيار غراس سليمة، جيدة النمو، بعمر سنة واحدة، متساوية الأطوال نسبياً حيث بلغ متوسط ارتفاع الغرسة45 سم، تمَّ اقتلاع هذه الغراس برفق وأعيدت زراعتها في أكياس من البولي إيثيلن (35*25) سم تحتوي على خلطة زراعية تتكون من التراب والسماد العضوي والرمل بنسبة (1:1:1).

موقع تنفيذ البحث: تم تنفيذ التجارب الحقلية ضمن مشتل خاص مكشوف في محافظة دير الزور، ابتداءً من شهر نيسان وحتى نهاية شهر أيلول لعام 2019، وأجريت الاختبارات والتحاليل المخبرية (السعة الحقلية – مساحة المسطح الورقي – الوزن الرطب والجاف لكل من المجموعين الجذري والخضري – محتوى اليخضور الكلي في الأوراق) في مخابر كلية الزراعة بجامعة الفرات في محافظة دير الزور (سوريا).

معاملات الإجهاد الجفافي: تمَّ تطبيق الاجهاد الجفافي على الغراس المدروسة باستخدام (5) فترات ري مختلفة (1(الشاهد)-3-5-10-15) يوم وأُعطيت المعاملات الرموز (R5-R4-R3-R2-R1) على الترتيب، ورويت الغراس رياً غزيراً حتى الوصول إلى السعة الحقلية.

حساب السعة الحقلية: تم حساب السعة الحقلية بحسب Chaudhary و Ghosh (2019)، حيث رويت الأكياس الحاوية على الخلطات الزراعية رياً غزيراً، وتمَّت تغطية الأكياس بالبولي إيثيلين لمنع التبخر وتركت لمدة 48 ساعة لصرف الماء الزائد، وتمَّ أخذ عينات من التربة ووزنها بالحالة الرطبة، ثمَّ جففت هذه العينات في فرن حراري لمدة 24 ساعة وعلى درجة حرارة 105 درجة مئوية ولحين ثبات الوزن، تركت العينات لتبرد في مُخلي زجاجي لمنع امتصاص الرطوبة ثم وزنت. وتمّ حساب الرطوبة الوزنية المقابلة للسعة الحقلية كما يلي:

السعة الحقلية% وزناً= (وزن التربة الرطبة– وزن التربة الجافة) ÷ وزن التربة الجافة × 100

حيث بلغت السعة الحقلية % وزناً (14.5 %)، وقُدِّر وزن الماء الكلي ضمن الخلطة عند السعة الحقلية (100%) بما يعادل 676 غ (وهي كمية الماء المضاف عند 100% من السعة الحقلية)، كما تمَّ تقدير المحتوى الرطوبي للتربة في الخلطة الزراعية عند كل رية لتحديد كمية الماء المضاف لكل معاملة.

تصميم التجربة وتحليل النتائج: صُمِّمَت التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة، وتمَّ تطبيق معاملات الاجهاد الجفافي وفق (3) مكررات بواقع (7) غراس لكل مكرر وبالتالي بلغ عدد الوحدات التجريبية 105 غراس (5 معاملات * 3 مكررات * 7 غراس بالمكرر). وتمَّ تحليل النتائج بعد الحصول على القراءات اعتماداً على تحليل التباين (ANOVA) ثنائي الاتجاه ومقارنة المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 0.01 للقراءات المخبرية و 0.05 للقراءات الحقلية باستخدام برنامج IBM SPSS Statics 21.

إجراءات الرعاية والخدمة: أُجريت عمليات التعشيب دورياً بشكل يدوي مع مراعاة عدم الإضرار بالمجموع الجذري، كما أضيف السماد المركب المتوازن (NPK: 20-20-20) بمعدل (4) غ لكل غرسة أضيفت على دفعتين حيث أضيفت الدفعة الأولى إلى الخلطة الزراعية قبل نقل الغراس إليها وأضيفت الدفعة الثانية في بداية الشهر الثاني من التجربة.

مؤشرات الدراسة والقراءات المأخوذة على الغراس: تمَّ قياس عدد من المؤشرات المورفولوجية والفيزيولوجية على الغراس المدروسة شهرياً (على مدى 6 أشهر) والتي تضمنت:

- **طول الغراس:** تمَّ قياس طول الغرسة ابتداءً من سطح التربة حتى نهاية القمة النامية للنبات.
- **عدد الأفرع وعدد الأوراق في كل غرسة.**
- **قطر الساق:** تم قياس متوسط قطر الساق على ارتفاع 5 سم عن سطح التربة باستخدام (Verner caliper) (Khamis وزملاؤه، 2013).
- **مساحة المسطح الورقي:** وتمَّ حسابها باستخدام جهاز المساحة الورقية الإلكتروني (Leaf Area Meters) وجمع المساحة الورقية لجميع أوراق النبات الواحد.
- **انتشار المجموع الجذري:** تمَّ قلع ثلاث غراس من كل معاملة مع مراعاة الحفاظ على المجموع الجذري، وفُصِل الجذر عن الساق وأزيلت التربة المحيطة بالجذور بغسلها بتيار مائي مستمر وهادئ لضمان عدم فقدان الأجزاء النباتية، ثمَّ مسحت الرطوبة الزائدة بمناديل ورقية. وقيست المساحة السطحية للجذور بوضعها على ورقة ميللمترية وتحديد المساحات التي تشغلها الجذور ضمن وحدة المساحة في التربة سم^2 (Mimilo، 1994).
- **الوزن الرطب والجاف لكل من المجموعين الجذري والخضري:** تمَّ قياس الوزن الرطب لكل من المجموع الجذري والخضري للغراس التي تم قلعها مسبقاً (بهدف قياس المساحة الجذرية) باستخدام ميزان حساس، ولقياس الوزن الجاف وضعت الأجزاء النباتية في أكياس ورقية وجُففت باستخدام فرن حراري على درجة حرارة 70 ℃ لمدة 72 ساعة ولحين ثبات الوزن.
- **محتوى اليخضور الكلي في الأوراق:** تمَّ استخلاص وتقدير اليخضور بحسب طريقة Sudhakar وزملاؤه (2016)، حيث تم اقتطاع 0.2 غ من كل عينة من الأوراق الرطبة وتم طحنها باستخدام هاون خزفي، ثم تمت إضافة 10 مل من محلول الأسيتون بتركيز 80%، وتمت تصفية المستخلص بوساطة ورق ترشيح، وغُسِلَ الجزء غير الراشح من المستخلص بكمية إضافية من محلول الأسيتون 2-3 مرات بحجم 5 مل في كل مرة، وبعد انتهاء عملية الترشيح أكمل الحجم النهائي للرشاحة إلى 25 مل. ولتقدير محتوى اليخضور الكلي في الأوراق تم قياس امتصاصية المستخلص الرائق على الأطوال الموجية 663 نانومتر و645 نانومتر وهي الأطوال الموجية لقياس الكلوروفيل a و b على التوالي. وتم حساب المحتوى الكلي من الكلوروفيل في الأوراق كالتالي:

عدد ملليغرامات الكلوروفيل الكلية في كل غرام من الأنسجة النباتية = W * V/1000 * (20.2 * A645+ 8.02 * A663)

بحيث:

A هي الامتصاصية عند الأطوال الموجية المحددة.

V هو الحجم النهائي لمستخلص الكلوروفيل.

W هو الوزن الرطب من الأنسجة المستخرجة.

النتائج والمناقشة

تأثير الإجهاد الجفافي في طول الساق:

يُبين الجدول (1) تأثير الإجهاد الجفافي في النمو الطولي لغراس الأزدرخت خلال أشهر التجربة. حيث سُجلت أعلى قيمة لطول الساق 97.15 سم في معاملة الشاهد (الري بفاصل يوم واحد) ثم انخفض متوسط ارتفاع النبات تدريجياً بزيادة الريّات، وسُجلت أقل قيمة لطول الساق عند الري بفاصل 15 يوم إذ بلغ متوسط طول الساق في غراس الأزدرخت 79.26سم. ورغم الانخفاض النسبي في طول ساق الغراس لم يظهر أثر معنوي لمعاملات الجفاف في متوسط المعاملات المختلفة. توافق هذه النتائج ما توصل إليه (Mimilo، 1994؛ Khamis و Hariri، 2018) حول انخفاض معدل النمو الطولي في غراس الأزدرخت.

الجدول (1): تأثير معاملات الإجهاد الجفافي في طول غراس الأزدرخت خلال أشهر التجربة.

طول الساق (سم) / المعاملة	الشهر 1	الشهر 2	الشهر 3	الشهر 4	الشهر 5	الشهر 6
1 يوم (R1) (معاملة الشاهد)	52.97_a	61.58_a	70.42_a	78.81_a	87.61_a	97.15_a
3 يوم (R2)	50.23_a	57.23_a	67.55_a	75.23_a	83.74_a	89.32_a
5 يوم (R3)	49.11_a	56.12_a	62.37_a	70.1_a	77.31_a	83.61_a
10 يوم (R4)	48.89_a	55.81_a	61.12_a	69.7_a	76.15_a	81.14_a
15 يوم (R5)	47.22_a	54.56_a	60.08_a	68.2_a	73.45_a	79.26_a

القيم في العمود الواحد التي تحمل الأحرف نفسها لا تختلف معنوياً عند مستوى معنوية (0.05).

تأثير الإجهاد الجفافي في قطر الساق:

تأثَّر قطر الساق بزمن الري وسُجلت أعلى قيمة عند الري في معاملة الشاهد (الري بفاصل يوم واحد) حيث بلغ متوسط قطر الساق في غراس الأزدرخت 12.14ملم. انخفض قطر الساق بزيادة فترة الري وبلغ أقل قيمة له 10.44ملم عند الري بفاصل 15 يوم. ورغم تأثُّر قيم قطر الساق في الغراس المدروسة لم تظهر فروقات معنوية بين تلك القيم (الجدول،2). توافق هذه النتائج ما توصل إليه (Mimilo، 1994؛ Khamis و Hariri، 2018) حول انخفاض قطر الساق في غراس الأزدرخت عند التعرض للإجهاد الجفافي.

الجدول (2): تأثير معاملات الإجهاد الجفافي في قطر الساق لغراس الأزدرخت خلال أشهر التجربة.

قطر الساق (ملم) / المعاملة	الشهر 1	الشهر 2	الشهر 3	الشهر 4	الشهر 5	الشهر 6
1 يوم (R1) (معاملة الشاهد)	6.62_a	7.69_a	8.80_a	9.85_a	10.95_a	12.14_a
3 يوم (R2)	6.22_a	7.23_a	8.27_a	9.26_a	10.29_a	11.41_a
5 يوم (R3)	5.96_a	6.92_a	7.92_a	8.87_a	9.86_a	10.93_a
10 يوم (R4)	5.83_a	6.77_a	7.74_a	8.67_a	9.64_a	10.68_a
15 يوم (R5)	5.69_a	6.61_a	7.57_a	8.47_a	9.42_a	10.44_a

القيم في العمود الواحد التي تحمل الأحرف نفسها لا تختلف معنوياً عند مستوى معنوية (0.05).

تأثير الإجهاد الجفافي في عدد الأفرع:

يبين الجدول (3) تأثير معاملات الإجهاد الجفافي في عدد الأفرع لغراس الأزدرخت خلال أشهر التجربة. حيث تأثر عدد الأفرع بزمن الري وانخفض متوسط عدد الأفرع بزيادة فترة الري لكن لم تظهر فروقات معنوية بين تلك القيم. وسُجلت أعلى قيمة لعدد الأفرع في معاملة الشاهد (الري بفاصل يوم واحد) وبلغ متوسط عدد الأفرع 15.76 فرع. كما بلغ عدد الأفرع أقل قيمة له عند الري بفاصل 15 يوم وكان متوسط عدد الأفرع 13.55.

قد يعود الانخفاض النسبي في معدل نمو المجموع الخضري إلى انخفاض الجهد الجفافي للنبات والانتباج في ظروف الجفاف، وبالتالي عدم قدرة الخلايا النباتية على أداء وظائفها الطبيعية (Keyvan، 2010). حيث يؤدي انخفاض الانتباج إلى الحد من التمدد والنمو الخلوي وهي الأحداث الضرورية لنمو النبات وتأسيسه في مراحله الأولى (Zlatev و Lidon، 2012). كما أنَّ انخفاض المساحة الورقية وانخفاض محتواها من الكلوروفيل قد أدى إلى انخفاض معدل التمثيل الضوئي ما أدى إلى تقليل حجم النبات وإنتاج الكتلة الحيوية (Farooq وزملاؤه، 2012؛ Shao وزملاؤه، 2008).

الجدول (3): تأثير معاملات الإجهاد الجفافي في عدد أفرع غراس الأزدرخت خلال أشهر التجربة.

عدد الأفرع / المعاملة	الشهر 1	الشهر 2	الشهر 3	الشهر 4	الشهر 5	الشهر 6
1 يوم (R1) (معاملة الشاهد)	7.02_{a}	7.82_{a}	9.21_{a}	11.76_{a}	13.51_{a}	15.76_{a}
3 يوم (R2)	6.60_{a}	7.35_{a}	8.66_{a}	11.05_{a}	12.70_{a}	14.81_{a}
5 يوم (R3)	6.32_{a}	7.04_{a}	8.29_{a}	10.58_{a}	12.16_{a}	14.18_{a}
10 يوم (R4)	6.18_{a}	6.88_{a}	8.10_{a}	10.35_{a}	11.89_{a}	13.87_{a}
15 يوم (R5)	6.04_{a}	6.73_{a}	7.92_{a}	10.11_{a}	11.62_{a}	13.55_{a}

القيم في العمود الواحد التي تحمل الأحرف نفسها لا تختلف معنوياً عند مستوى معنوية (0.05).

تأثير الإجهاد الجفافي في عدد الأوراق:

تأثَّر عدد الأوراق في الغراس بشكل واضح تحت تأثير الإجهاد الجفافي كما يُبين الجدول (4). حيث بلغ عدد الأوراق أعلى قيمة له في معاملة الشاهد (الري بفاصل يوم واحد) وكان متوسط عدد الأوراق في غراس الأزدرخت 282.13 ورقة. انخفض عدد الأوراق بزيادة فترة الري وظهرت الفروقات المعنوية بشكل واضح عند الري بفاصل زمني 5 أيام، وازدادت هذه الفروقات عند الري بفاصل 10 و15 يوم على التوالي. حيث بلغ عدد الأوراق أقل قيمة له عند الري بفاصل 15 يوم وكان متوسط عدد الأوراق 112.85 ورقة.

يعود انخفاض عدد الأوراق بازدياد إجهاد الجفاف إلى تثبيط النمو بفعل التغيرات الحاصلة في حجم الخلية وانقسامها مما يؤدي إلى انخفاض إنتاج الأوراق (Riaz وزملاؤه، 2013) وقد يكون فقد الأوراق إحدى آليات تحمل الجفاف أو استراتيجية للحفاظ على المياه في ظل الرطوبة المحدودة المتاحة في التربة (Jones، 1992). يزداد تراكم حمض الأبسيسك (ABA) وحمض الأندول الخلي (IAA) في ظروف الإجهاد الجفافي مما يؤدي إلى تنشيط هدم الكلوروفيل وتطور الشيخوخة في الأوراق. فضلاً عن تكوين الكميات الكافية من الإيثيلين التي تؤدي إلى انفصال الأوراق (Salazar وزملاؤه، 2015؛ Tanaka وزملاؤه، 2005). هذه النتائج توافق ما توصل إليه (Mimilo، 1994؛ Khamis و Hariri، 2018) في غراس الأزدرخت.

الجدول (4): تأثير معاملات الإجهاد الجفافي في عدد أوراق غراس الأزدرخت خلال أشهر التجربة.

عدد الأوراق / المعاملة	الشهر 1	الشهر 2	الشهر 3	الشهر 4	الشهر 5	الشهر 6
1 يوم (R1) (معاملة الشاهد)	82.29_{a}	122.23_{a}	162.17_{a}	203_{a}	244_{a}	282.13_{a}
3 يوم (R2)	81.47_{a}	121.01_{a}	160.55_{a}	200.97_{ab}	241.56_{a}	279.31_{a}
5 يوم (R3)	71.59_{a}	106.34_{ab}	141.09_{ab}	176.61_{bc}	212.28_{b}	245.45_{b}
10 يوم (R4)	61.72_{a}	91.67_{b}	121.63_{b}	152.25_{cd}	183.00_{c}	211.60_{c}
15 يوم (R5)	32.92_{b}	48.89_{c}	64.87_{c}	81.20_{d}	97.60_{d}	112.85_{d}
LSD	24.25	24.25	24.25	24.25	24.25	24.25

القيم في العمود الواحد التي تحمل الأحرف نفسها لا تختلف معنوياً عند مستوى معنوية (0.05).

تأثير الإجهاد الجفافي في مساحة المسطح الورقي:

تأثَّرت مساحة المسطح الورقي في الغراس تحت تأثير الإجهاد الجفافي. وبلغت المساحة الورقية أعلى قيمة في معاملة الشاهد (الري بفاصل يوم واحد) وكانت 4794سم^2. انخفضت المساحة الورقية بزيادة فترة الري وظهرت الفروقات المعنوية عند الري بفاصل زمني

5 أيام، وازدادت هذه الفروقات وضوحاً عند الري بفاصل 10 و15 يوم على التوالي. وبلغت المساحة الورقية أقل قيمة لها عند الري بفاصل 15 يوم حيث كان متوسط المساحة الورقية في هذه المعاملة 1917.60 سم^2 (الجدول،5).

يعتمد مدى الانخفاض في سطح الورقة على شدة إجهاد الجفاف (Aguirrezabal، 2006)، وتوقيته أثناء نمو الورقة (Lecoeur،1995). إذ يؤثر إجهاد الجفاف المبكر أثناء تطور الأوراق أو أثناء نمو الورقة بالكامل على سطح الورقة من خلال انخفاض كل من تمدد الخلية وانقسام الخلايا (Avramova وزملاؤه، 2015). أما إجهادات الجفاف التي تحدث لاحقاً خلال الجزء الثاني من توسع الورقة وتوقف انقسام الخلايا فتؤثر على سطح الورقة من خلال انخفاض تمدد الخلايا (Granier و Tardieu، 1999). توافق هذه النتائج ما توصل إليه (Mimilo، 1994) حول انخفاض معدل الزيادة في المساحة الورقية في غراس الأزدرخت تحت تأثير الإجهاد الجفافي.

الجدول (5): تأثير معاملات الإجهاد الجفافي في مساحة المسطح الورقي لغراس الأزدرخت خلال أشهر التجربة.

مساحة المسطح الورقي (سم^2) / المعاملة	الشهر 1	الشهر 2	الشهر 3	الشهر 4	الشهر 5	الشهر 6
1 يوم (R1) (معاملة الشاهد)	1399_{a}	2078_{a}	2757_{a}	3451_{a}	4148_{a}	4794_{a}
3 يوم (R2)	1385.01_{a}	2057.22_{ab}	2729.43_{a}	3416.49_{a}	4106.52_{ab}	4746.06_{a}
5 يوم (R3)	1217.13_{a}	1807.86_{ab}	2398.59_{ab}	3002.37_{ab}	3608.76_{bc}	4170.78_{b}
10 يوم (R4)	1049.25_{ab}	1558.50_{b}	2067.75_{b}	2588.25_{b}	3111.00_{c}	3595.50_{c}
15 يوم (R5)	559.60_{b}	831.20_{c}	1102.80_{c}	1380.40_{c}	1659.20_{d}	1917.60_{d}
LSD	513.18	513.18	513.18	513.18	513.18	513.18

* القيم في العمود الواحد التي تحمل الأحرف نفسها لا تختلف معنوياً عند مستوى معنوية (0.01).

تأثير الإجهاد الجفافي في محتوى اليخضور الكلي في الأوراق:

أظهر التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين متوسطات المعادلات على الرغم من تأثر المحتوى من اليخضور في الأوراق بزمن الري حيث سُجلت أعلى قيم في معاملة الشاهد (الري بفاصل يوم واحد) وبلغ محتوى اليخضور الكلي في أوراق غراس الأزدرخت 2.71 ملغ/غ. انخفض محتوى اليخضور الكلي بزيادة زمن الري، وبلغ 1.92 ملغ/غ عند الري بفاصل زمني 15 يوم وهي أقل قيمة مسجلة بين المعاملات (الجدول،6).

الجدول (6): تأثير معاملات الإجهاد الجفافي في محتوى اليخضور الكلي في أوراق الأزدرخت.

المحتوى من اليخضور (ملغ/غ) / المعاملة	الشهر 1	الشهر 2	الشهر 3	الشهر 4	الشهر 5	الشهر 6
1 يوم (R1) (معاملة الشاهد)	2.27_{a}	2.35_{a}	2.44_{a}	2.53_{a}	2.61_{a}	2.71_{a}
3 يوم (R2)	2.20_{a}	2.28_{a}	2.37_{a}	2.45_{a}	2.53_{a}	2.63_{a}
5 يوم (R3)	2.11_{a}	2.19_{a}	2.27_{a}	2.35_{a}	2.43_{a}	2.52_{a}
10 يوم (R4)	1.97_{a}	2.04_{a}	2.12_{a}	2.20_{a}	2.27_{a}	2.36_{a}
15 يوم (R5)	1.61_{a}	1.67_{a}	1.73_{a}	1.80_{a}	1.85_{a}	1.92_{a}

* القيم في العمود الواحد التي تحمل الأحرف نفسها لا تختلف معنوياً عند مستوى معنوية (0.01).

يعود انخفاض المحتوى من الكلوروفيل في ظروف الجفاف إلى تأثير أنواع الأوكسجين التفاعلية والتي تؤدي إلى إتلاف صبغات التمثيل الضوئي، والأنزيمات (Salehi-lisar وزملاؤه، 2012؛ Farooq وزملاؤه، 2009). ويعتمد انخفاض محتوى الكلوروفيل أثناء إجهاد الجفاف على مدة وشدة الجفاف (Salehi-lisar وزملاؤه، 2012؛ Sapeta وزملاؤه، 2013).

تأثير الإجهاد الجفافي في الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري:

تأثَّر وزن المجموع الجذري في غراس الأزدرخت تحت تأثير الجفاف كما تُبيِّن الجداول (7)، (8) حيث سُجلت أعلى قيم في معاملة الشاهد (الري بفاصل يوم واحد) وبلغ الوزن الرطب والجاف للجذور في غراس الأزدرخت 15.32 و 6.89غ على التوالي. كما انخفض وزن الجذور بزيادة زمن الري، وظهرت الفروقات المعنوية في الوزن الرطب والجاف للجذور بشكل واضح عند الري بفاصل 10 أيام و 5 أيام على التوالي. ازدادت الفروق المعنوية بزيادة فترة الري وسُجِّلت أقل قيمة لوزن الجذور عند الري بفاصل زمني 15 يوم، حيث بلغ متوسط الوزن الرطب والجاف للجذور 6.43 و 2.89غ على التوالي.

أشار Kameli و Losel (1996) إلى ازدياد وزن الجذور بالتزامن مع انخفاض وزن المجموع الخضري. ومع ذلك فقد أشارت العديد من الدراسات إلى أنَّ الإجهاد الجفافي يمكن أن يخفض من الوزن الجاف لكامل النبات(Jongrungklang وزملاؤه، 2018 ؛ Omidi، 2010)، يعتمد امتصاص المغذيات من التربة على إتاحة الماء للجذور، وفي ظروف الإجهاد الجفافي في التربة ينخفض امتصاص المغذيات، وباستمرار الإجهاد وإغلاق الثغور وانخفاض معدل التنفس وتثبيت الكربون ينخفض معدل التمثيل الضوئي وبالتالي إنخفاض معدل إنتاج الكتلة الحيوية ما قد ينعكس على الكتلة الحيوية للجذور (Karmer و Boyer،1995).

هذه النتائج تخالف ما توصل إليه Khamis و Hariri (2018) حول ازدياد الوزن الجاف للمجموع الجذري في غراس الأزدرخت تحت تأثير الإجهاد الجفافي وتوافق نتيجة البحث.

الجدول (7): تأثير معاملات الإجهاد الجفافي في الوزن الرطب للمجموع الجذري لغراس الأزدرخت.

الوزن الرطب(غ) / المعاملة	الشهر 1	الشهر 2	الشهر 3	الشهر 4	الشهر 5	الشهر 6
1 يوم (R1) (معاملة الشاهد)	10.31_{a}	11.10_{a}	11.96_{a}	13.06_{a}	14.30_{a}	15.32_{a}
3 يوم (R2)	9.79_{a}	10.55_{a}	11.36_{a}	12.15_{a}	13.30_{a}	14.25_{a}
5 يوم (R3)	8.04_{ab}	8.66_{ab}	9.33_{ab}	9.66_{ab}	10.58_{ab}	11.34_{ab}
10 يوم (R4)	6.39_{ab}	6.44_{bc}	6.94_{bc}	7.57_{bc}	8.29_{bc}	8.89_{bc}
15 يوم (R5)	4.33_{b}	4.66_{c}	5.02_{c}	5.49_{c}	6.01_{c}	6.43_{c}
LSD	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99

* القيم في العمود الواحد التي تحمل الأحرف نفسها لا تختلف معنوياً عند مستوى معنوية (0.01).

الجدول (8): تأثير معاملات الإجهاد الجفافي في الوزن الجاف للمجموع الجذري لغراس الأزدرخت.

الوزن الجاف (غ) / المعاملة	الشهر 1	الشهر2	الشهر 3	الشهر 4	الشهر 5	الشهر 6
1 يوم (R1) (معاملة الشاهد)	4.64_{a}	5.00_{a}	5.38_{a}	5.88_{a}	6.44_{a}	6.89_{a}
3 يوم (R2)	4.41_{a}	4.75_{a}	5.11_{a}	5.47_{a}	5.99_{a}	6.41_{a}
5 يوم (R3)	3.62_{b}	3.90_{b}	4.20_{b}	4.35_{b}	4.76_{b}	5.10_{b}
10 يوم (R4)	2.88_{c}	2.90_{c}	3.12_{c}	3.41_{c}	3.73_{c}	4.00_{c}
15 يوم (R5)	1.95_{d}	2.10_{d}	2.26_{d}	2.47_{d}	2.70_{d}	2.89_{d}
LSD	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57

* القيم في العمود الواحد التي تحمل الأحرف نفسها لا تختلف معنوياً عند مستوى معنوية (0.01).

تأثير الإجهاد الجفافي في انتشار المجموع الجذري:

يُبيِّن الجدول (9) تأثير الإجهاد الجفافي في انتشار المجموع الجذري لغراس الأزدرخت. حيث تأثَّر نمو وانتشار المجموع الجذري بزمن الري، وبرغم انخفاض الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري ازداد تكوين وانتشار الجذور الجانبية وازداد معدل انتشار المجموع

الجذري بزيادة الزمن الفاصل بين الريّات، حيث لوحظ ازدياد طول الجذور الجانبية بالتزامن مع انخفاض قطرها ما يكافئ انخفاض الكتلة الحيوية للجذور. ولم تقترن زيادة المساحة الجذرية بظهور فروق معنوية بين جميع المعاملات. وقد بلغت المساحة الجذرية أعلى قيمة عند الري بفاصل 15 يوم حيث بلغت 1813.96سم^2.

الجدول (9): تأثير معاملات الإجهاد الجفافي في انتشار المجموع الجذري لغراس الأزدرخت خلال أشهر التجربة.

المساحة الجذرية (سم^2) / المعاملة	الشهر 1	الشهر2	الشهر 3	الشهر 4	الشهر 5	الشهر 6
1 يوم (R1) (معاملة الشاهد)	672.50$_a$	828.13$_a$	983.52$_a$	1139.95$_a$	1296.37$_a$	1451.17$_a$
3 يوم (R2)	692.68$_a$	852.97$_a$	1013.03$_a$	1174.1$_a$	1335.26$_a$	1494.71$_a$
5 يوم (R3)	712.85$_a$	877.82$_a$	1042.53$_a$	1208.3$_a$	1374.15$_a$	1538.24$_a$
10 يوم (R4)	800.28$_a$	985.47$_a$	1170.39$_a$	1356.5$_a$	1542.68$_a$	1726.89$_a$
15 يوم (R5)	840.63$_a$	1035.16$_a$	1229.40$_a$	1424.9$_a$	1620.46$_a$	1813.96$_a$
LSD	370.60	370.60	370.60	370.60	370.60	370.60

* القيم في العمود الواحد التي تحمل الأحرف نفسها لا تختلف معنوياً عند مستوى معنوية (0.01).

تُعد الجذور من أكثر الأعضاء النباتية تأثراً بالجفاف نظراً لملامسة أنسجة الجذر المباشرة للتربة الجافة (Khamis و Hariri، 2018). ويتمثَّل تأثير الجفاف في النبات في انخفاض الكتلة الحيوية للمجموع الخضري وزيادة نمو الجذور لتعزيز امتصاص الماء (Xu وزملاؤه، 2006). ويُعتقد أن آلية إعادة التوزيع هذه مرتبطة بتراكم حمض الأبسيسيك وانخفاض مستوى السيتوكينين (Kudoyarova وزملاؤه، 2013) أو ربما بسبب التعديل التناضحي الأكبر في الجذور مقارنةً بالمجموع الخضري تحت ظروف الجفاف (Samarah وزملاؤه، 2007). يساعد النظام الجذري الممتد على الوصول إلى حجم أكبر من التربة للحصول على المياه المتاحة. حيث يزداد المحتوى الرطوبي في التربة بشكل عام مع زيادة عمق التربة (Khamis و Hariri، 2018).

الاستنتاجات والمقترحات

- كانت غراس الأزدرخت متوسطة التحمُّل للجفاف وظهرت الآثار السلبية بشكل واضح في بعض مؤشرات النمو عند الري بفاصل 10 أيام ما يمكن اعتبارها عتبة التأثُّر بظروف الإجهاد.
- تمثَّلت آليات التحمُّل والاستجابة للغراس المدروسة في تخفيض عدد الأوراق والمساحة الورقية، والزيادة النسبية لانتشار المجموع الجذري، وزيادة نسبة نمو المجموع الجذري/ المجموع الخضري.
- تناسبت درجة استجابة الغراس المدروسة مع شدة إجهاد الجفاف وزمن التعرض له.
- ويوصى بدراسة أثر تقسية غراس الأزدرخت في تحملها للجفاف في المراحل اللاحقة من النمو.

المراجع

- نحال، ابراهيم. (2003). علم الشجر (الدندرلوجيا). مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية. جامعة حلب، كلية الزراعة. (ص 630).
- Aguirrezabal, L., Bouchier- Combaud, S. A. N. D. R. I. N. E., Radziejwoski, A., Dauzat, M., Cookson, S. J., and Granier, C. 2006. Plasticity to soil water deficit in Arabidopsis thaliana: dissection of leaf development into underlying growth dynamic and cellular variables reveals invisible phenotypes. *Plant, Cell & Environment*, *29*(12), 2216-2227.

- Ahmed, S., Idris, S. 1997. Melia azedarach. In: Hanum IF, Maesen LJB van der, eds. Plant Resources of South-East Asia. No. 11 Auxiliary plants. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. Leiden, Holland: Backhuys Publishers, 187-190.
- Avramova, V., AbdElgawad, H., Zhang, Z., Fotschki, B., Casadevall, R., Vergauwen, L., and Beemster, G. T. 2015. Drought induces distinct growth response, protection, and recovery mechanisms in the maize leaf growth zone. *Plant physiology*, *169*(2), 1382-1396.
- Chaudhary, M., and Ghosh, A. 2019. Soil-Plant-Water Analysis: A Complete Knowledge. Sankalp publication. India. (p 26-27).
- Doran, J. C. Turnbull, J. W. 1997. Australian trees and shrubs: species for land rehabilitation and farm planting in the tropics., viii + 384 pp.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. B. S. M. A., and Basra, S. M. A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. In *Sustainable agriculture* (pp. 153-188). Springer, Dordrecht.
- Farooq, M., Hussain, M., Wahid, A., Siddique, K. H. M., and Aroca, R. 2012. Plant responses to drought stress: from morphological to molecular features. (pp 1-273).
- Granier, C., and Tardieu, F. 1999. Water deficit and spatial pattern of leaf development. Variability in responses can be simulated using a simple model of leaf development. *Plant Physiology*, *119*(2), 609-620.
- Gupta, R. K. 1993. Multipurpose trees for agroforestry and wasteland utilization. New Delhi, India: Oxford & IBH.
- Jhou, H. C., Wang, Y. N., Wu, C. S., Yu, J. C., and Chen, C. I. 2017. Photosynthetic gas exchange responses of Swietenia macrophylla King and *Melia azedarach* L. plantations under drought conditions. *Botanical studies*, *58*(1), 57.
- Jones, H.G. 1992. *Plants and microclimate; a quantitative approach to environmental Physiology* (2nd Edition). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Jongrungklang, N., Toomsan, B., Vorasoot, N., Jogloy, S., Kesmala, T., and Patanothai, A. 2008. Identification of peanut genotypes with high water use efficiency under drought stress conditions from peanut germplasm of diverse origins. *Asian Journal of Plant Sciences*.
- Kameli, A., and Lösel, D. M. 1996. Growth and sugar accumulation in durum wheat plants under water stress. *New Phytologist*, *132*(1), 57-62.
- Keyvan, S. 2010. The effects of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. J Anim Plant Sci.8:1051–60.
- Khamis, M. H., Atia, M. G., and Ali, H. M. 2013. Impact of Nitrogen and Phosphorus Sources on Growth Efficiency of *Melia Azedarach* and *Populus Euphratica* in Wadi El Natrun, Egypt. *Journal of Forest Products and Industries*, *2*(5), 13.
- Khamis, M. H. and Hariri, M. F. 2018. Improving Growth of Lebbeck and Chinaberry Transplants for Drought by Using Organic Amendments. Forest Res, 7:1.
- Kramer, P. J., and Boyer, J. S. 1995. *Water relations of plants and soils*. Academic press. London.
- Kudoyarova, G. R., Kholodova, V. P., and Veselov, D. S. 2013. Current state of the problem of water relations in plants under water deficit. *Russian journal of plant physiology*, *60*(2), 165-175.
- Lecoeur, J., Wery, J., Turc, O., and Tardieu, F. 1995. Expansion of pea leaves subjected to short water deficit: cell number and cell size are sensitive to stress at different periods of leaf development. *Journal of Experimental Botany*, *46*(9), 1093-1101.
- Mabberley, D. J., Pannell, C. M., Sing, A. M. 1995. Meliaceae. Flora Malesiana: Series I, Spermatophyta. Volume 12, part (p1407).

- Milimo, P. 1994. Mechanisms of drought resistance in *Melia volkensii and M. azedarach* (Doctoral dissertation, The Australian National University).
- Milimo P. 1995. Drought resistance in *Melia volkensii* and *M. azedarach*. ACIAR Forestry Newsletter, No. 20, 3.
- Omidi, H. 2010. Changes of proline content and activity of antioxidative enzymes in two canola genotype under drought stress. *American Journal of Plant Physiology*, *5*(6), 338-349.
- Rana, R. M, Rehman, S. U, Ahmed, J., Bilal, M. 2013. A comprehensive overview of recent advances in drought stress tolerance research in wheat (*Triticum aestivum* L.). Asian J Agric Biol.1:29–37.
- Riaz, A. T. I. F., Younis, A., Taj, A. R., Karim, A., Tariq, U., Munir, S., and Riaz, S. 2013. Effect of drought stress on growth and flowering of marigold (Tagetes erecta L.). *Pak. J. Bot*, *45*(S1), 123-131.
- Salazar, C., Hernández, C., and Pino, M. T. 2015. Plant water stress: Associations between ethylene and abscisic acid response. *Chilean journal of agricultural research*, *75*, 71-79.
- Salehi-lisar, S. Y., Motafakkerazad R., Hossain, M. M., Rahman, I.M.M. 2012. Water stress in plants: causes, effects and responses, water stress. In: Ismail Md. Mofi zur Rahman, editor. InTech.
- Samarah, N., Mullen, R., and Cianzio, S. 2004. Size distribution and mineral nutrients of soybean seeds in response to drought stress. *Journal of Plant Nutrition*, *27*(5), 815-835.
- Sapeta, H., Costa, J. M., Lourenco, T., Maroco, J., Van der Linde, P., and Oliveira, M. M. 2013. Drought stress response in Jatropha curcas: growth and physiology. *Environmental and Experimental Botany*, *85*, 76-84.
- Shao, H. B., Chu, L. Y., Jaleel, C. A., and Zhao, C. X. 2008. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. *Comptes rendus biologies*, *331*(3), 215-225.
- Sharma, D., and Paul, Y. 2013. Preliminary and pharmacological profile of Melia azedarach L.: An overview. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, *3*(12), 133-138.
- Sudhakar, P., Latha, P., and Reddy, P. V. 2016. *Phenotyping crop plants for physiological and biochemical traits*. Academic Press. (P 121-127).
- Tanaka, Y., Sano, T., Tamaoki, M., Nakajima, N., Kondo, N., and Hasezawa, S. 2005. Ethylene inhibits abscisic acid-induced stomatal closure in Arabidopsis. *Plant physiology*, *138*(4), 2337-2343.
- Xu, B., Li, F., Shan, L., Ma, Y., Ichizen, N., and Huang, J. 2006. Gas exchange, biomass partition, and water relationships of three grass seedlings under water stress. *Weed biology and management*, *6*(2), 79-88.
- Zlatev, Z., and Lidon, F. C. 2012. An overview on drought induced changes in plant growth, water relationsand photosynthesis. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 57-72.

N° Ref: 1031