تأثير ساعات الإضاءة والهيدروجيل الزراعي في نمو بادرات ثلاثة أصناف من الشعير

Effect of Lighting Hours and Agricultural Hydrogel on the Growth of Seedlings of Three Barley Cultivars

أ. د. ندى ألتنجي [1] د. أحمد شمس الدين شعبان [2] د. محمد أنس الهاشمي [3]
د. محمد عماد المحمد [1] أ.د. أحمد الشيخ قدور [2] م. محمود خطيب [4]

Prof. Nada Altonji [1] Dr. Ahmad Shams Al-Dien Shaaban [2] Dr. Mohammed Anas Al-Hashimi [3]
Dr. Mohammed Imad Al-Mohammed [1] Prof. Ahmad Al-Sheikh Kaddour [2] Eng. Mahmoud Khateeb [4]

Shaabany57@gmail.com

Received 12 May 2024; Accepted 20 August 2024

(1) قسم تقانات الهندسة البيئة ، كلية الهندسة التقنية، جامعة حلب، سورية.
(1) Department of Ecological Engineering Techniques, Faculty of Technical Engineering, Aleppo University, Syria.
(2) قسم المحاصيل الحقلية ، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية.
(2) Department of Field Crop, Faculty of Agriculture, Aleppo University, Syria.
(3) قسم الإنتاج الحيواني، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية.
(3) Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Aleppo University, Syria.
(4) قسم علوم التربة واستصلاح الأراضي ، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية.
(4) Department of Soil Science and Land Reclamation, Faculty of Agriculture, Aleppo University, Syria.

الملخص

يعد الإنتاج الزراعي المستدام المساهم الرئيسي في الأمن الغذائي. ويتطلب ذلك توفير الأعلاف ذات الجودة العالية والقيمة الغذائية. تُعد عمليات التحكم البيئي داخل غرف الإنبات والنمو من القضايا المؤثرة في جودة الإنتاج وكميته. جرى دراسة استنبات ثلاثة أصناف من الشعير (بلدي محسن، فرات 3 وعربي أسود) لمدة 10 أيام باستخدام أربع تراكيز للهيدرروجل الزراعي (0، 3، 6، و9 غ/ل)، وخمسة مستويات من ساعات إضاءة (0، 6، 12، 18، و24 ساعة). أظهرت النتائج وجود فروقات معنوية (*P<0.001****) بين مستويات العوامل المستقلة الرئيسة، بلغ متوسط ارتفاع النبات (18.3 و21.4 و21.7 سم) لكل من عربي أسود، فرات 3، عربي أبيض محسن، على التوالي. كما بلغ متوسط الوزن الرطب لكل من فرات 3، عربي أبيض محسن وعربي أسود 114.6 و96.8 و82.7 غ، على التوالي. تخالفت نتائج الوزن الجاف مع نتائج الوزن الرطب فكان 20.8.6 و19.4 و17.6 غ لكل من عربي أسود وعربي أبيض محسن وفرات3، على التوالي. أما لدى مقارنة مستويات الهيدروجيل فقط لوحظ تفوق كافة المعاملات على التركيز الأعلى للهيدروجل، كذلك لوحظ أنه من الممكن الاكتفاء بساعات اضاءة بين 12 و18 ساعة.

الكلمات المفتاحية: الشعير، استنبات، الهيدروجيل، فترة الإضاءة، كفاءة الانبات.

©2025 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands. **ISSN: 2305-5243/ EISSN: 3005-6438. (p: 82-99)**

Abstract

Sustainable agricultural production contributes to food security. However, this requires providing an appropriate feed of high quality and nutritional value to the animals. Environmental controls within germination and growth chambers are critical issues affecting production quality and quantity. The cultivation of three cultivars types of barley, Arabi Abyad Mohasan, Furat 3, and Arabi Aswad, was studied for ten days by using four levels of agricultural hydrogel concentrations (0-3-6 and9) g/L, and five levels of daily lighting hours (0-6-12-18 and24) hours to determine the effect of the hydrogel ratio and lighting hours. The results showed highly significant differences (P<0.001***) between the levels of the main Factors, the lowest average plant height cm (18.3, 21.4 and 21.7 cm) was observed for Arabi Black- Furat3-improved Arabi White, respectively. The wet weight (gr) was 114.6-96.8-82.7-21.7 for Furat3-improved White Arabian and Black Arabian, respectively. The dry weight results differed from the wet weight results, so it was (gr) (20.8.6-19.4-17.6) for Black Arabian - Improved White Arabian - Furat3, respectively. When comparing hydrogel levels, it was observed that all treatments were superior to the highest concentration treatments of hydrogel, and that 12-18 lighting hours would be sufficient.

Keywords: Barley, Germination, Hydrogel, Light Period, Germination Efficiency.

المقدمة

يتناقص توافر الأعلاف الخضراء للماشية بسبب تأثيرات تغير المناخ على إنتاجية المحاصيل وندرة الأراضي والموارد المائية. لذلك يمكن أن يكون إنتاج الشعير الأخضر في أنظمة الزراعة المائية بديلاً لضمان الإنتاج المستدام للأعلاف الخضراء للماشية. حيث يمتاز هذا النظام بالقيم الغذائية والاقتصادية العالية، والاستخدام الهامشي للأراضي، وتوفير الأعلاف الطبيعية للحيوانات، والتوافر خلال جميع فصول السنة (Bekuma, 2019; Afzalinia and Karimi, 2020; Abdel-Wareth *et al.*, 2023; Adrienn *et al.*, 2023)، ومن المعلوم أن العوامل البيئية الرئيسية التي تؤثر في الإنتاج في الزراعة المائية هي: درجة الحرارة والرطوبة والإضاءة (Adamu *et al.*, 2023). يوفر الإنبات بمساعدة الهيدروجيل بيئات بذر أكثر تحكماً، حيث يحتفظ بالمياه من التبخر، ويوفر الماء والمواد المغذية باستمرار (Huang *et al.*, 2022; Huang *et al.*, 2024)، وأكدت دراسة (Kumar *et al.*, 2020) أن الهيدروجيل يحسن النمو ومكونات الغلة لمختلف أنواع الخضروات والفاكهة والمحاصيل الحقلية. يمكن أن يضاف مباشرة إلى التربة عند زراعة المحاصيل الحقلية وذلك بالقرب من منطقة الجذور. من ناحية أخرى يعد الهيدروجيل الزراعي آمن بيئيًا لأنه يتحلل طبيعيًا مع الزمن دون أن يترك أي بقايا ذات تأثير سمي في التربة والنباتات. مما يجعل استخدام الهيدروجيل وسيلة واعدة لتنمية مستدامة للإنتاج الزراعي في البيئات المجهدة رطوبيًا.

الهيدروجيل الزراعي عبارة عن بلورات كريستال جافة مختلفة الألوان يتضاعف حجمها عند إضافة الماء اليها توضع في الأواني الزجاجية الشفافة لتضفي رونقا وجمالًا. حيث تحتوي البلورات على العناصر اللازمة لنمو النباتات المائية وتعمل كتربة بديلة للزراعة وتوفر الأكسجين للنبات.

الهيدروجيل عبارة عن بوليمر عضوي مترابط مع مجموعات مرتبطة بمياه الري. حيث تعرف مواد الهيدروجيل (Hydrogel) بطرائق عديدة ومختلفة، أكثرها شيوعًا هو اعتبارها شبكة بوليميرية متصالبة شبكيًّا على نحو خفيف تنتج بالماء، تحصل بتفاعل بسيط لمونومير واحد أو عدة مونوميرات (Ahmed, 2015)، وبما أن الماء محل قطبي يتوجب على البوليمير أن يتمتع بقطبية شديدة أو أن يكون متشردًا حتى يكون الماء محلاً جيدًا له، وفي هذه الحال تكون الشبكة البوليميرية هي عبارة عن بولي إلكتروليت (Das and Ghosh, 2017).

يعدَ الهيدروجيل من أهم أنواع الأسمدة التي تحتوي على العناصر الرئيسية الثلاثة: النيتروجين (آزوت) والفوسفور والبوتاسيوم. وهو مصدر مهمٌّ للعناصر الغذائية التي يحتاجها النبات. ويعرَف الهيدروجيل الزراعي بأنه مادة هلامية تحتوي على العناصر الغذائية المذكورة وتختلف تطبيقاتها بحسب الحاجة إليها والبوليميرات الداخلة في تركيبها ويمكن أن تستخدم خلطا قبل الزراعة أو خلالها مع ماء الري. يساعد الهيدروجيل في توفير العناصر الغذائية بشكل مستمر للنباتات وتحسين كفاءة استخدام الأسمدة (Marulanda *et al.*, 2019).

تشكل شبكات السلاسل البوليميريّة المتصالبة شبكيًّا "البناء الأساسي" لمواد الهيدروجيل، في حين يعطي اجتماع الماء أو المذيب الجيد مع هذه الشبكات المفهوم العام للجل. يدعى الانتقال من حالة البوليمير محدود التفرع إلى ذلك غير المحدود بالانتقال (Sol-gel) أو تشكل الجل، وتدعى الحالة الحدّية الموافقة للظهور الأول لقوام الجل بـ "نقطة الجل". ويجدر بالذكر أن عملية التشابك لا تحدث فقط بعد تشكل السلاسل البوليميرية (أي بعد انتهاء تفاعلات الانتشار)، لكن يمكن لأفعال التشابك أن تحدث بالتزامن من نمو السلاسل (Gulrez *et al.*, 2011).

الهيدروجيل المصنوع من المغذيات النباتية والبوليميرات والمواد المثخنة يمتاز بقدرته على امتصاص الماء والانتباج بعد الذوبان، ويجري توريد المغذيات الى النباتات (Caló and Khutoryanskiy, 2015). ويمكن إضافة الهيدروجيل باستخدام تقنية الرش إذ يمكن خلط الهيدروجيل مع المغذيات الصغرى والمبيدات. فقد أدى تطبيق 0.2% من الهيدروجيل إلى تحسين إنبات البذور وطول البادرات والوزن الرطب والجاف لبادرات الحمص مقارنة مع الشاهد (Akhter *et al.*, 2004).

يمكن لأسمدة الهيدروجيل أن تمد جذور النباتات بالعناصر المغذية لمدة تتراوح من 15 يومًا الى 30 يومًا بصورة متاحة للنبات بالتالي ترفع من تركيز هذه العناصر (Fertahi *et al.*, 2021). بين Abobatta (2019) أنه يمكن استخدامها لتحميل المغذيات والمبيدات، وكذلك لتغليف البذور وتقليل انجراف التربة. كما يمكن استخدامه لتنظيم إضافة الماء والعناصر المغذية وزيادة إنتاجية الأشجار كالنخيل والبرتقال وكذلك المحاصيل الحقلية.

هدفت دراسة Kasal وزملاؤه (2020) إلى دراسة أثر جدولة الري والتغطية بالماء والهيدروجيل على الذرة الصفراء، من خلال دراسة بعض الصفات كارتفاع النبات وعدد الأوراق ودليل المساحة الورقية وعدد الأيام حتى النضج. حيث لوحظ تأثير معنوي للمعاملة التي أضيف إليها الهيدروجيل. كما أكد (Mekonnen and Efran, 2020) أن الهيدروجيل يزيد من كفاءة العناصر المغذية، مساهمًا بشكل فعال في تحمل النباتات للجفاف، كما يحسن من الخصائص الفيزيائية والكيميائية للترب، ويرفع إنتاجية النباتات لا سيما في المناطق الجافة وشبه الجافة. وناقش (Ortiz *et al.*, 2012) إمكانية تطبيق الهيدروجيل في الزراعة الحديثة ومعوقات تطبيقه. وخصائص الهيدروجيل، والمياه، وآليات امتصاص وإطلاق الهيدروجيل ومزايا وقيود

الهيدروجيل والتطبيقات المستقبلية في الزراعة الحديثة. أجريت العديد من الدراسات حول تأثير الإضاءة المنخفضة أو الشدة على انتاج محاصيل العلف. كشفت هذه الدراسات أن الإضاءة المنخفضة هي احدى المشاكل التي يواجهها المزارعون أثناء إنتاج العلف في الزراعة المائية. توصل (El-Deeba *et al.*, 2009) أن ساعات التشغيل المثلى للإضاءة (شدة 2000 لوكس) لعلف الشعير خلال مدة الإنتاج في ظل نظام الزراعة المائية المقترح حوالي 12ساعة. كما أكد (Al-Zubadie and Al-Naqeeb, 2015) ضرورة تعرض الشعير والشوفان لمدة 18 ساعة ضوء للحصول على حاصل أخضر وجاف لنبات الشعير والشوفان.

أهمية البحث

يعدُّ ضمان إمدادات الأعلاف المستمرة والمضمونة محركًا رئيسيًّا للإنتاج الحيواني المستدام والمربح. الزراعة المائية هي تقنية زراعة ناجحة توفر إمدادات ثابتة من الأعلاف الخضراء على مدار السنة، حتى في جميع أنواع الظروف المناخية الأسوأ للإنتاج الحيواني المستدام. وتتميز هذه الأعلاف بوفرة في البروتين والطاقة، وسهلة الهضم، وتستفيد منها معظم الحيوانات. إن تنفيذ هذه التقنيات المبتكرة تمكن من الحفاظ على الإنتاجية أو زيادتها باستخدام مغذيات خالية من أي تلوث.

أهداف البحث

- انتاج علف أخضر من أصناف مختلفة من الشعير.
- دراسة سلوك كل صنف بتأثير تراكيز الهيدروجيل وساعات الإضاءة مع الزمن:
  - ✓ تغير وزن الشعير المستنبت خلال الانبات.
  - ✓ ارتفاع البادرات للشعير المستنبت
  - ✓ تغير وزن المادة الجافة

مواد وطرائق البحث

مواد البحث

المادة النباتية

ثلاث أصناف من الشعير هي:

- عربي أبيض محسن. من أصناف منطقة الاستقرار الثانية، ثنائي الصف، لون حبوبه أبيض، غلته الحبية (2350 كغ/هـ)، وزن الألف حبة (41 غ)، ونسبة البروتين في حبوبه (11.6%)، متوسط الحساسية لمرض السفعة، ومتوسط المقاومة لمرض البياض الدقيقي، ومتوسط المقاومة إلى حساس لمرض التبقع الشبكي.
- فرات 3: من أصناف منطقة الاستقرار الثالثة، ثنائي الصف، لون حبوبه أبيض مائل للسمرة، غلته الحبية (1350 كغ/هـ)، وزن الألف حبة (36 غ)، ونسبة البروتين في حبوبه (13.3%)، متوسط الحساسية للصقيع، متوسط الحساسية لمرضي السفعة SC والبياض الدقيقي PM، مقاوم للرقاد.
- عربي أسود: صنف محلي قديم ثنائي الصف متأقلم مع البيئة السورية، غلته الحبية (1000 كغ/هـ في منطقة الاستقرار الثالثة) و(1825 كغ/هـ في منطقة الاستقرار الثانية). يتميز هذا الصنف بشدة تحمله للجفاف والصقيع، لون حبوبه أسود، وزن الألف حبة (33 غ/هـ)، ونسبة البروتين في حبوبه (12.3%)، متوسط الحساسية للرقاد، متوسط المقاومة لمرض السفعة وحساس لمرض البياض الدقيقي، متوسط المقاومة لمرض التبقع الشبكي.

الهلام الزراعي (الهيدروجيل)

محلول مغذي تجاري "ملتي غرو" يحتوي على: N وP وK وMgO بنسبة: 10، 50، 10، 1.5%على التوالي، وسكريات كحولية (سوربيتول C6H14O6، ومانيتول C6H2406)، والأرجنين C6H14N4O2، والسيستيين C3H7NO2S، والجلايسين C5h11no2. أثبت الهيدروجيل فعالية في الزراعة التقليدية مع تربة فكان لابد من اختبار استخدامه لأول مرة باستنبات الشعير التي تجري بوسط دون تربة وتدخل من ضمن أنواع الزراعة المائية.

طرائق البحث

مكان تنفيذ البحث

أجري البحث في مخبر ميكانيك الموائع -قسم تقانات الهندسة البيئية -كلية الهندسة التقنية بحلب خلال العام 2023، حيث جرت الزراعة على أطباق بلاستيكية ووزن حبوب معين.

تصميم التجربة

أجريت تجربة عاملية Factorial Experiment وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD بدرجة حرارة (20-27) م° ورطوبة (60-80) % تضمنت 4 عوامل والتداخل فيما بينها وبواقع مكررين وهي:

- الأصناف (V): بلدي محسن، فرات 3، عربي أسود.
- تراكيز الهيدروجيل (H): (0، 3، 6، 9) غ/ليتر.
- الزمن بالأيام (D): 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10 يوم.
- ساعات الإضاءة (L): 0، 6، 12، 18، 24 ساعة.

عدد الوحدات التجريبية =3 (أصناف)×4 (تركيز هيدروجل) ×5 (ساعات إضاءة) ×2 مكرر = 120 وحدة تجريبية. ولتأمين تحقيق ساعات الإضاءة اللازمة جرت تغطية الرفوف بقماش أسود، وجرى ضبط ساعات الإضاءة بوساطة مؤقتة بحسب المدة المطلوبة. جرى حل الهيدروجيل بالماء بنسب تراكيز مختلفة وجرت عملية الري بالرش لكل معاملة بواقع مرتين في اليوم.

التحليل الإحصائي

أجري تحليل التباين ANOVA ومقارنة المتوسطات باستخدام اختبار Fisher لحساب قيمة أقل فرق معنوي LSD عند مستوى ثقة 95%، وذلك بوساطة برنامج GenStat V12.0.

النتائج والمناقشة

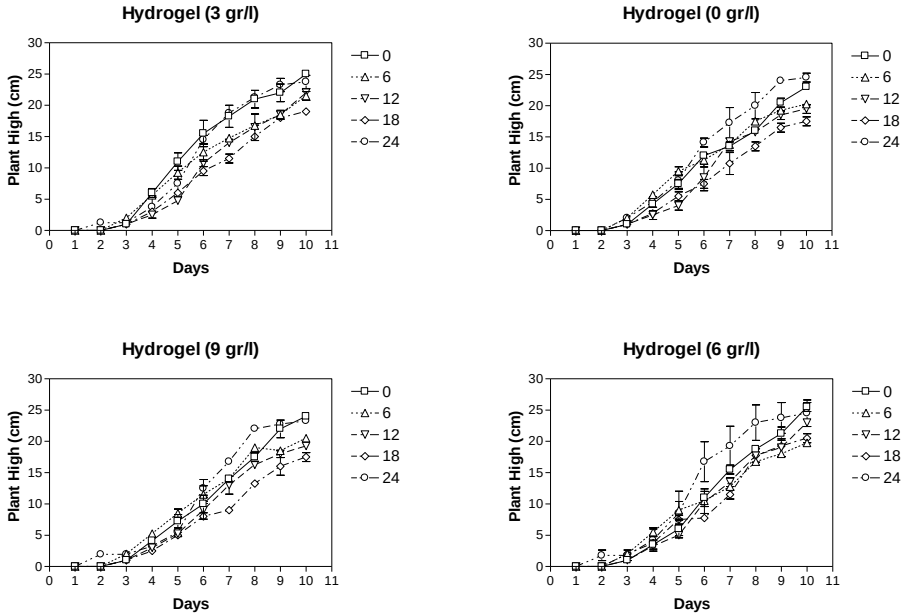
ارتفاع النبات (سم) طيلة فترة الاستنبات

تظهر نتائج تحليل التباين لصفة ارتفاع نباتات الشعير المستنبت الواردة في الجدول (1) وجود فروقات عالية المعنوية (*P<0.001****) بين مستويات العوامل المستقلة الرئيسة: الأصناف (V)، وتراكيز الهيدروجيل (C)، وساعات الإضاءة (L)، والأيام (D)، وكذلك لجميع التداخلات الثنائية والثلاثية، بينما لم تظهر فروقات معنوية (*P=0.066 ns*) لأثر التداخل الكامل بين كافة العوامل (V × C × L × D).

الجدول 1. تحليل التباين العام وقيم أقل فرق معنوي LSD للعوامل المستقلة المدروسة لصفة ارتفاع نباتات الشعير المستنبت (سم)

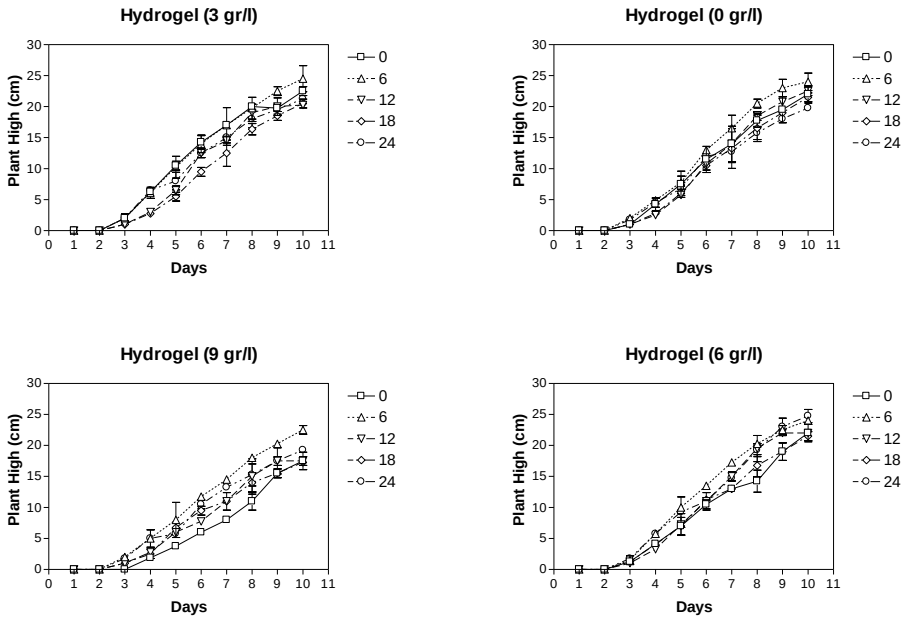
Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.	LSD 5%
V الأصناف	2	1782.394	891.197	1027.87	<.001	0.1293
C تراكيز الهيدروجيل	3	398.1829	132.7276	153.08	<.001	0.1493
L ساعات الإضاءة	4	577.4952	144.3738	166.51	<.001	0.1669
D الأيام	9	66813.69	7423.744	8562.24	<.001	0.2361
V.C	6	89.3509	14.8918	17.18	<.001	0.2586
V.L	8	1274.788	159.3485	183.79	<.001	0.2891
C.L	12	85.3942	7.1162	8.21	<.001	0.3339
V.D	18	628.7539	34.9308	40.29	<.001	0.4089
C.D	27	246.4564	9.128	10.53	<.001	0.4722
L.D	36	423.3036	11.7584	13.56	<.001	0.5279
V.C.L	24	204.292	8.5122	9.82	<.001	0.5783
V.C.D	54	129.7602	2.403	2.77	<.001	0.8178
V.L.D	72	769.9155	10.6933	12.33	<.001	0.9144
C.L.D	108	141.8017	1.313	1.51	0.001	1.0558
V.C.L.D	216	220.8485	1.0224	1.18	0.066	1.8287
Residual	599	519.3525	0.867			
Total	1199	74306.86			CV%	10.6

تظهر الأشكال (1، 2، 3) منحنيات تطور ارتفاع نباتات الشعير للأصناف المختلفة المدروسة بتأثير العوامل المستقلة، فمن خلال الشكل (1) الذي يظهر نتائج الصنف عربي أبيض محسن يتضح اختلاف منحنيات تطور ارتفاع النبات ضمن تراكيز الهيدروجيل وحسب ساعات الإضاءة ومع الزمن. فعند معاملة الشاهد (بدون هيدروجل) أو باستخدام التركيز (6 أو 9 غ/ل) لوحظ أن عدد ساعات الإضاءة 24 ساعة قد امتلكت أعلى منحنى لارتفاع النبات لا سيما بعد اليوم السادس من الزراعة وحتى نهاية التجربة، مع ملاحظة أن النباتات المعرضة للظلام المستمر قد لوحظ ارتفاع قيمها في اليوم العاشر بشكل واضح. أما عند استخدام الهيدروجيل بتركيز (3 غ/ل) فقد تميزت معاملتي الإضاءة المستمرة (24 ساعة) والظلام المستمر (بدون إضاءة) بأعلى منحنى لارتفاع النبات.

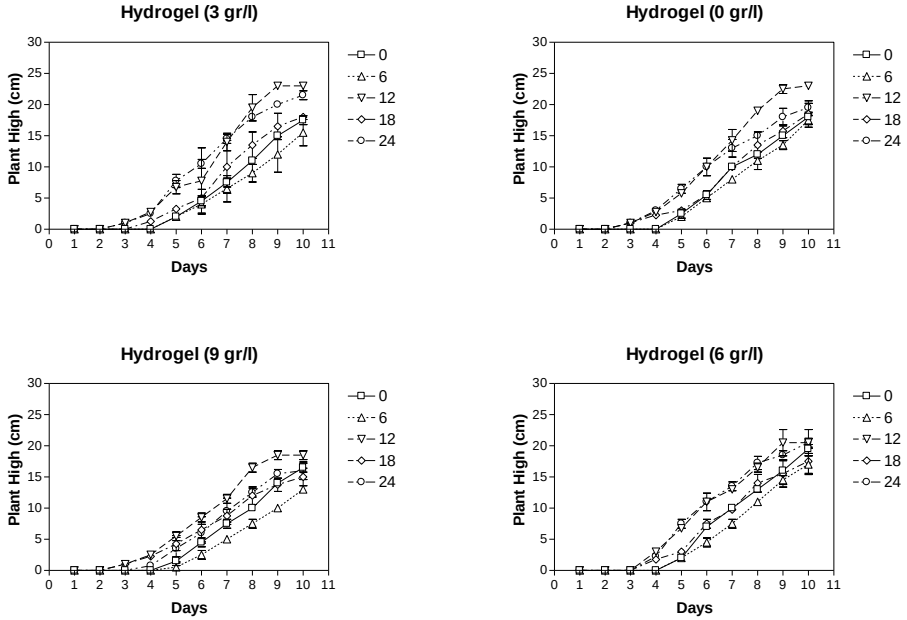


الشكل 1. ارتفاع نباتات (سم) الصنف عربي أبيض محسن بتأثير تراكيز الهيدروجيل وساعات الإضاءة مع الزمن

كانت استجابة الصنف فرات 3 مختلفة، إذ يبدو من الشكل (2) أن التعرض لست ساعات إضاءة قد أعطت أعلى منحنيات لارتفاع النبات وفي كافة تراكيز الهيدروجيل، بينما لوحظ أقل تطور لارتفاع النبات عند التعرض للظلام المستمر وبجود التراكيز (6 و9 غ/ل) من الهيدروجيل، وبخلاف الصنفين السابقين يلاحظ من الشكل (3) أن منحنيات تطور ارتفاع النبات للصنف عربي أسود كانت أعلى عند التعرض لـ 12 ساعة إضاءة، بينما التعرض لست ساعات إضاءة قد أعطت أقل منحنيات وبكافة تراكيز الهيدروجيل. تشير هذه النتائج إلى الاختلافات الوراثية العائدة للأصناف المتباينة في استجابتها لساعات الإضاءة.



الشكل 2. ارتفاع نباتات (سم) الصنف فرات 3 بتأثير تراكيز الهيدروجيل وساعات الإضاءة مع الزمن



الشكل 3. ارتفاع نباتات (سم) الصنف عربي أسود بتأثير تراكيز الهيدروجيل وساعات الإضاءة مع الزمن

ارتفاع النبات (سم) في نهاية فترة الاستنبات

أظهرت نتائج تحليل ارتفاع النبات في نهاية التجربة وجود فروقات عالية المعنوية (*P<0.001****) بين مستويات العوامل المستقلة الرئيسة: الأصناف (V)، وتراكيز الهيدروجيل (C)، وساعات الإضاءة (L)، وكذلك للأثر المشترك الثنائي (L × V وC × V)، والثلاثي (L × C × V)، بينما لم تظهر فروقات معنوية (*P=0.156 ns*) للأثر الثنائي (L × C) (الجدول 2).

لوحظ أقل متوسط لارتفاع النبات لدى الصنف عربي أسود (18.3 ± 2.68 سم) وبفارق معنوي عن كل من فرات 3 (21.4 سم) وعربي أبيض محسن (21.7 سم) اللذان لم يلاحظ وجود فروقات معنوية بينهما. أما لدى مقارنة مستويات الهيدروجيل فقد لوحظ أن أعلى متوسط لارتفاع النبات عند إضافة الهيدروجيل بمعدل (6 غ/ل) إذ بلغ (21.5 سم)، انخفض بفارق معنوي (20.7 و18.5 سم) لكل من معاملتي الشاهد، وإضافة الهيدروجيل بتركيز 9 غ/ل، على التوالي. كما لوحظ تفوق كافة المعاملات على التركيز الأعلى للهيدروجل.

تباين تأثير ساعات الإضاءة في صفة ارتفاع النبات إذ لوحظ أعلى متوسط (21.5 ± 2.73 سم) لدى ساعات الإضاءة المستمرة (24 ساعة) وبفروق معنوية عن معظم المعاملات الأخرى باستثناء الظلام المستمر، التي أتت في المرتبة الثانية بمتوسط ارتفاع النبات بلغ (21.1 ± 3.14 سم) ومعاملة 12 ساعة إضاءة التي بلغ متوسط ارتفاع النبات فيها (20.9 ± 1.96 سم) حيث تفوقت المعاملتان السابقتان على المعاملتين 6 و18 ساعة إضاءة اللتان بلغ متوسط ارتفاع النبات فيهما على الترتيب (20 ± 3.65، و18.7 ± 2.08 سم) 8.7 حيث ظهر تفوق كافة المعاملات على المعاملة 18 ساعة إضاءة التي أعطت أقل متوسط لارتفاع النباتات في نهاية التجربة (الجدول 2).

الجدول 2. متوسط ارتفاع نباتات الشعير المستنبت (سم) في اليوم العاشر تحت تأثير العوامل المدروسة

الأصناف	ساعات الإضاءة	تراكيز الهيدروجيل				المتوسط
		0	3	6	9	
عربي أبيض محسن	0	23 ± 0	25 ± 0	25.5 ± 0.71	24 ± 0	**24.4 ± 1.06**
	6	20.3 ± 0.35	21.5 ± 0.71	19.8 ± 0.35	20.5 ± 0	**20.5 ± 0.76**
	12	19.5 ± 0.71	22 ± 0	23 ± 0	19.3 ± 0.35	**20.9 ± 1.74**
	18	17.5 ± 0.71	19 ± 0	20.5 ± 0.71	17.5 ± 0.71	**18.6 ± 1.41**
	24	24.5 ± 0.71	23.8 ± 1.06	24.5 ± 2.12	23.3 ± 0.35	**24 ± 1.1**
	المتوسط	**21 ± 2.67**	**22.3 ± 2.2**	**22.7 ± 2.47**	**20.9 ± 2.58**	**21.7 ± 2.52**
فرات 3	0	22 ± 1.41	22.5 ± 0.71	22 ± 1.41	17.5 ± 1.41	**21 ± 2.38**
	6	24 ± 1.41	24.5 ± 2.12	24 ± 0	22.5 ± 0.71	**23.8 ± 1.28**
	12	22.5 ± 0.71	20.3 ± 0.35	22 ± 0	17.5 ± 0.71	**20.6 ± 2.13**
	18	21.5 ± 0.71	20.5 ± 0.71	21.5 ± 0.71	17.3 ± 0.35	**20.2 ± 1.93**
	24	19.8 ± 0.35	21.3 ± 0.35	24.8 ± 1.06	19.3 ± 0.35	**21.3 ± 2.35**
	المتوسط	**22 ± 1.64**	**21.8 ± 1.83**	**22.9 ± 1.49**	**18.8 ± 2.18**	**21.4 ± 2.32**
عربي أسود	0	18 ± 0	17.5 ± 0.71	19.5 ± 0.71	16.5 ± 0.71	**17.9 ± 1.25**
	6	17.5 ± 0.71	15.5 ± 2.12	17 ± 1.41	13 ± 0	**15.8 ± 2.12**
	12	23 ± 0	23 ± 0	20.5 ± 2.12	18.5 ± 0.71	**21.3 ± 2.19**
	18	18.5 ± 2.12	18 ± 0	17.5 ± 2.12	15 ± 1.41	**17.3 ± 1.91**
	24	19.5 ± 0.71	21.5 ± 0.71	20.5 ± 0.71	16 ± 1.41	**19.4 ± 2.33**
	المتوسط	**19.3 ± 2.21**	**19.1 ± 3**	**19 ± 1.94**	**15.8 ± 2.04**	**18.3 ± 2.68**
متوسط الأصناف	0	21 ± 2.45	21.7 ± 3.44	22.3 ± 2.8	19.3 ± 3.71	**21.1 ± 3.14**
	6	20.6 ± 3.01	20.5 ± 4.32	20.3 ± 3.22	18.7 ± 4.49	**20 ± 3.65**
	12	21.7 ± 1.75	21.8 ± 1.25	21.8 ± 1.47	18.4 ± 0.92	**20.9 ± 1.96**
	18	19.2 ± 2.14	19.2 ± 1.17	19.8 ± 2.14	16.6 ± 1.43	**18.7 ± 2.08**
	24	21.3 ± 2.56	22.2 ± 1.37	23.3 ± 2.4	19.5 ± 3.32	**21.5 ± 2.73**
	المتوسط	**20.7 ± 2.41**	**21.1 ± 2.71**	**21.5 ± 2.65**	**18.5 ± 3.06**	**20.4 ± 2.92**

العوامل المدروسة		Fpr.	LSD5%	CV%
V	أصناف	**<.001*** **	**0.434**	**4.7**
C	تراكيز هيدروجيل	**<.001*** **	**0.501**	
L	ساعات إضاءة	**<.001*** **	**0.56**	
	V*C	**<.001*** **	**0.867**	
	V*L	**<.001*** **	**0.969**	
	C*L	**0.156ns**	**1.119**	
	V*C*L	**<.001*** **	**1.939**	

ns: غير معنوي. ***: معنوي عند مستوى 0.1% على التوالي.

الوزن الرطب (غ) طيلة فترة الاستنبات

يوضح الجدول (3) نتائج تحليل التباين لصفة الوزن الرطب لنباتات الشعير المستنبت، إذ يلاحظ وجود فروقات عالية المعنوية (*P<0.001****) بين مستويات العوامل المستقلة الرئيسة: الأصناف (V)، وتراكيز الهيدروجيل (C)، وساعات الإضاءة (L)، والأيام (D)، وكذلك لجميع التداخلات الثنائية ولأغلب التداخلات الثلاثية، بينما لم تظهر فروقات معنوية (*P=0.066 ns*) لأثر التداخل الكامل بين كافة العوامل (D × L × C × V) والتداخل الثلاثي (D × L × C).

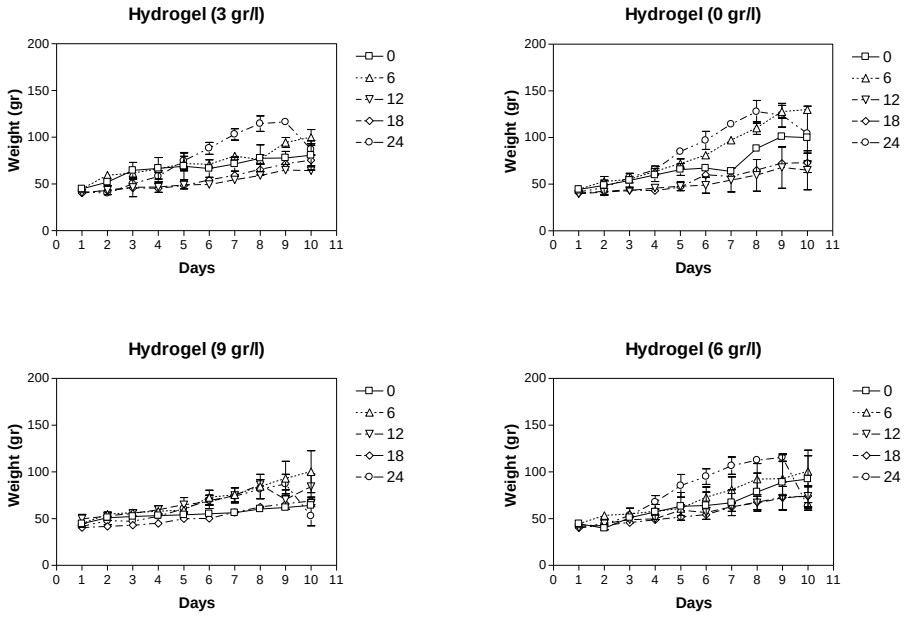
الجدول 3. تحليل التباين العام وقيم أقل فرق معنوي LSD للعوامل المستقلة المدروسة لصفة الوزن الرطب للشعير المستنبت (غ)

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.	LSD 5%
V الأصناف	2	20639.79	10319.9	149.59	<0.001***	1.153
C تراكيز الهيدروجيل	3	18512.8	6170.93	89.45	<0.001***	1.332
L ساعات الإضاءة	4	26261.08	6565.27	95.16	<0.001***	1.489
D الأيام	9	398258.3	44250.92	641.42	<0.001***	2.106
V.C	6	3742.32	623.72	9.04	<0.001***	2.307
V.L	8	31829.41	3978.68	57.67	<0.001***	2.579
C.L	12	6641.24	553.44	8.02	<0.001***	2.978
V.D	18	15818.84	878.82	12.74	<0.001***	3.648
C.D	27	19489.72	721.84	10.46	<0.001***	4.212
L.D	36	15457.32	429.37	6.22	<0.001***	4.709
V.C.L	24	11462.48	477.6	6.92	<0.001***	5.158
V.C.D	54	5132.61	95.05	1.38	0.043*	7.295
V.L.D	72	32360.18	449.45	6.51	<0.001***	8.156
C.L.D	108	5831.73	54	0.78	0.942ns	9.418
V.C.L.D	216	8307.4	38.46	0.56	1.0ns	16.312
Residual	599	41324.54	68.99			
Total	1199	662283.9			CV%	12.2

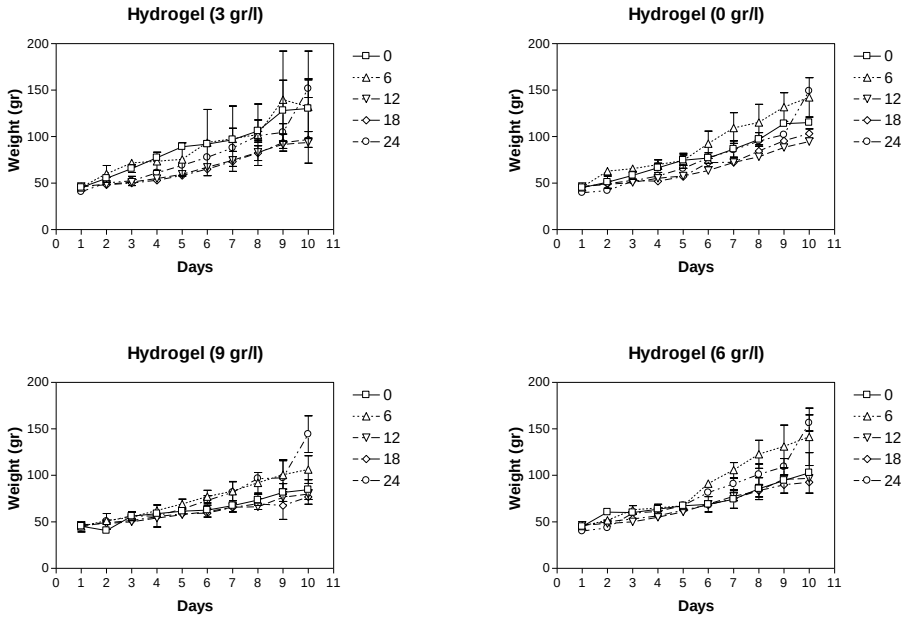
ns: غير معنوي. *، ***: معنوي عند مستوى 5، 0.1% على التوالي.

توضح الأشكال (4، 5، 6) منحنيات تطور الوزن الرطب لنباتات الشعير للأصناف المدروسة بتأثير العوامل المستقلة، فمن خلال الشكل (4) الذي يظهر نتائج الصنف عربي أبيض محسن يتضح اختلاف منحنيات تطور وزن النبات الرطب ضمن تراكيز الهيدروجيل وحسب ساعات الإضاءة ومع الزمن. فقد لوحظ أن التعرض المستمر للإضاءة (24 ساعة) يعطي أعلى معدل للأوزان حتى اليوم الثامن ثم يلاحظ انخفاض في الوزن الرطب لمعظم تراكيز الهيدروجيل المستخدمة بينما يلاحظ ارتفاع تدريجي مستمر في الوزن الرطب عند التعرض لساعات اضاءة مختلفة حتى نهاية التجربة، مع وجود تمايز واضح في منحنيات تراكم الوزن الرطب عند عدم إضافة الهيدروجيل، بينما تشابهت المنحنيات باستخدام التركيزين 3 و6 غ/ت من الهيدروجيل، في حين أن التركيز الأعلى للهيدروجل (9 غ/ل) لم تتباين فيه منحنيات الوزن الرطب وتقاربت كثيراً فيما بينها عند التعرض لساعات الإضاءة المختلفة. من ناحية أخرى لوحظ عند التعرض لـ 12 ساعة إضاءة أقل منحنى لتزايد الوزن الرطب وذلك

عند استخدام تراكيز الهيدروجيل (0، 3، 6 غ/ل). مع ملاحظة أن منحنى النباتات المعرضة للظلام المستمر كانت بمنتصف المنحنيات الأخرى عند التراكيز الثلاثة السابقة، في حين انخفض المنحنى عند التركيز 9 غ/ل ليصبح الأقل من بينا معاملات الإضاءة. لا سيما بعد اليوم السابع.



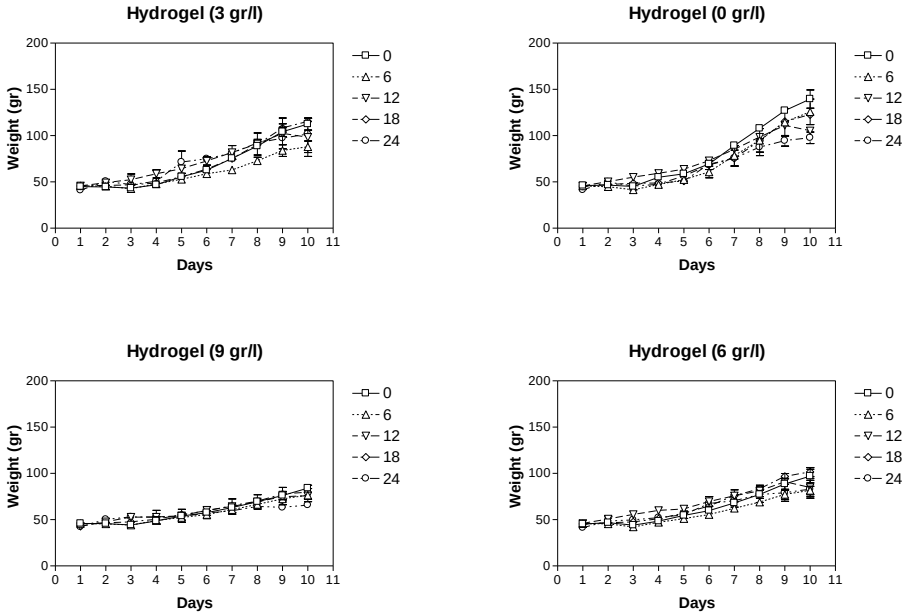
الشكل 4. الوزن الرطب (غ) لنباتات الصنف عربي أبيض محسن بتأثير تراكيز الهيدروجيل وساعات الإضاءة مع الزمن



الشكل 5. الوزن الرطب (غ) لنباتات الصنف فرات 3 بتأثير تراكيز الهيدروجيل وساعات الإضاءة مع الزمن

كانت استجابة الصنف فرات 3 مختلفة، إذ يبدو من الشكل 5 أن التعرض لست ساعات إضاءة قد أعطت أعلى منحنيات للوزن الرطب وفي كافة تراكيز الهيدروجيل مع ارتفاع قيم الانحراف المعياري في التركيز 3 غ/ل، بينما لوحظ أقل تطور للوزن الرطب عند التعرض لـ 12 ساعة إضاءة أو للظلام المستمر وبجود التراكيز (6 و9 غ/ل) من الهيدروجيل.

وبخلاف الصنفين السابقين يلاحظ من الشكل 6 أن منحنيات تطور وزن النبات الرطب للصنف عربي أسود كانت متقاربة جداً في كافة التراكيز، مع تمييز أعلى منحنى بفارق بسيط عند الظلام المستمر، تشير هذه النتائج إلى الاختلافات الوراثية العائدة للأصناف المتباينة في استجابتها لساعات الإضاءة.



الشكل 6. الوزن الرطب (غ) لنباتات الصنف عربي أسود بتأثير تراكيز الهيدروجيل وساعات الإضاءة مع الزمن

وزن النبات الرطب (غ) في نهاية فترة الاستنبات

تؤكد النتائج الواردة في الجدول 4 وجود فروقات عالية المعنوية (*P<0.001****) لصفة الوزن الرطب لنباتات الشعير في اليوم العاشر من الاستنبات بين مستويات العوامل المستقلة الرئيسة: الأصناف (V)، وتراكيز الهيدروجيل (C)، وساعات الإضاءة (L)، وكذلك للأثر المشترك الثنائي (L × V)، بينما كانت الفروق معنوية (*P<0.05**) للأثر الثنائي (C × V)، بينما لم تظهر فروقات معنوية للأثر الثلاثي وكذلك للأثر الثنائي (L × C) (الجدول 4).

تفوق الصنف فرات 3 (29.37 ± 114.6 غ) على كل من الصنفين عربي أسود (19.76 ± 96.8 غ) وعربي أبيض محسن (21.23 ± 82.7 غ)، كما لوحظ تفوق الصنف عربي أسود على الصنف عربي أبيض محسن الذي سجل أقل متوسط للوزن الرطب في نهاية التجربة.

لوحظ أعلى متوسط للوزن الرطب لنباتات الشعير (25.4 ± 111.2 غ) عند عدم إضافة الهيدروجيل، وانخفض بفارق معنوي إلى (26.84 ± 101.8، 26.22 ± 96.2، 22.53 ± 83 غ) لدى إضافة الهيدروجيل بتراكيز 3، 6، 9 غ/ل على التوالي، مع وجود تفوق معنوي للوزن الرطب لكل من التركيزين 3 و6 غ/ل مقارنة بالتركيز 9 غ/ل الذي سجل أقل متوسط للوزن الرطب للنبات. مما يؤكد أهمية تحديد التركيز الأنسب للهيدروجيل المستخدم للحصول على الوزن الأمثل.

الجدول 4. متوسط الوزن الرطب (غ) لنباتات الشعير المستنبت في اليوم العاشر تحت تأثير العوامل المدروسة

الأصناف	ساعات الإضاءة	تراكيز الهيدروجيل				المتوسط
		0	3	6	9	
عربي أبيض محسن	0	99.9 ± 0.57	80.8 ± 15.78	92.5 ± 30.98	64.2 ± 1.45	**84.3 ± 19.5**
	6	130 ± 2.96	99.9 ± 8.32	100.7 ± 16.62	100.3 ± 22.4	**107.7 ± 17.65**
	12	65 ± 20.96	64.2 ± 2.35	74.1 ± 11.24	84.2 ± 13.34	**71.9 ± 13.49**
	18	73 ± 10.4	75.4 ± 5.98	74.2 ± 0.11	69.1 ± 4.06	**72.9 ± 5.42**
	24	104.3 ± 29.4	86.9 ± 6.39	63.2 ± 4.01	53 ± 10.51	**76.8 ± 24.64**
	المتوسط	**94.4 ± 27.6**	**81.4 ± 14.17**	**80.9 ± 18.96**	**74.2 ± 19.77**	**82.7 ± 21.23**
فرات 3	0	115.1 ± 3.36	130.3 ± 31.96	102.7 ± 21.64	84.8 ± 10.61	**108.2 ± 23.42**
	6	142.3 ± 21.2	131.9 ± 60.25	141.5 ± 30.95	106.3 ± 14.86	**130.5 ± 31.52**
	12	94.7 ± 0.94	93.7 ± 3.85	96.7 ± 0.45	80 ± 1.38	**91.3 ± 7.23**
	18	103.3 ± 5.07	97 ± 8.4	92.7 ± 1.05	76.9 ± 7.73	**92.4 ± 11.45**
	24	149.1 ± 1.45	151.6 ± 9.48	156.5 ± 8.7	144.3 ± 19.72	**150.4 ± 10.07**
	المتوسط	**120.9 ± 23.69**	**120.9 ± 32.93**	**118 ± 30.22**	**98.4 ± 28.08**	**114.6 ± 29.37**
عربي أسود	0	139.6 ± 9.79	112.6 ± 6.53	97.1 ± 7.38	84.1 ± 1.55	**108.3 ± 22.7**
	6	125.7 ± 13.82	88 ± 6.31	81.5 ± 4.62	76.5 ± 7.12	**92.9 ± 21.72**
	12	105.3 ± 0.71	98.2 ± 20.54	84.8 ± 10.01	75.8 ± 3.26	**91 ± 15.06**
	18	122.7 ± 2.49	115.4 ± 3.56	101.6 ± 4.8	79.7 ± 7.56	**104.8 ± 17.89**
	24	97.7 ± 6.29	101.8 ± 1.75	82.9 ± 9.68	65.7 ± 2.49	**87 ± 15.81**
	المتوسط	**118.2 ± 16.91**	**103.2 ± 12.96**	**89.6 ± 10.33**	**76.3 ± 7.43**	**96.8 ± 19.76**
متوسط الأصناف	0	118.2 ± 18.49	107.9 ± 27.69	97.4 ± 17.82	77.7 ± 11.51	**100.3 ± 23.93**
	6	132.7 ± 13.74	106.6 ± 34.06	107.9 ± 31.65	94.3 ± 18.8	**110.4 ± 28.1**
	12	88.3 ± 20.9	85.4 ± 19	85.2 ± 12.16	80 ± 7.23	**84.7 ± 15.05**
	18	99.6 ± 23.02	95.9 ± 18.54	89.5 ± 12.68	75.2 ± 7.13	**90.1 ± 18.06**
	24	117 ± 28.4	113.4 ± 30.76	100.9 ± 44.37	87.7 ± 45.37	**104.7 ± 37.36**
	المتوسط	**111.2 ± 25.4**	**101.8 ± 26.84**	**96.2 ± 26.22**	**83 ± 22.53**	**98 ± 27**

العوامل المدروسة		Fpr.	LSD5%	CV%
V	أصناف	<.001***	6.44	14.7
C	تراكيز هيدروجيل	<.001***	7.43	
L	ساعات إضاءة	<.001***	8.31	
V*C		0.047*	12.87	
V*L		<.001***	14.39	
C*L		0.298ns	16.62	
V*C*L		0.567ns	28.78	

ns: غير معنوي. *، ***: معنوي عند مستوى 5، 0.1% على التوالي.

كان تأثير ساعات الإضاءة متباينًا إذ لوحظ أعلى متوسط للوزن الرطب (28.1 ± 110.4، 37.36 ± 104.7 غ) لكل من ساعات الإضاءة 6 و24 على التوالي دون وجود فروقات معنوية بينهما، إلا أن التعرض لـ 6 ساعات إضاءة قد أظهر تفوقًا على عدد ساعات الإضاءة 0، 12، 18، بينما تفوقت معاملتا التعرض للضوء المستمر (24 ساعة) والتعرض للظلام المستمر التي بلغ متوسط الوزن الرطب لنباتاتها (23.93 ± 100.3 غ) على معاملتي 12 و18 ساعة إضاءة، التي بلغ متوسط الوزن الرطب لنباتاتها (15.05 ± 84.7، 18.06 ± 90.1 غ) على التوالي، ودون تسجيل فروقات معنوية فيما بينهما (الجدول 4).

وزن النبات الجاف (غ) في نهاية فترة الاستنبات

تخالفت نتائج الوزن الجاف مع نتائج الوزن الرطب إذ حقق الصنف عربي أسود أعلى متوسط للوزن الجاف (5.21 ± 20.8 غ)، تلاه الصنف عربي أبيض محسن بمتوسط وزن جاف للنبات بلغ (5 ± 19.4 غ)، بينما جاء الصنف فرات 3 أخيرًا بمتوسط وزن جاف بلغ (4.41 ± 17.6 غ) مع العلم أنه كان الأعلى في الوزن الرطب. حيث لوحظ تفوق الصنفين عربي أسود وعربي أبيض محسن على الصنف فرات 3 دون وجود فروقات معنوية بينهما.

أما لدى مقارنة مستويات الهيدروجيل فقد جاءت النتائج مخالفة أيضًا لنتائج الوزن الرطب، فقد تفوقت كافة مستويات إضافة الهيدروجيل على الشاهد (بدون إضافة)، بدورها ارتفع متوسط الوزن الجاف لنباتات الشعير معنوياً مع كل زيادة لمستوى إضافة الهيدروجيل، فتفوق المستوى 9 غ/ل على جميع المستويات تلاه المستوى 6 غ/ل فالمستوى 3 غ/ل، حيث يلاحظ من الجدول 5 أن متوسط الوزن الجاف في معاملات الهيدروجيل بلغ: (3.83 ± 15.3 غ) عند عدم إضافة الهيدروجيل، و(3.93 ± 18.2، 4.13 ± 19.7، 4.06 ± 23.9 غ) عند إضافته بمعدل 3، 6، 9 غ/ل على التوالي. تشير هذه النتائج إلى أهمية زيادة تركيز الهيدروجيل للحصول على أعلى وزن للمادة الجافة.

وبمقارنة ساعات الإضاءة لوحظ أن التعرض لـــ 12 ساعة إضاءة قد حققت أعلى متوسط للوزن الجاف لنباتات الشـــعير المســـتنبت بعد 10 أيام من بداية التجربة فبلغ (3.97 ± 22.2 غ) حيث تفوقت هذه المعاملة على جميع المعاملات الأخرى، تلتها معاملة التعرض لعدد 18 ساعة من الإضاءة بمتوسط وزن جاف بلغ (4.2 ± 20.6 غ)، التي تفوقت بدورها على المعاملات المتبقية، كما تفوقت معاملة التعرض المســـتمر للإضـــاءة (4.35 ± 19.1 غ) على كل من معاملتي الظلام المســـتمر والتعرض لـــــ 6 ســـاعات إضـــاءة التي لم يلاحظ فيما بينهما أية فروقات معنوية وحققا أقل متوســـط للوزن الجاف بلغ (4.52 ± 17.3، 6.23 ± 17.2 غ) لكل منهما على التوالي (الجدول 5). تشـابهت هذه النتائج مع ما وجده (Al-Zubadie and Al-Naqeeb, 2015).

الجدول 5. متوسط الوزن الجاف (غ) لنباتات الشعير المستنبت في اليوم العاشر تحت تأثير العوامل المدروسة

الأصناف	ساعات الإضاءة	تراكيز الهيدروجيل				المتوسط
		0	3	6	9	
عربي أبيض محسن	0	12.3 ± 1.39	16.6 ± 1.36	14.1 ± 3.08	22 ± 0.4	**16.2 ± 4.14**
	6	11.8 ± 0.01	15.7 ± 0.88	16.7 ± 2.63	16.8 ± 4.7	**15.2 ± 3**
	12	20.7 ± 10.19	26.3 ± 2.33	24 ± 3.65	25.6 ± 1.97	**24.1 ± 4.84**
	18	22.6 ± 1.76	22.2 ± 1.8	23.2 ± 0.64	25.3 ± 0.22	**23.3 ± 1.61**
	24	13.8 ± 0.33	17.9 ± 0.33	18.8 ± 0.33	22.7 ± 0.32	**18.3 ± 3.42**
	المتوسط	**16.2 ± 5.88**	**19.7 ± 4.31**	**19.3 ± 4.38**	**22.5 ± 3.76**	**19.4 ± 5**
فرات 3	0	14.3 ± 1.16	13 ± 3.15	17.1 ± 4.39	22.3 ± 3.23	**16.7 ± 4.52**
	6	10.5 ± 1.01	12.8 ± 6.41	11.9 ± 3.13	16.6 ± 2.88	**13 ± 3.79**
	12	18.7 ± 0.81	19.6 ± 0.71	19.3 ± 0.09	24.2 ± 0.62	**20.5 ± 2.4**
	18	16 ± 1.2	18.4 ± 1.48	21 ± 0.06	25.8 ± 2.98	**20.3 ± 4.12**
	24	14.4 ± 0.32	16.1 ± 0.32	18.1 ± 0.33	21.3 ± 0.32	**17.5 ± 2.78**
	المتوسط	**14.8 ± 2.89**	**16 ± 3.8**	**17.5 ± 3.7**	**22 ± 3.75**	**17.6 ± 4.41**
عربي أسود	0	13.4 ± 0.64	16.5 ± 0.2	20.6 ± 2.29	25.4 ± 1.41	**19 ± 4.95**
	6	15.6 ± 1.44	22.7 ± 1.05	25.6 ± 0.62	30.3 ± 0.97	**23.5 ± 5.76**
	12	17.5 ± 0.16	20 ± 2.93	24.5 ± 2.14	25.6 ± 2	**21.9 ± 3.85**
	18	13.5 ± 1.05	15.7 ± 0.86	18.3 ± 0.69	24.9 ± 3.31	**18.1 ± 4.79**
	24	14.6 ± 0.32	19 ± 0.32	22.8 ± 0.33	29.3 ± 0.33	**21.4 ± 5.74**
	المتوسط	**14.9 ± 1.73**	**18.8 ± 2.87**	**22.3 ± 2.99**	**27.1 ± 2.74**	**20.8 ± 5.21**
متوسط الأصناف	0	13.3 ± 1.25	15.4 ± 2.4	17.3 ± 3.92	23.2 ± 2.33	**17.3 ± 4.52**
	6	12.6 ± 2.48	17.1 ± 5.41	18.1 ± 6.47	21.2 ± 7.47	**17.2 ± 6.23**
	12	19 ± 4.8	22 ± 3.74	22.6 ± 3.17	25.1 ± 1.47	**22.2 ± 3.97**
	18	17.3 ± 4.33	18.8 ± 3.12	20.8 ± 2.23	25.3 ± 2.03	**20.6 ± 4.2**
	24	14.3 ± 0.48	17.6 ± 1.36	19.9 ± 2.25	24.4 ± 3.8	**19.1 ± 4.35**
	المتوسط	**15.3 ± 3.83**	**18.2 ± 3.93**	**19.7 ± 4.13**	**23.9 ± 4.06**	**19.3 ± 5.02**
العوامل المدروسة		**Fpr.**		**LSD5%**		**CV%**
V	أصناف	**<.001*** **		**0.999**		**11.6**
C	تراكيز هيدروجيل	**<.001*** **		**1.154**		
L	ساعات إضاءة	**<.001*** **		**1.29**		
	V*C	**<.001*** **		**1.999**		
	V*L	**<.001*** **		**2.235**		
	C*L	**0.358ns**		**2.58**		
	V*C*L	**0.768ns**		**4.469**		

ns: غير معنوي. ***: معنوي عند مستوى 0.1% على التوالي.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- تباينت مستويات العوامل المدروسة معنويًّا فيما بينها.
- تميزت بادرات الصنف عربي أسود بأعلى متوسط لصفة ارتفاع النبات تلاه فرات3 ثم عربي أبيض محسن. بينما امتلك بادرات الصنف فرات3 بأعلى متوسط لصفة الوزن الرطب تلاه عربي أبيض محسن ثم عربي أسود.
- تخالفت نتائج الوزن الجاف مع الوزن الرطب فكان عربي أسود -عربي أبيض محسن - فرات 3.
- لوحظ أعلى متوسط لارتفاع النبات (21.5 سم) عند إضافة الهيدروجيل بمعدل (6 غ/ل).
- تفوقت كافة مستويات إضافة الهيدروجيل على الشاهد (بدون إضافة) لمتوسط الوزن الجاف اذ بلغ: (15.3 غ) عند عدم إضافة الهيدروجيل، و(18.2، 19.7، 23.9 غ) عند إضافته بمعدل 3، 6، 9 غ/ل على التوالي
- من الممكن الاكتفاء بساعات إضاءة بين (12-18) ساعة حيث لوحظ عدم وجود اللون الأخضر لساعات إضاءة صفر وأخضر مصفر من أجل إضاءة 3 ساعات.

التوصيات

- استخدام الطاقة الشمسية لتأمين الإنارة مما يساهم بتخفيض استهلاك الطاقة وفقًا للظروف البيئية.
- تسليط الضوء على استخدام الهيدروجيل الزراعي لما له من آثار إيجابية.
- دراسة أطياف إضاءة لونية وتأثيرها على كفاءة الاستنبات.
- دراسة استنبات أنواع أخرى من النجيليات والبقوليات العلفية.
- متابعة دراسة أثر إضافة الهيدروجيل بمعدل 3 غ/ل لمراحل نمو متقدمة بحيث يجري الحصول على علف أخضر بأفضل الطرق

المراجع

- Abdel-Wareth, A.A.A.; E.M.H. Mohamed; H.A. Hasan; A. Eldeek and J. Lohakare. 2023. Effect of substituting hydroponic barley forage with or without enzymes on performance of growing rabbits. Scientific Reports, 13, 943 https://doi.org/10.1038/s41598-023-27911-x.
- Abobatta, W.F. 2019. Hydrogel Polymer: A New Tool for Improving Agricultural Production. Academ. J. Polym. Sci.; 3(2): 0038 555609.
- Adamu, B., S. Abdullahi, S. G. Saidu, Yustus Sunday Francis. 2023. Effects of environment on growing hydroponics maize fodder using low-cost greenhouse cultivating unit for livestock production. International journal of scientific research, 10(05):71-72, ISSN No. 2277 - 8179 | DOI: 10.36106/ijsr.

- Adrienn, S.; T.L. Ikromovich; S. Oybek; R. Toshpulot and L. Ferenc. 2023. Possibilities of hydroponic cereal production in uzbek agriculture. RJOAS: Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, ISSN 2226-1184, 2(134). DOI: 10.18551/rjoas.2023-02.16.
- Afzalinia, S., and A. Karimi. 2020. Barley Cultivars and Seed Rates Effects on Energy and Water Productivity of Green Fodder Production under Hydroponic Condition. Indian Journal of Agricultural Research, Volume 54 Issue 6: 792-796
- Akhter, J., Mahmoud, K., Malik, K.A., Mardan, A., Ahmad, A., Iqbal, A.A. 2004. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and checkpea. Plant and Environ., 50:463-469.
- Al- Zubadie R.SH. and M.A. AL-Naqeeb. 2015.Effect of Daily Light Period on Barley Yield and Oat Green Fodder Under Hydroponic System. Euphrates Journal of Agricultural Science.Volume 7, Issue Issue 1: 167-174.1167-174.
- Bekuma, A. 2019. Nutritional benefit and economic value of hydroponics fodder production technology in sustainable livestock production against climate change- A mini-review. Advances in Applied Sciences. 4(1): 23-25.
- Caló, E., Khutoryanskiy, V.V. 2015. Biomedical applications of hydrogels: A review of patents and commercial products. Eur. Polym. J. 65: 252-267.
- Das, D., & Ghosh, A. 2017. Recent advances in hydrogels and their biomedical applications: Special emphasis on mucin-based hydrogels. Biomaterials Science, 5(10):1907-1931. doi: 10.1016/j.eurpolymj.2014.11.024
- El-Deeba, M.M., M.N. El-Awady, M.M. Hegazi, F.A. Abdel-Azeem and M.M. El-Bourdiny. 2009.Engineering factors affecting hydroponics grass- fodder production. The 16th. Annual Conference of the Misr. Society of Ag. Eng., 25 July, 2009: 1647-1666.
- Fertahi S., Ilsouk M., Zeroual Y., Oukarroum A., Barakat A. 2021. Recent trends in organic coating based on biopolymers and biomass for controlled and slow release fertilizers. Journal of Controlled Release. 330:341-61.
- Gulrez S.K., Phillips G.O., Al-Assaf S. 2011. Hydrogels: methods of preparation, characterisation and applications. INTECH Open Access Publisher.
- Huang, Y., L. Yu, L. Jiang, X. Shi, H. Qin. 2022. 3d printing of hydrogel-based seed planter for in-space seed nursery. Manuf. Lett. 33, 103-108. doi: 10.1016/j.mfglet.2022.07.045
- Huang, Y., Y. Chang, Z. Ni, and L. Wang. 2024. Environmental parameters factors exploration on lettuce seed germination with hydrogel. Front. Plant Sci. 15:1308553.

- Kasal, Y.G.; S. Bhowmik; P.P. Shete and P.A. Dahiphale. 2020. Effect of irrigation scheduling, mulching and hydrogel on maize crop. European Journal of Molecular & Clinical Medicine, 7(7):2638-2645
- Kumar, R.; S. Yadav; V. Singh; M. Kumar and M. Kumar. 2020. Hydrogel and its effect on soil moisture status and plant growth: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. and Phytochemistry, 9(3):1746-1753.
- Marulanda, A., *et al*. 2019. Effects of hydrogel amendment on soil water retention and maize growth under different irrigation regimes. Agronomy, 9(4): 206.
- Mekonnen, G. and G. Efrem. 2020. A Promising Technology for Optimization of Nutrients and Water in Agricultural and Forest 0107 Ecosystems. Int J Environ Sci Nat Res. 23(4):106-111. 556116. DOI: 10.19080/IJESNR.2020.23.556116.
- Ortiz, L.T.; S. Velasco; J. Trevi; B. Jim´enez and A. Rebol´e. 2021. Changes in the Nutrient Composition of Barley Grain (*Hordeum vulgare* L.) and of Morphological Fractions of Sprouts, Hindawi Scientifica Volume 2021, Article ID 9968864, 7 pages.

N° Ref: 1180