تأثير الأشعة فوق البنفسجية والميكروية في بعض مؤشرات الإنبات البذري لنبات الشعير (*Hordeum vulgare* L.)

فاطمة الزهراء عنجريني[1] و عماد الدين الخلف [1] و نجوى مسلماني[1]

[1] قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة حلب، سورية.

(*للمراسلة: فاطمة عنجريني، البريد الإلكتروني: fatimaenj92@gmail.com، هاتف: 0966304282)

تاريخ الاستلام: 12/ 1/ 2026 **تاريخ القبول:** 31/ 3/ 2026

الملخّص

تُعد مرحلة الإنبات البذري من أكثر المراحل حساسية في دورة حياة النبات، إذ تحدد نجاح البادرات ونموها اللاحق وتنعكس بشكل مباشر على الإنتاجية. يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير المعاملات الفيزيائية ومنها الأشعة فوق البنفسجية (UV-C)، والأشعة الميكروية على مؤشرات إنبات بذور الشعير (Hordeum vulgare L.) وذلك بهدف استكشاف بدائل غير كيميائية صديقة للبيئة لتحسين حيوية البذور. أُجريت التجربة في مختبر أبحاث البيئة النباتية والتلوث، قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة حلب، باستخدام بذور صنف العربي الأبيض، تم تطبيق ثلاث طرق للمعاملة لكل من الإشعاعين حيث عولجت البذور بالتعرض المباشر للإشعاع أو بالسقاية أو النقع في ماء معالج إشعاعيًا لنوعي الأشعة، فوق البنفسجية بطول موجة 254 نانومتر وبفترات زمنية (15–30–60–10) دقيقة والأشعة الميكروية بتردد 2450 ميغاهرتز وبفترات زمنية (5–10–20–30–60) ثانية. تم تقييم مؤشرات نسبة الإنبات البذري، معدل الإنبات، وزمن الإنبات الوسطي بعد سبعة أيام. أظهرت المعاملات بالأشعة فوق البنفسجية تحسنًا معنويًا في الصفات المدروسة، إذ بلغت أعلى نسبة إنبات 99% وأعلى معدل إنبات 14 بذرة/يوم عند نقع البذور في ماء معالج لمدة 120 دقيقة، مع انخفاض زمن الإنبات الوسطي إلى 1.6 يوم مقارنة بـ 2.1 يوم في معاملة الشاهد. في المقابل، كان للأشعة الميكروية تأثير سلبي عند التعريض المباشر، حيث انخفضت نسبة الإنبات إلى 1% وانعدمت عند 60 ثانية، بينما أظهرت معاملات النقع بالماء المعرض تحسنًا نسبيًا في معدل الإنبات وتسارع الإنبات. تشير النتائج إلى أن استجابة بذور الشعير للمعاملات الفيزيائية تعتمد على نوع الإشعاع وطريقة تطبيقه ومدة التعريض، وتبرز الأشعة فوق البنفسجية كوسيلة واعدة لتحسين كفاءة الإنبات عند استخدامها ضمن حدود مدروسة.

الكلمات المفتاحية: الأشعة فوق البنفسجية، الأشعة الميكروية، نسبة الانبات، معدل الإنبات، نبات الشعير.

المقدمة:

يُعد نبات الشعير (*Hordeum vulgare* L.) من أقدم محاصيل الحبوب التي عرفها الإنسان، وقد استُخدم منذ العصور القديمة كمصدر غذائي رئيسي للإنسان والحيوان، إضافة إلى استعماله في العديد من الصناعات مثل صناعة الأعلاف والمشروبات

(Ramadhan, 2020 Lazim and). ويتميّز هذا المحصول بقدرته العالية على التكيّف مع الظروف البيئية القاسية، خصوصاً في المناطق الجافة وشبه الجافة، مما يجعله من المحاصيل الإستراتيجية في ظل التغيرات المناخية العالمية (Tarnawa *et al* ., 2023) تشكل مرحلة الإنبات البذري المرحلة الأولى والحاسمة في دورة حياة النبات، حيث تُعدّ مؤشرًا حيويًا لتقييم جودة البذور ومدى قابليتها للنمو والتطور ولتحقيق إنتاج وفير وجودة عالية، من الضروري تحسين عمليات الإنبات وزيادة مقاومة البذور للظروف البيئية غير الملائمة وقد أصبح الاهتمام بطرق تحسين الإنبات يتجاوز الوسائل الكيميائية والتقليدية، ليشمل تقنيات فيزيائية حديثة مثل الأشعة فوق البنفسجية (UV) والموجات الميكروية (Microwave) ، وذلك بهدف تعزيز الإنبات وتحفيز العمليات الحيوية دون الإضرار بالبذور أو البيئة(Sadeghianfar *et al*., 2019) .

تُعد الأشعة فوق البنفسجية جزءًا لا يتجزأ من الطيف الكهرومغناطيسي، وتنقسم إلى ثلاثة أنواع رئيسية بناءً على طولها الموجي : UV-A(315-400) نانومتر ، UV-B(280–315 نانومتر)، وUV-C (أقل من 280 نانومتر). حيث تشير الدراسات إلى إمكانية استخدام هذه المعاملة الفيزيائية كوسيلة فعالة لتحسين كفاءة إنبات البذور عند ضبط شدة ومدة التعرض (Vanhaelewyn *et al*.,2020)

تعد أشعة UVC فعالة للغاية في التطهير والتعقيم حيث تستخدم في تعقيم الأدوات والأسطح الزراعية وقد تطبق بجرعات منخفضة على البذور لتقليل الحمل الجرثومي مما يقلل من خطر الإصابة بالأمراض الفطرية والبكتيرية التي تعيق الإنبات (Kamel *et al*., 2022)

أما الأشعة الميكروية وهي نوع من الإشعاع غير المؤين تختلف في آلية تأثيرها الرئيسية حيث تتمثل في التسخين الاهتزازي للجزيئات المائية للأنسجة مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة وتستخدم بشكل شائع في العديد من التطبيقات التكنولوجية (Amirnia., 2014)

أظهرت دراسة عام (2019) أن تعريض بذور الذرة وبنجر السكر للأشعة فوق البنفسجية من النوع (UV-C) قبل الزراعة يؤدي إلى زيادة معدل وسرعة الإنبات مقارنة بالبذور غير المعاملة (Sadeghianfar *et al*., 2019).

وفي دراسة أخرى عُرضت بذور الشعير لكل من الأشعة الميكروية بتردد 2450 MHz وأشعة UV-C بطول موجي 254 nm مع فترات زمنية مختلفة للتعرض5 ، 10، 20 ثانية للميكروويف 30، 60، 120 دقيقة لـUV-C حيث حسنت الأشعة كل من مؤشرات نسبة ومعدل الانبات والنمو بالمقارنة مع الشاهد (Lazim and Ramadhan., 2020)

وأشارت دراسة أجريت على نباتي القمح والشعير إلى أن استخدام الأشعة فوق البنفسجية يمكن أن يكون استراتيجية واعدة لتعزيز إنتاجية الحبوب فقد أظهرت النتائج بأن الأشعة فوق البنفسجية أسهمت في زيادة معدلات الإنبات وتحسين بعض خصائص النمو مثل طول الجذور والساق وكتلة النبات، مع الإشارة إلى أهمية ضبط مدة وشدة التعرض لتجنب التأثيرات الضارة المحتملة (Nasur and Lazim., 2001).

وأظهرت نتائج دراسة تأثير إشعاع الميكروويف على إنبات ونمو بذور الشعير (*Hordeum vulgare* L.) باستخدام جهاز MWG20Hبتردد GHz2.45 ، أن التعرض القصير للميكروويف عزز مؤشرات الإنبات، بينما أسهمت الفترات الطويلة أو زيادة القدرة في تثبيط نمو البذور (Iuliana *et al*., 2013)

إن القدرة على تحسين إنبات بذور الشعير والنمو باستخدام الأشعة الفيزيائية تعد خطوة مبتكرة نحو زيادة إنتاجية المحاصيل وابتكار تقنيات زراعية مستدامة ولزيادة فهم تأثير هذه العوامل الفيزيائية على إنبات المحاصيل الاقتصادية. بناءً على ذلك، تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير كل من الأشعة فوق البنفسجية (UV-C) والأشعة الميكروية، بطرق تطبيق مختلفة (مباشر، سقاية بماء معالج، نقع بماء معالج) وفترات زمنية متدرجة، على نسبة الإنبات، معدل الإنبات، وزمن الإنبات الوسطي لبذور الشعير، وذلك بهدف تحديد المعاملة المثلى لتحسين كفاءة الإنبات.

مواد وطرائق البحث:

أُجري هذا البحث في مختبر أبحاث البيئة النباتية والتلوث، التابع لقسم علم الحياة النباتية – كلية العلوم – جامعة حلب.

أ. المواد المستخدمة:

المادة النباتية: بذور الشعير من صنف "العربي الأبيض" *Hordeum vulgare* L تم الحصول عليها من منطقة السفيرة.

مصدر الأشعة فوق البنفسجية: مصباح UV بطول موجي 254 نانومتر (على بعد 1 متر من مصدر الضوء).

فرن الميكروويف: DAEWOO-Model KOG-190A، بتردد 2450 ميجاهرتز وطاقة مقدارها 1400 واط وقدرة ثابتة.

ب. خطوات العمل:

تم تطهير بذور الشعير سطحياً باستخدام محلول هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 5% لمدة 3 دقائق، ثم غُسلت جيداً بالماء الجاري لإزالة بقايا المحلول.

تحضير أطباق الزراعة: استخدمت أطباق بتري معقمة بقطر 9 سم تحتوي على ورق ترشيح Whatman No.1، وتم توزيع 16 بذرة في كل طبق، مع 5 مكررات لكل معاملة إضافة إلى معاملة الشاهد.

طرق المعالجة: قسمت التجربة إلى ثلاث مجموعات رئيسية:

التعرض المباشر للأشعة: بعد نقع البذور في ماء مقطر لمدة 12 ساعة، تم تعريضها للأشعة فوق البنفسجية والميكروويف بشكل منفصل ضمن الفترات التالية:

الأشعة فوق البنفسجية: 15، 30، 60، 120 دقيقة (على بعد 1 متر من مصدر الضوء).

الأشعة الميكروية: 5، 10، 20، 30، 60 ثانية.

سقاية بالماء المعرض للأشعة: تم تعريض ماء السقاية لنفس فترات الأشعة، ثم استخدامه لسقاية البذور المنقوعة مسبقاً.

نقع في ماء معرض للأشعة: نُقعت البذور لمدة 24 ساعة في ماء سبق تعريضه للأشعة بنفس الفترات، ثم وُزعت في أطباق بتري وسُقيت بالماء المقطر.

ظروف الإنبات: وُضعت الأطباق في ظروف حرارة ثابتة (20 ± 2 °م) وضمن إضاءة المخبر ورطوبة نسبية ثابتة إلى حد ما ضمن المخبر. وتم مراقبة الأطباق وتسجيل عدد البذور النابتة في كل طبق في كل يوم

تقييم النتائج: تعد البذور نابتة عندما يكون طول الجذير (2) مم وبعد مرور 7 أيام، تم اختيار 15 بادرة عشوائية من كل معاملة وتم حساب مؤشرات الإنبات التالية (Adu-Oppong, 2025)

1. نسبة الإنبات Germination percentage %

(GP= n/N×100)

n: عدد البذور النابتة N: عدد البذور الكلي

2. معدل الإنبات Germination rate (بذرة/يوم)

$(GS= \sum_i^i \frac{ni}{Di})$

ni: عدد البذور النابتة في اليوم Di Di: رقم اليوم

3. زمن الإنبات الوسطي Mean germination time (MGT)(يوم)

MGT=ΣDn/(Σ n)

n: عدد البذور النابتة في اليوم D D: رقم اليوم

ج. الدراسة الإحصائية:

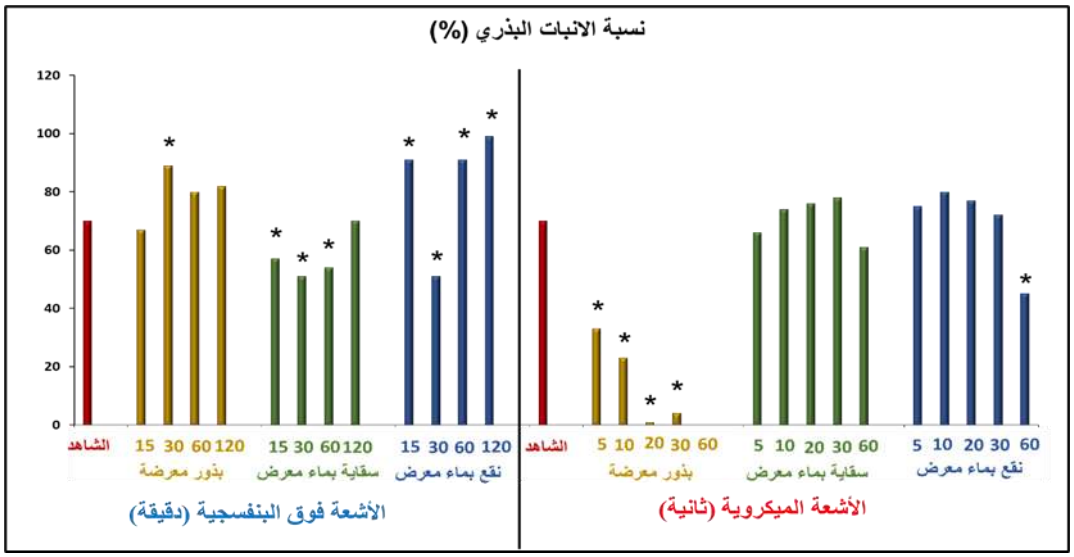
تم تحليل النتائج وإجراء الدراسة الإحصائية لبيان الفروق المعنوية بين المعاملات باستخدام برنامج SPSS الإحصائي النسخة 21 ومعامل اختبار التباين one way analaysis of variance (ANOVA) واختبار دونكان Duncan للمقارنة المتعددة للمتوسطات عند مسنوى معنوية 5%.

النتائج:

– نسبة الإنبات البذري (%)

بينت نتائج المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية في النسبة المئوية للإنبات البذري لنبات الشعير والموضحة في الجدول (1) الشكل (1) وجود فروقات معنوية فيما بين الشاهد والمعاملات المدروسة. حيث وصلت نسبة الانبات البذري في معاملة الشاهد الى (70%) في حين ارتفعت معنوياً في معظم المعاملات المدروسة، فكانت أعلى قيمة (99%) عند نقع البذور بالماء المعرض للأشعة (120 دقيقة) و (91%) عند (15 و30 دقيقة). أما بالنسبة للبذور المعرضة للأشعة فكانت أعلى قيمة عند (30 دقيقة) في حين انخفضت نسبة الإنبات البذري انخفاضاً معنويا عند السقاية بالماء المعرض للأشعة ووصلت نسبة الانخفاض إلى 27% عند (30 دقيقة) بالمقارنة مع الشاهد.

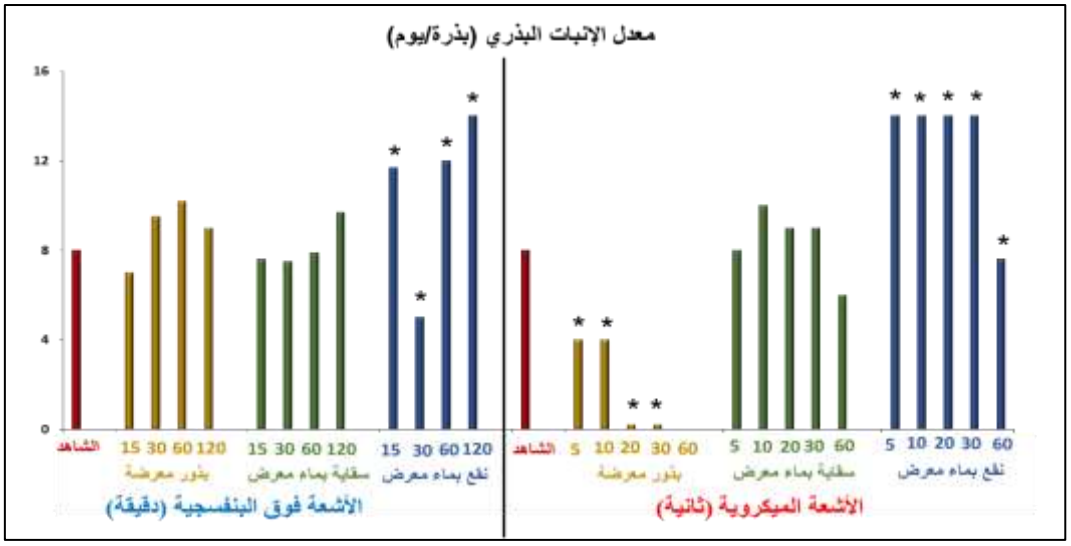
أما تأثير الأشعة الميكروية فقد انخفضت نسبة الانبات البذري إلى (1%) عند التعريض المباشر للبذور لـ 20 ثانية لتنعدم عند تعرضها لـ 60 ثانية في حين تراوحت نسبة الإنبات بين (61– 78%) عند السقاية بالماء المعرض للأشعة الميكروية وبلغت أعلى قيمه 80% عند نقع بذور الشعير بماء معرض للأشعة الميكروية.



الشكل (1): تأثير الأشعة فوق البنفسجية والميكروية في نسبة الإنبات البذري لنبات الشعير

– *معدل الإنبات البذري (بذرة/يوم)*

أظهرت المعاملات زيادة في مؤشر سرعة الإنبات البذري مع زيادة مدة التعريض وبفروقات معنوية بالمقارنة مع الشاهد. حيث وصل عدد البذور النابتة إلى (10.2 بذرة/يوم) عند تعريض البذور لمدة 60 دقيقة، وتراوحت بين (9.7–7.5 بذرة/يوم) عند معاملة البذور بماء معرض، في حين شهدت أعلى قيمة لسرعة الإنبات (14 بذرة/ يوم) عند نقع البذور بماء معرض لمدة120 دقيقة الجدول (1) الشكل (2). أما تأثير الأشعة الميكروية على معدل الإنبات البذري كان سلبياً حيث انخفض معدل الإنبات البذري إلى (0.2 بذرة/اليوم) بالمقارنة مع الشاهد (8بذرة/يوم) في حين ارتفع معدل الإنبات البذري إلى (10بذرة/يوم) عند سقاية البذور بماء معالج لمدة 10 ثانية وكانت أعلى نسبة زيادة (75%) عند نقع البذور بماء معرض لمدة 5–10–20–30 ثانية بالمقارنة مع الشاهد.



الشكل (2): تأثير الأشعة فوق البنفسجية والميكروية في سرعة الإنبات البذري لنبات الشعير

– *زمن الإنبات الوسطي (يوم)*

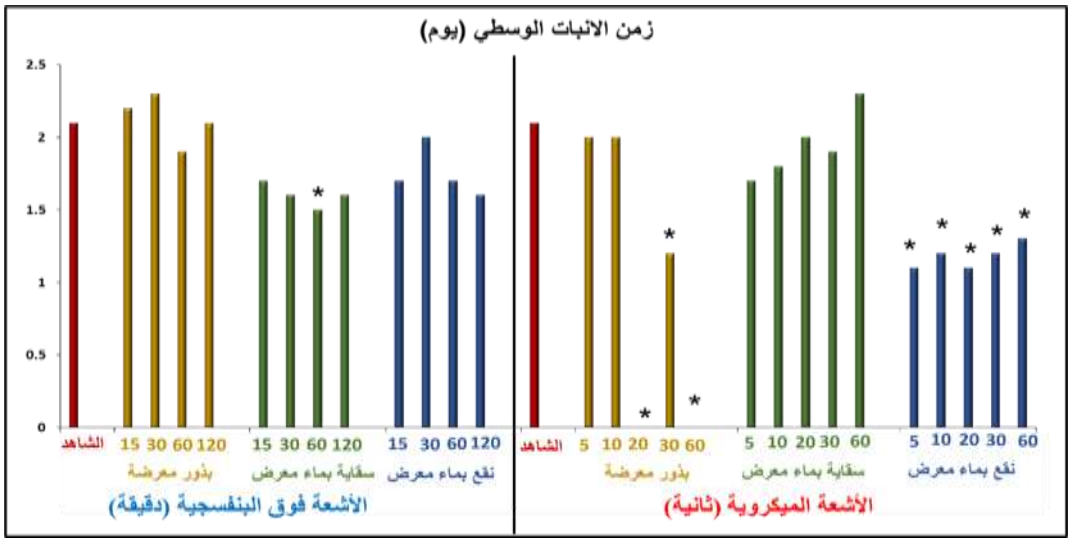
أدى التعريض بالأشعة فوق البنفسجية في مختلف المعاملات المدروسة إلى تسريع واضح في إنبات البذور، حيث انخفض الزمن

اللازم للإنبات تدريجياً في معظم المعاملات وبفروقات معنوية حيث وصل زمن الانبات الوسطي لبذور الشعير (1.5 يوم) عند معاملة البذور بماء معرض للأشعة 60 دقيقة يليه (1.6 يوم) عند نقع البذور بماء معرض 120 دقيقة بالمقارنة مع الشاهد (2.1 يوم) (الجدول 1، الشكل 3).

في حين كان تأثير تعريض بذور الشعير للأشعة الميكروية بفروقات غير معنوية ماعدا تعريض البذور إلى 30 ثانية للأشعة الميكروية حيث انخفض زمن الإنبات الوسطي انخفاضاً معنوياً ووصل إلى (1.2 يوم) بالمقارنة مع الشاهد (2.1 يوم) وكذلك الأمر بالنسبة لمعاملة بذور الشعير لماء معرض للأشعة الميكروية لم يكن له تأثيراً معنوياً بالمقارنة مع الشاهد، أما عند نقع البذور بماء معرض للأشعة الميكروية فقد انخفض زمن الانبات الوسطي وبنسبة انخفاض (47%) عند المعاملة 5و 20 ثانية.

الجدول (1): تأثير الأشعة فوق البنفسجية والميكروية في نسبة الانبات البذري ومعدل وزمن الإنبات الوسطي لنبات الشعير

المعاملات			نسبة الانبات البذري (%)	معدل الانبات (بذرة/يوم)	زمن الانبات الوسطي (يوم)
الشاهد		0	70 defg	8 def	2.1 abcd
الأشعة فوق البنفسجية (دقيقة)	بذور معرضة	15	67 defgh	7 def	2.2 abc
		30	89 abc	9.5 cde	2.3 ab
		60	80 bcde	10.2 bcd	1.9 abcdef
		120	82 bcd	9 de	2.1 abcd
	ماء معرض	15	57 ghij	7.6 ef	1.7 cdefgh
		30	51 ij	7.5 ef	1.6 defghi
		60	54 hij	7.9 def	1.5 efghi
		120	70 defg	9.7 bcde	1.6 defghi
	نقع بماء معرض	15	91 ab	11.7 bc	1.7 cdefgh
		30	51 ij	5 gh	2 abcde
		60	91 ab	12 ab	1.7 cdefgh
		120	99 a	14 a	1.6 defghi
الأشعة الميكروية (ثانية)	بذور معرضة	5	33kl	4 h	2abcde
		10	23 l	4 h	2abcdef
		20	1 m	0.2 i	0 j
		30	4 m	0.2i	1.2 ghi
		60	0 m	0i	0 j
	ماء معرض	5	66 efgh	8 def	1.7 bcdefg
		10	74 cdef	10 bcde	1.8 abcdef
		20	76 cdef	9 de	2 abcde
		30	78 bcde	9 de	1.9 abcde
		60	61 fghi	6 fg	2.3 a
	نقع بماء معرض	5	75 cdef	14 a	1.1 i
		10	80 bcde	14 a	1.2 ghi
		20	77 bcde	14 a	1.1 hi
		30	72 def	14 a	1.2 ghi
		60	45 jk	7.6gh	1.3 fghi



الشكل (3): تأثير الأشعة فوق البنفسجية والميكروية في زمن الإنبات الوسطي لنبات الشعير

المناقشة:

أظهرت نتائج الدراسة أن للمعاملات الفيزيائية بالأشعة فوق البنفسجية والميكروية تأثيرات متباينة في الصفات الإنباتية لبذور الشعير، تمثلت في نسبة الإنبات البذري، معدل الإنبات، وزمن الإنبات الوسطي، مقارنة بمعاملة الشاهد. فقد بينت النتائج أن الأشعة فوق البنفسجية، ولا سيما عند استخدامها بصورة غير مباشرة من خلال نقع البذور بالماء المعرض للأشعة، أسهمت بشكل واضح في تحسين كفاءة الإنبات، إذ سجلت أعلى نسبة إنبات (99%) وأعلى معدل إنبات (14 بذرة/يوم) مع انخفاض معنوي في زمن الإنبات الوسطي مقارنة بالشاهد. ويعزى هذا التحسن إلى دور الأشعة فوق البنفسجية في تحفيز العمليات الفيزيولوجية داخل البذرة، مثل زيادة نفاذية الأغشية وتنشيط الإنزيمات المسؤولة عن تحلل المواد الغذائية المختزنة، مما يؤدي إلى تسريع بدء الإنبات وتحسينه (Sadeghianfar *et al.*, 2019)

في المقابل، أظهرت بعض معاملات السقاية بالماء المعرض للأشعة فوق البنفسجية انخفاضاً معنوياً في نسبة الإنبات، مما يدل على أن الاستجابة الإنباتية تعتمد بدرجة كبيرة على مدة التعريض ونوع المعاملة. إذ إن التعريض غير الملائم قد يؤدي إلى إجهاد فيزيولوجي ينعكس سلباً على حيوية البذور، وهو ما يتفق مع ما أشار إليه Kovács and Keresztes (2002) من أن التأثير المحفز للأشعة فوق البنفسجية يتحول إلى تأثير مثبط عند تجاوز الجرعات المثلى.

أما بالنسبة للأشعة الميكروية، فقد كان تأثيرها المباشر في بذور الشعير سلبياً بشكل عام، حيث أدى التعريض لفترات قصيرة نسبياً إلى انخفاض حاد في نسبة ومعدل الإنبات، وصولاً إلى انعدام الإنبات عند التعريض لمدة 60 ثانية. وقد يُعزى هذا التأثير إلى الارتفاع السريع في درجة الحرارة داخل أنسجة البذور وما يرافقه من تلف في البروتينات والأنسجة الجنينية، مما يضعف قدرة البذور على الإنبات. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Banik *et al.* (2003) و Vashisth and Nagarajan (2010) الذين أكدوا أن التعريض المباشر للأشعة الميكروية قد يكون مثبطاً للإنبات عند زيادة مدة التعريض.

في المقابل، أظهرت معاملات النقع بالماء المعرض للأشعة الميكروية نتائج إيجابية نسبياً، تمثلت في زيادة معدل الإنبات وانخفاض زمن الإنبات الوسطي مقارنة بالشاهد، دون تأثير سلبي كبير في نسبة الإنبات. ويشير ذلك إلى أن التأثير غير المباشر للأشعة الميكروية عبر الماء قد يقلل من آثارها الحرارية الضارة، مع الحفاظ على قدرتها في تحفيز العمليات الاستقلابية داخل

البذرة، مما يسـرّع من ظهور الجذير والسـويقة. وقد أشـار العالمان Ashraf and Foolad (2013) إلى أن المعاملات الفيزيائية غير الكيميائية يمكن أن تُعد بدائل واعدة لتحسين صفات الإنبات عند استخدامها بجرعات مدروسة، النقع بالماء المعالج بالأشعة أعطى أفضل النتائج وقد يعزى ذلك إلى أن الأشعة تقوم بتفكيك جزيئات الماء (H_2O) وتوليد جذور حرة مؤقتة مثل الهيدروكسيل (•OH) وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) بكميات منخفضة · هذه المواد تعمل كإشارات خلوي (signaling molecules) تنشط مسارات الإنبات، خاصةً إنزيمات أكسدة الليبيدات وتحلل السكريات المخزنة في الإندوسبيرم.

وبشكل عام توضح نتائج هذه الدراسة أن تحسين إنبات بذور الشعير لا يعتمد فقط على نوع الأشعة المستخدمة، وإنما على طريقة تطبيقها ومدة التعريض. إذ برزت معاملة نقع البذور بالماء المعرض للأشعة فوق البنفسجية كأفضل المعاملات في تحسين نسبة وسرعة الإنبات وتقليل زمن الإنبات الوسطي، في حين يتطلب استخدام الأشعة الميكروية حذراً شديداً لتجنب تأثيراتها السلبية. وتشير هذه النتائج إلى إمكانية الاستفادة من المعاملات الفيزيائية كوسيلة صديقة للبيئة لتحسين إنبات بذور الشعير، شريطة ضبط الظروف التجريبية بما يحقق أقصى فائدة وأقل ضرر.

الاستنتاجات:

1. أثرت المعاملات بالأشعة فوق البنفسجية UV-C بطول موجة 254 نانومتر والميكروية بتردد 2450 ميغاهرتز معنوياً في مؤشرات إنبات بذور الشعير مقارنة بالشاهد.
2. حققت معاملة نقع البذور بالماء المعرض للأشعة فوق البنفسجية أفضل النتائج من حيث زيادة نسبة وسرعة الإنبات وتقليل زمن الإنبات الوسطي.
3. كان تأثير الأشعة الميكروية المباشر سلبياً عند زيادة مدة التعريض، مما أدى إلى انخفاض أو انعدام الإنبات.
4. أظهرت معاملة النقع بالماء المعرض تحسناً نسبياً في بعض مؤشرات الإنبات.

التوصيات:

1. استخدام النقع بالماء المعرض للأشعة فوق البنفسجية كمعاملة فيزيائية فعالة لتحسين إنبات بذور الشعير.
2. تجنب التعريض المباشر لبذور الشعير للأشعة الميكروية لفترات طويلة لتفادي تأثيراتها السلبية.
3. دراسة تأثير الأشعة فوق البنفسجية والميكروية على أنواع ومحاصيل حقلية أخرى لمعرفة مدى عمومية النتائج وإمكانية تطبيقها عملياً.

الشكر: نشكر جامعة حلب والمجلة السورية للبحوث الزراعية على تمويل الأبحاث.

المراجع:

Adu-Oppong, R. (2025). Influence of seed size, storage and priming on germination, growth and yield of soybean (Glycine max (L) Merrill). Doctoral dissertation, University of Ghana.

Amirnia, R. (2014). Effect of microwave radiation on germination and seedling growth of soybean (Glycine max) seeds. Advances in Environmental Biology. 8(24): 311–314.

Ashraf, M.; and M. R. Foolad (2013). Crop breeding for salt tolerance in the era of molecular markers and marker-assisted selection. Plant Breeding. 132(1): 10–20.

Banik, S.; S. Bandyopadhyay; and S. Ganguly (2003). Bioeffects of microwave—A brief review. Bioresource Technology. 87(2): 155–159.

Iuliana, C.; G. V.; and S. R. (2013). The effect of microwave irradiation on the germination of barley seeds (Hordeum vulgare L.). In: Genetics, Plant Breeding and Seed Production. 48th Croatian and 8th International Symposium on Agriculture. Dubrovnik, Croatia. pp. 254–258.

Kamel, R. M.; M. M. El-Kholy; N. M. Tolba; A. Amer; A. M. Eltarawy; and L. M. Ali (2022). Influence of germicidal ultraviolet radiation UV-C on the quality of Apiaceae spices seeds. Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 9(1): 89.

Kovács, E.; and Á. Keresztes (2002). Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cells. Micron. 33(2): 199–210.

Lazim, S. K.; and M. N. Ramadhan (2020). Effect of microwave and UV-C radiation on some germination parameters of barley seed using mathematical models of Gompertz and logistic: Analysis study. Basrah Journal of Agricultural Sciences. 33(2): 28–41.

Nasur, A. F.; and S. K. Lazim (2001). The effect of ultraviolet radiation on germination and growth of wheat and barley. Basrah Journal of Agricultural Sciences. 14(1): 157–167.

Sadeghianfar, P.; M. Nazari; and G. Backes (2019). Exposure to ultraviolet (UV-C) radiation increases germination rate of maize (Zea maize L.) and sugar beet (Beta vulgaris) seeds. Plants. 8(2): 49.

Tarnawa, Á.; Z. Kende; A. H. Sghaier; G. P. Kovács; C. Gyuricza; and H. Khaeim (2023). Effect of abiotic stresses from drought, temperature, and density on germination and seedling growth of barley (Hordeum vulgare L.). Plants. 12(9): 1792.

Vanhaelewyn, L.; D. Van Der Straeten; B. De Coninck; and F. Vandenbussche (2020). Ultraviolet radiation from a plant perspective: The plant-microorganism context. Frontiers in Plant Science. 11: 597642.

Vashisth, A.; and S. Nagarajan (2010). Effect of microwave treatment on seed germination, seedling growth and vigor of wheat. Journal of Cereal Science. 52(3): 376–379.

Effect of Ultraviolet and Microwave Radiation on Some Seed Germination Parameters of Barley (*Hordeum vulgare* L.)

Fatima Alzhraa Enjrini [1*], Imad Aldeen Alkhalaf [1] and Njwa Moslmani [1]

[1] Department of Botany, Faculty of Science, University of Aleppo, Syria.

(*Corresponding author: Fatima Alzhraa Enjrini: fatimaenj92@gmail.com)

Received: 12/ 1/ 2026 **Accepted:** 31/ 3/ 2026

Abstract

Seed germination is one of the most sensitive stages in the plant life cycle, as it determines seedling establishment, subsequent growth, and ultimately crop productivity. This study aimed to investigate the effects of physical treatments, including ultraviolet radiation (UV-C) and microwave radiation, on germination parameters of barley seeds (*Hordeum vulgare* L.) as eco-friendly alternatives to chemical treatments. The experiment was conducted at the Plant Environment and Pollution Research Laboratory, Department of Plant Biology, Faculty of Science, University of Aleppo, using seeds of the white Arabic cultivar. Three treatment methods were applied: direct exposure, irrigation, and soaking in radiation-treated water. UV-C radiation (254 nm) was applied for durations of 10, 15, 30, and 60 minutes, while microwave radiation (2450 MHz) was applied for 5, 10, 20, 30, and 60 seconds. Germination percentage, germination rate, and mean germination time were evaluated after 7 days. UV-C treatments significantly improved germination, reaching 99% germination and 14 seeds/day, with a reduced mean germination time of 1.6 days compared to 2.1 days in the control. In contrast, direct microwave exposure reduced germination to 1% and completely inhibited it at 60 seconds, while soaking treatments showed moderate improvement. These findings highlight the potential of UV-C to enhance germination under controlled conditions.

Keywords: Ultraviolet radiation, microwave radiation, germination percentage, germination rate, barley (*Hordeum vulgare*).