

تأثير المعاملة بحمض الساليسيليك (Salicylic acid) واختلاف مستويات الري في إنبات بذور صنف الخيار البلدي

كوثر أبو عسلي * (1) ورولا بايرلي (2) وبسام العطا الله (1)

(1). مركز البحوث العلمية الزراعية بالسويداء، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(2). قسم علوم البستنة، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

(*) للمراسلة الباحث: كوثر حسام أبو عسلي، البريد الإلكتروني: kawtharaboassaly@gmail.com،

هاتف: 0936407535

تاريخ القبول: 2023/05/14

تاريخ الاستلام: 2023/03/26

الملخص

تم إجراء البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في السويداء/ الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية/ سورية خلال عام 2021، بهدف دراسة تأثير المعاملة بحمض الساليسيليك (SA) واختلاف مستويات الري في إنبات بذور صنف الخيار البلدي. حيث عُوملت البذور لمدة 24 ساعة بعدة تراكيز من حمض الساليسيليك (0، 1، 50، 150 ملغ/ليتر) في درجة حرارة الغرفة، ثم زُرعت في صواني الإنبات، وطُبّق عليها عدة مستويات من الري (100% ماء: ري كامل، 60% من الري الكامل، 80% من الري الكامل). صممت التجربة باستخدام القطاعات العشوائية الكاملة، وحلت البيانات عن طريق أسلوب تحليل التباين ثنائي الاتجاه. أظهرت النتائج انخفاضاً في المؤشرات المدروسة كافة (نسبة الإنبات، وسرعة الإنبات، وقوة الإنبات تبعاً لطول السويقة، وقوة الإنبات تبعاً للوزن الرطب للبادرة، وطول السويقة، والوزن الرطب للبادرة، والوزن الرطب للمجموع الخضري والجذور) مع انخفاض مستوى الري المطبق. بينما كان للمعاملة بحمض الساليسيليك أثراً إيجابياً في المؤشرات المذكورة، حيث تفوقت التراكيز المستخدمة من SA معنوياً على الشاهد، وحقق التركيز 50 ملغ/ليتر أعلى قيمة بين التراكيز المُختبرة في كل المؤشرات، وخاصةً في متوسط قوة الإنبات تبعاً لطول السويقة (329.7)، وقوة الإنبات تبعاً للوزن الرطب للبادرة (752.8)، والوزن الرطب للبادرة (9.363)، والتي أبدى ضمنها تفوقاً معنوياً على باقي المعاملات والشاهد (215.9، 445.8، 6.273، على التوالي). في حين أظهرت نتائج التفاعل أن التركيزان 50 و 150 ملغ/ليتر حققا تفوقاً معنوياً على الشاهد في جميع المؤشرات تحت تأثير مستويات الري المختلفة، وحقق التركيز 50 ملغ/ليتر عند مستويات الري كافة أعلى القيم للمؤشرات المدروسة مقارنةً مع الشاهد. يمكن القول بأن النقع المُسبق بحمض الساليسيليك، وخاصةً عند المعاملة بالتركيز 50 ملغ/ليتر قد حقق تحسناً ملحوظاً في المؤشرات المدروسة استجابةً لمستويات الري المختلفة على مستوى الإنبات.

الكلمات المفتاحية: مستوى الري، خيار، حمض الساليسيليك، بذور، إنبات.

المقدمة

يُعد الخيار (*Cucumis Sativus L.*) محصولاً شائعاً ومهماً يزرع في جميع أنحاء العالم (Pal et al., 2020). حقق الإنتاج العالمي لعام 2021 من نبات الخيار ما يقارب 93.5 مليون طن، وذلك على مساحة 2.17 مليون هكتار من الأراضي الزراعية (FAOSTAT, 2021)، بينما حقق على مستوى سورية 182.4 ألف طن بمساحة زراعة 10888 هكتار (المجموعة الإحصائية السنوية الزراعية، 2020). ينتمي الخيار لعائلة الـ *Cucurbitaceae*، والتي تضم أكثر من 800 نوع (Boualem et al., 2014)، ويُصنف ضمن النباتات الحساسة للإجهاد المائي، نظراً لمتطلباته الرطوبة العالية (Li et al., 2014). يُعد الخيار مكوّناً شائعاً في السلطات والمخللات نظراً لقوامه الهش وطعمه العصيري (Mariod et al., 2017). كما يتميز الخيار باحتوائه على كميات كبيرة من الكربوهيدرات والبروتينات والمعادن والكالسيوم والحديد والمغنيزيوم والفوسفور والبوتاسيوم والزنك، بالإضافة إلى محتواه من النواتج الاستقلابية الثانوية، كالقلويدات والعفص والفلافونيد والصابونين والمركبات الفينولية، مما يجعله يدخل في مجموعة واسعة من التطبيقات الطبية والحيوية، وفي تطبيقات أوسع لمنع بعض الأمراض، حيث يُعرف بقدراته المضادة لمرض السكر، واحتوائه على مضادات الأكسدة ومضادات السرطان ومضادات الميكروبات والديدان الطفيلية، كما يُساهم في التئام الجروح، والحماية من الأشعة فوق البنفسجية، ووقاية الكبد والمعدة (Khan et al., 2021).

يُواجه الإنتاج الزراعي العديد من الإجهادات غير الحيوية التي تعمل على خفض إنتاجية المحاصيل والغلة وتهدد الاستدامة الزراعية (Saharan et al., 2022). يُعد الإجهاد المائي من أخطر هذه الإجهادات، حيث من المتوقع حدوث زيادة كبيرة في وتيرة أحداث الجفاف خلال العقود القادمة نتيجة لتغير المناخ، ولاسيما في منطقة حوض المتوسط والتي تعد واحدة من أكثر المناطق استجابة للتغيرات المناخية (Torres-Ruiz et al., 2017). الأمر الذي ينعكس على النشاط الزراعي (Dutra et al., 2017)، كونه يؤثر سلباً على إنبات البذور وتطور الشتلات، والتي تعتبر مراحل حاسمة وأساسية في دورة حياة النبات (Khaim et al., 2022). كما يتسبب الإجهاد المائي في العديد من التغيرات في الطبيعة الفيزيولوجية والمورفولوجية والجزيئية والكيميائية الحيوية (Biochemical) للنبات، مع تغير في التمثيل الغذائي المنتظم، مما يجعله سبباً رئيساً للخسائر النباتية والإنتاجية (Saharan et al., 2022).

تُعد مرحلة إنبات البذور وتطور الشتلات مرحلة أساسية في دورة حياة النبات، وغالباً ما تتأثر سلباً تحت الظروف البيئية غير الملائمة (Adhikary et al., 2021)، ومن ضمنها الإجهاد المائي. هذا ما يستدعي ضرورة إيجاد طرق فيزيولوجية صديقة للبيئة تعمل على زيادة تحمل النبات لظروف الجفاف، مثل معاملة نقع البذور قبل الزراعة (Seed priming) (El-Sanatawy et al., 2021). حيث برزت معاملة نقع البذور كتقنية فيزيولوجية تُعزز من قدرة النبات على تحمل الإجهادات الحيوية وغير الحيوية بسرعة وفعالية، كونها تعمل على تحسين عمليات التمثيل الغذائي قبل الإنبات، مما يحقق زيادة في نسبة ومعدل الإنبات ويوفر نمو الشتلات وإنتاجية المحاصيل بشكل أفضل (Rhaman et al., 2021). تختلف معاملات البذور باختلاف المادة المُعامل فيها فمنها المعاملة المائية (Hydro-priming)، والمعاملة الهرمونية (Hormonal-priming)، والحلولية (Osmo-priming)، والحيوية (Bio-priming)، والملحية (Halo-priming)، والتغذوية (Nutri-priming)، وغيرها (Adhikary et al., 2021).

بينت الدراسات الحديثة أن معاملة نقع البذور باستخدام حمض الساليسيليك (SA) قد أظهرت أثراً مُحسناً للإنبات وتطور النمو (Rehman et al., 2020). حيث يُعد حمض الساليسيليك أو ما يسمى 2-هيدروكسي بنزويك (Kayan et al., 2010) ذو الصيغة الكيميائية $C_7H_6O_3$ أحد المركبات الفينولية المُنتجة بشكل طبيعي في النبات (Ruzmetov and Ibragimov, 2020)، ويُعرف كمركب واعد لزيادة تحمل النبات لمجموعة متنوعة من الإجهادات الحيوية وغير الحيوية، من خلال

تأثيره على الآليات المورفولوجية والفيزيولوجية والكيميائية الحيوية (Khalvandi et al., 2021). كما يساهم SA بشكل فعال في تنظيم هذه العمليات خلال دورة حياة النبات بأكملها (Sharma, 2013) مثل عمليات الإنبات، والنمو، والتطور، وامتصاص الأيونات (Shatpathy et al., 2018).

لُوحظ الأثر الإيجابي لمعاملة النقع بحمض الساليسيليك في تحسين إنبات البذور ونمو الشتلات تحت تأثير الإجهاد المائي أو عدمه في الكثير من الدراسات، مثل دراسة Rehman وآخرون (2011) على الخيار، والتي بينت أن معاملة البذور بتركيز معينة من SA (100، 50 ملغ/ليتر) لمدة 24 ساعة قبل الزراعة، أدت إلى زيادة سرعة ومعدل الإنبات، وزيادة قوة نمو وطول الشتلات، وخاصةً عند التركيز 50 ملغ/ليتر، في حين حقق التركيز 100 ملغ/ليتر أعلى قيمة للوزن الجاف والرطب للشتلات. كما أظهرت دراسة Singh وآخرون (2010) أن معاملة بذور الخيار بتركيز 6.90 ملغ/ليتر من SA حسنت من نسبة الإنبات، وطول الشتلات والجذور، في حين حقق التركيز 69.06 ملغ/ليتر أعلى قيمة للوزن الجاف للشتلات، وذلك بالمقارنة مع الشاهد. بينما أبدت دراسة Alam وآخرون (2022) على بذور الشمام المزروعة ضمن ساعات حقلية مختلفة (50 و 75 و 100% من السعة الحقلية)، والمعاملة بعدة تراكيز من SA (0، 100، 200، 300، 400، 500 ملغ/ليتر) النتائج الأفضل بالنسبة لمؤشرات الإنبات، والنمو والمؤشرات الفيزيولوجية مقارنةً مع الشاهد (بذور غير منقوعة)، وخاصةً عند التركيز 300 ملغ/ليتر. في حين أشارت دراسة Senaratna وآخرون (2000) على البندورة والفول المعرضة للإجهاد المائي إلى أن النباتات التي نمت من بذور منقوعة بمحاليل مائية (14.29 – 71.43 ملغ/ليتر) من SA، سجلت تحملاً أكبر للإجهاد بالمقارنة مع الشاهد، وفي دراسة De Araújo وآخرون (2018) على اللوبيا، حققت معاملة نقع البذور بـ SA (142.86 ملغ/ليتر) تحسناً في نسبة إنبات البذور وطول الشتلات مقارنةً مع الشاهد (غير منقوع) تحت ظروف الإجهاد المائي (0، -0.2، -0.4، -0.6، -0.8 MPa).

انطلاقاً مما سبق، ونظراً إلى أن مرحلة الإنبات تعد حساسة جداً للإجهاد المائي (Bradford et al., 2013)، وظهور معاملة نقع البذور كأحد الطرق الفيزيولوجية الصديقة للبيئة المعززة لقدرة النبات على تحمل ظروف الإجهاد، عن طريق تحسين مؤشرات الإنبات، وزيادة نسبة الإنبات وسرعته، وبالتالي إعطاء نباتات أكثر قوة وأكثر تجانساً، بالإضافة إلى قدرة هذه المعاملة على تحسين النمو والمحافظة على الأصناف البلدية المهمة ومنع اندثارها، كونها متألّمة مع البيئة، وتحتاج مدخلات مائية وسمادية أقل مقارنةً مع الهجن. فقد هدف البحث الحالي إلى دراسة تأثير النقع المُسبق بتركيز مختلفة من SA (0، 1، 50، 150 ملغ/ليتر) في مجموعة من مؤشرات الإنبات (نسبة الإنبات، وسرعة الإنبات، وقوة الإنبات تبعاً لطول السويقة، وقوة الإنبات تبعاً للوزن الرطب للبادرة، وطول السويقة، والوزن الرطب للسويقة والجذور) للصفة البلدي من نبات الخيار استجابةً لمستويات ري مختلفة (100% ماء: ري كامل، 60% من الري الكامل، 80% من الري الكامل)، كما هدف البحث أيضاً إلى تحديد التركيز الأفضل من SA بالنسبة لهذه المؤشرات ضمن هذا الصنف.

مواد البحث وطرائقه

المادة النباتية وموقع البحث:

نُفذ البحث خلال العام 2021 في مخابر مركز البحوث العلمية الزراعية في السويداء/ الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية/ سورية. تم استخدام بذور الصنف البلدي من الخيار *C. Sativus* (الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية)، وهو صنف متوسط الإنتاجية، ومتوسط التبرير في النضج. يبدأ هذا الصنف بإنتاج ثماره ذات اللون الأخضر الفاتح بعد 45 يوماً من الزراعة.

المعاملات:

نُفعت بذور الخيار لمدة 24 ساعة بثلاثة تراكيز من حمض الساليسيليك النقي 99.5% بالإضافة إلى الشاهد (0، 1، 50، 150 ملغ/لتر)، فبعد وزن الحمض بالكميات المدروسة تم حلها بكمية قليلة من الإيثانول (1 ميلي لتر)، ثم أُكمل الحجم إلى 1 لتر باستخدام الماء المقطر، كما تمت إضافة نفس الكمية من الإيثانول لمعاملة الشاهد (ماء مقطر). بعد عملية النقع جُففت البذور حتى ثبات الوزن، ثم زُرعت في صواني الإنبات (صواني زرع مصنوعة من الفوم المضغوط بأبعاد 62 × 42 سم ومقسمة إلى 216 عين) بعد ملئها بالتورب (نسبة المادة العضوية 85%، $\text{CaCO}_3 > 5\%$ ، الصوديوم 250 ppm، نسبة الحموضة 3.5-6.5، $\text{EC} > 2.5$ ديسبسمنز/م) وطُبق عليها مستويات ري مختلفة (100% و 80% و 60% من الري الكلي)، حيث تم حساب مستوى الري المُطبق وفقاً للطريقة الوزنية (Sutcliffe, 1968)، ثم قُدرت كمية ماء الري في المستويين 80 و 60% كنسبة وتتناسب من الكمية المضافة لمستوى 100%، وتم الري كل يومين حتى نهاية التجربة.

وبالتالي تكون المعاملات المدروسة هي:

نقع البذور ب SA بتركيز 0 ملغ/لتر + تطبيق 100، 80، و 60% من الري الكلي.

نقع البذور ب SA بتركيز 1 ملغ/لتر + تطبيق 100، 80، و 60% من الري الكلي.

نقع البذور ب SA بتركيز 50 ملغ/لتر + تطبيق 100، 80، و 60% من الري الكلي.

نقع البذور ب SA بتركيز 150 ملغ/لتر + تطبيق 100، 80، و 60% من الري الكلي.

احتوى هذا البحث على 12 معاملة، بحيث كُررت كل منها 3 مرات، وشمل كل مكرر على 12 نبات سليم. تم البدء في تسجيل قراءات الإنبات بعد يومين من الزراعة حتى اكتمال الإنبات، بينما أخذ قياس طول السويقة والوزن الرطب للبادرة والوزن الرطب للمجموع الخضري في اليوم العاشر من الزراعة، وحُللت النتائج بوساطة برنامج التحليل الإحصائي GenStat النسخة 12، باستخدام طريقة تحليل التباين ثنائي الاتجاه، ومقارنة الفروقات بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5%. تم تنفيذ التحليل العنقودي المعتمد على مجموع القيم النسبية لتحمل الجفاف للمؤشرات المدروسة كافة باستخدام برنامج SPSS النسخة 22.

الصفات المدروسة:

تم قياس الصفات المدروسة على 12 نبات في كل مكرر لجميع المعاملات، وقد شملت هذه الصفات:

نسبة الإنبات (%):

تم حساب نسبة الإنبات النهائية تبعاً لـ Kandil وآخرون (2012) وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{نسبة الإنبات النهائية} = \frac{\text{عدد البذور النابتة في نهاية الاختبار}}{\text{العدد الكلي للبذور}} \times 100$$

سرعة الإنبات (بذرة/يوم):

قُدرت سرعة الإنبات وفقاً لـ Wang وآخرون (2010) حسب المعادلة التالية:

$$\text{سرعة الإنبات} = \frac{\text{مجموع} (\text{عدد البذور النابتة في اليوم } x - \text{عدد البذور النابتة في اليوم } (x-1))}{\text{عدد الأيام حتى يوم القياس}}$$

قوة الإنبات تبعاً لطول السويقة:

تم قياس قوة الإنبات وفقاً لـ Abdul-Baki و Anderson (1973) باستخدام المعادلة التالية:

قوة الإنبات = نسبة الإنبات النهائية (%) × طول البادرات في نهاية الاختبار

مع إجراء بعض التعديلات الطفيفة، حيث استخدم طول السوقية بدلاً من طول البادرة.

قوة الإنبات تبعاً للوزن الرطب للبادرة:

حُسبت قوة الإنبات تبعاً لـ Abdul-Baki و Anderson (1973)، وفقاً للمعادلة التالية:

قوة الإنبات = نسبة الإنبات النهائية (%) × الوزن الجاف للبادرات (غ) في نهاية الاختبار

مع إجراء بعض التعديلات البسيطة، حيث استبدل الوزن الجاف للبادرة بالوزن الرطب لها.

طول السوقية (سم):

قيس طول السوقية باستخدام مسطرة مدرجة من نقطة التقاء السوقية بالجذر.

الوزن الرطب للبادرة (غ):

أُخذ الوزن الرطب للبادرة (المجموع الخضري والجذري) بعد إخراجها من الصواني وإزالة التورب عن جذورها تحت ماء الصنبور، وذلك باستخدام الميزان الحساس.

الوزن الرطب للمجموع الخضري (غ):

تم فصل المجموع الخضري عن الجذري، ووزنه باستخدام الميزان الحساس.

الوزن لرطب للجذور (غ):

أُخذ الوزن الرطب للجذور باستخدام الميزان الحساس.

القيمة النسبية لتحمل الإجهاد المائي (%):

قُدرت القيمة النسبية لتحمل الإجهاد المائي للصفات المدروسة كافة حسب Murshed وآخرون (2015)، وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{القيمة النسبية لتحمل الإجهاد المائي} = \frac{\text{القيمة في معاملة الإجهاد}}{\text{القيمة في معاملة الشاهد}} \times 10$$

النتائج:

1. نسبة الإنبات (%)

بيّنت النتائج في الجدول (1) انخفاضاً في نسبة الإنبات استجابةً لظروف الإجهاد المائي المُطبق، بغض النظر عن معاملات SA المختلفة، حيث أعطى المستوى 100% (86.11%) القيمة الأعلى معنوياً مقارنةً مع المستويين الباقيين (80% (68.06%)، 60% (63.19%)). بينما أبدت معاملات SA بالتراكيز كافة تقوفاً معنوياً على الشاهد. أشارت نتائج التفاعل بين المعاملات المختلفة إلى عدم وجود فروق معنوية بين معاملات SA والشاهد عند المستوى 100%، في حين سجلت معاملات SA (1 ملغ/ليتر (72.22، 66.67%، 50 ملغ/ليتر (75.00، 72.22%)، 150 ملغ/ليتر (69.44، 63.89%) تقوفاً معنوياً على الشاهد (55.56، 50.00%) في المستويين 80 و60%، على التوالي، مع عدم تسجيل فروق معنوية بين المستويين.

الجدول (1): تأثير معاملة النقع ب SA في نسبة الإنبات لبذور نبات الخيار الصنف البلدي تحت مستويات ري مختلفة.

المتوسط	SA				ML
	150 ملغ/ليتر	50 ملغ/ليتر	1 ملغ/ليتر	0 ملغ/ليتر	
86.11 ^a	86.11 ^a	88.89 ^a	83.33 ^{ab}	86.11 ^a	100%
68.06 ^b	69.44 ^{cd}	75.00 ^{bc}	72.22 ^{cd}	55.56 ^{ef}	80%
63.19 ^b	63.89 ^{de}	72.22 ^{cd}	66.67 ^{cd}	50.00 ^f	60%
72.45	73.15 ^a	78.70 ^a	74.07 ^a	63.89 ^b	المتوسط

9.80 = SA * ML	5.66 = SA	4.90 = ML	LSD ^{0.05}
8.00			CV%

تشير الأحرف المختلفة في كل عمود إلى وجود فروق معنوية على مستوى دلالة 5%

2. سرعة الإنبات (بذرة/يوم):

أبدت نتائج سرعة الإنبات تفوق جميع معاملات SA (1 ملغ/ليتر (2.30)، 50 ملغ/ليتر (2.44)، 150 ملغ/ليتر (2.27)) على الشاهد (1.90) في التراكيز المستخدمة كافة. بينما أدى انخفاض مستوى الري إلى انخفاض تدريجي في سرعة الإنبات، وخاصةً عند المستوى 60%. في حين أظهرت نتائج التفاعل بين مستويات الري ومعاملات SA المختلفة تفوقاً معنوياً لتراكيز SA كافة (1 ملغ/ليتر (2.43، 2.22)، 50 ملغ/ليتر (2.43، 2.39)، 150 ملغ/ليتر (2.29، 2.19)) على الشاهد (1.73، 1.79) في المستويين 80 و 60%، على التوالي، دون وجود أي فرق معنوي في النتائج بين المستويين السابقين، بينما لم تلاحظ فروق معنوية في المستوى 100% بين التراكيز المدروسة من SA والشاهد (الجدول 2).

الجدول (2): تأثير معاملة النقع بحمض الساليسيليك في سرعة الإنبات لبذور نبات الخيار الصنف البلدي تحت مستويات ري مختلفة.

المتوسط	SA				ML
	150 ملغ/ليتر	50 ملغ/ليتر	1 ملغ/ليتر	0 ملغ/ليتر	
2.31 ^a	2.33 ^a	2.50 ^a	2.23 ^a	2.19 ^a	%100
2.23 ^{ab}	2.29 ^a	2.43 ^a	2.43 ^a	1.79 ^b	%80
2.13 ^b	2.19 ^a	2.39 ^a	2.22 ^a	1.73 ^b	%60
2.23	2.27 ^a	2.44 ^a	2.30 ^a	1.90 ^b	المتوسط
0.32 = SA * ML			0.19 = SA	0.16 = ML	LSD ^{0.05}
8.50					CV%

تشير الأحرف المختلفة في كل عمود إلى وجود فروق معنوية على مستوى دلالة 5%

3. قوة الإنبات تبعاً لطول السويقة:

أوضحت نتائج التفاعل في الجدول (3) تفوق جميع معاملات SA على الشاهد في مستويات الري كافة، كما أشارت إلى تفوق المعاملات المختلفة في المستوى 100% معنوياً على المعاملات المقابلة لها في المستويين 80 و 60%، واللذان سلكا نفس السلوك من حيث تأثيرها على قوة الإنبات. في حين بيّنت نتائج معاملات الري منفردة انخفاضاً تدريجياً لقوة الإنبات بانخفاض مستوى الري، حيث تفوق مستوى الري 100% (379.80) معنوياً على المستويين 80 و 60% (255.90، 217.30 على التوالي). أما بالنسبة لمعاملات الحمض فقد حققت التراكيز المستخدمة من SA تفوقاً معنوياً على الشاهد، وسجل التركيز 50 ملغ/ليتر (329.70) النتائج الأفضل معنوياً مقارنةً مع التركيزين 1 و 150 ملغ/ليتر (296.50، 295.30)، وذلك بغض النظر عن مستوى الري المطبق.

الجدول (3): تأثير معاملة النقع بحمض الساليسيليك في قوة الإنبات تبعاً لطول السويقة في بادرات نبات الخيار الصنف البلدي تحت

مستويات ري مختلفة.

المتوسط	SA				ML
	150 ملغ/ليتر	50 ملغ/ليتر	1 ملغ/ليتر	0 ملغ/ليتر	
379.80 ^a	397.30 ^{ab}	425.50 ^a	372.40 ^b	324.20 ^c	%100
255.90 ^b	261.70 ^{def}	298.50 ^{cd}	278.10 ^{cde}	185.20 ^{gh}	%80
217.30 ^c	226.90 ^{fg}	265.00 ^{def}	239.00 ^{ef}	138.40 ^h	%60
284.30	295.30 ^b	329.70 ^a	296.50 ^b	215.90 ^c	المتوسط
48.11 = SA * ML			27.77 = SA	24.05 = ML	LSD ^{0.05}
10.00					CV%

تشير الأحرف المختلفة في كل عمود إلى وجود فروق معنوية على مستوى دلالة 5%

4. قوة الإنبات تبعاً للوزن الرطب للبادة:

حققت معاملات SA بالتراكيز المختلفة بغض النظر عن مستوى الري المُطبق، تقوفاً معنوياً على الشاهد (445.80)، وكان للتركيز 50 ملغ/ليتر (752.80) النتائج الأفضل معنوياً مقارنةً مع التركيزين الباقيين (1 ملغ/ليتر (615.70)، 150 ملغ/ليتر (657.40))، كما هو مُوضح في الجدول (4). بينت نتائج معاملات الري عند المستوى 100% تقوفاً معنوياً في قوة الإنبات (965.20) مقارنةً مع المستويين 80 و60% (510.90، 377.70)، على التوالي. أظهرت نتائج التفاعل بين المعاملات تقوفاً للتركيز 50 ملغ/ليتر (1099.80) في المستوى 100% معنوياً على باقي المعاملات والشاهد (881.80)، كما كان له النتائج الأفضل (658.30، 500.40) معنوياً فقط مقارنةً مع الشاهد (269.30، 186.40) في المستويين 80 و60%، على التوالي.

الجدول (4): تأثير معاملة النقع بحمض الساليسيليك في قوة الإنبات تبعاً للوزن الرطب لبادات نبات الخيار الصنف البلدي تحت مستويات ري مختلفة.

المتوسط	SA				ML
	150 ملغ/ليتر	50 ملغ/ليتر	1 ملغ/ليتر	0 ملغ/ليتر	
965.20 ^a	987.00 ^b	1099.80 ^a	892.20 ^b	881.80 ^b	%100
510.90 ^b	555.00 ^{cd}	658.30 ^c	561.10 ^{cd}	269.30 ^g	%80
377.70 ^c	430.20 ^{ef}	500.40 ^{de}	393.90 ^f	186.40 ^g	%60
618.00	657.40 ^b	752.80 ^a	615.70 ^b	445.80 ^c	المتوسط
105.60 = SA * ML			61.00 = SA	52.80 = ML	LSD ^{0.05}
10.10					CV%

تشير الأحرف المختلفة في كل عمود إلى وجود فروق معنوية على مستوى دلالة 5%

5. طول السويقة (سم):

أثر انخفاض مستوى الري سلباً على متوسط طول السويقة بغض النظر عن معاملات الحمض المختلفة، حيث حقق مستوى الري 100% أعلى متوسط لطول السويقة (4.41 سم) مقارنةً مع المستويين الباقيين، تلاها المستوى 80% (3.74 سم) الذي تقوفاً بدوره على المستوى الأدنى (3.39 سم). سجلت معاملات الحمض المختلفة (1 ملغ/ليتر (3.97 سم)، 50 ملغ/ليتر (4.15 سم)، 150 ملغ/ليتر (3.97 سم)) قيمةً أعلى من الشاهد (3.28 سم) معنوياً، واستمر تفوقها المعنوي على الشاهد تحت تأثير مستويات الري كافة، كما هو مُوضح في الجدول (5).

الجدول (5): تأثير معاملة النقع بحمض الساليسيليك في طول السويقة لبادات نبات الخيار الصنف البلدي تحت مستويات ري مختلفة.

المتوسط	SA				ML
	150 ملغ/ليتر	50 ملغ/ليتر	1 ملغ/ليتر	0 ملغ/ليتر	
4.41 ^a	4.62 ^a	4.79 ^a	4.46 ^a	3.76 ^{bc}	%100
3.74 ^b	3.76 ^{bc}	3.99 ^b	3.87 ^{bc}	3.33 ^d	%80
3.39 ^c	3.53 ^{cd}	3.68 ^{bcd}	3.59 ^{cd}	2.76 ^e	%60
3.84	3.97 ^a	4.15 ^a	3.97 ^a	3.28 ^b	المتوسط
0.35 = SA * ML			0.20 = SA	0.17 = ML	LSD ^{0.05}
5.40					CV%

تشير الأحرف المختلفة في كل عمود إلى وجود فروق معنوية على مستوى دلالة 5%

6. الوزن الرطب للبادة (غ):

دلت النتائج في الجدول (6) على انخفاض متوسط الوزن الرطب للبادة مع انخفاض مستوى الري المُقدم، وذلك بالنسبة لمعاملات الري المختلفة، حيث أعطى المستوى 100% أعلى القيم لمتوسط الوزن الرطب للبادة (11.20 غ) بالمقارنة مع المستويين الباقيين، وتلاه المستوى 80% (7.32 غ). بالمقابل أظهرت معاملات الحمض بالتراكيز المُختبرة تقوفاً معنوياً على الشاهد، وخاصةً التركيز

50 ملغ/ليتر، والذي سجل أعلى القيم معنوياً (9.36 غ) مقارنةً مع باقي المعاملات والشاهد (6.27 غ)، وتلاه التركيز 150 ملغ/ليتر (8.72 غ). بينت نتائج التفاعل بين المعاملات تفوق التراكيز المختلفة من الحمض على الشاهد معنوياً في كل من المستويين 80 و60 %، واستمرارها على نفس السلوك بالنسبة للتركيزين 50 و150 ملغ/ليتر في المستوى 100%.

الجدول (6): تأثير معاملة النقع بحمض الساليسيليك في الوزن الرطب لبادرات نبات الخيار الصنف البلدي تحت مستويات ري مختلفة.

المتوسط	SA				ML
	150 ملغ/ليتر	50 ملغ/ليتر	1 ملغ/ليتر	0 ملغ/ليتر	
11.20 ^a	11.46 ^b	12.39 ^a	10.69 ^{bc}	10.28 ^c	%100
7.32 ^b	7.98 ^{de}	8.76 ^d	7.73 ^{ef}	4.81 ⁱ	%80
5.82 ^c	6.72 ^{gh}	6.94 ^{fg}	5.91 ^h	3.74 ^j	%60
8.12	8.72 ^b	9.36 ^a	8.11 ^c	6.27 ^d	المتوسط
0.91 = SA * ML			0.53 = SA	0.46 = ML	LSD ^{0.05}
6.70					CV%

تشير الأحرف المختلفة في كل عمود إلى وجود فروق معنوية على مستوى دلالة 5%

7. الوزن الرطب للمجموع الخضري (غ):

أشارت نتائج التفاعل بين مستويات الري ومعاملات SA في الجدول (7) إلى عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات كافة عند المستوى 100%، في حين تفوقت التراكيز الثلاثة للحمض (1 ملغ/ليتر (5.53 غ)، 50 ملغ/ليتر (5.96 غ)، 150 ملغ/ليتر (5.85 غ)) والتركيزين 50 و150 ملغ/ليتر (4.60، 4.50 غ) على الشاهد (4.18، 3.38 غ) معنوياً في مستويي الري 80 و60%، على التوالي. أظهرت نتائج معاملات الري منفردة تفوقاً معنوياً ملحوظاً في متوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري للشتلات عند مستوى الري 100% مقارنةً مع المستويين الباقيين. بالمقابل كان لمعاملات البذور باستخدام حمض الساليسيليك تأثيراً ملحوظاً في الوزن المقاس، حيث تفوقت التراكيز 1 (5.66 غ)، و50 (6.02 غ)، و150 (5.81 غ) ملغ/ليتر معنوياً على الشاهد (4.85 غ)، ولم تظهر فيما بينها أية فروق معنوية.

الجدول (7): تأثير معاملة النقع بحمض الساليسيليك في الوزن الرطب للمجموع الخضري لبادرات نبات الخيار الصنف البلدي تحت مستويات ري مختلفة.

المتوسط	SA				ML
	150 ملغ/ليتر	50 ملغ/ليتر	1 ملغ/ليتر	0 ملغ/ليتر	
7.21 ^a	7.10 ^a	7.49 ^a	7.26 ^a	7.00 ^a	%100
5.38 ^b	5.85 ^b	5.96 ^b	5.53 ^b	4.18 ^{cd}	%80
4.17 ^c	4.50 ^c	4.60 ^c	4.20 ^{cd}	3.38 ^d	%60
5.59	5.81 ^a	6.02 ^a	5.66 ^a	4.85 ^b	المتوسط
0.92 = SA * ML			0.53 = SA	0.46 = ML	LSD ^{0.05}
9.70					CV%

تشير الأحرف المختلفة في كل عمود إلى وجود فروق معنوية على مستوى دلالة 5%

8. الوزن الرطب للجذور (غ):

أظهرت معاملات SA تفوقاً معنوياً على الشاهد في متوسط الوزن الرطب للجذور، وحقق التركيز 50 ملغ/ليتر (3.35 غ) القيمة الأعلى مقارنةً مع باقي التراكيز والشاهد (1.42 غ). بينما أظهرت معاملات الري أكبر قيمة له عند المستوى 100% (4.00 غ) بتفوق معنوي على المستويين 80 و60% (1.94، 1.65 غ)، على التوالي. سجل التفاعل بين المعاملات كافة تفوق التركيزين 50 و150 ملغ/ليتر (4.90، 4.36 غ) في المستوى 100% على باقي التراكيز والشاهد (3.28 غ)، وتفوق المعاملات كافة على الشاهد في المستويين 80 و60% دون ملاحظة فروق معنوية بين هذين المستويين (الجدول 8).

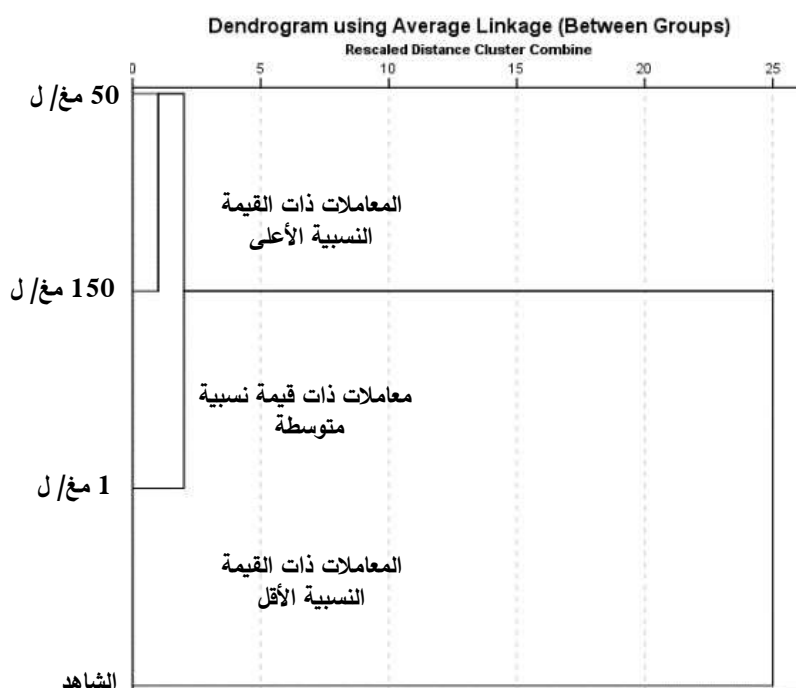
الجدول (8): تأثير معاملة النقع بحمض الساليسليك في الوزن الرطب لجذور بادرات نبات الخيار الصنف البلدي تحت مستويات ري مختلفة.

المتوسط	SA				ML
	150 ملغ/ليتر	50 ملغ/ليتر	1 ملغ/ليتر	0 ملغ/ليتر	
4.00 ^a	4.36 ^a	4.90 ^a	3.43 ^b	3.28 ^b	%100
1.94 ^b	2.13 ^{cd}	2.80 ^{bc}	2.20 ^{cd}	0.63 ^e	%80
1.65 ^b	2.21 ^{cd}	2.34 ^{cd}	1.71 ^d	0.35 ^e	%60
2.53	2.90 ^{ab}	3.35 ^a	2.45 ^b	1.42 ^c	المتوسط
0.79 = SA * ML			0.46 = SA	0.40 = ML	LSD ^{0.05}
18.50					CV%

تشير الأحرف المختلفة في كل عامود إلى وجود فروق معنوية على مستوى دلالة 5%

التحليل العنقودي اعتماداً على القيمة النسبية لتحمل الإجهاد المائي

حددت نتائج التحليل العنقودي في مستوى الري 80% المعاملات الأكثر تشابهاً، حيث أوضح المخطط انفراد الشاهد والذي أعطى أقل قيمة نسبية لتحمل الجفاف (أقل درجة تحمل للإجهاد المائي) في مجموعة منفصلة عن بقية معاملات SA، بينما قُسمت الأخيرة بدورها إلى مجموعتين، مجموعة ذات قيمة نسبية متوسطة التحمل للجفاف (متوسطة التحمل للإجهاد المائي) تضمنت المعاملة بالتركيز 1 ملغ/ليتر، ومجموعة أخرى احتوت على المعاملات ذات القيمة النسبية الأعلى لتحمل الجفاف (أكثر تحملاً للإجهاد المائي)، حيث شملت على التركيزين 50 ملغ/ليتر و 150 ملغ/ليتر، كما هو موضح في الشكل (1). بينما أظهر مخطط التحليل العنقودي للنتائج اعتماداً على القيمة النسبية لتحمل الإجهاد في مستوى الري 60% عدم وجود فروق بين معاملات SA المختلفة، والتي اجتمعت ضمن مجموعة واحدة وأبدت جميعها قيمة نسبية أعلى لتحمل الجفاف (تحماً أكبر للإجهاد المائي) بالمقارنة مع الشاهد، في حين انفرد الشاهد في مجموعة أخرى ذات قيمة نسبية أقل لتحمل الجفاف (أقل تحملاً للإجهاد المائي) (الشكل 2).



الشكل (1): التحليل العنقودي اعتماداً على القيمة النسبية لتحمل الإجهاد في الصفات المدروسة كافة في مستوى الري 80%



الشكل (2): التحليل العنقودي اعتماداً على القيمة النسبية لتحمل الإجهاد في الصفات المدروسة كافة في مستوى الري 60%

المناقشة:

يُعد إنبات البذور وتأسيس الشتلات أكثر المراحل حيوية في دورة نمو النبات، وأكثرها تأثراً بالإجهاد المائي (Shatpathy *et al.*, 2018)، والذي يتسبب عموماً بخفض قيم هذه المؤشرات مثل مؤشر نسبة الإنبات، ومؤشر سرعة الإنبات، وطول السويقة (Qayyum *et al.*, 2011). هذا ما توصلت إليه نتائج هذا البحث أيضاً، فبالنسبة لمستويات الري المُقدمة، أبدت النتائج تراجعاً في مؤشرات الإنبات المختلفة (نسبة الإنبات، وسرعة الإنبات، وقوة الإنبات تبعاً لطول السويقة، وقوة الإنبات تبعاً للوزن الرطب للبادرة، وطول السويقة، والوزن الرطب للبادرة، والوزن الرطب للمجموع الخضري والجذور) مع انخفاض مستوى الري المُطبق. قد يُعود انخفاض نسبة الإنبات إلى تسبب الإجهاد المائي في إحداث الإجهاد التأكسدي على المستوى الخلوي من خلال زيادة إنتاج أنواع الأوكسجين التفاعلية، مما يؤدي في النهاية إلى تمزق غشاء الخلية وتحفيز مسالك إشارات الإجهاد المختلفة (Mahmood *et al.*, 2019)، أو نتيجة تثبيط نشاط الإنزيمات الضرورية للجنين النامي واللازمة لإنبات البذور (Mahpara *et al.*, 2022). كما يمكن أن يُعزى تأخر الإنبات إلى دور الإجهاد المائي في تغيير النشاط الحلولي والوظائف الحيوية (Mahmood *et al.*, 2019)، بسبب عدم توفر الكمية الكافية من الماء للقيام بهذه الوظائف، مما يبطئ حركة امتصاص الماء والأنشطة داخل البذرة، وبالتالي زيادة المدة اللازمة لظهور الجذير وتأخر بدء الإنبات وعدم تجانسه. تراجع مؤشري قوة الإنبات تبعاً لطول السويقة وقوة الإنبات تبعاً للوزن الرطب للبادرة نتيجة لإنخفاض كل من نسبة الإنبات وطول السويقة والوزن الرطب للبادرة مع انخفاض مستوى الري المُقدم، وقد يُعزى التراجع في طول السويقة والوزن الرطب للبادرة والوزن الرطب للمجموع الخضري والجذور إلى أن نقص امتصاص البذور للماء قد يؤدي إلى تسرب الذائبات تبعاً للخاصية الأسموزية مما يؤدي إلى ضعف إنتاج الخلايا، وبالتالي انقسامها واستطالتها. فضلاً عن ذلك قد يؤدي الإجهاد المائي إلى انخفاض كفاءة تمثيل المواد الغذائية مما ينعكس على كمية المواد المنقولة إلى الجذر فيقل وزنه، إذ يعتمد النمو الجذري على التمثيل الغذائي في الجزء الخضري (حسن، 2019).

توافقت نتائج هذه الدراسة مع الكثير من الدراسات، مثل دراسة Okçu وآخرون (2005) على البازلاء، والتي أظهرت انخفاضاً في نسبة الإنبات وزيادة الوقت اللازم للإنبات مع زيادة الإجهاد المائي، ومع دراسة Shatpathy وآخرون (2018) على الأرز، ودراستي Fateh وآخرون (2012) و Ganje وآخرون (2021) على القمح، ودراسة Dehkordi وآخرون (2018) على الكركديه، حيث سجلت هذه الدراسات انخفاضاً واضحاً في مؤشرات الإنبات والنمو تحت تأثير الإجهاد المائي.

كانت لمعاملة النقع بحمض الساليسيليك الأثر الإيجابي الواضح في المؤشرات المدروسة. حيث تفوقت التراكيز المُختبرة من SA (1، 50، 150 ملغ/لتر) معنوياً على الشاهد (النقع بالماء) في المؤشرات المدروسة كافة بغض النظر عن مستويات الري المُقدمة. كما أظهرت نتائج التفاعل تفوق التراكيز الثلاثة السابقة معنوياً على الشاهد تحت تأثير الإجهاد المائي (80 و 60% من الري الكامل) في المؤشرات كافة، ماعدا الوزن الرطب للمجموع الخضري، وخاصةً عند التركيز 50 ملغ/لتر الذي أبدى النتائج الأفضل في المؤشرات كافة، ما عدا سرعة الإنبات تحت مستويات الري المختلفة. يمكن أن يرتبط الدور الرئيسي لـ SA في تحمل الإجهاد المائي بقدرته على تنظيم عوامل النسخ والتعبير عن العديد من الجينات المرتبطة بالجفاف (Ebeed and Ali, 2022)، وتأثيره على مجموعة متنوعة من العمليات، بما في ذلك إنبات البذور، وإغلاق المسام، وامتصاص الأيونات ونقلها، ونفاذية الأغشية، والتمثيل الضوئي ومعدل النمو (Aftab and Yusuf, 2021). قد يُعزى التأثير الإيجابي في مؤشرات الإنبات نتيجة المعاملة بحمض الساليسيليك إلى امتلاك SA دور محتمل كجزيء غير إنزيمي يساعد على التخفيف من ضرر الإجهاد، وخاصةً الإجهاد المائي، وإن تحسن نسبة وسرعة الإنبات نتيجة المعاملة بـ SA يمكن أن يعود إلى دوره في إدارة الإجهاد التأكسدي الناجم عن الجفاف (Shatpathy et al., 2018) من خلال تعزيز نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة (Khalvandi et al., 2021)، أو لدوره في تحفيز الأنشطة الاستقلابية داخل الجنين (Moore and Ahmadi-Lahijani, 2020). كما أنه يعمل على تخليق بروتين كينيز (kinase) الذي يلعب دوراً مهماً في تنظيم انقسام الخلايا، والاستطالة، والتمايز (Arivalagan and Somasundaram, 2015)، ويساهم من خلال ذلك في زيادة مستوى انقسام الخلايا داخل النسيج الإنشائي القمي لبراعم الشتلات والجذور (Rehman et al., 2011)، مما يضيف تأثيراً إيجابياً على النمو ويحسن من وزن وطول الشتلات ويعزز من تحمل النبات للظروف البيئية غير الملائمة. بينما تجدر الإشارة إلى أن تأثير حمض الساليسيليك يختلف تبعاً لاختلاف الأنواع النباتية، وطريقة تطبيقه، ومرحلة النمو، ومستواه الداخلي في النبات، وقد يعطي أثراً عكسياً عند استخدامه بتركيز عالية نسبياً، عن طريق مساهمته في توليد عدد كبير من أنواع الأوكسجين التفاعلية (Kapoor et al., 2021)، وهذا ما يمكن أن يفسر إعطاء التركيز 50 ملغ/لتر نتائج أفضل من التركيز الأعلى في معظم المؤشرات.

تشابهت هذه الدراسة مع دراسة Rehman وآخرون (2011) على الخيار، ودراسة Basra وآخرون (2007) على البطيخ، وSoliman وآخرون (2016) على الفول، والحجيري (2017) على الجزر، والتي أوضحت بمجملها الأثر الإيجابي للمعاملة بحمض الساليسيليك في تحسين مؤشرات الإنبات والنمو، ومع دراسات أخرى قُيِّمت فيها معاملة نقع البذور بـ SA كطريقة فعالة في تحسين مؤشرات الإنبات تحت ظروف الإجهاد المائي، مثل دراسة Baghizadeh و Hajmohammadrezaei (2011) على البامية، ودراسة Silva وآخرون (2019) على البصل، ودراستي De Araújo وآخرون (2018) و Dutra وآخرون (2017) على اللوبيا، ودراستي Tabatabaei (2013) و Rahimzadeh (2014) على الذرة البيضاء.

يُعد التحليل العقودي من التحاليل الهامة المستخدمة في تصنيف مجموعة من الطرز إلى أفرع أو مجموعات متشابهة، وهذا يسمح لمربي النبات باختيار الطرز الأكثر كفاءة لإدخالها في برامج التربية. على الرغم من استخدام التحليل العقودي في الكثير من

الدراسات بهدف فصل الطرز المدروسة بناءً على أدائها تحت ظروف الإجهاد المائي (Hannok et al., 2023)، مثل دراسة Aditya وآخرون (2022) لتحديد الأنماط الجينية للأرز الأكثر تحملاً للإجهاد المائي، ودراسة Hannok وآخرون (2023) لتحديد سلاسل الذرة الأكثر تحملاً للإجهاد المائي (سلالات مرباة داخلياً)، هدفت هذه الدراسة إلى استخدامه في تحديد المعاملة الأفضل بين المعاملات المختبرة تبعاً للقيمة النسبية لتحمل الإجهاد المائي في الصفات المدروسة كافة. أظهرت نتائج هذا التحليل توافقاً مع النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة، حيث بينت انفصال معاملات حمض الساليسيليك عن الشاهد، في مجموعة مستقلة ذات قيمة نسبية أفضل لتحمل الجفاف في كلا المستويين 80 و 60% (الشكل 1 و 2).

الاستنتاجات

- سجلت النتائج انخفاضاً في المؤشرات المدروسة كافة تحت تأثير الإجهاد المائي.
- كان للمعاملة ب SA أثراً إيجابياً في المؤشرات المدروسة مقارنةً مع الشاهد بغض النظر عن مستويات الري المطبقة، وحقق التركيز 50 ملغ/ليتر أعلى قيمة بين التراكيز المختبرة في كل المؤشرات.
- بينت نتائج التفاعل بين مستويات الري ومعاملات SA تفوق المعاملات معنوياً في مستوى الري 100% في المؤشرات كافة على المستويين 80 و 60% عدا سرعة الإنبات، كما حقق التركيز 50 ملغ/ليتر القيم الأعلى في معظم المؤشرات المدروسة، تلاه التركيز 150 ملغ/ليتر.
- أظهرت نتائج التحليل العنقودي المعتمدة على مجموع القيم النسبية لتحمل الإجهاد المائي انفصال معاملات حمض الساليسيليك عن الشاهد في مجموعة مستقلة ذات قيمة نسبية أفضل لتحمل الإجهاد في كلا المستويين 80 و 60%.

التوصيات

يوصي هذا البحث باعتماد معاملة البذور ب 50 ملغ/ليتر من SA لتحسين إنبات ونمو شتلات الخيار تحت ظروف الإجهاد المائي، وذلك عند إنبات بذور الصنف البلدي من الخيار في المشاتل أو عند زراعتها في الأرض بشكل مباشر.

المراجع:

الحجيري، رويدة (2017). دور حمض الساليسيليك وحمض الأسكوربيك في زيادة مقاومة نبات الجزر لإجهاد الجفاف. رسالة ماجستير. شعبة النبات، قسم الأحياء، كلية العلوم، جامعة طيبة، المدينة المنورة، المملكة العربية السعودية. 139 صفحة.

حسن، علي (2019). دراسة التأثيرات الفسيولوجية والبايوكيميائية لمحفزات النمو والمخصبات الحيوية في نمو وحاصل الذرة الشامية تحت مستويات ري مختلفة. رسالة دكتوراه. فلسفة في علوم الهندسة الزراعية، قسم المحاصيل الحقلية (فلسجة محاصيل)، كلية علوم الهندسة الزراعية، جامعة بغداد، بغداد، العراق. 214 صفحة.

وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2020). قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

- Abdul-Baki, A.A. and J.D. Anderson (1973). Vigour deterioration of soybean seeds by multiple criteria. *Crop Science*, 13: 630-633.
- Adhikary, S.; M.K. Naskar and B. Biswas (2021). Seed priming -one small step for farmer, one giant leap for food security: II mechanism and manifestation. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 10(1): 541-548.
- Aditya, J.; A. Bhartiya; R.S. Pal; L. Kant and A. Pattanayak (2022). Identification of drought tolerant, high yielding rice genotypes for rainfed upland ecosystem of Uttarakhand hills through different drought tolerance indices. *Journal of Environmental Biology*. 43(2): 306-316.

- Aftab, T. and M. Yusuf (2021). Jasmonates and Salicylates Signaling in Plants. Springer. ebook: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-75805-9>.
- Alam, A.; H. Ullah; N. Thuenprom; R. Tisarum; S. Cha-Um and A. Datta (2022). Seed priming with salicylic acid enhances growth, physiological traits, fruit yield, and quality parameters of cantaloupe under water-deficit stress. *South African Journal of Botany*. 150: 1-12.
- Arivalagan, M. and R.G. Somasundaram (2015). Effect of Propiconazole and Salicylic Acid on the Growth and Photosynthetic Pigments in *Sorghum Bicolor (L.) Moench*. Under Drought Condition. *Journal of Ecobiotechnology*. 7: 17-23.
- Baghizadeh, A. and M. Hajmohammadrezaei (2011). Effect of drought stress and its interaction with ascorbate and salicylic acid on okra (*Hibiscus Esculents* l.) germination and seedling growth. *J. Stress Physiol. Biochem*. 7(1): 55-65.
- Basra, S.; M. Farooq; H. Rehman and B. Saleem (2007). Improving the germination and early seedling growth in melon (*Cucumis melo L.*) by pre-sowing salicylate treatments. *International Journal of Agriculture and Biology*. 9(4): 550-554.
- Boualem, A.; S. Fleurier; C. Troadec; P. Audigier; A.P.K. Kumar; M. Chatterjee; A.A. Alsadon; M.T. Sadder; M.A. Wahb-Allah; A.A. Al-Doss and A. Bendahmane (2014). Development of a *Cucumis sativus* TILLinG Platform for Forward and Reverse Genetics. *Plos One*. 9(5): 1-8.
- Bradford, H. J.; P. Bello; J. C. Fu and M. Barros (2013). Single-seed respiration: a new method to assess seed quality. *Seed Science and Technology*. 41(3): 420-438. doi: 10.15258/sst.2013.41.3.09.
- De Araújo, E.; A. Melo; M.S. Rocha; R.F. Carniro and M. Rocha (2018). Germination and initial growth of cowpea cultivars under osmotic stress and salicylic acid. *Revista Caatinga*. 31: 80-89.
- Dehkordi, E.A.; A.D. Shahraki and P.K. Lamjiri (2018). Effect of seed priming with salicylic acid on seed germination and seedling growth of *Hibiscus sabdariffa* under drought stress. *Iranian Journal of Seed Science and Research*. 5(4): 1-11.
- Dutra, W.F.; A.S. Melo; J.F. Suassuna; A.F. Dutra; D.C. Silva and J.M. Maia (2017). Antioxidative Responses of Cowpea Cultivars to Water Deficit and Salicylic Acid Treatment. *Agronomy Journal*. 109(3): 895-905.
- Ebeed, H.T. and H.S. Ali (2022). Salicylic-Acid Mediated Physiological and Molecular Mechanisms in Plants Under Drought Stress. In: Sharma, A.; R. Bhardwaj; V. Kumar; B. Zheng and D.K. Tripathi (Eds). *Managing Plant Stress Using Salicylic Acid: Physiological and Molecular Aspects* (Pp 208-238). Wiley Online Library. <https://doi.org/10.1002/9781119671107.ch12>.
- El-Sanatawy, A.M.; S.M.A.I. Ash-Shormillesy; N. Qabil; M.F. Awad and E. Mansour (2021). Seed Halo-Priming Improves Seedling Vigor, Grain Yield, and Water Use Efficiency of Maize under Varying Irrigation Regimes. *Water*. 13(15): 1-17.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2021). Crops and livestock products. Seen at 8 May 2023 at FAOATAT <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Fateh, E.; M. Jiraii; S. Shahbazi and R. Jashni (2012). Effect of salicylic acid and seed weight on germination of Wheat (CV. *BC ROSHAN*) under different levels of osmotic stress. *European Journal of Experimental Biology*. 2(5) :1680-1684.
- Ganje, A.; A. Ebadi; G. Parmoon and S. Jahanbaksh (2021). Effect of Seed Priming by Salicylic Acid on Emergence Indices and Grain Weight of Wheat (*Triticum aestivum Parsi var.*) under Water Deficit Stress. *Iranian J. Seed Res*. 7 (2): 71-88.
- Hannok, P.; P. Kaewunta; W. Khunyota; A. Kaewnut; P. Pachimkanthong and C. Tangthavonkarn (2023). Exploration of Phenotypic Dissimilarity for Drought Tolerance in Maize Inbred Line Collection. *Current Applied Science and Technology*. 23(1): 1-9.

- Kandil, A.A.; A.E. Sharief and S.R.H. Ahmed (2012). Germination and seedling growth of some chickpea cultivars (*Cicerarietinum I.*) Under salinity stress. Journal of Basic and Applied Sciences. 8: 561-571.
- Kapoor, D.; V. Gautam and R. Bhardwaj (2021). Salicylic Acid Contribution in Plant Biology against a Changing Environment. Nova Science, Hauppauge: New York. Pp 240.
- Kayan, B.; Y. Yang; E.J. Lindquist and A.M. Gizir (2010). Solubility of Benzoic and Salicylic Acids in Subcritical Water at Temperatures Ranging from (298 to 473) K. Journal of Chemical and Engineering Data. 55(6): 2229-2232.
- Khaeim, H.M.; Z. Kende; J. Márton; G. Péter; G. Csaba and Á. Tarnawa (2022). Impact of Temperature and Water on Seed Germination and Seedling Growth of Maize (*Zea mays L.*). Agronomy. 12(2): 1-23.
- Khalvandi, M.; A. Siosemardeh; E. Roohi and S. Keramati (2021). Salicylic acid alleviated the effect of drought stress on photosynthetic characteristics and leaf protein pattern in winter wheat. Heliyon. 7(1): 1-11.
- Khan, A.; A. Mishra; S.M. Hasan; A. Usmani; M. Ubaid; N. Khan and M. Saidurrahman (2021). Biological and medicinal application of *Cucumis sativus Linn.* – review of current status with future possibilities. Journal of Complementary and Integrative Medicine. 19(4): 843-854.
- Li, J.; Y. Nishimura; X. Zhao and Y. Fukumoto (2014). Effects of Drought Stress on the Metabolic Properties of Active Oxygen Species, Nitrogen and Photosynthesis in Cucumber ‘Jinchun No. 5’ Seedlings. JARQ. 48(2): 175-181.
- Mahmood, T.; S. Khalid; M. Abdullah; Z. Ahmed; M.K.N. Shah; A. Ghafoor and X. Du (2019). Insights into Drought Stress Signaling in Plants and the Molecular Genetic Basis of Cotton Drought Tolerance. Cells. 9(1): 1-30.
- Mahpara, S.; A. Zainab; R. Ullah; S. Kausar; M. Bilal; M.I. Latif; M. Arif; I. Akhtar; A. Al-Hashimi; M.S. Elshikh; M. Zivcak and A.T.K. Zuan (2022). The impact of PEG-induced drought stress on seed germination and seedling growth of different bread wheat (*Triticum aestivum L.*) genotypes. Plos One. 17(2): e0262937. doi: 10.1371/journal.pone.0262937.
- Mariod, A.; M.E.S. Mirghani and I. Hussein (2017). *Cucumis sativus* Cucumber. In Mariod, A.A.; M.E.S. Mirghani and I. Hussein. Unconventional Oilseeds and Oil Sources (Pp 89-94). Agricultural Plant Science. ResearchGate.
- Moori, S. and M. J. Ahmadi-Lahijani (2020). Hormopriming instigates defense mechanisms in Thyme (*Thymus vulgaris L.*) seeds under cadmium stress. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. 19: 1-10.
- Murshed, R.; S. Najla; F. Albiski; I. Kassem; M. Jbour and H. Al-Said (2015). Using Growth Parameters for In-vitro Screening of Potato Varieties Tolerant to Salt Stress. J. Agr. Sci. Tech. 17(2): 483-494.
- Okçu, G.; M. D. Kaya and M. Atak (2005). Effects of Salt and Drought Stresses on Germination and Seedling Growth of Pea (*Pisum sativum L.*). Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 29(4): 237-242.
- Pal, A.; R. Adhikary; T. Shankar; A.K. Sahu and S. Maitra (2020). Cultivation of Cucumber in Greenhouse. In Maitra, S.; D.J. Gaikwad and T. Shankar (Eds). Protected Cultivation and Smart Agriculture (Pp 139-145). New Delhi Publishers.
- Qayyum, A.; A. Razzaq; M. Ahmad and M.A. Jenks (2011). Water stress causes differential effects on germination indices, total soluble sugar and proline content in wheat (*Triticum aestivum L.*) genotypes. African Journal of Biotechnology. 10(64): 14038-14045.

- Rahimzadeh, S. (2014). The Effect of Salicylic Acid and Gibberellin on Seed Reserve Utilization, Germination and Enzyme Activity of Sorghum (*Sorghum bicolor L.*) Seeds Under Drought Stress. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. 10(1): 5-13.
- Rehman, H.; M. Farooq; S. Basra and I. Afzal (2011). Hormonal Priming with Salicylic Acid Improves the Emergence and Early Seedling Growth in Cucumber. *Journal of Agriculture and Social Sciences*. 7(3): 109-113.
- Rehman, M.M.; M. Amjad; K. Ziaf and R. Ahmad (2020). Seed Priming with Salicylic Acid Improve Seed Germination and Physiological Responses of Carrot Seeds. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 57(2): 351-359.
- Rhaman, M.S.; S. Imran; F. Rauf; M. Khatun; C.C. Baskin; Y. Murata and M. Hasanuzzaman (2021). Seed Priming with Phytohormones: An Effective Approach for the Mitigation of Abiotic Stress. *Plants*. 10(37): 1-17.
- Ruzmetov, A. and A. Ibragimov (2020). Crystal Structure of The Bis (Salicylato)-Diaqua-Zinc (II). Pp: 18-22.
- Saharan, B.S.; B. Brar; J.S. Duhan; R. Kumar; S. Marwaha; V.D. Rajput and T. Minkina (2022). Molecular and Physiological Mechanisms to Mitigate Abiotic Stress Conditions in Plants. *Life*. 12(1634): 1-26.
- Senaratna, T.; D. Touchell; E. Bunn and K. Dixon (2000). Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulation*. 30(2): 157-161.
- Sharma, P. (2013). Salicylic Acid: A Novel Plant Growth Regulator? Role in Physiological Processes and Abiotic Stresses Under Changing Environments. In: Tuteja, N. and S.S. Gill (Eds). *Climate Change and Plant Abiotic Stress Tolerance* (Pp 939-990). Wiley Online Library. doi:10.1002/9783527675265.ch36.
- Shatpathy, P.; M. Kar; S.K. Dwibedi and A. Dash (2018). Seed Priming with Salicylic Acid Improves Germination and Seedling Growth of Rice (*Oryza sativa L.*) under PEG-6000 Induced Water Stress. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences (IJCMAS)*. 7(10): 907-924.
- Silva, J.; E. Paiva; M. Leite; S. Torres; M. Neta and K. Guirra (2019). Salicylic acid in the physiological priming of onion seeds subjected to water and salt stresses. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 23(12): 919-924.
- Singh, P.K.; V.K. Chaturvedi and B. Bandana (2010). Effects of salicylic acid on seedling growth and nitrogen metabolism in cucumber (*Cucumis sativus L.*). *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. 6(3): 102-113.
- Soliman, M.H.; R.S. Al-Juhani; M.A. Hashash and F.M. Al-Juhani (2016). Effect of Seed Priming with Salicylic Acid on Seed Germination and Seedling Growth of Broad bean (*Vicia faba L.*). *International Journal of Agricultural Technology*. 12(6): 1125-1138.
- Sutcliffe, J. (1968). *Plants and water (Studies in biology)*. Edward Arnold. London, England. 81 pp.
- Tabatabaei, S. A. (2013). Effect of salicylic acid and ascorbic acid on germination indexes and enzyme activity of sorghum seeds under drought stress. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. 9(4): 32-38.
- Torres-Ruiz, J.M.; H. Cochard; E. Fonseca; E. Badel; L. Gazarini and M. Vaz (2017). Differences in functional and xylem anatomical features allow Cistus species to co-occur and cope differently with drought in the Mediterranean region. *Tree Physiology*. 37: 755-766.
- Wang, Z.F.; J.F. Wang; Y.M. Bao; F.H. Wang and H.S. Zhang (2010). Quantitative trait loci analysis for rice seed vigor during the germination stage. *J Zhejiang Univ Sci B*. 11(12): 958-964.

The Effect of Salicylic Acid Treatment and Different Irrigation Levels on the Germination of Seeds of Baladi Cucumber Cultivar

Kawthar Abou Assali ⁽¹⁾, Roula Bayerli ⁽²⁾, and Bassam Al Atalah ⁽¹⁾

(1). Sewida Research Center/ General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR)/ Damascus, Syria.

(2). Horticulture department/ Faculty of Agricultural Engineering/ Damascus University. Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Kawthar Abou Assali. E-Mail: kawtharaboassaly@gmail.com).

Received: 26/03/2023

Accepted: 14/05/2023

Abstract

The research was conducted at Sewida Agricultural Scientific Research Center/ General Commission for Scientific Agricultural Research/ Syria during the year 2021. The aim was studying the effect of treatment with salicylic acid (SA) and different irrigation levels on germination of Baladi cucumber cultivar seeds. The seeds were treated for 24 hours, with several concentrations of salicylic acid (0, 1, 50, 150 mg/L) at room temperature, then they were planted in germination trays and several levels of irrigation were applied (100% water: full irrigation, 60% of full irrigation, 80% of full irrigation). The experiment was designed using a randomized complete block design, and data were analyzed by Two-Way ANOVA. The results showed a decrease in all studied indicators (Germination percentage, germination speed, germination vigor depending on the shoot length, germination vigor depending on the wet weight of seedling, shoot length, wet weight of seedling and wet weight of shoots and roots) as the applied irrigation levels decrease. Treatment with SA had a positive effect on the aforementioned indicators, as the concentrations used for SA achieved a significant difference compared to the control. The concentration of 50 mg / L achieved the highest value among the concentrations tested in all indicators, especially in the average germination vigor depending on the shoot length (329.7), germination vigor depending on the wet weight of seedling (752.8), and the wet weight of seedling (9.363), which showed a significant difference compared to the rest of the treatments and the control (215.9, 445.8, 6.273, respectively). The results of the interaction showed that the two concentrations 50 and 150 mg / L achieved a significant difference compared to the control in all indicators under the different irrigation levels. The concentration 50 mg/L in all irrigation levels achieved the highest values for studied indicators compared to the control. It can be said that the pre-soaking with salicylic acid, especially the concentration 50 mg/L, achieved a significant improvement in the studied indicators in response to different irrigation levels at the germination level.

Keywords: Irrigation level, Cucumber, Salicylic acid, Seeds, Germination.