

تأثير الإجهاد المائي في بعض المؤشرات التطورية والمورفولوجية لطرز وراثية من السمسم

ريم عايد العيد^{1*} حسين المحاسنة² ماجدة الرويلي³

¹ طالبة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

reem.aheed@damascusuniversity.edu.sy

² أستاذ في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق (رئيس).

hussain1974.almahasneh@damascusuniversity.edu.sy

³ باحث في الهيئة العامة لبحوث العلمية الزراعية، السورية. (مشارك)

الملخص:

نُفذ البحث خلال الموسم الزراعي 2021 م في محطة بحوث قرحتا التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، بهدف دراسة استجابة 13 طراز وراثي من السمسم لظروف الإجهاد المائي المطبق بدءاً من منتصف مرحلة الإزهار وحتى بدء تشكل الكبسولات على النبات. نُفذت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD)، بترتيب القطع المنشقة، في ثلاثة مكررات.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في صفات عدد الأيام حتى النضج التام وارتفاع النبات وعدد الأفرع والغلة البذرية بين المعاملات، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. حيث سبب الإجهاد المائي تراجعاً معنوياً في هذه الصفات، في حين كانت الفروق في ارتفاع أول فرع وارتفاع أول كبسولة غير معنوية.

كما تباينت الطرز الوراثية المختبرة في استجابتها لظروف الإجهاد المائي، حيث حقق الطرازين الوراثيين حوراني⁵، وزوري⁴ أقل معدلات الانخفاض في متوسط ارتفاع النبات وأعلى معدلات الانخفاض في صفة عدد الفروع في النبات، في حين أبدى الطرازين الوراثيين زوري³، والشاهد زوري² أعلى معدلات الانخفاض في صفة ارتفاع النبات، وحقق الطراز الوراثي زوري² زيادةً معنويةً في عدد الأفرع في النبات، ولم يكن هناك فروقاتٍ معنويةً في معدلات انخفاض عدد الأيام حتى النضج في جميع الطرز الوراثية.

الكلمات المفتاحية: الإجهاد المائي، المؤشرات التطورية، المؤشرات المورفولوجية، السمسم.

تاريخ الايداع: 2023/11/14

تاريخ القبول: 2023/12/17



حقوق النشر: جامعة دمشق - سورية،

يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب

الترخيص CC BY-NC-SA 04

Effect of water stress on some developmental and morphological indicators of sesame genotypes

Reem Ayed Al-Eed^{1*} Hussein Al-Mahasna² Majeda Al-Ruwaili³

¹PhD. Student, Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Damascus University reem.aleed@damascusuniversity.edu.sy.

²Assistant Professor Faculty of Agriculture, Damascus University (chairman). hussain1974.almahasneh@damascusuniversity.edu.sy

³Res., GCSAR, Ministry of Agric., Syria (co-chairman)

Abstract:

The research was carried out during the 2021 agricultural season at the Qarhata Research Station of the General Commission for Scientific Agricultural Research, with the aim of studying the response of 13 genotypes of sesame to water stress conditions applied during the flowering stage. The experiment was carried out according to a randomized complete block design (RCBD), in split-plot arrangement, in three replications.

The results of the statistical analysis showed that there were significant differences ($P \leq 0.05$) in the traits of days until full maturity, plant height, and number of branches between the treatments, genotypes, and interaction effect. Water stress caused a significant decline in these traits, while the differences in the height of the first branch and the height of the first capsule weren't significant.

The genotypes also varied in their response to water stress conditions, as the two genotypes Hourani5 and Zuri4, achieved the lowest rates of decline in the average plant height and the highest rates of decline in the number of branches per plant, while the two genotypes, Zuri3 and Zuri con. showed the highest rates of decline in plant height. The Zuri2 genotype significantly increased the number of branches per plant, and there were no significant differences in the rates of decrease in the number of days to maturity in all genotypes.

Keywords: Water Stress, Developmental Indicators, Morphological Indicators, Sesame.

Received: 14/11/2023

Accepted: 17/12/2023



Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

المقدمة Introduction

تحتل الزيوت النباتية مكانة هامة في غذاء الإنسان، مباشرة أو في الصناعات الغذائية وغير الغذائية، كما تُستعمل مخلفات البذور الزيتية علفاً للحيوانات. ويعد السمسم من المحاصيل الزيتية الهامة في العالم، إذ تُستخدم بذوره في تزيين بعض أنواع الخبز والمعجنات وصناعة الحلويات. وقد زرع السمسم منذ حوالي 5000 سنة بهدف الحصول على بذوره التي تعد من أغنى بذور المحاصيل بالمواد الدهنية، إذ تتراوح نسبة الزيت فيها بين 50 و 65 %، والبروتين بين 22 و 25% وكربوهيدرات بنسبة 15% (Weiss, 2000). علاوة على ذلك إن زيت السمسم غني بالدهون المتعددة غير المشبعة، مع انخفاض الدهون المشبعة، ومن المعروف أن الدهون الأحادية غير المشبعة المتعددة، دهون صحية للقلب وتساعد على إبقاء الكوليسترول تحت السيطرة (Yingxian et al., 1988).

تنتشر زراعة السمسم في المناطق الاستوائية والصحراوية في منطقة شرق آسيا. ويُعتقد أن أصناف السمسم المزروعة التي نعرفها الآن قد نشأت في الهند وانتشرت إلى أجزاء أخرى من آسيا، وأكبر منتجي السمسم هي بورما تنتج حوالي 720,000 طن من السمسم سنوياً، ثم الهند، تليها الصين وإثيوبيا والسودان وأوغندا ونيجيريا والنيجر والصومال (Bedigian, 2004).

بلغت المساحة المزروعة في الوطن العربي بمحصول السمسم في الوطن العربي عام 2020 نحو 4997.98 هكتار أنتجت 1326.18 طن بمرود وسطي بلغ 1061.36 كغ/هـ (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2020). أما في سورية فقد بلغت المساحة المزروعة خلال السنوات العشر الأخيرة 2009-2018 حوالي 3169 هكتار أنتجت 2533 طن بمتوسط إنتاجية قدر بحوالي 799 كغ/هـ (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2018)، وفي العام 2021 بلغت المساحة المزروعة بالسمسم 15936 هكتار أنتجت بحدود 11661 طن بمتوسط إنتاجية قدر بحوالي 732 كغ/هـ (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2021).

يعود تدني إنتاجية السمسم في سورية إلى عدم وجود أصناف ذات قدرة إنتاجية مرتفعة وعدم تطبيق الحزمة التكنولوجية المتكاملة من قبل الفلاح، بالإضافة إلى تراجع الموارد المائية المتاحة لري المحصول في بعض مناطق زراعته خلال مراحل النمو الأكثر طلباً لمياه الري. فقد أشارت العديد من الدراسات إلى الأثر السلبي الذي يسببه الإجهاد المائي في مؤشرات النمو ويتجلى ذلك من خلال تراجع ارتفاع النبات والوزن الرطب والوزن الجاف ومساحة الأوراق (Hassan et al., 2015).

لقد أدت الزيادة المتسارعة في عدد سكان العالم خاصة في السنوات الأخيرة والذي وصل إلى حوالي 7 مليار نسمة، إلى تضاعف الحاجة في البحث عن طرائق لزيادة الإنتاجية في وحدة المساحة وتحسين نوعية البذور وبأقل التكاليف بما يؤمن قسم من المتطلبات الغذائية للناس وخاصة في الدول النامية. وتركز الاهتمام في البحث عن المصادر الغذائية الغنية بالبروتين والزيت وغيرها من المركبات الضرورية لجسم الإنسان، وقد توصلت الأبحاث إلى أنه يمكن عد السمسم من المحاصيل الغذائية الزيتية، بالإضافة لاستخداماته الغذائية تركز الدراسات الحديثة على عده مادة أولية جيدة لإنتاج الوقود الحيوي بسبب احتواء بذوره على كميات عالية من الزيت (Nakagawa and Rosolem, 2011).

يُعد الجفاف العامل الأهم المسبب لتراجع غلة المحاصيل على مستوى العالم، ويتضافر تأثيره مع العديد من العوامل البيئية الأخرى مثل الملوحة والصقيع والحرارة المرتفعة مما يسبب فقدان جزء كبير من الإنتاج الاقتصادي (بهي الدين وآخرون، 2007). والجفاف هو فترة من ندرة المياه تواجه المحصول خلال مراحل نموه وتؤدي إلى الحد من إنتاجية النبات في الطبيعة أو في النظام الزراعي، وعادةً ما تترافق ظروف الجفاف مع العديد من الإجهادات البيئية الأخرى مثل الإجهاد الحراري والضوئي وإجهاد التغذية والإجهاد الملحي (Patel et al., 2022; Alexander et al., 2020)، وتوصف هذه الظاهرة حسب اعتقاد الباحث (Zhu, 2002) بأنها ظروف عدم توفر الرطوبة الأرضية الكافية والضرورية لنمو النبات وإكمال دورة حياته الطبيعية.

ومن الناحية الفيزيولوجية يُعتبر نبات ما مقاوماً للإجهاد المائي عند قدرته على العيش والتطور تحت ظروف الجفاف، أما من الناحية الزراعية فهو قدرة هذا النبات على إعطاء مردود أكبر مقارنة بالنباتات الحساسة (Mohammadi, 2018). ويلجأ النبات أحياناً للهروب من الجفاف أو تقادي الجفاف، وتعرف هذه الظاهرة بأنها قدرة النبات على إنهاء دورة حياته خلال الفترة التي يكون فيها الماء متوفرًا، فالنمو السريع والإزهار المبكر يسمحان بتقادي فترة الجفاف المتأخر (Shahinnia et al., 2016).

طورت النباتات العديد من الآليات الشكلية والفيزيولوجية لتحمل الإجهاد المائي، عن طريق تجنب الإجهاد المائي أو تحمله، تسمح مثل هذه التكيفات ببقاء النباتات على قيد الحياة أو حتى المحافظة على الحد الأدنى من النمو في ظل الظروف البيئية القاسية (Li et al., 2020).

يُعد الإجهاد الناتج عن نقص الماء أحد أهم العوامل البيئية التي تحد من إنتاج السمسم (Betram et al., 2003). درس (Hassanzadeh et al., 2009) تأثير الإجهاد المائي على محصول السمسم ومكوناته لـ 27 طراز وراثي فوجد أن أكثر الصفات تأثراً بالجفاف هو عدد الكبسولات في نبات وحاصل البذور، وتباين ذلك بين الطرز المدروسة بشكل كبير.

تتعلق آلية تحمل الإجهاد المائي ببعض الخصائص المورفولوجية والتطورية مثل ثخانة الجذور، وقدرتها على اختراق الطبقات المترابطة للتربة، وحصولها على رطوبة الطبقات الأعمق في التربة (Pathan et al., 2004).

يؤثر نظام ري السمسم في نمو النبات وإنتاجيته ومحتوى البذور من الزيت فقد أشار (Hong et al., 1985) إلى أن إجهاد الجفاف أثناء النمو الخضري أدى إلى انخفاض محصول بذور السمسم من 8.5 إلى 4.3 طن هكتار. وكان العامل الرئيسي في خفض الغلة هو ارتفاع النبات. كما وجد (Hassanzadeh et al., 2009) أن الإجهاد المائي سبب تراجع ارتفاع النبات وعدد الكبسولات على النبات وتراجع كبير في غلة البذور. في حين وجد (Kassab et al., 2012) أن الإجهاد المائي يؤدي إلى تناقص حاد في الوزن الجاف للنبات.

درس المحاسنة (2014) استجابة أربعة أصناف من السمسم (محلي ادلب، وزوري، وهوراني محسن، وسوداني بني) لمعاملات الري خلال مراحل النمو (زراعة مطرية بدون ري، وريّة تكميلية خلال مرحلة تشكل الأفرع، وريتين تكميليتين خلال مرحلة تشكل الأفرع ومرحلة تشكل العلب الثمرية، وثلاث ريات تكميلية خلال مرحلة تشكل الأفرع ومرحلة تشكل العلب الثمرية ومرحلة امتلاء البذور). وقد أظهرت النتائج وجود تباين وراثي في استجابة أصناف السمسم المدروسة لمعاملات الري المطبقة، إذ سجل الصنف محلي ادلب أعلى القيم في الصفات المدروسة كلها، وبالتالي أعطى أعلى غلة من البذور 3.45 طن/هكتار مقارنةً مع باقي الأصناف المدروسة وتوقفت معاملة الري بثلاث ريات تكميلية وفقاً للصفات المدروسة، إذ سجلت أعلى غلة من البذور 3.79 طن/هكتار واستنتج بضرورة تزويد نباتات السمسم بثلاث ريات خلال المراحل الحرجة (تشكل الأفرع وتشكل العلب الثمرية وامتلاء البذور).

في محاصيل زيتية أخرى وجدت عرب (2022) التأثير المعنوي العالي للإجهاد المائي في محصول الفول السوداني في كل من عدد الأيام حتى الإزهار، عدد الأيام حتى النضج الفيزيولوجي، الصفات المورفولوجية (عدد الأفرع، ارتفاع النبات)، الصفات الفيزيولوجية (المحتوى المائي النسبي، مساحة الأوراق، دليل المساحة الورقية، الوزن الرطب، الوزن الجاف، معدل نمو المحصول وصافي إنتاجية التمثيل الضوئي) والصفات الإنتاجية (الغلة البيولوجية، الغلة الثمرية، الغلة البذرية، غلة القش، عدد القرون على النبات، وزن المئة بذرة ودليل الحصاد). وكان الإجهاد أشد تأثيراً خلال مرحلتي الإزهار وتشكل القرون مقارنةً بالإجهاد خلال مرحلتي التفرع وتشكل البذور.

مبررات وأهداف البحث Objectives and Research justifications :

تولي المؤسسات والمراكز البحثية في القطر العربي السوري، اهتماماً متزايداً في مسألة تحقيق الأمن الغذائي، وذلك بزيادة إنتاج المحاصيل المختلفة عبر زيادة رقعة المساحة المزروعة، أو بزيادة متوسط الإنتاجية، الأمر الذي يتطلب استنباط طرز وراثية ذات كفاءة إنتاجية مرتفعة، ومنكيفة مع البيئات المختلفة بشكل واسع، ومنتحلة للإجهادات اللاأحيائية (الجفاف، والحرارة المرتفعة، والملوحة)، والأحيائية (المسببات المرضية والآفات الحشرية). ويعتبر ذلك من الأساليب الناجحة التي تؤدي إلى زيادة الإنتاجية. ولوحظ من خلال مناقشة واقع زراعة محصول السمسم في القطر العربي السوري، أن إنتاجية الهكتار الواحد لم تتجاوز 800 كغ. هكتار⁻¹ خلال فترة عقدين ماضيين من الزمن بالمقارنة مع متوسط إنتاجية الوطن العربي، التي تجاوزت 2700 كغ. هكتار⁻¹ أي بفارق 2 طن في الهكتار الواحد تقريباً، ويُعزى ذلك إلى غياب الأصناف المُحسنة ذات الكفاءة الإنتاجية المرتفعة، والمتحملة للإجهادات اللاأحيائية والأحيائية، وذات الكفاءة المرتفعة في استعمال مدخلات الإنتاج الزراعي (المياه، والأسمدة المعدنية). ما يُشير إلى إمكانية استثمار التباين الوراثي **Genetic variation** بين طرز محصول السمسم لتقليص هذه الفجوة وتحسين مقدرته الإنتاجية، وصفاته النوعية. كما تعاني منطقة الدراسة من شح في المصادر المائية الكافية لري المحاصيل الزراعية، وتذبذب في كمية الهطولات المطرية بين موسم وآخر، مما يؤدي لتراجع إنتاجية المحاصيل الشتوية وندرة الكمات المتاحة من المياه اللازمة لري المحاصيل الصيفية، وكون السمسم من المحاصيل التي تتصف بأنها متوسطة التحمل للجفاف، فقد هدف هذا البحث إلى دراسة استجابة ثلاثة عشر طرزاً وراثياً للسمسم للإجهاد المائي بدءاً من منتصف مرحلة الإزهار وحتى بداية تشكل الكبسولات من خلال دراسة بعض المؤشرات التطورية والشكلية للنبات.

مواد البحث وطرائقه Materials and methods:

نُفذ البحث خلال الموسم الزراعي 2021 م في محطة بحوث قرحتا التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، التي تقع إلى الجنوب الشرقي من مدينة دمشق وتبعد عنها نحو 30 كم، وتشغل مساحة 20.8 هكتاراً في منطقة شبه جافة لا تتعدى أمطارها السنوية 159 ملم. ويبلغ ارتفاعها عن سطح البحر قرابة 633 م، ويبين الجدول (1) بعض المعطيات المناخية لمنطقة الدراسة.

الجدول (1) الظروف المناخية السائدة في موقع الدراسة في عام 2021

الشهر	درجة الحرارة الصغرى م	درجة الحرارة العظمى م	معدل الهطول المطري ملم
أيار	12.4	31.9	3.4
حزيران	15.7	34.7	0
تموز	19.9	39.6	0
آب	17.9	37.9	0
أيلول	12.9	39.5	0

المصدر: إحصائيات عناصر الطقس، مديرية الأرصاد الجوية.

بدراسة الجدول (1) نجد أن موقع الدراسة كان حاراً وجافاً خلال فترة تنفيذ البحث حيث تراوحت درجة الحرارة العظمى بين 31.9 م في شهر نيسان و 39.6 م في شهر تموز، والصغرى بين 12.4 م في شهر نيسان و 19.9 م في شهر تموز. ضمت المادة النباتية 13 طراز وراثي من السمسم تم الحصول على بذورها من قسم بحوث المحاصيل الزيتية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدمشق، وروعي عند اختيارها التباين الجغرافي والبيئي (الجدول، 2).

الجدول (2) نسب وصفات السلالات المدروسة من السمسم

رقم السلالة	الإسم الشائع	النسب	ارتفاع الساق (سم)	عدد الكبسولات في النبات (كبسولة. نبات ⁻¹)	عدد الأفرع في النبات (فرع. نبات ⁻¹)	عدد الأيام حتى بداية الازهار (يوم)	الغلة البذرية (كغ. هكتار ⁻¹)
1	حوراني 3	H4-2-13-30	90	125	4	44	2600
2	حوراني 8	H2-1-5-20	128	93	3	42	1522
3	زوري 1	H2-5-6-40	140	111	4	45	2250
4	زوري 3	Z3-3-1-10	125	100	5	43	1900
5	حوراني 11	H1-5-30s	147	85	2	47	2430
6	زوري 2	Z3-1-1-10	130	130	5	40	1780
7	حوراني 6	H1-1-2-20	122	110	4	43	2025
8	حوراني 1	H3-10-15-30	130	90	5	49	1855
9	حوراني 9	H2-2-4-30	145	80	2	48	1080
10	زوري 4	Z2-2-2-10	140	125	5	44	1422
11	حوراني 5	H2-1-1-10	145	98	4	41	1750
12	شاهد حوراني	الحوراني	140	120	3	47	1210
13	شاهد زوري	الزوري	145	94	5	45	978

المصدر: قسم أبحاث المحاصيل الزيتية (تجارب حقول إكثار البذار، 2019)، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. تُمَّ أخذت عينات عشوائية من التربة على عمق 30 سم، خلطت هذه العينات بحيث تمثلت أرض التجربة وتم تحليلها مخبرياً لمعرفة بعض خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية، (الجدول، 3).

الجدول (3) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع الزراعة

التحليل الميكانيكي (%)			التحليل الكيميائي						
طين	سلت	رمل	P المتاح (mg.kg ⁻¹)	K المتاح (mg.kg ⁻¹)	N الكلي (%)	كربونات الكالسيوم (%)	المادة العضوية (%)	pH	ECe (dS.m ⁻¹)
38	20	42	19.92	313.7	0.01	31.15	1.27	8.3	1.5

المصدر: إدارة بحوث الموارد الطبيعية، التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

تضمنت معاملة الإجهاد المائي قطع مياه الري على كامل القطع التجريبية الخاصة بالمعاملة من بداية الإزهار حتى اكتمال الإزهار على النصف السفلي من النبات وبدء تشكُّل الكبسولات على النبات، ثم رويت النباتات بشكل طبيعي إلى حين اكتمال مرحلة النضج الفيزيولوجي، وتمَّ فطام النباتات (إيقاف عملية الري) قبل أسبوعين من موعد الحصاد (علامات النضج للبدء بعملية الحصاد المتعارف عليها لتجنب النضج التام وانفراط الكبسولات). وتُركت بالمقابل قطع تجريبية رويت بكميات كافية من المياه خلال جميع المراحل التطورية، وعدت كشاهدٍ مروي حُسبت على أساسه نسبة الانخفاض أو الزيادة (نسبة التباين) في الصفات المدروسة.

تمَّ زراعة السلالات بعد تحضير الأرض بشكلٍ جيد، في تربةٍ خالية من الأعشاب الضارة، مستوية، جيدة الصرف، خلال منتصف شهر نيسان، على خطوط، بمساحة قدرت بنحو (8.4 م²)، لكل قطعة تجريبية، بواقع أربعة خطوط لكل سلالة طول الخط

3 م، ويترك مسافة 70 سم بين الخط والآخر، و10 سم بين النبات والآخر ضمن الخط نفسه، وبمعدل 3 بذور في الجورة، وبعمق 3 سم. وفردت النباتات في مرحلة 4 أوراق حقيقية مكتملة الاستطالة. مع مراعاة توزيع السلالات بشكل عشوائي على القطع التجريبية. حيث نُفذت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCB) design، بترتيب القطع المنشقة، في ثلاثة مكررات. ونُفذت جميع العمليات الزراعية والإجراءات الوقائية اللازمة حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، حيث تم التسميد بإضافة سماد سوبر فوسفات ثلاثي، بمعدل 70 كغ في الهكتار P_2O_5 ، و120 كغ في الهكتار من السماد الأزوتي (اليوريا) بواقع 40 كغ N عند الزراعة، و80 كغ قبل الإزهار.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي Experimental design and statistical analysis

نُفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بترتيب القطع المنشقة المنشقة، حيث شغلت مواعيد الزراعة القطع الرئيسية والكثافة النباتية القطع المنشقة، بثلاثة مكررات، ووزعت هذه المعاملات بشكل عشوائي. وتم تحليل البيانات إحصائياً بعد تبويبها باستخدام برنامج التحليل الإحصائي GENSTAT.12 لحساب قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D_{0.05}) لمقارنة الفروقات بين المعاملات والتفاعل المتبادل بينهما لجميع الصفات المدروسة. كما تم حساب معامل التباين (C.V %).

الصفات المدروسة Investigated traits

الصفات التطورية Developmental traits

- عدد الأيام حتى النضج التام (يوم): قدرت من خلال تسجيل عدد الأيام من تاريخ الزراعة حتى ظهور علامات النضج التام (اصفرار كامل أوراق النبات، وتحول لون الكبسولات إلى اللون البني المصفر) لكل طراز وراثي، وكل مكرر، في كل من المعاملة والشاهد.

الصفات الشكلية Morphological traits

- ارتفاع النبات (سم): تم تقديره بمسطرة مدرجة، بحساب طول النبات من سطح التربة حتى قمة النبات.
- ارتفاع أول فرع (سم): تم تقديره بمسطرة مدرجة من سطح التربة وحتى ارتفاع أول فرع على الساق الرئيس.
- ارتفاع أول الكبسولة على الساق الرئيس (سم): قدر بحساب المسافة من سطح التربة حتى أول كبسولة على الساق الرئيس.
- عدد الأفرع في النبات (فرع . نبات⁻¹): تم حساب متوسط عدد الأفرع في النبات لكل من المعاملة والشاهد، ولكل طراز وراثي، ولكل مكرر (5 نباتات عشوائية من كل قطعة تجريبية).

الغلة البذرية Seed yield (كغ. هكتار⁻¹)

النتائج والمناقشة: Results and discussion

أولاً: الصفات التطورية Developmental traits

متوسط عدد الأيام حتى النضج التام No. of days to maturity (يوم)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة متوسط عدد الأيام حتى النضج التام بين المعاملات، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط عدد الأيام حتى النضج التام كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (125.03 يوماً)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (117.62 يوماً) (الجدول، 5)، ويُلاحظ أنّ متوسط عدد الأيام حتى النضج التام كان الأعلى معنوياً لدى الطراز الوراثي حوراني 6 (128.34 يوماً)، تلاه وبفروقات معنوية الطرز الوراثية الشاهد حوراني، وزوري 4، وزوري 1 (124.67، 124.50، 123.00 يوماً على التوالي) بدون فروقات معنوية بينها، ثمّ الطرز

ثانياً: الصفات الشكلية Morphological traits

1.2. متوسط ارتفاع النبات Plant height (سم)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة متوسط ارتفاع النبات بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما. ويُلاحظ أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (127.12 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (103.38 سم)، حيثُ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط ارتفاع النبات مقداره 23.24 سم بنسبة 18.30% (الجدول، 6). ويُلاحظ أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني 9، وزوري 2، وحوراني 1، وحوراني 6 (120.00، 120.33، 123.00، 124.00 سم على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها، تلاها الطرز الوراثية الشاهد زوري، وزوري 1، وزوري 4، والشاهد حوراني، وحوراني 5، وزوري 3 (115.83، 116.67، 117.33، 118.83، 113.67، 113.00 سم على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها، في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني 3، وحوراني 11، وحوراني 8 (107.50، 106.16، 102.00 سم على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (الجدول، 6). ويُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية أنّ ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد لدى الطرز الوراثية الشاهد زوري، وزوري 2، وحوراني 9، وحوراني 1، وزوري 3، وزوري 1، وحوراني 6، وحوراني 6 (135.67، 133.33، 133.33، 132.33، 128.33، 126.67 سم على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية وحوراني 8، وحوراني 3، وزوري 3، وحوراني 11 (92.67، 92.67، 92.67، 933.3 سم على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (الجدول، 6). وقد حقق الطراز الوراثي حوراني 5 أقل معدلات التناقص في صفة ارتفاع النبات تحت ظروف الإجهاد المائي 0.59% ولكن بدون فروق معنوية مع الطرز الوراثية زوري 4، وحوراني 6، وحوراني 3، والشاهد حوراني، وحوراني 9 والتي بلغت عندها معدلات التناقص (9.86، 13.33، 16.44، 16.92% على التوالي). في حين كانت معدلات التناقص بأعلى القيم عند الطرازين الوراثيين زوري 3 وزوري وبلغت (30.42، 27.2% على التوالي) دون وجود فروق معنوية مع الطرز الوراثية حوراني 3، وحوراني 8، وزوري 1، وزوري 3، وحوراني 11، وزوري 2، وحوراني 6 والشاهد حوراني (24.26، 23.11، 30.42، 21.51، 19.44، 13.33، 16.92% على التوالي) (الجدول، 6). تشير هذه النتائج إلى دور المياه في تحديد الطول النهائي للنبات، حيث يتأثر ارتفاع النبات سلباً بتراجع محتوى التربة المائي، نتيجة تطبيق الإجهاد المائي بدءاً من منتصف مرحلة الإزهار وحتى بداية تشكل الكبسولات، بسبب كون النمو في نبات السمسم غير محدود Indeterminate، أي يستمر النمو الخضري بالتناوب مع النمو الثمري (الإزهار)، توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Silva وزملاؤه (2016)؛ Komivi Doss وزملاؤه (2016) في محصول السمسم.

ويُعزى بشكلٍ عام تراجع ارتفاع النبات تحت ظروف الإجهاد المائي إلى تراجع طول السلاميات وليس نتيجة انخفاض عددها (بناءً على الملاحظات الحقلية). عموماً، يؤدي تراجع محتوى التربة المائي Soil moisture content (SMC) تحت ظروف الإجهاد المائي، وارتفاع معدّل فقد المياه بالتبخّر - النتح (Evapotransp) (T_E) و (iration) (محصول صيفي) إلى تراجع فرق التدرج في الجهد المائي (WPG) Water potential gradient بين حبيبات التربة وخلايا المجموعة الجذرية، ما يؤدي إلى تراجع معدّل امتصاص المياه، حيث يُعد فرق التدرج في الجهد المائي بمنزلة القوة المحركة Water driving force لانتقال المياه من وسطٍ لآخر، فتصبح تبعاً لذلك كمية المياه الممتصة عن طريق المجموعة الجذرية غير كافية لتعويض كامل كمية المياه المفقودة بالنتح، فيتراجع جهد الامتلاء داخل خلايا الأوراق والساق، أي تتعرض خلايا الساق والأوراق إلى ما يُسمى اصطلاحاً بالعجز المائي Water deficit، ما يؤثر سلباً في معدّل نمو سلاميات الساق، نظراً لأهمية جهد الامتلاء في دفع جدران خلايا الساق على الاستطالة، الأمر الذي يؤدي إلى تراجع متوسط طول السلاميات، وبخاصة العلوية منها، ما يؤدي إلى تراجع متوسط ارتفاع النبات (Cossgrove، 1989).

جدول (6) متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين \pm % بالمقارنة مع الشاهد

الطرز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين \pm %
حوراني 3	111.33 ^{bcdefgh}	92.67 ^{hi}	102.00 ^d	-16.44 ^{abc}
حوراني 8	122.33 ^{abcd}	92.67 ⁱ	107.50 ^{bcd}	-24.26 ^{ab}
زوري 1	132.33 ^a	102.33 ^{hi}	117.33 ^{abc}	-23.11 ^{ab}
زوري 3	133.33 ^a	92.67 ^{efghi}	113.00 ^{abcd}	-30.42 ^a
حوراني 11	119.00 ^{abcde}	93.33 ^{ghi}	106.16 ^{cd}	-21.51 ^{ab}
زوري 2	136.67 ^a	109.33 ^{defghi}	123.00 ^a	-19.44 ^{ab}
حوراني 6	128.33 ^{ab}	111.67 ^{bcdefg}	120.00 ^{ab}	-13.33 ^{abc}
حوراني 1	133.33 ^a	107.33 ^{defghi}	120.33 ^{ab}	-19.29 ^{ab}
حوراني 9	135.67 ^a	112.33 ^{bcdef}	124.00 ^a	-16.94 ^{abc}
زوري 4	122.67 ^{abcd}	110.67 ^{bcdefghi}	116.67 ^{abc}	-9.86 ^{bc}
حوراني 5	114.00 ^{bcdef}	113.33 ^{bcdef}	113.67 ^{abcd}	-0.59 ^c
شاهد حوراني	126.67 ^{abc}	105.00 ^{defghi}	115.83 ^{abc}	-16.92 ^{abc}
شاهد زوري	137.67 ^a	100.00 ^{fghi}	118.83 ^{abc}	-27.26 ^{ab}
متوسط المعاملة	127.12 ^a	103.38 ^b	-	-18.30
المتغير	الطرز	معاملة الإجهاد	التفاعل	التباين
L.S.D(0.05)	11.28	4.42	15.95	16.39
C.V(%)		8.4		19.2

*تُشير الأحرف المتباينة على مستوى الأعمدة والسطور إلى وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

2.2. متوسط ارتفاع أول فرع First branch height (سم)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروقاتٍ معنوية في صفة متوسط ارتفاع أول فرع في النبات بين المعاملات، في حين لوحظ وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) بين الطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بين المعاملات والطرز الوراثية (جدول 7). ويُعزى ذلك إلى عدم تعرّض النباتات لظروف الإجهاد المائي عند تشكل الفرع الأول على النبات، حيث بدأت معاملة الإجهاد بعد مرحلة التفرع، في حين يُعزى التباين المعنوي بين الطرز الوراثية إلى العوامل الوراثية، بالإضافة إلى التباين في صفة ارتفاع النبات. يُلاحظ أن متوسط ارتفاع أول فرع في النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين زوري 4، وحوراني 5 (32.67، 27.83 سم على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين حوراني 11 (19.50، 21.33 سم على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (الجدول 7). ويُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية أنّ متوسط ارتفاع أول فرع في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرازين الوراثيين حوراني 5، وزوري 4 (36.67، 31.00 سم على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما، كما كان متوسط ارتفاع أول فرع في النبات الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد لدى الطراز الوراثي زوري 4 (34.33 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد لدى الطراز الوراثي حوراني 11 (15.67 سم) (الجدول 7). وقد كانت نسبة التباين في متوسط ارتفاع أول فرع في ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد غير معنوية، حيث تراوحت بين -22.22% في الطراز زوري 1 و +89.63% في الطراز الوراثي حوراني 5، (الجدول 7).

جدول (7) ارتفاع أول فرع (سم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين \pm % بالمقارنة مع الشاهد

الطرز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين \pm %
حوراني 3	23.33 ^{cde}	26.00 ^{cd}	24.67 ^{bcd}	+13.33 ^{ab}
حوراني 8	22.00 ^{de}	26.00 ^{bcd}	24.00 ^{bcd}	+16.90 ^{ab}
زوري 1	26.67 ^{cd}	20.33 ^{de}	23.50 ^{bcd}	-22.22 ^a
زوري 3	23.33 ^{cde}	23.33 ^{cde}	23.33 ^{bcd}	0.00 ^{ab}
حوراني 11	15.67 ^e	23.33 ^{cde}	19.50 ^d	+50.33 ^{bc}
زوري 2	21.00 ^{de}	26.67 ^{bcd}	23.84 ^{bcd}	+29.63 ^{ab}
حوراني 6	23.00 ^{cde}	20.33 ^{de}	21.67 ^{cd}	-7.41 ^a
حوراني 1	21.00 ^{de}	21.67 ^{de}	21.33 ^{cd}	+6.30 ^{ab}
حوراني 9	25.67 ^{cd}	23.33 ^{cde}	24.50 ^{bcd}	-8.59 ^a
زوري 4	34.33 ^{ab}	31.00 ^{abc}	32.67 ^a	0.00 ^{ab}
حوراني 5	19.00 ^{de}	36.67 ^a	27.84 ^{ab}	+89.63 ^c
شاهد حوراني	24.33 ^{cde}	21.67 ^{de}	23.00 ^{bcd}	-11.59 ^a
شاهد زوري	26.67 ^{bcd}	26.67 ^{bcd}	25.15 ^{bc}	-0.05 ^{ab}
متوسط المعاملة	23.54 ^a	25.15 ^a	-	+12.7
المتغير	الطرز	معاملة الإجهاد	التفاعل	التباين
	5.148	2.019	7.281	44.63
		18.2		20.0
				L.S.D(0.05)
				C.V(%)

*تُشير الأحرف المتباينة على مستوى الأعمدة والسطور إلى وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

3.2. متوسط ارتفاع أول كبسولة First capsule height (سم)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروقاتٍ معنوية في صفة متوسط ارتفاع أول كبسولة في النبات بين المعاملات، في حين لوحظ وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) بين الطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بين المعاملات والطرز الوراثية (الجدول، 8). يُلاحظ أنّ متوسط ارتفاع أول كبسولة في النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطراز الوراثي حوراني 1 (48.33 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثي زوري 3 (35.83 سم) دون فروقاتٍ معنوية بينها (الجدول، 8). ويُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية أنّ متوسط ارتفاع أول كبسولة في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد لدى الطرازين الوراثيين زوري 1، وحوراني 1 (51.00، 50.00 سم على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطراز الوراثي زوري 3 (33.33 سم) (الجدول، 8). وقد كانت نسبة التباين في متوسط ارتفاع أول كبسولة في ظروف الإجهاد مقارنةً بالشاهد معنوية، حيث تراوحت بين -27.78% في الطراز زوري 1 و40.00% في الطراز الوراثي حوراني 11، وبمتوسط عام للصفة +3.10% حيث بلغ متوسط الطرز في الشاهد 42.26 سم زاد إلى 42.51 سم تحت ظروف الإجهاد بدون فروق معنوية (الجدول، 8).

جدول (8) متوسط ارتفاع أول كبسولة (سم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين $\pm\%$ بالمقارنة مع الشاهد

الطرز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين $\pm\%$
حوراني 3	43.33 ^{abcde}	40.00 ^{abcde}	41.67 ^{abc}	-6.67 ^{abc}
حوراني 8	43.67 ^{abcde}	37.67 ^{bcde}	40.67 ^{abc}	-12.74 ^{ab}
زوري 1	51.00 ^a	37.67 ^{bcde}	44.33 ^{abc}	-27.78 ^a
زوري 3	38.33 ^{bcde}	33.33 ^e	35.83 ^c	-13.10 ^{ab}
حوراني 11	35.00 ^{de}	49.00 ^{abc}	42.00 ^{abc}	+40.00 ^d
زوري 2	44.33 ^{abcde}	48.33 ^{abc}	46.33 ^{ab}	+11.01 ^{bcd}
حوراني 6	44.33 ^{abcde}	35.00 ^{de}	39.67 ^{ab}	-20.08 ^{ab}
حوراني 1	50.00 ^{ab}	46.67 ^{abcd}	48.33 ^a	-7.04 ^{abc}
حوراني 9	36.67 ^{cde}	46.67 ^{abcd}	41.67 ^{abc}	+27.98 ^{cd}
زوري 4	41.67 ^{bcde}	46.67 ^{abcd}	44.17 ^{abc}	+16.67 ^{bcd}
حوراني 5	41.67 ^{bcde}	43.33 ^{abcde}	42.50 ^{abc}	+5.60 ^{abcd}
شاهد حوراني	36.67 ^{cde}	41.67 ^{abcde}	39.17 ^{bc}	+16.67 ^{bcd}
شاهد زوري	42.67 ^{abcde}	46.67 ^{abcd}	44.67 ^{abc}	+9.37 ^{bcd}
متوسط المعاملة	42.26 ^a	42.51 ^a	-	+3.10
المتغير	الطرز	معاملة الإجهاد	التفاعل	التباين
	7.658	3.004	10.830	32.38
		15.6		22.1
				L.S.D(0.05)
				C.V(%)

*تُشير الأحرف المتباينة على مستوى الأعمدة والسطور إلى وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

4.2. عدد الفروع في النبات No. of Branches per plant (فرع. نبات⁻¹)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة متوسط عدد الفروع في النبات بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط عدد الفروع في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (4.67 فرع. نبات⁻¹)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (4.10 فرع. نبات⁻¹)، حيثُ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد الفروع في النبات مقداره 12.20%. عموماً، يرتبط عدد الفروع في النبات بارتفاع النبات من ناحية، وارتفاع أول فرع من ناحيةٍ أخرى، حيث يزداد عادةً عدد الفروع في النبات بازدياد ارتفاع النبات، وبخاصةً إذا كان ذلك ناجماً عن زيادة عدد العقد الساقية (السلاميات) في النبات، وكلّما كان ارتفاع أول فرع أقلّ كلّما ازداد عدد الأفرع المتشكلة في النبات الواحد، حيث كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد (127.12 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (103.38 سم) (الجدول، 3). ويُلاحظ أنّ متوسط عدد الفروع في النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني 1، وزوري 3، وزوري 4 (5.50، 5.17، 4.83 فرع. نبات⁻¹ على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينها، تلاها الطرز الوراثية حوراني 3، وزري 1، وحوراني 5، وحوراني 6، وزوري، وحوراني 11، وزوري 2 (4.67، 4.67، 4.50، 4.33، 4.33، 4.17، 4.00، 4.00 فرع. نبات⁻¹ على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينها، في حين كان متوسط عدد الفروع في النبات الأدنى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين الشاهد حوراني، وحوراني 8 (3.17، 3.67 فرع. نبات⁻¹ على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينهما (الجدول، 6). وما يؤكد الاستنتاج السابق، أنّ متوسط ارتفاع أول فرع في النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين زوري 4، وحوراني 5 (32.67، 27.83 سم على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينهما، تلاهما الطرز الوراثية الشاهد زوري، وحوراني 3، وحوراني 9، وحوراني 8، وزوري 2، وزوري 1، وزوري 3، والشاهد حوراني (24.00، 24.50، 24.67، 26.67، 24.50، 23.83، 23.50، 33.23،

23.00 سم على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني 11، وحوراني 1، وحوراني 6 (19.50، 21.33، 16.67 سم على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينها (الجدول، 4). ويُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية أنّ متوسط عدد الفروع في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد لدى الطرز الوراثية زوري 3، حوراني 1، زوري 4، حوراني 5 (5.67، 5.67، 5.67، 5.33 فرع. نبات⁻¹ على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينها، والأعلى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطراز الوراثي حوراني 1 (5.33 فرع. نبات⁻¹)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد لدى الطراز الوراثي حوراني (3.33 فرع. نبات⁻¹)، والأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطراز الوراثي حوراني (3.00 فرع. نبات⁻¹) (الجدول، 6).

جدول (9) متوسط عدد الفروع في النبات (فرع. نبات⁻¹) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% بالمقارنة مع الشاهد

الطرز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني 3	5.00 ^{abc}	4.33 ^{bcde}	4.67 ^{bc}	-20.00 ^a
حوراني 8	3.67 ^{def}	3.67 ^{def}	3.67 ^{de}	+2.78 ^{ab}
زوري 1	4.67 ^{abcd}	4.67 ^{abcd}	4.67 ^{bc}	0.00 ^{ab}
زوري 3	5.67 ^a	4.67 ^{abcd}	5.17 ^{ab}	-16.67 ^a
حوراني 11	4.33 ^{bcde}	3.67 ^{def}	4.00 ^{cd}	-15.00 ^a
زوري 2	3.67 ^{def}	4.33 ^{bcde}	4.00 ^{cd}	+33.33 ^b
حوراني 6	4.33 ^{bcde}	4.33 ^{bcde}	4.33 ^{cd}	+4.44 ^{ab}
حوراني 1	5.67 ^a	5.33 ^{ab}	5.50 ^a	-24.44 ^a
حوراني 9	4.67 ^{abcd}	4.00 ^{cdef}	4.33 ^{bcd}	-13.33 ^a
زوري 4	5.67 ^a	4.00 ^{cdef}	4.83 ^{abc}	-28.89 ^a
حوراني 5	5.33 ^{ab}	3.67 ^{def}	4.50 ^{bcd}	-27.78 ^a
شاهد حوراني	3.33 ^{ef}	3.00 ^f	3.17 ^e	-8.33 ^{ab}
شاهد زوري	4.67 ^{abcd}	3.67 ^{def}	4.17 ^{cd}	-20.00 ^a
متوسط المعاملة	4.67 ^a	4.10 ^b	-	-10.30
المتغير	الطرز	معاملة الإجهاد	التفاعل	التباين
	0.736	0.289	1.041	41.52
		14.5		20.9
				L.S.D(0.05)
				C.V(%)

* تُشير الأحرف المتباينة على مستوى الأعمدة والسطور إلى وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

الغلة البذرية Seed yield (كغ. هكتار⁻¹)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويةٍ ($P \leq 0.05$) في صفة متوسط الغلة البذرية بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط الغلة البذرية كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (2056 كغ. هكتار⁻¹)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (847 كغ. هكتار⁻¹)، حيث سبب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط الغلة البذرية مقداره 58.80% بالمقارنة مع الشاهد المروي، وتراوحت معدلات التناقص في متوسط الغلة البذرية بين 30.99% في الطراز الوراثي زوري 1، و 85.25% في الطراز الوراثي الشاهد المروي حوراني (الجدول، 16). ويُعزى التباين في صفة الغلة البذرية بين المعاملتين إلى التباين في كلٍ من عدد الكبسولات في النبات، وعدد البذور في النبات، ووزن الألف بذرة، والغلة الحيوية، حيث كانت جميع هذه الصفات الأعلى معنوياً تحت ظروف معاملة الشاهد المروي في حين كانت الأدنى معنوياً تحت ظروف معاملة الإجهاد المائي. ولكن يُلاحظ أنّ تأثير معاملة الإجهاد المائي خلال تلك المرحلة التطورية كان أكبر في الغلة البذرية بالمقارنة مع الغلة الحيوية، حيث سبب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط الغلة الحيوية مقداره 34.77% فقط بالمقارنة

مع الشاهد المروي. ويُعزى ذلك بشكلٍ رئيس إلى تأثير الإجهاد المائي في صفة عدد البذور في النبات، وبدرجةٍ أقل بكثير في صفة وزن الألف بذرة، حيثُ سبب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد البذور في النبات مقداره 42.68% بالمقارنة مع الشاهد المروي، في حين لم تتجاوز نسبة الانخفاض في صفة وزن الألف بذرة 8.55%. ويُلاحظ أن متوسط الغلّة البذريّة كان الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين حوراني11، والشاهد المروي زوري وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينها (2058، 1886 كغ. هكتار⁻¹ على التوالي)، تلاها الطرز الوراثية حوراني3، وحوراني1، وزوري2 وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينها (1587، 1565 كغ. هكتار⁻¹ على التوالي)، في حين كان متوسط الغلّة البذريّة الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني9، وحوراني8، وزوري3 وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينها (969، 1071، 1189 كغ. هكتار⁻¹ على التوالي) (الجدول، 16). ويُعزى التباين بين الطرز الوراثية في صفة الغلّة البذرية إلى التباين في صفة عدد البذور في النبات، حيث كان متوسط عدد البذور في النبات الأعلى معنوياً لدى الطراز الوراثي حوراني11 (6577 بذرة. نبات⁻¹)، في حين كان متوسط عدد البذور في النبات الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثي حوراني9، وزوري3، وحوراني8 (4036، 4512، 5276 بذرة. نبات⁻¹ على التوالي) (الجدول، 13). ويُعزى أيضاً إلى التباين في صفة متوسط وزن الألف بذرة، حيث يُلاحظ أن متوسط وزن الألف بذرة كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية زوري4، وحوراني3، والشاهد المروي زوري، وحوراني8، وزوري2، وحوراني11، والشاهد المروي حوراني، وحوراني6 وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينها (4.23، 4.19، 4.17، 4.10، 4.08، 4.01، 4.01 غ على التوالي)، تلاها الطرز الوراثية حوراني9، وحوراني5، وحوراني1 وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينها (3.96، 3.94، 3.94 غ على التوالي)، في حين كان متوسط وزن الألف بذرة الأدنى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين زوري1، وزوري3 وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينهما (3.69، 3.90 غ على التوالي) (الجدول، 14). عموماً، تتحدد الغلّة البذرية في الطرز الوراثية المدروسة من السمسم بدرجةٍ أكبر بصفة متوسط عدد البذور في النبات، وبدرجةٍ أقل بصفة وزن الألف بذرة. ويُعزى أيضاً التباين في الغلّة البذرية بين الطرز الوراثية إلى التباين في صفة عدد الكبسولات في النبات، حيث كان متوسط عدد الكبسولات في النبات الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية الشاهد المروي حوراني، وحوراني5، وزوري4، وحوراني11، والشاهد المروي زوري، وحوراني6 وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينها (88.80، 89.80، 90.85، 88.50، 88.00، 84.58 كبسولة. نبات⁻¹ على التوالي)، في حين كان متوسط عدد الكبسولات في النبات الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني9، وحوراني1، وزوري3 وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينها (67.50، 68.15، 68.15 كبسولة. نبات⁻¹ على التوالي) (الجدول، 11). ويُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية أن متوسط الغلّة البذرية كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرازين الوراثيين حوراني11، وزوري وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينهما (3021، 2742 كغ. هكتار⁻¹ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرازين الوراثيين حوراني، وحوراني9 وبدون فروقاتٍ معنويةٍ بينهما (363، 502 كغ. هكتار⁻¹ على التوالي).

الجدول رقم (16): متوسط الغلة البذرية (كغ. هكتار⁻¹) لدى طرز السمسم ونسبة التباين \pm % بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطرز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين \pm %
حوراني 3	2388 ^{cd}	955 ^{ijk}	1672 ^b	-60.14 ^b
حوراني 8	1242 ^{hi}	899 ^{ijk}	1071 ^g	-33.00 ^c
زوري 1	1753 ^{fg}	952 ^{ijk}	1353 ^{def}	-30.65 ^c
زوري 3	1662 ^{fg}	715 ^{kl}	1189 ^{fg}	-56.99 ^b
حوراني 11	3021 ^a	1094 ^{ij}	2058 ^a	-63.63 ^{ab}
زوري 2	2073 ^{de}	1057 ^{ij}	1565 ^{bcd}	-49.03 ^b
حوراني 6	2145 ^{cde}	742 ^{kl}	1444 ^{bcd}	-45.33 ^{bc}
حوراني 1	2235 ^{cd}	939 ^{ijk}	1587 ^{bc}	-57.99 ^b
حوراني 9	1435 ^{gh}	502 ^{lm}	969 ^g	-65.00 ^{ab}
زوري 4	1665 ^{fg}	962 ^{ijk}	1314 ^{ef}	-46.23 ^{bc}
حوراني 5	1892 ^{ef}	795 ^{ijk}	1344 ^{def}	-57.99 ^b
شاهد حوراني	2459 ^{bc}	363 ^m	1411 ^{cdef}	-85.25 ^a
شاهد زوري	2742 ^{ab}	1030 ^{ijk}	1886 ^a	-62.18 ^{ab}
متوسط المعاملة	2056 ^a	847 ^b	-	-54.9
المتغير	الطرز	معاملة الإجهاد	التفاعل	التباين
	208.4	81.8	294.8	21.68
		12.4		20.1
				L.S.D(0.05)
				C.V(%)

*تُشير الأحرف المتباينة على مستوى الأعمدة والسطور إلى وجود فروقاتٍ معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

الاستنتاجات والمقترحات Conclusions and Recommendations

- سبب الإجهاد المائي المطبق في مرحلة الإزهار على نبات السمسم تراجعاً معنوياً في عدد الأيام حتى النضج، وفي ارتفاع النبات وفي عدد الفروع على النبات، في حين كانت الفروق في ارتفاع أول فرع وارتفاع أول كبسولة غير معنوية.
- تباينت الطرز الوراثية المختبرة تحت ظروف الري المثالي وكذلك تحت ظروف الإجهاد في جميع الصفات المدروسة، كما تباينت في استجابتها لظروف الإجهاد المائي، حيث حقق الطرازان حوراني 5 وزوري 4 أقل معدلات الانخفاض في متوسط ارتفاع النبات وأعلى معدلات الانخفاض في صفة عدد الفروع في النبات، في حين أبدى الطرازان زوري 3 وزوري شاهد أعلى معدلات الانخفاض في صفة ارتفاع النبات، وحقق الطراز الوراثي زوري 2 زيادة معنوية في عدد الأفرع في النبات، ولم يكن هناك فروق معنوية في معدلات انخفاض عدد الأيام حتى النضج في جميع الطرز الوراثية.
- بناءً على ما سبق يقترح استمرار الدراسة على الصفات الفيزيولوجية وتأثيرها على الإنتاجية البذرية والصفات النوعية لأن نتائج مراحل النمو والصفات الشكلية لا توضح بشكل نهائي أي الطرز الوراثية أكثر تحملاً أو حساسيةً للإجهاد.

معلومات التمويل: هذا البحث ممول من قبل جامعة دمشق وفق رقم الممول 501100020595.

References:

1. بهي الدين، أحمد؛ عيسى، هالة؛ رمضان، أحمد؛ عبد السلام، علي (2007). تطبيقات الهندسة الوراثية لمواجهة الظروف البيئية غير الملائمة للإنتاج الزراعي. مجلة الاستثمار الزراعي. العدد الخامس. ص: 50-58.
2. عرب، مرص (2022). تأثير الإجهاد الجفافي والرشد الورقي بالبوئاسيوم في الصفات المورفوفيزيولوجية والإنتاجية لمحصول الفول السوداني (*Arachis hypogaea L.*). رسالة ماجستير، كلية الزراعة بجامعة البعث. 140 ص.
3. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2018). مكتب الإحصاء المركزي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. سورية.
4. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2021). مكتب الإحصاء المركزي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. سورية.
5. المحاسنة، حسين (2014). استجابة أصناف من السمسم (*Sesamum indicum L.*) لمعاملات الري خلال مراحل النمو. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. المجلد (30)، العدد (2)، الصفحات 79-93.
6. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية لعام 2020. جامعة الدول العربية. الخرطوم. السودان. المجلد 41، ص. 51، 2020.
7. Alexander, A.; Singh, V.K.; Mishra, A. (2020). Halotolerant PGPR *Stenotrophomonas maltophilia* BJ01 Induces Salt Tolerance by Modulating Physiology and Biochemical Activities of *Arachis hypogaea*. *Front. Microbiol.*, 11, 568289.
8. Bedigian, D., (2004). History and lore of sesame in Southwest Asia. *Econ. Bot.* 58, 329–353.
9. Betram, K., M.J.J. Janssens and A. Abdalwahab, (2003). Breeding for drought tolerance in sesame (*Sesamum indicum L.*). Conference on Technological and Institutional Innovations for Sustainable Rural Development, 8–10 October, Deutscher Tropentag, Gottingen, pp: 135.
10. Cossgrave, D.J. (1989). Linkage of wall extension with water and solute uptake. *Physiology of Cell Expansion During Plant Growth*. J. Cossgrave, and D. P. Knievel, ed. *Am. Sci. Plant Physiology*, Rockville, Md. Pp. 88-100.
11. Golestani M, Pakniyat H. (2015) Evaluation of traits related to drought stress in sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes. *J Asian Sci Res.* 5(9):465-72. Doi: 10.18488/journal.2/2015.5.9/2.9.465.472.
12. Hassan, M. S. and F. SH. Sedeck. (2015). Combining Ability and Heterosis Estimates in Sesame. *World Applied Scie. J.* 33 (5): 690-698.
13. Hassanzadeh, M., A. Ebadi, M. Panahyan-e-Kivi, Sh. Jamaati-e-Somarin, M. Saeidi and A. Gholipouri, (2009). Investigation of water stress on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum L.*) in Moghan. *Reg. Res. J. Environ. Sci.*, 3(2): 239-244.
14. Hong, Y., J. M. Yu and K. C. Chai. (1985). Effect of drought stress on major upland crops, Research report of the rural development administration in Korea Republic, *Intl. Agric. Cent. Inform. Serv.* 27: 148-155.
15. Kassab, O.M., I.H.M. Mehanna and I.A. Aboelill (2012). Drought Impact on Growth and Yield of Some Sesame Varieties. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(8): 4544-4551.
16. Komivi, D.; Mareme, N.; Achille, E.A.; Ndiaga, C.; Diaga, D. (2016) Whole genome homology-based identification of candidate genes for drought tolerance in sesame (*Sesamum indicum L.*). *African J. Biotechnol.* 15, 1464-1475.
17. Li, F, Zhang L, Ji H (2020) The specific W-boxes of GAPC5 promoter bound by TaWRKY are involved in drought stress response in wheat. *Plant Sci* 26:110460.
18. Mohammadi, R (2018). Breeding for increased drought tolerance in wheat: A review. *Crop Pasture Sci.* 69, 223–241. doi: 10.1071/CP17387.
19. Nakagawa, J and Rosolem, C.A (2011). *amendoim tecnologia de produ Cao Bauru. Fepa f* 2011.
20. Patel, J.; Khandwal, D.; Choudhary, B.; Ardesana, D.; Jha, R.K.; Tanna, B.; Yadav, S.; Mishra, A.; Varshney, R.K.; Siddique, K.H.M. (2022). Differential Physio-Biochemical and Metabolic Responses of Peanut (*Arachis hypogaea L.*) under Multiple Abiotic Stress Conditions. *Int. J. Mol. Sci.* 23, 660. <https://doi.org/10.3390/ijms23020660>
21. Pathan, M.S., P.K. Subudhi., B. Courtois., H.T. Nguyen. (2004). Molecular dissection of abiotic stress tolerance in sorghum and rice. In *Physiology and Biotechnology Integration for Plant Breeding*. Edited by Nguyen HT, Blum A. Marcel Dekker, Inc: 525-569. Res., 18: 73-77.

22. Shahinnia, F., Le Roy, J., Laborde, B., Sznajder, B., Kalambettu, P., Mahjourimajd, S., Tilbrook, J., Fleury, D (2016). Genetic association of stomatal traits and yield in wheat grown in low rainfall environments. *BMC Plant Biol.* 16 (1), 150.
23. Silva, R. T.; Oliveira, A. B.; Lopes, N. F. Q.; Guimaraes, M. A.; Dutra, A. S. (2016) Physiological quality of sesame seeds produced from plants subjected to water stress. *Revista Ciencia Agronomica*, V. 47, N. 4, P. 643-648.
24. Weiss, E. A. 2000. *Oilseed crops*. 2nd edition, Blackwell Science Ltd. Oxford.
25. Yadav, M., Chaudhary, D., Sainger, M., and Jaiwal, P. K. (2010). *Agrobacterium tumefaciens*-mediated genetic transformation of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 103(3), 377-386.
26. Yingxian, Z., C.Ming and Aizhong W. (1988). Studies of giema banding patterns of chromosome in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Proceedings of The Fourth Oil Crops. Network Workshop held at Njovokenya*. 25-29, January. P: 242-244.
27. Zhu, J. K. (2002). Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* 53:247–273.

