الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم المحاصيل الحقلية

تقييم السلوكية الوراثية للصفات المرتبطة بتحسين تحمل الجفاف في السمسم مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية

أطروحة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في علوم المحاصيل الحقلية

(تخصص المحاصيل الحقلية)

إعداد

ريم عايد العيد

إشراف

أ.د. حسين المحاسنة
أستاذ في قسم المحاصيل الحقلية
كلية الزراعة- جامعة دمشق
المشرف الرئيس

د . ماجدة الرويلي
باحث في إدارة بحوث المحاصيل
الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية
المشرف المشارك

2024
1446

قُدّمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الدكتوراه في علوم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق.

This thesis has been submitted as a Partial fulfilment of the requirements for Ph.D Degree in Field CroPs Sciences, Faculty of Agriculture Engineering, Damascus University.

لجنة الحكم:

د. يوسف نمر– الأستاذ المساعد في قسم المحاصيل الحقلية–كلية الزراعة_ جامعة دمشق عضواً

د. سلام لاوند_ الأستاذ المساعد في قسم المحاصيل الحقلية–كلية الزراعة_ جامعة دمشق عضواً

د. حسين المحاسنة_ الأستاذ في قسم المحاصيل الحقلية–كلية الزراعة_ جامعة دمشق عضواً مشرفاً

د. لمى اليوسف_ المدرس في قسم المحاصيل الحقلية–كلية الزراعة_ جامعة دمشق عضواً

د. ثامر حنيش_ باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية عضواً

نوقشت وأجيزت هذه الرسالة بتاريخ: 21 / 7 /2024م

شهادة

نشـــهد بأنّ العمل الموصـــوف في هذه الرســـالة، نتيجة بحث علمي قامت به المرشـــحة **ريم العيد**، بإشـراف الدكتور **حسـين المحاسـنة**، الأسـتاذ في قسـم المحاصـيل الحقلية، كلية الهندســـة الزراعيـة، جـامعـة دمشـــق، والـدكتورة **مـاجدة الرويلي**، بـاحث في إدارة بحوث المحاصـــيل الحقلية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وإنّ أيّة مراجع أُخرى بُحثت في هذه الرسالة موثقة في النص.

المرشحة	المشرف العلمي	المشرف المشارك
ريم العيد	الدكتور حسين المحاسنة	الدكتورة ماجدة الرويلي

Certificate

We herby certify that the work described in this thesis is the result of a scientific research Performed by the researcher **Reem Al-EEd**under the suPervision of **Dr. Hussain Almahasneh**, Professor, DePartment of Field CroPs, Faculty of Agriculture Engineering, Damascus University and **Dr. Majeda Al-Ruwaili**, General Commission for Scientific Agricultural Research. All reference books resorted by the researcher has been reviewed by the text.

Candidate:Reem Al-Eed

Chairman: Prof. Dr. Hussain Almahasneh

Co-suPervisor: Dr. Majeda Al-Ruwaili

تصريح

أُصرّح بأنّ البحث الموصوف في هذه الرسالة تحت عنوان: "تقييم السلوكية الوراثية للصفات المرتبطة بتحسين تحمل الجفاف في السمسم مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية" لم يسبق أن قُدمَّ للحصول على أيّة درجة جامعية أخرى، وغيرمُقدّم حالياً لذلك، وأنّ كافة الأعمال، والنتائج المذكورة هي جهودي الشخصية، وبتوجيهٍ من المشرفين العلميين الأستاذ الدكتور **حسين المحاسنة**، والدكتورة **ماجدة الرويلي**، وأيّة معلوماتٍ أو نتائج أخرى ذُكرت في الرسالة قد نُسبتْ إلى مصادرها ومؤلفيها في النص، وفي قائمة المراجع.

المرشحة

ريم العيد

Declaration

I declare that the Present research work entitled: **“**Evaluating the Genetic Behavior of Traits Associated with Drought Tolerance in Sesame with Maintaining the Production CaPacity**”** isa new research work, and that has never been studied by any other researchers for any other degree, and currently it is not submitted by any one for any degree. All the mentioned results are my own efforts, and done by the direct suPervision of my guides, Prof. Dr. **Hussian Almahasneh** and Dr. **Majeda Al-Ruwaili.** All the referred literature is cited, and well-documented in the list of references.

Candidate

Reem Al-Eed

كلمة شكر Acknowledgment

الحمد والشكر لله رب العالمين الذي خلق وهدى، وسدد الخطى، فتم هذا البحث بعونه وتوفيقه. وبعد الصلاة والسلام على من قاد قلوب البشر وعقولهم إلى مرفأ الأمان، وعلى آله وصحبه أجمعين.....

أتقدم بجزيل الشكر والامتنان إلى:

(الدكتور: **حسين المحاسنة)** لتفضله بالإشراف على هذا البحث، والذي لم يدخر أي جهدٍ في التوجيه والمساعدة بكل ماهو مفيد، وبكل ماكان له الأثر الكبير في إتمام هذا البحث وإخراجه على أكمل وجه.

(الدكتورة : **ماجدة الرويلي**) التي أعطت، وأجزلت بعطائها، وأضاءت بصيرتي بالعلم، وبأخلاقيات البحث العلمي. تقف حروفي حائرة أمام مافعلته معي.....بارك الله عطائها.

(الدكتور: **أيمن العودة)** الذي مد لي يده وبدأ معي الخطوات الأولى في إعداد هذا البحث، ولم تشأ الأقدار أن نكملها سويةً، فلا بد أن أثمن عالياً دوره البناء، جزاه الله عني خيراً.

(الدكتور: **ثامر الحنيش،** الدكتور: **يوسف نمر،** الدكتورة: **سلام لاوند،** الدكتورة: **لمى اليوسف)** لتفضلهم بقبول مناقشة البحث وتصويبه حتى اكتمل بنيانه، وعلا شأنه.

(الدكتور: **سمير الأحمد،** الدكتور: **فادي عباس،** الدكتورة: **ريم العبد الهادي)** على مساعدتهم لي، وتقديم مساندتهم العلمية والمعنوية، في سبيل إنجاز هذا البحث.

وأهدي فرحة نجاحي إلى: .....

ينبوع العطاء المتفاني مدى عمري... والدتي أطال الله بعمرها **(إيمان البشر)**

من أبصرت به طريق حياتي، وغيابه ترك غصةً في هذه الفرحة... والدي رحمه الله **(عايد الصياح)**

من كان ظلي حين يلفحني التعب، الداعم لخطواتي، حماك الرحمن لقلبي...زوجي**(د. عمار الجاسم)**

بذرة الفؤاد وأمل الغد..أبنائي الأحبة**(محمود، بانة، يوسف، مهند)**

قلوب ورود المحبة اللذين ساروا معي درب الإنجاز لأكون... أخوتي**(أ.رنا، م.آلاء، د. إبراهيم)**

من تربطني بهم علاقة النسب... وعطر الصداقة... **(أقربائي جميعاً، وأصدقائي)**

إخوتي الذي جمعني بهم ميدان العمل في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية... **(زُملائي الكرام)**

إلى كل هؤلاء أهدي هذه الدراسةراجيةً من الله تعالى أن تكون نافذة علمٍ ومعرفةٍ، وأن ينفعنا وينفع بنا.

فهرس المحتويات

الموضوعات	الصفحة
الملخص العربي	1
المقدمة Introduction	4
1- مشكلة البحث Research Problem	7
2- تساؤلات البحث Research Questions	8
3- فرضيات البحث Research Hypothesis	8
4- أهداف البحث Research objectives	9
5- أهمية البحث Research Relevance	9
6- مبررات البحثResearch Justifications	10
7- محدوديات البحث Research Limitations	11
الفصل الأول الدراسة المرجعية Review of literature	13
1-1- تأثير الإجهاد المائي في نمو وتطور وإنتاجية نبات السمسم	13
1-2-معايير تحمل الجفاف في نبات السمسم	17
1-3-دور الأصول الوراثية والمورثات في استباط أصناف من السمسم متحملة للجفاف	20
1-4-السلوكية الوراثية للصفات المرتبطة بتحمل الجفاف في نبات السمسم	21
1-5-اختلاف التراكيب الوراثية في الصفات المكونة للغلّة البذرية والصفات المورفولوجية والنوعية	22
1-6- القدرة العامة والخاصة على الائتلاف	23
1-7- قيم مكونات التباين	25
1-8- معامل الاختلاف	27
1-9- قوة الهجين	29
1-10- درجة التوريث	30
1-11- معامل المسار ومعامل الإرتباط	32
الفصل الثاني مواد البحث وطرائقه Materials and Methods	38
2-1- المادة النباتية Plant material	38
2-2- موقع تنفيذ التجربة Experimental site	39
2-3- إعداد الأرض وطريقة الزراعةLand preparation	40
2-3-1-الموسم الزراعي الأوّل (2021)	40
2-3-2-الموسم الزراعي الثاني (2022)	41
2-3-3- الموسم الزراعي الثالث (2023)	42
2-4- الصفات المدروسة Investigated traits	44
2-4-1- الصفات التطورية Phenological traits	44
2-4-2- الصفات الشكلية Morphological traits	44
2-4-3- الصفات المكوّنة للغلّة البذرية Seed-related traits	44

2-4-4-الصفات الفيزيولوجية Physiological traits	45
2-4-5- الصفات النوعيّة Quality traits	47
2-4-6- معايير تحمّل الإجهاد المائي	48
2-5- المعايير الوراثية Genetic Parameters	49
2-5-1- القدرة العامة والخاصة على التوافقCombining ability	49
2-5-2- قوّة الهجين قياساً إلى متوسط الأبوين H (MP)	50
2-5-3- قوّة الهجين قياساً إلى الأب الأفضل H (BP)	50
2-5-4- درجة السيادةDegree of Dominance	51
2-5-5- درجة التوريث بمفهوميها الواسع Broad والضيق Narrow sense heritability	51
2-6- معامل الارتباط المظهري Phenotypic correlation	52
2-7- معامل المسار Path analysis	53
2-8- تصميم التجربة والتحليل الإحصائيExperimental design and Statistical analysis	54
الفصل الثالث النتائج والمناقشة Results and Discussion	56
3-1- الصفات التطورية Phenological traits	56
3-1- 1- عدد الأيام حتى الإزهار(يوم) No. of days to flowering	56
3-1- 2- عدد الأيام حتى النضج التام(يوم) No. of days to maturity	58
3-2- الصفات الشكلية Morphological traits	59
3-2-1- متوسط ارتفاع النبات (سم) Plant height	59
3-2-2- متوسط ارتفاع أول فرع (سم)First branch height	62
3-2-3- متوسط ارتفاع أول كبسولة (سم) First capsule height	64
3-2-4- عدد الفروع في النبات (فرع. نبات$^{-1}$) No. of Branches per plant	66
3-3- الصفات المكونة للغلة البذرية Seed yield related traits	67
3-3-1- متوسط طول الكبسولة(سم) Capsule Length	67
3-3-2-متوسط عدد الكبسولات في النبات (كبسولة. نبات$^{-1}$) No. of capsules per plant	69
3-3-3- متوسط عدد البذور في الكبسولة (بذرة. كبسولة$^{-1}$) No. of seeds per capsule	71
3-3-4- متوسط عدد البذور في النبات (بذرة. نبات$^{-1}$) No. of seeds per plant	72
3-3-5- وزن الألف بذرة(غ) Thousand seed weight	74
3-3-6- الغلة البذرية (كغ. هكتار$^{-1}$) Seed yield	76
3-3-7- الغلة الحيوية (كغ. هكتار$^{-1}$) Biological yield	78
3-4- الصّفات الفيزيولوجية Physiological traits	80
3-4-1- محتوى الماء النسبي في الأوراق Relative water content(%)	80
3-4-2- نسبة الذائبات المتسربة Solutes leakage(%)	83
3-5- الصّفات النوعيّة Quality traits	85
3-5-1-- نسبة الزيت في البذور Seed oil content (%)	85
3-5-2-نسبة البروتين في البذور Seed protein content (%)	86
3-6- معايير تجمل الإجهاد المائي Stress tolerance indices	88

3-6-1- متوسط الإنتاجية Mean Productivity (MP)	88
3-6-2- دليل تحمّل الإجهاد المائي Stress Tolerance Index(STI)	89
3-6-3-المتوسط الهندسي للإنتاجية Geometric Mean Productivity (GMP)	89
3-6-4- دليل الحساسيّة للإجهاد Stress Susceptibility Index (SSI)	89
3-6-5- دليل ثباتية الغلّة Yield Stability Index (YSI)	90
3-7- دراسة السلوكية الوراثية	92
3-7-1- الصّفات التطوريّة Developmental traits	92
3-7-1-1- عدد الأيام حتى الإزهار(يوم) No. of days to flowering	92
3-7-1-2- عدد الأيام حتى النضج التام(يوم) No. of days to maturity	100
3-7-2- الصّفات الشكليّة Morphological traits	107
3-7-2-1- متوسط ارتفاع النبات (سم) Plant height	107
23-7-2-2- متوسط ارتفاع أول فرع (سم)First branch height	114
3-7-2-3- متوسط ارتفاع أول كبسولة (سم) First capsule height	120
3-7-2-4- عدد الفروع في النبات (فرع. نبات$^{-1}$) No. of Branches per plant	126
3-7-3- الصفات الفيزيولوجية Physiological traits	133
3-7-3-1- محتوى الماء النسبي في الأوراق Relative water content(%)	133
3-7-3-2- نسبة الذائبات المتسربة Solutes leakage(%)	140
3-7-4- الصفات المرتبطة بالغلة البذرية	147
3-7-4-1- متوسط طول الكبسولة(سم) Capsule Length	147
3-7-4-2-متوسط عدد الكبسولات في النبات (كبسولة. نبات$^{-1}$) No. of capsules per plant	154
3-7-4-3- متوسط عدد البذور في الكبسولة (بذرة. كبسولة$^{-1}$) No. of seeds per capsule	160
3-7-4-4- متوسط عدد البذور في النبات (بذرة. نبات$^{-1}$) No. of seeds per plant	167
43-7-4-5- وزن الألف بذرة(غ) Thousand seed weight	173
3-7-4-6- الغلة البذرية (كغ. هكتار$^{-1}$) Seed yield	180
3-7-4-7- الغلة الحيوية (كغ. هكتار$^{-1}$) Biological yield	187
3-7-5- الصفات النوعية Quality traits	193
3-7-5-1- نسبة الزيت في البذور Seed oil content (%)	193
3-7-5-2-نسبة البروتين في البذور Seed protein content (%)	199
3-7-6- معايير تحمل الإجهاد المائي Stress tolerance indices	205
3-8- دراسة علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة	208
3-9- معامل المسار والأهمية النسبية للصفات الإنتاجية المكونة للغلّة البذرية	216
الخاتمة	223
لاستنتاجات Conclusions	224
لتوصيات Recommendations	227
لمراجع العربية والأجنبية	229
الملخص بالانكليزي Abstract	247

فهرس الجداول

رقم الجدول	الموضوع	الصفحة
1	نسب وصفات الطرز المدروسة من السمسم	38
2	بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع الزراعة	39
3	الظروف المناخية السائدة في موقع الدراسة	39
4	متوسط عدد الأيام حتى الإزهار (يوم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	57
5	متوسط عدد الأيام حتى النضج التام (يوم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي.	59
6	متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	62
7	متوسط ارتفاع أول فرع (سم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	64
8	متوسط ارتفاع أول كبسولة (سم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	65
9	متوسط عدد الفروع في النبات (فرع. نبات$^{-1}$) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	67
10	متوسط طول الكبسولة (سم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	68
11	متوسط عدد الكبسولات في النبات (كبسولة. نبات$^{-1}$) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	70
12	متوسط عدد البذور في الكبسولة (بذرة. كبسولة$^{-1}$) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	72
13	متوسط عدد البذور في النبات (بذرة. نبات$^{-1}$) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	74
14	متوسط وزن الألف بذرة (غ) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	76
15	متوسط الغلّة البذرية (كغ. هكتار$^{-1}$) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	78
16	متوسط الغلّة الحيوية (كغ. هكتار$^{-1}$) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	80

17	متوسط نسبة محتوى الماء النسبي في الأوراق (%) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	82
18	متوسط نسبة الذائبات المتسربة (%) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	85
19	متوسط نسبة الزيت في البذور (%) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	86
20	متوسط نسبة البروتين في البذور (%) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد المروي	88
21	متوسطات معايير تحمل الإجهاد المائي المستخدمة في تقييم طرز السمسم المدروسة	91
22	تحليل التباين ومكوناته لصفة عدد الأيام حتى الإزهار تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	97
23	متوسط عدد الأيام حتى الإزهار لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	98
24	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة عدد الأيام حتى الإزهار تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	99
25	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة عدد الأيام حتى الإزهار	99
26	تحليل التباين ومكوناته لصفة عدد الأيام حتى النضج تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	104
27	متوسط عدد الأيام حتى النضج لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	105
28	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة عدد الأيام حتى النضج	106
29	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة عدد الأيام حتى النضج	106
30	تحليل التباين ومكوناته لصفة ارتفاع النبات تحت ظروف الشاهد والإجهاد المائي.	111
31	متوسط ارتفاع النبات لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	112
32	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة ارتفاع النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	113
33	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة ارتفاع النبات	113
34	تحليل التباين ومكوناته لصفة ارتفاع أول فرع تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.	117

35	متوسط ارتفاع أول فرع لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	118
36	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة ارتفاع أول فرع تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	119
37	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة ارتفاع أول فرع	119
38	تحليل التباين ومكوناته لصفة ارتفاع أول كبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	123
39	متوسط ارتفاع أول كبسولة لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	124
40	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة ارتفاع أول كبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	125
41	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة ارتفاع أول كبسولة	125
42	تحليل التباين ومكوناته لصفة عدد الفروع في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	130
43	متوسط عدد الفروع في النبات لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	131
44	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة عدد الفروع في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	132
45	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة عدد الفروع في النبات	132
46	تحليل التباين ومكوناته لصفة محتوى الماء النسبي في الأوراق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	137
47	متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	138
48	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة محتوى الماء النسبي في الأوراق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	139
49	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة محتوى الماء النسبي في الأوراق	139
50	تحليل التباين ومكوناته لصفة نسبة الذائبات المتسربة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	144
51	متوسط نسبة الذائبات المتسربة لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	145

52	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة نسبة الذائبات المتسربة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	146
53	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة نسبة الذائبات المتسربة	146
54	تحليل التباين ومكوناته لصفة طول الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	151
55	متوسط طول الكبسولة لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	152
56	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة طول الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	153
57	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة طول الكبسولة	153
58	تحليل التباين ومكوناته لصفة عدد الكبسولات في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.	157
59	متوسط عدد الكبسولات في النبات لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	158
60	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة عدد الكبسولات في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	159
61	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة عدد الكبسولات في النبات	159
62	تحليل التباين ومكوناته لصفة عدد البذور في الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي الإجهاد المائي	164
63	متوسط عدد البذور في الكبسولة لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	165
64	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة عدد البذور في الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	166
65	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة عدد البذور في الكبسولة	166
66	تحليل التباين ومكوناته لصفة عدد البذور في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	171
67	متوسط عدد البذور في النبات لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	171
68	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة عدد البذور في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	172

69	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة عدد البذور في النبات	172
70	تحليل التباين ومكوناته لصفة متوسط وزن الألف بذرة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	177
71	متوسط متوسط وزن الألف بذرة لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	178
72	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة متوسط وزن الألف بذرة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	179
73	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة متوسط وزن الألف بذرة	179
74	تحليل التباين ومكوناته لصفة الغلة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	184
75	متوسط الغلة البذرية بذرة لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	185
76	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة الغلة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	186
77	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة الغلة البذرية	186
78	تحليل التباين ومكوناته لصفة الغلة الحيوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	190
79	متوسط الغلة الحيوية بذرة لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	191
80	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة الغلة الحيوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	192
81	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة الغلة الحيوية	192
82	تحليل التباين ومكوناته لصفة نسبة الزيت في البذور تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	196
83	متوسط نسبة الزيت في البذور لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	197
84	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة نسبة الزيت في البذور تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	198
85	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة نسبة الزيت في البذور	198
86	تحليل التباين ومكوناته لصفة نسبة البروتين في البذور تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	202

87	متوسط نسبة البروتين في البذور لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي	203
88	تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على الائتلاف لصفة نسبة البروتين في البذور تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	204
89	قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة نسبة البروتين في البذور	204
90	متوسطات معايير تحمل الإجهاد المائي المستخدمة في تقييم طرز السمسم المدروسة	207
91	قيم معاملات الارتباط البسيط للصفات المدروسة تحت ظروف الشاهد المروي	214
92	قيم معاملات الارتباط البسيط للصفات المدروسة تحت ظروف الإجهاد المائي	215
93	قيم معامل الارتباط المظهري بين الصفات المكونة للغلّة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي	216
94	التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات المساهمة في تباين الغلّة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي	218
95	الأهمية النسبية للصفات المدروسة المساهمة في تباين الغلّة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي.	219
96	قيم معامل الارتباط المظهري بين الصفات المكونة للغلّة البذرية تحت ظروف الإجهاد المائي	220
97	التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات المساهمة في تباين الغلّة البذرية تحت ظروف الإجهاد المائي.	221
98	الأهمية النسبية للصفات المدروسة المساهمة في تباين الغلّة البذرية تحت ظروف الإجهاد المائي	222

فهرس الأشكال

رقم الشكل	الموضوع	الصفحة
1	المساحة المزروعة والغلّة الإنتاجية في سوريا من عام 2015–2022م	6
2	المساحة المزروعة والإنتاجية في بعض المحافظات السورية	7
3	مخطط تجربة التقييم الأولي للمادة الوراثية المدروسة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي	41
4	التهجين نصف التبادلي لسلالات السمسم الأبوية المنتخبة	42
5	مخطط تجربة تقييم السلالات الأبوية، والهجن المدروسة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد االمائي	43

الإختصارت

الاختصار	اللغة الانكليزية	اللغة العربية
O^-	SuPer oxide free radical	جذر الأكسجين الحر
OH^-	Hydroxyl free radical	جذر الماءات الحر
H_2O_2	Oxygenated Water	الماء الأوكسجيني
ROS	Reactive Oxygen SPecies	جذور الأكسجين الحرّة الفعّالة
LAI	Leaf Area Index	دليل المساحة الورقية
SSI	Stress SuscePtibility Inde	دليل الحساسية للإجهاد
MP	Mean Productivity	متوسط الإنتاجية
GMP	Geometric Mean Productivity	المتوسط الهندسي للإنتاجية
YSI	Yield Stability Index	دليل ثباتية الغلّة
STI	Stress Tolerance Index	دليل تحمل الإجهاد
GCA	General Combining ability	القدرة العامة على التوافق
SCA	SPecific Combining ability	القدرة الخاصة على التوافق
H(MP)	Heterosis Mid Parents	قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين
H(BP)	Heterosis Check variety	قوة الهجين قياساً للأب الأفضل
RWC	Relative Water Content	محتوى الماء النسبي
RSL	Relative Solutes leakage	نسبة الذائبات المتسربة
ā	Degree of Dominance	درجة السيادة
(h^2_b)	Broad sense heritability	درجة التوريث بالمعنى الواسع

درجة التوريث بالمعنى الضيق	Narrow sense heritability	(h^2_n)
معامل الاختلاف	Coefficient of Variation	C.V(%)
أقل فرق معنوي	Least Signification Difference	L.S.D
ارتفاع النبات	Plant height	PH
ارتفاع أول فرع	First branch height	HFB
ارتفاع أول كبسولة	First caPsule height	HFC
عدد الفروع في النبات	No. of Branches Per Plant	NBP
طول الكبسولة	CaPsule Length	CL
عدد الكبسولات في النبات	No. of caPsules Per Plant	NCP
عدد البذور في الكبسولة	No. of seeds Per caPsule	NSC
عدد البذور في النبات	No.of seeds Per Plant	NSP
وزن الألف بذرة	Thousand seed weight	W1000S
الغلّة الحيوية	Biological yield	BY
عدد الأيام حتى النضج	No. of days to maturity	NDM
عدد الأيام حتى الإزهار	No. of days to flowering	NDF
نسبة البروتين بالبذور	Seed Protein Relative	PPR
نسبة الزيت بالبذور	Seed oil Relative	OPR
الغلّة البذرية	Seed yield	SY

الملخص

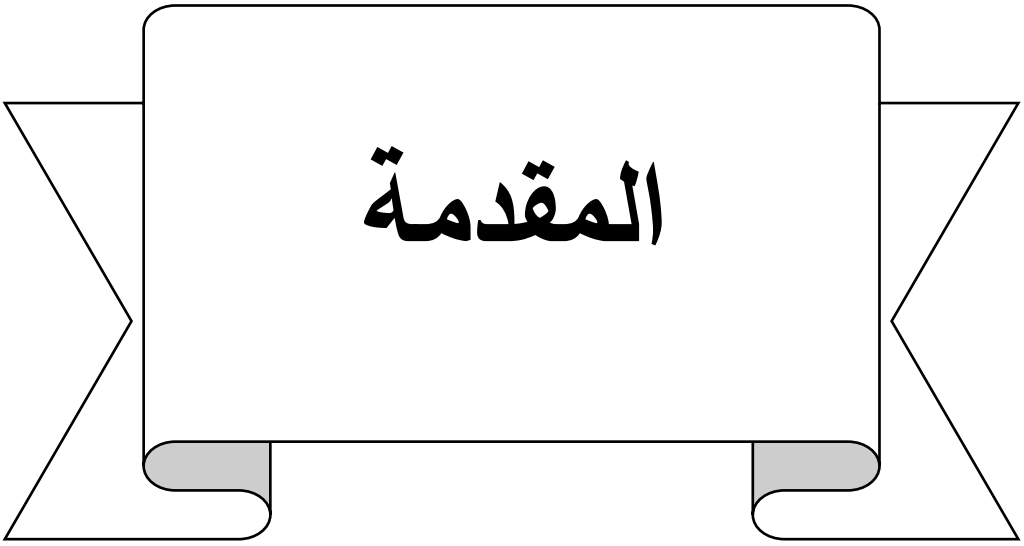
نُفذت الدراسة الحقلية خلال المواسم الزراعية / **2021-2022-2023**/، في محطة بحوث قرحتا التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، بهدف تقييم السلوكية الوراثية للصفات المرتبطة بتحسين تحمل الجفاف لنبات السمسم مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية، تمّ في الموسم الأول زراعة **11** سلالة مُطفرة من السمسم مع صنفين محليين اعتمدا كشواهد، بهدف دراسة استجابتها لظروف الإجهاد المائي المطبق بدءاً من منتصف مرحلة الإزهار وحتى بدء تشكل الكبسولات على النبات. نُفذت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية **(R.C.B.D)**، بترتيب القطع المنشقة، في ثلاثة مكررات.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية **(P≤0.05)** بين المعاملات، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما، في متوسط صفات كل من عدد الأيام حتى الازهار، عدد الأيام حتى النضج التام، ارتفاع النبات، وعدد الأفرع في النبات. وفي متوسط الصفات المكونة للغلّة البذرية(طول الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، عدد البذور في الكبسولة، عدد البذور في النبات، وزن الألف بذرة)، والغلة الحيوية، الغلة البذرية حيث سبَّب الإجهاد المائي تراجعاً معنوياً في هذه الصفات، في حين كانت الفروق غير معنوية في الصفات ارتفاع أول فرع وارتفاع أول كبسولة. كما بيّنت نتائج التحليل الإحصائي لمعايير تحمل الاجهاد وجود فروق معنوية **(P≤0.05)** بين الطرز الوراثية، حيثُّ أشارت النتائج إلى تفوق الطرازين الوراثيين حوراني**11** والشاهد زوري في متوسط الغلّة البذرية تحت ظروف كلٍ من الشاهد المروي والإجهاد المائي، وتُصنّف تبعاً لذلك ضمن المجموعة A، في حين فشلت الطرز الوراثية حوراني**9**، وحوراني**8** في إعطاء متوسط إنتاجية مرتفعة تحت ظروف المعاملتين، وتبعاً لذلك يصنفان ضمن المجموعة D. وما أكدَّ ذلك أنّ دليل تحمّل الإجهاد المائي كان الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين حوراني**11**، والشاهد زوري بدون فروق معنوية بينهما **(806.2، 688.1** على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين حوراني**9**، والشاهد حوراني، وحوراني**8** بدون فروق معنوية بينهما **(176.2، 218.1، 273.8** على التوالي). بعد ذلك انتخبت ست سلالات متباينة بدرجة تحملها للاجهاد المائي وزرعت في الموسم الثاني، حيث أجري فيما

بينها التهجين نصف المتبادل. ومن ثم زرعة كل من السلالات الأبوية والهجن الفردية الناتجة عنها، بالإضافة للصنفين المحليين في تجربة لتقيم أداء هذه الطرز الوراثية، ولدراسة السلوكية الوراثية. حيث أظهرت النتائج سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي في الصفات الإنتاجية المدروسة وبالتالي كانت هذه الصفات واقعة تحت تأثير السيادة الفائقة للمورثات، ماعدا صفة وزن الألف بذرة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، وصفتي عدد البذور في النبات والغلَّة الحيوية تحت ظروف الإجهاد المائي.

كما بينت النتائج أن السلالة **حوراني11** أفضل السلالات لتميزها بالقدرة العامة على التوافق لكل من صفات طول الكبسولة وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في النبات والغلَّة البذرية. كما تمَّ الوصول إلى هجن تحمل صفة القدرة الخاصة الموجبة على التوافق لصفة الغلَّة البذرية وهي: **(زوري2×حوراني1)**، **(حوراني11×حوراني1)** ، **(حوراني3×حوراني11)**، **(حوراني3×زوري1)**. ونسبة إلى إظهار درجة التوريث قيماً مرتفعة، فإنه يمكن إتباع طريقة التهجين نصف التبادلي والانتخاب لتحسين كافة الصفات تحت ظروف الإجهاد المائي. كما أظهرت النتائج وجود سلالات ذات قدرة عامة على التوافق تحت ظروف الإجهاد منها السلالة **(حوراني11)** لصفة طول الكبسولة وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في النبات والغلة البذرية، والسلالة **(حوراني1)** لصفة وزن الألف بذرة والغلة البذرية، **(زوري2)** لصفة عدد الكبسولات في النبات، **(حوراني3)** لصفة وزن الألف بذرة، **(زوري4)** لصفة الغلّة الحيوية. وأيضاً لقد وجدت هجن تحمل تأثيرات للقدرة الخاصة على التوافق موجبة عالية المعنوية مرغوبة تحت ظروف الإجهاد المائي:**(حوراني3×زوري1)** لصفة طول الكبسولة،**(حوراني11×حوراني1)** لصفة عدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في النبات. **(زوري2×حوراني1)** ، **(حوراني11×حوراني1)**، **(حوراني3×حوراني11)**، **(حوراني3×زوري1)** لصفة الغلّة البذرية، **(زوري1×حوراني1)**، ويمكن عدها هجن واعدة، وبالتالي أظهرت النتائج إمكانية الاستفادة من الأجيال الانعزالية لهذه الهجن بهدف تصميم برامج انتخاب لسلالات مبشرة من السمسم. وأظهرت النتائج إمكانية إدخال السلالة **(حوراني11)** في برامج تطوير غلّة محصول السمسم تحت ظروف الإجهاد لتميزها بقدرة عامة جيدة على التوافق لصفة الغلة البذرية. وإدخال

الكلمات المفتاحية: الغلة البذرية، الإجهاد المائي، التهجين، اللأجيال الانعزالية، السمسم.


المقدمة

المقدمة Introduction

يُعدّ السمسم من أقدم المحاصيل الزيتية التي تُزرع على نطاقٍ واسع في مختلف دول العالم للحصول على البذور، فزراعة نبات السمسم موثقة في العديد من الحضارات، حيثُّ تُشير السجلات الأثرية إلى أنَ السمسم استخدم في الهند منذ أكثر من 5000 عام (Bedigian,2004)، وذُكر في البرديات المصرية نبات يرجح أنه نبات السمسم، كما أشار إليه الكُتاب اليونانيون القدماء، ذكر(Bedigian,2003) أن الموطن الأصلي للسمسم هو شرق أفريقيا والهند، كما تم إدراج السمسم ضمن أنواع المحاصيل المهملة وغير المستغلة من قبل المعهد الدولي للموارد الوراثية النباتية (IPGRI). تُعد الهند والصين من أكثر دول العالم إنتاجاً للسمسم تليها مينمار، السودان، أوغندا، نيجيريا، باكستان، تنزانيا، أثيوبيا، غواتيمالا، وتركيا (Pham, *et al*., 2010). حيث يؤدي السمسم دوراً مهماً للغاية في الحفاظ على الأمن الغذائي وتحسين سُبل العيش في المناطق النامية (Li *et al*., 2020)،

بلغت المساحة المحصودة عالمياً من السمسم لعام 2020م نحو 13965.84 هكتاراً، أعطت إنتاجية نحو 6803.82 طن، بمردود بلغ 1948.72كغ. هكتار$^{-1}$. أما في الوطن العربي فقد بلغت المساحة المحصودة في نفس العام نحو 4997.98 هكتاراً، ووصلت الإنتاجية آنذاك إلى 1326.18 طن، بمردود وسطي بلغ 1061.36 كغ. هكتار$^{-1}$ (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2021).

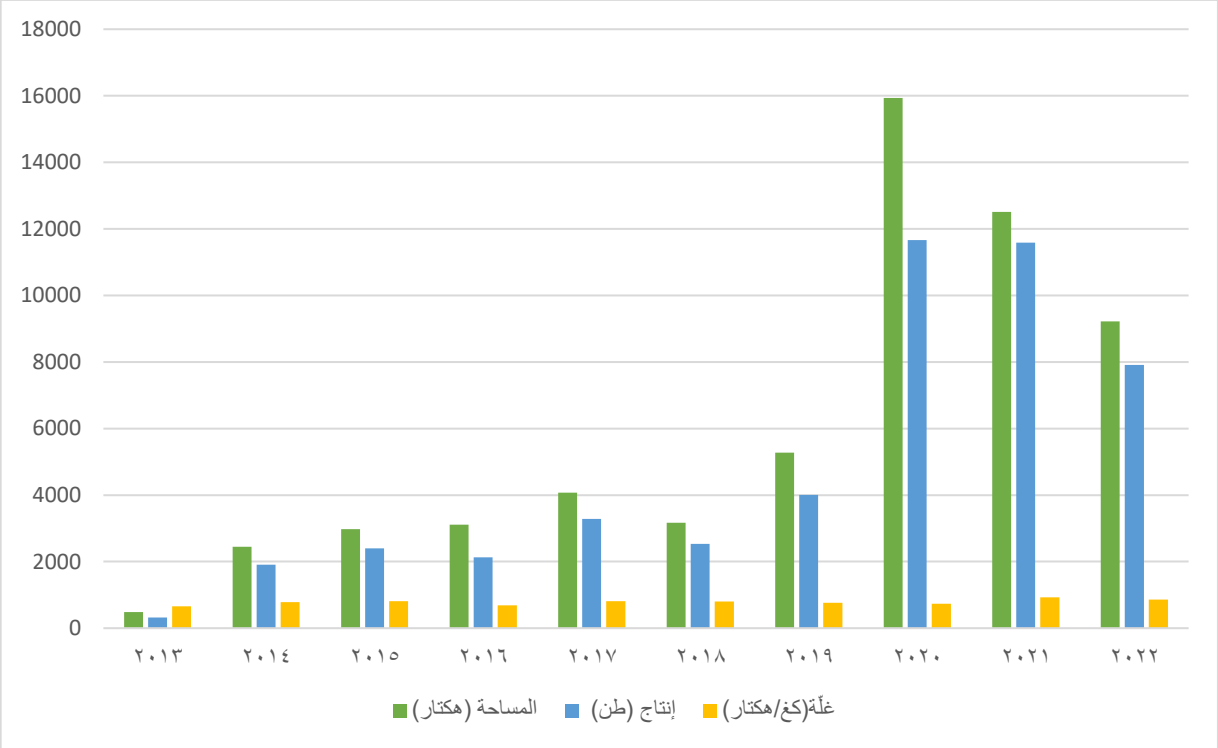
ينتمي محصول السمسم Sesame (Sesamum indicum L.) إلى رتبة الشفويات Lamiale، التي تشمل العديد من الأنواع الأخرى المعروفة ذات الأهمية الاقتصادية(Wang *et al*., 2012)، العائلة السمسمية Pedaliaceae (OPlinger *et al*.,1997) يتميز السمسم بأوراق خضراء أو ارجوانية بيضاوية الشكل تكون متقابلة على الجزء السفلي للساق ومتبادلة على الجزء العلوي منه. كما تحمل نباتاته أزهاراً بيضاء أو وردية جرسية الشكل تتحول إلى ثمار كبسوليه يكتمل نموها على الجزء السفلي للنبات مبكراً عنه في الأجزاء العلوية. استخدم البشر السمسم منذ القدم لتلبية احتياجاتهم وعلاج الأمراض (Rehab *et al*., 2019)، حيث تدخل بذوره في صناعـــــة الحلويات، والمعجنات، والطحينة، والكسبة الناتجة تُعد عليقة مركزة لتغذيـــــة الحيوانات (Weiss, 2000).

يُعد السمسم محصول نقدي بديل لأصحاب الحيازات الصغرة، حيث إنَّ بذورهُ تحتوي على نسبة زيت مرتفعة مقارنة مع بذور المحاصيل الزيتية الأخرى (Eskandari and Amraie., 2015). يُزرع السمسم بشكلٍ رئيس للحصول على الزيت، الذي تُقدّر نسبته في البذور بنحو40-60%، ويدعى بالسيرج أو الراشي وهو من أجود أنواع الزيوت. تكمن أهمية زيت السمسم في استعمالاته المتعددة منها فهو يخفض مستويات الكوليسترول وارتفاع ضغط الدم، وبسبب احتوائه على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة فإنه مفيد جداً لصحة القلب وتوسيع الأوعية الدموية، يُلين المعدة ويُحسن عمليات الهدم والبناء في الجسم، يمنح الترطيب للجلد ويقوي بصيلات الشعر ويمنع تساقطه وتقصفه، كما إنه يُساعد في حماية الكبد من التلف والتقليل من احتمالية ظهور الطفرات الخلوية التي تحفز الأورام السرطانية (خليفة والشخص، 2009). كذلك يدخل زيت السمسم في صناعة المستحضرات الدوائية كالمراهم وصناعة الصابون، أيضاً يدخل كمثبت في صناعة العطور (Ahmed and Mahmoud ., 2010). يمتاز زيت السمسم بإمكانية تخزينه لمدة طويلة دون حدوث أكسدة له لاحتوائه على بعض موانع الأكسدة مثل (Sesamum, Sesamolin, sesamol، هذه الميزة جعلته من أكثر الزيوت استقراراً وثباتاً، سمي بملك الزيوت النباتية ولاتزال شعوب كثيرة تعتمده في النواحي الطبية والعلاجية بما في ذلك الحمى والألم والالتهاب والإمساك وشفاء الجروح وحماية الأعضاء الحيوية (Sharaby and Butovchenko.,2019).

تُستخدم بذور السمسم في تزيين بعض أنواع الخبز والمعجنات وصناعة الطحينية والحلويات، فهي تحتوي على الكربوهيدرات(15%)، والمركبات الفلافونية المضادة للأكسدة، والفيتامينات، والعناصر المعدنية، مثل الفوسفور، والكالسيوم (Silva *et al*., 2016). فضلاً عن وجود نسبة مرتفعة من البروتين (20-25%)، والغني بالحمض الأميني المثيونين، والمنخفض بمحتواه من الحمض الأميني اللايسين، وإن تساوي نسبة هذين المكونين في البذور يجعل السمسم يشكل مصدراً نباتياً ممتازاً ومتوازياً (العودة وزملاؤه، 2009).

يُعد الماء أحد العوامل الرئيسة التي تؤثر في نمو النبات وتطوره وإنتاجيته، خاصة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، حيث تتعرض النباتات غالباً لفترات نقص المياه (إجهاد الجفاف)، يُعد الجفاف السبب الرئيس لخسائر المحاصيل في جميع أنحاء العالم، فهو يؤدي إلى انخفاض متوسط الإنتاجية بنسبة تصل الى أكثر من 50% (Wang *et al*.,2008).

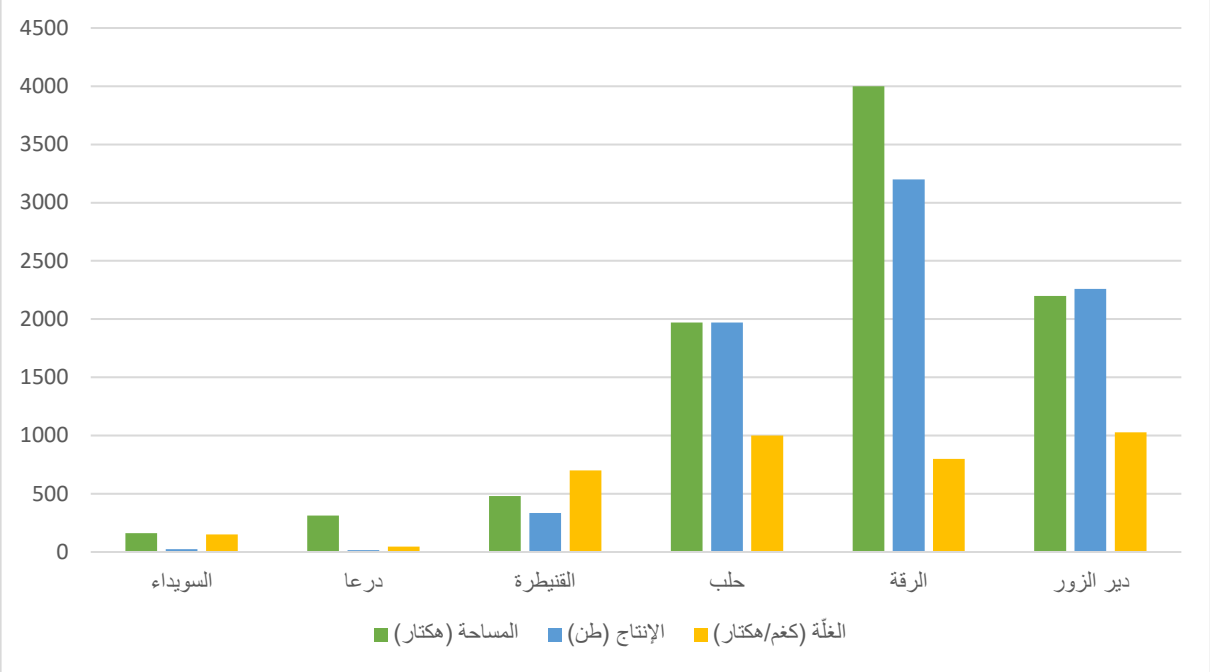
وصلت المساحة المزروعة في سورية عام 2021 إلى12514 هكتاراً، أنتجت قرابة 11521 طناً، بمتوسط إنتاجية يقدّر بنحو 929 كغ. هكتار$^{-1}$ بعد أن كانت المساحة المزروعة لاتزيد عن 2443 هكتار في عام 2014 (الشكل، 1).



الشكل (1): المساحة المزروعة والغلّة الإنتاجية في سوريا من عام 2015-2022م

المصدر: المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية لعام 2022م.

يُزرع محصول السمسم المزروع بعلاً في سورية، في القنيطرة وفي اللاذقية وحلب. وإن المساحة المزروعة تزداد وتقل تبعاً لكمية الأمطار الموسمية حيثُ تزداد بارتفاع الأمطار الربيعية وتقل بانخفاضها. مما يدل على أن السمسم لا يحظى بالعناية والخدمة اللازمة بدرجة كافية. أما تحت ظروف الزراعة المروية بلغت المساحة المزروعة من السمسم في محافظات الرقة، حلب، دير الزور(4000، 2200، 1950 هكتار على التوالي)، أعطت إنتاجية (3200، 2260، 1900طن على التوالي)، بمتوسط غلّة بذرية (1027،800، 1000 كغ. هكتار$^{-1}$ على التوالي) (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2022).



الشكل (2): المساحة المزروعة والإنتاجية في بعض المحافظات السورية

المصدر: المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية لعام 2022م.

مشكلة البحث Research Problem

يعود تدني إنتاجية محصول السمسم في القطر العربي السوري بالمقارنة مع إنتاجيته على مستوى الدول العربية إلى عدم وجود أصناف ذات مقدرة إنتاجية مرتفعة تُلائم ظروف كل منطقة، وعدم تطبيق الحزمة التكنولوجية من قبل الفلاح، بالإضافة إلى منافسة المحاصيل الصيفية الأخرى. ومن جانب آخر فإن تراجع الموارد المائية المتاحة لري المحصول في بعض مناطق زراعته خلال مراحل النمو الأكثر طلباً على مياه الري، يُعد من العوامل التي تُعيق نمو وإنتاجية المحصول. 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 and Sedeck., 2015).

تساؤلات البحث Research Questions

- هل يؤثر الإجهاد المائي على الصفات التطورية (عدد الأيام حتى الأزهار، وعدد الأيام حتى النضج التام لنبات السمسم)؟
- هل يؤثر الإجهاد المائي على الصفات الشكلية والصفات المكونة للغلّة البذرية والصفات الوراثية والنوعية لنبات السمسم؟
- هل من الممكن استنباط طرز وراثية من نبات السمسم ذات قدرة تحمل للإجهاد المائي مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية المرتفعة؟
- هل للفعل الوراثي تأثيراً على الصفات الشكلية، والفيزيولوجية والنوعية في الآباء والهجن الناتجة تحت ظروف الإجهاد المائي؟

فرضيات البحث Research HyPothesis

١- يفترض البحث أن تتأثر الصفات الشكلية والفيزيولوجية والنوعية والكمية المكونة للغلّة النباتية لنبات السمسم تحت ظروف الإجهاد المائي عند مستوى معنوية 5%.

٢- يفترض البحث أن تتباين السلوكية الوراثية للسلالات الأبوية والهجن الناتجة عنها من خلال التباين بالمقدرتين العامة والخاصة على التوافق، وقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل.

٣- يفترض البحث تأثير الفعل الوراثي للصفات الشكليّة، والفيزيولوجية، والكمية، والنوعيّة في الآباء والهجن الناتجة تحت ظروف الإجهاد المائي والشاهد المروي.

٤- يفترض البحث وجود فروق معنوية في الأهمية النسبية للصفات المدروسة، ووجود علاقات ارتباط بين الصفات المدروسة تحت ظروف الإجهاد المائي والشاهد المروي.

أهداف البحث Objectives Research:

1- تقييم السلوكية الوراثية للسلالات الأبوية والهجن الناتجة عنها، من خلال دراسة المقدرتين العامة والخاصة على التوافق، وقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل.

2- تقدير الفعل الوراثي للصفات الشكليّة، والفيزيولوجية، والكمية، والنوعيّة في الآباء والهجن الناتجة تحت ظروف الإجهاد المائي، وتحديد الصفات المرتبطة وراثياً بالتحمل مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية.

3- تقييم الأهمية النسبية للصفات المدروسة من خلال معاملي الارتباط البسيط، وتحليل معامل المسار.

أهمية البحث Research Relevance

تكمن أهمية البحث في الحصول على سلالات من نبات السمسم متحملة للإجهاد المائي، حيث يعد الجفاف أحد العوامل المهمة التي تحد من إنتاجية المحصول في جميع أنحاء العالم حيث يؤدي الإجهاد المائي الشديد إلى توقف عملية التمثيل الضوئي واضطراب عملية التمثيل الغذائي، ويعد اكتشاف التنوع الوراثي في الموارد الوراثية المختلفة خطوة مهمة للعثور على طرز/متحملة للجفاف في أي برنامج تربية ناجح، على الرغم من أن زراعة السمسم تتم في الغالب في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، إلا أنه لم يتم بذل جهد كبير لاكتشاف قدرة السمسم على تحمل الجفاف. ولذلك فإن اختيار الخطوط المتميزة في ظل ظروف نقص المياه يعد أمرًا مهمًا للغاية لإنتاج السمسم المستدام. وفي هذا الصدد، تم تشخيص الأصول الوراثية عالية التنوع للسمسم ومقارنتها بالصفات الزراعية والجودة. وبالتالي فإن الحصول على سلالات من نبات السمسم تتحمل الإجهاد المائي سيكون النهج الأكثر اقتصاداً لتحسين الإنتاجية الزراعية وتقليل الاستخدام الزراعي من موارد المياه العذبة، وبنفس الوقت المحافظة على الإنتاجية المثالية للمحصول.

مبررات البحث Research justifications

تولي وزارة الزراعة والإصلاح الزراعية، والهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في القطر العربي السوري، مع ازدياد شدة الضرر الناتج عن ظروف الجفاف بالتزامن مع ارتفاع درجة حرارة الجو، وعدم توافر الموارد المائية خلال بعض مراحل النمو المهمة، لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة من حوض البحر الأبيض المتوسط، اهتماماً متزايداً في مسألة تحقيق الأمن الغذائي، وذلك بزيادة إنتاج المحاصيل المختلفة عبر زيادة رقعة المساحة المزروعة، أو بزيادة متوسط الإنتاجيّة، الأمر الذي يتطلب استنباط طرز وراثية ذات كفاءة إنتاجية مرتفعة، ومتكيّفة مع البيئات المختلفة بشكل واسع، ومتحملّة للإجهادات اللاأحيائية (الجفاف، والحرارة المرتفعة، والملوحة)، والأحيائية (المسببات المرضية والآفات الحشرية). ويعد ذلك من الأساليب الناجحة التي تؤدي إلى زيادة الإنتاجيّة.

لذلك كان لا بدّ من تقييم المادة النباتية المتوافرة في المراكز البحثية، بهدف توصيفها بشكلٍ دقيق ومتكامل، لتسهيل عمل مربي النبات في اختيار الآباء المناسبة في برامج التربية والتحسين الوراثي، بما يضمن تطوير طرز وراثية جديدة ذات كفاءة إنتاجية مرتفعة، وخصائص نوعية جيدة، تلبي حاجة الأسواق المحلية، وقادرة على المنافسة في الأسواق العالمية. وفي الوقت الحالي هناك اهتماماً كبيراً بالعديد من المحاصيل الزراعية، ومنها محصول السمسم، وذلك بسبب: زيادة الطلب على بذوره عالمياً وارتفاع أسعاره، وزيادة العائد الربحي لوحدة المساحة من المحصول مقارنةً بالعديد من المحاصيل الزراعية، كما أنه يشغل فترةً قصيرةً من الدورة الزراعية ويمكن زراعته بعد محصول القمح.

وقد لوحظ تراجع إنتاجية محصول السمسم من خلال مناقشة واقع زراعته في القطر العربي السوري، بالمقارنة مع متوسط إنتاجية الوطن العربي، ويُعزى ذلك الى وجود عدد محدود من الأصناف المحلية المعتمدة ذات الكفاءة الإنتاجية المرتفعة، والمتحملة للإجهادات اللاأحيائية والأحيائية، وذات الكفاءة المرتفعة في استعمال مدخلات الإنتاج الزراعي (المياه، والأسمدة المعدنية). ما يُشير الى إمكانية استثمار التباين الوراثي Genetic variation بين طرز محصول السمسم لتقليص هذه الفجوة وتحسين مقدرته الإنتاجية، وصفاته النوعية. كما تعاني مناطق زراعة

المحصول من شح في المصادر المائية الكافية لري المحاصيل الزراعية في مناطق الزراعة المروية، وتذبذب في كمية الهطولات المطرية بين موسم وآخر في مناطق الزراعة البعلية، مما يؤدي لتراجع إنتاجية المحاصيل عموماً، ومنافسة المحاصيل الصيفية الأخرى، وارتفاع تكاليف الإنتاج، لاسيما أسعار الوقود اللازمة لتشغيل مضخات الري. علاوةً على تقنين المخصصات، وكمية المياه المتاحة للفلاحين خلال الموسم الزراعي وتباعد مواعيد الري. تأتي ضمن هذا السياق، أهمية الجهود التي تُبذل في تحسين إنتاجية هذا المحصول كون السمسم من المحاصيل التي تتصف بأنها متوسطة التحمل للجفاف ، من خلال إتباع نظم زراعية متطورة وزراعة أصناف وسلالات مبشرة ذات طاقة إنتاجية مرتفعة، وقادرة على التأقلم مع الظروف البيئية السائدة في المناطق البيئية المستهدفة. وهي من السبل لتجاوز مشاكل تدهور الإنتاج الزراعي الناجمة عن قلّة موارد المياه المتاحة، وندرة الأسمدة المعدنية وارتفاع أسعار مستلزمات الإنتاج الزراعي (الأسمدة المعدنية، والمبيدات، والوقود .... إلخ).

محدوديات البحث Research Limitations

انطلاقاً مما تقدم ومن محدودية الدراسات المحلية التي حاولت البحث عن آليات استجابة محصول السمسم لظروف الإجهاد المائي خلال مختلف مراحل النمو، كان من الضروري الاهتمام ببرنامج التربية في محصول السمسم، وإيجاد تباينات وراثية جديدة تؤسس لبرنامج انتخاب ناجح، وتهدف إلى تحقيق تقدم وراثي ملموس لأهم الصفات المرتبطة بالغلّة البذرية وذلك من خلال التهجين بين السلالات المحلية المبشرة عالية الغلّة لدراسة الأجيال الانعزالية وانتخاب تراكيب محسنة تواكب التغييرات المناخية والظروف المحلية خلال السنوات القادمة، خاصةً تحت ظروف الإجهاد المائي. وإيجاد توصيف فيزيولوجي ووراثي وتحديد أهم الصفات المرتبطة وراثياً بتحمل الجفاف مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية والخصائص النوعية للبذور.

الفصل الأول
الدراسة المرجعية

الدراسة المرجعيةLiterature Review

1-1-تأثير الإجهاد المائي في نمو وتطور وإنتاجية نبات السمسم:

يُعد الجفاف مشكلةً كبيرةً في الإنتاج الزراعي في العالم (Hu *et al*., 2014) ، (Leng and Hall., 2019). وهو أحد الإجهادات اللاأحيائية التي تحد من زراعة السمسم في المناطق الجافة وشبه الجافة حيثُ تنخفض الإنتاجية بشكلٍ عام بنحو 300-400 كغ. هكتار$^{-1}$ (Islam *et al*., 2016;Dossa *et al*., 2017)، مما يُؤثر في عوامل عديدة فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية، وهي عوامل مهمة للكتلة الحيوية في النبات وإنتاج البذور (Chodak *et al*., 2015) . 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 and Mishra ., 2021; Alexander *et al*., 2020)،

يُعد نبات ما متحملاً للإجهاد المائي من الناحية الفيزيولوجية 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).

يلجأ النبات أحياناً للهروب من الجفاف أو تفادي الجفاف. تعرف هذه الظاهرة بأنها قدرة النبات على إنهاء دورة حياته خلال الفترة التي يكون فيها الماء متوفراً، فالنمو السريع والإزهار المبكر يسمحان بتفادي قترة 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).

يتحمل السمسم بشكلٍ عام إجهاد الجفاف، هذا ما يجعلهُ أحد الخيارات المتاحة للمزارعين (Golestani and Pakniya., 2015)، وهو يمتلك القدرة على تحمل نقص الماء مقارنة مع المحاصيل الزيتية الأخرى، بالتالي فإن أولوية مربي النبات هي استغلال التباين الوراثي بين الأنماط الوراثية لتحديد الأصناف المتحملة للجفاف (Menezes *et al*.,

2014). تُعد مرحلة إنبات البذور ومرحلة الأزهار هي المراحل الأكثر حساسية للجفاف في حياة النبات (Boureima *et al.*, 2011). وجد بالدراسات السابقة أن الجفاف يُعتبر عائق لإنبات ونمو نبات السمسم، كذلك يُؤثر بشكل سلبي على مرحلة الإزهار وعلى عدد الكبسولات المتشكلة في النبات، بالتالي يُؤثر سلباً في إنتاجية البذور (Hassanzadeh *et al*., 2009. ; Bahrami *et al*., 2012. ; Kassab *et al*., 2012).

يُسبب الإجهاد المائي تراجعاً ملحوظاً في الغلّة النهائية عندما يترافق مع جميع مراحل نمو المحصول، ويكون الضرر أعظمي عند تزامن حدوثه خلال مرحلة الإزهار، حيثُ يؤدي الجفاف المتزامن مع مرحلة الإزهار إلى حدوث العقم ويعود السبب في ذلك إلى تراجع تدفق نواتج التمثيل الضوئي للجزء الاقتصادي إلى ما دون العتبة اللازمة للحفاظ على النمو الأمثل للبذور (Yadav *et al*.,2004). 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 ،وحوراني محسن، وسوداني بني) لمعاملات الري خلال مراحل النمو (زراعة مطرية بدون ري، وربة تكميلية خلال مرحلة تشكل الأفرع، وريتين تكميليتين خلال مرحلة تشكل الأفرع ومرحلة تشكل العلب الثَّمرية، وثلاث ريَّات تكميلية خلال مرحلة تشكل الأفرع ومرحلة تشكل العلب الثَّمرية 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 جميع الصفات المدروسة، وبالتالي أعطى أعلى غلَّة من البذور 3.45 طن. هكتار$^{-1}$ مقارنةً مع باقي الأصناف المدروسة وتفوقت معاملة الري بثلاث ريَّات تكميلية في الصفات المدروسة، إذ سجلت أعلى غلّة من البذور 3.79 طن. هكتار$^{-1}$. واستنتج بضرورة تزويد نباتات السمسم بثلاث ريَّات خلال المراحل الحرجة (تشكل الأفرع وتشكل العلب الثّمرية وامتلاء البذور).

أُجريت تجربتان في شندويل–جمهورية مصر العربية خلال عامي 2005–2006 لدراسة تأثير الاجهاد المائي في مراحل النمو المختلفة للسمسم (مرحلة التفرع T1، مرحلة الازهار T2، تشكل الكبسولات T3)، باستخدام أربعة أصناف من السمسم هي: (جيزة32(V1)، Toshky1(V2)، Shandawee l3(V3)، سوهاج1(V4)) وقد تمَّ دراسة تأثير الاجهاد المائي على الغلّة ومكوناتها وعلى انتاج الزيت، وقد أشارت النتائج إلى أن عدد الكبسولات في النبات،

وطول الكبسولة، ووزن الألف بذرة، وزن البذور في النبات، والغلّة البذرية وغلّة الزيت تأثرت بشكلٍ كبير بمعاملات الري حيثُّ كان الصنف Shandaweel3 متفوقاً في إنتاجية البذور في الموسم2005 بنسبة 34.90، 7.90، 10.30 %مقارنة مع جيزة32، Toshky1، سوهاج1على التوالي، في حين بلغت الزيادة في الغلّة البذرية في عام 2006 حوالي 54.30، 5.60، 5.90% على التوالي. وقد تمَّ الحصول على قيمة عالية المعنوية بالنسبة لتأثير التفاعل بين عدد الكبسولات في النبات في الصنف Shandaweel3، في حين كان الصنف جيزة32 متفوقاً في إنتاجية حمض الأوليك، وصنف سوهاج1 تفوق في انتاج أوميغا مقارنة مع الأصناف الأخرى. كما كانت القيم في سوهاج1 عالية المعنوية بالنسبة لصفتي عدد الأيام حتى الازهار وعدد الكبسولات في النبات باستثناء طول الكبسولة. ووجد أيضاً أن الصنف(V3 شندويل) أكثر الأصناف تحملاً لنقص الماء مقارنة مع الأصناف الأخرى المدروسة، في حين كان الصنف(V1 جيزة) أكثر الأصناف تضرراً بنقص الماء. أيضاً إن مرحلة الازهار هي أكثر المراحل حساسية لنقص الماء، في حين كانت مرحلة تشكل الكبسولات هي الأكثر تحملاً لنقص الماء في حياة نبات السمسم (El-Samanody *et al*., 2010)

درسَ (EL-Emery *et al*., 1997) في الهند تأثير عدد الريّات وتاريخ الحصاد على نوعية بذور السمسم في أربع طرز وراثية، وأشار أنَّه تمت زيادة وتحسين وزن الألف بذرة والغلّة البذرية من خلال زيادة عدد الريّات من 5 إلى 6 ريّات بحيث تصبح كل 15 يوماً من تاريخ الزراعة.

في دراسة أُجريت بالهند عام 2016 بهدف تقييم الجودة الفسيولوجية لبذور السمسم في نباتات معرضة للإجهاد المائي في مراحل نمو مختلفة T1 من الانبات إلى النمو الخضري، T2 النمو الخضري إلى الازهار،T3 مرحلة الازهار حتى تشكل الكبسولات، T4 نضج الكبسولات، T5 الاجهاد المائي في جميع مراحل نمو النبات، T6 الشاهد المروي. وتمَّ الحصاد بعد 90 يوماً من الزراعة، أُجري تقييم البذور عن طريق اختبار الانبات، مؤشر سرعة الانبات، متوسط وقت الانبات، الشيخوخة المتسارعة، ظهور البادرات، مؤشر الظهور، طول البادرات، الوزن الجاف للبادرات. إنَّ نباتات السمسم المزروعة تحت ظروف الاجهاد المائي في مرحلة الانبات وبداية النمو الخضري(T1) تكون بذورها أقل جودة فسيولوجية، وكذلك بين الازهار وتكوين الكبسولات(T3) (Silva *et al*., 2016).

يُعد السمسم من النباتات المتحملة للجفاف التي يُمكنها النمو والإنتاج مع كميات من مياه الري تصل إلى 300 ملم إذا تمَّ توزيعها بشكل جيد خلال مراحل نمو المحصول. بشكلٍ عام يحدث نقص الماء بسبب نتح الماء الذي يتجاوز معدل الامتصاص وبالتالي ستقوم النباتات بإجراء توازن الماء بشكل مباشر (Costa., 2008). وإن الاضرار التي تلحق بالنباتات تختلف بحدة وشدة الضرر الأمر الذي يعتمد على شدة الاجهاد، ووقت التعرض له، ومرحلة تطور النبات (Tavares., 2013).

وفي تجربة أُجريت في السودان خلال الموسمين الزراعيين 2002/2001و2002/2003 لدراسة تأثير خمس كميّات من مياه الري (3500، 4500، 5500، 6500، 7500م^3.هكتار$^{-1}$. موسم$^{-1}$) في النمو الخضري، وغلَّة الزيت، ومحتوى البروتين في بذور صنفي السمسم (Promo، khider)، أظّهرت النّتائج أنَّ كمية مياه الري البالغة(7500 م^3.هكتار$^{-1}$. موسم$^{-1}$)، قد حسنت معنوياً من صفات النمو الخضري للنبات، وغلَّة الزيت في وحدة المساحة، في حين قللت من محتوى البروتين في البذور. وقد حقق الصنفkhider أعلى غلَّة من الزيت ومن محتوى البروتين(Ahmed and Mahmoud, 2010)،

درس (Hassanzadeh *et al*., 2009) تأثير الإجهاد المائي على محصول السمسم ومكوناته لـ 27 طرازاً وراثياً بمصر، فوجد أن أكثر الصفات تأثراً بالجفاف هو عدد الكبسولات في النبات والغلّة البذرية، ظهرت التباينات بين الطرز المدروسة بشكل كبير، حيث وجد أن الإجهاد المائي سبب تراجع ارتفاع النبات وعدد الكبسولات على النبات وتراجع كبير في غلة البذور، كما أنَّ نسبة الزيت تقل في البذور عند التوقف عن ري المحصول في مرحلة الإزهار وإنتاج البذور.

وجد (Baydar *et al*., 1999) في دراسة أُجريت بالهند أن نسبة الزيت تتأثر بشكل كبير بالطراز الوراثي، وبالظروف البيئية السائدة، والعمليات الزراعية، وبطول فترة نمو الصنف أو باكوريته، إذ وجدَّ أنَّ الأصناف ذات موسم النمو القصير ترتفع فيها نسبة الزيت مقارنة مع تلك الأصناف المتأخرة بالنضج أو ذات موسم النمو الطويل.

1-2-معايير تحمل الجفاف في نبات السمسم:

أشار (Dissanayake., 2017) إلى أنَّ اختيار الأصناف المتحملة للجفاف هو الحل المناسب لمواجهة هذه المشكلة. بينَّ (Serumaga *et al*., 2018) أنَّ اختيار الأصناف المتحمّلة للجفاف عادةً يتم بطريقتين: **الأولى:** هي الاعتماد على الغلّة واستخدامها كمعيار لاختيار الأصناف بشكلٍ مُباشر، حيثُّ يؤدي الاختيار المُباشر للعائد المرتفع في الحالة الطبيعية إلى تحسين العائد في حالة الجفاف **الثانية:** استنباط أصناف عالية الإنتاج في ظروف الجفاف وهي مهمة صعبة للغاية بالنسبة لمربي النبات.

لذلك كانت مُؤشرات الجفاف تُستخدم كطريقة دعم مع غلة الطراز ضمن الري المثالي، وغلة الطراز بعد تعرضه للإجهاد. وذلك بناءً على فعاليتها في الظروف العادية وفي ظروف الجفاف لتحديد الأنماط الوراثية المتحملة للجفاف، حيثُّ يلجأ بعض الباحثين إلى تحديد مدى تحمل الطراز الوراثي بالاعتماد على الغلّة البذرية تحت ظروف الجفاف عوضاً عن الانتخاب المباشر من خلال عدة معايير تحدد مدى تحمل الطراز الوراثي للجفاف ومقدار التراجع الحاصل في الغلّة البذرية في ظل ظروف الجفاف (الإجهاد المائي) بالمقارنة مع الغلّة البذرية في ظل الظروف المناسبة (Mitra.,2001).

أشارَّ (Rosielle and Hamblin., 1981) إلى أنَّ تحمل الإجهاد (SSI) يُمثل الاختلافات في العائد بين غلة الطراز عند الري المثالي، وغلة الطراز بعد تعرضه للاجهاد المائي خلال مرحلة من مراحل نموه. وذلك لأن إجهاد الجفاف غير مستقر في شدته في البيئات على مر السنين.

اقترح (Fisher and Maurer., 1978) أن مؤشر قابلية الإجهاد (SSI) يُمكن استخدامه لتقدير ثباتية الإنتاجية في الظروف العادية وفي ظروف الجفاف.

أفاد (Bouslama and Schapaud., 1984) أنَّ أعلى قيم لمؤشر ثباتية الغلّة (YSI) تدُّل على استقرار كبير في إنتاجية الصنف وبالتالي قدرته على تحمّل الجفاف. وإنَّ الارتباط بين YP، YS والمؤشرات الأخرى التي تدُّل على تحمّل الجفاف يمكن أن تكون معياراً مميزاً لتحديد المراحل المتحمّلة للجفاف (Anwar *et al*., 2011). وقد لا يكون

كافياً تحديد المراحل المتحملة للجفاف استناداً إلى معيار واحد، لذلك لابد من استخدام الارتباط ومتوسط الترتيب والانحرافات المعيارية للرتب لجميع مؤشرات الجفاف، من أجل تحديد الأنماط الوراثية الأكثر تحمّلاً للجفاف (Naghavi *et al*., 2013).

تمَّ إجراء تجربة في مركز الموارد الزراعية والطبيعية في زابل بإيران عام (2008–2009)، تمَّ فيها تطبيق الشاهد المروي على نباتات السمسم، والاجهاد المائي في جميع مراحل النمو وكذلك تطبيق الاجهاد المائي في مرحلة الازهار وتشكل الكبسولات. ولتقدير القدرة على تحمل الأصناف للجفاف تمّ الاعتماد على نتائج المؤشرات المستخدمة لتحديد مدى القدرة على تحمّل الاجهاد المائي مثل: (المتوسط الهندسي للإنتاجية، متوسط الإنتاجية، دليل تحمل الإجهاد،دليل الحساسية للإجهاد). حيثُّ أظهرت النتائج أنَّ تلك المُؤشرات كانت مرتبطة بشكلٍ إيجابي مع غلة البذور في كل من تجربة الشاهد المروي، وتجربة تطبيق الاجهاد المائي على النباتات. وجد أن الصنف المحلي مع سيستان–1 وTN238-2 كان لديهم قيم عالية المعنوية بالنسبة لمُؤشرات (المتوسط الهندسي للإنتاجية، متوسط الإنتاجية، دليل تحمل الإجهاد)، وبالتالي تمَّ اختيارهما على أنهما أصناف مُتحمّلة للجفاف (Marzieh *et al*., 2013).

أظهرت نتائج (Getahun and Tewachew., 2024) من خلال دراسة أُجريت في أثيوبيا لتحديد الأصناف المتحملة للجفاف في الهند، باستخدام مؤشرات تحمل الجفاف من خلال تقييم الغلة البذرية واالنمو الفزيولوجي لأصناف من السمسم (abasena, gondar-1, humera-1 ,wollega)، تحت ظروف الري الجيد (WW)، والاجهاد المائي (WS). وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وفي ثلاث مكررات. وجود تباين كبير في الصفات المورفولوجية ومؤشرات تحمل الجفاف بسبب اختلاف كمية مياه الري والأصناف المزروعة والتفاعل المتبادل بينهما. حيث وجدا انخفاض في ارتفاع النبات بلغ(21.8%)، أيضاً وجدا انخفاض في كل من عدد الكبسولات في النبات، الغلّة الحيوية، الغلّة البذرية تحت ظروف الإجهاد المائي(51.9، 54.0، 52.8% على التوالي). في حين وجدا ارتفاع مؤشر تحمل الاجهاد ودليل ثباتية الغلة ودليل الحساسية للاجهاد والمتوسط الهندسي للانتاجية ومتوسط الإنتاجية بشكل ملحوظ وايجابي يرتبط بالانتاجية تحت ظروف الاجهاد المائي لكل من الأصناف1-Gondar، humera-1مايشير إلى أداء أعلى للانتاجية في ظل الاجهاد المائي. وكانت الفروق معنوية $P\leq 0.05$ حيث انخفض ارتفاع

النبات تحت ظروف الاجهاد المائي بمقدار(23.2، 27.6، 28.9، 27.4%) في أصناف السمسم المزروعة wollega, abasena, gondar-1, humera-1 , على التوالي. أيضاً كان هناك انخفاض كبير في عدد الكبسولات على النبات والغلّة الحيوية والغلّة البذرية. وقد تم حساب معايير تحمل الجفاف على أساس الغلة البذرية تحت ظروف WW (YP)و WS (YS)، ووجدا أن متوسط الإنتاجية في الأصناف المدروسة عند زراعتها تحت ظروف الشاهد المروي تراوح 2.144 إلى 5.177 كغ. هكتار$^{-1}$. في حين تراوح المتوسط 1.344 إلى 1.811 كغ.هكتار$^{-1}$ تحت ظروف الجفاف وحصل الصنف Wollega على أعلى وثاني أدنى مستوى في متوسط الإنتاجية تحت ظروف الري والاجهاد المائي على التوالي، وحققت الأصناف Gondar-1 و humera-1 أعلى إنتاجية من البذور تحت ظروف الاجهاد في حين كان الصنف abasena الأقل انتاجاً تحت ظروف الري مايدل على انخفاض حساسية الصنف للاجهادالمائي. وتُعد الأصناف ذات القيم المنخفضة لمؤشر تحمل الاجهاد ودليل الحساسية للاجهاد ودليل ثباتية الغلة أكثر استقراراً وتحمل للاجهاد المائي.

أُجريت تجربتان منفصلتان في محطة RES، EXP جامعة القاهرة، والجيزة في مصر في ظل الظروف العادية وظروف الجفاف خلال عامين (2016، 2017)، في تربة طينية تم تقييم ستة خطوط من السمسم في أجيال F6، F8 حيثُ زرعت النباتات تحت ظروف الشاهد المروي منذ الزراعة وحتى نهاية مراحل النمو (تُسقى الخطوط جيداً طوال فترة النمو ضمن المعدل الطبيعي). أما الثانية يتم فيها ري خطوط السمسم بكميات كافية من الماء بدءً من الانبات إلى ما قبل مرحلة الازهار حيثُ يتم بعد ذلك تطبيق الجفاف من خلال إيقاف عملية الري. وقد تمَّ تصميم التجربة بقطاعات كاملة العشوائية تمَّ اختيار 10 نباتات عشوائية وحساب إنتاجية البذور في ظل الظروف العادية YPوالجفافYS. كما تمَّ حساب مؤشرات تحمل الجفاف (GMP)، (HM)، (STI)، (SSI)، (YSI). وقد أظهرت النتائج أن تأثير السنوات كان منخفض بالنسبة لYP، YS ولجميع المؤشرات باستثناء YSI هذا يدل على أن المكررات والمؤشرات لم تتأثر تقريباً بالسنوات، بينما كانت لهما دلالة كبيرة باستثناء YS، HM مما يُشير على أن المكررات تختلف عن المورثات السائدة لغلة البذور ومؤشرات تحمل الجفاف (Anter and Ashraf.,2018).

في دراسة أُجريت بمصر على السمسم (Rehab *et al*., 2019)، تمَّ التحقق من خمس صفات هي: طول الساق SL، عدد الأيام حتى النضج SP، مستوى الذبول WL، عدد الكبسولات CN، والغلّة البذرية YI في ظروف الري والاجهاد المائي. كانت الاختلافات المظهرية واسعة النطاق في الصفات SL، SP، CN، YI. حيث كانت SL(صفة طول الساق) هي الصفة الأكثر استقراراً في كلا معاملتي الري والاجهاد المائي، وكانت CN(عدد الكبسولات) هي الصفة الأكثر تضرراً من الاجهاد المائي في الموسمين. أيضاً لقد كانت آثار اجهاد الجفاف على الصفات التي تمَّ دراستها أكثر وضوحاً في العام 2016 مقارنة بعام 2015 وهذا يتفق مع تحليل التباين ANOVA الذي أشار إلى أن الأصناف A والسنواتY والتفاعلات المتبادلة بينهما كانت معنوية لجميع الصفات المدروسة ($P\leq0.01$)، بالإضافة لذلك كانت درجة التوريث الواسع عالية نسبياً (61.67 ،72.61%) لكل من SL، CN على التوالي وفي كل من المعاملتين.

1-3-دور الأصول الوراثية والمورثات في استباط أصناف من السمسم متحملة للجفاف:

لابُدَّ من العمل على استنباط وإيجاد أصناف من السمسم متحملة بشكلٍ أكبر للجفاف، من خلال أعمال تربية النبات. لكن لسوء الحظ حتى الآن فإن عدد الدراسات التي تتعلق بتربية وتحسين المورثات لتحمل الجفاف في السمسم تُعد قليلة جداً (Dossa., 2016)، بشكلٍ عام إن السمات التي تساهم في قدرة النباتات على تحمل الجفاف ترجع للعديد من المورثات المختلفة (Kang *et al*., 2015).

وجد Pandey وزملاؤه. (2021) عند دراستهم عل 76 من التراكيب الوراثية للسمسم في مزرعة أبحاث ICAR-IOR في الهند، أنه على الرغم من أن زراعة السمسم تتم في الغالب في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، إلا أنه لم يتم بذل جهد كبير لاكتشاف قدرة السمسم على تحمل الجفاف. ولذلك فإن انتخاب الطرز المتميزة في ظل ظروف نقص المياه يعد أمراً مهماً للغاية. وفي هذا الصدد، تم تشخيص الأصول الوراثية عالية التنوع للسمسم ومقارنتها بالصفات الزراعية والجودة المهمة تحت ظروف الجفاف في بيئة مناخ البحر الأبيض المتوسط. لقد تمَّ الحصول على قيم متوسطة أقل لجميع الصفات الزراعية تحت معاملة الجفاف، مايُشير إلى التأثير السلبي للجفاف على المحصول، كما لوحظ انخفاض30% في ارتفاع النبات تحت معاملة الاجهاد المائي.

وجد (Qureshi *et al*.,2023) بعد دراستهم 21 طراز وراثي في الهند، أنَّ الأصول الوراثية للسمسم تميزت بصفات هامة تحت ظروف عدم الإجهاد والإجهاد المائي. حيثُّ أدت المدخلات من أصول مختلفة إلى تباين السمات وتم تمييزها بشكل جيد على أساس تحملها للجفاف، حيث أظهرت النتائج الإجمالية أن المدخلات PI 170735 و PI 158936و Muganli 57 كانت لها القيم المرغوبة لصفات مختلفة في ظل ظروف الإجهاد المائي ويجب استخدامها كمورد وراثي واعد لتطوير أصناف السمسم التحمل للجفاف في منطقة مناخ البحر الأبيض المتوسط وكذلك على المستوى العالمي.

إنَّ فهم الأساس الوراثي من تباين النمط الظاهري لتحمل الجفاف يمكن أن يُساعد في الاستفادة من هذه المصادر الوراثية الغنية في تحسين قدرة النبات على تحمل الجفاف، وبما أن تطوير الطرز الوراثية في المحاصيل الحقلية ذات الغلّة البذرية المرتفعة، التي تتسم بمقدرة تكيفية كبيرة، من الأهداف الرئيسة لمعظم برامج التربية والتحسين الوراثي (Wattoo *et al*.,2009)، فإنّ الانتخاب لمكوناتها البسيطة المرتبطة وراثياً بصفة الغلّة البذرية، يُعدّ طريقة فعّالة لتحسين الغلّة البذرية، وتحقيق تقدم وراثي في برامج التربية والتحسين الوراثي (Adams.,1967).

1-4-السلوكية الوراثية للصفات المرتبطة بتحمل الجفاف في نبات السمسم:

إنَّ تحمل النبات للجفاف هو قدرته على البقاء على قيد الحياة تحت ظروف الجفاف والحفاظ على الغلّة(Turnen.,1979)، وبما أنَّ الغلّة البذرية صفة كمية معقدَّة ويتحكم بها عدد كبير من المورثات وذات قابلية توريث منخفضة وتفاعل بيئي وراثي مرتفع فإن تحسين الغلّة البذرية للمحصول تحت ظروف الجفاف يسير بخطوات بطيئة (Cattivelli *et al*.,2008).

لذلك يتم الاعتماد على الصفات الثانوية التي يزداد التباين الوراثي لديها تحت ظروف الجفاف وتبدي قيم عالية للتكيف تحت ظروف الجفاف وتمتلك درجة توريث مرتفعة نسبياً وسهلة القياس (Blum.,1988).

يُعد التهجين أحد أهم وسائل التربية المهمّة لإيجاد التباينات الوراثية والعمل على انتخاب أهم الصفات المرتبطة بتحمل الإجهاد المائي عبر اختيار طريقة الانتخاب المناسبة والوقت المناسب لتنفيذ هذه العملية، أي تحديد الأجيال الانعزالية

المناسبة للبدء بعملية الانتخاب، وذلك بهدف تطوير طرز وراثية ذات صفات كمية ونوعية مرغوبة في محصول السمسم (Hassan and Sedeck.,2015).

1-5-اختلاف التراكيب الوراثية في الصفات المكونة للغلة البذرية والصفات المورفولوجية والنوعية في محصول السمسم:

ذكر (Jiotode *et al*.,2015) في دراسة نُفذت بالهند باستعمال تركيبين وراثيين من السمسم وهما (AKT-64 وWestern-ll)، أن التركيب الوراثي (AKT-64) قد تفوق في صفتي ارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة بالنبات بأعلى متوسطين (11627سم) (7.66فرع. نبات$^{-1}$) على التوالي.

استنتج (الرفاعي، 2018) في تجربة حقلية نُفذت في محافظة صلاح الدين في العراق على ثلاثة أصناف من السمسم وهي (رافدين وسومر ووداع)، أن الصنف رافدين قد حقق قيم عالية المعنوية في صفات ارتفاع النبات (157.83 سم)، والمساحة الورقية (15769.3 سم^2)، ودليل المساحة الورقية (15.769)، في حين لم تكن الفروق معنوية بالنسبة لصفة عدد الأفرع الرئيسة للنبات بين الأصناف الثلاثة.

لاحظ (Singh *et al*.,2018) في تجربتهم بالهند التي استخدموا فيها 75 تركيباً وراثياً من السمسم وجود فروق معنوية بين التراكيب الوراثية في صفات عدد الأيام حتى ظهور أول زهرة وإزهار 50% من النباتات والنضج الفسيولوجي وارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة والثانوية ودليل المساحة الورقية ومحتوى الكلوروفيل في الاوراق وطول الكبسولة. وجد (Abdelsatar *et al*., 2020) في دراسة نفذت في مصر لتقييم أداء سبعة عشر تركيباً وراثياً من السمسم، فروق معنوية بين التراكيب الوراثية، إذ أعطى التركيب الوراثي(L93)، أقل عدد من الأيام حتى الإزهار بمتوسط (46 يوماً)، فيما سجل التركيب الوراثي(L48) أعلى متوسط لصفة ارتفاع النبات(186.9سم)، وكذلك أعطى التركيب الوراثي (L35)أعلى متوسط لصفة عدد الأفرع الرئيسة في النبات (7.67 فرع. نبات$^{-1}$)، في حين تميز التركيب الوراثي (Lu2) بتسجيله أعلى متوسط لصفة طول الكبسولة(3.72 سم).

توصل (Madina., 2020) في تجربة نُفذت في نيجيريا على عشرة أصناف من السمسم إلى أن الصنف (Yandev-55) كان الأبكر في صفتي عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور أول زهرة، وعدد الأيام من الزراعة وحتى إزهار 50%

من النباتات، (28.9، 40.3 يوماً على التوالي)، وعدد الأفرع الرئيسة في النبات (7.81 فرع. نبات$^{-1}$)، مقارنةً مع الصنف المحلي، الذي كان الأعلى في متوسط الصفتين المذكورتين أعلاه (41.92، 65.01 يوماً على التوالي) (4.89 فرع. نبات$^{-1}$). في حين سجل الصنف (Sudan) أعلى متوسط لصفة ارتفاع النبات (134.21 سم)، مقارنة مع الصنف المحلي والذي سجل أدنى قيمة معنوية (110.5 سم). وسجل الصنف (Ex-br-2) أعلى متوسط لصفة عدد الأوراق في النبات (59.27 ورقة. نبات$^{-1}$)، في حين سجل الصنف المحلي أدنى قيمة (41.46 ورقة. نبات$^{-1}$).

درس (Ali and Ullah., 2020) في تجربة نُفذت في السودان على ثلاثة أصناف من السمسم وهي (Abo Sofas وAbo Name و Abo Radom) ، وبينت النتائج تفوق الصنف (Abo name) في صفتي ارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة في النبات (125.8 سم)، (6.1 فرع. نبات$^{-1}$) على التوالي.

أوضح (Siad *et al*., 2020) في تجربة باليمن استخدم فيها ستة أصناف من السمسم، تميز الصنف(اليمني) في صفتي ارتفاع النبات وعدد الافرع الرئيسة في النبات بأعلى قيم معنوية (109.00 سم) (6.00 فرع. نبات$^{-1}$) على التوالي. في حين سجلَّ الصنف (الهندي) أدنى قيمة معنوية لصفة ارتفاع أول كبسولة عن سطح التربة (28.60 سم)، والصنف (النيجيري) أعطى أعلى قيمة معنوية لصفة طول الكبسولة بمتوسط (4.10 سم).

بيَّن (Geserto and Adare., 2022) عند دراستهم ثلاثة أصناف من السمسم في اثيوبيا وهي1-Setit ،Setit-2،Gondar). حيثُّ أشارت نتائجهم إلى تفوق الصنف (Setit-2) في صفتي ارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة في النبات (153.83 سم) (8.06 فرع. نبات$^{-1}$) على التوالي.

1-6- القدرة العامة والخاصة على التوافق:

عُرِفت المقدرة العامة General Combining Ability (GCA)، والخاصةSpecific Combining Ability(SCA) على التوافق لأوّل مرة من قبل الباحثين (Sprague and Tatum.,1942). حيث تُشير المقدرة العامة إلى متوسط سلوك السلالة في هجنها الفردية، في حين تصف المقدرة الخاصة على التوافق حالة تهجين سلالة محدّدة مع كلّ سلالة سواءً كانت أفضل أو أسوأ نسبياً مما هو متوقع بناءً على متوسط سلوك السلالات الداخلة في التهجينات. وقدرت قيم المقدرتان العامة والخاصة على التوافق للآباء وهجنها في العديد من الدراسات الخاصة بالسمسم بهدف

تحديد طبيعة الفعل المورثي المسيطر في وراثة الصفات الشكلية والكمية والنوعية المرغوبة(Hassan and Sedeck.,2015).

وجد (Anyanga *et al*.,2016) أنّ الفعل الوراثي التراكمي هو المساهم في صفة عدد الأيام حتى الازهار، وارتفاع أول كبسولة، وعدد الأفرع، وطول الكبسولة، بينما كان للفعل الوراثي اللاتراكمي التأثير الأكبر في وراثة صفة ارتفاع أول فرع نباتي عن الأرض، والغلّة البذريّة في النبات الواحد.

نُفذت دراسة من قبل (Banerjee and Kok, 2009) على7 سلالات مختلفة و21 هجين من F1 و21 هجين من F2 في السمسم لمعرفة القدرة التوافقية لبعض المؤشرات الفيزيولوجية والإنتاجية المهمة وفهم طبيعة الفعل الوراثي المسيطر في نقل الصفات وتحديد الآباء لإدخالها في برامج التربية في الهند، حيث صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاث مكررات وتم حساب دليل المساحة الورقية بعد30،45،60 يوم من الزراعة، كما تم حساب معدل النمو خلال الفترة من45-30 يوم، ومن60-45 يوم، ومن75-60 يوم من بداية الانبات، كما تم حساب عدد الأيام حتى ظهور 50% من الأزهار، طول فترة الإزهار، طول الفترة من نهاية الإزهار وحتى النضج، وحساب النسبة المئوية للزيت، وغلة النبات الواحد من الزيت. تم إجراء تحليل القدرة على التوافق للصفات المذكورة باستخدام الطريقة الثانية، الموديل الأول للعالم (Griffing,1956) حيثُ وجدت فروق معنوية عالية للقدرة العامة والخاصة على التوافق في كلا الجيلين الأول والثاني وهذا يُشير إلى أهمية الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في توريث جميع الصفات المدروسة في كلا الجيلين حيثُ سيطر الفعل الوراثي اللاتراكمي في كل من صفات (دليل المساحة الورقية بعد 45 يوم من الزراعة، دليل المساحة الورقية بعد 60 يوم من الزراعة، عدد الأيام حتى اكتمال الإزهار، غلة الزيت)، حيثُ تفوقت السلالة OS-Se1-2 في كلا الجيلين الأول والثاني. وكان الصنف B67 الأفضل من حيث عدد الأيام حتى ظهور50% وعدد الأيام من نهاية الإزهار حتى النضج تلاه السلالة ST2002 والتي يمكن أن يستفاد منها في برنامج تربية للإزهار المبكر وتقصير فترة النضج، كما أشارت العلاقة بين تأثير القدرة العامة على التوافق والأداء الرئيسي للآباء بأن أداءالسلالة OS- Se1-2 يمكن أن يكون مؤشر جيد لقدرتها على نقل الصفات المرغوبة إلى أنسالها، وقد أظهرت الهجن (CST2002×TKG22)، (CST2002×MT34)، (MT34×AAUDT93046)،

(TKG22×RAM4)، (TKG22×B67). تأثيرات عالية للقدرة الخاصة على التوافق بالنسبة لصفة غلة الزيت والصفات الفيزيولوجية الأخرى لذا يمكن إدخالها في برنامج تربية لتحسين غلة الزيت والتبكير بالنضج في الأجيال الانعزالية التالية.

1-7- قيم مكونات التباين

لاحظَّ (Ukaan and Ogbonna.,2012) عند دراستهم عدة تراكيب وراثية من السمسم في إيران، أن التباين الوراثي كان أكثر مشاركة من التباين البيئي لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى إزهار 50% من النباتات وارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة وقطر الساق وعدد الأوراق في النبات وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة والغلّة البذرية في وحدة المساحة.

درسَّ (EL-Soury *et al*., 2016) سبعة تراكيب ورائية من السمسم في السودان، وبيّنت نتائجهم أن التباين الوراثي كان له الدور الأكبر في التباين المظهري لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى إزهار 50% من النباتات وارتفاع النبات والمدة اللازمة حتى النضج الفسيولوجي وعدد الكبسولات في النبات والغلّة البذرية في وحدة المساحة.

بيَّن (Mourad *et al*., 2019) في تجربتهم على احدى عشر تركيباً وراثياً من السمسم بمصر، أن التباين الوراثي كان أكثر أهمية من التباين البيئي لصفات ارتفاع النبات وعدد الافرع الرئيسة في النبات وطول الكبسولة وعدد الكبسولات في النبات والغلّة البذرية ودليل الحصاد ونسبة البروتين.

وجدَّ (Reddy and Chaturvedi.,2021) في تجربة بمحطة الأبحاث والعلوم ببرايراج، استخدم فيها ستة عشر تركيباً وراثياً من السمسم أن التباين البيئي كان الأكثر أهمية من التباين الوراثي لصفة عدد الكبسولات في النبات، في حين كانت صفات عدد الأيام من الزراعة حتى إزهار 50% من النباتات وارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة وعدد البذور في الكبسولة والغلّة البذرية ودليل الحصاد كان فيها التباين الوراثي أكبر من التباين البيئي.

ذكرَّ (Umamaheswari *et al*.,2019) في تجربة نُفذت بالهند على خمسة عشر تركيباً وراثياً من السمسم أن قيم التباين الوراثي كانت أعلى من البيئي لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور أول زهرة وإزهار 50% من النباتات

وارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة وطول الكبسولة وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة وزن الألف بذرة والغلّة البذرية.

حصلَّ (Zahran *et al*., 2020) في تجربة طُبقت على ستة تراكيب وراثية من السمسم بمصر، أن التباين البيئي كان أعلى من الوراثي لصفتي عدد الكبسولات في النبات وزن الألف بذرة في حين كان التباين الوراثي أكبر من البيئي لصفات ارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة والغلّة البذرية ونسبتي الزيت والبروتين.

أوضحَّ (Ahmed and Hassan., 2021) في دراسة تضمنت أربعة عشر تركيباً وراثياً من السمسم في العراق، أن قيم التباين الوراثي كانت أكبر أهمية من التباين البيئي لصفات عدد الأيام من الزراعة حتىإزهار 50% من النباتات وارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة وطول الكبسولة وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة والغلّة البذرية ونسبة الزيت.

أشارَّ (Patel *et al*.,2022) من خلال دراستهم لعدة طرز وراثية من السمسم في الهند، إلى أن المكون الوراثي كان أكثر أهمية من البيئي لصفات عددالأيام من الزراعة حتى إزهار 50% من النباتات والمدة اللازمة حتى النضج الفسيولوجي وارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة وارتفاع أول كبسولة من سطح التربة وطول الكبسولة وعددالكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة والغلّة البذرية.

توصلَّ (Kumar *et al*.,2022) في دراستهم على احدى عشر تركيباً ورائياً من السمسم في الهند، إلى أن التباين الوراثي كان أكثر أهمية من التباين البيئي لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى إزهار 50% من النباتات وارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة في النبات والمدة حتى النضج الفسيولوجي وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة وزن الألف بذرة والغلّة الحيوية والغلّة البذرية ودليل الحصاد.

1-8- معامل الاختلاف:

لاحظَّ (Bamrottya *et al*.,2016) عند استعمالهم 40 تركيباً وراثياً من السمسم في تجربة نُفذت بالهند، أن معاملي الاختلاف الوراثي والمظهري كان متوسطا لصفات ارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة وطول الكبسولة وارتفاع أول كبسولة عن سطح التربة وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة وغلّة النبات الفردي(إنتاجية النبات الواحد) ودليل الحصاد، في حين كان معاملا الاختلاف الوراثي والمظهري منخفضا لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور أول زهرة، والمدة اللازمة من الزراعة حتى النضج الفسيولوجي ووزن الألف بذرة.

درسَّ (Monpara.,2016) عدة طرز وراثية من السمسم في الهند، ووجد أن معاملي الاختلاف الوراثي والمظهري لطرز وراثية من السمسم فوجد أنهما كانا منخفضين بالنسبة لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى إزهار50% من النباتات ووزن الألف بذرة ونسبة الزيت، فيما كان معاملا الاختلاف الوراثي والمظهري مرتفعين لصفتي الغلة الحيوية للنبات والغلّة البذرية ، ومتوسطاً لصفة دليل الحصاد.

أكدَّ (Saxena and Bisen., 2017) من خلال دراستهما لتراكيب وراثية من السمسم في باكستان أن معاملا الاختلاف الوراثي والمظهري كانا متوسطين لصفات عدد الأفرع الثانوية وغلة النبات الفردي ونسبة الزيت، ومنخفضين لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى إزهار50% من النباتات و ارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة وطول الكبسولة وعدد الأيام من الزراعة حتى النضج الفسيولوجي وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة والغلّة البذرية ونسبة الزيت.

بيَّن(Tcilep *et al*.,2018) أن معاملي الاختلاف الوراثي والبيئي كانا منخفضين لصفة وزن الألف بذرة، ومتوسطا لصفة غلة النبات الفردي، ومرتفعا لصفات ارتفاع النبات وارتفاع أول كبسولة من سطح التربة وعدد الكبسولات في النبات والغلّة البذرية.

درس (Pramitha *et al*.,2018) تراكيب وراثية عدة من السمسم في الهند، فوجدوا أن معامل الاختلاف الوراثي والمظهري كانا مرتفعان لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى النضج الفسيولوجي وعددالبذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة، ومتوسطا لصفة عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور أول زهرة. ومنخفضا لصفة الغلّة البذرية. فيما كان معامل

الاختلاف البيئي مرتفعاً لصفة عدد البذور في الكبسولة، ومتوسطاً لصفة عدد الأيام من الزراعة حتى النضج الفسيولوجي.

أشار (Bedawy and Mohmed., 2018) في دراسة تضمنت 86 تركيباً وراثياً من السمسم في مصر، إلى أن معاملي الاختلاف الوراثي والمظهري كانا منخفضين لصفتي ارتفاع النبات وطول الكبسولة، ومتوسطاً لصفتي ارتفاع أول كبسولة عن سطح التربة والغلّة البذرية.

ذكر (Kadvani *et al*.,2020) في تجربة استعملوا فيها ستة وثلاثين تركيباً وراثياً من السمسم في الهند، أن معاملي الاختلاف الوراثي والمظهري كانا منخفضين لصفتي عدد الأيام من الزراعة حتى النضج الفسيولوجي ونسبة الزيت، ومتوسطا لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور أول زهرة وزن الألف بذرة وغلة النبات الفردي والمساحة الورقية للنبات وطول الكبسولة وعدد الكبسولات في النبات، فيما كان معامل الاختلاف المظهري متوسطاً لصفة عدد البذور في الكبسولة.ومعامل الاختلاف الوراثي كان منخفضاً لصفتي ارتفاع النبات وعدد البذور في الكبسولة.

لاحظ (Sentisuba and Shah.,2021) في تجربة استعمل فيها 22 تركيباً وراثياً من السمسم في مزرعة كلية العلوم الزراعية والتنمية الريفية في ناجلاند بالهند، أن معاملي الاختلاف الوراثي والمظهري كانا مرتفعين لصفتي ارتفاع النبات وقطر الساق، ومتوسطين لصفة نسبته الزيت، فيما انخفضَّ كلا المعاملين بالنسبة لطول الكبسولة وزن الألف بذرة وحاصل النبات الفردي. وكان معامل الاختلاف الوراثي متوسطا لصفة عدد الأيام من الزراعة حتى إزهار 50% من النباتات، في حين كان معامل الاختلاف البيئي متوسطاً لصفة الغلّة البذرية.

أوضح (Kumar *et al*.,2022) في تجربة حقلية استخدم فيها 11 تركيباً وراثياً من السمسم في الهند، أن معاملي الاختلاف الوراثي والمظهري انخفضا بالنسبة لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى إزهار 50% من النباتات وكذلك بالنسبة للمدة اللازمة للوصول إلى النضج الفسيولوجي وطول الكبسولة ونسبة الزيت، وكان متوسطين بالنسبة لصفات ارتفاع النبات وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة، ومرتفعين بالنسبة لصفة الغلّة البذرية.

وجد (Mahdy *et al*., 2022) في دراسة تضمنت تراكيب وراثية عدة من السمسم بمصر، أن معامل الاختلاف الوراثي والظاهري كانا منخفضين بالنسبة لصفتي ارتفاع النبات وارتفاع أول كبسولة عن سطح التربة، ومرتفعين لصفة الغلّة البذرية.

توصل (Saha *et al*., 2023) من خلال دراستهم لتراكيب وراثية من محصول السمسم في الهند، إلى أنّ معاملي الاختلاف الوراثي المظهري كانا منخفضين بالنسبة لصفات عددالأيام من الزراعة حتى النضج الفسيولوجي ووزن الألف بذرة، ومتوسطا بالنسبة لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور أول زهرة وعدد الأيام من الزراعة حتى إزهار50% من النباتات وارتفاع عدد الكبسولات في النبات وعدد الأفرع الرئيسة في النبات وعدد البذور بالكبسولة وعدد الكبسولات بالنبات والغلّة البذرية.

1-9- قوة الهجين:

أكدَّ (Chaudhari., 1971) على أنَّ هناك اختلاف بين مصطلح قوة الهجين Hybrid Vigour عن مصطلح Heterosis حيث يُشير الأول فقط إلى الزيادة في معدل النمو والحجم، بينما يُشير المصطلح الثاني إلى كل من الزيادة والنقصان لذلك أمكن تقسيم مصطلح Heterosis إلى قسمين هما: قوة الهجين المفيدة وقوة الهجين غير المفيدة. وجد (حسن، 1991) أنَّ قوة الهجين تتوقف على مقدرة السلالات المهجنة على الخلط حيث تزداد كلما كانت هذه السلالات أكثر قدرة على الخلط، أي كلما كانت تراكيبها الوراثية مكملة بعضها البعض.

أوضح (Miranda., 1999) أنَّ ظاهرة قوة الهجين تنتج عن الخلط الوراثي على مستوى المواقع الوراثية الناتج عن التهجين بين سلالات متباعدة وراثياً ومتآلفة فيما بينها، وأصيلة وراثياً.

بيّن (Lamkey and Edwards., 1999) أنَّ قوة الهجين قياساً لمتوسط الأب الأفضل تُشير إلى تفوق الهجين على أحد أبويه، بينما تُعد قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين معياراً مهماً لتزويد مربي النبات بمعلومات حول أهمية الفعل الوراثي اللاتراكمي أو السيادة الفائقة.

تُعزى ظاهرة قوة الهجين إلى أسباب وراثية، وأخرى فزيولوجية. ولتفسير الأسباب الوراثية وضعت ثلاث فرضيات. الأولى: هي فرضية السيادة التي تقوم على مبدأ حجب المورثات المتنحية الضارة بمورثات نافعة سائدة عليها في

الهجن عالية الخلط الوراثي وتجميع أكبر عدد ممكن من القرائن السائدة النافعة في الجيل الأول F1 . وبناءً عليه فإنَّ قوة الهجين تُحكم بعدد كبير من العوامل الوراثية تكون فيها المورثات النافعة سائدة، والموؤثات الضّارة متنحية (Jones., 1917;Brvce., 1910;Davenport., 1908). أما الفرضية الثانية: هي فرضية السيادة الفائقة التي تقول بأن السلوك المظهري المتفوق للجيل الأول الهجين يُضاهي كلا أبويه (Crow., 1948; Hull., 1945;East., 1936). والفرضية الثالثة: هي فرضية التفوق التي تعبر عن التفاعل بين القرائن المرغوبة على المواقع الوراثية المختلفة (Meyer *et al*., 2004; Li *et al*., 2001;Williams., 1959).

وجد (Virani *et al*.,2017) عند دراستهم لعدة هجن من السمسم في الهند، قوة هجين مفيدة بالمقارنة مع الأب الأفضل لصفات عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأفرع، وعدد السلاميات في النبات، وطول الكبسولات وعددها، ومحتوى البذور من الزيت. وبلغت نسبة الزيادة في الغلّة البذرية من 44 إلى 51% بالمقارنة مع الأب الأفضل.

وفي دراسةٍ لقوة الهجين أجراها (Natarajan and Gunasekaran.,2005) في الهند، في نباتات الجيل الأوّل (F1) للسمسم، أبدى الهجين (813216 x YLM123) تفوقاً في صفة دليل المساحة الورقية (Leaf area index(LAI، والهجين (VRI1 x 813216) في محتوى الأوراق من الأصبغة اليخضورية (الكلوروفيل)، وتراوحت قيم قوة الهجين لصفة الغلّة البذرية للنبات الواحد لنحو 18 هجيناً من محصول السمسم بين 34−151% بالمقارنة مع صنف المقارنة.

1−10− درجة التوريث:

بيّن (Singh., 2010) أنَّ الأهمية النسبية الوراثية في تحديد القيم المظهرية تسمى بدرجة التوريث، ويمكن التعبير عن مدى مساهمة الوراثة في التباين المظهري لصفة ما في العشيرة كنسبة بين التباين الوراثي والتباين الكلي المظهري وهذه النسبة تُعرف بدرجة توريث الصفة، ويُشير ذلك إلى أن درجة التوريث تعبر عن الجزء من التباين المظهري العائد للفعل الوراثي .

تمّ تقسيم درجة التوريث إلى مفهومين هما درجة التوريث بالمعنى الواسع (Broad Sence Hertability) والتي تُشير بدورها إلى القيمة الوراثية، ودرجة التوريث بالمعنى الضيق(Narrow Sence Hertabilty) التي تُشير إلى القيمة التربوية. حيث تُشير نسبة التباين الوراثي إلى التباين المظهري إلى أنَّ درجة التوريث بالمعنى الواسع والتي تُعبر عن

مدى تأثير الوراثة في التعبير عن النمط المظهري للفرد، تُظهر نسبة كبيرة من الصفات مساهمة كبيرة للوراثة في التعبير عن نمطها المظهري ولكن في حال كانت مساهمة الوراثة منخفضة فإنَّ العوامل البيئية تُعد المسهم الأكبر في التعبير عن النمط المظهري للصفة. ومن جهةٍ أخرى فإنَّ نسبة الجزء من التباين الوراثي العائد للفعل الوراثي التراكمي إلى التباين المظهري، يُسمى بدرجة التوريث بالمعنى الضيق. وهذه النسبة تُعبر عن أهمية التباين الوراثي في العشيرة. حيث تُعد العامل الرئيسي المهم في تغيير التركيب الوراثي للعشيرة من خلال عملية الانتخاب(Falconer., 1996).

بحسب (Jones., 1917) تُعد درجة التوريث مؤشر مهم لمربي النبات حيث تسهم المعلومات حول درجة التوريث وكذلك الارتباط المظهري والوراثي للصفات المتعددة في تصميم برامج التربية الفعّالة الهادفة إلى تحسين العديد من الصفات في آن واحد.

وجد (Sabiel *et al*.,2015) بتجربة أُجريت بمصر أن درجة التوريث بالمعنى الواسع كانت عالية لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور أول زهرة والنضج الفسيولوجي وارتفاع النبات ووزن الألف بذرة والغلّة البذرية، في حين انخفضت لصفة الغلّة الحيوية.

أوضح(Gokulakrishnan *et al*., 2018) في تجربة تضمت دراسة 30 طراز وراثي بالهند، أن درجة التوريث بالمعنى الواسع كنسبة كانت مرتفعة لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى إزهار 50% من النباتات وارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة في النبات والمدة اللازمة من الزراعة حتى النضج الفسيولوجي وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة والغلّة البذرية.

ذكر (Bhuiyan *et al*., 2019) في تجربة نُفذت في بنغلادش أن درجة التوريث بالمعنى الواسع كانت عالية لصفات ارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة وعدد الأيام من الزراعة حتى النضج الفسيولوجي وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة والغلّة البذرية.

وجد (Patidar *et al*.,2020) من خلال دراسة سلوك 27 سلالة في تجربة نُفذت بالهند، أن صفات عدد الأيام من الزراعة حتى إزهار 50% من النباتات وارتفاع النبات وعدد البذور في الكبسولة والغلّة الحيوية ونسبة الزيت كانت

منخفضة فيها درجة التوريث بالمعنى الواسع، ومرتفعة بالنسبة لصفات ارتفاع أول كبسولة وعدد الكبسولات في النبات والغلّة البذرية ودليل الحصاد.

لاحظ (Mohanty *et al*., 2020) في تجربتهم التي تضمنت 30 تركيب وراثي من السمسم والتي أُجريت بالهند، أن درجة التوريث بالمعنى الواسع كانت مرتفعة بالنسبة لصفات المدة من الزراعة حتى ظهور أول زهرة في النبات وعدد الأيام من الزراعة حتى إزهار 50% من النباتات وارتفاع أول كبسولة عن سطح التربة وعدد الأيام من الزراعة حتى النضج الفسيولوجي وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة والغلّة الحيوية والغلّة البذرية ودليل الحصاد والنسبة المئوية للزيت.

ذكر (Tigabu *et al*., 2021) عند تقدير درجة التوريث بالمعنى الواسع من خلال دراسة نُفذت بجنوب أثيوبيا، أنها كانت منخفضة بالنسبة لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى إزهار 50% من النباتات وعدد البذور في الكبسولة والغلّة الحيوية ونسبة الزيت، ومرتفعة لصفتي ارتفاع أول كبسولة عن سطح التربة وعدد الكبسولات في النبات ودليل الحصاد.

بيّنت دراسة أُجريت من قبل(Kumar *et al*.,2022) في الهند، أن نسبة التوريث بالمعنى الواسع كانت عالية لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى النضج الفسيولوجي وإزهار 50% من النباتات وارتفاع النبات وعدد الأفرع الرئيسة والثانوية وطول الكبسولة وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة وزن الألف بذرة والغلّة البذرية ونسبة الزيت.

1-11- معامل المسار ومعامل الإرتباط

يُستخدم تحليل معامل المسار Path coefficient analysis في تربية المحاصيل لتحديد طبيعة العلاقة بين الغلّة البذرية والصفات الأخرى، وذلك بهدف تحديد الصفات المفتاحية Key traits، لاستخدامها كمعايير انتخاب في برامج التربية والتحسين الوراثي، لضمان تحقيق كســـب وراثي Genetic gain حقيقي في الصفات المرغوبة (Puri *et al*.,1982).

أجريت دراسة في مركز البحوث الزراعية في الإسماعيلية بمصر خلال الموسميين الزراعيين 2016-2017 تضمنت الدراسة 5 طرز وراثية من السمسم وهي(P_1) A1B5، (P_2) H133A4 ، والسلالة(P_3) 363، وشاندويل-3(P_4)، وسوهاج(P_5) حيثُ أجري بينها تهجين نصف تبادلي وتم تقييم 15 طراز وراثي 5 آباء و10 هجن خلال موسم 2017،

وضعت بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاث مكررات، وقد بيّنت النتائج وجود فروق معنوية عالية بين الطرز الوراثية وفي جميع الصفات المدروسة.الآباء P_3، P_4 ،P_5 وكانت الهجن $P_3\times P_4$، $P_3\times P_5$، $P_4\times P_5$، $P_2\times P_3$ الأعلى معنوياً من حيث الغلة ومكوناتها، كما أن تباين القدرة العامة والخاصة على التوافق كان عالي المعنوية بالنسبة لجميع الصفات المدروسة وهذا يُشير إلى مساهمة كل من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفات كانت نسبة $1> \sigma^2GCA/\sigma^2SCA$ بالنسبة لصفة ارتفاع النبات، وزن الكبسولات في النبات الواحد، وزن الألف بذرة، والغلة البذرية. وكانت تأثيرات القدرة الخاصة أعلى من تأثيرات القدرة العامة على التوافق مما يُشير إلى وجود تباين بين الآباء والهجن الناتجة. امتلكت الآباءP_3 ، P_4 ، P_5 أعلى قدرة عامة على التوافق لصفة الغلّة البذرية، وامتلكت الهجن $P_3\times P_5$، $P_3\times P_4$ ، $P_2\times P_5$ أعلى تأثيرات للقدرة الخاصة على التوافق لصفة الغلّة البذرية للنبات الواحد، ولمعظم الصفات المدروسة وأبدت الهجن نفسها قيم قوة هجين عالية قياساً لمتوسط الأبويين كما ارتبطت الغلّة البذرية ومكوناتها ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع باقي الصفات المدروسة، بيّن تحليل معامل المسار التأثير الإيجابي والمباشر لكل من صفات: وزن الألف بذرة حيثُ بلغ التأثير المباشر لهذه الصفة (0.781)، تلاه صفة عدد البذور في الكبسولة وغلة الزيت (0.442)، ووزن الكبسولات في النبات (0.427)، وارتفاع النبات (0.414)، في تباين صفة الغلّة البذرية وبالتالي يمكن استخدام هذه الصفات كدليل انتخابي لتحسين صفة الغلّة البذرية (Anter and Ashraf.,2018).

وجد الباحثان(Ibrahim and Khidir.,2018) في دراستهما على 45 طراز وراثي من السمسم بمصر، أنَّ هناك ارتباطاً موجباً، ومعنوياً بين صفتي إنتاجية النبات الفردي من البذور، والإنتاجية الكلية في الهكتار، وارتبطت كل واحدة من تلك الصفات مع ارتفاع النبات، وعدد الكبسولات، وعدد الأفرع في النبات، كما أظهرت دراسة معامل المسار التأثير الإيجابي المباشر لصفات عدد الكبسولات، ووزن 1000 بذرة، وعدد الأيام حتى الازهار، والتأثير غير المباشر من خلال صفة عدد الأفرع مع عدد الكبسولات في النبات الواحد، وبالتالي اقترح الباحث أهميّة تلك الصفات في عمليات الانتخاب لتحسين الغلّة من البذور.

درس (Rao *et al*., 2015) 50 تركيب وراثي من السمسم في تجربة نُفذت بالهند، فلاحظوا أن الارتباط البيئي كان معنوياً وسالباً لصفات عدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة مع صفة الغلّة البذرية.

أشارَ(Fazal *et al*.,2015) من خلال دراستهم على 13 طراز وراثي من السمسم في باكستان، إلى أن الارتباط المظهري كان موجباً ومعنوياً لصفة ارتفاع النبات مع صفة الغلّة البذرية وعالي المعنوية للأخير مع صفات عدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة.

وجد(Abhijath *et al*., 2017) عند دراستهم 33 طراز وراثي في الهند، أن الارتباط المظهري كان موجباً ومعنوياً لصفة ارتفاع النبات مع صفة الغلّة البذرية ومعنوياً سالباً لصفة النضج الفسيولوجي مع صفة الغلّة البذرية، وعالي المعنوية موجباً لصفات عدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة مع والغلّة البذرية.

لاحظ (Haibru *et al*., 2018) من خلال دراستهم على طرز وراثية عدة من السمسم بإيران، أن الارتباط المظهري كان موجباً ومعنوياً لصفات ارتفاع النبات وعدد الكبسولات ووزن الألف بذرة مع صفة الغلّة البذرية.

أكدَّ(Singh *et al*., 2018) من خلال دراسة أُجريت بالهند، أن الارتباط المظهري كان عالي المعنوية وسالباً لصفة عدد الأيام من الزراعة حتى إزهار 50% مع صفة الغلّة البذرية، وعالي المعنوية موجباً من الزراعة حتى إزهار 50% من النباتات موجب لصفتي عدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة مع صفة الغلّة البذرية.

حصل (Kehie *et al*., 2020) من خلال دراستهم على 25 طراز وراثي في كلية العلوم الزراعية بإيران، على أن هناك ارتباط مظهري موجب وعالي المعنوية لصفات ارتفاع النبات وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة مع الغلّة البذرية.

أثبت (Patil *et al*., 2020) في دراستهم عدة تراكيب وراثية من السمسم بإيران، أن هناك ارتباط بيئي معنوي وسالب لصفة وزن الألف بذرة مع صفة الغلّة البذرية.

قدرَّ(Takele *et al*., 2021) الارتباط المظهري من خلال دراستهم لطرز وراثية من السمسم بإيران، فوجدوا أنها كانت عالية المعنوية وموجبة لصفات ارتفاع النبات وعدد الكبسولات في النبات و وزن الألف بذرة مع صفة الغلّة البذرية.

توصل (Thouseem *et al*., 2022) في دراستهم على أربع عشر تركيباً وراثياً من السمسم في جامعة كيرالا بالهند، أن الارتباط المظهري كان موجباً وعالي المعنوية لصفات ارتفاع النبات والمساحة الورقية للنبات وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة مع صفة الغلّة البذرية.

بيَّن (Sasipriya *et al*., 2022) عند دراستهم 51 تركيب وراثي من السمسم في مركز أبحاث وتكنولوجيا البذور في إيران، أن الارتباط المظهري كان موجباً وعالي المعنوية لصفات ارتفاع النبات وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة مع صفة الغلّة البذرية.

وجد(Abate *et al*., 2015) من خلال تجربتهم على محصول السمسم في مركز البحوث الزراعية في عمان، أنّ صفتي عدد الكبسولات في النبات وعدد الأيام من الزراعة حتى النضج الفسيولوجي كان لهما تأثير مباشر موجب في صفة الغلّة البذرية وتأثير غير مباشر موجب مع صفات ارتفاع النبات عدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة في صفة الغلّة البذرية.

بيَّن (Abdalla., 2017) بعد دراستهم على طرز وراثية من السمسم بمصر، أنه يوجد تأثير مباشر موجب لصفتي عدد الكبسولات في النبات و وزن الألف بذرة في صفة الغلّة البذرية، وتأثير مباشر سالب لصفة ارتفاع النبات في صفة الغلّة البذرية وتأثير غير مباشر موجب لصفتي عدد الكبسولات في النبات ووزن الألف بذرة في صفة الغلّة البذرية.

لاحظ (Shah and Lalpantluanangi., 2018) من خلال دراستهما على طرز وراثية من السمسم في الهند، وجود تأثيراً مباشراً موجباً لصفة عدد البذور في الكبسولة في الغلّة البذرية وتأثيراً غير مباشر موجباً لصفتي عدد الكبسولات في النبات و وزن الألف بذرة في الغلّة البذرية.

أشار (Tidke *et al*., 2018) من خلال تنفيذ تجربة في الهند على 25 طراز وراثي من السمسم، إلى أن صفات عدد الأيام من الزراعة حتى إزهار50% من النباتات وعدد الكبسولات في النبات كان لها تأثير مباشر موجب في صفة الغلّة البذرية. وتأثير مباشر سالب لصفات المدة من الزراعة حتى النضج الفسيولوجي وارتفاع النبات ووزن الألف بذرة في صفة الغلّة البذرية.

استنتجَّ (Roy and Pal., 2019) من خلال دراستهم عدة تراكيب وراثية من السمسم في الهند، أن هناك تأثيراً مباشراً موجباً لصفات المساحة الورقية للنبات وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة في صفة الغلّة البذرية، وتأثيراً مباشراً سالباً لصفتي ارتفاع النبات ووزن الألف بذرة في صفة الغلّة البذرية.

ذكر (Hukumchand and Parameshwarappa., 2019) بعد دراستهما لطرز وراثية من السمسم في الهند، أنّ هناك تأثيراً مباشراً موجباً لصفة عدد الكبسولات في النبات في صفة الغلّة البذرية وتأثيراً مباشراً سالباً لصفة ارتفاع النبات في صفة الغلّة البذرية، وتأثيراً غير مباشر موجب لصفة وزن الألف بذرة في صفة الغلّة البذرية.

توصل (Saravanan *et al*., 2020) إلى وجود تأثيراً مباشراً موجباً في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة في صفة الغلّة البذرية بعد دراستهم لطرز وراثية من المحصول في إيران.

قدرّ(Sheoran *et al*., 2022) التأثيرات المباشرة وغير مباشرة بين عدة صفات وعلاقتها مع صفة الغلّة البذرية، في تجربة أُجريت في إيران، فوجدوا أن هناك تأثيراً مباشراً موجباً لصفات عدد الأيام من الزراعةحتى إزهار50% من النباتات وارتفاع النبات وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة في الغلّة البذرية.

أوضح (Srikanth and Chodke., 2022) أنّ صفات عدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة ووزن الألف بذرة كان لها تأثير مباشر موجب في صفة الغلّة البذرية وذلك من خلال تنفيذهما لتجربة ضمت عدة طرز وراثية من السمسم في الهند.

أكدَّ (Kumar *et al*.,2013) عند دراستهم عدة تراكيب وراثية من السمسم في الهند، أن الهجين (TMV-GT-10×3) قد سجلَّ أعلى متوسط لصفة الغلّة البذرية للنبات الفردي (9.45 غ. نبات$^{-1}$)، في حين سجل الهجين(Pbtil x AT-l24) أعلى متوسط لصفة دليل الحصاد (35.41%). أظهرت الصفات عدد الكبسولات، الغلّة الحيوية، مؤشر الحصاد ووزن 1000 بذرة، ارتباطاً معنوياً وإيجابياً عالياً مع إنتاجية البذور، ما يُشير إلى أن هذه الصفات هي مكونات إنتاجية موثوقة ويمكن تحسين إنتاجية البذور من خلال الانتخاب المباشر لها. علاوة على ذلك، أظهر ارتفاع النبات وعدد البذورفي الكبسولة ارتباطاً معنوياً عالياً ولكن إيجابياً إلى حد ما مع إنتاجية البذور، ومن ثم يجب أيضًا أخذ مسح السمات هذا في الاعتبار كبديل لتحسين إنتاج السمسم. لتحقيق أقصى تأثير إيجابي مباشر على إنتاجية البذور من خلال عدد الكبسولات وإنتاجية الكتلة الحيوية وعدد الأيام حتى النضج ودليل الحصاد، ما يشير إلى إمكانية استخدام هذه الصفات في الاختيار لتحسين الصفة الأولية. بشكلٍ عام، فإن استخدام السمات المذكورة أعلاه في برنامج تحسين السمسم (في مناطق الارتفاع المتوسط في إثيوبيا) من شأنهأ تزيد من إنتاجية البذور (Abate.,2015).

الفصل الثاني

مواد البحث وطرائقه

2-مواد البحث وطرائقه Materials Research and Methods

2-1- المادة النباتية Plant material

تمّ تقييم استجابة 11 سلالة مُطفرّة(باستخدام أشعة غاما بجرعات مختلفة/ 10-20-30-40-50 راديان/، بهيئة الطاقة الذرية، وقد تم اعتماد الجرعة 30 على أنها الجرعة المثلى لأنها أدت لموت نصف النباتات المطفرة أما الجرعات الأقل فلم تُحدث أي تغيير على النباتات، في حين أن الجرعات الأعلى قد أدت إلى موت جميع النباتات المطفرة)، من محصول السمسم تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الزراعة المروية (الشاهد المروي)، اعتماداً على العديد من الصفات الشكلية، والتطورية، والفيزيولوجية، والكمية، والنوعية. تمّ الحصول على بذار الطرز الوراثية من قسم بحوث المحاصيل الزيتية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدمشق، وروعي عند اختيارها التباعد الجغرافي والبيئي حيث إن كل من الصنفين الحوراني والزوري عبارة عن مجتمعات نباتية، تمَّ انتخاب مجموعة من النباتات التي تحمل الصفات المرغوبة من كل مجتمع على حدا وتمَّ زراعتها وإجراء تربية ذاتية من خلال تغطية الأزهار بأكياس غربول لإجبار النبات المنتخب على تلقيح ذاته، حتى تمَّ الوصول إلى سلالات نقية، أُعتمدت كأصناف محلية (الجدول،1).

الجدول رقم (1): نسب وصفات المادة الوراثية المدروسة من السمسم

رقم السلالة	الاسم 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	**حوراني3**	H4-2-13-30	90	125	4	44	2600
2	**حوراني8**	H2-1-5-20	128	93	3	42	1522
3	**زوري1**	H2-5-6-40	140	111	4	45	2250
4	**زوري3**	Z3-3-1-10	125	100	5	43	1900
5	**حوراني11**	H1-5-30s	147	85	2	47	2430
6	**زوري2**	Z3-1-1-10	130	130	5	40	1780
7	**حوراني6**	H1-1-2-20	122	110	4	43	2025
8	**حوراني1**	H3-10-15-30	130	90	5	49	1855
9	**حوراني9**	H2-2-4-30	145	80	2	48	1080
10	**زوري4**	Z2-2-2-10	140	125	5	44	1422
11	**حوراني5**	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.

2-2- موقع تنفيذ التجربة Experimental site

نُفذت التجارب الحقلية خلال الأعوام 2021 و2022، و2023م في محطة بحوث قرحتا التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، حيث 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 مم. ويبلغ ارتفاعها عن سطح البحر قرابة 633 م(الجدول، 3)، وتمَّت زراعة الطرز الوراثية بعد تحضير الأرض بشكلٍ جيد، في تربةٍ رملية طينية، وفقيرة بالمادة العضوية، غير متملحة، تميل إلى القلوية، وخالية من الأعشاب الضّارة، مستوية، جيدة الصرف، (الجدول،2).

الجدول رقم (2): بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع الزراعة.

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

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

الجدول (3) الظروف المناخية السائدة في موقع الدراسة

	درجة الحرارة الصغرى مْ			درجة الحرارة العظمى مْ			معدل الهطول المطري ملم		
الشهر	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
نيسان	9.1	10.3	9.1	27.8	29.8	24.7	0	0	8.6
أيار	12.4	12.9	12.7	31.9	30.6	29.2	0	0	0
حزيران	15.7	17.1	16.9	34.7	35.6	34.5	0	0	0
تموز	19.9	19.4	19.6	39.6	37.9	38.9	0	0	0
آب	17.9	19.7	20.5	37.9	38.8	39.9	0	0	0
أيلول	12.9	17.3	17.9	39.5	35.6	39.5	0	0	0

المصدر: إحصائيات عناصر الطقس، المديرية العامة للأرصاد الجوية.

كما أُجريت التحاليل المخبرية للصفات النوعية والفزيولوجية المدروسة في مخابر الإنتاج الحيواني التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في محطة بحوث قرحتا بدمشق.

2-3- إعداد الأرض وطريقة الزراعة Land preparation

2-3-1-الموسم الزراعي الأوّل (2021):

تمَّ تقييم استجابة 11 سلالة مُطفرة من السمسم مع صنفين محليين كشواهد هما الزوري والحوراني تحت ظروف الشاهد المروي(الري المثالي) والإجهاد المائي، ضمن معاملة الإجهاد المائي: تمَّ فطام كامل القطع التجريبية الخاصة بالمعاملة، وذلك بعد اكتمال الإزهار على النصف السفلي من النبات حتى مرحلة بدء تشكُّل الكبسولات على النبات، ثمَّ رويت النباتات بشكل طبيعي إلى حين اكتمال مرحلة النضج الفيزيولوجي، وتمَّ فطم النباتات (إيقاف عملية الري) قبل أسبوعين من موعد الحصاد (علامات النضج للبدء بعملية الحصاد المتعارف عليها لتجنب النضج التام وانفراط الكبسولات). أما ضمن معاملة الشاهد المروي: فقد رُويت القطع التجريبية بكمياتٍ كافية من المياه خلال جميع المراحل التطورية، (أُعطيت النباتات 15 رية بدءاً من الزراعة وحتى النضج الفيزيولوجي)، وعُدت كشاهدٍ مروي حُسبت على أساسه نسبة الانخفاض أو الزيادة في الصفات المدروسة. تمت الزراعة بمنتصف شهر نيسان (4/15)، على خطوط، بمساحة تقدَر بنحو (8.4 م^2)، لكل قطعة تجريبية، بواقع أربعة خطوط لكل سلالة طول الخط 3م،وتركت مسافة70 سم بين الخط والآخر، و10 سم بين النبات والآخر ضمن الخط نفسه، وبمعدّل 3 بذور في الجورة، وبعمق 3 سم. وتمَّ تفريد النباتات في مرحلة 4 أوراق حقيقية مكتملة الاستطالة، مع مراعاة توزيع السلالات بشكلٍ عشوائي على القطع التجريبية. نُفذت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية RCBD) design)، بترتيب القطع المنشقة، في ثلاثة مكررات. قُسمت الأرض المُعدّة للزراعة إلى 78 قطعة تجريبية، وتمَّ ترك فاصل مناسب بحدود 3 خطوط (تقريباً 2 م)، بين معاملات الري ومعاملات الإجهاد المائي، لمنع رشح المياه إلى القطع المجهدة مائياً خلال مرحلة تطبيق الإجهاد المائي، ووزعت الطرز الوراثية عشوائياً باستخدام برنامج Genestat-12(الشكل، 3). نُفذت جميع العمليات الزراعية والإجراءات الوقائية اللازمة حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، حيث تمّ

التسميد بإضافة سماد سوبر فوسفات ثلاثي، بمعدّل 70كغ في الهكتار P_2O_5،و120كغ في الهكتار من السماد الآزوتي بواقع 40 كغ Nعند الزراعة،و80 كغ قبل الإزهار.

وتمَّ إجراء كافة العمليات الزراعية لكل قطعة تجريبية من عزيق وتفريد. ومن ثمَّ تمَّ انتخاب السلالات المتباينة الاستجابة لظروف الإجهاد المائي المائي خلال المرحلة المدروسة، بالاعتماد على الصفات المدروسة ومعايير تحمُّل الإجهاد المائي، واعتُمدت كآباء لإجراء عملية التهجين نصف التبادلي فيما بينها.

الشكل رقم (3): مخطط تجربة التقييم الأولي للمادة الوراثية المدروسة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

نطـــــــاق					
الشاهد المروي				إجهاد مائي خلال مرحلة الإزهار	
R3	R2	R1		R3	R2	R1
حوراني	زوري	حوراني9		حوراني	زوري	حوراني9
حوراني3	حوراني6	حوراني8		حوراني3	حوراني6	حوراني8
حوراني1	حوراني11	زوري4		حوراني1	حوراني11	زوري4
حوراني9	حوراني	زوري3		حوراني9	حوراني	زوري3
زوري2	حوراني5	حوراني11		زوري2	حوراني5	حوراني11
حوراني5	زوري1	حوراني3	فاصل (2) متر	حوراني5	زوري1	حوراني3
حوراني8	حوراني1	زوري2		حوراني8	حوراني1	زوري2
زوري3	حوراني3	حوراني6		زوري3	حوراني3	حوراني6
زوري4	حوراني9	زوري1		زوري4	حوراني9	زوري1
زوري	زوري3	حوراني1		زوري	زوري3	حوراني1
حوراني6	زوري4	حوراني5		حوراني6	زوري4	حوراني5
حوراني11	زوري2	حوراني		حوراني11	زوري2	حوراني
زوري1	حوراني8	زوري		زوري1	حوراني8	زوري
نطـــــــاق					

حيث: R المكرر.

2-3-2- الموسم الزراعي الثاني (2022):

تمَّ زراعت السلالات الأبوية المنتخبة المتباينة من حيث درجة تحملها للإجهاد المائي المطبق خلال مرحلة الازهار، خلال الموسم الزراعي 2022، في موعدين، بفاصل عشرة أيام بين الموعد والآخر، من بداية منتصف شهر نيسان(4/15). وتمّ تقريب الفترة بين الريّات خلال مرحلة الإزهار لضمان حدوث عمليتي التلقيح والإخصاب بالشكل

الأمثل. ونُفذت عملية تهجين نصف تبادلي عند مرحلة الإزهار بين السلالات المنتخبة المتباينة الاستجابة للإجهاد المائي. وبعد تنفيذ عملية التهجين نصف التبادلية بين السلالات الأبوية المنتخبة، للحصول على البذور الهجينة (F0) (الشكل، 4).

الشكل رقم (4): يبين التهجين نصف التبادلي لسلالات السمسم الأبوية المنتخبة.

الآباء	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
P_1	$P_1 \times P_2$	$P_1 \times P_3$	$P_1 \times P_4$	$P_1 \times P_5$	$P_1 \times P_6$
P_2		$P_2 \times P_3$	$P_2 \times P_4$	$P_2 \times P_5$	$P_2 \times P_6$
P_3			$P_3 \times P_4$	$P_3 \times P_5$	$P_3 \times P_6$
P_4				$P_4 \times P_5$	$P_4 \times P_6$
P_5					$P_5 \times P_6$

حيث: Pالسلالة الأبوية

حيثُّ تمَّ زراعة كل سلالة في كل موعد محدد في خطين بطول 3 م للخط الواحد، بفاصل 70 سم بين الخطوط، و25 سم بين الجور، وبمعدّل 3 بذور في الجورة، وبعمق 3 سم، وتمَّ تفريد النباتات في مرحلة 4 أوراق حقيقية. وأُجريت عملية التهجين على نباتات الأم، حيث إن الزهرة في السمسم ثنائية الجنس أحادية المسكن، العدد الصبغي (2n=52) كأسية تتكون من خمس بيتلات وخمس سبلات وخمس أسدية(واحدة منها عقيمة)، ويتوسط الأسدية الميسم الذي يحوي كربلتين ومجموع الكرابل يكون المتاع(المبيض) وهو عضو التأنيث في زهرة السمسم. وقد أجري التهجين بإزالة التويجات Petals التي تحمل الأسدية Stamens، قبل شروق الشمس، وغُطيت بأكياس بيضاء شفافة من ورق الزبدة. ومع بدء تفتح المتك على الأسدية المذكرة بعد شروق الشمس، تمَّ إجراء عملية التلقيح بملامسة المتك المذكرة لمياسم Stigma نباتات الأمهات وتغطية الأزهار التي تمّ تلقيحها. وتمَّ كتابة رقم السلالة الأم (♀) ورقم السلالة الأب (♂) على كل كيس، وكررت العملية حتى الحصول على عددٍ كاف من الكبسولات الهجينة. وتُركت الأكياس الورقية حتى مرحلة النضج التام، حيثُّ تمَّ حصاد الكبسولات المغطاة بالأكياس فقط.

2-3-3- الموسم الزراعي الثالث (2023):

زُرعت كلاً من السلالات الأبوية وبذور الجيل الأوّل (F_0) الناتجة من عملية التهجين والشواهد المحلية (الزوري والحوراني) في منتصف شهر نيسان(4/15) من عام 2023، ، وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية(R.C.B.D)، بترتيب القطع المنشقة، بواقع ثلاثة مكررات.حيثُّ قسمت الأرض إلى 138 قطعة تجريبية، وتم توزيع الطرز الوراثية

عشوائياً باستخدام برنامج Genestat-12، وتمَّ زراعة كلّ طراز وراثي في أربعة خطوط بطول 3 م لكل خط، وبمسافة 70 سم بين الخط والآخر و10 سم بين نباتات الخط الواحد، مع ترك فواصل كافية (2 م) بين القطع التجريبية لضمان عدم رشح المياه من القطع المروية إلى القطع التجريبية في معاملة الإجهاد المائي (الشكل،5)، وبمعدّل 3 بذور في الجورة، وبعمق 3 سم، وتمَّ تفريد النباتات في مرحلة 4 أوراق حقيقية. وأُضيفت الأسمدة الفوسفورية والآزوتية كما ذكر سابقاً، وأُجريت كافة العمليات الزراعية لكل قطعة تجريبية من عزيق وترقيع بناءً على توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي لمحصول السمسم. وتمَّ تقييم أداء الطرز الوراثية تحت ظروف الإجهاد المائي المائي خلال مرحلة النصف الثاني من الإزهار بالمقارنة مع معاملة الشاهد المروي خلال كافة المراحل التطورية.

الشكل(5): مخطط تجربة تقييم السلالات الأبوية، والهجن المدروسة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد االمائي.

نطـــــــاق					
إجهاد مائي خلال مرحلة الإزهار			فاصل (2) متر	الشاهد المروي	
R1	R2	R3		R1	R2	R3
P1×P3	زوري4	P5×P6		P1×P3	زوري4	P5×P6
P3×P6	P1×P2	حوراني11		P3×P6	P1×P2	حوراني11
حوراني3	P2×P6	P1×P6		حوراني3	P2×P6	P1×P6
P3×P4	P3×P5	زوري1		P3×P4	P3×P5	زوري1
زوري2	زوري	P4×P5		زوري2	زوري	P4×P5
P2×P3	P1×P6	P1×P3		P2×P3	P1×P6	P1×P3
زوري4	P5×P6	P2×P6		زوري4	P5×P6	P2×P6
P1×P2	P2×P5	حوراني1		P1×P2	P2×P5	حوراني1
حوراني11	P2×P4	P2×P3		حوراني11	P2×P4	P2×P3
P1×P4	حوراني3	P3×P6		P1×P4	حوراني3	P3×P6
حوراني	P4×P5	P1×P5		حوراني	P4×P5	P1×P5
P1×P6	زوري2	P3×P6		P1×P6	زوري2	P3×P6
P4×P6	P1×P5	حوراني		P4×P6	P1×P5	حوراني
حوراني1	P3×P4	P1×P2		حوراني1	P3×P4	P1×P2
P2×P5	زوري1	زوري		P2×P5	زوري1	زوري
P2×P6	P3×P6	P1×P4		P2×P6	P3×P6	P1×P4
زوري1	حوراني	زوري4		زوري1	حوراني	زوري4
P3×P5	حوراني11	P2×P4		P3×P5	حوراني11	P2×P4
زوري	P2×P3	P3×P4		زوري	P2×P3	P3×P4
P3×P6	P3×P6	P2×P5		P3×P6	P3×P6	P2×P5
P1×P5	حوراني1	P3×P5		P1×P5	حوراني1	P3×P5
P5×P6	P1×P4	حوراني3		P5×P6	P1×P4	حوراني3
P2×P4	P1×P3	زوري2		P2×P4	P1×P3	زوري2
نطـــــــاق					

حيث: Pالسلالة الأبوية، Rالمكرر.

2-4- الصفات المدروسة Investigated traits

تمَّ أخذ كافة القراءات والملاحظات على النباتات في معاملة الشاهد المروي ومعاملة الإجهاد المائي في نهاية فترة تطبيق الإجهاد المائي، على خمسة نباتات عشوائية من كل معاملة ومكرر، في كل قطعة تجريبية خلال موسمي الزراعة الأوّل والثالث.

2-4-1-الصفات التطوّرية Developmental traits

2-4-1-1-عدد الأيام حتى الإزهار (يوم): قدّر من خلال تسجيل عدد الأيام من تاريخ الرية الأولى حتى ظهور 50% من الأزهار.

2-4-1-2- عدد الأيام حتى النضج التام (يوم): قدّر من خلال تسجيل عدد الأيام من تاريخ الرية الأولى حتى ظهور علامات النضج التام (اصفرار كامل أوراق النبات، وتحول لون الكبسولات إلى اللون البني المصفر).

2-4-2-الصفات الشكليّة Morphological traits

2-4-2-1-ارتفاع النبات (سم): قدّر بمسطرة مدرجة، بحساب طول النبات من سطح التربة حتى قمة النبات.

2-4-2-2- ارتفاع أول فرع (سم): قدّر بمسطرة مدرجة بدءاً من سطح التربة وحتى ارتفاع أوّل فرع على الساق الرئيس.

2-4-2-3- ارتفاع أوّل الكبسولة على الساق الرئيس (سم):قدّر بقياس المسافة من سطح التربة حتى أوّل كبسولة على الساق الرئيس.

2-4-2-4- عدد الأفرع في النبات (فرع. نبات$^{-1}$): تمَّ حساب متوسط عدد الأفرع في النبات لكلٍ من المعاملة والشاهد المروي، ولكل طراز وراثي، ولكل مكرر(5 نباتات عشوائية من كل قطعة تجريبية).

2-4-3-الصفات المكوّنة للغلّة البذريةSeed-related traits

2-4-3-1-طول الكبسولة (سم): تمَّ القياس بواسطة مسطرة مدرجة وبمعدّل خمس كبسولات من كل سلالة وشاهد محلي، من كل مكرر ومعاملة.

2-4-3-2- عدد الكبسولات في النبات (كبسولة. نبات$^{-1}$): حُسب من خلال عدّ الكبسولات في خمس نباتات، من كل مكرر، وسلالة و شاهد محلي، ومعاملة، ثمّ قُسم الناتج على عدد النباتات.

2-4-3-3- عدد البذور في الكبسولة (بذرة. كبسولة$^{-1}$): تمَّ تسجيل عدد البذور في خمس كبسولات من خمس نباتات، في كل سلالة وشاهد محلي، ولكل مكرر ومعاملة، ثمّ تمَّ تقسيم الناتج على عدد الكبسولات.

2-4-3-4- عدد البذور في النبات (بذرة. نبات$^{-1}$): حُسب من خلال جداء متوسط عدد البذور في الكبسولة الواحدة بعدد الكبسولات في النبات الواحد، من كل مكرر، وسلالة وشاهد محلي، ومعاملة.

2-4-3-5- وزن 1000بذرة (غ): تمَّ عدّ ألف بذرة من سلالة وشاهد محلي، في كل معاملة ومكرر، وسُجل وزن الألف بذرة باستعمال ميزان إلكتروني حساس.

2-4-3-6- الغلّة البذرية (كغ. هكتار$^{-1}$): تمَّ حساب متوسط وزن البذور لجميع النباتات في المتر المربع المحصودة في نهاية مرحلة النضج التام، من كل مكرر، وسلالة وشاهد محلي، ومعاملة ثمّ تمَّ تحويلها إلى كغ في الهكتار.

2--4-3-7- الغلّة الحيوية (كغ. هكتار$^{-1}$): تمَّ حساب متوسط الوزن الجاف لجميع النباتات في المتر المربع المحصودة في نهاية مرحلة النضج التام، من كل مكرر، وسلالة وشاهد محلي، ومعاملة ثمّ تمّ تحويلها إلى كغ في الهكتار.

2-4-4-الصفات الفيزيولوجية Physiological traits

2-4-4-1- محتوى الماء النسبي في الأوراق(%RWC)

تمَّ تنفيذ الدراسة المخبرية في مخبر الإنتاج الحيواني التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، حيثُّ أخذت عينات بشكل أقراص (بقطر1 سم) من الورقتين العلويتين الثانية والثالثة المكتملة الاستطالة بوزن (1غ تقريباً)، وقُدّر الوزن الرطب لها مباشرةً، ثمّ وضعت الأقراص الورقية مباشرةً بعد أخذ وزنها الرطب في أطباقٍ بترية بلاستيكية تحتوي على الماءالمقطر، وتُركت مغمورةً في الماء مدّة 15 ساعة، ثمّ أُخرجت الأقراص الورقية وأُزيلت جزيئات الماء العالقة على سطوحها بلطف بواسطة ورق الترشيح، ووزنت للحصول على الوزن الرطب المشبع، ثمّ وضعت في أكياسٍ من الورق، ووضعت بعد ذلك في المجفف على درجة حرارة 105مْ مدّة نصف ساعة لقتل الأنسجة النباتية وإيقاف عملية فقد

المادة الجافة بالتنفس Respiration، ثمّ تمَّ ضبط درجة حرارة المجفف على 80ْ م وتركت العينات النباتية مدّة 24 ساعة، أو إلى حين الحصول على الوزن الجاف الثابت وحُسب محتوى الماء النسبي في الأوراق حسب المعادلة الآتية:(schonfeld *et al*, 1988).

$$\text{محتوى الماء النسبي (\%)} = \frac{\text{الوزن الرطب – الوزن الجاف}}{\text{الوزن الرطب المشبع – الوزن الجاف}} \times 100$$

2-4-4-2- نسبة الذائبات المتسربة(RSL%)

تُعبّر نسبة الذائبات المتسربة عن حجم الضرر في الأغشية السيتوبلاسمية بتأثير الإجهاد المائي، وكلما كانت نسبة الذائبات المتسربة أقل كان حجم الضرر أقل، والطراز الوراثي أقدر على المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية. تمَّ أخذ عينات أقراص ورقية من الورقتين الثانية والثالثة كاملتي الاستطالة من كل طراز وراثي، ومعاملة، ومكرر على حدة وذلك في نهاية فترة تطبيق الإجهاد المائي لكل مرحلة من المراحل المدروسة (إجهاد مائي، وشاهد مروي) ، وتمَّ وضع خمس أقراص الورقية في عبوةٍ بلاستيكيةٍ تحتوي على 10 مل من الماء المقطر، ثمّ تركت العبوات على هزاز مدّة 3 ساعات، ثمّ تمَّ قياس الامتصاص الأولي للمحلول عند طول موجة 273 نانومتر باستعمال جهاز قياس الطيف الضوئيSpectrophotometer، ثمّ نُقلت المحاليل من كل عبوة على حدة إلى أنابيب اختبار مزودة بسدادة، وتمَّ وضعها في حمام مائي (درجة الغليان) مدّة 30 دقيقة، ثمّ تمَّ قياس الامتصاص النهائي للمحلول عند طول الموجة السابقة نفسها. وحُسبت استناداً إلى ما سبق نسبة تسرب الذائبات وفق المعادلة الرياضية الآتية (Leopold, 1990):

$$\text{نسبة الذائبات المتسربة (\%)} = \frac{\text{الامتصاص الأولي}}{\text{الامتصاص النهائي}} \times 100$$

2-4-5-الصفات النوعيّةQuality traits

2-4-5-1-نسبة الزيت في البذور (%)

تمَّ قياسها وفق الطريقة الرسمية لجمعية الزيوت الأمريكية (A.O.A.C, 1990)، وباستعمال جهاز السوكسيليتSoXhlet، حيثُ أُجريت عملية الاستخلاص في مخبر الموارد الطبيعية، التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. إذ تم أخذ 5غ من العينة الجافة المطحونة من بذور السمسم من كل طراز وراثي، من كل مكرر، لكل من معاملة الإجهاد المائي والشاهد المروي. ثُمَّ تمَّ وضع العينات في جهاز الاستخلاص المذكور سابقاً، واستعمل مذيب الايثر بترول بمعدل 50 مل. وبعد تبخر المذيب وزنت عينات الزيت، وتمَّ حساب نسبة الزيت في البذور من خلال المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الزيت (\%)} = \frac{\text{وزن العينة قبل الاستخلاص(غ)_ وزن العينة بعد الاستخلاص}}{\text{وزن العينة قبل الاستخلاص}} \times 100$$

2-4-5-2-نسبة البروتين في البذور Seed Protein content(%)

تمَّ قياسها وفق الطريقة(A.A.C.C,1998)، باستعمال جهازInframatic 1241 Grain Analyzer في مخبر الموارد‌الطبيعية، التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، حيثُ يعتمد مبدأ هذا الجهاز على انعكاس للأشعة تحت الحمراء بأطوال موجات معينة متخصصة لكل نوع محصولي(8800 نانومتر للسمسم)، وتمَّ قياس محتوى البروتين في بذور السمسم، من خلال وضع 15غ من بذور السمسم المطحونة في حاوية صغيرة مكعبة الشكل موجودة ضمن الجهاز، وبعدها نحصل على النتائج المطلوبة خلال دقائق، وعند إضافة عينة أخرى تمَّ تنظيف الحاوية بواسطة فرشاة ومن ثم العمل من جديد لعينة ثانية (Hart and Fisher, 1971).

2-4-6-معايير تحمّل الإجهاد المائي: تعتمد معايير تحمل الإجهاد المائي على العديد من المعادلات الرياضية المرتبطة مباشرةً بإنتاجية الطراز الوراثي تحت الظروف المجهدة وغير المجهدة مائياً إذ تتحسن العلاقة بين صفة الغلة ومكوناتها من خلال الانتخاب لبعض المعايير التي تُشير إلى تحمل الإجهاد المائي. عرف كل من(Rosielle and Hamblin.,1981) دليل تحمل الإجهاد المائي (SSI) بأنه: الفروق في الغلة بين كلا البيئتين المجهدة وغير المجهدة مائياً، ومتوسط الإنتاجية (MP) بأنه: معدل غلة الطرز الوراثية في كلا البيئتين، ويُعد المتوسط الهندسي للإنتاجية (GMP) معيار مهم يُستعمل غالباً عندما تكون شدة الإجهاد المائي مرتفعة لاسيما خلال مرحلة الإزهار والإخصاب (Khayatnezhad *et al*., 2010). حيث إنَّ استخدام هذا المقياس يكون بشكل أكبر في العينات التي تكون فيها شدة الاجهاد عالية، وتكون التراكيب التي تحقق قيماً أعلى من هذا المعيار مرغوبة للزراعة في البيئتين المجهدة وغير المجهدة(Ramirez and Kelly., 1998).

أما (SSI) فهو دليل الحساسية للاجهاد وعندما تكون قيمة هذا المعيار أقل من الواحد، هذا يُشير إلى أن التركيب الوراثي متحمل للإجهاد(Ramirez and Kelly., 1998).تمَّ حساب معايير تحمّل الإجهاد المائي على النحو الآتي:

2-4-6-1-متوسط الإنتاجيّة(MP): حسب(Rosielle and Hambline, 1981) وفق العلاقة الآتية: $MP = \frac{Ys+YP}{2}$

2-4-6-2-دليل تحمل الإجهاد المائي(STI) :حسب (Fernandez, 1992) وفق العلاقةالآتية :

$$STI = \frac{Ys \times YP}{2(\bar{Y}P)}$$

2-4-6-3-المتوسط الهندسي للإنتاجية (GMP): وفقاً للباحث(Kristin *et al*., 1997) حسب العلاقة الآتية:

$$GMP = \sqrt{(Ys)(YP)}$$

2-4-6-4-دليل الحساسية للإجهاد(SSI) :حسب(Fischer and Maurer., 1978) وفق العلاقة الآتية:

$$SSI = \frac{\left[1-\left(\frac{Ys}{YP}\right)\right]}{SI}$$

حيث أن: $SI = 1 - \left[\frac{\bar{Y}s}{\bar{Y}P}\right]$

2-4-6-5- دليل ثباتية الغلّة(YSI): حسب،(Bouslama and Schapaugh, 1984) وفق العلاقة الآتية:

$$YSI = \left(\frac{Ys}{YP}\right) \times 100 .$$

حيث: YP،Ys:متوسط غلّة الطراز في الشاهد المروي ومعاملة الإجهاد المائي على التوالي.

ȲP، Ȳs: متوسط غلّة جميع الطرز في الشاهد المروي ومعاملة الإجهاد المائي على التوالي.

2-5- المعايير الوراثية Genetic Parameters:

2-5-1- القدرة العامة والخاصة على التوافقCombining ability

تُعد نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق (σ^2GCA/σ^2SCA) مقياس يُعبر عن السلوك الوراثي للصفة المعنية ويهدف إلى تحديد طبيعة الفعل الوراثي الّذي يؤثر في الصفات المدروسة حيثُ:

$\sigma^2GCA/\sigma^2SCA > 1$ أكبر من الواحد الصحيح يُشير إلى سيطرة الفعل الوراثي التراكمي (الإضافي) في وراثة هذه الصفة.

$\sigma^2GCA1/\sigma^2SCA < 1$ يُشير إلى سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي (اللاتراكمي) في وراثة هذه الصفة.

$\sigma^2GCA/\sigma^2SCA = 1$ يُشير إلى مساهمة كلا الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة.

تمَّ دراسة المقدرتان العامة والخاصة على التوافق باستخدام الطريقة الثانية الموديل الأول في تحليل الهجن نصف التبادلية للعالم (Griffing, 1956) وقدّر التناسب بينσ^2GCAو σ^2SCA وهو مقياس يعبر عن السلوك الوراثي للصفة المعنية.

Combining ability:

S.S.due to gca = $(1 /n+2) [\Sigma (yi+yii)^2 -4/n(y)^2]$

S.S.due to sca = $\Sigma\Sigma yij^2 - 1/n+2[\Sigma (yi+ yij)^2] + [2/ (n+1) (n+2)] y2$

GCA effects:

$gi=(1 /n+2)[\Sigma(yi+yii)-(2/n)y..]$

SCA effects:

$sij= yij - 1/n+2[yij+ yii+yj+yjj]+ [2/(n+1)(n+2)]y$

S.E (gi) = $[(n-1) \sigma 2e/ n (n+2)]^{1/2}$

S.E (sij) = $[2(n-1) \sigma 2e / (n+1) (n+2)]^{1/2} = [(n^2+n+2) \sigma^2 e/ (n+1) (n+2)]^{1/2}$

حيثُ:

gca القدرة العامة على التوافق، sca القدرة الخاصة على التوافق.

n عدد الآباء . yi متوسط السلالة . yij متوسط الهجين . σ^2e التباين البيئي.

2-5-2- قوّة الهجين قياساً إلى متوسط الأبوين H (MP):

لا تصلح جميع السلالات الداخلة في برنامج التربية لإنتاج الهجن تجارياً إذ تختلف السلالات الأبوية من حيث قدرتها على التوافق فيما بينها حول إمكانية إنتاج هجن فردية ذات قوة هجين تصلح للاستفادة منها، ويعبر عنها إحصائياً بانحراف متوسط الجماعة الهجينة عن متوسط السلالتين الأبويتين ونقيس هذا المؤشر قوة الهجين بصورة عامة موجبة كانت أو سالبة بحساب النسبة المئوية للفرق بين متوسط الصفة في الهجين الناتج ومتوسط الصفة في أبويه وفق ما أشار إليه (Singh and Chaudhary, 1977).

$$H(MP)\% = \{(F1 - MP)/MP\} \times 100$$

حيث: $H(MP)$ قوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين بالنسبة للصفة المدروسة.

$F1$ متوسط الصفة في الهجين، MP متوسط الصفة في آباء الهجين.

وحُسب الفروق المعنوية لقوّة الهجين بالنسبة لمتوسط الأبوين كما ورد في معادلة(Wynne *et al*, 1970). باستخدام برنامج Excel.

$$T = F1 - MP/\sqrt{(3MSE/2R)}$$

حيث: T قيمة T المحسوبة، Rعدد المكررات في التجربة، MSE تباين الخطأ التجريبي.

3-5-2- قوّة الهجين قياساً إلى الأب الأفضل H (BP):

$$H\ (BP)\% \ = \{(F1 - \ BP)\ /`BP\} \times 100$$

حيث: $H(BP)$ قوّة الهجين قياساً للأب الأفضل بالنسبة للصفة المدروسة.

$F1$ متوسط الصفة في الهجين، BP متوسط الصفة في الأب الأفضل.

اختبرت الفروق المعنوية لقوّة الهجين وفق اختبار (t-test) باستخدام برنامج Excelحسب (Wynne*et al,* 1970).

$$T = F1 - BP/\sqrt{(2MSE/R)}$$

حيث: T قيمة T المحسوبة، Rعدد المكررات في التجربة، MSE تباين الخطأ التجريبي.

2-5-4- درجة السيادةDegree of Dominance تمَّ حساب درجة السيادة للهجن عند كل معاملة، ولكل صفة وفق معادلة (Mather, 1949).

$$\bar{a} = \sqrt{\mathrm{VD}/\mathrm{VA}}$$

حيث: VD تباين الفعل الوراثي اللاتراكمي (السيادي)، وVA تباين الفعل الوراثي التراكمي (الاضافي).

وتتحدد طبيعة الفعل الوراثي للصفات إذا كانت قيمة درجة السيادة على النحو التالي:

$\overline{a} \geq 1$ فإن الصفة تخضع للفعل الوراثي التراكمي.

$\bar{a} > 1$ فإن الصفة تخضع للفعل الوراثي اللاتراكمي (سيادة أو تفوق).

2-5-5- درجة التوريث بمفهوميها الواسع Broad sense heritability والضيق Narrow sense heritability:

تدل درجة التوريث على قدرة النبات على توريث صفة ما من نبات منتخب إلى نسله، أوهي درجة التشابه في الصفة الكمية بين الآباء المنتخبة والأنسال الناتجة، ويعبر عن مقدار التغايرفي الصفة الكمية من جيل لآخر (الساهوكي، 1990).تكون درجة التوريث بالمعنى الضيق مرتفعة عادةً في الصفات البسيطة والنوعية عامة، بينما تكون منخفضة في الصفات الكمية التي لا تشمل معظم الصفات الاقتصادية المهمة (Allard, 1960).وتصنف درجة التوريث إلى الصفات التالية حسب (Johnson *et al*., 1955).

1- درجة توريث منخفضة: أقل من 30%

2- درجة توريث متوسطة: 30-60%

3- درجة توريث مرتفعة: أكثر من 60%

وحُسبت وفق معادلات(Nadarajan and Gunasekaran., 2005).

2-5-5-1- درجة التوريث بالمعنى الواسع(h^2_b) Broad sense heritability:

$$h^2b = 100(\frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 ph})$$

حيث: σ^2_G وσ^2_{Ph} التباين الوراثي والمظهري على الترتيب.

2-5-5-2-درجة التوريث بالمعنى الضيق (h^2_n): Narrow sense heritability

$$h^2n = 100(\frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 ph})$$

حيث: σ^2_A التباين الورثي التراكمي.

2-6- معامل الارتباط المظهري Phenotypic correlation

قُدّر معامل الارتباط المظهري بين كل صفتين من الصفات المدروسة تحت ظروف الإجهاد المائي المائي كما ورد في معادلة (Snedecor and Cochran., 1981) على النحو الآتي:

$$\boldsymbol{R_XY = COV(X,Y)/\sqrt{[(VX)(VY)]}}$$

حيث: R_{XY} معامل الارتباط المظهري بين الصفتين X,Y ، $COV(X,Y)$ التباين المشترك للصفتين X,Y، VX تباين الصفة X ، VY تباين الصفة Y. يوجد نموذجان من أنواع الارتباط هما: الارتباط المظهري والارتباط الوراثي، ويستعملان بصورة شائعة في تربية النبات. ويتضمن الارتباط للمظهري Pheno type correlation كلا التأثيرين الوراثي والبيئي، أما الارتباط الوراثي Genetic correlation فيرتبط بالقيمة التربوية للصفتين. ويعتمد تقدير كل من الارتباط الوراثي والمظهري على مكونات التباين والتغاير ويلعب تحسين السلالات الأبوية دوراً مهماً في تحسين أداء الهجن الناتجة، يتراوح الارتباط بين صفات السلالات والهجن الناتجة عنها ما بين المعنوية سلباً إلى المعنوية إيجاباً. في حين قد تظهر إنتاجية السلالات والهجن ارتباطاً موجباً ومنخفض (Ali *et al*., 2008).

2-7-معامل المسار Path analysis للصفات الشكلية ومؤشرات النمو والصفات الإنتاجيّة المكونة للغلّة البذريّة:

يُستعمل تحليل معامل المسار لتحديد أكثر الصفات أهمية وكذلك لتخفيض عدد الصفات اللازمة للانتخاب إلى الحد الأدنى واستخدم من قبل Wright(1921) لتنظيم العلاقة بين العوامل المتغيرة والتابعة، حيثُ يقسّم الارتباط الكلي إلى تأثيرات مباشرة وتأثيرات غير مباشرة للمكونات المختلفة وتحديد نسبة مساهمتها بالغلة، يُستخدم تحليل معامل المسار في تربية المحاصيل لتحديد طبيعة العلاقة بين الغلَّة ومكوناتها، كذلك تحديد أي من هذه المكونات ذو تأثير معنوي في الغلة لاستخدامه كدليل انتخابي (Puri *et al*, 1982)، وحُسب معامل المسار كما ورد في معادلة (Dewey and Lu.,1959).

$$^2+b^2+c^2+h^2+2r\,(x_1x_2)ab\;+\;2r\,(x_1x_3)ac+2r\,(x_2x_3)\,bc1=\;a$$

$$^2=\sigma^2x_1\;/\;\sigma^2ya$$
$$^2=\sigma^2x_2\;/\;\sigma^2yb$$
$$^2=\sigma^2x_3\;/\;\sigma^2yc$$
$$^2=\sigma^2R\;/\;\sigma^2yh$$

x_1, x_2, x_3 الصفات المساهمة في الغلّة، c, b, a معاملات المسار للصفات المدروسة.

h: معامل المسار لعوامل أخرى غير محددة يرمز لها R.

y:الغلّة الحبيّة.

r:الارتباط المظهري.

تُصنّف التأثيرات المباشرة وغير المباشرة حسب المستويات التي اقترحها(Lenka and Mishra., 1973).

التأثيرات المباشرة وغير المباشرة	مستوى التأثير
0.09-0.00	مهمل
0.19-0.1	منخفض
0.29-0.20	متوسط
1.00-0.30	مرتفع
أكبر من 1.00	مرتفع جداً

وحُسبت الأهمية النسبية لمساهمة الصفة المدروسة في الغلّة من خلال المعادلة الآتية:

$$\boldsymbol{RI\ \%\ =\ |CDi|/\sum i\,|CDi|\times 100}$$

حيث: $|CDi|$معامل التحديد للصفة i.

RI: الأهميّة النسبيّة لمساهمة الصفة في الإنتاجيّة

8-2- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي: Experimental design and Statistical analysis

نُفذت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD)، المنشقة(Split–Split Plot)، بواقع ثلاثة مكررات، حيث شغلت المعاملات (شاهد مروي، وإجهاد مائي خلال مرحلة الإزهار فقط) القطع الرئيسة، في حين شغلت الطرز الوراثية القطع المنشقة. وتمَّ تحليل البيانات إحصائياً بعد تبويبها باستخدام برنامج Genstat-12 لحساب قيمة أقل فرق معنوي(L.S.D) عند مستوى معنوية (5%) بين المعاملات والطرز الوراثية والتفاعلات المتبادلة بينهما لكل صفة من الصفات المدروسة. بالإضافة إلى استخدام برنامج SPSS لتحليل معامل الإرتباط المظهري Phenotypic correlation بين صفات وخصائص الطرز المختبرة. كما تمَّ تقدير قوّة الهجين، والقدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق وتأثيرات كلٍّ منهما، إضافةً إلى حساب مكونات التباين باستخدام الطريقة الثانية (Method 2)، النموذج الأول (Model 1) وفق العالم (Griffing, 1956)، عبر بيئات الدراسة المروية والمجهدة، والتفاعل فيما بينها. باستخدام برنامج PBTools V1.4.

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

3-النتائج والمناقشة Results and Discussion

تقييم استجابة طرز وراثية من السمسم تحت ظروف الشاهد المروي (الري المثالي) والإجهاد المائي.

3-1-الصّفات التطوريّة Developmental traits

3-1-1-متوسط عدد الأيام حتى الإزهار (يوم)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (4) وجود فروق معنوية($P\leq0.05$) في صفة متوسط عدد الأيام حتى الإزهار بين المعاملات(إجهاد مائي بدءاً من منتصف مرحلة الإزهار وحتى بداية تشكل الكبسولات، والشاهد المروي بدون إجهاد مائي)، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط عدد الأيام حتى الإزهار كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (بدون إجهاد) (45.26 يوماً)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (38.13يوماً)، حيثُ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد الأيام حتى الإزهار مقداره7.13 يوماً، أي بنسبة 15.73% بالمقارنة مع معاملة الشاهد المروي (الجدول، 4)،ويُلاحظ أنَّ متوسط عدد الأيام حتى الإزهار كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية زوري4، وحوراني6، وزوري 1وبدون فروق معنوية بينها (44.50، 43.83،44.34 يوماً على التوالي)، تلاها وبفروق معنوية الطراز الوراثي الشاهد المروي حوراني (43.33 يوماً)، فالطرز الوراثية الشاهد زوري، وحوراني1، وحوراني5 وبدون فروق معنوية بينها (41.50، 41.17،41.34يوماً على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني8، وحوراني3، وحوراني9، وزوري3 وبدون فروق معنوية بينهما (39.00، 39.34،40.34، 41.00 يوماً على التوالي) (الجدول، 4).يُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية، أنّ متوسط عدد الأيام حتى الإزهار كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي ولدى الطرز الوراثية زوري4، والشاهد حوراني، وزوري1، وحوراني6، وحوراني5، والشاهد زوري، وزوري3، وبدون فروق معنوية بينها (48.33، 47.33، 46.33، 46.00،46.00، 45.33،45.67 يوماً على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية حوراني11، وحوراني8، وحوراني3 وبدون فروق معنوية بينها (35.33، 35.33، 35.67 يوماً على التوالي)(الجدول، 4).

وقد تراوحت نسبة الانخفاض في عدد الأيام حتى الإزهار بين 7.41% في الطراز الوراثي حوراني 6 و22.06% في الطراز حوراني 11 (الجدول، 4). يُعزى التباين في موعد الإزهار بين معاملتي الري والإجهاد المائي بسبب العوامل المناخية السائدة خلال مرحلة النمو الخضري، ومدى إتاحة المياه في التربة وما يسببه من تغير في امتصاص المواد المعدنية المغذية بكمياتٍ كافيةٍ لتأمين كافة احتياجات نمو النباتات، ويؤدي بشكلٍ عام، تعرّض النباتات للإجهاد المائي خلال النصف الثاني من مرحلة الإزهار إلى تسريع معدّلات النمو، ومن ثمّ تقصير طول فترة الإزهار كآلية تكيف مهمة للهروب من الجفاف، حيثُ يؤدي الجفاف المتزامن مع مرحلة الإزهار إلى حدوث جفاف حبوب اللقاح وموت الأزهار، ويعود السبب في ذلك إلى تراجع معدّل تدفق نواتج التمثيل الضوئي للأزهار إلى ما دون العتبة اللازمة للحفاظ على النمو الأمثل لتطورها ، وهذا سيؤدي لاحقاً إلى زيادة نسبة الأزهار العقيمة والمجهضة، فيتراجع عدد الكبسولات المتشكلة في النبات. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Yadavوزملاؤه(2010) في محصول السمسم.

الجدول رقم (4): متوسط عدد الأيام حتى الإزهار (يوم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% بالمقارنة مع الشاهد المروي

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	43.00c^{defgh}	35.67^{kl}	39.34^{ef}	-17.01^{abc}
حوراني8	42.67^{defgh}	35.33^{l}	39.00^{f}	-16.94^{abc}
زوري1	46.33^{abc}	41.33^{ghi}	43.83^{ab}	-10.98^{cd}
زوري 3	45.33^{abcdef}	36.67^{jkl}	41.00^{def}	-19.04^{abc}
حوراني 11	45.33^{abcdef}	35.33^{l}	40.33^{def}	-22.06^{a}
زوري 2	44.67^{bcdef}	39.33^{ij}	42.00^{bcd}	-11.92^{bcd}
حوراني 6	46.00a^{bcde}	42.67^{defgh}	44.34^{a}	-7.41^{d}
حوراني1	44.00^{cdefg}	38.67^{ijk}	41.34^{cde}	-12.10^{bcd}
حوراني 9	43.67^{cdefgh}	37.00^{jkl}	40.34^{def}	-15.16^{abcd}
زوري4	48.33^{a}	40.67^{hi}	44.50^{a}	-15.85^{abcd}
حوراني5	46.00^{abcd}	36.33^{jkl}	41.17^{cdef}	-20.97^{ab}
شاهد حوراني	47.33^{ab}	39.33^{ij}	43.33^{abc}	-16.80^{abc}
شاهد زوري	45.67^{abcdef}	37.33^{jkl}	41.50^{cde}	-18.27^{abc}
متوسط المعاملة	45.26^{a}	38.13^{b}	-	-15.73
المتغير	**الطرز**	**معاملة الإجهاد**	**التفاعل**	**التباين**
L.S.D(0.05)	2.009	0.788	2.841	7.97
C.V(%)	4.2			18.1

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

النتائج والمناقشة

3-1-2-متوسط عدد الأيام حتى النضج التام (يوم)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية($P\leq0.05$) 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 المروي(125.03 يوماً)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي(117.62 يوماً) (الجدول، 5)، يُلاحظ أنّ متوسط عدد الأيام حتى النضج التام كان الأعلى معنوياً لدى الطراز الوراثي حوراني6 (128.34 يوماً)، تلاه وبفروق معنوية الطرز الوراثية الشاهد حوراني، وزوري4، وزوري1(124.67، 124.50، 123.00 يوماً على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، ثُمَّ الطرز الوراثية الشاهد زوري، وحوراني5، وزوري2، وحوراني1 (121.34، 121.00، 120.84، 120.17 يوماً على التوالي) وبدون فروق معنوية فيما بينها،في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني3، وحوراني8، وحوراني9، وزوري3، وحوراني11 (117.17، 117.50، 119.34، 119.50، 119.80يوماً على التوالي) بدون فروق معنوية بينها (الجدول، 5). يُلاحظ كما ذُكر سابقاً وجود ارتباط بين موعد الإزهار وموعد النضج، حيث أنّ الطرز الوراثية التي تأخرت في الإزهار، كان أيضاً فيها موعد النضج الأعلى معنوياً، والعكس صحيح. يُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية، أنّ متوسط عدد الأيام حتى النضج التام كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرز الوراثية حوراني6، والشاهد حوراني، وزوري4 بدون فروق معنوية بينها (130.00، 128.67، 128.33 يوماً على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرازين الوراثيين حوراني3، وحوراني8 وبدون فروق معنوية بينهما (111.67، 112.33 يوماً على التوالي) (الجدول، 5). وقد تراوحت نسبة الانخفاض في عدد الأيام حتى النضج بين 2.20، 2.58% في الطرازين الوراثيين حوراني9 وحوراني 6 على التوالي، و8.97، 8.37 % عند الطرازين الوراثيين حوراني3 وحوراني8 على التوالي وكانت الفروق ضمن كل مجموعة غير معنوية ومعنوية بين المجموعتين (الجدول، 5). يُعد التبكير بالنضج تحت ظروف الإجهاد المائي صفة تكيفية لتجنب الإجهاد المائي حيثُ يختصر النبات موسم نموه للتخفيف من الآثار السلبية للإجهاد، وبالمقابل يؤدي تأخر النضج إلى زيادة طول فترة نمو البذور وفترة امتلائها، ما يؤدي إلى زيادة متوسط وزن الألف بذرة ومتوسط وزن البذور، توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Golestani وPakniyat (2015) في محصول السمسم.

الجدول رقم (5): متوسط عدد الأيام حتى النضج التام (يوم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	122.67^{cde}	111.67^{j}	117.17^{e}	-8.97^{a}
حوراني8	122.67^{cde}	112.33^{ij}	117.50^{e}	-8.37^{a}
زوري1	126.33^{abc}	119.67^{efg}	123.00^{bc}	-5.33^{abc}
زوري3	124.67^{bcd}	114.33^{hij}	119.50^{de}	-8.28^{ab}
حوراني11	123.67^{cde}	116.00^{ghi}	119.80^{de}	-6.19^{abc}
زوري2	125.67^{bc}	116.00^{ghi}	120.84^{cd}	-6.70^{ab}
حوراني6	130.00^{a}	126.67^{abc}	128.34^{a}	-2.58^{c}
حوراني1	122.67^{cde}	117.67^{fgh}	120.17^{cde}	-4.05^{bc}
حوراني9	120.67^{def}	118.00^{fgh}	119.34^{de}	-2.20^{c}
زوري4	128.33^{ab}	120.67^{def}	124.50^{b}	-5.96^{abc}
حوراني5	124.33^{bcd}	117.67^{fgh}	121.00^{cd}	-5.36^{abc}
شاهد حوراني	128.67^{ab}	120.67^{def}	124.67^{b}	-6.17^{ab}
شاهد زوري	125.00^{bcd}	117.67^{fgh}	121.34^{cd}	-5.85^{abc}
متوسط المعاملة	125.03^{a}	117.62^{b}	-	-5.92
المتغير	**الطرز**	**معاملة الإجهاد**	**التفاعل**	**التباين**
L.S.D(0.05)	2.659	1.043	3.760	16.39
C.V(%)	1.9			19.1

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

3-2-الصّفات الشكليّةMorphological traits

3-2-1-متوسط ارتفاع النبات (سم)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية($P\leq0.05$) في صفة متوسط ارتفاع النبات بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما. ويُلاحظ أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي(127.12 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (103.38 سم)،حيثُّ سبَّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط ارتفاع النبات مقدارهُ 23.24 سم بنسبة18.30% (الجدول، 6). ويُلاحظ أنّ متوسط ارتفاع

النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني9، وزوري2، وحوراني1، وحوراني6(124.00، 123.00، 120.33، 120.00سم على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، تلاها الطرز الوراثية الشاهد زوري، وزوري1، وزوري4، والشاهد المروي حوراني، وحوراني5، وزوري3(118.83، 117.33، 116.67، 115.83، 113.67، 113.00 سم على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني3، وحوراني11، وحوراني8 (102.00، 106.16، 107.50سم على التوالي) بدون فروق معنوية بينها (الجدول، 6). يُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية أنّ ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرز الوراثية الشاهد زوري، وزوري2، وحوراني9، وحوراني1، وزوري3، وزوري1، وحوراني6، والشاهد حوراني (137.67، 136.67، 135.67، 133.33، 133.33، 132.33، 128.33، 126.67 سم على التوالي) وبدون فروق معنويةٍ بينها، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية وحوراني8، وحوراني3، وزوري3، وحوراني11 (92.67، 92.67، 92.67، 93.33 سم على التوالي) بدون فروق معنوية بينها(الجدول، 6). وقد حقق الطراز الوراثي حوراني5 أقل معدلات التناقص في صفة ارتفاع النبات تحت ظروف الإجهاد المائي 0.59% ولكن بدون فروق معنوية مع الطرز الوراثية زوري4، وحوراني6، وحوراني3، والشاهد حوراني، وحوراني9 والتي بلغت عندها معدلات التناقص (9.86، 13.33، 16.44، 16.92، 16.94%على التوالي). في حين كانت معدلات التناقص بأعلى القيم عند الطرازيين الوراثيين زوري3 والشاهد زوري وبلغت (30.42، 27.2% على التوالي) دون وجود فروق معنوية مع الطرز الوراثية حوراني3، وحوراني 8، وزوري1، وزوري3، وحوراني11، وزوري2، وحوراني6 والشاهد حوراني (16.44، 24.26، 23.11، 30.42، 21.51، 19.44، 13.33، 16.92%على التوالي) (الجدول، 6). تُشير هذه النتائج إلى دور المياه في تحديد الطول النهائي للنبات، حيث يتأثر ارتفاع النبات سلباً بتراجع محتوى التربة المائي، نتيجة تطبيق الإجهاد المائي، بسبب كون النمو في نبات السمسم غير محدود Indeterminate، أي يستمر النمو الخضري بالتناوب مع النمو الثمري (الإزهار). يُعزى 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 بالتبخر – النتح Evapotranspiration (T_E) و

(محصول صيفي) إلى تراجع فرق التدرج في الجهد المائي Water Potential gradient (WPG) 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، وبخاصةٍ العلوية منها، ما يؤدي إلى تراجع متوسط ارتفاع النبات (Cossgrove, 1989). توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه كلٍ من Silva وزملاؤه (2016)؛Komivi وزملاؤه(2016)، Dossa(2016) في محصول السمسم.

النتائج والمناقشة

الجدول رقم (6): متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	$111.33^{bcdefgh}$	92.67^{hi}	102.00^{d}	-16.44^{abc}
حوراني8	122.33^{abcd}	92.67^{i}	107.50^{bcd}	-24.26^{ab}
زوري1	132.33^{a}	102.33^{hi}	117.33^{abc}	-23.11^{ab}
زوري3	133.33^{a}	92.67^{efghi}	113.00^{abcd}	-30.42^{a}
حوراني11	119.00^{abcde}	93.33^{ghi}	106.16^{cd}	-21.51^{ab}
زوري2	136.67^{a}	$109.33^{cdefghi}$	123.00^{a}	-19.44^{ab}
حوراني6	128.33^{ab}	111.67^{bcdefg}	120.00^{ab}	-13.33^{abc}
حوراني1	133.33^{a}	107.33^{defghi}	120.33^{ab}	-19.29^{ab}
حوراني9	135.67^{a}	112.33^{bcdef}	124.00^{a}	-16.94^{abc}
زوري4	122.67^{abcd}	$110.67^{bcdefghi}$	116.67^{abc}	-9.86^{bc}
حوراني5	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			14.2

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

3-2-2-متوسط ارتفاع أول فرع (سم)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في صفة متوسط ارتفاع أوّل فرع في النبات بين المعاملات، في حين لوحظ وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) بين الطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بين المعاملات والطرز الوراثية (جدول،7). يُعزى ذلك إلى عدم تعرّض النباتات لظروف الإجهاد المائي عند تشكل الفرع الأوّل على النبات، حيث بدأت معاملة الإجهاد المائي بعد مرحلة التفرع، في حين يُعزى التباين المعنوي بين الطرز الوراثية إلى العوامل الوراثية، بالإضافة إلى التباين في صفة ارتفاع النبات، حيث يمكن أن يؤدي بشكلٍ عام زيادة ارتفاع النبات إلى تأخر ظهور

الفرع الأوّل في معظم الطرز الوراثية المدروسة. يُلاحظ أن متوسط ارتفاع أوّل فرع في النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرازيين الوراثيين زوري4، وحوراني5(32.67، 27.83 سم على التوالي) بدون فروق معنوية بينهما،تلاهما الطرز الوراثية الشاهد زوري، وحوراني3، وحوراني9، وحوراني8، وزوري2، وزوري1، وزوري3، والشاهد حوراني (25.15، 24.67، 24.00،24.50، 23.84، 23.50، 23.33، 23.00 سم على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني11، وحوراني1، وحوراني6 (19.50، 21.33، 21.67 سم على التوالي) بدون فروق معنوية بينها (الجدول،7). يُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية أنّ متوسط ارتفاع أول فرع في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرازين الوراثيين حوراني5، وزوري4 (36.67، 31.00 سم على التوالي) بدون فروق معنوية بينهما، كما كان متوسط ارتفاع أوّل فرع في النبات الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطراز الوراثي زوري4 (34.33 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرازيين الوراثيين حوراني11، وحوراني5 (15.67، 19.00 سم على التوالي) بدون فروق معنوية بينهما(الجدول، 7). وقد كانت نسبة التباين في متوسط ارتفاع أول فرع في ظروف الإجهاد المائي مقارنةً بالشاهد المروي غير معنوية، حيث تراوحت بين 22.22-% في الطراز زوري1 و 89.63+% في الطراز الوراثي حوراني5، (الجدول،7).

الجدول رقم (7): ارتفاع أول فرع (سم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	23.33^{cde}	26.00^{cd}	24.67^{bcd}	$+13.33^{ab}$
حوراني8	22.00^{de}	26.00^{bcd}	24.00^{bcd}	$+16.90^{ab}$
زوري1	26.67^{cd}	20.33^{de}	23.50^{bcd}	-22.22^{a}
زوري3	23.33^{cde}	23.33^{cde}	23.33^{bcd}	0.00^{ab}
حوراني11	15.67^{e}	23.33^{cde}	19.50^{d}	$+50.33^{bc}$
زوري2	21.00^{de}	26.67^{bcd}	23.84^{bcd}	$+29.63^{ab}$
حوراني6	23.00^{cde}	20.33^{de}	21.67^{cd}	-7.41^{a}
حوراني1	21.00^{de}	21.67^{de}	21.33^{cd}	$+6.30^{ab}$
حوراني9	25.67^{cd}	23.33^{cde}	24.50^{bcd}	-8.59^{a}
زوري4	34.33^{ab}	31.00^{abc}	32.67^{a}	0.00^{ab}
حوراني5	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}	$25.15b^{c}$	-0.05^{ab}
متوسط المعاملة	23.54^{a}	25.15^{a}	-	+12.7
المتغير	**الطرز**	**معاملة الإجهاد**	**التفاعل**	**التباين**
L.S.D(0.05)	5.148	2.019	7.281	44.63
C.V(%)	18.2			20.0

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

3-2-3-متوسط ارتفاع أول كبسولة (سم)

بيّنت نتائج التحليل الإحصـــائي عدم وجود فروق معنوية في صـــفة متوســـط ارتفاع أوّل كبســـولة في النبات بين المعاملات، يُعزى ذلك إلى أن تطبيق الاجهاد المائي تمَّ في النصـــف الثاني لمرحلة الإزهار وليس في بدايتها. في حين لوحظ وجود فروق معنوية($P\leq0.05$) بين الطرز الوراثية نتيجة تباين العوامل الوراثية، كذلك وجود فروق معنوية بالنســبة للتفاعل المتبادل بين المعاملات والطرز الوراثية (الجدول، 8). يُلاحظ أنّ متوســط ارتفاع أوّل كبســولة في النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرازيين الوراثيين حوراني1، وزوري2(48.33 ،46.33 سم على التوالي) بدون فروق معنويـة بينهمـا، تلاهمـا الطرز الوراثيـة الشـــاهد زوري، وزوري1، وزوري4، وحوراني5، وحوراني11، وحوراني9، وحوراني3، وحوراني8، وحوراني6، والشاهد حوراني

(44.67، 44.33، 44.17، 42.50، 42.00، 41.67، 41.67، 40.67، 39.67، 39.17 سم على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثي زوري3 (35.83سم) (الجدول،8). يُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية أنّ متوسط ارتفاع أوّل كبسولة في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرازين الوراثيين زوري1، وحوراني1 (51.00، 50.00 سم على التوالي) بدون فروق معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطراز الوراثي زوري3(33.33 سم) (الجدول،8). وقد كانت نسبة التباين في متوسط ارتفاع أول كبسولة في ظروف الإجهاد المائي مقارنةً بالشاهد المروي معنوية، حيث تراوحت بين 27.78-% في الطراز زوري1 و40.00% في الطراز الوراثي حوراني11، وبمتوسط عام للصفة 3.10+% حيث بلغ متوسط الطرز في الشاهد المروي 42.26 سم زاد إلى 42.51 سم تحت ظروف الإجهاد المائي بدون فروق معنوية (الجدول،8).

الجدول رقم (8): متوسط ارتفاع أول كبسولة (سم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	43.33^{abcde}	40.00^{abcde}	41.67^{abc}	-6.67^{abc}
حوراني8	43.67^{abcde}	37.67^{bcde}	40.67^{abc}	-12.74^{ab}
زوري1	51.00^{a}	37.67^{bcde}	44.33^{abc}	-27.78^{a}
زوري3	38.33^{bcde}	33.33^{e}	35.83^{c}	-13.10^{ab}
حوراني11	35.00^{de}	49.00^{abc}	42.00^{abc}	$+40.00^{d}$
زوري2	44.33^{abcde}	48.33^{abc}	46.33^{ab}	$+11.01^{bcd}$
حوراني6	44.33^{abcde}	35.00^{de}	39.67^{ab}	-20.08^{ab}
حوراني1	50.00^{ab}	46.67^{abcd}	48.33^{a}	-7.04^{abc}
حوراني9	36.67^{cde}	46.67^{abcd}	41.67^{abc}	$+27.98^{cd}$
زوري4	41.67^{bcde}	46.67^{abcd}	44.17^{abc}	$+16.67^{bcd}$
حوراني5	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**
L.S.D(0.05)	7.658	3.004	10.830	32.38
C.V(%)	15.6			21.1

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

3-2-4-عدد الفروع في النبات (فرع. نبات$^{-1}$)

بيّنت نتائج التحليل الإحصـــائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صـــفة متوســـط عدد الفروع في النبات بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسـط عدد الفروع في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشـــاهد المروي(4.67 فرع. نبات$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي(4.10 فرع. نبات$^{-1}$)،حيثٌ سـبّب الإجهاد المائي انخفاضـاً في متوسـط عدد الفروع في النبات مقدارهُ 12.20% (الجدول، 9). عموماً، يرتبط عدد الفروع في النبات بارتفاع النبات من ناحية، وارتفاع أوّل فرع من ناحيةٍ أخرى، حيث يزداد عادةً عدد الفروع في النبات بازدياد ارتفاع النبات، وبخاصـــةٍ إذا كان ذلك ناجماً عن زيادة عدد العقد الســـاقية (الســـلاميات) في النبات، وكلّما كان ارتفاع أوّل فرع أقل كلّما ازداد عدد الأفرع المتشـكلة في النبات الواحد، حيث كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي(127.12سم)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (103.38ســم) (الجدول، 6). يُلاحظ أنّ متوســط عدد الفروع في النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني1، وزوري3، وزوري4 (5.50، 5.17، 4.83 فرع. نبات$^{-1}$على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، تلاها الطرز الوراثية حوراني3، وزوري1، وحوراني5، وحوراني6، والشاهد زوري، وحوراني11، وزوري2(4.67، 4.67، 4.50، 4.33، 4.33، 4.17، 4.00، 4.00 فرع. نبات$^{-1}$على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، في حين كان متوسط عدد الفروع في النبات الأدنى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين الشاهد حوراني، وحوراني8 (3.17، 3.67 فرع. نبات$^{-1}$على التوالي) بدون فروق معنوية بينهما (الجدول، 9). يُلاحظ بالنســـبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية أنّ متوســـط عدد الفروع في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشـــاهد المروي لدى الطرز الوراثية زوري3، حوراني1، زوري4، حوراني5(5.67،5.67،5.67، 5.33 فرع. نبات$^{-1}$على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، والأعلى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطراز الوراثي حوراني1(5.33 فرع. نبات$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشـاهد المروي لدى الطراز الوراثي الشـاهد حوراني (3.33 فرع. نبات$^{-1}$)، والأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطراز الوراثي الشاهد حوراني (3.00 فرع. نبات$^{-1}$) (الجدول، 9).

الجدول رقم (9): متوسط عدد الفروع في النبات (فرع. نبات$^{-1}$) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±%بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	5.00^{abc}	4.33^{bcde}	4.67^{bc}	-20.00^{a}
حوراني8	3.67^{def}	3.67^{def}	3.67^{de}	+2.78^{ab}
زوري1	4.67^{abcd}	4.67^{abcd}	4.67^{bc}	0.00^{ab}
زوري3	5.67^{a}	4.67^{abcd}	5.17^{ab}	-16.67^{a}
حوراني11	4.33^{bcde}	3.67^{def}	4.00^{cd}	-15.00^{a}
زوري2	3.67^{def}	4.33^{bcde}	4.00^{cd}	+33.33^{b}
حوراني6	4.33^{bcde}	4.33^{bcde}	4.33^{cd}	+4.44a^{b}
حوراني1	5.67^{a}	5.33^{ab}	5.50^{a}	-24.44^{a}
حوراني9	4.67^{abcd}	4.00^{cdef}	4.33^{bcd}	-13.33^{a}
زوري4	5.67^{a}	4.00^{cdef}	4.83^{abc}	-28.89^{a}
حوراني5	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**
L.S.D(0.05)	0.736	0.289	1.041	41.52
C.V(%)	12.5			16.9

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

3-3- الصفات المكونة للغلة البذرية Seed yield related traits

3-3-1-متوسط طول الكبسولة (سم)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$)في صفة متوسط طول الكبسولة بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينها. يُلاحظ أنَّ متوسط طول الكبسولة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (3.04 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي(2.46 سم)، حيثُ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط طول الكبسولة مقدارهُ 19.08% بالمقارنة معالشاهد المروي (الجدول،10)، ما يؤكد على أهمية توافر المياه بكمياتٍ كافية خلال مرحلة الإزهار والعقد، ونمو الكبسولات، حيث يؤدي تعرّض النباتات للإجهاد المائي ابتداءً من منتصف مرحلة الإزهار وحتى بداية تشكل الكبسولات إلى تراجع معدّل نمو الكبسولات المتشكلة أولاً، ما يؤثر سلباً في طول الكبسولة.يُلاحظ أنّ متوسط طول الكبسولة كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية الشاهد زوري، وحوراني11، وحوراني8 بدون فروق معنوية بينها (3.25، 3.09، 2.92 سم على التوالي)، تلاها الطرز الوراثية زوري3، وزوري2،

وحوراني1، وحوراني9، وحوراني3، وحوراني5 بدون فروق معنويةٍ بينها(2.75، 2.75، 2.75، 2.67، 2.67 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية زوري4، وزوري1، والشاهد حوراني، وحوراني6 بدون فروق معنوية بينها (2.50، 2.50، 2.58، 2.59 سم على التوالي) (الجدول، 10). يُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية أنّ متوسط طول الكبسولة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرازين الوراثيين الشاهد زوري، وحوراني11 بدون فروق معنوية بينهما (3.83، 3.50سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياًعند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية زوري4، وحوراني3، وزوري 1 بدون فروق معنويةٍ بينها (2.00، 2.17، 2.17 سم على التوالي) (الجدول، 10).

الجدول رقم (10): متوسط طول الكبسولة (سم) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	3.17^{bc}	2.17^{fg}	2.67^{bc}	-31.75^{a}
حوراني8	3.17^{bc}	2.67^{cdf}	2.92^{abc}	-15.08^{abc}
زوري1	2.83^{cde}	$2.17f^{g}$	2.50^{c}	-22.22^{ab}
زوري3	3.17^{bc}	2.33^{efg}	2.75^{bc}	-26.98^{ab}
حوراني11	3.50^{ab}	2.67^{cdef}	3.09^{ab}	-23.81^{ab}
زوري2	2.83^{cde}	2.67^{cdef}	2.75^{bc}	-5.56^{bc}
حوراني6	2.67^{cdef}	2.50^{defg}	2.59^{c}	-5.56^{bc}
حوراني1	2.83^{cde}	2.67^{cdef}	2.75^{bc}	-5.56^{bc}
حوراني9	2.67^{cdef}	2.83^{cde}	2.75^{bc}	$+7.78^{c}$
زوري4	3.00^{bcd}	2.00^{g}	2.50^{c}	-33.33^{a}
حوراني5	3.00^{bcd}	2.33^{efg}	2.67^{bc}	-22.22^{ab}
شاهد حوراني	2.83^{cde}	2.33^{efg}	2.58^{c}	-17.78^{ab}
شاهد زوري	3.83^{a}	2.67^{cdef}	3.25^{a}	-29.67^{ab}
متوسط المعاملة	3.04^{a}	2.46^{b}	-	-19.08
المتغير	**الطرز**	**معاملة الإجهاد**	**التفاعل**	**التباين**
L.S.D(0.05)	0.387	0.148	0.535	22.42
C.V(%)	11.9			14.6

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

3-3-2-متوسط عدد الكبسولات في النبات (كبسولة. نبات$^{-1}$)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط عدد الكبسولات في النبات بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط عدد الكبسولات في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (99.10 كبسولة. نبات$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (64.38 كبسولة. نبات$^{-1}$)، حيثٌ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد الكبسولات في النبات مقدارهُ 33.7% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 11). حيثُ لوحظ زيادة عدد الكبسولات في طراز وراثي واحد هو الطراز حوراني5 (9.02%)، بينما تراوحت معدلات التناقص بالنسبة لعدد الكبسولات في النبات بين 17.95% في الشاهد حوراني، و55.77% في الطراز الوراثي حوراني3 (الجدول، 11). يُعزى التباين في عدد الكبسولات في النبات بين معاملتي الإجهاد المائي والشاهد المروي، إلى حقيقة أنّ تطبيق الإجهاد المائي ابتداءً من منتصف مرحلة الإزهار، قد أدّى إلى تقصير طول فترة الإزهار، بالإضافة إلى زيادة نسبة الأزهار العقيمة والمجهضة، الأمر الذي أثّر سلباً في عدد الأزهار الخصبة، ونسبة العقد، ومن ثمّ عدد الكبسولات المتشكلة في النبات، حيث يُلاحظ أنّ متوسط عدد الأيام حتى الإزهار كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي(45.26 يوماً)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي(38.13 يوماً)،حيثُ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد الأيام حتى الإزهار مقداره15.73 %، بالمقارنة مع معاملة الشاهد المروي (الجدول، 4). يُلاحظ أنّ متوسط عدد الكبسولات في النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية الشاهد حوراني، وحوراني5، وزوري4، وحوراني11، والشاهد زوري، وحوراني 6 بدون فروق معنويةٍ بينها (90.85، 89.80، 88.80، 88.50، 88.00، 84.58 كبسولة. نبات$^{-1}$ على التوالي)، تلاها الطرز الوراثية حوراني8، وزوري2، وزوري1، وحوراني3 بدون فروق معنوية بينها (84.35، 83.65، 80.80 ،79.15 كبسولة. نبات$^{-1}$على التوالي)، في حين كان متوسط عدد الكبسولات في النبات الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني9، وحوراني1، وزوري3 بدون فروق معنوية ببينها (67.50، 68.15، 68.15 كبسولة. نبات$^{-1}$على التوالي) (الجدول، 11). ما يؤكد الاستنتاج السابق أنّ عدد الكبسولات في النباتات كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية التي كان فيها عدد الأيام حتى الإزهار الأعلى معنوياً، ما يؤدي إلى زيادة طول مرحلة النمو الخضري – دون أن يؤثر ذلك سلباً في طول مرحلة الإزهار– ومن ثمّ كمية المادة

الجافة المتاحة خلال مرحلة الإزهار، ما يؤدي إلى زيادة عدد الأزهار الخصبة المتشكلة، وزيادة نسبة العقد، ومن ثمّ عدد الكبسولات المتشكلة في النبات، يُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية، أنّ متوسط عدد الكبسولات في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرز الوراثية حوراني11، وزوري4، وحوراني3، والشاهد زوري بدون فروق معنويةٍ بينها (118.33 ،114.33، 110.00، 109.33 كبسولة. نبات$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية حوراني8، وحوراني11، وحوراني3، وزوري3 بدون فروق معنوية بينها (47.00، 48.33، 58.67، 65.00 كبسولة. نبات$^{-1}$على التوالي) (الجدول، 11).

الجدول رقم (11): متوسط عدد الكبسولات في النبات (كبسولة. نبات$^{-1}$) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±%بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	110.00^{abc}	48.33^{g}	79.15^{abcd}	-55.77^{a}
حوراني8	103.67^{abcd}	65.00^{ghij}	84.35^{abc}	-36.72^{ab}
زوري1	93.33^{bcde}	68.33^{fghij}	80.80^{abcd}	-24.96^{ab}
زوري3	89.33^{cdef}	47.00^{j}	68.15^{cd}	-46.52^{ab}
حوراني11	118.33^{a}	58.67^{hij}	88.50^{a}	-50.28^{a}
زوري2	101.00^{abcd}	66.33^{fghij}	83.65^{abcd}	-33.31^{ab}
حوراني6	96.00^{abcde}	73.67^{efghi}	84.85^{ab}	-24.81^{ab}
حوراني1	80.00^{defghi}	56.33^{ij}	68.15^{bcd}	-29.53^{ab}
حوراني9	86.67^{cdefg}	48.33^{j}	67.50^{d}	-44.10^{ab}
زوري4	114.33^{ab}	63.33^{ghij}	88.80^{a}	-44.41^{ab}
حوراني5	86.33^{cdefg}	93.33^{bcde}	89.80^{a}	+9.02^{a}
شاهد حوراني	100.00^{abcd}	81.67^{defgh}	90.85^{a}	-17.95^{b}
شاهد زوري	109.33^{abc}	66.67^{fghij}	88.00^{a}	-39.15^{ab}
متوسط المعاملة	99.10^{a}	64.38^{b}	-	-33.7
المتغير	**الطرز**	**معاملة الإجهاد**	**التفاعل**	**التباين**
L.S.D(0.05)	14.60	5.30	20.64	26.90
C.V(%)	15.4			17.3

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

3-3-3-متوسط عدد البذور في الكبسولة (بذرة. كبسولة$^{-1}$)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط عدد البذور في الكبسولة بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط عدد البذور في الكبسولة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (68.79 بذرة. كبسولة$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (60.74 بذرة. كبسولة$^{-1}$) (الجدول، 12)، حيثٌ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد البذور في الكبسولة مقدارهُ 11.50% بالمقارنة مع الشاهد المروي. حيثُ لوحظ زيادة متوسط عدد البذور في الكبسولة في ثلاثة طرز وراثية حوراني8، وزوري2، وزوري4 (12.63، 18.20، 14.45%على التوالي) (الجدول، 12). يُعزى التباين في عدد البذور في الكبسولة الواحدة إلى التباين في طول الكبسولة، حيث كان متوسط طول الكبسولة الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (3.04 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (2.46 سم)، حيثُ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط طول الكبسولة مقدارهُ 19.08% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 10). يُلاحظ أنّ الانخفاض في طول الكبسولة تحت ظروف الإجهاد المائي كان أعلى بمقدار الضعف تقريباً بالمقارنة مع انخفاض عدد البذور في الكبسولة الواحدة، ويُعزى ذلك إلى غياب الفروق المعنوية في عدد الأخبية في الكبسولة الواحدة بين الشاهد المروي ومعاملة الإجهاد المائي، مع ملاحظة أنّ عدد الأخبية في الكبسولة كان أدنى ظاهرياً في معاملة الإجهاد المائي. ويُلاحظ أنّ متوسط عدد البذور في الكبسولة كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني1، وحوراني3، وزوري1، وحوراني11، وزوري2، وزوري3 بدون فروق معنوية بينها (77.50، 74.33، 74.00، 73.67، 66.17، 66.00 بذرة. كبسولة$^{-1}$على التوالي)، تلاها الطرز الوراثية وحوراني8، وحوراني6، وحوراني9، وزوري4، وحوراني5، والشاهد حوراني بدون فروق معنوية بينها (63.17، 61.83، 58.83، 58.83، 55.67، 55.33 بذرة. كبسولة$^{-1}$على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثي الشاهد زوري (52.67 بذرة.كبسولة$^{-1}$) (الجدول، 12). يُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية، أنّ متوسط عدد البذور في الكبسولة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرز الوراثية حوراني1، وحوراني3، وحوراني11 بدون فروق معنويةٍ بينها (80.67 ، 79.00، 75.33 بذرة. كبسولة$^{-1}$على التوالي)، كما كان الأعلى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطراز الوراثي (حوراني1) (74.33 بذرة.

كبسولة$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية الشاهد زوري، وحوراني5، والشاهد حوراني بدون فروق معنويةٍ بينها (32.33، 40.67، 48.00 بذرة. كبسولة$^{-1}$على التوالي)، كما كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطراز الوراثي زوري4(54.33 بذرة. كبسولة$^{-1}$). تُشير هذه النتائج إلى أنّ متوسط عدد البذور في الكبسولة يتحدد بشكلٍ رئيس بالعوامل الوراثية، وبشكلٍ جزئي بمتوسط طول الكبسولة وعدد الأخبية فيها.

الجدول رقم (12): متوسط عدد البذور في الكبسولة (بذرة. كبسولة$^{-1}$) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±%بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	79.00^{ab}	69.67^{abcde}	74.33^{a}	-4.14^{cd}
حوراني8	59.67^{cdef}	66.67^{abcdef}	63.17^{abc}	$+12.63^{cd}$
زوري1	74.00^{abcd}	74.00^{abcd}	74.00^{a}	0.00^{cd}
زوري3	67.33^{abcde}	64.67^{abcdef}	66.00^{ab}	-2.89^{cd}
حوراني11	75.33^{abc}	72.00^{abcde}	73.67^{a}	-3.89^{cd}
زوري2	60.67^{bcdef}	71.67^{abcde}	66.17^{ab}	$+18.20^{d}$
حوراني6	65.33^{abcdef}	58.33^{cdef}	61.83^{abc}	-10.85^{bcd}
حوراني1	80.67^{a}	74.33^{abc}	77.50^{a}	-22.29^{d}
حوراني9	62.67^{abcdef}	55.00^{bcdefg}	58.83^{bc}	-11.93^{bcd}
زوري4	54.33^{efg}	62.33^{bcdef}	58.33^{bc}	$+14.25^{d}$
حوراني5	70.67^{abcde}	40.67^{gh}	55.67^{bc}	-41.30^{ab}
شاهد حوراني	62.67^{abcdef}	$48.00f^{gh}$	55.33^{bc}	-22.33^{bc}
شاهد زوري	73.00^{abcd}	32.33^{h}	52.67^{c}	-55.14^{a}
متوسط المعاملة	68.79^{a}	60.74^{b}	-	-11.50
المتغير	**الطرز**	**معاملة الإجهاد**	**التفاعل**	**التباين**
L.S.D(0.05)	11.17	4.38	15.80	31.03
C.V(%)	15.0			18.1

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

3-3-4-متوسط عدد البذور في النبات (بذرة. نبات$^{-1}$)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط عدد البذور في النبات بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط عدد البذور في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (6652 بذرة. نبات$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (3813 بذرة. نبات$^{-1}$)،

حيثُ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد البذور في النبات مقدارهُ 39.60% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 13)، وتراوحت معدلات الانخفاض وبفروق معنوية في متوسط عدد البذور في النبات بين 13.85% في الطراز الوراثي حوراني1، و73.08% في الطراز الوراثي الشاهد زوري (الجدول، 13). يُعزى التباين في متوسط عدد البذور في النبات بين المعاملتين إلى التباين في متوسط عدد الكبسولات في النبات، وعدد البذور في الكبسولة الواحدة، حيث يُلاحظ أنّ متوسط عدد الكبسولات في النبات، وعدد البذور في الكبسولة كانا الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (99.10، 68.1 بذرة. كبسولة$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (64.38 ،60.74 بذرة. كبسولة$^{-1}$) (الجدول،11)، (الجدول، 12). يُلاحظ أنّ متوسط عدد البذور في النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني11، وحوراني3، وزوري1 بدون فروق معنوية بينها (6577، 6026، 5957 بذرة. نبات$^{-1}$على التوالي)، تلاها الطرز الوراثية زوري2، وحوراني6، وحوراني8، والشاهد حوراني بدون فروق معنوية بينها (5441، 5367، 5276 ،5108 بذرة. نبات$^{-1}$على التوالي)، ثُمَّ وبفروق معنوية فيما بينها الطرز الوراثية الشاهد زوري، وزوري4، وحوراني1، وحوراني5، وزوري3 (5057، 5012، 4895، 4758، 4512 بذرة. نبات$^{-1}$على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، في حين كان متوسط عدد البذور في النبات الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثي حوراني9 (4036 بذرة. نبات$^{-1}$) (الجدول، 13). يُلاحظ بالمقابل أنّ التباين في عدد البذور في النبات بين الطرز الوراثية كان نتيجة التباين في عدد الكبسولات في النبات، وعدد البذور في الكبسولة. ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل المتبادل بين المعاملات والطرز الوراثية أنّ متوسط عدد البذور في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرز الوراثية حوراني11، وحوراني3، والشاهد زوري بدون فروق معنوية بينها (8930، 8667، 7997 بذرة. نبات$^{-1}$على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية الشاهد زوري، وحوراني9، وزوري3 بدون فروق معنوية بينها (2117، 2658، 3033 بذرة. نبات$^{-1}$على التوالي) (الجدول، 13).

الجدول رقم (13): متوسط عدد البذور في النبات (بذرة. نبات$^{-1}$) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±%بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	8667^{a}	3385^{fghi}	6026^{ab}	-56.65^{ab}
حوراني8	6219^{bcd}	4333^{defgh}	5276^{abc}	-28.25^{bcd}
زوري1	6957^{abc}	4957^{cdefg}	5957^{ab}	-24.62^{cd}
زوري3	5992^{bcde}	3033^{ghi}	4512^{bc}	-48.09^{abc}
حوراني11	8930^{a}	4224^{defghi}	6577^{a}	-51.93^{abc}
زوري2	6108^{bcd}	4774^{cdefgh}	5441^{abc}	-21.17^{cd}
حوراني6	6282^{bcd}	4452^{defgh}	5367^{abc}	-31.65^{bcd}
حوراني1	5257^{cdef}	4534^{defgh}	4895^{bc}	-13.85^{d}
حوراني9	5413^{cdef}	2658^{hi}	4036^{c}	-50.78^{abc}
زوري4	6179^{bcd}	3885^{efghi}	5012^{bc}	-37.43^{bcd}
حوراني5	6169^{bcd}	3347^{fghi}	4758^{bc}	-42.21^{bcd}
شاهد حوراني	6303^{bcd}	3913^{efghi}	5108^{abc}	-35.43^{bcd}
شاهد زوري	7997^{ab}	2117^{i}	5057^{bc}	-73.08^{a}
متوسط المعاملة	6652^{a}	3813^{b}	-	-39.60
المتغير	**الطرز**	**معاملة الإجهاد**	**التفاعل**	**التباين**
L.S.D(0.05)	1298.3	509.2	1836.0	27.43
C.V(%)	11.4			14.1

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

3-3-5-وزن الألف بذرة (غ)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط وزن الألف بذرة بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط وزن الألف بذرة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي(4.21غ)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (3.85غ)،حيثُّ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط وزن الألف بذرة مقدارهُ 8.45% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 14). يُعزى ذلك إلى تأثير الإجهاد المائي في معدّل نمو البذور في الكبسولات التي تشكلّت أولاً، لأنّ الإجهاد المائي تمّ تطبيقه خلال النصف الثاني من مرحلة الإزهار وحتى بداية تشكل البذور وتطورها، ما يؤثر سلباً في حجم البذور، ومن ثمّ وزن البذرة الواحدة. يُلاحظ

أنّ متوسط وزن الألف بذرة كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية زوري4، وحوراني3، والشاهد زوري، وحوراني8، وزوري2، وحوراني11، والشاهد حوراني، وحوراني6 بدون فروق معنوية بينها (4.23، 4.19، 4.19، 4.17، 4.10، 4.08، 4.02، 4.01غ على التوالي)، تلاها الطرز الوراثية حوراني9، وحوراني5، وحوراني1 بدون فروق معنوية بينها (3.96، 3.94،3.94غ على التوالي)، في حين كان متوسط وزن الألف بذرة الأدنى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين زوري1، زوري3 بدون فروق معنوية بينهما (3.90،3.69غ على التوالي) (الجدول، 14). يُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية أنّ متوسط وزن الألف بذرة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرز الوراثية زوري4، والشاهد زوري، والشاهد حوراني بدون فروق معنوية بينها(4.56، 4.50، 4.02غ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية زوري1، والشاهد حوراني، وحوراني9 بدون فروق معنوية بينها (3.37، 3.63، 3.70 غ على التوالي) (الجدول، 14). عموماً، يمكن أن يؤثر الإجهاد المائي سلباً في حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض كمية المادة الجافة الكلية المُصنّعة والمتاحة خلال مرحلة امتلاء البذور، ما يؤثر سلباً في درجة امتلاء البذور ومن ثمّ وزن البذرة الواحدة، بالإضافة إلى تأثير الإجهاد المائي في معدّل نمو البذور في الكبسولات التي تشكلت أولاً، ما يؤثر سلباً في حجم البذور المتشكلة، ومن ثمّ درجة امتلائها ووزنها النهائي. ويمكن أن يُعزى التباين بين الطرز الوراثية إلى التباين بينها في حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، ومن ثمّ كمية المادة الجافة الكلية المُصنّعة والمتاحة خلال مرحلة النمو الثمري(Sharma *et al*., 2011).

الجدول رقم (14): متوسط وزن الألف بذرة (غ)لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	4.27^{abcde}	$4.10b^{cdefg}$	4.19^{ab}	-3.97^{bcde}
حوراني8	4.26^{abcde}	$4.08c^{defg}$	4.17^{abc}	-3.94^{bcde}
زوري1	4.00^{defgh}	3.37^{i}	3.69^{d}	-15.62^{ab}
زوري3	3.93^{defgh}	3.88^{efgh}	3.90^{cd}	$-1.10d^{e}$
حوراني11	3.99^{defgh}	4.16^{bcde}	4.08^{abc}	$+4.34^{e}$
زوري2	4.22^{abcde}	4.97^{defgh}	4.10^{abc}	$+5.82^{abcde}$
حوراني6	4.30^{abcd}	3.72^{fghi}	4.01^{abc}	-13.41^{abc}
حوراني1	4.12^{bcdef}	3.74^{fghi}	3.94^{bcd}	-8.11^{abcd}
حوراني9	4.22^{abcde}	3.70^{ghi}	3.96^{abc}	-12.25^{abcd}
زوري4	4.56^{a}	3.90^{defgh}	4.23^{a}	-14.36^{abc}
حوراني5	4.00^{defgh}	3.87^{efgh}	3.94^{bcd}	-3.09^{cde}
شاهد حوراني	4.40^{abc}	3.63^{hi}	4.02^{abc}	-17.74^{a}
شاهد زوري	4.50^{ab}	3.88^{efgh}	4.19^{ab}	-13.65^{abc}
متوسط المعاملة	4.21^{a}	3.85^{b}	-	-8.45
المتغير	**الطرز**	**معاملة الإجهاد**	**التفاعل**	**التباين**
L.S.D(0.05)	0.238	0.094	0.337	10.68
C.V(%)	5.1			7.58

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

3--3-6-الغلة البذرية (كغ. هكتار$^{-1}$)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط الغلّة البذريّة بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما.يُلاحظ أنّ متوسط الغلّة البذريّة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي(2056كغ. هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (847 كغ. هكتار$^{-1}$)، حيث سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط الغلّة البذريّة مقدارهُ 58.80% بالمقارنة مع الشاهد المروي، وتراوحت معدلات التناقص في متوسط الغلّة البذرية بين 30.65% في الطراز الوراثي زوري1، و85.25% في الطراز الوراثي الشاهد حوراني (الجدول، 15). يُعزى التباين في صفة الغلّة البذرية بين المعاملتين إلى التباين في كلٍ من عدد الكبسولات في النبات، وعدد البذور في النبات، ووزن الألف بذرة، 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 الغلّة البذرية بالمقارنة مع الغلّة الحيوية، حيثُّ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط الغلّة الحيويّة مقدارهُ 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 سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد البذور في النبات مقدارهُ 39.60% بالمقارنة مع الشاهد المروي، في حين لم تتجاوز نسبة الانخفاض في صفة وزن الألف بذرة 8.45%. يُلاحظ أن متوسط الغلّة البذريّة كان الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين حوراني11، والشاهد زوري بدون فروق معنوية بينها (2058، 1886 كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي)، تلاهما الطرز الوراثية حوراني3، وحوراني1، وزوري2 بدون فروق معنوية بينها(1672، 1587، 1565كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي)، في حين كان متوسط الغلّة البذريّة الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني9، وحوراني8، وزوري3 بدون فروق معنوية بينها (969، 1071، 1189 كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي) (الجدول، 15). ويُعزى التباين بين الطرز الوراثية في صفة الغلّة البذرية إلى التباين في عدد الكبسولات في النبات وصفة عدد البذور في النبات، وأيضاً إلى التباين في صفة متوسط وزن الألف بذرة، عموماً، تتحدد الغلّة البذرية في الطرز الوراثية المدروسة من السمسم بدرجةٍ أكبر بصفة متوسط عدد البذور في النبات، وبدرجةٍ أقل بصفة وزن الألف بذرة. يُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية أنّ متوسط الغلّة البذريّة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرازين الوراثيين حوراني11، والشاهد زوري بدون فروق معنوية بينهما (3021، 2742 كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرازين الوراثيين الشاهد حوراني، وحوراني9 بدون فروق معنوية بينهما (363، 502 كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي).

الجدول رقم (15): متوسط الغلّة البذريّة (كغ. هكتار$^{-1}$) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	2388^{cd}	955^{ijk}	1672^{b}	-60.14^{b}
حوراني8	1242^{hi}	899^{ijk}	1071^{g}	-33.00^{c}
زوري1	1753^{fg}	952^{ijk}	1353^{def}	-30.65^{c}
زوري3	1662^{fg}	715^{kl}	1189^{fg}	-56.99^{b}
حوراني11	3021^{a}	1094^{ij}	2058^{a}	-63.63^{ab}
زوري2	2073^{de}	1057^{ij}	1565^{bcd}	$-49.03b^{c}$
حوراني6	2145^{cde}	742^{kl}	1444^{bcde}	-45.33^{bc}
حوراني1	2235^{cd}	939^{ijk}	1587^{bc}	-57.99^{b}
حوراني9	1435^{gh}	502^{lm}	969^{g}	-65.00^{ab}
زوري4	1665^{fg}	962^{ijk}	1314^{ef}	-46.23^{bc}
حوراني5	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**
L.S.D(0.05)	208.4	81.8	294.8	21.68
C.V(%)	12.4			20.1

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

3-3-7- الغلة الحيوية (كغ. هكتار$^{-1}$)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط الغلّة الحيوية بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط الغلّة الحيويّة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (9160 كغ. هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي(5974 كغ. هكتار$^{-1}$)، حيثُّ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط الغلّة الحيويّة مقدارهُ 34.77% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 16). كما تراوحت نسبة التناقص في الغلّة الحيوية بين 7.91% في الطراز الوراثي حوراني6، و58.69% في الطراز الوراثي الشاهد زوري. ويمكن أن يُعزى التباين في الغلّة الحيوية بين المعاملتين إلى التباين في كلٍ من ارتفاع النبات، وعدد الفروع والكبسولات في النبات، وعدد الأيام اللازمة للإزهار، حيث كانت جميع هذه الصفات الأعلى معنوياً تحت ظروف الشاهد المروي

في حين كانت الأدنى معنوياً تحت ظروف معاملة الإجهاد المائي. يُلاحظ أن متوسط الغلّة الحيويّة كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني6، وزوري4، وزوري2، والشاهد حوراني بدون فروق معنوية بينها (10167، 10167، 9792، 9125 كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي)، تلاها الطرز الوراثية حوراني3، وحوراني1، وحوراني11، والشاهد زوري بدون فروق معنوية بينها (8583 ،8250، 7583، 7458 كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي)، ثُمَّ وبفروق معنوية فيما بينها الطرازين الوراثيين حوراني9، وحوراني8(6667، 5958 كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي) بدون فروق معنوية بينهما، في حين كان متوسط الغلّة الحيويّة الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية زوري3، وزوري1، وحوراني5 بدون فروق معنوية بينها (4708، 4792، 5125 كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي) (الجدول، 16). يُعزى أيضاً التباين في صفة الغلّة الحيوية بين الطرز الوراثية المدروسة إلى التباين في صفات ارتفاع النبات، وموعد الإزهار، وعدد الفروع في النبات، وعدد الكبسولات في النبات، وعدد البذور في الكبسولة. يُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية، أنّ متوسط الغلّة الحيويّة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرز الوراثية حوراني1، وزوري4، وحوراني3، وزوري2 بدون فروق معنوية بينها(12583، 12083، 11333، 11167 كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية حوراني1، وزوري1، وزوري3، وزوري، وحوراني5، وحوراني11 بدون فروق معنوية بينها (3917، 4083، 4167، 4250، 4750، 4917 كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي) (الجدول، 16). توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليهGolestani وPakniyat (2015)، في محصول السمسم. ومع ما توصل إليه Komivi Doss وزملاؤه (2016) في محصول السمسم.

النتائج والمناقشة

الجدول رقم (16): متوسط الغلّة الحيوية (كغ. هكتار$^{-1}$) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	11333^{abc}	5833^{ijk}	8583^{bcd}	-41.85^{bcd}
حوراني8	7000^{hij}	4917^{jk}	5958f^{g}	-29.76^{cde}
زوري1	5500^{ijk}	4083^{k}	4792^{g}	-24.07^{de}
زوري3	5250^{ijk}	4167^{k}	4708^{g}	-20.58^{de}
حوراني11	10250^{bcdef}	4917^{jk}	7583de	-52.08^{abc}
زوري2	11167^{abc}	8417^{efgh}	9792^{ab}	-23.63^{de}
حوراني6	10750^{abcd}	9583^{cdefg}	10167^{a}	-7.91^{e}
حوراني1	12583^{a}	3917^{k}	8250^{cd}	-68.71^{a}
حوراني9	7500^{ghi}	5833^{ijk}	6667^{ef}	-22.46^{de}
زوري4	12083^{ab}	8250^{fgh}	10167^{a}	-31.05^{cde}
حوراني5	5500^{ijk}	4750^{jk}	5125^{g}	-13.29^{e}
شاهد حوراني	9500^{cdefg}	8750^{defgh}	9125^{abc}	-10.66^{e}
شاهد زوري	10667^{abcde}	4250^{k}	7458de	-58.69^{ab}
متوسط المعاملة	9160^{a}	5974^{b}	-	-34.77
المتغير	**الطرز**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
L.S.D(0.05)	1415.1	555.0	2001.2	26.86
C.V(%)	16.1			12.4

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

3-4- الصّفات الفيزيولوجية Physiological traits

3-4-1-محتوى الماء النسبي في الأوراق(RWC) (%):

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية($P\leq0.05$) في صفة متوسط محتوى المائي النسبي بين المعاملات(إجهاد مائي بدءاً من منتصف مرحلة الإزهار وحتى نهايتها، والشاهد المروي بدون إجهاد مائي)، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي(81.52%)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي(67.47%)، حيثُ سبّب الإجهاد

المائي انخفاضاً في متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق مقدارهُ 17.20% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 17). يُعزى التراجع في محتوى الماء النسبي في الأوراق تحت ظروف الإجهاد المائي إلى تراجع محتوى التربة المائي في منطقة انتشار الجذور، الأمر الذي أدّى إلى تراجع فرق التدرج في الجهد المائي بين التربة وخلايا المجموعة الجذرية لنباتات السمسم، فيتراجع تبعاً لذلك معدّل امتصاص المياه، وتصبح كمية المياه المفقودة بالنتح عن طريق المسامات أثناء عملية التبادل الغازي أكبر من كمية المياه الممتصة، ما يؤدي إلى تعرّض خلايا الأوراق إلى ظروف العجز المائي، المتمثلة بتراجع جهد الامتلاء أو محتوى الماء النسبي في الأوراق. يُلاحظ أنّ متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني3، وحوراني1، وحوراني11(88.16، 86.85، 86.04%على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، تلّاها الطراز الوراثي زوري2(81.67%)، ثُمَّ وبفروق معنوية الطراز الوراثي زوري4 (80.04%)، فالطرز الوراثية زوري1، وزوري3، والشاهد زوري (75.16، 74.57، 73.41%على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، في حين كان متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية الشاهد حوراني، وحوراني6، وحوراني9، وحوراني5(60.36، 64.30، 64.63، 64.92%على التوالي) بدون فروق معنوية بينها(الجدول، 17). حقق الطراز الوراثي زوري 3 زيادة طفيفة في محتوى الماء النسبي بلغت 0.90% وكانت معنوية مقارنةً بمعدلات التناقص في جميع الطرز الباقية والتي تراوحت بين 12.11% في الطراز حوراني1، و26.22% في الطراز حوراني8. ويُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية، أنّ متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرز الوراثية حوراني3، وحوراني11، وحوراني1(98.34، 92.81، 92.44 % على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية الشاهد حوراني، وحوراني5، وحوراني9، وحوراني8، وحوراني6(52.45، 56.54، 57.64، 58.03، 59.42% على التوالي) بدون فروق معنوية بينها (الجدول، 17). يُسبب الجفاف أو تراجع محتوى الخلايا النباتية المائي أذىً شديداً، وعدم انتظام مكونات الأغشية الخلوية والمكونات الخلوية، وتخريب البروتوبلازم، وتدهور أغشية الخلية السيتوبلاسمية وتخريب البروتين وحدوث طفرات في المورثات (الشحاذه العوده وزملاؤه، 2015). .ويؤدي انخفاض محتوى الماء النسبي في الأوراق إلى انخفاض كبير في كفاءة الأوراق التمثيلية Photosynthetic efficiency، فيتراجع معدّل تثبيت الكربون

النتائج والمناقشة

في خلقة تمثيل الكربون، ويقل تبعاً لذلك معدّل استهلاك المركبات الغنية بالطاقة (ATP, NADPH)، ما يؤدي غلى تراجع معدّل تشكيل المستقبل النهائي للإلكترونات المركب $NADP^+$، فيقوم الأوكسجين الجزيئي بتلقف هذه الإلكترونات وتشكيل جذر السزبر أوكسيد الحر ($O_2^{\cdot-}$) الذي ما إن يتفاعل مع جذر الماء الأوكسيجيني الحر H_2O_2 حتى يُشكل جذر الماءات الحر ($OH^{\cdot-}$)، الذي يتميز بمقدرة تفاعلية كبيرة (Frick ***et al.,*** 2004)، إذْ يُهاجم المواد الدهنية المُفسفرة الداخلة في تركيب الأغشية السيتوبلاسمية ويعمل على تخريبها (الشحاذه العوده وزملاؤه، 2015)، فينشأ غشاء مليء بالفجوات Porous membrane، فتفقد بذلك الأغشية الحيوية خاصيتها الاصطفائية، وتموت جرّاء ذلك الخلايا النباتية (Soliman and Sadek, 1998). توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Hassanzadeh وزملاؤه (2009)، ومع نتائج Desoky وزملاؤه (2023) على محصول السمسم.

الجدول رقم (17): متوسط نسبة محتوى الماء النسبي (%) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	98.34^{a}	77.98^{defg}	88.16^{a}	-20.70^{a}
حوراني8	78.67^{defg}	58.03^{j}	68.35^{e}	-26.22^{a}
زوري1	82.40^{cd}	67.92^{hi}	75.16^{d}	-17.57^{a}
زوري3	74.35^{fegh}	74.78^{efgh}	74.57^{d}	$+0.90^{b}$
حوراني11	92.81^{ab}	79.26^{def}	86.04^{ab}	-14.59^{a}
زوري2	89.54^{b}	73.81^{efghi}	81.67^{bc}	-17.58^{a}
حوراني6	69.19^{hi}	59.42^{j}	64.30^{ef}	-14.13^{a}
حوراني1	92.44^{ab}	81.25^{de}	86.85^{a}	-12.11^{a}
حوراني9	71.63^{ghi}	57.64^{j}	64.63^{ef}	-19.52^{a}
زوري4	88.55^{bc}	71.53^{ghi}	80.04^{c}	-19.22^{a}
حوراني5	73.31^{fghi}	56.54^{j}	64.92^{ef}	-22.87^{a}
شاهد حوراني	68.27^{hi}	52.45^{j}	60.3^{6f}	-23.21^{a}
شاهد زوري	80.30^{def}	66.52^{i}	73.41^{d}	-17.15^{a}
متوسط المعاملة	81.52^{a}	67.47^{b}	-	17.20
المتغير	**الطرز**	**معاملة الإجهاد**	**التفاعل**	**التباين**
L.S.D(0.05)	6.457	1.791	4.565	12.91
C.V(%)	5.3			17.5

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

النتائج والمناقشة

3-4-2-نسبة الذائبات المتسربة (RSL)(%):

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما.يُلاحظ أنّ متوسط نسبة الذائبات المتسربة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (75.19%)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (68.45%) (الجدول، 18). يُعزى التباين في نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية الحيوية إلى التباين في محتوى الماء النسبي في الأوراق، حيث تؤدي المحافظة على درجة امتلاء الخلايا النباتية إلى المحافظة على ثباتية واستقرار وسلامة الأغشية الحيوية. يُلاحظ أنّ متوسط نسبة تسرب الذائبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين الشاهد حوراني وحوراني5 (87.73، 87.17%على التوالي) بدون فروق معنوية بينهما، تلاهما الطراز الوراثي زوري3 (84.08%)، ثُمَّ وبفروق معنوية فيما بينهما الطراز الوراثي حوراني9 (80.29%)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثي حوراني11 (52.94%) (الجدول، 18). ويُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية أنّ متوسط نسبة الذائبات المتسربة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية الشاهد حوراني، وحوراني5، وزوري3 (94.41، 94.33، 91.75 % على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرازين الوراثيين حوراني11، وزوري1 (47.73، 49.21%على التوالي) بدون فروق معنوية بينهما (الجدول، 18). يُعزى التباين في نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية بين الطرز الوراثية المدروسة بشكلٍ رئيس إلى التباين في محتوى الماء النسبي في الأوراق، حيث تُشير النتائج إلى أهمية المحافظة على محتوى الخلايا النباتية المائي لضمان استقرار Stability الأغشية السيتوبلاسمية وسلامتها، وترتبط حياة الخلية النباتية بكفاءة الصنف في المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية ضمن ظروف الإجهاد المائي. ويؤدي الإجهاد المائي (تراجع محتوى الماء النسبي في الأوراق) إلى تخريب الأغشية السيتوبلاسمية بشكلٍ غير مباشر من خلال تقليل معدّل التمثيل الضوئي، أو معدّل تثبيت الكربون خلال تفاعلات الظلام في حلقة إرجاع الكربون الثلاثية (C_3PCR)، ما يؤدي إلى تراجع معدّل استهلاك المركبات الغنية بالطاقة المُصنَّعة (ATP، NADPH)، الأمر الذي يؤدي إلى تعطيل إعادة توليد المستقبل النهائي للإلكترونات، المركب $NADP^+$ الذي يُعد بمنزلة المستقبل النهائي للإلكترونات في سلسلة انتقال الإلكتروناتElectron Transport Chain (ETC) خلال تفاعلات الضوء، عندئذٍ يعمد الأوكسجين الجزيئي إلى تلقف

هذه الإلكترونات ويتفاعل معها ليشكل جذر السوبر أوكسيد الحر ($O_2^{\cdot-}$)، يُلاحظ أن نسبة الذائبات المتسربة كان الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين الشاهد حوراني وحوراني5، الذي ما إن يتفاعل مع جذر الماء الأوكسجيني(H_2O_2) حتى يُشكّل جذر الماءات الحر ($OH^{\cdot-}$)، الذي يُعد ذو مقدرة تفاعلية كبيرة جداً(Fricke *et al*, 2004)، إذْ يُهاجم المواد الدهنية المُفسفرة الداخلة في تركيب الأغشية السيتوبلاسمية ويعمل على تخريبها (Soliman and Sadek,1998؛ الشحاذه العوده وزملاؤه، 2015)، فينشأ غشاء مليء بالفجوات Porous membrane، فتفقد بذلك الأغشية الحيوية خاصيتها الاصطفائية، وتموت جرّاء ذلك الخلايا النباتية (Soliman and Sadek, 1998؛). غالباً ما تؤدي الإجهادات البيئية المختلفة، بما في ذلك الجفاف، إلى تشكيل أنواع جذور الأكسجين الحرّة الفعّالة Reactive Oxygen Species (ROS)في الخلايا النباتية، التي تُخرب المواد الدهنية المفسفرة الداخلة في تركيب الأغشية السيتوبلاسمية، وتثبط اصطناع البروتينات، وتتلف الأحماض النووية (DNA، RNA)، ما يؤدي في النهاية إلى موت الخلايا النباتية (Sharma *et al*., 2011). عموماً، يؤدي تعرّض النباتات للإجهاد المائي إلى حدوث العديد من الاستجابات التي تؤدي إلى تجفاف الخلايا النباتية Cellular dehydration المترافق مع حدوث تبدلات حلولية Osmotic changes تتمثل بإزالة المياه من السيتوبلاسم إلى الفراغات بين الخلوية، ما يؤدي إلى تراجع حجم البروتوبلاسم والفجوات Vacuoles، ويمكن أن يؤدي ذلك في نهاية المطاف إلى تراجع ماء الترطيب Hydration water ومن ثمّ تخريب البروتوبلاسم وموت الخلايا النباتية، إضافةً إلى تشكيل جذور الأوكسجين الحرة، التي عادةً ما يكون لها تأثير تأكسدي ضار في تركيب الخلايا النباتية والعمليات الأيضية/الاستقلابية المختلفة (Wang *et al*., 2009). توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Fazeli وزملاؤه (2006)، ومع نتائج Madhusudhan وSudhaker (2023) على محصول الفول السوداني.

النتائج والمناقشة

الجدول رقم (18): متوسط نسبة الذائبات المتسربة (%) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±%بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	56.33^{oP}	65.03^{jk}	66.68^{f}	$+15.51^{bcd}$
حوراني8	69.30^{h}	85.46^{s}	77.38^{d}	$+23.46^{de}$
زوري1	49.21^{rs}	68.26^{hi}	58.74^{g}	$+38.79^{f}$
زوري3	76.41^{f}	91.75^{ab}	84.08^{b}	$+20.09^{cde}$
حوراني11	47.73^{s}	58.16^{no}	52.94^{i}	$+21.96^{de}$
زوري2	55.00^{P}	60.15^{mn}	57.58^{gh}	$+9.37^{b}$
حوراني6	63.11^{kl}	78.32^{ef}	70.72^{e}	$+24.16^{e}$
حوراني1	51.43^{qr}	61.45^{lm}	56.44^{h}	$+19.57^{cde}$
حوراني9	75.72^{f}	84.86^{c}	80.29^{c}	$+12.13^{bc}$
زوري4	52.33^{q}	62.78^{klm}	57.55^{gh}	$+16.53^{a}$
حوراني5	80.00^{de}	94.33^{a}	87.17^{a}	$+17.95^{cde}$
شاهد حوراني	81.06^{d}	94.41^{a}	87.73^{a}	$+16.54^{bcde}$
شاهد زوري	66.08^{ij}	72.57^{g}	69.33^{e}	$+9.83^{b}$
متوسط المعاملة	68.45^{b}	75.19^{a}	-	+16.37
المتغير	**الطرز**	**معاملة الإجهاد**	**التفاعل**	**التباين**
L.S.D(0.05)	1.817	0.713	2.570	7.26
C.V(%)	2.3			19.3

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

3-5- الصّفات النوعيّة Quality traits

3-5-1- نسبة الزيت في البذور (%)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في متوسط نسبة الزيت في البذور بين الطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بين المعاملات والطرز الوراثية، في حين لوحظ وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) بين المعاملات، حيثُ كان متوسط نسبة الزيت في البذور الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (36.18 %)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (32.87 %)، حيثُ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط نسبة الزيت في البذور مقدارهُ 8.45% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 19). يُعزى ذلك إلى التباين في كمية المادة الجافة الكلية المُصنّعة والواصلة إلى البذور خلال فترة امتلاء البذور، بالإضافة إلى التباين في محتوى البذور من البروتينات، حيث تؤدي

ظروف الجفاف إلى زيادة معدّل نقل المركبات الآزوتية من الأجزاء الهوائية (المصدر) إلى البذور (المصب)، فتزداد نسبة البروتينات على حساب نسبة الزيت في البذور، في حين قد يُعزى عدم وجود فروق معنوية بين الطرز الوراثية إلى أن الطفرات التي تم إحداثها لم تؤثر على صفة نسبة الزيت في بذور الأصناف المطفرة.

الجدول رقم (19): متوسط نسبة الزيت في البذور (%) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±%بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	33.83^{a}	35.04^{a}	34.44^{a}	+5.01^{ab}
حوراني8	36.76^{a}	33.85^{a}	35.30^{a}	-7.57^{ab}
زوري1	36.24^{a}	32.37^{a}	34.31^{a}	-10.54^{ab}
زوري3	38.15^{a}	33.59^{a}	35.87^{a}	-11.41^{ab}
حوراني11	33.00^{a}	33.25^{a}	33.12^{a}	+0.54^{ab}
زوري2	36.31^{a}	30.53^{a}	33.42^{a}	-16.44^{ab}
حوراني6	32.40^{a}	35.23^{a}	33.81^{a}	+9.21^{b}
حوراني1	39.26^{a}	30.97^{a}	35.11^{a}	-21.20^{a}
حوراني9	37.73^{a}	34.42^{a}	36.07^{a}	-8.52^{ab}
زوري4	35.37^{a}	34.93^{a}	35.15^{a}	-0.57^{ab}
حوراني5	37.89^{a}	30.16^{a}	34.03^{a}	-20.74^{a}
شاهد حوراني	37.89^{a}	31.41^{a}	34.65^{a}	-16.84^{ab}
شاهد زوري	35.56^{a}	31.57^{a}	33.57^{a}	-11.53^{ab}
متوسط المعاملة	36.18^{a}	32.87^{b}	-	-8.45
المتغير	**الطرز**	**معاملة الإجهاد**	**التفاعل**	**التباين**
L.S.D(0.05)	5.431	2.130	7.681	24.63
C.V(%)	6.6			10.6

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

3-5-2- نسبة البروتين في البذور (%)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط نسبة البروتين في البذور بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط نسبة البروتين في البذور كان الأعلى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (23.70%)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (22.79%) (الجدول، 20). حيث يؤدي تعرض النباتات لظروف الإجهاد المائي إلى تسريع معدّل انتقال المركبات الآزوتية من الأوراق إلى البذور، ما يؤدي عادةً إلى اصفرار الأوراق، وزيادة محتوى البذور من البروتينات. ويُلاحظ أنّ متوسط نسبة البروتين في البذور

كان الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين حوراني6، وحوراني5 بدون فروق معنوية بينهما (23.89،23.88 %على التوالي)، تلاهما الطرز الوراثية الشاهد زوري، وزوري2، وحوراني3، والشاهد حوراني، وحوراني8، وحوراني11، وزوري4، وحوراني9، وزوري1، وحوراني1 بدون فروق معنوية بينها (23.49، 23.47، 23.40، 23.35، 23.35، 23.25، 23.22، 23.17، 23.01، 22.91، 22.76%على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثي زوري3 (22.36%) (الجدول، 20). يمكن أن يُعزى التباين بين الطرز الوراثية إلى التباين في كمية المادة الجافة الكلية الواصلة إلى البذور، والتباين في كفاءة تحويل المادة الجافة إلى بروتينات ومواد دهنية. ويُلاحظ بالنسبة إلى التفاعل المتبادل بين المعاملات والطرز الوراثية أن متوسط نسبة البروتين كان الأعلى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية حوراني6، وحوراني5، وحوراني11، وحوراني3، وزوري2 بدون فروق معنوية بينها (24.53، 24.13، 24.11، 24.11، 24.06% على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي لدى الطرازين الوراثيين زوري3، وزوري1 بدون فروق معنويةٍ بينهما (21.60، 21.93% على التوالي) (الجدول، 20). توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Qureshi وزملاؤه (2023)، ومع ما توصل له Wang وزملاؤه (2012) لاحظ أنه مع تزايد مستويات الإجهاد المائي زادت نسبة البروتين في بذور السمسم معنوياً بنسبة 14 % مقارنةً بالشاهد المروي. ولكنها تختلف مع نتائج Nayyar وزملاؤه (2006) الذي وجد تراجع في المحتوى من المواد البروتينية في ظروف الإجهاد المائي. وبشكلٍ عام يعتمد المحتوى البروتيني في البذور على التركيب الوراثي والظروف البيئية، بخاصة تأثير الإجهاد المائي الجفافي والإجهاد المائي الحراري خلال فترة امتلاء البذور ومدى توفر الآزوت (Tea *et al*., 2004). فقد يسبب الجفاف تراجعاً في نسبة البروتينات بسبب تراجع نمو وغلة النبات الذي ينعكس سلباً على التركيب الكيميائي للبذور، كما أن تراجع إتاحة الماء تحت ظروف الجفاف عادةً يؤدي إلى تراجع امتصاص العناصر الغذائية الكلية، وبالنتيجة تناقص تركيز هذه العناصر في البذور (Painawadee *et al*., 2009).

الجدول رقم (20): متوسط نسبة البروتين في البذور (%) لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±%بالمقارنة مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	إجهاد مائي	متوسط الطرز	نسبة التباين ±%
حوراني3	22.69^{abcde}	24.11^{ab}	23.40^{ab}	$+6.50^{ab}$
حوراني8	23.86^{abc}	22.64^{bcde}	23.25^{ab}	-5.10^{a}
زوري1	21.93^{de}	23.88^{abc}	22.91^{ab}	$+9.01^{b}$
زوري3	21.60^{e}	23.11^{abcde}	22.36^{b}	$+7.08^{ab}$
حوراني11	22.33^{bcde}	24.11^{ab}	23.22^{ab}	$+8.00^{b}$
زوري2	22.88^{abcde}	24.06^{ab}	23.47^{ab}	$+5.13^{ab}$
حوراني6	23.26^{abcde}	24.53^{a}	23.89^{a}	$+5.62^{ab}$
حوراني1	22.05^{cde}	23.48^{abcd}	22.76^{ab}	$+6.50^{ab}$
حوراني9	22.50^{bcde}	23.53^{abcd}	23.01^{ab}	$+4.72^{ab}$
زوري4	23.21^{bcde}	23.14^{abcde}	23.17^{ab}	-0.30^{ab}
حوراني5	23.63^{abcd}	24.13^{ab}	23.88^{a}	$+2.08^{ab}$
شاهد حوراني	22.99^{abcde}	23.71^{abcd}	23.35^{ab}	$+3.56^{ab}$
شاهد زوري	23.31^{abcde}	23.68^{abcd}	23.49^{ab}	$+1.62^{ab}$
متوسط المعاملة	22.79^{b}	23.70^{a}	-	+4.22
المتغير	**الطرز**	**معاملة الإجهاد**	**التفاعل**	**التباين**
L.S.D(0.05)	1.086	0.426	1.536	10.82
C.V(%)	4.0			9.3

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

3-6- معايير تجمل الإجهاد المائي Stress tolerance indices

3-6-1- متوسط الإنتاجية (MP)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط الإنتاجية لدى الطرز الوراثية تحت ظروف الشاهد المروي خلال مرحلة نمو نباتات السمسم وظروف الإجهاد المائي المطبق بدءاً من منتصف مرحلة الإزهار وحتى بدء تشكل الكبسولات، حيث كان متوسط الإنتاجية الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين حوراني11، والشاهد المروي زوري بدون فروق معنوية بينهما (2058، 1887على التوالي)، تلاهما الطراز الوراثي حوراني3 (1675)، ثُمَّ وبفروق معنوية فيما بينها الطرز الوراثية حوراني1، وزوري2، وحوراني6، والشاهد حوراني (1587، 1565، 1444، 1411 على التوالي) بدون فروق معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين حوراني9، وحوراني8

بدون فروق معنوية بينهما(969، 1071على التوالي) (الجدول، 21). تُشير هذه النتائج إلى تفوق الطرازين الوراثيين حوراني11 والشاهد زوري في متوسط الغلّة البذرية تحت ظروف كلٍ من الشاهد المروي والإجهاد المائي، وتُصنّف تبعاً لذلك ضمن المجموعة A، في حين فشلت الطرز الوراثية حوراني9، وحوراني8 في إعطاء متوسط إنتاجية مرتفعة تحت ظروف المعاملتين، وتبعاً لذلك يصنفان ضمن المجموعة D.

3-6-2- دليل تحمّل الإجهاد المائي (STI)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة دليل تحمّل الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية، حيثُ كان دليل تحمّل الإجهاد المائي الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين حوراني11، والشاهد زوري بدون فروق معنوية بينهما (806.2، 688.1على التوالي)، تلاهما الطرازيين الوراثيين حوراني3، وزوري2 بدون فروق معنوية بينهما (557.6، 535.2 على التوالي)، في حين كان دليل تحمّل الإجهاد المائي الأدنى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين حوراني9، والشاهد حوراني بدون فروق معنوية بينهما (176.2، 218.1 على التوالي) (الجدول، 21).

3-6-3- المتوسط الهندسي للإنتاجية (GMP):

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة المتوسط الهندسي الإنتاجية لدى الطرز الوراثية، حيثُ كان المتوسط الهندسي للإنتاجية الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين حوراني11، والشاهد زوري بدون فروق معنوية بينهما (1816، 1677 على التوالي)، تلاهما الطرز الوراثية حوراني3، وزوري2، وحوراني1 بدون فروق معنوية فيما بينها (1513، 1480، 1449على التوالي)، في حين كان المتوسط الهندسي للإنتاجية الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية حوراني9، والشاهد حوراني، وحوراني8 بدون فروق معنوية بينها(849، 945، 1055 على التوالي) (الجدول، 21).

3-6-4- دليل الحساسيّة للإجهاد (SSI)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة دليل الحساسيّة للإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية، حيثُ كان الأعلى معنوياً لدى الطراز الوراثي الشاهد حوراني (1.453)، وبالتالي فهو الأكثر حساسية للجهد المائي، تلاه الطرز الوراثية حوراني9، وحوراني6، وحوراني11، والشاهد زوري، وحوراني3، وحوراني1، وحوراني5،

وزوري3 بدون فروق معنوية بينها (1.110، 1.100، 1.083، 1.057، 1.023، 0.990، 0.990، 0.970 على التوالي)، في حين كان دليل الحساسيّة للإجهاد المائي الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثي حوراني8 (0.447) (الجدول، 21).

3-6-5- دليل ثباتية الغلّة (YSI):

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة دليل ثباتية الغلّة لدى الطرز الوراثية، حيثُ كان الأعلى معنوياً لدى الطراز الوراثي حوراني8 (73.76)، تلاه الطرز الوراثية زوري4، وزوري1، وزوري2 بدون فروق معنوية بينها (58.32، 54.64، 50.97 على التوالي)، وبالتالي كانت هذه الطرز الأعلى تحملاً للإجهاد المائي، في حين كان دليل ثباتية الغلّة الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثي الشاهد حوراني (14.75) (الجدول، 21)، هذا يؤكد أنه الأكثر حساسية للجهد المائي.

نستنتج مما سبق أن معاملFischer وMuarer (SSI) صنف الطرز إلى حساسة ومتحملة للإجهاد بغض النظر عن غلتها، وهو ذو كفاءة جيدة في غربلة الطرز المتحملة، وهذا ما تم التوصل إليه في النتائج السابقة، التي خلصت إلى اختلاف كفاءة المؤشرات المستخدمة في تقييم الطرز للإجهاد. واتفقت مع نتائج العديد من الدراسات (Dodig *et al*., 2008; Sio-Se Mardeh *et al*., 2006)، التي ناقشت كفاءة المؤشرات المدروسة في تمييز الأصناف المتحملة والحساسة لعدة أنواع نباتية، حيث أظهرت نتائجهم أنه في ظروف الإجهاد المائي المعتدل كانت مؤشرات متوسط الإنتاج (MP)، وإنتاجية المتوسط الهندسي (GMP)، ودليل تحمل الإجهاد المائي (STI) من أكثر المؤشرات كفاءةً في تمييز الأصناف عالية الإنتاج تحت كلاً من الظروف المجهدة والشاهد المروي، بينما وجدوا أن دليل حساسية الإجهاد المائي (SSI) مفيد جداً في تمييز الأصناف المتحملة. وجد (Bazrafshan and Ehsanzadeh., 2014) أنّ أفضل معيار لتقييم التحمل للجفاف هو STI، بالإضافة لمؤشري MP وGMP وذلك تحت ظروف الإجهاد المائي المعتدل والشديد. كما وجدا أن المشكلة في استعمال المعامل SSI كمعيار لتكيف الطرز مع الإجهاد المائي وجود حالات ترتبط فيها قيمة هذا المؤشر إيجاباً مع انخفاض الغلة، وذلك في الطرز التي تتأثر غلتها بشكل قليل بالإجهاد المائي وتكون غلتها بالأساس منخفضة، هذا يعني أنّ الطرز التي تمتلك قيم SSI منخفضة قد تعطي قيم STI منخفضة وهذا يعد غير مفيد

في التقييم. وتوصل (Talebi *et al*., 2013) إلى نتائج مماثلة في الحمص من حيث كفاءة مؤشرات التحمل الكمية في تقييم درجة حساسية أو تحمل صنف الحمص للجفاف.

الجدول رقم (21):متوسطات معايير تحمل الإجهاد المائي المستخدمة في تقييم طرز السمسم المدروسة.

الطرز الوراثية	MP	STI	GMP	SSI	YSI	المجموعة
حوراني3	1675^{bc}	557.6^{bc}	1513^{bc}	1.023^{b}	39.86^{d}	A
حوراني8	1071^{fg}	273.8^{efg}	1055^{fgh}	0.447^{d}	73.76^{a}	D
زوري1	1353^{de}	406.0^{cde}	1291^{cdef}	0.770^{c}	54.64^{b}	C
زوري3	1189^{efg}	292.5^{efg}	1090^{fg}	0.970^{b}	43.01^{cd}	D
حوراني11	2058^{a}	806.2^{a}	1816^{a}	1.083^{b}	36.37^{d}	A
زوري2	1565^{cd}	535.2^{bcd}	1480^{bcd}	0.830^{c}	50.97^{bc}	A
حوراني6	1444^{cde}	387.1^{cde}	1259^{def}	1.100^{b}	35.27^{d}	B
حوراني1	1587^{cd}	517.0^{cd}	1449^{bcde}	0.990^{b}	42.01^{d}	B
حوراني9	969^{g}	176.2^{g}	849^{h}	1.110^{b}	35.00^{d}	D
زوري4	1314^{def}	389.5^{cde}	1264^{def}	0.710^{c}	58.32^{b}	C
حوراني5	1344^{def}	369.7^{def}	1227^{ef}	0.990^{b}	42.01^{d}	C
شاهد حوراني	1411^{cde}	218.1^{fg}	945^{gh}	1.453^{a}	14.75^{e}	B
شاهد زوري	1887^{ab}	688.1^{ab}	1677^{ab}	1057^{b}	37.82^{d}	A
L.S.D(0.05)	253.8	152.3	220.5	0.136	8.091	–
C.V(%)	10.4	20.4	10.1	8.3	11.1	

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

بحسب (Fernandez, 1992) وفقاً لمعايير تحمل الإجهاد ودراسة الغلّة البذرية للطرز الوراثية فإنه يتم تقسيم الطرز إلى أربع مجموعات اعتماداً على أداء تلك الطرز تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة مائياً على النحو الآتي:

المجموعة A: تضم الطرز التي تبدي تفوقاً متماثلاً تحت ظروف البيئتين المجهدة وغير المجهدة.

المجموعة B: تضم الطرز التي تبدي تفوقاً تحت ظروف البيئة الغير مجهدة فقط.

المجموعة C: تضم الطرز التي تبدي تفوقاً تحت الظروف البيئية المجهدة فقط.

المجموعة D: تضم الطرز التي لاتبدي أي تفوق تحت ظروف البيئتين المجهدة وغير المجهدة.

النتائج والمناقشة

وبناءً على ذلك ووفقاً لنتائج الموسم الأول تم اختيار ست طرز وراثية متباينة في درجة تحملها وحساسيتها للإجهاد المائي المطبق على نباتات السمسم، واستخدمت كسلالات أبوية لإجراء التهجين نصف التبادلي بينها في الموسم الزراعي الثاني(2022) وهي:

P1: حوراني3: طراز وراثي اعتبر متوسط الحساسية للإجهاد لكن إنتاجيته كانت عالية تحت ظروف الشاهد المروي.

P2: زوري1: طراز وراثي متحمل للإجهاد، إنتاجيته متوسطة تحت ظروف الشاهد المروي لكن حقق أقل معدل للانخفاض في الغلة البذرية تحت ظروف الإجهاد المائي.

P3: حوراني11: طراز وراثي اعتبر حساساً للإجهاد (حقق أعلى القيم للدليل SSI) ، لكن إنتاجيته كانت الأعلى تحت ظروف الشاهد المروي. وحقق أفضل قيمة لدليل متوسط الإنتاجية MP، ومتوسط الإنتاجية الهندسي GMP.

P4: زوري2: صنف متوسط الحساسية للإجهاد ومتوسط الإنتاجية، حقق قيم جيدة حسب معايير متوسط الإنتاجية MP ودليلي التحمل STI وSSI. ومتوسط الإنتاجية الهندسي GMP.

P5: حوراني1: طراز وراثي حساس إنتاجيته جيدة تحت ظروف الشاهد المروي.

P6: زوري4: صنف متوسط الحساسية، معدل تراجع القيم لديه متوسط ، إلا أن دليل ثباتية الغلّة لديه مرتفع.

7.3. دراسة السلوكية الوراثية:

1.7.3. الصّفات التطوريّة Developmental traits

1.1.7.3. متوسط عدد الأيام حتى الإزهار (يوم)

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين معنوي في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة عدد الأيام حتى الإزهار تحت ظروف الشاهد المروي وتباين عالي المعنوية تحت ظروف الإجهاد المائي المطبق خلال النصف الثاني من مرحلة الازهار، وكذلك بالنسبة للتفاعل بين الطرز الوراثية والمعاملات (جدول، 22)، ما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف البيئة التي تنمو فيها، وأيضاً على التباعد الوراثي بين هذه الطرز(جدول، 22)، اتفق ذلك مع نتائج Abdelsatar وزملاؤه (2020). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية($P\leq0.05$) في صفة متوسط عدد الأيام حتى الإزهار بين المعاملات، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 23). يُلاحظ

أنّ متوسط عدد الأيام حتى الإزهار كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي(46.09 يوماً)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (36.26 يوماً)، حيثُ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد الأيام حتى الإزهار مقداره9.83 يوماً، أي بنسبة 21.21% بالمقارنة مع معاملة الشاهد المروي. تراوح متوسط عدد الأيام حتى الإزهار تحت ظروف الشاهد المروي من(45.67 يوم) لكل من الصنف زوري والسلالةP1، إلى (47.33 يوم) للسلالة P5. أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوح عدد الأيام حتى الازهار من (33.33 يوم) للسلالة P1، إلى (40.33 يوم) للسلالة P3. حيث يؤدي تعريض النباتات للإجهاد المائي إلى تسريع معدلات النمو ومن ثم تقصير فترة الازهار هرباً من الجفاف. مايشير إلى أهمية السلالات المتفوق P3، P6 في إدخالها ببرنامج تربية لتحسين صفة الباكورية في الإزهار تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي خاصة وإنها شكلت آباء للهجن المتفوقة في المعاملتين. تراوح متوسط عدد الأيام حتى الإزهار للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(42.33 يوم) لدى الهجين P2×P5، إلى (48.67 يوم) لدى الهجين P3×P6 (جدول، 23). في حين تراوح من (33.67 يوم) لدى الهجين P1×P4، إلى(39.33 يوم) لدى الهجين P4×P5 تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار. لذا يمكن تقييم الهجينين لصفة التبكير في الإزهار P2×P5 تحت ظروف الزراعة المروية ، P1×P4 تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار واعتبارها مباشرة لتحسين هذه الصفة.

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق(الجدول، 22)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل. ما يُشير إلى مساهمة كلاً من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة تحت ظروف الدراسة، اتفق ذلك مع نتائج Saha وزملاؤه (2012)، Pawar وزملاؤه (2016). كان تفاعل القدرة العامة للسلالات الأبوية على التوافق مع البيئات المطبقة (شاهد وإجهاد) معنوياً أي أن القدرة العامة على التوافق تغيرت باختلاف معاملة الري، كما كان تفاعل القدرة الخاصة على التوافق للهجن مع البيئات المطبقة عالي المعنوية أي تغيرت هذه القدرة بتغير معاملة الري. هذا يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف بيئة النمو، كما يدل على الاختلاف الوراثي بين هذه الطرز. وإمكانية البحث في النسل الناتج في

الأجيال اللاحقة عن انعزالات وراثية تفيد الهدف من هذه الدراسة، اتفق ذلك مع نتائج Patel وزملاؤه (2022)، ومع نتائج Ahmed وHassan (2021) (الجدول، 22). كانت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل المتبادل بينهما، أصغر من الواحد الصحيح (0.64، 0.65، 0.39 على التوالي) (الجدول، 22)، ما يدل على مساهمة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة هذه الصفة، كما يدل على تأثر عدد الأيام حتى الإزهار بالظروف البيئية السائدة خلال فترة نمو المحصول، اتفق ذلك مع نتائج Saha وزملاؤه (2012)، Pawar وزملاؤه (2016). إن التبكير بالإزهار والنضج يؤدي لحماية النبات من ضرر الإجهاد المائي وهو وسيلة هروب تسلكها النباتات للحماية من الجفاف لذا تعد التأثيرات السلبية للقدرة على التوافق مرغوبة في هذه الصفات. تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة عدد الأيام حتى الإزهار تحت ظروف الشاهد المروي من(0.004) للسلالةP6، إلى(1.175) للسلالةP2. في حين تراوحت هذه التأثيرات تحت ظروف الإجهاد المائي من(0.075) لكل من السلالتين P1، P5 إلى(1.277) للسلالة P3 (الجدول، 24). حيث أبدت السلالتين P1، P3 قدرة عامة سالبة عالية المعنوية تحت ظروف الشاهد المروي (**0.834−، **1.631−)، في حين أبدت السلالة P4 قدرة عامة سالبة عالية المعنوية تحت ظروف الإجهاد المائي(**1.171−) (الجدول، 24). في حين تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(0.750-) للهجين P4×P6، إلى(2.600) للهجين P4×P5، وقد أبدت خمسة هجن تأثيرات سالبة وعالية المعنوية للقدرة الخاصة على التوافق لصفة عدد الأيام حتى الإزهار تحت ظروف الشاهد المروي وهي P1×P4، P2×P4، P2×P5، P2×P6، P4×P6 وكان الهجين P4×P6 أفضلها. أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق من(0.880-) للهجين P4×P6، إلى(2.760) للهجينP4×P5، وقد أبدى هجينان فقط تأثيرات سالبة وعالية المعنوية للقدرة الخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي وهما P1×P4 و P4×P6 (**0.665-، **0.741-) (**0.750-، **0.880-) على التوالي، لذا يمكن اعتبارها هجن مبشرة لتحسين صفة الباكورية في الإزهار. فيما أظهرت أربعة هجن تأثيرات سالبة ومعنوية تحت ظروف المعاملتين وهي P1×P3، P1×P5، P2×P5، P3×P6. لذا يمكن استخدام عشائر هذه الهجن للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب

النتائج والمناقشة

تراكيب وراثية متميزة في هذه الصفة خلال الأجيال الإنعزالية اللاحقة(الجدول، 24). وتميزت سبعة هجن بالقدرة الخاصة السالبة عالية المعنوية لصفة عدد الأيام حتى الإزهار تحت كلا بيئتي الدراسة تراوحت تأثيراتها بين (0.381) في الهجين P2×P3 و(0.795) في الهجين P1×P4، حيث حققت الهجن P1×P3، P1×P4 ، P2×P3، P2×P4، P2×P5، P3×P6 قدرة سالبة عالية المعنوية، اتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليهPawar وزملاؤه (2016).

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيماً سالبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة عدد الأيام حتى الإزهار (الجدول، 25)، اتفق ذلك مع ما توصل إليهVirani وزملاؤه (2017). تحت ظروف الزراعة المروية امتلك الهجين P2×P5 أعلى قيمة لقوة الهجين سالبة عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين (** 9.29-%)، وامتلك الهجين P2×P6 قوة هجين سالبة عالية المعنوية قياساً للأب الأفضل (**9.93-%)، (الجدول، 25). وأبدى الهجين P1× P6 قيم قوة هجين سالبة ومعنوية مرغوبة قياساً لمتوسط الأبوين وللأب الأفضل (*4.32-، *4.26%على التوالي)، تُعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية. وتحت ظروف الإجهاد المائي امتلك الهجينان P1×P5، P3×P6 قوة هجين سالبة عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل (**3.33-، **7.32-%)، (**5.56-، **7.44-%) على التوالي. كما امتلكت الهجنP1×P5، P1×P5، P1×P5، P1×P5 قيم قوة هجين سالبة عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأب الأفضل(-13.21**، -9.80**، **14.03-، **9.08-% على التوالي)، وتُشير قوة الهجن السالبة بالنسبة لصفة عدد الأيام حتى الازهار إلى تميز هذه الهجن بالباكورية كون أن محصول السمسم حساس للإجهاد المائي خلال مرحلة الازهار بالتالي إمكانية هروب هذه الهجن من الجفاف(Uzun *et al*, 2013). كما يُلاحظ أن قيم قوة الهجين للهجن تحت ظروف الاجهاد مرتفعة مقارنة مع ظروف المروية، يعزى ذلك إلى أن تعريض النباتات للإجهاد المائي دفع تلك الهجن لتسريع معدلات النمو وتقصير فترة الازهار الكلية متفوقة بذلك على السلالات الآباء. يُلاحظ من خلال النتائج أنَّ الهجن التي تمتعت بقوة هجين معنوية وعالية المعنوية تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة دخل في تركيبها السلالات الآباء P1، P2 التي كان متوسط عدد الأيام حتى الإزهار فيها (39.50، 39.17 يوم على التوالي)، متفوقة بذلك على كل من

الشاهدين حوراني وزوري (39.83، 41.50 يوم على التوالي) (الجدول، 23). كما يُلاحظ أنَّ قيم قوة الهجين في البيئة المجهدة كانت أعلى لدى بعض الهجن من قيم قوة الهجين في البيئة غير المجهدة. ويعزى ذلك إلى أن تعريض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار دفع تلك الهجن إلى تسريع معدلات النمو وتقصير فترة الإزهار الكلية متفوقة بذلك على السلالات الآباء. اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيم قريبة من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي (0.78، 0.87 على التوالي)، بينما بالنسبة للتفاعل بلغت القيمة (1.13). مما يدل على وقوع صفة عدد الأيام حتى الإزهار تحت تأثير الفعل الوراثي التراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة عند اختلاف بيئة النمو (الجدول، 22). كما اتفقت هذه النتائج مع قيم درجة التوريث، حيثُ أظهر الطرز الوراثية قيم منخفضة لدرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق تحت ظروف الزراعة المروية(0.14، 0.27 على التوالي)، بينما كانت قيم درجة التوريث بالمعنين الواسع والضيق مرتفعة إلى متوسطة تحت ظروف الإجهاد المائي(0.75، 0.42 على التوالي). إنّ انخفاض درجة التوريث تحت ظروف الشاهد المروي يدل على ارتفاع التأثير البيئي، وانخفاض تأثير الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثة صفة عدد الأيام حتى الإزهار. في حين يمكن الانتخاب والتحسين لصفة التبكير بالازهار ضمن ظروف الزراعة المجهدة مائياً خلال الأجيال الانعزالية المتأخرة (F6، F7)، اتفق ذلك مع Pawar وزملاؤه (2016)، Aliyu وزملاؤه (2018).

الجدول (22). تحليل التباين ومكوناته لصفة عدد الأيام حتى الإزهار تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	2.33	0.11	1.38
الطرز الوراثية	5.56*	10.40**	8.92**
GCA	5.11**	26.21**	26.41**
SCA	5.71**	5.13**	3.35**
الخطأ التجريبي	2.73	1.11	1.92
التفاعل (GCA× Env.)	4.92*		
التفاعل (SCA× Env.)	4.75**		
δ^2 GCA	0.63	0.88	0.54
δ^2 SCA	0.99	1.35	1.38
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.64	0.65	0.39
التباين التراكمي V_A	1.61	1.76	1.09
التباين اللاتراكمي V_D	0.99	1.35	1.38
درجة السيادة $\bar{a}$	0.78	0.87	1.13
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.27	0.75	0.65
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.14	0.42	0.36

** ، *تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (23). متوسط عدد الأيام حتى الإزهار لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	46.00^{abcd}	33.67^{mq}	39.83^{gh}	-26.81^{a}
شاهد زوري	45.67^{abc}	37.33^{ijklm}	$41.50^{abcdefg}$	-20.78^{abc}
P1	45.67^{bcd}	33.33^{q}	39.50^{h}	-26.97^{a}
P2	46.00^{abcd}	33.67^{mnoq}	39.17^{k}	-26.81^{a}
P3	46.00^{abcd}	40.33^{fg}	43.17^{ab}	-12.34^{d}
P4	46.33^{abcd}	$35.67^{jklmnoPq}$	41.00^{cdefgh}	-22.92^{abc}
P5	47.33^{abc}	$36.33^{ijklmnoP}$	41.83^{abcdef}	-23.23^{ab}
P6	47.00^{abcd}	37.33^{hijk}	42.17^{abcde}	-20.50^{abc}
P1×P2	46.33^{abcd}	$35.00^{klmnoPq}$	40.67^{defgh}	-24.43^{ab}
P1×P3	45.00^{bcd}	38.67^{ghi}	41.83^{abcdef}	-14.02^{d}
P1×P4	46.00^{abcd}	33.67^{mnq}	39.83^{gh}	-26.81^{a}
P1×P5	45.00^{bcd}	$34.67^{klmnoPq}$	39.83^{gh}	-22.96^{abc}
P1×P6	44.33^{de}	$36.33^{ijklmno}$	40.33^{efgh}	-18.01^{bcd}
P2×P3	47.33^{abc}	$36.33^{ijklmnoP}$	41.83^{abcdef}	-23.04^{abc}
P2×P4	45.67^{bcd}	34.33^{lmnoPq}	40.00^{fgh}	-24.77^{a}
P2×P5	42.33^{ef}	37.00^{hijkl}	39.67^{gh}	-12.54^{d}
P2×P6	44.67^{cde}	36.67^{ijkl}	40.67^{defgh}	-17.85^{bcd}
P3×P4	46.67^{abcd}	38.33^{ghij}	42.50^{abcd}	-17.80^{bcd}
P3×P5	47.67^{ab}	37.33^{hijk}	42.50^{abcd}	-21.46^{abc}
P3×P6	48.67^{a}	36.67^{ijkl}	42.67^{abc}	-24.63^{a}
P4×P5	47.33^{abc}	39.33^{gh}	43.33^{a}	-16.54^{cd}
P4×P6	46.33^{abcd}	36.33^{ijklmn}	$41.33^{bcdefgh}$	-21.51^{abc}
P5×P6	46.00^{abcd}	36.33^{ijklm}	41.17^{cdefgh}	-20.97^{abc}
متوسط المعاملة	46.09^{a}	36.26^{b}	-	-21.21
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	1.605	0.473	2.270	5.553
CV%	5.4			15.4

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

الجدول (24) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة عدد الأيام حتى الإزهار تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	-0.834**	0.075	-0.576*
P2	1.175**	-0.570	0.174**
P3	-1.631**	1.277**	-0.097**
P4	1.152**	-1.171**	-0.660*
P5	0.134	0.075	0.028**
P6	0.004	0.314**	1.132
SE[g(i)]	0.33	0.40	0.33
SE[g(i)-g(j)]	0.45	0.78	0.41
P1×P2	0.521*	0.660**	0.589**
P1×P3	-0.540*	-0.342*	-0.415**
P1×P4	-0.665**	-0.741**	-0.795**
P1×P5	-0.311*	-0.342*	-0.333*
P1×P6	0.165	0.161	0.253
P2×P3	0.230	-0.990*	-0.381**
P2×P4	-0.561**	-0.222	-0.394**
P2×P5	-0.540*	-0.360*	-0.403**
P2×P6	-0.230	-0.150	-0.195
P3×P4	-0.285	-0.051	-0.106
P3×P5	0.730**	1.012	0.875
P3×P6	-0.455*	-0.360*	-0.392**
P4×P5	2.600**	2.760**	2.645**
P4×P6	-0.750**	-0.880**	-0.823
P5×P6	0.001	-0.155	-0.125
SE[s(i,j)]	0.18	0.14	0.11
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.03	0.02	0.02

**، *تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (25). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة عدد الأيام حتى الإزهار.

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	1.08	0.84	4.48**	7.25
P1×P3	-1.82	0.72	4.99**	-13.21**
P1×P4	0	-2.87	-2.41	8.41
P1×P5	-3.22	-2.81	-3.33**	-7.32**
P1×P6	-4.32*	-4.26*	-1.87	-9.80**
P2×P3	2.89	-3.63	-1.81	-14.03**
P2×P4	-1.07	2.16	-0.98	1.85
P2×P5	-9.29**	-3.51	5.71**	-5.51
P2×P6	-3.93	-9.93**	3.29	-0.88
P3×P4	1.09	-3.58	0.87	-9.08**
P3×P5	2.15	-1.39	-2.61	-4.96
P3×P6	4.67	1.46	-5.56**	-7.44**
P4×P5	1.07	2.83	9.25	0.94
P4×P6	-0.72	0.70	0.47	5.36
P5×P6	-2.47	-2.11	-1.36	-2.68

**، *تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

النتائج والمناقشة

2.1.7.3. متوسط عدد الأيام حتى النضج التام (يوم)

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين عالي المعنوية في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة عدد الأيام حتى النضج تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (جدول، 26)، ما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف البيئة التي تنمو فيها، وأيضاً على التباعد الوراثي بين هذه الطرز (جدول، 26)، اتفق ذلك مع نتائج Abdelsatar وزملاؤه (2020). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط عدد الأيام حتى الإزهار بين المعاملات، والطرز الوراثية، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 27). يُلاحظ أنّ متوسط عدد الأيام حتى النضج التام كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي(126.11 يوماً)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي(114.42 يوماً). حيثُ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد الأيام حتى النضج مقدارهُ 11.69 يوماً بنسبة 9.66%. حيث يؤدي تعريض النباتات للإجهاد المائي إلى تسريع معدلات النمو ومن ثم تقصير فترة النمو، ويتبع النبات هذه الآلية للهروب من الجفاف. تراوح متوسط عدد الأيام حتى النضج تحت ظروف الشاهد المروي من (121.33يوم) للسلالة P3، إلى(129.33يوم) للسلالة P6. أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوح عدد الأيام حتى النضج من(111.67يوم) للسلالة P4، إلى(119.67 يوم) للسلالةP1. ما يُشير إلى أهمية كل من السلالتينP3، P4 لاعتبارهما مبشرة وإدخالهما في برنامج تربية يهدف لتحسين صفة الباكورية في النضج، وقصر فترة النمو في محصول السمسم تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي. كما تراوح متوسط عدد الأيام حتى النضج للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(122.67 يوم) لدى الهجينين P3×P4، P3×P6 إلى(131.67 يوم) لدى الهجين P1×P5 (جدول، 27). في حين تراوح من(101.67 يوم) لدى الهجين P4×P5، إلى(118.67 يوم) لدى الهجين P5×P6 تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار. لذا يمكن تقييم الهجنP3×P4، P3×P6، P4×P5 لصفة التبكير في النضج تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلة الإزهار واعتبارها مباشرة لتحسين هذه الصفة (الجدول، 27).

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق في الجدول(26)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما، ما يشير إلى مساهمة كلاً من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، اتفق ذلك مع Vaithiyalingam (2015). وكان تفاعل القدرة العامة على التوافق للسلالات الأبوية مع البيئات المطبقة (شاهد وإجهاد) وتفاعل القدرة الخاصة على التوافق للهجن مع البيئات المطبقة عالي المعنوية. هذا يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف بيئة النمو، كما يدل على الاختلاف الوراثي بين هذه الطرز وإمكانية البحث في النسل الناتج في الأجيال الإنعزالية اللاحقة عن انعزالات وراثية تفيد الهدف من هذه الدراسة. يُلاحظ أن قيم مكونات التباين لقابلية التوافق الخاصة للهجن SCA δ^2 كانت أعلى من مكونات التباين لقابلية التوافق العامة للسلالات الأبوية GCA δ^2 تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، والتفاعل بينهما (الجدول، 26). وهذا دليل على أن التأثيرات اللاتراكمية للمورثات هي التي تتحكم في وراثة صفة عدد الأيام حتى النضج، اتفق ذلك مع نتائج Patel وزملاؤه(2022). كانت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما أصغر من الواحد الصحيح(0.43، 0.15، 0.21 على التوالي) (الجدول، 26)، مما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة عدد الأيام حتى النضج، كما يدل على تأثر عدد الأيام حتى النضج بالظروف البيئية السائدة خلال فترة نمو المحصول. اتفقت هذه النتائج مع Pawar وزملاؤه (2016). تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة عدد الأيام حتى النضج تحت ظروف الشاهد المروي من(2.636-) للسلالة P3، إلى(1.242) للسلالة P6، وأبدت السلالة P3 فقط تأثيرات سالبة عالية المعنوية للقدرة العامة على التوافق. أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق من(0.421-) للسلالة P3، إلى(1.830) للسلالة P6. وقد أبدت السلالة P4 فقط التأثيرات السلبية المعنوية لهذه الصفة. فيما تميزت السلالة P3 فقط بتأثيرات سالبة عالية المعنوية عند التفاعل بين البيئتين(-1.521) (الجدول، 28). تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة تحت ظروف الشاهد المروي من(0.485-) للهجينP1×P2، إلى(5.011) للهجين P1×P5. في حين تراوحت تحت ظروف الإجهاد المائي من(0.511−) للهجينP4×P6،

النتائج والمناقشة

إلى(7.284) للهجين P2×P6. وقد أبدى الهجين P3×P6 تأثيرات سالبة وعالية المعنوية للقدرة الخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي والتفاعل (**2.33-، **5.123-، **3.735- على التوالي)، لذلك يمكن اعتبار الهجين P3×P6 هجين مبشر لتحسين صفة التبكير في النضج تحت ظروف المعاملتين المروية والمجهدة خلال مرحلة الإزهار. كما أبدى الهجينان P2×P5، P5×P6 تأثيرات سالبة معنوية للقدرة الخاصة تحت ظروف الشاهد المروي (*1.541-، *1.995- على التوالي)، في حين أبدت ثلاث هجن P2×P3 و P3×P6 و P4×P5 تأثيرات سالبة وعالية المعنوية للقدرة الخاصة على التوافق لصفة متوسط عدد الأيام حتى النضج تحت ظروف الإجهاد المائي والتفاعل (**5.636-، **5.133-، **10.585− على التوالي)، (**2.584-، **3.735-،**5.152- على التوالي). وكان أفضلها P4×P5، في حين أظهر الهجين P2×P5 قدرة خاصة سالبة معنوية مفيدة تحت ظروف التفاعل (**1.922−) (الجدول، 28). لذا يمكن استخدام عشائر هذه الهجن للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب تراكيب وراثية متميزة في هذه الصفة خلال الأجيال الإنعزالية اللاحقة.

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيماً سالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة عدد الأيام حتى النضج (الجدول، 29)، اتفق ذلك مع Kumar وزملاؤه(2015). تحت ظروف الزراعة المروية امتلك الهجين P3×P6 أعلى قيمة لقوة الهجين سالبة عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين وللأب الأفضل (**2.07-، %**5.10- على التوالي). تُعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية. تحت ظروف الإجهاد المائي قياساً لمتوسط الأبوين امتلك الهجين P4×P5 أعلى قيم قوة هجين سالبة وعالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل (**11.57-، **14.03- %على التوالي)، تلاه الهجين P2×P3 (**6.50-، **6.63- %على التوالي)، والهجين P2×P5 (**4.02-، **5.07- % على التوالي). كما أبدى الهجين P1×P6 قوة هجين سالبة عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين(**3.36-%)، فيما أبدت الهجن P1×P3، P1×P4، P1×P5 قوة هجين سالبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين(*3.86-، *3.46-، *4.45- % على التوالي). أما قياساً للأب الأفضل فقد أبدى الهجين P3×P6 قوة هجين سالبة عالية المعنوية مرغوبة بلغت (**7.01-%)، وهجين واحد امتلك قوة هجين سالبة معنوية هو P1×P5 (*6.68-%). يُلاحظ من خلال النتائج أنَّ الهجن التي تمتعت

بقوة هجين معنوية وعالية المعنوية تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة دخل في تركيبها السلالات الآباء P2، P5، P6 التي كان متوسط عدد الأيام حتى النضج فيها (121.00، 122.00، 123.83يوم على التوالي)، متفوقة بذلك على كل من الصنف الزوري والحوراني (121.17، 124.00 يوم على التوالي) (الجدول، 27). كما يُلاحظ أنَّ قيم قوة الهجين في البيئة المجهدة كانت أعلى لدى بعض الهجن من قيم قوة الهجين في البيئة غير المجهدة. ويعزى ذلك إلى أن تعريض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار دفع تلك الهجن إلى تسريع معدلات النمو وتقصير فترة النمو متفوقة بذلك على السلالات الآباء. اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيماً أعلى من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما(1.08، 1.71، 1.62 على التوالي)، هذا يدل على أن الصفة واقعة تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة عند اختلاف بيئة النمو(الجدول، 26)، اتفقت هذه النتائج مع Pawar وزملاؤه (2016)، ومع Vaithiyalingam (2015). كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع مرتفعة تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة (0.64، 0.76 على التوالي)، بينما كانت درجة التوريث بالمعنى الضيق منخفضة إلى متوسطة تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة (0.35، 0.52على التوالي)، وبما أن قيمة درجة التوريث بالمعنى الضيق تحت ظروف الزراعة المروية كانت 0.35 وترافقت مع درجة سيادة قريبة من الواحد ضمن نفس الظروف، لذل يمكن أن يتم الانتخاب لهذه الصفة في الأجيال الانعزالية المتأخرة (الجيل السادس) حيث تصبح الصفة أكثر استقراراً. أما تحت ظروف الاجهاد فقد بلغت قيمة درجة التوريث 0.52 وترافقت مع درجة سيادة أكبر من الواحد وفي هذه الحالة يمكن أن يتم الانتخاب لهذه الصفة في الأجيال الانعزالية المتوسطة والمتأخرة (الجيل الرابع أو الخامس أو السادس) (الجدول، 26).

الجدول (26). تحليل التباين ومكوناته لصفة عدد الأيام حتى النضج تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	3.19	8.33	5.76
الطرز الوراثية	19.91**	47.18**	38.00**
GCA	44.90**	35.28**	52.38**
SCA	11.86**	51.14 **	33.21**
الخطأ التجريبي	1.86	7.92	4.89
التفاعل (GCA× Env.)	27.8**		
التفاعل (SCA× Env.)	29.51**		
δ^2 GCA	1.39	2.13	1.98
δ^2 SCA	3.24	14.41	9.63
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.43	0.15	0.21
التباين التراكمي V_A	2.78	4.91	3.60
التباين اللاتراكمي V_D	3.24	14.41	9.63
درجة السيادة $\bar{a}$	1.08	1.71	1.62
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.76	0.64	0.23
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.35	0.52	0.19

**، *تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (27). متوسط عدد الأيام حتى النضج لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	129.33^{abc}	118.67 ^{hi}	124.00^{a}	-8.25^{cdefg}
شاهد زوري	124.67^{defg}	117.67^{hij}	121.17^{abcde}	-5.61^{fg}
P1	124.67^{defg}	119.67^{ghi}	118.17^{fg}	-10.38^{bcde}
P2	126.33^{cdef}	115.67^{ijklm}	121.00^{bcdef}	-8.43^{cdefg}
P3	121.33^{gh}	116.00^{ijkl}	118.67^{efg}	-4.39^{g}
P4	126.00^{cdef}	111.67^{mno}	118.83^{efg}	-11.39^{bcd}
P5	125.67^{cdef}	118.33 ^{hi}	122.00^{abcd}	-5.83^{efg}
P6	129.33^{abc}	118.33 ^{hi}	123.83^{ab}	-8.49^{cdefg}
P1×P2	126.00^{cdef}	114.00^{jklmn}	120.00^{cdef}	-9.52^{bcdef}
P1×P3	123.67^{efg}	113.33^{klmn}	118.50^{efg}	-8.35^{cdefg}
P1×P4	125.67^{cdef}	111.67^{mno}	118.67^{efg}	-11.13^{bcd}
P1×P5	131.67 ^{a}	113.67^{jklmn}	122.67^{abc}	-13.64^{b}
P1×P6	127.67^{bcde}	115.00^{ijklm}	121.33^{abcde}	-9.92^{bcdef}
P2×P3	124.33^{efg}	108.33 ^{o}	116.33^{gh}	-12.86^{bc}
P2×P4	128.67^{abcd}	118.33 ^{hi}	123.50 ^{ab}	-8.03^{defg}
P2×P5	125.00^{bc}	112.33^{lmn}	118.83^{efg}	-10.38^{bcde}
P2×P6	128.67^{abcd}	117.00^{ijk}	122.83^{abc}	-9.05^{bcdef}
P3×P4	122.67^{cdefg}	114.00^{jklmn}	119.33 ^{def}	-8.56^{cdefg}
P3×P5	123.17^{bcdef}	115.00^{ijklm}	120.00^{cdef}	-8.00^{defg}
P3×P6	122.67^{fg}	110.00 ^{no}	116.33^{gh}	-10.32^{bcde}
P4×P5	127.67^{bcde}	101.67 ^{P}	114.67 ^{h}	-20.35^{a}
P4×P6	131.00^{ab}	113.33^{klmn}	122.17^{abc}	-13.49^{b}
P5×P6	124.67^{bc}	118.67^{hi}	122.33^{abc}	-5.82^{efg}
متوسط المعاملة	126.11^{a}	114.42^{b}	-	-9.66
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	2.427	0.716	3.433	3.898
CV%	1.8			5.5

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

الجدول (28) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة عدد الأيام حتى النضج تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	0.091	-0.633	-0.311
P2	0.212	0.674	0.442
P3	-2.636**	-0.421	-1.521**
P4	0.711*	-1.712*	-0.502
P5	0.382	0.270	0.312
P6	1.242**	1.830**	1.580**
SE[g(i)]	0.25	0.52	0.21
SE[g(i)-g(j)]	0.43	0.39	0.31
P1×P2	-0.485	0.244	-0.133
P1×P3	0.012	0.660	0.335
P1×P4	-1.334	0.285	-0.522
P1×P5	5.011**	0.333	2.671**
P1×P6	0.053	0.081	0.065
P2×P3	0.451	-5.636**	-2.584**
P2×P4	1.462	5.660**	3.562**
P2×P5	-1.541*	-2.303	-1.922*
P2×P6	0.844	7.284**	0.811
P3×P4	-4.041**	2.411	1.351
P3×P5	0.965	1.450	1.213
P3×P6	-2.333**	-5.133**	-3.735**
P4×P5	0.302	-10.585**	-5.152**
P4×P6	2.672**	-0.511	1.082
P5×P6	-1.985*	5.763**	2.958**
SE[s(i,j)]	0.70	1.44	0.80
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.12	0.25	0.14

**، *تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (29). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة عدد الأيام حتى النضج.

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	0.04	-0.59	-3.14	-2.58
P1×P3	0.57	1.43	-3.86*	-4.76
P1×P4	0.28	-1.83	-3.46*	-5.34
P1×P5	5.19	0	-4.45*	-6.68*
P1×P6	055	-1.24	-3.36**	-3.93
P2×P3	0.40	-1.58	-6.51**	-6.63**
P2×P4	2.02	1.90	4.05	2.25
P2×P5	-0.79	-1.03	-4.02**	-5.07**
P2×P6	0.70	-0.46	0	-1.09
P3×P4	-0.77	-2.62	0.13	-1.72
P3×P5	-0.24	-1.99	-1.84	-2.79
P3×P6	-2.07**	-5.10**	-6.10	-7.01**
P4×P5	4.09	3.97*	-11.57**	-14.03**
P4×P6	-2.31	-3.56	-1.48	-4.23
P5×P6	0.58	0.52	1.06	0.34

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

النتائج والمناقشة

2.7.3. الصّفات الشكليّة MorPhological traits

1.2.7.3. متوسط ارتفاع النبات (سم)

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين عالي المعنوية في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة متوسط ارتفاع النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (جدول، 30)، ما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف البيئة التي تنمو فيها، وأيضاً على التباعد الوراثي بين هذه الطرز (جدول، 30)، اتفق ذلك مع نتائج Abdelsatar وزملاؤه (2020). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط ارتفاع النبات بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 31). يُلاحظ أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الشاهد المروي (131.55سم)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الإجهاد المائي (98.57 سم)، حيثُّ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط ارتفاع النبات مقدارهُ 24.98% (الجدول، 31). يُعزى الانخفاض في متوسط ارتفاع النبات في معاملة الإجهاد المائي بالمقارنة مع معاملة الشاهد المروي إلى تأثر صفة ارتفاع النبات، حيثُّ قد أدى الاجهاد المائي إلى حدوث تراجع في طول السلاميات المكونة للساق وبالتالي تراجع في طول النبات الكامل. تراوح متوسط ارتفاع النبات تحت ظروف الشاهد المروي من(124.3 سم) للسلالة P4، إلى (141.7 سم) للسلالتين P1، P6. أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوح متوسط ارتفاع النبات من(86.67 سم) للسلالةP2، إلى(115.0 سم) للسلالة P6. مما يُشير إلى أهمية السلالة P6 لاعتبارها مبشرة وإدخالها في برنامج تربية يهدف لتحسين صفة ارتفاع النبات في محصول السمسم تحت ظروف كل من الشاهد المروي، والإجهاد المائي (الجدول، 31). كذلك تراوح متوسط ارتفاع النبات تحت ظروف الشاهد المروي من(121.0 سم) للهجينP2×P4، إلى (138.3 سم) للهجين P1×P6. في حين تراوح من(86.7 سم) للهجين P2×P4، إلى (106.0 سم) للهجين P5×P6 تحت ظروف الإجهاد المائي المطبق خلال مرحلة الإزهار. لذا يمكن تقييم الهجينين P1×P6، P5×P6 لصفة متوسط ارتفاع النبات تحت ظروف كل من المعاملتين المروية والمجهدة، واعتبارهما مباشرة لتحسين هذه الصفة(الجدول، 31). قد يعود تباين الطرز الوراثية في متوسط ارتفاع النبات إلى أن هذه الصفة وعلى الرغم من أنها صفة وراثية إلا أنها تخضع لعوامل

البيئة المحيطة، حيثُّ أثر الإجهاد المائي على طول السلاميات الموجودة على النبات ماأدى للحصول على نباتات متقزمة ذات نمو خضري محدود، وذلك بسبب التباين في الاحتياج المائي الناتج عن التباين في الفاقد بعملية النتح بسبب الاختلاف في حجم المسطح الورقي المعرض لأشعة الشمس، مايؤدي لامتصاص كميات مختلفة من الطاقة الضوئية وبازدياد حجم المسطح الورقي في النبات تزداد الطاقة الضوئية الممتصة مما يسبب برفع درجة حرارة الأوراق، وازدياد فرق التدرج في ضغط بخار الماء بين الأجزاء الهوائية والوسط المحيط وبالتالي زيادة معدل فقد الماء بالتبخر– نتح (Aasamaa, 2001).

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق في الجدول(30)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما. ما يُشير إلى مساهمة كلاً من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، اتفقت هذه النتائج مع Tripathy وزملاؤه (2016). كان تفاعل القدرة العامة للسلالات الأبوية على التوافق مع البيئات المطبقة (شاهد وإجهاد) غير معنوي، في حين كان تفاعل القدرة الخاصة على التوافق للهجن مع البيئات المطبقة عالي المعنوية، هذا يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف بيئة النمو، كما يدل على الإختلاف الوراثي بين هذه الطرز وإمكانية البحث في النسل الناتج في الأجيال الانعزالية اللاحقة عن انعزالات وراثية تفيد الهدف من هذه الدراسة.

يُلاحظ أن قيم مكون التباين لقابلية التوافق الخاصة للهجن δ^2 SCA كانت أعلى من مكونات تباين قابلية ائتلاف القدرة العامة للسلالات الأبوية δ^2 GCA تحت ظروف الشاهد المروي والتفاعل، وبالعكس تحت ظروف الإجهاد المائي (الجدول، 30). وهذا دليل على أن التأثيرات اللاتراكمية للمورثات هي التي تتحكم في وراثة صفة ارتفاع النبات تحت ظروف الشاهد المروي والتأثيرات التراكمية تحت ظروف الإجهاد المائي. كانت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) أصغر من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والتفاعل (0.02، 0.52 على التوالي)، وأكبر من الواحد (1.24) تحت ظروف الإجهاد المائي (الجدول، 30)، ما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة ارتفاع النبات تحت ظروف الشاهد المروي، بينما يسيطر الفعل الوراثي

التراكمي في وراثة الصفة تحت ظروف الإجهاد المائي، اتفق ذلك مع Abhijatha وزملاؤه (2017). تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة ارتفاع النبات تحت ظروف الشاهد المروي من(0.092-) للسلالة P5، إلى(2.863) للسلالة P6، في حين تراوحت هذه التأثيرات تحت ظروف الإجهاد المائي من(0.744-) للسلالة P1، إلى (5.432) للسلالة P6. التي أبدت تأثيرات موجبة عالية المعنوية للقدرة العامة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (**2.863، **5.432، **4.158 على التوالي)، فيما أبدت السلالة P1 تأثيرات معنوية موجبة تحت ظروف الشاهد المروي فقط (**1.485). أما تحت ظروف الإجهاد المائي والتفاعل أبدت السلالة P5 تأثيرات موجبة معنوية وعالية المعنوية (*3.103، **1.503 على التوالي)، (الجدول، 32). تحت ظروف الشاهد المروي تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة لصفة ارتفاع النبات من(0.340-) للهجين P3×P5، إلى(10.920) للهجين P3×P4، في حين تراوحن تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق تحت ظروف الإجهاد المائي من (1.044-) للهجينP1×P4 إلى(8.502) للهجين P3×P4. وقد أبدت الهجن P2×P5، P3×P4، P4×P5، P5×P6 تأثيرات للقدرة الخاصة موجبة عالية المعنوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل(**9.633، **3.421، **7.422 على التوالي)، (**10.920، **8.502، **6.211 على التوالي)، (**5.371، **3.281، **3385 على التوالي)،(**7.840، **6.426، **6.210 على التوالي). ، P4×P6 قدرة خاصة موجبة عالية المعنوية ومعنوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل ، وتحت ظروف الشاهد المروي أبدى الهجين P1×P6 تأثيرات موجبة معنوية(*2.925) (الجدول، 32)، لذا يمكن استخدام عشائر هذه الهجن للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب تراكيب وراثية متميزة في هذه الصفة خلال الأجيال الإنعزالية اللاحقة.

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيم موجبة وسالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة ارتفاع النبات (الجدول، 33)، اتفق ذلك مع Sakhiya (2013). تحت ظروف الزراعة المروية امتلك الهجين P3×P4 أعلى قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (**8.92 %)، أما قياساً للأب الأفضل فقد حقق الهجين P3×P5 قوة هجين موجبة عالية المعنوية (**5.15 %) (الجدول، 33). تعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية.

أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد امتلك الهجين P1×P3 قوة هجين موجبة معنوية (*4.28%) قياساً لمتوسط الأبوين (*4.28%)، في حين لم يبد أي هجين قوة هجين موجبة معنوية أو عالية المعنوية قياساً للأب الأفضل لصفة ارتفاع النبات. والجدير بالذكر أنَّ قوة الهجين السلبية بالنسبة لصفة ارتفاع النبات مرغوبة في برامج التربية لتحمل الجفاف بهدف تحمل الرقادLoding، أيضاً تساهم في التبكير بالنضج حيثُّ يتوقف النمو الخضري للنبات بشكلٍ مبكر، اتفق ذلك مع Abhijatha وزملاؤه (2017). ومايؤكد ذلك أن الهجين P3×P6 امتلك قوة هجين سالبة وعالية المعنوية لصفة متوسط ارتفاع النبات تحت ظروف الشاهد المروي قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(**6.09-، **9.01-% على التوالي)، وقوة هجين سالبة عالية المعنوية تحت ظروف الإجهاد المائي قياساً للأب الأفضل(**12.17-%)(الجدول، 33)، كذلك امتلك الهجين P3×P6 قوة هجين سالبة وعالية المعنوية لصفة عدد الأيام حتى النضج تحت ظروف الشاهد المروي قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(**2.07-، **5.10-% على التوالي)، وقوة هجين سالبة عالية المعنوية تحت ظروف الإجهاد المائي قياساً للأب الأفضل(**7.01-%)(الجدول، 29). أيضاً امتلك الهجين P4×P5 قوة هجين سالبة عالية المعنوية لصفة ارتفاع النبات تحت ظروف الإجهاد المائي قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل بلغت (**10.17-، **10.58-% على التوالي) (الجدول، 33)، كذلك كانت لدى الهجين P4×P5 قوة هجين سالبة عالية المعنوية بالنسبة لصفة عدد الأيام حتى النضج تحت ظروف الإجهاد المائي قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل (**11.57-، **14.03-%على التوالي) (الجدول، 29). اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيماً أكبر من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي وقيماً أصغر من الواحد تحت ظروف الإجهاد المائي والتفاعل(4.82، 0.63، 0.98 على التوالي)(الجدول، 30)، هذا يعني أن الصفة واقعة تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي(السيادي) للمورثات تحت ظروف الشاهد المروي والفعل الوراثي التراكمي(الإضافي) للمورثات تحت ظروف الإجهاد المائي (الجدول، 30). كانت درجة التوريث بالمفهوم الواسع لصفة ارتفاع النبات مرتفعة تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي (0.83، 0.71 على التوالي)، في حين كانت درجة التوريث بالمعنى الضيق متوسطة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي (0.33، 0.51 على التوالي)، اتفق ذلك مع Bhuiyan وزملاؤه (2019). بينما تحت ظروف التفاعل كانت درجة التوريث بالمعنيين الواسع والضيق متوسطة(0.52، 0.41على التوالي) (الجدول، 30). وبالتالي يمكن

الانتخاب ضمن عشائر الطرز الوراثية المدروسة لتحسين هذه الصفة في البيئة المروية والمجهدة مائياً خلال الأجيال الانعزالية المتوسطة والمتأخرة(F4، F5، F6، F7).

الجدول (30). تحليل التباين ومكوناته لصفة ارتفاع النبات تحت ظروف الشاهد والإجهاد المائي.

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	16.97	15.68	16.33
الطرز الوراثية	111.59**	189.01**	189.92**
GCA	124.54**	545.01**	347.48**
SCA	107.27**	70.34**	137.40**
الخطأ التجريبي	7.10	23.02	15.06
التفاعل (GCA× Env.)	11.74^{NS}		
التفاعل (SCA× Env.)	8.38**		
δ^2 GCA	0.72	19.78	8.46
δ^2 SCA	33.39	15.89	16.20
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.02	1.24	0.52
التباين التراكمي V_A	1.44	39.56	16.92
التباين اللاتراكمي V_D	33.39	15.89	16.20
درجة السيادة $\bar{a}$	4.82	0.63	0.98
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.83	0.71	0.52
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.33	0.51	0.41

**، *تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (31). متوسط ارتفاع النبات لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	136.7^{abcd}	109.7^{jk}	123.2 ^{b}	-19.74^{hij}
شاهد زوري	136.7^{abcd}	101.7^{lmno}	119.2^{bcd}	-25.53^{cdefghi}
P1	141.7 ^{a}	98.3^{noPq}	120.0^{bcd}	-30.58^{abcde}
P2	139.0^{ab}	86.7^{rs}	112.8^{fgh}	-37.65^{a}
P3	126.7^{fgh}	93.3^{Pqr}	110.0^{hij}	-26.36^{cdefgh}
P4	124.3^{fgh}	107.7 ^{kl}	116.0^{def}	-13.24^{j}
P5	130.0^{defg}	106.7^{klm}	118.3^{bcde}	-17.97^{ij}
P6	141.7^{a}	115.0^{ij}	128.3^{a}	-18.80^{hij}
P1×P2	131.7^{bcdef}	86.0^{s}	108.8 ^{hi}	-34.63^{ab}
P1×P3	123.3^{gh}	97.3^{oPq}	110.3^{ghi}	-21.04^{ghij}
P1×P4	125.7^{fgh}	97.7^{noPq}	111.7^{fgh}	-22.22^{fghi}
P1×P5	127.0^{fgh}	96.7o^{Pq}	111.8^{fgh}	-23.89^{defghi}
P1×P6	138.3^{abc}	105.0^{klmn}	121.7^{bc}	-23.99^{defghi}
P2×P3	131.7^{bcdef}	91.0^{qrs}	111.3^{fgh}	-30.85^{abcd}
P2×P4	121.0^{hi}	86.7^{rs}	103.8^{i}	-28.39^{bcdefg}
P2×P5	136.7^{abcd}	96.0^{oPq}	116.3^{def}	-29.75^{bcdef}
P2×P6	127.0^{fgh}	85.0 ^{s}	106.0^{ij}	-33.06^{abc}
P3×P4	136.7^{abcd}	100.0^{mnoP}	118.3^{bcde}	-26.81^{bcdefgh}
P3×P5	128.3^{efgh}	101.7^{lmno}	115.0^{defg}	-20.77^{ghij}
P3×P6	125.7^{fgh}	101.0^{lmno}	113.3^{efgh}	-19.60^{hij}
P4×P5	130.0^{defg}	96.3^{oPq}	113.2^{efgh}	-25.88^{cdefghi}
P4×P6	131.3^{cdef}	101.7^{lmno}	116.5^{cdef}	-22.60^{efghi}
P5×P6	134.7^{abcde}	106.0^{klm}	120.3^{bcd}	-21.30^{ghi}
متوسط المعاملة	131.55^{a}	98.57^{b}	-	-24.98
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	4.560	1.345	6.449	6.952
CV%	11.6			9.8

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

الجدول (32) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة ارتفاع النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	1.485*	-0.744	0.375
P2	1.077	-8.402**	-3.671**
P3	-2.312**	-0.941	-1.633**
P4	-3.015**	1.564	-0.732
P5	-0.092	3.103*	1.503**
P6	2.863**	5.432**	4.158**
SE[g(i)]	0.50	0.90	0.36
SE[g(i)-g(j)]	0.54	1.24	0.52
P1×P2	-1.952	-2.755	-2.351
P1×P3	-6.911**	1.131	-2.885
P1×P4	-3.871*	-1.044	-2.461
P1×P5	-5.450**	-3.583	-4.522**
P1×P6	2.925*	2.423	4.675
P2×P3	1.841	2.461	4.633
P2×P4	-8.122**	-4.382	-6.252**
P2×P5	9.633**	3.421**	7.422*
P2×P6	-7.985**	-9.920**	-8.960**
P3×P4	10.920**	8.502**	6.211**
P3×P5	-0.340	1.635	0.650
P3×P6	-5.952**	-1.385	-3.662*
P4×P5	2.053	-6.211*	-2.083
P4×P6	5.371**	3.281*	3.185*
P5×P6	7.840**	6.426**	6.210**
SE[s(i,j)]	1.36	2.46	1.40
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.24	0.43	0.24

**، *تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (33). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة ارتفاع النبات.

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	-6.16	-5.59	-4.44	7.66
P1×P3	-8.12**	-7.06	4.28*	-7.82*
P1×P4	-5.48	-12.98**	-2.79	-9.29**
P1×P5	-6.51*	-11.29**	-3.3	-9.37**
P1×P6	-2.16	-10.37**	0.82	-8.70**
P2×P3	-0.87	-0.50	1.11	-2.47
P2×P4	-8.09**	-5.25	-10.80**	-19.50**
P2×P5	1.64	-12.95**	-0.72	-10.03**
P2×P6	-9.29**	-3.05	-15.72**	-26.09**
P3×P4	8.92**	0.24	-0.50	-7.15*
P3×P5	-0.04	5.15**	1.7	-4.69
P3×P6	-6.09**	-9.01**	-3.02	-12.17**
P4×P5	2.24	-3.31	-10.17**	-10.58**
P4×P6	-1.02	-7.80**	-8.67*	-11.57**
P5×P6	-0.59	-6.88**	-4.38	-7.83*

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

النتائج والمناقشة

2.2.7.3. متوسط ارتفاع أول فرع (سم)

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين عالي المعنوية في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة متوسط ارتفاع أول فرع في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي المطبق خلال النصف الثاني من مرحلة الازهار(28.88، 27.71 سم)، في حين لم يكن التباين معنوياً بالنسبة للتفاعل بين الطرز الوراثية والمعاملات، مما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف البيئة التي تنمو فيها، وأيضاً يدل على التباعد الوراثي بين هذه الطرز(جدول، 34). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في صفة متوسط ارتفاع أوّل فرع في النبات بين المعاملات، في حين لوحظ وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) بين الطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بين المعاملات والطرز الوراثية (الجدول، 35). تراوح النبات متوسط ارتفاع أول فرع تحت ظروف الشاهد المروي من(25.33 سم) للصنف زوري، إلى(35.00 سم) للسلالتينP3، P2. في حين تراوح متوسط ارتفاع أول فرع تحت ظروف الإجهاد المائي من(23.33 سم) للصنف زوري، إلى(43.33 سم) للصنف حوراني، مما يُشير إلى أهمية السلالتينP2، P3 لاعتبارها مبشرة وإدخالها في برنامج تربية يهدف لتحسين صفة ارتفاع أول في فرع في محصول السمسم تحت ظروف الشاهد المروي. كذلك تراوح متوسط ارتفاع أول فرع تحت ظروف الشاهد المروي من(16.67سم) للهجينP2×P6، إلى(38.33 سم) للهجين P5×P6. في حين تراوح من(16.00سم) للهجين P2×P6، إلى(37.00 سم) للهجين P5×P6 تحت ظروف الإجهاد المائي المطبق خلال النصف الثاني من مرحلة الإزهار. لذا يمكن تقييم الهجين P5×P6 لصفة متوسط ارتفاع أول فرع تحت ظروف كل من المعاملتين المروية والمجهدة، واعتباره مُبشراً لتحسين هذه الصفة(الجدول، 35).

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق (الجدول، 34)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما. ما يشير إلى مساهمة كلاً من الفعلين الوراثيين التراكمي واللا تراكمي في وراثة هذه الصفة تحت ظروف الدراسة، اتفق ذلك مع Tripathy وزملاؤه (2016). وكان تفاعل القدرتين العامة والخاصة على التوافق مع البيئات المطبقة (شاهد وإجهاد) غير معنوي، هذا يدل على عدم

تأثر القدرة على التوافق. ويفسر ذلك بأن الإجهاد المائي طُبق في منتصف مرحلة الإزهار حيث أن النبات كان قد انتهى من تشكيل الفرع الأول أي لم تتغير بيئة النمو في تلك المرحلة من حياة النبات(الجدول، 34). يُلاحظ أن قيم مكونات تباين القدرة الخاصة على التوافق للهجن δ^2 SCA كانت أعلى من مكونات تباين القدرة العامة على التوافق للسلالات الأبوية δ^2GCA، وهذا دليل على أن التأثيرات اللاتراكمية للمورثات هي التي تتحكم في وراثة صفة ارتفاع أول فرع، اتفق ذلك مع نتائج Anyanga وزملاؤه (2016). كانت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل أصغر من الواحد الصحيح (0.044، 0.092، 0.066 على التوالي) (الجدول، 34)، مما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، اتفقت هذه النتائج مع Tripathy وزملاؤه (2016). تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة متوسط ارتفاع أول فرع تحت ظروف الشاهد المروي من(0.583-) للسلالة P3، إلى(3.290) للسلالة P6 (الجدول، 36). في حين تراوحت قيم هذه التأثيرات تحت ظروف الإجهاد المائي من (0.362-) للسلالةP3، إلى(3.398) للسلالة P6. وقد أبدت السلالة P6 تأثيرات للقدرة العامة على التوافق موجبة عالية المعنوية تحت ظروف كل من الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (**3.209، **3.398، **3.341 على التوالي)، لذا يمكن اعتبارها سلالة مفيدة يمكن إدخالها في برنامج تربية لتحسين صفة متوسط ارتفاع أول فرع في النبات. تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(0.450-) للهجين P3×P5، إلى(18.671) للهجين P5×P6. أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوحت قيم تأثيرات القدرة الخاصة للهجن من(0.083-) للهجين P4×P6، إلى(16.267) للهجين P5×P6. وقد أبدى الهجين P5×P6 أفضل قدرة خاصة على التوافق موجبة وعالية المعنوية تحت ظروف كل من الشاهد المروي والإجهاد المائي (**18.671، **16.267 على التوالي)، وموجبة معنوية تحت ظروف التفاعل (*3.255) (الجدول، 36)،)، لذا يمكن اعتباره هجين مبشر لتحسين صفة متوسط ارتفاع أول فرع في نبات السمسم. أيضاً امتلك الهجينان P1×P5، P1×P6 تأثيرات للقدرة الخاصة على التوافق موجبة عالية المعنوية تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة (**8.711، **7.933 على التوالي)، (**8.841، **8.712 على التوالي. أما تحت ظروف التفاعل أبدت ثلاثة هجن قدرة خاصة على التوافق موجبة معنوية P3×P5، P3×P6، P4×P6 (*3.337، *3.232، *3.256 على التوالي)،

كذلك أبدى الهجين P1×P4 قدرة خاصة على التوافق موجبة وعالية المعنوية (**5.732)، لذا يمكن استخدام عشائر هذه الهجن للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب تراكيب وراثية متميزة في هذه الصفة خلال الأجيال الانعزالية اللاحقة (الجدول،36)

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيم موجبة وسالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة ارتفاع أول فرع (الجدول،37). تحت ظروف الزراعة المروية امتلك الهجينP1×P5أعلى قيمة قوة هجين موجبة وعالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(**11.1، **8.01 %على التوالي)، كذلك أبدى الهجين P5×P6 قيمة موجبة معنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (*6.96%). تعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها نباتات الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية. أما تحت ظروف الإجهاد المائي امتلك الهجينP1×P5 أعلى قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (**14.63%)، كذلك امتلك الهجينانP1×P6، P5×P6 قيم موجبة معنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين(*6.29، *9.73% على التوالي) ، ولم يحقق أي هجين قوة هجين مفيدة بالاتجاه المرغوب قياساً للأب الأفضل بالنسبة لارتفاع أول فرع. كما يُلاحظ أنَّ قيم قوة الهجين في البيئة المجهدة كانت منخفضة لدى معظم الهجن عن قيم قوة الهجين في البيئة غير المجهدة. اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيم أعلى من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل(25.81، 3.74، 5.73 على التوالي)، مايدل على وقوع صفة ارتفاع أول فرع تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة عند اختلاف بيئة النمو(الجدول، 34). كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لصفة ارتفاع أول فرع مرتفعة تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد(0.79، 0.72 على التوالي)، في حين كانت درجة التوريث بالمعنى الضيق منخفضة تحت ظروف المعاملتين(0.06، 0.11 على التوالي)، إن انخفاض درجة التوريث بالمعنى الضيق تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة مائياً يدل على ارتفاع التأثير البيئي وسيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي وانخفاض تأثير الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة ارتفاع أول فرع، مما يضعف إمكانية تحسين هذه الصفة تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة مائياً.

الجدول (34). تحليل التباين ومكوناته لصفة ارتفاع أول فرع تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	4.33	4.97	4.65
الطرز الوراثية	134.49**	128.85**	142.99**
GCA	135.48**	151.43**	286.12**
SCA	134.76**	121.33**	255.28**
الخطأ التجريبي	15.23	16.55	15.89
التفاعل (GCA× Env.)	3.94**		
التفاعل (SCA× Env.)	12.17*		
δ^2 GCA	2.242	2.873	2.536
δ^2 SCA	49.937	31.297	41.536
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.044	0.092	0.060
التباين التراكمي V_A	0.06	2.51	1.29
التباين اللاتراكمي V_D	40.02	35.11	42.41
درجة السيادة ā	25.81	3.74	5.73
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.79	0.72	0.77
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.06	0.11	0.08

* ، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (35). متوسط ارتفاع أول فرع لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	45.00^{a}	43.33^{ab}	44.17^{a}	-3.98^{a}
شاهد زوري	25.33^{jklmn}	23.33^{klmnoP}	24.33^{efghi}	-7.92^{a}
P1	30.00^{fghijk}	28.67^{ghijkl}	29.33^{def}	-4.13^{a}
P2	35.00^{cdefg}	31.67^{efghij}	33.33^{cd}	-9.96^{a}
P3	35.00^{cdefg}	34.33^{cdefgh}	34.67^{c}	-1.91^{a}
P4	28.33^{ghijkl}	26.00^{ijklmn}	27.17^{fgh}	-8.44^{a}
P5	30.00^{fghijk}	28.33^{ghijkl}	29.17^{def}	-5.91^{a}
P6	41.67^{abc}	40.33^{abcd}	41.00^{ab}	-3.33^{a}
P1×P2	30.00^{fghijk}	28.67^{ghijkl}	29.33^{def}	-4.13^{a}
P1×P3	25.67^{ijklmn}	24.33^{jklmno}	25.00^{fghij}	-5.25^{a}
P1×P4	22.33^{klmnoP}	21.67^{lmnoP}	22.00^{hijk}	-3.92^{a}
P1×P5	33.33^{defgh}	32.67^{efghi}	33.00^{cde}	-2.22^{a}
P1×P6	36.67^{bcdef}	36.67^{bcdef}	36.67^{bc}	0.00^{a}
P2×P3	26.67^{hijklm}	$25.67^{ijklmno}$	26.17^{fghi}	-3.33^{a}
P2×P4	18.33^{noP}	17.33^{oP}	17.83^{kl}	-5.00^{a}
P2×P5	23.33^{klmnoP}	22.33^{klmnoP}	22.83^{ghijk}	-4.00^{a}
P2×P6	16.67^{oP}	16.00^{P}	16.33^{l}	-3.33^{a}
P3×P4	21.67^{lmnoP}	21.00^{lmnoP}	21.33^{ijkl}	-3.33^{a}
P3×P5	28.33^{ghijkl}	$27.67^{ghijklm}$	28.00^{efg}	-2.22^{a}
P3×P6	21.00^{lmnoP}	20.00^{mnoP}	20.50^{jkl}	-5.56^{a}
P4×P5	23.33^{klmnoP}	23.33^{klmnoP}	23.33^{ghij}	0.00^{a}
P4×P6	$28.33^{ghijklm}$	27.00^{hijklm}	27.67^{fg}	-4.44^{a}
P5×P6	38.33^{abcde}	37.00^{bcdef}	37.67^{bc}	-3.33^{a}
متوسط المعاملة	28.88^{a}	27.71^{a}	-	-4.16
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	4.607	1.359	6.516	8.864
CV%	11.2			14.5

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

الجدول (36) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة ارتفاع أول فرع تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	1.255	1.385	1.325*
P2	-1.632	-2.113*	-1.872**
P3	-0.583	-0.362	-0.473
P4	-3.422**	-3.491**	-3.452**
P5	1.082	1.183	1.131*
P6	3.290**	3.398**	3.341**
SE[g(i)]	0.73	0.76	0.70
SE[g(i)-g(j)]	0.001	0.04	12.59
P1×P2	7.395**	6.225**	-5.385**
P1×P3	-3.293	-3.873	0.008
P1×P4	-3.792	-3.142	5.732*
P1×P5	8.711**	7.933**	9.691*
P1×P6	8.841**	8.712**	-7.088**
P2×P3	0.593	0.961	5.913**
P2×P4	-4.914*	-4.247	12.813*
P2×P5	-4.413*	-3.911	-4.225*
P2×P6	-13.292**	-10.452**	-4.865*
P3×P4	-2.621	-2.331	-9.781
P3×P5	-0.450	-0.331	3.337*
P3×P6	-9.993**	-10.204**	3.232*
P4×P5	-2.622	-1.543	-6.432**
P4×P6	1.179	-0.083	6.205*
P5×P6	18.671**	16.867**	3.255*
SE[s(i,j)]	1.99	2.08	1.44
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.35	0.36	0.25

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (37). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفةارتفاع أول فرع.

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	-7.69	-4.76	-4.97	-0.36
P1×P3	-21.02*	-14.29	-22.76*	-16.49
P1×P4	-23.44*	-25.57*	-20.72	-15.14
P1×P5	11.1**	8.01**	14.63**	-24.41*
P1×P6	2.33	-11.99**	6.29*	-18.99
P2×P3	-23.8*	-23.8	-22.21	6.82
P2×P4	-42.11**	-47.62**	-39.90**	-18.95
P2×P5	-28.22	-33.34	-25.57*	-45.28**
P2×P6	-56.51**	-59.99**	-54.64**	-44.63**
P3×P4	-31.56**	-38.09**	-29.29**	-52.43**
P3×P5	-12.83	-19.06	-10.63	-37.87
P3×P6	45.22**-	-49.60**	-45.08**	-30.57**
P4×P5	-20.01*	-22.33**	-14.12	-27.64
P4×P6	-19.06**	-32.01**	-16.57	-42.15**
P5×P6	6.96*	-8.02	9.73*	-31.39

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

النتائج والمناقشة

3.2.7.3. متوسط ارتفاع أول كبسولة (سم)

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين عالي المعنوية في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة متوسط ارتفاع أول كبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي وتباين معنوي بالنسبة للتفاعل(جدول، 38)، ما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف البيئة التي تنمو فيها، وأيضاً على التباعد الوراثي بين هذه الطرز. بيّنت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في صفة متوسط ارتفاع أوّل كبسولة في النبات بين المعاملات، في حين لوحظ وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) بين الطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بين المعاملات والطرز الوراثية (الجدول، 39). يُعزى ذلك الانخفاض في ارتفاع أول كبسولة على النبات إلى تأثر كل من الصفات ارتفاع النبات وارتفاع أول فرع وارتفاع أول كبسولة يعود إلى أن الاجهاد المائي أدى إلى حدوث تراجع في طول السلاميات المكونة للساق وبالتالي أصبح النمو الخضري محدود ترافق ذلك مع تراجع ارتفاع الكبسولة وكذلك ارتفاع أول فرع. تراوح متوسط ارتفاع أول كبسولة تحت ظروف الشاهد المروي من(42.00 سم) للسلالة P6، إلى(51.67 سم) للسلالاتP5، P2، الشاهد زوري. في حين تراوح متوسط ارتفاع أول كبسولة تحت ظروف الإجهاد المائي من(40.67 سم) للسلالة P6، إلى(51.67 سم) للسلالة P2، ما يُشير إلى أهمية السلالة P2، لاعتبارها مبشرة وإدخالها في برنامج تربية يهدف لتحسين صفة ارتفاع أول كبسولة في النبات في محصول السمسم تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، كذلك الأمر بالنسبة للسلالة P5 تحت ظروف الشاهد المروي فقط (الجدول، 39). كذلك تراوح متوسط ارتفاع أول كبسولة تحت ظروف الشاهد المروي من(40.00 سم) للهجينP3×P6، إلى(58.33 سم) للهجين P2×P6. في حين تراوح من(40.00 سم) للهجين P3×P6، إلى(57.00 سم) للهجين P2×P6 تحت ظروف الإجهاد المائي المطبق خلال مرحلة الإزهار. لذا يمكن تقييم الهجين P2×P6 لصفة متوسط ارتفاع أول كبسولة تحت ظروف كل من المعاملتين المروية والمجهدة، واعتباره مبشراً لتحسين هذه الصفة(الجدول، 39).

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق(الجدول، 38)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما، ما يشير إلى مساهمة كلاً من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة تحت ظروف الدراسة. وكان تفاعل القدرتين العامة والخاصة على التوافق مع البيئات المطبقة (شاهد وإجهاد) غير معنوي، مما يُشير إلى عدم تأثر القدرة العامة والخاصة على التوافق ببيئة الدراسة. ويفسر ذلك بأن الإجهاد المائي طُبق في النصف الثاني من مرحلة الإزهار، حيث أن الأزهار الأولى التي سوف تكون الكبسولات الأولى قد تشكلت قبل تطبيق الإجهاد المائي أي لم تتغير بيئة النمو في تلك المرحلة من حياة النبات. يُلاحظ أن قيم مكونات التباين لقابلية التوافق الخاصة للهجن SCA δ^2 كانت أعلى من مكونات التباين لقابلية ائتلاف القدرة العامة للسلالات الأبوية GCA δ^2 (الجدول، 38) وهذا دليل على أن التأثيرات اللاتراكمية للمورثات هي التي تتحكم في وراثة صفة ارتفاع أول كبسولة. كانت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل أصغر من الواحد الصحيح (0.04، 0.09، 0.06 على التوالي) (الجدول، 38)، مما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة ارتفاع أول كبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، اتفق ذلك مع Abhijatha وزملاؤه (2017). تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة متوسط ارتفاع أول كبسولة تحت ظروف الشاهد المروي من(0.323-) للسلالة P5، إلى(3.012) للسلالة P2 (الجدول، 40). في حين تراوحت قيم التأثيرات تحت ظروف الإجهاد المائي من(3.133-) للسلالة P6، إلى(3.383) للسلالة P2. حيث أبدت السلالة P2 تأثيرات القدرة على التوافق موجبة عالية المعنوية تحت ظروف كل من الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل، لذا يمكن اعتبارها سلالة مفيدة واستخدامها كأب في تكوين هجن تتمتع بصفة متوسط ارتفاع أول كبسولة مرغوب، في حين أبدت السلالة P4 تأثيرات موجبة معنوية تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة، وموجبة عالية المعنوية تحت ظروف التفاعل. تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(1.921−) للهجين P5×P6، إلى(9.002) للهجين P2×P6، أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة للهجن من(4.891−) للهجين P3×P5، إلى(8.562) للهجين P2×P6.

وقد أبدى الهجينان P1×P5، P2×P6 قدرة خاصة على التوافق موجبة وعالية المعنوية تحت ظروف كل من الشاهد المروي والإجهاد المائي (**6.901، **7.933 على التوالي)، (**9.002، **8.562 على التوالي)،(الجدول، 40)، لذا يمكن الاستفادة منهما في برامج التربية والتحسين الوراثي للمحصول، إذ استطاعت مورثاتها على التوافق فيما بينها بشكل خاص لتوريث ارتفاع أول كبسولة. لأنها تمتعت بارتفاع لأول كبسولة مثالي بالنسبة لارتفاع نباتاتها خاصة مع وجود قدرة على التوافق خاصة سالبة عالية المعنوية مفيدة لارتفاع النبات لدى نفس هذه الهجن، كما يمكن الاستفادة من السلالتين P5، P6 اللتين أبدتا سلوكاً مميزاً في صفة ارتفاع النبات من خلال القدرة العامة الموجبة والمعنوية، (الجدول،32). أما تحت ظروف التفاعل أبدت ستة هجن قدرة على التوافق عالية المعنوية موجبة P1×P2، P1×P5 ، P1×P6، P2×P6، P3×P4، P4×P6(**3.430، **3.492، **3.633، **7.452، **8.782 على التوالي)، وكان أفضلها الهجين P2×P6، كما أبدى الهجين P2×P4 قدرة خاصة على التوافق موجبة ومعنوية (*3.151)، لذا يمكن استخدام عشائر هذه الهجن للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب تراكيب وراثية متميزة في هذه الصفة خلال الأجيال الانعزالية المتأخرة (الجدول، 40).

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيم موجبة وسالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة ارتفاع أول كبسولة (الجدول،41)، اتفق ذلك مع Sakhiya (2013). تحت ظروف الزراعة المروية امتلكت الهجنP1×P5، P1×P6، P2×P4 قيم لقوة الهجين موجبة وعالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(**15.28، **15.03، **12.22%) (**9.68، **9.28، **9.68%) على التوالي، كذلك أبدى الهجينانP1×P2، P3×P6 قيم موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (**15.25، **14.60%على التوالي) (الجدول، 41). تعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها نباتات الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية. تحت ظروف الإجهاد المائي امتلك الهجين P1×P6 أعلى قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(**32.30، **25.93%على التوالي)، تلاه الهجينP1×P4 الذي امتلك قيم موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل (**22.76، **19.73 % على التوالي)، ثم الهجين P3×P4 (**20.00، **19.57 %على التوالي). لذا يمكن الانتخاب ضمن عشائر هذه الهجن لصفة ارتفاع

أول كبسولة خلال الأجيال الانعزالية المتأخرة (الجيل السادس، والسابع). اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيم أعلى من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل(3.55، 2.34، 2.90 على التوالي)، هذا يدل على أن صفة ارتفاع أول كبسولة واقعة تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة عند اختلاف بيئة النمو(الجدول، 38). كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لصفة ارتفاع أول كبسولة مرتفعة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل مرتفعة (0.80، 0.76، 0.82 على التوالي)، أما درجة التوريث بالمعنى الضيق فقد كانت منخفضة (0.06، 0.12، 0.09 على التوالي)، (الجدول، 38)، اتفق ذلك مع Mohanty وزملاؤه (2020) ومع نتائج Patidar (2020). إن انخفاض درجة التوريث بالمعنى الضيق تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة مائياً يُشير إلى انخفاض التباين الوراثي وارتفاع التفاعل البيئي الوراثي، حيث يُعد التفاعل البيئي الوراثي الحاجز الأكبر أمام فهم السلوك الوراثي لبعض الصفات، مما يضعف إمكانية تحسين هذه الصفة تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة مائياً.

الجدول (38). تحليل التباين ومكوناته لصفة ارتفاع أول كبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	5.78	8.19	6.98
الطرز الوراثية	99.78**	105.62**	204.30*
GCA	120.04**	149.77**	268.91**
SCA	93.02**	90.90**	182.76**
الخطأ التجريبي	7.84	10.02	8.93
التفاعل (GCA× Env.)	0.90^{NS}		
التفاعل (SCA× Env.)	1.17^{NS}		
δ^2 GCA	1.13	2.45	1.80
δ^2 SCA	28.43	26.99	30.27
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.04	0.09	0.06
التباين التراكميV_A	2.25	4.91	3.60
التباين اللاتراكميV_D	28.43	26.99	30.27
درجة السيادة ā	3.55	2.34	2.90
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.80	0.76	0.82
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.06	0.12	0.09

**، *تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

النتائج والمناقشة

الجدول (39). متوسط ارتفاع أول كبسولة لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	48.33^{fghij}	$47.33^{fghijklm}$	48.33^{cde}	-4.08^{a}
شاهد زوري	51.67^{bcdefg}	50.67^{efgh}	51.17^{bc}	-1.82^{ab}
P1	$46.67^{ghijklm}$	45.00^{fghij}	45.83^{def}	-3.56^{ab}
P2	51.67^{bcdefg}	51.67^{bcdefg}	51.67^{bc}	0.00^{b}
P3	49.33^{fghij}	$47.67^{fghijkl}$	48.50^{bcde}	-3.42^{ab}
P4	$49.33^{fghijkl}$	$47.33^{fghijkl}$	48.33^{bcd}	-2.08^{ab}
P5	51.67^{bcdefg}	50.33^{efgh}	51.00^{bc}	-2.55^{ab}
P6	42.00^{mn}	40.67^{jkl}	41.00^{hi}	-4.65^{ab}
P1×P2	56.67^{abc}	55.67^{abcde}	56.17^{a}	-1.82^{ab}
P1×P3	$48.33^{fghijkl}$	$47.67^{fghijkl}$	48.00^{cde}	-1.48^{b}
P1×P4	$45.00^{hijklmn}$	$45.00^{hijklmn}$	45.00^{efg}	0.00^{b}
P1×P5	56.67^{abc}	56.67^{abcd}	56.67^{a}	0.00^{b}
P1×P6	51.00^{cefg}	49.33^{fghij}	50.17^{bc}	-3.42^{ab}
P2×P3	44.33^{ijklmn}	43.33^{lmn}	43.83^{fgh}	-2.33^{ab}
P2×P4	56.67^{abcd}	56.67^{abcd}	56.67^{a}	-0.00^{b}
P2×P5	49.33^{fghij}	$48.33^{fghijkl}$	48.83^{bcd}	-2.08^{ab}
P2×P6	58.33^{a}	57.00^{ab}	57.67^{a}	-2.32^{ab}
P3×P4	52.67^{bcdef}	50.33^{efgh}	51.50^{bc}	-4.43^{ab}
P3×P5	43.67^{jlmn}	40.67^{no}	42.17^{ghi}	-6.87^{a}
P3×P6	40.00^{no}	40.00^{no}	40.00^{i}	0.00^{b}
P4×P5	52.33^{bcdefg}	52.33^{bcdefg}	52.33^{b}	-0.05^{b}
P4×P6	51.33^{bcde}	50.00^{efghi}	50.67^{bc}	-2.54^{ab}
P5×P6	36.67^{o}	36.00^{o}	36.33^{j}	-1.48^{b}
متوسط المعاملة	49.33^{a}	48.26^{a}	-	-2.22
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	3. 210	1.487	4.697	4.390
CV%	5.9			8.4

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

الجدول (40) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة ارتفاع أول كبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	0.813	0.881	0.889*
P2	3.012**	3.383**	3.193**
P3	-2.115**	-3.174**	-2.315**
P4	1.511*	1.712*	1.611**
P5	-0.323	0.331	-0.734
P6	-2.898**	-3.133**	-2.634
SE[g(i)]	0.52	0.59	0.29
SE[g(i)-g(j)]	0.04	0.09	0.05
P1×P2	3.633*	3.234	3.430**
P1×P3	0.422	1.365	0.768
P1×P4	-6.544**	-5.777**	-6.165**
P1×P5	6.961**	7.933**	7.452**
P1×P6	3.881*	3.392	3.633**
P2×P3	-5.793**	-5.735**	-5.764**
P2×P4	2.925	3.391	3.151*
P2×P5	-3.583	-5.901	-2.745*
P2×P6	9.002**	8.562**	8.782**
P3×P4	4.041*	2.933	3.492**
P3×P5	-3.796*	-4.6891*	-3.914**
P3×P6	-4.331*	-5.576**	-3.393**
P4×P5	-1.921	2.772	-2.237*
P4×P6	3.502*	3.232	3.632**
P5×P6	-9.399**	-8.734**	-9.034**
SE[s(i,j)]	1.43	1.62	1.08
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.25	0.28	0.19

* ، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (41). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفةارتفاع أول كبسولة.

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	15.25**	-6.24	5.18	-8.82
P1×P3	0.69	-14.88**	2.88	-16.78*
P1×P4	-6.25	-8.78	22.76**	19.73**
P1×P5	15.28**	9.68**	-5.60	-10.59*
P1×P6	15.03**	9.28**	32.30**	25.93**
P2×P3	-12.22	-14.21**	-0.68	-4.52
P2×P4	12.22**	9.68**	-12.46*	-16.14*
P2×P5	-6.46	-6.46	11.12	9.68
P2×P6	12.46**	1.94	4.68	-6.46
P3×P4	-11.47	-11.47*	20.00**	19.57**
P3×P5	-20.79**	-22.59**	2.71	0.00
P3×P6	14.60**	6.08	-7.92	-14.68*
P4×P5	1.64	-0.66	-18.08**	-20.52**
P4×P6	-19.70**	-25.66**	18.93**	10.56*
P5×P6	5.33	-4.53	-20.88**	-28.47**

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

4.2.7.3. عدد الفروع في النبات (فرع. نبات$^{-1}$)

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين عالي المعنوية في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة متوسط عدد الفروع في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي المطبق خلال النصف الثاني من مرحلة الازهار والتفاعل، مايؤكد على غنى المادة المدروسة وراثياً وإمكانية البحث عن انعزالات وراثية متميزة لهذه الصفة خلال الأجيال الانعزالية كما يؤكد ذلك على أهمية دراسة السلوكية الوراثية ضمن عشائر هذه الطرز بهدف اختيار العشائر الأفضل في البيئة المستهدفة، (جدول، 42)، اتفق ذلك مع نتائج Abdelsatar وزملاؤه (2020). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط عدد الفروع في النبات بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 43). يُلاحظ أنّ متوسط عدد الفروع في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (4.07 فرع. نبات$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (3.59 فرع. نبات$^{-1}$). حيثٌ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد الفروع في النبات مقدارهُ 8.90% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 43). ويُعزى تراجع عدد الفروع في البيئة المجهدة مائياً إلى أنَّ النبات يقوم بتوجيه كمية أكبر من نواتج التمثيل الضوئي لتشكيل المجموع الجذري حيث تزداد وتيرة نمو الجذور مع تدني كمية الماء المتاحة في التربة على حساب نمو المجموع الهوائي وتطوره، وبالتالي سيكون معدل نمو النبات أقل وحجم المسطح الورقي الفعّال في عملية التمثيل الضوئي أقل وكذلك كمية المادة الجافة المصنعة (العودة وخيتي، 2015)، ويُعد تناقص عدد الفروع في النبات أهم أعراض نقص الماء في النبات (Talebi *et al*., 2013) بسبب تراجع استطالة الخلايا النباتية الناتج عن تراجع ضغط الامتلاء الذي يسبب تدهوراً في معدل استطالة الخلايا النباتية حيث تحتاج الخلايا بعد الانقسام إلى قوة تدفع جدرانها على التمدد، وتأتي هذه القوة من ضغط الماء في الخلايا المنتجة لذلك فإن امتلاك بعض التراكيب الوراثية لآلية التعديل الحلولي يزيد من قدرتها على تحمل الجفاف من خلال خفض الجهد الحلولي عبر تصنيع وتجميع الذائبات العضوية والمعدنية حتى مع ازدياد العجز المائي (العودة وخيتي، 2015)، ويُعد الهجين P1×P6 مبشراً لامتلاكه هذه الآلية حيث لم يتأثر عدد الفروع على النبات بنقص الماء (5.00، 5.00 فرع. نبات$^{-1}$) في كلا المعاملتين. يُلاحظ أن الهجين ناتج عن تزاوج بين السلالتين P1، P6 ، حيث يتضح أن P6 على درجة عالية من النقاوة الوراثية ماانعكس ذلك على استقرار هذه الصفة

في الجيل الأول الناتج عنه في البيئات المختلفة لنمو النبات. ومايؤكد ذلك امتلاك الهجين P1×P6 قيمة قوة هجين موجبة وعالية المعنوية بالنسبة لمتوسط الأبوين تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة(الجدول، 45) تراوح متوسط عدد الفروع في النبات عند معاملة الشاهد المروي من (4.00 فرع. نبات$^{-1}$) للسلالة P1، إلى (5.00 فرع. نبات$^{-1}$) لدى السلالة P5، والشاهد حوراني. في حين تراوح عدد الفروع عند معاملة الإجهاد المائي من(3.67 فرع. نبات$^{-1}$) للسلالة P1، والشاهد زوري إلى(4.67 فرع. نبات$^{-1}$) للسلالة P5، والشاهد حوراني. ما يُشير إلى أهمية كل من السلالةP5، والشاهد حوراني واعتبارها مبشرة وإدخالها في برامج التربية والتحسين الوراثي بهدف تحسين صفة عدد الفروع في نبات السمسم، تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي. وقد تراوح متوسط عدد الفروع في الهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(1.67 فرع. نبات$^{-1}$) لدى الهجين P2×P4، إلى(5.76 فرع. نبات$^{-1}$) لدى الهجين P5×P6. بينما تحت ظروف الإجهاد المائي تراوح متوسط عدد الفروع من(1.67 فرع. نبات$^{-1}$) لدى الهجينP2×P6، P2×P4. إلى(4.67 فرع. نبات$^{-1}$) لدى الهجين P5×P6 (الجدول، 43). لذا يمكن تقييم الهجين P5×P6 لصفة متوسط عدد الفروع في نبات السمسم تحت ظروف كل من المعاملتين المروية والمجهدة، واعتبارها مبشرة لتحسين هذه الصفة.

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق (الجدول، 42)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما، ما يُشير إلى أهمية مشتركة للوراثة والبيئة في السلوك الوراثي لهذه الصفة تحت ظروف الدراسة. وكان تفاعل القدرتين العامة والخاصة على التوافق مع البيئات المطبقة (شاهد وإجهاد) غير معنوي، أي لم تتأثر القدرة العامة والخاصة على التوافق بالبيئة التي ينمو فيها النبات، يُلاحظ أن قيم مكونات التباين لقابلية التوافق الخاصة للهجن δ^2 SCA كانت أعلى من مكونات التباين لقابلية التوافق العامة للسلالات الأبويةGCA δ^2 تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بين المعاملات والطرز الوراثية(الجدول، 42)، هذا دليل على أن التأثيرات اللاتراكمية للمورثات هي التي تتحكم في وراثة صفة عدد الفروع في النبات. كانت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل أصغر من الواحد الصحيح(0.09، 0.05، 0.07على التوالي) (الجدول، 42)،

ما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة عدد الفروع في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، مما يضعف إمكانية تحسين هذه الصفة في البيئات المدروسة، حيث إن صفة عدد الفروع في النبات تتأثر بالظروف البيئية السائدة خلال فترة نمو المحصول. حيث يضطر النبات عند تعرضه للإجهاد المائي إلى اختصار مرحلة النمو الخضري وتكوين الفروع والإسراع للدخول بمرحلة تشكل الكبسولات على النبات وذلك نتيجة نقص العناصر الغذائية الممتصة من التربة عبر مياه الري نتيجة عدم توفر المياه في التربة بشكلٍ جيد. تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة متوسط عدد الفروع في النبات تحت ظروف الشاهد المروي من(0.474-) للسلالاتين P2، P4. إلى (0.440) للسلالة P6(الجدول، 44). في حين تراوحت هذه القدرة تحت ظروف الإجهاد المائي من (0.387-) للسلالةP2، إلى(0.445) للسلالة P6. وقد أبدت السلالة P5 قدرة على التوافق موجبة معنوية تحت ظروف كل من الشاهد المروي وموجبة عالية المعنوية تحت ظروف التفاعل، كذلك أبدت السلالة P6 قدرة على التوافق موجبة عالية المعنوية تحت ظروف الشاهد المروي والتفاعل وموجبة معنوية تحت ظروف الإجهاد المائي، لذا يمكن اعتبار كل من السلالتين P5، P6 سلالات مفيدة يمكن إدخالها في برنامج تربية لتكوين هجن تتمتع بعدد فروع كبيرة في النبات، لاسيما وأن هذه السلالات تميزت بامتلاكها تأثيرات موجبة وعالية المعنوية للقدرة العامة على التوافق تحت ظروف الشاهد المرويP5، وتحت ظروف الاجهاد المائي والشاهد المروي P6، أي أنها تتميز بالقدرة على توريث صفة عدد الفروع في النبات إلى النسل الناتج. تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(0.111-) للهجينP3×P5 إلى(1.859) للهجين P5×P6، أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة للهجن من(0.053−) للهجين P1×P3، إلى(1.457) للهجين P5×P6(الجدول، 44). حيث أبدى الهجينين P4×P6، P5×P6 تأثيرات للقدرة الخاصة عالية المعنوية تحت ظروف المعاملتين المروية والمجهدة والتفاعل (**1.019، **1.512، **1.452 على التوالي)، (**1.859، **1.457، **1.659 على التوالي). كما أبدى الهجين P1×P3 تأثير موجب عالي المعنوية تحت ظروف الزراعة المروية (**1.422)، أما الهجين P1×P6 فقد أبدى تأثير للقدرة الخاصة موجب ومعنوي تحت ظروف الاجهاد المائي(*0.909)، وموجب عالي المعنوية تحت ظروف التفاعل. لذا يمكن اعتبارها

هجن مبشرة ويمكن استخدام عشائرها للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب التراكيب الوراثية المتفوقة لهذه الصفة.

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيماً موجبة ومعنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة عدد الفروع في النبات، وقد تباينت هذه القيم بين الهجن المدروسة وبين المعاملات المختلفة، اتفق ذلك مع نتائج Tripathy وزملاؤه (2016)، (الجدول، 45). تحت ظروف الزراعة المروية امتلكت الهجنP1×P3، P1×P6، P5×P6 قيم لقوة الهجين موجبة وعالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين(**7.73، **7.18، **9.78%على التوالي)،في حين أبدى الهجينP5×P6 قيمة موجبة معنوية لقوة الهجين قياساً للأب الأفضل(**6.38%) (الجدول،45). تعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها نباتات الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية. أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد امتلك الهجين P1×P6 قوة هجين موجبة عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين (**15.34%)، لذا يمكن الانتخاب لتحسين هذه الصفة في عشائر الهجين P1×P6 خلال الأجيال الانعزالية المبكرة والمتوسطة(F4، F5، F6)، في حين لم تبد الهجن قوة هجين موجبة معنوية أو عالية المعنوية قياساً للأب الأفضل، اتفق ذلك مع Viraniوزملاؤه (2017). اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيم أعلى من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل(2.50، 3.00، 2.68 على التوالي)، ما يدل على أن صفة عدد الفروع في النبات واقعة تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة عند اختلاف بيئة النمو، مايدل على أهمية السيادة الفائقة الموجبة في السلوك الوراثي لهذه الصفة (الجدول، 42). كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لصفة عدد الفروع في النبات مرتفعة تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي(0.70، 0.63 على التوالي)، وكانت درجة التوريث بالمعنى الضيق منخفضة تحت نفس الظروف المدروسة (0.10، 0.06 على التوالي). إن انخفاض درجة التوريث بالمعنى الضيق تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة مائياً يشير إلى انخفاض قيمة مساهمة الفعل الوراثي التراكمي وأهمية الفعل الوراثي اللاتراكمي في وراثة هذه الصفة في الطرز المدروسة وارتفاع التأثير البيئي، مما يضعف إمكانية تحسين هذه الصفة تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة مائياً في المادة الوراثية المدروسة (الجدول، 42).

الجدول (42). تحليل التباين ومكوناته لصفة عدد الفروع في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	1.24	1.02	1.54
الطرز الوراثية	2.75**	2.48**	5.07**
GCA	3.76**	3.09**	6.80**
SCA	2.41**	2.28**	4.50**
الخطأ التجريبي	0.34	0.40	0.37
التفاعل (GCA× Env.)	0.16^{NS}		
التفاعل (SCA× Env.)	0.52^{NS}		
δ^2 GCA	0.06	0.03	0.05
δ^2 SCA	0.69	0.63	0.72
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.09	0.05	0.07
التباين التراكمي V_A	0.11	0.07	0.10
التباين اللاتراكمي V_D	0.69	0.63	0.72
درجة السيادة $\bar{a}$	2.50	3.00	2.68
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.70	0.63	0.71
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.10	0.06	0.09

* ، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (43). متوسط عدد الفروع في النبات لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	5.00^{abcd}	4.67^{abcdef}	4.83^{abcd}	-2.78^{a}
شاهد زوري	4.67^{abcdef}	3.67^{dfghij}	4.00^{defg}	-15.00^{a}
P1	4.00^{defgh}	3.67^{dfghij}	3.83^{efgh}	-3.89^{a}
P2	4.67^{abcdef}	4.00^{defgh}	4.33^{bcdef}	-11.67^{a}
P3	4.67^{abcdef}	4.00^{defgh}	4.17^{cdef}	-8.33^{a}
P4	4.67^{abcdef}	3.67^{dfghij}	4.00^{ef}	-15.00^{a}
P5	5.00^{abcd}	4.67^{abcdef}	4.00^{defg}	-11.11^{a}
P6	5.33^{ab}	5.00^{abc}	5.33^{a}	-2.22^{a}
P1×P2	4.00^{defgh}	3.67^{dfghij}	3.83^{efgh}	-8.33^{a}
P1×P3	4.67^{abcdef}	3.67^{dfghij}	4.00^{defg}	-15.00^{a}
P1×P4	3.00^{ghijk}	2.67^{hjkl}	2.83^{i}	-2.78^{a}
P1×P5	4.67^{abcdef}	3.33^{fghijk}	3.83^{efgh}	-23.33^{a}
P1×P6	5.00^{abcd}	5.00^{abcd}	5.00^{abc}	-1.11^{a}
P2×P3	4.00^{defgh}	3.67^{dfghij}	3.83^{efgh}	-2.22^{a}
P2×P4	1.67^{l}	1.67^{l}	1.67^{j}	-16.67^{a}
P2×P5	3.00^{ghijk}	3.00^{ghijk}	3.00^{hi}	-8.33^{a}
P2×P6	2.33^{kl}	1.67^{l}	2.00^{j}	-27.78^{a}
P3×P4	3.33^{fghijk}	3.00^{ghijk}	3.17^{ghi}	-8.33^{a}
P3×P5	4.67^{abcdef}	3.67^{dfghij}	4.00^{defg}	-13.33^{a}
P3×P6	4.00^{defgh}	3.33^{fghijk}	3.67^{fghi}	-15.00^{a}
P4×P5	3.67^{dfghij}	3.33^{fghijk}	3.50^{fghi}	-8.33^{a}
P4×P6	4.00^{defgh}	3.00^{ghijk}	3.50^{fghi}	-25.00^{a}
P5×P6	5.67^{a}	4.67^{abcdef}	5.17^{ab}	-16.67^{a}
متوسط المعاملة	4.07^{a}	3.59^{b}	-	-8.90
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$\mathbf{LSD_{0.05}}$	0.766	0.226	1.083	38.97
CV%	14.4			17.0

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

الجدول (44) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة عدد الفروع في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	0.075	0.119	0.095
P2	-0.474**	-0.387*	-0.435**
P3	0.072	0.072	0.073
P4	-0.474**	-0.393*	-0.476**
P5	0.361*	0.244	0.301**
P6	0.440**	0.445*	0.442**
SE[g(i)]	0.11	0.12	0.06
SE[g(i)-g(j)]	0.08	0.05	0.07
P1×P2	0.393	0.405	0.455
P1×P3	1.422**	-0.053	0.969
P1×P4	-0.611	-0.513	-0.567*
P1×P5	-0.115	-5.657**	-0.333
P1×P6	0.472	0.909*	0.692**
P2×P3	0.391	0.451	0.433
P2×P4	-1.402**	-1.014**	-1.219**
P2×P5	-0.904**	-0.391	-0.651*
P2×P6	-1.651**	-1.932**	-1.792**
P3×P4	-0.280	-0.141	-0.213
P3×P5	-0.111	-0.180	-0.152
P3×P6	-0.530	-0.721*	-0.630*
P4×P5	-0.241	0.039	-0.116
P4×P6	1.019**	1.512**	1.452**
P5×P6	1.859**	1.457**	1.659**
SE[s(i,j)]	0.30	0.32	0.22
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.05	0.05	0.04

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (45). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة عدد الفروع في النبات.

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	-7.73	1.14	-4.30	-6.21
P1×P3	7.73**	-14.35**	-4.30	-8.25
P1×P4	-30.80**	-35.76**	-27.25*	-27.25*
P1×P5	3.78	-6.6	-20.14*	-28.69*
P1×P6	7.18**	-6.19	15.34**	0.00
P2×P3	-14.35	-14.35	-8.25	-8.25
P2×P4	-64.24**	-64.24**	-56.45**	-58.25**
P2×P5	-37.95**	-40.00**	-30.80	-35.76**
P2×P6	-53.4**	-56.29**	-62.89**	-66.6**
P3×P4	-28.69**	-28.69**	-21.77*	-25.00**
P3×P5	-3.41	-6.6	-15.34	-21.41
P3×P6	-20**	-24.95**	-26.00**	-33.4**
P4×P5	-24.10**	-26.6**	-20.14	-28.69*
P4×P6	-20	-24.95**	-30.80**	-40
P5×P6	9.78**	6.38*	-3.41	-6.6

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

النتائج والمناقشة

3.7.3. الصفات الفيزيولوجية Physiological traits

1.3.7.3. محتوى الماء النسبي في الأوراق (%)

تحليل التباين والمتوسطات:

تُعد دراسة الصفات الفيزيولوجية المرتبطة بتحمل الاجهاد المائي مسألة غاية في الأهمية حيث يمكن أن يستفيد منها مربي النبات في تحسين غلّة البذور الكمية والنوعية في المناطق البيئية التي يمكن أن تتعرض فيها النباتات لظروف العجز المائي وخاصة خلال المراحل الحرجة من حياة النبات.

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين عالي المعنوية في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة محتوى الماء النسبي في الأوراق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي المطبق خلال النصف الثاني من مرحلة الازهار، والتفاعل المتبادل بين الطرز الوراثية والمعاملات، وكان التباين بين المكررات ضمن الحدود الطبيعية المقبولة (جدول، 46)، مما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف البيئة التي تنمو فيها النباتات، وأيضاً على التباعد الوراثي بين هذه الطرز(جدول، 46). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق بين المعاملات والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما(الجدول، 47). يُلاحظ أن متوسط محتوى الماء النسبي كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (89.21%)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (73.80%). حيثُّ سبب الإجهاد المائي انخفاضاً في محتوى الماء النسبي في الأوراق مقدارهُ 17.86% (الجدول، 47). حيث تُشير هذه النتائج إلى أهمية توافر الماء في التربة وامتصاصه بكمياتٍ كافية من قبل النباتات للمحافظة على محتوى الماء النسبي في الأوراق. تراوح متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق تحت ظروف الشاهد المروي من(68.27%) للصنف حوراني، إلى(95.39%) للسلالة P3 (الجدول، 47). أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوح متوسط محتوى الماء النسبي من(52.45%) للصنف حوراني، إلى(79.61%) للسلالة P3. مما يُشير إلى أهمية السلالة P3 لاعتبارها مبشرة ويمكن إدخالها في برنامج تربية يهدف إلى تحسين هذه الصفة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي. كما تراوح متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق بالنسبة للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(85.48%) للهجين P2×P6، إلى(92.36%) للهجين P1×P3. في حين تراوح متوسط محتوى الماء النسبي للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي من(69.72%) للهجين P2×P6، إلى(80.25%) للهجين P1×P3 (الجدول، 47). لذا

يمكن تقييم الهجينP1×P3 لصفة محتوى الماء النسبي في الأوراق تحت ظروف كل من الشاهد المروي والإجهاد المائي المطبق خلال مرحلة الإزهار، واعتباره مبشر لتحسين هذه الصفة، حيث تعد عملية مقارنة الطرز الوراثية المتباينة في استجابتها للإجهاد المائي من أنجع السبل لتحديد الصفات الفسيولوجية المرتبطة بتحمل الجفاف. يمكن أن يُعزى التباين في مقدرة الطرز الوراثية المدروسة في المحافظة على محتوى الماء النسبي داخل الأوراق إما إلى التباين في حجم المجموعة الجذرية ودرجة تشعبها، حيث تتناسب كمية المياه الممتصة طرداً مع عدد الشعيرات الجذرية الفعّالة في امتصاص المياه، ويؤدي بالمقابل تشعب المجموعة الجذرية إلى زيادة نقاط تماسها مع حبيبات التربة، مما يزيد من كمية المياه الممتصة. أو يمكن أن يُعزى إلى التباين في كفاءة الطرز الوراثية على تصنيع الذائبات العضوية التوافقية (البرولين) وتجميعها ضمن سيتوبلازم الخلايا النباتية، أو نتيجة التباين في حساسية المسامات بالانغلاق استجابةً لظروف الإجهاد المائي، ويتوقف ذلك على كفاءة الطراز الوراثي في تصنيع حمض الأبسيسيك (ABA) (الإشارة الكيميائية) في الجذور وكفاءة نقله إلى الأوراق ليحث المسامات على الانغلاق (Aasamaa, 2001).

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق(الجدول، 46)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق في جميع الظروف، ما يُشير إلى مساهمة كلاً من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة تحت ظروف الدراسة. وكان تفاعل القدرتين العامة والخاصة على التوافق مع البيئات المطبقة (شاهد مروي وإجهاد مائي) عالي المعنوية، أي تغيرت هذه الصفة بتغير البيئة، هذا يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف بيئة النمو، كما يدل على الإختلاف الوراثي بين هذه الطرز وإمكانية البحث في النسل الناتج في الأجيال الانعزالية اللاحقة عن انعزالات وراثية تفيد الهدف من هذه الدراسة. يُلاحظ أن قيم مكونات التباين لقابلية التوافق الخاصة للهجن δ^2 SCA كانت أعلى من مكونات التباين لقابلية التوافق للقدرة العامة للسلالات الأبوية δ^2 GCA في كلا البيئتين المدروسة(الجدول، 46)، وهذا دليل على أن التأثيرات اللاتراكمية للمورثات هي التي تتحكم في وراثة صفة المحتوى المائي النسبي في الأوراق. كانت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي أصغرمن الواحد الصحيح(0.37)، في حين كانت قريبة من الواحد تحت

ظروف الزراعة المجهدة وعند التفاعل مع البيئة (0.86، 0.75 على التوالي) (الجدول، 46)، مما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي في وراثة صفة المحتوى الماء النسبي في الأوراق تحت ظروف الشاهد المروي، ومساهمة كل من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في توريث هذه الصفة تحت ظروف الإجهاد المائي، كما يدل على تأثر متوسط محتوى الماء النسبي بالظروف البيئية السائدة خلال فترة نمو المحصول. تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق تحت ظروف الشاهد المروي من(0.526-) للسلالة P4، إلى(3.874) للسلالة P1 (الجدول، 48). في حين تراوحت هذه القيم تحت ظروف الإجهاد المائي من (0.637-) للسلالة P4، إلى(2.454) للسلالة P5. وقد أبدت السلالات P1، P3، P5 تأثيرات للقدرة العامة على التوافق موجبة معنوية وعالية المعنوية تحت ظروف كل من الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (**2.321، **2.581، **2.453 على التوالي)، (**1.233، **0.931، **1.084 على التوالي)، (**1.972، **2.452، **2.211 على التوالي)، كان أفضلها السلالة P3، لذا يمكن اعتبارها سلالة مفيدة يمكن إدخالها في برنامج تربية لتحسين صفة متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق، حيث أن هذه الصفة مهمة كدليل على قدرة النبات على تحمل ظروف الإجهاد المائي وإعطاء إنتاجية مرتفعة (الجدول، 48). في حين تراوحت قيم تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(0.135-) للهجين P1×P4، إلى(5.166) للهجينP4×P5، أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة للهجن من(0.111-) للهجين P1×P5، إلى(3.371) للهجينP1×P3 (الجدول، 48). أبدت الهجنP1×P2، P1×P3، P1×P6، P4×P5 قيم تأثيرات للقدرة الخاصة موجبة عالية المعنوية تحت ظروف المعاملتين المروية والمجهدة والتفاعل (**2.962، **2.824، **2.148 على التوالي)، (**1.861، **3.371، **3.121 على التوالي)، (**2.962، **2.823، **2.148 على التوالي)، (الجدول، 48). لذا يمكن استخدام عشائر هذه الهجن للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب تراكيب وراثية متميزة في هذه الصفة خلال الأجيال الانعزالية اللاحقة من خلال متابعة الدراسة والبحث على عشائر هذه الهجن(الجدول، 48).

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيماً موجبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروفالزراعة المروية والمجهدة لصفة محتوى الماء النسبي(الجدول، 49). تحت ظروف الزراعة المروية امتلكت الهجنP1×P2، P1×P6، P4×P5 قيم لقوة الهجين موجبة وعالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل (**11.09، **10.70 ، **6.77%) (**7.37، **5.53 ، **5.95%)على التوالي(الجدول، 49). تعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها نباتات الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية. تحت ظروف الإجهاد المائي امتلك الهجين قياساً P1×P3 أعلى قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (**9.83%)، تلاه الهجين P1×P6 الذي امتلك قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين(**8.29%)، ثم الهجينP1×P5(**6.76 %). في حين امتلك الهجين P1×P2 قيم موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل (**8.82، **6.84 % على التوالي). اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيم أعلى من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل(1.16، 1.76، 1.82 على التوالي)، ما يدل على أن صفة محتوى الماء النسبي في الأوراق واقعة تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة تحت ظروف الشاهد المروي، في حين ساهم كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في توريث هذه الصفة تحت ظروف الإجهاد المائي والتفاعل. (الجدول، 46). كانت درجة التوريث لصفة محتوى الماء النسبي بالمعنى الواسع مرتفعة تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي والتفاعل(0.95، 0.91، 0.93 على التوالي)، في حين كانت درجة التوريث بالمعنى الضيق متوسطة تحت ظروف الإجهاد المائي والتفاعل(0.40، 0.58، 0.57 على التوالي). وبالتالي يمكن التعويل بشكل كبير على صفة المحتوى المائي النسبي في الانتخاب والتحسين الوراثي تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي خلال الأجيال الانعزالية المتوسطة والمتأخرة(من الجيل الرابع وحتى الجيل السادس) (الجدول، 46).

الجدول (46). تحليل التباين ومكوناته لصفة محتوى الماء النسبي في الأوراق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	1.57	5.15	2.92
الطرز الوراثية	54.88**	46.47**	95.13**
GCA	166.947**	138.615**	297.399**
SCA	0.648**	0.121**	0.695**
الخطأ التجريبي	0.97	1.43	1.21
التفاعل (GCA× Env.)	26.164**		
التفاعل (SCA× Env.)	0.117**		
δ^2 GCA	3.83	4.75	4.45
δ^2 SCA	10.32	5.52	5.92
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.37	0.86	0.75
التباين التراكمي V_A	7.66	9.49	8.90
التباين اللاتراكمي V_D	10.32	5.52	5.92
درجة السيادة $\bar{a}$	1.16	1.76	1.82
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.95	0.91	0.93
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.40	0.58	0.57

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (47). متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	68.27^{yz}	52.45^{a}	60.48^{l}	-35.03^{a}
شاهد زوري	93.94^{bcd}	75.89^{rs}	84.92^{de}	-19.21^{bcde}
P1	80.30^{o}	66.52^{z}	73.25^{k}	-17.54^{defg}
P2	82.40^{n}	67.92^{yz}	75.16^{j}	-17.58^{defg}
P3	95.39^{bc}	79.61^{oP}	87.50^{ab}	-16.54^{fgh}
P4	92.81^{de}	79.26^{oP}	86.04^{cd}	-14.60^{hij}
P5	91.40^{efg}	78.72^{oP}	85.06^{de}	-13.91^{ij}
P6	88.55^{ijk}	71.53^{vwx}	80.04^{h}	-19.23^{bcde}
P1×P2	90.37^{ghi}	72.95^{uv}	81.66^{g}	-19.28^{bcd}
P1×P3	92.63^{def}	80.25^{o}	86.44^{bc}	-13.36^{j}
P1×P4	89.54^{ghij}	73.81^{tu}	81.67^{g}	-17.58^{defg}
P1×P5	90.99^{efgh}	77.53^{Pqr}	84.26^{ef}	-14.80^{hij}
P1×P6	93.45^{cd}	74.75^{stu}	84.10^{ef}	-20.00^{bc}
P2×P3	87.61^{jkl}	73.59^{tu}	80.60^{gh}	-16.00^{ghi}
P2×P4	85.97^{lm}	70.86^{wx}	78.42^{i}	-17.58^{defg}
P2×P5	87.42^{klm}	74.58^{stu}	81.00^{gh}	-14.68^{hij}
P2×P6	85.48^{m}	69.72^{xy}	77.60^{i}	-18.43^{bcdef}
P3×P4	91.18^{efg}	76.53^{qrs}	83.86^{ef}	-16.06^{fghi}
P3×P5	95.58^{b}	78.62^{oP}	87.10^{abc}	-17.74^{cdefg}
P3×P6	90.68^{fgh}	75.39^{st}	83.04^{f}	-16.86^{efgh}
P4×P5	98.34^{a}	77.98^{Pq}	88.16^{a}	-20.71^{b}
P4×P6	89.05^{hijk}	72.67^{uvw}	80.86^{gh}	-18.39^{bcdef}
P5×P6	90.50^{ghi}	76.39^{qrs}	83.44^{f}	-15.59^{ghij}
متوسط المعاملة	89.211^{a}	73.805^{b}	-	-17.86
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$\mathbf{LSD_{0.05}}$	1.309	0.386	1.852	2.031
CV%	3.4			6.9

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

الجدول (48) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة محتوى الماء النسبي في الأوراق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	3.874**	1.449	2.661**
P2	-4.097**	-3.581**	-3.839**
P3	1.109	2.091	1.600**
P4	-0.526*	-0.637*	-0.558
P5	0.662**	2.454	1.558**
P6	-1.021	-1.776	-1.398**
SE[g(i)]	0.18	0.22	0.10
SE[g(i)-g(j)]	0.08	0.11	0.07
P1×P2	2.962**	2.824**	2.148**
P1×P3	1.861**	3.371**	3.121**
P1×P4	-0.135	-0.423	-0.288
P1×P5	0.582	-0.111	1.187**
P1×P6	2.962**	2.822**	2.348**
P2×P3	-1.172*	-2.525**	-1.853*
P2×P4	-2.713**	-1.591*	-1.654**
P2×P5	-2.955**	-0.606	-1.206*
P2×P6	-0.520	-0.446	-0.481
P3×P4	-2.361**	-1.682**	-2.022**
P3×P5	1.307*	-1.124	0.089
P3×P6	-1.171*	-1.521*	-0.855*
P4×P5	5.160**	1.781**	2.531**
P4×P6	-2.713**	-2.698**	-2.652**
P5×P6	-1.090*	-0.929	-0.413
SE[s(i,j)]	0.50	0.61	0.39
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.09	0.11	0.07

* ، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (49). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة محتوى الماء النسبي .

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	11.09**	7.37**	8.82**	6.84.**
P1×P3	5.45	-5.26	9.83**	-8.36**
P1×P4	3.45	-3.52	1.02	-6.88*
P1×P5	5.99	-0.44	6.76**	-1.51
P1×P6	10.70**	5.53**	8.29**	4.50
P2×P3	-1.45	-8.53**	-0.24	-7.56*
P2×P4	-1.87	-7.37*	-3.94	-10.60**
P2×P5	0.60	-4.35	1.72	-5.26*
P2×P6	0.01	-3.47	-0.01	-2.53
P3×P4	-3.10	-4.41	-3.87	-3.87
P3×P5	2.34	-0.20	-0.69	-1.24
P3×P6	-1.40	-4.94	-0.24	-5.30*
P4×P5	6.77**	5.95**	-1.50	-1.61
P4×P6	-1.80	-4.06	-3.84	-8.31**
P5×P6	0.58	.018	1.68	-2.96

*،** تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

النتائج والمناقشة

2.3.7.3. متوسط نسبة الذائبات المتسربة (%):

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين عالي المعنوية في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة متوسط نسبة الذائبات المتسربة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي المطبق خلال النصف الثاني من مرحلة الازهار والتفاعل المتبادل بينهما، (جدول، 50)، بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط نسبة الذائبات المتسربة من الأغشية السيتوبلاسمية بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما(الجدول، 51)، يُلاحظ أنّ متوسط نسبة الذائبات المتسربة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (62.64 %)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (53.42%)، بزيادة قدرها 18.09% (جدول، 51)، مما يُشير إلى أهمية المحافظة على محتوى الخلايا النباتية المائي لضمان استقرار وثبات وسلامة الأغشية السيتوبلاسمية حيث تعبر نسبة الذائبات المتسربة عن مقدار الضرر الحاصل في الأغشية الخلوية بفعل الإجهاد المائي. تراوح متوسط نسبة تسرب الذائبات تحت ظروف الشاهد المروي من(66.01%) للصنف حوراني، إلى(47.73%) للسلالة P3، في حين تراوح متوسط القيم لهذه الصفة تحت ظروف الإجهاد المائي من (66.60%) للشاهد حوراني، إلى(58.16%) للسلالة P3. مما يُشير إلى أهمية السلالة P3 لاعتبارها مبشرة لإمكانية إدخالها في برنامج تربية يهدف لتحسين هذه الصفة في محصول السمسم تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي. أما بالنسبة للهجن فقد تراوح متوسط نسبة تسرب الذائبات تحت ظروف الشاهد المروي من (58.68%) للهجين P1×P6، إلى(48.47%) للهجين P2×P3. أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوح متوسط نسبة تسرب الذائبات للهجن من(65.03%) للهجين P1×P2، إلى(55.54%) للهجين P4×P5. لذا يمكن تقييم الهجين P2×P3 تحت ظروف الشاهد المروي، والهجين P4×P5 تحت ظروف الإجهاد المائي ومتابعة الدراسة عليها في برامج التربية لتحسين صفة نسبة الذائبات المتسربة في محصول السمسم.

يُلاحظ من خلال النتائج في الجدولين(48، 51) أن الهجن التي حافظت على محتوى ماء نسبي عالي داخل الأوراق كانت نسبة تسرب الذائبات العضوية لديها أقل من باقي الهجن وذلك تحت ظروف الشاهد المروي كالهجن P3×P5، P1×P3، P3×P4 حيث بلغت قيم محتوى الماء النسبي (95.58، 92.63، 91.18 على التوالي)، في بلغت قيم نسبة

الذائبات المتسربة (49.58، 52.03، 51.36 على التوالي)، وأيضاً تحت ظروف الاجهاد المائي سلكت الهجن المدروسة نفس المنحى من حيث العلاقة بين محتوى الماء النسبي ونسبة الذائبات المتسربة كالهجن P4×P5، P3×P4، P5×P6 التي بلغت فيها قيم محتوى الماء النسبي (77.98، 76.53، 76.39 على التوالي)، في حين كانت قيم نسبة الذائبات المتسربة (55.54، 59.15، 57.50 على التوالي). تُشير هذه النتائج إلى أن سلامة الأغشية الخلوية تتحدد بشكلٍ رئيس بكمية المياه المتاحة للنبات ومحتوى الخلايا النباتية المائي وكفاءة الطراز الوراثي في امتصاص الماء والمحافظة على ترطيب البروتينات الداخلة في تركيب الأغشية السيتوبلاسمية، حيث يؤدي العجز المائي وتراجع محتوى الماء النسبي إلى تخريب البروتينات فتفقد بذلك الأغشية السيتوبلاسمية خاصيتها الاصطفائية وتخرج العديد من الذائبات العضوية والمعدنية المفيدة لحياة الخلية النباتية، مما يؤدي إلى موت الخلية النباتية وتتراجع كفاءة النبات في استعادة النمو حتى بعد توافر الماء وزوال العامل البيئي (الاجهاد) المحدد للنمو.

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق (الجدول، 50)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة تحت ظروف الشاهد المروي، والإجهاد المائي والتفاعل، ما يشير إلى اختلاف الأداء الوراثي للطرز المدروسة باختلاف بيئة الزراعة والسلوك الوراثي المتباين في توريث صفة سلامة الأغشية الخلوية. وكان تفاعل القدرتين العامة والخاصة على التوافق مع البيئات المطبقة (شاهد وإجهاد) غير معنوي، يُلاحظ أن قيم مكونات التباين لقابلية التوافق الخاصة للهجن δ^2 SCA كانت أعلى من قيم مكونات التباين لقابلية التوافق العامة للسلالات الأبوية δ^2 GCA تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (الجدول، 50)، وهذا دليل على أنّ الفعل الوراثي اللاتراكمي هو الذي يتحكم في وراثة صفة نسبة الذائبات المتسربة. كانت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما أصغر من الواحد الصحيح (0.76، 0.82، 0.81 على التوالي) (الجدول، 50)، مما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة نسبة تسرب الذائبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، كما يدل على تأثر هذه الصفة بالظروف البيئية السائدة خلال فترة نمو المحصول. تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة متوسط نسبة تسرب الذائبات تحت ظروف الشاهد المروي من(1.822) للسلالة P6، إلى(0.785-) للسلالة P2 (الجدول، 52). في حين تراوحت هذه القدرة

العامة على التوافق تحت ظروف الإجهاد المائي من (4.722) للسلالةP1، إلى(0.513-) للسلالة P6. وقد أبدت السلالة P3 قدرة على التوافق سالبة عالية المعنوية تحت ظروف كل من الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل(**2.696-، **1.693-، **2.193- على التوالي)، كما أبدت السلالة P2 قدرة عامة سالبة معنوية تحت ظروف الشاهد المروي (**0.785-). في حين أبدت السلالتين P4، P5 قدرة عامة على التوافق سالبة عالية المعنوية تحت ظروف الإجهاد المائي (**1.972-، **2.251- على التوالي)، كما أبدت السلالة P6 تأثيرات سالبة معنوية (*0.513-)، لذا يمكن اعتبارها سلالات مفيدة يمكن إدخالها في برنامج تربية لتحسين صفة متوسط نسبة تسرب الذائبات (الجدول، 52). في حين تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(3.441) للهجين P1×P2، إلى(0.116-) للهجين P3×P4. أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة للهجن من(3.772) للهجين P1×P3، إلى(0.478-) للهجين P3×P4 (الجدول، 49). أبدت الهجن P1×P2، P1×P6، P2×P4، P2×P6 تأثيرات للقدرة الخاصة سالبة عالية المعنوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي(**3.441-، **3.731- على التوالي)، (**3.647-، **6.990- على التوالي)، (**1.282-، **2.123- على التوالي)، (**1.994-، **3.244- على التوالي)، (الجدول، 52). لذا يمكن استخدام عشائر هذه الهجن للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب تراكيب وراثية متميزة في هذه الصفة خلال الأجيال الانعزالية اللاحقة (الجدول، 52). في حين أبدى الهجين P3×P5 تأثيرات للقدرة الخاصة سالبة عالية المعنوية تحت ظروف الاجهاد المائي (**1.414-)، أما بالنسبة للتفاعل فقد أبدى الهجينان P1×P6، P3×P5 أعلى تأثيراً بالاتجاه المرغوب (**1.687-،**1.263- على التوالي) ، (الجدول، 52).

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيماً سالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة نسبة تسرب الذائبات (الجدول، 53). تحت ظروف الزراعة المروية لم تمتلك الهجنقيم لقوة الهجين سالبة معنوية أو عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين، في حين امتلك الهجينانP2×P4، P3×P4 قيم سالبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً للأب الأفضل(**5.25-، **6.62- % على التوالي)، كما امتلك الهجين P3×P5 قيمة سالبة معنوية لقوة الهجين قياساً للأب الأفضل (*4.80−)(الجدول، 53). تعد هذه القيم نتيجة مهمة

لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها نباتات الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية. يُلاحظ من الجدول(53)،أنَّ قيم قوة الهجين تحت ظروف الإجهاد المائي قياساً لمتوسط الأبوين تراوحت من(0.01−%) للهجينP3×P4، إلى(0.60%) للهجينينP3×P5، P3×P6. حيثُ امتلكت أربع هجن أقيم سالبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل، وهيP1×P6، P2×P6، P4×P6، P5×P6 (**9.55−، **10.61−، **7.11−، **9.73− %)(**10.65−، **13.34−، **13.73−، **13.75− %)على التوالي، أيضاً امتلك الهجين P1×P2 قيمة لقوة الهجين سالبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين، وسالبة عالية المعنوية قياساً للأب الأفضل (*2.42−، **7.46− % على التوالي). اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيم أعلى من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (1.28، 1.26، 1.18 على التوالي)، ما يدل على أن صفة نسبة تسرب الذائبات واقعة تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة عند اختلاف بيئة النمو، لذا يمكن متابعة البحث والدراسة لمعرفة أي نوع من الفعل الوراثي اللاتراكمي المسيطر على توريث هذه الصفة (الجدول،50). كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لصفة نسبة الذائبات المتسربة مرتفعة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي (0.87، 0.97 على التوالي)، بينما انخفضت قيم درجة التوريث بالمعنى الضيق تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة (0.33، 0.38 على التوالي). إن انخفاض درجة التوريث بالمعنى الضيق تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة مائياً خلال مرحلة الإزهار، يدل على ارتفاع التأثير البيئي وسيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي.

الجدول (50). تحليل التباين ومكوناته لصفة نسبة الذائبات المتسربة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	0.91	2.27	1.81
الطرز الوراثية	29.22**	83.15**	35.15**
GCA	180.609**	183.357**	80.287*
SCA	0.046**	0.052**	0.050**
الخطأ التجريبي	1.23	0.77	0.99
التفاعل (GCA× Env.)	11.47**		
التفاعل (SCA× Env.)	21.05**		
δ^2 GCA	7.56	8.27	7.33
δ^2 SCA	5.76	6.82	5.92
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.76	0.82	0.81
التباين التراكمي V_A	3.52	10.61	2.73
التباين اللاتراكمي V_D	5.76	16.87	3.79
درجة السيادة ā	1.28	1.26	1.18
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.87	0.97	1.25
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.33	0.38	0.72

*،**تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (51). متوسط نسبة الذائبات المتسربة لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	66.01 ^{cd}	66.60^{bc}	87.73^{a}	0.89^{a}
شاهد زوري	50.32^{tu}	64.86^{cde}	57.59^{fgh}	28.89^{l}
P1	48.12^{v}	65.03^{cde}	69.33 ^{b}	68.65^{n}
P2	49.21^{uv}	68.26 ^{b}	58.74^{def}	38.73^{m}
P3	47.73 ^{v}	58.16^{klm}	52.94^{l}	21.88^{ijk}
P4	55.00^{oPq}	60.15^{klm}	57.58^{fgh}	9.36^{bcd}
P5	52.08^{rst}	60.75^{hi}	56.42^{hij}	16.80^{efghi}
P6	52.77^{rs}	66.65^{bc}	59.71^{cd}	26.30^{kl}
P1×P2	56.33^{mno}	65.03^{efg}	60.68^{c}	15.45^{efgh}
P1×P3	52.03^{rst}	61.60^{gh}	56.81^{hi}	18.44^{fghij}
P1×P4	55.67^{noP}	62.59^{fg}	59.13^{de}	12.44^{cde}
P1×P5	53.88^{Pqr}	58.89^{ijkl}	58.56^{def}	17.45^{efghi}
P1×P6	58.68^{jkl}	59.55^{lmn}	59.12^{de}	1.49^{a}
P2×P3	48.47 ^{v}	63.21^{efg}	55.84^{ijk}	30.45^{l}
P2×P4	52.11^{rst}	64.21 ^{def}	55.26^{jk}	23.26^{jk}
P2×P5	53.22^{qrs}	60.80 ^{hi}	57.01^{ghi}	14.26^{def}
P2×P6	55.99 ^{no}	60.30^{klm}	58.15^{efg}	7.68^{bc}
P3×P4	51.36st	59.15^{ijkl}	58.16^{efg}	15.19^{efg}
P3×P5	49.58^{uv}	59.81^{klmn}	54.69^{k}	20.70^{hij}
P3×P6	52.33^{rs}	62.78^{fg}	57.55^{fgh}	20.01^{ghij}
P4×P5	54.95^{oPq}	55.54 ^{oP}	55.25^{jk}	1.07^{a}
P4×P6	56.24^{no}	63.24^{efg}	57.57^{fgh}	4.73^{ab}
P5×P6	56.50^{mno}	57.50^{lmn}	57.00^{ghi}	1.79^{a}
متوسط المعاملة	53.42^{b}	62.64^{a}	-	18.09
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	1.189	0.351	1.681	4.712
CV%	1.8			8.6

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

الجدول (52) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة نسبة الذائبات المتسربة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	0.266	4.722**	2.494**
P2	-0.785*	1.717**	0.472**
P3	-2.696**	-1.693**	-2.193**
P4	1.201**	-1.972**	-0.383*
P5	0.192	-2.251**	-1.035**
P6	1.822**	-0.513*	0.655**
SE[g(i)]	0.22	0.16	0.10
SE[g(i)-g(j)]	0.30	0.31	0.35
P1×P2	3.441**	3.731**	2.071**
P1×P3	1.505**	3.772**	1.740**
P1×P4	1.241*	2.502**	1.139*
P1×P5	1.462**	1.563**	1.552**
P1×P6	-3.647**	-6.990**	-1.687**
P2×P3	-1.033	0.854	-0.999
P2×P4	-1.282**	-2.123**	-0.873
P2×P5	0.844	0.999	0.089
P2×P6	-1.994**	-3.244**	-3.111**
P3×P4	-0.116	-0.478	-0.482
P3×P5	-0.891	-1.414**	-1.263**
P3×P6	2.247**	2.643**	1.444**
P4×P5	2.604**	2.951**	1.991**
P4×P6	0.979	-0.982	-0.633
P5×P6	1.522*	1.714**	-0.978
SE[s(i,j)]	0.61	0.43	0.37
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.11	0.08	0.07

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (53). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة نسبة الذائبات المتسربة

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	15.75**	3.26	-2.42*	-7.46*
P1×P3	8.57	17.06**	0.01	0
P1×P4	7.97	1.22	0.00	-3.75
P1×P5	7.54	3.46	0.56	-2.75
P1×P6	16.32**	11.20**	-9.55**	-10.65**
P2×P3	0.00	-1.50*	0	-7.40*
P2×P4	0.01	-5.25**	0.01	-10.93**
P2×P5	5.08	2.19	-5.74*	-11.66**
P2×P6	9.81**	6.10	-10.61**	-13.34**
P3×P4	-0.01	-6.62**	-0.01	-0.57
P3×P5	-0.65	-4.80*	0.60	3.34
P3×P6	4.14	-0.83	0.60	-16.67**
P4×P5	2.63	-0.09	-8.12**	-3.06
P4×P6	4.37	2.25	-7.11**	-13.73**
P5×P6	7.77**	7.07*	-9.73**	-13.75**

*،**تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

النتائج والمناقشة

4.7.3. الصفات المرتبطة بالغلة البذرية:

1.4.7.3. متوسط طول الكبسولة (سم)

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين عالي المعنوية في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة متوسط طول الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي المطبق خلال النصف الثاني من مرحلة الازهار، والتفاعل بين الطرز الوراثية والمعاملات (جدول، 54)، ما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف البيئة التي تنمو فيها، وأيضاً على التباعد الوراثي بين هذه الطرز(جدول، 54)، اتفق ذلك مع نتائج Abdelsatar وزملاؤه (2020). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط طول الكبسولة بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينها (الجدول، 55)، اتفق ذلك مع نتائج Tripathy وزملاؤه (2016). يُلاحظ أنَّ متوسط طول الكبسولة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (3.18 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي(2.41 سم)، حيثُ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط طول الكبسولة مقدارهُ 24.20%، بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 55). تراوح متوسط طول الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي من(2.83 سم) للسلالة P1، والشاهد حوراني. إلى(4.00 سم) للسلالة P3. في حين تراوح طول الكبسولة تحت ظروف الإجهاد المائي من(2.00 سم) للشاهد حوراني، إلى(3.17 سم) للسلالةP3. مما يُشير إلى أهمية السلالةP3 لاعتبارها مبشرة، يمكن الاستفادة منها لتحسين الغلّة البذرية في محصول السمسم من خلال الانتخاب لصفة طول الكبسولة في البيئتين المدروسة، وذلك بعد دراسة سلوكيتها الوراثية وعلاقة الارتباط بين هذه الصفة والغلّة البذرية في هجن هذه السلالة. تراوح متوسط طول الكبسولة للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(2.17 سم) للهجينين P1×P4، P4×P6. إلى(4.33 سم) للهجينين P3×P5، P4×P5. في حين تراوح متوسط طول الكبسولة للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي من(1.33 سم) للهجينين P1×P4، P4×P6. إلى(3.83 سم) للهجين P3×P5. لذا يمكن تقييم الهجينين P3×P5، P4×P5 لصفة طول الكبسولة تحت ظروف كل من الشاهد المروي والإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار واعتبارها هجن مبشرة لتحسين هذه الصفة(الجدول، 54). يُعزى تفوق الهجينين المذكورين في متوسط صفة طول الكبسولة إلى أن الآباء الداخلة في تكوين هذه الهجن هي كل من السلالة P3 التي امتلكت أعلى متوسط لطول الكبسولة تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة

وكذلك السلالة الأب P5 التي امتلكت تأثيرات موجبة ومعنوية للقدرة العامة على التوافق لهذه الصفة. وكذلك امتلاكهما مجموع خضري ومساحة ورقية أكبر مقارنةً ببقية الطرز الوراثية وبالتالي يكون المعدل الصافي للتمثيل الضوئي جيد، وهذا انعكس بشكل إيجابي على بعض مكونات الغلّة البذرية (طول الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، عدد البذور في الكبسولة، عدد البذور في النبات)، حيثُّ حقق الهجينان P3×P5، P4×P5 أعلى المعدلات في تلك الصفات، كما سيأتي لاحقاً عند مناقشة هذه الصفات.

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق(الجدول، 54)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة تحت ظروف الشاهد المروي، والإجهاد المائي والتفاعل، ما يُشير إلى اختلاف الأداء الوراثي للطرز المدروسة في كلا البيئتين المدروسة، اتفق ذلك مع نتائج Stavridou وزملاؤه (2021). وكان تفاعل القدرة العامة مع البيئات المدروسة (شاهد مروي، إجهاد مائي) غير معنوي، في حين كان تفاعل القدرة الخاصة مع هذه البيئات عالي المعنوية أي تتغير هذه الصفة بتغير البيئة. وهذا يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف بيئة النمو، كما يدل على الاختلاف الوراثي بين هذه الطرز(الجدول، 54). يُلاحظ أن قيم مكونات التباين لقابلية التوافق الخاصة للهجن SCA δ^2 كانت أعلى من مكونات التباين لقابلية التوافق العامة للسلالات الأبوية GCA δ^2 (الجدول، 54). وهذا دليل على أن التأثيرات اللاتراكمية للمورثات هي التي تتحكم في وراثة صفة طول الكبسولة. بلغت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما قيماً أصغر من الواحد الصحيح (0.012، 0.782، 0.232 على التوالي) (الجدول، 54)، مما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة هذه الصفة تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة مائياً خلال الإزهار،كما يدل على تأثر طول الكبسولة بالظروف البيئية السائدة خلال فترة نمو المحصول، اتفق ذلك مع نتائج Vishnuvardhan وزملاؤه (2015). تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة طول الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي من(0.105-) للسلالة P4، إلى(0.251) للسلالة P6. في حين تراوحت قيم هذه التأثيرات تحت ظروف الإجهاد المائي من(0.067-) للسلالة P4، إلى(0.217) للسلالة P5. (الجدول، 56). وقد أبدت السلالة P5 قيم تأثيرات للقدرة العامة على التوافق موجبة

معنوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي (*0.202، *0.217 على التوالي) وموجبة عالية المعنوية تحت ظروف التفاعل (**0.161)، في حين أبدت السلالة P6 تأثيرات موجبة معنوية تحت ظروف الشاهد المروي فقط (*0.253). لذا يمكن اعتبارهما سلالات مبشرة لتحسين صفة طول الكبسولة في برامج التربية لمحصول السمسم. أما قيم تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق للهجن تحت ظروف الشاهد المروي، فقد تراوحت من(0.313-) للهجين P1×P5، إلى(1.103) للهجين P4×P5. بينما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوحت قيم تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق من(0.055-) للهجين P3×P4، إلى(0.788) للهجين P4×P5، تحت ظروف الشاهد المروي أبدت الهجنP3×P5، P4×P5، P1×P2 قدرة خاصة على التوافق موجبة وعالية المعنوية(**1.077، **1.163، **0.868 على التوالي)، أما تحت ظروف الإجهاد المائي والتفاعل أبدى هجين واحد فقط P1×P2 قدرة خاصة موجبة وعالية المعنوية، (**0.666، **0.599 على التوالي) (الجدول،56). لذا يمكن اعتبار الهجينين P4×P5، P1×P2 هجن مبشرة لتحسين صفة طول الكبسولة في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، وإمكانية البحث في عشائر هذه الهجن في الأجيال الإنعزالية اللاحقة للوصول إلى تراكيب وراثية تتميز بصفة طول كبسولة جيد.

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيم موجبة وسالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة طول الكبسولة(الجدول، 54)، اتفق ذلك مع نتائج Vishnuvardhan وزملاؤه(2015). تحت ظروف الزراعة المروية امتلك الهجين P4×P5 أعلى قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين(**29.84 %)، تلاه الهجين P3×P5 (**23.71 %)، ثم الهجينين P5×P6، P1×P2 (**21.01، **7.69 %على التوالي). في حين لم يمتلك أي هجين قيمة موجبة معنوية أو عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً للأب الأفضل(الجدول،57). تعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها نباتات الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية. تحت ظروف الإجهاد المائي امتلك الهجين P3×P5 أعلى قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين(**43.45%)، تلاه الهجين P4×P5 (**33.20%). في حين امتلك الهجينP1×P2 قيمة موجبة معنوية لقوة الهجين (*6.19). أما قياساً للأب الأفضل لم تبد الهجن أي قيم موجبة معنوية أو عالية المعنوية لقوة

الهجين، اتفق ذلك مع Virani وزملاؤه(2017).(الجدول، 56). اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيم أعلى من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (5.82، 7.56، 1.48 على التوالي)، ما يدل على أن صفة طول الكبسولة واقعة تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة عند اختلاف بيئة النمو، (الجدول، 42)، لذا لا يمكن الانتخاب لهذه الصفة خلال الأجيال الانعزالية المبكرة، بل متابعة الدراسة عليها في الأجيال اللاحقة أي عندما تصل النباتات لدرجة عالية من التماثل، لاسيما في الهجن التي تبدي تأثيرات خاصة موجبة على التوافق لهذه الصفة، ويعد الانتخاب لهذه الصفة في المراحل المتأخرة من برنامج التربية أكثر فاعلية، فمع وجود السيادة تنخفض درجة التوريث من جيل لأخر، كما ويزداد تأثر النبات المنتخب بالظروف البيئية (Rehab et al., 2019). كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لصفة طول الكبسولة مرتفعة تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي والتفاعل(0.73، 0.84، 0.76 على التوالي)، في حين كانت درجة التوريث بالمعنى الضيق منخفضة إلى متوسطة في معاملة الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (0.02، 0.48، 0.44 على التوالي). اتفق ذلك مع نتائج Kumar وزملاؤه (2022). إن انخفاض درجة التوريث تحت ظروف الزراعة المروية يدل على ارتفاع التأثير البيئي وسيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي وانخفاض تأثير الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة طول الكبسولة، مما يضعف إمكانية تحسين هذه الصفة تحت ظروف الزراعة المروية(الجدول، 54)، بينما تُشير القيم المتوسطة لدرجة التوريث بالمعنى الضيق تحت ظروف الاجهاد المائي إلى إمكانية الانتخاب لصفة طول الكبسولة في الأجيال الانعزالية المتوسطة والمتأخرة (الجيل الرابع أو الخامس أو السادس).

الجدول (54). تحليل التباين ومكوناته لصفة طول الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	0.15	0.08	0.12
الطرز الوراثية	1.18**	1.17**	2.17**
GCA	1.26**	1.28**	2.21**
SCA	1.15**	0.87**	2.04**
الخطأ التجريبي	0.13	0.08	0.10
التفاعل (GCA× Env.)	0.458^{NS}		
التفاعل (SCA× Env.)	0.0375**		
δ^2 GCA	0.004	0.314	0.077
δ^2 SCA	0.339	0.401	0.332
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.012	0.782	0.232
التباين التراكمي V_A	0.010	0.007	0.151
التباين اللاتراكمي V_D	0.339	0.401	0.332
درجة السيادة ā	5.82	7.57	1.48
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.73	0.84	0.76
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.02	0.48	0.44

* ، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (55). متوسط طول الكبسولة لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	2.83^{fghi}	2.00^{kl}	2.42^{gh}	-28.89^{bc}
شاهد زوري	3.83^{abc}	2.83^{fghi}	3.33^{cd}	-26.19^{bc}
P1	2.83^{fghi}	2.33^{ijk}	2.58^{gh}	-27.78^{bc}
P2	3.67^{bcd}	3.00^{efgh}	3.33^{cd}	-15.87^{bc}
P3	4.00^{ab}	3.17^{defg}	3.58^{bc}	-20.04^{bc}
P4	3.67^{bcd}	2.83^{fghi}	3.25^{cd}	-22.62^{bc}
P5	3.00^{efgh}	2.17^{jkl}	2.58^{gh}	-16.67^{bc}
P6	3.33^{cdef}	2.83^{fghi}	3.08^{def}	-15.08^{bc}
P1×P2	3.50^{bcde}	2.83^{fghi}	3.17^{de}	-18.65^{bc}
P1×P3	2.67^{ghij}	2.00^{kl}	2.33^{h}	-25.56^{bc}
P1×P4	2.17^{jkl}	1.33^{m}	1.75^{i}	-36.67^{ab}
P1×P5	2.67^{ghij}	2.00^{kl}	2.33^{h}	-24.44^{bc}
P1×P6	2.83^{fghi}	2.17^{jkl}	2.50^{gh}	-23.33^{bc}
P2×P3	3.17^{defg}	2.33^{ijk}	2.75^{fgh}	-56.55^{a}
P2×P4	2.67^{ghij}	2.17^{jkl}	2.42^{gh}	-17.78^{bc}
P2×P5	2.83^{fghi}	2.33^{ijk}	2.58^{gh}	-16.67^{bc}
P2×P6	2.83^{fghi}	2.17^{jkl}	2.50^{gh}	-20.95^{bc}
P3×P4	3.17^{defg}	2.50^{hijk}	2.83^{efg}	-20.63^{bc}
P3×P5	4.33^{a}	3.83^{abc}	4.08^{a}	-11.57^{c}
P3×P6	2.83^{fghi}	2.17^{jkl}	2.50^{gh}	-23.33^{bc}
P4×P5	4.33^{a}	3.33^{cdef}	3.83^{ab}	-23.15^{bc}
P4×P6	2.17^{jkl}	1.33^{m}	1.75^{i}	-38.33^{ab}
P5×P6	3.83^{abc}	1.67^{lm}	2.75^{fgh}	-26.19^{bc}
متوسط المعاملة	3.18^{a}	2.41^{b}	-	-24.20
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	0.361	0.106	0.510	19.35
CV%	11.3			13.6

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

الجدول (56) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة طول الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	-0.182*	-0.275*	-0.284**
P2	0.083	0.044	0.074
P3	-0.251**	0.212*	0.273**
P4	-0.105	-0.067	-0.052
P5	0.202*	0.217*	0.161**
P6	0.253*	-0.131	-0.172**
SE[g(i)]	0.07	0.05	0.03
SE[g(i)-g(j)]	0.01	0.41	0.17
P1×P2	0.868**	0.666**	0.599**
P1×P3	-0.144*	-0.343*	-0.441**
P1×P4	-0.671**	-0.744**	-0.775**
P1×P5	-0.313	-0.343*	-0.336*
P1×P6	0.188	0.136	0.178
P2×P3	0.231	-0.995	-0.382**
P2×P4	-0.566**	-0.222	-0.394**
P2×P5	-0.541*	-0.323*	-0.431**
P2×P6	-0.232	-0.151	-0.191
P3×P4	-0.033	-0.055	-0.091
P3×P5	1.077**	1.057**	1.122**
P3×P6	-0.462*	-0.322*	-0.393**
P4×P5	1.163**	1.548**	0.949**
P4×P6	-0.754**	-0.882**	-0.302*
P5×P6	0.189	0.748**	0.788**
SE[s(i,j)]	0.18	0.14	0.11
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.03	0.02	0.02

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (57). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة طول الكبسولة.

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	7.69**	-6.90	6.19*	-9.28*
P1×P3	-21.82**	-12.5	-27.27*	-10.73
P1×P4	-33.23**	-27.24**	-48.45**	-29.33**
P1×P5	-8.40	-27.67**	-11.11	-42.92**
P1×P6	-8.12	-19.82	-15.89	-29.33**
P2×P3	-17.34*	-29.25**	-24.47**	-31.55**
P2×P4	-27.25**	-13.62	-25.56**	-22.33*
P2×P5	-15.14	-27.24**	-9.86	-27.67*
P2×P6	-19.14	-22.89	-25.56**	-22.33*
P3×P4	-17.34	-29.25**	-16.67	-31.55**
P3×P5	23.71**	-20.75**	43.45**	-21.14
P3×P6	-22.78**	-8.25**	-7.67**	-20.82**
P4×P5	29.84**	-22.89**	33.20**	-23.82*
P4×P6	-38.00**	-17.98**	-13.00**	-17.67**
P5×P6	21.01**	-34.83**	-33.20**	-53.00**

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

2.4.7.3. متوسط عدد الكبسولات في النبات (كبسولة. نبات$^{-1}$)

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين عالي المعنوية في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة عدد الكبسولات في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي المطبق خلال النصف الثاني من مرحلة الازهار والتفاعل، (جدول، 58)، ما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف البيئة التي تنمو فيها، وأيضاً على التباعد الوراثي بين هذه الطرز(جدول، 58)، اتفق ذلك مع نتائج Tripathy وزملاؤه (2016). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط عدد الكبسولات في النبات بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 59). يُلاحظ أنّ متوسط عدد الكبسولات في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (97.52 كبسولة. نبات$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (61.17 كبسولة. نبات$^{-1}$)، حيثُّ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد الكبسولات في النبات مقدارهُ 37.05% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول،59)، يُعزى ذلك الانخفاض في عدد الكبسولات إلى أن الجفاف نتيجة الاجهاد المائي خلال النصف الثاني لمرحلة الازهار، قد أدى إلى جفاف المياسم ما يُقلل من فرص تثبت حبوب الطلع عليها فتفشل بذلك عملية التلقيح، وبالتالي يؤثر ذلك سلباً في عدد الكبسولات المتشكلة على النبات الواحد، اتفق ذلك مع نتائجIbrahim وKhidir (2018). تراوح متوسط عدد الكبسولات في النبات تحت ظروف الشاهد المروي من (77.33 كبسولة. نبات$^{-1}$) للسلالة P5، إلى(108.33 كبسولة. نبات$^{-1}$) للسلالة P4. في حين تراوح المتوسط تحت ظروف الإجهاد المائي من(51.67كبسولة. نبات$^{-1}$) للسلالة P5، إلى(69.33 كبسولة. نبات$^{-1}$) للسلالة P3. لذا يمكن اعتبار السلالتين P3، P4 سلالات مبشرة يمكن إدخالها في برامج التربية لتحسين صفة عدد الكبسولات في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، لاسيما وأنَّ هذه السلالات امتلكت قيم تأثيرات موجبة وعالية المعنوية للقدرة العامة على التوافق تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة. في حين تراوح متوسط عدد الكبسولات للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(87.33 كبسولة. نبات$^{-1}$) للهجن P1×P4، P2×P5، P5×P6. إلى(104.00 كبسولة. نبات$^{-1}$) للهجينين P1×P6، P3×P5. في حين تراوح المتوسط تحت ظروف الإجهاد المائي من(53.67 كبسولة. نبات$^{-1}$) للهجين P1×P5، إلى(76.67 كبسولة. نبات$^{-1}$) للهجين P3×P5. لذا يمكن تقييم الهجينين P1×P6، P3×P5 لصفة عدد

الكبسولات في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، واعتبارها مبشرة لتحسين هذه الصفة في نبات السمسم.

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق(الجدول، 58)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، حيث يُشير التباين عالي المعنوية إلى مساهمة كل من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة. وكان تفاعل القدرة العامة والخاصة مع البيئات المطبقة (شاهد مروي، إجهاد مائي) عالي المعنوية، أي تتغير هذه الصفة بتغير البيئة. وهذا يدل على اختلاف الأداء الوراثي للطرز الوراثية المدروسة باختلاف بيئة النمو، وإمكانية البحث في النسل الناتج في الأجيال اللاحقة عن انعزالات وراثية تفيد الهدف من هذه الدراسة(الجدول، 58). يُلاحظ أن قيم مكونات تباين قابلية التوافق الخاصة للهجن SCA δ^2 كانت أعلى من قيم مكونات تباين قابلية التوافق العامة للسلالات الأبوية GCA δ^2 تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي (الجدول، 58)، هذا دليل على أنّ الفعل الوراثي اللاتركمي هو الذي يتحكم في وراثة صفة عدد الكبسولات في النبات، وهذا يُشير إلى تأثر هذه الصفة بالبيئة. بلغت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما قيماً أصغر من الواحد الصحيح(0.07، 0.35، 0.52 على التوالي) (الجدول، 58)، ما يدل على سيطرة الفعل الوراثي المتحكم في وراثة هذه الصفة وهو الفعل اللاتراكمي، اتفق ذلك مع نتائج Salunkhe وزملاؤه (2019). تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي من(0.225-) للسلالة P6، إلى(3.193) للسلالة P3. أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق من(1.513-) للسلالة P2، إلى(4.944) للسلالة P3، (الجدول، 60). حيثُ أبدت السلالة P3 قيم تأثيرات للقدرة العامة على التوافق موجبة وعالية المعنوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل(**3.193، **4.944، **4.075 على التوالي). كذلك الأمر بالنسبة للسلالة P4 التي امتلكت قيم للتأثيرات للقدرة العامة على التوافق موجبة عالية المعنوية تحت ظروف الشاهد المروي والتفاعل (**2.992، **2.932 على التوالي)، وموجبة معنوية تحت ظروف الاجهاد المائي (*2.903). لذا يمكن اعتبار

السلالتين P3، P4 سلالات مبشرة وإدخالها في برامج التربية لتحسين صفة عدد الكبسولات في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي المطبق خلال مرحلة الازهار(الجدول، 60). تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من (0.202−) للهجين P3×P6، إلى(**17.054) للهجين P4×P5 الذي كان الأفضل في قدرته الخاصة على التوافق، تلاه الهجين P3×P5(**8.001)، ثم الهجين P1×P6 (**5.101)، أما تحت ظروف الإجهاد المائي فقد تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق من(1.279−) للهجين P2×P5، إلى (**11.110) للهجين P3×P5. الذي أبدى قدرة خاصة على التوافق موجبة وعالية المعنوية تحت ظروف كل من الشاهد المروي والاجهاد المائي والتفاعل (**8.001، **12.930، **8.895 على التوالي)، لذا يمكن اعتباره هجين مبشر لتحسين صفة عدد الكبسولات في النبات تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة، وكذلك متابعة البحث في الأجيال الانعزالية اللاحقة عن انعزالات مفيدة لصفة عدد الكبسولات ويمكن الانتخاب لصفة الغلَّة البذرية الجيدة من خلال صفة عدد الكبسولات.

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيم موجبة وسالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة عدد الكبسولات في النبات (الجدول،61)، اتفق ذلك مع ما توصل إليهVirani وزملاؤه (2017). تحت ظروف الزراعة المروية امتلك الهجينانP3×P5، P4×P5 قيم لقوة الهجين موجبة وعالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين وموجبة معنوية قياساً للأب الأفضل(**16.85 ، **20.65%) (*3.31 ، *3.39%) على التوالي (الجدول،61). تعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها نباتات الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية، حيث تفوقت هذه الهجن على السلالات الآباء، تحت ظروف الإجهاد المائي امتلك الهجينP3×P5. أعلى قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين(**11.85%)، تلاه الهجين P5×P6 الذي امتلك قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين(**10.19%)، ثم الهجينP3×P6 (**9.00%). ثم الهجين P4×P5(**4.49%). في حين امتلك الهجينP5×P6 قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً للأب الأفضل(**8.81%)، اتفق ذلك مع Viraniوزملاؤه(2017). كما اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة

السيادة التي بلغت قيم أعلى من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي (2.76، 1.20 على التوالي)، ما يدل على أن صفة عدد الكبسولات في النبات واقعة تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة عند اختلاف بيئة النمو(الجدول، 58)، اتفق ذلك مع Parameshwarappa و Salimath(2010). كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لصفة عدد الكبسولات في النبات مرتفعة تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي(0.84، 0.68 على التوالي)، أما درجة التوريث بالمعنى الضيق فقد كانت منخفضة تحت ظروف كل من الزراعة المروية والمجهدة (0.10، 0.28 على التوالي) وهذا يشير إلى انخفاض قيمة مساهمة الفعل الوراثي التراكمي وأهمية الفعل الوراثي اللاتراكمي في وراثة صفة عدد الكبسولات في النبات، مما يضعف إمكانية تحسين هذه الصفة تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة مائياً(الجدول، 58).

الجدول (58). تحليل التباين ومكوناته لصفة عدد الكبسولات في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	2.02	6.48	10.22
الطرز الوراثية	190.45**	113.90**	223.52**
GCA	252.64**	234.51**	424.49**
SCA	169.72**	73.69**	156.52**
الخطأ التجريبي	11.73	15.61	13.67
التفاعل (GCA× Env.)	62.67**		
التفاعل (SCA× Env.)	86.89**		
δ^2 GCA	3.46	6.70	6.09
δ^2 SCA	52.82	19.36	11.61
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.07	0.35	0.52
التباين التراكميV_A	6.91	13.40	12.17
التباين اللاتراكميV_D	52.82	19.36	11.61
درجة السيادة $\bar{a}$	2.76	1.20	0.97
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.84	0.68	0.63
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.10	0.28	0.33

* ، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (59). متوسط عدد الكبسولات في النبات لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	89.00^{gi}	60.00^{lmn}	74.50^{fg}	-32.51^{defg}
شاهد زوري	101.67^{bcde}	66.67^{kl}	84.17^{bcd}	-34.29^{cdefg}
P1	105.33^{abc}	56.67^{mno}	81.00^{cde}	-37.40^{abcdef}
P2	97.33 ^{def}	60.67^{lmn}	79.00^{def}	-37.59^{abcde}f
P3	100.67^{bcde}	69.33^{k}	85.00^{bc}	-31.03^{efg}
P4	108.33 ^{ab}	67.00 ^{kl}	87.67 ^{ab}	-38.18^{abcdef}
P5	77.33 ^{j}	51.67 ^{o}	64.50 ^{h}	-33.12^{cdefg}
P6	98.33^{cdef}	53.00 ^{no}	75.67^{efg}	-46.02^{a}
P1×P2	100.67^{cde}	60.00^{lmn}	80.33^{cde}	-40.38^{abcde}
P1×P3	101.33^{bcde}	58.33^{mno}	79.83^{cde}	-42.51^{abc}
P1×P4	87.33^{i}	59.33^{lmno}	73.33^{g}	-31.98^{efg}
P1×P5	92.67^{fghi}	53.67 ^{no}	73.17^{g}	-42.07^{abcd}
P1×P6	104.00^{bcd}	57.33^{mno}	80.67^{cde}	-44.77^{ab}
P2×P3	99.67^{cdef}	63.33^{klm}	81.00^{cde}	-45.94^{a}
P2×P4	96.00^{efg}	62.33^{klm}	79.67^{cdef}	-34.01^{cdefg}
P2×P5	87.33^{i}	56.00^{mno}	71.67^{g}	-35.86^{bcdefg}
P2×P6	96.00^{efgh}	57.33^{mno}	76.67^{efg}	-40.23^{abcde}
P3×P4	97.00 ^{def}	69.33^{k}	83.17^{bcd}	-28.52^{fg}
P3×P5	104.00^{bcd}	76.67 ^{j}	90.33 ^{a}	-26.19^{g}
P3×P6	100.67^{cde}	66.67 ^{kl}	83.67^{bcd}	-33.61^{cdefg}
P4×P5	112.00^{a}	62.00^{klm}	87.00^{ab}	-44.59^{ab}
P4×P6	99.00^{cdef}	62.00^{klm}	80.50^{cde}	-37.39^{abcdef}
P5×P6	87.33^{i}	57.67^{mno}	72.50^{g}	-33.90^{cdefg}
متوسط المعاملة	97.52^{a}	61.17^{b}	-	-37.05
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	4.661	1.374	6.591	8.227
CV%	5.1			10.5

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

الجدول (60) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة عدد الكبسولات في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	0.157	-1.681	-0.761
P2	-0.354	-1.513	-1.014*
P3	3.193**	4.944**	4.075**
P4	2.992**	2.903*	2.932**
P5	-5.763**	-2.182*	-3.971**
P6	-0.225	-2.471*	-1.262*
SE[g(i)]	0.31	0.36	0.34
SE[g(i)-g(j)]	0.77	0.67	0.52
P1×P2	1.303	2.233	2.762
P1×P3	0.262	-5.901*	-2.821
P1×P4	-13.541**	-2.862	-8.202**
P1×P5	0.551	-3.443	-1.451
P1×P6	5.101**	0.524	3.354*
P2×P3	4.126*	-7.731**	-1.402
P2×P4	-4.204*	0.980	-1.613
P2×P5	-4.125*	-1.279	-2.703
P2×P6	-1.161	0.351	-0.402
P3×P4	-6.913**	0.522	-3.203*
P3×P5	8.001**	11.110**	8.895**
P3×P6	-0.202	3.233	1.516
P4×P5	17.054**	0.311	7.416**
P4×P6	-1.663	0.602	-0.534
P5×P6	-4.589*	1.350	-1.612
SE[s(i,j)]	1.75	2.02	1.34
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.3	0.35	0.24

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (61). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة عدد الكبسولات في النبات

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	-0.65	-7.07	2.19	-1.56
P1×P3	-1.62	-4.42	-7.48	-13.46*
P1×P4	-18.25**	-19.39**	-4.12	-11.44*
P1×P5	1.47	-12.02*	-1.01	-5.29
P1×P6	2.13	-1.26	4.46	1.16
P2×P3	0.68	-0.99	-2.57	-8.65*
P2×P4	-6.64	-11.38*	-2.36	-6.97
P2×P5	0	-10.27*	-0.30	-7.69*
P2×P6	-1.87	-2.37	0.87	-5.51
P3×P4	-7.18*	-10.46*	1.71	0.00
P3×P5	16.85**	3.31*	11.85**	-2.39
P3×P6	1.17	0	9.00**	-3.84
P4×P5	20.65**	3.39*	4.49**	-7.46*
P4×P6	-4.19	-8.61	3.33	-7.46*
P5×P6	-0.57	-11.19*	10.19**	8.81**

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

النتائج والمناقشة

3.4.7.3. متوسط عدد البذور في الكبسولة (بذرة. كبسولة$^{-1}$)

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين عالي المعنوية في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة عدد البذور في الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل، ما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف البيئة التي تنمو فيها(جدول، 62)، اتفق ذلك مع نتائجIbrahim وKhidir (2018) ومع نتائج Tripathy وزملاؤه (2016). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط عدد البذور في الكبسولة بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 63). يُلاحظ أنّ متوسط عدد البذور في الكبسولة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (70.64 بذرة. كبسولة$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (59.54 بذرة. كبسولة$^{-1}$)، حيثٌ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد البذور في الكبسولة مقدارهُ 15.10% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 63)، حيث يؤدي تعرض النباتات للاجهاد المائي خلال مرحلة الازهار إلى تقليل كفاءة النبات التمثيلية ومن ثم كمية المادة الجافة المتاحة لتشكل البذور وتطورها، بالإضافة إلى التأثير السلبي للجفاف في نسبة التلقيح والإخصاب والعقد مما يؤثر سلباً في عدد البذور المتشكلة في الكبسولة. تراوح متوسط عدد البذور في الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي من(63.00 بذرة. كبسولة$^{-1}$) للصنف حوراني، إلى(76.00 بذرة. كبسولة$^{-1}$) للصنف زوري. في حين تحت ظروف الإجهاد المائي تراوح عدد البذور في الكبسولة من(51.33 بذرة. كبسولة$^{-1}$) للصنف حوراني ، إلى (66.67 بذرة. كبسولة$^{-1}$) للسلالةP3. ما يُشير إلى أهمية الصنف زوري والسلالةP3 واعتبارها مبشرة وإدخالها في برنامج تربية يهدف إلى تحسين صفة عدد البذور في الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي. أما بالنسبة للهجن فقد تراوح متوسط عدد البذور في الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي من(59.00 بذرة. كبسولة$^{-1}$) للهجين P1×P5، إلى(79.00 ، 78.33 بذرة. كبسولة$^{-1}$) للهجينين P4×P5، P3×P5. في حين تراوح متوسط عدد البذور في الكبسولة تحت ظروف الإجهاد المائي من(32.33 بذرة. كبسولة$^{-1}$) للهجين P1×P4، إلى(71.00، 68.33 بذرة. كبسولة$^{-1}$) للهجينين P4×P5، P3×P5. لذا يمكن تقييم الهجينين P4×P5، P3×P5 لصفة عدد البذور في الكبسولة تحت ظروف كل من الزراعة المروية والمجهدة خلال مرلة الإزهار، واعتبارها مبشرة لتحسين هذه الصفة في نبات السمسم. أما في المتوسط بين المعاملتين فقد تفوقت الهجن P4×P5، P3×P5، في متوسط عدد البذور في

الكبسولة، يمكن أن يُعزى تفوق هذه الهجن إلى زيادة كفاءة النبات التمثيلية، إذ حافظت أوراقها على اخضرارها لفترة زمنية أطول، ماأدى إلى زيادة كمية الطاقة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي وبالتالي زيادة كمية المادة الجافة المصنعة والمتاحة خلال فترة تشكل البذور (الجدول، 63).

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق(الجدول، 62)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة على التوافق والإجهاد المائي والتفاعل، مايُشير إلى مساهمة كل من الفعلين الوراثيين التراكمي واللا تراكمي في وراثة هذه الصفة، في حين كان التباين غير معنوي للقدرتين تحت ظروف الشاهد المروي، اتفق ذلك مع نتائجTripathy وزملاؤه (2016). وكان تفاعل القدرة العامة للسلالات الأبوية على التوافق مع البيئات المدروسة (شاهد مروي وإجهاد مائي) غير معنوي أي أن القدرة العامة على التوافق للسلالات الأبوية لم تتأثر باختلاف معاملة الري، في حين كان تفاعل القدرة الخاصة على التوافق للهجن مع البيئات المدروسة معنوياً أي تأثرت قدرة الهجن الفردية باختلاف معاملة الري. هذا يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف بيئة النمو، كما يدل على الاختلاف الوراثي بين هذه الطرز وإمكانية البحث في النسل الناتج في الأجيال اللاحقة عن انعزالات وراثية تفيد هذه الدراسة (الجدول، 62). يُلاحظ أن قيم مكونات التباين لقابلية التوافق الخاصة للهجن SCA δ^2 كانت أعلى من مكونات التباين لقابلية ائتلاف القدرة العامة للسلالات الأبوية GCA δ^2 تحت ظروف الإجهاد المائي والتفاعل (الجدول، 62)، اتفق ذلك مع نتائج Vishnuvardhan وزملاؤه (2015). هذا دليل على أنّ التأثيرات اللاتراكمية للمورثات هي التي تتحكم في وراثة صفة عدد البذور في الكبسولة، بلغت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الإجهاد المائي والتفاعل بينهما قيماً أصغر من الواحد الصحيح (0.08، 0.76 على التوالي) (الجدول، 62)، ما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، واتفق ذلك مع نتائج Salunkhe وزملاؤه (2019). تحت ظروف الشاهد المروي تراوحت تأثيرات القدرة العامة للسلالات على التوافق لصفة عدد البذور في الكبسولة من(0.471-) للسلالة P6، إلى(1.401) للسلالة P4. في حين تراوحت تحت ظروف الاجهاد المائي من(3.327-) للسلالة P4، إلى(4.438) للسلالة P3 (الجدول،64). ولم تبد السلالات أي تأثيرات موجبة ومعنوية للقدرة العامة على

التوافق تحت ظروف الشاهد المروي. في حين أبدت السلالة P3 فقط تأثيرات للقدرة العامة على التوافق موجبة عالية المعنوية تحت ظروف الاجهاد المائي والتفاعل (**4.438، **2.772 على التوالي). لذلك يمكن اعتبارها سلالة مبشرة لإدخالها في برنامج انتخاب تكراري للقدرة العامة على التوافق ومن ثم إجراء تهجين تبادلي لتقييم القدرة الخاصة على التوافق بهدف الحصول على هجن تتميز بعدد بذور كبير في الكبسولة لاسيما تحت ظروف الاجهاد المائي لتحسين صفة عدد البذور في الكبسولة تحت ظروف الإجهاد المائي. أما بالنسبة للقدرة الخاصة على التوافق للهجن تحت ظروف الشاهد المروي فقد تراوحت من(0.664-) للهجين P1×P3، إلى(7.592) للهجين P4×P5. في حين تراوحت القدرة الخاصة تحت ظروف الاجهاد المائي من(0.175-) للهجين P1×P3، إلى(13.831) للهجين P4×P5 (الجدول، 64). حيث يلاحظ أنَّ الهجن لم تبد أي قدرة خاصة موجبة معنوية لصفة عدد البذور في الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي، بينما تحت ظروف الإجهاد المائي والتفاعل أبدى الهجين P4×P5 قدرة خاصة موجبة عالية المعنوية (**13.831، **10.713 على التوالي)، كذلك أبدى الهجينان P1×P6، P3×P4 قدرة خاصة موجبة معنوية (*7.911، *6.081 على التوالي). لذا يمكن اعتبار هذه الهجن مبشرة لتحسين صفة عدد البذور في الكبسولة، أيضاً يمكن استخدام عشائر هذه الهجن للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب تراكيب وراثية متميزة في هذه الصفة خلال الأجيال الانعزالية اللاحقة ضمن ظروف الاجهاد المائي (الجدول، 64).

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيم موجبة وسالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة عدد البذور في الكبسولة (الجدول، 65). تحت ظروف الزراعة المروية امتلك الهجينP4×P5 أعلى قيم موجبة وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(**13.94، **9.72 %على التوالي)، تلاه الهجينP3×P5 الذي امتلك قيم لقوة الهجين موجبة وعالية المعنوية أيضاً قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل (**11.63، **6.33 %على التوالي). في حين امتلك الهجينP1×P2 قيمة موجبة عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين (**9.67%)، كذلك امتلك الهجين P1×P4 قيمة موجبة معنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (*6.77%)(الجدول، 61). تعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها نباتات الجيل الأول

مقارنةً مع السلالات الأبوية تحت ظروف الإجهاد المائي امتلك الهجينP4×P5 أعلى قيم موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(**28.31، **22.41 %)، تلاه الهجين P5×P6 الذي امتلك قيم موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(**14.69، **5.29%على التوالي)، ثم الهجين (P3×P5 **14.51، **2.49%على التوالي). كذلك أبدى الهجينان P1×P6،P3×P4 قيم موجبة معنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين(*7.86، *7.48% على التوالي). اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيم أعلى من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل(3.18، 2.45، 1.19 على التوالي)، مايدل على أن صفة عدد البذور في الكبسولة واقعة تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة وبأن سلوك هذه الصفة يتأثر بشكل كبير بالظروف البيئية (الجدول، 42)، اتفق ذلك مع Parameshwarappa وSalimath(2010). كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لصفة عدد البذور في الكبسولة منخفضة تحت ظروف الشاهد المروي(0.28)، في حين كانت مرتفعة تحت ظروف الإجهاد المائي(0.67). أما درجة التوريث بالمعنى الضيق فقد كانت منخفضة تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة (0.09، 0.10 على التوالي) اتفق ذلك مع ، نتائج Tigabu وزملاؤه (2021). إن انخفاض درجة التوريث تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة مائياً يدل على ارتفاع التأثير البيئي وسيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي إلى حدٍ ما، وانخفاض تأثير الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة عدد البذور في الكبسولة، مما يضعف إمكانية تحسين هذه الصفة تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة مائياً(الجدول، 42).

الجدول (62). تحليل التباين ومكوناته لصفة عدد البذور في الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي الإجهاد المائي.

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	38.68	63.92	51.30
الطرز الوراثية	62.25**	223.05**	181.70**
GCA	30.13 NS	304.98**	201.10**
SCA	72.96 NS	195.75**	175.23**
الخطأ التجريبي	60.65	31.70	46.18
التفاعل (GCA× Env.)	1.69NS		
التفاعل (SCA× Env.)	15.77*		
δ^2 GCA	2.54	4.55	10.42
δ^2 SCA	64.06	54.68	13.63
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.04	0.08	0.76
التباين التراكمي V_A	6.33	9.10	9.56
التباين اللاتراكمي V_D	64.06	54.68	13.63
درجة السيادة ā	3.18	2.45	1.19
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.28	0.67	0.23
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.09	0.10	0.14

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (63). متوسط عدد البذور في الكبسولة لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	63.00^{cdefghijklmn}	51.33^{mn}	57.17^{fgh}	-18.50^{b}
شاهد زوري	76.00^{abc}	64.67^{cdefghijkl}	70.33^{abc}	-14.77^{b}
P1	66.00^{abcdefghik}	55.67^{jklmn}	60.83^{defgh}	-14.68^{b}
P2	72.00^{abcdefg}	65.00^{bcdefghijkl}	69.33^{abcd}	-4.53^{b}
P3	73.67^{abcd}	66.67^{abcdefghij}	69.33^{abcd}	-11.53^{b}
P4	72.00^{abcdef}	58.00^{hijklmn}	65.17^{bcdef}	-18.20^{b}
P5	66.67^{abcdefghijk}	52.67^{klm}	59.67^{efgh}	-21.10^{b}
P6	73.00^{abcde}	63.00^{cdefghijklmn}	68.00^{abcde}	-13.06^{b}
P1×P2	75.67^{abc}	56.67^{ijklmn}	66.17^{abcdef}	-25.16^{b}
P1×P3	69.67^{abcdfghi}	58.67^{ghijklmn}	64.17^{bcdefg}	-15.40^{b}
P1×P4	73.67^{abcd}	32.33^{o}	53.00^{h}	-56.73^{a}
P1×P5	59.00^{efghijklm}	52.67^{lmn}	55.83^{gh}	-10.64^{b}
P1×P6	73.00^{abcde}	64.00^{cdefghijklm}	68.50^{abcde}	-11.63^{b}
P2×P3	72.67^{abcde}	68.67^{abcdefghij}	70.67^{abc}	-4.47^{b}
P2×P4	69.33^{abcdefghi}	50.00^{n}	59.67^{efgh}	-26.89^{b}
P2×P5	69.00^{abcdefghi}	60.67^{defghijklmn}	64.83^{bcdefg}	-11.96^{b}
P2×P6	66.00^{abcdefghijk}	60.00^{efghijklmn}	63.00^{cdefg}	-8.83^{b}
P3×P4	70.00^{abcdefghi}	67.00^{abcdefghijk}	68.50^{abcde}	-3.53^{b}
P3×P5	78.33^{ab}	68.33^{abcdefghij}	73.33^{ab}	-12.67^{b}
P3×P6	66.00^{abcdefghijk}	60.00^{efghijklmn}	63.00^{cdefg}	-8.84^{b}
P4×P5	79.00^{a}	71.00^{abcdefgh}	75.00^{a}	-8.13^{b}
P4×P6	69.67^{abcdefghi}	54.33^{klmn}	62.00^{cdefg}	-21.46^{b}
P5×P6	70.67^{abcdefgh}	66.33^{abcdefghijk}	68.50^{abcde}	-5.67^{b}
متوسط المعاملة	70.64^{a}	59.54^{b}	-	-15.10
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	7.653	2.257	10.823	19.300
CV%	10.3			11.5

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

الجدول (64) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة عدد البذور في الكبسولة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	-1.514	-5.196**	-3.345**
P2	0.199	1.512	0.853
P3	1.113	4.438**	2.772**
P4	1.401	-3.327*	-0.965
P5	-0.728	0.891	0.083
P6	-0.471	1.682	0.602
SE[g(i)]	1.45	1.05	0.63
SE[g(i)-g(j)]	0.03	0.08	0.10
P1×P2	6.262	0.873	3.505
P1×P3	-0.664	-0.175	-0.422
P1×P4	3.051	-18.762**	-7.851**
P1×P5	-9.491*	2.634	-6.062*
P1×P6	4.265	7.911*	6.084*
P2×P3	0.633	3.114	1.883
P2×P4	-2.994	-7.805*	-5.407*
P2×P5	-1.204	-1.342	-1.272
P2×P6	-4.453	-2.801	-3.632
P3×P4	-3.339	6.293*	2.521
P3×P5	7.217	3.412	5.313*
P3×P6	-5.373	-5.712	-5.543*
P4×P5	7.592	13.831**	10.713**
P4×P6	-1.993	-3.633	-2.812
P5×P6	1.131	4.162	2.652
SE[s(i,j)]	3.99	2.88	2.46
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.70	0.50	0.43

* ، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (65). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة عدد البذور في الكبسولة.

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	9.67**	-2.00	-6.07	-7.43*
P1×P3	-0.24	2.71	-4.09	-14.99**
P1×P4	6.77*	-3.24	-43.12**	1.16
P1×P5	-11.06**	-15.50**	-2.77	-41.92**
P1×P6	5.04	-19.18**	7.86*	-16.40**
P2×P3	-0.23	-0.91	4.31	-4.00
P2×P4	-3.71*	0.93	-18.70**	-25.65**
P2×P5	-0.48	-3.78	3.12	-23.08**
P2×P6	-8.97**	-9.59**	-6.25	-7.70
P3×P4	-3.89	-4.98	7.48*	0.49
P3×P5	11.63**	6.33**	14.51**	2.49**
P3×P6	-10.00**	-10.41	-7.46	-10.00**
P4×P5	13.94**	9.72**	28.31**	22.41**
P4×P6	-3.90	-4.59	-10.20	-13.76**
P5×P6	1.20	-3.19	14.69**	5.29**

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

النتائج والمناقشة

4.4.7.3. متوسط عدد البذور في النبات (بذرة. نبات$^{-1}$):

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى تباين عالي المعنوية بالنسبة لصفة عدد البذور في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما، ما يدل اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف البيئة التي تنمو فيها (الجدول، 66)، بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط عدد البذور في النبات بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول،67). يُلاحظ أنّ متوسط عدد البذور في النبات كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (6903 بذرة. نبات$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (3650 بذرة. نبات$^{-1}$)، حيثُ سبّب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط عدد البذور في النبات مقدارهُ 47.12% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 67)، مايشير إلى أهمية توافر الماء خلال مرحلة الإزهار لزيادة عدد البذور المتشكلة، اتفق ذلك مع نتائج Prajapati (2010). يُعزى اختلاف عدد البذور في النبات بين معاملتي الشاهد المروي والإجهاد المائي إلى أن الإجهاد المائي أدى إلى تراجع متوسط كل من (طول الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، وعدد البذور في الكبسولة) ساهم ذلك في حدوث انخفاض في متوسط عدد البذور في النبات. تراوح متوسط عدد البذور في النبات تحت ظروف الشاهد المروي من(5155 بذرة. نبات$^{-1}$) للسلالة P5، إلى(7820 بذرة. نبات$^{-1}$) للسلالة P4، في حين تراوح متوسط عدد البذور في النبات تحت ظروف الإجهاد المائي من(2731 بذرة. نبات$^{-1}$) للسلالة P5، إلى(4545 بذرة. نبات$^{-1}$) للسلالة P3. لذا يمكن اعتبار السلالتين P3، P4 مبشرة وإدخالها في برنامج تربية بهدف تحسين صفة عدد البذور في النبات. لاسيما وأنَّ متوسط طول الكبسولة، متوسط عدد الكبسولات في النبات، ومتوسط عدد البذور في الكبسولة في السلالة P3 كان الأعلى مقارنةً مع باقي السلالات، كذلك السلالة P4 حيث كان فيها متوسط عدد الكبسولات في النبات الأعلى بالمقارنة مع السلالات الأخرى، كما أنَّ السلالتين قد امتلكتا مخزون وراثي مهم حيث امتلكت كل منهما تأثيرات موجبة تحت ظروف الشاهد المروي وامتلكت السلالة P4 تأثيرات موجبة ومعنوية تحت ظروف الزراعة المجهدة. أما بالنسبة للهجن فقد تراوح متوسط عدد البذور في النبات تحت ظروف الشاهد المروي من(5469 بذرة. نبات$^{-1}$) للهجين P1×P5، إلى(8832 بذرة. نبات$^{-1}$) للهجين P4×P5. أما تحت ظروف الإجهاد المائي

فقد تراوح متوسط عدد البذور في النبات من(1913 بذرة. نبات$^{-1}$) للهجينP1×P4،إلى(5237 بذرة. نبات$^{-1}$) للهجين P3×P5(الجدول، 67). لذا يمكن تقييم الهجينين P4×P5، P3×P5 لصفة عدد البذور في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، واعتبارها هجن مبشرة يمكن متابعة البحث عليها لاحقاً للوصول إلى تراكيب وراثية تتميز بصفة عدد البذور في النبات جيدة تساهم في تحسين هذه الصفة في محصول السمسم.

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق (الجدول، 66)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما، ما يُشير إلى مساهمة كل من الفعلين الوراثيين التراكمي واللا تراكمي في وراثة هذه الصفة، اتفق ذلك مع نتائج PrajaPati (2010). كان تفاعل القدرة العامة للسلالات الأبوية على التوافق مع البيئات المدروسة (شاهد مروي وإجهاد مائي) غير معنوياً أي أن القدرة العامة على التوافق لم تتأثر بمعاملة الري، وكان تفاعل القدرة الخاصة على التوافق للهجن مع البيئات المطبقة عالي المعنويةً أي تغيرت هذه القدرة بتغير معاملة الري (الجدول، 66)، اتفق ذلك مع Adigera (2012). يُلاحظ أن قيم مكونات تباين القدرة الخاصة على التوافق للهجن SCA δ^2 كانت أعلى من قيم مكونات التباين للقدرة العامة للسلالات الأبوية δ^2 GCA. بلغت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما قيماً أصغر من الواحد الصحيح (0.07، 0.15، 0.02 على التوالي)، مما يدل على أنَّ الفعل الوراثي اللاتراكمي هو الفعل المسيطر في توريث هذه الصفة في كلا البيئتين المروية والمجهدة مائياً (الجدول، 66)، اتفق ذلك مع TriPathy وزملاؤه (2016). تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة عدد البذور في النبات تحت ظروف الشاهد المروي من(22.724-) للسلالة P2، إلى(343.073) للسلالة P4. في حين تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة تحت ظروف الإجهاد المائي من(20.782-) للسلالةP2، إلى(591.729) للسلالة P3. ولم تبد أي سلالة من السلالات تأثيرات معنوية للقدرة العامة على التوافق لصفة عدد البذورفي النبات تحت ظروف الشاهد المروي، في حين أبدت السلالة P3 تأثيرات للقدرة العامة على التوافق موجبة عالية المعنوية تحت ظروف الإجهاد المائي والتفاعل (**591.729، **461.385 على التوالي)، لذا يمكن استغلال هذا المخزون الوراثي في انتاج

هجن ذات صفة عدد البذور في النبات جيدة. أما بالنسبة للقدرة الخاصة على التوافق للهجن فقد تراوحت تحت ظروف الشاهد المروي من(38.653-) للهجين P1×P3، إلى(1555.514) للهجينP4×P5، في حين تراوحت القدرة الخاصة تحت ظروف الإجهاد المائي من(125.624−) للهجينP2×P6، إلى(1049.383) للهجينP3×P5(الجدول، 68). لقد أبدى الهجينان P3×P5، P4×P5 قدرة خاصة على التوافق لصفة عدد البذور في النبات موجبة عالية المعنوية تحت ظروف الشاهد المروي ولإجهاد المائي والتفاعل (**1339.229، **1049.383، **1194.305 على التوالي)، (**1555.514، **964.192، **1260.212 على التوالي)، كذلك أبدى الهجينP1×P2 قدرة خاصة موجبة معنوية تحت ظروف كل من الشاهد المروي والتفاعل (*860.436، *532.074 على التوالي). أما الهجين P1×P6 فقد أبدى قدرة خاصة موجبة معنوية تحت ظروف الشاهد المروي ولإجهاد المائي (*863.102،*506.715 على التوالي)، وموجبة عالية المعنوية تحت ظروف التفاعل (**684.902)، لذا يمكن اعتبارها هجن مبشرة، واستخدام عشائرها للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب تراكيب وراثية متميزة في هذه الصفة في الأجيال الانعزالية اللاحقة (الجدول، 68).

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيم موجبة وسالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة عدد البذور في النبات (الجدول، 69). تحت ظروف الزراعة المروية امتلك الهجينP4×P5 أعلى قيمة موجبة وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وموجبة معنوية قياساً للأب الأفضل(**36.14، *12.94 %على التوالي)"، تلاه الهجينP3×P5(**30.01، *10.33 % على التوالي)، كما امتلك الهجينان P1×P2، P1×P6 قيم لقوة الهجين موجبة وعالية المعنوية أيضاً قياساً لمتوسط الأبوين (**12.29، **10.23%على التوالي). في حين امتلك الهجينP2×P3 قيمة موجبة معنوية قياساً لمتوسط الأبوين(*6.80%).تعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها نباتات الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية. يُلاحظ من الجدول(69)، أنَّ قيم قوة الهجين تحت ظروف الإجهاد المائي قياساً لمتوسط الأبوين تراوحت من(3.05− %) للهجينP1×P5، إلى(**43.95%) للهجينP3×P5. حيثُ امتلك هذا الهجين أعلى قيم موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(**43.95، **15.22%على التوالي)، تلاه الهجينP4×P5 الذي امتلك

قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وقيمة موجبة معنوية قياساً للأب الأفضل(**32.45، *12.69%على التوالي)، كذلك الهجينP5×P6 (**26.09، **14.58%على التوالي). كذلك أبدى الهجينP1×P6 قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين فقط (**14.27%). يُلاحظ أنَّ الهجن التي تمتعت بقوة هجين معنوية وعالية المعنوية تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة دخل في تركيبها السلالات الآباء P3، ،P4، P6 التي كان متوسط عدد البذور في النبات فيها(5969، 5856، 5230 بذرة. نبات$^{-1}$ على التوالي) متفوقة بذلك على الشاهد حوراني (4337 بذرة. نبات$^{-1}$)(الجدول، 67). كما يُلاحظ أن قيم قوة الهجين في البيئة المجهدة كانت أعلى لدى بعض الهجن من قيم قوة الهجين في البيئة المروية غير المجهدة، ويعزى ذلك إلى أن تعريض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار دفع تلك الهجن إلى تحويل المواد المغذية إلى تكوين البذور بعيداً عن استخدامها في النمو الخضري للنبات متفوقة بذلك على آباءها. اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيمة أكبر من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (1.01، 1.81، 4.94 على التوالي)، مما يدل على وقوع صفة عدد البذور في النبات تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة عند ظروف الزراعة المروية، (الجدول، 66). كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع متوسطة إلى مرتفعة (0.50، 0.78 على التوالي) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، بينما تحت ظروف التفاعل كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع متوسطة (0.52)، أما درجة التوريث بالمعنى الضيق فقد كانت منخفضة تحت ظروف الشاهد المروي(0.11، 0.28، 0.19 على التوالي)، إنَّ انخفاض درجة التوريث تحت ظروف الزراعة المروية يدل على ارتفاع التأثير البيئي وسيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي وانخفاض تأثير الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة عدد البذور في النبات، مما يضعف إمكانية تحسين هذه الصفة، اتفق ذلك مع Aristya وزملاؤه (2017). ومع نتائج Gidey وزملاؤه (2013).

الجدول (66). تحليل التباين ومكوناته لصفة عدد البذور في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	870926.1	156678	100112
الطرز الوراثية	45792580**	1569851**	3106344**
GCA	10720514**	2570528**	3673126**
SCA	35072066**	1236293**	2917417**
الخطأ التجريبي	600213.1	134142.3	367177.7
التفاعل (GCA× Env.)	16020.5^{NS}		
التفاعل (SCA× Env.)	96611.8**		
δ^2 GCA	38962.2	55593.14	7733.67
δ^2 SCA	581923.3	367383.4	376734
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.07	0.15	0.02
التباين التراكمي V_A	573924.4	111186.3	15467.34
التباين اللاتراكمي V_D	581923.3	367383.4	376734
درجة السيادة $\bar{a}$	1.01	1.81	4.94
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.50	0.78	0.52
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.11	0.28	0.19

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (67). متوسط عدد البذور في النبات لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	5602^{hijkl}	3072^{stu}	4337^{hij}	-45.21^{bcde}
شاهد زوري	7727^{bcd}	4328^{noPqr}	6027^{abc}	-43.60^{bcde}
P1	6569^{defghi}	3470^{Pqrstu}	5019^{efgh}	-46.58^{bcd}
P2	6994^{bcdefg}	4036o^{Pqrs}	5515^{cdefg}	-41.46^{bcde}
P3	7393^{bcdef}	4545^{lmnoPq}	5969^{abc}	-38.40^{cde}
P4	7820^{abc}	3892^{Pqrstu}	5856^{bcd}	-49.24^{bcd}
P5	5155^{klmno}	2731^{uv}	3943^{j}	-46.89^{bcd}
P6	7179^{bcdefg}	3341^{qrstu}	5260^{cdefg}	-52.90^{bc}
P1×P2	7615^{bcd}	3408^{qrstu}	5511^{cdefg}	-55.26^{b}
P1×P3	7069^{bcdefg}	3418^{qrstu}	5244^{cdefg}	-51.67^{bcd}
P1×P4	6423^{efghi}	1913 ^{v}	4168 ^{ij}	-70.50^{a}
P1×P5	5469^{ijklm}	2813^{tuv}	4141^{ij}	-48.18^{bcd}
P1×P6	7577^{bcde}	3664^{Pqrstu}	5620^{cdef}	-51.53^{bcd}
P2×P3	7683^{bcd}	3883^{Pqrstu}	5783^{cde}	-48.13^{bcd}
P2×P4	6662^{cdefgh}	3163^{rstu}	4912^{fghi}	-51.44^{bcd}
P2×P5	6027^{ghijk}	3394^{qrstu}	4710^{ghij}	-43.61^{bcde}
P2×P6	6326^{fghij}	3431^{qrstu}	4878^{fghi}	-45.56^{bcde}
P3×P4	6784^{cdefg}	4634^{lmnoP}	5709^{cdef}	-30.54^{e}
P3×P5	8157^{ab}	5237^{jklmn}	6697^{a}	-35.49^{de}
P3×P6	6651^{cdefgh}	3990^{Pqrst}	5320^{cdefg}	-39.26^{bcde}
P4×P5	8832^{a}	4386^{mnoPq}	6609^{ab}	-49.65^{bcd}
P4×P6	6887^{cdefg}	3379^{qrstu}	5133^{defgh}	-50.81^{bcd}
P5×P6	6176^{ghijk}	3828^{Pqrstu}	5002^{efgh}	-37.59^{cde}
متوسط المعاملة	6903^{a}	3650^{b}	-	-46.67
المتغير	الطرز الوراثية	المعاملات	التفاعل	التباين
$LSD_{0.05}$	699.2	206.2	988.8	13.517
CV%	9.6			11.6

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

النتائج والمناقشة

الجدول (68) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة عدد البذور في النبات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	-149.061	-420.443**	-284.752**
P2	-22.724	-20.782	-21.752
P3	331.035	591.729**	461.385**
P4	343.073	-32.443	155.313*
P5	-438.93*2	-49.941	-244.443**
P6	-63.391	-68.420	-65.751
SE[g(i)]	144.36	68.25	56.46
SE[g(i)-g(j)]	0.09	0.15	0.02
P1×P2	860.436*	203.717	532.074*
P1×P3	-38.653	-398.793	-218.722
P1×P4	-697.033	-1279.954**	-988.493**
P1×P5	-869.364*	-361.795	-615.571*
P1×P6	863.102*	506.715*	684.902**
P2×P3	448.352	-333.122	57.616
P2×P4	-584.705	-428.951*	-506.823*
P2×P5	-437.703	-180.791	-309.242
P2×P6	-513.811	-125.624	-319.761
P3×P4	-816.480	429.558*	-193.455
P3×P5	1339.729**	1049.383**	1194.305**
P3×P6	-542.992	-179.123	-361.051
P4×P5	1555.514**	964.192**	1260.212**
P4×P6	-319.031	-165.626	-242.424
P5×P6	-247.361	300.212	26.432
SE[s(i,j)]	396.48	187.44	219.28
SE[s(i,j)-s(i,k)]	69.10	32.67	38.22

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (69). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفةعدد البذور في النبات.

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	12.29**	-2.04	-4.11	-10.73
P1×P3	1.26	-3.00	-10.25*	-25.02**
P1×P4	-10.72*	-19.60*	-45.06**	-12.18*
P1×P5	-6.70	-2.22	-3.05	-37.73**
P1×P6	10.23**	-23.82**	14.27**	-15.80*
P2×P3	6.80*	2.49	-9.49	-19.38**
P2×P4	-10.06	-1.75	-20.21**	-3.79
P2×P5	-0.78	-4.75	0.31	-21.63*
P2×P6	-10.73*	-11.88*	-6.98	-14.99*
P3×P4	-10.81*	-13.25*	-13.86	-20.04**
P3×P5	30.01**	10.33*	43.95**	15.22**
P3×P6	-8.72*	-10.04*	1.19	-12.21*
P4×P5	36.14**	12.94*	32.45**	12.69*
P4×P6	-8.17	-11.93*	-6.57	-13.18*
P5×P6	0.15	-13.97*	26.09**	14.58**

* ، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

5.4.7.3. متوسط وزن الألف بذرة (غ)

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين معنوي في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة وزن الألف بذرة تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي والتفاعل، (الجدول، 70). ما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف البيئة التي تنمو فيها النباتات، ويشير إلى تأثر وراثة صفة متوسط وزن الألف بذرة بالعامل البيئي (الجدول، 70)، اتفق ذلك مع Iqbal وDasgupta (2015). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط وزن الألف بذرة بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 71). يُلاحظ أنّ متوسط وزن الألف بذرة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (4.27غ)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الاجهاد المائي (3.75غ). حيثُّ سبب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط وزن الألف بذرة مقدارهُ 11.98% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 71)، يُعزى ارتفاع متوسط وزن الألف بذرة في معاملة الشاهد المروي إلى إتاحة الماء والمادة الجافة خلال مرحلة تشكل البذور ونموها، مايساهم في زيادة حجم البذور المتشكلة، ومن ثمَّ كفاءتها التخزينية، بالإضافة لزيادة عدد البذور المتشكلة، فيزداد مايُسمى بقوة المصب Sink strength ومن ثمّ مقدرة البذور المتشكلة على استجرار نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب، لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج عملية التمثيل الضوئي، ويتناسب معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي طرداً مع كمية المياه المتاحة خلا مرحلة امتلاء البذور مايُساعد في زيادة معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي أو كفاءته من المصدر إلى المصب، فتزداد كمية نواتج التمثيل الواصلة إلى البذور، مايؤدي إلى زيادة درجة امتلاء البذرة الواحدة ومن ثم متوسط وزن الألف بذرة (الرويلي، 2016). تراوح متوسط وزن الألف بذرة تحت ظروف الشاهد المروي من(4.15 غ) للسلالة P3، إلى(4.34 غ) للصنف زوري. أما تحت ظروف الإجهاد المائي، فقد تراوح متوسط وزن الألف بذرة من(3.20 غ) للسلالةP4، إلى(4.86 غ) للسلالة P3 (الجدول، 71). في حين تراوح متوسط وزن الألف بذرة للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(4.10 غ) للهجينP3×P4، إلى(4.41 غ) للهجين P1×P3، أما تحت ظروف الإجهاد المائي، فقد تراوح متوسط وزن الألف بذرة من(3.33 غ) للهجين P1×P3، إلى(4.00 غ) للهجين P1×P5 (الجدول، 71). لذا يمكن تقييم الهجين P1×P3 لصفة وزن الألف بذرة تحت ظروف الشاهد المروي، حيث امتلك هذا الهجين نسبة مئوية لقوة الهجين موجبة ومعنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت

ظروف الزراعة المروية(ري كامل خلال جميع مراحل حياة النبات)، وكذلك كان متوسط نسبة البروتين في البذور الأعلى لدى هذا الهجين تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة مائياً.

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق(الجدول، 70)، إلى وجود تباين معنوي وعالي المعنوية للقدرة العامة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل، في حين كان تباين القدرة الخاصة غير معنوي تحت ظروف الشاهد المروي والتفاعل، وعالي المعنوية فقط تحت ظروف الإجهاد المائي، ما يُشير إلى مساهمة كل من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، اتفق ذلك مع نتائج Imran وزملاؤه (2017). كان تفاعل القدرة العامة للسلالات الأبوية على التوافق مع البيئات المدروسة (شاهد مروي وإجهاد مائي) معنوياً أي أن القدرة العامة على التوافق للسلالات اختلفت باختلاف معاملة الري، كذلك اختلاف أداء الطرز الوراثية لهذه الصفة باختلاف بيئة النمو، في حين كان تفاعل القدرة الخاصة على التوافق مع البيئات المدروسة غير معنوياً. يُلاحظ أن قيم مكونات التباين لقابلية التوافق الخاصة للهجن SCA δ^2 كانت أقل من مكونات تباين قابلية ائتلاف القدرة العامة للسلالات الأبوية GCA δ^2 تحت ظروف الإجهاد المائي (الجدول، 70)، اتفق ذلك مع نتائج Vidhyavathi وزملاؤه (2005). بلغت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الإجهاد المائي قيمة أعلى من الواحد الصحيح (1.21) (الجدول، 70)، مما يدل على سيطرة الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة وزن الألف بذرة. وهذا دليل على أن التأثيرات التراكمية للمورثات هي التي تتحكم في وراثة صفة وزن الألف بذرة، اتفق ذلك مع Abhijatha وزملاؤه (2017). تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة وزن الألف بذرة تحت ظروف الشاهد المروي من(0.043-) للسلالة P5، إلى(0.065) للسلالة P1، ولم تبد أي سلالة تأثيرات للقدرة العامة على التوافق موجبة معنوية. أما تحت ظروف الإجهاد المائي، فقد تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق من(0.177-) للسلالة P3، إلى(0.117) للسلالة P1. حيثُ أبدت السلالتين P1، P5 تأثيرات للقدرة العامة على التوافق موجبة ومعنوية(*0.117، *0.108 على التوالي)(الجدول، 72). هذا يُشير إلى أهمية هاتين السلالتين إذ امتلكتا مخزون وراثي عالي استطاعت من خلاله تحمل ظروف الاجهاد المائي خلال النصف الثاني

من مرحلة الإزهار وإدخالهما في برنامج تربية لتحسين صفة وزن الألف بذرة تحت ظروف الإجهاد المائي. أما قيم تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق لصفة وزن الألف بذرة تحت ظروف الشاهد المروي فقد تراوحت من(0.012-) للهجين P3×P5، إلى(0.152) للهجين P1×P3، ولم يبدي أي هجين قدرة خاصة على التوافق لصفة وزن الألف بذرة موجبة معنوية. في حين تراوحت قيم تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق تحت ظروف الاجهاد المائي من(0.004-) للهجين P1×P2، إلى(0.225) للهجين P1×P4. وقد أبدى الهجين P1×P4 (0.225)، تأثيرات موجبة ومعنوية للقدرة الخاصة على التوافق، لذا يمكن اعتباره هجين مبشر لتحسين صفة متوسط وزن الألف بذرة (الجدول، 72).

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيم موجبة وسالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة وزن ألف بذرة (الجدول،73)، اتفق ذلك مع Sakhiya (2013). ومع نتائج Dela و Sharma (2019). تحت ظروف الزراعة المروية امتلك الهجينP5×P6 أعلى قيمة موجبة ومعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(*3.33، *3.09%على التوالي)، تلاه الهجين P1×P3(*3.04، *2.04% على التوالي)، كما امتلك الهجينان P1×P2، P2×P6 قيم لقوة الهجين موجبة ومعنوية قياساً لمتوسط الأبوين (*3.09، *3.17%على التوالي). تراوحت قيم قوة الهجين تحت ظروف الإجهاد المائي قياساً لمتوسط الأبوين من(1.90−%) للهجينP1×P2، إلى(**7.65%) للهجينP4×P5. حيثُ امتلك هذا الهجين أعلى قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين(**7.65%)، تلاه الهجين P4×P6(**6.03%)، يُلاحظ أنَّ الهجن التي تمتعت بقوة هجين معنوية وعالية المعنوية تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة دخل في تركيبها السلالات الآباء P5، P6 التي كان متوسط وزن الألف بذرة فيها(4.03، 4.06 غ على التوالي) متفوقة بذلك على الصنف حوراني (4.02غ) (الجدول، 71). حيث إن قوة الهجين تنتج من تجميع المورثات السائدة والمرغوبة من كلا الابوين في الهجين الناتج من تصالبهما. وأن قيم قوة الهجين لهذين الهجينين في البيئة المجهدة كانت أعلى من قيم قوة الهجين في البيئة غير المجهدة، ويعزى ذلك إلى أن تعريض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار دفع تلك الهجن إلى تحويل المواد الغذائية لامتلاء البذور وزيادة حجمها، وبالتالي زيادة وزنها. كما أن السلالات الآباء هي سلالات مرباة داخلياً قد

تدهورت في البيئة المجهدة، لاسيما وأنَّ هذه السلالات لم تنتج عن برنامج تربية لتحمل الاجهاد المائي بعيداً عن استخدامها في النمو الخضري للنبات. بلغت قيم درجة السيادة أصغر من الواحد تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (0.50، 0.71، 0.66 على التوالي)، ما يدل على وقوع صفة عدد البذور في النبات تحت تأثير الفعل الوراثي التراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة عند ظروف الزراعة المروية، والمجهدة خلال الإزهار (الجدول، 70)، هذا يدل على سيطرة الفعل التراكمي في وراثتها. اتفق ذلك مع نتائج Khuimphukhieo و Khaengkhan (2018). تحت ظروف الشاهد المروي كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع منخفضة (0.17)، في حين كانت متوسطة تحت ظروف الإجهاد المائي(0.61)، كذلك كانت درجة التوريث بالمعنى الضيق منخفضة تحت ظروف الشاهد المروي في حين كانت متوسطة تحت ظروف الزراعة المجهدة (0.13، 0.38 على التوالي). إنَّ انخفاض درجة التوريث تحت ظروف الزراعة المروية يدل على ارتفاع التأثير البيئي وسيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي وانخفاض تأثير الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة عدد البذور في النبات، مما يضعف إمكانية تحسين هذه الصفة تحت ظروف الزراعة المروية. بينما يمكن التحسين لهذه الصفة تحت ظروف الإجهاد المائي، حيث يمكن تحسين صفة متوسط وزن الألف بذرة تحت ظروف الزراعة المجهدة مائياً خلال الأجيال الإنعزالية المتأخرة(F6، F7). بينما تحت ظروف التفاعل كانت درجة التوريث بالمعنين الواسع والضيق متوسطة إلى منخفضة(0.34، 0.26 على التوالي)(الجدول، 70)، اتفق ذلك مع Aristya وزملاؤه (2017). وبالتالي يمكن التعويل على صفة وزن الألف بذرة بالانتخاب والتحسين الوراثي تحت ظروف الإجهاد المائي فقط، ولا يمكن الاستفادة منها في التحسين الوراثي للمحصول تحت الظروف المثالية للري.

الجدول (70). تحليل التباين ومكوناته لصفة متوسط وزن الألف بذرة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	0.031	0.007	0.019
الطرز الوراثية	0.039**	0.165**	0.092**
GCA	0.074*	0.421**	0.322**
SCA	0.027^{NS}	0.080**	0.015^{NS}
الخطأ التجريبي	0.024	0.030	0.027
التفاعل (GCA× Env.)	0.0034*		
التفاعل (SCA× Env.)	0.0216^{NS}		
δ^2 GCA	0.002	0.017	0.005
δ^2 SCA	0.001	0.014	0.004
δ^2 GCA/δ^2 SCA	2	1.21	1.25
التباين التراكمي V_A	0.004	0.028	0.009
التباين اللاتراكمي V_D	0.001	0.014	0.004
درجة السيادة $\bar{a}$	0.5	0.71	0.66
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.17	0.61	0.34
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.13	0.38	0.26

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (71). متوسط متوسط وزن الألف بذرة لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	4.22^{abcde}	$3.83^{hijklmn}$	4.02^{abcde}	-9.17^{de}
شاهد زوري	4.34^{ab}	$3.97^{cdefghijkl}$	4.16^{ab}	-8.64^{de}
P1	4.41^{ab}	$3.99^{cdefghijk}$	4.20^{a}	-9.33^{de}
P2	4.32^{ab}	$3.92^{efghijklm}$	4.12^{abc}	-9.30^{de}
P3	4.15^{bcdefg}	4.86^{bcd}	3.78^{g}	-17.76^{bcd}
P4	4.41^{ab}	3.20^{r}	3.80^{fg}	-27.37^{a}
P5	4.21^{abcde}	$3.86^{ghijklmn}$	4.03^{abcde}	-8.08^{de}
P6	4.19^{abcdef}	$3.93^{defghijkl}$	4.06^{abcd}	-6.09^{e}
P1×P2	4.50^{a}	$3.88^{fghijklmn}$	4.19^{a}	-13.70^{cde}
P1×P3	4.41^{ab}	3.33^{qr}	3.87^{defg}	-24.48^{ab}
P1×P4	4.20^{abcde}	$3.93^{efghijkl}$	4.06^{abcd}	-6.19^{e}
P1×P5	4.25^{abcd}	$4.00^{cdefghijk}$	4.12^{abc}	-5.72^{e}
P1×P6	4.26^{abc}	$3.99^{cdefghijk}$	4.12^{abc}	-6.24^{e}
P2×P3	4.20^{abcde}	3.61^{mnoPq}	3.91^{cdefg}	-14.03^{cde}
P2×P4	4.37^{ab}	3.45^{oPqr}	3.91^{cdefg}	-21.03^{abc}
P2×P5	4.22^{abcde}	3.55^{qrs}	4.09^{abc}	-5.96^{e}
P2×P6	4.39^{ab}	3.66^{lmnoP}	4.02^{abcde}	-16.70^{bcd}
P3×P4	$4.10^{bcdefghij}$	3.58^{noPq}	3.84^{efg}	-12.91^{cde}
P3×P5	$4.14^{bcdefgh}$	3.74^{klmno}	3.94^{bcdefg}	-9.47^{de}
P3×P6	$4.12^{bcdefghi}$	3.71^{klmno}	3.92^{cdefg}	-10.11^{de}
P4×P5	4.19^{abcdef}	3.80^{jklmn}	3.99^{bcdef}	-8.94^{de}
P4×P6	4.32^{ab}	3.78^{klmn}	4.05^{abcde}	-12.48^{cde}
P5×P6	4.34^{ab}	3.82^{ijklmn}	4.02^{abcd}	-11.77^{cde}
متوسط المعاملة	4.27^{a}	3.75^{b}	-	-11.98
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	0.1827	0.0539	0.2583	8.538
CV%	4.0			8.3

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

الجدول (72) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة متوسط وزن الألف بذرة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	0.065	0.117*	0.091**
P2	0.053	0.028	0.040*
P3	-0.078*	-0.177**	-0.128**
P4	0.013	-0.155**	-0.071**
P5	-0.043	0.108*	0.032
P6	0.011	0.080	0.035
SE[g(i)]	-0.029	0.032	0.015
SE[g(i)-g(j)]	2.098	0.836	1.025
P1×P2	0.106	-0.004	0.051
P1×P3	0.152	-0.351**	-0.010
P1×P4	-0.151	0.225*	0.037
P1×P5	-0.047	0.035	-0.007
P1×P6	-0.069	0.053	-0.008
P2×P3	-0.045	0.019	-0.013
P2×P4	0.036	-0.159	-0.061
P2×P5	-0.061	0.093	0.016
P2×P6	0.077	-0.191*	-0.057
P3×P4	-0.102	0.165	0.032
P3×P5	-0.012	0.069	0.028
P3×P6	-0.058	0.063	0.003
P4×P5	-0.051	0.108	0.028
P4×P6	0.050	0.119	0.085
P5×P6	0.125	-0.106	0.010
SE[s(i,j)]	0.079	0.089	0.059
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.023	0.016	0.01

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (73). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة متوسط وزن الألف بذرة

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	3.09*	-2.91	-1.90	-0.75
P1×P3	3.04*	2.04*	-24.45**	-20.16**
P1×P4	-4.76**	-6.36**	-9.32**	-16.54**
P1×P5	-1.39	-4.67**-	1.91	-1.50
P1×P6	-0.93	-3.62**	0.76	0.25
P2×P3	-0.83	-1.39	-17.77**	-17.90**
P2×P4	0.11	-4.67**	-3.09	-7.91*
P2×P5	-1.06	1.16	-8.74*	-11.99*
P2×P6	3.17*	-0.69	-6.75	-6.87
P3×P4	-4.21	-7.03	-11.17*	-26.34**
P3×P5	-0.96	-1.66	-14.22**	-23.05**
P3×P6	-1.20	-1.67	-15.59**	-23.66**
P4×P5	-2.78*	-4.99**	7.65**	-1.55
P4×P6	0.47	-2.04	6.03**	-3.82
P5×P6	3.33*	3.09*	-1.93	-2.80

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

النتائج والمناقشة

6.4.7.3. متوسط الغلّة البذريّة (كغ. هكتار$^{-1}$)

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين عالي المعنوية في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة الغلة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما (الجدول، 74)، ما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية في توريث صفة الغلّة البذرية باختلاف البيئة التي تنمو فيها النباتات، اتفق ذلك مع نتائج Prajapati (2010) وJeeva وزملاؤه (2019). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط الغلّة البذريّة بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 75). يُلاحظ أنّ متوسط الغلّة البذريّة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (2195.7 كغ. هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (1022.6كغ. هكتار$^{-1}$). حيثُ سبب الإجهاد المائي انخفاضاً في الغلة البذريّة مقداره 52.99% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 75). يُعزى انخفاض الغلَّة البذرية تحت ظروف الإجهاد المائي إلى انخفاض جميع العناصر المكونة للغلّة البذرية في المحصول. حيثُ سبب الإجهاد المائي انخفاضاً في كل من متوسط(طول الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، عدد البذور في الكبسولة، عدد البذور في النبات، ووزن الألف بذرة). تراوح متوسط الغلة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي من(1965 كغ. هكتار$^{-1}$) للسلالة P4، إلى(2861 كغ. هكتار$^{-1}$) للسلالة P3. وتراوح متوسط الغلّة البذرية تحت ظروف الإجهاد المائي من(495 كغ. هكتار$^{-1}$) للصنف حوراني، إلى(1116كغ. هكتار$^{-1}$) لكل من السلالتين P3، P6. ويعزى تفوق كل من السلالتين P3، P6 في صفة الغلّة البذرية لتفوقها في كل من متوسط وزن الألف بذرة ومتوسط عدد البذور في الكبسولة ومتوسط عدد الكبسولات في النبات، حيث تعد هذه الصفات من أهم الصفات المكونة للغلّة البذرية. مما يُشير إلى أهمية كل من السلالات P3، P6 لاعتبارها مبشرة وإدخالها في برنامج تربية لتحسين صفة الغلّة البذرية في محصول السمسم تحت الظروف المروية والمجهدة خلال مرحلة الإزهار(الجدول، 75). أما بالنسبة للهجن فقد تراوح متوسط الغلّة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي من(1458 كغ. هكتار$^{-1}$) للهجين P1×P4، إلى(2929 كغ. هكتار$^{-1}$) للهجين P4×P5. في حين تراوح متوسط الغلّة البذرية تحت ظروف الإجهاد المائي من(729 كغ. هكتار$^{-1}$) للهجين P1×P4، إلى(1199 كغ. هكتار$^{-1}$) للهجينين P1×P3، P3×P6. لذا يمكن تقييم الهجن

P4×P5، P1×P3، P3×P6 لصفة الغلّة البذرية تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلة الإزهار، واعتبارها مبشرة لتحسين هذه الصفة (الجدول،75).

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق(الجدول، 74)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما، ما يشير إلى مساهمة كل من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة. وكان تفاعل القدرة العامة للسلالات الأبوية على التوافق مع البيئات المدروسة (شاهد مروي وإجهاد مائي) معنوياً، في حين كان تفاعل القدرة الخاصة على التوافق للهجن مع البيئات المطبقة عالي المعنويةً. أي أن القدرتين العامة والخاصة على التوافق تتغير باختلاف معاملة الري، (الجدول، 74)، هذا يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف بيئة النمو، كما يدل على الاختلاف الوراثي بين هذه الطرز وإمكانية البحث في النسل الناتج في الأجيال اللاحقة عن انعزالات وراثية تفيد الهدف من هذه الدراسة، اتفق ذلك مع نتائج Prajapati (2010) وJeeva وزملاؤه (2019). يُلاحظ أن قيم مكونات التباين للقدرة الخاصة على التوافق للهجن δ^2 SCA كانت أعلى من قيم مكونات التباين للقدرة العامة على التوافق للسلالات الأبوية δ^2 GCA تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي (الجدول، 74)، اتفق ذلك مع نتائج Vishnuvardhan وزملاؤه (2015). بلغت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما قيماً أصغر من الواحد الصحيح (0.27، 0.09، 0.19 على التوالي) (الجدول، 74)، ما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة الغلة البذرية، اتفق ذلك مع Venkataiah وRao (2015). تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة الغلّة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي من(50.064-) للسلالة P1، إلى(357.058) للسلالة P3. في حين تحت ظروف الإجهاد المائي، تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق من(12.482-) للسلالة P4، إلى(130.336) للسلالة P3 (الجدول، 76). لقد أبدت السلالة P3 قيم لتأثيرات القدرة العامة على التوافق موجبة وعالية المعنوية تحت ظروف كل من الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (**357.058، **130.056، **243.526 على التوالي)، كذلك أبدت السلالة P5 قيم لتأثيرات القدرة العامة على التوافق موجبة ومعنوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي،

وموجبة عالية المعنوية تحت ظروف التفاعل(*82.632، *24.484، **53.706 على التوالي). مما يُشير إلى أهمية السلالتين P3، P5 لتحسين صفة الغلّة البذرية في محصول السمسم تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، لامتلاكهما تأثيرات كبيرة للقدرة العامة على التوافق لتوريث صفة الغلّة البرية تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة. تراوحت قيم تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق لصفة الغلّة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي من(7.272-) للهجينP2×P4، إلى(359.311) للهجين P4×P5. في حين تراوحت قيم تأثيرات القدرة الخاصة للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي من(27.255-) للهجينP2×P3، إلى(385.642) للهجين P4×P5 (الجدول، 76). امتلك الهجينان P3×P5، P4×P5 تأثيرات للقدرة الخاصة على التوافق موجبة وعالية المعنوية لصفة الغلّة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (**211.899، **205.432، **208.666 على التوالي)، (**359.311، **385.642، **562.471 على التوالي)، في حين أبدى الهجينان P1×P2، P1×P3 تأثيرات للقدرة الخاصة موجبة عالية المعنوية تحت ظروف الإجهاد المائي فقط (**101.433، **104.682 على التوالي)، لذا يمكن اعتبارها هجن مبشرة لتحسين صفة الغلّة البذرية تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلة الإزهار، كما يمكن استخدام عشائر هذه الهجن للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب تراكيب وراثية متميزة في هذه الصفة خلال الأجيال الانعزالية اللاحقة(الجدول، 76)، لابد من ذكر أن قدرة السلالات العالية على التوافق تعبر عن قدرتها على نقل الصفة المرغوبة إلى النسل الناتج عنها، وإن الهجين ذي القدرة الخاصة العالية على التوافق والناتج عن آباء ذات قدرة عامة جيدة على التوافق يعد متميزاً ومهماً لتحسين الصفة المدروسة ولتحقيق تقدم حقيقي وملموس في الغلّة البذرية.

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيم موجبة وسالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة الغلّة البذرية (الجدول،77)، اتفق ذلك مع ما توصل إليهVirani وزملاؤه (2017). تحت ظروف الزراعة المروية امتلك الهجينP3×P4 قيمة موجبة وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(**45.32، **29.20%على التوالي)، كذلك الهجين P4×P5(**39.74، **31.52% على

التوالي)، كما امتلك الهجين P2×P4 قيمة لقوة الهجين موجبة وعالية المعنوية قياساً لمتوسط الأب الأفضل(**19.68 %). تعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها نباتات الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية. يُلاحظ من الجدول(77)، أنَّ قيم قوة الهجين تحت ظروف الإجهاد المائي قياساً لمتوسط الأبوين تراوحت من(5.99-%) للهجينP1×P6، إلى(**49.85%) للهجينP4×P5. حيثُ امتلك هذا الهجين أعلى قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(**49.85، **45.21% على التوالي)، تلاه الهجينP3×P5(**37.84، **26.97 % على التوالي)، ثم الهجينP3×P4 الذي امتلك قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وقيمة موجبة معنوية قياساً للأب الأفضل (**13.98، *8.15% على التوالي)، أيضاً امتلك الهجينان P1×P3، P2×P3 قيم لقوة الهجين موجبة عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين (**18.65، **8.56% على التوالي)، في حين امتلك الهجين P3×P6 قيمة موجبة معنوية لقوة الهجين قياساً للأب الأفضل(*7.43%) متفوقة بذلك على آباءها في الغلّة البذرية. تعد نظرية السيادة الفائقة إحدى النظريات التي تفسر حدوث قوة الهجين، ووفقاً لهذه النظرية فإنَّ المورثات المرغوبة في أحد الأبوين تسود سيادة فائقة على المورثات غير المرغوبة محدثة بذلك قوة الهجين ومنطقياً يجب أن تترافق القيم الإيجابية والعالية المعنوية لقوة الهجين بقيم أكبر من الواحد الصحيح في الغلة البذرية. ويُلاحظ أنَّ الهجن التي تمتعت بقوة هجين معنوية وعالية المعنوية تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة دخل في تركيبها السلالات الآباءP3، P5، P6 التي كان متوسط الغلّة البذرية فيها(1989، 1583، 1591 كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي) متفوقة بذلك على الشاهدين حوراني وزوري (1366، 1672 كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي)(الجدول،75). إن قوة الهجين عالية المعنوية لصفة الغلة البذرية بهذه الهجن تؤكد على أهمية استخدام هذه الهجن للانتخاب و التحسين الوراثي لصفة الغلة البذرية حيث أنها كما لوحظ قد امتلكت قدرة خاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، كما أنها امتلكت وفق نتائج التحليل الاحصائي أعلى قيم للمتوسطات لصفة الغلة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي. اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيمة أكبر من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل(1.35، 2.38، 1.72 على التوالي)، مما يدل على وقوع صفة الغلّة البذرية تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي للمورثات

المتحكمة بتوريث هذه الصفة عند ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلة الإزهار (الجدول، 74). تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع مرتفعة (0.89، 0.94 على التوالي)، في حين كانت درجة التوريث بالمعنى الضيق متوسطة إلى منخفضة تحت ظروف الزراعتين (0.32 ، 0.14 على التوالي). الجدول، 74)، إنَّ انخفاض درجة التوريث بالمعنى الضيق تحت ظروف الزراعة المجهدة يدل على ارتفاع التأثير البيئي وسيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي وانخفاض تأثير الفعل الوراثي التركمي على وراثة صفة الغلّة البذرية، مما يضعف إمكانية تحسين هذه الصفة تحت ظروف الزراعة المجهدة. بينما يمكن التحسين لهذه الصفة تحت ظروف الزراعة المروية من خلال الانتخاب في الأجيال الانعزالية المتأخرة(F6، F7)، للهجن التي امتلكت تأثيرات للقدرة الخاصة على التوافق وتميزت بقوة هجين موجبة ومعنوية تحت ظروف الشاهد المروي، اتفق ذلك مع Mohanty وزملاؤه (2020)، ومع نتائج Kumar وزملاؤه (2022).

الجدول (74). تحليل التباين ومكوناته لصفة الغلة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	15643.63	5225.58	10434.61
الطرز الوراثية	450025.7**	91842.1**	434261.2**
GCA	909184**	132474.4**	816747.3**
SCA	296973**	78297.98**	306765.9**
الخطأ التجريبي	17726.05	1766.33	9746.19
التفاعل (GCA× Env.)	6516.92*		
التفاعل (SCA× Env.)	19586.29**		
δ^2 GCA	25508.79	2257.35	7366.15
δ^2 SCA	93115.36	25510.55	39710.13
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.27	0.09	0.19
التباين التراكمي V_A	51017.58	4514.70	14732.30
التباين اللاتراكمي V_D	93115.36	25510.55	39710.13
درجة السيادة $\bar{a}$	1.35	2.38	1.72
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.89	0.94	0.85
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.32	0.14	0.23

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (75). متوسط الغلة البذرية لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	2236^{def}	495^{q}	1366^{i}	-61.28^{ab}
شاهد زوري	2428^{c}	825^{oP}	1672^{d}	-68.84^{a}
P1	2598^{b}	905^{no}	1752^{c}	-55.00^{abcd}
P2	1981^{hij}	1069^{lmn}	1525^{def}	-58.53^{abc}
P3	2861^{a}	1116^{lm}	1989^{b}	-50.41^{bcde}
P4	1965^{hij}	1002^{mno}	1484^{efgh}	-40.86^{defghi}
P5	2227^{defg}	940^{mno}	1583^{de}	-47.53^{bcdefg}
P6	2066^{gh}	1116^{lm}	1591^{de}	-47.37^{bcdefg}
P1×P2	2073^{gh}	1037^{lmn}	1555^{def}	-42.87^{cdefgh}
P1×P3	2397^{cde}	1199^{l}	1798^{c}	-48.02^{bcdef}
P1×P4	1458^{k}	729^{P}	1094^{j}	-24.39^{i}
P1×P5	1856^{ij}	928^{no}	1392^{hi}	-35.16^{efghi}
P1×P6	1899^{hij}	950^{mno}	1424^{hi}	-30.83^{ghi}
P2×P3	2371^{cdef}	1186^{l}	1779^{c}	-59.72^{abc}
P2×P4	1923^{hij}	962^{mno}	1442^{fghi}	-37.66^{efghi}
P2×P5	1854^{ij}	927^{no}	1391^{hi}	-27.96^{hi}
P2×P6	1840^{j}	921^{no}	1380^{i}	-31.54^{fghi}
P3×P4	2413^{c}	1207^{l}	1810^{c}	-48.59^{bcdef}
P3×P5	2834^{a}	1417^{k}	2126^{a}	-37.66^{efghi}
P3×P6	2397^{cd}	1199^{l}	1798^{c}	-52.04^{bcde}
P4×P5	2929^{a}	1455^{k}	2182^{a}	-37.74^{efghi}
P4×P6	1882^{ij}	942^{mno}	1412^{ghi}	-37.44^{efghi}
P5×P6	2033^{hi}	990^{mno}	1512^{defgh}	-25.87^{i}
متوسط المعاملة	2195.7^{a}	1022.6^{b}	-	52.99
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	109.30	32.23	154.57	12.7
CV%		5.9		9.2

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

الجدول (76) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة الغلة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	-50.064	-93.1555**	-71.617**
P2	-157.113**	-28.363*	-92.732**
P3	357.058**	130.326**	243.526**
P4	-95.361*	-12.482	-53.501**
P5	82.632*	24.484*	53.706**
P6	-137.152**	-20.810*	-78.982**
SE[g(i)]	24.81	7.83	9.20
SE[g(i)-g(j)]	0.27	0.09	0.19
P1×P2	97.434	101.433**	99.432*
P1×P3	93.062	104.682**	14.801
P1×P4	-278.981**	-222.106**	400.548**
P1×P5	-359.313**	-17.351	-209.891**
P1×P6	96.852	6.552	-45.151
P2×P3	-11.351	-27.225	3.934
P2×P4	-7.272	-54.232*	-30.753
P2×P5	-254.273**	-126.174**	-190.212**
P2×P6	-48.811	-86.892**	-67.851
P3×P4	-31.877	32.357	34.627
P3×P5	211.899**	205.432**	208.666**
P3×P6	-30.133	32.681	43.682
P4×P5	359.311**	385.642**	562.471**
P4×P6	67.892	-82.109**	-75.082
P5×P6	95.563	-90.693**	-83.122*
SE[s(i,j)]	68.13	21.50	35.72
SE[s(i,j)-s(i,k)]	11.87	3.75	6.23

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (77). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفةالغلة البذرية.

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	-9.46*	-12.12*	5.07	-4.15
P1×P3	-12.18*	-27.54**	18.65**	-7.08
P1×P4	-36.09**	-7.34	-23.54**	-29.66**
P1×P5	-23.07**	-43.88**	0.60	-22.45**
P1×P6	-18.57**	-28.56**	-5.99	-16.85*
P2×P3	-2.07	-33.62**	8.56**	-14.87*
P2×P4	-2.53	19.68**	-7.10	-10.94**
P2×P5	-11.88*	-13.65	-7.72	-10.01*
P2×P6	-9.07*	-10.94	-15.70**	-17.47*
P3×P4	45.32**	29.20**	13.98**	8.15*
P3×P5	11.40*	-0.94	37.84**	26.97**
P3×P6	-2.70	-16.22*	7.44	7.43*
P4×P5	39.74**	31.52**	49.85**	45.21**
P4×P6	-6.62	-8.91	-11.05*	-15.59*
P5×P6	-5.29	-8.71	-3.70	-11.29*

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

النتائج والمناقشة

3.7.7.4. متوسط الغلّة الحيوية (كغ. هكتار$^{-1}$)

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلىوجود تباين عالي المعنوية في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة الغلة الحيوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما (الجدول، 78)، مما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية التي باختلاف البيئة التي تنمو فيها، اتفق ذلك مع نتائج Saha وزملاؤه (2012). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط الغلّة الحيويّة بين المعاملات، والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 79). يُلاحظ أنّ متوسط الغلّة الحيويّة كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (10777 كغ. هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (6065 كغ. هكتار$^{-1}$). حيثُّ سبب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط الغلّة الحيوية مقداره 44.96% (الجدول، 79)، يعود الانخفاض في الغلّة الحيوية للنباتات التي تعرضت للاجهاد المائي خلال مرحلة الازهار بالمقارنة مع نباتات معاملة الشاهد المروي إلى الانخفاض الذي حدث في كل من عدد الفروع في النبات، عدد الكبسولات في النبات، عدد البذور في الكبسولة، عدد البذور في النبات وأيضاً الانخفاض في وزن الألف بذرة. عموماً، يتحدد معدل تراكم المادة الجافة ومن ثم كمية الكتلة الحية عند النضج بكمية الأشعة الضوئية الفعالة في عملية التمثيل الضوئي الواصلة والممتصة من قبل الغطاء النباتي وبكفاءة الأجهزة التمثيلية في تحويل الطاقة الضوئية الممتصة إلى طاقة كيميائية مخزونة في المركبات العضوية المصنعة(الكربوهيدرات) ويحدد معدل استطالة الأوراق واستدامة اخضرارها كمية الطاقة الضوئية الممتصة ومن ثم كفاءة النبات التمثيلية. تراوح متوسط الغلّة الحيوية تحت ظروف الشاهد المروي من(8583 كغ. هكتار$^{-1}$) للسلالة P2، إلى(12583 كغ. هكتار$^{-1}$) للسلالة P5. في حين تراوح متوسط الغلّة الحيوية تحت ظروف الإجهاد المائي من(3917 كغ. هكتار$^{-1}$) للسلالة P5، إلى(8750 كغ. هكتار$^{-1}$) للصنف حوراني. مما يُشير إلى أهمية كل من السلالة P5، الصنف حوراني لإدخالها في برنامج تربية بهدف تحسين صفة الغلّة الحيوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي على التوالي(الجدول، 79). في حين تراوح متوسط الغلّة الحيوية للهجن تحت ظروف الشاهد المروي من(8625 كغ. هكتار$^{-1}$) للهجينP2×P3، إلى(12333 كغ. هكتار$^{-1}$) للهجين P5×P6، أما تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، تراوح متوسط الغلّة الحيوية من(4417 كغ.

هكتار$^{-1}$) للهجينين P2×P5، P3×P5. إلى(8333 كغ. هكتار$^{-1}$) للهجين P4×P6 (الجدول، 79). لذلك يمكن تقييم الهجينين P5×P6، P4×P6 لصفة الغلّة الحيوية تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلة الإزهار.

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق(الجدول، 78)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما، ما يشير إلى مساهمة كلاً من الفعلين الوراثيين التراكمي واللا تراكمي في وراثة هذه الصفة، اتفق ذلك مع ماتوصل إليه Kumar وزملاؤه(2022). وكان تفاعل كل من القدرتين العامة للسلالات الأبوية على التوافق مع البيئات المدروسة (شاهد مروي وإجهاد مائي)، الخاصة للهجن معنوياً أي أن القدرة العامة على التوافق تتغير باختلاف معاملة الري، كما تتغير القدرة الخاصة على التوافق بتغير معاملة الري، وهذا يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية لهذه الصفة باختلاف بيئة النمو، اتفق ذلك مع نتائج Saha وزملاؤه (2012). يُلاحظ أن قيم مكونات التباين للقدرة الخاصة على التوافق للهجن SCA δ^2 كانت أعلى من قيم مكونات التباين للقدرة العامة للسلالات الأبوية GCA δ^2 تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي. وهذا يدل على أن التأثيرات اللاتراكمية للمورثات هي التي تتحكم في وراثة صفة الغلة الحيوية، بلغت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما قيماً أصغر من الواحد الصحيح (0.30، 0.74، 0.81 على التوالي) (الجدول، 74)، مما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة هذه صفة، كما يدل على تأثر الغلّة الحيوية بالظروف البيئية السائدة خلال فترة نمو المحصول(الجدول، 78). تراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة الغلّة الحيوية تحت ظروف الشاهد المروي من(2.583-) للسلالة P2، إلى(4.33) للسلالة P1. في حين تراوحت هذه القيم تحت ظروف الإجهاد المائي من(1.213-) للسلالة P3، إلى(5.212) للسلالة P6 (الجدول، 80). ما يُشير إلى أهمية السلالتين P1، P6 ، حيث امتلكتا مخزون وراثي مميز لتوريث صفة الغلّة الحيوية عبرتا عنه في كل من البيئتين المروية والمجهدة. أما قيم تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي فقد تراوحت من(0.452-) للهجينP2×P5، إلى(7.081) للهجين P4×P6. في حين تراوحت قيم هذه التأثيرات تحت ظروف الإجهاد المائي من(0.432-) للهجينP1×P6،

إلى(3.852) للهجينP2×P5 (الجدول، 80). تحت ظروف الشاهد المروي أظهرت الهجن P3×P6، P4×P6، P5×P6 قدرة توافق خاصة موجبة وعالية المعنوية لصفة الغلة الحيوية (**6.296، **7.081، **6.387 على التوالي)، في حين أظهر الهجينان P2×P5، P2×P6 قدرة توافق خاصة موجبة وعالية المعنوية تحت ظروف الإجهاد المائي (**3.852، **3.661 على التوالي)، أما تحت ظروف التفاعل فقد أظهر الهجين P3×P6 قدرة ائتلاف خاصة موجبة وعالية المعنوية مرغوبة لصفة الغلة الحيوية (**3.571). لذا يمكن استخدام عشائر هذه الهجن للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب تراكيب وراثية متميزة في هذه الصفة خلال الأجيال الانعزالية اللاحقة(الجدول، 80).

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيم موجبة وسالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة الغلّة الحيوية (الجدول،81). تحت ظروف الزراعة المروية امتلك هجين واحد فقط هو P2×P3 قيم موجبة وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(**26.99، **16.66%على التوالي)، في حين لم يبد أي هجين آخر قيم موجبة معنوية أو عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين أو الأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية. تعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة الهجين التي يتمتع بها نباتات الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية. يُلاحظ من الجدول(81)، أنَّ قيم قوة الهجين تحت ظروف الإجهاد المائي قياساً لمتوسط الأبوين تراوحت من(2.36-%) للهجينP2×P6، إلى(**31.33%) للهجينP5×P6. حيثُ امتلك هذا الهجين قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل (**31.33، **11.01% على التوالي)، كذلك الهجين P2×P5 (**25.11، **15.98% على التوالي)، وأيضاً الهجينP2×P3 الذي امتلك قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وقيمة موجبة معنوية قياساً للأب الأفضل (**11.45، *8.89% على التوالي)، في حين امتلك الهجين P1×P2 قيمة موجبة معنوية لقوة الهجين قياساً للأب الأفضل(*4.65%). يُلاحظ أنَّ الهجن التي تمتعت بقوة هجين معنوية وعالية المعنوية تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة دخل في تركيبها السلالات الآباءP5، P6 التي كان متوسط الغلّة الحيوية فيها(8250، 10167كغ. هكتار$^{-1}$ على التوالي) متفوقة بذلك على الصنفين حوراني وزوري (7458، 9208 كغ. هكتار$^{-1}$على التوالي)(الجدول،79).

النتائج والمناقشة

اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيمة أكبر من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي وقيم أصغر من الواحد تحت ظروف الإجهاد المائي والتفاعل (1.29، 0.82، 0.41 على التوالي)، مما يدل على وقوع صفة الغلّة الحيوية تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة عند ظروف الزراعة المروية ولمساهمة الفعل الوراثي التراكمي تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار(الجدول، 78). تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع مرتفعة (0.86، 0.82 على التوالي)، بلغت درجة التوريث بالمعنى الضيق تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي والتفاعل قيم متوسطة (0.32، 0.49، 0.37 على التوالي)، اتفق ذلك مع Mohanty (2020). وبالتالي يمكن التعويل على صفة الغلة الحيوية بالانتخاب والتحسين الوراثي تحت ظروف الشاهد المروي الإجهاد المائي، وذلك بالانتخاب في الأجيال الإنعزالية المتوسطة في الهجن التي امتلكت قوة هجين موجبة ومعنوية لصفة الغلّة الحيوية وكذلك تميزت بتأثيرات موجبة ومعنوية للقدرة الخاصة على التوافق (الجدول، 74).

الجدول (78). تحليل التباين ومكوناته لصفة الغلة الحيوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	8.62	10.34	14.48
الطرز الوراثية	156.5**	67.09**	141.58**
GCA	323.85**	179.03**	336.45**
SCA	100.72**	29.77**	76.62**
الخطأ التجريبي	8.32	4.63	6.48
التفاعل (GCA× Env.)	4.69**		
التفاعل (SCA× Env.)	15.80**		
δ^2 GCA	9.30	6.22	3.07
δ^2 SCA	30.80	8.38	3.79
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.30	0.74	0.81
التباين التراكمي V_A	18.59	12.44	6.14
التباين اللاتراكمي V_D	30.80	8.38	3.79
درجة السيادة ā	1.29	0.82	0.41
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.86	0.82	0.61
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.32	0.49	0.37

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (79). متوسط الغلة الحيوية بذرة لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	9500^{efgh}	8750^{ghi}	9208^{abcde}	-7.90^{j}
شاهد زوري	10667^{bcdef}	4250^{Pq}	7458^{ijklm}	-59.72^{abc}
P1	11333^{abcd}	5833^{klmnoP}	8583^{cdefghi}	-47.37^{bcdefg}
P2	8583^{ghi}	5292^{lmnoPq}	6938^{lm}	-37.74^{efghi}
P3	10250^{cdefg}	4917^{lmnoPq}	7583^{ijklm}	-52.04^{bcde}
P4	11167^{abcde}	8417^{hi}	9792^{abc}	-24.39^{i}
P5	12583^{a}	3917^{q}	8250^{defghijk}	-68.84^{a}
P6	12083^{ab}	8250^{hij}	10167^{a}	-31.54^{fghi}
P1×P2	9167^{fgh}	5375^{lmnoPq}	7271^{jklm}	-37.66^{efghi}
P1×P3	10792^{bcdef}	5375l^{mnoPq}	8083^{efghijkl}	-48.59^{bcdef}
P1×P4	11667^{abc}	7125^{ijk}	9396^{abcd}	-35.16^{efghi}
P1×P5	11958^{abc}	4875^{mnoPq}	8417^{defghij}	-58.53^{abc}
P1×P6	11958^{abc}	6292^{kjm}	9125^{abcdefg}	-47.53^{bcdefg}
P2×P3	8625^{ghi}	4917^{lmnoPq}	6677^{1m}	-42.87^{cdefgh}
P2×P4	9083^{fgh}	6667^{jkl}	7875^{fghijklm}	-25.87^{i}
P2×P5	9792^{defgh}	4417^{oPq}	7104^{klm}	-55.00^{abcd}
P2×P6	9542^{efgh}	6583^{jklm}	8062^{efghijkl}	-30.83^{ghi}
P3×P4	10708^{bcdef}	6667^{jkl}	8688^{cdefghi}	-37.44^{efghi}
P3×P5	11417^{abcd}	4417^{oPq}	7917^{fghijklm}	-61.28^{ab}
P3×P6	11167^{abcde}	6583^{jklm}	8875^{bcdefgh}	-40.86^{defghi}
P4×P5	11875^{abc}	6167^{klmn}	9021^{abcdefgh}	-48.02^{bcdef}
P4×P6	11625^{abc}	8333^{hi}	9979^{ab}	-27.96^{hi}
P5×P6	12333^{ab}	6083^{klmno}	9208^{abcde}	-50.41^{bcde}
متوسط المعاملة	^{a}10777	6065^{b}	-	-44.96
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	1044.9	308.1	1477.8	14.4
CV%	15.8			12.7

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

الجدول (80) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة الغلة الحيوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	4.335**	-1.253*	1.544**
P2	-2.583**	0.794	-0.903*
P3	-3.332**	-1.211*	-2.271**
P4	-3.791**	-1.425*	-2.603**
P5	1.671*	-2.131**	-0.232
P6	3.701**	5.226**	4.465**
SE[g(i)]	0.30	0.40	0.24
SE[g(i)-g(j)]	0.54	0.74	0.81
P1×P2	-5.083**	-3.353**	-4.223**
P1×P3	1.334	0.982	1.162
P1×P4	-3.541*	1.521	-1.011
P1×P5	3.676*	1.434	1.112
P1×P6	-0.993	-0.432	-0.404
P2×P3	-1.544	2.276	0.433
P2×P4	2.045	-5.182**	-1.572
P2×P5	0.452	3.852**	2.553
P2×P6	0.881	3.661**	2.185*
P3×P4	-10.543**	-4.183**	-6.369**
P3×P5	3.011	0.482	3.261**
P3×P6	6.296**	0.704	3.571**
P4×P5	-9.549**	-0.602	-5.074**
P4×P6	7.081**	-2.932*	2.073*
P5×P6	6.387**	1.774	2.303*
SE[s(i,j)]	1.48	1.10	0.92
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.26	0.19	0.16

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (81). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفةالغلة الحيوية.

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	-7.94	-2.93	-3.39*	4.65*
P1×P3	0.01	-19.11**	0.81	-7.85*
P1×P4	-4.07	-4.77	-8.57*	-36.14**
P1×P5	-2.43	-14.23*	-7.00*	-22.91**
P1×P6	2.13	-3.44	-10.64**	-40.91**
P2×P3	26.99**	16.66**	11.45**	8.89**
P2×P4	-12.66**	-17.08*	-31.48**	-41.58**
P2×P5	-14.17**	-31.46**	25.11**	15.98**
P2×P6	-5.23	-24.83**	-2.36	-46.46**
P3×P4	-10.89*	-12.31*	-31.48**	-21.79**
P3×P5	-6.21*	-24.17**	0.92	-35.59**
P3×P6	2.24	-11.38*	5.81	-46.46**
P4×P5	-5.96	-9.27*	-12.71**	-21.73**
P4×P6	1.72	-7.58*	-17.65**	-26.37**
P5×P6	-14.58**	-6.02	31.33**	11.01**

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

النتائج والمناقشة

5.7.3. الصفات النوعية Quality traits

1.5.7.3. نسبة الزيت في البذور (%):

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين أنَّ الطرز الوراثية المدروسة اختلفت معنوياً في أدائها بالنسبة لصفة نسبة الزيت في البذور ضمن كل بيئة من البيئات المدروسة (الجدول، 82)، وهذا يُشير إلى التباعد الوراثي بين السلالات الأبوية المكونة للهجن المدروسة، كما كان تفاعل القدرة الخاصة على التوافق للهجن مع البيئات المدروسة عالي المعنوية أي أن بيئة الزراعة قد أثرت بشكل مختلف على سلوك الهجن بالنسبة لصفة محتوى البذور من الزيت، وهذا ما أكدته نتائج كل من Abate وزملاؤه (2015)، Yadav وزملاؤه (2022). بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط نسبة الزيت في البذور بين المعاملات والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول،83). يُلاحظ أنَّ متوسط نسبة الزيت في البذور كان الأعلى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (35.22%)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (31.71%). اتفق ذلك مع Hassanzadeh وزملاؤه، (2009)، حيثُّ سبب الإجهاد المائي انخفاضاً في متوسط نسبة الزيت في البذور مقدارهُ 9.57%. إذ يتأثر المحتوى الكيميائي لبذور المحاصيل بالظروف البيئية والفعل الوراثي وتكنولوجيا الحبوب، وغالباً ما يؤدي نقص الماء في التربة خلال مرحلة الإزهار إلى تناقص في كمية الآزوت والفوسفور الواصلة إلى الجذور مما ينعكس سلباً على النبات ومكونات البذور. تراوح متوسط نسبة الزيت في البذور تحت ظروف الشاهد المروي من(33.32%) للسلالة P1، إلى(39.61%) للسلالة P4. في حين تراوح المتوسط تحت ظروف الإجهاد المائي من(30.61%) للسلالة P4، إلى(34.98%) للسلالة P1. مايُشير إلى أهمية السلالتين P1، P4 لإدخالها في تكوين هجن جديدة ذات محتوى أعلى من الزيت خلال برامج تكوين الهجن الفردية والزوجية في البيئات المدروسة (الجدول، 83). أما بالنسبة لمتوسط نسبة الزيت في بذور الهجن تحت ظروف الشاهد المروي فقد تراوح من(28.98%) للهجينP3×P6، إلى(40.34%) للهجينP1×P5. في حين تراوح المتوسط تحت ظروف الإجهاد المائي من(28.85%) للهجين P2×P4، إلى(35.71%) للهجينP1×P4 (الجدول، 83). لذا يمكن تقييم الهجينين P1×P5، P1×P4 لصفة نسبة الزيت في البذور تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلة الإزهار.

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق إلى وجود تباين غير معنوي للقدرتين العامة والخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل، اتفق ذلك مع Yadav وزملاؤه (2022). وكان تفاعل القدرة العامة للسلالات الأبوية على التوافق مع البيئات المدروسة (شاهد مروي وإجهاد مائي) غير معنوي أي أن القدرة العامة على التوافق للآباء المستخدمة في تكوين الهجن لم تتغير باختلاف معاملة الري، يُلاحظ أن قيم مكونات التباين للقدرة الخاصة على التوافق للهجن δ^2 SCA كانت أعلى من مكونات تباين القدرة العامة للسلالات الأبوية δ^2 GCA تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل (الجدول، 82)، وهذا يدل على أن التأثيرات اللاتراكمية للمورثات هي التي تتحكم في وراثة صفة نسبة الزيت في البذور ،اتفق ذلك مع نتائج Baghery وزملاؤه (2022). بلغت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينهما قيماً أصغر من الواحد الصحيح (0.93، 0.04، 0.91 على التوالي) (الجدول، 82)، ما يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي في وراثة هذه الصفة. تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة نسبة الزيت في البذور تحت ظروف الشاهد المروي من(0.444-) للسلالةP6، إلى(1.442) للسلالة P4، وقد أبدت السلالتان P1، P4 قدرة عامة معنوية جيدة على التوافق (**0.516، **1.442 على التوالي). أما تحت ظروف الإجهاد المائي، فقد تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق بين (0.122-) للسلالة P2، إلى(1.555) للسلالة P1 (الجدول، 84)، حيثُ أبدت السلالتان P1، P5 قدرة عامة معنوية جيدة على التوافق (**1.555، **0.614 على التوالي)، كما أبدت السلالاتP1، P4، P5 قدرة عامة على التوافق موجبة عالية المعنوية في ظروف التفاعل (**1.033، **0.594، **0.341 على التوالي). ما يُشير إلى أهمية السلالات P1، P4، P5 لإدخالها في برنامج تربية يهدف لتحسين صفة نسبة الزيت في البذور تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلة الإزهار. أما بالنسبة لتأثيرات القدرة الخاصة للهجن لصفة نسبة الزيت في البذور تحت ظروف الشاهد المروي تراوحت من(0.594-) للهجين P1×P3، إلى(4.651) للهجين P1×P5. حيثُ أبدت سبعة هجن تأثيرات موجبة وعالية المعنوية للقدرة الخاصة على التوافق كان أفضلهاP1×P5، P2×P3 (**4.651، **4.411 على التوالي). في حين تحت ظروف الإجهاد المائي تراوحت تأثيرات

للقدرة الخاصة على التوافق من (0.039-) للهجين P2×P3، إلى(4.271) للهجينP1×P5 . حيث أبدت ستة هجن قدرة خاصة موجبة وعالية المعنوية كان أفضلها P1×P5 (**4.271)، فيما تميزت ستة هجن بالقدرة الخاصة الجيدة على التوافق لصفة نسبة الزيت في البذور وهي P1×P4، P1×P5، P1×P6، P2×P3، P2×P6، P3×P4 في ظروف التفاعل (**1.482، **2.581، **2.578، **2.209، **3.363، **1.482 على التوالي)، لذا يمكن استخدام عشائر هذه الهجن للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب تراكيب وراثية متميزة في هذه الصفة خلال الأجيال الانعزالية اللاحقة (الجدول، 84).

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيم موجبة وسالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة نسبة الزيت في البذور (الجدول،85)، اتفقت ذلك مع ما توصل إليهVirani وزملاؤه (2017). تحت ظروف الزراعة المروية امتلكت الهجن P1×P5 ، P1×P6، P2×P3 قيماً موجبة وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل(**15.95، **10.37 %)،(**7.22، **6.46%)، (**9.12، *5.62%) على التوالي. حيث يُلاحظ تراجع قيم قوة الهجين في الهجينين قياساً لمتوسط الابوين والأب الأفضل تحت ظروف الشاهد المروي. من القيم الموجبة عالية المعنوية إلى القيم السالبة لقوة الهجين تحت ظروف الاجهاد المائي هذا يؤكد على تأثير الاجهاد المائي على السلالة P3، P5، P6 التي امتلكت حسب نتائج التحليل الاحصائي أعلى متوسط لنسبة الزيت في البذور تحت ظروف الشاهد المروي وأدنى متوسط له تحت ظروف الاجهاد المائي مقارنةً مع بقية السلالات الأبوية. في حين لم يبدي أي هجين آخر قيم موجبة معنوية أو عالية الهجين المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين أو الأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية. تعد هذه القيم نتيجة مهمة لحدوث ظاهرة قوة التي يتمتع بها نباتات الجيل الأول مقارنةً مع السلالات الأبوية. يُلاحظ من الجدول(85)، أنَّ قيم قوة الهجين تحت ظروف الإجهاد المائي قياساً لمتوسط الأبوين تراوحت من(0.93-%) للهجينP1×P6، إلى(**8.89%) للهجينP1×P4. حيثُ امتلك هذا الهجين قيمة موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين، كذلك الهجينP4×P5 (**8.27%)، وأيضاً الهجينP2×P6 الذي امتلك قيمة موجبة معنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين(**6.72%). اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيمة أكبر من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل

(1.44، 3.45، 1.61 على التوالي)، مما يدل على أنَّ المورثات المرغوبة في صفة نسبة الزيت في البذور أظهرت سيادة فائقة على المورثات غير المرغوبة في كلا معاملتي الزراعة (الجدول، 82)، اتفق ذلك مع Parameshwarappa و Salimath(2010). تحت ظروف الشاهد المروي أظهرت النتائج أنَّ القيمة الوراثية المتمثلة بدرجة التوريث بمعناها الواسع لصفة نسبة الزيت في البذور كانت عالية في كلا معاملتي الشاهد المروي والاجهاد المائي (0.99، 0.79 على التوالي)، وكذلك كانت النسبة(0.88) بالنسبة للتفاعل، مما يُشير إلى أنَّ بيئة الزراعة أثرت بشكل واضح في التعبير عن هذه الصفة، اتفق ذلك مع Fazal وزملاؤه (2022). في حين كانت قيم درجة التوريث بالمعنى الضيق منخفضة في كل من الشاهد المروي والاجهاد المائي(0.09، 0.07 على التوالي)، إنَّ انخفاض درجة التوريث تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة يدل على ارتفاع التأثير البيئي وسيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي وانخفاض تأثير الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة نسبة الزيت في البذور، مما يضعف إمكانية تحسين هذه الصفة تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة (الجدول، 74).

الجدول (82). تحليل التباين ومكوناته لصفة نسبة الزيت في البذورتحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	0.03	0.005	0.02
الطرز الوراثية	35.80**	19.83**	43.90**
GCA	18.89**	24.38**	28.84**
SCA	41.44**	18.32**	48.92**
الخطأ التجريبي	0.10	0.02	0.07
التفاعل (GCA× Env.)	0.15^{NS}		
التفاعل (SCA× Env.)	3.59**		
δ^2 GCA	12.88	0.25	5.78
δ^2 SCA	13.78	6.10	6.35**
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.93	0.04	0.91
التباين التراكميV_A	6.66	0.51	2.46
التباين اللاتراكميV_D	13.78	6.10	6.35
درجة السيادة $\bar{a}$	1.44	3.45	1.61
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.99	0.79	0.88
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.09	0.07	0.13

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (83). متوسط نسبة الزيت في البذور لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	37.65^{d}	31.65^{Pq}	34.65^{f}	-15.94^{d}
شاهد زوري	35.30^{hi}	31.30^{qr}	33.30^{i}	-11.33^{g}
P1	33.32^{mn}	34.98^{ij}	34.15^{g}	$+5.00^{m}$
P2	33.36^{mn}	33.58^{m}	33.47^{i}	$+0.65^{l}$
P3	36.14^{f}	31.14^{r}	33.64^{h}	-13.83^{ef}
P4	39.61^{b}	30.61^{s}	35.11^{e}	-22.72^{a}
P5	36.26^{f}	34.80^{jk}	35.53^{d}	-4.02^{k}
P6	37.88^{cd}	31.88^{P}	34.88^{ef}	-15.84^{d}
P1×P2	32.49^{o}	30.21^{tu}	31.35^{k}	-7.02^{i}
P1×P3	34.56^{kl}	31.39^{qr}	32.98^{j}	-9.17^{h}
P1×P4	40.02^{a}	35.71^{g}	37.87^{a}	-5.91^{ij}
P1×P5	40.34^{a}	34.39^{l}	37.37^{b}	-17.52^{c}
P1×P6	38.17^{c}	33.12^{n}	35.64^{d}	-13.23^{ef}
P2×P3	37.92^{cd}	30.13^{tu}	34.03^{g}	-20.54^{b}
P2×P4	33.43^{mn}	28.85^{vw}	31.14^{k}	-13.71^{ef}
P2×P5	29.93^{tu}	29.85^{u}	29.89^{l}	-0.22^{l}
P2×P6	36.68^{e}	34.93^{ijk}	35.81^{d}	-4.77^{jk}
P3×P4	36.71^{e}	30.28^{st}	33.50^{hi}	-17.52^{c}
P3×P5	31.10^{r}	27.24^{x}	29.17^{mn}	-12.39^{fg}
P3×P6	28.98^{v}	29.07^{v}	29.02^{n}	$+0.30^{l}$
P4×P5	37.63^{d}	35.41^{gh}	36.52^{c}	-10.81^{g}
P4×P6	30.18^{tu}	28.58^{w}	29.38^{m}	-5.31^{jk}
P5×P6	32.45^{o}	30.15^{tu}	31.30^{k}	-7.06^{i}
متوسط المعاملة	35.22^{a}	31.71^{b}	-	9.57-
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	0.262	0.077	0.370	1.543
CV%	4.7			6.8

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

الجدول (84) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة نسبة الزيت في البذور تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	0.516**	1.555**	1.033**
P2	-1.071**	-0.122**	-0.592**
P3	-0.524**	-1.451**	-0.991**
P4	1.442**	-0.264**	0.594**
P5	0.081	0.614**	0.341**
P6	-0.444**	-0.332**	-0.385**
SE[g(i)]	0.03	0.01	0.02
SE[g(i)-g(j)]	0.06	0.02	0.04
P1×P2	-2.072**	-2.942	-2.503**
P1×P3	-0.594**	-0.423**	-0.482**
P1×P4	0.586**	2.396**	1.499**
P1×P5	4.651**	4.271**	2.581**
P1×P6	2.993**	2.151**	2.578**
P2×P3	4.411**	-0.039	2.209**
P2×P4	-2.046**	-2.592**	-2.277**
P2×P5	-4.192**	-1.362**	-2.273**
P2×P6	3.094**	3.644**	3.571**
P3×P4	0.705**	0.243**	1.482**
P3×P5	-3.563**	-3.633	-3.609
P3×P6	-1.162**	-0.895**	-3.031**
P4×P5	3.413**	3.635**	3.588
P4×P6	-3.923**	-2.582**	-2.242
P5×P6	-2.301**	-1.871	-2.091**
SE[s(i,j)]	0.16	0.07	0.09
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.03	0.01	0.02

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (85). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة نسبة الزيت في البذور.

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	-2.55	-8.20*	-11.87*	-16.14*
P1×P3	-0.49	-10.09*	-5.05	-13.64**
P1×P4	9.75**	-12.75**	8.89**	-10.26**
P1×P5	15.95**	10.37**	-1.43	-2.09
P1×P6	7.22**	6.46*	-0.93	-1.69
P2×P3	9.12**	5.62*	-6.89*	-1.37
P2×P4	-8.37**	-4.27	-10.11*	-10.27**
P2×P5	-14.02**	-7.80*	-12.69*	-17.09**
P2×P6	2.98	-20.98**	6.72**	-11.11**
P3×P4	-3.08	-7.39*	-1.93	-12.17**
P3×P5	-14.09**	-21.24	-17.38**	-22.99**
P3×P6	-21.70**	-17.90**	-7.74	-14.55**
P4×P5	-0.80	-26.84**	8.27**	-16.47**
P4×P6	-22.11**	-24.99**	-8.53*	-11.07**
P5×P6	-12.46**	-20.33**	-9.57*	-17.87**

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

النتائج والمناقشة

2.5.8.3. نسبة البروتين في البذور (%):

تحليل التباين والمتوسطات:

أشارت نتائج تحليل التباين إلى وجود تباين عالي المعنوية في أداء الطرز الوراثية بالنسبة لصفة نسبة البروتين في البذور تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، كما تأثرت صفة نسبة البروتين في البذور بالتفاعل البيئي الوراثي ما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف البيئة التي تنمو فيها، كما يدل على التباعد الوراثي بين هذه الطرز بالنسبة لهذه الصفة (الجدول، 86)، اتفق ذلك مع نتائج Yadav وزملاؤه (2022). من خلال النتائج في الجدول (87) بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط نسبة البروتين في البذور بين المعاملات والطرز الوراثية والتفاعل المتبادل بينهما. ويُلاحظ أنَّ متوسط نسبة البروتين في البذور كان الأعلى معنوياً عند معاملة الإجهاد المائي (23.40%)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد المروي (22.43). حيث يُلاحظ أن متوسط نسبة البروتين في البذور ارتفع في البيئة المجهدة عن البيئة المروية بشكل كامل هذا يُشير إلى علاقة ارتباط سالبة بين محتوى البذور من الزيت ومحتواها من البروتين، حيث إن تناقص نسبة الزيت في البذور ترافق مع زيادة المحتوى من البروتين إذ إن الجفاف يسرع من نقل المركبات الآزوتية من الأوراق إلى البذور وهذا مايفسر شيخوخة الأوراق في البيئات المجهدة مائياً خلال المراحل المتقدمة من حياة النبات. تراوح متوسط نسبة البروتين في البذور تحت ظروف الشاهد المروي من(22.74%) للسلالة P5، إلى(24.00%) للسلالة P1. في حين تراوح المتوسط تحت ظروف الإجهاد المائي من(20.72%) للسلالة P5، إلى(23.88%) للشاهد زوري. مايُشير إلى أهمية السلالةP1، الشاهد زوري لإدخالها في برنامج تربية لتحسين صفة متوسط نسبة البروتين في بذور السمسم تحت ظروف كل من الشاهد المروي والإجهاد المائي(الجدول، 87). أما بالنسبة لمتوسط نسبة البروتين في بذور الهجن تحت ظروف الشاهد المروي فقد تراوح من(17.70%) للهجينP4×P6، إلى(23.93%) للهجينP1×P3. في حين تراوح المتوسط تحت ظروف الإجهاد المائي من(19.71%) للهجين P1×P6، إلى(25.94%) للهجين P3×P6 (الجدول، 87). لذا يمكن تقييم الهجينين P1×P3، P3×P6 لصفة نسبة البروتين تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلة الإزهار.

القدرة على التوافق:

أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق (الجدول، 82)، إلى وجود تباين عالي المعنوية للقدرتين العامة والخاصة على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي وغير معنوي تحت ظروف الإجهاد المائي. وكان تفاعل القدرة العامة على التوافق وتفاعل القدرة الخاصة على التوافق مع البيئات المطبقة (شاهد وإجهاد) عالي المعنوية أي أن القدرة العامة على التوافق تتغير باختلاف معاملة الري. هذا يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف البيئة التي تنمو فيها، كما يدل على التباعد الوراثي بين هذه الطرز بالنسبة اهذه الصفة (الجدول، 86). يُلاحظ أن قيم مكونات التباين لقابلية التوافق الخاصة للهجن δ^2 SCA كانت أعلى من مكونات تباين قابلية ائتلاف القدرة العامة للسلالات الأبوية δ^2 GCA تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي (الجدول، 86)، هذا دليل على أن التأثيرات اللاتراكمية للمورثات هي التي تتحكم في وراثة صفة نسبة البروتين في البذور، بلغت نسبة تباين القدرة العامة على التوافق إلى تباين القدرة الخاصة على التوافق ($\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي حيث اقتربت من الواحد الصحيح (0.94 ،0.70 على التوالي)، ما يدل على مساهمة كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، اتفق ذلك مع نتائج Yadav وزملاؤه (2022). تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق لصفة نسبة البروتين في البذور تحت ظروف الشاهد المروي من(0.249-) للسلالةP4، إلى(0.633) للسلالة P3 ، وقد أبدت السلالتين P3، P5 قدرة عامة عالية المعنوية على التوافق تحت ظروف الشاهد المروي(**0.633، **0.411على التوالي) (الجدول، 88). في حين تحت ظروف الإجهاد المائي تراوحت التأثيرات من(0.018-) للسلالة P2، إلى(0.753) للسلالةP3. حيثُ أبدت السلالتان P1، P3 قدرة عامة على التوافق موجبة عالية المعنوية (**0.515، **0.753 على التوالي). وكانت السلالة P3 الأفضل تحت ظروف البيئتين تلاها السلالة P1(الجدول، 88). مايُشير إلى أهمية السلالات P1، P3، P5 لإدخالها في برنامج تربية يهدف لتحسين صفة نسبة البروتين في البذور تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلة الإزهار. أما بالنسبة لتأثيرات القدرة الخاصة للهجن لصفة نسبة البروتين في البذور تحت ظروف الشاهد المروي تراوحت من(0.514-) للهجين P2×P5، إلى(1.033) للهجين P2×P6. وقد أبدى هجينان فقط تأثيرات موجبة ومعنوية وعالية المعنوية للقدرة الخاصة على التوافق وهما الهجين P2×P6، P4×P6(**1.033، **3.379 على التوالي). أما تحت

ظروف الإجهاد المائي فقد تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة لصفة نسبة البروتين في البذور من(0.053-) للهجين P3×P4، إلى(2.681) للهجينP3×P6 (الجدول، 88). لقد أبدت ستة هجن تأثيرات موجبة ومعنوية للقدرة الخاصة على التوافق كان أفضلهاP3×P6 (**2.681)، فيما تميزت ستة هجن بالقدرة الخاصة على التوافق الموجبة وعالية المعنوية لصفة نسبة البروتين في البذور في ظروف التفاعل، وهي الهجن P2×P6، P3×P6، P4×P5، P1×P4، P1×P5، P3×P6، (**2.881، **1.673، **1.562، **1.181، **0.761 على التوالي)، لذا يمكن استخدام عشائر هذه الهجن للحصول على سلالات جديدة من خلال انتخاب تراكيب وراثية متميزة في هذه الصفة خلال الأجيال الانعزالية اللاحقة(الجدول، 88).

قوة الهجين ودرجة السيادة ودرجة التوريث بالمعنى الواسع والضيق:

أبدت بعض الهجن قيم موجبة وسالبة معنوية وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة لصفة نسبة البروتين في البذور (الجدول،81). تحت ظروف الزراعة المروية لم يبدي أي هجين من الهجن قيم موجبة معنوية أوعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل. يُلاحظ من الجدول(89)، أنَّ قيم قوة الهجين تحت ظروف الإجهاد المائي قياساً لمتوسط الأبوين تراوحت من(1.84−%) للهجينP2×P6، إلى(**14.86%) للهجينP4×P5. حيثُ امتلك هذا الهجين أعلى قيم موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل (**14.86، **11.33% على التوالي)، تلاه الهجين P3×P5 (**14.58، **5.46% على التوالي)، ثم الهجين P3×P6(**11.96، **6.61% على التوالي)، كذلك امتلك الهجينانP1×P5، P3×P4 قيم موجبة عالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (**9.95، *4.55% على التوالي)، في حين امتلك الهجينP1×P4 قيمة موجبة معنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (*3.10%). يُلاحظ أنَّ الهجن التي تمتعت بقوة هجين معنوية وعالية المعنوية تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة دخل في تركيبها السلالات الآباءP1، P4 التي كان متوسط نسبة البروتين فيها(24.56، 23.04% على التوالي) متفوقة بذلك على الشاهدين حوراني وزوري (23.00، 23.70% على التوالي)(الجدول،87). اتفقت نتائج قوة الهجين مع درجة السيادة التي بلغت قيمة أكبر من الواحد الصحيح تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي (1.35، 1.87 على التوالي)، ما يدل على وقوع صفة نسبة البروتين في البذور تحت تأثير الفعل الوراثي اللاتراكمي للمورثات المتحكمة بتوريث هذه الصفة عند ظروف

الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلة الإزهار(الجدول، 78). اتفق ذلك مع Parameshwarappa و Salimath(2010). إن قيم درجة التوريث بالمعنى الواسع لصفة نسبة البروتين في البذور كانت عالية تحت ظروف كل من الزراعة المروية والمجهدة مائياً والتفاعل (0.75، 0.99، 0.82 على التوالي)، وهذا يُشير إلى أهمية المكونات الوراثية في التعبير عن صفة نسبة البروتين. وقد أظهرت نتائج درجة التوريث بالمعنى الضيق أن الفعل الوراثي اللاتراكمي سيطر على وراثة صفة نسبة البروتين في البذور وكان للبيئة تأثير في هذه الصفة، حيث بلغت قيمتها تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة والتفاعل قيماً منخفضة (0.22، 0.11، 0.19 على التوالي). هذا يشير إلى الامكانية المنخفضة لتحسين هذه الصفة في الأجيال الانعزالية المبكرة وينصح بالانتخاب لهذه الصفة في الأجيال الانعزالية المتأخرة.

الجدول (86). تحليل التباين ومكوناته لصفة نسبة البروتين في البذورتحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

مصادر ومكونات التباين	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	التفاعل
المكررات	21.32	1.15	9.96
الطرز الوراثية	9.80**	9.06**	15.85**
GCA	8.85**	8.13**	14.55**
SCA	10.12**	9.55**	16.32**
الخطأ التجريبي	0.93	0.04	0.49
التفاعل (GCA× Env.)	0.56**		
التفاعل (SCA× Env.)	0.71**		
δ^2 GCA	2.66	2.22	2.45
δ^2 SCA	2.82	3.17	2.29
δ^2 GCA/δ^2 SCA	0.94	0.70	1.06
التباين التراكميV_A	2.31	2.09	2.87
التباين اللاتراكميV_D	2.82	3.17	2.29
درجة السيادة $\bar{a}$	1.35	1.87	0.71
درجة التوريث بالمعنى الواسع	0.75	0.99	0.82
درجة التوريث بالمعنى الضيق	0.22	0.11	0.19

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب، NSالفروق غير معنوية.

الجدول (87). متوسط نسبة البروتين في البذور لدى طرز السمسم ونسبة التباين ±% تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً مع الشاهد المروي.

الطراز الوراثي	الشاهد المروي	الإجهاد المائي	المتوسط	نسبة التباين±%
شاهد حوراني	23.02^{fgh}	22.98^{fgh}	23.00^{cd}	-0.19^{ab}
شاهد زوري	23.53^{defgh}	$23.88^{bcdefgh}$	23.70^{abcd}	$+1.49^{b}$
P1	$24.00^{bcdefgh}$	25.12^{abcd}	24.56^{a}	$+4.78^{bcd}$
P2	23.09^{fgh}	$23.40e^{fgh}$	23.24^{bcd}	$+1.41^{b}$
P3	23.21^{fgh}	22.90^{fgh}	23.05^{cd}	-1.33^{ab}
P4	22.79^{ghi}	23.30^{fgh}	23.04^{cd}	$+2.36^{b}$
P5	22.74^{ghi}	20.72^{jk}	21.73^{eh}	-8.68^{a}
P6	23.08^{fgh}	23.44^{efgh}	23.26^{bcd}	$+1.58^{b}$
P1×P2	20.06^{jkl}	23.39^{efgh}	21.73^{ef}	$+17.57^{f}$
P1×P3	$23.93^{bcdefgh}$	24.26^{bcdefg}	24.10^{abc}	$+1.50^{b}$
P1×P4	23.48^{defgh}	24.96^{abcde}	24.22^{ab}	$+6.49^{bcd}$
P1×P5	23.62^{cdefgh}	25.20^{abc}	24.41^{a}	$+6.85^{bcde}$
P1×P6	18.61^{lm}	19.71^{kl}	19.16^{g}	$+6.16^{bcd}$
P2×P3	23.40^{efgh}	24.55^{abcdef}	23.98^{abc}	$+5.09^{bcd}$
P2×P4	22.65^{ghi}	22.66^{ghi}	22.65^{de}	$+0.08^{ab}$
P2×P5	22.32^{hi}	23.21^{fgh}	22.76^{de}	$+4.12b^{c}$
P2×P6	22.42^{hi}	22.99^{fgh}	22.71^{de}	$+2.61^{b}$
P3×P4	21.27^{ij}	24.15^{bcdefg}	22.71^{de}	$+14.58^{def}$
P3×P5	$23.80^{bcdefgh}$	24.99^{abcde}	24.39^{a}	$+5.15^{bcd}$
P3×P6	22.61^{ghi}	25.94^{a}	24.27^{ab}	$+16.07^{ef}$
P4×P5	$23.80^{bcdefgh}$	25.28^{ab}	24.54^{a}	$+5.79^{bcd}$
P4×P6	17.70^{m}	19.98^{jkl}	18.84^{g}	$+13.96^{cdef}$
P5×P6	20.69^{jk}	21.21^{ijk}	20.95^{f}	$+2.56^{b}$
متوسط المعاملة	22.43^{b}	23.40^{a}	-	+4.78
المتغير	**الطرز الوراثية**	**المعاملات**	**التفاعل**	**التباين**
$LSD_{0.05}$	0.960	0.283	1.358	8.550
CV%	3.7			5.4

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

الجدول (88) تأثيرات القدرة العامة للسلالات والخاصة للهجن على التوافق لصفة نسبة البروتين في البذور تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

الطراز الوراثي	شاهد	إجهاد	التفاعل
P1	0.166	0.515**	0.343*
P2	0.074	-0.018	0.048
P3	0.633	0.753**	0.691**
P4	-0.249	-0.047	-0.159**
P5	0.411**	-0.332	0.031
P6	-1.035**	-0.871**	-0.994**
SE[g(i)]	0.18	0.02	0.07
SE[g(i)-g(j)]	0.08	0.01	0.05
P1×P2	-2.533**	-0.292**	-1.511**
P1×P3	0.802	-0.181**	0.214
P1×P4	-1.224*	-1.115**	1.181**
P1×P5	0.711	1.633**	2.881**
P1×P6	-2.876**	-3.315**	-3.105**
P2×P3	0.882	0.434**	0.392
P2×P4	0.474	-0.494**	-0.092
P2×P5	-0.514	0.166	-0.163
P2×P6	1.033**	0.517**	0.761**
P3×P4	-1.463**	-0.053	-0.691
P3×P5	0.417	1.182**	0.814**
P3×P6	0.662	2.681**	1.673**
P4×P5	1.291*	2.025**	1.562**
P4×P6	3.379**	-2.199**	-2.925**
P5×P6	-1.041**	-0.987**	-0.991**
SE[s(i,j)]	0.49	0.09	0.25
SE[s(i,j)-s(i,k)]	0.09	0.01	0.05

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

الجدول (89). قيم النسبة المئويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين (H_{MP}) والأب الأفضل (H_{BP}) لصفة نسبة البروتين في البذور.

الهجين	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	
	H_{MP}	H_{BP}	H_{MP}	H_{BP}
P1×P2	-14.80*	-3.53*	-3.59*	-7.86**
P1×P3	1.38	-16.42**	1.04	-6.89**
P1×P4	0.36	-0.29	3.10*	-3.42
P1×P5	1.07	-2.17	9.95**	-0.64
P1×P6	-20.94**	-1.58	-18.82**	0.32
P2×P3	1.08	-19.82**	6.05**	-15.77**
P2×P4	-1.26	1.34	-2.96	-4.91*
P2×P5	-2.60	-1.91	5.21**	-3.17
P2×P6	-2.88	-3.33	-1.84	-0.98
P3×P4	-7.52*	-3.40	4.55**	-1.33
P3×P5	3.59	-8.36*	14.58**	5.46*
P3×P6	-2.31	2.54	11.96**	6.61*
P4×P5	4.54	-0.79	14.86**	11.33**
P4×P6	-22.82**	-33.12**	-14.51**	-17.85**
P5×P6	-9.69*	-23.31**	-3.94*	-14.76**

*، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب.

6.7.3. معايير تحمل الإجهاد المائي Stress tolerance indices

6.7.3. 1. متوسط الإنتاجية (MP)

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط الإنتاجية لدى الطرز الوراثية تحت ظروف الشاهد المروي خلال مرحلة نمو نباتات السمسم وظروف الإجهاد المائي المطبق بدءاً من منتصف مرحلة الإزهار وحتى بدء تشكل الكبسولات، حيث كان متوسط الإنتاجية الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين P4×P5، P3×P5 بدون فروق معنوية بينهما (2182، 2126 على التوالي)، تلاهما الطراز الوراثي P3 (1989) ثُم وبفروق معنوية الطرز الوراثية P3×P4، P3×P6، P1×P3، P2×P3، P1 (1810، 1798، 1798، 1779،1752 على التوالي)، في حين كان متوسط الإنتاجية الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثي P1×P4 (1094) (الجدول،90).

2.6.7.3. المتوسط الهندسي للإنتاجية (GMP):

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة المتوسط الهندسي الإنتاجية لدى الطرز الوراثية، حيثُ كان المتوسط الهندسي للإنتاجية الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين P4×P5، P3×P5 بدون فروق معنوية بينهما (2057،2004 على التوالي)، تلاهما الطراز الوراثي P3 (1787)، ثُم وبفروق معنوية الطرز الوراثية P3×P4، P3×P6، P1×P3 (1707، 1695، 1695 على التوالي)، في حين كان المتوسط الهندسي للإنتاجية الأدنى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين P1×P4، حوراني شاهد بدون فروق معنوية بينهما (1031،1050 على التوالي) (الجدول، 90).

3.6.7.3. دليل تحمّل الإجهاد المائي(STI):

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في صفة دليل تحمّل الإجهاد المائي لدى الطرز الوراثية، حيثُ كان دليل تحمّل الإجهاد المائي الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين P4×P5، P3×P5 بدون فروق معنوية بينهما (728.0، 710.3 على التوالي)، تلاهما الطرز الوراثية P3×P4، P3×P6، P1×P3 بدون فروق معنوية بينها (603.8، 599.9، 599.5 على التوالي)، في حين كان دليل تحمّل الإجهاد المائي الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثي الشاهد حوراني (246.9) (الجدول، 90).

4.6.7.3. دليل الحساسيّة للإجهاد (SSI):

بينّت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية (P≤0.05) في صفة دليل الحساسية للإجهاد لدى الطرز الوراثية. حيثُّ كان الأعلى معنوياً لدى الطراز الوراثي الشاهد حوراني (1.456)، تلاه الطرازين الوراثيين زوري شاهد، P3 بدون فروق معنوية بينهما (1.236،1.142 على التوالي)، في حين كان دليل الحساسية للإجهاد الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية P6، P2، P4، P2×P6، P4×P6، P2×P4، P1×P2، P1×P5، P2×P5، P1×P6، P2×P3، P3×P4، P1×P3، P3×P6، P1×P4، P4×P5، P3×P5، P5×P6 بدون فروق معنوية بينها(0.861، 0.861، 0.971، 0.935، 0.936، 0.936، 0.936، 0.937، 0.937، 0.938، 0.938، 0.938، 0.938، 0.938، 0.939، 0.959 على التوالي) (الجدول، 90).

5.6.7.3. دليل ثباتية الغلّة (YSI):

بينّت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية (P≤0.05) في صفة دليل ثباتية الغلّة لدى الطرز الوراثية. حيثُّ كان الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين P6، P2 بدون فروق معنوية بينهما (54.01، 54.01 على التوالي)، تلاهما الطرز الوراثية P4، P2×P6، P4×P6، P2×P4، P1×P2، P1×P5، P2×P5، P1×P6، P2×P3، P3×P4، P1×P3، P3×P6، P1×P4، P4×P5، P3×P5، P5×P6 بدون فروق معنوية بينها (51.01، 50.07، 50.03، 50.03، 50.02، 50.02، 50.02، 50.02، 50.01، 50.01، 50.01، 50.01، 50.01، 50.01، 50.01 على التوالي)، في حين كان دليل ثباتية الغلّة الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثي الشاهد حوراني (22.21) (الجدول، 90).

الجدول رقم (90):متوسطات معايير تحمل الإجهاد المائي المستخدمة في تقييم طرز السمسم المدروسة.

YSI	SSI	STI	GMP	MP	الطرز الوراثية
22.21^{f}	1.456^{a}	246.9^{i}	1050^{i}	1136^{i}	**حوراني شاهد**
34.00^{e}	1.236^{b}	412.8^{gh}	1416^{defg}	1626^{d}	**زوري شاهد**
35.73^{e}	1.078^{c}	450.2^{fg}	1528^{d}	1752^{c}	**P1**
54.01^{a}	0.861^{d}	534.9^{bcde}	1456^{de}	1525^{defg}	**P2**
39.00^{d}	1.142^{bc}	558.3^{bcd}	1787^{b}	1989^{b}	**P3**
51.01^{b}	0.917^{d}	501.7^{def}	1404^{efgh}	1484^{efghi}	**P4**
42.19^{c}	1.082^{c}	470.6^{efg}	1446^{def}	1583^{de}	**P5**
54.01^{a}	0.861^{d}	559.4^{bcd}	1518^{d}	1591^{de}	**P6**
50.02^{b}	0.936^{d}	518.9^{cdef}	1466^{de}	1555^{def}	**P1×P2**
50.01^{b}	0.938^{d}	599.5^{b}	1695^{bc}	1798^{c}	**P1×P3**
50.01^{b}	0.938^{d}	365.3^{h}	1031^{i}	1094^{j}	**P1×P4**
50.02^{b}	0.937^{d}	465.5^{efg}	1312^{gh}	1392^{ghi}	**P1×P5**
50.02^{b}	0.937^{d}	475.1^{efg}	1342^{fgh}	$1424f^{ghi}$	**P1×P6**
50.01^{b}	0.938^{d}	593.2^{bc}	1677^{c}	1779^{c}	**P2×P3**
50.03^{b}	0.936^{d}	481.2^{efg}	1360^{efgh}	1442^{fghi}	**P2×P4**
50.02^{b}	0.937^{d}	465.0^{efg}	1311^{gh}	1391^{ghi}	**P2×P5**
50.07^{b}	0.936^{d}	460.8^{efg}	1301^{h}	1380^{hi}	**P2×P6**
50.01^{b}	0.938^{d}	603.8^{b}	1707^{bc}	1810^{c}	**P3×P4**
50.01^{b}	0.939^{d}	710.3^{a}	2004^{a}	2126^{a}	**P3×P5**
50.01^{b}	0.938^{d}	599.9^{b}	1695^{bc}	1798^{c}	**P3×P6**
50.01^{b}	0.938^{d}	728.0^{a}	2057^{a}	2182^{a}	**P4×P5**
50.03^{b}	0.936^{d}	471.0^{efg}	1331^{gh}	1412^{ghi}	**P4×P6**
48.77^{b}	0.959^{d}	495.5^{def}	1419^{defg}	1512^{defgh}	**P5×P6**
2.82	0.108	68.08	98.53	123.52	**L.S.D(0.05)**
3.6	6.7	8.1	4.0	4.7	**C.V(%)**

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

8.3. دراسة علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسةCorrelation coefficient

1.8.3. تحت ظروف الشاهد المروي:

توضح بيانات الجدول (91) علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة تحت ظروف الشاهد المروي، ومن دراسته نستنتج ما يلي:

الغلّة البذرية: وجود علاقة ارتباط موجبة وعالية المعنوية بين الغلّة البذرية وعدد البذور في النبات (r=0.439**)، وكذلك بين الغلّة البذرية ووزن الألف بذرة (r=0.465**)، حيث تعد هذه الصفات من أهم الصفات المكونة للغلة البذرية وبذلك يمكن

الانتخاب لصفات عدد البذور في النبات ووزن الألف بذرة لتحسين الغلة البذرية في الهجن الفردية التي تمت دراستها، وذلك في بحث لاحق . وعلاقة ارتباط موجبة معنوية بين الغلة البذرية والمحتوى المائي النسبي في الأوراق (r=0.314*)، وطول الكبسولة (r=0.408*)، وعدد الكبسولات في النبات (r=0.328*)، مما يُشير إلى أهمية المحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية للمحافظة على كفاءة النبات التمثيلية، حيث يعد الماء المعطي العام للإلكترونات ضمن سلسلة نقل الالكترونات خلال تفاعلات الضوء، لذلك يرتبط معدل تصنيع المركبات الغنية بالطاقة ومن ثم معدل تصنيع الكربون وتصنيع المركبات العضوية بكمية المياه المتاحة في التربة والممتصة من قبل النبات. كما ارتبطت صفة الغلّة البذرية بشكل موجب غير معنوي مع كل من صفة ارتفاع النبات وعدد الفروع في النبات وعدد الكبسولات. في حين كانت علاقة الارتباط سالبة ومعنوية بين الغلّة البذرية ونسبة الذائبات المتسربة (r=-0.341*)، حيث تعبر نسبة الذائبات المتسربة عن مدى حساسية نباتات الطراز الوراثي في المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية.

الغلّة الحيوية: كانت علاقة الارتباط موجبة عالية المعنوية بين الغلّة الحيوية والمحتوى المائي النسبي (r=0.487**)، ومع عدد الكبسولات في النبات (r=0.413**)، في حين كانت موجبة معنوية مع وزن الألف بذرة (r=0.366*).

عدد الأيام حتى الإزهار: ارتبطت صفة عدد الأيام حتى الإزهار بشكل موجب وعالي المعنوية مع صفة عدد الأيام حتى النضج (0.834**)، حيث إن زيادة عدد الأيام حتى الإزهار يزيد من طول فترة النمو الخضري حتى الوصول

لمرحلة النضج وهذا يصب في مصلحة الغلّة البذرية حيث تزداد فترة تجميع المدخرات الغذائية التي تستخدم في تكوين المادة الجافة داخل النبات.

عدد الأيام حتى النضج: ارتبطت هذه الصفة بعلاقة ارتباط سالبة ومعنوية مع عدد البذور في الكبسولة(*0.287-)، فيما ارتبطت بشكل موجب غير معنوي مع كل من ارتفاع أول كبسولة(0.343)، ووزن الألف بذرة (0.022)، والغلة الحيوية (0.252)، إذ أنه كلما زاد عدد الأيام اللازمة حتى النضج طالت دورة حياة النبات التي تؤثر بشكل عام في الكتلة الحيوية للنبات ومن ثم زيادة كمية المادة الجافة المصنعة وبالتالي الغلّة البذرية.

عدد الفروع في النبات: ارتبطت صفة عدد الفروع في النبات ارتباطاً موجباً غير معنوي مع كل من صفتي ارتفاع النبات وارتفاع أول فرع(0.355، 0.641 على التوالي). حيث إن زيادة ارتفاع النبات تؤدي إلى زيادة أجزاء النبات المكونة للغلّة الحيوية.

ارتفاع أول فرع: كانت علاقة الارتباط موجبة عالية المعنوية مع وزن الألف بذرة (**r=0.443).

عدد الكبسولات في النبات: كانت علاقة الارتباط موجبة عالية المعنوية مع طول الكبسولة (**r=0.412).

عدد البذور في الكبسولة: ارتبط هذه الصفة بشكل موجب وغير معنوي مع كل من طول الكبسولة وعدد الكبسولات في النبات (0.313، 0.256 على التوالي).

عدد البذور في النبات: كانت علاقة الارتباط موجبة وعالية المعنوية مع كل من عدد الكبسولات في النبات (**r=0.695)، وعدد البذور في الكبسولة (**r=0.789)، وموجبة معنوية مع المحتوى المائي النسبي (*r=0.364)، وطول الكبسولة (*r=0.324).

وزن الألف بذرة: كانت علاقة الارتباط موجبة عالية المعنوية بين وزن الألف بذرة مع ارتفاع أول فرع (**r=0.443)، وموجبة معنوية مع نسبة البروتين في البذور (*r=0.346)، ومع عدد الكبسولات في النبات (*0.327)، ومع الغلة الحيوية (*0.366).

نسبة البروتين في البذور: كانت علاقة الارتباط موجبة معنوية مع وزن الألف بذرة (*r=0.346)، وارتبطت بشكل سالب وغير معنوي مع كل من صفة محتوى الماء النسبي، وبشكل موجب وغير معنوي مع صفة نسبة الذائبات

المتسربة. وبذلك يمكن تحسين صفة نسبة البروتين في بذور السمسم من خلال الانتخاب لصفة وزن الألف بذرة في نباتات الطرز الوراثية المدروسة.

نسبة الزيت في البذور: كانت علاقة الارتباط سالبة معنوية مع عدد الكبسولات في النبات (r=-0.370*)، وبعلاقة ارتباط سالبة غير معنوية مع الغلّة الحيوية، يُعزى ذلك للمنافسة بين صفة نسبة الزيت في البذور وباقي الصفات على نواتج التمثيل الضوئي.

محتوى المائي النسبي في الأوراق: كانت علاقة الارتباط موجبة وعالية المعنوية مع صة الغلّة الحيوية (r=0.487**)، وموجبة معنوية مع كل من عدد الكبسولات في النبات، وعدد البذور في النبات (0.337*، 0.364* على التوالي)، كما ارتبطت بشكل موجب ولكن غير معنوي مع عدد البذور في الكبسولة.

نسبة الذائبات المتسربة: ارتبطت ارتباط سالب عالي المعنوية مع عدد الكبسولات في النبات (r=-0.421**)، وارتباط سالب ومعنوي مع صفة ارتفاع أول كبسولة (r=-0.360*). وكذلك ارتبطت بشكل سالب ولغير معنوي مع كل من صفات طول الكبسولة، عدد البذور في الكبسولة، عدد البذور في النبات، وعدد الأيام حتى الإزهار ومحتوى الماء النسبي. حيث أنه كلما تراجع محتوى الخلايا المائي أدى ذلك لتخريب الأغشية السيتوبلاسمية للخلايا وبالتالي زيادة نسبة تسرب الذائبات العضوية عبر الأغشية الخلوية.

2.8.3. تحت ظروف الإجهاد المائي:

توضح بيانات الجدول (92) علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة تحت ظروف الإجهاد المائي، ومن دراسته نستنتج ما يلي:

الغلّة البذرية: يُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة وعالية المعنوية مع عدد البذور في النبات (r=0.563**) ومع عدد الأيام حتى الإزهار (r=0.515**)، وموجبة معنوية بين الغلة البذرية والمحتوى المائي النسبي في الأوراق (r=0.350*)، وعدد الأيام حتى النضج (r=0.348*)، في حين كانت علاقة الارتباط سالبة عالية المعنوية مع نسبة الذائبات المتسربة (r=-0.456**).

الغلّة الحيوية: كانت علاقة الارتباط موجبة عالية المعنوية بين الغلة الحيوية وعدد الأيام حتى الإزهار (r=0.490**)، وعدد الأيام حتى النضج (r=0.348**)، وموجبة معنوية مع ارتفاع النبات (r=-0.369*).

وزن الألف بذرة: كانت علاقة الارتباط موجبة معنوية عدد الأيام حتى النضج (*r=0.376)، وسالبة معنوية مع عدد الأيام حتى الإزهار (*0.321-).

عدد البذور في النبات: كانت علاقة الارتباط موجبة وعالية المعنوية مع عدد البذور في الكبسولة (**r=0.636)، والغلة البذرية (**r=0.563)، وعدد الأيام حتى الإزهار (**0.494)، وموجبة معنوية مع عدد الكبسولات في النبات (*r=0.332).

عدد البذور في الكبسولة: كانت علاقة الارتباط موجبة عالية المعنوية مع المحتوى المائي النسبي (**r=0.543)، وعدد الأفرع في النبات (r=0.473)، وسالبة عالية المعنوية مع نسبة الذائبات المتسربة (**0.479-) وعدد الكبسولات في النبات (**r=0.477). وسالبة معنوية مع ارتفاع أول فرع (*r=-0.320).

عدد الكبسولات في النبات: كانت علاقة الارتباط موجبة عالية المعنوية مع ارتفاع النبات (**r=0.505)، ومع المحتوى المائي النسبي (**r=-0.449)، وموجبة معنوية مع عدد الأيام حتى الإزهار (*r=0.365) وعدد الأيام حتى النضج (r=0.390). وسالبة عالية المعنوية وعدد البذور في الكبسولة (**r=-0.477)، وسالبة معنوية مع عدد الأفرع (-r=0.376*)، وهذا يُفسر بزيادة عدد الكبسولات على الفرع الواحد في النبات.

ارتفاع أول كبسولة: كانت علاقة الارتباط موجبة عالية المعنوية مع ارتفاع النبات (**r=0.490)، ومعنوية موجبة مع ارتفاع أول فرع (*r=0.387)، ومعنوية سالبة مع نسبة الذائبات المتسربة (*r=-0.346)، وغير معنوية مع باقي الصفات.

عدد الفروع في النبات: كانت علاقة الارتباط موجبة عالية المعنوية مع المحتوى المائي النسبي (**r=0.448)، ومع عدد البذور في الكبسولة (**r=0.473)، وسالبة معنوية مع (*r=-0.376) مع عدد الكبسولات في النبات.

ارتفاع أول فرع: كانت علاقة الارتباط موجبة معنوية مع ارتفاع أول كبسولة (*r=0.387)، وسالبة معنوية مع عدد البذور في الكبسولة (*r=-0.320).

ارتفاع النبات: كانت علاقة الارتباط موجبة عالية المعنوية مع ارتفاع أول كبسولة (r=0.490**)، وعدد الكبسولات في النبات (r=0.505**)، وعدد الأيام حتى الإزهار (r=0.653**) والنضج (r=0.644**). وموجبة معنوية مع الغلة الحيوية (r=0.369*).

المحتوى المائي النسبي: كانت علاقة الارتباط سالبة عالية المعنوية مع نسبة الذائبات المتسربة (r=-0.658**)، وموجبة عالية المعنوية معنوية مع عدد البذور في الكبسولة (r=0.543**) وعدد الكبسولات في النبات (r=0.449**)، وعدد الأفرع (r=0.448**)، وموجبة معنوية مع الغلة البذرية (r=0.350*).

عدد الأيام حتى الإزهار: كانت علاقة الارتباط موجبة معنوية مع عدد الأيام حتى النضج (r= 0.873 =*).

يُلاحظ من جدول متوسط علاقات الارتباط البسيط بين معاملتي الشاهد المروي والإجهاد المائي وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة ارتفاع النبات والغلة الحيوية، حيث تؤدي زيادة ارتفاع النبات إلى زيادة الكتلة الحيوية عند النضج، ومن ثمّ زيادة كمية المادة الجافة الكلية المتاحة خلال مرحلة النمو الثمري، ما يؤدي إلى زيادة وزن الألف بذرة. كما تزيد نسبة البروتين نتيجة زيادة تراكم المادة الجافة، وشكل مماثل يؤدي ارتفاع نسبة البروتينات في البذور إلى ارتفاع الوزن النوعي لها، وتؤكد علاقة الارتباط الموجبة المعنوية بين وزن الألف بذرة ونسبة البروتين تحت ظروف الشاهد المروي هذه الحقيقة. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة بين صفات عدد الكبسولات وعدد البذور في النبات، مع الغلّة البذرية، ما يؤكد على أهمية الانتخاب لهذه الصفات، التي تؤدي إلى زيادة الكتلة الحية عند النضج Biomass، التي تُعد من الصفات المهمة المرتبطة بصفة الغلّة البذرية.Seed yield. عموماً، تؤدي زيادة صفة ارتفاع النبات إلى تأخير كلٍ من موعد الإزهار والنضج، ولكن دون أن يؤثر ذلك سلباً في الغلّة البذرية، ويؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة ارتفاع النبات وكلٍ من عدد الأيام اللازمة للإزهار والنضج. كما لوحظ وجود علاقة موجبة ومعنوية جداً بين ارتفاع أول فرع وارتفاع أول كبسولة في النبات (r = 0.32**). ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط سلبية ومعنوية جداً بين ارتفاع أوّل فرع على النبات وعدد البذور في الكبسولة (r = - 0.31**) (الجدول،92)، حيث يؤخر تشكل الفرع الأوّل على النبات ظهور الكبسولات، ما يؤثر سلباً في طول فترة نمو الكبسولة، ومن ثمّ حجم الكبسولة

ارتباط موجبة وعالية المعنوية بينها وبين صفة الغلّة البذرية. وارتبطت أيضاً بشكلٍ موجب ومعنوي جداً مع موعد الإزهار. وتُشير علاقات الارتباط البسيط إلى وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين موعد الإزهار وموعد النضج تحت ظروف الري المثالي (الشاهد المروي)، والإجهاد المائي أيضاً، وهي نتيجة منطقية لأن تأخر موعد الإزهار سيؤدي إلى تأخر موعد النضج.ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين الغلّة البذرية والغلّة الحيوية، ما يؤكد على أهمية زيادة الكتلة الحية عند النضج لزيادة الغلّة البذرية. توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Golestani وPakniyat (2015) في محصول السمسم. كما يُلاحظ من جدول علاقات الارتباط البسيط للمعاملتين المدروستين وجود علاقة ارتباط سلبية ومعنوية جداً بين محتوى الماء النسبي في الأوراق ونسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية، حيث يُسبّب عادةً الجفاف أو تراجع محتوى الخلايا النباتية المائي أذىً شديداً، وعدم انتظام مكونات الأغشية الخلوية والمكونات الخلوية، وتخريب البروتوبلاسم، وتدهور أغشية الخلية السيتوبلاسمية وتخريب البروتين وحدوث طفرات في المورثات (الشحاذة العودة وزملاؤه، 2015).

ويؤدي انخفاض محتوى الماء النسبي في الأوراق إلى انخفاض كبير في كفاءة استخدام المياه حيث تضمن عملية المحافظة على قيمٍ مرتفعة من محتوى الماء النسبي في الأوراق على استمرار انفتاح المسامات وانتشار غاز الفحم، ما يزيد من كفاءة النباتات التمثيلية وتصنيع المادة الجافة، وهذا يؤكد بوجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة محتوى الماء النسبي في الأوراق وكلٍ من الغلتين البذرية والحيوية، ما يُشير إلى أهمية توافر المياه والمحافظة على قيمٍ مرتفعة من جهد الأوراق المائي لضمان استمرار استطالة الخلايا النباتية ونموها، وتطور أجزاء النباتات المختلفة، بالإضافة إلى استمرار انفتاح المسامات بشكلٍ أكبر ومن ثمّ زيادة معدّل انتشار غاز الفحم، وتثبيت الكربون، وتصنيع كميةٍ أكبر من المادة الجافة، ما يزيد من كمية المادة الجافة المتاحة خلال مختلف المراحل التطورية، وبخاصةٍ مرحلة النمو الثمري، ما يؤدي إلى زيادة الكتلة الحية عند النضج والغلّة البذرية. ويُلاحظ بالمقابل وجود علاقة ارتباط سلبية ولكنها غير معنوية بين نسبة البروتين ونسبة الزيت في البذور تحت ظروف الإجهاد المائي.

جدول (91). قيم معاملات الارتباط البسيط للصفات المدروسة تحت ظروف الشاهد المروي

الصفات	PH	HFB	HFC	NBP	CL	NCP	NSC	NSP	WS	BY	NDM	NDF	RWC	RSL	PPR	OPR
PH	1															
HFB	0.422	1														
HFC	-0.174	-0.232	1													
NBP	0.355	0.641	-0.380	1												
CL	0.112	0.026	-0.08	0.18	1											
NCP	-0.074	-0.141	0.022	-0.089	0.412**	1										
NSC	0.022	-0.03	-0.114	0.081	0.313	0.256	1									
NSP	-0.027	-0.093	-0.06	0.014	0.324*	0.695**	0.789**	1								
WS	-0.023	0.443**	0.135	-0.134	-0.042	0.327*	0.789**	0.033	1							
BY	0.098	0.271*	-0.097	0.273	-0.358	0.413**	-0.355	-0.357	0.366*	1						
NDM	0.085	0.183	0.343	-0.057	-0.315	-0.125	*-0.287	-0.264	0.022	0.252	1					
NDF	-0.104	-0.004	-0.251	0.074	0.257	0.129	0.155	0.185	-0.118	-0.025	0.834**	1				
RWC	0.322	-0.265	-0.037	0.054	0.355	0.337*	0.336	0.364*	-0.17	0.487**	-0.247	0.165	1			
RSL	0.047	0.295	-0.360*	0.086	-0.342	-0.421**	-0.147	-0.219	0.114	0.163	0.489	-0.128	-0.319	1		
PPR	-0.142	-0.09	-0.096	0.037	0.228	0.061	-0.033	0.016	0.346*	-0.072	-0.276	-0.067	-0.778	0.354	1	
OPR	-0.026	0.177	0.238	0.097	0.142	-0.370*	-0.013	0.079	-0.065	-0.147	0.257	-0.008	0.113	0.201	0.233	1
SY	0.039	0.017	-0.14	0.137	0.408*	0.328*	0.229	0.439**	0.465**	-0.199	-0.478	0.323	0.314*	-0.341*	0.288	-0.037

RWCمحتوى الماء النسبي، RSLنسبة الذائبات المتسربة، OPRنسبة الزيت، PPRنسبة البروتين، PHارتفاع النبات،HFBارتفاع أول فرع، NBPعدد الفروع في النبات، HFCارتفاع أول كبسولة، CLطول الكبسولة، NCPعدد الكبسولات في النبات، NSCعدد البذور في الكبسولة، NSPعدد البذور فيالنبات، WSوزن الألف بذرة، SY الغلّة البذرية، BY الغلّة الحيوية، NDFعدد الأيام حتى الإزهار، NDMعدد الأيام حتى النضج. *، **تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى 1 و 5 %على الترتيب

النتائج والمناقشة

جدول (92). قيم معاملات الارتباط البسيط للصفات المدروسة تحت ظروف الإجهاد المائي

الصفات	PH	HFB	HFC	NBP	CL	NCP	NSC	NSP	WS	BY	NDM	NDF	RWC	RSL	PPR	OPR	SY
PH	1																
HFB	0.428	1															
HFC	0.490**	0.387*	1														
NBP	0.534	0.680	-0.449	1													
CL	-0.058	0.078	-0.042	0.163	1												
NCP	0.505**	-0.189	-0.133	-0.376*	0.039	1											
NSC	-0.029	-0.320*	-0.133	0.473**	0.472	-0.477**	1										
NSP	-0.066	-0.066	-0.174	0.072	0.573	0.332*	0.636**	1									
WS	0.149	0.241	0.115	0.182	-0.094	-0.290	-0.117	-0.242	1								
BY	0.369*	0.208	0.275	0.156	-0.148	-0.176	0.135	-0.021	0.072	1							
NDM	0.644**	0.251	0.033	0.172	-0.007	-0.118	-0.159	-0.169	0.376*	0.348**	1						
NDF	0.653**	-0.105	-0.124	0.087	0.404	0.208	0.497	0.494**	-0.321*	0.490**	0.873*	1					
RWC	-0.069	0.333	-0.045	0.448**	0.262	0.449**	0.542**	0.274	-0.259	-0.387	-0.233	0.544	1				
RSL	-0.079	0.129	-0.346*	0.076	-0.103	-0.059	-0.479**	0.182	0.298	0.086	0.106	-0.568	-0.658**	1			
PPR	-0.203	-0.289	-0.084	-0.22	0.187	0.238	0.01	0.142	-0.049	-0.165	-0.422	0.312	0.052	0.289	1		
OPR	-0.063	0.056	0.281	0.027	-0.121	-0.414	-0.23	-0.396	0.315	-0.004	-0.152	-0.186	-0.105	0.225	0.092	1	
SY	-0.134	0.222	-0.16	0.024	0.511	0.305	0.591	0.563**	-0.253	-0.307	0.348*	0.515**	0.350*	-0.456**	0.319	-0.233	

RWCمحتوى الماء النسبي، RSLنسبة الذائبات المتسربة، OPRنسبة الزيت، PPRنسبة البروتين، PHارتفاع النبات،HFBارتفاع أول فرع، NBPعدد الفروع في النبات، HFCارتفاع أول كبسولة، CLطول الكبسولة، NCPعدد الكبسولات في النبات، NSCعدد البذور في الكبسولة، NSPعدد البذور فيالنبات، WSوزن الألف بذرة، SY الغلّة البذرية،BY الغلّة الحيوية، NDFعدد الأيام حتى الإزهار، NDMعدد الأيام حتى النضج.* ، **تشير إلى وجود المعنوية عند مستوى 1 و5% على الترتيب

النتائج والمناقشة

9.3. معامل المسار والأهمية النسبية للصفات الإنتاجية المكونة للغلّة البذرية في الهجن الناتجة تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي

1.9.3. الظروف المروية(الشاهد): أشارت قيم معامل الارتباط المظهري، إلى ارتباط صفة طول الكبسولة، وعدد الكبسولات في النبات، وعدد البذور في النبات (**0.608، **0.411، **0.396 على التوالي)، بصورة موجبة وعالية المعنوية مع صفة الغلّة البذرية، اتفق ذلك مع Fazal (2015). كذلك وجدت نفس علاقة الارتباط ما بين الصفات المكونة للغلّة البذرية فيما بينها لاسيما ارتباط صفة طول الكبسولة مع كل من عدد الكبسولات في النبات، وعدد البذور في الكبسولة، وعدد البذور في النبات (**0.491، **0.313، **0.499 على التوالي) بصورة موجبة عالية المعنوية، مما كان له الأثر الإيجابي في زيادة الغلّة البذرية. اتفق ذلك مع نتائج (Kehie، 2020)، كما كانت هناك علاقة ارتباط موجبة وعالية المعنوية بين صفة عدد البذور في الكبسولة وعدد البذور في النبات (**0.851)، أيضاً ارتبطت صفة عدد الكبسولات في النبات بصورة موجبة وعالية المعنوية مع عدد البذور في النبات(**0.722)، وبصورة موجبة معنوية مع عدد البذور في الكبسولة(*0.256)، وكذلك ارتباط كل من صفة ارتفاع النبات وعدد الفروع في النبات (**0.355) بعلاقة ارتباط موجبة وعالية المعنوية. بينما أبدت الغلّة البذرية ارتباطاً موجباً غير معنوي مع كل من ارتفاع النبات، عدد الفروع في النبات، عدد البذور في الكبسولة(0.039، 0.137 ،0.229 على التوالي)(الجدول،93). مما يُشير إلى أنَّ صفة الغلّة البذرية تتحدد بشكلٍ أكبر بالصفات المكونة للغلّة البذرية مثل: عدد الكبسولات في النبات، عدد البذور في النبات، طول الكبسولة.

(الجدول،93) قيم معامل الارتباط المظهري بين الصفات المكونة للغلّة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي.

الصفات	PH	NBP	CL	NCP	NSC	NSP	WS	YIELD
PH	1.000							
NBP	0.355**	1.000						
CL	0.112	0.180	1.000					
NCP	-0.074	-0.089	0.491**	1.000				
NSC	0.022	0.081	0.313**	0.256*	1.000			
NSP	-0.027	0.014	0.499**	0.722**	0.851**	1.000		
WS	-0.023	-0.134	-0.042	0.122	-0.043	0.033	1.000	
YIELD	0.039	0.137	0.608**	0.411**	0.229	0.396**	-0.201	1.000

*، ** تُشير إلى المعنوية عند مستوى 1 و5% على الترتيب.حيثُ: PHارتفاع النبات، NBPعدد الفروع في النبات،CLطول الكبسولة، NCPعدد الكبسولات في النبات، NSCعدد البذور في الكبسولة، NSPعدد البذور في النبات، WSوزن الألف بذرة، YIELD الغلّة البذرية.

يُوضح الجدول (94) طبيعة العلاقة بين الغلّة البذرية والصفات الأخرى المكونة لها تحت ظروف الشاهد المروي، وذلك بهدف استخدام هذه الصفات كدليل انتخابي في برامج التربية والتحسين الوراثي للمحصول. حيثُ تراوح تصنيف التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات من المهمل وحتى المرتفع جداً. حيث بلغت قيمة التأثيرات الكلية المباشرة قيماً مرتفعة لدى الصفات عدد البذور في النبات، عدد الكبسولات في النبات، طول الكبسولة(1.865، 0.803، 0.468 على التوالي)، أما بالنسبة للتأثيرات الغير مباشرة لصفة عدد البذور في النبات مع كل من صفات عدد البذور في الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، طول الكبسولة كانت مرتفعة أيضاً(1.588، 1.347، 0.930 على التوالي). هذا ما يُفسر قيم الارتباطات العالية مابين صفة عدد البذور في النبات مع كل من الصفات عدد البذور في الكبسولة وعدد الكبسولات في النبات وطول الكبسولة، الأمر الذي انعكس ايجاباً على الغلّة البذرية، وبالتالي يمكن اعتبارها كمعايير انتخاب بهدف تحسين غلّة المحصول، اتفق ذلك مع ماتوصل إليه Abdalla (2017). في حين كان مستوى التأثير المباشر لصفة ارتفاع النبات، عدد الفروع في النبات، ووزن الألف بذرة مهملاً (0.011-، 0.040، 0.204- على التوالي)، كذلك التأثير غير المباشر لصفة ارتفاع النبات مع بقية الصفات المكونة للغلّة البذرية لاسيما عدد الفروع في النبات، طول الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، عدد البذور في الكبسولة، عدد البذور في النبات ووزن الألف بذرة كان سلبياً ومهملاً (0.004، 0.001-، 0.001، 0.001-، 0.003، 0.003 على التوالي).

(الجدول،94) التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات المساهمة في الغلّة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي.

الصفات	التأثيرات							معدل ارتباط الصفات مع الغلة البذرية
	PH	NBP	CL	NCP	NSC	NSP	WS	
PH	**-0.011**	0.014	0.052	0.059	-0.029	-0.051	0.005	0.039
NBP	0.004	**0.040**	0.084	0.071	-0.105	0.025	0.026	0.137
CL	-0.001	0.007	**0.468**	-0.394	-0.410	0.930	0.008	0.608**
NCP	0.001	-0.004	0.229	**0.803**	-0.335	1.347	-0.024	0.411**
NSC	-0.001	0.003	0.146	-0.205	**-1.311**	1.588	0.009	0.229
NSP	0.003	0.001	0.233	-0.580	-1.117	**1.865**	-0.006	0.396**
WS	0.003	-0.005	-0.019	-0.098	0.057	0.065	**-0.204**	-0.201

*، ** تُشير إلى المعنوية عند مستوى 1 و5% على الترتيب، الأرقام في الخط الغامق تُشير إلى التأثير المباشر للصفة المدروسة في الغلّة البذرية. حيثُ: PHارتفاع النبات، NBPعدد الفروع في النبات،CLطول الكبسولة، NCPعدد الكبسولات في النبات، NSCعدد البذور في الكبسولة، NSPعدد البذور في النبات، WSوزن الألف بذرة.

أوضحت تقديرات معامل المسار(الجدول، 95) أن أكثر الصفات مساهمةً بالغلّة البذرية هي صفات عدد البذور في النبات عدد البذور في الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، طول كبسولة. إذ قُدرت مساهمتها المباشرة (3.4815، 1.7208، 0.6458، 0.2190 على التوالي)، اتفق ذلك مع Shahو Lalpantluanangi (2018). أما المساهمة الغير مباشرة لطول الكبسولة مع عدد الكبسولات في النبات، عدد البذور في الكبسولة كانت سلبية ومهملة (0.3960−، 0.3841− على التوالي)، والمساهمة الغير مباشرة لصفة عدد الكبسولات في النبات مع عدد البذور في النبات، ووزن الألف بذرة (2.1659-، 0.0.0386 على التوالي)، أما المساهمة الغير مباشرة لصفة عدد البذور في النبات مع وزن الألف بذرة (0.0243-)، بالتالي بلغت النسبة المئوية للصفات الأكثر مساهمة في تباين الغلّة البذرية (56.24%) (الجدول 95). بينما كانت المساهمة غير المباشرة لصفة طول الكبسولة مع عدد البذور في النبات (0.8707)، والمساهمة الغير مباشرة لصفة متوسط عدد الكبسولات في النبات مع عدد البذور في الكبسولة (0.5392)، اتفق ذلك مع نتائج Fazal وزملاؤه، (2015). مما سبق يُشير اختلاف تلك الصفات بعلاقتها مع الغلّة البذرية بشكل مباشر، ومن خلال العلاقات غير المباشرة فيما بينها إلى أهمية الاعتماد على صفات عدد البذور في النبات، عدد البذور في الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، طول الكبسولة خلال عمليات الانتخاب لزيادة الغلّة البذرية في محصول السمسم،

كونها امتلكت أعلى تأثيرات مباشرة وغير مباشرة تميزت بها مقارنةً مع الصفات الأخرى المدروسة، اتفق ذلك مع Sheoran وزملاؤه (2022).

(الجدول، 95) الأهمية النسبية للصفات المدروسة المساهمة في الغلّة البذرية تحت ظروف الشاهد المروي.

معامل التحديد للصفات	PH	NBP	CL	NCP	NSC	NSP	WS
PH	**0.0001**						
NBP	-0.0003	**0.0016**					
CL	-0.0012	0.0068	**0.2190**				
NCP	-0.0014	0.0058	-0.3960	**0.6458**			
NSC	0.0007	-0.0086	-0.3841	0.5392	**1.7208**		
NSP	0.0012	0.0021	0.8707	-2.1659	-4.1676	**3.4815**	
WS	-0.0001	0.0021	0.0078	0.0386	-0.0224	-0.0243	**0.0386**

الأرقام في الخط الغامق تُشير إلى التأثير المباشر للصفة المدروسة في الغلّة البذرية. مجموع الأهمية النسبيّة الكلّي 56.24% مجموع التأثيرات المتبقية 43.76%. حيثُ: PHارتفاع النبات، NBPعدد الفروع في النبات،CLطول الكبسولة، NCPعدد الكبسولات في النبات، NSCعدد البذور في الكبسولة، NSPعدد البذور في النبات، WSوزن الألف بذرة.

2.9.3. الظروف المجهدة (الإجهاد المائي):

أشارت نتائج الارتباط المظهري (الجدول، 96)، للصفات المدروسة إلى أهمية علاقات الارتباط الموجبة والمعنوية للصفات طول الكبسولة مع عدد الكبسولات في النبات، عدد البذور في الكبسولة، وعدد البذور في النبات. حيثُ بلغت (**0.387، **0.472، **0.573 على التوالي)، كذلك صفة عدد الكبسولات في النبات مع عدد البذور في الكبسولة (**0.703)، وعدد البذور في الكبسولة مع عدد البذور في النبات (**0.826)، وانعكس الأمر بشكل إيجابي ومباشر لصفات طول الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، عدد البذور في الكبسولة، عدد البذور في النبات مع الغلّة البذرية (**0.511، *0.305، **0.591، **0.604 على التوالي)، اتفق ذلك مع Shahو Lalpantluanangi(2018). بلاضافة للارتباط المعنوي والموجب بين صفتي ارتفاع النبات مع عدد الفروع في النبات (**0.543). اتفق ذلك مع نتائج (Umamaheswari وزملاؤه، 2019). وهذا يُشير إلى إمكانية تحسين صفة الغلّة البذرية بالانتخاب المباشر لتلك الصفات من خلال الانتخاب لصفة أو أكثر من الصفات المكونة للغلّة، ماينعكس بصورة إيجابية عند تحسين الغلّة البذرية، من خلال الارتباطات الإيجابية والمعنوية مع تلك الصفة.

(الجدول،96) قيم معامل الارتباط المظهري بين الصفات المكونة للغلّة البذرية تحت ظروف الإجهاد المائي.

الصفات	PH	NBP	CL	NCP	NSC	NSP	WS	YIELD
PH	1.000							
NBP	0.534**	1.000						
CL	-0.058	0.163	1.000					
NCP	-0.090	-0.148	0.387**	1.000				
NSC	-0.029	0.205	0.472**	0.185	1.000			
NSP	-0.066	0.072	0.573**	0.703**	0.826**	1.000		
WS	0.149	0.182	-0.094	-0.290*	-0.117	-0.242*	1.000	
YIELD	-0.134	-0.025	0.511**	0.305*	0.591**	0.604**	-0.253*	1.000

*، ** تُشير إلى المعنوية عند مستوى 1 و5% على الترتيب. حيثُ: PHارتفاع النبات، NBPعدد الفروع في النبات،CLطول الكبسولة، NCPعدد الكبسولات في النبات، NSCعدد البذور في الكبسولة، NSPعدد البذور في النبات، WSوزن الألف بذرة، YIELD الغلّة البذرية.

تُشير النتائج في الجدول (97)، إلى أهمية التأثير المباشر لصفتي طول الكبسولة، وعدد البذور في النبات في صفة الغلّة البذرية (0.267، 0.812 على التوالي)، كذلك أهمية التأثير غير المباشر لصفةعدد البذور في النبات مع طول الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات ، عدد البذور في الكبسولة (0.465، 0.570، 0.671 على التوالي)، تلاها التأثير غير المباشر لصفة طول الكبسولة مع عدد الكبسولات في النبات، عدد البذور في الكبسولة، عدد البذور في النبات (0.103، 0.125، 0.152 على التوالي). وهذا مايُفسر قيمة الارتباطات العالية لصفة عدد البذور في النبات مع الغلّة البذرية (**0.604) (الجدول، 97). ومن خلال العلاقات غير المباشرة مابين هذه الصفات نشير إلى أهمية الاعتماد على تلك الصفات خلال عملية الانتخاب لزيادة الغلّة البذرية في محصول السمسم، كونها امتلكت أعلى تأثيرات مباشرة وغير مباشرة. تتوافق هذه النتائج مع ماتوصلت إليه العديد من الدراسات على نفس المحصول Fazal وزملاؤه، (2022). كما امتلكت بعض الصفات المدروسة قيماً منخفضة ومهملة للتأثيرات غير المباشرة لاسيما في صفة ارتفاع النبات مع عدد الفروع في النبات، ووزن الألف بذرة (0.008-، 0.003- على التوالي) (الجدول، 97).

(الجدول،97) التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات المساهمة في الغلّة البذرية تحت ظروف الإجهاد المائي.

الصفات	التأثيرات							معدل ارتباط الصفات مع الغلة البذرية
	PH	NBP	CL	NCP	NSC	NSP	WS	
PH	**-0.015**	-0.069	-0.017	0.037	0.005	-0.054	-0.021	-0.134
NBP	-0.008	**-0.129**	0.043	0.061	-0.024	0.058	-0.026	-0.025
CL	0.001	-0.021	**0.267**	-0.157	-0.057	0.465	0.013	0.511**
NCP	0.001	0.019	0.103	**-0.405**	-0.022	0.570	0.039	0.305*
NSC	0.001	-0.027	0.125	-0.075	**-0.120**	0.671	0.016	0.591**
NSP	0.001	-0.009	0.152	-0.286	-0.099	**0.812**	0.033	0.604**
WS	-0.003	-0.023	0.025	0.118	0.014	-0.199	**-0.185**	-0.253**

*، ** تُشير إلى المعنوية عند مستوى 1 و5% على الترتيب، الأرقام في الخط الغامق تُشير إلى التأثير المباشر للصفة المدروسة في الغلّة البذرية. حيثُ: PHارتفاع النبات، NBPعدد الفروع في النبات،CLطول الكبسولة، NCPعدد الكبسولات في النبات، NSCعدد البذور في الكبسولة، NSPعدد البذور في النبات، WSوزن الألف بذرة.

يوضح الجدول (98)، الأهمية النسبية والتأثيرات المفصلة كنسبة مئوية من تباين الغلّة، حيثُ أبدت صفة عدد البذور في النبات المساهمة الأكبر في الغلّة البذرية، بلغت نسبة مساهمتها المباشرة (0.65869)، ثم الأهمية النسبية للتأثير المباشر لصفة عدد الكبسولات في النبات(0.16546). كما بلغ التأثير الغير مباشر لصفة طول الكبسولة من خلال عدد البذور في النبات (0.24799). أشارت نتائج تحليل معامل المسار (الجدول،98)، إلى اعتبار كل من الصفات عدد البذور في الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، طول الكبسولة من أكثر الصفات مساهمةً في تباين الغلّة البذرية لمحصول السمسم تحت ظروف الاجهاد المائي. بالتالي يمكن اعتبارها كمعايير انتخاب بهدف تحسين غلّة المحصول تتوافق هذه النتائج مع ماتوصلَّ "إليه (Kang وزملاؤه، 2015). كما بينت النتائج أنَّ مجموع المساهمات المباشرة، وغير المباشرة لهذه الصفات في تباين الغلّة (52.83%). ما يُفسر أهمية استخدام تحليل معامل المسار لتحديد طبيعة العلاقة بين الغلّة البذرية ومكوناتها، كذلك تحديد أي من هذه المكونات الأكثر كفاءة لاستخدامه كدليل انتخابي في تحسين الغلّة، لما يتمتع به هذا العامل في اختصار عدد الصفات التي يمكن الانتخاب لها بهدف زيادة فاعلية برنامج التربية (Puri, et al.,1982).

(الجدول،98) الأهمية النسبية للصفات المدروسة المساهمة في الغلّة البذرية تحت ظروف الإجهاد المائي.

معامل التحديد للصفات	PH	NBP	CL	NCP	NSC	NSP	WS
PH	**0.00024**						
NBP	0.00212	**0.01659**					
CL	0.00047	-0.01118	**0.07104**				
NCP	-0.00112	-0.01551	-0.08384	**0.16546**			
NSC	-0.00011	0.00633	-0.03020	0.01807	**0.01440**		
NSP	0.00165	-0.01507	0.24799	-0.46418	-0.16078	**0.65869**	
WS	0.00063	0.00644	0.00689	-0.03246	-0.00385	0.05405	**0.01892**

الأرقام في الخط الغامق تُشير إلى التأثير المباشر للصفة المدروسة في الغلّة البذرية. مجموع الأهمية النسبيّة الكلّي 52.83% ، مجموع التأثيرات المتبقية 47.17%. حيثُ: PHارتفاع النبات، NBPعدد الفروع في النبات،CLطول الكبسولة، NCPعدد الكبسولات في النبات، NSCعدد البذور في الكبسولة، NSPعدد البذور في النبات، WSوزن الألف بذرة.

الخاتمة

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا البحث خلال المواسم الزراعية / 2021–2022–2023/، أظهرت النتائج أنَّ الإجهاد المائي المطبق بدءاً من منتصف مرحلة الإزهار وحتى بداية تشكل الكبسولات قد سبب تراجعاً معنوياً في صفات: عدد الأيام حتى الازهار، عدد الأيام حتى النضج التام، ارتفاع النبات، وعدد الأفرع في النبات. وفي متوسط الصفات المكونة للغلّة البذرية(طول الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، عدد البذور في الكبسولة، عدد البذور في النبات، وزن الألف بذرة)، والغلة الحيوية، الغلة البذرية ، كما أظهرت النتائج سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي في الصفات الإنتاجية المدروسة وبالتالي كانت هذه الصفات واقعة تحت تأثير السيادة الفائقة للمورثات، ماعدا صفة وزن الألف بذرة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، وصفتي عدد البذور في النبات والغلَّة الحيوية تحت ظروف الإجهاد المائي والتي سيطر عليها الفعل الوراثي التراكمي. وَّقد تم الوصول إلى أن السلالة P3 أفضل السلالات لتميزها بالقدرة العامة على التوافق لكل من صفات طول الكبسولة وعدد الكبسولات في النبات عدد البذور في الكبسولة وعدد البذور في النبات والغلَّة البذرية. كما تمَّ الوصول إلى هجن تحمل صفة القدرة الخاصة الموجبة على التوافق لصفة الغلَّة البذرية وهي: P4×P5، P3×P5، P1×P3، P1×P2. ونسبة إلى إظهار درجة التوريث قيماً مرتفعة، فإنه يمكن إتباع طريقة التهجين نصف التبادلي والانتخاب لتحسين كافة الصفات تحت ظروف الإجهاد المائي، وبالتالي إمكانية متابعة العمل على هذه الهجن وإدخالها ببرنامج تربية لتحسين غلة محصول السمسم ضمن ظروف الاجهاد المائي، من خلال الانتخاب ضمن عشائرها خلال الأجيال الانعزالية حتى الوصول إلى سلالة نقية يمكننا اعتمادها لاحقاً.

الاستنتاجات Conclusions

1)_ سبب الاجهاد المائي انخفاضاً في غلّة المحصول البذرية لدى جميع الطرز المدروسة بمعدل (52.99%) وتباينت الاستجابة من طراز لآخر، وكان متوسط الغلّة البذرية الأعلى معنوياً لدى الهجينين P4×P5(حوراني11×زوري2)، P3×P5 (حوراني1×حوراني11) تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي. كما كان متوسط الغلة البذرية الأعلى معنوياً لدى السلالة P3 (حوراني11) تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي. بالتالي يمكن اعتبارها سلالة مبشرة لتحسين صفة الغلة البذرية لمحصول السمسم تحت ظروف الشاهد المروي والاجهاد المائي خلال مرحلة الازهار. خاصة كونها كانت إحدى الابوين للهجن المتفوقة تحت ظروف المعاملتين.

2)_ أشارت الفروق المعنوية بين الآباء والهجن الناتجة بالنسبة لمعظم الصفات المدروسة إلى وجود تباعد وراثي بين السلالات المستخدمة في عملية التهجين النصف التبادلي، وبالتالي أظهرت بعض الهجن قيماً لقوة الهجين مفيدة قياساً لمتوسط الأبوين والأب الافضل للغلّة البذرية ومكوناتها في السمسم.

3)_ تميزت السلالة P3(حوراني11) بامتلاكها قدرة عامة جيدة على التوافق لصفة الباكورية في الازهار تحت ظروف الشاهد المروي، كذلك السلالة P4(زوري2) تحت ظروف الاجهاد المائي.

4)_ تميزت السلالة P3(حوراني11) بامتلاكها قدرة عامة على التوافق جيدة لصفة عدد الأيام للنضج، تحت الظروف الزراعة المروية، والسلالة P5 (حوراني 1) ضمن ظروف الزراعة المجهدة مائياً.

5)_ إمكانية الاستفادة من السلالات P1 (حوراني3)، P4(زوري2)، P5 (حوراني1) في التهجينات لتحسين نسبة الزيت في البذور كونها تميزت بقدرة عامة على التوافق جيدة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي.

6)_ إمكانية الانتخاب لصفة نسبة الزيت في البذور في عشائر الهجن P1×P4(حوراني3× زوري2) P1×P5(حوراني3×حوراني1)، P1×P6(حوراني3×زوري4)، P2×P6 (زوري1×زوري4)،

P3×P4(حوراني11× زوري2)،P4×P5 (زوري2×حوراني1). وذلك لامتلاكها قدرة خاصة موجبة عالية المعنوية تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة.

7)_ أظهرت النتائج سيطرة الفعل الوراثي التراكمي في وراثة كل من صفة وزن الألف بذرة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، وصفة ارتفاع النبات وعدد البذور في النبات والغلّة الحيوية تحت ظروف الإجهاد المائي فقط. في حين سيطر الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة باقي الصفات المدروسة تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة.

8)_ امتلكت بعض السلالات قدرة عامة على التوافق تحت ظروف الإجهاد المائي P3 (حوراني11) لصفة طول الكبسولة وعدد الكبسولات في النبات وعدد البذور في الكبسولة، وعدد البذور في النبات والغلّة البذرية، P5 (حوراني1) لصفة وزن الألف بذرة والغلة البذرية، P4 (زوري2) لصفة عدد الكبسولات في النبات، P1 (حوراني3) لصفة وزن الألف بذرة، P4(زوري4) لصفة الغلّة الحيوية.

9)_ امتلك الهجينان P3×P5 (حوراني1×حوراني11)، P4×P5(زوري2×حوراني1) قوة هجين موجبة عالية المعنوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، قياساً لمتوسط الأبوين لكل من الصفات: طول الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، عدد البذور في الكبسولة، عدد البذور في النبات، الغلّة البذرية. ويمكن عدها هجن واعدة والاستفادة من الأجيال الانعزالية لهذه الهجن بهدف تصميم برامج انتخاب لسلالات مبشرة من السمسم.

10)– إنَّ القيم العالية لدرجة التوريث بالمعنى الواسع تجعل بالإمكان إتباع طريقة التهجين نصف التبادلي والانتخاب لتحسين كافة الصفات تحت ظروف الإجهاد المائي.

11)_ بينت نتائج تحليل معامل المسار إلى أنَّ كل من الصفات عدد البذور في النبات، عدد البذور في الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، طول الكبسولة من أكثر الصفات مساهمةً في الغلّة البذرية تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة، وبالتالي يمكن اعتبارها كمعايير انتخاب بهدف تحسين غلّة المحصول.

12)_ إمكانية الاعتماد على صفات طول الكبسولة، عدد الكبسولات في النبات، عدد البذور في النبات خلال عملية الانتخاب لزيادة الغلّة البذرية للمحصول، ذلك لأنها امتلكت أعلى تأثيرات مباشرة وغير مباشرة مقارنةً مع بقية الصفات. ما يُساعد مربي النبات على زيادة تركيز الأليات المرغوبة لتحسين هذه الصفات. مما ينعكس إيجاباً على الغلّة البذرية.

التوصيات Recommendations

1)_ اعتماد مؤشرات تحمل الإجهاد STI، والمتوسط الهندسي للإنتاجية GMP، دليل الحساسية للإجهاد SSI، دليل ثباتية الغلّة SYI لانتخاب السلالات الأبوية وتحسين صفة الغلّة البذرية تحت مختلف الظروف البيئية.

2)_ إمكانية الانتخاب لصفات عدد البذور في النبات ووزن الألف بذرة لتحسين الغلّة البذرية في الهجن الفردية المدروسة.

3)_ تقييم الهجن المبشرة اعتماداً على التباين الوراثي في كفاءة استعمال المياه، وتصنيع البروتينات الدفاعية المرتبطة بتحسين تحمل الإجهاد المائي.

4)_ يُوصى بإدخال السلالة P3 (حوراني11) في برامج تطوير غلة محصول السمسم تحت ظروف الإجهاد المائي لتميزها بقدرة عامة على التوافق جيدة لصفة الغلّة البذرية

5)_ يوصى بمتابعة العمل على الهجن P4×P5(زوري2×حوراني1)، P3×P5(حوراني11×حوراني1)، P1×P3(حوراني3× حوراني11)، P1×P2 (حوراني3×حوراني2)، في الأجيال الإنعزالية لتمتعها بقدرة خاصة على التوافق موجبة عالية المعنوية ومفيدة لصفة الغلة البذرية.

6)_ ضرورة دراسة مواقع المورثات للصفات الكمية(Quantitaive traits loci-QTL) المرتبطة بتحسين التحمل وزيادة الغلّة البذرية لمحصول السمسم تحت ظروف الإجهاد المائي.

7)_ ضرورة استخدام التقانات الحيوية في تحديد ونقل المورثات للصفات المرتبطة بتحمل الاجهاد المائي ليتم تسريع وتيرة برامج تربية وتحسين غلّة محصول السمسم.

المراجع

المراجع References

المراجع العربية:

حسن، أحمد عبد المنعم(1991). **أساسيات تربية النبات**. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة. ص 66-69.

خليفة؛ ممدوح عبد الفتاح وسمير منير الشخص (2009). **القدرة على التوافق وقوة الهجين للمحصول ومكوناته وأمراض العفن الفحمي والذبول الفيوزاريومي في السمسم.** مركز البحوث الزراعية– معهد أمراض النبات2-8.

الرفاعي، منذر حكمت. (2018). **تأثير بعض محفزات النمو في الصفات الفسيولوجية والحاصل والمادة الفعالة لعدة أصناف من السمسم (*Sesamum indicum L.*)** ، رسالة ماجستير. قسم المحاصيل الحقلية كلية الزراعة. جامعة تكريت. العراق.

الرويلي، ماجدة (2016). **تقييم استجابة بعض طرز الذرة الصفراء (*Zea maysL.*) لتحمل الإجهاد المائي خلال مراحل النمو المختلفة.** المجلة العربية للبيئات الجافة: 3 (2): 4- 18.

الساهوكي؛ مدحت مجيد. (1999). **الذرة الصفراء إنتاجها وتحسينها**. قسم علوم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق. 45-54.

العودة، أيمن الشحاذة؛ ومها لطفي حديد ويوسف نمر(2009). **المحاصيل الزيتية والسكرية وتكنولوجيتها (الجزء النظري).** كلية الزراعة. منشورات جامعة دمشق. الجمهورية العربية السورية.

العودة، أيمن الشحاذة؛ خيتي، مأمون؛ رباح نصر، ريما. (2015). **فيزيولوجيا المحاصيل الحقلية، الجزء النظري**، منشورات مديرية الكتب الجامعية، جامعة دمشق، كلية الهندسة الزراعية. 45-67.

المجموعة الإحصائية الزراعية. (2022). **مساحة وإنتاج وغلّة محصول السمسم حسب المحافظات وتطورهاعلى مستوى القطر**. مكتب الإحصاء المركزي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق.

المحاسنة، حسين (2014). **استجابة أصناف من السمسم (*SesamumindicumL.*) لمعاملات الري خلال مراحل النمو.** مجلة جامعة دمشق للعلوما لزراعية.المجلد (30)، العدد (2)، الصفحات79-93.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية.(2021)، **الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية لعام2020**. جامعة الدول العربية. الخرطوم. السودان. المجلد41، ص. 51،

المراجع الأجنبية:

A.A.C.C.(1998). **Approved Association of Cur Chem** .St. Paul .Minnesota,U.S.A

Aasamaa, K. (2001). **Leaf anatomical characteristics associated with shoot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in temPerate deciduous trees**. Aust. J. Plant Physiol.28,765-774.

Abate, M.; Mekbib, F.; Ayana, A and Nigussie, M. (2015). **Genetic variability and association of traits in mid-altitude sesame (*Sesamum indicum L.*).** J. ExPerimental. Agric.9(3):1-14.

Abdalla, M. A.J. (2017). **Genetic variability, correlation and path analysis among some Sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes under irrigation system** ,Thesis M.S.C of field croPs science, college of Agriculture University of sudan.

Abdelsatar, M. A.; Ibrahim, S.A and Elnenny, E. M. (2020). **Genetic evaluation of some Sesame genotypes for seed yield and its component.** Moroccan. J. Agric. Sci> 1(5):248-255.

Abhijatha, A.; Arya, K.; Madhukar, K and Gogineni, S. (2017). **Evaluation of Sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes to the shaded uplands of southern Region**. Int. J. Micro bio and APP. Sci;6(7):332-339.

Adams, W. M. (1967). **Basics of yield components compensation in crop plants**. CroP Sci., 7, 505-510.

Adigera, S. (2012). **Heterosis, combining ability and gene action in inter-mutant hybrids of sesame (*Sesamum indicum L.*).** Bioinfolet. 9(3): 316-322.

Ahmed, M. N and Mahmoud, F. A. (2010). **Effect of irrigation on vegetative growth, oil yield and protein content of two sesame (*Sesamum indicum L.*)** cultivars, Res. J. of Agric and Biol. Sci.6(5):630-636.

Ahmed, A. A and Hassan, T. H. (2021). **Genetic variability and path coefficient analysis of some sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes for seed yield and their components.** J. Plant. Proud.12(4):377-382.

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.

Allard, R. W. (1960). **Principles of Plant breeding.** New York, John wiley, 485.

Ali, M.A.; Nawab, N.N.; Rasool, Gand Saleem, M. (2008).**Estemates of variability and correlations for quantitative traits in Cicer arietinum. Jornal of Agriculture and social sciences**, 4(4). 177-179.

Ali.; Jan, I. U and Ullah, H. (2020). **Selenium supplementation affects vegetalive and yield attributes to escalate drought tolerance in Okra.** Sarhad J Agri. 36. 1.120.129.

Anter, A. S. and Ashraf, A. A. (2018). **Evaluation Performance of new sesame (*Sesamum indicum L.*) lines under normal and drought conditions**. Volume:07. Issue:04.1411-1418.

Anwar, J., Subhani, G. M.,Hussain, M., Ahmad, J. and Munir, H. (2011). **Drought tolerance indices and their correlation with yield in exotic wheat genotypes**. Pak. J. Bot., 43(3):1527-1530.

Anyanga, W. O.; P. Rubaihayo, P.; Gibson and Okori, P. (2016).**Combining ability and gene action in sesame (*Sesamum indicum L.*) elite genotyPes by diallel mating design. J. Plant Breeding and Crop Scie**.Vol. 8(11), PP. 250-256.

Aristya, V. E.; Taryono, T and Wulandari, R. A. (2017). **Evaluation of genetic Parameters in M4 and M5 generations of sesame mutant lines.** SABRAO J. Breed. Genet. 49(2): 201–210.

A.O.A.C.(1990).**Official methods of analysis 15th ed**.Associaton of .official Agricultural chemists .Washington, DC, U S A.

Baghery, M. A.; Kazemitabar, S. K.; Dehestani, A.; Mehrabanjoubani, P.; Najafi, Z. H. (2022). **Evaluation of drought tolerance in sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes using germination traits and indices under drought conditions.** *J. Iranian Plant EcoPhysiol. Res*. 16(64): 37-54.

Bahrami, H.;Razmjoo, J.; Jafari, A. o. (2012).**Effect of drought stress on germination and seedling growth of sesame cultivars (*Sesamum indicum L.*).** Int J Agric Sci. 2.423-8.

Bamrottya, M. M.; Patel, J. B.; Malav, A.;Chetariya, C. P.; Ahir, D and Kadiyara, J. (2016). **Genetic variability; character association and Path analysis in Sesame (*Sesamum indicum L.*).** Int. J. Agric. Sci.8(54):292-2916.

Banerjee, P. C and Kok. (2009). **Analysis of gentic architecture for som Physiological characters in sesame (*Sesamum indicum L.*)** Eu Phytica 168(1); 11-22. Dol 10. 1007/S10681-008-98716.

Baydar, H.; Turgut, I and Turgut, K. (1999). **Variation of certain characters and line selection for yield, oil and linolic acids in the Turkish sesame (*Sesamum indicum L.*) Populations,** Tr. J. Agric. Sci.23:431-441.

Bedawy, I. M and Mohamed, N. E. (2018). **Phenotypic and genotyPic variability in set of Sesame (Sesamum indicum L.) genotypes**. Egyptian. J. Agric.4(3):193-205.

Bedigian,D.(2003). **Evolution of sesame revisited: domestication, diversity and Prospects.** Genet Resour Crop Evol. 50:779-787.

Bedigian, D. (2004). **History and lore of sesame in Southwest Asia**. Econ. Bot. 58, 329–353.

Bhuiyan, M. S; Malek, M. A; Sarkar, M. A. Islam, M and Akram, M. W (2019). **Genetic variance and Performance of Sesame mutants for yield contributing characters. Malaysian.** J. Sustan. Agric.3(2):27-30.

Blum, A. (1988). **Plant breeding for stress environments**. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA., 212.

Boureima, S., Eyletters, M., Diouf, M., Diop, T.A and Van Damme, P. (2011). **Sensitivity of seed germination and seedling radicle growth to drought stress in sesame (*Sesamum indicum L.*).** Res. J. Environ Sci. 5, 557-564.

Bouslama, M and Schapaugh, W. T. (1984). **Stress tolerance in Soybean. Part 1. Evaluation of three screening techniques for heat and tolerance.** CroP Scie. 24: 933-937.

Brvce, C. B. (1910). **Degeneration, albinism and inbreeding**. Science. 28:454-455.

Cattivelli, F.; Rizza, F. W.;Badeck, E.;Mazzucotelli, A. M.; Mastrangelo, E.; Francia, C.; Mare,A. Tondelli; and stamca, A. M. (2008). **Drought tolerance improvement in crop Plants; an integrative view from breeding to genomics.** Fild crop Research. 105,114.

Chaudhari, H. K. (1971)a. **Heterosis or hybrid vigour**. ChaPter 8. PP. 119-135. In: H. K. Chaudhari, (ed). Elementary Principles of Plant breeding, Edition 2nd. Oxford and IBH Publishing CO. New delhi, Bombay, Caicutta. C

Chodak M, Golebiewski M, Morawska-Ploskonka J, Kuduk K, Niklinska M. (2015) **Soil chemical Properties affect the reaction of forest soil bacteria to drought and rewetting stress.** Ann Microbiol. 65:1627-37. Doi:10.1007/s13213-014-1002-0.

Cossgrove, D.J. (1989). **Linkage of wall extension with water and soluteuptake. Physiology of Cell Expansion During Plant Growth.** J. Cossgrove, and D. P. Knievel, ed. Am. Sci. Plant Physiology, Rockville, Md. PP. 88-100.

Costa, R.C. L. (2008). **Biochemical and Physiological responses in two (Vigna unguiculata L.) WalP. Cultivars under water stress.** Journal of Agronomy, V.7, N.1, P. 98-101.

Crow, J. F. (1948). **Alternative hypotheses of hybrid vigor**. Genetics, 33:477-487

Davenport, C. B. (1908). **Degeneration, albinism and inbreeding**. Science., 28, 454-455.

Desoky, E.S.M.; Alharbi, K.; Rady, M.M.; Elnahal, A.S.M.; Selem, E.; Arnaout, S.M.A.I.; Mansour, E.; Physiological, Biochemical, Anatomical, and Agronomic. (2023). **Responses of Sesame to Exogenously Applied Polyamines under Different Irrigation Regimes. Agronomy.**13, 875. httPs://doi.org/10.3390/agronomy13030875.

Dewey, J. R and Lu, K. H. (1959). **Correlation and Path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed Production.** Agron. J., 51, 515-518.

Dela, G. J. and Sharma, L. k.(2019). **Heterosis for seed yield and its comonents in sesame (Sesamum indicum L.).** Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry; 8(4): 1345-1351.

Dissanayake, I. A. J. K.(2017). **The impact of water deficit on the growth and yield Performance of sesame (*Sesamum indicum L.*): analysis through mathematical modelling.** PhD. Thesis. Queensland Univ. of Tech., Aust. and Univ. of Colombo, Sri Lanka, 266 PP.

Dodig, D.; Zoric, M.; Knezevic, D.; King, S.R.; and Surlan-Momirovic, G. (2008). **Genotypex environment interaction for wheat yield in different drought stress conditions and agronomic traits suitable for selection.** Australian Journal of Agricultural Research, 59: 536-545.

Dossa, K. (2016). **APhysical map of important QTLs, functional markers and genes available for sesame breeding Programs.** Physiol. Mol. Biol. Plants,22, 613-619.

Dossa, K.;Yehouessi, L. Li.;keng-Li-Ngue, B.; Diouf, D.; Liao, B.; Zhang, X.; Cisse, N.; Bell, J.(2017).**Comperehensive Screening of Some West and Center African Sesame GenotyPes for Drought Resistance Probing by Agromorphological, Physiological, Biochemical and Quality Traits.** Agronomy. 7- 83.

East, E. M. (1936). **Heterosis**.Genetics,25:375-397.

EL-Emery, M. I.; EL-Serogy, S. T and EL-Rabia, H. G. (1997). **Effect of irrigation and harvesting treatment on yield and quality of some sesame (*Sesamum indicum L.*) to irrigation. Indian.** J. Agron., 45(3): 613-616.

EL-Naim, A. M.; EL-Day, A.;Entisar, M and Awad, A. A. (2010). **Effect of plant density on the Performance of some sesame (*Sesamum indicum L.*) cultivars under rainfed conditions,** Res. J. of Agric. And Biol. Sci. 6(4):498-504.

EL-Samanody, M. K. M.; Samia, M.; EL-Marsafawy. and Rehab, H. K. A.(2010). **Impact of defict irrigation at different growth stages on some sesame varieties in uPPer Egypt**. J. Plant Production, Mansoura University, Vol. 1 (7): 857 – 871.

El-Soury, H. F.; El- Bashir, G and Ginaro, M. K. (2016).**Phenotypic and genotypic coefficients of variation and other growth attributes in Sesame genotype under rain-fed conditions.** J. Advances in Ager. Sci;2(3):79-84.

Eskandari, H. A and Amraie, A.A. (2015). **Development and maturation of sesame (*Sesamum indicum L.*) seed under different water regimes.** Seed Sci. and Tech., 43:269-272.

Falconer, D. S. and T. F. C. Mackay. (1996). **Introduction to Quantitative Genetics**. 4th edition. Longman. Essex. England.

Fazal, A.; Mustafa, H. S. B.; Hassn, E.; Anwar, M.; Tahir, M. H. N and Sadaqat, H. A. (2015). **Inter relationship and Path coefficient analysis among yield and yield related traits in Sesame(*Sesamum indicum L.*).** J. Nature and Sci. 13(5):27.32.

Fazal, A. F.A.; Khan, H.; Razzaq and Sadia, B. (2022). **Development of high-yielding sesame (*sesamum indicum* l.) Genotypes under drought stress conditions**. SABRAO Journal of Breeding and Genetics. 54: (5) 1090-1100.

Fazeli, F., Ghorbanli, M. and Niknam V. (2006) **Effect of drought on water relations, growth and solute accumualation in two sesame cultivars pak.** J. Bio.Sci.,9, 1829-1835.

Fernandez, G. C. J. (1992). **Effective selection criteria for assessing stress tolerance.** In: Kuo C. G. (Ed.), Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress, Publication, Tainan, Taiwan.

Fischer, R. A and Maurer, R. (1978**). Drought resistance in spring wheat cultivars.** 1.

Frick, W.; Akhiyarova, Veselov, G. D and Kudoyarova, G. (2004). **Rapid and tissue-specific changes in ABA and in growth rate in maize by molecular markers. I.** Yield. Components Theo. Appl. Genet. 99:280-288.

Geserto, G. G and Adare, Z. M. (2022). **Blended npsb fertilizer rates effect on growth; yield and yield component of Sesame (*Sesamum indicum L.*) varieties at konso**; J. of Sci. Res. UPd.3(2):50-63.

Getahun, Y. and Tewachew, B. (2024). **Evaluation of sesame (*Sesamum indicum L.*) varieties for drought tolerance using agromorphological traits and drought tolerance indices.** Article in PeerJ · January. DOI: 10.7717/Peerj.16840.

Gidey, Y. T.; Kebede, S. A andGashawbeza, G. T. (2013). **Assessment of genetic variability, genetic advance, correlation, and Path analysis for morphological traits in sesame genotypes,** Int. J. Plant Breed. Gent. 7(1): 21:34.

Gokulakrishnan, J.; Priya, B and Nirmalraj, R. (2018). **Studies on Pvc; Gvc; Heritability and Genetic advance in Sesame genotypes for yield and yield components.** Int. Res. J. Life. Sci.5(2):110-114.

Griffing, B. (1956). **ConcePt of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems.** Australian J. Biol. Sci., 9,463–493.

Golestani, M and Pakniyat, H. (2015**). Evaluation of traltsreleated to drought stress in sesame (*SesamumindicumL.*)genotypes.**J.Asian.Sci.Res.5(9):465-72.Doi: 10.18488/journal.2/2015.5.9/2.9.465.472.

Haibru, G.; Dash, M.; Pradhan, B.; Lenka, D and TriPathy, S. K. (2018). **Genetic Parametes of variability and association studies for yield and some capsule shattering traits in Sesame germplasm.** J. Pharmaco and Phytochem.7(5):585-590.

Hart, F. L and Fisher, H. J. (1971). **Modern food analysis.** Springer verlag New Yourk USA. J. Seidemann. P.519.

Hassan, M. S and Sedeck, F. S. H.(2015). **Combining Ability and Heterosis Estimates in Sesame.** World APPlied Scie. J. 33 (5): 690-698.

Hassanzadeh, M., A.; Ebadi, M.;Panahyan-e-Kivi, S. h.;Jamaati-e-Somarin, M.; Saeidi and GholiPouri, A. (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.

Hu, Y.; Liu, Y.; Tang, H.; Xu, Y and Pan, J.(2014**). Contribution of drought to Potential crop yield reduction in awheat-maiz rotation region in the north China Plian.** J Integr Agric. 13(7):1509-19.Doi:10.1016/S2095-3119(14)60810-8.

Hull, F. H. (1945). **Recurrent selection for specific combining ability in corn**. J. of Americ. Soci. of Agron., 37, 134-145.

Hukumch and Parameshwarappa, S. G. (2019). **Character association and Path analysis for quantitative traits in advanced breeding lines of Sesame (*Sesamum indicum L.*).** Int. J. Curr. Micr. APP. Sci.8(12):2980-2990.

Ibrahim, A and Khidir, E.(2018). **Correlation and path analysis for seed yield and its components in sesame (Sesamum indicum L.)**. Electronic Journal of Plant Breeding 9(4):1594

Imran M, Dash M, Das TR, Kabi M, Baisakh B, Lenka B (2017). **Studies on heterosis for yield and yield attributes in sesame (*Sesamum indicum L.*).** Studies 15:107-116.

Iqbal, A and DasguPta, T. (2015). **Genetic estimates of morphological traits and Phenotypic diversity in core collections of sesame (*Sesamum indicum L.*).** Indian Agric. 5: 61-69.

Islam, F.;Gill, R.A.;Ali, B.;Farooq, M.A.;Xu, L.;Najeeb, U and Zhou, W. (2016). **Sesame. In breeding Oilseed Crop for sustainable Production: Opportunities and Constraints.** Ed, GuPta, S.K. 135-147. Academic Press: Cambridge, USA.

Jamir, M. S.;Changkija and Chaturvedi, H. P. (2020). **Genetic variation in Sesame (*Sesamum indicumL.*) landraces of North east India.** J. Pharm and Phytochem.9(4):634-637.

Jeeva, G.; Saravanan, K.; and C. A. (2019). **Assessment of combining ability and standard heterosis through diallel analysis in sesame (*Sesamum indicum L.*).** Electronic Journal of Plant Breeding. 11 (2): 386-391.

Jinks, J. L. and R. M. Jones .(1958). **Estimation of the Components of herterosis. London.** Genetics 43: 223- 234.

Jiotode, D. J.; Khawale, V. S.; Sahu, N. K and Patel, D. (2015**). Response of Sesame varieties to different sowing datesa.** J. Res in biology. Sci. Agric and Techno.3(2):216-218.

Johnson, H. W.; Robinson, H. F and Comstock, R. E. (1955). **Estimates of genetic and environmental variability in Soybean.** Agron. J.47,314-318.

Jones, D. F. (1917). **Dominance of linked factors as a means of accounting for heterosis**. Genetics, 2, 466-479.

Kadvani, G.; Patel, J. R.; PrajaPati, K. P and Patel, P. J. (2020). **Estimation of genetic variability; heritability and genetic advance for seed yield and its attributes in Sesame(*Sesamum indicum L.*).** Int. J. Bios. Res and Stress Manage.11(3):219-224.

Kang, Y.;Sakiroglu, M.; Krom, N.; Stanton-Geddes, J.; Wang, M.; Lee, Y. C.; Young, N.D.; et al. (2015).**Genom-wied association of drought-related and biomass traits with HaPMaP SNPS in Medicago truncatula**. Plant, Cell Environ. 38,1997-2011.

Kassab, O.M.;Mehanna, 1H.M and Aboelill, 1A. (2012). **Drought Impact on Growth and Yield of Some Sesame Varieties.** Journal of Applied Sciences Research, 8(8): 4544-4551.

Kehie, T.; Shah, P.; Chaturvedi, H. P and Singh, A. P. (2020). **Variability correlation and Path analysis studies in Sesame (*Sesamum indicum L.*)genotype under foothill condition of Nagaland.** Int. J. Curr. Microbiology. App. Sci.9(5):2917-2929.

Khan, F. A.; Habib, S.; Sadaqat, H. A and Ahmad Basra, S. M.(2020). **Genetic diversity and identification of trait- specific accessions for drought stress from sunflower germplasm. Pakistan. J**. Agric. Sci.57(5):1236-1242.

Khayatnezhad, M.; Zaeifizadeh, M and Gholamin, R. (2010). **Investigation and Selection Index for Drought stress.** Australian J. of Basic and Appl. Sci., 4(10), 4815-4822.

KhuimPhukhieo, I.; Khaengkhan, P. (2018). **Combining ability and heterosis of sesamin and sesamolin content in sesame.** SABRAO J. Breed. Genet. 50(2): 180-191.

Komivi,D.; Mareme, N.; Achille, E.A.; Ndiaga, C and 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.

Kristin, A. S.; Senra, R. R.; Perez, F. I.; Enriques, B. C.; allegos, A.G.; Vallego, P. R.; Wassimi, N and Kelley, J. D. (1997). **ImProving common bean Performance under drought stress.** CroP Scie, 37, 43-50.

Kumar, N. A.; Tikka, S. B.; Dagla, M. C.; Ram, B. H. H and Meena, H. P. (2013). **Genotypic adaptability for seed yield and Physiological traits in Sesame (Sesamum indicum L.).** J. The Bioscan.8(4):1503-1909.

Kumar, N.; Tikka, S. B. S.; Bhagirathram. and Dagla, M.C. (2015). **Heterosis studies for agronomic trait under different environmental conditions in sesame (*Sesamum indicum L.*)**. Electronic J Plant Breed.; 6(1):130-140.

Kumar, V.; Bisen, R and Ranjithkumar, G. (2022). **Genetic variability studies for yield and its attributing traits in dark brown Sesame (*Sesamum indicum L.*).** J. Plant and Soil. Sci.28(8):43-49.

Lamkey, K. R.; and J. W. Edwards.(1998). **Quantitative genetics of heterosis**. pp. 31- 48. In: J. G. Coors, S. Pandey, (eds). The genetics and exploitation of heterosis in crops, ASA-CSSASSSA, Madison

Leng, G and Hall, J.(2019). **Crop yield sensitivity of global major agricultural countries to droughts and the Projected changes in the future.** Sci Total Environ.654:811-21. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.434.

Lenka, D and Mishra, B. (1973). **Path coefficient analysis of yield in rice varieties**. Indian J. Agric. Sci., 43, 376-379.

Leopold, A.C. (1990).**Coping with desiccation. In: stress response in Plant adaption and acclimation mechanism** is.PP. 37-56. Alscher, R.Gand J.R. cumming (eds). New York: wiley-Liss.

Li, Z. K.; J. L. Luo; D. L. Wang; Q. Y. Shu; R. Tabien; D. B. Zhong; C. S. Ying; J. W. Stansel; G. S. Khush and A. H. Paterson.(2001). **Over dominant, Epistasis loci are the Primary genetic basis of inbreeding depression and heterosis in rice**. I. Biomass and grain yield. Genetics, 158, 1737-1753.

Li, F.; Zhang, L andJi, H. (2020). **The specific W-boxes of GAPC5 promoter bound by Tawrky are involved in drought stress response in wheat.** Plant Sci 26:110460.

Madhusudhan, K.V and Sudhakar, C. (2023**). Differential responses of growth, antioxidant enzymes and osmolytes in the leaves of two groundnut (*Arachis hyPogaea L.*) cultivars subjected to water stress.** Journal of Stress Physiology & Biochemistry, Vol. 19, No. 3, 2023, PP. 110-124.

Madina, P. (2020). **Performance of Ten Varieties of sesame (*Sesamum indicum L.*) grown in billiri.** J. Sci.4(3):453-456.

Mahdy, R. E.; Gaber, D. A.; Hashem, M.; Alamri, S and Mahdy, E. E. (2022). **Improving Sesame (*Sesamum indicum L.*) seed yield through selection under infection of Fusarium oxysporum.** J. Plant.11(12):1-15.

Marzieh, K. Ahmad, G. and Habib, R. (2013). **Evaluation indicator of drought stress in different cultivars of sesame.** International Journal of Management Sciences and Business Research, ISSN (2226-8235) Vol-2, Issue 9.

Mather, K. (1949). **Biometrical Genetics. Dover Publication**, Inc., New York.

Menezes, C. B.; Ticona, C. A.; Tardin, F. D.; Cardoso, M. J.; Bastos, E. A.; Nogueira, D. W.; Portugal, A. F.; Santos, C. V and Schaffert, R. E. (2014). **Selection indices to identify drought tolerant grain sorghum cultivars.** Gene and Mole. Res.13(4):9817-9827.

Meyer, R. C.; O. Törjék; M. Becher; and T. Altmann.(2004). **Heterosis of biomass Production in Arabidopsis. Establishment during early development**. Plant Physiology, 134, 1813-1823.

Miranda Filho, J. B. (1999). **Inbreeding depression**. In COORS, J. G. & PANDEY, S. (Eds.), The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. ASA, CSS, and SSSA. Madison, Wisconsin, USA, 69-80

Mitra, J. (2001**). Genetics and genetic important of drought resistance in crop Plants.** current science, 80(6225), 758-763.

Mohanty, T. A.; Singh, U. K.; Kushwaha, N and Singh, D. (2020). **Study of genetic variability; heritability and genetic advance in Sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes.** J. Curr. Microbio and APP. Sci.9(2):347-356.

Mohammadi, R. (2018). **Breeding for increased drought tolerance in wheat: A review.** Crop pasture Sci. 69, 223–241. doi: 10.1071/CP17387.

Monpara, B. A. (2016). **Sesame germplasm evaluation for reproductive. Period and Harvest index.** Genetika. J.48(2):665-674.

Mourad, K. A.; Khalek, A.; Rasha, Y. S and Naguib, N. A. (2019). **Determination of genetic diversity in Sesame Zagazig.** J. Agric. Res.46(2):249-293.

Nadarajan, N and Gunasekaran. (2005). **Quantitative genetics and biometrical techniques in Plant breeding.** Kalyani Publishers, New Delhi.57-60.

Naghavi, M. R., Aboughadareh, A. P. and Khalili, M.(2013). **Evaluation of drought tolerance indices for screening some of corn (*Zea mays L.*) cultivars under environmental conditions**. Not. Sci. Biol., 5(3):388-393.

Natarajan N and Gunasekaran, M. (2005). **Quantitative genetics and biometrical techniques in Plant breeding.** Kalyani Publishers, New Delhi, 57-60.

Nayyar H.; Kaur S.; Singh S.; UPadhyaya, H.D. (2006). **Differential sensitivity of Desi (small-seeded) and Kabuli (large-seeded) chickpea genotypes to water stress during seed filling: effects on accumulation of seed reserves and yield,** J. Sci. Food Agr. 86, 2076–2082.

OPlinger, E.S.; Putnam, D.H.; Kaminski, A.nR.; Hanson, C.V.; Oelke, E.A.; Shulte, E.E.; Doll, J.D. (1997**). Alternative Food Crops Manual Sesame University of Wisconsin-Extension. University of Minnesota, Center for Alternative Plant and Animal Products and the Minnesota Extension Service.**

Painawadee, M.;Jogloy, S.; Kesmala, T.;Akkasaeng, C and Patanothai, A. (2009). **Identification of traits related to drought resistance in Peanut (*Arachis hyPogaea L.*).** Asian journal of Plant sciences. 8(2): 120-128.

Pandey, B. B.; Ratnakumar, P.; Kiran, B. U.; Dudhe, M. Y.; Lakshmi, G. S.; Ramesh, K.; and Guhey, A. (2021). **Identifying traits associated with terminal drought tolerance in sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes.** Frontiers in Plant Science. 12:739896. DOI 10.3389/fPls .739896.

Parameshwarappa, S. Gand Salimath, P. M. (2010). **Studies on combining ability and heterosis for yield and yield comPonents in sesame (*Sesamum indicum L.*).** Green Farming, 3: 91-94.

Patel, J and Mishra, A. (2021). **Plant aquaporins alleviate drought tolerance in Plants by modulating cellular biochemistry, root-architecture, and Photosynthesis**. Physiol. Plant. 172, 1030–1044.

Patel, J.; Khandwal, D.; Choudhary, B.; Ardeshana, D.; Jha, R.K.; Tanna, B.; Yadav, S.; Mishra, A.; Varshney, R.K and 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.

Patidar, B.; Tripathi, D.; Patidar, S.; Patidar, M.; Singh, Y and Kumari, G. (2020). **Genetic variability; heritability and genetic advance studies in sesame (*Sesamum indicum L.*).** J. Pharma and Phytochem.9(3):1679-1683.

Patil, R. Y.; Barhate, K. K.; Tagad,B. A.; Bhavsar, V. V and Girase, V. S. (2020). **Correlation Path analysis studies in Sesame.** Int. J. Curr. Microbiol. APP. Sci.9(12):972-983.

Pawar, A. K.; Aher, B.M.; Desale, C. S.; Desai, A. S.; and Monpara, B. A. (2016). **Heterosis and combining ability in sesame (*Sesamum indicum L.*).** *Advances Life Sci.,* 5(4): 1279-1284.

Pham, T.D.;The Nguyen, T.D.;Carlsson, A.S and Bui, T.M.(2010). **Morphological evaluation of sesame (*Sesamum indicum L.*) varieties from different origins.** Australian Journal of Crop Science 4(7):498-504.

Prajapati, N. N. (2010). **Combining ability for seed yield and its components in sesame (Sesamum indicum L.).** International Journal of Plant Science, 5: 180-183.

Pramitha, J. L.; Meenakumari, B.; Kumar, M and Natarajan, N. (2018). **Assessment of genetic diversity among identified testers aids in development of hybrids in sesame (*Sesamum indicum L.*).** J. Plant. Breed.9(2):631-637.

Puri, Y. P.; Qualset, C. O and Williams, W. A. (1982). **Evaluation of yield components as selection criteria in barley breeding.** CroP Sci., 22, 927–931.

Qureshi, M.; Mehmet, A.; Muharrem, G.; SandiP, K. B.; Bulent, U and Engin, Yol. (2023). **Assessment of drought tolerance of sesame germplasm with agronomic and quality traits.** CroP Science.63:2763–2777.

Rao, V. T.; Venkanna, V.;Bharathi, D and Badru, D. (2015). **Studies on character as so ciation and Path analysis in Sesame (*Sesamum indicum L.*)** an.Interatiin. J.10.3357-3358.

Ramirez, P.; and J. D. Kelly. (1998). **Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica**, 99(2), 127-136.

Reddy, M. V. R.; Singh, R and Khan, W. (2021). **Agronomic evaluation of spacing and nitrogen management Practices on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum L.*).** J. Asian. J. Microbiol. Bio. Tech.23(2):225-230.

Rehab, H. A.; Abdel-Rahmam,Salah, A.; Okasha,Ibrahim, M andElareny. (2019). **Correlation, Path coefficient analysis and genetic variability for assessment of yield and its components m F1 hyprid Population of sesame (*Sesamum indicum L.*)**. International Jounnal of Agriculture and Environmental Researoh. ISSN: 2455-0930. Volume: 05; ISSUE: 01 Januany – February.

Rosielle, A. A and Hamblin, J. (1981). **Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments.** CroP Sci. 21, 943-946.

Roy, B and Pal, A. K. (2019). **Selection criteria of Sesame by the study of correlation and Path coefficient analysis.** J. Plant. Sci.6(3):256-359.

Sabiel, S. A. I.; Ismail, M. I.; Abdalla, E. A and Osman, A. A. (2015). **Genetic variation in sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes grown in the semi-arid zone of the Sudan. Sabrao.** J. Breed and Gene.47(3):214-220.

Saha, S.; Begum, T and DasguPta, T. (2012). **Analysis of genotypic diversity in sesame based on morPhological and agronomic traits.** Conference on Int. Research on Food Security, Natural Resource Management, and Rural Development organized by Georg August Universitat Gottingen and University of Kassel-Witzenhausen, Germany.

shah ,C and Lalpantluangi;P. (2018). **Character association and path coefficient analysis in Sesame (Sesamum indicum L.) genotypes under foothill condition of Nagaland**. nt. J. Pharma .7(5):82-87.

Saha, S.; Barik, S and Kothari, S. K. (2023). **Genetic variability for yield and yield attributing traits in sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes under soil salinity stress.** J. Pharma and Phyto.12(1):101-104.

Sakhiya S. V. (2013**). Diallel analysis in sesame (*Sesamum indicum L.*).** M.Sc. (Agri.) thesis submitted to Junagadh Agricultural University.

Salunkhe, D. K.; Chavan, J. K.;Adsule, R. N.; Kadam, S. S.;Schmidt, P.; Hartung, J.;Bennewitz, J and Piepho, H. P. (2019). **Heritability in Plant breeding on a genotype-difference basis.** Genetics 212(4): 991-1008.

Saravanan, M.; Kalaiyarasi, R and Viswanathan, P. L. (2020). **Assessment of genetic variability; character association and Path analysis in F2 Population of sesame (*Sesamum indicum L.*).** Electronic. J. Plant. Breed.11(2):447-450.

SasiPriya, S.; Parimala, K.; Balram, M and Eswari, K. B. (2022). **Variability and character association in sesame (*Sesamum indicum L.*).** Int. J. The Pharama.11(1):299-302.

Saxena, K and Bisen, R. (2017**). Genetic variability studies in sesame (*Sesamum indicum L.*).** J. Plant and Soil. Res. Annals.9(2):210-213.

Schonfeld,M.A.;Johanson, R.C.; Carver, B.F and Mornhinweg, D.W.(1988). **Water relations in winter wheat as drought resistance indicator.** CroP Sci. 28: 526-531.

Sentisuba and Shah, P. (2021). **Genetic studies among sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes.** J. The Pharma.10(10):624-628.

Serraj, R and Sinclair, T.R. (2002). **Osmolyte accumulation: can it really help increase croP yield under drought conditions.** Plant Cell Environ, 25:333-341.

Shah, C and Lalpantluangi, P. (2018). **Character association and Path conefficient analysis in Sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes under foothill condition of Nagaland**. Nt. J. Pharma.7(5):82-87.

Shahinnia, F.; Le; Roy, J.; Laborde, B.;Sznajder, B.;Kalambettu, P.;Mahjourimajd, S.; Tilbrook, J and Fleury, D. (2016). **Genetic association of stomatal traits and yield in wheat grown in low rainfall environments.** BMC Plant Biol. 16 (1), 150.

Sharaby, N and Butovchenko, A. (2019). **Cultivation technology of Sesame seeds and its Production in the world Indin. Egypt.** Int. Sci. Agricut. Machinery. J.403(1):1-3.

Sharma, S.; Christine, E.; and Canman. (2011). **REV1 and DNA Polymerase zeta in DNA interstrand crosslink repair. Environmental and Molecular Mutagenesis.** 53 (9): 725-740.

Sheoran, R. K.; Chander, S.; Devi, S and Choudhary, R. R. (2022). **Trait association analysis for yield and attributing traits in sesame (*Sesamum indicum L.*) Indian.** J. Eco.49(4):1325-1328.

Siad, S. A.; Ismaan, H. N.; Isse, M. M.; Mohamud, A. O.; Islam, M. S and Mohamed, A. E. (2020**). Evaluation of new Sesame varieties for growth and yield Performance during deyr season in Afgoye.** J. Agric. Veter. Sci.13(5):58-61.

Silva, R. T.; Oliveira, A. B.; LoPes, N. F. Q.; Guimaraes, M. A and Dutra, A. S. (2016) **Physiological quality of sesame seeds Produced from Plants subjected to water stress.**RevistaCienciaAgronomica,V.47,N.4,P.643-648. Disponivelem:<httP://www.scielo.Php?script=sci_arttex&Pid=S806-66902016000400643&lang=Pt>. Acesso em:05jul.2017.

Singh R. K and Chaudhary, B. D. (1977).**Biometricol method in quamtitative genetic analysis.** Kamla Nagan, Delhi 110007. India.

Singh, B. D. (2010**). Plant breeding: Principles and methods**, 8th edn. Kalyani publishers, New Dehli Sreenivasulu N, SoPory S. K., Kishor, P. B. K. (2007). Deciphering the regulatory mechanisms of abioticstress tolerance in Plants by genomic approaches. Gene, 388, 1–13.

Singh, A.; Bisen, R and Tiwari, A. (2018). **Genetic variability and character association in sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes.** Int. J. Curr. Microbio and APP. Sci.7(11):2407-2415.

Sio-Se Mardeh, A.; Ahmadi, A.; Poustini, K.; and Mohammadi, V.(2006). **Evaluation of drought indices under various environment conditions.** Field CroPs Research, 98 (2-3): 222-229.

Snedecor, G. W and Cochran, W. G. (1981**). Statistical methods. Sixth (Edit). Iowa Stat.** Univ. Press. Ames. Iowa. U. S. A.

Soliman, F. H. S and Sadek, S. E. (1998). **Combining ability of new maize inbred lines and its utilization in the Egyptian hybrid Program.** Bull. Fac. Agric. Cario. Univ.50:1-20.

SPrague, G. F and Tatum, L. A. (1942). **General versus specific combining ability in single crosses of corn.** J. Amer. Soc. Agron., 34, 923-932.

Srikanth and Ghodke, M. K. (2022). **Correlation and Path analysis in sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes.** Int. J. Plant and Soil. Sci.34(18):228-235.

Sserumaga, J. P.; Beyene, K.; Pillay, A.; Kullaya, S. O.; Oikeh, S.; Mugo, L.; Machida, I.; Ngolinda, G.; Asea, J.; Ringo, M.; Otim, G.; Abalo and Kiula, B. (2018). **Grain-yield stability among tropical maize hybrids derived from doubled-haploid inbred lines under random drought stress and optimum moisture conditions.** Crop and Past. Sci.69(7):691-702.

Stavridou, E.;Lagiotis, G.;Kalaitzidou, P.; Grigoriadis, I.;Bosmali, I.;Tsaliki, E.;Tsiotsiou, S.; Kalivas, A.; GanoPoulos, I and Madesis, P. (2021). **Characterization of the genetic diversity Present in a diverse sesame landrace collection based on Phenotypic traits and EST-SSR markers coupled with an HRM analysis.** Plants 10(4): 656. httPs://doi.org/10.3390/Plants10040656.

Takele, F.; Lule, D and Alemerew, S. (2021). **Correlation and Path coefficient analysis for yield and its related traits in sesame(*Sesamum indicum L.*) genotypes.** J. Agric Veter. Sci.9(1):52-64.

Talebi, R.; Ensafi, M.; Baghebani, N.; Karami, E.; and Mohammadi, K. (2013). **Physiological responses of chickpea (*Cicer arietinum*) genotypes to drought stress.** Environmental and ExPerimental Biology, 11:9–15.

Tavares, L. C. (2013). **Desempenho de sementes de soja sob deficiencia hydric rendimente qualidide fisiologicald agracao F1.** Ciencia Rural, v.43, n.8, P.1357-1363.

TcileP, W. M.; El-Khalek, A.; Rasha, Y. S and El-Satar. (2018). **Morphological and molecular variability for some Sesame genotypes.** J. Zagazig of Agric. Res.45(5):1571-1580.

Tea, I.;Genter, T.;Naulet, N.; Boyer, V.;Lummerzheim, M and Kleiber, D. (2004). **Effect of foliar sulfur and nitrogen fertilization on wheat storage Protein composition and dough mixing Properties.** Cereal Chem., 81: 759-766.

Thouseem, N; Arya, K; and Gayathr, G.(2022).**Correlation and path analysis for seed yield and its attributing traits in white seeded Sesame (Sesamum indicum L.)**. pharma Innovation.J.11(7):1293-1297.

Tidke, S. S.; Ghuge, S. B.; Wankhade, M. P.; Sutar, D. S and Autade, A. D. (2018). **Path analysis studies for quantitative traits in sesame (*Sesamum indicum L.*).** Int. J. Plant. Sci.13(1):51-54.

Tigabu, E. F.; Million and Afework, A. (2021). **Genetic variability; and heritability and genetic advance of ten Sesame.** Int. J. Agric. Vet. Sci.3(7):60-65.

Tripathy, S. K.; Mishra, D. R.; Mohanty.; Kartik, C. h.; Pradhan, K. R.; Reshmi Raj, M. R.; Mohanty, P. M.; Mohapatra, S.; Dash and Panda, S. (2016). **Revealing nature of gene action of morpho-economic traits in sesame (*Sesamum indicum L.*).** *Int. J. current Agric. Sci.,* 6(6): 58-61.

Turner, N. C. (1979**). Drought resistance and adaption to water deficits in crop plants.** Mussell, H. C. R. staples (eds). Stress Physiology in crop plants. New York, USA, 343-372.

Ukaan, S and Ogbonna, P. (2012). **Genetic variability and character association in sesame (*Sesamum indicum L.*) accessions.** Int. J. Plant. Breed.6(2):139-143.

Umamaheswari, S.; Suganthi, S.; Sathiskumar, P and Kamaraj, A. (2019**). Genetic variability; correlation and Path analysis insesame (*Sesamum indicum L.*).** Plant Archives. J.19(2):4543-4548.

Uzun, B; Yol, E; and Furat, S. (2013).Genetic **advance; heritability and inheritance in determinate growth habit of Sesame**.J. Australian of Crop Sci. 7(7): 978-983.

Vaithiyalingam, M. (2015**). Combining ability analysis for yield and yield components in sesame (Sesamum indicum L.) genotypes**. Elect. J. Plant Breed., 6(4) : 950-955

Venkataiah M.; and Rao, M. P. (2015). **Genetic studies for the exploitation of heterosis in sesame (*Sesamum indicum L.*).** SABRAO J. Breed. Genet. 47(3): 231-237.

Vidhyavathi, R., Manivannan, N. and Muralidharan, V. (2005). **Line x Tester analysis in sesame (*Sesamum indicum L.*).** Indian J. Agric. Res., 39:225 -228.

Vishnuvardhan, A.R.; Parimala, K and Rao, P. V. (2015**).Explotiation of hybrid vigour in sesame (*Sesamum indicum L.*).** Electronic Journal of Plant breeding, 6(1): 125-129.

Virani, M.B.; J.H. Vachhani; V.H. Kachhadia; R.M. Chavadhari and Mungala, R. A. (2017). **Heterosis studies in sesame (*Sesamum indicum L.*).** Elec. J. of Plant Breed, 8(3): 1006-1012.

Wang, C.; Yang, A.; Yin, H and Zhang, J. (2008). **Influence of water stress on endogenous hormon contents and cell damage of maize seedlings.** Integr. Plant. Bio.50:427-437.

Wang, Hao.; John, D.; Nagy.; Olivier Gilg.; Yang Kuang. (2009). **The roles of Predator maturation delay and functional response in determining the Periodicity of predator–prey cycles.** Mathematical Biosciences. 221: 1–10.

Wang, L.; Zhang, Y.; Li, P.; Wang, X.; Zhang, W.; Wei, W and Zhang, X. (2012). **HPLC analysis of seed sesamin and sesamolin variation in a sesame germplasm collection in China.** J. Am. Oil Chem. Soc.8,1011-1020.

Wattoo, F. M.; Saleem, M.; Ahsan, M.; Sajjad, M and Ali, W. (2009**). Genetic analysis for yield potential and quality traits in Maize (*Zea mays L.*).** Am. - Eur. J. Agric. Environ. Sci., 6(6), 723-729.

Weiss, E. A. (2000). **Sesame, Oilseed Crops**. Longman Inc., New York, pp: 131-164.

Williams, W. (1959). **Heterosis and the genetics of complex characters**. Nature (London), 184, 527-530.

Wright, S. (1921). **Correlation and causation**. J. Agric. Res., 20, 557-585.

Wynne J. C.; D. A. Enevy; and P. W. Rice. (1970). **Combining ability estimation in Arachis hypogea. II – Field Performance of F_1 hybrids.** CroP Sci. 1, 713-715.

Yadav, R.S.; Hash, C.T.; Bidinger, F. R.; Devos, K.M and Howarth, C. J.(2004). **Genomic region associated with grain yield and aspects of post flowering drought tolerance in peral millet across environments and tester backround.** Euphytica, 136,265-277.

Yadav, M.; Chaudhary, D.;Sainger, M and Jaiwal, P. K. (2010). **Agrobacterium tumefaciens-mediated genetic trans formation of sesame (*Sesamum indicum L.*).** Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 103(3), 377-386.

Yadav, R.; Kalia, S.; Rangan, P.; Pradheep, K.; Rao, G. P.; Kaur, V.; Pandey. R.; Rai, V.; Vasimalla, C. C.; Langyan, S.; Sharma, S.; Thangavel, B.; Rana, V. S.; Vishwakarma, H.; Shah, A.; Saxena, A.; Kumar, A.; Singh, K.; and Siddique, K. H. M. (2022). **Current Research Trends and Prospects for Yield and Quality Improvement in Sesame, an Important Oilseed Crop.** Front. Plant Sci. 13:863521. doi: 10.3389/fpls.2022.863521.

Zahran, H. A.; Abd-Elsaber, A and Tawfeuk, H. Z. (2020). **Genetic diversity; Chemical composition and oil characteristics of six Sesame genotypes.** Ocl. J. Res. Agric.27(39):1-10.

.

Abstract

The field study was conducted during the growing seasons (2021, 2022, 2023) in Qurhata research station affiliated to the general commission fir scientific agricultural research, in order to study the genetic behavior for traits correlated with imProving drought tolerance for sesame Plant with conservation of Procuction caPacity. In the first season, 11 mutagenic strains of sesame were cultivated with two local varieties adoPted as controls, with the aim of studying their resPonse to the conditions of water stress aPPlied from the middle of the flowering Phase until the beginning of caPsule formation on the Plant. The exPeriment was carried out according to the design of random whole sectors (RCBD), in the order of sPlinter Pieces, in three rePlicates. The results of the statistical analysis showed significant differences (P≤0.05)in the average characteristics of each of the number of days to flowers, the number of days until comPlete riPening, the height of the Plant, and the number of branches in the Plant. Likewise, there are moral differences (P≤0.05) in the average characteristics of the seed mule. The length of the caPsule, the number of caPsules in the Plant, the number of seeds in the caPsule, the number of seeds in the Plant, the weight of the thousand seed, the vital yield, the seed yield between the transactions, the genetic style, and the interaction The mutual between them, as water stress caused a moral decline in these qualities, while the differences were at the height of the first branch and the height of the first non -moral caPsule. The results of the statistical analysis of the criteria bearing stress also indicated the Presence of moral differences (P≤0.05) between the genetic models, where the results indicated the suPeriority of the genetic models Hourani 11 and the Marwood witness Zoori in the average seed boiler under the circumstances of each of the Meroitic witness and water stress, and is classified accordingly in GrouP A. While the genetic models Hourani 9, and Hourani 8 failed to give an average high Productivity under the circumstances of the two transactions, and accordingly they are classified within the grouP D. And what was confirmed is that the guide to endure water stress was the highest moral in the models genetics Hourani 11, and the witness Zuri and without moral differences between them (806.2, 688.1, resPectively), while the lowest moral among the genetic models Hourani 9, the witness Hourani, and Hourani 8 and without moral differences between them (176.2, 218.1, 273.8 resPectively). The engineering average of Productivity was the highest moral among the genetic models Hourani 11, and the witness Zuri and without moral differences between them (1816, 1677, resPectively), while the lowest moral among the genetic models Hourani 9, Hourani, Hourani 8 and without moral differences between (849, 945, 945, 1055 resPectively).

The results showed the dominance of the non-cumulative genetic act in the Productive traits studied and therefore these traits were under the influence of the suPer-dominance of genes, excePt for the trait of the weight of a thousand seeds under control conditions and stress, and the characteristics of the number of seeds in the Plant and the biological yield under conditions of water stress. The results showed that the P3 strain is the best strains because it is distinguished by the general ability of the coalition for each of the characteristics of the caPsule, the number of caPsules in the Plant and the number of seeds in the Plant and the sowing mule. A camel bearing the characteristic of the sPecial ability to the coalition has also been accessed to the seed of the seed: P4 x P5, P3 x P5, P1 x P3, P1 x P2. And in relation to showing the degree of inheritance high values, the method of semi -exchange and election can be followed to imProve all traits under the conditions of water stress. The results also showed the Presence of strains with a general caPacity on the coalition under the conditions of stress, including the P2 strain to reciPe the length of the caPsule, the P3 strain for the length of the caPsule and the number of caPsules in the Plant and the number of seeds in the Plant and the seed yield, the P4 strain to reciPe the length of the caPsule, and the valley P6 to reciPe the length of the caPsule and vital yield. The results also showed the Presence of hybrids bearing the highly moral Positive effects desired under stress conditions: P1 x P2 for the reciPe of the caPsule, P3 x P5 for the reciPe of the number of caPsules in the Plant and the number of seeds in the Plant: P4 x P5, P3 x P5, P1 x P3, P1 x P2 For seed yields, P2 x P5, P2 x P6 for biomass, and can be counted Promising camels, Consequently, the results showed the Possibility of taking advantage of the isolationist generations of this camel with the aim of designing election Programs for grated breeds of sesame. The results showed the Possibility of introducing the P3 strain in the develoPment of sesame yields under stress conditions to be distinguished by a good general ability to the coalition for the looting attribute. And the entry of camel P4 x P5, P3 x P5, P1 x P3, P1 x P2 in Productive efficiency exPeriences under the stressful conditions for enjoying a sPecial caPacity for the highly morally Positive coalition

Keywords: Water stressd useful for the seed of the seed. Sesame.

The Syrian Arab RePublic

Damascus University

Faculty of Agriculture

DePartment of Field CroPs

Evaluating the Genetic Behavior of Traits Associated with Drought Tolerance in Sesame with Maintaining the Production CaPacity

This Thesis has been submitted in Partial fulfillment of Ph. D Degree In Field CroPs Sciences

PrePared by:

Reem Ayed Al-EEd

SuPervised by:

Dr. Majeda Al-Ruwaili
Researcher
DePt. of Maize Res.
G.C.S.A.R
(Co-suPervisor)

Dr. Hussain Almahasneh
Damascus University
Faculty of Agriculture
DePartment of Field CroPs
(Chairman)

2024
1446