دراسة التأثيرات عبر الأجيال لبذور الحمص المعرضة سابقًا لإجهاد الجفاف وتأثيرها على نموه وإنتاجيته

عبير أسعد الهمة [1] لينا ممدوح النداف[2] جمانة محمود الدياب[3]

تواجه نباتات المحاصيل العديد من الإجهادات غير الحيوية ويعد الجفاف من أكثر هذه الإجهادات تأثيراً على نمو النبات وإنتاجيته كما يُعد فهم تأثير تعرض الأجيال السابقة للجفاف على المؤشرات المورفولوجية والإنتاجية للنسل خطوة جوهرية نحو بناء أنظمة زراعية أكثر استدامة ومرونة. نفّذ البحث في قرية أم العمد الواقعة شرق مدينة حمص خلال الموسم الزراعي (2022–2023) بهدف دراسة تأثير الإجهاد الجفافي السابق في المؤشرات المورفولوجية(ارتفاع النبات، ارتفاع أول قرن، عدد الفروع على النبات) والإنتاجية(عدد القرون المتشكلة على النبات الواحد، عدد البذور الناتجة من النبات الواحد، عدد ووزن البذور في القرن الواحد، الغلة البذرية ، الغلة الحيوية، غلة القش، دليل الحصاد) للنسل والصفات النوعية لبذوره (النسبة المئوية للبروتين والرماد) وذلك لأربعة طرز من الحمص (ILC3279،غاب4، غاب5، البلدي الربيعي) كل طراز منها كان قد تمت معاملته في الموسم السابق بمعاملتي ري، معاملة إجهاد جفافي(الري عند مستوى رطوبة 40 % من السعة الحقلية) ومعاملة غير مجهدة (الري عند مستوى رطوبة 75%من السعة الحقلية). صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاث مكررات لكل معاملة.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي ($P\leq0.05$) تفوق نسل النباتات المجهدة معنوياً على نسل النباتات غير المجهدة في المؤشرات التالية:1–عدد البذور بالقرن الواحد: حيث سجل النسل المجهد زيادة معنوية مقارنة بالنسل غير المجهد 2–وزن البذور في القرن الواحد

:لوحظ ارتفاع في وزن البذور في النسل المجهد3–دليل الحصاد :تحسن دليل الحصاد في النسل المجهد، مما يشير إلى زيادة كفاءة الإنتاجية 4 –النسبة المئوية للبروتين في البذور :سجل النسل المجهد زيادة في نسبة البروتين، مما يعكس تحسنًا في القيمة الغذائية 5–النسبة المئوية للرماد في البذور :ارتفعت نسبة الرماد في النسل المجهد، مما قد يشير إلى تغيرات في التمثيل الغذائي للمعادن، بينما تفوق النسل غير المجهد على النسل المجهد بالمؤشرات التالية: ارتفاع النبات، عدد الفروع على النبات، عدد القرون المتشكلة على النبات الواحد، عدد البذور الناتجة من النبات الواحد، الغلة البذرية والحيوية، غلة القش .

الكلمات المفتاحية:الحمص، الجفاف، الوراثة فوق الجينية، النسل المجهد، ذاكرة الإجهاد.

(1) طالبة ماجستير ,قسم المحاصيل الحقلية ,كلية الهندسة الزراعية ,جامعة حمص.

(2) أستاذ مساعد ,قسم المحاصيل الحقلية ,كلية الهندسة الزراعية ,جامعة حمص.

(3) أستاذ مساعد، قسم التحكم والحواسيب ،كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية ،جامعة حمص .

Study of the transgenerational effects of chickpea seeds previously exposed to drought stress and impact on their growth and productivity

Abeer Asaad Al-Hima[1] Lina Mamdouh Alnaddaf[2] Joumana Mahmoud Diab[3]

Abstract:

Crop plants face numerous abiotic stresses, with drought being one of the most influential on plant growth and productivity. Understanding the impact of previous generations' exposure to drought on the morphological and productivity traits of offspring is a fundamental step towards building more sustainable and resilient agricultural systems. The research was carried outin the village of Umm Al-Amad, east of Homs during the growing season (2022-2023)with the aim of studying the impact of previous drought stress on the morphological(plant height, first pod height, number of branches) and productivity(number of pods per plant, number of seeds per plant, number and weight of seeds per pod, seed yield, biological yield, hay yield, harvest index) indicators of offspring, as well as the qualitative traits of their seeds (percentage of protein and ash), This study examined four chickpea cultivars (ILC3279,GAB4,GAB5,Local spring)each type had been treated in the previous season with two irrigation treatments: a drought stress treatment (irrigation at a humidity level of 40% of the field capacity)

and a non-stress treatment (irrigation at a humidity level of 75% of the field capacity).

The experiment was laid out using completely randomized block design (RCBD) with three replicates for each treatment.

Statistical analysis results ($P \leq 0.05$) showed that the offspring of stressed plants were significantly superior to the offspring of non-stressed plants in the following Indicators: Number of seeds per pod: The stressed offspring recorded a significant increase compared to the non-stressed offspring, Weight of seeds per pod: An increase in seed weight was observed in the stressed offspring, Harvest index: The harvest index improved in the stressed offspring, indicating an increase in production efficiency. Protein percentage in the seeds: The stressed offspring recorded an increase in the protein percentage, reflecting an improvement in the nutritional value, Ash percentage in the seeds: The ash percentage increased in the stressed offspring, which may indicate changes in mineral metabolism. While the offspring of non-stressed plants were significantly superior to the offspring of stressed plants in the following indicators: Plant height , Number of branches per plant , Number of pods per plant , Number of seeds per plant , Seed and Biological yield ,hay yield.

Keywords: Chickpea, drought, epigenetics, stressed offspring, stress memory.

(1) Master's Student, Dept. of Field Crops, College of Agriculture Engineering , Homs University.

(2) Associate professor, Dept. of Field Crops, College of Agriculture Engineering, Homs University.

(3) Associate professor , Dept. of Automatic Control and Computers, College of Electrical and Mechanical Engineering, Homs University.

أولاً :المقدمة والدراسة المرجعيةIntroduction and Literature Review:

يعد الحمص (Cicerarietinum L.) ثالث أهم محصول بقولي في العالم بعد الفول والبازلاء ويزرع في حوالي 44 دولة حول العالم [1]. بلغت المساحة المزروعة بالحمص في سورية عام 2022 حوالي 55200 هكتارا أنتجتّ 20000 طنا بإنتاجية تقدر نحو 400 كغ/هكتار [2]. ويعد إجهاد الجفاف هو المعوق الرئيس الثاني لإنتاجية الحمص بعد الأمراض [3]. حيث يؤدي إلى التأثير على العديد من العمليات الحيوية والفيزيولوجية على مستوى الخلية والنبات ككل، بدءًا من استطالة الخلايا النباتية وصولًا إلى عمليتي التمثيل الضوئي والتنفس [4]. في حين أن الإجهاد الناجم عن الجفاف له آثار سلبية على إنتاجية النباتات، فإنه يترك بصمات يمكن أن تنتقل إلى النسل، مما يؤثر على نموه وإنتاجيته [5] .

تعود بعض التغييرات الناجمة عن الإجهاد إلى حالتها الأساسية؛ ومع ذلك، فإن بعض هذه التغييرات مستقرة وقابلة للتوريث، وتُسمى "ذاكرة الإجهاد" الجينية [6].

تُبذل جهود لفهم الأساس الميكانيكي لذاكرة الإجهاد، وتشير الأدلة المتزايدة إلى انتقال التجارب السابقة على شكل علامات وراثية فوق جينية، ويعرف معظم علماء الأحياء الجزيئية "علم الوراثة فوق الجينية" على أنه دراسة التغيرات الوراثية، التي تحدث خلال الانقسام الخلوي المتساوي أو المنصف، وتؤثر على وظيفة الجينات، والتي لا يمكن لتسلسل الحمض النووي تفسيرها[7].

يُعد كل من مثيلة الحمض النووي وتعديلات الهيستون من أكثر التغيرات شيوعًا التي تتوسط التنظيم الجيني، وبالتالي تنظيم التعبير الجيني [8].

كما أفاد ليو وآخرون [9] (2021) بارتباط الحمض النووي الريبوزي الصغير بالتأثيرات عبر الأجيال لإجهاد الجفاف حيث تنظم جزيئات الحمض النووي الريبوزي الصغيرة، أو ما يُعرف بالميكرورنا (miRNAs)، التعبير الجيني في مسارات الإشارات والنمو الأخرى، وقد أُفيد بأن إجهاد الجفاف يُحفز التعبير عن الميكرورنا، مما يُشير إلى إمكانية استخدامها في تحسين تحمل النباتات.

تحدث مثيلة الحمض النووي بشكل ثابت عند موضع الكربون−5 في بقايا السيتوزين تحت تأثير الميثيلاز، لا يتغير تسلسل الحمض النووي للجينات، ولكن تتغير وظيفة الجين استجابةً للمنبهات البيئية الخارجية، عادةً ما تُورث هذه الطفرة إلى الأجيال القادمة لتكوين ذاكرة وراثية [10].

تشمل تعديلات الهيستون، الحفاظ على مستوى عالٍ من نوكليوسومات الهيستون الثلاثية الميثيل(H3K4me3) وبوليميراز الحمض النووي الريبوزي (Ser5P RNA Polymerase II) على جينات ذاكرة الإجهاد أثناء التعافي، على الرغم من أن مستوى نسخ هذه الجينات يقل أثناء التعافي، إلا إن هذه العلامات فوق الجينية تحافظ على استعداد الخلية لإعادة تفعيل الجينات بسرعة إذا تكررت ظروف الإجهاد مرة أخرى [11].

أجريت تجربة في قرية جندر – ناحية حسياء في محافظة حمص(2021) لدراسة تأثير إجهاد الجفاف في الصفات الإنتاجية والبيوكيميائية لأربعة طرز وراثية من الحمص(غاب4، غاب5،البلدي الربيعي، السلالة ILC 3279) عند مستويين من الإجهاد الجفافي 75% من السعة الحقلية و 40% من السعة الحقلية، وتقدير مدى الضرر الناجم عن إجهاد الجفاف بفعل الجذور الحرة وقياس نشاط الأنزيمات المضادة للأكسدة وتأثرها بالصفات الصنفية تحت تأثير إجهاد الجفاف في مرحلتي الإزهار والنضج لتحديد مؤشرات بيوكيمائية

مميزة للطرز المدروسة والمرتبطة بتحسين مستوى التحمل لإجهاد الجفاف. أظهرت النتائج تراجعاً معنوياً في جميع الصفات الشكلية المدروسة كارتفاع النبات وارتفاع أول قرن وعدد الفروع والإنتاجية كعدد القرون على النبات ، عدد البذور في القرن، وزن البذور في القرن ، عدد البذور على النبات ، وزن ال100 بذرة، وتراجعت الغلة البذرية والغلة الحيوية وغلة القش ودليل الحصاد للنبات الواحد، كما تراجع محتوى الأوراق المائي في مرحلتي الإزهار والنضج، وسبب إجهاد الجفاف تراجعاً في بعض الصفات البيوكيميائية كجزيئات الكلوروفيل بنوعيه A,B، والكاروتينات ،كما سبب من ناحية أخرى ازدياداً في بعض الصفات البيوكيميائية الأخرى كالبرولين ، السكريات الكلية، بيروكسيد الهيدروجين ومالون داي ألدهيد ، وازداد في مرحلة الإزهار نشاط سوبر أكسيد ديزموتاز وأنزيم الكاتلاز وأنزيم أسكوربات بيروكسيداز [12].

في دراسة أجريت في المنطقة الوسطى من سورية (2020) لتقييم تأثير الإجهاد الجفافي الناتج عن قطع مياه الري عن المحصول عند تشكل أول زهرة أي قبل الإزهار الكامل بعشرة أيام في إنتاجية أصناف مختلفة من الحمص أثر الإجهاد الجفافي الحقلي سلبياً في جميع المؤشرات المدروسة ، حيث تراجع كل من الوزن الجاف للمجموع الخضري ، و مؤشري مساحة المسطح الورقي وعدد الأوراق، كما تراجعت مؤشرات النمو الآتية: ارتفاع النبات ، معدل نمو المحصول ، معدل النمو النسبي ، إنتاجية التمثيل الضوئي ، المساحة النسبية للأوراق ، ولوحظ تباين واضح بين الأصناف المدروسة في هذه المؤشرات. وعموماً حقق الصنفان غاب5 و غاب4 أقل المعدلات في التراجع مقارنةً بالأصناف الأخرى[13].

في دراسة [14] أجريت في المنطقة الوسطى من سوريا(2023) لتقييم 14 طراز وراثي من الحمص لتحمل الجفاف في مرحلتي الإنبات (في المخبر) وفي النبات الكامل خلال مرحلة الإزهار وانتخاب السلالات الأبوية وإجراء التهجين نصف التبادلي بينها، وتقييم سلوكيتها مع الهجن الفردية الناتجة عنها، أظهرت نتائج التجربة الحقلية في الموسم الأول أن الإجهاد

الجفافي في مرحلة الإزهار سبب تناقص جميع المؤشرات المدروسة لمتوسط جميع الطرز الوراثية بنسب متباينة، فقد تناقص ارتفاع النبات 18.26% ، وارتفاع أول قرن بنسبة 16.58%،والوزن الجاف للنبات بنسبة 26.68%، وعدد القرون في النبات بنسبة 21.34%، وعدد البذور في النبات 35.13%، والغلة البذرية 46.60%، والغلة الحيوية 39.89%،ونسبة البروتين 19.04%.

نفذت دراسة[15] في سوريا (2020) لتقييم 28 طرازاً وراثياً من الحمص بالإضافة إلى الصنفين غاب 4 وغاب 5 كشاهدين في ظروف إجهاد الجفاف، فأظهرت نتائج الارتباط المظهري والوراثي وجود ارتباط موجب عالي المعنوية بين الغلة البذرية وكل من عدد القرون المتشكلة على النبات، وعدد البذور المتشكلة على النبات ووزن المئة بذرة وارتفاع النبات وسالبة عالية المعنوية مع عدد الأيام حتى الإزهار وعدد الأيام حتى النضج في تجربة إجهاد الجفاف، وإن صفة عدد القرون في النبات من أكثر الصفات المساهمة في الغلة بتأثير مباشر موجب تلتها صفة المائة بذرة.

في دراسة أجريت في الهند [16] (2020) لدراسة تأثير التحضير البارد لبذور الحمص على تحمل النبات لانخفاض درجة الحرارة خلال مرحلة الإخصاب حيث تم تحضير بذور الحمص (من النمط الجيني GPF2 الحساس للبرد) في ظروف باردة عند درجة حرارة 5±1 درجة مئوية في الظلام لمدة 30 يومًا، تلاها تجفيف تدريجي بالهواء عند درجة حرارة 15 درجة مئوية حتى يصل محتوى الرطوبة الأصلي (11–13%) حيث افترضت الدراسة أن تعرض بذور الحمص لدرجة حرارة منخفضة سيحفز القدرة على تحمل انخفاض درجة الحرارة في مرحلة لاحقة، نظرًا لأن النباتات تمتلك ذاكرة إجهاد، أوضحت النتائج أن النباتات أظهرت تحسنًا ملحوظًا في وظائف حبوب اللقاح والمياسم، مما أدى إلى تحسن ملحوظ في عدد القرون ووزن البذور من النبات الواحد، ويُحتمل أن تكون فوائد التهيئة للبرودة مرتبطة بتحسين وظائف الأوراق مما زاد من تركيز السكروز في الأوراق لدعم الوظيفة التكاثرية، إلى جانب تعزيز القدرة المضادة للأكسدة وإنتاج المواد الواقية من الضغط الأسموزي، والتي كانت أعلى بكثير في النباتات المعرضة لدرجة حرارة منخفضة والمزروعة من بذور مُهيئة للبرودة، مقارنةً بالشاهد.

أجريت دراسة[17] في الهند(2023) بهدف فحص استجابة أربعين نمطًا وراثيًا من الحمص لإجهاد الجفاف من خلال مؤشرات الغلة ومؤشرات فيزيولوجية وبيوكيميائية مختلفة، أوضحت النتائج أن الأنماط الجينية المتحملة قد احتفظت بمحتوى مائي نسبي أعلى ومعدل تمثيل ضوئي أعلى و محتوى أعلى من الكلوروفيل والسكر والبرولين، مع تعزيز أنشطة إنزيمية مضادة للأكسدة، وفيما يتعلق بمؤشرات الغلة فقد حققت الأنماط الجينية المتحملة غلة بذور أعلى لكل نبات، وعدد قرون أعلى، وغلة بيولوجية أعلى لكل نبات.

بينت نتائج دراسة أجريت [18] (2023) في الهند بهدف دراسة الاستجابات المورفو-فيزيولوجية والبيوكيميائية والأيضية الناتجة عن الجفاف لصنفين من الحمص أحدهما متحمل للجفاف والآخر متوسط التحمل، في ثلاث سعات حقلية (100% من السعة الحقلية، 50% من السعة الحقلية، و25%من السعة الحقلية)، انخفاض المؤشرات المورفولوجية مثل طول الساق وعدد الفروع وعدد الأوراق والغلة مع زيادة مستوى الجفاف، بينما ازدادت خصائص أخرى، مثل طول الجذر وعدد الأزهار وعدد القرون مع تقدم إجهاد الجفاف، كما انخفضت المعايير الفسيولوجية مثل محتوى الماء النسبي ومحتوى الكلوروفيل في كلا الصنفين مع انخفاض السعة الحقلية، في حين ارتفعت المعايير البيوكيمائية مثل البرولين والسكر وأنزيمات سوبر أكسيد ديسميوتاز والكاتالاز وأسكوربات بيروكسيداز مع زيادة الإجهاد الناتج عن الجفاف.

أجريت دراسة[19] في إيران(2013) لمعرفة تأثير إجهاد الجفاف على المحصول والمحتوى المائي النسبي في ستة عشر صنفاً من الحمص، أوضحت النتائج أن تأثير إجهاد الجفاف على محصول البذور والغلة الحيوية وعدد الفروع الثانوية والمحتوى المائي النسبي كانت معنوية جداً، لم يتأثر وزن 100 بذرة وعدد الأيام حتى ملء القرون بإجهاد الجفاف النهائي في هذه الدراسة، كما كان للغلة الحيوية وعدد الأفرع الثانوية ووزن 100 بذرة ارتباط معنوي موجب مع الغلة البذرية.

نفذت دراسة[20] (2002) في الهند لدراسة تأثير تعريض بذور الحمص للجفاف الناتج عن تحضير البذور باستخدام المانيتول (4٪) والماء في استجابتها لظروف إجهاد الجفاف اللاحقة الناتجة عن 15٪ بولي إيثيلين جليكول، أظهرت الشتلات التي يبلغ عمرها سبعة

أيام نمواً أكبر بثلاثة إلى أربعة أضعاف فيما يتعلق بطول الجذر والبراعم مقارنة بالشتلات التي تم الحصول عليها من بذور غير محضّرة.

ثانياً–مبررات البحث Research Justification:

نظراً للأهمية الزراعية و الغذائية العالية للحمص ولاسيما محتواه العالي من البروتين ، ولما كان الجفاف هو أحد أهم الإجهادات البيئية التي يتأثر بها محصول الحمص في المناطق شبه الجافة ومناخ حوض البحر الأبيض المتوسط ، ونظراً لما أشارت إليه الدراسات الحديثة التي أجريت على النباتات والكائنات الحية الأخرى إلى أن ذكريات أحداث الإجهاد يمكن أن تورث من الوالدين إلى النسل من خلال عملية تُعرف باسم ذاكرة الإجهاد عبر الأجيال، حيث إن دراسة ذاكرة الإجهاد عبر الأجيال في نباتات المحاصيل لا تزال في مهدها، على الرغم من دورها المحتمل في التكيف، ومن المرجح أن يؤدي معالجة هذه الفجوة في المعرفة إلى تحسين تربية المحاصيل وإدارتها لتعزيز تحمل الإجهاد.

ثالثاً–هدف البحث Research Objective:

دراسة التأثيرات عبر الأجيال لبذور الحمص المعرضة سابقًا لإجهاد الجفاف وتأثيرها على نموه وإنتاجيته في بعض المؤشرات المورفولوجية والانتاجية والنوعية للنبات.

رابعاً–مواد و طرائق البحث Materials and Methods:

1–المادة النباتية plant material:

تمت الدراسة على أربعة طرز من الحمص (غاب 4، غاب 5، البلدي الربيعي، السلالة ILC3279) كل طراز منها كان قد تمت معاملته في الموسم السابق بمعاملتي ري معاملة إجهاد جفافي(الري عند مستوى رطوبة 40 % من السعة الحقلية) ومعاملة غير مجهدة (الري عند مستوى رطوبة 75% من السعة الحقلية).

2– مكان تنفيذ البحث Research Site:

تم تنفيذ البحث في قرية أم العمد– منطقة المخرم التابعة لمدينة حمص خلال الموسم الزراعي (2022–2023)، التي تقع في الجهة الشرقية من محافظة حمص على خط طول36.76372 وخط عرض 34.66218 وترتفع عن سطح البحر حوالي611m ، وتقع ضمن منطقة الاستقرار الزراعي الثالثة حيث يزيد معدّل أمطارها السنوي عن250 مم/سنة. يبين الجدول (1) و(2) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الموقع مع جدول المعطيات المناخية للمنطقة المذكورة.

جدول (1): الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في منطقة الزراعة

التحليل الفيزيائي				التحليل الكيميائي				
رمل %	سلت %	طين %	مادة عضوية %	EC dS.m-1	PH	الآزوت ppm	P2O5 ppm	KOH ppm
40	18	42	2.6	0.35	7.73	25.19	5.2	251.67

يظهر من نتائج تحليل التربة أن التربة كانت طينية جيدة المحتوى من المادة العضوية متوسطة المحتوى من الآزوت غنية المحتوى من البوتاسيوم فقيرة المحتوى من الفوسفور قاعدية قليلاً غير مالحة، و بناءً على نتائج التحليل تم إضافة 10 كغ/ دنم من السماد الفوسفوري .

المصدر : مخبر تحليل التربة – مركز البحوث العلمية الزراعية/فرع حمص

جدول(2): متوسط المعطيات المناخية خلال الموسم الزراعي في منطقة الزراعة

الموسم الزراعي 2022-2023					
الشهر	معدل الهطول المطري	درجة الحرارة العظمى	درجة الحرارة الدنيا	الرطوبة النسبية العظمى	الرطوبة النسبية الدنيا
	ملم	مْ	مْ	%	%
شباط-2023	94.5	13.41	3.18	95.46	53.36
آذار-2023	46	18.78	9.27	91.68	51.26
نيسان-2023	10.5	21.16	9.79	91.63	46.2
أيار-2023	0	27.24	13.64	85.06	36.71

حزيران-2023	0	30.30	18.86	82.83	37.17
معدل الهطول المطري		المتوسط العام			
30.2		22.18	10.95	87.80	42.83

المصدر : مديرية الأرصاد الجوية /فرع حمص.

- **المعاملات المدروسة:**

تمت زراعة بذور تمت معاملتها مسبقاً بمعاملتي ري وفق التالي:

1- الصنف(غاب 4) والري عند رطوبة 75% من السعة الحقلية.

2- الصنف(غاب 4) والري عند رطوبة 40% من السعة الحقلية.

3- الصنف (غاب 5) والري عند رطوبة 75% من السعة الحقلية.

4- الصنف (غاب 5) والري عند رطوبة 40% من السعة الحقلية.

5- الصنف (البلدي الربيعي) والري عند رطوبة 75% من السعة الحقلية.

6- الصنف (البلدي الربيعي) والري عند رطوبة 40% من السعة الحقلية.

7- السلالة (ILC 3279) والري عند رطوبة 75% من السعة الحقلية.

8- السلالة (ILC 3279) والري عند رطوبة 40% من السعة الحقلية.

4- طريقة الزراعة:

تم تجهيز الأرض قبل الزراعة بالمحراث المطرحي بحرثها حراثة عميقة لمرة واحدة على عمق 25 سم بهدف تفتيت التربة وقلبها ثم تم تنعيم الأرض وتسويتها جيداً للزراعة . أما بعد الزراعة فاقتصرت عمليات الخدمة على الترقيع والعزيق اليدوي. تمت عملية الزراعة بتاريخ 1/2/2023 يدوياً على سطور في جور، بمسافة45 سم بين السطر والآخر ومسافة 10سم بين النبات والأخر في نفس السطر.

5- المؤشرات المدروسة:

1-المؤشرات المورفولوجية:

1-1-ارتفاع النبات plant height (سم): المسافة بين مستوى سطح الأرض وحتى قمة النبات، وذلك لخمسة نباتات تم أخذها عشوائياً من كل معاملة، ثم تم أخذ متوسطاتها وذلك في مرحلة النضج الفيزيولوجي حسب[21].

1-2-ارتفاع أول قرن first pod height (سم): المسافة بين سطح الأرض وحتى أول قرن، وذلك لخمسة نباتات تم أخذها عشوائياً من كل معاملة، ثم تم حساب المتوسط وذلك في مرحلة النضج حسب [21].

1-3-عدد الفروع على النبات number of branches (فرع/ النبات): تم عد الفروع القاعدية لخمسة نباتات أُخذت عشوائياً من كل معاملة، ومن ثم تم أخذ متوسطاتها عند الحصاد حسب[21] .

2-المؤشرات الإنتاجية:

2-1-عدد القرون المتشكلة على النبات الواحد number of pods per plant (قرن/ النبات): تم تقدير هذه الصفة عن طريق عد جميع القرون الحاوية على بذور لخمسة نباتات تم أخذها عشوائياً من كل معاملة، ثم تم أخذ متوسط عدد القرون وذلك عند الحصاد حسب[21].

2-2-عدد البذور الناتجة من النبات الواحد number of seeds per plant (بذرة/ النبات): تم عد جميع البذور لخمسة نباتات أخذت عشوائياً من كل معاملة، ومن ثم تم حساب المتوسط وذلك عند الحصاد حسب[21].

2-3-عدد البذور في القرن الواحد number of seeds per pod (بذرة / القرن): تم تقدير هذه الصفة بعد جميع البذور الموجودة على كل نبات وتقسيم عددها على عدد القرون وذلك لخمسة نباتات أخذت عشوائياً من كل معاملة ، وتم حساب متوسطها وذلك عند الحصاد حسب [22].

2-4-وزن البذور في القرن الواحد weight of seeds per pod(غ بذور /القرن): تم تقدير هذه الصفة بوزن جميع البذور الموجودة على كل نبات وتقسيم وزنها على عدد القرون الممتلئة وذلك لخمسة نباتات أخذت عشوائياً من كل معاملة وتم حساب متوسطها وذلك عند الحصاد حسب [21].

2-5-الغلة البذرية seed yield (غ بذور / النبات): تم تقدير هذه الصفة عن طريق الحصاد اليدوي لخمسة نباتات من كل معاملة ومن ثم درسها يدوياً وتنقية بذورها ووزنها وتقسيم الناتج على خمسة وتم تقدير الغلة البذرية عند المحتوى الرطوبي 14% للبذور.

$$A= Y\ (100-B\%/100-C)$$

حيث: C= 14

A: وزن البذور عند الرطوبة 14%.

Y: وزن البذور الحقيقي.

B%: رطوبة البذور بعد الحصاد.

$$B\%= (B1-B2)/B1)*100$$

حيث: B1: وزن البذور قبل التجفيف. B2: وزن البذور بعد التجفيف. B1-B2: وزن رطوبة البذور، حسب [23].

2-6-الغلة الحيوية للنبات الواحد Biological yield (غ / النبات): تم تقدير هذه الصفة عن طريق الحصاد اليدوي لخمسة نباتات من كل معاملة ووزنها وتقسيم الناتج على خمسة حسب[21].

2-7-غلة القش الناتجة من النبات الواحد Hay yield (غ / النبات): تم تقدير وزن القش عن طريق طرح وزن البذور (غ) من الوزن الحيوي (قش + بذور) غ وذلك لكل معاملة حسب[23].

2-8-دليل الحصاد Harvest index % : تم تقدير دليل الحصاد عن طريق حساب النسبة المئوية لوزن المحصول الاقتصادي (البذور) غ إلى الوزن الحيوي للمحصول (بذور+ قش) غ ، وذلك لكل معاملة وفق المعادلة التالية :

دليل الحصاد (HI)%= (المحصول الاقتصادي / المحصول الحيوي) ×100

حسب[21]

3-المؤشرات النوعية للبذور:

3-1-تحديد النسبة المئوية للبروتين في البذور percentage of Protein (%): باستخدام طريقة كلداهل [24] وجهاز كلداهل الموجود في مديرية التجارة الداخلية وحماية المستهلك في حمص.

3-2-تحديد النسبة المئوية للرماد في البذور percentage of ash (%): باستخدام المرمدة الموجودة في مركز بحوث التقنيات الحيوية في جامعة البعث ، من النوع (Carbolite) عند درجة حرارة 550°[24] .

6- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

تم إجراء التجربة وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وتم تحليل البيانات بعد جمعها وتبويبها إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Genstat Release 12.1لحساب قيم أقل فرق معنوي عند مستوى 5%.

خامساً النتائج والمناقشة Results and Discussion

1- المؤشرات المورفولوجية:

1-1-ارتفاع النبات plant height (سم):

جدول(3): تأثير إجهاد الجفاف في ارتفاع النبات لأربعة طرز من الحمص (سم)

الطراز A	معاملة الري B		متوسط A
	75%	40%	
غاب 5	45.8	40.9	**43.4^{c}**
غاب 4	47.9	46.1	**47.0^{b}**
البلدي الربيعي	46.2	36.2	**41.2^{d}**
السلالة ILC 3279	50.3	56.0	**53.2^{a}**
متوسط B	**47.6^{a}**	**44.8^{b}**	
LSD 0.05	A	B	A*B
	0.90	0.64	1.28

نلاحظ من الجدول(3) تفوق نباتات النسل غير المجهد معنوياً على نباتات النسل المجهد في صفة ارتفاع النبات حيث بلغت قيمها على الترتيب (47.6-44.8 سم) وهذا يشير إلى دور إجهاد الجفاف سلباً في ارتفاع نباتات الحمص ويتعارض مع [25] الذين وجدوا أن ذاكرة الإجهاد أدت إلى زيادة ارتفاع النبات في النسل المجهد .

كما نلاحظ من الجدول (3) أن السلالة ILC3279 تفوقت على باقي الطرز بمؤشر ارتفاع النبات حيث حققت 53.2 سم تلاها الصنف غاب 4 (47 سم) ثم غاب 5 (43.4 سم) في حين حقق الصنف البلدي الربيعي أقل ارتفاع (41.2 سم) مع وجود فرق معنوي بين جميع الطرز المدروسة.

وعند دراسة التفاعل بين إجهاد الجفاف والعوامل الوراثية للطراز ، فقد وصل أعلى ارتفاع لنبات الحمص (56.0 سم) عند السلالة ILC3279 المعرضة للجفاف، بينما كان أدنى ارتفاع (36.2 سم) عند نباتات الصنف البلدي الربيعي المعرضة للجفاف.

1-2-ارتفاع أول قرن first pod height (سم):

جدول(4): تأثير إجهاد الجفاف في ارتفاع أول قرن لأربعة طرز من الحمص(سم)

الطراز A	معاملة الري B		متوسط A
	75%	40%	
غاب 5	16.0	14.7	**15.4^{b}**
غاب 4	17.3	16.2	**16.8^{c}**
البلدي الربيعي	13.7	10.5	**12.1^{d}**
السلالة ILC 3279	22.7	24.7	**23.7^{a}**
متوسط B	**17.4^{a}**	**16.5^{b}**	
LSD 0.05	A	B	A*B
	0.41	0.29	0.57

وضحت النتائج المتحصل عليها من الجدول (4) دور التعرض لإجهاد الجفاف في صفة ارتفاع أول قرن متشكل على نباتات الحمص، حيث تفوقت نباتات النسل غير المجهد معنوياً على نباتات النسل المجهد على الترتيب (17.4-16.5 سم)، كما وجد أن هناك تأثير للطراز الوراثي المستخدم فقد حققت السلالة ILC3279 أعلى ارتفاع لأول قرن (23.7 سم) متفوقة معنوياً على الصنف غاب 4 (16.8 سم) والذي تفوق بدوره معنوياً

على الصنف غاب 5 (15.4 سم)، والذي تفوق بدوره على الصنف البلدي الربيعي (12.1 سم).

أما بالنسبة للتفاعل بين إجهاد الجفاف والطراز الوراثي للحمص فقد تحقق أعلى ارتفاع لأول قرن متشكل على نبات الحمص (24.7 سم) عند نباتات السلالة المجهدة، بينما ظهر أقل ارتفاع (10.5 سم) عند نباتات الصنف البلدي الربيعي المجهدة.

1-3-عدد الفروع على النبات number of branches (فرع/النبات):

جدول(5): تأثير إجهاد الجفاف في عدد الفروع على النبات لأربعة طرز من الحمص(فرع/نبات)

الطراز A	معاملة الري B		متوسط A
	75%	40%	
غاب 5	3.07	2.47	2.77^{b}
غاب 4	3.67	2.53	3.10^{a}
البلدي الربيعي	2.73	2.87	2.80^{b}
السلالة ILC 3279	3.67	2.00	2.83^{b}
متوسط B	3.28^{a}	2.47^{b}	
LSD 0.05	A	B	A*B
	0.132	0.094	0.187

بينت نتائج الجدول (5) تشكل عدد أعلى من الفروع على نباتات النسل غير المجهد (3.28 فرع/النبات) مقارنة بنباتات النسل المجهد (2.47 فرع/ النبات).

كما تشكل أكبر عدد من الفروع على النبات في الصنف غاب 4 (3.10 فرع/ النبات) بتفوق معنوي على السلالة ILC3279 والصنف البلدي الربيعي والصنف غاب 5 حيث بلغت قيمها على الترتيب (2.83- 2.80- 2.77 فرع/ النبات) دون فرق معنوي بين الطرز الثلاثة الأخيرة.

أما بالنسبة للتفاعل بين إجهاد الجفاف و الطرز الوراثية تبين أن أكبر عدد للفروع على النبات عند المعاملة غير المجهدة للصنف غاب 4 والسلالة ILC3279 (3.67 فرع/ النبات) وأقل عدد (2 فرع/ النبات) عند المعاملة المجهدة للسلالة ILC3279.

2- المؤشرات الإنتاجية:

2-1-عدد القرون المتشكلة على النبات الواحد number of pods per plant (قرن/النبات):

الجدول(6): تأثير إجهاد الجفاف في عدد القرون المتشكلة على النبات الواحد لأربعة طرز من الحمص.

الطراز A	معاملة الري B		متوسط A
	75%	40%	
غاب 5	38.33	31.73	35.03[d]
غاب 4	68.33	48.87	58.60[a]
البلدي الربيعي	65.67	36.47	51.07[b]
السلالة ILC 3279	42.00	36.47	39.24[c]
متوسط B	53.58[a]	38.39[b]	
LSD 0.05	A	B	A*B
	1.749	1.237	2.473

تشير المعطيات الواردة في الجدول (6) إلى تفوق نباتات النسل غير المجهد معنوياً على نباتات النسل المجهد في صفة عدد القرون المتشكلة على النبات حيث بلغت قيمها على الترتيب (53.6-38.4 قرن/النبات).

كما تشكل أعلى عدد للقرون على نباتات الصنف غاب 4 (58.6 قرن/ النبات) مع وجود فرق معنوي مع الصنف البلدي الربيعي (51.1 قرن/ النبات)، وتفوق الصنفان السابقان معنوياً على السلالةILC327(39.2 قرن/ النبات)، والتي تفوقت بدورها معنوياً على الصنف غاب 5 (35.03 قرن/النبات).

عند دراسة التفاعل بين العوامل المدروسة تبين أن أكبر عدد للقرون المتشكلة على النبات (68.33 قرن/ النبات) عند المعاملة غير المجهدة للصنف غاب 4 وأقل عدد (31.70 قرن/ النبات) عند المعاملة المجهدة للصنف غاب 5.

2-2-عدد البذور الناتجة من النبات الواحد number of seeds per plant(بذرة/ النبات):

الجدول(7): تأثير إجهاد الجفاف في عدد البذور الناتجة من النبات الواحد لأربعة طرز من الحمص.

الطراز A	معاملة الري B		متوسط A
	75%	40%	
غاب 5	42.9	37.0	**39.9^{c}**
غاب 4	74.0	57.6	**65.8^{a}**
البلدي الربيعي	69.7	43.3	**56.5^{b}**
السلالة ILC 3279	43.7	37.6	**40.7^{c}**
متوسط B	**57.6^{a}**	**43.9^{b}**	
LSD 0.05	A	B	A*B
	1.72	1.22	2.44

أظهرت نتائج الجدول (7) أن نباتات النسل غير المجهد تفوقت على نباتات النسل المجهد معنوياً في صفة عدد البذور المتشكلة على النبات (57.6-43.9 بذرة/النبات) على الترتيب.

كما تشكل أعلى عدد للبذور على نباتات الصنف غاب 4 (65.8 بذرة/ النبات) مع وجود فرق معنوي مع الصنف البلدي الربيعي(56.5 بذرة/النبات)، وتفوق الصنفان السابقان معنوياً على الصنف غاب 5 والسلالةILC 3279 حيث بلغت قيمها على الترتيب (40.7- 39.9 بذرة/ النبات) دون فرق معنوي بين الطرازين الأخيرين.

بدراسة التفاعل بين معاملة الإجهاد والطراز لنباتات الحمص، فقد بلغت أعلى قيمة لعدد البذور المتشكلة على النبات (74 بذرة /النبات) عند المعاملة غير المجهدة للصنف غاب 4، أما أدنى قيمة (37 بذرة/ النبات) عند المعاملة المجهدة للصنف غاب 5 .

2-3-عدد البذور في القرن الواحد number of seeds per pod (بذرة/ القرن):

الجدول(8): تأثير إجهاد الجفاف في عدد البذور في القرن الواحد لأربعة طرز من الحمص.

الطراز A	معاملة الري B		متوسط A
	75%	40%	
غاب 5	1.11	1.10	1.11[a]
غاب 4	1.06	1.17	1.12[a]
البلدي الربيعي	1.05	1.16	1.11[a]
ILC 3279	1.03	1.03	1.03[b]
متوسط B	1.06[b]	1.12[a]	
LSD 0.05	A	B	A*B
	0.021	0.015	0.030

تشير نتائج الجدول(8) إلى تفوق نباتات النسل المجهد معنوياً على نباتات النسل غير المجهد في صفة عدد البذور في القرن الواحد حيث بلغت قيمها على الترتيب (1.12-1.06 بذرة/القرن).

كما تفوقت الأصناف غاب 4 وغاب 5 والبلدي الربيعي على الطراز الأخير معنوياً بمتوسط عدد البذور في القرن الواحد (1.12-1.11-1.11 بذرة/ القرن) على التوالي دون فرق معنوي بين الأصناف الثلاث، تلتهم السلالةILC3279 (1.03 بذرة/ القرن).

أما بالنسبة للتفاعل بين العوامل المدروسة فقد حققت نباتات الصنف غاب 4 المجهدة أعلى قيمة لعدد البذور في القرن الواحد (1.17 بذرة/القرن) وأدناها (1.03 بذرة/ القرن) لنباتات السلالة ILC3279 المجهدة وغير المجهدة. ويمكن تفسير زيادة عدد البذور في قرون

النسل المجهد بأن تعريض الآباء للجفاف قد أدى إلى تغيرات فوق جينية مثل مثيلة الحمض النووي (DNA methylation) أو تعديل الهيستونات (Histone modifications) في الجينات المسؤولة عن تكوين البذور، هذه التغيرات يمكن أن تنظم التعبير الجيني لصالح زيادة إنتاجية البذور وهذا يتفق مع [26] الذي أظهرت نتائجه أن الإجهاد البيئي يسبب تغيرات فوق جينية تنتقل إلى النسل وتؤثر على صفات مثل الإنتاجية.

2-4-وزن البذور في القرن الواحد weight of seeds per pod (غ بذور/ القرن):

الجدول(9): تأثير إجهاد الجفاف في وزن البذور في القرن الواحد لأربعة طرز من الحمص.

الطراز A	معاملة الري B		متوسط A
	75%	40%	
غاب 5	0.39	0.35	0.37^{b}
غاب 4	0.29	0.26	0.27^{d}
البلدي الربيعي	0.35	0.45	0.40^{a}
السلالة ILC 3279	0.27	0.39	0.33^{c}
متوسط B	0.32^{b}	0.36^{a}	
LSD 0.05	A	B	A*B
	0.017	0.012	0.025

أظهرت نتائج الجدول (9) أن نباتات النسل المجهد تفوقت على نباتات النسل غير المجهد معنوياً في صفة وزن البذور في القرن الواحد (0.36-0.32 غ بذور/القرن) على الترتيب. كما تشير النتائج إلى تفوق الصنف البلدي الربيعي (0.40 غ بذور/ القرن) معنوياً على باقي الطرز، تلاه الصنف غاب 5 (0.37 غ بذور /القرن) متفوقاً معنوياً على السلالة (0.33 غ بذور / القرن) التي تفوقت بدورها على الصنف غاب 4 (0.27 غ بذور/القرن). وعند دراسة التفاعل بين العوامل المدروسة نلاحظ أن أعلى وزن للبذور في القرن، كان عند نباتات الصنف البلدي الربيعي المجهدة (0.45 غ بذور /القرن)، وأقله عند نباتات الصنف غاب 4 المجهدة (0.26غ بذور/ القرن).

وقد تعود زيادة وزن البذور في قرون النسل المجهد إلى أن تعريض الآباء للجفاف يمكن أن يحدث تغييرات وراثية فوق جينية مثل مثيلة الحمض النووي على جينات مرتبطة بتكوين البذور ونموها. هذه التعديلات تؤدي إلى تنشيط جينات تشجع على زيادة وزن البذور وحجمها، كما أن التعديلات الوظيفية مثل تعديل الهستونات تؤثر على التعبير الجيني المسؤول عن تخصيص الموارد لتطوير البذور وهذا يتفق مع [27] الذين أوضحوا من خلال نتائجهم أن التعديلات فوق الجينية تؤثر بشكل مباشر على تنظيم جينات النمو والتكاثر، مما يسهم في زيادة الوزن النوعي للبذور عند تعرض النباتات للضغوط البيئية كالجفاف.

2-5-الغلة البذرية seed yield (غ بذور/ النبات):

الجدول(10): تأثير إجهاد الجفاف في الغلة البذرية لأربعة طرز من الحمص.

الطراز A	معاملة الري B		متوسط A
	75%	40%	
غاب 5	15.1	10.3	**12.7^{c}**
غاب 4	20.7	13.1	**16.9^{b}**
البلدي الربيعي	22.8	18.0	**20.4^{a}**
السلالة ILC 3279	11.3	13.9	**12.6^{c}**
متوسط B	**17.5^{a}**	**13.8^{b}**	
LSD 0.05	A	B	A*B
	1.00	0.71	1.41

تشير نتائج الجدول (10) إلى تفوق نباتات النسل غير المجهد معنوياً على نباتات النسل المجهد في الغلة البذرية على الترتيب (17.5-13.8 غ بذور/ النبات) .

كما حقق الصنف البلدي الربيعي أعلى غلة بذرية (20.4 غ بذور/ النبات) بتفوق معنوي على الصنف غاب 4 (16.9 غ بذور/ النبات) الذي تفوق بدوره معنوياً الصنف غاب 5 والسلالة ILC 3279حيث بلغت قيمها على الترتيب(12.7-12.6 غ بذور/ النبات) دون فرق معنوي بين الطرازين الأخيرين.

بدراسة التفاعل بين معاملة الإجهاد والطراز الوراثي للحمص، بلغت أعلى قيمة للغلة البذرية (22.8غ بذور/ النبات)عند نباتات الصنف البلدي الربيعي غير المجهدة، وأدناها (10.3 غ بذور/ النبات) عند نباتات الصنف غاب 5 المجهدة

2-6-الغلة الحيوية للنبات الواحدBiological yield(غ / النبات):

الجدول(11): تأثير إجهاد الجفاف في الغلة الحيوية للنبات الواحد لأربعة طرز من الحمص.

الطراز A	معاملة الري B		متوسط A
	75%	40%	
غاب 5	25.3	21.3	**23.3**^{d}
غاب 4	35.7	26.7	**31.2**^{b}
البلدي الربيعي	45.0	24.3	**34.7**^{a}
السلالة ILC 3279	35.7	22.3	**29.0**^{c}
متوسط B	**35.4**^{a}	**23.7**^{b}	
LSD 0.05	A	B	A*B
	1.25	0.88	1.77

أظهرت نتائج الجدول (11) تفوق نباتات النسل غير المجهد معنوياً على نباتات النسل المجهد في الغلة الحيوية للنبات الواحد حيث بلغت قيمها على الترتيب (35.4-23.7 غ/ النبات) وهذا يتعارض مع [25] الذين بينت نتائجهم أن ذاكرة الإجهاد أدت إلى زيادة الكتلة الحيوية في النسل المجهد.

كما تفوق الصنف البلدي الربيعي معنوياً على باقي الطرز المدروسة (34.7 غ / النبات)، ثم الصنف غاب 4 (31.2 غ / النبات)، متفوقاً معنوياً على السلالة ILC 3279 (29غ / النبات)، والتي تفوقت بدورها معنوياً على الصنف غاب 5 (23.3 غ/ النبات).

أما بالنسبة للفاعل بين العوامل المدروسة، فقد بلغت أعلى قيمة للغلة الحيوية على النبات عند نباتات الصنف البلدي الربيعي غير المجهدة (45 غ/ النبات)، وأدناها (21.3 غ / النبات) عند نباتات الصنف غاب 5 المجهدة.

2-7-غلة القش الناتجة من النبات الواحدHay yield(غ / النبات):

الجدول(12): تأثير إجهاد الجفاف في غلة القش الناتجة من النبات الواحد لأربعة طرز من الحمص.

الطراز A	معاملة الري B		متوسط A
	75%	40%	
غاب 5	9.53	11.00	10.27^{b}
غاب 4	15.00	13.60	14.30^{a}
البلدي الربيعي	22.20	6.33	14.27^{a}
السلالة ILC 3279	11.33	8.47	9.90^{b}
متوسط B	14.52^{a}	9.85^{b}	
LSD 0.05	A	B	A*B
	0.992	0.701	1.403

بين الجدول(12) تفوق النسل غير المجهد معنوياً على النسل المجهد في وزن القش الناتج من النبات الواحد وبلغت على الترتيب (14.52-9.85غ/ النبات). كما تفوق الصنفان البلدي الربيعي وغاب 4 معنوياً بمتوسط وزن القش الناتج عن النبات (14.30-14.27 غ / النبات) على التوالي دون فرق معنوي بينهما، تلاهما الصنف غاب 5 والسلالة ILC 3279 (10.27-9.90 غ/ النبات) على التوالي دون وجود فرق معنوي بينهما.

أما بالنسبة للتفاعل بين العوامل المدروسة فقد حققت نباتات الصنف البلدي الربيعي غير المجهدة أعلى قيمة لوزن القش الناتج عن النبات الواحد (22.20 غ/ النبات)، وأدناها (6.33 غ/ النبات) عند نباتات الصنف البلدي الربيعي المجهدة.

2-8-دليل الحصاد Harvest index (%):

الجدول(13): تأثير إجهاد الجفاف في دليل الحصاد لأربعة طرز من الحمص.

الطراز A	معاملة الري B		متوسط A
	75%	40%	
غاب 5	61.23	48.48	54.86[c]
غاب 4	57.95	49.05	53.50[c]
البلدي الربيعي	50.68	73.94	62.31[a]
السلالة ILC 3279	50.00	62.12	56.06[b]
متوسط B	54.97[b]	58.40[a]	
LSD 0.05	A	B	A*B
	2.285	1.615	3.231

يوضح الجدول (13) تفوق نباتات النسل المجهد معنوياً على نباتات النسل غير المجهد في صفة دليل الحصاد حيث بلغت قيمها على الترتيب (58.4–54.97 %).

وتفوق الصنف البلدي الربيعي (62.31 %) معنوياً على السلالة3279 ILC (56.06%)، والتي تفوقت بدورها معنوياً على الصنفين غاب 5 وغاب 4 حيث بلغت قيمها على الترتيب (54.86–53.50 %) دون فرق معنوي بين الطرازين الأخيرين .

وعند دراسة التفاعل بين معاملة الإجهاد والطراز الوراثي للحمص، حققت نباتات المعاملة المجهدة للصنف البلدي الربيعي أعلى قيمة لدليل الحصاد (73.94 %)، وأدنى قيمة (48.48 %) عند نباتات الصنف غاب 5 المجهدة.

يُعزى ارتفاع دليل الحصاد إلى تحسين كفاءة استخدام الموارد والعناصر الغذائية، وهو ما يُمكن أن يكون نتيجة لتعديلات فوق جينية تعزز التعبير عن جينات تنظيم التمثيل الغذائي والتوزيع الكيميائي داخل النبات، مما يزيد من فعالية تحويل المادة الغذائية إلى بذور هذا يتفق مع [28] الذي أشار إلى أن التعديلات فوق الجينية تُمكن النباتات من التكيف مع البيئة، مما يحسن من كفاءة الإنتاج ويدعم الاستدامة.

3- المؤشرات النوعية:

3-1-النسبة المئوية للبروتين في البذور percentage of Protein (%):

الجدول(14): تأثير إجهاد الجفاف في النسبة المئوية البروتين في البذور لأربعة طرز من الحمص.

الطراز A	معاملة الري B		متوسط A
	75%	40%	
غاب 5	20.21	20.39	20.30[b]
غاب 4	20.03	20.73	20.38[b]
البلدي الربيعي	18.46	22.83	20.65[a]
السلالة ILC 3279	21.52	19.33	20.43[a]
متوسط B	**20.06[b]**	**20.82[a]**	
LSD 0.01	A	B	A*B
	0.27	0.19	0.38

أظهرت نتائج الجدول (14) تفوق بذور النسل المجهد معنوياً على بذور النسل غير المجهد في نسبة البروتين في البذور وبلغت على الترتيب (20.82-20.06) %.

كما نلاحظ تفوق الصنف البلدي الربيعي والسلالة ILC 3279 بمتوسط نسبة البروتين في البذور (20.65-20.43)% على التوالي ودون فرق معنوي بينهما على باقي الطرز معنوياً، تلاهما الصنفان غاب 4 وغاب 5 (20.38-20.30)% على التوالي دون وجود فرق معنوي بينهما.

أما بالنسبة للتفاعل بين إجهاد الجفاف والطراز الوراثي المدروس فقد بلغت أعلى نسبة للبروتين في البذور عند المعاملة المجهدة للصنف البلدي الربيعي (22.83)%، وأدنى نسبة (18.46)% عند البذور المنتجة من نباتات الصنف البلدي الربيعي غير المجهدة.

التغيرات فوق الجينية، خاصة الميثيلة وتعديلات الهستونات، يمكن أن تؤثر على البروتينات الضرورية لتحمل الإجهاد، قد تكون التعديلات فوق الجينية موجهة لزيادة التعبير عن جينات الأنزيمات المضادة للأكسدة أو البروتينات التي تعزز التفاعل مع الجفاف مما أدى إلى زيادة نسبة البروتين في بذور النسل المجهد وهذا يتوافق مع [29]

الذين أكدوا أن الضغوط البيئية يمكن أن تؤدي إلى تغيرات فوق جينية تعزز تخليق البروتينات الواقية والإنزيمات الضرورية لتحمل الإجهاد.

3-2-النسبة المئوية للرماد في البذور percentage of ash (%):

الجدول(15): تأثير إجهاد الجفاف في النسبة المئوية للرماد في البذور لأربعة طرز من الحمص.

الطراز A	معاملة الري B		متوسط A
	75%	40%	
غاب 5	2.480	3.010	**2.745^{b}**
غاب 4	2.687	2.727	**2.707^{b}**
البلدي الربيعي	2.530	2.890	**2.710^{b}**
السلالة ILC 3279	2.820	2.930	**2.875^{a}**
متوسط B	**2.629^{b}**	**2.889^{a}**	
LSD 0.01	A	B	A*B
	0.136	0.096	0.192

تشير النتائج الواردة في الجدول(15) إلى تفوق بذور النسل المجهد معنوياً على النسل غير المجهد في نسبة الرماد في البذور وبلغت على الترتيب (2.889،2.629)%.

كما نلاحظ تفوق السلالة ILC 3279 معنوياً بمتوسط نسبة الرماد في البذور على الأصناف الثلاثة البلدي الربيعي، غاب 4، غاب 5 دون فرق معنوي بين الأصناف الثلاثة الأخيرة .

أما بالنسبة للتفاعل بين العوامل المدروسة فقد حققت بذور نباتات الصنف غاب 5 المجهدة أعلى نسبة رماد (3.010) % ، وأدناها (2.480) % في بذور نباتات الصنف غاب 5 غير المجهدة.

المستوى المرتفع من الرماد يدل على تراكم المعادن والعناصر الغذائية، والذي يُمكن أن يكون نتيجة لتعديلات فوق جينية تعزز من امتصاص وتوزيع العناصر الغذائية داخل النبات، حيث تُنظم هذه التعديلات التعبير عن جينات امتصاص المعادن والتوصيل

الغذائي، وهذا يتوافق مع [30] الذين بينوا كيف أن التغيرات فوق الجينية تؤثر على العمليات الغذائية في النبات، وتساعد على تحسين استدامة امتصاص العناصر في ظروف الإجهاد.

سادسا- الاستنتاجات Conclusions :

1. تعريض الآباء للجفاف أدى إلى تغيرات فوق وراثية موروثة في النسل، مما أدى إلى تحسين صفات البذور وزيادة قدرة النباتات على تحمل الإجهاد.
2. هذه التغيرات فوق الجينية قد أثرت على الجينات المسؤولة عن نمو البذور، تخليق البروتين، وامتصاص العناصر الغذائية، مما أدى إلى تفوق النسل المجهد في الصفات المدروسة.
3. تفوقت السلالة ILC 3279 في معظم المؤشرات المورفولوجية والنوعية، في حين تفوق الصنفان غاب 4 والبلدي الربيعي في معظم الصفات الإنتاجية.

سابعاً- المقترحات Suggestions :

1- استخدام نتائج البحث في برامج التربية لتحسين صفات تحمل الجفاف في المحاصيل الزراعية.

2- دراسة ما إذا كانت التغيرات فوق الجينية الناتجة عن إجهاد الجفاف هي على مستوى مثيلة الحمض النووي أم تعديلات الهستونات أم هي مرتبطة بجزيئات الحمض النووي الريبوزي الصغيرة.

المراجع العربية:

[2] المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية . (2022). وزارة الزراعة و والإصلاح الزراعي ، مديرية الإحصاء الزراعي، الجمهورية العربية السورية.

[12] عيوش، روعة; بكور، فيصل; الندا ف، لينا.(2021).تأثير الصفات الصنفية في بعض المؤشرات الإنتاجية والبيوكيميائية لبعض طرز الحمص تحت تأثير الإجهاد الجفافي. رسالة دكتوراه, جامعة حمص,123-124ص.

[13]الصالح، لبانة؛حياص، بشار؛عباس، فادي.(2020). تأثير الإجهاد الجفافي في إنتاجية أصناف مختلفة من الحمص في المنطقة الوسطى من سورية. رسالة دكتوراه,جامعة حمص,102-103ص.

[14]حميد، ريم؛ بكور، فيصل؛ عباس، فادي.(2023). السلوكية الوراثية لبعض الصفات المرتبطة بتحمل الجفاف في الحمص الشتوي (Cicer arietinum L.). رسالة دكتوراه, جامعة حمص,10ص.

[15]الأطرش، هبة؛ حكيم شفيق، محمد؛ اليوسف، عبدالله؛ حمندوش جمال، محمد؛ الدين شعبان شمس، أحمد (2020): تحديد بعض مؤشرات الانتخاب للغلة في الحمّص (*Cicer arietinum*) تحت ظروف الإجهاد المائي. المجلة السورية للبحوث الزراعية 7: 202- 214

المراجع الأجنبية:

[1] Saxena , N and John co' ,T. . (2002). Field screening for Drought Tolerance in crop plants with Emphasis on Rice. Proceedings of an International workshop on Field screening for drought tolerance in Rice , 11-14 Dec 2000, p : 128 -137, ICRISAT , patancheru , India.

[3] Singh, KB; Malhotra, RS; , MH; Knights, EJ; Verma, MM. (1994). Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica 73: 137-147.

[4]Hsiao,T.C.,E.Acevedo.,E.Ferreres.,D.W.Henderson.(1976). Stress, growth and osmotic adjustment. philos. trans. RSOS. London B(273):479-500.

[5] Racette, K., Rowland, D., Tillman, B., Erickson, J.,Munoz, P. & Vermerris, W. (2019). Transgenerational stress memory in seed and seedling vigor of peanut (Arachis hypogaea L.) varies by genotype. Environmental and Experimental Botany, 162, 541–54

[6] Vriet, C., Hennig, L., & Laloi, C. (2015). Stress-induced chromatin changes in plants: of memories, metabolites and crop improvement. Cellular and Molecular Life Sciences, 72, 1261–1273.

[7] Bird. A (2007). Perceptions of epigenetics. Nature 447(7143):396–398). https://doi.org/10.1038/nature0 5913.

[8] Law, J. A., & Jacobsen, S. E. (2010). Establishing, maintaining and modifying DNA methylation patterns in plants and animals. Nature Reviews Genetics, 11(3), 204–220.

[9] Liu H, Able AJ, Able JA (2021). Small RNAs and their targets are associated with the transgenerational effects of water-deficit stress in durum wheat. Scientific reports 11(1): 1–17.

[10] Feng S, Jacobsen SE (2011). Epigenetic modifications in plants: An evolutionary perspective. Current opinion in plant biology 14(2): 179–186.

[11] Bruce, T. J., Matthes, M. C., Napier, J. A., & Pickett, J. A. (2007). Stressful “memories” of plants: evidence and possible mechanisms. Plant science, 173(6), 603–608.

[16] Thakur, A., Sharma, K. D., Siddique, K. H., & Nayyar, H. (2020). Cold priming the chickpea seeds imparts reproductive cold tolerance by reprogramming the turnover of carbohydrates, osmo-

protectants and redox components in leaves. Scientia Horticulturae, 261, 108929.

[17] Tiwari, P. N., Tiwari, S., Sapre, S., Babbar, A., Tripathi, N., Tiwari, S., & Tripathi, M. K. (2023). Screening and selection of drought-tolerant high-yielding chickpea genotypes based on physio-biochemical selection indices and yield trials. Life, 13(6), 1405.

[18] Keerthi Sree, Y., Lakra, N., Manorama, K.,Ahlawat, Y., Zaid, A., Elansary, H. O., & Mahmoud, E. A.(2023). Drought-induced morpho-physiological, biochemical, metabolite responses and protein profiling of chickpea (Cicer arietinum L.). Agronomy, *13*(7), 1814.

[19] Khodadadi, M. (2013). Effect of drought stress on yield and water relative content in chickpea. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4(6), 1168-1172.

[20] Kaur, S., Gupta, A. K., & Kaur, N. (2002). Effect of osmo- and hydropriming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. Plant growth regulation, 37, 17-22.

[21] Kumar, P. R., Mali, S. S., Singh, A. K., & Bhatt, B. P. (2021). Impact of irrigation methods, irrigation scheduling and mulching on seed yield and water productivity of chickpea (Cicer arietinum). Legume Research-An International Journal, 44(10), 1247-1253.

[22] **CGIAR**.Chickpea management and measurement guidelines. Available at: https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/management/chickpea.pdf

[23] Tekhanov,**A.B**.(**1997**).Klakasberekaioshe Abrabotka Botshfe B Odesske Oblacte,Odessa,Maiak,186p.11-21p.

[24] AOAC.(**2002**). Official Methods of Analysis of AOAC International, 17 th Edition. USA.

[25] Kambona, C. M., Koua, P. A., Léon, J., & Ballvora, A. (**2023**). Intergenerational and transgenerational effects of drought stress on winter wheat (Triticum aestivum L.). Physiologia Plantarum, 175(4), e13951.

[26] Zhang, H., et al. (**2013**). Epigenetic Memory and Transgenerational Adaptation to Stress in Plants. Nature Reviews Genetics, 14(3), 133-152.

[27] Verhoeven, K. J., et al. (**2016**).Epigenetic diversity in plants : a functional perspective. New Phytologist, 209(4), 1277-1290.

[28] Sultan, S. E. (**2015**). "Empowering Plant Breeding with Epigenetics." Nature Plants, 1, 151-152.

[29] Chinnusamy, V., & Zhu, J. K. (**2009**). "Epigenetic Regulation of Stress Responses in Plants. Current Opinion in Plant Biology, 12(2), 133-139.

[30] Mirouze, M., & Paszkowski, J. (**2011**). "Epigenetic Regulation of Plant Responses to Salinity in Habitats.Current Opinion in Plant Biology, 14(4), 283-291.