يشير تحمل الجفاف إلى قدرة الخلايا على مواصلة التمثيل الغذائي في حالة انخفاض الماء في الأوراق (Turner *et al*., 2003)، ولايرتبط تحمل الجفاف بالإنتاجية بقدر ما يرتبط ببقاء النبات على قيد الحياة في ظل إجهاد الجفاف الشديد، حيث تفقد الخلايا انتباجها وتجف عندما لا يتم حماية الأنسجة النباتية بواسطة آليات التجنب، أحد أهم الآليات لتحمل الجفاف هو قدرة الأنسجة النباتية على التحكم في ضغط الانتباج في أثناء التعرض لإجهاد الجفاف (Hsiao 1973; Hsiao *et al*., 1976). روعة

مصدر البرولين المتراكم في أثناء الجفاف هو التصنيع من الجلوتامات (Glutamate)، أو بسبب نقص أكسدته نظراً لنقص نشاط الأنزيم المحفز لأكسدته وهو أنزيم برولين ديهيدروجينازProline dehydrogenase: PDH)) (Rayapati and Stewart, 1991)، وتُشير الدراسات إلى أنَّ التباين في معدّل تصنيع وتجميع البرولين هو أحد الأسباب المهمة لتباين الطرز الوراثيّة في تحمل إجهاد الجفاف (Chen and Murata,2008)، روعة

عندما يتناقص الجهد الحلولي لوسط النمو تنخفض كمية النشاء في الأوراق ويزداد تراكم السكريات الذائبة الكلية، وقد وُجد أن السكريات كالسكروز والهكسوز تتراكم كمنظمات حلولية في الحمّص (Basu *et al*., 2006). روعة

من المعروف أن جذور الأكسجين النشطة التي تنتج تحت تأثير عوامل الإجهاد المختلفة تسبب تلفاً خلوياً في النباتات عن طريق أكسدة دهون الأغشية الخلوية مما يسبب ضرراً في الغشاء الخلوي، فهي تقوم بتكسير الفوسفولبيدات في الأغشية الخلوية وخاصة الأحماض الدهنية غير المشبعة (Fridovic, 1986; Shalata and Tal, 1998; Sreenivasulu *et al*., 1999) والبروتينات (Davies, 1987)، والأحماض النووية (Fridovic, 1986; Imlay and Linn, 1988)، والكلوروفيل خاصة تحت تأثير الكثافة الضوئية العالية المرافقة للإجهادات (Foyer *et al*., 1994; Cakmak *et al*., 1995). روعة

يؤدي نقص المياه، خاصة في ظل كثافة ضوئية عالية، إلى تعطيل عملية التمثيل الضوئي وزيادة عملية التنفس الضوئي، مما يؤدي إلى اختلال التوازن الطبيعي في الخلايا ويسبب زيادة في إنتاج (ROS). تلعب ROS دوراً مزدوجاً في استجابة النباتات للإجهادات غير اللاأحيائية فهي تعطي إشارات تُحفّز مورثات مقاومة الإجهاد، وعند ازدياد تركيزها تؤدي إلى أضرار كبيرة وموت الخلايا (Miller *et al*.,2010). روعة

يُعد الجذر أول عضو نباتي يكتشف وجود شح في إمدادات المياه وقد ثَبُت أنه بجانب المياه والمعادن، ترسل الجذور أيضاً إشارات إلى الأوراق من خلال نسيج الخشب، ويُعد حمض الأبسيسيك ABA واحداً من أهم إشارات الإجهاد التي تنتقل من الجذر إلى الأوراق (Zhang and Davies,1987)، عندما تصل إشارة الإجهاد إلى الأوراق فإنها تغلق الثغور كاستراتيجية توفير المياه، والتحكم بعملية النتح عن طريق التحكم بفتح هذه الثغور(Pei *et al*., 2000)، إلا أن هذه الاستراتيجية تحد من ثاني أكسيد الكربون المنتشر إلى داخل الورقة وبالتالي يقلل من صافي التمثيل الضوئي (Mittler,2002). روعة

الارتفاع النسبي في محتوى الكلوروفيل عند الأصناف المتحملة للجفاف مقارنة بالأصناف غير متحملة، ترجع أهمية صبغات التمثيل الضوئي بشكل أساسي إلى حصاد الضوء واتمام التفاعلات الكيموضوئية، وإن التعرض لإجهاد الجفاف يغير محتوى الأنسجة منها(Hussein *et al*.,2008)، وهذا ما توصل إليه (Mohamed and Latif,2017; Mohamed *et* *al*.,2018;El-Beltagi *et al*.,2020) ) في أبحاثهم على القطن وفول الصويا والحمّص.

وجد (Dalvi *et al*., 2007) أنه تحت ظروف الجفاف تزداد نسبة بعض المركبات الآزوتية مثل البروتينات الذوابة في بادرة الحمّص والتي تساهم في تقليل جهد الخلية المائي، وإيجاد فرق ملحوظ بين جهد الخلية المائي والوسط الخارجي بحيث يمكّن النبات من استمرار امتصاص الماء والعناصر المعدنيـة الذوابـة فيـه، ثم الحفاظ على حالة الانتباج والامتلاء الخلوي، وبالتالي قيام الخلايا بوظائفها الاستقلابية الطبيعية، بالإضافة إلى امتداد واستطالة الأوراق النباتية، لتتمكن من اقتناص المزيد من الطاقة الضوئية الفعالة، وتحويلها إلى طاقة كيميائية مخزنة، وإنتاج كمية أكبر من المادة الجافة على شكل بذور، وقد درسوا تغيرات تركيز الحمض الأميني برولين في بادرات كل من محصول الذرة البيضاء والحمّص، نتيجةً لظروف إجهاد الجفاف، فوجدوا ازدياد ملحوظ ومعنوي في هذه النسبة بحدود 14.58) -70.75) و (11.74 - (131.30 ميكرومول/ غ من المادة الطرية في الذرة البيضاء والحمّص على الترتيب. . روعة

يُعدّ محتوى الماء النسبي في الأوراق المؤشر المناسب الذي يعكس حالة النبات المائية وقدرة النبات على التعامل مع ظروف الجفاف (Sinclair and Ludlow,1985; Oukarroum *et al*., 2007; Bayoumi *et al*., 2008; Yan *et al.* 2016 (. إضافة إلى التوازن بين الماء الممتص من قبل النبات، ومعدّل فقد الماء بالنتح، والمقدرة على التعديل الحلولي (Sanchez-Rodriguez *et al*., 2010)، تقدير محتوى الماء النسبي يُساعد في إعطاء فكرةٍ غير مباشرةٍ عن حجم المجموع الجذري، أو المقدرة على التعديل الحلولي، حيث تُساعد هاتين الآليتين في استخلاص وامتصاص كميّة أكبر من الماء من التربة لتعويض الماء المفقود بالنتح، ما يُساعد في المحافظة على محتوى الأوراق المائي ((Reynolds *et al*.,2000. روعة

رأى Pouresmael *et al*.,2013)) أن محتوى الماء النسبي RWC من أهم الصفات الفيزيولوجية التي يجب دراستها عند تقييم التحمل للجفاف. روعة

وجد (Dalvi *et al*.,2018) أن المحتوى النسبي للماء في أوراق الحمّص مؤشر هام لحالة المياه في النبات، فهو يعكس التوازن بين إمدادات المياه إلى أنسجة الورقة ومعدل النتح، روعة

ويُعبّر تركيز مركب المالون داي ألدهيد عن مقدار التخريب الذي لحق بالمواد الدهنية المفسفرة الداخلة في تركيب الأغشية الحيوية (الشحاذه العوده وزملاؤه، 2015). روعة

ويعود تباين قدرة الطرز الوراثيّة المدروسة في المحافظة على محتوى الماء النسبي في خلايا أوراقها إلى كفاءة الطراز الوراثيّ في تصنيع حمض الأبسيسيك (ABA) في الجذور، ونقله إلى الأوراق لينظم آلية غلق المسام، وقدرتها على التعديل الحلولي (Osakabe *et al*.,2014)، روعة

ازدياد محتوى الأوراق من السكريات الذائبة الكلية والبرولين الحر عند أغلبية الطرز المدروسة تحت ظروف الإجهاد في مرحلتي الإزهار والنضج، فعندما يتناقص الجهد الحلولي لوسط النمو تنخفض كمية النشاء في الأوراق ويزداد تراكم السكريات الذائبة الكلية كوسيلة للتعديل الحلولي في الحمّص (Basu *et al*., 2006)، تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (AL-Quraan *et al.*,2021). كما يُساعد تراكم البرولين في تحسين تحمل النباتات للجفاف، حيث يعمل على خفض قيمة االجهد المائي داخل الخلايا النباتية نتيجة شد جزيئات الماء، ما يزيد من فرق التدرج في الجهد المائي بين النبات والوسط المحيط، فيزداد معدّل امتصاص الماء من قبل النبات (Hare and Cress,1998)، ويصبح بذلك كافي إلى حدٍ ما لتعويض الماء المنتوح، والمحافظة على ضغط الانتباج داخل الخلايا النباتية الضروري لاستمرار استطالتها، وضمان فتح المسام، وانتثار غاز ثنائي أكسيد الكربون اللازم لعملية التركيب الضوئي وتصنيع المادة الجافة، تتوافق هذه النتائج مع نتائج Rontein *et al*.,2002)). روعة

وعلى الرغم من أن معدّل تصنيع البرولين يحدد كفاءة الطراز الوراثيّ في استعادة النمو، حيث يُشكل مصدراً مهماً للطاقة والكربون، الذي يمكن أن تستخدمه الخلايا النباتية في استعادة نموها عند زوال العامل البيئي (الجفاف) المحدد للنمو، وترتبط تبعاً لذلك المقدرة على استعادة النمو طرداً مع كمية البرولين المُصنَّعة خلال فترة الإجهاد (AL-Ouda,1999)، وتكون تراکيزه عادةً مرتفعة في النباتات المتحمّلة للاجهادات أکثر من النباتات الحسّاسة، إلا أن نتائجنا في مرحلة الإزهار جاءت مخالفة لذلك حيث حققت السلالة ILC3279 الحساسة للجفاف أعلى زيادة معنوية في البرولين الحر كما هو موضح في الشكل (6)، إذ يُمكن أن تُصنّع الطرز الوراثيّة الحسّاسة للإجهاد الجفافي أحياناً كمياتٍ أكبر من البرولين، وهنا يكون تراكم البرولين مرتبطاً بحجم الضرر وليس مستوى التحمّل (Kavi kishore *et al*.,2005)، خاصةً عندما تكون نسبة تراكم البرولين تفوق نسبة تراكم الجذور النشطة، ويؤثر ذلك سلباً في معدّل نمو نباتات الحمّص وتطورها بسبب تراجع كمية المادة الجافة الكلية المتبقية (Dar *et al*.,2016)، وأثبتت بعض الدراسات وجود علاقة سلبية بين تراكم البرولين والكلوروفيل الكلي فكلما زاد تركيز البرولين في الأوراق انخفض محتوى الكلوروفيل الكلي مما يقلل من عملية التمثيل الضوئي (Tahri *et al.,*1997)، فالبرولين والكلوروفيل يبدأ تصنيعهما من الحمض الأميني ذاته وهو حمض الغلوتاميك (Dar *et al*.,2016; Von Wettstein *et al*.,1995) لذلك يمكن القول أن دور البرولين في تحمل الإجهاد يتباين من نبات الى آخر فليس بالضرورة أن يؤدي تراكم البرولين إلى تحسين تحمل النبات للإجهاد في جميع الأوقات، كما أن النباتات المتحملة للإجهاد يمكن ألا تراكم البرولين، خاصةً عندما تمتلك آليات دفاعية أخرى كأن تراكم السكريات لرفع الجهد الحلولي للخلية بدلاً من البرولين كما حدث عند الصنف غاب 5 في مرحلة الإزهار (الشكل 6)، أو امتلاكها مجموعة من مضادات الأكسدة الأنزيمية وغير الأنزيمية (Gong *et al*., 2005) كما هو موضح في الشكلين(10، 11)، وهذه النتائج تتفق مع ما توصل إليه (Zadehbagheri *et al*.,2012; KAUR *et al*.,2017) إذ أن الطرز الوراثيّة الحساسة للجفاف من الحمّص والفاصولياء راكمت كميات أكبر من البرولين مقارنة بالطرز الوراثيّة المقاومة للجفاف. روعة

حيث يُعد إنتاج مالون داي ألدهيد نتيجة أكسدة دهون الغشاء واحداً من أهم أضرار جذور الأكسجين النشطة والتي يمكن أن تعطي تقديراً واضحاً عن مدى الضرر الذي لحق بالنباتات نتيجة التعرض لإجهاد الجفاف، ويُعزىارتفاع تركيز المالون داي ألدهيدإلى تراجع معدّل تثبيت الكربون خلال تفاعلات الظلام، ما يؤدي إلى تراجع معدّل استهلاك المركبات الغنية بالطاقة، ومن ثمّ تراجع إعادة تشكيل المستقبل النهائي للإلكترونات، المركب (NADP+) عندئذٍ يقوم الأوكسجين الجزيئي (O2) بتلقف الإلكترونات ليشكل جذر السوبر أكسيد الحر (-O2) الذي ما إن يتفاعل مع جذر الماء الأوكسجيني (H2O2) حتى يُشكل جذر الهيدروكسيل الحر (-OH)، الذي يتسم بمقدرة تفاعلية كبيرة، حيث يُهاجم المواد الدهنية المفسفرة الداخلة في تركيب الأغشية السيتوبلاسمية ويعمل على تخريبها، فينشأ غشاء مليء بالثقوب، ويفقد بذلك خاصيته الاصطفائية، وتموت جرّاء ذلك الخلايا النباتية (الشحاذه العوده وزملاؤه، 2015). روعة

أظهرت نتائجنا أيضاً تبايناً واضحاً بين الطرز المدروسة في محتوى كلوروفيل AوB ونسب انخفاضهما عند التعرض للإجهاد مقارنة بالشاهد، ففي مرحلة الإزهار كانت نسب الانخفاض سلبية عند الأصناف غاب5 وغاب4 والبلدي الربيعي في محتوى كلوروفيل(A) مقارنة بالشاهد (الشكل 12)، يعزى ذلك إلى انخفاض مساحة الورقة والتي تعد وسيلة من وسائل النبات الدفاعية ضد الجفاف تتبعها بعض الأصناف للتقليل من معدل النتح (Farooq *et al*.,2009). روعة

)، كما أثبتت العديد من الدراسات ارتفاع النسبة في الأصناف المتحملة للجفاف عند العديد من النباتات مقارنة بالأصناف الحساسة وهذا ما توصل إليه (Ashraf *et al*.,1994) في دراستهم على القمح، فالكلوروفيل ب مكون من مكونات النظام الضوئي الثاني وانخفاض نسبة النظام الضوئي الثاني إلى النظام الضوئي الأول وسيلة دفاعية لتخفيف العبء على سلسلة نقل الإلكترونات مما يقلل من تكون الجذور النشطة (Estill *et al*.,1991) روعة

**بشكل عام**

عرف **التأقلم** بأنه قدرة النبات على النمو وإعطاء مردود في المناطق التي تعاني من نقص المياه (Turner, 1979). بينما أضاف Monneveux and Depigny (1995) لتعريف التأقلم الارتباط الوثيق بين درجة التأقلم وكمية الإنتاج الناتجة. إذ تضمن آليات تأقلم النبات العديد من الاستجابات للمحافظة على الوظائف الفيزيولوجية للنبات. (27).ص12/ موجود في نورا قمح جفاف

**التهرب** هو وسيلة يتبعا النبات لإلغاء أو التقليل من تأثيرات الإجهاد المائي, خلال مراحل تطوره خاصة الأصناف الحساسة لنقص المياه, ويكون ذلك بالتبكير في الإزهار والنضج خارج فترات الإجهاد المائي (Yekhlef, 2001).(27). ص12/ موجود في نورا قمح جفاف

**للتنظيم الإسموزي** علاقة كبيرة في الإنتاج الزراعي لأن الماء يعتبر عاملاً محدداً للإنتاج عند الحبوب (Akbar et al., 1991). ولهذا فإن تأقلم الخلايا مع وضع ما مرتبط بظاهرة التنظيم الأسموزي لأنه يعتبر إجراء بيولوجي يحمي العضو من تأثير نقص المياه. إن استجابة الأنماط الوراثية لنقص المياه تختلف حسب الأصناف, ويعتبر التنظيم الأسموزي معياراً مهماً في مقاومة الجفاف, حيث يسمح بإعطاء أهمية لبعض مظاهر المقاومة وذلك بتخفيض الضغط المائي والإبقاء على الضغط الانتباجي بتراكم مختلف المواد ذات دور المنظم الأسموزي (Turner, 1986; Khan, 1993). (27

تكون هذه المواد المتراكمة عموماً أحماض عضوية (الماليك), اينوزيتول, أيونات معدنية (Na, Cl, K) , سكريات ذائبة, أحماض أمينية (غليسين بتا يين, وبرولين). (27) (قمح/27 برولين وكلوروفيل).

**نادراً ما يتم استخدام إجهاد الجفاف الفعلي للتربة, لأن مكونات التربة معقدة للغاية, ومن الصعب التحكم في جميع مكونات التربة. بالإضافة إلى ذلك, من الصعب للغاية التمييز بين الإجهاد المائي والضغوط اللاإحيائية الأخرى في نظام التربة. ومع ذلك من المهم لتجربة الإجهاد المائي إنشاء حالة مستقرة وخاضعة للرقابة (Zhang et al., 2004).**

**تم استخدام ال PEG على نطاق واسع للحث على نقص المياه في النبات بطريقة مضبوطة نسبياً, ومناسبة للبروتوكولات التجريبية لأنها ذات سمية منخفضة للغاية ومزمنة, ويبدو أن الجزيئات التي يزيد وزنها عن 3000 لا يتم امتصاصها على الإطلاق, ويمكن أن تكون علاقات المياه النباتية مماثلة ما إذا كانت تنمو في التربة أو في محلول PEG له إمكانيات مائية متساوية. (Kaufmann and Eckard, 1971; Mexal et al., 1975; Carpita et al., 1979).** ص5/ العمود 2. **قمح/أجنبي/14**

**إن PEG له بعض العيوب في تحفيز الإجهاد الجفافي , ومن هذه العيوب امتصاصه من قبل النباتات, ونقص الأكسجة, والتلوث المعدني. (Lawlor, 1970; Janes, 1974; Reid, 1978; Yaniv and Werker, 1983; Jacomini et al., 1988; Verslues et al., 1998; Blum, 2013).** ص6/ العمود 1 **قمح/أجنبي/14**

**تعتمد دراسة تأثير الجفاف في النبات على تعريض النبات إلى بيئات ذات رطوبة منخفضة نسبياً أو بتعريض جذور النباتات إلى بيئة ذات جهد مائي منخفض, ويجري ذلك من خلال التحكم في كمية مياه الري, أو في عدد مرات الري, أو باستخدام بعض المركبات العضوية لخفض جهد ماء التربة, ومن هذه المركبات المانيتول Mannitol أو البولي إيتيلين غليكول (PEG) Polyetheylen glycol التي تعتمد على مبدأ سحب الماء من النبات بوجود فروق في الجهد الحلولي (Osmotic potential) بين الوسط الداخلي والخارجي وبحسب تركيز المحلول (Skribanek and Tomcsányi 2008, Dami and Hughes, 1996). قمح بعد الخطة/ الاستجابات المورفولوجية والفيزيولزجية لأصلين من التفاح/ المقدمة**

**من تأثيرات الجفاف المهمة هي تأثيره على النمو, والمحصول, وسلامة الغشاء, ومحتوى الأصبغة , وعلاقات تعديل الماء الأسموزية, والتمثيل الضوئي.** (Benjamin and Nielsen, 2006; Praba et al., 2009).

**يتأثر إجهاد الجفاف بالعوامل المناخية والتكوينية والزراعية. وتختلف استجابات النباتات للإجهاد الجفافي حسب درجة الإجهاد, وعوامل الإجهاد المصاحبة المختلفة, وأنواع النباتات, ومراحل نموها.** (Demirevska et al., 2009). في المقدمة / العمود 2 **قمح / أجنبي / 23 مؤشرات بيوكيميائية**

* **العلاقة بين تراكم البرولين والكلوروفيل في الإجهاد ص21**

أظهرت نتائج (Tahri *et al*., 1997) إلى وجود تناسبية عكسية بين مستوى تراكم البرولين والخسارة في محتوى الكلوروفيل الكلي, وبالتالي الصنف الذي يكون أكثر تراكم للبرولين يكون أكثر انخفاضاً للكلوروفيل والعكس صحيح.

إن ارتفاع الضغط الأسموزي بإضافة مادة PEG 6000 إلى محلول السقي أدى عند ثلاثة أصناف من القمح الصلب إلى ارتفاع في كمية البرولين في الأوراق بالموازاة مع انخفاض كمية اليخضور ونشاط أنزيم ARNm-Poly و GS(A+) المشفرة له, هذه النتائج تظهر أن شبكة الارتنين تكون هي المفضلة لتكون حامض البرولين أثناء فترة الضغط الأسموزي (Tahri *et al*., 1997).

يؤدي تعرض النبات للجفاف إلى ارتفاع البرولين على مستوى البلاستيدات في حين ينخفض معدل دورة كالفن الذي يمنع أكسدة NADPH إلى NADP+, عندما يجتمع الضوء العالي الالكترون المتدفق في سلسلة نقل الالكترون عن طريق NADP+ المستقبل الالكتروني الغير كافي الذي يؤدي إلى إنتاج الأوكسجين الداخلي في مركز التفاعل PSI و تراكم ROS الذي يقوم بهدم الغشاء وبالتالي خفض الكلوروفيل (Chvaes *et al*., 2009). ص25

حسب برولين وكلوروفيل 27

* أظهرت نتائج (Tahri et al., 1997) إلى وجود علاقة عكسية بين مستوى البرولين وخسارة في محتوى الكلوروفيل الكلي, وبالتالي الصنف الذي يكون أكثر تراكم للبرولين يكون أكثر انخفاضاً للكلوروفيل والعكس صحيح. ص13/موجود في نورا قمح جفاف

تبين من خلال النتائج وجود علاقة إيجابية بين شدة الإجهاد المائي وتراكم المنظمات الأسموزية (السكريات الذائبة, البرولين, الصوديوم, البوتاسيوم) في حين التغير في محتوى السكريات الذائبة منخفض بالنسبة للبرولين أي الأصناف التي تراكم أكبر كمية من البرولين تخفض من تراكم السكريات والعكس صحيح.(نتائج البحث المأخوذة منه). **قمح جفاف برولين سكريات**

معنى proteome: البروتيوم: مجموعة البروتينات الكاملة التي يصنعها نوع معين من الكائنات في كل أنسجته وفي كافة مراحل نموه.

معنى Proteomic: البروتيوميكا : مدخل يسعى للتعرف على وتشخيص مجموعات كاملة من البروتين, والتفاعلات البروتينية في أنواع معينة من الكائنات. **قمح جفاف برولين سكريات**

يعود نقص المياه في الأوراق إلى عدم قدرة النباتات على امتصاص الماء لنقصه في التربة أو لوجود فرق في الجهد الحلولي بين الوسط الداخلي للنبات وبين محلول التربة. قمح بعد الخطة/ الاستجابات المورفولوجية والفيزيولوجية لأصلين من التفاح البري للإجهاد المائي/ مجلة جامعة دمشق

يتميز الصنف شام 5 عن الصنف حوراني بزيادة الغلة الهكتارية بنحو 15.8% كما تزيد غلته الهكتارية عن صنف شام 3 بنحو 7.2% **(قمح /مجلة البحوث الزراعية العربية المجلد الأول 1997 )**

عندما يوصف النبات بأنه "متحمل للجفاف " فهذا لا يعني فقط قدرته على البقاء, وإنما قدرته على النمو وإعطاء غلة جيدة نسبياً تحت ظروف الإجهاد, ويشمل هذا المصطلح عدد من الاستراتيجيات التي قد يعتمدها النبات كتحمل الجفاف, تجنب الجفاف, الهروب وقدرته على التعافي من تأثير الجفاف.

طريقة RWC موضحة جيدا يجب أخذها من هنا

طريق استخلاص الدنا , وتقدير نقاوته وتركيزه, والتقدير النوعي له. **(قمح/22 ماستر ديمة الحاج ص9)**

استخدام (SSR) في دراسة التنوع الوراثي. (لينا ممدوح النداف/ص30-29)

**تميل البيئات المتوسطية بشكل خاص للجفاف إلى جانب القابلية الكبيرة للتغيرات المناخية, حتى لو بقيت الهطولات المطرية ضمن معدلاتها الطبيعية إلا أن هناك خطورة متزايدة ناتجة عن التبخر الناجم عن درجات الحرارة المتوقع زيادتها بفعل ارتفاع حرارة الجو, ومن ثمّ فإن التربة ستجف بشكل أسرع وسينتشر الجفاف بشكل أكبر (Bolle, 2003). ومن هنا تأتي أهمية التربية للحصول على طرز وراثية متحملة للجفاف فضلاً عن أهمية الاستثمار الأفضل للتنوع الوراثي المتوافر من أجل تحمل الجفاف, وإلى ضرورة فهم أعمق وأوسع للآلية الفيزيولوجية التي تستخدمها النباتات لتحمل الجفاف, وهما أمران ضروريان لضمان الحصول على غلة جيدة عند التعرض للإجهاد الجفافي (Rizza *et al*., 2004).**

**أوضح باحثون آخرون أن التربية للوصول إلى غلة أعلى مطلوبة في البيئات متوسطة الإجهادات, في حين تكون الأصناف ذات الغلة الأقل مترافقة مع تحمل عالٍ للجفاف ضرورية أكثر في حالات الإجهادات الحادة (Voltas *et al*., 1999; Panthuwan *et al*., 2002).**

إن الانتخاب الحقلي لصفة التحمل للجفاف معقد, وذلك بسبب وجود مجموعة من العوامل المتداخلة مع بعضها والتي تؤثر في صفة التحمل للجفاف ,كاختلاف موعد حدوث الجفاف من موسم لآخر إلى جانب الاختلاف الكبير في شدة الجفاف من موقع إلى آخر, وهذا يسهم في إيجاد تفاعل كبير بين البيئة والنمط الوراثي ممّا يفسر البطء في تطوير أصناف جديدة مناسبة لظروف إجهادات الجفاف (Fukai *et* al.,1999). قمح/ شعير جفاف جزيئية/ 267-268

في تجربة في الأصص الزراعية ضمن البيت الزجاجي لدراسة تأثير الإجهاد المائي خلال مرحلة الإشطاء واستطالة الساق والتسنبل ومرحلة النضج في الصفات المرتبطة بالغلة الحبية, وذلك باستخدام أربعة طرز وراثية من القمح القاسي سبب الإجهاد المائي تراجعاً معنويا في المؤشرات المرتبطة بالغلة الحبية عندما تعرضت النباتات للإجهاد المائي طوال موسم النمو, واستطاعت الطرز الوراثية التي أعطت غلة حبية عالية نسبياً أن تحافظ على مستويات عالية من مكونات الغلة الحبية العددية, وخاصة عدد الحبوب في وحدة المساحة من الأرض ووزن الألف حبة, مما يشير إلى أهمية مثل هذه الصفات في تحسين غلة القمح القاسي الحبية ضمن ظروف الزراعة البعلية Ismail,1999). ().(3) أو 10 خلال الإزهار

أكد علماء الفيزيولوجيا وتربية النبات ضرورة إيجاد الطرز النباتية التي تتمتع بصفات مورفولوجية تساعد النبات على تحمل الجفاف ومقاومته سواءً كانت هذه الصفات خاصة بالمجموع الخضري أو المجموع الجذري (Bazzaz et al., 2002).).(3)أو 10 خلال الإزهار موجودة في نورا قمح جفاف

**القدرة على امتصاص الماء في ظل العجز المائي عند النجيليات مرتبطة حسب عدد من الباحثين بتطور الجهاز الجذري (Ali dib *et al*., 1992) فالجذور هي العضو الوحيد لتزويد النبات بالماء, لذا فالقدرة على النقل الأفقي للنسغ الناقص في مستوى الجذور يمثل أعلى درجات مقاومة الجفاف (Peterson *et al*., 1993). (قمح بعد الخطة/ كلوروفيل+برولين+سكريات قمح صلب- جفاف)**

في دراسة تم إجراءها على ثلاث أصناف من الحمص هي Bivaniej و ILC482 وهما صنفان متحملان للجفاف, والصنف Pirouz حساس للجفاف, أدى الإجهاد الجفافي المطبق سواء كان خلال مرحلة النمو الخضري أو خلال مرحلة الإزهار إلى انخفاض معنوي في الكلوروفيل a والكلوروفيل b ومحتوى الكلوروفيل الكلي, في حين أدى الإجهاد الجفافي إلى ارتفاع محتوى البرولين وكان تراكم البرولين أكبر في الصنف ILC482.(نتائج هذا البحث). ص580 الملخص **قمح/أجنبي/1**

**أثبت كل من Akram,2011; Khakwani et al., 2011).) أن الطرز الحيوية للقمح قد اختلفت في استجابتها لظروف الجفاف.** ص128 العمود2 **قمح /أجنبي/6**

**تعتمد استجابة النباتات للإجهاد المائي على عدة عوامل مثل المرحلة التطورية, وشدة الإجهاد ومدته, وعلم الوراثة (Beltrano and Marta, 2008). ص164 العمود1وافريتم تقليل العضيات النباتية. العضيات النباتية.** **قمح/أجنبي/7**

**يمكن القول أن التنظيم الأسموزي يرتبط باستقرار غشاء الخلية في ظل الإجهاد الجفافي (Anjum *et al.,*2011).** ص2/ العمود 2 **قمح/ أجنبي/ 31 بيوكيميائية أجنبي**

تؤدي الضغوط اللاإحيائية, مثل الجفاف أو المعادن الثقيلة, أو الملوحة العالية إلى إضعاف نمو النبات والإنتاجية بشدة في جميع أنحاء العالم, ويعتبر الجفاف أحد أهم الضغوط البيئية التي تحد من إنتاج النبات (Shao et al. 2009). المقدمة/ العمود1

**يؤثر الجفاف على النمو, والمحصول, وسلامة الأغشية, ومحتوى الأصباغ, وعلاقات التعديل الأسموزي للمياه, ونشاط التمثيل الضوئي. في ظل الجفاف, تراكم النباتات في السيتوبلازم العديد من المواد التي تحافظ على انتباج الخلايا, وتعرف هذه العملية بالتكيف الأسموزي (Anjum et al. 2011).** المقدمة/ العمود2 . **قمح / أجنبي/ Drought MDA3**

**يتحدى تناقص الموارد المائية هذه الفكرة لأن توافر المياه يؤثر بشكل كبير على غلات المحاصيل. علاوة على ذلك, في بعض المناطق غالباً ما يتم ري المحاصيل بشكل كبير بشكل غير مستدام بالمياه المسحوبة من طبقات المياه الجوفية المتضائلة (., 2008Kang et al). أكثر من 50% من المساخة المزروعة بالقمح تتأثر بالجفاف الدوري (Rajaram,2001;Pfeiffer et al., 2005).قمح/ د.لينا/ Drought wheat flowering and grain**

ولذلك أجرى (Gökmen and cEeyhan, 2015) دراسة لمعرفة تأثير الاجهاد الجفافي على عوامل النمو ونشاط الأنزيمات المضادة للأكسدة ومحتوى البرولين استنتجا أن الاجهاد قد أدى الى انحفاض قدرة الأوراق على امتصاص الماء والمحتوى الحقيقي للماء كما انخفض محتوى الكلوروفيل a ومحتوى الكلوروفيل b بينما ازداد محتوى كل من الأنزيمات (SOD)، (GR)، (APX)، (CAT)، كما ازداد محتوى البرولين بشكل كبير.(قمح/ د.لينا/ تخرج)

يتطلب فحص تحمل الجفاف في ظل الظروف الحقلية موارد كبيرة (الأرض والأشخاص والطاقة), ويتطلب ظروفاً بيئية مناسبة للتعبير الظاهري الفعال والقابل للتكرار عن تحمل الجفاف الذي يرجع إلى النمط الجيني, وبالتالي هناك حاجة لاستخدام بسيط لكن طرق الفحص المبكر الفعالة التي تتعلق بالأنماط الظاهرية للحقل (Kim *et al.,* 2001) (قمح/ د.لينا/Preliminary/المقدمة /العمود1)

**يعد اختيار الصفات الفيزيولوجية المتعلقة بتحمل الجفاف امراً ضروريا لأنه يمكن أن يزيد من كفاءة الاختيار(Ciucặ *et al.,*2010)**

تستخدم المحاليل التناضحية لفرض الإجهاد المائي بشكل متكرر في ظروف المختبر (Pande & Agarwal, 1998)) تم استخدام البولي غيتيلين غلايكول (PEG 6000) بشكل متكرر للحث على الإجهاد المائي والحفاظ على إمكانات مائية موحدة طوال فترة تجريبية(Lu *et al.,* 1998; Hole & Schopfer,1976). لذلك يتم استخدام PEG من قبل العديد من الباحثين لفحص الأنماط الجينية المختلفة لتحمل الجفاف (Dhanda *et al.,*2004; Govindaraj *et al.,*2010; Veslues *et al.,* 1998). ومع ذلك يجب تأكيد نتائج هذا الفحص في المختبر من خلال طرق التقييم الحقلي للتحقق من صحة الأنماط الجينية التي تتحمل الجفاف

تسمح المؤشرات الجزيئية بالتمييز في تسلسل الحمض النووي بين الأصناف وسلالات التربية, وبالتالي توفر أدوات قوية بشكل فريد لمراقبة وتتبع واستغلال تباين التسلسل في الأصول الوراثية (Bahadar *et al.,* 2008). (قمح/ د.لينا/Preliminary/المقدمة /العمود1)

أثبت استخدام PEG للتحكم التجريبي في إمكانات المياه الخارجية أنه طريقة فعالة للغاية لدراسة تأثير الإجهاد المائي على إنبات البذور (Hadas, 1976; Kim *et al.,* 2001; Radhouane, 2007) وخصائص نمو الشتلات وهي طريقة بسيطة ودقيقة وفعالة من حيث التكلفة لفحص مجموعة كبيرة من الأصول الوراثية خلال فترة قصيرة (Kirigwi *et al.,* 2007) (قمح/ د.لينا/Preliminary/ص7 /العمود

تؤدي ظروف الجفاف إلى انخفاض نمو النبات من خلال التأثير على مختلف عمليات التمثيل الضوئي الفيزيولوجية والكيميائية والحيوية, والنقل وامتصاص الأيونات, واستقلاب الكربوهيدرات, واستقلاب المغذيات , وأنشطة تعزيز النمو (Farooq et al., 2008). يؤدي الإجهاد الناتج عن الجفاف إلى انخفاض في مساحة الورقة وحجم الخلية والحجم بين الخلايا (Ndjiondjop et al., 2010). علاوة على ذلك فقد ثبت أن تعرض النباتات للجفاف يؤدي إلى تأثير كبير في محتوى الكلوروفيل نتيجة لانخفاض نمو الأوراق (Chutia and Borah, 2012).(قمح بعد الخطة/ مجلد جدبد/ SSR Drought rice Sudan/ المقدمة العمود 1

يؤثر إجهاد الجفاف على الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية أثناء نمو النبات وتطوره . على وجه الخصوص يؤدي إجهاد الجفاف إلى انخفاض في مساحة الورقة وحجم الخلية والحجم بين الخلايا (Ndjiondjop et al., 2010). ).(قمح بعد الخطة/ مجلد جدبد/ SSR Drought rice Sudan/ المناقشة العمود 1

**حسب طول البادرة والجذر كان الصنف بحوث 9 عال التحمل للإجهاد الحلولي في حين صنفت الأصناف شام 3 حوراني على أنها متوسطة الحساسية , وكان الصنف شام 10 أكثر الأصناف حساسية للإجهاد الحلولي (عباس وآخرون, 2010)** (قمح بعد الخطة/ برولين أصنافي / الملخص)

**كان المستوى المحرض الأمثل -4 بار والمستوى المميت الأمثل -16 بار**(قمح بعد الخطة/ برولين أصنافي/ **ص 27 / العمود 1**

يؤدي الإجهاد الناتج عن البولي إيتيلين غليكول PEG إلى انخفاض معدل النمو مقارنة بغيره من منظمات الحلول كالمانيتول. وتعد معاملة المستوى المميت (-16 بار) بمنزلة المستوى المميت الأمثل كونها خفّضت طول كل من الجذور والبادرات بنحو 50% تقريباً ويتفق هذا مع تعريف المستوى المميت الأمثل. (Lutts *et al*., 2004). (قمح بعد الخطة/ برولين أصنافي / **ص 28 / العمود 2**

**إن زيادة تركيز السكريات الذوابة في محلول النمو يؤدي إلى انخفاض الجهد المائي لمحلول النمو أي يصبح الجهد المائي سالباً بشكل أكبر وهذا بدوره يؤدي على تراجع حدة التدرج في الجهد المائي Water potential gradient بين النبات ومحلول النمو, الأمر الذي أدى إلى انخفاض معدل تدفق الماء وامتصاصه من قبل الجذور مما أدى إلى تعرض الخلايا النباتية إلى العجز المائي Water deficit وتراجع قيمة جهد الامتلاء Turgot potential وبالتالي تراجع استطالة الخلايا النباتية Plant cell expansion (Cossgrove, 1989).** (قمح بعد الخطة/ برولين أصنافي / **ص 29 / العمود 1**

تعد المعاملة (-4 بار) المستوى المحرض الأمثل, كونها سببت في فترة استعادة النمو أدنى نسبة انخفاض في طول الجذور والبادرات .

تعزز هذه النتائج أهمية تعريض النباتات مسبقاً إلى مستويات غير مميتة من الإجهاد, ما يسمح بتنبيه النباتات للخطر المحدق (الجفاف), ويدفعها إلى الاستعداد المتمثل بحشد كل الوسائل الدفاعية المتاحة لمواجهة المستوى المميت من الجفاف والبقاء حية ريثما يزول العامل البيئي المحدد للنمو, عندها تستطيع فقط النباتات التي حافظت على حياة خلاياها أن تستعيد نموها, في حين يسبب تعرض البادرات بشكل مفاجئ ومباشر لمستوى مميت من الإجهاد صدمةً وإرباكاً لتلك البادرات نتيجة عدم توفر الوقت الكافي لتصنيع الوسائل الدفاعية وبالتالي قتل جميع بادرات الطرز الحساسة والمتحملة على حدّ سواء, تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه العودة وزملاؤه (2005) في محصول القمح. (قمح بعد الخطة برولين أصنافي / **ص 30 / العمود 1** **يوجد مخطط مثل اللي عند ديمن مهم**

يعد الإجهاد البيئي غير المميت بمنزلة أداة تحريض تستفز برنامج الدفاع الوراثي الكامن في مادة النبات الوراثية لدفعه لتصنيع مواد جديدة كوسائل دفاعية يسخرها النبات في مقاومة الظرف البيئي غير المناسب إلى حين انقضائه (AL-Ouda, 1999). أشارت العديد من البحوث إلى أن الإجهاد المحرض عادة ما يغير التعبير الوراثي Gene expression ويمنح النباتات مقدرة تكيفية أكبر لظروف الجفاف. ولا يمكن تمييز التباين الوراثي في تحمل الجفاف أو الحرارة المرتفعة إلا إذا عرضت النباتات إلى مستويات غير مميتة (محرضة) من الإجهاد. وعادة ما تتفعل مورثات الصدمة للإجهاد خلال فترة التحريض ويبدأ تصنيع البروتينات والمركبات الضرورية لإحداث التبدلات الضرورية في العمليات الأيضية داخل النبات بما يتناسب وزيادة مقدرة النباتات المحرضة على تحمل المستويات المميتة من الإجهاد (Strikanthbabu *et al*., 2002) (قمح بعد الخطة/ برولين أصنافي / **ص 26 / العمود 1**

بين Almeselmani *et al.,* 2012)) أهمية المؤشرات الفيزيولوجية في زيادة مقدرة النبات على تحمل الإجهاد المائي. قمح/ جفاف إشطاء/ ص170

**تتحمل نباتات القمح الطرية الإجهاد الجفافي بشكل أفضل من الأصناف القاسية, بسبب كبر حجم مجموعها الجذري وتفرعه وتعمقه في التربة مقارنة مع القمح القاسي. غير أن الأقماح القاسية تتحمل الجفاف الهوائي أكثر من الطرية بسبب احتواء الأولى على السفا الطويل الذي يقلل من أثر الرياح الحارة (حياص ومهنا, 2007). خطة البحث بعد السيمنار**

أجريت دراسة لمعرفة أثر الإجهاد المفروض صناعيًاً, في مجموعة من المؤشرات الفيزيولوجية المرتبطة بتحمل الجفاف, عند مرحلتي النمو الأولي (الإنبات والبادرة). استخدمت فيها تراكيز مختلفة من محلول بولي إيتيلين غليكول (PEG6000) وجد تباين وراثي بين الطرز في استجابتها لتغيرات الإجهاد , فقد حققت الطرز ( حوراني, بحوث7, دوما1, دوما41282, دوما45367, دوما4, جولان 2, h-8150) أقل معدلات تراجع في مؤشر التحمل النسبي للجفاف, بينما أظهرت الطرز (شام3, بحوث11, دوما41149 ) حساسية مفرطة للإجهاد المتزامن مع مرحلة الإنبات. وأبدت الطرز (دوما1, حوراني, بحوث7, دوما 41282, بحوث8, جولان2) تفوقاً ملحوظاً مع زيادة تراكم المادة الجافة في بادراتها المنماة في الأوساط عالية التركيز, مقارنة مع الشاهد. وبذلك صنّفت من أكثر الطرز تحملاً للإجهاد. (اللحام وآخرون, 2016). خطة البحث بعد السيمنار

توصل غنيم وزملاءه (2011) في تجربة لاختبار مدى تحمل طرز من القمح للإجهاد الجفافي المحدث باستخدام بولي إيثيلين غليكول (PEG6000) خلال مرحلة الإنبات إلى وجود تباين وراثي بين الطرز المدروسة, فقد تراجعت نسبة الإنبات وحققت الأصناف شام10، دوما4، دوما2, شام3, أعلى معدلات في نسبة الإنبات عند جميع الإجهادات المفروضة, وكذلك في سرعة الإنبات مقارنة مع الطرز الأخرى. . خطة البحث بعد السيمنار

يعد الإجهاد الناتج عن الجفاف مشكلة رئيسية تقيد نمو المحاصيل وإنتاجها لأنها تؤثر سلباً على العمليات الكيميائية والحيوية والفيزيولوجية المختلفة في الخلايا النباتية. يعتمد مدى تأثير الإجهاد الجفافي على مدة وشدة الإجهاد, ومرحلة النمو, وقدرة النباتات على التحمل الجيني (Dacosta and Huang 2007). ص1/العمود2 **قمح / أجنبي/ Drought MDA2**

تجمع النباتات تحت ظروف الإجهاد الجفافي أنواعاً مختلفة من المواد العضوية وغير العضوية المذابة في العصارة الخلوية للحفظ على انتباج الخلايا (Rhodes and Samaras, 1994). ص2029/ العمود 2 **ويتميز القمح بمستوى منخفض من هذه المواد** (Nayyar and Walia, 2003). ص2029/ العمود 2. **قمح/ أجنبي/ 31 بيوكيميائية أجنبي**

**يشير** **) Grignac, (1965أن قدرة القمح الصلب لتحمل أنواع الإجهاد تكون أكبر من القمح اللين وهذا يرجع جزئيا إلى آلية انغلاق الثغور بطريقة سريعة وفعالة، كما أن حجم و عدد الثغور ذات فعالية، هذه الآلية الفيزيولوجية حيث تتواجد ثغور عديدة و صغيرة يسمح بالتحكم فيها أو في النتح أكثر من الثغور الكبيرة وقليلة العدد. فتحت ظروف الإجهاد تغلق النباتات الثغور عن طريق التقليل من عملية التبخر و الحفاظ على كمية الماء الموجودة و ذلك لأنها تنتج أوراق شعرية تدخر بها الماء، وفي هذه الحالة، تحد في نفس الوقت دخول الـ . CO2ويمكن أن تبقى الثغور مفتوحة من أجل الحصول على CO2الضروري للبناء الضوئي وبالتالي تؤدي إلى جفاف النبات. فبين هاتين الحالتين المتطرفتين، النبات ينوع درجة فتح الثغور ).(**Ykhlef and Djekoum, 200 (قمح/ قمح صلب إجهادات لا حيوية آخر طور/ ص32)

شهد إجمالي إنتاج الحبوب في المنطقة العربية ارتفاعاً بين عامي 2018 و 2019 م بلغ (4%), حيث بلغ حوالي (57.59) مليون طن في عام 2019م. شكل إنتاج القمح 49.43%

أي حوالي (28.47) مليون طن, والإنتاجية (2.71) طن للهكتار.

وفيما يتعلق بمساهمة المحاصيل في الإنتاج المحلي المتاح, فإن القمح يأتي بالمرتبة الأولى من حيث المساحة المزروعة, حيث شكلت مساحته نحو (33.70%) من إجمالي المساحة المزروعة بالحبوب في المنطقة العربية لعام 2019م.

وتتركز زراعة القمح في كل من مصر والمغرب والعراق والجزائر وسوريا وتونس, حيث ساهمت هذه الدول مجتمعة بنحو (90%) من إجمالي إنتاج المنطقة العربية من هذا المحصول.

قمح بعد الخطة مجلد جديد/ Arab\_food\_Security\_Report\_2019 (1) /المنظمة العربية للتنمية الزراعية/2019/ISSAN 1811-5020

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **أصناف القمح السوري حسب تحملها للجفاف/حسب دليل القمح السوري** | | | | |
|  | **متحملة للجفاف** | **متوسطة التحمل للجفاف** | **أصناف الزراعة المروية** | **متباينة في احتياجاتها البيئية** |
| **المكان** | منطقة الاستقرار الثانية  أمطارها (250-350) ملم | أصناف منطقة الاستقرار الأولى  أمطارها أكثر من (350) ملم. |  | تصلح للزراعات المروية والبعلية  في مناطق الاستقرار الأولى. |
| **مثال** | حوراني, شام3,أكساد65,  شام5, دوما1, دوما2, دوما4 | جولان2, بحوث7, بحوث11 | بحوث9, بحوث8, شام7 | شام1, شام4 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **توزع القمح على مناطق الاستقرار** | | |
|  | **الأولى** | **الثانية** |
| **القاسي** | شام1, شام9,أكساد65, بحوث7, دوما1,بحوث11 | شام3, حوراني, شام5, دوما1,  دوما3 |
| **الطري** | شام4, شام6, بحوث4, بحوث6,  جولان2, | شام6, دوما2, دوما4, |

قمح بعد الخطة / مجلد جديد/ Wheat guide

يتبع القمح الجنس *Triticum* من العائلة النجيلية *Gramineace* ويعتبر القمح من أهم محاصيل الحبوب وأكثرها انتشارا في العالم، فهو محصول الخبز الرئيسي في معظم دول العالم ويتغذى عليه نصف سكان الكرة الأرضية نتيجة جودة صفات خبز القمح واحتوائه على أنواع معينة من بروتينات بجانب نموه في ظروف بيئية متباينة ( **Kent and Evers, 1994)**).

كما يعد القمح المحصول الغذائي الأول في أغلب دول العالم فهو الغذاء الرئيسي لأكثر من ثلاثة أرباع سكان الكرة الأرضية، فيزرع في أغلب مناطق العالم (**Slafer and Rawson (1994**.

وقد تراجعت إنتاجية محصول القمح من سنة لأخرى بسبب:

1- قلة معدلات الهطول المطري السنوية، وعدم انتظام توزع الأمطار خلال موسم النمو.

2- استمرار حدوث دورات الجفاف بسبب التبدلات المناخية المتمثلة بارتفاع درجات الحرارة وقلة الأمطار وخاصة في منطقة الشرق الأوسط، وآسيا، وشمال أفريقيا.

3- عدم تطبيق الممارسات الزراعية المناسبة (موعد زراعة، معدل بذار، صنف مناسب، تسميد، عمق الزراعة، مكافحة الأعشاب والآفات، وطريقة الزراعة... الخ).

4- عدم زراعة الأصناف الملائمة لكل بيئة محلية، وزيادة نسبة الإصابة بالأمراض بالإضافة إلى منافسة الأعشاب الضارة وبالتالي ارتفاع تكاليف المكافحة (**Osman *et al*, 2010**) .

قمح/أمين

يعد القمح *Triticum sp.* من أقدم الأنواع المحصولية التي زرعت منذ ما يزيد عن 8000 سنة، وذلك في مناطق مختلفة من العالم في أوروبا وغربي آسيا وشمالي أفريقيا (Dixon *et al*. 2009).

يعد القمح مادة أولية للعديد من الصناعات الغذائية (الخبز، المعجنات، المعكرونة، السميد، البرغل، البسكويت، أغذية الأطفال وغيرها)، ومحصولاً مهماً على الصعيدين الاقتصادي والغذائي، ويعتمد استقرار أي بلد وأمنه على مدى توفر هذه المادة زراعةً وإنتاجاً وتخزيناً (ديب، سوسي، 2004).

قمح/سامي

يعود تأثير الجفاف خلال السنوات الأخيرة إلى تأثير التغيرات المناخية من جهة، ونقص الموارد المائية وممارسات الإنسان من جهة أخرى، حيث تهتم البحوث المختلفة في سورية بالعمل على تطوير إنتاجية القطّاع الزراعي تحت الظروف المطرية، والعمل على تخفيف آثار الجفاف ما أمكن، من خلال العمل على أقلمة طرز وراثية جديدة، وإدخالها في برامج التربية لتطوير أصناف جديدة من القمح، لها القدرة على تحمل الجفاف، تتميز بالباكورية بالنضج، وبكفاءة استعمال مرتفعة للماء في المناطق الجافة (Erian، 2010). د.فاطمة الجنعير

وذكر Graner (2008) أنّه سيكون من المهم جداً من أجل المستقبل ليس فقط الحفاظ على الموارد الوراثية، وإنّما أيضاً توصيفها لاكتشاف خصائصها التي يمكن أن تساهم في تحسين وتطوير أداء الأنواع النباتية المختلفة مع ضمان استدامة الإنتاج الزراعي، فعملية تقييم وإدخال الطرز الوراثية المتباينة من أهم طرائق التربية والتحسين الوراثي السريعة، التي تقدم لمربي النبات معلوماتٍ واضحةٍ ودقيقة عن أداء هذه الطرز الوراثية في منطقة الزراعة المستهدفة، وتحديد الطرز الوراثية المتفوقة من خلال دراسة سلوكها وصفاتها الكمية والنوعية، وبالتالي يتوافر لدى مربي النبات قاعدة وراثية عريضة تتيح له انتخاب الطرز المتفوقة ذات الصفات المرغوبة، والاستفادة منها في برامج التربية والتحسين الوراثي (شاهرلي، 2007). د.فاطمة الجنعير

**إنّ جوهر العمل التربوي يكمن في زراعة الصنف المتفوق أو الطراز الوراثي المفضل في البيئة، حيث تسمح له بالتعبير عن إمكاناته الإنتاجية الكامنة (Boyer، 1982)، وبما أن تطوير هذا الطراز يعتمد على نقل المورثات المتحكمة بالصفة المطلوبة إلى التركيب الوراثي المستهدف للوصول إلى أصناف جديدة أفضل، وبالتالي فإن معرفة مواقع هذه المورثات في النبات المانح ضرورية لتسريع برنامج التربية التقليدية.** د.فاطمة الجنعير

**البرولين**

* **حسب Bates,1973)) (قمح بعد الخطة/ هام جداً كلوروفيل وبرولين وسكريات)**

هو أحد الأحماض الأمينية الهامة في النباتات, تقوم بتخليقه كرد فعل أو كنوع من التأقلم ضد الجفاف, بهدف تعديل الوسط للحفاظ على المحتوى المائي في الخلية والحفاظ على ضغط الامتلاء الضروري لكل تفاعلات الخلية الحيوية, ويتركز البرولين في جميع أجزاء النبات وبكمية مرتفعة في الأوراق (Palfi *et al*., 1973), حيث يمثل في بعض الحالات 1% من الوزن الجاف للنبات (Hsiao, 1973).

إن مصدر البرولين المتراكم أثناء الجفاف هو التخليق الحيوي من الحمض الأميني غلوتاميك (Pourrat, 1974; Voetberg and Stewart,1984), أو ترجع جزئياً إلى نقص أكسدته نظراً لنقص الأنزيم المحفز لأكسدته (Stewart, 1991; sanchez,*et al*., 2007). عملية تجميعه متعلقة بنقص الماء وكذلك درجات الحرارة المرتفعة (Monneveux and Nemmar, 1986).

يتركز البرولين في جميع أجزاء النبات وبكمية مرتفعة في الأوراق (Palfi *et al*., 1973) حيث

تدل نتائج بعض الأبحاث على أن تراكم البرولين أثناء الجفاف يتطلب زيادة محتوى النبات من حمض الأبسيسيك ABA (Ober and sharp, 1994; Demirevska *et al*., 2008), وبينت دراسات Savitskaya, (1967), التي عرضت فيها نباتات الشعير لظروف نقص المياه في التربة أن الحمض الأميني البرولين كان الوحيد من بين الأحماض الأمينية التي تم الكشف عنها وبكميات كبيرة وفي جميع أعضاء النبات, وقد توصل باحثون آخرون إلى نفس النتيجة في نبات القمح (Tyankova, 1967; Vlasyuk *et al*., 1968), ولهذا يكشف عنه في النبات المعرض للإجهاد المائي كدليل على مقاومة الجفاف, فإنه هناك علاقة طردية بين كمية البرولين المفروزة من النبات والمتراكمة فيه وبين مقاومة الجفاف, حيث كلما زادت هذه الكمية المتراكمة كلما كان النبات أكثر مقاومة. **قمح/8**

يمثل في بعض الحالات 1% من الوزن الجاف للنبات (Hsiao, 1973).

**تراكم البرولين المحث بواسطة الإجهاد المائي يكون نتيجة ثلاثة إجراءات:**

* **نقص نشاط أنزيم إماهة البرولين (محب طه صقر, 2011).**
* **تنشيط تركيبه (Morris *et al*.,1977).**
* **هدم التركيب الحيوي للبروتينات (Stewart *et al*.,1977).**

**(برولين + سكريات/ قمح بعد الخطة )**

يعد البرولين من أهم الأحماض الأمينية الأساسية التي تدخل في تكوين البروتينات, فهو يعتبر من الأحماض الأمينية غير القطبية التي تحتوي على سلسة جانبية أليفاتية, ولكنها تختلف عن بقية السلاسل الجانبية في الأحماض الأخرى وهذا لا يمنع من تقارب صفاته البيوكيميائية مع تلك التي تتميز بها باقي الأحماض الأمينية؛ فالبرولين هو الحمض الأميني الوحيد من 20 حمض أميني تكون فيه المجموعة NH2 غير حرة فهو إذاً يحتوي على وظيفة ثانوية وليست أولية وذلك يسمى بالحمض الإميني (Acide imine) (Wray, 1988).

**اكتشف البرولين سنة 1900 من طرف Wilstetter وقام Ficher بعزله للمرة الأولى؛ وهو عبارة عن جسم أبيض, كثير الذوبان في الماء والإيتانول, يتفاعل البرولين مع النينهيدرين ويعطي لوناً أصفراً يتحول باستمرار التسخين إلى أحمر بنفسجسي, ويتم انحلال البرولين في الماء في درجة حرارة 25م°. (Ficher, 1901 in Chaib ,1998). ص13**

يلعب البرولين دورا هاماً في التعديل الأسموزي عند النباتات المعرضة إلى عدة عوامل غير ملائمة كالجفاف وزيادة الأملاح في التربة (Delauney and Verma, 1993). (27).

يعتبر تراكم البرولين داخل النبات عادةً كرد فعل لتأقلمه أو تحسسه مع إجهاد معين (درجات الحرارة المنخفضة, الملوحة أو نقص المياه), والذي يمكن معرفته مبكراً خلال دورة حياة النبات (Bates et al., 1973). (27).ص13/موجود في نورا قمح جفاف (قمح/27 برولين وكلوروفيل).

وجد ارتفاع نسبة البرولين في الأعضاء الخضرية للقمح بمقدار 25 إلى 50 مرة تحت ظروف الإجهاد الجفافي, بحيث لا تتجاوز نسبتها 2 ميكروليتر/مغ مادة جافة في الظروف العادية.(26 برولين).ص13/ موجود في نورا قمح جفاف(قمح/27 برولين وكلوروفيل).

من الظواهر التأقلمية المعروفة في بعض النباتات التي تتعرض للإجهاد تراكم بعض المركبات العضوية وخاصة الحمض الأميني البرولين.

إن تراكم البرولين هو الزيادة في مستوى البرولين الحر في النسيج ويعزى ذلك إلى الإجهاد, حيث أن تراكم البرولين يحدث في وجود شح بسيط نسبياً للماء, وتعتمد الكمية التي تتراكم على شدة الإجهاد.

وقد لوحظ تراكم البرولين لأول مرة في أنسجة النباتات الذابلة عام 1954 أثناء التجارب التي أجريت على حشائش الشوفان المستأصلة حيث لوحظ أن البرولين قد تراكم في الأنسجة الذابلة بكميات تفوق ما يمكن أن يكون ناتجاً عن التحلل البروتيني.

ومصدر البرولين المتراكم أثناء الجفاف هو التخليق من الحمض الأميني الجلوتميت (Glutamate), أو ترجع جزئياً إلى نقص أكسدته نظراً لنقص نشاط الأنزيم المحفز لأكسدته وهو أنزيم (Proline dehydrogenase) (Rayapati and Stewart,1991).

وأوضحت دراسات كثير من الباحثين مثل (Batanouny and Ebeid,1981) أن الحمض الأميني برولين يتجمع نتيجة لتعرض النباتات للإجهاد الجفافي.

**وجد الباحثون (Deora*et al*.,2001) تراكم الحمض البرولين في أوراق القمح المعرضة لإجهاد الجفاف مقارنة بالمروية وأرجعوا ذلك إلى أن البرولين المتراكم يعتبر نوعاً من مقاومة النبات للجفاف.**

أفاد (Palfi and juhasz,1969) بأن تعرض الأنسجة النباتية للإجهاد يؤدي إلى سرعة تمثيل البرولين وتثبيط لأكسدته ثم تراكمه داخل الأنسجة.

**أقرّ (Hanson *et al*.,1977) أن تجمع البرولين في نبات الشعير يحتمل أن يكون ناتج من ردة فعله للجفاف فقط وليس لمقاومة الجفاف.**

وقد ذكر (Hsiao ,1973) و (Naylor ,1972) أن إجهاد الجفاف يسبب زيادة في محتوى النباتات من الأحماض الامينية الحرة وخاصة البرولين والذي يصل تركيزه في بعض الحالات إلى 10 أو 25 ضعفاً أو 1% من الوزن الجاف للأوراق.

وقد أشار (Stewart, 1983) أن تجمع البرولين يعتبر بمثابة طريقة للحد من التأثير الضار للأحماض الأمينية الأخرى الناتجة عن هدم البروتين, كما أوضح أن البرولين يتجمع نتيجة لعدم قدرة الخلايا النباتية على بناء البروتين علاوة على الكميات الناجمة عن هدم البروتين تحت تأثير الجفاف.

**كما توصلت (الحماد, ) أن المحتوى البروليني قد زاد بزيادة الفترة الزمنية التي عرض فيها نبات القمح للإجهاد الجفافي عن طريق تعطيش النباتات لمدة (3,6,9,12) يوم حيث سجل أعلى معدل(7,92 ميكروغرام/مل) وذلك بعد 12 يوم من تعطيش النباتات مقارنة بالشاهد الذي سجل (1,35 ميكروغرام/مل), أما أدنى معدل فقد بلغ (1.67 ميكروغرام/مل) وذلك بعد 3 أيام من التعطيش.**

**طريقة تحضير المنحني القياسي للبرولين:**تم تحضير تراكيز مختلفة من الحمض الأميني لبرولين وهي كالتالي : 1 , 2 , 4 , 6 , 8 , 10 ميكروغرام/ميلليليتر. مع ملاحظة عمل ضابط (ماء مقطر فقط). قدرت كمية البرولين بالطريقة السابقة التي تم ذكرها.

**يعتبر الإجهاد المائي من بين الإجهادات الأكثر حدوثاً في الطبيعة, يظهر الإجهاد المائي حالما يكون الماء الممتص بواسطة الجذور أقل بكثير من الماء المفقود عن طريق النتح . (هااام جفاف برولين قمح)/ قمح بعد الخطة.**

**طريقة تحضير المنحني القياسي للبرولين:**

تم تحضير التراكيز المختلفة من الحمض الأميني البرولين. بحيث يكون في كل أنبوبة 2 مل كالتالي: 0.1 ملغ/مل, 2.0 ملغ/مل, 3.0 ملغ/مل, 4.0 ملغ/مل, 5.0 ملغ/مل, 6.0 ملغ/مل, 7.0 ملغ/مل, 8.0 ملغ/مل, مع ملاحظة عمل شاهد (ماء مقطر فقط). قدرت كمية البرولين بالطريقة التي سبق ذكرها في تقدير البرولين. **(قمح بعد الخطة/ هام جداً كلوروفيل وبرولين وسكريات)**

تقدر كمية البرولين بعد تحويل النتائج المتحصل عليها إلى تراكيز البرولين (بالميكرومول/ملغ) مادة جافة وذلك باستعمال المعادلة:

كمية البرولين (ميكرومول/ملغ) = 0.62× الكثافة الضوئية / الوزن الجاف

عن (Benlaribi,1990).

تباين محتوى البرولين عند الأصناف غير المعرضة للإجهاد من (7.56 ± 10.40) ميكرومول/ ميللي غرام (مادة جافة) كأعلى قيمة عند الصنف GTA dur و (0.64±2.52) ميكرومول/ ميللي غرام (مادة جافة) عند صنف Omruffكأدنى قيمة. أما الأصناف المعرضة للإجهاد (20) يوم, فقد سجلت أعلى كمية للبرولين في صنف B Mestina والمقدرة ب (19.60±60.54) ميكرومول/ ميللي غرام (مادة جافة) بنسبة زيادة 11.11% مقارنة مع الشاهد أي 12 مرة القيمة الأساسية المسجلة عند الصنف غير مجهد, كما سجلت أدنى قيمة عند الصنف Omruff والمقدر ب (1.44±15.73) ميكرومول/ ميللي غرام (مادة جافة) بنسبة زيادة 52.50% مقارنة بالشاهد أي 6 مرات القيمة الأساسية المسجلة عند الصنف الشاهد **(برولين + سكريات/ قمح بعد الخطة )**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| الصنف | محتوى البرولين (مع/غ) | | | |
| المعاملة | | المتوسط | نسبة الزيادة % |
| مروي | بعلي |
| شام 3 | 9.92 | 18.19 | 14.06 | 45.43 |
| بحوث9 | 4.49 | 18.92 | 11.93 | 73.89 |
| حوراني | 4.28 | 15.90 | 10.09 | 73.09 |
| شام 10 | 9.15 | 18.08 | 13.61 | 49.40 |

(برولين أصنافي/ قمح بعد الخطة)

إن زيادة معدل تصنيع البرولين تحدد كفاءة الطراز الوراثي في إمكانية استعادة النمو وذلك لأن البرولين يمثل مصدراً مهماً للطاقة والكربون الذي تستخدمه الخلايا النباتية من أجل استعادة النمو بعد زوال العامل البيئي المحدد للنمو (الجفاف), أي القدرة على استعادة النمو ترتبط مع كمية الذائبات الحلولية التي تمّ تصنيعها خلال فترة التعرض للإجهاد (AL- Ouda, 1999).

عموماً للبرولين دور في تحسين تحمل النباتات للإجهاد المائي من خلال قدرته على خفض قيمة الجهد المائي داخل خلايا النبات, ما يزيد من فرق التدرج في الجهد المائي بين النبات والوسط المحيط, الأمر الذي يؤدي إلى ازدياد امتصاص الماء من قبل النبات, حيث يصبح كافياً لتعويض الماء المنتوح والمحافظة على استطالة الخلايا النباتية من خلال المحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية, وبالتالي ضمان استمرار الانفتاح الجزئي للمسامات وانتثار غاز الفحم اللازم عملية التمثيل الضوئي وبالتالي تصنيع المادة الجافة, وتشير النتائج إلى أن التباين في معدل تصنيع وتجميع البرولين هو من أهم الأسباب لتباين الطرز في تحمل الإجهاد المائي, وهذا يتوافق مع نتائج (AL-Ouda,1999).وأيضاً نتائج (Bajji *et al.,* 2001).( قمح بعد الخطة/ برولين أصنافي/ص35/العمود 1)

البرولين (ميكرو مول/ملغ) = 0.062 \* الكثافة الضوئية /الوزن الجاف (Benlaribi, 1990). **قمح جفاف برولين سكريات**

**تمت زيادة محتوى البرولين الحر بنسبة 23.0٪ ～ 77.0٪ في الأوراق و 13.35٪ 97.6٪ في الجذور من 24 ساعة إلى 48 ساعة من معالجة الجفاف. قمح/د.لينا/pone1**

تؤكد النتائج التي توصل إليها كل من Zarei وآخرون (49) و Vendruscolo وآخرون (40) من أن تركيز حامض البرولين في اللحاء عند القيمة الأكثر سالبية للجهد المائي في النباتات المعرضة للشد المائي العالي يمكن أن يزيد بمقدار 60 مرة مقارنة بقيمة الجهد المائي في النباتات غير المعرضة للشد.

. قمح بعد الخطة /دور المادة المنشطة PBO في نمو نبات حنطة الخبز النامية تحت ظروف الإجهاد الجفافي / محمد سعيد فيصل/ جامعة الموصل

في دراسة على غراس من الزيتون أدى الجفاف مدة 20 يوماً إلى ارتفاع محتوى الأوراق من البرولين إلى (1.59 ميكرومول/مغ وزن جاف) مقارنةً بالشاهد (0.5 ميكرومول/مغ وزن جاف) (Sofoa *et al*., 2004).

**وفي دراسة أجراها (Nayer and Heidari, 2008) على نباتات الذرة لوحظ أن الإجهاد المائي بواسطة PEG عند جهد حلولي (-1,76 Mpa) أدى إلى زيادة محتوى البرولين في الجذور إلى (3.13 مع/وزن جاف), وارتفعت في النموات الخضرية إلى (3.1 مع/ وزن جاف) مقارنةً بالشاهد**

**لوحظ ارتفاع تركيز البرولين في النبات (أوراق وجذور) كمؤشر لتأثر النبات بالجفاف أو الإجهاد المائي (Shtereva, *et al*., 2008, Lotfi, *et al.* 2008). قمح بعد الخطة/ الاستجابات المورفولوجية والفيزيولوجية لأصلين من التفاح البري للإجهاد المائي/ مجلة جامعة دمشق**

**وجد أن البرولين يحافظ على ضغط حلولي خلوي مرتفع. كما أن تراكم البرولين عند القمح غير مرتبط بمرحلة معينة من النمو إنما هو ناتج عن الإجهاد المائي (Monneveur et Nemmar.,1986). (قمح بعد الخطة/ كلوروفيل+برولين+سكريات قمح صلب- جفاف)**

ازداد محتوى ورقة العلم من حامض البرولين عند حجب الري في الفترة الممتدة من اكتمال الإنبات إلى نهاية مرحلة البطان إلى أعلى قيمة له (0.79 و 0.81) ميكرومول وهي بمقدار أربعة أضعاف قيمته عند معاملة المقارنة (0.20 و 0.21) ميكرومول التي تشابهت معنوياً مع معاملات حجب الري عند مراحل التفرعات والاستطالة والبطان ومن البطان إلى 100% إزهار للموسمين على التوالي.

تؤكد النتائج التي توصل إليها كل من Zarei وآخرون وVendruscolo وآخرون من أن تركيز حامض البرولين في اللحاء عند القيمة الأكثر سالبية للجهد المائي في النباتات المعرضة للشد المائي العالي يمكن أن يزيد بمقدار 60 مرة مقارنة بقيمة الجهد المائي في النباتات غير المعرضة للشد **(قمح بعد الخطة/ارتباط إنتاجية ونوعية حنطة الخبز بصفات ورقة العلم تحت الإجهاد الرطوبي والكاينيتين/ص208)**

**هناك رأيين لباحثين منهم من قال أن الأصناف الأكثر مقاومة للجفاف هي الأصناف التي تجمع البرولين بكميات كبيرة, ومنهم من قال العكس أي أن الأصناف الأكثر مقاومة للجفاف هي الأصناف الأقل تجميعاً للبرولين .(مذكورة المراجع). (قمح بعد الخطة / تأثير الجفاف ونقص الماء على تراكم البرولين الحر في أنسجة نبات الحنطة/ص253)**

البرولين

يمكن ملاحظة تراكم البرولين تحت ضغوط بيئية أخرى (Sairam et al., 2002).

ومع ذلك تمت دراسة استقلاب البرولين في النباتات بشكل أساسي تحت ظروف الإجهاد الحلولي (Verbruggen and Hermans 2008). ص580العمود 2

لا يتدخل البرولين في التفاعلات الكيميائية الحيوية الطبيعية ولكنه يساعد النباتات على الصمود تحت الضغوطات التي يمكن أن تتعرض لها (Stewart, 1981). ص582العمود 2

يعتقد أن تراكم البرولين يلعب أدواراً تكيفية في تحمل النباتات للإجهاد (Verbruggen and Hermans 2008). ص584العمود 1

تم اختيار تراكم البرولين كمؤشر لتحمل النباتات للإجهاد (Yancy et al., 1982. Jaleel et al., 2007). ص584العمود 1 **قمح/أجنبي/1**

البرولين

**يعتبر تراكم البرولين هو الاستجابة الأولى للنباتات المعرضة للإجهاد وذلك لتقليل الضرر الذي يسببه الإجهاد للخلايا. تسبب إجهاد الجفاف التدريجي إلى تراكم البرولين في نباتات الذرة تحت ظروف الإجهاد الجفافي, حيث ازداد محتوى البرولين مع تقدم إجهاد الجفاف, ووصل إلى ذروته بعد 10 أيام من الإجهاد, ثم لوحظ انخفاضه بعد 15 يوم من الإجهاد (Anjum et al., 2011). ص2029/ العمود 2**

**يمكن أن يعتبر البرولين كإشارة لتعديل وظائف الميتاكوندريا, والتأثير على تكاثر أو موت الخلايا, وتحفيز التعبير الوراثي المحدد والذي يمكن أن يكون ضرورياً لاستعادة النبات من الإجهاد (Szabados and Savoure´, 2009). ). ص2029/ العمود 2**

ارتبط تراكم البرولين في العديد من الأنواع النباتية بتحمل الإجهاد, وقد ثبت أن تركيزه أعلى بشكل عام في النباتات المتحملة للإجهاد مقارنة بالحساسة.

يؤثر البرولين تحت ظروف الإجهاد الجفافي على إذابة البروتين , ويحافظ على التركيب الرباعي للبروتينات المعقدة, ويحافظ على سلامة الغشاء , ويقلل من أكسدة الأغشية الدهنية, أو التثبيط الضوئي (Demiral and Turkan, 2004). ص2029/ العمود 2

كما يعمل البرولين على التخلص من الجذور الحرة, وتقليل الأكسدة الخلوية تحت ظروف الإجهاد (Ashraf and Foolad, 2007). ص2029/ العمود 2  **قمح / أجنبي / 23 مؤشرات بيوكيميائية**

**زادت نسبة السكريات القابلة للذوبان والبرولين تحت ظروف الإجهاد الجفافي وكانت الزيادة في الأصناف المتحملة للجفاف أكبر منها في الأصناف الحساسة (نتائج هذا البحث) (Sukshala, 2017).**

البرولين

يبدو أن البرولين له أدوار متنوعة في ظل الإجهاد الحلولي, مثل تثبيت البروتينات والأغشية والهياكل تحت الخلوية, وحماية الوظائف الخلوية عن طريق التخلص من أنواع الأوكسجين النشطة (Bohnert and Shen, 1999). ص 970/المقدمة/ العمود 2

**يلعب البرولين دوراً مهماً في آلية تحمل الإجهاد المائي في النباتات نظراً لقدرته على مقاومة الإجهاد التأكسدي, وتعتبر هذه الاستراتيجية الأكثر أهمية في النباتات للتغلب على آثار نقص المياه (Vendruscolo *et al*., 2007). ص972/ العمود2** **قمح / أجنبي / بيوكيميائية أجنبي 32**

* تحضير المنحنى القياسي للبرولين

يُعدُّ التباين الوراثي في كمية البرولين المُتراكمة بين النباتات صفةٍ فيزيولوجيةٍ مهمةٍ في التعديل الحلولي، ويُقترح إمكانية اعتماده كمؤشر إنتخاب في برامج التربية، وقد أُوصي بذلك بالنسبة لمحاصيل الحبوب المزروعة في بيئة حوض المتوسط (Nanjo et al., 1999). خطة البحث بعد السيمنار

يتباين محتوى البرولين المتجمع باختلاف الأجناس, والأنواع النباتية ضمن الجنس الواحد, وشدة الإجهاد (Kishore *et al*., 2005) قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ إيمان حسين.

يعمل البرولين على التخلص من الجذور الحرة ROS, كما له دور في حماية البروتينات والأغشية الخلوية, والتراكيب المختلفة مثل الميتاكوندريا, والبلاستيدات الخضراء تحت الظروف البيئية السيئة. (Ashraf and Foolad, 2007). قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ إيمان حسين.

**الكلوروفيل**

* **هام طريقة تقدير الكلوروفيل اللتي اتبعتها انا**

**استخدمت طريقة (Metzner *et al*., 1965) لاستخلاص الكلوروفيل وذلك بطحن 1غ من الأوراق النباتية الغضة في هاون خزفي مع 20 مل من الأسيتون 80% لمدة 5 دقائق حتى يتم استخلاص الصبغات من الأوراق الغضة, ثم يوضع المستخلص في جهاز الطرد المركزي لمدة خمس دقائق على سرعة 1000 دورة/دقيقة. بعد ذلك يؤخذ الرائق ويقدر الكلوروفيل (أ, ب) والكاروتينات بعد تكملة حجم الرائق إلى 50 مل باستخدام الأسيتون 80%. ويقدر الكلوروفيل باستخدام جهاز قياس الطيف الضوئي ((Spectophotometer عند الأطوال الموجية 663, 645, 452 نانومتر وخلية زجاجية فيها سمك المسار الضوئي 1 سم باستخدام المعادلات التالية:**

**Chlorophyll (a) = 10.3 × O.D663 – 0.918 × O.D644 = .μg/ ml**

**Chlorophyll(b)=19.7×O.D644–3.87×O.D663=μg/ .ml**

**Carotenoids = 4.2 × O.D452.5 – (0.0264**

**.Chlorophyll (a) + 0.426 Chlorophyll (b)) = μg/ ml**

**O.D: الكثافة الضوئية لمستخلص الكلوروفيل والكاروتينوئيدات عند طول الموجة الموضحة. تم حساب الصبغات معبراً عنها بالملغ/غ وزن طازج. واستخدمت ثلاثة مكررات لكل معاملة. (قمح بعد الخطة/ هام جداً كلوروفيل وبرولين وسكريات)**

الكلوروفيل هو كلمة مشتقة من كلمة يونانية حيث "كلوروس" تعني أخضر و"فيلون" تعني ورقة.

عزل الكلوروفيل للمرة الأولى سنة 1816 من قبل Joseph Pelletier و Joseph Bienuime, وهو مادة صبغية خضراء ملونة للنبات باللون الأخضر, تتواجد عند النباتات الخضراء وتنعدم عند الفطريات.

أشكال الكلوروفيل:ص20

يوجد الكلوروفيل في عدة أشكال وهي ذات تركيبات كيميائية متقاربة:

الكلوروفيل A وB يتواجد عند النباتات الراقية والطحالب الخضراء بنسب متباينة وذلك حسب النوع النباتي.

الكلوروفيل C و D متوفر عند الطحالب البنية والبكتريا الزرقاء.

يمتاز اليخضور A بلونه الأخضر- الأزرق ويتراوح طيف امتصاصه بين 660 إلى 670 nm.

أما اليخضور B فهو أخضر مائل للاصفرار , يمتص الضوء على طول موجة بين 635 إلى 645 nm.

**إن كل من الكلوروفيل A والكلوروفيل B سجلا مستويات أعلى عند النباتات المعرضة للإجهاد بالمقارنة مع النباتات غير المعرضة للإجهاد**

**في حين أن الكلوروفيل الكلي سجل نتائج معاكسة لذلك حيث سجل مستويات أعلى عند النباتات غير المعرضة للإجهاد بالمقارنة مع النباتات المعرضة للإجهاد**. (قمح/27 برولين وكلوروفيل).

توصل (النعيمي وآخرون ,2001) إلى أنه للجفاف تأثير معنوي في ارتفاع النبات لأصناف نبات السلجم وأن الانخفاض الحاصل في صفتي محتوى الماء النسبي ومحتوى الكلوروفيل الكلي نتيجة فترات الجفاف قد يعزى إلى أن التربة الرطبة لا يكون الماء ممسوكاً فيها بقوة أما التربة الجافة فيكون الماء ممسوكاً أو مقيداً بقوة فهناك حاجة لجهد كبير لاستخلاص الماء من التربة وهذا الجهد يعرف بالشد الرطوبي.

وقد فسر (Schon-feid *et al.,*1988) انخفاض محتوى الماء النسبي في الأوراق إلى تعرض النباتات للإجهاد المائي بسبب الاختلافات الحاصلة في التنظيم الأسموزي ومرونة النسيج وتوصل (Sing *et al.,*1973) إلى وجود علاقة ترابطية بين حالة نقص الماء ومحتوى الكلوروفيل وأن الصبغيات النباتية (الكلوروفيل والكاروتين) يتناقصان بانخفاض رطوبة التربة. **جفاف قمح/ قمح بعد الخطة**

التركيب الضوئي:

أكدت الكثير من الأبحاث تأثير الإجهاد المائي على مختلف تفاعلات عملية التركيب الضوئي (Oosterhuis et Walker., 1987).

وبصفة عامة يرى الباحثون أن ذلك يتم بطريقتين:

إما بارتفاع المقاومة الثغرية, مما يحدد انتشار غاز CO2 إلى داخل الأوراق ومنه تحديد معدل التركيب الضوئي.

أو بالتأثير على تفاعلات الاستقلاب في مستوى الخلية وعضياتها المسؤولة على ذلك.

تعمل الخلايا الثغرية وغيرها في حالة الإجهاد المائي على تخفيض معدل التركيب الضوئي عند القمح (Aboussouan Seropian et Planchon.,1985), وذلك بغلق الثغور (Oosterhuis et Walker., 1987), وبتقليص المساحة الورقية والتقليل من فقدان الماء مما يؤدي إلى تخفيض المردود (Wang *et al*.,1992).

كما أن الإجهاد المائي الشديد يؤثر مباشرة على عمل الأنظمة اليخضورية الضوئية ويؤدي إلى انخفاض محتوى الأوراق من الأصبغة اليخضورية (Holaday *et al*.,1992). **قمح جفاف برولين سكريات**

علاوة على ذلك ، أشار التحليل أيضًا إلى أن محتويات الكلوروفيل A و B في القمح البري تناقصت بشكل كبير في الأوراق بعد 24 ساعة من الإجهاد الجفافي ، وتفاقم استنفاد الكلوروفيل A و B بعد 48 ساعة من معالجة الجفاف قمح/د.لينا/pone1

انخفض محتوى ورقة العلم من الكلوروفيل aو b إلى أقل متوسط لهما (7.40 و 6.90) و (3.15 و 2.50) ملغ/100غ عندما امتدت فترة حجب الري من اكتمال الإنبات إلى نهاية مرحلة البطان مقارنة مع معاملات الرطوبة الأخرى التي تشابهت فيما بينها معنوياً.

الكلوروفيل الكلي تم تقديره حسب الطريقة التي أوردها (Saied, 1990) باستخدام المعادلة التالية:

Chl. (a+b)=20.2 (A645)+ 8.02 (A663) XV/1000 XW

D= قراءة الكثافة الضوئية للكلوروفيل المستخلص على الأطوال الموجية 663 و 645

V= الحجم الكلي لمستخلص الكلوروفيل في الأسيتون (80%)

W= الوزن الرطب (غ) للنسيج النباتي. قمح بعد الخطة /دور المادة المنشطة PBO في نمو نبات حنطة الخبز النامية تحت ظروف الإجهاد الجفافي / محمد سعيد فيصل/ جامعة الموصل

أثبتت العديد من الدراسات أن الإجهاد المائي سواء تحت تأثير الجفاف أو تراكيز مختلفة من PEG أدت إلى انخفاض محتوى الأوراق من اليخضور ومن ثم أثرت سلباً في نمو النبات. قمح بعد الخطة/ الاستجابات المورفولوجية والفيزيولوجية لأصلين من التفاح البري للإجهاد المائي/ مجلة جامعة دمشق

كلوروفيل

ربط عدد من الباحثين تحمل الإجهاد المائي بعدد من الاستجابات الفيزيولوجية الهامة التي يبديها النبات مثل محتوى الأوراق من الكلوروفيل (Clarke and McCiag, 1982), حيث يعد محتوى الأوراق من الكلووفيل دليلاً على مدى كفاءة المصدر (Herzog, 1986), كما أن المحافظة على محتوى عال من الكلوروفيل يعد عاملاً أساسياً لعملية التمثيل الضوئي تحت ظروف الجفاف, ويعتبر المحتوى العالي من الكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد المائي لدى الأصناف المتحملة قد تم تأكيده من قبل (Nyachiro *et al*., 2001), وبحسب (Manivannan *et al*., 2007), فإن الكلوروفيل هو احد أهم مكونات الكلوربلاست الرئيسية من أجل عملية التمثيل الضوئي, كما أن محتوى الكلوروفيل له ارتباط إيجابي بنسبة التمثيل الضوئي. أشار (Martin *et al*., 1987) إلى أهمية معامل ثباتية الغشاء الخلوي للتمييز بين الأصناف المقاومة والحساسة, حيث يحدث تسريب للأيونات من الخلايا نتيجة التخريب الذي يحدث للغشاء الخلوي والذي يصبح أكثر نفوذية بتأثير الإجهادات المختلفة (Senaratna and Kersi,1983). إن فعالية وكفاءة النظام الضوئي والممثلة بالقيمة (Fv/Fm) والتي تعبر عن حاصل قسمة الفلورة المتغيرة على الفلورة العظمى, تنخفض بشكل كبير أثناء الإجهاد المائي, وهو مقياس حساس لتحديد درجة تحمل النبات للإجهاد المائي (Flagella *et al*., 1995).

جدول ص173

**كان محتوى الكلوروفيل لدى شام5 أعلى من حوراني والذي بدوره أعلى من شام3** (سبة لظروف إجهادات البيئة البيئة والنمط الوراثي ممّا يفسر البطء إلى جانب الاختلاف الكبير في شدة الجفاف من موقع إلى آخر, وقمح/ جفاف إشطاء/170

ويعد البحث عن الأنماط الوراثية المتميزة بفعالية تمثيل ضوئي عالية, أمراً مهماً جداً وذلك من أجل استخدامها كمصادر وراثية من أجل التحسين الوراثي لإنتاجية المجتمعات النباتية المحلية, والحصول على أصناف عالية الإنتاجية . يسبب الإجهاد المائي الشديد خلال مرحلة الإزهار تراجعاً في عدد السنابل ومن ثم عدد الحبوب ووزنهاAspinall, 1984)).(3)أو 10 خلال الإزهار موجودة في نورا قمح جفاف

* أكدت الكثير من الأبحاث تأثير الإجهاد المائي على مختلف تفاعلات عملية التركيب الضوئي (Oosterhuis et Walker.,1987).
* تعد الورقة العضو الأكثر تأثرا بالإجهاد المائي حيث يتوقف نمو النصل ثم تلتف الأوراق وبعد إزهار النباتات تشيخ الأوراق بسرعة (1996 brisson,). (نورا قمح جفاف/أمين).
* كما يؤثر الإجهاد المائي على مختلف تفاعلات عملية التركيب الضوئي Oosterhuis et Walker, 1987).).(نورا قمح جفاف/أمين).
* إن الإجهاد المائي الشديد يؤثر مباشرة على عمل الأنظمة اليخضورية الضوئية ويؤدي إلى خفض محتوى الأوراق من الأصبغة اليخضورية(Holaday *et al.,*1992).
* وفي بحث أجري تحت ظروف البیت البلاستیكي بغرض دراسة تأثیر الإجھاد المائي على النمو والمحتوى الكیمیائي للأوراق و الحبوب لصنفين من القمح الصلب ***Triticum*** ***durum*** ھما (MBB) و (WAHA) فقد أثرالإجهاد المائي بصورة واضحة على نمو وإنتاج القمح، كما أدى إلى تراكم البرولین والسكریات الذائبة و انخفاض تركیز الكلوروفیل في مستوى الأوراق، و إرتفاع محتوى الحبوب من البروتینات والعناصر المعدنیة مع انخفاض محتواها من السكریات الذائبة(جامع، 2006) (نورا قمح جفاف/أمين).

تختلف أصناف القمح في استجابتها للإجهادات اللاحيوية, بحيث تميل بعض الأصناف إلى خفض تركيزها من الكلوروفيل ورفع حصيلة الكلوروفيل a/b , في حين وفي نفس الظروف تتبنى أصناف أخرى طريقة معاكسة في المقاومة (Ait Kaki,1984; Siakhène,1993) . هذا الاختلاف في بعض الأصناف يودي ببعض الباحثين إلى التركيز على صفة الكلوروفيل في عمليات الانتخاب (Kolaksazov *et al.,*2014; sabbagh *etal.,*2014).

يعتبر (Guettouche,1990) أن حصيلة الكلوروفيل a/b مؤشر جيد للإجهاد المائي, ويشير إلى انه كلما كان هذا المعيار مرتفعاً كلما كانت الأصناف مقاومة للإجهاد الجفافي, تعتبر قدرة البلاستيدات الخضراء في الحفاظ على امتلائها أحد أهم ميكانيزمات التكيف للجفاف, فالصانعات الخضراء الممتلئة جيداً تضمن تمثيل كلوروفيلي عالي عند جهود مائية ضعيفة. وجد (Karron and Maranville, 1994) أن نباتات القمح المعرضة للإجهاد حصل عليها انخفاض بتركيز الكلوروفيل مقارنة بالنباتات الغير معرضة للإجهاد, وهناك دراسات عديدة أشارت إلى وجود علاقة ترابطية بين حالة نقص المياه ومحتوى الكلوروفيل إذ أن صبغات الكلوروفيل والكاروتين تتناقص بانخفاض رطوبة التربة (Mahmood *etal.,* 2005).

**(قمح / قمح صلب إجهادات لا حيوية أخر طور**

يشترك الصنفان (MBB) و (WAHA)في تناقص الأصبغة اليخضورية كلما زادت شدة العجز المائي ومدته حيث تسجل أضعف المستويات عند السقي بربع السعة الحقلية وفي المرحلة الزهرية. يعزى انخفاض تركيز اليخضور الكلي إلى تقليص فتح الثغور (Brown et Tanner.,1983). (حسب نتائج هذا البحث). **(قمح بعد الخطة/ كلوروفيل+برولين+سكريات قمح صلب- جفاف)**

قدرت صبغات الكلوروفيل وفق طريقة (Arnon.,1949).

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast. Polyphenol-oxidase in (Beta vulgars L.). Plant Physiol. 24:1-5.

Chl.a(mg/l) =12.7 ×E663-2.69 × E645.

Chl.b (mg/l) = 22.4 × E645-4.68 ×E663.

Total Chls (mg/l)= 8.02 × E663 + 20.2 ×E645.

انخفض محتوى ورقة العلم من كلوروفيل a و b إلى أقل متوسط لهما (7.40 و 6.90) و (3.15 و 2.50) ملغ/100غ عندما امتدت فترة حجب الري من اكتمال الإنبات إلى نهاية مرحلة البطان مقارنة مع معاملات الرطوبة الأخرى التي تشابهت فيما بينها معنوياً. أما محتوى ورقة العلم من الكلوروفيل الكلي والكاروتينات فقد انخفض تركيزهما إلى أقل مستوى عند حجب الري في المعاملتين التفرعات +الاستطالة والتفرعات + الاستطالة + البطان مقترنة مع معاملات الرطوبة الأخرى التي تشابهت فيما بينها معنوياً.

تثبط عملية التمثيل الضوئي عند إطالة فترة حجب الري نتيجة لتأثيرات الشد الرطوبي في انخفاض الضغط الانتفاخي للخلايا والتفاف الأوراق وغلق ثغورها وزيادة مقاومتها لدخول جزيئات غاز co2 وانخفاض في سرعة انتقال السكريات الممثلة في الأوراق بسبب لزوجة المواد المنقولة خلال نسيج اللحاء فتقل فعالية التمثيل في البلاستيدات الخضراء وتتثبط رجعياً مما يؤثر سلبا في توسع وانقسام الخلايا فتقل المساحة السطحية الكلية للأوراق وجميع مؤشراتها الفيزيولوجية ولا سيما في النباتات ثلاثية الكربون (C3 Plants) كالقمح الغير كفء تحت ظروف الجفاف الشديد حيث يفقد الكربون بعملية التنفس الضوئي (Photo respiration).

(Gary, W. Knox. 2002. Drought tolerant plants for North and Central Florida . Univ. of Florida Institute of Food and Agricultural Since EDIS Website http: edis ifas.ufl. edu).

أكد Liu وآخرون على أن إغلاق نباتات القمح لثغورها يحصل كرد فعل لجهد التربة المائي المنخفض مما يقلل من تدفق CO2 إلى الأوراق. **(قمح بعد الخطة/ارتباط إنتاجية ونوعية حنطة الخبز بصفات ورقة العلم تحت الإجهاد الرطوبي والكاينيتين/ص208)**

الكلوروفيل

Total chlorophyll (mg/g) = 20.2 (A645 )+ 8.02 (A663) Chlorophyll a (mg/g) = 12.7 (A663) -2.69(A 645)

Chlorophyll b (mg/g) =22.9(A 645 ) -4.68 (A663)

قمح بعد الخطة/ تقدير بعض العناصر الثقيلة في أوراق النباتات المتعرضة لانبعاثات مولدات التي تعمل بوقود البنزين وقياس المحتوى الكلوروفيلي والمالو داي ألدهيد)

الكلوروفيل

بالتأكيد تحت ظروف الإجهاد الجفافي المنخفض أو المعتدل فإن إغلاق الثغور يؤدي إلى تقليل تركيز CO2 في الأوراق وبالتالي يؤدي لانخفاض معدل التمثيل الضوئي (Chaves, 1991; Cornic, 2000; Flexas et al., 2004). ص580 العمود 1

يؤدي الإجهاد الجفافي الشديد إلى تثبيط عملية التركيب الضوئي للنباتات عن طريق إحداث تغييرات في محتوى الكلوروفيل, وذلك بالتأثير على مكونات الكلوروفيل وإتلاف جهاز التمثيل الضوئي (IturbeOmaetxe *et al*., 1998).ٍ ص580 العمود1

أدى الإجهاد الجفافي إلى انخفاض كبير في محتوى الكلوروفيل a والكلوروفيل b والكلوروفيل الكلي لدى عدة أصناف من عباد الشمس (Manivannan *et al*., 2007). ص580 العمود2

الانخفاض في الكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد الجفافي ناتج بشكل رئيسي عن الأضرار التي لحقت بالبلاستيدات الخضراء وذلك بسبب الأوكسجين النشط (Smirnoff 1995). ص580 العمود2

يشير نقص التأثيرات على نسبة الكلوروفيل a/b إلى أن الكلوروفيل bليس أكثر حساسية للجفاف من الكلوروفيل a (حسب نتائج البحث ) ص582العمود 2

بعض الباحثين يعزي الانخفاض في التمثيل الضوئي تحت ظروف الإجهاد الجفافي ناتج عن انخفاض الطاقة (ATP) (Lawlor, 2002; Tang et al., 2002). ص582العمود 2 **قمح/أجنبي/1**

**في دراسة تمت في سلطنة عمان على القمح خضع فيها لأربعة أنظمة جفاف أي 100% و 80% و 60% و 40% بعد إضافة معدل ترشيح 20% إلى ETC كان محتوى الكلوروفيل في الأوراق (32.9) في النباتات المروية بنسبة 60 % وهو أعلى بالمقارنة مع 80 % ري حيث بلغ (28.8). نتائج هذا البحث في الملخص.**

**ترتيب محتوى الكلوروفيل حسب أنظمة الجفاف من الأعلى إلى الأقل**

**الأعلى عند 60% يليها 40 % يليها 100% يليها 80% (حسب الجدول ص 129).**

تحت ظروف الإجهاد الجفافي ينخفض تصنيع العضيات النباتية, كما يتم تقليل توافر CO2 وتتغير التفاعلات الكيميائية الضوئية والتمثيل الضوئي (Flexas et al., 2004, Tang et al., 2002, Lawlor and Cornic, 2002). ص128 العمود2

**تقوم النباتات بتصنيع الغذاء من خلال عملية التمثيل الضوئي وتعتبر الصبغات الخضراء الموجودة في الأوراق جهازاً ضوئيا لالتقاط الضوء (Anjum et al., 2011). .** ص130 العمود1

**لم يكن هناك فرق كبير في محتويات الكلوروفيل الكلية للقمح المعرض لمجموعة من إجهاد الجفاف مما يدل على قدرة الصنف الأصلي على مقاومة بيئة الجفاف. نتائج هذا البحث في المناقشة ص130 العمود 1 قمح /أجنبي/6**

**ارتبط كل من (فترة تعبئة الحبوب, محتوى الكلوروفيل, عدد الحبوب في السنبلة والسنيبلات) مرتبطة بشكل إيجابي بمحصول الحبوب في ظل ظروف الجفاف.** نتائج هذا البحث بالملخص

**أدى إجهاد الجفاف زيادة محتوى الكلوروفيل في النبات** نتائج هذا البحث بالنتائج والمناقشة ص 165

**كانت نتائج الكلوروفيل 3.53 في حال الري و 5.37 في حال الجفاف موجودة في الجدول ص 165 قمح/أجنبي/7**

**إن الضغوط البيئية لها تأثير مباشر على جهاز التمثيل الضوئي, وذلك عن طريق تعطيل جميع المكونات الرئيسية لعملية التمثيل الضوئي بما في ذلك نقل الكترون الثيلاكويد, ودورة تقليل الكربون, والتحكم الثغري في إمداد CO2 , بالإضافة إلى زيادة الكربوهيدرات, والتدمير الناتج عن أكسدة الدهون, واضراب التوازن المائي.** (Allen and Ort, 2001). ص2028/العمود 1

التمثيل الضوئي

ترتبط قدرة نباتات المحاصيل على التأقلم مع البيئات المختلفة بشكل مباشر أو غير مباشر بقدرتها على التأقلم على مستوى التمثيل الضوئي, والذي بدوره يؤثر على العمليات الكيميائية والفيزيولوجية, وبالتالي على نمو وإنتاج النبات بأكمله. (Chandra, 2003). ص2028/العمود 2.

أدى الإجهاد الجفافي إلى إعاقة تبادل الغازات في نباتات المحاصيل, ويمكن أن يكون ذلك بسبب الانخفاض في تمدد الأوراق, وضعف عملية التمثيل الضوئي, وشيخوخة الأوراق المبكرة, وأكسدة دهون البلاستيدات الخضراء, والتغيرات في بنية الأصباغ والبروتينات (Menconi et al., 1995). ص2028/العمود 2.

الكلوروفيل

يعتبر الكلوروفيل أحد المكونات الرئيسية للبلاستيدات الخضراء في عملية التمثيل الضوئي, كما أن محتوى الكلوروفيل النسبي له علاقة إيجابية بمعدل التمثيل الضوئي, ويعتبر الانخفاض في محتوى الكلوروفيل تحت إجهاد الجفاف من الأعراض النموذجية للإجهاد التأكسدي وقد يكون نتيجة للأكسدة الضوئية للصبغة وتدهور الكلوروفيل. تعد أصباغ التمثيل الضوئي مهمة للنبات بشكل أساسي لحصاد الضوء وإنتاج قوى الاختزال . يتأثر كل من الكلوروفيل a والكلوروفيل b بجفاف التربة (Farooq et al., 2009).

لوحظ انخفاض محتوى الكلوروفيل أو تغيره تحت ظروف الإجهاد الجفافي في العديد من الأنواع اعتماداً على مدة وشدة الإجهاد (Kpyoarissis et al., 1995; Zhang and Kirkham, 1996). ص2028/ الكوروفيل

أدى الإجهاد الجفافي إلى انخفاض محتوى الكلوروفيل a, ومحتوى الكلوروفيل b, ومحتوى الكلوروفيل الكلي في أنواع مختلفة من عباد الشمس (Manivannan et al., 2007b). ص2029/ العمود 1

أدى تعريض صنفين من الزيتون لتقليل الري إلى انخفاض محتوى الكلوروفيل (a+b) وكانت نسبة الانخفاض 29 و 42% ل Chemlali و Chetoui على التوالي (Guerfel et al., 2009). ص2029/ العمود 1

يعتبر فقدان محتويات الكلوروفيل تحت الإجهاد الجفافي السبب الرئيسي في تعطيل عملية التمثيل الضوئي (Kaiser et al., 1981). ص2029/ العمود 1 **قمح / أجنبي / 23 مؤشرات بيوكيميائية**

الكلوروفيل

**محتوى الكلوروفيل هو المكون الرئيسي للبلاستيدات الخضراء ومحتواره النسبي له علاقة إيجابية مع معدل التمثيل الضوئي** (Anjum *et al.,*2011). ص2/ العمود 2

أثبت انخفاض محتوى الماء النسبي والكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد الجفافي. Micheal and Oija, 1987)). ص2/ العمود 2

انخفض محتوى الكلوروفيل بشكل ملحوظ تحت ظروف الإجهاد الجفافي وسجل أعلى محتوى من الكلوروفيل عند الأصناف المتحملة فيما سجلت الأصناف الحساسة اقل محتوى من الكلوروفيل ص5/العمود 1/ نتائج هذا البحث

إن انخفاض محتوى الكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد الجفافي هو أحد الأعراض النموذجية للإجهاد التأكسدي. سبب هذا الانخفاض الذي يتأثر بنقص المياه هو أن الجفاف يؤدي إلى إنتاج أنواع الأوكسجين النشطة مثل O2- و H2O2, والتي بدورها تؤدي إلى أكسدة الدهون وبالتالي تدمير الكلوروفيل (Foyer *et al*., 1994). ص7/العمود 1

أثبت بعض الباحثين أيضاً تلف أصباغ الكلوروفيل نتيجة لنقص المياه (Terzi and Kadioglu, 2006), (Anjum *et al.,*2011). ص7/العمود 1 **قمح/ أجنبي/ 31 بيوكيميائية أجنبي**

حسب نتائج هذا البحث (Bhupinder and Usha, 2003). الذي تم في الهند ارتفع محتوى الكلوروفيل تحت الإجهاد الجفافي. قمح / أجنبي / بيوكيميائية أجنبي 33

ثبت أن تعرض النباتات للجفاف يؤدي إلى تأثير كبير في محتوى الكلوروفيل نتيجة لانخفاض نمو الأوراق (Chutia and Borah, 2012).

**في دراسة تمت لمراقبة التغير في محتوى الكلوروفيل الكلي بعد سبعة أيام من حجب الماء وسبعة أيام أخرى من إعادة الري. أظهرت بيانات الدراسة زيادة معنوية في مستويات الكلوروفيل في بعض الطرز الوراثية بينما سجل البعض الآخر انخفاضاً ملحوظاً في الكلوروفيل نتيجة الجفاف (Bashier *et al.,* 2018)** (قمح بعد الخطة / مجلد جديد/ SSR Drought rice/ المناقشة/ نتائج هذا البحث), يمكن أن يعزى ذلك إلى تأثير الجفاف على التخليق الحيوي للكلوروفيل وبالتالي فهو مؤشر قوي على أن الكلوروفيل يدعم تحويل الطاقة الأكثر كفاءة إلى ATP و NADPH والتي تستخدم بعد ذلك كمصدر للطاقة لبناء الكربوهيدرات من ثاني أوكسيد الكربون (Pena et al., 1986).

تم التوصل إلى ارتفاع في محتوى الكلوروفيل الكلي في بعض الحبوب في ظل ظروف الإجهاد الجفافي وهذا مؤشر على تحمل الجفاف (Gummuluru et al., 1989). (قمح بعد الخطة / مجلد جديد/ SSR Drought rice/ المناقشة/العمود 2)

**السكريات**

تعتبر السكريات والأحماض الأمينية والأحماض العضوية من أهم المواد المتراكمة أثناء الإجهادات, وللسكريات المذابة دور إيجابي في تخفيف الإجهاد الحراري والمائي, وفي طريقة التعديل الاسموزي أيضا, وذلك بواسطة منح مقاومة للجفاف والبرد لبعض خلايا النبات (Leestadelmann and Stadelmann, 1976). ولقد وجد بعض الباحثين في أوراق القمح المجهد حرارياً ومائياً تراكم السكريات وتثبيط استقلاب النشاء (Turner and Begg, 1978). كما تعتبر السكريات من أهم المذيبات المستعملة من طرف النبات للتعديل الأسموزي ومنها الغلوكوز والسكروز (Ackerson, 1981), كما بينت بعض الأبحاث أن هناك استنفاذ عام للسكر والنشاء في الأوراق المعرضة للإجهاد المائي **قمح/8**

تراكم السكريات الذائبة:

تعتبر السكريات والأحماض الأمينية والأحماض العضوية من أهم المواد المتراكمة أثناء الإجهادات (Les-Stadelmann and Stadelman., 1976). ولقد أشار الكثير من الباحثين إلى الدور الوقائي الذي تلعبه السكريات الذائبة على مستوى الأنظمة الغشائية بصفة عامة والأغشية الميتوكوندرية بصفة خاصة (Bamoun, 1997) وبالإضافة إلى ذلك فإن السكريات الذائبة تساهم في حماية التفاعلات المؤدية إلى تركيب الأنزيمات الشيء الذي يسمح للنبات بتحمل أفضل لمؤشرات الجفاف . كما تعتبر السكريات من أهم المذيبات المستعملة من طرف النبات في التعديل الأسموزي ومنها الغلوكوز والسكروز (Ackerson, 1981). لاحظ (Ali dib *et al*., 1990) أن تغيرات القمح الصلب من السكريات أضعف بكثير منها بالنسبة للبرولين وأن أكبر النسب تسجل انطلاقاً من اليوم الثاني عشر من الإجهاد المائي, أما النتائج التي توصل إليها (Adjab, 2002) خلال معايرته للسكريات عند خمسة أصناف من القمح الصلب فبينت أن هذه الأخيرة تبدي تراكماً ضعيفاً لها, السكريات والبرولين مع مواد أخرى تساهم في ظاهرة التعديل الحلولي التي تحمي الأغشية والأنظمة الأنزيمية وذلك بالمحافظة على إنتاج الخلايا بتخفيض كمونها الحلولي لتعويض انخفاض الكمون المائي الورقي (Blum, 1989) و(Ludlow et Muchow., 1990). **(برولين + سكريات/ قمح بعد الخطة )**

طريقة تقدير السكريات الكلية :

السكريات (ميللي مول/100ملغ)= 1.67×الكثافة الضوئية/ الوزن الجاف

غير معرضة : الأعلى Waha (0.77±7.39) ميكرومول/100 ميللي غرام (مادة جافة)

الأدنى Bidi17 (0.64±4.32) ميكرومول/100 ميللي غرام (مادة جافة)

المعرضة للإجهاد: الأعلى Waha (22.04±0.75) ميكرومول/100 ميللي غرام (مادة جافة) بنسبة زيادة 19.82% مقارنة مع الشاهد أي 3 مرات قيمة الشاهد

الأدنى Bidi17 (8.19±1.21) ميكرومول/100 ميللي غرام (مادة جافة) بنسبة زيادة 8.93% مقارنة مع الشاهد أي 2 مرات قيمة الشاهد **(برولين + سكريات/ قمح بعد الخطة )**

السكريات الذائبة (ميلي مول/مغ) = 1.67 \* الكثافة الضوئية/ الوزن الجاف **قمح جفاف برولين سكريات**

زاد محتوى **السكريات الذائبة** بنسبة 7.1٪～ 46.7٪ في الأوراق وبنسبة 121.2٪～ 189.9٪ في الجذور من 24 ساعة إلى 48 ساعة من الإجهاد الجفافي قمح/د.لينا/pone

انخفضت نسبة الكربوهيدرات الذائبة بنسبة 34.08 مقارنة مع معاملة الشاهد (الري كل أسبوعين) التي لم تختلف معنوياً عن معاملات الرطوبة الأخرى في موسمي الدراسة على التوالي.

إن الجهد الامتلائي المنخفض يبطئ أو يوقف النمو والتوسع الخلوي نتيجة حصول تغير في اتزان المواد الأيضية مما ينشأ عنه تباطؤ في بناء الوحدات البنائية كالبروتين والكربوهيدرات والأحماض النووية(7). قمح بعد الخطة /دور المادة المنشطة PBO في نمو نبات حنطة الخبز النامية تحت ظروف الإجهاد الجفافي / محمد سعيد فيصل/ جامعة الموصل

السكريا ت الذائبة وهي عبارة عن هيدرات الكربون الذائبة (الغلوكوز والفركتوز والسكروز),وتوصف بغير الضارة بأيض الخلية إذا وجدت بتراكيز عالية مثل البوتاسيوم, والصوديوم, والكلور(Kishor *et al.,*1995; Hayashi *et al.,*1997), تساعد في التعديل الأسموزي للخلية(Blum,1988; Ackerson,1981). أظهرت نتائج (Kameli and Losel,1996) تراكماً للسكريات الكلية في نبات الشعير بمقدار ثلاثة أضعاف مقارنة مع نبات الفول, الذي لم يبد زيادة كبيرة في محتواه من السكريات الكلية, حيث يتميز الشعير بمقاومته أكثر لظروف الجفاف مقارنة بنبات الفول. كما بينت بعض الأبحاث أن هناك استنفاذ عام للسكر والنشاء في الأوراق المعرضة للإجهاد المائي (Ackerson,1981). بالإضافة إلى ذلك فإن السكريات الذائبة تساهم في حماية الظواهر (التفاعلات) المؤدية إلى تركيب الأنزيمات, الشيء الذي يسمح لنبات بتحمل أفضل لمؤثرات الجفاف (Bamoun.1997). لاحظ (Ali dib *et al.,*1990) أن تغيرات محتوى القمح من السكريات الذائبة أضعف بكثير منها بالنسبة للبرولين وأن أكبر النسب تسجل إنطلاقاً من اليوم الثاني عشر من الإجهاد المائي. أما النتائج التي توصل إليها (Adja خلال معايرته للسكريات في الورقة الخامسة عند خمسة أصناف من القمح الصلب فبينت أن هذه الأخيرة تبدي تراكماً ضعيفاً لهذه السكريات الذائبة. ( قمح صلب إجهادات لا حيوية آخر طور/ ص32)

لاحظ (Bensari *et al*.,1990) أن تحمل الجفاف قد يكون راجعاً للاستعمال التدريجي للمدخرات النشوية, وأشار الكثير من الباحثين إلى الدور الوقائي الذي تلعبه السكريات الذائبة على مستوى الأنظمة الغشائية بصفة عامة والأغشية الميتوكوندرية بصفة خاصة (Bamoun.,1997) بالإضافة إلى ذلك فإن السكريات الذائبة تساهم في حماية الظواهر (التفاعلات) المؤدية إلى تركيب الأنزيمات الشيء الذي يسمح للنبات بتحمل أفضل لمؤثرات الجفاف (Duffus.,1989 in Bamoun.,1997). لاحظ (Ali dib *et al*.,1990) أن تغيرات محتوى القمح من السكريات الذائبة أضعف بكثير منها بالنسبة للبرولين وأن أكبر النسب تسجل إنطلاقاً من اليوم 12 من الإجهاد المائي.

السكريات والبرولين مع مواد أخرى تساهم في ظاهرة التعديل الحلولي التي تحمي الأغشية والأنظمة الأنزيمية وذلك بالمحافظة على انتباج الخلايا بتخفيض كمونها الحلولي لتعويض انخفاض الكمون المائي للأوراق (Ludlow et Muchow.,1990) و (Blum.,1989).

**ملاحظة:1- يوجد مخططات للمنحني القياسي لكل من البرولين والسكريات.**

**2- في طرية قياس الكلوروفيل ذكر أنه يتم التخفيف بإضافة 5 مل من المذيب. (قمح بعد الخطة/ كلوروفيل+برولين+سكريات قمح صلب- جفاف)**

الكربوهيدرات الذائبة: قدرت من مسحوق أوراق العلم المجففة باستخدام طريقة Dubois وآخرون

Dubois, M., K.A Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Robert and F. Smith. 1956. Colrimetric method for determination of sugars and related substance. Analyt. Chem. 28: 350.

انخفضت نسبة الكربوهيدرات الذائبة بنسبة (34.08 و 43.74)% مقارنة مع معاملة المقارنة (الري كل أسبوعين) التي تختلف معنوياً عن معاملات الرطوبة الأخرى في موسمي الدراسة على التوالي. **(قمح بعد الخطة/ارتباط إنتاجية ونوعية حنطة الخبز بصفات ورقة العلم تحت الإجهاد الرطوبي والكاينيتين/ص208)**

السكريات

لا يعتمد الدور الأساسي للسكريات فقط على المشاركة المباشرة في إنتاج المركبات الأخرى , وإنتاج الطاقة, وإنما تساهم السكريات أيضاً في تثبيت الغشاء, وتعمل كمنظم في التعبير الجيني .(Jang and Sheen, 1994) ص 970/المقدمة/ العمود 2

يلعب محتوى السكريات القابلة للذوبان دوراً مهماً في استقلاب الكربوهيدرات وله علاقة وثيقة بالتمثيل الضوئي وبالإنتاج (Wilcox, 2001). ص973/ العمود 2

يعتبر مستوى المحتوى من السكريات كعلامة على قدرة الحبوب على استخدام المواد الناتجة عن التمثيل الضوئي.(Saratha *et al*., 2001).ص973/ العمود 2

لوحظ زيادة في السكريات القابلة للذوبان في خمسة أصناف من القمح تحت ظروف إجهاد الجفاف الناتج عن استخدام ال PEG (Qayyum, 2011). ص973/ العمود 2 قمح / أجنبي / بيوكيميائية أجنبي 32

**طريقة تحضير المنحني القياسي للسكريات**

**تم إذابة 10 ملغ من سكر الغلوكوز في 100 مل ماء مقطر ليعطى تركيز 100 ميكروغرام /مل. ثم تم إجراء التخفيفات المختلفة للحصول على التراكيز التالية مم الغلوكوز: 80 ميكروغرام/مل ,و 0 (1مل من ماء مقطر) ثم قدرت كمية السكر بالطريقة السابقة التي سبق ذكرها في تقدير السكريات المختزلة.**  **(قمح بعد الخطة/ هام جداً كلوروفيل وبرولين وسكريات)**

**RWC**

**the relative water content**

بينت نتائج دراسة تأثير الإجهاد الحلولي الناجم عن إضافة سكر البولي إيتيلين غليكول (PEG) إلى المحلول المغذي في استجابة صنفين من القمح أحدهما متحمل للجفاف (Huelquen), والآخر حساس (Saitama) للإجهاد المائي, حدوث تراجع في الوزن الجاف للمجموعتين الهوائية والجذرية, وتراجع نسبة المجموعة الهوائية إلى المجموعة الجذرية, ومحتوى الماء النسبي (RWC), وكان التراجع في هذه المؤشرات أكبر من الطراز الحساس بالمقارنة مع الطراز المتحمل, ويصطنع الطراز المتحمل كمية أكبر من البرولين (Kastori *et al*., 1999). قمح/9/ص 18

* أظهرت النتائج أن المحتوى المائي في الأوراق انخفض بنسبة 1.92٪ بعد 24 ساعة من الجفاف وبنسبة 6.64٪ بعد 48 ساعة مقارنة مع الشاهد

أما في الجذور فكانت نسبة الانخفاض 9.47% بعد 24 ساعة و 13.66% بعد 48 ساعة

مما يشير إلى أن إجهاد الجفاف تسبب في جفاف خفيف إلى متوسط الإجهاد في نباتات القمح نتائج هذا البحث

وجد أيضًا أن RWC انخفض على المدى القصير في نباتات القمح المجهدة بالجفاف تحت ظروف المختبر. ومع ذلك ، تحت ضغط طويل الأمد ،انخفض مؤشر RWC في البداية ثم ظل ثابتًا نسبيًا بعد 28 يومًا (Khan *et al.,* 2014).. قمح/د.لينا/pone1

الماء والأملاح المعدنية بسبب نقص التدرج في جهد الماء بين الخشب والخلايا النامية (Whalley, *et al*.,1998), الذي يؤدي في النهاية إلى انخفاضالمحتوى المائيفي أنسجة النبات الذي سيؤثر سلباً في العمليات الحيوية والفيزيولوجية والاستقلابية كلها (Kang and Zhang, 2004). قمح بعد الخطة/ الاستجابات المورفولوجية والفيزيولوجية لأصلين من التفاح البري للإجهاد المائي/ مجلة جامعة دمشق.

يتناقص المحتوى المائي النسبي لأوراق القمح الصلب مع تراجع محتوى التربة من الماء. هذا التناقص في المحتوى المائي النسبي يكون سريعاً عند الأنواع الحساسة أكثر من الأنواع المقاومة حسب (Scofield *et al.,* 1988), (Bajji *et al.,*2001).

أكدت النتائج التي تحصل عليها (Sassi *et al.,*2012) أن محتوى الماء النسبي مؤشر جيد لتحمل الجفاف يمكن استعماله في برامج انتخاب القمح في الظروف الجافة. إذ وجد أن الإجهاد المائي الناتج عن النقص المائي يسبب هبوط المحتوى النسبي للماء عند كل الأنواع المختبرة, وأن الأنواع الوراثية التي تحتفظ بمحتوى ماء نسبي عالي خلال الإجهاد المائي تكون أكثر مقاومة وإنتاجية. ( قمح صلب جزائر RWC/ ص14)

يمكن أن يعزى التباين الوراثي في كفاءة الطرز الوراثية في المحافظة على محتوى الماء النسبي في خلايا الأوراق إلى القدرة على التعديل الحلولي أو التباين في درجة انغلاق المسامات استجابة للإجهاد المائي (Nye & Tinker, 1977). (3)أو 10 خلال الإزهار موجودة في نورا قمح جفاف

المحتوى المائي النسبي (RWC %)

RWC%={ (FW-DW) /(TW-DW)}\*100

الوزن الرطب للعينةFW=

الوزن الجاف للعينة DW=

الوزن عند التشبع بالماءTW=

الأوراق الحديثة كان الشاهد بحدود (86-83-85%) بعد 20 يوم من الجفاف (83-79-81%) بعد 40 يوم من الجفاف (76- 71-73%). **قمح بعد الخطة/تأثير الإجهاد المائي في بعض الصفات الفيزيولوجية لهجينين وحيدي الجنين من الشوندر السكري/ص83**

* RWC
* يعتبر المحتوى المائي النسبي RWC مقياساً لحالة المياه في النبات, مما يعكس النشاط الأيضي في الأنسجة, ويستخدم كمؤشر ذو مغزى لتحمل الجفاف. يكون المحتوى المائي النسبي للأوراق أعلى في المراحل الأولى من نمو الأوراق وينخفض مع تراكم المادة الجافة ونضوج الأوراق. يرتبط المحتوى المائي النسبي بامتصاص الجذور للماء وفقدان الماء عن طريق النتح. لوحظ انخفاض في المحتوى المائي النسبي في مجموعة متنوعة من النباتات تحت ظروف الإجهاد الجفافي (Nayyar and Gupta, 2006). ص2029/ العمود 1

تظهر الأوراق انخفاضاً كبيراً في المحتوى المائي النسبي تحت ظروف الإجهاد الجفافي (Siddique et al., 2001). ص2029/ العمود 1

تعتمد شدة تأثر RWC بشدة ومدة الإجهاد والأنواع النباتية (Yang and Miao, 2010). ص2029/ العمود 1

انخفض RWC تحت الإجهاد المائي ولكن الانخفاض لم يكن ملحوظ في الأصناف المتحملة, وسجلت أعلى قيمة ل RWC في الأصناف المتحملة , فيما سجلت القيمة الدنيا عند الأصناف الحساسة ص4 نتائج هذا البحث. **قمح/ أجنبي/ 31 بيوكيميائية أجنبي**).

لوحظ وجود تباين وراثي في كفاءة الطرز الوراثية في المحافظة على محتوى الماء النسبي في خلايا الأوراق, يمكن أن يعزى هذا التباين الوراثي إلى القدرة على التعديل أو التباين في درجة انغلاق المسامات استجابة للإجهاد الجفافي (Nye & Tinker, 1977). خطة البحث بعد السيمنار

بينت نتائج دراسة تأثير الإجهاد الناجم عن إضافة البولي إيتيلين غليكول (PEG) إلى المحلول المغذي في استجابة صنفين من القمح أحدهما متحمل للجفاف, والآخر حساس إلى حدوث تراجع في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري, ومحتوى الماء النسبي, وكان التراجع في هذه المؤشرات أكبر في الطراز الحساس بالمقارنة مع الطراز المتحمل, إضافة إلى تراكم كمية أكبر من البرولين في الطرز المتحملة للإجهاد (Kastori *et al*., 1999). خطة البحث بعد السيمنار

**MDA**

* يمكن للنباتات في ظروف الإجهاد اللاأحيائي أن تنتج أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) ، مما يؤدي إلى أكسدة الغشاء الدهني ، والذي يمكن أن يسبب خلل في نظام التمثيل الغذائي في الكائنات الحية ، وبالتالي ، فإن مستوى **MDA** ، - وهو أحد منتجات أكسدة الغشاء الدهني - ، سوف يزداد [36]. يشير مستوى MDA في النباتات إلى درجة إصابة بلازما نظام الغشاء.

لتقييم آثار إجهاد الجفاف قصير المدى على بلازما نظام الغشاء في نباتات القمح البري ، تم تحديد محتويات MDA في الجذور والأوراق بشكل منفصل. أشارت النتيجة إلى أن مستويات MDA لم تتغير بشكل ملحوظ في كلا الأنسجة (الأعضاء) بعد 24 ساعة من إجهاد الجفاف. ومع ذلك ، تم زيادة مستوى MDA بمقدار 47.06٪ و 23.33٪ في الجذور و الأوراق على التوالي بعد 48 ساعة من الإجهاد (الشكل 1 وجدول S1).مما يشير إلى أن تلف غشاء البلازما كان موجودًا إلى حد معين في هذه النقطة الزمنية. . قمح/د.لينا/pone1

* القيم عبارة عن المتوسط ± الانحراف المعياري لتسعة مكررات

مرحلة تطور الثمار MDA

20 يوم بعد الإزهار 24.62±1.71

25 يوم بعد الإزهار 24.24±1.45

30 يوم بعد الإزهار 24.86±1.76

35 يوم بعد الإزهار 23.08±0.23

ثمار خضراء ناضجة 23.63±1.99

مرحلة بدء التلون 22.20±1.75

ثمار برتقالية 24.67±2.23

ثمار حمراء 40.69±2.79 محتوى ثمار البندورة من MDA أثناء تطور الثمار

MDA

MDA level (nmol/g) = Δ (A 532nm-A 600nm)/1.56×105

يوجد طريقة تقدير MDAغير التي اتبعها أنا قمح بعد الخطة/ تقدير بعض العناصر الثقيلة في أوراق النباتات المتعرضة لانبعاثات مولدات التي تعمل بوقود البنزين وقياس المحتوى الكلوروفيلي والمالو داي ألدهيد)

زاد محتوى MDA في أوراق وجذور شتلات القمح المعرضة لظروف إجهاد الجفاف و المعاملة ب PEG+ABA بطريقة تعتمد على الوقت, إلا أن محتوى MDA في أوراق وجذور الشتلات المعاملة ب PEG+ABA كان أقل بكثير منه في الشتلات المعاملة ب PEG فقط بعد 3 أيام من الجفاف. (نتائج هذا البحث ص3 العمود 2)/2015. **قمح/أجنبي/14**

MDA

تم استخدام أكسدة الدهون(LPO) على نطاق واسع لقياس الضرر الناجم عن الإجهاد باستخدام محتوى MDA. في ظل ظروف الإجهاد المائي زاد LPO بشكل ملحوظ في جميع الأنماط الجينية, باستثناء الأنواع المتحملة ص4 نتائج هذا البحث.

**في دراسات مختلفة تم إثبات زيادة مستويات LPO** (Hasheminasab *et al*., 2012).  **مثل القمح** (Lichtenthaler and Wellburn, 1983).ص4/ العمود2  **قمح/ أجنبي/ 31 بيوكيميائية أجنبي**

في دراسة تم فيها تعريض سبع شتلات من القمح لثلاث مستويات من الإجهاد الجفافي تبين فيها زيادة محتويات MDA بشكل كبير استجابة للإجهاد الجفافي, ومن ثم عادت وانخفضت مع إعادة الري (Zhang and Kirkham, 1994). نتائج هذا البحث **قمح / أجنبي/ Drought MDA1**

يسبب إجهاد الجفاف أضراراً مؤكسدة من خلال زيادة تراكم أنواع الأوكسجين النشطة (ROS), مما يقلل من التمثيل الضوئي, ويؤدي لإغلاق الثغور, كما يؤثر في نشاط الأنزيمات, ويعتبر تكوين ROS تهديداً للخلية لإنه يتسبب في تسرب الالكترون, وأكسدة الدهون, وتلف الغشاء, بالإضافة إلى تلف الأحماض النووية والبروتينات (Maksup et al. 2014). لتقليل هذه الأضرار طورت النباتات مسارات مختلفة مثل زيادة المركبات المضادة للأكسدة (RiceEvans et al. 1997). ص2/ العمود1

**MDA (nmolg − 1 FM) = [(A532 − A600) × V × 1000/ ɛ]×W**

**ɛ= (155 mM cm – 1).**

**V= is the volume of the crushing medium.**

**حجم وسط التكسير**

**W= is the fresh weight of the leaf.**

**الوزن الطازج للورقة**

ص3/ العمود2

**أدى الإجهاد الجفافي إلى زيادة محتوى MDA في نبات الألوفيرا (Sadak *et al*., 2020)** نتائج هذا البحث **قمح / أجنبي/ Drought MDA2**

MDA

يمكن أن تهاجم أنواع الأوكسجين النشطة بشكل مباشر دهون الغشاء وتزيد من أكسدة الدهون التي تزيد من محتوى MDA (Anjum et al. 2011). ص419/ العمود1

**أدى الإجهاد الجفافي بواسطة البولي إيتيلين غليكول على نبات الستيفيا إلى خفض المحتوى المائي, والكلوروفيل, والبرولين, والكربوهيدرات القابلة للذوبان في الماء, وزيادة المحتوى من MDA (Hajihashem and Ehsanpour, 2013). (نتائج هذا البحث)** . **قمح / أجنبي/ Drought MDA3**

**تعريض صنفين من الكانولا للإجهاد الجفافي باستخدام تراكيز مختلفة من البولي إيتيلين غليكول PEG 6000 أدى إلى زيادة محتوى MDA في جذور وبراعم كلا الصنفين (MIRZAI *et al*., 2013). (نتائج هذا البحث)** . **قمح / أجنبي/ Drought MDA8**

**تعريض شتلات العوسج لإجهاد الجفاف أدى إلى زيادة البرولين الحر والسكر القابل للذوبان و MDA للأوراق والجذور مع زيادة مستوى الإجهاد. أظهرت الأوراق تراكمات أعلى من البرولين الحر و MDA من الجذور (Guo *et al*., 2018). (نتائج هذا البحث) قمح / أجنبي/ Drought MDA9**

أظهرت نتائج تعريض شتلات الشوح لإجهاد الجفاف, أن إجهاد الجفاف أدى إلى انخفاض المحتوى المائي النسبي للأوراق (RWC), في حين زاد محتوى كل من MDA, والبرولين, والسكريات الذائبة (Guo *et al*., 2010). **(نتائج هذا البحث)** . **قمح / أجنبي/ Drought MDA10**

**نظراً لتعرض النباتات للإجهاد الجفافي, حدث خلل في التمثيل الغذائي مع تراكم هائل للجذور الحرة ROS (Kato *et al.,* 2002) والتي من شأنها مهاجمة غشاء الخلية عن طريق حث بيروكسيد الغشاء الدهني, وأدى في النهاية إلى تلف وموت الخلية (Yang *et al*., 2004). قمح/بعد الخطة/ مجلد جديد/Drought-MDA- 2010/ص 829/ العمود2**

**حسب (Cunhua *et al*., 2010) فقد أدى الأجهاد الجفافي إلى زيادة تركيز MDA في أوراق نبات حشيشة الخنزير. نتائج هذا البحث/قمح/بعد الخطة/ مجلد جديد/Drought-MDA- 2010**

**SSR**

في محاولات للتغلب على مشكلة الجفاف, استخدم الباحثون في مختلف برامج التحسين المؤشرات الجزيئية لتحديد الأصول الوراثية ذات السمات المتعلقة بتحمل الجفاف (Afiukwa et al., 2016). تم تطوير المؤشرات الجزيئية المهمة كأداة قوية لدراسة سمات النباتات المعقدة مثل تحمل الجفاف (Suji et al., 2011).على وجه الخصوص تم استخدام المؤشرات الجزيئية القائمة على الحمض النووي بشكل رئيسي (Sonia, 2013).

أثبتت الدراسات التي تستخدم المؤشرات الجزيئية عن نجاحها في تحديد مواقع الصفات الكمية (QTLs) Quantitative Trait Loci الكامنة وراء العديد من سمات تحمل الجفاف في كروموسومات الأرز. على سبيل المثال, أثبت Vasant(2012) أن 12 علامة SSR ترتبط ارتباطاً وثيقاً بصفات الجذر في ظل الجفاف بينما تظهر 14 علامة SSR ارتباطاً كبيراً بالمحصول ومكوناته في ظل الجفاف.( قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ SSR Drought rice Sudan/ المقدمة)

**إن استخدام المؤشرات الجزيئية لاختيار الأصول الوراثية التي تمتلك المورثات والمناطق الوراثية التي تتحكم في الصفات المستهدفة يمكن أن تسرع من تقدم التربية لمقاومة الجفاف, وذلك لأن المؤشرات الجزيئية تنتقل من جيل إلى جيل دون أن تخضع للتأثيرات البيئية (Afiukwa et al., 2016).** .( قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ SSR Drought rice Sudan/ المناقشة العمود 1)

Furthermore, comparing the pattern in which the SSR markers grouped the genotypes and the change in total chlorophyll content in each genotype, showed that none of the markers clearly grouped the genotypes according to the patterns of change in total chlorophyll contents. These results could play a role in developing genotypes that tolerate drought stress through analysis of molecular and morphological genetic diversity information thereby selecting the best parental lines for developing and improving drought tolerant rice varieties.

.( قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ SSR Drought rice Sudan/ الخلاصة)

كشفت الدراسات الجينية السابقة أن كلاً من العوامل الوراثية السائدة والتجميعية **(هي التي يكون صافي تأثيرها هو مجموع التأثيرات الفردية لبدائلها, أي أنها لا تظهر سيادة ولا تفوق بين نواتج غير البدائل)** في الوراثة مدرجة في معظم الصفات المتعلقة بالجفاف.(Shiri et al., 2010a, b) (قمح بعد الخطة /مجلد جديد/ SSR Drougt maize Iran/ المقدمة العمود1)

**يعد تحديد المؤشرات الجزيئية كاملة الارتباط مع المورث المستهدف ورسم خرائط موقع الكروموسوم هدفاً مهماً في تربية النبات لاستنساخ المورثات والاختيار بمساعدة المؤشرات. تم إثبات الارتباط بين المؤشرات الجزيئية والصفات الظاهرية لأول مرة في الذرة بواسطة Stuber and Moll (1972) باستخدام isozymes** **(الإيزوزيم هو تنوع وراثي لأنزيم ما, ويكون للأيزوزيمات الخاصة بالأنزيم الواحد الوظيفة ذاتها, لكنها قد تختلف في درجة النشاط نتيجة لاختلافات بسيطة في تسلسلات أحماضها الأمينية, ويستخدم الفصل بالرحلان الكهربائي للتمييز بين الأفراد والأنواع).** (قمح بعد الخطة /مجلد جديد/ SSR Drougt maize Iran/ المقدمة العمود1)

**زودت التطورات الأخيرة في علم الوراثة الجزيئية للنبات مربي النباتات بأدوات قوية لتحديد واختيار المكونات المندلية الكامنة وراء كل من الصفات الزراعية البسيطة والمعقدة (Dekkers and Hospital, 2002).** (قمح بعد الخطة /مجلد جديد/ SSR Drougt maize Iran/ المقدمة العمود1)

أتاح ظهور المؤشرات الجزيئية الوفيرة المعتمدة على الحمض النووي إنشاء الخرائط الوراثية (Helentjaris et al., 1986). (قمح بعد الخطة /مجلد جديد/ SSR Drougt maize Iran/ المقدمة العمود1)

في الذرة تم توجيه معظم الجهود البحثية نحو تطوير مؤشرات ال **Microsatellite** لرسم الخرائط الوراثية وتحليل الأصول الوراثية (Taramino and Tingey, 1996; Phelps et al., 1996). (قمح بعد الخطة /مجلد جديد/ SSR Drougt maize Iran/ المقدمة العمود1)

**Microsatellite): تابع صغير: قطعة من الDNA تتميز بعدد متغير من النسخ (5-50 عادةً) لتسلسل حوالي خمسة قواعد أو أقل (وتسمى وحدة التكرار). وثمة عدة بدائل (أليلات) مختلفة في أي موقع وراثي في عشيرة ما, ويمكن التعرف على كل بديل (أليل) وفقاً لعدد وحدات التكرار تلك. ولقد مكّن وجود تلك البدائل (الأليلات) المتعددة (وهي الظاهرة التي تسمى المستوى العالي من التكوين المتنوع ) التوابع الصغرى من التحول إلى مؤشرات قوية في الكثير من الأنواع المختلفة. ويمكن الكشف عنها بواسطة التفاعل التسلسلي)**

يمكن استخدام ال Microsatellite لرسم خريطة وراثية كاملة للذرة بسبب تنوعها ووفرتها وتوزعها على الصبغيات بشكل واسع, مؤشرات ال Microsatellite هي من بين مؤشرات الحمض النووي التي تظهر الاختلافات الجينية في جزيء الحمض النووي, وبسبب تعدد أشكالها العالي فهي أداة مناسبة لتقييم التنوع الجيني في نباتات مختلفة (Barbosa-Neto et al., 1996).

تعرف ال Microsatellite بتسلسلات متكررة مكونة من 2 إلى 6 أزواج قاعدية. والتي تصنع قطع مكونة من 20 إلى 100 زوج قاعدي. (Agrawal et al., 1999; Goldstein and Schlotterer, 1998). (قمح بعد الخطة /مجلد جديد/ SSR Drougt maize Iran/ المقدمة العمود1)

**Pb: زوج قاعدي: زوج من النكليوتيدات لأن الدنا سلسلة مزدوجة. يشكل عدد الأزواج القاعدية مقياس هام لكمية المعلومات المخزونة في الصبغي.**

**يبلغ طول الزوج القاعدي 3.4 Ᾱ (أنغستروم) من طول السلسلة.**

**كيلو قاعدة: 1000 زوج قواعد ويبلغ طولها 3400 Ᾱ**

**بالكاد يتم حفظ التسلسلات المحيطة بمواقع ال** Microsatellite **داخل الأنواع والأجناس, ويمكن استخدامها في تصميم البادءات من أجل تضخيم ال** Microsatellites **(Barriere et al., 2001; Bernardo, 2001).** (قمح بعد الخطة /مجلد جديد/ SSR Drougt maize Iran/ المقدمة العمود1)

**اعتمدت تربية القمح في القرن السابق على صفة الغلة الحبية فقط كمعيار للانتخاب (Loss و Siddique، 1994). فالصفات الإنتاجية والشكلية للقمح لها دور خاص من خلال ما تؤديه كل صفة منها في زيادة الغلة الحبية، لذا لابد من استعمال هذه الصفات في برامج التربية والتحسين الوراثي، والتي تقود في النهاية لتطوير الغلة والحصول على طرز وراثية، تتمتع بطاقة إنتاجية مرتفعة ومستقرة، ومناسبة لظروف الزراعة المطرية (Mollasadeghi وزملاؤه،2011)، وأشـــار Slafer وزملاؤه (2000) إلى ضرورة ربط الصفات الشكلية والمراحل التطورية بالغلة في عمليات التربية والتحسين الوراثي، وقد أكدت أغلب الدراسات ضرورة تقييم القمح القاسي في ظل الظروف الحقلية باعتباره ينمو بالتحديد في المناطق الجافة من منطقة المتوسط تحت ظروف الإجهاد المائي والظروف المناخية المتغيرة Nachit) وزملاؤه، 2000؛ Rharrabti وزملاؤه،2001 ؛ Araus وزملاؤه، 2008 ).(قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ د.فاطمة الجنعير)**

**رغم أهمية الصفات الشكلية والفيزيولوجية، إلا أن الحاجة للمؤشرات الجزيئية أصبحت أكثر أهمية في الوقت الحاضر، ويرجع ذلك للأسباب التالية:**

**1- توفر المؤشرات الجزيئية نتائج موثقة خلال مراحل مبكرة، ما يُساعد في الإسراع بعمليات الانتخاب والتربية وبذلك تختصر الزمن الذي تستغرقه، إضافة إلى خفض كلفة المادة التي تحتاجها الدراسات الشكلية.**

**2- عدم وجود أي علاقة بين المراحل التطورية للنبات والمؤشرات الجزيئية، وبالتالي يمكن استخلاص المادة الوراثية من الحمض الريبي النووي (DNA) من المراحل الأولى للنبات.**

**3- سهولة تحديد موقع وراثي مطلوب لطراز وراثي معين Genotype مباشرةً.**

**4- عدم تأثر المؤشرات الجزيئية بالشكل الظاهري للنباتات والمؤشرات البيئية كما في برامج التربية التقليدية.**

**5- الحصول على عدد كبير من المؤشرات بزمن قصير نسبياً.**

**6- إنّ جوهر العمل التربوي يكمن في زراعة الصنف المتفوق أو الطراز الوراثي المفضل في البيئة، حيث تسمح له بالتعبير عن إمكاناته الإنتاجية الكامنة (Boyer، 1982)، وبما أن تطوير هذا الطراز يعتمد على نقل المورثات المتحكمة بالصفة المطلوبة إلى التركيب الوراثي المستهدف للوصول إلى أصناف جديدة أفضل، وبالتالي فإن معرفة مواقع هذه المورثات في النبات المانح ضرورية لتسريع برنامج التربية التقليدية.**

**وقد ذكرPowell وزملاؤه (1996) أنّ استعمال التقانات الحيوية على المستوى الجزيئي للمادة الوراثية DNA أدّى إلى تسريع وتحسين برامج تربية المحاصيل. إذْ تُعدّ المؤشرات الجزيئية Molecular markers ذات أهمية قصوى على صعيد مجال تربية النبات، إضافة إلى أنها تعد مؤشرات مساعدة في إسراع عمليات الانتخاب والتربية، وهي بذلك تختصر الزمن الذي تستغرقه عمليات التربية إضافةً إلى خفضها للتكاليف المادية (سيد، 2001). كما أوضح Ramsay وزملاؤه، 2000 و Qi و زملاؤه، 1996 و Graner وزملاؤه، 1991) أن استعمال تقانات المؤشرات الجزيئية، يمكن أن يقلل من تعقيدات إدخال عدد من الصفات المرغوبة في النمط الوراثي الواحد. كذلك يمكن استعمال المؤشرات الجزيئية بشكل فعال في تحاليل التنوع الوراثي وتقدير التشابه الوراثي(Eleuch وزملاؤه، 2008؛ Powell وزملاؤه، 1996).**

**لقد طُور التفاعل التسلسلي البوليميرازي (Polymerase Chain Reaction- PCR) من قبل الباحث**

**Saiki وزملاؤه (1985) الذي كان له دوراً مهماً على صعيد الدراسات الوراثية الجزيئية، حيث اُعتبر هذا الإنجاز تطوراً مهماً، ساعد في سرعة وكفاءة غربلة العديد من الأجيال الانعزالية لعدد من المحاصيل (Mullis وزملاؤه، 1986؛ Siaki وزملاؤه 1985). ويقوم هذا التفاعل بمضاعفة Amplification قطع محددة من الحمض الريبي النووي (DNA)، وذلك بوجود بادئات عشوائية مثل تقنية RAPD، أو متخصصة مثل تقنية SSR مصممة لهذا الهدف، ما يسمح بالحصول على ملايين النسخ المضاعفة من قطعة واحدة من الحمض الريبي النووي (DNA) التي تتضاعف أسياً، وذلك باستعمال دورات حرارية متعددة (سيد، 2001؛ Karp وزملاؤه، 1997). يتمتع هذا التفاعل بالقوة والفاعلية الفائقة، إضافة إلى حساسيته الشديدة، وهو ذو تطبيقات في مجالات متعددة.**

**وقد ساعد تصنيع أجهزة التدوير الحراري الآلية Automated thermo cycler واكتشاف أنزيم البوليميراز DNA Polymerase في تطوير هذا التفاعل، وفي ظهور تقانات أخرى تعتمد عليه وتستخدم في إجراء التحاليل الوراثية وإنشاء خرائط الارتباط الوراثية (Rafalski وزملاؤه، 1996؛ Saiki وزملاؤه، 1988).**

**ومن أهم هذه التقانات:**

* + - * **تقنيات لا تعتمد على مبدأ تفاعل PCR: وأهمها تقنية Fragments Length Polymorphism Restriction (RFLP) ، حيث تم اقتراح هذه التقانة لدراسة الاختلافات ضمن جزيئة DNA نفسها من قبل Botstein وزملاؤه (1980).**
* **تقنيات تعتمد على مبدأ تفاعل PCR وأهمها:**
* **تقنية المكاثرة العشوائية ذات التعدد الشكليRandomly Amplified Polymorphism DNA (RAPD) (Williamsوزملاؤه، 1993).**
* **تقنية AFLP (Amplified Fragement Length polymorphic) (Barrett و Kidwell، 1998).**
* **تقنية ISSR (Inter Simple Sequence Repeat): وتتميز بإعطاء مستوى منخفضٍ من التباينات الوراثية، خاصة" في الأنواع التي تتميز مجيناتها بمستوىً منخفض من التعدد الشكلي مثل القمح.**

** تقنية SSR التي تتمتع بكفاءة مرتفعة في كشف التباينات الوراثية الموجودة بين وضمن المجتمعات الحيوية، وهي عبارة عن توابع دقيقة أو Microsatellite وتعرف باسم (simple sequence length polymorphism)، وهي متوافرة بكثرة ومنتشرة بشكل عشوائي على طول المجين، ويتراوح طولها من 1-6 bp في حقيقيات النوى (Nurdan و Akkaya، 2001).**

يتراوح عدد المورثات في النباتات الراقية 25000-42000 (Miklos و Rubin، 1996)، أما في القمح فيبلغ عدد المورثات المتحكمة بالشكل المظهري 30000 مورثة، تمّ تحديد مواقع بضع مئات منها ضمن الخريطة الوراثية، حيث تحققت قفزة هائلة في مجال تربية ووراثة النبات، وتمّ رسم خريطتين وراثيتين للقمح الطري، تحتوي الأولى على 279 موقعا وراثياً (Roder وزملاؤه، 1998)، وحددت الثانية 50 موقعاً وراثياً (Stephenson وزملاؤه، 1998)، د.فاطمة الجنعير

تعرّف المصادر الوراثية النباتية على أنها التباين الوراثي الممكن الاستفادة منه زراعياً (شاهرلي والأوبري، 2004)، وتتميز بقدرتها على تحمل الإجهادات الأحيائية واللاأحيائية (شاهرلي وزملاؤه، 1995)، ومن أهمّها الجفاف (Arora وزملاؤه، 2002)، كما تُعدّ ذخيرةً للوقاية من التغيرات البيئية المحتملة (Lane، 2007)، ويُعدّ زيادة استعمالها من الأهداف الرئيسة عالمياً لدعم استعمال التنوع الحيوي في الزراعة (IPGRI، 2001)، حيث ذكر Graner(2008) أنه سيكون من الأهمية مستقبلاً الحفاظ على الموارد الوراثية، وأيضاً توصيفها لاكتشاف خصائصها الجديدة، والتي تساهم في تحسين وتطوير واستدامة الإنتاج الزراعي.

يعد التحكّم وراثياً بتحمل الإجهادات المختلفة أمراً معقّداً، ويحتاج إلى زمن طويل (Worland و Snape، 2001)، ومع ذلك حقق مربو النبات قفزةً نوعيةً في أقلمة القمح تحت ظروف البيئات المجهدة (Lantican وزملاؤه، 2003 ; Trethwan وزملاؤه، 2002)، وحققوا تقدماً على المستوى الوراثي من خلال استعمال الطرز الوراثية المختلفة من القمح (Reynolds وزملاؤه، 2007 ; Crossa وزملاؤه، 2006). د.فاطمة الجنعير

لقد طُور التفاعل السلسلي البوليميرازي (Polymerase Chain Reaction- PCR) من قبل الباحث Saiki وزملاؤه (1985) الذي كان له دوراً مهماً على صعيد الدراسات الوراثية الجزيئية د.فاطمة الجنعير

تقنية ISSR (Inter Simple Sequence Repeat): وتتميز بإعطاء مستوى منخفضٍ من التباينات الوراثية، خاصة" في الأنواع التي تتميز مجيناتها بمستوىً منخفض من التعدد الشكلي مثل القمح.

تعتمد تقنية ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) التكرارات الترادفية البسيطة الداخلية على تضخيم المواقع (100-3000bp) بين التوابع الدقيقة المتقاربة، والمتوضعة بشكل متعاكس (Zietkiewicz وزملاؤه، 1994)، باستعمال مرئسات وحيدة طولها (16-18bp)، ومؤلفة من نكليوتيدات متكررة، ومحاطة في أغلب الأحيان بـ2-4 نكليوتيدات إمّا في المنطقة 5َ أو3َ (Nagaraju وزملاؤه، 2002 ؛ Bornet وزملاؤه، 2002). وعادة ما يضخم ISSR 25-50 منتجاً في التفاعل الواحد، ويمكن أن يكون عدد الحزم المنتجة مرتبطاً بشكل عكسي مع عدد النيوكليوتيدات في وحدة تكرار المحضر. إن الفائدة الرئيسة لهذه التقنية هي أنّها لا تتطلب وقتاً طويلاً لبناء المكتبة الوراثية، وعلى الرغم من حقيقة أنّ ISSR تورث كمعلمات سائدة وأحياناً غير سائدة، إلّا أنّها معلمات ذات طبيعة عشوائية، فهي مناسبة بشكلٍ خاص لدراسات علم الوراثة العرقي وتقييم التنوع الوراثي وتحديد الأصناف (Nagaraju وزملاؤه، 2002 ؛ Korbin وزملاؤه، 2002 ؛ Cavan وزملاؤه، 2000 ؛ Jain وزملاؤه، 1999 ؛ Blair وزملاؤه، 1999 ؛ Wolfe وزملاؤه، 1998 ؛ Fang وزملاؤه، 1997 ؛ Gupta وزملاؤه، 1994 ؛ Zietkiewicz وزملاؤه، 1994)، إنّ بساطة معلمات ISSR تزيد من إمكانية استعمالها في الوسم المجيني (Ammiraju وزملاؤه، 2001).

توصف تقنية ISSR بأنها أكثر تكرارية من تقنية RAPD، بسبب طول البادئ المستعمل، الذي يعكس درجة حرارة مرتفعة لمرحلة تشفع البادئات (Chowdhury وزملاؤه، 2002 ؛ Bornet و Branchard، 2001)، كما تتميز بوفرتها وتواجدها في مجينات حقيقيات النوى النباتية، ولا تحتاج إلى معلومات عن التسلسل المجيني المدروس (Kijas وزملاؤه، 1995 ؛ Tautz و Renz، 1984). أضف إلى ذلك أنّ نتائجها ثابتة عند تكرارها وهي سريعة، كما أنّها تتطلب كمية قليلة من الحمض النووي DNA، ويمكن أتمتتها Automation، حيث يمكن نشر البادئات وتبادلها بسهولة بين المخابر بمجرد معرفة التسلسل النيكليوتيدي لها. وتكشف نسب متوسطة من التعددية الشكلية Polymorphism واستخدمت لدراسة التنوع الوراثي في البطاطا (Bornet وزملاؤه، 2002)، والشعير (Fernández وزملاؤه، 2002)، والرز (Joshi وزملاؤه، 2000)، والقمح (Nagaoka و Ogihara، 1997). د.فاطمة الجنعير

درس Malik وزملاؤه (2013) التباين الوراثي بين أصناف القمح الهندية (الأقماح الطرية)، باستعمال معلمات ISSR , SSR، بهدف تقييم الغلة المرتفعة والنوعية الجيدة والإجهادات الأحيائية، حيث تمت غربلة 27 صنفاً مع 20 معلماً جزيئياً للقمح (WMS)، وقد أعطت معلمات ISSR 191 حزمة منها 146 حزمة ذات تعددية شكلية، وقد بين التحليل العنقودي أن كلاً من نوعي المعلمات SSR و ISSR قد ميز الأصناف، وكان انفصال الشجرة العنقودية لمعلم SSR حسب موطنها الأصلي هو الأكثر اتفاقاً بالمقارنة مع الشجرة العنقودية لـ ISSR.

قيم Ata وزملاؤه (2013) التنوع الوراثي لـ 33 طرازاً وراثياً تنتمي لستة أنواع من الجنس *Aegilops* مأخوذة من شمال غرب إيران باستعمال تقنية ISSR، وتبين أنّها أعطت 171 حزمة باستعمال 11 بادئة، وبلغت النسبة المئوية للتعددية الشكلية للطرز المدروسة 20.53%.

درس Vosough وزملاؤه (2013) التنوع الوراثي في مجموعة مكونة من 20 سلالة محلية إيرانية من القمح باستعمال تقنية ISSR، وقد تمّ اختبار 15 بادئ ISSR، أنتجت 178 حزمةً من الـ DNA، منها 138 حزمة متعددة شكلياً بمتوسط 9.7 لكل بادئ، وبلغت النسبة المئوية للتعددية الشكلية (77%)، وقد حسبت قيم معامل التعددية الشكلية (PIC) لجميع البادئات بمعدل 0.32، وتأرجحت درجة التشابه الوراثي بين الطرز الوراثية المدروسة في حدود 35-83% بمتوسط عام 61%. د.فاطمة الجنعير

حلل Abou-Deif وزملاؤه (2013) التباين والتنوع الوراثي ودرجة القرابة الوراثية بين 20 طرازاً وراثياً من القمح تحوي أصنافاً ثنائية ورباعية وسداسية الصيغة الصبغية باستعمال تقنية ISSR، وقد لاحظ أن ثمانية بادئات أعطت 112 حزمة من الـ DNA تتراوح في الحجم بين (127-1857 (pb، منها 17 حزمة وحيدة التكرار بنسبة مئوية 15.2%، و95 حزمة ذات تعددية شكلية بنسبة مئوية 84.8% بمعدل11.87% لكل بادئ، و أظهرت قيم التشابه الوراثي فروقاً واضحة جداً بين طرز القمح المدروسة بدرجة قرابة وراثية تأرجحت في حدود (47-94%) بمعدل 71%، و أشارت شجرة القرابة الوراثية إلى أن تقنية ISSR نجحت في تمييز هوية 20 طرازاً وراثياً بحسب توزعها الجغرافي حيث انفصلت حسب الصيغة الصبغية للأصناف المدروسة الثنائية والرباعية والسداسية، فانفصلت كل منها في مجموعة مستقلة.

لاحظت الأحمر(2009) في دراسة العلاقة الوراثية بين أنواع الجنس *Aegilops* L. أن تقنية الـ ISSRs سمحت بإيجاد مؤشرات جزيئية نوعية دقيقة وسهلة الاستعمال، التي سمحت بالكشف عن الاختلافات الوراثية بين الأنواع المدروسة التابعة للجنس *Aegilops*، وتحديد درجة القرابة الوراثية بينها، التي تُساعد مربي النبات في برامج التربية كمادة وراثية ذات صفات مفيدة، وبينت النتائج أن هناك تنوعاً وراثياً كبيراً بين الأنواع المدروسة، وكان النوعان *Ae. kotschyii وAe. peregrina* هما الأقرب وراثياً (PDV = 0.27)، بينما كان أبعد الأنواع وراثياً عن الأنواع الأخرى هما النوعين *Ae. Tauschii و Ae. speltoides* (قيمة PDV = 0.67)، وكانا بنفس الوقت أقرب الأنواع من النوع *T. aestivum*

بين EL-Assal و Gaber (2012) كفاءة التمييز بين معلمات تقنيات ISSR , SSR, RAPD في التنوع الوراثي، والصلة الوراثية بين 11 صنفاً وسلالة محلية من القمح جمعت من مصر والسعودية، وقد انفصلت شجرة القرابة الوراثية للطرز المدروسة في عنقودين رئيسين مطابقة لأماكن زراعتها.

اختبر Carvalho وزملاؤه (2011) معلمات ISSR على 51 صنفاً من القمح الطري البرتغالي، وقد أظهرت النتائج أن مواقع تضخيم ISSR تراوحت من 150-300 bp، وبلغت النسبة المئوية للتعددية الشكلية 42%. وفي الصين تم اختبار 5 بادئات ISSR على 8 أصناف من القمح الطري، أعطت 43 حزمة، 29 منها كانت متعددة شكلياً، وبلغت النسبة المئوية للتعددية الشكلية 67.44 % (Yangfang وزملاؤه، 2011). د.فاطمة الجنعير

استخدم Emel (2010) تقنية ISSR لتحديد درجة القرابة الوراثية في 11 صنف من القمح الشتوي السداسي (القمح الطري)، اختبرت 20 بادئة ISSR، 12 بادئة منها أعطت نتائج تضخيم بشكل واضح وأعطت حزم، تراوح عدد قطع الـ ISSR من 5-31، بحجم 230-270 bp، أعطت بادئات ISSR 209 حزمة، منها 159 متعددة شكلياً بنسبة مئوية للتعددية الشكلية 76.07%، ورسمت شجرة القرابة الوراثية بالاعتماد على تحليل UPGMA وتجمعت الأصناف في عنقودين، كان العنقود الأول هو الأكبر، وضم 10أصناف والذي بدوره انقسم إلى أربع تحت عناقيد، ضم العنقود الثاني صنفاً واحداً فقط تراوحت درجة التشابه الوراثي بين الأصناف من 0.59-0.89، وأوضحت النتائج أن تقنية الـ ISSR فعالة في تحليل التباين الوراثي في القمح.

درس Zamanianfard وزملاؤه (2015) التنوع الوراثي لـ 25 طراز وراثي من القمح القاسي متضمنة 22 سلالة تربية، 3 سلالات محلية باستعمال تقنية ISSR، أعطت البادئات المستخدمة 83 حزمة، وكانت النسبة المئوية للتعددية الشكلية 77%، بمعدل 7.54 لكل بادئ، بلغ متوسط معامل التعددية الشكلية (PIC) 0.31 مما يشير إلى كفاءة التمييز بين المجاميع، أوضح التحليل العنقودي المعتمد على UPGMA انفصال الطرز الوراثية الـ 25 في 4 مجموعات.

قام Najaphy وزملاؤه (2012) بتقييم التنوع الوراثي لـ 30 طراز وراثي من القمح، باستعمال تقنية ISSR، استخدمت 10 بادئات ISSR أعطت نتائج تضخيم 86 حزمة، 69 منها كانت متعددة شكلياً، حيث بلغت النسبة المئوية للتعددية الشكلية 80.2%، وأظهرت أغلب البادئات قيم معامل التعددية الشكلية PIC بمتوسط (0.21-0.23)، وقد أظهرت النتائج أن معلمات الـISSR المدروسة قدمت تعددية شكلية كافية، وكذلك ملامح للبصمة الوراثية لتقييم التنوع الوراثي لطرز القمح الوراثية المدروسة.

قيّم Razmjoo وزملاؤه (2015) التنوع الوراثي بين 25 طرازاً وراثياً من القمح القاسي (22 منها سلالات ناتج برامج تربية، و2 من الأصناف المحلية، وصنف محسن جديد، في مختبر التكنولوجيا الحيوية في جامعة آزاد الإسلامية (كرمنشاه، إيران)، حيث استخدمت 10 بادئات ISSR سجلت مامجموعه 70 حزمة، بلغ معامل التعددية الشكلية PIC (0.41)، وقد أظهر التحليل العنقودي انفصال الطرز الوراثية في خمس مجموعات رئيسة، وأظهرت النتائج أن معلمات ISSR يمكن استعمالها بكفاءة مرتفعة لتقييم التباين الوراثي في المادة الوراثية للقمح القاسي. د.فاطمة الجنعير

أجرى Mehdi وزملاؤه (2015) دراسة لتقييم التنوع الوراثي ضمن مجموعة من 16 سلالة محسنة من القمح القاسي باستعمال 9 بادئات ISSR، سجلت مامجموعه 73 حزمة متعددة شكلياً، بمتوسط 8.1 لكل بادئ، أظهر التحليل العنقودي باستعمال طريقة UPGMA انفصال الطرز الوراثية في 4 مجموعات رئيسة، تراوحت قيم التشابه الوراثي بين 0.34-0.86 بمعدل 0.68، وأظهرت النتائج وجود تعددية شكلية كبيرة بين طرز القمح القاسي، مما يعكس كفاءة تقنية الـ ISSR في دراسة التنوع الوراثي.

قام Khaled وزملاؤه (2015) بدراسة التباين الوراثي وتحديد بعض الواسمات الجزيئية في 20 سلالة مبشرة من القمح باستعمال بعض الصفات الزراعية، وتقنتي ISSR, RAPD، بينت النتائج فروقات معنوية في جميع الصفات الزراعية المدروسة، وأثبتت السلالات أنها متفوقة على الصنف المنتخب Sahel 1 في الغلة والصفات المكونة لها. وكانت السلالات L2, L7, L8 الأفضل في معظم الصفات المكونة للغلة في كلا الموسمين، وعلاوة على ذلك أظهرت السلالات L2, L4, L5, L7وكذلك L8 تحملاً للجفاف من خلال الأداء العالي للصفات الزراعية، مع انخفاض في معدل الحساسية للجفاف، بلغت النسبة المئوية للتعددية الشكلية 39.3% و 53.2 لـ ISSR و RAPD على التوالي. تراوحت درجة التشابه الوراثي بين سلالات القمح 0.81-1 لـتقنية ISSR، ومن 0.86-0.98 لـتقنية RAPD، في حين بلغت قيم معامل التعددية الشكلية PIC 0.10 لتقنيةـ ISSR، و 0.15 لتقنيةـ RAPD. د.فاطمة الجنعير

د.فاطمة الجنعير

تعد مؤشرات التسلسلات البسيطة المتكررة ((SSR من المؤشرات الجزيئية المهمة جداً والواسعة الانتشار حالياً. تتكون هذه المؤشرات من مقاطع صغيرة متكررة، تسمى وحدات متكررة، تتكون من توليفات مختلفة من أربع وحدات هي قواعد الحمض النووي DNAالأدنيين(A)، والسيتوزين(C)، الجوانين(G)، والتيامين(T)، وهي تتواجد بكثرة في مجينات حقيقات النوى حيث قدرت من 10⁴ إلى 10⁵ موقع مبعثرة على طول الجينوم (Sefc et al., 2000). **قمح بعد الخطة/ SSR عنب**

**188. SEFC K.M., LOPES M. S. , LEFORT F. , BOTTA R. , ROUBELAKISANGELAKIS K.A. , IBANEZ J. , PEJIC I. , WAGNER H. W. , GLÖSSL J. and STEINKELLNER H. , 2000. Microsatellite variability in grapevine cultivars from different European regions and evaluation of assignment testing to assess the geographic origin of cultivars. Theor. Appl. Genet., 100,498–505.**

**تُعدُّ مؤشرات التكرارات للسلاسل البسيطة (Simple Sequence Repeats SSR) من المؤشرات الجزيئية المهمة جداً والواسعة الانتشار حالياَ، حيث تتكون هذه المؤشرات من سلاسل قصيرة متكررة بشكل ترادفي، تسمى وحدات متكررة، تتكون من توليفات مختلفة من أربع وحـدات هي قـواعد الحمض النـووي DNA الأدينين (A)، السيتوزين (C)، الجوانين (G) والثيامين (T)، وهي تتواجد بكثرة في مجينات حقيقيات النـوى، وتتـوزع على جميـع الصبغيـات، سواء في المناطق المشـفرة أو غيـر المشـفرة (Powell وزملاؤه، 1996).**

**تتكون الوحدات المتكررة من عدد من أزواج النيوكليوتيدات يتراوح بين (6-1) أزواج نيكليوتيدية تتوالى مراراً وتكراراً من طرفيها، كما تُحاط هذه الوحدات بتتالي نيكليوتيدي يتواجد بمنطقة وحيدة في مجين أفراد النوع الواحد. تختلف مؤشرات التكرارات للسلاسل البسيطة SSR فيما بينها من حيث أماكن تواجدها ضمن المجين، وعدد الوحدات المتكررة المكونة لها، ونوعية نيوكليوتيدات الوحدات المتكررة.**

**وقد أشار Powell وزملاؤه (1996) إلى أنَّ الاختلاف في عدد الأزواج النيكليوتيدية المتكررة ينتج عن التباين في أنواع البادئات قليلة النيكليوتيدات oligonucleotide المستخدمة والمحيطة بالتسلسل النيكليوتيدي للتكرار البسيط الترادفي، واستغل Morganteو Oliveri وزملاؤه (1993) هذه الميزة للكشف عن التكرارات للسلاسل البسيطة للحمض النووي DNA (SSRs) في فول الصويا، وميَّزها عن بعضها البعض من خلال تصميم بادئات متخصصة site-specific flanking primers تُحيط بالتكرار الترادفي للسلسلة البسيطة للحمض النووي DNA للكشف عـن كل موقع من مواقع هذه التسلسلات. تقيم تقنية SSR بأنها ذات كفاءة مرتفعة في كشف التباينات الوراثية الموجودة بين وضمن المجتمعات الحيوية (Roussel وزملاؤه، 2004)، كونها تتميز بمزايا ومؤهلات عديدة، يلخصها Roder وزملاؤه (1998) بالآتي:**

**- تكشف عن مستوى مرتفع من التباينات الوراثية.**

**- ارتفاع معدل تطفرها، حيث أنَّ كسب أو فقد تكرار واحد بين جيل وآخر، يفوق عشرة آلاف مرة احتمال حدوث طفرة تصيب قاعدة آزوتية واحدة في مورثة ما (Sweigart وزملاؤه، 1999).**

**- كما أنَّ لهذه التكرارات الترادفية للسلاسل البسيطة للحمض النووي (SSRs) إمكانية الكشف عن التتابعات النيكليوتيدية ذات السيادة المشتركة co-dominant في التوريث، كما وتكشف عن وجود الأليلات المتعددة multiallelic (Rafalski و Tingey، 1993).**

**- وفرتها وتواجدها على كل أجزاء المجين النباتي (Wang وزملاؤه، 1994)، وتوزعها بشكل منتظم أو شبه منتظم في المجينات النباتية كافة (Wang وزملاؤه، 1994؛ Weber، 1990)**

**- نتائجها ثابتة عند تكرارها (Yu وزملاؤه، 1994).**

**- تتطلب كمية قليلة من الحمض النووي منقوص الأوكسجين DNA.**

**- سهولة استعمالها وتطبيقها عبر تفاعل PCR**

**- إمكانية أتمتتها automation(Rafalski و Tingey، 1993)، وحيث أنَّه يمكن نشر البادئات وتبادلها بسهولة بين المخـابر بمجرد معرفـة التسلسل النيكليوتيدي لها (Yu وزملاؤه، 1994).**

**إلا أنَّه يُعاب عليها في أنَّها تحتاج إلى بادئات ذات تسلسل نكليوتيدي مُحدد، يُحدد مكان التكرار الترادفي للسلاسل البسيطة SSR.**

**اُستخدمت هذه المؤشرات في العديد من الدراسات ذات الأهداف المختلفة مثل إنشاء خرائط الارتباط الوراثية لعدد من الصفات المهمة ولأنواع نباتيـة مختلفة (Liu وزملاؤه، 1996؛ Ramsay وزملاؤه، 2000؛ Karakousis وزملاؤه، 2003؛ Baumوزملاؤه، 2004؛ Emebiri وزملاؤه، 2005؛ Hamwieh وزملاؤه، 2005؛ Von – Korff وزملاؤه، 2006). وفـي دراســة التنــوع الوراثـي (Struss و Plieske، 1998؛ Choumane وزملاؤه، 2000؛ Khlestkina وزملاؤه، 2004؛ Ozkan وزملاؤه، 2005؛ Ordon وزملاؤه، 2005). وكذلك في التمييز بين الأنواع، وتوضيح العلاقات التطورية، وتصنيف المجموعات الوراثية (Russell وزملاؤه، 1997؛ Struss و Plieske، 1998؛ Matus و Hayes، 2002؛ Choumane وزملاؤه، 2002).**

**يعد Tautz 1989 أول من وصف هذا النوع من التكرارات البسيطة Microsatellite ضمن DNA، (الشكل،3).**

**إن الوحدات التكرارية المشكلة لـ SSR هي عادة بسيطة، وتتكون من نيكلوتيدين أو ثلاثة أو أربعة، ومثال ذلك هو التسلسل المتكرر motif (CA)n حيث يتراوح الرقم n من 10-100، وهذا المؤشر الأخير CA ذو قابلية مرتفعة للكشف عن التباين الوراثي ضمن وبين الأفراد، وخاصة عندما يرتفع عدد الوحدات التكرارية لأكثر من 10(Queller وزملاؤه، 1993).**

**يتم اختبار PCR الخاص بـ SSR باستعمال بادئات متخصصة، يتألف كل منها من شقين: الأول يدعى Forward، ويلتحم في المنطقة التي تقع قبل SSR، والثاني يدعى Reverse، ويلتحم في المنطقة التي تقع بعد SSR، استخدم مؤشر SSR على نطاق واسع في مجال التحسين الوراثي للقمح، ورسم الخرائط الوراثية، وتحديد مواقع للصفات الزراعية المهمة، ودراسة وتحليل مواقع الصفات الكمية QTLs Quantitative Trait Loci، وتحليل التنوع الوراثي (Hamwieh وزملاؤه، 2005؛ Ordon وزملاؤه، 2005). وبينت دراسة أجريت من قبل Roder وزملاؤه، 2002 أن 19 مؤشراً من مؤشرات SSR كانت كافية للفصل بين 500 صنف قمح أوروبي، أي أنه من الممكن أن يتم تسجيل وتوصيف الأصناف باستعمال الطرائق البيولوجية بسهولة، وبدون كلفة مرتفعة في الوقت الذي كانت تتم بالطرق الشكلية.**

على الرغم من عدم اكتمال التفسير لكيفية حدوث الضرر الذي يسبَّبه الجفاف، وكذلك لآلية تحمل النبات للجفاف، فإنَّ المعلومات المتوافرة على المستوى الجزيئي خلال السنوات القليلة الماضية قد أعطت الإجابة (ولكن بشكل جزئي) على بعض آليات تحمل الجفاف، وذلك من خلال المعلومات الواردة من دراسة دور حمض الأبسيسيك (ABA)، ونماذج المحرِّضات لبعض المورثات المسؤولة عن تحمل الجفاف.

لقد تطوَّرت الدراسات الوراثية المتعلقة بتحمل النبات للجفاف، من خلال عمليات تربية وتحسين المحاصيل، ومن خلال الدراسات الوراثية الجزيئية ونقل المورثات، وقد أمكن عن طريق تربية النبات زيادة قدرة النبات على تحمل إجهاد الجفاف (Acevedo و Fereres، 1993)، إذ أنَّه غالباً ما تسمح عمليات التهجين والانتخاب بنقل الصفات المرغوبة من الأصناف البرية إلى الأصناف المزروعة، كما أنَّ بعض الجهود الحالية لفهم عمل المورثة اعتمدت على تقانة البيولوجيا الجزيئية في إنتاج النباتات المعدلة وراثياً.

يسبَّب إجهاد الجفاف تغييراً في التركيب الكيميائي والخواص الفيزيائية لجدار الخلية (على سبيل المثال في توتر الجدار)، وتتحكم في هذه التغيرات مورثات معينة (Espartero وزملاؤه، 1994)، كما تتوقف استطالة الخلايا نتيجة الجفاف الطويل (Nonami و Boyer، 1990)، وتثبط الأنزيمات اللازمة لتكوين جدار الخلية.

عُزلت المورثات المسؤولة عن تكوين أنزيمات حالَّة للبروتينات في بعض النباتات مثل نبات البازلاء Pisum sativum (Guerrero وزملاؤه، 1990)، وقد وجد أنَّ إحدى وظائف هذه الأنزيمات هو تحليل البروتينات المتضررة والمتعذر إصلاحها خلال تأثير الجفاف على المراحل المختلفة من حياة النبات، كما زاد مستوى RNAm الذي يرمز لهذه البروتينات خلال الجفاف (Asghar وزملاؤه، 1994؛ Coca وزملاؤه، 1994).

**أظهرت الدراسات مسؤولية عدة مورثات عن استجابة النبات لإجهادات الجفاف والحرارة المنخفضة (Ingram و Bartels، 1996؛ Shinozaki و Yamaguchi –Shinozaki، 1997)، فمن بين ميكانيكيات التحمل التي أوجدتها الخلية لحماية نفسها (حماية فيزيائية) من نقص المياه أو تغيرات الحرارة، هي إنتاج بروتينات معينة تسمى بروتينات التطور الجنيني المتأخرة Late-Embryogenesis-Abundant (LEA) (Shinozaki و Yamaguchi – Shinozaki، 1997)، كما بيَّنت الدراسات أنَّ مستوى بروتينات LEA يزداد بشكل ملحوظ خلال تعرَّض النبات للجفاف، فقد أظهرت الدراسات التي أجريت على بذور القطن زيادةً في تعبير المورثات المسؤولة عن إنتاج هذه البروتينات، وذلك خلال المراحل الأخيرة من تطور البذرة (Roberts زملاؤه، 1993؛ Pages وزملاؤه، 1993)**. توجد شواهد قوية تدعم الاستنتاج بارتباط هذه المورثات مع قدرة النبات على تحمل الجفاف، فتعبيرها مشابه لتعبير عدد من المورثات الموجودة في الأنسجة النباتية عند التعرض للجفاف خلال مراحل النمو، ولوحظ أنَّ تعريض البذور للجفاف يمكن أن يؤدي إلى ظهور تعبير مبكر لهذه المورثات في البادرات، كما لوحظ أنَّ بروتينات LEA تُنتج في الأنسجة النباتية، وفي البادرات عند المعاملة بحمض الأبسيسيك.(Pages *et al*., 1993).

وفي دراسة التباينات الأليلية لمورثات الديهيدرين المسؤولة عن بعض الصفات المرتبطة بتحسين تحمل الجفاف على مستوى الحمض النووي DNA، أظهرت الدراسة اختلافاً واضحاً في هذه المورثات بين الطرز المدروسة، حيث كانت التباينات الشكلية في الوزن الجزيئي بين نظائر الموقع الواحد كبيرة أحياناً، وكانت على درجة عالية من التماثل في البعض الآخر، وأمكن تمييزها بسهولة على هلامة ميتافور أغاروز 4%. حيث أظهر تفاعل الــPCR بالنسبة لمورثة *Dhn12* وجود نمط شكلي واحد (A) ظهر عند كل من أصناف القمح الطري شام6، شام8، دوما4، ودوما2 فقط، فيما أعطت مورثة الديهيدرين *Dhn6* نمطين شكليين (A,B) ظهرت عند كل من الطرز الوراثية شام8، شام9، دوما4، شام3، وحوراني، و*Ae. ovata*، وظهرت ثلاثة أنماط شكلية (A, B, C) لمورثات الديهيدرين *Dhn14,Dhn4, Dhn3* تباينت عند الطرز الوراثية المدروسة، وأربعة أنماط شكلية لمورثة الديهيدرين *Dhn7* ظهرت ثلاثة أنماط شكلية منها في صنف القمح القاسي دوما3. كما أظهر تفاعل الـــ PCR وجود خمسة أنماط شكلية عند كل من مورثات الديهيدرين *10, Dhn9, Dhn Dhn15، Dhn16 ،* وستة أنماط شكلية بالنسبة لمورثتي الديهيدرين *Dhn5 و Dhn13*.

أظهرت النتائج تفوق المورثة *Dhn16* بعدد الأنماط الشكلية التي أعطتها والبالغة 32 نمطاً شكلياً مع كافة الطرز المدروسة، تلتها المورثة *Dhn9* بـ 30 نمطاً شكلياً، في حين أعطت المورثة *Dhn14* أقل عدد من الأنماط الشكلية، (3 أنماط شكلية) مع الطرز الوراثية المدروسة. كما أظهرت النتائج تفوق صنف القمح الطري دوما4 بعدد الأنماط الوراثية التي أعطتها والبالغة 24 نمطاً وراثياً، تلاه النوع البري *Ae. geniculata* بـ 20 نمطاً وراثياً، في حين أعطى الطراز الوراثي دوما3 أقل عدد من الأنماط الشكلية (13 نمطاً شكلياً).

كما تم تحديد التسلسل النيكلوتيدي لقطعة DNA بطول 600bp الخاص بالموقع الوراثي *Dhn14* في النوع البري *Ae. Ovata* وتبين أنها تشابه DHN14 في نوع القمح البري*(Triticum aestivum)* بنسبة 99%، وتُشفّر بروتين مؤلف من 112 حمضاً أمينياً، ويشابه بروتين Cold shock protein في القمح البري *Aegilops tauschii* بنسبة 99%. ووجد أنّ المورثة *Dhn13* في الصنف دوما4 تشابه المورثة dehydrin HIRD11 الموجودة في *Aegilops tauschii* بنسبة 99%، وتُشفر بروتين مؤلف من 106 حمضاً أمينياً، ويشابه بروتين dehydrin HIRD11 في القمح البري *Aegilops tauschii* بنسبة 100%. وجد أن المورثة *Dhn12* في الطراز الوراثي حوراني تشابه مورثة dehydrin Rab15 الموجودة في النوع البري *Aegilops tauschii* بنسبة 99%، وتُشفر بروتين مؤلف من 149 حمضاً أمينياً، ويشابه بروتين dehydrin Rab15 الموجود في النوع البري *Aegilops tauschii* بنسبة 100%.

بينت النتائج أن صنف القمح الطري دوما4 كان أفضل أصناف القمح الطري المدروسة من حيث المقدرة التكيفية تحت ظروف الجفاف مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية، ويعود ذلك لامتلاكه أكبر عدد من الأليلات المسؤولة عن تحمل الجفاف (24 أليلاً)، وقد انعكس ذلك في مستوى أدائه في الحقل، فتفوق في أغلب الصفات الحقلية المدروسة. وكان صنفا القمح القاسي شام9 وحوراني أفضل أصناف القمح القاسي من حيث المقدرة التكيفية مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية، فقد امتلك الصنف شام9 (19 أليلاً) من الأليلات المسؤولة عن تحمل الجفاف، فتفوق على بقية طرز القمح القاسي المدروسة. وإذا ما أخذنا بعين الاعتبار متوسط الغلة الحبية لجميع أصناف القمح الطري، ومتوسط الغلة الحبية لجميع أصناف القمح القاسي نجد أن أصناف القمح الطري أكثر تحملاً للجفاف في البيئة المستهدفة**. د.فاطمة الجنعير**

**توجد بروتينات LEA في أنماط خلوية متعددة وبتراكيز متنوعة، وأمكن تقسيم بروتينات LEA اعتماداً على دراسات تحليلية أجريت على القطن بالمقارنة مع أنواع نباتية أخرى (Dure وزملاؤه، 1989) إلى: LEA D19 وLEA D11 (مجموعة الديهيدرينات Dehydrins) وLEA D7 و تمَّ لاحقاً إضافة مجموعتين وهما LEA D113 (Dure، 1993)، وLEA D95 (Galau وزملاؤه، 1993).**

**من المعروف أنَّ الجفاف الشديد يمكن أن يقتل الخلايا وبالتالي الأنسجة النباتية، لذلك واعتماداً على الخصائص التي تتميز بها بروتينات LEA من حيث اتحادها مع الماء (بروتينات محبة للماء)، يمكنها أن تحافظ على الحد الأدنى من الاحتياجات المائية الضرورية لحياة الخلية.** **وقد وجد Mc-cubbinو Kay (1985) بأنَّ بروتينات الديهيدرين في القمح (مجموعة D19) هي أكثر اتحاداً بالمياه من معظم عديدات الببتيد الأخرى، ويعتمد ذلك على شكل البنية الثالثية لهذه البروتينات، ولذلك يمكن لهذه البروتينات أن تتحد مع كمية كبيرة من المياه (Dure، 1993)،** إنَّ المشكلة الرئيسة التي تحدث في الخلايا تحت تأثير الجفاف الشديد هي فقد كميات كبيرة من ماء الخلية، الأمر الذي يؤدي إلى بلزمة البنية الخلوية ويتم تقليل الضرر الناتج بواسطة بروتينات LEA، حيث أنَّ بعض بروتينات LEA تستطيع تؤدي وظيفة تخفيف الهدم، وتدعم وظيفة السكريات في محافظتها على محتوى الخلية من السيتوبلاسم في غياب المياه.

**لقد تركزت معظم الدراسات لمورثات LEA بشكل كبير على مجموعة LEA D11 (أي المورثات المسؤولة عن إنتاج بروتينات التطور الجنيني المتأخرة والتي يطلق عليها مصطلح مورثات الديهيدرين، نظراً لأنَّ الديهيدرينات بشكل عام هي البروتينات الأكثر تكراراً ووجوداً في النبات خلال الإجهادات المختلفة من جفاف وحرارة منخفضة وملوحة (Close، 1997).**

تمَّ تحديد وجود الديهيدرينات كبروتينات في كل من النباتات الراقية والدنيا على حد سواء، فقد أظهرت الدراسات المرجعية وجود الديهيدرينات لدى الطحالب المجففة (Velten وOliver، 2001)، ولدى الفصيلة النجيلية عند كل من القمح والشعير في النباتات البالغة مترافقة مع إجهاد الحرارة المنخفضة (Galiba وزملاؤه، 1995؛ Danyluk وزملاؤه، 1998).

كما أثبتت العديد من الدراسات والبحوث تراكم بروتينات الديهيدرين، وازدياد تعبير المورثات المسؤولة عن إنتاجها في الشعير مترافقة مع تعرض النباتات لإجهادات الحرارة المنخفضة، والجفاف، والملوحة، (Teulat وزملاؤه، 2003؛ Robertson وزملاؤه، 2003؛ Closeوزملاؤه، 1995؛ Close وزملاؤه، 1989).

يمكن القول عموماً: أنَّ الديهيدرينات وُجدت عند أنواع عديدة من النبات، وكانت مترافقة مع استجابة هذه النباتات لانخفاض درجة الحرارة، أو التعرض للجفاف، أو الملوحة، أو خلال المعاملة بحمض الأبسيسيك، كما أظهرت عدة دراسات مسؤولية مورثات الديهيدرين عند عدد من الطرز المظهرية، وعند نمو النبات تحت ظروف البرودة والتربة المالحة، وفي قدرة النبات على تحمل الصقيع (Choi وزملاؤه، 1999).

يُعدّ الجفاف العامل الأكثر أهمية المحدد لإنتاجية النجيليات الصغيرة Small cereals(القمح والشعير)، إذ أنَّه في أماكن متعددة من العالم ومقارنة مع محاصيل الحبوب المزروعة الأخرى، يبدي القمح تكيفات إيجابية للعوامل البيئية غير المناسبة من نقص كمية المياه المتاح أو المتوافر، وكذلك بالنسبة لكفاءة المياه المستعمل، **وعلى الرغم من أنَّ تكيفات النبات للعوامل البيئية الجافة قد درست لزمن طويل، فإنَّنا لا نزال نحتاج لفهم آلية تحمل النبات لإجهاد الجفاف على المستوى الجزيئي من أجل استنباط طرز وراثية جديدة ملائمة لزراعة القمح في المناطق الجافة وشبه الجافة (Cattivelli وزملاؤه، 1994).**

تنتشر مورثات الديهيدرين كعائلة مورثية، هذا وإنَّ المعلومات الأكثر كمالاً عن عائلة مورثات الديهيدرين هي عن مورثات ديهيدرين الشعير، حيث أظهرت الدراسات وجود 14 مورثة ديهيدرين (Choi وزملاؤه، 2000؛ Choi وزملاؤه، 1999)، موزعة على أربعة صبغيات في الشعير 3H و 4H و 5H و 6H (Choi وزملاؤه، 2000). وقد تم من خلال دراسات رسم الخرائط الوراثية تحديد أماكن تواجد مورثات الديهيدرين على صبغيات الشعير(Pan وزملاؤه، 1994).

تمكَّن Dubcovskyوزملاؤه (1995) من تحديد مورثات الديهيدرين في القمح ثنائي الصيغة الصبغية، على الصبغيات 4A و 5A و 6A عند النوع *Triticum monococcum*، و 5D عند النوع *Triticum tauchii* (Gill وزملاؤه، 1991).

كما وجد Liminوزملاؤه (1997) بأنَّ عائلة مورثات Wcs 120 عند القمح السداسي (الطري) (*Triticum aestivum*) هي مشابهة للمورثة Dhn5 عند الشعير، وتتوضع على الذراع الطويل لكل من صبغيات المجموعة السادسة (D) عند القمح. وأشار Werner – Fraczekو Close (1998) إلى وجود المورثات المسؤولة عن إعطاء بروتينات ديهيدرينية على أذرع الصبغيات 4DS و5BL و6AL في نوع القمح (*Triticum* *aestivum* L.cv Chinese Springer) مستخدماً تقانتي Cytogenetic stocks و Western blot (Pan وزملاؤه، 1994).

**درس Zhang وزملاؤه (2013) صنفين من القمح الشتوي (*Triticum aestivum)* مختلفين في درجة تحملهما للجفاف (KTC 86211, ND 7532)، حيث تمّ تعريضهما للإجهاد المائي في التربة، ثمّ استعادة النمو في أربع مراحل من النمو، وقد بّينت النتائج أنّ بروتينات الديهيدرين مع أوزانها الجزيئية 37-45 KD، تراكمت بشكلٍ معنوي خلال كل المراحل وفي كلا الصنفين، حيث وجد أنّ بروتين الديهيدرين ( (28 KD تراكمت حصرياً في مرحلة البادرات، وكذلك البروتين40, 45 KD) ) تراكمت في مرحلة امتلاء الحبوب، ولكن تبين أنّ محتوى الديهيدرين الأكثر زاد مع تراجع محتوى رطوبة التربة، ثمّ انخفض خلال مرحلة استعادة النمو، تشير هذه النتائج إلى أنّ نمط تراكم الديهيدرين خلال إجهاد الجفاف اعتمد على الطراز الوراثي ومرحلة التطور.**

**حدّد Wang وزملاؤه (2014) في الآونة الأخيرة 54 مورثاً للديهيدرين في جينوم القمح، من خلال البحث في قاعدة بيانات التسلسل المعبر عنها، هذه الجينات ترمز سبع مجموعات من الديهيدرين (ks, sk3, ysk2,y2sk2,kn,y2sk3,ysk3)، وقد أظهر تضخيم الجينات أنّ أشكال الديهيدرين من المجموعتين kn, ysk2 هي الأكثر عدداً في القمح، بالمقارنة مع باقي أنواع الحبوب. كما حلل مسار حمض الابسيسك ((ABA في تنظيم تعبير مورثات الديهيدرين في القمح، ووجد أن عدة نسخ من نماذج وأشكال معينة من الديهيدرينات تراكمت بشكل خاص وفقاً لنوع النسيج، وحسب المعاملة، ما يوحي بأدوارها المتباينة في تحمل القمح للإجهادات اللاأحيائية المختلفة.**

قام Zhang وزملاؤه (2015) بتوصيف مورثة الديهيدرين، واستجابتها للإجهادات اللاأحيائية كالجفاف والملوحة المرتفعة والبرودة والحرارة المرتفعة، وكذلك دراسة الوظائف البيولوجية لمورثة الديهيدرين خلال التعرض لإجهاد الجفاف، والتي زودت مربي النبات بمعلومات مهمة لتطبيق هذه المورثات في برامج التربية الجزيئية، التي تركز على تحسين تحمل القمح للإجهاد، وقد أظهرت النتائج أنّ طول مورثة الديهيدرين TaDHN-1 487bp، وهي ترمز 112 حمض أميني، ومن المتوقع أنّ وزنها الجزيئي 11.5 KD، كما كشف التعبير الوراثي لهذه المورثة أنها حُرّضت بتأثير حمض الأبسيسك (ABA) والناتج عن إجهادي الجفاف والملوحة، في حين أنّه لم يحدث التعبير المورثي تحت ظروف إجهاد الحرارة، ومن المثير للاهتمام أنّ مستوى تعبير مورثة الديهيدرين TaDHN-1 قد انخفض تدريجياً مع تطور حبوب القمح، وكان التعبير ضعيفاً جداً في مرحلة لاحقة من نضج الحبوب التي أشارت إلى أنّ مورثة الديهيدرين لم تشارك في الحماية من الجفاف في هذه المرحلة من حياة النبات (نضج الحبوب)، وتبيّن أن مورثة الديهيدرين في القمح TaDHN-1 تنتمي إلى تحت صف Kn من عائلة الديهيدرينات.

قام Hassgan وزملاؤه (2015) بتحليل بعض المؤشرات الفيزيولوجية، ومستوى التعبير الوراثي للمورثات المرتبطة بتحمل الجفاف في مرحلة النمو الخضري المبكر، لصنفين من القمح الطري (Sids,Gmiza)، حيث عُرّض كلا الصنفين إلى انخفاض تدريجي في المياه بدءاً من اليوم 17 حتى 32 بعد الزراعة، أظهر الصنف sids وهو الصنف الأكثر تحملاً للجفاف وزنين رطب وجاف مرتفعين بالمقارنة مع الصنف الحسّاس Gmiza تحت ظروف الإجهاد المائي، كما امتلك الصنف Sids معامل نفاذية للأغشية مرتفع، ونشاطاً مرتفعاً من الأنزيمات المضادة للأكسدة بالمقارنة مع Gmiza، ومن جهة أخرى فإن أنماطاً مختلفةً من التعبير الوراثي لمورثات الديهيدرين Dreb, Wcor, Dhn لوحظت بسبب شدة الإجهاد المائي، متوافقة مع مدى تحمل الأصناف للجفاف، وقد أظهر تسلسل الـ DNA لمورثة Dhn وجود درجة مرتفعة من التشابه 80-92% مع النباتات الأخرى القريبة من هذه الأصناف، والملفت للنظر هو ظهور مستوى عالٍ للتعبير الوراثي للمورثات Dreb, Wcor, Dhn في أنسجة الأوراق في الطراز المتحمل Sids تحت ظروف الجفاف القاسية.

درس شيخموس وزملاؤه (2013) التباينات الأليلية لمورثات الديهيدرين في الجيل الطافر الثاني M2 لبعض الطرز الوراثية من القمح القاسي، هدفت الدراسة الجزيئية إلى تحديد التباينات في مورثات الجفاف المشكلة لبروتينات الديهيدرين (مورثات الديهيدرين)، حيث تمَّت مضاعفة DNA معاملات القمح المختلفة مع 12 زوجاً من البادئات المتخصصة بمواقع مورثات الديهيدرين وبواسطة التفاعل السلسلي البوليميرازي PCR. أظهرت نتائج هذا التفاعل قطع DNA مختلفة (تباينات شكلية مختلفة) لكل بادئة وضمن المعاملات المدروسة، عكست هذه التباينات وجود نظائر مختلفة لكل موقع مورثي ديهيدريني ضمن هذه المعاملات. حيث كانت التباينات الشكلية في الوزن الجزيئي بين نظائر الموقع الواحد كبيرة في بعض الأحيان، وفي البعض الآخر كانت على درجة مرتفعة من التماثل، وأمكن تميزها بسهولة على هلامة ميتافور الأغاروز 4 %. وأظهر تفاعل الــ PCR بالنسبة لمورثات الديهيدرين Dhn1 وDhn6 وDhn10 وDhn3 نمط شكلي واحد وُجد عند أغلب المعاملات المدروسة، وبالنسبة لمورثة الديهيدرين Dhn12 فقد ظهر فيها نمط شكلي واحد عند معاملة واحدة وهي المعاملة ذات التركيز المتوسط من DES لدى الصنف بحوث9. وبالنسبة لمورثة الديهيدرين Dhn2 ظهر فيها سبعة أنماط شكلية، وظهر في المورثات Dhn4 وDhn8 وDhn11 خمسة أنماط شكلية، في حين ظهر أربعة أنماط شكلية في مورثة الديهيدرين Dhn7 ، وثلاثة أنماط شكلية في مورثة الديهيدرين Dhn9. **د.فاطمة الجنعير**

**الديهدرينات (LEA D11) : لقد تركزت معظم الدراسات لمورثات ال LEA بشكل كبير على مجموعة LEA D11 ( أي المورثات المسؤولة عن إنتاج بروتينات التطور الجيني المتأخرة D11 والتي اصطلح على تسميتها بمورثات الديهدرين أو الديهدرينات (Dhns) , وكذلك (بروتينات الديهدرين) نظراً لأن الديهدرينات بشكل عام هي البروتينات الأكثر تكراراً ووجوداً في النبات خلال الإجهادات المختلفة من جفاف وحرارة منخفضة وملوحة (Close, 1997). قمح/ قمح بعد الخطة/ عبير ماستر.**

* أثناء العمل على الديهدرينات (فئة من البروتينات المعبر عنها في النباتات المعرضة لإجهاد الجفاف), لوحظ ارتباط إيجابي بين تعبير الديهدرين وتحمل الإجهاد الجفافي. توصل العديد من الباحثين إلى نتائج مماثلة. (Cseuz *et al*., 2002). قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ Drought-wheat-important/ ص229 العمود 1

**يعزى تحمل البذور للجفاف على الأقل جزئياً إلى تنشيط تفعيل فصيلة من البروتينات التي تعمل على حماية مكونات البذرة والإبقاء عليها في شكل نشط رغم الجفاف المتزايد. هذه البروتينات هي بروتينات التخلق الجيني المتأخر Late Embryogenesis Abundant proteins (LEA) التي تضم الديهدرينات (Dehydrins). اكتشفت LEA بدايةً عند دراسة تخلق بذرة القطن. وتشمل على 18 فصيلة من البروتينات التي يحتمل أن تؤدي وظائف متنوعة, وبعضها غير معلوم الوظيفة. اكتشفت LEA بعد ذلك في العديد من النباتات لدرجة تسمح بالقول بأنها توجد في غالبية النباتات. أهم ما يميزها رغم اختلاف وظائفها أنها تتراكم أثناء جفاف البذرة.**

**الديهدرينات: يتراوح الوزن الجزيئي للديهدرينات بين 9 و 20 كيلو دالتون على جل الأكريلامايد, ولا يوجد تشابه بين تتابع الأحماض الأمينية في أي من الديهدرينات وأي من الأنزيمات المعروفة, لذلك يستبعد أن تعمل كأنزيمات. بدون مراجع**

**يختلف تفعيل الديهدرينات من نبات لآخر. في بعض النباتات الوسطية مثل الشعير (Abogadallah, 2003)(*Hordeum vulare*)(4) ودوار الشمس (*Helianthus annus*) (Cellier *et al*., 1998)(5), لا توجد كميات محسوسة من الديهدرينات في الأنسجة الخضرية للنباتات النامية في وفرة من الماء, مما يعني أن جينات الديهدرينات, إما أن تكون خاملة تماماً في هذه الظروف, أو أن تفعيلها محدود لدرجة لا تسمح بالكشف عنها. وعند التعرض للإجهاد المائي تتراكم العديد من الديهدرينات خصوصاً في الأوراق.**

**تعتمد طريقة الكشف عن هذه البروتينات (الكشف المناعي Immunoblotting) على فصل بروتينات النبات على سطحها. وعند إضافة أجسام مضادة خاصة بالديهدرينات (تتكون عند حقن الديهدرينات المنقاة كيميائياً في الفأر أو الأرنب ضد فقرة اللايسين). إلى الغشاء ترتبط تلك الأجسام بالديهدرينات فقط ويمكن بعد ذلك الكشف عن متراكب الديهدرينات مع الأجسام المضادة بكواشف كيميائية خاصة.(بدون مراجع)**

**إن الديهدرينات قادرة على الارتباط بالماء بقابلية عالية, مما يمنع فقد الماء من الخلايا حتى درجة الجفاف القاتل للنبات, ويساعد الخلايا على الاحتفاظ بحد أدنى من الماء لتبقى حية (8,9).(Dure, 1993) (Ingram & Bartels, 1999)**

**من الأضرار الخطيرة التي تحدث بالخلايا أثناء الإجهاد المائي الشديد احتمالية حدوث ترسيب لمكونات الخلايا, ومنها البروتينات, مما ينتج عنه ارتباك في وظائف الخلية, والنبات بالتالي. يمكن للديهدرينات أن تساهم في منع هذا عن طريق عملها كمذابات متوائمة مشابهة في ذلك السكروز. يفترض أن الديهدرينات تعتمد على مرونة شكلها الفراغي (ليس لها تركيب ثانوي ثابت) بحيث تكون أغلفة رطبة حول بروتينات وأغشية الخلية, مما يقلل من الأثر الضار لنقص المحتوى المائي عليها, ويمنع ترسيبها عند نقص المحتوى المائي للخلية (10,11). (Baker et al., 1988) (Rorat, 2006) قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ كتاب فيزيولوجيا وبيولوجيا النبات الجزيئية هام جداً**

**يتم تصنيع بروتينات ال LEA أثناء نضج الجنين وتجفيف البذور, كما أنها تحفز في الأنسجة الخضرية في العديد من الأنواع النباتية في ظروف الإجهاد الجفافي, والملوحة, أو انخفاض الحرارة. (Ingram & Bartels, 1996) تنقسم بروتينات ال LEA إلى عدة مجموعات إحدى هذه المجموعات هي الديهدرينات ,تم تمييز أكثر من 100 جين من الديهدرينات في كل من كاسيات وعاريات البذور (Svensson *et al*., 2002) ص 744/العمود1**

**هناك دليل على وجود الديهدرينات جميع كائنات التمثيل الضوئي (Close, 1997) ص 744/العمود1**

**يعتقد أن الديهدرينات تلعب دوراً وقائياً مهماً أثناء الجفاف الخلوي, على الرغم من عدم وجود دليل مباشر على ذلك, حيث يعتقد أنها تعمل كمثبتات للأغشية أثناء الجفاف الناجم عن التجميد (Close, 1996; Danyluk *et al*., 1998). ص 744/العمود1**

**مورثات الديهدرين زادت من القدرة على تحمل الجفاف والملوحة عند إدخالها إلى الأرز والقمح. (Xu et al., 1996; Sivamani et al., 2000) . ص 744/العمود2**

**قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ Dehydrin-freezin**

**بروتينات ال LEA ليست خاصة بالنباتات فقط, فقد تم العثور عليها أيضاً في كائنات أخرى, مثل بكتريا المكورة الغربية المقاومة للإشعاع Deinococcus radiodurans (Battista *et al*., 2001), وبكتريا  *Bacillus subtilis* (Stacy& Aalen,1998) , والذباب النائم Polypedilum vanderplanki (Kikawada *et al*., 2006), الروبيان الملحي Artemia (Hand *et al*., 2007), عدة أنواع من النيماتودا (Browne *et al*., 2002; Gal *et al*., 2003; Gal *et al*., 2004), وحيوانات الدوارات أو الدولابيات (حيوانات مجهرية مائية) Rotifers (Pouchkina *et al*., 2007; Tunnacliffe, 2007), والبكتريا الزرقاء Cyanobacteria (Close & lammers, 1993).**

**ارتبط وجودها مع التحمل الخلوي للجفاف, والذي يحدث عن طريق التجميد, أو الملوحة, أو التجفيف, في الحالات القصوى يمكن للكائنات الحية أن تنجو من فقدان الماء بالكامل (Crowe *et al*., 1992).**

**السمة الأساسية لبروتينات ال LEA هي تركيبة الأحماض الأمينية المميزة والتي تؤدي إلى نسبة عالية من المحبة للماء (Wise & Tunnacliffe, 2004)**

**يمكن أن يؤدي الإفراط في التعبير عن المورثات التي تشفر بروتينات ال LEA إلى تحسين تحمل النباتات المعدلة وراثياً للإجهاد. أدى التعبير عن مورث الشعير HVA1 في القمح والأرز إلى زيادة تحمل النباتات للجفاف (Sivamani *et al*., 2000; Xu *et al*., 1996), كما أدى التعبير عن مورثات القمح PMA80 و PMA1959 إلى زيادة تحمل الجفاف للأرز المعدل وراثياً (Cheng *et al*., 1959). ص2 العمود1**

**يرتبط ديهدرين ال Arabidopsis (ERD10) بكمية أكبر من الماء أثناء الجفاف مقارنة ببروتينات ال LEA الأخرى والغير مضبوطة. ص2 العمو2**

**قمح بعد الخطة/ مجلد جديد /LEA- Arabidopsis/**

**لم يتم التعبير عن DHN1 العنب في ظل ظروف النمو الطبيعية, ولكن تم تحفيزها عن طريق الجفاف والبرد (Yazhou *et al*., 2012). نتائج هذا البحث**

**الديهدرينات هي فئة من بروتينات الإجهاد المحبة للماء والمستقرة حرارياً مع عدد كبير من الأحماض الأمينية المشحونة التي تنتمي إلى عائلة المجموعة الثانية من التطور الجيني المتأخر (LEA). يتم التعبير عن الجينات التي تشفر هذه البروتينات خلال مرحلة التطور الجيني المتأخر, وكذلك في الأنسجة النباتية المعرضة للجفاف ودرجة الحرارة المنخفضة, وظروف الملوحة المرتفعة (Nylander *et al*., 2001; Xu *et al*., 2008; kim & Nam, 2010).ص2/العمود1**

**ومن المثير للاهتمام أن الإفراط في التعبير عن جينات الديهدرين في النباتات المعدلة وراثياً يشجع مقاومة السلالات المعدلة وراثياً لمختلف البيئات المعاكسة, مثل البرد والجفاف والملوحة والضغط الأسموزي (Puhakainen *et al*., 2004; Peng *et al*., 2008; Shekhawat *et al*., 2011; Ochoa-Alfaro *et al*., 2011) . ص2/العمود1**

**مما أثار اهتماماً كبيراً بها لاستخدامها في تحسين المحاصيل , علاوة على ذلك فقد تبين مؤخراً أن انخفاض مستويات الديهدرين في بذور نبات الأرابيدوبسيس المحورة وراثياً يؤدي إلى تقليل طول عمر البذور مما يؤكد أهميتها لبقاء البذور (Hundertmark *et al*., 2011). ص2/العمود1**

**إن آلية عمل الديهدرينات لم يتم تحديدها بدقة بعد, ولكن من المقبول عموماً القول بأن وظيفتها حماية الخلايا من التلف الناجم عن الإجهاد الجفافي (Eriksson & Harryson, 2011), فقد تم اقتراح أنها قد تؤدي وظيفتها من خلال تثبيت الغشاء من خلال العمل كمرافقين لمنع تراكم أو تعطيل البروتينات في ظل ظروف الجفاف, أو درجات الحرارة المرتفعة (Kovacs *et al*., 2008: Brini *et al*., 2011). ص2/العمود1**

**تم العثور على عشر مورثات ديهدرين للشعير في ظروف الإجهاد الجفافي, في حين تم العثور على ثلاث مورثات فقط تحت ظروف درجات الحرارة المنخفضة.**

**على الرغم من أن مستويات التعبير في Olea europaea كانت 40 كيلو دالتون و 42 كيلو دالتون زادت تحت ظروف الإجهاد المختلفة (جفاف, ملوحة, جروح), إلا أنه قد تم إنتاج 16 كيلو دالتون و 18 كيلو دالتون من الديهدرينات بشكل أساسي تحت ظروف الإجهاد الملحي. (Tripepi *et al*., 2011). ص2/العمود2**

**قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ Drought- Dehydrin- Grapevine- 2012**

**في ظل الظروف البيئية التي تولد جهداً مائياً منخفضاً, تنتج النباتات مجموعة من البروتينات كجزء من الاستجابة للإجهاد, لحماية مستقلب الخلية (Ingram & Bartels, 1996; Allagulova *et al*., 2003) . ص537/العمود 1**

**يعتبر تخليق البروتينات المحبة للماء جزءاً رئيسياً من الاستجابة لظروف الإجهاد الجفافي Allagulova *et al*., 2003; Garay-Arroyo *et al*., 2000)). ص537/العمود 1**

**تم تمييز هذه البروتينات لأول مرة في القطن خلال المراحل المتأخرة من التطور الجيني المتأخر, وسميت ببروتينات التخليق الجيني المتأخر LEA. بعد ذلك تم التعرف على البروتينات المماثلة للقطن LEA في بذور العديد من النباتات الراقية (Dure *et al*., 1989). ص537/العمود 1**

**تتميز جميع بروتينات ال تتميز جميع بروتينات ال LEA بمحتوى مرتفع من الجلايسين , وقطبية عالية للماء, وهيكل ثانوي منخفض (Garay-Arroyo *et al*., 2000) . ص537/العمود 1**

**تم تحديد ثلاث مجموعات رئيسية من بروتينات LEA على أساس تشابه التسلسل والخصائص الهيكلية وهي: المجموعة الأولى, المجموعة الثانية, والمجموعة الثالثة.**

**تنتمي الديهدرينات إلى المجموعة الثانية, توجد بشكل أساسي في الأنسجة النبات النباتية الجافة, مثل البذور الناضجة, وفي الأنسجة النباتية المعرضة للإجهاد البيئي مثل الجفاف ودرجة الحرارة المنخفضة والملوحة Allagulova *et al*., 2003; Close, 1997)). ص537/العمود 1**

**تراكم الديهدرينات هو أحد المكونات البارزة لتكيف مع الظروف البيئية القاسية (Close, 1997).**

**يتم توزيع الديهدرينات في مجموعة واسعة من الكائنات الحية بما في ذلك النباتات العليا والطحالب والخميرة والبكتريا الزرقاء (Close, 1997; Mitwisha *et al*., 1998). ص537/العمود 1**

**كشفت الدراسات أن الديهدرينات لا تتراكم فقط في ظروف نقص الماء الذي يحدث خلال المراحل المتأخرة من التطور الجيني (2,27,31) , وفي الأنسجة الخضرية استجابةً للإجهاد الذي يؤدي إلى الجفاف الخلوي مثل الجفاف وانخفاض درجة الحرارة, والملوحة (1,2,14,21,22,32,36), ولكنها موجودة أيضا في جميع الانسجة الخضرية تقريباً أثناء ظروف النمو الطبيعي (25,32,3,37,38).**

**مثل هذا التوزيع الواسع لمواد الديهدرين في الأنسجة المختلفة أثناء نمو النباتات واستجابة للإجهاد الذي يؤدي إلى الجفاف الخلوي, يشير هذا إلى أن هذه البروتينات قد تلعب دوراً أساسياً في نمو النبات وفي تحمل الإجهاد.**

**قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/** **Plant-Dehydrins-2006**

**تقنية التكراريات البسيطة من تسلسلات DNA (الميكروستالايت) SSRs , وهي عبارة عن وحدات نيكليوتيدات يبلغ طولها (1-6)bp متكررة.**

**عرّفها (Kahl, 2001) بأنها أي تسلسل لقواعد آزوتية قصيرة جداً ذات أطوال بين (2-10) bp زوج قاعدي ذات نسبة تكرار متوسطة وتوجد بشكل كبير في الجينوم.**

**يكشف عن SSR باستخدام بادئتين (Primers) بطول 20 bp تقريباً, وهي مرئسات متخصصة تتمم جزء من التسلسل على طرفي Microsatellite فيحصل تضاعف ال Microsatellite نفسه قمح/ لينا ممدوح النداف**

كشفت علامات SSR لتضخيم جينات الديهيدرين عن وجود جينين من الديهيدرين (HVDHN1 و HVDHN9) في أصناف العشب Aries و Fawn-long fescue و Tekapo- عشب البستان. كان لدى Fawn متماثلات جينات dehydrin. يمكن أن تكون علامات SSR لتضخيم جين الديهيدرين ذات قيمة في برامج تربية الحشائش لاختيار أليلات DHN المرغوبة تحت الضغط الحراري. **نتائج هذا البحث /قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ -ديهيدرين -مراعي- ضغط حراري –السعودية**

**تتراكم عائلة بروتينات الديهيدرين في مجموعة كبيرة من الأنواع النباتية تحت ضغط الجفاف [عائلة التولد المتأخر الوفيرة (LEA) D11] ، والتي تتراوح في الحجم من 9 إلى 200 كيلو دالتون (Close ، 1996). الديهيدرينات محبة للماء ومستقرة للحرارة ، وقد تحمي البروتينات الأخرى وتساعد في الحفاظ على السلامة الفسيولوجية للخلايا (براي ، 1993). أرورا وآخرون (1998). ص1001/العمود2/قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ -ديهيدرين -مراعي- ضغط حراري –السعودية**

**وصف (2008) كيف تم دمج العديد من QTLs لتحمل الإجهاد في Festuca مع مواضع جينات dehydrin (المسؤولة عن حماية الخلايا وأغشية الخلايا من الجفاف). بالإضافة إلى ذلك ، يمكن أن تكون علامة تكرار التسلسل البسيط (SSR) لتضخيم جين الديهيدرين بالتزامن مع علامة التوصيف التسلسلي (SCAR) للكشف عن عدوى الفيوزاريوم أداة قيمة ومتعددة الاستخدامات لتشخيص وفحص القمح (Triticum aestivum) لمقاومة الفطر F. graminearum في بيئة الإجهاد (Ibrahim and Motawei، 2008). ص1002/العمود1/قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ -ديهيدرين -مراعي- ضغط حراري –السعودية**

**Dehydrins (DHNs) هي إحدى العائلات النموذجية للبروتينات التي تحدث في النباتات نتيجة للجفاف والإجهاد الأسموزي (Sivamani et al. ، 2000). ص1002/العمود2/قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ -ديهيدرين -مراعي- ضغط حراري –السعودية**

**يمكن أن تكون علامات SSR لتضخيم جين الديهيدرين ذات قيمة في برامج تربية الحشائش لاختيار أليلات DHN المرغوبة. (تشو وأباراها ، 2007). توجد نفس آلية الاستجابة أيضًا في نبات الريجراس المعمر وعشب البنتجراس (Agrostis stolonifera L.) (Zhou and Abaraha ، 2007). قد يساعد تراكم بروتينات الديهيدرين في حماية الهياكل الخلوية السليمة تحت الضغط الحراري بحيث يمكن للأوراق الحفاظ على مستوى مستقر نسبيًا في محتويات الكلوروفيل والبروتين (Zhou and Abaraha ، 2007).ص1002/العمود2/قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ -ديهيدرين -مراعي- ضغط حراري –السعودية**

**بريني وآخرون. (2007) خلص إلى أن نمط الفسفرة التفاضلي الملحوظ لـ HVDHN-5 في أصناف القمح المقاومة والحساسة يمكن استخدامه كأساس للمسح الجزيئي لحساسية التحمل للضغوط البيئية في البلازما الجرثومية للقمح. بالإضافة إلى ذلك ، أظهرت نباتات الأرز المعدلة وراثيًا الإفراط في التعبير عن الشعير (Hordeum vulgare) في جين الديهيدرين HVA1 ، تحملاً معززًا للمياه وضغوط الملح (Xu et al. ، 1996). كانت المواقع المشتركة لـ QTLs التي تتحكم في حالة الماء و / أو الانتباج مع التسلسلات المقابلة لجينات الديهيدرين (DHN) على نفس الجزء من الكروموسوم 6H ، كانت مؤشرًا كبيرًا على الدور المحتمل لهذه الجينات في تغيرات حالة النبات المائية (تيولات وآخرون ، 2002). الديهيدرينات عبارة عن بروتينات مرتبطة بالدهون قابلة للذوبان في الماء تتراكم استجابة للجفاف أو ارتفاع درجة الحرارة أو الإجهاد التناضحي أو أثناء نضج البذور (Close ، 1996). تم بالفعل تحديد العديد من QTLs التي تتحكم في سمات التسامح بالقرب من جينات الديهيدرين (Campbell and Close ، 1997). كان المثال الأول هو QTL للصلابة الشتوية المتداخلة مع مجموعة من جينات DHN ، بما في ذلك HVDHN1 على كروموسوم الشعير 5H المرتبط بالتحريض البارد لعضو من عائلة الديهيدرين (Pan et al. ، 1994 ؛ Zee et al. . ، 1995). ص1002/العمود2/قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ -ديهيدرين -مراعي- ضغط حراري –السعودية**

**تستخدم علامات تكرار التسلسل البسيط على نطاق واسع في النباتات وتشكل موردًا جينوميًا مهمًا في العلوم النباتية. للميكروساتاليت استخدامات عديدة ، بما في ذلك تطوير خريطة الارتباط ، ورسم خرائط مواقع السمات الكمية (QTL) ، والاختيار بمساعدة الواسمات ، وتحليل النسب ، وبصمة الأصناف ، ودراسات التنوع الجيني ، وتدفق الجينات ، والدراسات التطورية (Cavagnaro et al. ، 2010 ؛ Zhu et al. ، 2011).ص193/العمود1/ قمح بعد الخطة/مجلد جديد/Isolate SSR**

**السواتل المكروية تكرر تسلسل الحمض النووي (مصفوفات ترادفية) من 1-6 نيوكليوتيدات تسمى motifs التي تحدث في كل مكان في جميع الجينومات بدائية النواة وحقيقية النواة (Buschiazzo and Gemmell ، 2006 ؛ K elkar et al. ، 2008).**

**Motifs: تسلسل محفوظ لنكليوتيدات أو أحماض أمينية يمكن ربطها بدالة (وظيفة) ما لقطعة (د ن أ) أو بروتين.ص193/العمود1/ قمح بعد الخطة/مجلد جديد/Isolate SSR**

**بشكل عام ، يرتبط عدد أكبر من الوحدات المتكررة بتنوع وراثي أكبر ، وعادة ما تمتلك الأشكال الأقصر (على سبيل المثال ، ثنائي النوكليوتيد) تكرارات أكثر من الأشكال الأطول (على سبيل المثال ، رباعي النوكليوتيد). ومع ذلك ، يمكن أن تنتج الأشكال الأقصر مزيدًا من التزاوج الخاطئ (التلعثم) أثناء تفاعل البوليميراز المتسلسل (PCR) ، مما يؤدي إلى أخطاء التنميط الجيني (Buschiazzo and Gemmell ، 2006 ؛ Kelkar et al. ، 2008). ص193/العمود1/ قمح بعد الخطة/مجلد جديد/Isolate SSR**

**تم عزل 3 جينات ديهدرين محفزة بالملح من نبات القمح. كشف تحليل PCR للنسخ العكسي شبه الكمي أن جميع جينات الديهيدرين الثلاثة ((TaDHN1, TaDHN2, TaDHN3 يتم تحفيزها بشكل كبير بواسطة ABA و NaCl ، ولكن فقط TaDHN2 يتم تحفيزها في الشتلات بواسطة PEG والبرد (4 درجات مئوية). الملخص**

**إن الإفراط في التعبير خارج الرحم عن TaDHN1 أو TaDHN3 في نبات الأرابيدوبسيس تحت محفزاتهم المحفزة يعزز تحمل كلوريد الصوديوم وتحمل الإجهاد والجفاف دون تأخر النمو. الملخص**

**وقد ثبت أيضًا أن الديهيدرينات تتراكم بشكل كبير في الأنسجة النباتية المقيدة بالماء (Graether and Boddington ، 2014 ؛ Khurana et al. ، 2008 ، Kosová et al. ، 2014) ، وتلعب دورًا في تحمل النبات للجفاف في ABA المعتمد Pathway (Khurana et al. ، 2008 / المقدمة**

**قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ Drought-Wheat-Dehydrins-2 / نتائج هذا البحث/ الملخص**

**تراكم 24 كيلو دالتون من الديهدرينات في البادرات في ظروف الإجهاد الجفافي, في حين لم تتراكم الديهدرينات في الشاهد. بدأت "Connie" ، "Gene" ، "TAM105" في تراكم الديهيدرينات في اليوم الرابع من الإجهاد ، بينما بدأت الديهدرينات بالظهورفي الأصناف الأخرى بعد اثني عشر يومًا من الإجهاد. هذا الاختلاف في التراكم في مرحلة البادرات ارتبط بتحمل الإجهاد في مرحلة ملء الحبوب، ويتميز بانخفاض أقل في المحصول وفي معدل انخفاض الجهد المائي للورقة لكل يوم من الإجهاد.**

**تشير النتائج إلى أن التعبير عن ديهيدرين 24 كيلو دالتون قد يكون بمثابة تقنية فحص سريعة ولا تتلف البادرات.**

**لم تظهر أي ديهدرينات في اليوم الأول من الإجهاد /****نتائج هذا البحث**

**قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ Drought- Wheat- Dehydrin- Seedling- 4**

**تطوير نباتات محاصيل أكثر مقاومة للجفاف هدف مستقبلي ضروري للتخفيف من التهديدات المستقبلية لتوافر الغذاء في اتجاه التوسع الديموغرافي للسكان البشريون (بلوكنيت وآخرون 1987).** ومع ذلك، هذا يتطلب استكشافًا شاملاً للعديد من الإمكانات الموارد الوراثية وفهم متعمق لآلية التكيف والاستجابات للإجهاد المائي ذلك تسمح بالبقاء في بيئة غير ودية./ المناقشة

**زيادة البرولين يوازي انخفاض RWC. حقيقة**

**يكون تراكم البرولين أعلى في الأصناف الحساسة ,والتي تكون فيها قيم RWC الأقل**

**وهذا يتوافق مع نتائج أبحاث تمت على أنواع نباتية أخرى (Sundaresan &**

**سودهاكاران 1995 ؛ عين لهوت وآخرون. 2001 ؛ بيوك وآخرون.**

**2002).**

ومع ذلك ، أفادت البيانات عن دور تراكم البرولين في تحمل الإجهاد الجفافي مثيرة للجدل بدرجة كبيرة ولا يزال من غير الواضح ما إذا كانت الزيادة في مستويات البرولين تزيد من تحمل الجفاف (de Ronde، Spreeth & Cress 2000؛ Nayyar & Walia 2003) **/ص 2150 / العمود 1**

**في اختباراتنا ، لم يتم التعبير عن هذه الجينات في النباتات التي تُروى جيدًا ولكن فقط في النباتات المجهدة ، مما يؤكد ذلك دور هذه البروتينات في آليات الحماية بواسطة النباتات استجابة لإجهاد الجفاف.** **/ص 2150 / العمود 2**

**كانت طريقة تعبير كل جين مختلفة مما يشير إلى أن كل جين في عائلة الديهدرينات**

**قد يكون له وظيفة مميزة في استجابة النبات الجزيئية للجفاف. تم التوصل لذلك أيضاً في الشعير من قبل (Suprunova et al. 2004). /ص 2150 / العمود 2**

**التعبيرمن جينات DHN يوازي قيم RWC ، ولكن لوحظت اختلافات بين الأصناف المقاومة للجفاف و الحساسة. في الأنماط الجينية المقاومة يتم تنشيط جينات الديهدرين عندما لا تزال قيم RWC عالية (74 - 91٪) ، بينما في الأصناف الحساسة يتم تنشيط نفس هذه الجينات فقط عندما ينخفض ​​محتوى الماء إلى (59-65٪)./ص 2150 / العمود 2**

**قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ Drought- Wheat- Dehydrin- prolin- Rwc 2006**

سبب الإجهاد الجفافي تراكم بروتينات الديهدرين خاصة ذات الوزن الجزيئي المنخفض, وكان تراكمها في الصنف المقاوم (Omskaya 35) يفوق تراكمها في الصنف الحساس (Salavat Yulaev) بمرتين ونصف./ **نتائج هذا البحث/ Drought- Wheat- Dehydrin- 5- 2016**

**يحتوي كل من القمح والشعير على أربعة أنواع من الديهدرينات من أصل خمسة وهي (Kn, SKn, YnSKm, KnS) (Close,1997). بينما تفتقر إلى الديهدرينات من نوع YnKm**

**أكبر مجموعة من الديهدرينات في الشعير (10 من أصل 13 جين) وكذلك في القمح الشائع تنتمي إلى نوع YnSKm, والمستحثة بسبب الإجهادات القوية التي تسبب الجفاف (الجفاف, والملح, والصقيع) وكذلك بسبب حمض الأبسيسيك (ABA). / المقدمة/ العمود 2 قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ Drought- Wheat- Dehydrin-3**

**المراجع:**

**معنى الاختصار ISBN في المراجع: هي اختصار ل International standard book number النظام القياسي الدولي لرقيم الكتب. مثال**

DIXON, J., H.J. BRAUN, P.KOSINA AND J.CROUCH, (2009). **Wheat facts an futures** . CIMMYT, Mexico, **ISBN: 978-970-648-170-2.**

**كل خانه من هذه الأرقام لها دلالة معينه عادة يتكون 5 عناصر هي: 1-عنصر البادئة 2- عنصر مجموعة التسجيل 3- عنصر المسجل 4- عنصر النشر 5- رقم الفحص**

**لكل عنصر من هذه العناصر رقم في نظام الترقيم الدولي. مثال في مجموعة التسجيل الرقم982 هو دلالة على جنوبي المحيط الهادىء وهو ضمن عنصر البادئة 978.**

(Lookhart and Bean, 2000) **د.فاطمة الجنعير**

( Kent and Evers, 1994), قمح/أمين

(Dixon et al. 2009)**قمح/سامي**

**(International Grain Council, 2021). خطة البحث بعد السيمنار**

. قمح بعد الخطة مجلد جديد/ Arab\_food\_Security\_Report\_2019 (1) /المنظمة العربية للتنمية الزراعية/2019/ISSAN 1811-5020/ المجلد 39/ الباب الثالث/ الإنتاج النباتي/ جدول 49

**Arab Agricultural Statistics yearbook 2019. Vol 39**(المجموعة الإحصائية الزراعية، 2020). **خطة البحث بعد السيمنار**

**Annual Agricultural Statistical Abstract 2020. No791/204. Date9/11/2021**

(Osman et al, 2010) قمح/أمين

**. (., 2008Kang et al). قمح/ د.لينا/ Drought wheat flowering and grain**

(Chahal and Gosal, 2002**) خطة البحث بعد السيمنار**

**(Voltas *et al*., 1999; Panthuwan *et al*., 2002) قمح/ شعير جفاف جزيئية/ 267-268**

**Panthuwan,G., S. Fukai, M. Cooper, S. Rajatasereekul, and J.C. O’Toole.  
(2002). Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to different types  
of drought under rainfed lowlands. Part 1. Grain yield and yield  
components. *Field Crop Res.* 73,153-168.**

**(Skribanek and Tomcsányi 2008, Dami and Hughes, 1996). قمح بعد الخطة/ الاستجابات المورفولوجية والفيزيولوجية لأصلين من التفاح/ المقدمة**

**Dami I. and H. G. Hughes, (1996). Effects of PEG-induced water stress on in vitro hardening of 'Valiant' grape. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, Volume 47(5), pp. 97-101.**

**(Zhang et al., 2004)** ص5/ العمود 2. **قمح/أجنبي/14**

**(Valifard *et al*., 2012) خطة البحث بعد السيمنار.**

(Yekhlef, 2001). **خطة البحث بعد السيمنار**

(Turner, 1979). **) خطة البحث بعد السيمنار**

(Turner, 1986) **) خطة البحث بعد السيمنار.**

**Anjum et al. 2011).** المقدمة/ العمود2 . **قمح / أجنبي/ Drought MDA3**

(Farooq *et al*., 2009). **) خطة البحث بعد السيمنار**

**(Ciucặ *et al.,*2010)** (قمح/ د.لينا/Preliminary/المقدمة /العمود1)

**(Anjum et al., 2011). ص2029/ العمود 2 قمح / أجنبي / بيوكيميائية أجنبي 23**

(Palfi *et al*., 1973**. قمح/8**

(Hsiao, 1973). **قمح/8**

(Rayapati and Stewart,1991) **(هااام جفاف برولين قمح)/ قمح بعد الخطة.**

Rayapati, P.J. and Stewart, C.R. (1991): Solubilization of protin  
dehydrogenase from maize (Zea mays L.) mitochondria .  
Plant Physiology . 95: 787-791

**(Vendruscolo *et al*., 2007). ص972/ العمود2 قمح / أجنبي / بيوكيميائية أجنبي 32**

**Nanjo *et al.,* 1999; Yang and Jorgensen, 2011 خطة البحث بعد السيمنار**

**Kanffman, 1972) ), (Stewart, 1983) (Hanson *et al*., 1979), (Fukutoka & Yamada, 1981), Hanson & Hitz, 1982)).(مذكورة المراجع). (قمح بعد الخطة / تأثير الجفاف ونقص الماء على تراكم البرولين الحر في أنسجة نبات الحنطة/ص253)**

**(Deora*et al*.,2001) (هااام جفاف برولين قمح)/ قمح بعد الخطة,**

**. (هااام جفاف برولين قمح)/ قمح بعد الخطة, في حين أقرّ (Hanson *et al*.,1977)**

(Kishore *et al*., 2005) قمح بعد الخطة/ مجلد جديد/ إيمان حسين.,

**Kavi – Kishor , P.B. ; Sangam , S. ; Amrutha , R. N. ;Sri Laxmi , P. Naidu , K.R. ; Rao , S. ; Reddy , K.J. ;Theriappan ,P. and Sreenivasan , N. 2005. Regulation of proline biosynthesis degradation , uptake and transport in higher plants :its implications in plant growth and abiotic stress tolerance . Curr Sci.88:424-438.**

**Anjum et al ص2029/ العمود 2 قمح / أجنبي / بيوكيميائية أجنبي 32 (2011)**

**قمح/د.لينا/pone1**

**LIU H, SULTAN MARF, LIU XL, ZHANG J, YU F, ZHAO HX 2015. Physiological and Comparative Proteomic Analysis Reveals Different Drought Responses in Roots and Leaves of Drought Tolerant Wild Wheat (Triticum boeoticum). J. PLoS ONE. 10(4): 10-137.**

**(Anjum et al., 2011)** ص130 العمود1 **قمح /أجنبي/6**

(Nyachiro *et al*., 2001), قمح/ جفاف إشطاء/170

Nyachiro, J.M.; K.G. Briggs; J. Hoddinott; and A.M. Johnson-Flanagan (2001). Chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and water deficit in spring wheat. Cer Res. Comm., 29: 135-142.

Chutia and Borah, 2012).(قمح بعد الخطة/ مجلد جدبد/ SSR Drought rice Sudan/ المقدمة العمود 1

(Manivannan *et al*., 2007). ص580 العمود2 **قمح/أجنبي/1**

(Guerfel et al., 2009), ص2029/ العمود 1 **قمح / أجنبي / 23 مؤشرات بيوكيميائية**

Guerfel M, Baccouri O, Boujnah D, Chaibi W, Zarrouk M (2009). Impacts of water stress on gas exchange, water relations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (Olea europaea L.) cultivars. Sci. Horticult., 119: 257-263

ص5/العمود 1/ نتائج هذا البحث **قمح/ أجنبي/ 31 بيوكيميائية أجنبي**

**Aliakbari .A.S, D. Ali, H.Hojjat**

**Sadeghabad.A.A, A.Dadkhodaie, H.Hasheminasab 2016. Physio-biochemical Responses of Wheat Genotypes under Drought Stress.J. International Journal of Plant & Soil Science. 13(3).**

**نتائج هذا البحث في الملخص. قمح/أجنبي/1**

**Mafakheri.A, A. Siosemardeh, B. Bahramnejad, P.C. Struik, Y. Sohrabi 2010. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars.J. Australian journal of crop science. 4(8):580-585.**

**(حسب الجدول ص 129). قمح /أجنبي/6**

**Ahmed. M, B. Waled, N. Hamed, F. Ahmed, K.Mumtaz**

**3. AL-MASKRI.A, W.AL-BUSAIDI, H.AL-NADABI, A.AL-FAHDI M.M.KHAN 2016. Effects of Drought Stress on Wheat (Triticum aestivum L.) cv. Coolly. International Conference on Agricultural, Food, Biological and Health Sciences.**

**(Bashier *et al.,* 2018)** (قمح بعد الخطة / مجلد جديد/ SSR Drought rice/ المناقشة/ نتائج هذا البحث),

Bashier.A., J.Masanga, W.Kariuki, S. Runo 2018. Simple sequence repeat (SSR) markers linked to drought tolerant traits in selected Sudanese rice (Oryza sativa L.) genotypes. J. African Journal of Biotechnology. 17(20): 649-659.

(Kolaksazov *et al.,*2014; sabbagh *etal.,*2014). **(قمح / قمح صلب إجهادات لا حيوية أخر طور**

**Kolaksazov M, Laporte F, Goltsev V, Herzog M, and Ananiev ED, 2014. Effect of frost stress on chlorophyll a fluorescence and modulated 820 nm reflection in arabis alpina population from rila mountain, Genetics and Plant Physiology, 4(1-2): 44–56**

**Sabbagh E, Lakzayi M, Keshtehgar A, and Rigi K, 2014. The effect of salt stress on respiration, PSII function, chlorophyll, carbohydrate and nitrogen content in crop plants, International Journal of Farming and Allied Sciences, 3(9); 988-993**

**Anjum, 2011**

Maksup et al. 2014). ص2/ العمود1**قمح / أجنبي/ Drought MDA2**

, (RiceEvans et al. 1997). ص2/ العمود1**قمح / أجنبي/ Drought MDA2**

**Lui et al., 2015**

(Zhang and Kirkham, 1994). نتائج هذا البحث **قمح / أجنبي/ MDA1 Drought**

**Nanjo, 1999**

(Nanjo et al., 1999). خطة البحث بعد السيمنار

**Nanjo,T.; M.Kobayashi; Y.Yoshiba; Y.Kakubari; K.Yamaguchi-Shinozaki and k.Shinozaki 1999.** Antisense suppression of praline degradation improves tolerance to freezing and salinity in Arabidopsis thaliana. FEBS Lett. 461:205-210.

**(Bates, 1973).**

Bates, l.S., R.P. Waldes, and T.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant soil. 39:205-207

(Arnon, 1949) قمح بعد الخطة/ تقدير بعض العناصر الثقيلة في أوراق النباتات المتعرضة لانبعاثات مولدات التي تعمل بوقود البنزين وقياس المحتوى الكلوروفيلي والمالو داي ألدهيد)

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast. Polyphenol-oxidase in (Beta vulgars L.). Plant Physiol. 24:1-5. 5-

**(Monneveux et Nemmar.,1986). (قمح بعد الخطة/ كلوروفيل+برولين+سكريات قمح صلب- جفاف)**

**الحماد, بشرى, العام-** دراسة تأثير الجفاف على محتوى البرولين في نبات القمح. الجامعة

**(الحماد, 2005) (هااام جفاف برولين قمح)/ قمح بعد الخطة/نتائج هذا البحث.**

**الحماد. بشرى 2006. دراسة تأثير الجفاف على محتوى البرولين في نبات القمح. جامعة الملك سعود.**

**Alhammad. B 2006.** Effect of Drought on Proline Content of *Triticum* plant. King Saud Un-+iversity.

(Bhupinder and Usha, 2003)..نتائج هذا البحث بالنتائج والمناقشة ص 165 **قمح/أجنبي/بيوكيميائية33**

**Bhupinder. S, K. Usha 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Nuclear Research Laboratory, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India; Division of Fruits and Horticultural Technology, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.**

(Ait Kaki,1993; Siakhène,1984) **(قمح / قمح صلب إجهادات لا حيوية أخر طور**

**Ait kaki Y., (1993). Contribution à l’étude des mécanismes morphophysiologiques et biochimiques de tolérance au stress hydrique sur cinq variétés de blé dur. Thèse de magistère. Univer.Annaba : 114p.**

**Siakhène N, 1984. Effet du stress hydrique Sur quelques espèces de luzerne Annuelle. Mémoire ing Agr. INA. El Harrach: 90 p**

**قمح / أجنبي / 23 مؤشرات بيوكيميائية**

**Kyparissis A, Petropoulun Y, Manetas Y (1995). Summer survival of leaves in a soft-leaved shrub (Phlomis fruticosa L., Labiatae) under Mediterranean field conditions: avoidance of photoinhibitory damage through decreased chlorophyll contents. J. Exp. Bot., 46: 1825-1831**

Zhang J, Kirkham MB (1996). Antioxidant response to drought in sunflower and sorghum seedlings. New Phytol., 132: 361-373.

(Zhang and Kirkham, 1994). نتائج هذا البحث **قمح / أجنبي/ MDA1 Drought**

Wei, 2015(نتائج هذا البحث ص3 العمود 2). **قمح/أجنبي/14**

**(Guo *et al*., 2018). (نتائج هذا البحث) قمح / أجنبي/ Drought MDA9**

(قمح بعد الخطة/ برولين أصنافي/ **ص 27 / العمود 1**

**عباس, سمر؛ خيتي, مأمون؛ صبوح, محمود 2010. غربلة بعض أصناف القمح السورية في ظروف الإجهاد المائي مخبرياً اعتماداً على الصفات الشكلية وتقييم اختلافاتها الفيزيولوجية والبيوكيميائية والإنتاجية حقلياً. المجلة العربية للبيئات الجافة. 5 (1): 23-38.**

المراجع مرتبه A-Z

1. ANNUAL AGRICULTURAL STATISTICAL ABSTRACT 2020. No791/204. (In Arabic).
2. ARAB AGRICULTURAL STATISTICS YEARBOOK 2019. Vol 39. (In Arabic).
3. YEKHLEF,N. 2001**-** **Photosynthèse activité photo chimique et tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (Triticum durum Desf.). Thèse d'état, Fac des science**. DSN.Universite Constantine,146 pages.(in Arabic)
4. AHMED. M, B. WALED, N. HAMED, F. AHMED, K.MUMTAZ 2016**. Effects of Drought Stress on Wheat (Triticum aestivum L.)** cv. Coolly. International Conference on Agricultural, Food, Biological and Health Sciences.
5. AIT KAKI Y., 1993. **Contribution à l’étude des mécanismes morphophysiologiques et biochimiques de tolérance au stress hydrique sur cinq variétés de blé dur**. Thèse de magistère. Univer.Annaba : 114p
6. AIT KAKI Y., 1993. **Contribution à l’étude des mécanismes morphophysiologiques et biochimiques de tolérance au stress hydrique sur cinq variétés de blé dur**. Thèse de magistère. Univer.Annaba : 114p.
7. ALHAMMAD. B 2006. **Effect of Drought on Proline Content of Triticum plant**. King Saud University.
8. ALIAKBARI .A.S, D. ALI, H.HOJJAT 2016. **Physio-biochemical Responses of Wheat Genotypes under Drought Stress**.J. International Journal of Plant & Soil Science. 13(3).
9. ALIAKBARI .A.S, D. ALI, H.HOJJAT 2016. **Physio-biochemical Responses of Wheat Genotypes under Drought Stress**.J. International Journal of Plant & Soil Science. 13(3).
10. ANJUM SA, XIE X, WANG L, SALEEM MF, MAN C, LEI W 2011- **Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress**. Afr J Agric Res. 6: 2026-2032.
11. ARNON DI. 1949. **Copper enzymes in isolated chloroplasts:  
    polyphenoloxidase in *Beta vulgaris****.*plant physiol pp 24 : 1-15.
12. BASHIER.A., M.JOEL, K. WARIARA, R. STEVEN 2018. **Simple sequence repeat (SSR) markers linked to drought tolerant traits in selected Sudanese rice (Oryza sativa L.) genotypes**. J. African Journal of Biotechnology. 17(20): 649-659.
13. BATES, L.S., WALDREN, R.P. AND TEARE, I.D. 1973. **Rapid determination of free proline for water stresses studies**. Plant and Soil., 39: 205-207.
14. BHUPINDER. S, K. USHA 2003**. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress**. Nuclear Research Laboratory, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India; Division of Fruits and Horticultural Technology, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.
15. BHUPINDER. S, K. USHA 2003. **Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress**. Nuclear Research Laboratory, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India; Division of Fruits and Horticultural Technology, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.
16. CHAHAL,C.S. and S,S. GOSAL. 2002**-** **Principals and procedures of -plant breeding** . Alpha Science International . United Kingdom. 604.
17. CHUTIA J, BORAH S P 2012**. Water stress effects on leaf growth and chlorophyll content but not the grain yield in traditional rice (*Oryza sativa* Linn.) genotypes of Assam**, India II. Protein and proline status in seedlings under PEG induced water stress. American Journal of Plant Sciences, 3(07):971.
18. CIUCẶ. M, C. BẶNICẶ, M. DAVID, N.N 2010- **Sặulescu, Rome Agric.** Res. 27 1-5.
19. DAMI I. AND H. G. HUGHES 1996. **Effects of PEG-induced water stress on in vitro hardening of 'Valiant' grape**. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, Volume 47(5), pp. 97-101.
20. **defense system and yield in soybean under drought.** J. Agron. Crop Sci., doi:10.1111/j.1439-037X.2010.00468.x
21. **dehydrogenase from maize (Zea mays L.) mitochondria**. Plant Physiology . 95: 787-791
22. DEORA,V.S. SHAH,M.A . AND ARUNAB,J.O. 2001**. Effect of moisture stress on wheat genotypes**. Crop Res. 21(1):24-26.  
    Department of plant Breeding & Genetics, Rajasthan  
    College of Agriculture, Udaipur-313 001 (Rajastan),India.
23. DIXON, J., H.J. BRAUN, P.KOSINA AND J.CROUCH, (2009). **Wheat facts an futures** . CIMMYT, Mexico, ISBN: 978-970-648-170-2.
24. FAROOQ. M, A.WAHID, N.KOBAYASHI, D.FUJITA , S.M.A.BASRA 2009**. Plant drought stress: effects, mechanisms and management**, Agron. Sustain. 29:185–212.
25. FUKUTOKA , Y. & YAMADA,Y.1981**. Sources of proline nitrogen in Water stressed soydean** . I. proten metabolism and proline accumulation plant and cell physiol . 22 ; 1397-1404.
26. GUERFEL M, BACCOURI O, BOUJNAH D, CHAIBI W, ZARROUK M (2009). **Impacts of water stress on gas exchange, water relations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (Olea europaea L.) cultivars.** Sci. Horticult., 119: 257-263.
27. HANSON , A. D. & HITZ,A.D 1982. **Water stress and metabolis Ann**. Rev plant physiol . 33 : 180.
28. HANSON , A. D.. NELSON , E.R. PEDORSON,&. EVERSON. E. H . 1979**. Capacity for proline accumulation during water stress in barley and its implication for breeding for drought resistance crop**. Sci. 19 : 489-493.
29. HANSON , A.D.; NELSEN , C.E. AND EVERSON , E.H. 1977. **Evolution of free proline accumulation as an index of drought  
    resistance using two contrasting barley cultivars**. Crops Sci.  
    17:720-726.
30. HSIAO, T.C. 1973- **Plant responses to water stress**. Annu. Rev. Plant Physiol, 24: 519-570.
31. HUI. L, S. MUHAMMED, L. XING, Z. JIN, Y. FEI, Z. HUI 2015. **Physiological and Comparative Proteomic Analysis Reveals Different Drought Responses in Roots and Leaves of Drought Tolerant Wild Wheat (Triticum boeoticum)**. J. PLoS ONE. 10(4): 10-137.
32. INTERNATIONAL GRAINS COUNCIL 2021- **Wheat produce Report**. 18 November.
33. **jasmonate-induced alteration in lipid peroxidation, antioxidative**
34. KANFFMAN , M. R. 1972 **. Water deficit and plant growth in water deficit and Plant growth** . T. T. Kozlowski (Edi. ) 3pp 41-124 . Acodemic . Press. N. Y.
35. KANG, S. Z., SU, X. L., TONG, L., ZHANG, J. H., ZHANG, L., AND DAVIES, W. J. 2008**- A warning from an ancient oasis: intensive human activities are leading to potential ecological and social catastrophe.** *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* **15**: 440–447
36. KAVI – KISHOR , P.B. ; SANGAM , S. ; AMRUTHA , R. N. ;SRI LAXMI , P. NAIDU , K.R. ; RAO , S. ; REDDY , K.J. ;THERIAPPAN ,P. AND SREENIVASAN , N. 2005**. Regulation of proline biosynthesis degradation , uptake and transport in higher plants** :its implications in plant growth and abiotic stress tolerance . Curr Sci.88:424-438
37. KENT, N.L.; EVERS, A. D. (1994)- **Technology of cereals. Fourth Edition Elsevier Science**. Ltd. Okfordy. Uk.
38. KOLAKSAZOV M, LAPORTE F, GOLTSEV V, HERZOG M, AND ANANIEV ED, 2014. **Effect of frost stress on chlorophyll a fluorescence and modulated 820 nm reflection in arabis alpina population from rila mountain**. Genetics and Plant Physiology, 4(1-2): 44–56
39. KOLAKSAZOV M, LAPORTE F, GOLTSEV V, HERZOG M, AND ANANIEV ED, 2014. **Effect of frost stress on chlorophyll a fluorescence and modulated 820 nm reflection in arabis alpina population from rila mountain**, Genetics and Plant Physiology, 4(1-2): 44–56
40. KYPARISSIS A, PETROPOULUN Y, MANETAS Y 1995**. Summer survival of leaves in a soft-leaved shrub (Phlomis fruticosa L., Labiatae) under Mediterranean field conditions**: avoidance of photoinhibitory damage through decreased chlorophyll contents. J. Exp. Bot., 46: 1825-1831
41. KYPARISSIS A, PETROPOULUN Y, MANETAS Y 1995. **Summer survival of leaves in a soft-leaved shrub (Phlomis fruticosa L., Labiatae) under Mediterranean field conditions**: avoidance of photoinhibitory damage through decreased chlorophyll contents. J. Exp. Bot., 46: 1825-1831
42. LOOKHART, G AND S. BEAN 2000**-** **Cereal Proteins: Composition for their major fractions and methods for identification**. Handbook of Cereal Science and Technology.New York, USA, Pp: 363-383.
43. MAFAKHERI.A, A. SIOSEMARDEH, B. BAHRAMNEJAD, P.C. STRUIK, Y. SOHRABI 2010**. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars**.J. Australian journal of crop science. 4(8):580-585.
44. MAFAKHERI.A, A. SIOSEMARDEH, B. BAHRAMNEJAD, P.C. STRUIK, Y. SOHRABI 2010**. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars**.J. Australian journal of crop science. 4(8):580-585.
45. MANIVANNAN P, ABDUL JALEEL C, SANKAR B, KISHOREKUMAR A, SOMASUNDARAM R, LAKSHMANAN GMA, PANNEERSELVAM R 2007**. Growth, biochemical modifications and proline metabolism in Helianthus annuus L. as induced by drought stress**. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 59: 141–149.
46. MONNEVEUX P, ET NEMMAR M., 1986. **Contribution à l’étude de la résist- ance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum*) et chez le blé dur (*Triticum durum* Desf)** : etude d’accumulation de proline au cours du cycle de développement. Agronomie, 6: 583-590.
47. NANJO,T.; M.KOBAYASHI; Y.YOSHIBA; Y.KAKUBARI; K.YAMAGUCHI-SHINOZAKI AND K.SHINOZAKI 1999- **Antisense suppression of praline degradation improves tolerance to freezing and salinity in Arabidopsis thaliana**. FEBS Lett. 461:205-210.
48. NANJO,T.; M.KOBAYASHI; Y.YOSHIBA; Y.KAKUBARI; K.YAMAGUCHI-SHINOZAKI AND K.SHINOZAKI 1999. **Antisense suppression of praline degradation improves tolerance to freezing and salinity in Arabidopsis thaliana**. FEBS Lett. 461:205-210.
49. NYACHIRO, J.M.; K.G. BRIGGS; J. HODDINOTT; AND A.M. JOHNSON-FLANAGAN 2001**. Chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and water deficit in spring wheat**. Cer Res. Comm., 29: 135-142.
50. OSMAN, S. S.; KHALIL, H. A. ; MOHAMED, A. A.; SALEH, S. H. (2010)- **Performance and combining ability for rain yield and its components in diallel crosses of bread wheat under different sowing dates. Egypt.** J. Plant Breeding, 14(1): 261-285.
51. PALFI, G., BITO, M., PALFI, Z. 1973- **Water deficit and free proline in plant tissues.** Fiziol. Rast. 20: 233–238
52. PANTHUWAN,G., S. FUKAI, M. COOPER, S. RAJATASEREEKUL, AND J.C. O’TOOLE 2002**. Yield response of rice (Oryza sativa L.) genotypes to different types of drought under rainfed lowlands**. Part 1. Grain yield and yield components. Field Crop Res. 73,153-168..
53. RAYAPATI, P.J. AND STEWART, C.R. 1991: **Solubilization of protin**
54. SABBAGH E, LAKZAYI M, KESHTEHGAR A, AND RIGI K, 2014. **The effect of salt stress on respiration, PSII function, chlorophyll, carbohydrate and nitrogen content in crop plants**. International Journal of Farming and Allied Sciences, 3(9); 988-993.
55. SABBAGH E, LAKZAYI M, KESHTEHGAR A, AND RIGI K, 2014**. The effect of salt stress on respiration, PSII function, chlorophyll, carbohydrate and nitrogen content in crop plants**. International Journal of Farming and Allied Sciences, 3(9); 988-993.
56. SIAKHÈNE N, 1984**. Effet du stress hydrique Sur quelques espèces de luzerne Annuelle**. Mémoire ing Agr. INA. El Harrach: 90p.
57. SIAKHÈNE N, 1984**. Effet du stress hydrique Sur quelques espèces de luzerne Annuelle**. Mémoire ing Agr. INA. El Harrach: 90 p.
58. SKRIBANEK, A. AND A. TOMCSÁNYI, (2008)- **Predicting water stress tolerance of malting barley varieties with seedlings PEG reactions.** Acta Biologica Szegediensis. 52(1):187-189.
59. TURNER,N.C. 1979**-** **Drought resistance and adaptation to water deficits in crops plants**. Dans, Stress Physiology in Crop Plants, Mussell, H. et Staples, R.C. (éds). Wiley Intersciences, New York, pp. 303- 37
60. TURNER,N.C. 1986**- Adaptation to water deficit.A changing**
61. VALIFARD,M.; A.MORADSHAHI; AND B.KHOLDEBARIN 2012- **Biochemical and physiological responses of two wheat (Triticum aestivum L.) cultivars to drought stress applied at seedling stage**. J. Agr. Sci. 14: 1567-1578.
62. VENDRUSCOLO, A.C., SCHUSTER, G.I., PILEGGI, M., SCAPIM, C.A., MOLINARI, H.B.C., MANIVANNAN P, ABDUL JALEEL C, SANKAR B, KISHOREKUMAR A, SOMASUNDARAM R, LAKSHMANAN GMA, PANNEERSELVAM R 2007**- Growth, biochemical modifications and proline** **metabolism in Helianthus annuus L. as induced by drought** **stress.** Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 59: 141–149.
63. VOLTAS, J., I. ROMAGOSA, A. LAFARAGA, A.P. ARMESTO, A. SOMBRERO, AND J.L. ARAUS. (1999)- **Genotype by environment interaction for grain yield and carbon isotope discrimination of barley in Mediterranean Spain**. Aust. J. Agric. Res. 50,1263-1271.
64. Yang, F, A. D. and H.Li.Jorgensen 2011- **Implications of hightemperature events and water deficits on protein profiles in wheat (Triticum aestivum L. cv. Vinjett) grain, Proteomics**. 11(9): 1684–1695.
65. ZHANG J, KIRKHAM MB 1996**. Antioxidant response to drought in sunflower and sorghum seedlings.** New Phytol., 132: 361-373.
66. Zhang J, Kirkham MB 1996. **Antioxidant response to drought in sunflower and sorghum seedlings**. New Phytol., 132: 361-373.
67. ZHANG, L. J., FAN, J. J., RUAN, Y. Y., AND GUAN, X. Y. 2004- **Application of polyethylene glycol in the study of plant osmotic stress physiology. Plant Physiol**. 40, 361–364.

STEWART , C. R.. 1983. **Proline accumulation , Biochemistery aspacts , In Physiolpgy and biochemistery of drought resisstarce in plant** . Paleg , L. G. and D. As, ina11 ( Edi. ) Acad . Press , Aust.

**National Research Council. Oil in the sea: Inputs,fates and effects. National Academy Press,Washinghton DC 1985: 7-10**

**Turner, C.N., 1981. Techniques and Experimental approaches for the Measurements of Plant water status. Plant and Soil, Vol.58, pp.339-366**

(Anjum *et al.,*2011). ص2/ العمود 2 **قمح/ أجنبي/ 31 بيوكيميائية أجنبي**

(نتائج هذا البحث) قمح/ جفاف إشطاء/170

**اسعود, عبد الرزاق؛ خيتي, مأمون؛ حاج سليمان, أحمد. 2015. بعض الصفات الفيزيولوجية التي تسهم في تحسين قدرة محصول القمح القاسي على تحمل الإجهاد المائي. المجلة السورية للبحوث الزراعية, المجلد3, العدد الأول: 169-181.**

نتائج هذا البحث بالملخص **قمح/أجنبي/7**

**Hasan. K, Y. Tacettin 2010. The Effect of Drought Stress on Grain Yield, Yield Components and some Quality Traits of Durum Wheat (Triticum turgidum ssp. durum) Cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 38(1):164-170.)**

نتائج هذا البحث بالنتائج والمناقشة ص 165 **قمح/أجنبي/7**

**موجودة في الجدول ص 165 قمح/أجنبي/7**

(حسب نتائج البحث ) ص582العمود 2 **قمح/أجنبي/1**

(Lawlor, 2002; Tang et al., 2002). ص582العمود 2 **قمح/أجنبي/1**

**نتائج هذا البحث في المناقشة ص130 العمود 1 قمح /أجنبي/6**

قمح / أجنبي / بيوكيميائية أجنبي 33

**(Anjum et al., 2011). قمح / أجنبي / 23 مؤشرات بيوكيميائية/ ص2029/ العمود 2**

(Rayapati and Stewart,1991)**. (هااام جفاف برولين قمح)/ قمح بعد الخطة.**

قمح/د.لينا/pone1**.**

**خطة البحث بعد السيمنار**

**Chahal. C.S. and S .S. Gosal. 2002.** Principals and procedures of -plant breeding . Alpha Science International . United Kingdom. 604.

**FAO (Food and Agricultural Organization of The United Nation). 2010**. Food Outlook. June 2010

**Farooq. M, A.Wahid, N.Kobayashi, D.Fujita , S.M.A.Basra 2009.** Plant drought stress: effects, mechanisms and management, Agron. Sustain. Dev. 29:185–212.

**International Grains Council .2016.** Grain Market Report GMR 469 – 25 August.

**Kazemi Arbat, H. 2009.** Especial farming, cereals (First Volume). Iran University Press. 318 Pages.

**Lookhart, G and S. Bean 2000.** Cereal Proteins: Composition for their major fractions and methods for identification. In: Kulp K. and J. G. Ponte Jr(Eds.) Handbook of Cereal Science and Technology(2nd Edition). Marcel Dekkar Inc., New York, USA, Pp: 363-383.

**Rhoades, J. D., G. C. Topp., W. D. Reynolds., and R. E. Green. 1992.** Instrumentel field methods of salinity appraisal. Eds., SSSA Special Publication. No. 30. Madison, pp: 231-248.

**Turner,N.C. 1979.** Drought resistance and adaptation to water deficits in crops plants. Dans, Stress Physiology in Crop Plants, Mussell, H. et Staples, R.C. (éds). Wiley Intersciences, New York, pp. 303- 37

**Turner,N.C. 1986.** Adaptation to water deficit.A changing

**Valifard,M.; A.Moradshahi; and B.Kholdebarin 2012.** Biochemical and physiological responses of two wheat (*Triticum aestivum L*.) cultivars to drought stress applied at seedling stage. J. Agr. Sci. Tech., 14: 1567-1578.

**Yang F, A. D. and H.Li.Jorgensen 2011.** Implications of hightemperature events and water deficits on protein profiles in wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Vinjett) grain, *Proteomics*, vol. 11, no. 9, pp. 1684–1695, 2011**.**

**Yekhlef,N. 2001.** Photosynthèse activité photo chimique et tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (Triticum durum Desf.). Thèse d'état, Fac des science.DSN.Universite Constantine,146 pages.

Ashraf, M.; H. Bokhari, and S. N. Cristiti. (1992). Variation in osmotic  
adjustment of lentil in response to drought. Acta Botanica Neerlandica, 41:  
51-62

HASAN. K, Y. TACETTIN 2010**. The Effect of Drought Stress on Grain Yield, Yield Components and some Quality Traits of Durum Wheat (Triticum turgidum ssp. durum) Cultivars**. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 38(1):164-170.

LAWLOR DW 2002**. Limitations to photosynthesis in water stressed leaves: stomatal vs**. metabolism and the role of ATP. Ann. Bot. 89: 871–885.

RAYAPATI, P.J. AND STEWART, C.R. 1991. **Solubilization of protin dehydrogenase from maize (Zea mays L.) mitochondria** . Plant Physiology . 95: 787-791.

RHOADES, J. D., G. C. TOPP., W. D. REYNOLDS., AND R. E. GREEN. 1992**- Instrumentel field methods of salinity appraisal**. Eds., SSSA Special Publication. No. 30. Madison, pp: 231-248.

ASHRAF, M.; H. BOKHARI, AND S. N. CRISTITI. (1992). Variation in osmotic adjustment of lentil in response to drought. Acta Botanica Neerlandica, 41:51-62

MARUR, C.J. AND VIEIRA, L.G.C. 2007. **Stressinduced synthesis of Proline confers tolerance to water deficit in transgenic  
wheat**. J. Journal of Plant Physiology., 164:1367–1376.

**كتابة الرسالة قبل التعديل**

يعرف **الإجهاد الجفافي** Drought stress بأنه 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 (Nayer and Heidari, 2008). إلا أن الإجهاد الجفافي يشكل حوالي %26 من مجموع الإجهادات (Tas and Tas ,2007) وبالتالي يعّد أحد أهم العوامل المؤثرة على نمو النباتات وتطورها (Rampino *et al*., 2006). لأنها تؤثر سلباً على العمليات الكيميائية والحيوية والفيزيولوجية المختلفة في الخلايا النباتية. (Dacosta and Huang 2007). ص1/العمود2 **قمح / أجنبي/ Drought MDA2**

هناك نوعين من الجفاف:

* **جفاف التربة:** الذي يبرز بعد استنفاذ المخزون المائي من التربة, خاصة من الطبقة التي تنتشر بها الجذور فينجم عنه عدم قدرة النبات على امتصاص ماء التربة (Richards and Passioura, 1981).
* **جفاف الجو:** الذي ينتج عن هبوب رياح جافة وساخنة تؤدي إلى نقص الرطوبة الجوية (Baldy, 1974).

يلجأ النبات في ظروف الإجهاد الجفافي, إما للتهرب أو التأقلم, فالتهرب هو وسيلة يتبعها النبات لإلغاء أو التقليل من تأثيرات الإجهاد الجفافي, خلال مراحل تطوره خاصة الأصناف الحساسة لنقص المياه, ويكون ذلك بالتبكير في الإزهار والنضج خارج فترات الإجهاد الجفافي (Yekhlef, 2001). أما التأقلم فهو قدرة النبات على النمو وإعطاء مردود في المناطق التي تعاني من نقص المياه (Turner, 1979). ولعل من أهم آليات التأقلم, التنظيم الأسموزي الذي يعد إجراء بيولوجي يحمي العضو من تأثير نقص المياه, وذلك بتخفيض الضغط المائي والإبقاء على الضغط الانتباجي (Turner, 1986) , **,عن طريق تراكم العديد من المركبات في السيتوبلازم, حيث تقوم هذه المركبات بالحفاظ على انتباج الخلايا** **(Anjum et al. 2011).** المقدمة/ العمود2 . **قمح / أجنبي/ Drought MDA3**ومن هذه المركبات السكريات الذوابة والأحماض العضوية وبعض الشوارد كالصوديوم والبوتاسيوم وغيرها (Farooq et al., 2009).

**تعتمد دراسة تأثير الجفاف في النبات على تعريض النبات إلى بيئات ذات رطوبة منخفضة نسبياً أو بتعريض جذور النباتات إلى بيئة ذات جهد مائي منخفض, ويجري ذلك من خلال التحكم في كمية مياه الري, أو في عدد مرات الري, أو باستخدام بعض المركبات العضوية لخفض جهد ماء التربة. (Skribanek and Tomcsányi 2008, Dami and Hughes, 1996). قمح بعد الخطة/ الاستجابات المورفولوجية والفيزيولزجية لأصلين من التفاح/ المقدمة**

**نادراً ما يتم استخدام إجهاد الجفاف الفعلي للتربة, لأن مكونات التربة معقدة للغاية, ومن الصعب التحكم في جميع مكونات التربة. بالإضافة إلى ذلك, من الصعب للغاية التمييز بين الإجهاد الجفافي والضغوط اللاإحيائية الأخرى في نظام التربة. ومع ذلك من المهم لتجربة الإجهاد الجفافي إنشاء حالة مستقرة وخاضعة للرقابة (Zhang et al., 2004). لذلك فقد لجأ مربي النبات, إلى استخدام بعض المركبات الكيميائية التي تحث على الجفاف ضمن ظروف المخبر, ومن هذه المركبات, مركبات البولي إيتيلين غليكول PEG6000 التي تستخدم بكثرة من أجل غربلة أصناف القمح لتحمل الإجهاد الجفافي عند المراحل المبكرة للنمو, كونها مركبات غير متشردة, ولا تدخل عبر غلاف البذرة وتبقي جهد الوسط ثابت طيلة فترة التجربة (Valifard *et al*., 2012). خطة البحث بعد السيمنار. تعتمد مركبات البولي إيتيلين غليكول على مبدأ سحب الماء من النبات بوجود فروق في الجهد الحلولي (Osmotic potential) بين الوسط الداخلي والخارجي (Skribanek and Tomcsányi 2008, Dami and Hughes, 1996). قمح بعد الخطة/ الاستجابات المورفولوجية والفيزيولزجية لأصلين من التفاح/ المقدمة**

**يتأثر إجهاد الجفاف بالعوامل المناخية والتكوينية والزراعية. وتختلف استجابات النباتات للإجهاد الجفافي حسب درجة الإجهاد, وعوامل الإجهاد المصاحبة المختلفة, وأنواع النباتات, ومراحل نموها.(Demirevska et al., 2009). في المقدمة / العمود 2 قمح / أجنبي / 23 مؤشرات بيوكيميائية.,** وعلى طـول مـدة تعرض النبات له (Kramer and Boyer, 1995; Saab and Sharp,2004) **خطة البحث بعد السيمنار كما أن استجابة الأنماط الوراثية للإجهاد الجفافي تختلف حسب الأصناف.**

**(قمح/27 برولين وكلوروفيل). أثبت كل من Akram,2011; Khakwani et al., 2011).) أن الطرز الحيوية للقمح قد اختلفت في استجابتها لظروف الإجهاد الجفافي.** ص128 العمود2 **قمح /أجنبي/6 وكان من أهم تأثيرات الجفاف هو تأثيره على النمو, والمحصول, وسلامة الغشاء, ومحتوى الأصبغة , وعلاقات تعديل الماء الأسموزية, والتمثيل الضوئي.** (Benjamin and Nielsen, 2006; Praba et al., 2009). في المقدمة / العمود 2 **قمح / أجنبي / 23 مؤشرات بيوكيميائية** لذلك فقد **أكد علماء الفيزيولوجيا وتربية النبات ضرورة إيجاد الطرز النباتية التي تتمتع بصفات مورفولوجية وفيزيولوجية تساعد النبات على تحمل الجفاف ومقاومته سواءً كانت هذه الصفات خاصة بالمجموع الخضري أو المجموع الجذري (Bazzaz et al., 2002).).(3)أو 10 خلال الإزهار موجودة في نورا قمح جفاف (Ciucặ *et al.,*2010)** (قمح/ د.لينا/Preliminary/المقدمة /العمود1)

**من الصفات الفيزيولوجية الهامة , صفة تراكم البرولين والتي تعتبر الاستجابة الأولى للنباتات المعرضة للإجهاد الجفافي**. **(Anjum et al., 2011). ص2029/ العمود 2 قمح / أجنبي / بيوكيميائية أجنبي 32**

البرولين هو أحد الأحماض الأمينية الهامة في النباتات, تقوم بتخليقه كرد فعل أو كنوع من التأقلم ضد الجفاف, بهدف تعديل الوسط للحفاظ على المحتوى المائي في الخلية والحفاظ على ضغط الامتلاء الضروري لكل تفاعلات الخلية الحيوية, ويتركز البرولين في جميع أجزاء النبات وبكمية مرتفعة في الأوراق (Palfi *et al*., 1973), **حيث يمثل في بعض الحالات 1% من الوزن الجاف للنبات (Hsiao, 1973). قمح/8 وقد لوحظ تراكم البرولين لأول مرة في أنسجة نباتات الشوفان الذابلة عام 1954, حيث كان تراكمه في هذه الأنسجة بكميات تفوق ما يمكن أن يكون ناتجاً عن التحلل البروتيني. (هااام جفاف برولين قمح)/ قمح بعد الخطة.**

**يلعب البرولين دوراً مهماً في آلية تحمل الإجهاد المائي في النباتات نظراً لقدرته على مقاومة الإجهاد التأكسدي, وتعتبر هذه الاستراتيجية الأكثر أهمية في النباتات للتغلب على آثار نقص المياه (Vendruscolo *et al*., 2007). ص972/ العمو**

**د2 قمح / أجنبي / بيوكيميائية أجنبي 32**

**انقسم الباحثين في تحليلهم لتراكم البرولين إلى رأيين, فمنهم من قال أن الأصناف الأكثر مقاومة للجفاف هي الأصناف التي تجمع البرولين بكميات كبيرة, ومنهم من قال العكس أي أن الأصناف الأكثر مقاومة للجفاف هي الأصناف الأقل تجميعاً للبرولين .(مذكورة المراجع). (قمح بعد الخطة / تأثير الجفاف ونقص الماء على تراكم البرولين الحر في أنسجة نبات الحنطة/ص253) وجد الباحثون (Deora**

***et al*.,2001), Farshadfar وزملاؤه (2008)**خطة البحث بعد السيمنار. **تراكماً للبرولين في أوراق القمح المعرضة لإجهاد الجفاف مقارنة بالمروية وأرجعوا ذلك إلى أن البرولين المتراكم يعتبر نوعاً من مقاومة النبات للجفاف. (هااام جفاف برولين قمح)/ قمح بعد الخطة, في حين أقرّ (Hanson *et al*.,1977) أن تجمع البرولين في نبات الشعير يحتمل أن يكون ناتج من ردة فعله للجفاف فقط وليس لمقاومة الجفاف. (هااام جفاف برولين قمح)/ قمح بعد الخطة**

يتباين محتوى البرولين المتجمع باختلاف الأجناس, والأنواع النباتية ضمن الجنس الواحد, وشدة الإجهاد (Kishore *et al*., 2005) فقد **توصل Anjum et al (2011) إلى أن الإجهاد الجفاف التدريجي أدى إلى تراكم البرولين في نباتات الذرة تحت ظروف الإجهاد الجفافي, حيث ازداد محتوى البرولين مع تقدم إجهاد الجفاف, ووصل إلى ذروته بعد 10 أيام من الإجهاد, ثم لوحظ انخفاضه بعد 15 يوم من الإجهاد ص2029/ العمود 2 قمح / أجنبي / بيوكيميائية أجنبي 32, وفي بحث آخر لوحظ زيادة محتوى البرولين الحر بنسبة 23.0٪ ～ 77.0٪ في الأوراق و 13.35٪ 97.6٪ في الجذور من 24 ساعة إلى 48 ساعة من الإجهاد الجفافي. قمح/د.لينا/pone1**

**كلوروفيل**

**من الصفات الفيزيولوجية الأخرى المتعلقة بتحمل الجفاف, صفة المحتوى الكلوروفيلي, حيث تقوم النباتات بتصنيع الغذاء من خلال عملية التمثيل الضوئي وتعتبر الأصبغة الخضراء الموجودة في الأوراق جهازاً ضوئيا لالتقاط الضوء (Anjum et al., 2011). .** ص130 العمود1 **قمح /أجنبي/6, فالكلوروفيل هو المكون الرئيسي للبلاستيدات الخضراء ومحتواه النسبي له علاقة إيجابية مع معدل التمثيل الضوئي** (Nyachiro *et al*., 2001). ص2/ العمود 2 **قمح/ أجنبي/ 31 بيوكيميائية أجنبي**, فقد ثبت أن تعرض النباتات للجفاف يؤدي إلى تأثير كبير في محتوى الكلوروفيل نتيجة لانخفاض نمو الأوراق (Chutia and Borah, 2012).(قمح بعد الخطة/ مجلد جدبد/ SSR Drought rice Sudan/ المقدمة العمود 1 **,** حيث تعد المحافظة على محتوى عال من الكلوروفيل عاملاً أساسياً لعملية التمثيل الضوئي تحت ظروف الجفاف, فقد أثبت بعض الباحثين وجود محتوى عالي من الكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد الجفافي لدى الأصناف المتحملة (Nyachiro *et al*., 2001), **.**

توصلت بعض الدراسات إلى أن الإجهاد الجفافي أدى إلى انخفاض محتوى الكلوروفيل لدى النباتات, ومن هذه الدراسات دراسة تمت على عدة أصناف من عباد الشمس أدى فيها الإجهاد الجفافي إلى انخفاض كبير في محتوى الكلوروفيل a والكلوروفيل b والكلوروفيل الكلي (Manivannan *et al*., 2007). وهذا ما تم إثباته أيضاً في دراسة أخرى حيث أدى تعريض صنفين من الزيتون لتقليل الري إلى انخفاض محتوى الكلوروفيل (Guerfel et al., 2009),وكذلك أيضاً لدى عدة أصناف من القمح, وسجل أعلى محتوى منه عند الأصناف المتحملة فيما سجلت الأصناف الحساسة أقل محتوى (Ali akbari *et al*., 2016).

من جهة ثانية كان هناك دراسات أخرى توصلت إلى أن الإجهاد الجفافي أدى إلى زيادة محتوى الكلوروفيل, كالدراسة التي قام بها**(**Mafakheri *et al.,* 2010) على نبات الحمص, **وهذا ما يتفق أيضاً مع بحثٍ آخر تم في سلطنة عمان على صنف من القمح خضع فيها لأربعة أنظمة جفاف هي 100% و 80% و 60% و 40% كان محتوى الكلوروفيل في الأوراق (32.9) في النباتات المروية بنسبة 60 % وهو أعلى بالمقارنة مع 80 % ري حيث بلغ (28.8) (Ahmed *et al*., 2016).**

**كما وتختلف الأصناف في استجابتها للإجهاد, ففي دراسة تمت لمراقبة التغير في محتوى الكلوروفيل الكلي لدى نبات الأرز بعد سبعة أيام من حجب الماء وسبعة أيام أخرى من إعادة الري. أظهرت بيانات الدراسة زيادة معنوية في مستويات الكلوروفيل في بعض الطرز الوراثية بينما سجل البعض الآخر انخفاضاً ملحوظاً نتيجة الجفاف (Bashier *et al.,* 2018)**

هذا الاختلاف في بعض الأصناف يودي بالباحثين إلى التركيز على صفة الكلوروفيل في عمليات الانتخاب (Kolaksazov *et al.,*2014; sabbagh *etal.,*2014).

تختلف أصناف القمح في استجابتها للإجهادات اللاحيوية, بحيث تميل بعض الأصناف إلى خفض تركيزها من الكلوروفيل, في حين وفي نفس الظروف تتبنى أصناف أخرى طريقة معاكسة في المقاومة (Ait Kaki,1984; Siakhène,1993) . هذا الاختلاف في بعض الأصناف يودي ببعض الباحثين إلى التركيز على صفة الكلوروفيل في عمليات الانتخاب (Kolaksazov *et al.,*2014; sabbagh *et al.,*2014). (قمح/ قمح صلب إجهادات لا حيوية آخر طور/ ص32) **وكذلك أيضاً في دراسة تمت لمراقبة التغير في محتوى الكلوروفيل الكلي لدى نبات الأرز بعد سبعة أيام من حجب الماء وسبعة أيام أخرى من إعادة الري. حيث أظهرت بيانات الدراسة زيادة معنوية في مستويات الكلوروفيل في بعض الطرز الوراثية بينما سجل البعض الآخر انخفاضاً ملحوظاً في الكلوروفيل نتيجة الجفاف (Bashier *et al.,* 2018)**(قمح بعد الخطة / مجلد جديد/ SSR Drought rice/ المناقشة/ نتائج هذا البحث),

توصلت بعض الدراسات إلى أن الإجهاد الجفافي أدى إلى انخفاض محتوى الكلوروفيل لدى النباتات, ومن هذه الدراسات دراسة تمت على عدة أصناف من عباد الشمس أدى فيها الإجهاد الجفافي إلى انخفاض كبير في محتوى الكلوروفيل a والكلوروفيل b والكلوروفيل الكلي (Manivannan *et al*., 2007). ص580 العمود2 **قمح/أجنبي/1**. وهذا ما تم إثباته أيضاً في دراسة أخرى حيث انخفض محتوى الكلوروفيل بشكل ملحوظ لدى عدة أصناف من القمح تحت ظروف الإجهاد الجفافي وسجل أعلى محتوى من الكلوروفيل عند الأصناف المتحملة فيما سجلت الأصناف الحساسة أقل محتوى من الكلوروفيل ص5/العمود 1/ نتائج هذا البحث **قمح/ أجنبي/ 31 بيوكيميائية أجنبي**,

من جهة ثانية كان هناك دراسات أخرى توصلت إلى أن الإجهاد الجفافي أدى إلى زيادة محتوى الكلوروفيل, كالدراسة التي قام بها نتائج هذا البحث بالنتائج والمناقشة ص 165 **قمح/أجنبي/1** على نبات الحمص, وكذلك كانت النتائج التي توصل إليها (Bhupinder and Usha, 2003) **قمح/أجنبي/7/2010**حيث أشارت إلى ارتفاع محتوى الكلوروفيل في نبات القمح تحت ظروف الإجهاد الجفافي قمح / أجنبي / بيوكيميائية أجنبي 33 **وهذا ما يتفق مع بحثٍ آخر تم في سلطنة عمان على صنف أصلي من القمح خضع فيها لأربعة أنظمة جفاف هي 100% و 80% و 60% و 40% بعد إضافة معدل ترشيح 20% إلى ETC كان محتوى الكلوروفيل في الأوراق (32.9) في النباتات المروية بنسبة 60 % وهو أعلى بالمقارنة مع 80 % ري حيث بلغ (28.8). نتائج هذا البحث في الملخص. . قمح /أجنبي/6, إلا أنه لم يكن هناك فرق كبير في محتويات الكلوروفيل الكلية للقمح في ظل أنظمة الجفاف المختلفة, مما يدل على قدرة الصنف الأصلي على مقاومة بيئة الجفاف. نتائج هذا البحث في المناقشة ص130 العمود 1 قمح /أجنبي/6**

TANG AC, KAWAMITSU Y, KANECHI M, BOYER JS 2002.  
**Photosynthetic oxygen-evolution at low water potential in  
leaf discs lacking an epidermis**. Ann. Bot. 89: 861–870.