1. **المؤشرات البيوكيميائية:**
   1. **تأثير الإجهاد الجفافي في محتوى البرولين ميكروغرام/ غ وزن رطب:**

* **تأثير العوامل المستقلة:**

كان متوسط البرولين الأعلى معنوياً عند الصنف شام3 ( 14.485 ميكروغرام/ غ) بنسبة زيادة 62% عند التركيز -12بار بالمقارنة مع معاملة الشاهد, ونسبة زيادة 36% بعد مدة 72 ساعة من التعرض للإجهاد بالمقارنة مع مدة 24 ساعة في حين كان الأدنى معنوياً عند الصنف جولان2 (8.830 ميكروغرام/ غ). وبلغ متوسط قيمة هذا المؤشر للأصناف جميعها في ظروف الشاهد (6.552 ميكروغرام/ غ) وارتفع مع زيادة تركيز PEG إلى (13.358 ميكروغرام/ غ) عند التركيز -6 بار و إلى (14.229 ميكروغرام/ غ) عند التركيز -12 بار, كما أن قيمة البرولين زادت مع زيادة مدة الإجهاد الجفافي, فقد بلغ متوسط قيمته عند جميع الأصناف (9.806, 10.132, 14.200 ميكروغرام/ غ) وذلك بعد (24, 48, 72 ساعة) على التوالي. جدول (7).

* **تأثير العوامل المشتركة:**

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد معنوياً في مؤشر المحتوى البروليني جدول (7) فقد حقق الصنف شام3 أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر عند مستوى الإجهاد -12 بار (17.060 ميكروغرام/ غ), أما أدنى القيم فكانت للصنف بحوث 10 عند الشاهد (4.139 ميكروغرام/ غ).

كان التفاعل صنف × مدة الإجهاد معنوياً في مؤشر المحتوى البروليني جدول (7) فقد حقق الصنف شام3 أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر بعد 72 ساعة من التعرض للإجهاد (16.798 ميكروغرام/ غ), أما أدنى القيم فكانت للصنف جولان2 بعد 24 ساعة (5.848 ميكروغرام/ غ).

كان التفاعل مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في مؤشر المحتوى البروليني جدول (7) فقد حقق مستوى الإجهاد -12 بار أعلى القيم بالنسبة لمتوسط المحتوى البروليني بعد 72 ساعة من التعرض للإجهاد (18.826 ميكروغرام/ غ), أما أدنى القيم فكانت للشاهد (6.552 ميكروغرام/ غ).

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في مؤشر المحتوى البروليني حيث يلاحظ من الجدول (7) ارتفاع قيمة البرولين مع زيادة مدة وشدة الإجهاد الجفافي في جميع الأصناف المدروسة, وكانت أعلى قيمة له (22.537 ميكروغرام/ غ), سجلت عند الصنف أكساد 65 بعد 72 ساعة من التعرض للإجهاد الجفافي بتركيز -12 بار. في حين سجلت أدنى قيمة له (4.139 ميكروغرام/ غ), عند الصنف بحوث10 في الشاهد.

وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Monneveux et Nemmar.,1986). أن تراكم البرولين عند القمح غير مرتبط بمرحلة معينة من النمو إنما هو ناتج عن الإجهاد المائي, وكذلك النتائج التي توصلت إليها (الحماد, 2006) حيث أن المحتوى البروليني قد زاد بزيادة الفترة الزمنية التي عرض فيها نبات القمح للإجهاد الجفافي وذلك لتقليل الضرر الذي يسببه الإجهاد للخلايا. 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 (1,35ميكروغرام/مل), أما أدنى معدل فقد بلغ (1.67 ميكروغرام/مل) وذلك بعد 3 أيام من التعطيش. وما توصل إليه (الرجو,2021), حيث ارتفعت قيمة البرولين تحت ظروف الإجهاد الجفافي في جميع أصناف القمح المدروسة بنسبة 62.76% .

**. تأثير الإجهاد الجفافي على محتوى الكلوروفيل ملغ/ غ:**

* **تأثير العوامل المستقلة:**

كان متوسط الكلوروفيل الأعلى معنوياً عند الصنف شام10 ( 49.211 ملغ/غ), بنسبة زيادة 65% عند التركيز -12بار بالمقارنة مع معاملة الشاهد, ونسبة زيادة 12% بعد مدة 72 ساعة من التعرض للإجهاد بالمقارنة مع مدة 24 ساعة في حين كان الأدنى معنوياً عند الصنف جولان2 (43.236 ملغ/غ). وبلغ متوسط قيمة الكلوروفيل للأصناف جميعها في ظروف الشاهد (33.498 ملغ/غ), وارتفع مع زيادة تركيز PEG إلى (50.558 ملغ/غ) عند التركيز -6 بار, و إلى (55.254 ملغ/غ) عند التركيز -12 بار, كما أن قيمة الكلوروفيل زادت مع زيادة مدة الإجهاد الجفافي, فقد بلغ متوسط قيمته عند جميع الأصناف (42.851, 48.303, 47.682 ملغ/غ) وذلك بعد (24, 48, 72 ساعة) على التوالي جدول(8).

* **تأثير العوامل المشتركة:**

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد معنوياً في مؤشر المحتوى الكلوروفيلي جدول (8) فقد حقق الصنف بحوث10 أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر عند مستوى الإجهاد -12 بار (59.274 ملغ/غ), أما أدنى القيم فكانت للصنف جولان2 عند الشاهد (31.002 ملغ/غ).

كان التفاعل صنف × مدة الإجهاد معنوياً في مؤشر المحتوى الكلوروفيلي جدول (8) فقد حقق الصنف شام10 أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر بعد 72 ساعة من التعرض للإجهاد (51.779 ملغ/غ), أما أدنى القيم فكانت للصنف شام3 بعد 24 ساعة (38.348 ملغ/غ).

كان التفاعل مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في مؤشر المحتوى الكلوروفيلي جدول (8) فقد حقق مستوى الإجهاد -12 بار أعلى القيم بالنسبة لمتوسط المحتوى الكلوروفيلي بعد 48 ساعة من التعرض للإجهاد (58.431 ملغ/غ), أما أدنى القيم فكانت للشاهد (33.504 ملغ/غ).

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في مؤشر المحتوى الكلوروفيلي حيث يلاحظ من الجدول (8) ارتفاع قيمة الكلوروفيل مع زيادة مدة وشدة الإجهاد الجفافي في جميع الأصناف المدروسة, وكانت أعلى قيمة له (66.073 ملغ/غ) سجلت عند الصنف شام 10 بعد 72 ساعة من الإجهاد الجفافي بتركيز -12 بار, في حين سجلت أدنى قيمة له (31.002 ملغ/غ), عند الصنف جولان 2 في الشاهد.

* وهكذا كانت النتائج التي توصل إليها (Bhupinder and Usha, 2003)حيث أشارت إلى ارتفاع محتوى الكلوروفيل في نبات القمح تحت ظروف الإجهاد الجفافي, وكذلك أيضاً توافقت نتائج هذا البحث مع ما توصل إليه (Ait Kaki,1993; Siakhène,1984). حيث اختلفت عدة أصناف من القمح في استجابتها, فمنها من خفضت تركيزها من الكلوروفيل, في حين وفي نفس الظروف تبنت أصناف أخرى طريقة معاكسة في المقاومة, كما أن تركيز الكلوروفيل تغير حسب مدة وشدة الإجهاد وهذا ما أشار إليه (Kpyoarissis et al., 1995; Zhang and Kirkham, 1996). **تأثير العوامل المستقلة:**

كان متوسط السكريات الأعلى معنوياً عند الصنف جولان2 ( 77.666 ملغ/ غ) بنسبة زيادة 26% عند التركيز -12بار بالمقارنة مع معاملة الشاهد, ونسبة زيادة 2% بعد مدة 72 ساعة من التعرض للإجهاد بالمقارنة مع مدة 24 ساعة في حين كان الأدنى معنوياً عند الصنف أكساد 65 (53.492 ملغ/ غ). وبلغ متوسط قيمة السكريات للأصناف جميعها في ظروف الشاهد (54.543 ملغ/ غ), وارتفع مع زيادة تركيز PEG إلى (66.049 ملغ/ غ) عند التركيز -6 بار, و إلى (66.656 ملغ/ غ) عند التركيز -12 بار, كما أن قيمة السكريات زادت مع زيادة مدة الإجهاد الجفافي, فقد بلغ متوسط قيمته عند جميع الأصناف (60.178, 63.501, 63,570 ملغ/ غ) وذلك بعد (24, 48, 72 ساعة) على التوالي. الجدول(9).

* **تأثير العوامل المشتركة:**

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد معنوياً في مؤشر محتوى السكريات الذائبة جدول (9) فقد حقق الصنف جولان2 أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر عند مستوى الإجهاد -12 بار (84.800 ملغ/غ), أما أدنى القيم فكانت للصنف شام3 عند الشاهد (50.720 ملغ/غ).

كان التفاعل صنف × مدة الإجهاد معنوياً في مؤشر محتوى السكريات الذائبة جدول (9) فقد حقق الصنف جولان2 أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر بعد 48 ساعة من التعرض للإجهاد (79.800 ملغ/غ), أما أدنى القيم فكانت للصنف أكساد65 بعد 24 ساعة (51.913 ملغ /غ).

كان التفاعل مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في مؤشر محتوى السكريات الذائبة جدول (9) فقد حقق مستوى الإجهاد -12 بار أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر بعد 72 ساعة من التعرض للإجهاد (68.618 ملغ /غ), أما أدنى القيم فكانت للشاهد (54.543 ملغ /غ).

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في مؤشر محتوى السكريات الذائبة حيث يلاحظ من الجدول (9) ارتفاع قيمة هذا المؤشر مع زيادة مدة وشدة الإجهاد الجفافي في جميع الأصناف المدروسة, وكانت أعلى قيمة له (87.810 ملغ / غ) عند الصنف جولان 2 بعد 72 ساعة من الإجهاد الجفافي بتركيز -12 بار, في حين سجلت أدنى قيمة له (50.720 ميكروغرام/غ), عند الصنف شام3 في الشاهد.

اتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه (الرجو,2021), حيث زادت نسبة السكريات الذوابة مع زيادة شدة الإجهاد الجفافي حيث بلغت قيمتها (17.76 مغ/غ) في الصنف شام 5 عند تركيز PEG (-6 بار), مقارنة بالشاهد (11.78 مغ/غ).

**. تأثير الإجهاد الجفافي في محتوى الأوراق من المالون داي ألدهيد ميكرو مول/ غ:**

* **تأثير العوامل المستقلة:**

كان متوسط MDA في الأوراق الأعلى معنوياً عند الصنف حوراني ( 10.051 ميكرومول/غ), بنسبة زيادة 50% عند التركيز -12بار بالمقارنة مع معاملة الشاهد, ونسبة زيادة 42% بعد مدة 72 ساعة من التعرض للإجهاد بالمقارنة مع مدة 24 ساعة, في حين كان الأدنى معنوياً عند الصنف شام3 (7.978 ميكرومول/غ). وبلغ متوسط قيمة MDA للأصناف جميعها في ظروف الشاهد (6.245 ميكرومول/غ), وارتفع مع زيادة تركيز PEG إلى (9.671 ميكرومول/غ) عند التركيز -6 بار, و إلى (10.624 ميكرومول/غ) عند التركيز -12 بار, كما أن قيمة MDA زادت مع زيادة مدة الإجهاد الجفافي, فقد بلغ متوسط قيمته عند جميع الأصناف ( 6.576, 8.232, 11.741 ميكرومول/غ ) وذلك بعد (24, 48, 72 ساعة) على التوالي. جدول (10).

* **تأثير العوامل المشتركة:**

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد معنوياً في محتوى الأوراق من MDA جدول (10) فقد حقق الصنف جولان2 أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر عند مستوى الإجهاد -6 بار (12.270 ميكرومول/غ), أما أدنى القيم فكانت أيضاً للصنف جولان2 عند الشاهد (5.770 ميكرومول/غ).

أما التفاعل صنف × مدة الإجهاد معنوياً في محتوى الأوراق من MDA جدول (10) فقد حقق الصنف جولان2 أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر بعد 72 ساعة من التعرض للإجهاد (13.320 ميكرومول/غ), أما أدنى القيم فكانت للصنف بحوث10 بعد 24 ساعة (5.940 ميكرومول/غ).

في حين كان التفاعل مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في محتوى الأوراق من MDA جدول (10) فقد حقق مستوى الإجهاد -12 بار أعلى القيم بالنسبة لمتوسط محتوى الأوراق من MDA بعد 72 ساعة من التعرض للإجهاد (15.397 ميكرومول/غ), أما أدنى القيم فكانت للشاهد (6.245 ميكرومول/غ).

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في محتوى الأوراق من MDA حيث يلاحظ من الجدول (10) ارتفاع محتوى المالون داي ألدهيد في الأوراق مع زيادة شدة ومدة الإجهاد الجفافي, وبلغ أعلى قيمة له (18.790 ميكرومول/غ) عند الصنف شام 10 بعد 72 ساعة من الإجهاد الجفافي بتركيز -12 بار. في حين كانت أدنى قيمة له عند الصنف جولان2 (5.770 ميكرومول/غ) في الشاهد.

**. تأثير الإجهاد الجفافي في محتوى الجذور من المالون داي ألدهيد ميكرو مول/ غ:**

* **تأثير العوامل المستقلة:**
* كان متوسط MDA في الجذور الأعلى معنوياً عند الصنف شام3 ( 9.998 ميكرومول/غ), بنسبة زيادة 69% عند التركيز -12بار بالمقارنة مع معاملة الشاهد, ونسبة زيادة 158% بعد مدة 72 ساعة من التعرض للإجهاد بالمقارنة مع مدة 24 ساعة في حين كان الأدنى معنوياً عند الصنف شام10 (2.236 ميكرومول/غ). وبلغ متوسط قيمة MDA للأصناف جميعها في ظروف الشاهد (1.777 ميكرومول/غ), ارتفع مع زيادة تركيز PEG إلى (3.031 ميكرومول/غ) عند التركيز -6 بار, و إلى (3.259 ميكرومول/غ) عند التركيز -12 بار, كما أن قيمة MDA زادت مع زيادة مدة الإجهاد الجفافي, فقد بلغ متوسط قيمته عند جميع الأصناف ( 1.710, 1.959, 4.397 ميكرومول/غ ) وذلك بعد (24, 48, 72 ساعة) على التوالي جدول (11).
* **تأثير العوامل المشتركة:**

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد معنوياً في محتوى الجذور من MDA جدول (11) فقد حقق الصنف أكساد65 أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر عند مستوى الإجهاد -12 بار (3.823 ميكرومول/غ), أما أدنى القيم فكانت أيضاً للصنف شام10 عند الشاهد (1.360 ميكرومول/غ).

أما التفاعل صنف × مدة الإجهاد معنوياً في محتوى الجذور من MDA جدول (11) فقد حقق الصنفان حوراني, وشام3 أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر بعد 72 ساعة من التعرض للإجهاد (4.920 ميكرومول/غ), أما أدنى القيم فكانت للصنف شام10 بعد 24 ساعة (1.343 ميكرومول/غ).

وكذلك كان التفاعل مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في محتوى الجذور من MDA جدول (11) فقد حقق مستوى الإجهاد -12 بار أعلى القيم بالنسبة لمتوسط محتوى الجذور من MDA بعد 72 ساعة من التعرض للإجهاد (6.022 ميكرومول/غ), أما أدنى القيم فكانت لمستوى الإجهاد -12 بار أعلى القيم بالنسبة لمتوسط محتوى الجذور من MDA بعد 24 ساعة من التعرض للإجهاد (1.675ميكرومول/غ).

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في محتوى الجذور من MDA حيث يلاحظ من الجدول (11) ارتفاع محتوى المالون داي ألدهيد في الجذور مع زيادة شدة ومدة الإجهاد الجفافي, وبلغ أعلى قيمة له (6.900 ميكرومول/غ) عند الصنف حوراني بعد 72 ساعة من الإجهاد الجفافي بتركيز -12 بار, في حين كانت أدنى قيمة له عند الصنف شام10 (1.300ميكرومول/غ).

تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Wei *et al*., 2015), حيث زاد محتوى MDA في أوراق وجذور بادرات القمح المعرضة لظروف الإجهاد الجفافي بطريقة تعتمد على الوقت, وما توصل إليه (Guo *et al*., 2018) عند تعريضه بادرات العوسج لظروف الإجهاد الجفافي حيث أبدت الأوراق تراكمات من MDA أعلى منها في الجذور.

**. تأثير الإجهاد الجفافي في المحتوى المائي النسبي % للأوراق:**

* **تأثير العوامل المستقلة:**

كان متوسط RWC في الأوراق الأعلى معنوياً عند الصنف بحوث 10 (55.678%), بنسبة انخفاض 68% عند التركيز -12بار بالمقارنة مع معاملة الشاهد, ونسبة انخفاض 35% بعد مدة 72 ساعة من التعرض للإجهاد بالمقارنة مع مدة 24 ساعة, في حين كان الأدنى معنوياً عند الصنف جولان2 (41.936%). حيث كان متوسط قيمة RWC للأصناف جميعها في ظروف الشاهد (102.470%), وانخفض مع زيادة تركيز PEG إلى (28.309%) عند التركيز -6 بار, و إلى (22.602%) عند التركيز -12 بار, كما أن قيمة RWC انخفضت مع زيادة مدة التعرض للإجهاد الجفافي, فقد بلغ متوسط قيمته عند جميع الأصناف (63.317, 47.002, 43.042 %) وذلك بعد (24, 48, 72 ساعة) على التوالي الجدول (12).

* **تأثير العوامل المشتركة:**

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد معنوياً في محتوى الأوراق من RWC جدول (12) فقد حقق الصنف حوراني أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر عند الشاهد (119.270%), أما أدنى القيم فكانت أيضاً للصنف جولان2 عند التركيز -12 بار (13.590%).

كان التفاعل صنف × مدة الإجهاد معنوياً في محتوى الأوراق من RWC جدول (12) فقد حقق الصنف أكساد65 أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر بعد 24 ساعة من التعرض للإجهاد (74.780%), أما أدنى القيم فكانت للصنف جولان2 بعد 72 ساعة (37.070%).

كان التفاعل مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في محتوى الأوراق من RWC جدول (12) فقد حقق الشاهد أعلى القيم بالنسبة لمتوسط محتوى الأوراق من RWC (102.470%), أما أدنى القيم فكانت للتركيز -6 بار بعد 72 ساعة من التعرض للإجهاد (13.163%).

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في محتوى الأوراق من RWC حيث يلاحظ من الجدول (12) انخفاض محتوى RWC في الأوراق مع زيادة شدة ومدة الإجهاد الجفافي, وبلغ أعلى قيمة له (119.270%) عند الصنف حوراني عند الشاهد, في حين كانت أدنى قيمة له عند الصنف شام10 (9.910%) بعد 48 ساعة من الإجهاد عند التركيز -6 بار.

**. تأثير الإجهاد الجفافي في المحتوى المائي النسبي % للجذور:**

* **تأثير العوامل المستقلة:**

كان متوسط RWC الأعلى معنوياً عند الصنف شام 10 (78.403%) بنسبة زيادة 79% عند التركيز -12بار بالمقارنة مع معاملة الشاهد, ونسبة زيادة 122% بعد مدة 72 ساعة من التعرض للإجهاد بالمقارنة مع مدة 24 ساعة, في حين كان الأدنى معنوياً عند الصنف شام3 (30.713%). حيث كان متوسط قيمة RWC للأصناف جميعها في ظروف الشاهد (39.490%), وارتفع مع زيادة تركيز PEG إلى (52.906%) عند التركيز -6 بار, و إلى (59.671%) عند التركيز -12 بار, كما أن قيمة RWC زادت مع زيادة مدة التعرض للإجهاد الجفافي, فقد بلغ متوسط قيمته عند جميع الأصناف (30.246, 59.084, 62.736%) وذلك بعد (24, 48, 72 ساعة) على التوالي الجدول (13).

* **تأثير العوامل المشتركة:**

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد معنوياً في محتوى الجذور من RWC جدول (13) فقد حقق الصنف شام10 أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر عند مستوى الإجهاد -12 بار (93.720%), أما أدنى القيم فكانت أيضاً للصنف أكساد65 عند الشاهد (18.420%).

أما التفاعل صنف × مدة الإجهاد معنوياً في محتوى الجذور من RWC جدول (13) فقد حقق الصنف شام 10 أعلى القيم بالنسبة لمتوسط هذا المؤشر بعد 72 ساعة من التعرض للإجهاد (97.710%), أما أدنى القيم فكانت للصنف أكساد65 بعد 24 ساعة (19.643%).

وكذلك كان التفاعل مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في محتوى الجذور من RWC جدول (13) فقد حقق مستوى الإجهاد -12 بار أعلى القيم بالنسبة لمتوسط محتوى الجذور من RWC بعد 72 ساعة من التعرض للإجهاد (76.468%), أما أدنى القيم فكانت عند مستوى الإجهاد -6 بار بعد 24 ساعة من التعرض للإجهاد (24.690%).

كان التفاعل صنف × مستوى الإجهاد × مدة الإجهاد معنوياً في محتوى الجذور من RWC حيث يلاحظ من الجدول (13) ارتفاع محتوى RWC في الجذور مع زيادة شدة ومدة الإجهاد الجفافي, وبلغ أعلى قيمة له (135.440%) عند الصنف شام 10 بعد 48 ساعة من الإجهاد الجفافي بتركيز -12 بار, في حين كانت أدنى قيمة له عند الصنف حوراني (9.330%).

وهذا ما أشار إليه (Yang and Miao, 2010) أن شدة تأثر RWC تعتمد على شدة ومدة الإجهاد والأنواع النباتية . واتفقت مع النتائج التي توصل إليها (Lui *et al.,* 2015) . بالنسبة لمحتوى RWC في الأوراق واختلفت بالنسبة لمحتواه في الجذور. فقد أشار إلى أن RWC في أوراق القمح انخفض بنسبة 1.92٪ بعد 24 ساعة من الجفاف وبنسبة 6.64٪ بعد 48 ساعة مقارنة مع الشاهد, و انخفضت أيضاً في الجذور فقد كانت نسبة الانخفاض 9.47% بعد 24 ساعة و 13.66% بعد 48 ساعة. يمكن أن يرجع تزايد المحتوى المائي في الجذور إلى أنه في ظروف الجفاف تبقى الجذور تبحث عن الماء, وتكون قادرة لفترة أن تزود النبات بكمية من الماء الضروري للنمو, لذلك فالرسائل الهرمونية المرسلة من قبل الجذور تكون قادرة على تقليل النمو قبل ظهور الأذى المرئي الذي يسببه الإجهاد (Gowing et al., 1993).

**. التعددية الشكلية الناتجة عن تطبيق تقنية ISSR في طرز القمح القاسي والطري:**

تضمنت الدراسة اختبار 32 بادئة، ويبين الجدول (13) أنّ 17 بادئة منها أثبتت فعاليتها في إعطاء تعددية شكلية بين الطرز الوراثية المدروسة في تفاعل التسلسل البوليميرازي ، في حين لم تعطِ 5 بادئات أي نتائج تضخيم، ونجم عن استخدام هذه البادئات ما مجموعه 122 حزمة، تراوح عدد الحزم لكل بادئة من 3 حزم كأقل عدد مع البادئتين (ISSR-40، ISSR-36)، و14 حزمة كأعلى عدد مع البادئة (ISSR-18)، بمتوسط 7.2 حزمة لكل بادئة. وبلغت النسبة المئوية للتعددية الشكلية Polymorphic (93.4 %), تراوحت بين 50% مع البادئة (ISSR-6) و 100% مع كل من البادئات (ISSR-2, ISSR-4, ISSR-15, ISSR-22, ISSR-25, ISSR-33, ISSR-34, ISSR-35, ISSR-36, ISSR-37, ISSR-40, ISSR-43) تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Vosough وزملاؤه (2013).

حُسب معامل التعددية الشكلية Polymorphic information content (PIC) لكل بادئة على حده، وفق المعادلة التالية:

**PIC = 1 - ∑ Pi²**

Pi: تكرار الأليل.

وهو يُعد كمعيار يدل على الإمكانية والمقدرة الخاصة لتسلسل الموقع المدروس باستخدام البادئة الخاصة به في تمييز التباينات الوراثية وإظهارها بين الطرز المختلفة، حيث يؤخذ بالحسبان عند حساب معامل PIC عدد الحزم الظاهرة ونسبة تكرارها عند مجموعة العينات المدروسة، فضلاً عن أن الحزم الزوجية المميزة للطراز الواحد (أو لعدة طرز) تشكل تعددية شكلية واحدة، ومن ثم كلما اقتربت قيمة PIC من (1) كانت المقدرة على تمييز التباينات الوراثية وإظهارها أكبر، ويمكن أن يعطي PIC قيمة (0) عندما تُظهر البادئة حزمة وحيدة ثابتة عند العينات كلها، لذلك يمكن عد هذه البادئة غير ذات أهميةٍ في تمييز الطرز الوراثية عن بعضها، حيث أنها لم تُظهر أي تعددية شكلية.

تراوحت قيم معامل التعددية الشكلية (PIC) من 0.2833 عند البادئة ISSR-15)) كأقل قيمة، إلى 0.3752 عند البادئة (ISSR-18) كأعلى قيمة، وبلغ المتوسط العام 0.364، ما يشير إلى قدرة البادئات المستخدمة على التمييز بين الطرز الوراثية المدروسة الجدول(15)، والشكل (9).

**. تحديد درجة القرابة الوراثية بين الطرز المدروسة باستخدام مصفوفة النسب المئوية لعدم التوافق PDV و شجرة القرابة الوراثية**

يفيد تحديد درجة القرابة الوراثية ضمن الأنواع في برامج تربية النبات، لتأمين قاعدة وراثية كبيرة، للاستفادة منها في برامج التهجين. وتمت دراسة العلاقة الوراثية بين أنواع القمح المدروسة بتطبيق مصفوفة النسب المئوية للتوافق (PAV) Percent Agreement Values حيث أن ارتفاع قيم هذه المصفوفة يدل على وجود قرابة وراثية وبازديادها يزداد التشابه الوراثي بين الصنفين المدروسين ويتم إنشاء هذه المصفوفة وفقاً لعدد وحدات التضاعف المشتركة.

**القمح القاسي:**

تشير مصفوفة النسب المئوية لعدم التوافق PDV إلى ارتفاع قيمة المصفوفة بين الصنفين بحوث9, وحوراني (0.6042) فهما على درجة عالية من التباعد الوراثي, في حين كانت أقل قيمة لها بين الصنفين شام3, وشام5 (0.3272) فهما على درجة عالية من التقارب الوراثي وهذا ما انعكس على شجرة القرابة الوراثية حيث انفصلت إلى تحت عنقودين ضم العنقود الأول Cluster-1 الصنف حوراني (POP2) وهو الأكثر بعداً عن بقية الطرز بمسافة وراثية 25.254, في حين ضم العنقود الثاني Cluster-2 الأصناف بحوث9 (POP1), شام3 (POP3), شام5 (POP4), و أكساد65 (POP5). حيث وجدأن أعلى درجة قرابة وراثية هي بين الصنفين شام3, شام5 بمسافة وراثية 16.360.

**القمح الطري:**

تشير مصفوفة النسب المئوية لعدم التوافق PDV إلى ارتفاع قيمة المصفوفة بين الصنفين شام10 ودوما6 (0.7655) فهما على درجة عالية من التباعد الوراثي, في حين كانت أقل قيمة لها بين الصنفين دوما2 ودوما6 (0.2647), وهما على درجة عالية من التقارب الوراثي. وهذا ما انعكس على شجرة القرابة الوراثية حيث انفصلت إلى تحت عنقودين ضم العنقود الأول Cluster-1 الصنف شام10 (POP1) بمسافة وراثية (31.255) في حين ضم العنقود الثاني Cluster-2الأصناف جولان2 (POP2), دوما2 (POP3), دوما7 (POP4), و بحوث10 (POP5). حيث وجدأن أعلى درجة قرابة وراثية هي بين الصنفين دوما2, دوما7 بمسافة وراثية 13.234.

**. دراسة التباينات الأليلية لمورثات الديهيدرين المسؤولة عن تحمل الجفاف في الطرز الوراثية المدروسة:**

أظهرت نتائج دراسة تقييم التباين الأليلي لمورثات الديهيدرين المسؤولة جزئياً عن تحمل الجفاف، اختلافاً واضحاً في تعبير هذه المورثات بين الطرز الوراثية المدروسة، حيث كانت التباينات الشكلية في الوزن الجزيئي بين نظائر الموقع الواحد كبيرة أحياناً، في حين كانت على درجة عالية من التماثل في البعض الآخر، وأمكن تمييزها بسهولة على هلامة ميتافور آغاروز 4%، حيث أظهر تفاعل الــPCR بالنسبة لمورثة Dhn12 وجود نمط شكلي واحد (A) وجد عند كل من الطرز الوراثية دوما6، بحوث 10 (قمح طري)، أكساد 65، وشام 5 )قمح قاسي)، في حين غابت عند بقية الطرز الوراثية الجدول (19).

أظهرت مورثة الديهيدرين *Dhn6* نمطين شكليين (A,B) لكل من الطرز الوراثية بحوث 10 ، شام 10 (قمح طري)، أكساد56، شام3 وحوراني (قمح قاسي) الجدول (20)، في حين أنّها لم تظهر عند الطرز الوراثية شام5، ودوما6، ومن الملاحظ أن الطرز الوراثية دوما2, جولان 2 ، بحوث 9 امتلكت نمط شكلي واحد فقط هو النمط A.

أعطت مورثة الديهيدرين *Dhn3* ثلاثة أنماط شكلية (A,B,C) تباينت في الظهور عند الطرز الوراثية المدروسة، فامتلكت كل من الطرز الوراثية دوما 6، بحوث 10 وشام 10 من القمح الطري، وحوراني من القمح القاسي نمط شكلي واحد (C)، والطراز الوراثي أكساد 65 نمطين شكليين (B,A) دون غيره من الطرز. الجدول (20).

أعطت مورثة الديهيدرين*Dhn14*  ثلاثة أنماط شكلية (A,B,C)، ظهرت جميعها في الطراز الوراثي بحوث 9 دون غيره من الطرز، بينما ظهر نمط شكلي واحد (C) في الطراز الوراثي المحلي حوراني. الجدول (21).

ظهر نمطان شكليان (A, B) لمورثة الديهيدرين 9 Dhn في الطراز الوراثي دوما 2، وظهر النمط الشكلي A في جميع الطرز المدروسة وغاب في الطراز الوراثي بحوث 9، في حين غاب النمط الشكلي B في بقية الطرز المدروسة . الجدول (22).

أعطت مورثة الديهيدرين *Dhn16* نمطان شكليان (A, B,)، تباينت في الظهور في الطرز الوراثية المدروسة، فقد ظهر النمطان الشكليان في طرز القمح القاسي (بحوث9, شام3, حوراني) وغاب النمطان الشكليان في بقية الطرز المدروسة من القمح الطري إضافة إلى ظهور النمط الشكلي B في الطراز الوراثي شام5 من القمح القاسي المدروسة. الجدول (23).

أظهرت النتائج من خلال الجدول (24) تفوق المورثة *Dhn6* بعدد الأنماط الشكلية التي أعطتها والبالغة 13 نمطاً شكلياً مع كافة الطرز المدروسة، تلتها المورثة *Dhn9* بـ 10 أنماطاً شكلية، في حين أعطت المورثة *Dhn12* أقل عدد من الأنماط الشكلية والبالغ 4 أنماطاً شكلية مع الطرز الوراثية المدروسة. يشير عدد الأنماط الشكلية إلى عدد المواقع الأليلية للمورثة، وزيادتها تعد كدلالة على زيادة تحمل الطراز الوراثي للجفاف (Lopez وزملاؤه، 2001). وامتلكت الطرز الوراثية للقمح القاسي عدداً من الأليلات ( 29 أليلاً ) أكثر من الطرز الوراثية للقمح الطري (17 أليلاً) مما يجعلها أكثر تحملاً للجفاف تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Grignac, 1965) في أن قدرة القمح القاسي لتحمل أنواع الإجهاد تكون أكبر من القمح الطري.

كما أظهرت النتائج أيضاً تفوق الطراز الوراثي أكساد 65 وحوراني بعدد الأنماط الوراثية التي أعطتها والبالغة 8, 7 نمطاً وراثياً على التوالي، في حين أعطى الطراز الوراثي جولان 2 أقل عدد من الأنماط الشكلية والبالغ 2 نمطاً شكلياً، الجدول (24).

تعكس الأنماط الشكلية المختلفة لقطع الـ DNA الناتجة عن تفاعل الـ PCR عدد النظائر الخاصة لكل مورثة ضمن الطرز الوراثية المدروسة، وبالتالي التباينات الوراثية الخاصة بكل موقع وراثي، كما تعطي فكرة عن الطفرات التي تعرض لها موقع ما، فكلما كان عدد النظائر لموقع ما أكبر كان ذلك دليلاً على أن هذا الموقع تعرض لعدد أكبر من الطفرات التي أثرت على بنية المورثة وأدت لتغيير في الوزن الجزيئي سواء نقصاناً أو زيادة أو تبديلاً (Choi وزملاؤه، 2000).

إنّ هذه المورثات التي تمت دراستها تحدد بروتينات لها وظائف معينة في تحمل الجفاف، وبالتالي يمكن تقديم هذه الطرز الوراثية التي حملت عدداً أكبر من المواقع الأليلية لمورثات الديهيدرين كآباء متحملة للجفاف في برامج التربية، ليتم نقلها إلى الطرز الوراثية الحساسة بطرق التربية التقليدية كالتهجين أو استعمال التقانات الحيوية، لنقلها من نبات إلى آخر والحصول على نباتات معدلة وراثياً متحملة للجفاف.