جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الانبار / كلية الزراعة
قسم المحاصيل الحقلية

تقدير التباعد الوراثي وتعبير جين تحمل الجفاف LOS5/ABA3 في التهجين نصف التبادلي للذرة الصفراء (*Zea mays* L.)

رسالة تقدم بها

مروان ماجد خالد أرديعان

إلى مجلس كلية الزراعة/ جامعة الانبار
وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير علوم في الزراعة
(المحاصيل الحقلية)

بإشراف

الدكتور محمد حمدان عيدان سرور

1438 هـ 2017 م

الخلاصة

نفذت تجربة حقلية في حقل التجارب التابع لقسم المحاصيل الحقلية–كلية الزراعة– جامعة الانبار– ابو غريب خلال موسمي الدراسة الخريفي والربيعي 2015–2016 بالتتابع، بهدف تشخيص تراكيب وراثية متحملة للجفاف من الذرة الصفراء باستخدام التباعد الوراثي والتعبير الجيني لجين الجفاف LOS5/ABA3 في التراكيب الوراثية المدروسة وتحت تأثير ظروف الاجهاد المائي. تضمنت الدراسة 5 سلالات منتجة محلياً مع هجنها نصف التبادلية تحت فاصلتي ري (كل 5 و كل 10 ايام).

طبقت التجربة في نظام الالواح المنشقة باستخدام تصميم القطاعات المعشاة الكاملة وبثلاثة مكررات، وضعت معاملتي الري في الألواح الرئيسة، في حين احتلت التراكيب الوراثية الالواح الثانوية. ويمكن تلخيص نتائج التجربة بالآتي:

1- أثرت معاملة الارواء معنوياً في اغلب الصفات المدروسة (ولاسيما صفات الحاصل)، تفوقت مدة الري كل 5 ايام في جميع صفات الحاصل على مدة الري كل 10 ايام. اذ بلغ عدد الحبوب بالصف 36.40 و 29.70 حبة صف$^{-1}$، وعدد الصفوف بالعرنوص 17.73 و 16.24 صف عرنوص$^{-1}$، ووزن 500 حبة 109.14 غم و 90.96 غم وحاصل الحبوب 9.42 و 6.47 طن هـ$^{-1}$ لمعاملتي الري بالتتابع. لم يكن لفاصلة الري تأثير معنوي على كل من التزهير الذكري والانثوي، قطر الساق، المساحة الورقية وعدد العرانيص بالنبات. ساهم تباعد مدة الري في تحفيز تعبير جين LOS5/ABA3 بشكل معنوي في بعض التراكيب الوراثية الداخلة في التجربة، اذ كان تعبيره اعلى في معاملة الري كل 5 ايام بالمقارنة مع معاملة الري كل 10 ايام.

2- ان التراكيب S3xS4، S3xS5 و S4xS5 قد تفوقت في معظم صفات الحاصل. إذ بلغت قيم وزن 500 حبة 105.36، 107.37 و 107.98 غم، في حين بلغ حاصل الحبوب 9.84، 9.06 و 9.95 طن هـ$^{-1}$ للهجن الثلاثة بالتتابع. كما وتفوقت هذه الهجن الثلاثة في صفات أرتفاع النبات (195.10، 200.15 و 194.80 سم) ووزن النبات الجاف (365.40، 368.65 و 368.07 غم نبات$^{-1}$) بالتتابع، اما الهجين S4xS5 فقد تفوق في صفة المساحة الورقية (674.94 سم نبات$^{-1}$) دون الهجينين الاخرين.

3- وجد تداخل معنوي بين معاملة الري والتركيب الوراثي في جميع الصفات المدروسة بأستثناء صفتي المساحة الورقيه وعدد الصفوف بالعرنوص، اذ تداخلت معاملة الري كل 5 ايام بشكل معنوي مع التراكيب الوراثية في بقية الصفات المدروسة. تميزت الهجن S2xS4، S3xS4 و S4xS5 في حاصل الحبوب الذي بلغ الحاصل 11.06، 11.32 و 12.29 طن هـ$^{-1}$ للهجن بالتتابع. اما وزن 500 حبة فقد تفوقت السلالة S3 (120.47 غم). كذلك تفوقت الهجن

S2xS3، S2xS4، S3xS4 و S4xS5 في صفة عدد الحبوب بالصف اذ اعطت 41.70، 41.80، 41.00 و 38.60 حبة صف$^{-1}$ بالتتابع. اما الهجن S3xS4، S3xS5 و S4xS5 فقد تفوقت في صـفة وزن النبـات الجاف بإعطائها 427.55، 432.30 و 441.40 غم نبات $^{-1}$ بالتتابع.

4- كانت قوة الهجين موجبة لصفات ارتفاع النبات، المساحه الورقيه وارتفاع العرنوص وتحت كلا المدتين بأستثناء الهجين S1xS3 الذي اظهر قيماً سالبه لقوة الهجين عند تباعد مدة الري الى 10 ايام. أما بالنسبه لصفات الحاصل فقد أظهرت اغلب الهجن قيما سالبه لقوة الهجين تحت كلا المدتين، ان الهجينين S3xS4 و S3xS5 قد اظهرا قوة هجين موجبه بلغت 26.44 و 25.90 تحت معاملة الري كل 10 ايام بالتتابع، اما الهجينين S2xS4 و S4xS5 فقد اعطيا اعلى قيم موجبه لقوة الهجين بلغت 40.39 و 45.60 تحت معاملة الري الطبيعي ومن الجدير بالذكر ان الهجين S2xS4 قد أظهر اعلى تعبير لجين LOS5/ABA3. أما بالنسبه للمعالم الوراثية فقد أخذت نفس الاتجاه وتحت معاملتي الري باستثناء صفة عدد العرانيص بالنبات التي أظهرت قيمه سالبه بالنسبه لقابلية الاتحاد العامه تحت معاملة الري كل 10 ايام.

5- أظهرت تقنية RAPD اعداد حزم متباينه عند استخدام خمس بادئات عشوائية. إذ لوحظ عدد حزم اعلى في الهجين S1xS5 بينما اظهر الهجين S1xS4 اقل عدد حزم كلية. ووجدت حزمة فريدة في التراكيب الوراثية S5، S3xS4 و S3xS4 عند استخدام البوادئ OPC-15، OPD-03 و OPD-05 بالتتابع. كذلك اظهرت التقنية ان التراكيب قيد الدراسة قد تجمعت في مجاميع رئيسة واخرى فرعية حسب درجة قرابتها الوراثية.

6- استجابت نباتات الذره الصفراء وعلى المستوى الجزيئي لتباعد مدة الري من 5 الى 10 ايام، إذ اشارت النتائج الى زيادة تعبير جين LOS5/ABA3 في التراكيب الوراثية المعرضه للاجهاد مقارنة بالنباتات التي تروى رياً طبيعياً. فقد أظهرت التراكيب الوراثية S4، S1xS5، S2xS4، S2xS5، S3xS4 و S4xS5 تفوقاً ملحوظاً في عدد الأضعاف التي عبرت عنها من هذا الجين، فقد بلغ 14.50، 315.20، 60.20، 14.80، 32.90 و 16.40 للتراكيب الوراثية اعلاه بالتتابع.

قائمة المحتويات

1-المقدمة 1

2-مراجعة المصادر 2

2-1 تأثير الجفاف على الصفات الحقلية للذرة الصفراء.....2

2-1-1 تأثير الجفاف على صفات النمو 3

2-1-2 تأثير الجفاف على صفات الحاصل ومكوناته.....8

2-2 قوة الهجين وقابليتا الائتلاف العامة والخاصة وبعض المعالم الوراثية.....13

2-3 الدراسة الجزيئية.....15

2-3-1 تفاعل انزيم البوليميريز المتسلسل Polymerase Chain Reaction (PCR): 15

2-3-2 المعلمات الوراثية والتباعد الوراثي Genetic Markers and genetic diversity.....16

2-3-3 Real Time Polymerase Chain Reaction (RT-PCR).....18

2-3-4 الآليات الجزيئية والتعبير الجيني لتحمل الجفاف في الذرة الصفراء.....18

2-3-5 آلية الاستجابه الخلويه لشدالجفاف 21

3- المواد وطرائق العمل.....25

3-1 الموسم الخريفي 2015 25

3-2 الموسم الربيعي 2016.....25

3-2-1 الصفات المدروسة:.....26

3-3 الدراسة الجزيئية 28

3-3-1 أستخلاص DNA الكلي Total DNA extraction.....28

الأجهزة والمواد الكيمياوية المستخدمة 30

3-3-2 أستخلاص RNA الكلي Total RNA extraction.....31

الأجهزة والمواد المطلوبة.....32

3-3-3 التباعد الوراثي باستخدام معلمة RAPD.....33

3-3-4 التعبير الجيني.....35

3-5 التحليل الإحصائي والوراثي والجزيئي 37
4- النتائج والمناقشة 40
4-1 تأثير مدد الري والتراكيب الوراثية والتداخل بينهما في صفات النمو الخضري. 40
1-عدد الايام من الزراعة الى 50% تزهير ذكري وانثوي 40
2-أرتفاع النبات 41
3-أرتفاع العرنوص الرئيس 43
4-قطر الساق (ملم) 44
5-المساحة الورقية 46
6-وزن النبات الجاف 47
7-محتوى الماء النسبي (R.W.C%) 49
4-2 تأثير مدد الري والتراكيب الوراثية والتداخل بينهما على صفات الحاصل ومكوناته. 51
1-عدد العرانيص للنبات 51
2-عدد الصفوف بالعرنوص 53
3-عدد الحبوب بالصف 54
4-وزن 500 حبة 56
5-حاصل الحبوب 58
4-3 التحليل الوراثي لقوة الهجين وبعض المعالم الوراثية تحت تأثير مدتي الري 60
4-3-1 قوة الهجين على اساس الأنحراف عن افضل الابوين لصفات النمو الخضري. 60
4-3-2 قوة الهجين على اساس الأنحراف عن افضل الابوين لصفات الحاصل ومكوناته 66
4-3-3 المعالم الوراثية لصفات النمو الخضري تحت تأثير مدتي الري 71
4-3-4 المعالم الوراثية لصفات الحاصل ومكوناته تحت تأثير مدتي الري 77
4-4 التحليل الجزيئي لسلالات الذرة الصفراء وهجنها النصف تبادلية تحت تأثير مدتي الري. 81
4-4-1 التباعد الوراثي بين السلالات الداخلة بالتهجين والنسل الناتج. 81
4-4-2 التعبير الجيني لجين LOS5/ABA3 تحت تاثير فاصلة الري 93
5-الاستنتاجات والمقترحات 98
6-المصادر 99
6-1 المصادر العربية 99
6-2 المصادر الاجنبية 105
7-الملاحق 119

قائمة الجداول

جدول 1 جميع الأجهزة التي استخدمت في هذا الجانب من الدراسة مع اسم الشركة المصنعة وبلد المنشأ..... 30
جدول 2 جميع المواد الكيمياوية المستخدمة في هذا الجانب من الدراسة. 31
جدول 3 الأجهزة المطلوبة والمستخدمة في هذا الجانب من الدراسة..... 32
جدول 4 المواد الكيمياوية المستعملة في هذا الجانب من الدراسة. 33
جدول 5 البادئات العشوائية المستخدمة في هذه الدراسة مع التتابعات..... 33
جدول 6 النظام الحراري thermal cycle لتفاعل PCR. 34
جدول 7 نوع القواعد النتروجينية الداخلة في تصميم البرايمرات المستخدمة في بناء جينات التعبير الجيني. 35
جدول 8 النظام الحراري qPCR Thermocycler conditions..... 36
جدول 9 متوسط عدد الايام من الزراعة الى 50 % تزهير ذكري وانثوي للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام)..... 41
جدول 10 متوسط ارتفاع النبات (سم) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام). 43
جدول 11 متوسط المساحة الورقية (سم^{2} نبات$^{-1}$) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام) 44
جدول 12 متوسط وزن النبات الجاف (غم نبات$^{-1}$) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام) 46
جدول 13 متوسط قطر الساق (ملم نبات$^{-1}$) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام) 47
جدول 14 متوسط أرتفاع العرنوص (سم) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام)..... 49
جدول 15 متوسط محتوى الماء النسبي (RWC) في الورقة للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام)..... 51

جدول 16 متوسط عدد العرانيص بالنبات (عرنوص نبات$^{-1}$) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام).....52
جدول 17 متوسط عدد الحبوب بالصف (حبة صف$^{-1}$) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام).....54
جدول 18 متوسط عدد الصفوف بالعرنوص (صف) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام).....56
جدول 19 متوسط وزن 500 حبة (غم) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام).....58
جدول 20 متوسط حاصل الحبوب (طن هكتار$^{-1}$) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام).....60
جدول 21 قوة الهجين لصفات النمو نسبة لأفضل الابوين للهجن نصف التبادلية للذرة الصفراء 65
جدول 22 قوة الهجين لصفات الحاصل نسبة لأفضل الابوين للهجن نصف التبادلية للذرة الصفراء.70
جدول 23 بعض المعالم الوراثية لصفات النمو في الهجن نصف التبادلية للذرة الصفراء تحت ظروف الري كل 5 و 10 ايام.....76
جدول 24 بعض المعالم الوراثية لصفات الحاصل في الهجن نصف التبادلية للذرة الصفراء تحت ظروف الري كل 5 و10 ايام. 80
جدول 25. عدد الحزم (DNA segment) الظاهرة باستخدام خمس بادئات من DNA المستخلص من خمسة سلالات وهجنها نصف التبادلية. 82
جدول 26 قيم الابعاد الوراثية لخمس سلالات من الذرة الصفراء باستخدام تقنية RAPD.....87
جدول 27 الابعاد الوراثية للهجن نصف التبادلية من الذرة الصفراء باستخدام تقنية RAPD 89
جدول 28 قيم الابعاد الوراثية لخمس سلالات وهجنها نصف التبادلية من الذرة الصفراء باستخدام تقنية RAPD.....91
جدول 29 التعبير الجيني النسبي لجين LOS5/ABA3 لخمس سلالات من الذرة الصفراء وهجنها نصف التبادلية للذرة الصفراء عند مدتي تكرار الري 5 و 10 ايام.....95

قائمة الاشكال

شكل 1 الحزم الناتجة عن البادئ OPD-05 في توصيف التباعد الوراثي بين خمس سلالات (S1-S5) وهجنها نصف التبادلية (H1-H10) في الذرة الصفراء باستخدام مؤشرات RAPD على هلام اكاروز بتركيز 2%..... 31

شكل 2 الحزم الناتجة عن البادئ OPC–08 في توصيف التباعد الوراثي بين خمس سلالات (S1-S5) وهجنها نصف التبادلية (H1-H10) في الذرة الصفراء باستخدام مؤشرات RAPD على هلام اكاروز بتركيز 2%..... 83

شكل 3 الحزم النتاتجة عن البادئ OPC–15 في توصيف التباعد الوراثي بين خمس سلالات (S1-S5) وهجنها نصف التبادلية (H1-H10) في الذرة الصفراء باستخدام مؤشرات RAPD على هلام اكاروز بتركيز 2%..... 84

شكل 4 الحزم النتاتجة عن البادئ OPD–03 في توصيف التباعد الوراثي بين خمس سلالات (S1-S5) وهجنها نصف التبادلية (H1-H10) في الذرة الصفراء باستخدام مؤشرات RAPD على هلام اكاروز بتركيز 2%..... 85

شكل 5 الحزم النتاتجة عن البادئ OPE–15 في توصيف التباعد الوراثي بين خمس سلالات (S1-S5) وهجنها نصف التبادلية (H1-H10) في الذرة الصفراء باستخدام مؤشرات RAPD على هلام اكاروز بتركيز 2%..... 86

شكل 6 الحزم النتاتجة عن البادئ OPD–05 في توصيف التباعد الوراثي بين خمس سلالات (S1-S5) وهجنها نصف التبادلية (H1-H10) في الذرة الصفراء باستخدام مؤشرات RAPD على هلام اكاروز بتركيز 2%..... 87

شكل 7 شجرة القرابة الوراثية (Dendrogram) لخمس سلالات من الذرة الصفراء اعتماداً على نتائج استعمال خمس بادئات في تقنية RAPD. 88

شكل 8 شجرة القرابة الوراثية (Dendrogram) لعشرة هجن نصف تبادلية من الذرة الصفراء اعتماداً على نتائج استعمال خمس بادئات في تقنية RAPD..... 89

شكل 9 شجرة القرابة الوراثية (Dendrogram) لخمس سلالات وهجنها نصف التبادلية من الذرة الصفراء اعتماداً على نتائج 65 حزمة عند استعمال خمس بادئات بتقنية RAPD..... 92

شكل 10. تعبير جين LOS5/ABA3 (عدد الاضعاف) في الهجن نصف التبادلية وابائها تحت تأثير تباعد مدة الري الى 10 أيام. 96

1- المقدمة

تساهم الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) مع الحنطة لوحدهما باكثر من 50% من الانتاج العالمي للحبوب منذ عام 2013 والتي تعادل ما يقارب 1016 و 713 مليون طن بالتتابع، وهذه الانتاجية يجب ان تضاعف بحدود 60-110% بحلول عام 2050 لتغطية احتياجات السكان (Daryanto وأخرون، 2016). عموما، ازداد الانتاج العالمي للذرة الصفراء ليصل بحدود 1670 مليون طن سنويا في عام 2015 الا ان الحاجة لزيادة الانتاج تبقى أمراً ضرورياً بسبب زيادة استعمالات الذرة الصفراء المصحوبة بالانفجار السكاني الهائل (USDA، 2016). تتعدد استعمالات الذرة الصفراء بدءا من كونها محصولاً حبوبياً يدخل في تغذية الانسان والحيوان فضلا عن استخدامها مصدراً للوقود الحيوي كانتاج غاز الايثانول وصناديق القمامة صديقة البيئة. ان التحدي الكبير في 50 سنة القادمة هو انتاج غذاء كاف لتغطية النمو السكاني، فبالنسبة لعوامل الاجهاد البيئي يعد الجفاف العامل الاقوى في التأثير السلبي على الانتاجية. إذ يتسبب في خسارة معنوية في حاصل الذرة الصفراء، وقد أزدادت احتمالية هذه الخسائر بزيادة التغير في المناخ العالمي كارتفاع درجة الحرارة وقلّة الأمطار وعدم تناسق توزيعها في المناطق الرئيسة لأنتاج الذرة الصفراء. وان النجاحات التي تحققت في 50 سنة الماضية في تحسين صفة تحمل الجفاف تشكل القاعدة الاساس للدراسات التي من شأنها انتاج اصناف متحملة (Campos وأخرون، 2004). فاستعمال الوراثة لتحسين تحمل الجفاف واستقرارية الحاصل يعد حلّاً مهمّاً لاستقرار الانتاج العالمي من الذرة الصفراء. تعد صفة تحمل الجفاف من الصفات المعقده جدا إذ لا تعتمد على شدته فقط بل على مرحلة نمو النبات ومدته، ولاجل معرفة آليات تحمل الجفاف الجزيئية في سلالات الذرة الصفراء يتطلب الأمر استخدام المكونات الجينومية للاصناف (الساهوكي وأخرون، 2009). ان كل الطرق المعتمدة على تحديد المواقع في التعبير الجيني وبعض المعالم الجزيئية قد تعطي فرصا لتوجيه برامج التربية نحو تحمل الجفاف في النباتات (Bruce وأخرون، 2002). يلعب ABA دورا مؤثرا في تحمل النبات للاجهادات البيئية مثل الجفاف، لذا فان الجينات التي تساعد على البناء والهدم الحيوي ABA وكذلك الايعازات الخلوية التي يدخل بها، مثل LOS5/ABA3 هي جينات مهمة ومرشحة لمربي النبات لتحسين صفة التحمل للشدود البيئية، إن تعبير LOS5/ABA3 يزداد عند تعرض النبات للاجهادات البيئية وتؤدي هذه الزياده الى تراكم ABA، تقليل فقد الماء عن طريق تقليل فتحات الثغور وزيادة فعالية بعض الانزيمات المضاده للاكسده وهذا بدوره يؤدي الى زياده في نمو وحاصل النباتات الناميه تحت ظروف الاجهاد المائي (Krannich وأخرون، 2015). ونظرا لاهمية انتاج اصناف متحملة للجفاف من الذرة الصفراء جاءت هذه الدراسة لتسليط الضوء على الاستجابة الفسلجية، والتباعد الوراثي وتعبير جين LOS5/ABA3 في عدة سلالات منتجة محليا من الذرة الصفراء تحت تاثير ظروف قلة الماء.

2- مراجعة المصادر

2-1- تأثير الجفاف على الصفات الحقلية للذرة الصفراء.

الجفاف والملوحة ودرجات الحرارة المنخفضة تعرف على انها لمشاكل الرئيسة التي تواجه الزراعة والتي تحول دون ابراز النباتات لأمكانياتها الوراثية (Zhu، 2001)، ويعد الجفاف من اهم هذه العوامل واكثرها تاثيرا على المحاصيل في عدد من المناطق الزراعية بالعالم (Passioura، 2007). وتشير الاحصاءات العالمية إلى تضاعف المناطق المعرضة للجفاف من عام 1970 الى 2000 (Isendahl وSchmidt، 2006)، وبالتاكيد فان خطر الجفاف في تزايد إلى يومنا هذا ولاسيما مع تعاظم خطر الاحتباس الحراري وقلة الامطار. والذرة الصفراء من محاصيل الحبوب المهمة في العالم إذ تزرع حاليا في بلدان عديدة حول العالم نظرا لاستعمالاتها المتعددة في تغذية الانسان،علائق الحيوانات، علف اخضر للحيوانات وانتاج الطاقة الحيوية فضلا عن استعمالاتها الطبية (Aslam وأخرون، 2015).

يؤثر الجفاف جديا على الذرة الصفراء مسببا بذلك نقصاً في انتاجيتها (Tai وأخرون، 2011). ان تقييم الاحتياجات المثلى للماء يعد شرطاً اساسياً لمعرفة عجز الماء في النبات. تخفض الاحتياجات المائية للذرة الصفراء في المراحل المبكرة من النمو وتزداد تدريجياً الى ان تصل اقصاها عند المرحلة التكاثرية، ومن ثم تبدأ بالتناقص مجددا عند اقتراب المحصول من مرحلة النضج النهائي. اذ تحتاج الذرة الصفراء خلال مرحلة التزهير عادة 8-9 ملم من الماء للنبات الواحد. واهم مدة في دورة حياة الذرة الصفراء اربعة اسابيع حاسمة، اسبوعان قبل التلقيح واسبوعان بعد التلقيح (ِAslam وآخرون، 2015). كونها محصولاً حساساً للجفاف، فالذرة الصفراء تتأثر في جميع مراحل نموها بقلّة الرطوبة. فتوقف العمليات الايضية متبوعا بموت النبات الناتج عن غلق الثغور وتثبيط التبادل الغازي يحصل استجابة لتعرض النبات الى مدد طويلة من الجفاف المتوسط (Jaleel وآخرون، 2007). والمرحلة التكاثرية اكثر مرحلة حساسة لاجهاد الجفاف، فعند الجفاف القويّ ينتج النبات نورات فارغة وحبوباً غير ممتلئة (Yang وآخرون، 2004).

إن الأهمية العالمية للذرة الصفراء والتأثيرات السلبية للجفاف عليها حفزت مربي النبات لتشخيص التعبير الجيني للجينات المسؤولة عن تحمل الجفاف وزيادتها وبالتالي تطوير تراكيب وراثية متحملة للجفاف من الذرة الصفراء. يجب المعرفة والالمام بالصفات التي تستجيب للجفاف واليات التكيف لتطوير نباتات متحملة للجفاف. وان التباعد الوراثي يقوم على اساس آليات التكيف مثل: الهروب من الجفاف، و تجنب الجفاف، وتحمل الجفاف والتي يجب ان تكون حاضرة في تراكيب الذرة الصفراء المتحملة لنقص الماء.

2-1-1 تأثير الجفاف على صفات النمو

النمو والتطور الصحيح لنباتات المحاصيل مهم جدا لأنتاج نباتات ذات اداء متفوق تستطيع ان تقوم بالعمليات الفسلجية والحيوية لاعطاء اعلى حاصل ممكن. فالجفاف يعيق نمو الذرة الصفراء وتطورها بشكل كبير، ويتألف نمو الذرة الصفراء وتطورها من مكونات ومقاييس عديدة تقدر بمختلف الصفات مثل: التزهير سواء كان ذكرياً أم انثوياً وارتفاع النبات والمساحة الورقية وقطر الساق والوزن الجاف والطري للنبات وغيرها من الصفات الحقلية.

1- التزهير الذكري والانثوي

يتحدد حاصل الذرة الصفراء بشكل كبير خلال مرحلة التزهير وبداية مرحلة تطور الحبوب، ولذا يتفاوت اداء التراكيب الوراثية كثيراً من حيث الحاصل، وقد يعزى السبب في ذلك الى كونها من المحاصيل الحساسة جداً لعوامل النمو عموماً والماء خصوصاً لاسيما في مرحلة التزهير (Sangoi وSalvador، 1998). تعد صفة التزهير الذكري والانثوي صفة وراثية، وان الانتخاب على اساسها مع توفّر الماء أو بدونه يمكن ان يعيد هيكلة الشكل الظاهري للنبات. التداخل بين البيئة والتركيب الوراثي (G ×E × GE) هو المحدد لمدة النمو وبداية التزهير لاكمال دورة حياة النبات قبل استشعار النبات للجفاف (Araus وآخرون، 2002)، اذ ان النبات يعجل بالتزهير لاكمال دورة حياته ما ان يتحسس نقص الماء. لكن العبودي وشاطي (2010) توصلا الى نتيجة مفادها ان ارواء الذرة الصفراء كل 5 ايام كان متفوقا، إذ استغرقت النباتات 73.6 يوماً للوصول الى 90% تزهير انثوي بالمقارنة مع تكرار الري كل 10 ايام والذي استغرقت نباتاته 81.6 يوماً للوصول الى تلك المرحلة في الموسم الربيعي (2008)، بينما لم يكن لمعاملات الري اثر معنوي للصفة في الموسم الربيعي (2009). كذلك بين

Zamaninejad وآخرون (2013) ان مرحلة التزهير هي الاكثر حساسية للاجهاد المائي (مرحلة 10-12 ورقة، المرحلة الانتاجية، أي من مرحلة ZCK 38 صعوداً- ظهور نصف ورقة العلم) واذا عرض النبات للاجهاد المائي خلال هذه المراحل بالتالي سوف تتأثر الصفات النباتية التي اهمها التزهير الذكري والانثوي وهذا يعطي دلالة على انخفاض انتاجية المحصول.

2- ارتفاع النبات

يتأثر ارتفاع النبات بالجفاف، اذ يقلل نقص الرطوبة من متوسط البناء الضوئي فيقل معه ارتفاع النبات. ويحدد نقص الماء استطالة الساق واتساع الأوراق، بسبب قلة درجة امتلاء الخلية لقلة محتواها من الماء (Borrell وآخرون، 2000). هذا وقد اختبر Dass واخرون (2001) 166 سلالة مختلفة وراثياً عرضت لشد رطوبي مستحث (شد رطوبي خفيف، متوسط و حاد) فوجد أن ارتفاع النبات قد تأثر بشدة عند توقف مياه الري عند الشد الرطوبي الحاد. تؤثر زيادة أرتفاع النبات في زيادة المادة الجافة نتيجة السماح بتعرّض أوراق النبات لأشعة الشمس بشكل أفضل. وقد يعزى اختزال ارتفاع النبات الى نقص رطوبة التربة التي لا تسمح بانتشار اكبر للجذور في المراحل المبكرة من نمو النبات، فيما أيد Elsahookie وآخرون (2006) هذه النتائج. ترتبط زيادة ارتفاع النبات بزيادة المادة الجافة الكلية (Sallah وآخرون، 2002). وأكد Al-Rawi وآخرون (2012) في دراستهم لتأثير مستويات من الشد الرطوبي (عند استنفاذ 25% من الماء الجاهز، 50% من الماء الجاهز، 75% من الماء الجاهز) على صفة أرتفاع النبات في الذرة الصفراء. اشار الباحثون الى تفوق نسبة الاستنفاذ 25 من الماء الجاهز إذ بلغ ارتفاع النبات 74.13سم. Darvishan وآخرون (2013) دراستهم على نباتات الذرة الصفراء المعرضة لظروف الإجهاد المائي وبأتباع نظام ريات المتكونة من (الري الكامل وإيقاف الري عند مرحلة الورقة الثامنة وإيقاف الري عند مرحلة ظهور الحريرة وإيقاف الري عند مرحلة الورقة الثامنة وظهور الخويطات معاً) لاحظوا أن أعلى نسبة أنخفاض لأرتفاع النبات في مرحلة إيقاف الري عند مرحلة الورقة الثامنة وظهور الحريرة معاً. كما اشارت Batool وآخرون (2014) إلى وجود فروق معنوية بين معاملتي الري، إذ أنخفض ارتفاع النبات في حالة إجهاد الجفاف قياساً مع معاملة المقارنة، ويعتمد نمو خلايا المجموع الخضري على توافر المياه فعندما تعرضت خلايا النبات لنقص المياه سببت أنخفاضاً في نمو المجموع الخضري. أيضا أوضح Al-Sheikh

(2015) من خلال دراسته تأثير الإجهاد المائي على بعض لتراكيب الوراثية من الذرة الصفراء في العروة الربيعية، أن متوسط أرتفاع النبات انخفض بنسبة مقدارها 2.55% عند تأخير الري من 7 الى 14 يوم، حيث انخفض أرتفاع النبات من 175.76 الى 171.27 سم، بينما كان الانخفاض في متوسط الصفة اكبر (19.65%) في العروه الخريفية.

3- ارتفاع العرنوص العلوي

أرتفاع العرنوص الرئيس صفة مهمة لمربي النبات، فكلما كان ارتفاع العرنوص عاليا الى حد ما كلما سمح لتكوين عرانيص أكثر من العقد السفلى. لكن كلما أرتفع العرنوص كلما زاد خطر الاضطجاع، فعلى الرغم من ان انخفاض العرنوص الرئيسي صفة غير مرغوبة لتأثيرها على الحاصل وصعوبة اجراء الحصاد الالي، لكنها تقلل من امكانية الاضطجاع. قام مربو النبات بمحاولات عديدة وقد أجمعوا على أن الارتفاع الامثل للعرنوص الرئيسي هو بين العالي والمنخفض (Szoke، 2002) . وقد وجد ارتباط معنوي بين ارتفاع العرنوص الرئيسي وارتفاع النبات وهذا يعتمد على التركيب الوراثي والبيئة، فالعديد من العوامل البيئية مثل الجفاف، تؤثر على التعبير الجيني لهذه الصفات. وأشار Zamaninejad وآخرون (2013) الى ان معاملات الجفاف لوحدها لم تؤثر على صفة ارتفاع العرنوص الرئيسي لكن وجد ان إضافة السالسليك (SA) قد خفف من تأثير الجفاف على نباتات الذرة الصفراء.

4- قطر الساق

إن لقطر الساق دوراً مؤثراً في حاصل النبات من الحبوب عن طريق زيادة عدد الحزم الوعائية أو حجمها او كليهما معاً والأوعية الناقلة لأيونات العناصر المغذية والمتأتية من زيادة سمك طبقات اللحاء والخشب فضلاً عن اللب، مما يؤدي الى زيادة الإفادة من أيونات العناصر المغذية التي يمتصها الجذر، ولذا فأنه يزيد من سعة المصدر ويعطي فرصة اكبر لامتلأ الحبوب التي تمثل المصب (الساهوكي، 1994). كما اشارت العديد من الدراسات إلى ان الشد الرطوبي يؤثر معنويا في متوسط صفة قطر الساق على المحاصيل المعرضة للجفاف (Khan وآخرون، 2001 و Zhao وآخرون، 2006)، وأشارت نتائج حسن (2014) الى انخفاض قطر الساق بشكل معنوي مع زيادة الاجهاد المائي في محصول زهرة الشمس، اذ أعطت معاملة

المقارنة اعلى قيمة بلغت 21.58 ملم و 21.67 ملم لكلا موسمي الدراسة، في حين اعطت المعاملة 30% استنزاف رطوبي اقل قيمة لقطر الساق بلغت 11.73 ملم و 14.02 ملم وبنسبة أنخفاض بلغت 45.64 و 35.30% عن معاملة المقارنة للموسمين بالتتابع.

5- المساحة الورقية

تعد المساحة الورقية من المؤشرات التي تدل على نمو قوي وحاصل مادة جافة عالٍ، فاعتراض الضوء عن طريق الاوراق يزيد انتاج المركبات الايضية في النبات، يتراوح عدد الاوراق في الذرة الصفراء حوالي 8 الى 20 ورقة موزعة بشكل متبادل على العقد. تتكون الورقة من مكونات بنائية واخرى وظيفية، فنمو الورقة يعتمد على حجم الأوراق وعددها في النبات والتي تعد مكونات بنائية، بينما يعد البناء الضوئي والنتح واعتراض الضوء من المكونات الوظيفية للورقة (Aslam وآخرون، 2015). وإن اختزال المساحة الورقية (حجم الاوراق وعددها) في ظروف الاجهاد المائي ناتج لاختزال عمليات النمو المتمثلة بالانقسام والاتساع والتنظيم الخلوي وهي من الظواهر العامة التي يمكن ملاحظتها تحت تأثير الاجهاد المائي الذي يؤدي الى خفض انتاجية النبات (ياسين، 1992 و Stahli وآخرون، 1995). الورقة هي المصنع الرئيس الذي يعتمد عليه المحصول في عملية البناء الضوئي وتصنيع الأيض بشكل عام، واذا زادت المساحة الورقية للحد الأمثل يزداد ثابت مقدرة النظام في النبات (SCC) System capacity constant (Subedi و Ma، 2005)، وان زيادة (SCC) يسمح بانتقال سريع للنبات من الطور الخضري الى التكاثري وبالتالي زيادة متوسط امتلاء الحبة (Elsahookie، 2007). تقل متوسطات البناء الضوئي للأوراق لمختلف أنواع المحاصيل وغلق الثغور والتفاف الأوراق تحت تأثير الشد المائي (Saibo وآخرون، 2003). تزيد المساحة الورقية من اعتراض الإشعاع الشمسي وتراكم المادة الجافة التي تؤدي الى اطالة مدة امتلاء الحبة فيؤدي ذلك الى زيادة وزنها ثم زيادة حاصل الحبوب (Tollenaar وآخرون، 2004a)، الا ان زيادة المساحة الورقية ليست دائما مرتبطة خطياً مع حاصل الحبوب وذلك نتيجة اختلاف معايير النمو للأصناف أو لاختلاف عوامل النمو مع مراحل تشكل النبات، إذ ان تأخير الري يومين أو أربعة ايام سبب انخفاضا معنويا في دليل المساحة الورقية بسبب تغاير تأثير مستويات النسب المائي بين المعاملات وانخفاض متوسط المساحة الورقية نتيجة تباعد مدد الري(Hamood، 2010).

بين Dolatabadian وآخرون (2010) ان مساحة الورقة قد انخفضت خلال مدة النمو الخضري قبل التزهير في حين أن مساحتها لم تتأثر بعد التزهير. وكذلك أكد Al-Rawi وآخرون (2012) في دراسة عدة مستويات من الشد الرطوبي (عند استنفاذ 25 % و 50 % و 75 % من الماء الجاهز) وتأثيرها على الصفات المورفولوجية، ان نسبة الأستنفاذ 25 % قد تفوقت على نسبتي الأستنفاذ 50 % و75 % واعطت اعلى متوسط لصفة المساحة الورقية بلغت 599.63 سم^2. أن هجن الذرة الصفراء المتحملة للجفاف اعطت أكبر مساحة ورقية تحت ظروف الجفاف مقارنة بهجن الذرة الصفراء الحساسة للجفاف (Aslam واخرون، 2015). وجد Al-Sheikh (2015) أن لتباعد مدد الري من 7 الى 14 يوماً في العروة الربيعية تأثيراً معنوياً في خفض المساحة الورقية من65.77 الى 61.35 سم^2 نبات$^{-1}$ وبنسبة انخفاض مقدارها 6.72% قياساً بمعاملة المقارنة (65.77 سم^2.نبات$^{-1}$)، أما في العروة الخريفية فقد أدى تباعد مدد الري الى انخفاض معنوي في متوسط المساحة الورقية من 6.71 الى 4.56 سم^2 نبات$^{-1}$ وبنسبة أنخفاض مقدارها 21.70% قياساً بمعاملة المقارنة المروية كل 7 أيام (106 سم^2 نبات$^{-1}$).

6- الوزن الجاف للمجموع الخضري

كلما زاد متوسط البناء الضوئي عن متوسط التنفس زاد تراكم المادة الجافة في النبات، اذ ان الفرق بين العمليتين يمثل المادة الجافة. يعتمد الوزن الجاف الكلي للنبات على متوسط طول موسم النمو تحت متغيرات بيئية أهمها الإشعاع اليومي ودرجة الحرارة والماء، فنقص الاخير في مراحل معينة من حياة النبات يقلل من متوسطات النمو ووزن أجزاء النبات (التميمي، 2015). وجد Dolatabadian وآخرون (2010) أن تعرض نباتات الذرة الصفراء للإجهاد المائي عند مرحلتي النمو الخضري والنمو التكاثري أعطى وزناً جافاً منخفضاً. وأكد Al-Rawi وآخرون (2012) في دراستهم لعدة مستويات من الشد الرطوبي وتأثيرها على صفة الوزن الجاف للمجموع الخضري، إن نسبة الاستنفاذ الاقل 25% قد تفوقت على نسبتي الاستنفاذ الاعلى، إذ بلغت نسبة الزيادة في الوزن الجاف للمجموع الخضري 42.73 غم. ووجدت Batool وآخرون (2014) أنخفاضا في الوزن الجاف للمجموع الخضري بنسبة 39.28% ويليه 27.79% بسبب الجفاف، واظهرت النتائج أن اعلى متوسط الوزن الجاف لوحظ في صنف Islamabad gold. ووجد Al-Sheikh (2015) خلال العروة الربيعية أن لتباعد مدد الري تأثيراً معنوياً في خفض

الوزن الجاف للنبات من 182.74 الى 162.32 غم وبنسبة انخفاض مقدارها 11.17% قياساً بمعاملة المقارنة (182.74 غم)، اما في العروة الخريفية فقد أدى تباعد مدد الري من 7 الى 14 يوماً الى انخفاض الوزن الجاف من 214.12 الى 169.22 غم وبنسبة انخفاض مقدارها 20.97% قياساً بمعاملة المقارنة المروية كل 7 أيام (214.12) غم. وأكد السلماني والعكيدي (2015) وجود تأثير معنوي لمدد الري في حاصل المادة الجافة، إذ أظهرت النتائج ان أعلى القيم 359 كغم هـ$^{-1}$ للنباتات التي تروى كل خمسة أيام وأقل القيم كانت للمعاملات التي تروى كل 15 يوماً بلغت 320 كغم هـ$^{-1}$، إذ انخفضت هذه الصفة معنوياً وكانت نسب الانخفاض 12.3 و 10.9% للمدتين بالتتابع.

7- محتوى الماء النسبي Relative water content (RWC)

يصاحب الانخفاض في المحتوى المائي انخفاض في الانتفاخ الخلوي، مما يؤدي الى توقف نمو الخلايا او الزيادة في حجمها وهذا بدوره يؤدي الى غلق الثغور وبالتالي انخفاض البناء الضوئي، كما ان استمرار تعريض النبات للجفاف قد ينتج عنه إضطراب في بروتوبلازم الخلايا وفي العمليات الايضية (الساهوكي وآخرون، 2009). ذكر Atteya (2003) ان محتوى الماء النسبي للورقة يتناقص مع ارتفاع حدة الاجهاد في الورقة بسبب زيادة استهلاك الماء داخل اعضاء النبات بالمقارنة مع الماء الممتص، وتعكس تلك النتائج مدى تأثر هذه الصفة بالاجهادات البيئية. واظهرت نتائج طوشان وآخرون (2013) ان محتوى الماء النسبي في الورقة تأثر معنوياً في ظل ظروف الجفاف، اذ بلغت 90% في ظروف توفر الرطوبة عند المعاملة 85% استنفاذ من السعة الحقلية، بينما انخفضت الى 58.3% عند المعاملة 55% من السعة الحقلية.

2-1-2 تأثير الجفاف على صفات الحاصل ومكوناته

للجفاف تاثيرات عكسية على دورة حياة الذرة الصفراء لا سيما طور النمو التكاثري الذي يعد اكثر المراحل حساسية للاجهاد الرطوبي، فنقل نواتج البناء الضوئي الى الاجزاء التكاثرية بدلا من نقلها الى الجذور نظرا لاستطالتها بشكل كبير يعد اكبر دليل على حساسية الذرة الصفراء للجفاف خلال مرحلة النمو التكاثري (Setter و Flannigan، 2001 و Taiz واخرون،

2015). فتطور حبوب اللقاح والحريرة والتلقيح وتطور الجنين والاندوسبيرم والحبة هي المكونات المختلفة لمرحلة النمو التكاثري التي تتأثر بالشد المائي. بعبارة اخرى، ان المرحلة الانتاجية للذرة الصفراء اكثر حساسية من سواها لظروف الجفاف، فتكون النتيجة عرانيص فارغة (Yang وآخرون، 2004). لذا فان اهمية انتاج الذرة الصفراء عالميا والتاثير السلبي للجفاف او ظروف قلة الماء حفزت مربي النبات لتطوير نباتات ذرة متحملة للجفاف.

1- عدد العرانيص في النبات

إن عدد العرانيص في النبات صفة ذات وراثة كمية تتأثر بالعوامل البيئية وبعض عوامل النمو وتكون ملازمة للصنف (الساهوكي، 1990) وإن امتلاك النبات (SCC) عالياً يسمح بتكوين عدد حبوب اعلى في العرنوص الثاني ووزن حبة اكبر وبالتالي فإن زيادة حاصل الحبوب نتيجة لزيادة عدد العرانيص للنبات (Elsahookie واخرون، 2004 و Al-Aloosi، 2006). يقل عدد العرانيص عند زيادة الإجهاد المائي نتيجة لقلة المواد الأيضية الواصلة الى العرنوص المتكون حديثاً (Durieux واخرون، 1993). كذلك يتأثر عدد العرانيص عند تعرضه للاجهاد الرطوبي عند اية مرحلة من مراحل نموه (Cakir، 2004). ارتفع متوسط عدد العرانيص للنبات في الموسم الربيعي للسلالات من 1.00 الى 1.16 عند مدة الري كل 14 و 7 أيام، كذلك ازداد عدد العرانيص للسلالات في الموسم الخريفي من 1.00 الى 1.11 وللهجن من 1.00 الى 1.24 بتفوق الهجن بنسبة 11.7%. إن تميز الهجن على السلالات في متوسط عدد العرانيص للنبات يؤكد قدرة الهجن على أستغلال الماء والمعادن الذائبة فيه بدرجة أكفأ مما عليه في السلالات والذي انعكس ايجاباً في متوسطات عدد العرانيص للنبات، وذلك لأختلاف طبيعة فعل الجيني المضيف في السلالات وفوق التغلب في الهجن (الآلوسي و الساهوكي، 2006). لاحظ Zharfa وآخرون (2010) عند دراسته لسبعة أصناف من الذرة الصفراء تحت تاثير الاجهاد الرطوبي أن الإجهاد لم يؤثر في عدد العرانيص بالنبات. تشير النتائج التي توصل اليها Hamood (2010) الى عدم وجود تأثير معنوي لمعاملات الري في عدد العرانيص بالنبات في الموسم الربيعي، إذ تراوح عدد العرانيص بين 1.08 و 0.93 لمعاملتي ري المروز اسبوعياً وري الألواح كل اسبوعين بالتتابع. أما في الموسم الخريفي فقد تماثل الري اسبوعياً للمروز والألواح مع الري المتبادل وتفوق معنوياً على الري كل اسبوعين للمروز والألواح. بين العبودي و شاطي

(2014) وجود فروق معنوية لمعاملات تكرار الري إذ اعطى تكرار الري كل خمسة أيام اعلى متوسط في كلا الموسمين بلغ 1.27 عرنوص نبات$^{-1}$ في حين اعطى تكرار الري كل عشرة أيام أقل متوسط بلغ 1.13 و 1.23 عرنوص نبات$^{-1}$. معزين ذلك الى توفير ظروف مناسبة لنمو الجذور وأنتشارها في التربة عند توفر الرطوبة الكافية خلال مدة ري كل 5 أيام مقارنة مع مدة الري كل 10 أيام مما يؤدي الى زيادة العناصر الممتصة من قبل الجذور. ولاحظ Al-Shiekh (2015) خلال العروة الربيعية قد أثر تباعد مدد الري سلباً في عدد العرانيص بالنبات، إذ انخفض عددها من 2.55 الى 2.34 عرنوص.نبات$^{-1}$ وبنسبة انخفاض مقدارها 8.24% اذا ما قورنت مع معاملة المقارنة (2.55 عرنوص.نبات$^{-1}$)، أما خلال العروة الخريفية فلم يكن لتباعد مدد الري تأثيراً معنوياً على متوسط هذه الصفة.

2- عدد الصفوف بالعرنوص

لاحظ Vazin (2012) بأن شحة المياه تؤثر سلباً في الإنتاجية، إذ أن عدد الصفوف بالعرنوص الواحد كانت أكثر تأثراً في مرحلة تكوين الخويطات، اذ أنخفض عدد الصفوف بالعرنوص الواحد معنويا. وأوضح لهمود وآخرون (2015) تفوق سلالة MGW-12 باعلى متوسط لصفة عدد الصفوف في العرنوص اذ بلغ 17.20 و 16.63 صف عرنوص$^{-1}$ ولمدتي ري كل 5 و 13 يوماً بالتتابع، بينما اعطت سلالة AST-217 اقل متوسط للصفة بلغ 15.33 و 14.13 صف عرنوص$^{-1}$ وللمدتين بالتتابع، فقد لوحظ اغلب الهجن اعطت متوسطات اعلى من المتوسط العام للصفة 17.19 و 16.29 للمدتين بالتتابع .

3- عدد الحبوب بالصف

أكد Dolatabadian وآخرون (2010) ان تعرض نباتات الذرة الصفراء للإجهاد المائي قد يؤدي الى خفض عدد الحبوب بالصف. وذكر لهمود وآخرون (2015) تفوق السلالتين AST-217 و Dr-B-32 باعطائهما أعلى متوسط للصفة 51.27 و 32.10 حبة صف$^{-1}$ ولمدتي ري 5 و 13 يوماً بالتتابع، وأعطت سلالة AST-217 متوسطاً اعلى من المتوسط العام للصفة والبالغ 46.84 حبة صف$^{-1}$ في حين اعطت السلالتان Pio-24 و ZM-189 أقل متوسط للصفة بلغ 47.10 و 31.40 حبة صف$^{-1}$ للمدتين بالتتابع.

4- وزن 100 حبة (غم)

يؤدي الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبة الى تقليل وزنها بسبب الأنخفاض في أنقسام خلايا السويداء المتسبب عن قلة تراكم المادة الجافة (Artlip وآخرون، 1995). أعطت السلالات والهجن في الموسم الربيعي متوسطاً 0.14 و 0.16 غم للحبة عند مدة الري (W14) وأزدادت الى 0.24 و 0.26 غم للحبة عند مدة الري (W7) (الآلوسي و الساهوكي، 2006). وجد Dolatabadian وآخرون (2010) أن تعرض نباتات الذرة الصفراء للإجهاد المائي عند مرحلتي النمو الخضري والنمو التكاثري قد أعطت تبايناً في الإنتاجية، فوجد أن أغلب صفات الإنتاجية ومكوناتها قد انخفضت خلال مرحلة النمو التكاثري والتي تمثلت بوزن 100 حبة. لاحظ Vazin (2012) بأن شحة الماء تؤثر سلباً في الإنتاجية من خلال استخدامه لنظام ريات مختلفة مرتبة على أربعة مستويات فوجد أن مرحلة ملء الحبوب تسجل أعلى انخفاض في وزن 100 حبة (غم). بينما بين Zamaninejad وآخرون (2013) أن مرحلة التزهير هي الأكثر حساسية للإجهاد المائي عند تعرض النبات للإجهاد المائي لكن لم تظهر فروقات معنوية لصفة وزن 100 حبة غم$^{-1}$. أكد العبودي و شاطي (2014) وجود فروق معنوية بين معاملات الري إذ أعطت معاملة الري كل خمسة أيام أعلى متوسط لوزن الحبة في موسمي الدراسة بلغ 0.2828 و 0.2791 غم في حين أعطت معاملة الري كل 10 أيام أقل متوسط بلغ 0.1877 و0.1819 غم للموسمين بالتتابع، وبذلك سبب تكرار الري كل خمسة أيام زيادة في وزن الحبة قياساً الى الري كل عشرة أيام بنسبة 33.6% و 34.8% للموسمين بالتتابع، وقد عزيا السبب الى انخفاض في تراكم المادة الجافة مما يقلل من انقسام خلايا السويداء وبالتالي يؤدي الى قلة عدد الخلايا وصغر حجمها ومن ثم انخفاض وزن الحبوب. واوضح Al-Sheikh (2015) خلال العروة الربيعية أن تباعد مدة الري من 7 الى 14 يوماً يؤدي الى انخفاض معنوي في وزن 100 حبة من 19.84 الى 18.89 غم وبنسبة انخفاض مقدارها 4.79% قياساً مع معاملة المقارنة (19.84) غم، أما خلال العروة الخريفية فقد تبين أن تباعد مدة الري من 7 الى 14 يوماً لم يؤثر بصورة معنوية في زيادة وزن 100 حبة. أما السلماني والعكيدي (2015) فبيّنا أن لمدة الري تأثيراً معنوياً في وزن 100 حبة لنبات الذرة الصفراء، فقد أدت زيادة مدة الري الى أنخفاض معنوي في هذه الصفة، إذ كانت أعلى القيم لهذه الصفة في المعاملة التي تروى كل 5 أيام بلغت 163غم وأقل قيمة كانت للمعاملة التي تروى كل 15 يوماً بلغت 124غم، كما أن

نسب أنخفاض المعاملتين هي 19.0 و 23.9% بالتتابع. أكد لهمود وآخرون (2015) تفوق السلالة MGW-12 اذ اعطت اعلى متوسط لصفة وزن 500 حبة بلغت 191.83 و 98.66 غم، في حين اعطت السلالتان AST-217 و Dr-C-87 أقل متوسط لوزن 500 حبة بلغ 103 و 90.33 حبة لمدتين من الري(كل 5 و 13 يوماً) وبالتتابع. وهذا يعزى الى أن حدوث الإجهاد المائي خلال مرحلة أمتلاء الحبة يؤدي الى تقليل وزنها بسبب الأنخفاض في أنقسام خلايا السويداء الناتج عن قلة تراكم المادة الجافة فضلاً عن تأثير وزن الحبة بفعالية الأنزيمات والهرمونات تحت ظروف الإجهاد، ويرتبط وزن الحبة بكفاءة عملية البناء الضوئي التي تعتمد على مساحة الأوراق وزاويتها وتوزيعها على الساق وبكفاءة نقل المواد المصنعة وكفاءة المصب أي قوة جذبه وحجمه، وتعرض النبات الى الإجهاد المائي أدى الى خفض وزن الحبة مما ادى الى انخفاض متوسطات وزن الحبة خلال مدة الري كل 13 يوماً.

5- حاصل الحبوب (طن هـ$^{-1}$)

بين الآلوسي و الساهوكي (2006) أن السلالات والهجن في الموسم الربيعي قد اعطت متوسط حاصل حبوب 5.57 طن هـ$^{-1}$ و 7.07 طن هـ$^{-1}$ عند مدة ري W14، في حين بلغ 11.42 و 14.78 طن هـ$^{-1}$ عند مدة ري W7. وبينت نتائج حسين وآخرون (2007) أن هناك تأثيراً معنوياً لمدد الري في حاصل الحبوب، إذ اعطت مدة الري كل 7 ايام اعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 8.66 و 10.40 طن هـ$^{-1}$ ولموسمي الدراسة، وقد اعزى السبب الى تفوق مدة الري كل 7 ايام في طول العرنوص وعدد الحبوب في العرنوص ووزن الحبة ودليل المساحة الورقية، وان تقارب مدد الري حسنت قدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية فضلا عن وفرة الرطوبة خلال مدة امتلاء الحبوب، وهذا ساهم في زيادة الحاصل، وعلى العكس من ذلك انخفض الحاصل عند تعرض النبات للشد الرطوبي خلال مدد الري المتباعدة (14 و 21 يوماً). ذكر العبودي و شاطي (2014) وجود فروق معنوية لمعاملات الري، إذ أعطت معاملة تكرار الري كل خمسة أيام في موسمي الدراسة 13.723 و 12.237 طن هـ$^{-1}$ في حين أعطت معاملة تكرار الري كل عشرة أيام أقل متوسط بلغ 6.742 و 6.329 طن هـ$^{-1}$ للموسمين بالتتابع. معللين ذلك الى أن الماء هو العامل الأكثر أهمية في تحديد إنتاجية المحصول وأن الري في مدد متقاربة يجهز التربة برطوبة كافية في منطقة الجذر التي تزيد من كفاءة محصول

الذرة الصفراء في النمو الخضري وتكون سبباً في زيادة مكونات الحاصل التي انعكست بدورها ايجابياً على حاصل الحبوب.

2-2 التهجين التبادلي

هو جميع التهجينات الفردية الممكنة بين مجموعة من السلالات النقية لإنتاج عدد من تضريبات الجيل الأول والتي يمكن من خلالها تحديد أفضل الآباء تألفاً وأفضل الهجن اداءً وحاصلاً من خلال تقدير المعالم الوراثية المختلفة. أن من اوائل الرواد الذين وضعوا القواعد الأساسية للتهجينات التبادلية التي ما زالت مستمرة الى يومنا هذا Fisher (1918) تبعه Schmidt (1919) الذي قام باجراء تزاوج بين سلالات نقية بطريقة التهجين التبادلي الكامل.

2-2-1- قوة الهجين

إن الاستغلال التجاري لقوة الهجين كان ولا يزال احدى القوى الفعالة التي تقف وراء نمو وانتاج قوي، إذ ساهمت قوة الهجين وبصورة كبيرة في الانتاج العالمي للعديد من المحاصيل المهمة اقتصاديا مثل: الذرة الصفراء والرز وغيرها (Soehendi وSrinives، 2005). لقد وضعت عدة نظريات لتفسير هذه الظاهرة من بينها وجود الفعل الجيني المشترك co-dominance لبضعة جينات رئيسة ذات فعل تكميلي لجينات أخرى في حالتي co-epistasis و semipistasis على الكروموسوم نفسه أو على كروموسومين مختلفين، كما انه لا يمكن إغفال دور الجينات المتغلبة والمتغلبة جزئيا لتغطية فعل جينات ضارة موجودة غالباً في نباتات السلالات (Elsahookie، 2006). ترتبط بظاهرة قوة الهجين بعض الاستجابات الفسلجية التي تؤدي الى زيادة الحاصل في الهجن عن آبائها، اذ يمكن ان تعرف على انها الزيادة أو النقصان في الحجم أو حاصل نباتات الجيل الاول (F1). وترتبط أيضاً قوة الهجين مع ما يسمى بثابت مقدرة النظام(System Capacity Constant (SCC التي أوضحها Oram (2000) في ان إنتاجية الصنف المُحسن مرتبطة بالجينات المسؤولة عن وراثة المكونات الوراثية – المظهرية (عدد العرانيص للنبات وعدد حبوب العرنوص ووزن الحبة) والمرتبطة أصلاً بفعل المكونات الوراثية – الفسلجية (متوسط سرعة النمو ودليل الحصاد ومجموع المادة الجافة والأيام اللازمة للنضج). وقد توصل Saleh وآخرون (2002) الى قيم عالية لقوة الهجين في حاصل الحبوب ووزن العرنوص ووزن الحبوب، بينما حصلوا على تقديرات متوسطة لارتفاع العرنوص الرئيس وعدد صفوفه. أما Tiwari (2003) فقد بينت نتائجه ان قوة الهجين المحسوبة على أساس

الانحراف عن أفضل الآباء لحاصل حبوب النبات في ثلاثة مواقع مختلفة قد تراوحت من 0.91% – 99.3% للموقع الأول و 53.1% – 138.2% للموقع الثاني و % 40.9 – 130.4% للموقع الثالث. وفي دراسة قام بها Unay واخرون (2004) باستخدام تسع سلالات نقية من الذرة الصفراء وهجنها التبادلية النصفية ان نسبة قوة الهجين لصفة حاصل الحبوب على أساس انحراف الجيل الأول عن متوسط الأبوين تراوحت بين (4.54–42.47%) وعن أعلى الأبوين (3.36-33.8%) وعن الصنف التجاري بحوث 106 قد تراوحت بين 0.08- 11.39–. كما أشار الباحثون انفسهم عند دراستهم للحاصل باستخدام تسع سُلالات من الذرة الصفراء أدخلت في تهجينات تبادلية نصفية، ان قوة الهجين المحسوبة على أساس انحراف متوسط الجيل الأول عن متوسط الأبوين تراوحت بين 46.1-573.1% اما قوة الهجين المحسوبة على أساس انحراف متوسط الجيل الأول عن متوسط الصنف التجاري، فقد تراوحت قيمها بين 46.47- _ 10.7%. فقد طبق Muraya وآخرون (2006) تهجيناً تبادلياً نصفياً بحسب طريقة Griffing الثانية (1956) وكانت النتيجة قوة هجين موجبة ومعنوية للحاصل ومكوناته بلغ أعلاها(55.04) في الهجين (KSTP003 × E2) للانحراف عن متوسط الآباء. كما بينت النتائج التي حصل عليها Wali وآخرون (2010) ان أعلى نسبة مئوية لقوة الهجين (53.3%) وجدت في الهجينCI-5×YP07-20. ذكر التكريتي والكرخي (2016) وجود اختلافات وراثية عالية المعنوية بين التراكيب الوراثية لجميع الصفات المدروسة عند مستوى احتمال (1%). إذ تفوقت الهجن DKC-5684×ZP-434 و ZP-341×Farnce-44 و DKC-×ZP-600 5684 و ZP-341×ZP-434 على اساس انحراف الجيل الاول عن متوسط الابوين وافضلهما لجميع الصفات المدروسة.

2-2-2 قابلية الاتحاد

1- قابلية الائتلاف العامة General Combining Ability (GCA)

هي قابلية أية سلالة على انتاج هجن متفوقة منها في مجموعة من تضريباتها مقارنة مع المعدل العام لجميع التضريبات، وبالمقارنة مع متوسط حاصل جميع الهجن التبادلية والتي تكون تحت تاثير فعل الجين الاضافي Additive Gene Effect (الاسودي، 2002).

2- قابلية الأتحاد الخاصة Specific Combining Ability(SCA)

هي قابلية أية سلالة على إنتاج هجين متفوق منها عند تزاوجها مع سلالة معينة، بالمقارنة مع متوسط حاصل هجن تلك السلالة فقط (Elsahookie وآخرون، 1983). وعليه فهي تقع تحت

تأثير فعل الجين غير الاضافي (Non-additive gene action) والتي تتضمن السيادة (Dominance) والسيادة الفائقة (Over Dominance) والتفوق (Epistasis) فضلا عن تداخل الوراثة مع البيئة (GXE) وبالتالي يمكن تقدير قابلية الائتلاف الخاصة على اساس هذه المؤثرات.

ادخل Unay وآخرون (2004) تسع سلالات من الذرة الصفراء في تهجينات تبادلية نصفية وبينت النتائج أن متوسط مربع الانحرافات للمقدرتين الاتحادية العامة والخاصة كان عالي المعنوية لحاصل الحبوب وان نسبة مكونات المقدرة العامة الى الخاصة اكبر من واحد. وحصل Rather وآخرون (2009) من الدراسة التي أجروها بإدخالهم عشر سلالات من الذرة الصفراء في تهجينات تبادلية نصفية على ان تباين المقدرتين الاتحادية العامة والخاصة كان عالي المعنوية لحاصل الحبوب، إذ اظهر الأب (PMI-401) اتحاداً جيداً بالاتجاه المرغوب وان الهجينين (PMI-47×PMI-224) و(PMI-48×PMI-224) كانا الأفضل في تأثيراتهما للمقدرة الاتحادية الخاصة للتزهير الذكري والأنثوي وارتفاع النبات والعرنوص وحاصل الحبوب. وقد بين الهيتي (2012) عند استخدامه لهُجن تبادلية جزئية من الذرة الصفراء ان النسبة بين تباين قابلية الائتلاف العامة الى الخاصة كانت اقل من الواحد الصحيح لأغلب الصفات بأستثناء صفة التزهير الذكري والانثوي وصفة عدد الاوراق.

2-3 الدراسة الجزيئية

2-3-1 تفاعل انزيم البوليميريز المتسلسل Polymerase Chain Reaction (PCR):

يعد تفاعل البلمرة PCR من اكثر التقنيات المختبرية المكتشفة قوة والتي فتحت الابواب امام خفايا علم الوراثة. فقد ابتكرت تقنية التفاعل التضاعفي لسلسلة DNA (PCR) من قبل Mullis واخرين (1986) والتي أحدثت ثورة في مجال التطور العلمي لتقنيات مؤشرات DNA ولاسيما في الكشف عن المزيد من التغايرات الوراثية. يعرف PCR بأنه التقنية التي يحدث فيها تضاعف منطقة معينة من DNA جينوم الكائن خارج الجسم الحي (In-Vitro) بواسطة أنزيم بلمرة DNA (DNA polymerase) وبوجود بادئات ترتبط مع التسلسل المكمل لها على شريط DNA القالب Template DNA (Newton واخرون، 1997).على الرغم من كثرة الاختلافات في القواعد الاساسية لفكرة PCR الا ان التفاعل نفسه يتكون فقط من مكونات قليلة وهي كالاتي:

الماء و PCR Buffer و $MgCl_2$ و dNTPS و Forward and reverse primers والجين الهدف Target gene وأنزيم البلمرة Polymerase. الماء ورغم انه يبدو غير مهم الا انه ضروري لاتمام التفاعل وذلك لتوفيره البيئة الملائمة للمكونات الاخرى لكي تتفاعل. الماء المقطر او الماء منزوع الايونات قد يكون هو الخيار المناسب للماء اللازم في تفاعل PCR الا انه يفشل في كثير من الاحيان لذا يستعاض عنه بماء من نوع خاص مثل: HPLC-grade water and Molecular grade water. لكل انزيم محلول منظم يعمل به لذلك فان PCR Buffer هو المحلول المجهز مع انزيم البلمرة Polymerase وعادة يكون مركزاً جدا (X10 concentrate). الغرض الاساسي من هذا المحلول هو لاعطاء pH مثالي وملح احادي التكافؤ لبيئة ملائمة للتفاعل النهائي. تحتوي العديد من المحاليل المنظمة على Magnesium Chloride ($MgCl_2$). وكلوريد المغنيسيوم تجهز ايونات Mg^{+2} الكاتيون ثنائي التكافؤ والذي يعمل عاملاً مساعداً Cofactor لعمل إنزيمات القطع المتخصصة وكذلك لانزيم البلمرة Polymerase.

تتميز تقنية PCR بالدقة والخصوصية والحساسية العالية، وتمتاز بكلفتها المناسبة، وبإمكانية تحليل نتائج التفاعلات مباشرة عن طريق الترحيل الكهربائي على Electrophorsis Agarose Gel أو Polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE) لدراسة التباين الوراثي (Millemann وآخرون، 2000).

2-3-2- المعلمات الوراثية والتباعد الوراثي

Genetic Markers and genetic diversity

المعلومات المتعلقة بالتباعد الوراثي في هجن الذرة الصفراء مهمة جداً لتحسين النسل وتربية الهجن وتفادي الضرر المحتمل من الظروف البيئية نتيجة لعدم التجانس الوراثي Genetic Uniformity في الهجن النامية في مساحة واسعة (Bauer وآخرون، 2007). مالم يكن تباعد وراثي كاف بين النسل، عمليا يستحيل الحصول على زيادة في الحاصل والصفات المرغوبة الاخرى للمحصول، لان الانتخاب للتراكيب الوراثية المحسنة يعتمد على الاختلافات الوراثية ضمن المواد الداخلة في برامج التربية. ولتحسين التباعد الوراثي في الذرة الصفراء من الضروري معرفة الاختلافات الوراثية الموجودة بالاساس في هذه التراكيب. هنالك العديد من المعلمات

الوراثية التي يمكن استخدامها لتقدير التباعد الوراثي بين سلالات الذرة الصفراء، فالصفات المظهرية استخدمت سابقا لتقييم التباعد الوراثي لكن هذه المعلمات لطالما تتاثر بالظروف البيئية، ولا يمكن الاعتماد عليها للكشف عن التباعد الوراثي. استخدمت لاحقا بعض المعلمات كيموحيوية والسايتولوجية لمعرفة التنوع الوراثي بين التراكيب الوراثية المختلفة لكنها ايضا محدودة بالعدد لكونها لا تستخدم كامل الجينوم بالدراسة للنوع الواحد (Islam و Shepherd، 1991). حسنت المعلمات المعتمدة على DNA من استغلال التقنيات الحيوية في تحسين الحاصل (Miller وآخرون، 1989) والتي ايضا استخدمت لدراسة التنوع بين مختلف الاصناف التي تنتمي لذات النوع والجنس في البنك الوراثي Genbank accessions (Erlich وآخرون، 1991). ومن بين هذه المعلمات المعتمدة على PCR: Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD) و Simple Sequence Repeats (SSR) و Alelle– Specific Amplification (ASA) و Cleavage Amplification Polymorphic Sequences (CAPS).... الخ. ويتكون تحليل RAPD من تضاعف قطعة DNA بشكل عشوائي نتيجة لاستخدام بادئ عشوائي لديه تتابع عشوائي، الامر الذي يؤدي الى بناء عدة قطع من DNA وبمختلف الحجوم.

تقنية التضاعف العشوائي متعدد الاشكال لسلسلة الدنا (RAPD) وصفت هذه التقنية لأول مرة من قبل Williams وآخرون (1990) وهي تعتمد على استخدام بادئات قصيرة عشوائية مصنعة مختبرياً مكونة من 10 نكليوتايدات، ولهذه البادئات القدرة على الارتباط بمواقع مكملة لها على DNA القالب، ويتم تضاعف المناطق الواقعة بين موقعي الارتباط على جانبي شريط DNA، وعادة ما تكون البادئات غنية بالمحتوى الكلي من قواعد الكوانين والسايتوسين (Guo واخرون، 1999). ان استعمال بادئات قصيرة وعند درجة حرارة ارتباط واطئة 36 مْ تضمن ارتباط البادئات بعدد من المواقع الموزعة عشوائياً على طول الجينوم، وبذلك يتم الحصول على عدة قطع متضاعفة يمكن فصلها على هلام الأكاروز (Agarose) بعد تصبيغها بصبغة بروميد الاثيديوم (Ethidium Bromide) المتألقة ويتم الكشف عنها باستخدام الاشعة فوق البنفسجية.

ان عدد الحزم الناتجة من التضاعف يكون معتمداً على حجم ونوع DNA الجينوم المراد مضاعفته، وتسلسل البادئات وتتراوح عدد الحزم الناتجة من تفاعل

RAPD ما بين 1–10 حزم وبأوزان جزيئية تتراوح بين 0.2–10 كيلو زوج قاعدي (Johns واخرون، 1997). ويمكن الكشف عن تعدد الاشكال الوراثية Genetic Polymorphism بين اعداد الحزم وأوزانها الجزيئية (Williams واخرون، 1990 و Moeller و Schaal، 1999). وإن هذه التباينات قد تكون طبيعية أو قد تحدث بسبب الطفرات (Baum واخرون، 1998).

تتميز مؤشرات RAPD بأنها لا تحتاج الا لكميات قليلة من الدنا تتراوح بين 25–50 نانوغرام (Luo واخرون، 1992). وهي لا تتطلب النقاوة العالية لدنا الهدف ولا المعرفة المسبقة بتسلسلاته النكليوتيدية، فضلاً عن انها طريقة سريعة وغير مكلفة ولا تتطلب جهداً مقارنة مع مؤشرات RFLP و AFLP و SSR (Cox واخرون، 1985).

وعلى الرغم من سهولة تنفيذ مؤشرات RAPD الا انها تتطلب الدقة في ضبط تراكيز المكونات المتفاعلة كافة كتركيز DNA القالب وأنزيم البلمرة والبادئ والمحلول المنظم، وان يتم العمل في ظروف معقمة تضمن وجود DNA الهدف فقط (Newton واخرون، 1997).

2–3–3– Real Time Polymerase Chain Reaction (RT–PCR)

بعد ان اصبح PCR حجر الزاوية للبايلوجيا الجزيئية عالميا، فان Real time PCR (RT–PCR) هو الصيغة المتقدمة من PCR، الامر الذي يجعل الاستفادة من هذه التقنية على اقصاها. مبدأ العمل في في RT–PCR مشابه لمبدأ العمل في PCR لكن الاختلاف هو بدلا من فحص الحزم الناتجة باستخدام الاشعة فوق البنفسجية Ultra violet (UV)، فان العملية تكون مراقبة في وقتها الحقيقي بواسطة كاميرا او اي كاشف.

2–3–4– الآليات الجزيئية والتعبير الجيني لتحمل الجفاف في الذرة الصفراء

تتأثر الفعاليات الجزيئية في الخلية إستجابة للاجهادات البيئية. فبروتينات القنوات المائية، وبروتينات الاستجابة للشدود، وعوامل الاستنساخ (Transcription factor) ومسارات الاشارات الخلوية تعد احداثاً جزيئية تستجيب بشكل أو بآخر للإجهاد عموماً والجفاف خصوصاً. هذه الجزيئات تمنح تحمل النبات صفة التحمل من خلال حماية المكونات الخلوية وتنظيم التعبير الجيني في الخلية.

بروتينات الشد وبروتينات القنوات المائية هي بروتينات معينه لها دور حاسم في تحمل الجفاف في النبات والتي تعرف بشكل واسع باسم بروتينات الشد، وهي بروتينات ذائبه في الماء لذا تمنح

التحمل عن طريق مسك الماء الى المحتويات الخلوية (Hydration)، (Wahid واخرون، 2007). ومن هذه البروتينات: Late embryogenesis abundant (LEA)/dehydrin و Heat Shock Proteins (HSPs) و Cold Shock proteins (CSPs) و Aquaporin Cyclophilins (CYP) والتي لها دور اساسي في تحسين تحمل الجفاف في النباتات. بروتينات LEA هي مجموعة من البروتينات التي تنتج طبيعيا في حبوب اللقاح، وكذلك في الانسجة الخضرية خلال تعرض النبات الى الشدود البيئية. ان تراكم LEA مرتبط بصورة مباشرة مع تحمل الجفاف في النباتات (Amara واخرون، 2012). وتصنف بروتينات LEA الى مجاميع كثيرة تبعا لترتيب الاحماض الامينية مناطق الخاصة Specific domains، Distinct motifs وتركيب الببتايدات (Battaglia واخرون، 2008). ومن بين هذه المجاميع مجموعات 1 و2 و 3 والتي تعد من المجاميع الرئيسة وتتكون من العديد من بروتينات LEA. بروتينات المجموعة 1 تعاني من تحويرات معقدة بعد الترجمة Complex post-translational modifications (PTMs) مثل الاستلة Acetylation والفسفرة Phosphorylation ونزع الامين Deamination والمثيلة Methylation وكل هذه التحويرات تصف دور هذه البروتينات في الحبوب، وخاصية عدم التجمع هي من مواصفات المجموعة 2 و 3، مجموعة 2 تقوم بحماية الغشاء الخلوي عن طريق منع الدنترة في هذه البروتينات نفسها، اما المجموعة 3 فهي مرتبطة مع تحمل الجفاف والحفاظ على الخلايا من الانكماش الناجم عن نقص الماء. من امثلة بروتينات LEA هي: EMB564 و MLG3 و RAB17 والتابعة للمجاميع الثلاث بالتتابع، هذه البروتينات شخصت في الذرة الصفراء (Amara واخرون، 2012).

بروتينات الصدمة الحرارية وبروتينات الصدمة للبرودة هي بروتينات Chaperones (بروتينات تنتج في النبات تحت الشد) والتي تمنع من دنترة المحتويات الخلوية وطيها تحت الشدود البيئية. فالبروتينات الصغيرة من sHSP هي التي تؤسّس المجاميع الكبيرة من HSP، وتعد مؤشراً على تحمل الجفاف ودرجة الحرارة العالية لوجود جينات CSPA و CSPB المنقوله اليها كما وطبقت هذه التجربة لعدة سنوات وعلى تراكيب وراثية عديده من الذرة الصفراء (Yang واخرون، 2010). أما بروتينات Cyclophilin (CYPs) فهي تشترك بعدة وظائف مثل انقسام الخلايا والايعازات الخلوية وتعقب البروتينات ومبادلتها والتنظيم الاستنساخي وكذلك تنظيم ربط RNA الاولي وأخيرا في تحمل الشدود في النبات. توجد نسبة تشابه اكثر من 80% في هذه البروتينات

في كل من الرز والذرة الصفراء والبيضاء ونبات اذن الفار إذ اظهرت هذه البروتينات تكراراً عالياً في النباتات المعرضة للإجهاد، وتتمركز هذه البروتينات بشكل رئيسي في الكلوروبلاست والعصارة الخلوية والمايتوكوندريا (Trivedi واخرون، 2012). تعمل بروتينات Aquaporin على تنظيم الازموزية من خلال القنوات المائية وتعمل ايضا على زيادة نفاذية الغشاء الخلوي، يتأر تعبير هذه البروتينات في الذرة الصفراء يتاثر بتعرض النبات للاجهادات البيئية. ان تراكم عدد كبير من هذه البروتينات في تراكيب الذرة الصفراء المعرضة للجفاف دليل على ان لها دوراً حاسماً في تحمل الجفاف. بروتينات Tonoplast intrinsic protein (TIP) و Nodulin-like intrinsic protein (NIP) و Plasma membrane intrinsic protein (PIP) هي عوائل فرعية لبروتينات Aquaporin والتي يزداد تعبيرها في الذرة الصفراء المعرضه للجفاف (Hayano-Kanashiro واخرون، 2009). تقوم البروتينات المذكوره بتجهيز النبات بالقنوات المائية وتزيد من متوسط النفاذية، لذلك فالتركيب الوراثي المختار بالاعتماد على وجود هذه البروتينات تحت ظروف الشد يمكن ان يزيد من امتصاص الماء ويحسن من تحمل النبات للجفاف.

تمتاز عوامل الاستنساخ Transcription Factors (TFs) بتعددها في الكائنات الحية عموماً، والنبات خصوصاً، اذ تنتمي الى 50 عائلة يشفر لها ما يقارب 1700 جين. إن طبيعة عمل عوامل الاستنساخ في تنظيم عمل المسارات الخلوية والايضية وتنظيم تدفقها يؤكد بأن محاولة منح صفة التحمل للجفاف من خلال هندسة جين مفرد يشفر لتكوين بروتين معين عملية غير مجدية، بسبب التعقيد الكبير في آلية تحمل الجفاف (Bohnert واخرون، 1995). عوامل الاستنساخ هذه كلها تعرف على انها تمتلك دوراً هاماً في منح صفة التحمل للجفاف (Shinozaki واخرون، 2003). عوامل الاستنساخ TFs لعناصر الاستجابة لحامض الابسيسك ABA (AREB/ABF) من اعضاء عائلة bZIP لعوامل الاستنساخ والتي تشترك بالايعازات مع ABA تحت ظروف الجفاف ونضج الحبوب. هنالك عوامل استنساخ TFs معينة تستجيب لظروف الجفاف لكن لا تستجيب لحامض الابسيسك ABA وهذه تعرف على انها ABA-Independent dehydration responsive TFs وهي تختلف عن (AREB/ABF) و SNAC والتي تعتمد على ABA. عموما، هنالك عدد كبير جدا من الدراسات حول TFs في مختلف الانواع النباتية لكنها تحتاج الى دراسة اعمق وفهم اكثر. فاغلب

الدراسات التي اجريت على TFs طبقت في البيوت الزجاجية او على مرحلة البادرات في النبات. إذ يعرض النبات في البيوت الزجاجية إلى الإجهاد لعدة ساعات، بينما في الحقل فان مدة الجفاف تكون ممتدة لعدة ايام او على امتداد موسم النمو. تقييم عمل TFs على مرحلة البادرات لا تكون ممثله لدورها في النبات، لذلك فان تقييم عمل TFs من الافضل ان يتم خلال مرحلة النمو التكاثري تحت ظروف الحقل والتي يمكن ان تعطي تقييماً حقيقياً لمساهمة TFs في الحاصل الاقتصادي تحت ظرف الاجهاد.

الاستجابات التكيفية للنباتات يمكن ان تصنف بشكل رئيس الى ثلاث مجاميع رئيسة: (1) التعديل الازموزي او التوازن الازموزي، (2) السيطرة على الضرر الناجم عن الشد، ازالة السموم والاصلاح، و (3) السيطرة على النمو (Zhu، 2001). اعتمادا على استجابات النبات، ويمكن تصنيف اشارات اجهاد الجفاف الى ثلاث مجاميع وظيفية: (1) ايعازات الشد الازموزي لاستعادة التوازن الخلوي، (2) ايعازات ازالة السموم لمنع الضرر على الخلية ولاصلاح الضرر، و (3) الايعازات لحفظ الانقسام الخلوي وتوسع الخلية لحفظ مستوى معين من النمو. ايعازات التوازن وازالة السموم تمنح صفة التحمل وتنظم الاستجابات للشد لغرض الحفاظ على النمو (Zhu، 2001).

2-3-5- آلية الاستجابه الخلويه لشد الجفاف

الايعازات الخلوية cell signalling المرتبطة بالشد الازموزي تكون مصحوبة بفسفرة البروتين Protein phosphorylation وبروتينات Kinases تفعل كاستجابة للشد الازموزي. إيعازات الكالسيوم Ca^{+2} –signalling وكاستجابة للشد الازموزي تحفز Ca^{+2}– dependent protein kinases (CDPK) والذي بدوره ينظم الاستجابات الخلوية انتهاءً بانتاج البروتين اللازم لزيادة قابلية التحمل في النباتات. نمط التعبير التأسيسي Constitutive Overexpression لـ CDPK في الذرة الصفراء ينظم التعبير الجيني والتي بدورها تستجيب لحامض الابسيسك ABA والبرودة والشد الازموزي (Sheen، 1996). لذا فان هذه النتائج تربط استحثاث التعبير الجيني كاستجابة للشد الازموزي مع ايعازات الكالسيوم Ca^{+2}– signalling. نواتج استنساخ الجينات لبروتينات Kinases مثل (MAPK) mitogen– activated protein kinase و(MAPKK) mitogen–activated protein kinase kinase و(MAPKKK) mitogen–activated protein kinase kinase kinase و Histidine kinases تزداد في نباتات الذرة الصفراء النامية تحت ظروف الشد الازموزي

(Mizoguchi واخرون، 2000). ان فهم المسارات الخلوية يعتمد على رؤية واضحة لمدخلات كل مسار ومخرجاته، فالشد الازموزي يغير من الضغط الانتفاخي في الخلية والضرر الناتج يعدان من مدخلات هذا المسار بينما التعديل الازموزي بواسطة المركبات الازموزية Osmolytes والحماية ضد هذا الضرر واصلاحه (استحثاث LEA و Dehydrins) تعد من مخرجات مسار ايعاز الشد الازموزي (Zhu، 2002). الفوسفولبيدات (Phospholipids) في الغشاء الخلوي تنتج العديد من المركبات المهمة في الايعازات الخلوية مثل (IP3) Inositol 1,4,5–Triphosphate و Diacylglycerol (DAG) و Phosphatidic (PA) والتي تجهز الخلية فيما بعد بالدعم البنائي اللازم تحت ظروف الشد الازموزي. في حالة الشد الازموزي الواطئ، تعمل الفوسفولبيدات كناقل للايعازات الخلوية وتنظم مجرى المسار الذي ينتهي بتحفيز التعبير الجيني للجينات المعنية، بينما تحت ظروف الشد الازموزي العالي تتحطم الفوسفولبيدات في الغشاء الخلوي (Sang واخرون، 2001). انزيمات Phospholipase والنواقل الاخرى هي الاساس لتصنيف نظام الايعازات الخاصة بالفوسفولبيدات. من النواقل الثانوية للايعازات الخلوية: (IP3) Inositol 1,4,5–Triphosphate والذي ينظم عملية فتح وغلق الثغور عن طريق زيادة الكالسيوم في السايتوبلازم كأستجابة للشد الازموزي (Wu واخرون، 1997). فقد وجد Sanchez و Chua (2000) ان IP3 هو من الاستجابات للشد الازموزي وذلك من خلال تطبيق العديد من التجارب والتي بينت ان تعبير ABA وجينات الاستجابة للشد الازموزي مرتبطة مباشرة مع التراكم العالي لـ IP3. هناك مركبات اخرى مثل IP6 وI1P3 وI3P3 و I4P3 تشترك في تحرير ايون الكالسيوم من المصادر الداخلية للخلية (Zhu، 2002). انزيمات Phospholipase C (PLC) و Phospholipase D (PLD) هي مكونات مهمه لمسارات الايعازات الخلوية الخاصة بالشد الازموزي. ويعد(PA) Phosphatidic ناقلاً ثانوياً للاشارة الخلوية وينتج بواسطة PLD من خلال انشطار الفوسفولبيدات في الغشاء الخلوي. يحسن PLD من تحلل الدهون في الغشاء الخلوي وفعاليته وجدت اعلى في التراكيب الوراثية الحساسة للشدود البيئية. تزيد معاملة ABA من فعالية PLD، بينما تخفض معاملة PA من تاثير ABA (Jacob واخرون، 1999).

تحمل الشد الازموزي وتنظيم التوازن المائي في النبات هي من بين المميزات الوظيفية لحامض الابسيسك ABA. طفرات ABA طورت في العديد من المحاصيل الحقلية ومن ضمنها الذرة الصفراء، وهذه الطفرات ليس لها المقدرة على النمو تحت ظروف الاجهاد المائي والحرارة العالية (Koornneef واخرون، 1998). طفرات ABA تنتج نباتات قصيرة القوام والتي تبين مشاركة ABA في تنظيم الدورة الخلوية والفعاليات الحيوية الاخرى. الالية الجزيئية لتراكم ABA

كاستجابة للشد الازموزي اصبحت واضحة من خلال التقدم الحاصل بالبيولوجيا الجزيئية. تراكم ABA تعتمد على التوازن بين البناء الحيوي والهدم لـ ABA. هنالك العديد من الجينات التي لها علاقة ببناء ABA مثل: Zeaxanthin epoxidase (ZEP) و ABA Aldehyde oxidase (AAO) و 9-cis epoxycarotenoid dioxygenase (NCED) و LOS5/ABA3 يزداد تعبيرها كاستجابة لاجهاد الجفاف (Zhu،2000). ان الجينات المسؤولة عن تحطيم ABA مثل: Cytochrome P450 monooxygenase تثبط وينخفض تعبيرها كاستجابة لشد الجفاف (Zhu، 2000). تنظيم الجينات المعتمدة على ABA يتكون مباشرة بعد زيادة البناء الحيوي لـ ABA كاستجابة لشد الجفاف. يزداد تعبير الجينات المشتركة بالتوازن الازموزي مثل Aquaporins و Osmolytes و LEA و Dehydrins و Chaperones و Detoxification enzymes و Ubiquitination associated enzymes و Proteases (Zhu واخرون، 1997 و Zhu، 2000). تصنف الجينات حسب استجابتها للجفاف الى مجموعتين رئيستين هما: جينات الاستجابة المبكرة وجينات الاستجابة المتاخرة. ان استحثاث جينات الاستجابة المبكرة (مثل: CBF/DREB, AtMyb, AB15, AREB and RD22BP) يبدأ بسرعة حتى ضمن بضع دقائق وتقوم هذه الجينات بتشفير عوامل الاستنساخ TFs. وان عوامل الاستنساخ هذه تقوم بتنظيم جينات الاستجابة المتاخرة التي بدورها تستحث بعد ساعات قليلة من تعريض النبات الى الشد، وتتالف من مجموعة كبيرة من الجينات.

نظرا لاهمية ABA في العديد من العمليات الحيوية المهمة في النبات، فان الجينات التي تشترك في البناء الحيوي او الهدم لهذا الهرمون تمثل جينات مرشحة ومهمة في تربية النباتات لتحمل الجفاف. ان التعبير العالي لانزيمي NCED و ZEP يقود الى تراكم لحامض الابسيسك ABA ومن ثم خفض فقد الماء عن طريق خفض متوسط النتح في الاوراق مما يضفي صفة تحمل الجفاف في الذرة الصفراء (Zhu، 1997 و Iuchi وآخرون، 2001 و Lu وآخرون، 2013) وفول الصويا (Khalili وآخرون، 2013) والرز (Xiao وآخرون، 2009) وهذا التحسين يكون مصحوبا بتحسين صفات النمو والحاصل. تساعد الخطوة الاخيرة لبناء ABA بواسطة AAO والذي يتطلب جزيئة كبريت تمنح من Molybdenum Cofactor (MoCo) لكي يعمل بصورة فعالة (Bittner وآخرون، 2001 و Seo وآخرون، 2004). وجد Xiong واخرون (2001) ان Molybdenum Cofactor sulfurase يشفر بواسطة جين Low expression Osmotically responsive genes (LOS5)/Abscisic acid3 (ABA3) gene. لاحظ Li واخرون (2013) ان التعبير العالي لجين MoCo-sulfurase قد حسن من تحمل الجفاف في نبات فول الصويا عن طريق زيادة تراكم ABA وخفض من فقد الماء عن طريق

التحكم بغلق الثغور وكذلك قد زاد من فعالية الانزيمات المضادة للاكسدة مثل SOD و POD و CAT. وهذا التعبير العالي تسبب ايضا بحاصل عالٍ للكتلة الحية للمجموع الخضري والجذري وكذلك الحاصل تحت ظروف نقص الماء. لاحظ Lu واخرون (2013) تحسناً في اداء الذرة الصفراء واعطاءها حاصلاً اقتصادياً عالياً عند نقل جين LOS5/ABA3 اليها، وان التعبير العالي من LOS5/ABA3 والذي ينظم الخطوة الاخيرة لبناء ABA الحيوي والذي يستحث عن طريق الجفاف والملوحة ومعاملة النباتات بحامض الابسيسك ABA.

تحت ظروف الاجهاد المائي وجد ان التعبير الجيني لجين LOS5/ABA3 في الذرة الصفراء تسبب في زيادة تركيز ABA في النباتات المتوسطة وراثياً اعلى مما هو عليه في النباتات غير المتوسطة وراثياً. وكانت فتحات ثغور سلالات الذرة الصفراء المتوسطة وراثياً أصغر من نباتات WT، التي أدت الى تقليل فقدان المياه في النباتات المتوسطة وراثياً في ظل ظروف الجفاف (Lu وآخرون، 2013). ادى التعبير عن LOS5/ABA3 في سلالات الذرة الصفراء المتوسطة وراثياً ادى الى تقليل معدل النتح فضلاً عن رفع محتوى الماء النسبي (RWC) وتراكم البرولين مقارنة مع نباتات WT، وهذه كانت استراتيجية مهمة للنباتات المتوسطة وراثياً للحفاظ على قدرة المياه والحد من الذبول (Lu وآخرون، 2013). تشير النتائج بوضوح الى أن تعبير LOS5/ABA3 وتمكن الذرة الصفراء من إزالة السموم ROS بكفاءة، وتعزيز تحمل اجهاد الجفاف عن طريق زيادة أنزيمات الجذور الحرة ROS (Lu وآخرون، 2013). إن التعبير العالي لجين LOS5/ABA3 في الذرة الصفراء قد زاد بشكل كبير من تعبير CAT1 مقارنة مع نباتات WT وكذلك زاد من فعالية انزيم CAT1 تحت ظروف الإجهاد، وهذا ما ادى الى خفض تراكم بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) وايضا لوحظ ضرر اقل للغشاء الخلوي معبرا عنه بالايصالية الكهربائية (EC).

3- المواد وطرائق العمل

طبقت التجربة في حقل تجارب قسم المحاصيل الحقلية في كلية الزراعة-جامعة الانبار (الموقع البديل- ابوغريب/ بغداد) للموسمين الخريفي لعام 2015 والربيعي لعام 2016. أجريت كافة عمليات خدمة التربة من حراثة وتنعيم وتقسيم وإجراء كافة عمليات خدمة المحصول مثل الري والخف والتعشيب والتسميد ومكافحة حشرة حفار ساق الذرة بحسب الحاجة.

3-1 الموسم الخريفي 2015

حرثت الأرض حراثتين متعامدتين وتم تنعيمها وتسويتها وقسمت الى مروز ثم زرعت حبوب السلالات في 1 أب في جور على مروز (20 x 90 سم) بواقع خط لكل سلالة. تمت اضافة سماد اليوريا (46N%) بمقدار 400 كغم هـ$^{-1}$، وكذلك تم إجراء التعشيب كلما دعت الحاجة لذلك، كما تمت مكافحة حشرة حفار ساق الذرة (*Sesamia criteca*) بمبيد الديازينون (140 مل لتر$^{-1}$) وروي الحقل حسب حاجة النباتات. تضمنت التجربة خمس سلالات نقية مشتقة محليا من الذرة الصفراء. تم إجراء التضريب بين السلالات باستخدام التضريب نصف التبادلي (Half Diallel cross) على وفق الطريقة الثانية التي اقترحها Griffing (1956) لدراسة المعالم الوراثية والتربية الداخلية. وكانت طريقة التهجين كالآتي:

عند مرحلة التزهير وبعد ظهور أعضاء التزهير الأنثوية وقبل تكوين الحريرة غلفت بأكياس ورقية محكمة خاصة لمنع تلوثها بحبوب لقاح عشوائية وعندما يكون هناك حوالي ثلث النورة الذكرية العلوي قد اطلق متوكه وان هناك نورة انثوية جاهزة لأستقبال حبوب اللقاح نقلت حبوب اللقاح اليها في اليوم التالي من تغليف النورة الذكرية، حينما تظهر الحريرة أجري التلقيح الذاتي للسلالات لغرض الإكثار واستخدامها في تجربة المقارنة.

3-2 الموسم الربيعي 2016

حرثت أرض التجربة حراثتين متعامدتين وقسمت الى مروز وزرعت بذور السلالات مع هجنها الفردية التي تم الحصول عليها من الموسم السابق مع السلالات بتأريخ 17 آذار في جور وعلى مروز بطول 4م بواقع 8 خطوط لكل تركيب وراثي وكانت المسافات 20 x 70 سم. أجريت عملية الخف بعد ثلاثة أسابيع من الزراعة وتم رش النباتات بمبيد الديازينون (140 مل لتر$^{-1}$) لمكافحة حشرة حفار ساق الذرة.

واضيف السماد النتروجيني (يوريا N 46%) وبمقدار 400 كغم هـ$^{-1}$ وعلى دفعتين الأولى بعد أربعة اسابيع من الزراعة والثانية عند الأستطالة قبيل التزهير. أستخدم نظام الالواح المنشقة في تصميم القطاعات الكاملة المعشاة وبثلاثة مكررات، تضمنت الألواح الرئيسة مدد الري (تكرار الري كل 5 ايام وتكرار الري كل 10 ايام)، فيما أحتلت التراكيب الوراثية الألواح الثانوية (السلالات الابوية وهجنها نصف التبادلية). كما وزع كلا العاملين (مدد الري و التراكيب الوراثية) بطريقة عشوائية. بعد وصول النبات الى مرحلة 3-4 اوراق (مرحلة النمو 3-4 حسب مقياس Zadoks (ZCK 3-4)) Zadoks واخرون (1974)، تم تطبيق معاملة الري والتي تضمنت: الري الطبيعي كل 5 ايام ومعاملة الاجهاد بفاصلة ارواء كل 10 ايام.

3-2-1 الصفات المدروسة:

النمو الخضري:

1- عدد الايام من الزراعة الى 50% تزهير ذكري وانثوي
2- متوسط ارتفاع النبات (سم): تم قياس ارتفاع النبات لخمس نباتات اخذت عشوائياً من المروز الوسطية لكل وحدة تجريبية من سطح التربة وحتى اخر عقدة في الساق (عقدة ورقة العلم) خلال مرحلة التزهير ثم حساب المتوسط لها.
3- ارتفاع العرنوص: تم قياس ارتفاع العرنوص من سطح التربة وحتى عقدة العرنوص الرئيس في النبات وكمتوسط لخمسة نباتات اخذت عشوائياً من المروز الوسطية لكل وحدة تجريبية.
4- قطر الساق (مليمتر): تم قياس قطر الساق لخمس نباتات في كل وحدة تجريبية بأستخدام جهاز قياس القطر (Vernier caliper) وعلى ارتفاع واحد لجميع النباتات المقاسه، ثم حسب المتوسط لها.
5- متوسط المساحة الورقية (سم^2): تم قياسها عند أكتمال مرحلة التزهير (تزهير 100%) ولخمسة نباتات عشوائية اخذت من المروز الوسطية لكل وحدة تجريبية تم اخذ القياس للورقة الواقعة تحت ورقة العرنوص الرئيس وبحسب العلاقة التالية:-

المساحة الورقية (سم^2) = طول الورقة تحت العرنوص x اقصى عرض x 0.75 Sockness و Dudly (1989)

6- الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم نبات$^{-1}$): تم تجفيف النباتات الخمسة اَنفة الذكر وذلك لعدة أيام بدرجة حرارة الجو ولحين ثبوت الوزن الجاف لهذه النباتات وبعد ذلك وزنت العينات بميزان حساس ثم استخراج متوسط الوزن الجاف لها.

7- تقدير محتوى الماء النسبي (%) Relative water content: اذ تم اخذ اربع اوراق من كل وحدة تجريبية بعد مرور ثمانية ايام من بداية تطبيق معاملتي الري، اذ تم ايجاد محتوى الماء النسبي (RWC) حسب الطريقة التي ذكرها Sairam و Sirvastava (2001) وذلك بوزن الورقة المفصولة عن النبات مباشرة بميزان حساس ويسمى بالوزن الرطب Freshweight (Fw) ثم بعدئذ توضع هذه الأوراق في الماء المقطر لمدة 24 ساعة بوجود الضوء وبدرجة حرارة الغرفة، بعدها تستخرج من الماء ويتم ازالة الماء من على سطحها ثم توزن للحصول على الوزن الممتلئ Turgid weight (Tw) وبعد ذلك يتم تجفيفها للحصول على الوزن الجاف لها Dry (Dw) weight لعدة أيام لحين ثبوت الوزن الجاف للأوراق.

وتم حساب محتوى الماء النسبي من العلاقة التالية:

$$R.W.C.\% = \frac{Fw - Dw}{Tw - Dw} \times 100$$

حيث أن R.W.C.= محتوى الماء النسبي.

Fw = الوزن الطري او الطازج مقاساً بالغرام.

Tw = هو الوزن المشبع مقاساً بالغرام.

Dw = الوزن الجاف مقاساً بالغرام.

الحاصل ومكوناته:

1- عدد العرانيص بالنبات: تم حسابه كمعدل لعدد العرانيص في خمس نباتات اخذت عشوائياً من المروز الوسطية لكل وحدة تجريبية.
2- عدد الصفوف في العرنوص: كمتوسط لعدد الصفوف في خمس عرانيص عشوائية لكل تركيب وراثي.
3- عدد الحبوب بالصف: تم احتسابه كمعدل لعدد الحبوب بالصف لخمس عرانيص اخذت عشوائياً من كل وحدة تجريبية.
4- وزن 500 حبة (غم): بعد خلط حبوب الخمسة نباتات لكل وحدة تجريبية، اخذت منها عينة عشوائية لـ 500 حبة ثم وزنت بميزان حساس.

5- حاصل الحبوب (كغم هـ$^{-1}$): تم حسابه بوزن الحاصل الكلي لخمسة نباتات من كل وحدة تجريبية ثم حول الوزن الى كغم هـ$^{-1}$.

3-3 الدراسة الجزيئية

3-3-1 أستخلاص DNA الكلي Total DNA extraction

تم اخذ العينات من النباتات عند مرحلة 7-9 ورقات (ZCK31-32) في الصباح الباكر وتم وضعها في اكياس تمنع فقدان الرطوبة، وضعت هذه العينات مباشرة في حافظة (box) حاوية على الثلج وتم نقلها مباشرة الى المختبر لاستخلاص DNA منها، إذ تم استخلاص الحامض النووي DNA وذلك بأستخدام CTAB Kit المجهز من قبل معهد الهندسة الوراثية في جامعة بغداد ولقد تم العمل بهذه المواد الكيميائية حسب تعليمات المصنع كما في الخطوات الآتية:

1- تم اخذ 150 ملغم من اوراق نباتات الذرة (القمة النامية) وسحقت بإضافة 800 مايكروليتر من محلول CTAB وبأستخدام Micro-pestle لمدة 5 دقائق.
2- وضعت العينة في انبوبة 1.5 مل بعدها حضنت في حمام مائي (Water bath) بدرجة حراره 55 م° ولمدة 10 دقائق.
3- وضعت العينة في جهاز الطرد المركزي بسرعة 13000 دورة دقيقة$^{-1}$ لمدة 5 دقائق.
4- اضيف 400 مايكرولتر من ال Chloroform لكل عينة، بعدها توضع في جهاز الطرد المركزي بسرعة 13000 دورة دقيقة$^{-1}$ لمدة 5 دقائق.
5- نقلت الطبقة المائية العليا (رائق DNA) الى انبوبة (Eppendrof) جديدة.
6- اضيف 50 مايكرولتر من محلول High salt solution Buffer، تليها اضافة 500 مايكرولتر كحول بارد مطلق (96%) Cold absolute ethanol.
7- مزج الأنابيب ببطء عدة مرات لترسيب الحمض النووي DNA، بعدها توضع الأنابيب في جهاز الطرد المركزي بسرعة 12000 دورة دقيقة$^{-1}$ لمدة 5 دقائق.
8- تم التخلص من الرائق الموجود في الانبوبة ويبقى الراسب في الأسفل (DNA)، يليها غسل DNA من البروتين بإضافة 500 مايكرولتر من الايثانول (70%) Cold ethanol وقلب الأنابيب ببطء.

9- وضعت العينات في جهاز الطرد المركزي بسرعه 13000 دورة دقيقة$^{-1}$ لمدة دقيقة واحدة، التخلص من الرائق في الانبوبة وترك الراسب ليجف بتركه بدرجة حرارة الغرفة لمدة 15 دقيقة.

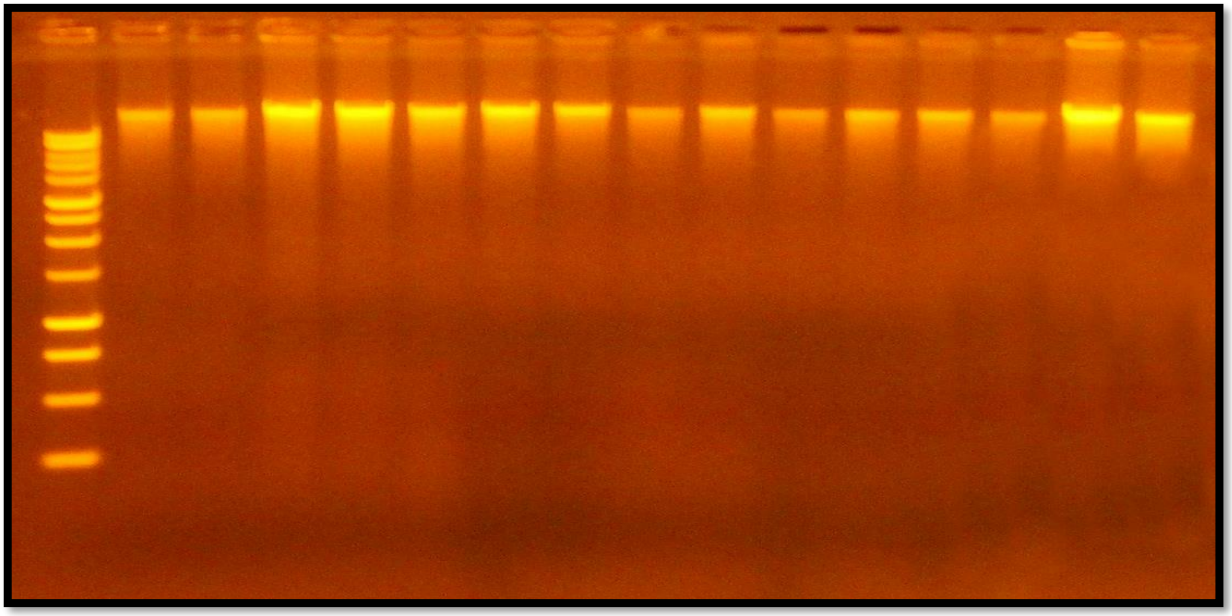
10- حفظ الحامض النووي DNA المستخلص بإضافة 50 مايكرولتر من محلول Rehydration buffer.

11- تم قياس تركيز DNA (باستخدام المطياف Spectrophotometer). تم القياس عند طول موجي 260 نانوميتر و 280 نانوميتر لتقدير نقاوة DNA

DNA purity: A260/280 ratio: 1.7-1.9

DNA Concentration (µ/ml): A260 X 50

تم التاكد من نوعية DNA وسلامته من خلال ترحيل 5 مايكروليتر من كل عينة خلطت مع 2 مايكروليتير محلول المنظم للتحميل (Loading Buffer: 0.25 g bromophenol dye; 30 ml glycrol) على هلام الاكاروز بتركيز 2% (الصورة 1). اما هلام الاكاروز فقد تم تحضيره باذابة 2 غم من مسحوق في 100 مل من المحلول المنظم 1X TAE باستخدام المايكرويف. ترك المخلوط ليبرد الى 55-60 م° قبل اضافة 1 مايكروليتر من مركب Ethidium bromide (10 mg ml^{-1}). بعد ذلك تم سكب هذا الخليط في صينية الترحيل الكهربائي ومن ثم ثبت المشط في مكانه المخصص وترك الخليط مدة 30 دقيقة والى ان يتصلب. تم ازالة المشط بلطف بعد التصلب التام ومن ثم وضعت الصينية في جهاز الترحيل الكهربائي الذي يحتوي على محلول (Running Buffer 1X TAE) لحد الغمر بمقدار 2 ملم. تم تحميل 5 مايكروليتر من كل عينة. استخدم الدليل الحجمي DNA Ladder (1 kb) لمعرفة حجم قطع DNA الظاهرة على شكل حزم. تم وضع الغطاء باحكام قبل تسليط التيار الكهربائي (100 V/ 50 mAMP) لمدة 90 دقيقة. تم معاينة الصور باستخدام UV transilluminator والتقطت الصور بواسطة الكاميرا الرقمية Canon, US والتي تحتوي على الفلتر اللازم والبرنامج المناسب لاضاءة صبغة مركب Ethidium bromide في هلام الترحيل.



شكل 1 نتائج ترحيل الدنا الكلي لعينات التراكيب الوراثية (الآباء 1-5 والهجن نصف التبادلية 6-15)

الأجهزة والمواد الكيمياوية المستخدمة

1-الأجهزة المطلوبة Required devices

جدول 1 يمثل جميع الأجهزة التي استخدمت في هذا الجانب من الدراسة مع اسم الشركة المصنعة وبلد المنشأ.

ت	اسم الجهاز	الشركة المصنعة وبلد المنشأ
1	Thermal cycler	Bio-Rad, US
2	جهاز الترحيل الكهربائي (Gel electrophoreses)	Thermo Scientific, US
3	جهاز الطرد المركزي (micro-centrifuge)	Thermo Scientific, US
4	جهاز الطرد المركزي (الصغير) spin centrifuge	Benchmark, US
5	مازج (vortex)	Stuart Scientific, UK
6	اشعة UV transillumination	Major Science, Taiwan
7	micropipettes	Eppendorf, Germany
8	water bath, microwave oven, balance	Local market, China

2- **المواد الكيميائية**

جدول 2 المواد الكيمياوية المستخدمة في دراسة التباعد الوراثي.

ت	Chemicals
1	محلول CTAB
2	كلوروفورم
3	محلول Buffer High salt solution
4	كحول الايثانول مطلق تركيز96 % مبرد
5	كحول الايثانول تركيز70 % مبرد
6	محلول Rehydration Buffer
7	Agarose, Ethidium bromide, TAE 40X (Promega, US)
8	DNA Ladder(100 bp), (1 kb), (Promega, US)

3-3-2 أستخلاص RNA الكلي Total RNA extraction

تم استخلاص الحامض النووي الكلي بأستخدام Trizol Kit المجهز من قبل شركة Life technologies- California، اضيف 1 مل من Trizol الى انبوبة 1.5 مل واخذت عينة من الأجزاء الفتية من النبات (200 ملغم) وبنفس وقت اخذ عينات RWC وغمرها في سائل Trizol للمحافظة على حيوية RNA للعينة نقلت بعدها العينات الى المختبر لأستخلاص الحامض النووي RNA الكلي، وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة وكما يلي:

1- بعد غمر العينة داخل محلول Trizol سحقت بأستخدام Micro-pestle لمدة دقيقتين للوصول الى حالة التجانس، أضيف بعدها 400 مايكروليتر من محلول Chloroform ثم وضعت في جهاز الطرد المركزي.
2- اضيف 0.5 مل من 100% اَيزوبروبانول.
3- حضنت العينات في درجة حرارة الغرفة لمدة 10 دقائق.
4- وضع العينات في جهاز الطرد المركزي بسرعة 12000 دورة دقيقة$^{-1}$ لمدة 10 دقائق.
5- تم التخلص من الرائق وترك راسب الحامض النووي RNA في اسفل الانبوبة.
6- غسل الراسب بإضافة 1 مل من ايثانول 75% .

7- وضعت العينات في جهاز المازج (Vortex) لمدة 5 ثواني – 10 ثواني، بعدها توضع العينات في جهاز الطرد المركزي بسرعة 7500 دورة دقيقة$^{-1}$ لمدة 5 دقائق.

8- التخلص من الهواء او الفراغ الموجود في الحمض النووي RNA لمدة 5-10 دقائق. كون العينات لا تجف بواسطة جهاز الطرد المركزي.

9- اعادة ترطيب (Rehydration) الحمض النووي RNA باضافة RNase-Free Water، وذلك بتمرير المحلول صعودا ونزولاً عدة مرات من خلال طرف ماصة Pipette tip.

10- حضن العينات في حمام مائي Water bath على درجة حرارة 60-55 م° لمدة 10-15 دقيقة.

11- تخزن العينات في -70 م° لحين استخدامها.

الأجهزة والمواد المطلوبة

الاجهزة

جدول 3 الأجهزة المطلوبة والمستخدمة في هذا الجانب من الدراسة.

	اسم الجهاز	الشركة المصنعة (المنشأ)
1	SmartCycler (real time PCR)	Cepheid, US
2	Smart tube	Cepheid, US
3	جهاز الطرد المركزي microcentrifuge	ThermoScientific, US
4	جهاز الطرد المركزي (الصغير) spin centrifuge	Cepheid, US
5	مازج vortex	Stuart Scientific, UK
6	حمام مائي water bath	Local market, China
7	Micropipettes	Eppendorf, Germany
8	Rack Smart tube	Cepheid, US

المواد الكيميائية

جدول 4 المواد الكيمياوية المستعملة في دراسة التعبير الجيني.

ت	RNA Isolation
1	Chloroform
2	Isopropyl alcohol
3	75% ethanol (in DEPC-treated water)
4	RNase-free water
5	Centrifuge and rotor capable of reaching up to 12,000 × g
6	Polypropylene micro-centrifuge tubes
7	Water bath or heat block (55–60°C)

3-3-3- التباعد الوراثي باستخدام معلمة RAPD

Genetic diversity by using Random amplified Polymorphic DNA Marker

استخدمت 5 بادئات لدراسة التباعد الوراثي بين التراكيب الوراثية (السلالات وهجنها نصف التبادلية) وكما مبينة في الجدول ادناه.

جدول 5 يمثل البادئات العشوائية المستخدمة في هذه الدراسة مع التتابعات.

ت	البوادئ	التتابعات
1	**OPC-08**	**5´-TGGACCGGTG-3´**
2	**OPC-15**	**5´-GACGGATCAG-3´**
3	**OPD-03**	**5´-GTCGCCGTCA-3´**
4	**OPE-15**	**5´-ACGCACAACC-3´**
5	**OPD-05**	**5´-TGAGCGGACA-3´**

طريقة العمل:

تم استخدام تفاعل حجمه 25 مايكروليتر حيث كانت تحتوي على 12.5 مايكروليتر Green Master Mix، 2 مايكروليتر من 10 pmol/ul من كل بادئ (Primer)، 4 مايكروليتر من كل عينة DNA ومن ثم تم اكمال الحجم الى 25 مايكروليتر بأستخدام nuclease-free water. وكانت الظروف الحرارية thermal cycle لتفاعل PCR على النحو الآتي:

جدول 6 البرنامج الحراري لتفاعل PCR.

ت	الخطوات	درجة الحرارة (C)	الوقت (دقيقة- ثانية)
1	initial denaturation	95	04:00
2	Denaturation	95	00:40
3	Annealing	42	01:40
4	Extension	72	02:30
5	repeat steps 2 - 4 for 35 cycles		
6	final extension	72	10:00
7	Hold	4	_

تقدير التباعد الوراثي والتحليل العنقودي

الحزم الناتجة سجلت وادخلت في مصفوفة ثنائية (Binary Character matrix)، إذ أعطي الرقم 1 لظهور الحزمة والرقم 0 لاختفائها، ومن ثم تم احتساب التشابة الوراثي (Genetic Similarity) بين التراكيب الوراثية. أما التحليل العنقودي فقد تم الحصول عليه باستخدام (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic average–UPGMA) قدر التباعد الوراثي بالاعتماد على (Nei و Li، 1979).

3-3-4- التعبير الجيني

1- بادئات الجينات المستخدمة:

تم أستخدام نوعين من البادئات في هذه الدراسة، الأول الخاص بجين الهدف LOS5/ABA3 أما البادئ الثاني فيكون خاصّاً بجين المنظم (Endogenous control) Actin-1، إذ تم تصميم هذه البادئات في هذه الدراسة وذلك بأستخدام التتابع الخاص بالجينين باستخدام موقع NCBI Gen Bank Data كما مبين في جدول 7.

جدول 7 البادئات المستخدمة لمضاعفة الجينات (LOS5/ABA3 و Actin-1) وتتابعاتها وحجومها.

LOS5/ABA3-F	5´-CTGATAGCTTCTCAGGGTTCAC-3´	103 bp
LOS5/ABA3-R	5´-GGTGGCATCCATCCACTAAA-3´	
Actin-1-F	5´-CCCAAAGGCCAACAGAGAGAAG-3´	137 bp
Actin-1-R	5´-CACCAGAGTCCAGCACAATACC-3´	

2- صنع cDNA وتفاعل qPCR

تصنيع cDNA synthesis

تصنيع الحامض النووي cDNA المكمل لـ DNA القالب من عينات الحامض النووي RNA المستخلص بأستخدام One-Step RT-qPCR System المجهز من قبل شركة (Promega-USA)، إذ تم استخدام هذا النظام الذي يعمل على تحويل العينات بعد استخلاصها من RNA الى cDNA ومن ثم استخدام الاخير في تفاعل RT-qPCR.

تفاعل RT-qPCR

اجري تفاعل RT-qPCR بأستخدام نظام One step RT-qPCR، وتكوَن التفاعل من 10 مايكروليتر Master mix، RT mix 0.4، 2 مايكروليتر من كل بادئ (Forward and reverse) لكل من الجينين (LOS5/ABA3 و Actin-1)، 1.6 مايكروليتر H_2O (nuclease-water free) و 4 مايكروليتر من كل عينة RNA وكان حجم التفاعل 20 مايكروليتر. بعد ذلك تم اضافة هذه المكونات التي ذكرت أعلاه الى أنابيب خاصة (Smart tube) بـ qPCR. ومن ثم وضعت جميع الأنابيب في

جهاز الطرد المركزي المازج Vortex Centrifuge وبعدها نقلت العينات الى جهاز RT–qPCR تم تطبيق البرنامج الحراري qPCR Thermocycler conditions لكلا الجينين حسب طريقة عمل نظام One step RT-qPCR المصنع من قبل شركة (Promaga-USA) كما في الجدول التالي:

جدول 8 البرنامج الحراري.

ت	الخطوات		الدورات	درجات الحرارة (c)	الوقت (دقيقة:ثانيه)
1	Reverse Transcription		1	≥37°C	15:00 minutes
2	RT inactivation/Hot-start activation		1	95°C	10:00 minutes
3	qPCR steps	a. Denature	40	95°C	00:10 seconds
		b. Anneal/Collect Data		60°C	00:30 seconds
		c. Extend		72°C	00:30 seconds
4	Dissociation		1	60–95°C	

بعد الحصول على متوسطات Ct لكل من الجينين المستخدمين وتحت معاملتي فاصلة الري يتم اجراء الحسابات التالية للحصول على التعبير الجيني:

1- احتساب ΔCt1 التي تمثل الفرق بين Ct للجين الهدف (LOS/ABA3) والجين المنظم (Actin) في النباتات التي تروى ريا طبيعيا.

$$\Delta Ct1 = Ct\ (LOS/ABA3) - Ct(Actin)$$

2- احتساب ΔCt2 التي تمثل الفرق بين Ct للجين الهدف (LOS/ABA3) والجين المنظم (Actin) في النباتات التي تروى بفاصلة ارواء 10 ايام.

$$\Delta Ct2 = Ct\ (LOS/ABA3) - Ct(Actin)$$

3- احتساب ΔΔCt التي تمثل الفرق بين ΔCt1 و ΔCt2.

$$\Delta\Delta Ct = \Delta Ct2 - \Delta Ct1$$

4- احتساب عدد الاضعاف التي يزداد فيها تعبير الجين الهدف (*LOS/ABA3*) على وفق المعادلة الآتية:

$$Expression\ fold\ change = 2^{-\Delta\Delta Ct}$$

4-3 التحليل الأحصائي والوراثي والجزيئي

أُجري تحليل البيانات احصائيا للصفات المدروسة كافة بحسب طريقة تحليل التباين (ANOVA) بوصفها تجربة منشقة بعاملين في تصميم القطاعات المعشاة الكاملة، إذ احتلت معاملة فاصلة الري الالواح الرئيسة في حين احتلت التراكيب الوراثية (5 سلالات+ 10 هجن نصف تبادلية) الالواح الثانوية، وقورنت الفروق بين المتوسطات الحسابية للمعاملات بأستخدام أقل فرق معنوي (L.S.D.) عند مستوى احتمال 5%. على وفق الأنموذج الرياضي:

❖ $Y_{ijk}= \mu + P_k + a_i + £_{ik} + \beta_j + (a\beta)_{ij} + £_{ijk}$ $\begin{pmatrix} i=1,2,3,\dots a \\ j=1,2,3\dots b \\ k=1,2,3\dots r \end{pmatrix}$

حيث ان:

- Y_{ijk}: قيمة المشاهدة الخاصة بالوحدة التجريبية k التي أخذت المستوى i من العامل A والمستوى j من العامل B.
- μ: المتوسط العام للمجتمع.
- P_k: قيمة تاثير القطاع k.
- a_i: قيمة تاثير المستوى i من العامل A.
- $£_{ik}$: قيمة تاثير الخطأ التجريبي للقطع الرئيسة (الكاملة).
- β_j: قيمة تاثير المستوى j من العامل B.
- $(a\beta)_{ij}$: قيمة التاثير المشترك بين المستوى i من العامل A والمستوى j من العامل B.
- £ijk: قيمة الخطأ التجريبي للقطع المنشقة (الثانوية).

اما بالنسبة للتحليل الوراثي فقد تم تحليل بيانات التجربة الناتجة من التضريب نصف التبادلي (Half Diallel Cross) وحسب الطريقة الثانية– Method II الأنموذج الثاني والمقترحة من قبل Griffing (1956) وحسب الأنموذج الرياضي:

❖ $\boldsymbol{Xij = \mu + gi + gj + sij + \left(\frac{1}{b}\right)\sum_K eijk}$

حيث ان:

- l = j =1.....p ،k =1.....b
- μ = المتوسط العام للمجتمع
- gi = قابلية الاتحاد العامة للاب i
- gj = قابلية الاتحاد العامة للاب j
- Sij = قابلية الاتحاد الخاصة للهجين الناتج من تضريب الاب i مع الاب j
- eijk = التأثير البيئي الناتج من المشاهدة ijk

تقدير مكونات التباين المظهري

تم حساب التباين الإضافي و التجميعي ($\sigma^2 A$) والتباين السيادي ($\sigma^2 D$) من مكونات التباين المتوقع EMS حسب Griffing (1956) و طبقا للمعادلات الآتية:-

$$\sigma^2 A = 2\sigma^2 gca$$
$$\sigma^2 D = \sigma^2 sca$$

تقدير نسبة التوريث: Estimation of Heritability

قدرت نسبة التوريث بالمعنى الواسع والضيق اعتمادا على قيم تباين gca و sca وتباين الخطأ التجريبي. وقد تم حساب التباين المضيف Additive وغير المضيف Non- Additive على وفق ما ذكره Singh و Chaudhary (1985).

$$h^2 b.s = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 p} = \frac{\sigma^2 A + \sigma^2 D}{\sigma^2 A + \sigma^2 D + \sigma^2 \bar{e}} = \frac{2\sigma^2 gca + \sigma^2 sca}{2\sigma^2 gca + \sigma^2 sca + \sigma^2 \bar{e}} X100$$
$$h^2 n.s = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 p} = \frac{\sigma^2 A}{\sigma^2 A + \sigma^2 D + \sigma^2 \bar{e}} = \frac{2\sigma^2 gca}{2\sigma^2 gca + \sigma^2 sca + \sigma^2 \bar{e}} X100$$

إذ إن :

- h^2b.s= نسبة التوريث بالمعنى الواسع.
- h^2n.s= نسبة التوريث بالمعنى الضيق.
- $\sigma^2 \bar{e}$= تباين الخطأ التجريبي المحور.
- $\sigma^2 A$= التباين الوراثي الإضافي.
- $\sigma^2 D$= التباين الوراثي السيادي.

تقدير متوسط درجة السيادة ($\bar{a}$) Average Degree of Dominance

تم تقدير متوسط درجة السيادة لكل صفة حسب المعادلة الآتية :

$$\bar{a} = \sqrt{\frac{2\sigma^2 D}{\sigma^2 A}} = \sqrt{\frac{2\sigma^2 sca}{2\sigma^2 gca}} = \sqrt{\frac{\sigma^2 sca}{\sigma^2 gca}}$$

فإذا كانت :

- $\bar{a}$ = Zero = عدم وجود سيادة.
- 1>a>0 = وجود سيادة جزئية.
- $\bar{a}$ =1 ، وجود سيادة تامة.
- $\bar{a}$ >1 وجود سيادة فائقة.

تم احتساب قوة الهجين على اساس أنحراف متوسط الجيل الاول عن أفضل الابوين كنسبة مئوية بموجب المعادلة التالية:

❖ $$\boldsymbol{Heterobilty\%} = \frac{\bar{F}-HP}{HP} * 100$$

حيث ان:

- H%= قوة الهجين
- $\overline{F1}$ =متوسط الجيل الاول
- HP = أفضل الابوين

اما بالنسبه للتحليل الجزيئي، فبعد وضع البيانات في مصفوفه ثنائيه (0 و 1) لكل بادئ من البوادئ المستخدمه جمعت كل البيانات في مصفوفه مشتركه لجميع البوادئ ولكل التراكيب الوراثية لغرض استخراج التباعد الوراثي بينها كل حزمه ناتجه عوملت كأليل (موقع جيني) وتم اعطائها الرقم 1، اما اختفاء الحزمه فقد اعطي الرقم 0، وقد إجري التحليل وفق طريقة UPGMA بحسب ماجاء به Nei و Lis (1979):

❖ التشابه الوراثي (GS)= $\frac{(2\,Nij)}{(Ni+Nj)}$

حيث ان :

- GS : التشابه الوراثي بين التراكيب الوراثية.
- Nij : العدد الكلي للمواقع الجينيه (الحزم) في التركيب الوراثي i و j
- Ni : العدد الكلي للمواقع الجينيه (الحزم) في التركيب الوراثي i
- Nj : العدد الكلي للمواقع الجينيه (الحزم) في التركيب الوراثي j

اما بالنسبه لتعدد الاشكال المظهريه Polymorphism فقدرت حسب المعادله الاتيه :

❖ نسبة الاشكال المظهريه = $\frac{Np}{Nt} * \%$

حيث ان:

- Np : عدد الحزم المختلفه للبادئ
- Nt : العدد الكلي للحزم لنفس البادئ

4- النتائج والمناقشة

4-1 تأثير مدد الري والتراكيب الوراثية والتداخل بينهما في صفات النمو الخضري.

1-عدد الايام من الزراعة الى 50% تزهير ذكري وانثوي

اوضحت نتائج التحليل الاحصائي (ملحق 1 و جدول 9) عدم وجود فروق معنوية في هاتين الصفتين بتأثير تكرار الري كل 5 أو 10 ايام. اما بخصوص التزهير الانثوي فقد تراوح متوسط الصفة بين 70.94 و 72.16% لكلا مدتي الري بالتتابع. اتت هذه النتائج متوافقة مع ما وجده فالح و صالح (2012) بعدم وجود فروق معنوية لمعاملة المقارنة ومعاملة الري الناقص في مرحلة التزهير، فيما كانت نتائج شاطي والعبودي (2012) مغايرة اذ وجدا ان قلة الرطوبة احدثت فرقاً معنوياً في مدة التزهير الذكري والانثوي في الذرة الصفراء. كذلك يشير الجدول نفسه الى وجود فروق معنوية بين التراكيب الوراثية في صفة عدد الايام من الزراعة الى 50% تزهير ذكري وانثوي، اذ نلاحظ ان الهجين S1×S3 قد ابكر في صفتي التزهير الذكري والانثوي بلغت 62.75 و 67.75 يوماً بالتتابع مقارنةً بالهجين S2×S3 الذي اعطى اطول مدة تزهير ذكري (70.25) والهجين S2×S5 الذي اعطى اطول مدة للتزهير الانثوي بلغت 73 يوماً. وان السلالة S2 قد اعطت اعلى متوسط لعدد ايام من الزراعة الى 50% تزهير ذكري وانثوي بلغ 72.83 و 76.00 يوماً بالتتابع مقارنةً بالسلالة S1 التي اعطت اقل عدد ايام من الزراعة حتى 50% تزهير ذكري وانثوي بلغت 66.50 و 72.17 يوماً بالتتابع. يعزى هذا التباين الى طبيعة التركيب الوراثي المستخدم ومدى تأثره بالظروف البيئية المحيطة. ايضاً وجد عبد الله وآخرون (2010) و عبد الله و حرجان (2014) فروقات معنوية بين التراكيب الوراثية في عدد الايام من الزراعة وحتى 50% تزهير ذكري وانثوي. وقد اوضحت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول الى وجود اثر معنوي للتداخل المشترك بين معاملات الري والتراكيب الوراثية في صفة عدد الايام من الزراعة الى 50% تزهير ذكري وانثوي، اذ تفوق الهجين S1×S3 على بقية التراكيب الوراثية الذي ابكر في عدد الايام من الزراعة وحتى 50% تزهير ذكري وانثوي عند تكرار الري كل 5 ايام والبالغ 62.50 و 66.50 يوماً للتزهير الذكري والانثوي بالتتابع. اما بخصوص السلالات نجد ان السلالتين S2 و S3 اعطتا اعلى متوسط للصفة عند تكرار الري كل 5 ايام بلغ 73.00 و 73.00 للتزهير الذكري و 76.00 و 75.67 للتزهير الانثوي بالتتابع. ربما تعزى هذه النتائج الى ان النباتات التي تقع تحت تأثير الشد الرطوبي اذا لم تأخذ كفايتها من الماء لأداء عملياتها الحيوية بصورة صحيحة فسوف يؤدي ذلك الى اضطراب فعالياتها الحيوية وانخفاض في كفاءة عملية البناء الضوئي وبالتالي زيادة عدد الايام الى مرحلة التزهير، وعززت هذه النتيجة نتائج شاطي والعبودي (2012) ومفادها ان نقص الرطوبة يؤثر في الفعاليات الحيوية للذرة الصفراء ويزيد من عدد الايام من الزراعة الى مرحلة التزهير.

جدول 9 متوسط عدد الايام من الزراعة الى 50 % تزهير ذكري وانثوي المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (5 و 10 ايام) في الذرة الصفراء.

التراكيب الوراثية	الجنس	معاملات الاجهاد		المتوسط
		فاصلة الري 5 ايام	فاصلة الري 10 ايام	
سلالة 1(S1)	*ذ	67.00	66.00	66.50
	*ث	72.33	72.00	72.17
سلالة 2 (S2)	ذ	73.00	72.67	72.83
	ث	76.00	76.00	76.00
سلالة 3 (S3)	ذ	73.00	71.33	72.17
	ث	75.67	75.33	75.50
سلالة 4 (S4)	ذ	71.33	70.33	70.83
	ث	75.33	74.67	75.00
سلالة 5 (S5)	ذ	70.33	70.00	70.17
	ث	75.33	75.33	75.33
هجين S1XS2 (H1)	ذ	63.00	63.00	63.00
	ث	68.00	70.00	69.00
هجين S1XS3 (H2)	ذ	62.50	63.00	62.75
	ث	66.50	69.00	67.75
هجين S1XS4 (H3)	ذ	63.50	67.00	65.25
	ث	69.00	73.00	71.00
هجين S1XS5 (H4)	ذ	63.00	63.00	63.00
	ث	67.50	70.00	68.75
هجين S2XS3 (H5)	ذ	70.50	70.00	70.25
	ث	71.50	72.00	71.75
هجين S2XS4 (H6)	ذ	67.00	65.00	66.00
	ث	69.00	69.00	69.00
هجين S2XS5 (H7)	ذ	69.50	69.00	69.25
	ث	72.00	74.00	73.00
هجين S3XS4 (H8)	ذ	63.00	64.00	63.50
	ث	68.50	71.00	69.75
هجين S3XS5 (H9)	ذ	66.00	67.00	66.50
	ث	68.50	69.00	68.75
هجين S4XS5 (H10)	ذ	63.50	67.00	65.25
	ث	69.00	72.00	70.50
المتوسط	ذ	67.08	67.22	
	ث	70.94	72.16	

أ.ف.م (0.05) : التركيب الوراثي (1.37-1.17)، فاصلة الري (غ. م- غ. م)، التداخل (1.19-1.65) للتزهير الذكري والانثوي بالتتابع
*ذ (ذكري)، ث (انثوي).

2-أرتفاع النبات

أظهرت نتائج التحليل الأحصائي (ملحق 1 و جدول 10) أن الري كل 5 أيام تفوق معنويا في صفة أرتفاع النبات إذ بلغ 184.74 سم في حين أعطى الري كل 10 أيام أقل متوسط بلغ 173.08 سم وبنسبة أنخفاض مقدارها 6.31%، وقد يعزى أنخفاض أرتفاع النبات عند الري كل 10 أيام الى نقص رطوبة التربة في المراحل المبكرة للنمو وهذا يؤدي الى هبوط بمتوسطات عمليات الأنقسام الخلوي Cell

(division) والأستطالة (Cell Elongation) والمؤدية الى خفض متوسطات نمو النبات لكل من المجموعين الخضري والجذري تحت ظروف الإجهاد المائي (Ogawa و Yamauchi، 2006 و Elsahookie وآخرون، 2006). ويستدل من الجدول ذاته أن التراكيب الوراثية اختلفت معنوياً في أرتفاعاتها، إذ تفوق الهجين S3XS5 بأعلى متوسط للصفة بلغ 200.15 سم، بينما أعطت السلالة S1 أقل متوسط للصفة بلغ 143.90 سم وبنسبة أنخفاض مقدارها 28.10%.

إن تفوق الهجن على السلالات يؤكد زيادة حجم ثابت مقدرة النظام (SCC) في نباتات الهجن وهذا يتفق مع ما وجده الآلوسي و الساهوكي (2006) بسبب فعل قوة الهجين، إذ كانت الهجن أسرع نمواً وأكثر تجميعاً للمادة الجافة (الجدول 14)، وبذا نتوقع تحسين علاقة الصدر بالمصب لتعطي الهجن أرتفاع نبات أعلى من السلالات. هذه النتائج تتفق مع لذيذ و حسين (2014). أما بالنسبة للتأثير المشترك للتراكيب الوراثية ومعاملة الاجهاد، فقد اوضحت نتائج ملحق (1) وجدول (10) الى وجود فروق معنوية في متوسط هذه الصفة، إذ نجد أن اعلى متوسط لأرتفاع النبات كان عند التركيب الوراثي S1XS3 مع معاملة الري كل 5 أيام والذي بلغ 204.20 سم، في حين نجد ان أدنى متوسط لأرتفاع النبات (133.47 سم) كان في السلالة S1 والمروية كل 10 أيام وبنسبة أنخفاض مقدارها 34.64%، ويعزى هذا الأنخفاض المعنوي الى زيادة عجز ماء التشبع أثر تباعد تكرار الري (الجدول 10) مؤدياً الى انخفاض متوسط أرتفاع النبات، وهذا يتفق مع ماذكره Kim واخرون (2010) من أن تباعد مدد الري يؤدي الى أنخفاض المحتوى المائي للتربة متمثلاً بهبوط جهدها المائي والذي ينعكس سلباً على خفض جاهزيته للنبات وبالتالي قلة امتصاصه مما ينجم عنه أنخفاض في متوسط أرتفاع النبات.

جدول 10 متوسط ارتفاع النبات (سم) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام).

التراكيب الوراثية	معاملات الاجهاد		المتوسط
	فاصلة الري 5 ايام	فاصلة الري 10 ايام	
سلالة 1(S1)	154.33	133.47	143.90
سلالة 2 (S2)	160.53	155.33	157.93
سلالة 3 (S3)	173.60	157.47	165.53
سلالة 4 (S4)	145.87	146.47	146.17
سلالة 5 (S5)	168.80	159.43	164.12
هجين S1XS2 (H1)	188.20	176.70	182.45
هجين S1XS3 (H2)	204.20	155.90	180.05
هجين S1XS4 (H3)	203.10	182.90	193.00
هجين S1XS5 (H4)	198.60	182.40	190.50
هجين S2XS3 (H5)	192.50	187.80	190.15
هجين S2XS4 (H6)	179.30	182.20	180.75
هجين S2XS5 (H7)	203.60	194.50	199.05
هجين S3XS4 (H8)	199.90	190.30	195.10
هجين S3XS5 (H9)	200.80	199.50	200.15
هجين S4XS5 (H10)	197.70	191.90	194.80
المتوسط	184.74	173.08	

أ.ف.م (0.05) : التركيب الوراثي (12.57)، فاصلة الري (4.11)، التداخل (17.77).

3-أرتفاع العرنوص الرئيس

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي (ملحق 1 و جدول 11) وجود تأثير معنوي لمعاملات الاجهاد على متوسط ارتفاع العرنوص. إذ نلاحظ تفوق معاملة الري كل 10 أيام معنوياً بأقل متوسط ارتفاع عرنوص بلغ 100.15 سم بالمقارنة مع معاملة تكرار الري كل 5 أيام التي اعطت متوسط ارتفاع عرنوص بلغ 107.13 سم. ان مثل هذه النتائج اتفقت مع Khodarahmpour (2013) الذي وجد تأثيراً معنوياً لمعاملات الري على متوسط ارتفاع العرنوص. تبين من الجدول ذاته وجود تأثير معنوي للتراكيب الوراثية على متوسط هذه الصفة، إذ تفوّقَ الهجينان S2×S4 و S1×S2 والسلالة S5 بإعطائهما افضل ارتفاع للعرنوص الرئيس بلغ 98.35 و 99.35 و 97.07 سم بالتتابع، اما الهجينان S5×S4 و S2×S5 فقد اعطيا اعلى متوسط ارتفاع للعرنوص وهو غير مرغوب به بلغ 123.25 و 122.30 سم. هذه النتائج جاءت مشابهة لما توصل اليه عبد الله و حرجان (2014) و لذيذ و حسين (2014) إذ وجدوا أن الأختلاف بين السلالات وأبنائها يدل على أختلاف السلالات فيما بينها وراثياً، فضلا عن اختلاف الهجن الناتجة عنها. وفي هذا السياق تُعد الهجن التي يقع فيها العرنوص الأعلى في الربع الثاني من

الساق هجناً مرغوباً فيها، ويعزى هذا لأهميتها في مقاومة الرقاد وقابليتها للحصاد الآلي (الأحمد وآخرون، 2013). أما بخصوص تاثير التداخل المشترك لمعاملات الري والتراكيب الوراثية على متوسط ارتفاع العرنوص، فيستدل من محلق 1 وجدول 11 وجود تأثير معنوي لها في هذه الصفة، فقد تفوق الأب S4 والمروي كل 10 أيام معنوياً بأقل ارتفاع عرنوص بلغ 67.53 سم، بينما اعطى الهجين S2XS5 مع الري كل 5 أيام اعلى ارتفاع للعرنوص بلغ 130.20 سم وهو غير مرغوب فيه. وقد أظهرت نتائج الأرتباط للصفات المدروسة في ملحق 2، ان ارتفاع العرنوص كان ارتباطه عالي المعنويه مع أرتفاع النبات والمساحه الورقيه. هذه النتائج اتفقت مع ما توصل اليه الأحمد وآخرون (2013) من أن صفة أرتفاع العرنوص ارتبطت ارتباطاً معنوياً موجباً مع أرتفاع النبات.

جدول 11 متوسط أرتفاع العرنوص (سم) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام).

التراكيب الوراثية	معاملات الاجهاد		المتوسط
	فاصلة الري 5 ايام	فاصلة الري 10 ايام	
سلالة1(S1)	83.40	73.70	78.55
سلالة2 (S2)	87.60	90.40	89.00
سلالة3 (S3)	110.40	100.00	105.20
سلالة4 (S4)	75.00	67.53	71.27
سلالة5 (S5)	98.33	95.80	97.07
هجين S1XS2 (H1)	105.20	93.50	99.35
هجين S1XS3 (H2)	121.50	94.20	107.85
هجين S1XS4 (H3)	113.50	105.80	109.65
هجين S1XS5 (H4)	115.20	102.60	108.90
هجين S2XS3 (H5)	114.80	117.20	116.00
هجين S2XS4 (H6)	95.90	100.80	98.35
هجين S2XS5 (H7)	130.20	114.40	122.30
هجين S3XS4 (H8)	115.20	106.70	110.95
هجين S3XS5 (H9)	112.80	121.00	116.90
هجين S4XS5 (H10)	127.90	118.60	123.25
المتوسط	107.13	100.15	

أ.ف.م (0.05) : التركيب الوراثي (8.35)، فاصلة الري (6.15)، التداخل (11.81).

4-قطر الساق (ملم)

تشير نتائج التحليل الإحصائي (ملحق 1 و جدول 12) الى عدم وجود تأثير معنوي لمدد الري كل 5 و 10 أيام في متوسط قطر الساق للنبات، إذ بلغ 24.35 و 23.57 ملم عند تكرار الري كل 5 و 10

أيام بالتتابع. وهذا يتفق مع Sabiel وآخرين (2014) وجدوا تاثيراً معنوياً لاجهاد الجفاف في هذه الصفة، اما Khan وآخرين (2001) و Zhao وآخرين (2006) و Akter وآخرين (2014) الذين وجدوا أن لإجهاد الجفاف تأثيراً معنوياً على صفة متوسط قطر الساق، إذ أزداد قطر الساق معنوياً بتناقص مستويات الشد الرطوبي. أظهرت نتائج الجدول ذاته تأثيراً معنوياً للتراكيب الوراثية في صفة قطر الساق نلاحظ تميز السلالة S3 التي اعطت اعلى متوسط للصفة بلغ 25.96 ملم نبات$^{-1}$ مقارنةً بالتراكيب الوراثية الاخرى، كذلك كان الهجين S2×S5 متفوقا في هذه الصفة على اغلب التراكيب الوراثية اذ اعطى 25.90 ملم مقارنةً باقل قطر للساق عند الهجين S4×S5 الذي بلغ 22.38 ملم نبات$^{-1}$. وفي هذا المجال وجد عبد الله وآخرين (2010) و عبود وآخرين (2011) و Sabiel وآخرين (2014) ان التراكيب الوراثية للذرة الصفراء اختلفت معنوياً في متوسط قطر الساق، وعزو الى أختلاف تلك التراكيب في الصفات الوراثية.

ويشير الجدول ذاته الى وجود تأثير معنوي للتداخل المشترك بين معاملات الاجهاد والتراكيب الوراثية، اذ كانت أفضل توليفة للهجينين S2XS5 و S3XS5 عند تكرار الري كل 5 أيام والتي أعطت أعلى متوسط للصفة بلغ 26.77 و 26.54 ملم بالتتابع. أما أقل متوسط للصفة كان في الهجن S1XS5 و S1XS2 المرويه كل 10 أيام والذي بلغ 20.94 و 21.05 ملم بالتتابع. نلاحظ أن معاملة تكرار الري كل 5 أيام أعطت اعلى المتوسطات لقطر الساق بالمقارنة مع تكرار الري كل 10 أيام لكن الأختلاف لم يكن كبيراً، ويبدو أن عجز الماء يخفض معدل النمو مما أدى الى انخفاض في تراكم المادة الجافة في خلايا المرستيمات البينية (Intercalary merstims) وعادة توزيع المخزون من المادة الجافة لملأ الحبوب الأمر الذي أدى الى أنخفاض في قطر الساق. هذه النتيجة أتفقت مع ما توصل إليه Abdelmula و Sabiel وآخرين(2007) و Moosavi (2012) الذين اشاروا الى أنخفاض متوسط قطر الساق بشكل معنوي عند ايقاف الري عند مراحل نمو النبات المختلفة.

جدول 12 متوسط قطر الساق (ملم) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام)

التراكيب الوراثية	معاملات الاجهاد		المتوسط
	فاصلة الري 5 ايام	فاصلة الري 10 ايام	
سلالة 1(S1)	25.42	23.93	24.67
سلالة2 (S2)	23.37	23.53	23.45
سلالة3 (S3)	25.87	26.05	25.96
سلالة4 (S4)	24.18	25.23	24.70
سلالة5 (S5)	21.94	25.35	23.65
هجين S1XS2 (H1)	24.07	21.05	22.56
هجين S1XS3 (H2)	22.76	23.39	23.08
هجين S1XS4 (H3)	23.50	23.66	23.58
هجين S1XS5 (H4)	24.12	20.94	22.53
هجين S2XS3 (H5)	25.10	23.99	24.54
هجين S2XS4 (H6)	23.93	25.29	24.61
هجين S2XS5 (H7)	26.77	25.04	25.90
هجين S3XS4 (H8)	26.10	21.42	23.76
هجين S3XS5 (H9)	26.54	21.50	24.02
هجين S4XS5 (H10)	21.55	23.20	22.38
المتوسط	24.35	23.57	

أ.ف.م (0.05) : التركيب الوراثي (1.66)، فاصلة الري (غ. م)، التداخل (2.35).

5-المساحة الورقية

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي (ملحق 1 و جدول 13) عدم وجود تأثير معنوي لمعاملتي الري في هذه الصفة، ومع ذلك ازدادت المساحه الورقية للنباتات المرويه كل 5 ايام بنسبه بلغت 5.94% عن النباتات المروية كل 10 ايام. اختلفت هذه النتيجة مع ما ذكره Al-Sheikh (2015) و Hamood (2010) من أنخفاض معنوي في متوسط المساحة الورقية بسبب تباعد مدد الري. وأثرت التراكيب الوراثية في متوسط هذه الصفة معنويا، اذ تميز الهجين S2XS5 على بقية التراكيب الوراثية بأمتلاكه أعلى متوسط للمساحة الورقية والذي بلغ 709.39 سم^2 نبات$^{-1}$ مقارنةً بالسلالة S2 التي أعطت اقل متوسط للصفة بلغ 490.15 سم^2 نبات$^{-1}$، وربما يعزى ذلك للاختلافات الوراثية بين تلك التراكيب في كفاءتها لإعطاء مساحة ورقية عالية استجابة لعوامل النمو. هذه النتيجه مطابقة لما توصل اليه إبراهيم وعبد (2015) اذ وجدا فروقاً معنوية بين التراكيب الوراثية للمساحة الورقية مما يشير الى وجود أختلافات وراثية بينهما. إن انحراف أغلب الهجن عن متوسط الأبوين لصفة متوسط المساحة الورقية قد يفسر

بوجود التباعد الوراثي الكبير بين الآباء الداخلة في تكوين هذه الهجن. وأظهرت نتائج الجدول (13) عدم وجود تأثير معنوي للتداخل المشترك للتراكيب الوراثية ومعاملة الاجهاد، اذ تراوح متوسط المساحة الورقية بين 765.75 سم^2 نبات$^{-1}$ للتركيب الوراثي S2×S5 المروي كل 5 ايام و 482.40 سم^2 نبات$^{-1}$ للتركيب الوراثي S2 والمروي كل 10 ايام.

جدول 13 متوسط المساحة الورقية (سم^2 نبات$^{-1}$) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام)

التراكيب الوراثية	معاملات الاجهاد		المتوسط
	فاصلة الري 5 ايام	فاصلة الري 10 ايام	
سلالة 1(S1)	491.65	490.45	491.05
سلالة 2 (S2)	497.90	482.40	490.15
سلالة 3 (S3)	556.75	584.72	570.73
سلالة 4 (S4)	569.90	533.80	551.85
سلالة 5 (S5)	595.45	611.05	603.25
هجين S1XS2 (H1)	606.83	558.86	582.84
هجين S1XS3 (H2)	615.64	520.53	568.08
هجين S1XS4 (H3)	624.60	585.15	604.87
هجين S1XS5 (H4)	658.50	656.40	657.45
هجين S2XS3 (H5)	706.95	663.19	685.07
هجين S2XS4 (H6)	661.65	625.95	643.80
هجين S2XS5 (H7)	765.75	653.03	709.39
هجين S3XS4 (H8)	670.13	636.75	653.44
هجين S3XS5 (H9)	700.35	627.71	664.03
هجين S4XS5 (H10)	692.88	657.00	674.94
المتوسط	627.66	592.46	

أ.ف.م (0.05) : التركيب الوراثي (40.49)، فاصلة الري (غ. م)، التداخل (غ. م).

6- وزن النبات الجاف

بينت نتائج التحليل الاحصائي (ملحق 1 و جدول 14) وجود تأثير معنوي لمعاملة الري، إذ تفوقت معاملة الري كل 5 ايام بأعلى متوسط للوزن الجاف بلغ 357.51 غم نبات$^{-1}$ بالمقارنة مع تكرار الري كل 10 أيام والذي اعطى اقل متوسط للصفة بلغ 265.73 غم نبات$^{-1}$، ويعزى سبب زيادة وزن النبات الجاف الى توفر ماء الري اللازم والعناصر وعوامل النمو الأخرى والذي اثر معنوياً في زيادة ارتفاع

النبات وتميزه في المساحة الورقية (الجدولين 10 و 13) والتي انعكست في زيادة الوزن الجاف للنبات. ويؤكد ذلك ارتباط وزن النبات الجاف ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع المساحة الورقية وارتفاع النبات. هذه تتفق مع ما توصل اليه Hamood (2010) الذي بين نقصاناً في الوزن الجاف نتيجةً لأستخدامه الري المتبادل. ويؤكد ذلك أرتباط وزن النبات الجاف ارتباط موجباً معنوياً مع المساحة الورقية وكذلك ارتفاع النبات فالاجهاد المائي عند مرحلة النمو الخضري يؤدي الى خفض النشاط الفسلجي ولاسيما عملية البناء الضوئي لقلة امتصاص الماء والعناصر الغذائية التي لها دور مهم في عمليات نمو وتراكم مكونات المادة الجافة، وهذه النتائج اتفقت مع محمد و أحمد (2016).

كذلك أظهرت النتائج (ملحق 1 و جدول 14) وجود تأثيرٍ معنوي للتراكيب الوراثية في متوسط وزن النبات الجاف، إذ تفوق الهجين S3XS5 على التراكيب الوراثية الأخرى بإعطائه أعلى متوسط للصفة بلغ 368.65 غم نبات$^{-1}$ ولم يختلف معنوياً عن الهجين S4XS5 و S3XS4 اللذين بلغ متوسط وزن النبات الجاف عندهما 368.07 و 365.40 غم نبات$^{-1}$ بالتتابع، في حين نجد أن أوطأ متوسط للصفة قد ظهر في الهجين S1XS3 اذ بلغ 258.17 غم نبات$^{-1}$. اما بخصوص السلالات فقد اعطت السلالة S5 اعلى متوسط للوزن الجاف بلغ 314.30 غم نبات$^{-1}$ مقارنةً مع اقل متوسط بلغ 298.85 غم نبات$^{-1}$ عند السلالة S1. فعلى الرغم من زيادة متوسطات مجموع وزن النبات الجاف لكل من السلالات والهجن، إلا ان الهجين لا يزال متفوقا. وهذا مماثل لما حصل عليه Tollenaar وآخرون (2004b) من أختلافات بين التراكيب الوراثية في متوسطات تراكم المادة الجافة نتيجة قوة الهجين التي أثرت في المساحة الورقية ووزن النبات الجاف. وأظهرت نتائج الجدول ذاته وجود تأثير معنوي للتداخل المشترك بين معاملات الاجهاد والتراكيب الوراثية على صفة وزن النبات الجاف، إذ أثر التداخل المشترك لمعاملة الاجهاد والتراكيب الوراثية في وزن النبات الجاف، نلاحظ أن أفضل توليفة للتداخل كانت في الهجين S4XS5 عند سقيه كل 5 أيام إذ اعطت اعلى وزن جافً للنبات للنبات بلغت 441.40 غم نبات$^{-1}$ مقارنةً بالهجين S2×S3 الذي اعطى ادنى متوسط للتداخل بلغ 193.20 غم نبات$^{-1}$ عند معاملة الري كل 10 ايام، ان هذا يعزى الى زيادة المساحة الورقية مع توفر الماء وبالتالي زيادة فعالية البناء الضوئي وزيادة وحدات الإشعاع المعترض بالمساحة الورقية فضلاً عن تأخر شيخوختها كل ذلك ينعكس في زيادة وزن النبات الجاف. ويؤكد هذه النتيجة علاقة الارتباط الموجبة بين الوزن الجاف للنبات والمساحة الورقية (ملحق 2)، هذه النتائج تتفق مع الخزعلي وآخرين (2013).

جدول 14 متوسط وزن النبات الجاف (غم نبات-1) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام)

التراكيب الوراثية	معاملات الاجهاد		المتوسط
	فاصلة الري 5 ايام	فاصلة الري 10 ايام	
سلالة 1(S1)	363.40	234.30	298.85
سلالة2 (S2)	269.40	257.10	263.25
سلالة3 (S3)	339.20	253.10	296.15
سلالة4 (S4)	315.40	245.70	280.55
سلالة5 (S5)	330.60	298.00	314.30
هجين S1XS2 (H1)	315.50	231.20	273.35
هجين S1XS3 (H2)	262.10	254.25	258.17
هجين S1XS4 (H3)	330.80	271.75	301.28
هجين S1XS5 (H4)	369.85	292.60	331.22
هجين S2XS3 (H5)	412.25	193.20	302.73
هجين S2XS4 (H6)	383.55	266.05	324.80
هجين S2XS5 (H7)	369.40	285.65	327.53
هجين S3XS4 (H8)	427.55	303.25	365.40
هجين S3XS5 (H9)	432.30	305.00	368.65
هجين S4XS5 (H10)	441.40	294.75	368.07
المتوسط	357.51	265.73	

أ.ف.م (0.05) : التركيب الوراثي (37.83)، فاصلة الري (59.02)، التداخل (53.50).

7-محتوى الماء النسبي (R.W.C%)

يمثل محتوى الماء النسبي في الورقة مؤشراً هاماً لتوازن هذا الماء، ولاسيما في ظروف الاجهاد المائي، إذ بينت الدراسات أن قيم محتوى الماء النسبي للورقة تُعد أفضل مؤشر للتعبير عن حالة الماء في الخلية من المؤشرات الأخرى ذات العلاقة بالجهد المائي (Water potential) أو الجهد الأزموزي (Osmotic potential)، كما بينت البحوث أن أرتفاع قيم محتوى الماء النسبي يُعد من المؤشرات المهمة في تصنيف النباتات المتحملة للشد المائي (Pankovic واخرون، 1999). وتبين نتائج التحليل الاحصائي المثبتة في ملحق 1 وجدول 15 وجود فروق معنوية لمعاملات الاجهاد في صفة محتوى الماء النسبي، إذ أنخفض محتوى الماء النسبي من 21.81 الى 21.19% أثر تباعد مدد الري من 5 الى 10 أيام وبنسبة أنخفاض مقدارها 2.84%، ويعزى سبب أنخفاض محتوى الماء النسبي الى تأثير الاجهاد المائي مسبباً ارتفاع استهلاك الماء داخل النبات نسبة الى الماء الممتص مما يؤثر سلباً على الصفة، وهذه

النتائج تتوافق مع نتائج طوشان وآخرين (2013) و Mosavifeyzabadi وآخرين (2013) و Atteya (2003) و Kramer و Boyer (1995) الذين أكدوا أن محتوى الماء النسبي للأوراق يتناقص مع زيادة حدة الاجهاد المائي بسبب ارتفاع استهلاك الماء داخل النبات نسبة الى الماء الممتص، وتعكس هذه النتائج مدى تأثر هذا المحتوى بالاجهادات البيئية. او قد يعزى سبب انخفاض محتوى الماء النسبي في الورقة بتأثير الاجهاد المائي الى انخفاض في انتفاخ الخلايا النباتية وتقليل النمو، وفي هذا المجال ذكر Karam وآخرون (2007) أن سبب انخفاض محتوى الماء النسبي في الورقة يعزى الى خفض المحتوى الرطوبي في التربة القريبة من منطقة الجذر، وبالتالي تباطؤ نمو النبات للحفاظ على معدل النتح. ويستدل من الجدول ذاته وجود تأثير معنوي للتراكيب الوراثية على محتوى الماء النسبي، اذ تفوقت السلالة الاولى S1 في محتوى الماء النسبي (40.31%) متفوقةً بذلك على جميع السلالات الاخرى وحتى الهجن مقارنةً مع الهجين S1×S5 الذي اعطى اقل متوسط لهذه الصفة على الاطلاق بلغ 14.78%. ووجدت نتائج مشابهة في دراستي طوشان وآخرون (2013) و Al-shiekh (2015) إذ اشاروا الى أن اصناف الذرة الصفراء اختلفت في محتوى الماء النسبي. وتبين نتائج ملحق 1 و جدول 15 وجود تأثير معنوي للتداخل المشترك لمعاملات الاجهاد والتراكيب الوراثية، وأن افضل توليفة كانت في السلالة S1 المرويه كل 5 أيام اذ اعطت اعلى متوسط للتداخل المشترك اذ بلغ 57.96%، وأن أقل متوسط لمحتوى الماء النسبي للورقة بلغ 11.23 و 11.59% عند الهجينين S3XS4 و S1XS5 عند تكرار الري كل 5 أيام بالتتابع، نلاحظ أن أغلب الهجن تفوقت عند الري كل 10 أيام باعلى المتوسطات للصفة بالمقارنة مع الري كل 5 أيام، إذ تفوق الهجينين S3XS4 و S3XS5 بإعطائهما أعلى متوسط لمحتوى الماء النسبي عند الري كل 10 أيام بلغ 24.07 و 23.70% بالتتابع. وزيادة محتوى الماء النسبي في الورقة عند تكرار الري كل 10 أيام دلالة على عدم حصول شد مائي عال ولم يؤثر سلباً في متوسط الصفة في هذين الهجينين.

جدول 15 متوسط محتوى الماء النسبي (RWC) في الورقة للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام)

التراكيب الوراثية	معاملات الاجهاد		المتوسط
	فاصلة الري 5 ايام	فاصلة الري 10 ايام	
سلالة 1(S1)	57.96	22.67	40.31
سلالة 2 (S2)	24.27	21.04	22.66
سلالة 3 (S3)	23.20	21.37	22.28
سلالة 4 (S4)	29.52	23.68	26.60
سلالة 5 (S5)	37.40	21.85	29.62
هجين S1XS2 (H1)	14.85	21.37	18.11
هجين S1XS3 (H2)	26.15	14.93	20.54
هجين S1XS4 (H3)	15.07	18.76	16.91
هجين S1XS5 (H4)	11.59	17.98	14.78
هجين S2XS3 (H5)	13.68	23.30	18.49
هجين S2XS4 (H6)	13.28	21.74	17.51
هجين S2XS5 (H7)	17.15	18.34	17.74
هجين S3XS4 (H8)	11.23	24.07	17.65
هجين S3XS5 (H9)	15.52	23.70	19.61
هجين S4XS5 (H10)	16.27	23.13	19.70
المتوسط	21.81	21.19	

أ.ف.م (0.05) : التركيب الوراثي (2.62)، فاصلة الري (0.56)، التداخل (3.70).

4-2 تأثير مدد الري والتراكيب الوراثية والتداخل بينهما على صفات الحاصل ومكوناته.

1- عدد العرانيص بالنبات

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي (ملحق 1 و جدول 16) عدم وجود فروق معنوية بين معاملتي الري في هذه الصفة، إذ بلغت 1.18 و 1.07 عرنوص نبات$^{-1}$ لمعاملتي الري كل 5 و 10 أيام بالتتابع. وتتفق هذه النتيجة مع Al-Sheikh (2015) الذي وجد أن تباعد مدد الري لم تاثر معنوياً في متوسط عدد العرانيص بالنبات. اما القيسي وآخرون (2014) فقد وجدوا أنخفاض معنوي في متوسط عدد العرانيص بالنبات عند تباعد مدد الري (14 يوماً) لنبات الذرة الصفراء. اختلفت التراكيب الوراثية معنوياً في متوسط عدد عرانيص النبات، تفوق الهجين S2XS5 والسلالة S4 باعلى متوسط لصفة عدد العرانيص بلغا 1.30 و 1.27 عرنوص نبات$^{-1}$ بالتتابع، يليه بذلك كل من السلالة S2 والهجينين S3×S4 و S4×S5 اللذين اعطيا متوسط بلغت 1.23 و 1.20 عرنوص نبات$^{-1}$ بالتتابع. بينما اعطت الهجن

S1×S2 و S1×S3 و S2×S3 و S2×S4 اقل عدد عرانيص (1.00 عرنوص نبات$^{-1}$). وهذه النتائج تتماشى مع ما نتائج الزهيري (2008) و داود وعلي (2009) و عبد وآخرون (2009) وعبود وآخرون (2011) صابر و سعد الله (2012) و صالح وآخرون (2013) الذين حصلوا على نتائج مماثلة في دراساتهم نتيجة لوجود فروق معنوية بين الآباء وأبنائها في صفة عدد العرانيص بالنبات. اثر التداخل المشترك لمعاملات الاجهاد والتراكيب الوراثية معنوياً في متوسط عدد العرانيص بالنبات، وان أفضل التوليفات كانت بين التركيب الوراثي S2XS5 و تكرار الري كل 5 أيام باعطائها أعلى متوسط للصفة بلغ 1.60 عرنوص نبات$^{-1}$ تفوقت على التراكيب الوراثية الأخرى ولكلتا معاملتي الري، إذ ينخفض متوسط عدد العرانيص بزيادة الإجهاد المائي، ويعزى هذا الى قلة وصول المواد الأيضية الى العرنوص المتكون حديثاً (Duriex وآخرون، 1994).

جدول 16 متوسط عدد العرانيص بالنبات (عرنوص نبات$^{-1}$) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام)

التراكيب الوراثية	معاملات الاجهاد		المتوسط
	فاصلة الري 5 ايام	فاصلة الري 10 ايام	
سلالة 1(S1)	1.13	1.13	1.13
سلالة2 (S2)	1.33	1.13	1.23
سلالة3 (S3)	1.00	1.07	1.03
سلالة4 (S4)	1.33	1.20	1.27
سلالة5 (S5)	1.20	1.27	1.23
هجين S1XS2 (H1)	1.00	1.00	1.00
هجين S1XS3 (H2)	1.00	1.00	1.00
هجين S1XS4 (H3)	1.20	1.10	1.15
هجين S1XS5 (H4)	1.10	1.00	1.05
هجين S2XS3 (H5)	1.00	1.00	1.00
هجين S2XS4 (H6)	1.00	1.00	1.00
هجين S2XS5 (H7)	1.60	1.00	1.30
هجين S3XS4 (H8)	1.30	1.10	1.20
هجين S3XS5 (H9)	1.10	1.00	1.05
هجين S4XS5 (H10)	1.40	1.00	1.20
المتوسط	1.18	1.07	

أ.ف.م (0.05) : التركيب الوراثي (0.14)، فاصلة الري (غ. م)، التداخل (0.20).

2- عدد الصفوف بالعرنوص

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي (ملحق 1 و جدول 17) تفوق معاملة الري كل 5 أيام معنوياً باعلى معدل لعدد الصفوف بالعرنوص بلغ 17.73 صف عرنوص$^{-1}$ مقارنةً مع معاملة الري كل 10 أيام والتي أعطت أقل متوسط للصفة بلغ 16.24 صف عرنوص$^{-1}$. اتفقت هذه النتيجه مع نتائج Khalili وآخرين (2013) و Vafa وآخرين (2014) و Vazirimehr وآخرين (2014) و Farnia و Khodabandehloo (2015) و Farnia و Shafie (2015) الذين وجدوا تأثير معنوي لمعاملات الاجهاد في متوسط عدد الصفوف بالعرنوص. أن الاجهاد المائي الذي يحصل خلال مرحلة النمو الخضري يؤدي الى تكوين أزهار أنثوية صغيرة وعدد حبوب اقل في العرنوص، وبالتالي يقلل من الصفوف بالعرنوص في الذرة الصفراء. وتشير نتائج الجدول ذاته الى وجود تأثير معنوي للتراكيب الوراثية في متوسط عدد الصفوف بالعرنوص، إذ تفوقت السلالة S1 والهجينين S1×S2 و S2×S5 في اعطاء اعلى متوسط لعدد الصفوف في العرنوص 19.98 و 19.35 و 19.25 صف عرنوص$^{-1}$ بالتتابع، وتلاهما الهجين S2×S4 الذي اعطى 18.00 صف عرنوص$^{-1}$، وان اقل متوسط لهذه الصفة وجد في الهجينين S1×S3 بلغ 14.40 صف عرنوص$^{-1}$، قد أتفقت هذه النتيجة مع باحثين آخرين كالزهيري (2008) و احمد والحمداني (2014) و عبد الله و حرجان (2014) و لذيذ و حسين (2014) و التكريتي والكرخي (2016). أما بخصوص التداخل المشترك لمعاملات الري والتراكيب الوراثية فلم يكن معنوياً في هذه الصفة. كذلك لم يجد Sani وآخرون (2014) تأثيراً معنوياً أثر التداخل المشترك لمعاملات الاجهاد والتراكيب الوراثية.

جدول (17متوسط عدد الصفوف بالعرنوص (صف عرنوص-1) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام)

التراكيب الوراثية	معاملات الاجهاد		المتوسط
	فاصلة الري 5 ايام	فاصلة الري 10 ايام	
سلالة 1(S1)	21.03	18.93	19.98
سلالة2 (S2)	16.27	16.53	16.40
سلالة3 (S3)	17.67	16.87	17.27
سلالة4 (S4)	16.13	15.07	15.60
سلالة5 (S5)	18.20	15.00	16.60
هجين S1XS2 (H1)	20.60	18.10	19.35
هجين S1XS3 (H2)	15.40	13.40	14.40
هجين S1XS4 (H3)	17.80	17.40	17.60
هجين S1XS5 (H4)	17.80	16.20	17.00
هجين S2XS3 (H5)	16.20	15.40	15.80
هجين S2XS4 (H6)	19.40	16.60	18.00
هجين S2XS5 (H7)	20.20	18.30	19.25
هجين S3XS4 (H8)	15.40	15.00	15.20
هجين S3XS5 (H9)	16.00	15.30	15.65
هجين S4XS5 (H10)	17.80	15.50	16.65
المتوسط	17.73	16.24	

أ.ف.م (0.05) : التركيب الوراثي (1.19)، فاصلة الري (0.41)، التداخل (غ. م).

3- عدد الحبوب بالصف

اظهرت نتائج التحليل الاحصائي (ملحق 1 و جدول 18) وجود تأثير معنوي لمعاملات الاجهاد في صفة عدد الحبوب بالصف. اذ تفوقت مدة الري كل 5 أيام بأعلى متوسط للصفة بالمقارنة مع مدة الري كل 10 أيام التي اعطت ادنى متوسط للصفة. هذه النتيجة تماثلت مع نتائج Ebrahim واخرون (2011) وKhodarahmpour و Hamidi (2012) الذين وجدوا أن اجهاد الجفاف في المراحل التكاثرية (التلقيح وامتلاء الحبوب) اثر سلبياً في خفض عدد الحبوب بالصف. ويعزى ذلك الى أن الاجهاد المائي يقلل من نقل المواد الغذائية المصنعه من الأوراق والأجزاء النباتية الاخرى الى الحبوب أثناء مرحلة الإخصاب مما يؤدي الى أنخفاض عدد الحبوب بالصف، كما أن الاجهاد المائي يمكن ان يسبب تغيرات على حبوب اللقاح او تغيرات في مظهر الحريره مما يؤدي الى إجهاض البيوض

المخصبة. وهذا يتفق مع نتائج Vafa وآخرون (2014) الذين وجدوا أن الإجهاد المائي يؤدي الى فشل عملية الإخصاب وبالتالي قلة عدد الحبوب في الصف الواحد. ويتبين من الجدول ذاته وجود فرق معنوي بين التراكيب الوراثية على متوسط عدد الحبوب بالصف، إذ اعطى الهجين S3XS4 اعلى متوسط عدد الحبوب بلغ 38.60 حبة صف$^{-1}$، وإن اقل متوسط للصفة بلغ 26.65 حبة صف$^{-1}$ في الهجين S1XS3. هذه النتائج تتفق مع نتائج عبود وآخرون (2011) و عبد الله وحرجان (2014) و التكريتي و الكرخي (2016) الذين وجدوا أختلاف التراكيب الوراثية المدروسة صفة عدد الحبوب بالصف وعزوا ذلك الى الاختلافات الوراثية بين تلك التراكيب. ويستدل من الملحق 1 والجدول 18 وجود تأثير معنوي للتداخل المشترك لمعاملات الاجهاد والتراكيب الوراثية. وكانت افضل توليفة في الهجن S2XS4 و S2XS3 و S3XS4، إذ بلغ متوسط الصفة 41.80 و 41.70 و 41.00 حبة صف$^{-1}$ بالتتابع وعند الري كل 5 أيام، واقل متوسط بلغ 22.00 حبة في الهجين S1×S3 عند الري كل 10 أيام. اما في السلالات فقد تفوقت السلالة S3 بإعطائها أعلى متوسط للصفة بلغ 37.87 حبة صف$^{-1}$ وإن أقل متوسط لعدد حبوب الصف كان في السلالة S1 مع الري كل 10 ايام بلغ 26.27 حبة صف$^{-1}$ وقد يعود سبب الانخفاض في متوسط عدد حبوب الصف الى عدم اتاحة الفرصة الكافية للاخصاب نتيجة التأثير العكسي للجفاف او نتيجة تعرض النبات للاجهاد المائي في مرحلة التزهير مما ادى الى اضطراب العمليات الفسلجية في النبات لقلة الماء الوارد الى المبايض، وهذا يتفق مع ما وجده Setter وآخرون (2001) من أن الاجهاد المائي أثر في نسبة الإخصاب. وأن زيادة متوسط الصفة عند تكرار الري كل 5 أيام دلالة على عدم حصول شد مائي ولم يؤثر سلباً في عدد المبايض المخصبة وبالتالي عدد حبوب الصف.

جدول (18متوسط عدد الحبوب بالصف (حبة صف-1) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام)

التراكيب الوراثية	معاملات الاجهاد		المتوسط
	فاصلة الري 5 ايام	فاصلة الري 10 ايام	
سلالة 1(S1)	34.20	26.27	30.23
سلالة2 (S2)	31.73	32.27	32.00
سلالة3 (S3)	37.87	30.40	34.13
سلالة4 (S4)	33.73	27.40	30.57
سلالة5 (S5)	33.67	29.67	31.67
هجين S1XS2 (H1)	39.30	30.60	34.95
هجين S1XS3 (H2)	31.30	22.00	26.65
هجين S1XS4 (H3)	32.60	32.60	32.60
هجين S1XS5 (H4)	35.40	28.40	31.90
هجين S2XS3 (H5)	41.70	25.60	33.65
هجين S2XS4 (H6)	41.80	31.00	36.40
هجين S2XS5 (H7)	35.10	29.50	32.30
هجين S3XS4 (H8)	41.00	36.20	38.60
هجين S3XS5 (H9)	38.00	35.00	36.50
هجين S4XS5 (H10)	38.60	30.00	34.30
المتوسط	36.40	29.79	

أ.ف.م (0.05) : التركيب الوراثي (2.68)، فاصلة الري (3.00)، التداخل (3.79).

4-وزن 500 حبة

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي (ملحق 1 و جدول 19) وجود تأثير معنوي لمعاملات مدد الري في متوسط الصفة، إذ أعطى الري كل 5 أيام اعلى متوسط بلغ 109.14 غم، بالمقارنة مع تكرار الري كل 10 أيام الذي أعطى اقل متوسط للصفة بلغ 90.66 غم ان سبب تفوق مدة الري كل 5 ايام في وزن 500 حبه يعود الى تفوقها في وزن النبات الجاف (الجدول 14) ومحتوى الماء النسبي في الاوراق (الجدول 15) وبالتالي زيادة انتقال منتجات عملية التمثيل الضوئي الى الحبوب النامية ليزيد من امتلائها وزيادة حجمها ومن ثم زيادة وزنها. وفي هذا المجال اشار عيسى (1990) الى ان وزن الحبه عبارة عن دالة لمعدل التمثيل الضوئي وانتقال نواتجه. وتتفق هذه النتائج مع حسين وآخرين (2007) و القيسي

وآخرين (2014) و Al–Sheikh (2015) و السلماني و العكيدي (2015) الذين اشاروا الى وجود اختلاف معنوي في وزن الحبة بين معاملات ري مختلفة.وأختلفت التراكيب الوراثية معنويا في وزن 500 حبة (ملحق 1 و جدول 19)، إذ اعطت السلالة S3 مع الهجينان S4XS5 و S3X S5 أعلى متوسطات للصفة بلغت 109.11 و 107.98 و 107.37 غم بالتتابع، بينما بلغ أقل متوسط للصفة 77.76 غم حبة$^{-1}$ في الهجين S1XS2. هذه النتائج تتطابق مع ما توصل اليه بكتاش و الأسودي (2005) و الكرخي والتكريتي (2016) الى وجود فروق معنوية بين التراكيب الوراثية التي شملتها دراستهم، أما بخصوص التداخل المشترك لمعاملات الاجهاد والتراكيب الوراثية فقد أثر معنوياً في صفة وزن 500 حبة، إذ كانت افضل توليفة للهجين S1XS3 عند تكرار الري كل 5 أيام إذ اعطت أعلى متوسط للصفة بلغ 127.24 غم حبة$^{-1}$، وأقل توليفة للصفة بلغت 68.54 غم للهجين S1XS2 عند تكرار الري كل 10 أيام. ويزداد وزن الحبة نتيجة لأمتلاك النبات (SCC) عالياً يسمح بأنتقال اكبر للمواد الأيضية والعناصر الأخرى من المصدر الى المصب خلال مدة أمتلاء الحبة، إذ اكد Stone وآخرون (2001) أن اختلاف استجابة معايير النمو وحاصل الحبوب للنبات يرتبط بآلية امتصاص العناصر وأنتقالها في أجزاء النبات وأنعكاسها على العمليات الفسلجية تحت تأثير العجز المائي.

جدول 19 متوسط وزن 500 حبة (غم) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام)

التراكيب الوراثية	معاملات الاجهاد		المتوسط
	فاصلة الري 5 ايام	فاصلة الري 10 ايام	
سلالة 1(S1)	98.54	83.89	91.21
سلالة2 (S2)	102.90	101.01	101.96
سلالة3 (S3)	120.47	97.76	109.11
سلالة4 (S4)	101.75	93.44	97.60
سلالة5 (S5)	115.21	95.06	105.14
هجين S1XS2 (H1)	86.98	68.54	77.76
هجين S1XS3 (H2)	127.24	81.31	104.27
هجين S1XS4 (H3)	105.40	101.91	103.65
هجين S1XS5 (H4)	110.12	97.40	103.76
هجين S2XS3 (H5)	118.44	73.09	95.76
هجين S2XS4 (H6)	111.84	91.41	101.62
هجين S2XS5 (H7)	94.38	77.52	85.95
هجين S3XS4 (H8)	111.60	99.12	105.36
هجين S3XS5 (H9)	116.56	98.18	107.37
هجين S4XS5 (H10)	115.75	100.21	107.98
المتوسط	109.14	90.66	

أ.ف.م (0.05) : التركيب الوراثي (6.63)، فاصلة الري (7.86)، التداخل (9.38).

5-حاصل الحبوب (طن هـ$^{-1}$)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي (ملحق 1 و جدول 20) أن لمعاملات الإجهاد والتراكيب الوراثية والتداخل بينهما تاثيراً معنوياً في حاصل الحبوب إذ معاملة الري كل 5 أيام معنوياً باعلى متوسط للصفة بلغ 9.42 طن هـ$^{-1}$ وبزيادة مقدارها 2.95 طن عن معاملة الري كل 10 ايام التي اعطت اقل متوسط للصفة بلغ 6.47 طن هـ$^{-1}$. هذه النتائج اتفقت مع نتائج Musick و Dusek (1980) و حسين وآخرون (2007) و Hamood (2010) و Al-Sheikh (2015) و السلماني والعكيدي (2015) الذين وجدوا ان تباعد مدد الري اثرت معنوياً في انخفاض حاصل الحبوب بوحدة المساحة. ويستدل من ملحق 1 وجدول 20 وجود تأثير معنوي للتراكيب الوراثية على صفة حاصل الحبوب. إذ تفوقت الهجن S4XS5 و S3XS4 و S3XS5 بإعطائها اعلى متوسط للصفة بلغ 9.95 و 9.84 و 9.06 طن هـ$^{-1}$ بالتتابع. وأن أقل متوسط بلغ 5.59 طن هـ$^{-1}$ وجد في الهجين S1XS3.

إن للتداخل المشترك لمعاملات الإجهاد والتراكيب الوراثية تأثيراً معنوياً في حاصل الحبوب، إذ أعطى الهجين S4XS5 أعلى حاصل للحبوب بلغ 12.29 طن هكتار$^{-1}$ عند الري كل 5 أيام. بينما اعطى الهجين S1XS3 اقل متوسط لحاصل الحبوب بلغ 3.76 طن هكتار$^{-1}$ عند الري كل 10 أيام. أما في السلالات فقد تفوقت السلالة S3 بإعطائها أعلى متوسط للصفة بلغ 9.70 طن هكتار$^{-1}$ عند تكرار الري كل 5 أيام. وأقل متوسط لحاصل الحبوب في السلالات بلغ 5.73 طن هكتار$^{-1}$ في السلالة S4 عند تكرار الري كل 10 أيام. فظروف شحة الماء جراء تباعد مدد الري من شأنها أن تحدث انخفاضاً بنمو النبات والمرتبطة مع أختزال لمجمل عملية البناء الضوئي متمثلة بنقصان الوزن الجاف مع أنخفاض المساحة الورقية وهبوط متوسط أرتفاع النبات، وتتأثر بذلك الأصناف الحساسة بدرجة اكبر مقارنةً بالأصناف المتحملة للإجهاد (Türkan وآخرون، 2005). لوحظ أن الأصناف ذات معدلات النمو العالي تظهر زيادة بانتاجية الحبوب لها، وهذا يتفق مع ما وجده Zharfa وآخرون (2010) خلال دراستهم على سبعة أصناف من الذرة الصفراء المعرضة للاجهاد المائي عازين السبب في ذلك الى أرتفاع معدلات النمو في مراحل النمو المبكرة والتي من الممكن أن تؤدي الى قدرة معدلات النمو المرتفعة للأصناف، والتي تنخفض عند تعرض النبات الى ظروف الاجهاد المائي.

جدول 20 متوسط حاصل الحبوب (طن هكتار-1) للتراكيب الوراثية المستخدمة تحت تاثير مدتي الري (كل 5 و 10 ايام)

التراكيب الوراثية	معاملات الاجهاد		المتوسط
	فاصلة الري 5 ايام	فاصلة الري 10 ايام	
سلالة 1(S1)	9.30	6.72	8.01
سلالة2 (S2)	7.22	6.99	7.11
سلالة3 (S3)	9.70	6.611	8.15
سلالة4 (S4)	7.88	5.73	6.80
سلالة5 (S5)	8.44	6.64	7.54
هجين S1XS2 (H1)	9.49	5.76	7.62
هجين S1XS3 (H2)	7.43	3.76	5.59
هجين S1XS4 (H3)	8.13	7.75	7.94
هجين S1XS5 (H4)	9.91	5.31	7.61
هجين S2XS3 (H5)	10.12	4.26	7.19
هجين S2XS4 (H6)	11.06	6.56	8.81
هجين S2XS5 (H7)	9.33	6.59	7.96
هجين S3XS4 (H8)	11.32	8.36	9.84
هجين S3XS5 (H9)	9.77	8.36	9.06
هجين S4XS5 (H10)	12.29	7.61	9.95
المتوسط	9.42	6.47	

أ.ف.م (0.05) : التركيب الوراثي (1.09)، فاصلة الري (1.28)، التداخل (1.54).

4-3 التحليل الوراثي لقوة الهجين وبعض المعالم الوراثية تحت تأثير مدتي الري

4-3-1 قوة الهجين على اساس الأنحراف عن افضل الابوين لصفات النمو الخضري.

تعد قوة الهجين من اهم المعالم الوراثية التي اعتمد عليها مربو النبات في اغلب المحاصيل ومن بينها الذرة الصفراء بهدف تحسين الانتاجية كماً ونوعا، وتصبح هذه الظاهرة اكثر وضوحاً اذا كانت السلالات الداخلة في التضريب متباعدة وراثيا، ويمكن استخدامها كطريقة في الانتخاب المباشر للهجن التي تميزت بغزارة في النمو الخضري وحاصل عال وكذلك انتظام نباتاتها وتجانسها. وتبين نتائج (جدول 21) قيم قوة الهجين للصفات المدروسة التي قيست على أساس انحراف افراد الجيل الاول الناتجة من التضريب نصف التبادلي عن أفضل الابوين لجميع الصفات المدروسة وتحت معاملتي تكرار الري كل 5 أو 10 ايام.

اذ اظهرت النتائج أن جميع قيم قوة الهجين للهجن نصف التبادلية كانت سالبة في صفة عدد الايام من الزراعة الى 50% تزهير ذكري وانثوي ولكلا مدتي الري، اذ بلغت اعلى القيم السالبة لقوة الهجين في التزهير الذكري والانثوي −11.68 و −9.07% في الهجين S3×S4 عند معاملة الري كل 5 ايام بأستثناء الهجين S1×S4 الذي اعطى قوة هجين موجبة في التزهير الذكري والانثوي عند تكرار الري كل 10 ايام، اذ اعطى قيم قوة هجين موجبة بلغت 1.52 و 1.39% بالتتابع، ان القيمة الموجبة تدل على الغزارة الهجينية وان الصفة محكومة بالجينات غير الاضافية. اما القيم السالبة فتشير الى ان الصفة تقع تحت تأثير السيادة الجزئية للجينات باتجاه التبكير في التزهير الذكري والانثوي، واتفقت هذه النتائج مع الاسودي (2002) و احمد و الحمداني (2014).

تعد صفة أرتفاع النبات من المكونات الفعالة في الجيل المبكر وبتحسينها يتم تطوير اصناف جديدة ذات صفات مرغوبة، كذلك تتأثر هذه الصفة بالعوامل الوراثية والبيئية. توضح النتائج (جدول 21) أن كل الهجن اعطت قيم قوة هجين موجبة ولكلا المدتين 5 و 10 أيام باستثناء الهجين S1×S3 إذ اعطى قوة هجين سالبة بلغت 0.99−% عند تكرار الري كل 10 أيام فقط، والهجين ذاته اعطى قوة هجين موجبة بلغت 17.63% عند تكرار الري كل 5 أيام. فيما اعطى الهجين S1×S4 اعلى قيمه لقوة الهجين الموجبة بلغت 31.60% عند تكرار الري كل 5 ايام، تليه الهجن S3×S5 و S1×S4 و S2×S5 و S3×S4 و S4×S5 بإعطائها قوة هجين موجبة بلغت 25.13، 87.24، 21.99، 20.85 و 20.36% بالتتابع عند النباتات المجهده، كذلك لم تختلف بقية الهجن كثيراً في قيم قوة الهجين الموجبة ولكلا مدتي الري. وتدّل القيم الموجبة لقوة الهجين التي اعطتها الهجن على وجود غزارة هجينية في الصفة، وأن الصفة تقع تحت التأثير غير الإضافي للجينات، وتماشت هذه النتائج مع نتائج وهيب (2012) التي حصل على قوة هجين موجبة ومعنوية في صفة ارتفاع النبات اذ تفوقت هجن الجيل الاول على اعلى الابوين في دراسته على محصول الذرة الصفراء. وإن القيم الموجبة لقوة الهجين تشير الى تأثير السيادة الفائقة لجينات افضل الاباء بأتجاه الزيادة في متوسط صفة ارتفاع النبات.

إن ارتفاع العرنوص الرئيس يعد من أهم الأسس التي يجب أن يعمل عليها مربو النبات فقد تؤثر ايجاباً او سلباً وبصورة غير مباشرة في الحاصل وعمليات الحصاد. ويلاحظ من النتائج (جدول 21) أن جميع الهجن أظهرت قيماً موجبة لقوة الهجين في صفة ارتفاع العرنوص الرئيس ولكلا مدتي الري باستثناء الهجين S1×S3 الذي اعطى قوة هجين سالبة بلغت −5.80% عند تكرار الري كل 10 أيام، ان قيم قوة

الهجين الموجبة للصفة بلغ اعلاها في الهجين S1×S4 الذي اعطى قوة هجين بمقدار 36.09 و 43.55% للمدتين 5 و 10 أيام بالتتابع، تلاه الهجينان S2×S5 و S4×S5 اللذان اعطيا قوة هجين موجبة عالية بلغت 32.41 و 30.07% بالتتابع عند معاملة الري كل 5 ايام، وإن اقل قيمة موجبة لقوة الهجين بلغت 2.17 و 3.43 للهجينين S3×S5 و S1×S2 وللمدتين 5 و 10 أيام بالتتابع. وتشير هذه النتائج الى ان الاختلافات بين السلالات انعكست على هجنها وأن معظم الهجن اظهرت غزارة هجينية باتجاه زيادة ارتفاع العرنوص، ووجود سيادة فائقة للجينات التي تسيطر على صفة ارتفاع العرنوص، وأتفقت هذه النتائج مع نتائج كل من الأسودي (2002) وهيب (2012) و لذيذ و حسين (2014) الذين اشاروا الى وجود قوة هجين موجبة في دراساتهم على صفة ارتفاع العرنوص في الذرة الصفراء.

اظهرت النتائج (جدول 21) ان اغلب الهجن اعطت قيم قوة هجين سالبة في صفة قطر الساق بلغت اقصاها 12.01-% في الهجين S1×S3 وان اقل قيم سالبة لقوة الهجين 1.05-% ظهرت في الهجين S2×S4، وان هجينين فقط اعطيا قيماً موجبة لقوة الهجين في صفة قطر الساق هما S2×S5 و S3×S5 بلغت 14.53 و 2.61% بالتتابع، وان الهجين S3×S4 قد اعطى اقل قوة هجين موجبة بلغت 0.90%. ان القيم السالبة تشير الى السيادة الجزئية للجينات والقيم الموجبة تشير الى السيادة الفائقة للجينات التي تتحكم في الصفة وان قيمة قوة الهجين 0.90 تدل على السيادة التامة للجينات. وجميع هذه النتائج السابقة كانت عند تكرار الري كل 5 ايام، اما بخصوص مدة الري كل 10 ايام فجميع قيم قوة الهجين في صفة قطر الساق سالبة وبلغت 17.76-، 17.48- و 17.42-% للهجن S3×S4، S3×S5 بالتتابع. بينما اقل قيمة سالبه لقوة الهجين بلغت 1.24-% للهجين S2×S5 حيث ان القيم السالبه دلالة على السيادة الجزئية للجينات التي تتحكم في الصفة. ان الهجين S2×S4 اعطى قوة هجين موجبه بلغت 0.24% دلاله على السياده الفائقة للجينات.

ان هدف مربوا النبات الرئيس هو الحصول على قوة هجين موجبة للمساحة الورقية لزيادة قدرة البناء الضوئي في نباتات الجيل الاول، كما انها تعد مقياساً مهماً لحجم نظام البناء الضوئي وهي المصدر الرئيس للمادة الجافة المتراكمة في الحبوب، فهي ذات علاقة وثيقة بالحاصل بطريقة مباشرة أو عن طريق ارتباطها بمكوناته الرئيسة الأخرى. وتشير النتائج (جدول 21) الى تباين قيم قوة الهجين وأن جميع الهجن أظهرت قوة هجين موجبة للصفة بأستثناء الهجين S1×S3 الذي اعطى قوة سالبة عند تكرار الري

كل 10 أيام بلغت −10.98%، بينما اعطى الهجين ذاته قوة هجين موجبة عند تكرار الري كل 5 ايام بلغت 10.58%. وأن القيم الموجبة لقوة الهجين بلغت أقصاها 28.60 و 26.98 و 21.88% في الهجن S2×S5 و S2×S3 و S1×S2 بالتتابع وعند تكرار الري كل 5 ايام، وان أقل قيمة موجبة لقوة الهجين بلغت 2.73% في الهجين S3×S5 وعند تكرار الري كل 10 أيام. ويلاحظ أن جميع الهجن ابدت غزارة هجينية باتجاه زيادة المساحة الورقية، ويدل ذلك على وجود سيادة فائقة للجينات تتحكم في توارث هذه الصفة. واتفقت هذه النتائج مع نتائج الأسودي (2002) الذي وجد ان المساحة الورقية للهجن نصف التبادلية كانت جميعها موجبة.

المادة الجافة هو تعبير عن تراكم صافي البناء الضوئي خلال موسم النمو، وبعبارة اخرى هي قدرة الغطاء الخضري على امتصاص الضوء وكفاءة تحويله الى طاقة كيمائية. وظهرت اعلى نسبة مئوية لقوة الهجين المحسوبة على اساس انحراف افراد الجيل الأول عن افضل الابوين (جدول 21) موجبة بلغت 33.51% في الهجين S4×S5 تلته الهجن S3×S5 و S3×S4 و S2×S4 و S2×S3 باعطائها قوة هجين موجبة بلغت 27.45 و 26.05 و 21.61 و 21.54% بالتتابع عند تكرار الري كل 5 ايام. وإن اقل قيمة موجبة لقوة الهجين كانت في الهجين S1×S3 بلغت 0.45% عند تكرار الري كل 10 أيام. اما بالنسبة لقيم قوة الهجين السالبة فكانت اعلى القيم في الهجينين S1×S3 و S2×S3 بلغت −27.88 و −24.85% ولكلا مدتي الري 5 و 10 أيام، بالتتابع. وتشير القيم الموجبة لقوة الهجين الى تأثير السيادة الفائقة لجينات افضل الاباء باتجاه الزيادة في متوسط وزن النبات الجاف والتي اعطت قيماً سالبة كانت تحت سيطرة السيادة الجزئية للجينات. ولم تتفق هذه النتائج مع كل من وهيب (2012) و كنوش (2014) اللذين وجدا ان قوة الهجين كانت موجبة في جميع الهجن لصفة وزن النبات الجاف.

يعد محتوى الماء النسبي RWC من اهم الصفات الفسيولوجية والبيوكيميائية في النبات، وهي ذات اهمية كبيرة لفهم اعمق لأستجابات ظروف نقص الماء والتطور السريع في ايجاد اصناف جديدة متحملة للشدود المائية. وقد اوضحت النتائج (جدول 21) ان جميع الهجن اعطت قيماً سالبة عند وفرة الماء التي تراوحت بين −43.65 و −80.00% في الهجينين S2×S3 و S1×S5 بالتتابع. بينما اعطت ثلاثة هجن قيماً موجبة عند تكرار الري كل 10 ايام، وبشكل عام انخفضت قيم قوة الهجين في ظل ظروف الجفاف عما كانت عليه عند وفرة المياه، اذ بلغت اعلى قيمة لقوة الهجين الموجبة 9.04% في الهجين S2×S3 يليه الهجين S3×S5 بلغ 8.44%. وان اعلى قيمة لقوة الهجين السالبة قد بلغت −34.13%

في الهجين S1×S3 وعند تكرار الري كل 10 ايام، وتدل القيم الموجبة لقوة الهجين على ان الصفة تقع تحت سيطرة السيادة الفائقة للجينات، بينما التي اعطت قيماً سالبة كانت تحت سيطرة السيادة الجزئية للجبينات المتحكمة في صفة RWC، ذكر Jatoi وآخرون (2014) خلال دراسته على محصول الحنطة وحصل على قيم موجبة عالية في ظل ظروف الاجهاد المائي. والاختلافات في نتائج قيم قوة الهجين في ظروف الشد المائي دلالة على ان حالة الاجهاد المائي قد حثت على تنشيط الجينات المسؤولة عن تنظيم العمليات الفسيولوجية الايضية في النبات في ظل الجفاف، ومن هذا قد يستدل على ان بعض الهجن التي تميزت عن غيرها من الهجن في هذه الصفة اصبحت اكثر تحملاً للجفاف. ولم تتفق هذه النتائج مع Darvishzadeh (2012) عند دراسته على محصول زهرة الشمس إذ حصل على تأثير ايجابي لقوة الهجين عند وفرة المياه وقيم قوة الهجين كانت سلبية في حال نقص مياه الري.

جدول 21 قوة الهجين لصفات النمو الخضري نسبة لأفضل الأبوين للهجن نصف التبادلية للذرة الصفراء.

SE	H10	H9	H8	H7	H6	H5	H4	H3	H2	H1	معاملة الري	صفات النمو
	S4×S5	**S3×S5**	**S3×S4**	**S2×S5**	**S2×S4**	**S2×S3**	**S1×S5**	**S1×S4**	**S1×S3**	**S1×S2**		
1.60	**−9.72**	**−6.16**	**−11.68**	**−1.18**	**−6.07**	**−3.42**	**−5.97**	**−5.22**	**−6.72**	**−5.97**	**فاصلة الري 5 ايام**	**التزهير الذكري**
1.64	**−4.29**	**−4.29**	**−9.00**	**−1.43**	**−7.58**	**−1.87**	**−4.55**	**1.52**	**−4.55**	**−4.55**	**فاصلة الري 10 ايام**	
0.99	**−8.41**	**−9.07**	**−9.07**	**−4.42**	**−8.41**	**−5.51**	**−6.68**	**−4.61**	**−8.06**	**−5.99**	**فاصلة الري 5 ايام**	**التزهير الانثوي**
1.53	**−3.57**	**−8.41**	**−4.91**	**−1.77**	**−7.59**	**−4.42**	**−2.78**	**1.39**	**−4.17**	**−2.78**	**فاصلة الري 10 ايام**	
1.81	**17.12**	**15.67**	**15.15**	**20.62**	**11.69**	**10.89**	**17.65**	**31.60**	**17.63**	**17.23**	**فاصلة الري 5 ايام**	**أرتفاع النبات**
2.41	**20.36**	**25.13**	**20.85**	**21.99**	**17.30**	**19.26**	**14.41**	**24.87**	**−0.99**	**13.76**	**فاصلة الري 10 ايام**	
3.99	**30.07**	**2.17**	**4.35**	**32.41**	**9.47**	**3.99**	**17.15**	**36.09**	**10.05**	**20.09**	**فاصلة الري 5 ايام**	**ارتفاع العرنوص**
4.30	**23.80**	**21.00**	**6.70**	**19.42**	**11.50**	**17.20**	**7.10**	**43.55**	**−5.80**	**3.43**	**فاصلة الري 10 ايام**	
2.43	**−10.85**	**2.61**	**0.90**	**14.53**	**−1.05**	**−2.98**	**−5.08**	**−7.53**	**−12.01**	**−5.31**	**فاصلة الري 5 ايام**	**قطر الساق**
2.05	**−8.48**	**−17.48**	**−17.76**	**−1.24**	**0.24**	**−7.90**	**−17.42**	**−6.21**	**−10.21**	**−12.04**	**فاصلة الري 10 ايام**	
2.09	**16.36**	**17.62**	**17.59**	**28.60**	**16.10**	**26.98**	**10.59**	**9.60**	**−10.58**	**21.88**	**فاصلة الري 5 ايام**	**المساحة الورقية**
2.46	**7.52**	**2.73**	**8.90**	**6.87**	**17.26**	**13.42**	**7.42**	**9.62**	**−10.98**	**13.95**	**فاصلة الري 10 ايام**	
6.48	**33.51**	**27.45**	**26.05**	**11.74**	**21.61**	**21.54**	**1.77**	**−8.97**	**−27.88**	**−13.18**	**فاصلة الري 5 ايام**	**الوزن الجاف**
3.74	**−1.09**	**2.35**	**19.81**	**−4.14**	**3.48**	**−24.85**	**−1.81**	**10.60**	**0.45**	**−10.07**	**فاصلة الري 10 ايام**	
3.59	**−56.51**	**−58.51**	**−61.96**	**−54.15**	**−55.01**	**−43.65**	**−80.00**	**−73.99**	**−54.88**	**−74.39**	**فاصلة الري 5 ايام**	**RWC**
4.42	**−2.34**	**8.44**	**1.62**	**−16.09**	**−8.20−**	**9.04**	**−20.69**	**−20.81**	**−34.13**	**−5.73**	**فاصلة الري 10 ايام**	

4-3-2 قوة الهجين على اساس الأنحراف عن افضل الابوين لصفات الحاصل ومكوناته

إن عدد العرانيص في الذرة الصفراء هو من أهم المكونات الرئيسة لحاصل الحبوب، وتختلف اعداد العرانيص باختلاف التراكيب الوراثية المستخدمة. وتبين من النتائج (جدول 22) الى ان اغلب الهجن اعطت قيماً سالبة بأستثناء الهجينين S2×S5 و S4×S5 الذين اعطيا قيم موجبة لقوة الهجين بلغت 20.00 و 5.00%، وبلغت أقصى القيم السالبة 25.00-% في الهجن S1×S2 و S2×S3 و S2×S4 و S3×S4 وان اقل قيم سالبة لقوة الهجين بلغت 2.50- و 8.33- و 8.33- و 8.33-% في الهجن S3×S4 و S1×S4 و S3×S5 و S1×S5 بالتتابع. وتشير القيم السالبة لقوة الهجين الى السيادة الجزئية للجينات فيما تشير القيمة الموجبة لقوة الهجين الى وجود سيادة فائقة للجينات التي تسيطر على الصفة، وهذه النتائج تتفق مع ما حصل عليه بكتاش والاسودي (2005) وعبد وآخرون (2009) و كنوش (2014) والتكريتي والكرخي (2016) الذين درسوا قوة الهجين في تجاربهم على الذرة الصفراء ووجدوا قيماً سالبة وموجبة لقوة الهجين نتيجة لوجود فروق معنوية بين الاباء وهجنها في عدد العرانيص بالنبات، واختلفت النتيجة عند معاملة تكرار الري كل 10 ايام، فكانت قيم قوة الهجين سالبة في الهجن نصف التبادلية المستخدمة جميعها دلالة على ان الصفة تقع تحت تأثير السيادة الجزئية للجينات. ونلاحظ ان الهجينين S2×S5 و S4×S5 قد ازدادت قيمها السالبه، إذ بلغت 21.05-% لكل منهما وقد يعزى السبب الى التأثير السلبي لظروف الاجهاد المائي التي خفضت قيم قوة الهجين مما يدل على ضعف مقاومتها لتلك الظروف وتأثير السيادة الجزئية في صفة عدد العرانيص في النبات، وهذا يعد مؤشراً لمربي النبات عند اختيارهم الهجن لتحسين صفة عدد العرانيص في النبات تحت ظروف الجفاف.

يتحدد عدد الصفوف بالعرنوص عند بداية تكون العرنوص وهو أول جزء يتحدد من العرنوص، وتشير النتائج (جدول 22) إلى ان قيم قوة الهجين المحسوبة على اساس انحراف متوسط افراد الجيل الاول على افضل الاباء لصفة عدد الصفوف في العرنوص، أعطى اغلبها قوة هجين سالبة بأستثناء هجينين اظهرا قوة هجين موجبة. بينما اعطت بقية الهجن قيماً سالبه لقوة الهجين، وقد اظهر الهجينين S1×S3 و S1×S5 اعلى قيمه سالبه بلغت 26.78- و 15.37- %، إن قوة الهجين الموجبة بلغت 19.26 و 10.99% في الهجينين S2×S4 و S2×S5 بالتتابع، بينما أعطت بقية الهجن قيماً سالبة لقوة الهجين عند الري كل 5 ايام، وقد أعطى الهجين S1×S2 أقل قيمة سالبة لقوة

الهجين بلغت 2.06-%، وتدل القيم الموجبة لقوة الهجين على وجود غزارة هجينية إشارة إلى أن السيادة الفائقة للجينات تسيطر على توارث هذه الصفة. وتشير القيم السالبة لقوة الهجين إلى أن السيادة الجزئية للجينات تسيطر على توارث صفة عدد الصفوف في العرنوص. واتفقت هذه النتائج مع نتائج كل من ابراهيم و حمادي (2010) و احمد و الحمداني (2014) و كنوش (2014) لحصولهم على قيم قوة هجين سالبة وموجبة في صفة عدد الصفوف بالعرنوص، ولم تتفق مع نتائج لذيذ و حسين (2014) اللذين حصلا على قيم قوة هجين موجبة في جميع التضريبات. ان هذه النتائج تماثلت في كلتا معاملتي الاجهاد من حيث الزيادة والنقصان في قيم قوة الهجين بأستثناء الهجين S4×S5 الذي اعطى قيمة موجبة تحت معاملة الاجهاد كل 10 ايام بلغت 2.88% فيما كانت قيمتها سالبة عند تكرار الري كل 5 ايام، وهذا قد يدل على تأثير السيادة الجينية الفائقة وسيطرتها على توريث الصفة في ظل ظروف نقص الماء.

ربما تفشل نسبة عالية من حبوب الذرة الصفراء في التشكل التام سواء في الطرف العلوي أم السفلي للعرنوص ويظهر ذلك عند مقارنة متوسطات قيم الآباء وهجنها لتلك الصفة. ويتضح من النتائج (جدول 22) أن جميع الهجن أعطت قوة هجين موجبة لعدد الحبوب بالصف باستثناء هجينين اعطيا قيماً سالبة وان هجيناً واحداً اعطى صفراً مما يدل على وجود السيادة التامة للصفة في الهجين، وقد بلغت أعلى قيمة لقوة الهجين الموجبة 23.91% في الهجين S2×S4 عند الري كل 5 ايام، تلاه الهجينان S3×S4 و S1×S4 اللذان بلغت قوتهما 19.05 و 18.98% في التتابع عند تكرار الري كل 10 ايام. وان اعلى قيمة سالبة لقوة الهجين بلغت -27.63% في الهجين S1×S3 عند تكرار الري كل 10 ايام. وتشير القيم الموجبة لقوة الهجين الى وجود غزارة هجينية وأن السيادة الفائقة للجينات هي التي تسيطر على توارث صفة عدد الحبوب في العرنوص، وأن الهجن الناتجة تفوقت على ابائها في الصفة. وهذا يؤكد مرة أخرى دور (SCC) في عكس قوة الهجين التي عللت الى زيادة كمية الضوء المعترض والبناء الضوئي وإنتاج المادة الجافة خلال مراحل نمو النبات (الآلوسي والساهوكي، 2006). وتتفق هذه النتائج مع نتائج كل من الاسودي (2002) و كنوش (2014) و التكريتي و الكرخي (2016). واهتمت الكثير من الدراسات السابقة بقياس قوة الهجين لصفة عدد الحبوب بالصف في الذرة الصفراء، وذلك لما لها من علاقة وثيقة بحاصل الحبوب (ملحق 2) وعليه فإن الهجين S1×S4 قد اختلفت قيمته عند مدتي الإجهاد فقد بلغ 18.98% عند مدة الري كل 10

ايام عما كان عليه عند تكرار الري كل 5 ايام إذ بلغ 4.68-%، وكذلك الهجين S3×S5 الذي اعطى قوة هجين 0.35% عند تكرار الري 5 ايام بينما بلغت 15.13% عند تكرار الري كل 10 ايام. ان هذه الزيادة تشير الى مدى تحمل الهجين لظروف الشد المائي وتوارث الصفة، وقد يعزى ذلك الى ان الهجين حاوٍ على بروتينات خاصة من نوع Chaperons تنتج عند وقوع النبات في مصيدة الشدود البيئية. مما يؤكد لجوء مربي النبات لمثل هذه الهجن لتطوير برامج تربية الذرة الصفراء في ظل ظروف الشد كونه اعطى قوة هجين موجبة، ويعطي هذا الهجين فكرة مغايرة لما كان في بعض الهجن S1×S2 و S1×S5 و S2×S3 و S2×S4 و S2×S5 التي تحولت الى قيم سالبة لقوة الهجين تحت تأثير الشد المائي عند تكرار الري كل 10 ايام.

يعد وزن الحبة احد أهم مكونات الحاصل الرئيسة والتي تمثل درجة امتلاء الحبة وكثافتها الظاهرية والنوعية، وان وزن الحبة يرتبط بطبيعة نمو التركيب الوراثي، اذ يتأثر بدرجة معينة بمدخلات النمو، وذلك كون الوزن النهائي للحبة هو ناتج محصلة تداخل العوامل البيئية مع الوراثية (الاَلوسي و الساهوكي، 2006). وتشير النتائج (جدول 22) إلى ان قيم قوة الهجين كانت موجبة في ثلاثة هجن وسالبة في ستة هجن وهجين واحد بلغ صفراً. ان اعلى قوة هجين موجبة كانت في الهجين S2×S4 إذ بلغت 8.68%، وتراوحت القيم السالبة لقوة الهجين بين -1.69 و -18.08% في الهجينين S2×S3 و S2×S5 عند معاملة الري كل 5 ايام بالتتابع. وهذه القيم تعد مؤشراً لوجود السيادة الجزئية للجينات، واتفقت هذه النتائج مع ابراهيم وحمادي (2010) و احمد و الحمداني (2014) في حصولهم على قيم موجبة وسالبة لصفة وزن الحبة، وتمثلت قيم قوة الهجين هذه عند تكرار الري كل 5 ايام، وان قيم قوة الهجين لم تختلف كثيراً عند تكرار الري كل 10 ايام، اذ ان اعلى قوة هجين سالبة بلغت -32.15% للهجين S1×S2 وأن اعلى قيمة موجبة لقوة الهجين قد بلغت 9.06% في الهجين S1× S4 مما يشير الى السيادة الفائقة للجينات المتحكمة في الصفة، وتجدر الإشارة إلى ضرورة استنباط مثل هذا الهجين وادخاله في برامج تربية الذرة الصفراء تحت ظروف الاجهاد المائي مما يمكن ان يساهم في الحصول على حاصل حبوب عالٍ في ظل تلك الظروف القاسية.

يعد حاصل الحبوب في أغلب المحاصيل الهدف الرئيس لبرامج التربية، وهو صفة كمية معقدة يتحكم بها عدد كبير من العوامل الوراثية فضلاً عن التأثيرات البيئية، وهو دالة لجميع مكوناته الرئيسة والثانوية وصفات النمو الأخرى لذا يتأثر بجميع عوامل النمو. وأوضحت النتائج (جدول 22) ان

معظم الهجن قد اعطت قيماً موجبة لقوة الهجين، اذ اظهر الهجين S4×S5 اعلى قيمة معنوية لقوة الهجين بلغت 45.60% تلاه الهجين S2×S4 بلغ 40.39%، في حين اعطى الهجين S1×S3 اعلى قوة هجين سالبة بلغت −23.42%، ويشير هذا الى وجود تأثيرات جينات السيادة الفائقة في الهجن نصف التبادلية التي اعطت قيم قوة هجين موجبة باتجاه زيادة الحاصل، في حين ظهرت سيادة جزئية في هجينين والتي اعطت قيماً سالبة، ان قيم قوة الهجين هذه كانت عند تكرار الري كل 5 ايام. وتنسجم هذه النتائج مع نتائج كل من صديق و البنك (2011) و التكريتي و الكرخي (2016) في حصولهم على قيم موجبة وسالبة لقوة الهجين المنسوبة الى افضل الابوين. اذ نجد قيم قوة الهجين قد اختلفت عند تكرار الري كل 10 ايام، فنلاحظ ان الهجن S1×S2 و S1×S3 و S1×S5 و S2×S3 و S2×S4 و S2×S5 اعطت قيماً سالبة، واغلب هذه الهجن كانت موجبة لقوة الهجين عند تكرار الري كل 5 ايام، وهذا يشير الى اثر الاجهاد المائي عليها، وان الهجين S3×S4 و S3×S5 اعطيا اعلى القيم الموجبة لقوة الهجين لصفة حاصل الحبوب تحت ظروف الاجهاد. ومن ناحية اخرى نجد ان الهجينين S1×S4 و S3×S5 اللذين اعطيا قيماً سالبة واخرى صفرا بالتتابع، قد تغيرت قيمهما عند تكرار الري كل 10 ايام بإعطائهما قيماً موجبة معنوية بلغت 15.32 و 25.90% وقد يعزى ذلك الى ان الهجينين يحتويان على بروتينات خاصة من نوع Chaperons التي تنتج تحت تأثير الشد، مما يؤكد على استخدام هذه الهجن لتطوير برامج التربية للذرة الصفراء في ظروف الاجهاد المائي.

جدول 22 قوة الهجين لصفات الحاصل نسبة لأفضل الابوين للهجن نصف التبادلية للذرة الصفراء.

صفات الحاصل	معاملة الري	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	SE
		S1×S2	**S1×S3**	**S1×S4**	**S1×S5**	**S2×S3**	**S2×S4**	**S2×S5**	**S3×S4**	**S3×S5**	**S4×S5**	
عدد العرانيص بالنبات	**فاصلة الري 5 ايام**	**-25.00**	**-11.76**	**-10.00**	**-8.33**	**-25.00**	**-25.00**	**20.00**	**-2.50**	**-8.33**	**5.00**	4.54
	فاصلة الري 10 ايام	**-11.76**	**-11.76**	**-8.33**	**-21.05**	**-11.76**	**-16.67**	**-21.05**	**8.33**	**-21.05**	**-21.05**	1.73
عدد الصفوف بالعرنوص	**فاصلة الري 5 ايام**	**-2.06**	**-26.78**	**-15.37**	**-15.37**	**-8.30**	**19.26**	**10.99**	**12.83**	**-12.09**	**-2.20**	4.28
	فاصلة الري 10 ايام	**-4.40**	**-29.23**	**-8.10**	**-14.44**	**-8.70**	**0.40**	**10.69**	**11.07**	**-9.29**	**2.88**	3.41
عدد الحبوب بالصف	**فاصلة الري 5 ايام**	**14.91**	**-17.91**	**-4.68**	**3.51**	**10.12**	**23.91**	**4.26**	**8.27**	0.35	**14.43**	3.64
	فاصلة الري 10 ايام	**-5.17**	**-27.63**	**18.98**	**-4.27**	**-20.66**	**-3.93**	**-8.57**	**19.05**	**15.13**	**1.12**	5.00
وزن 500 حبة	**فاصلة الري 5 ايام**	**-15.47**	**5.62**	**3.58**	**-4.42**	**-1.69**	**8.68**	**-18.08**	**7.36**	**-3.24**	**0.47**	2.73
	فاصلة الري 10 ايام	**-32.15**	**-16.83**	**9.06**	**2.46**	**-27.64**	**-9.50**	**-23.26**	**1.39**	**0.43**	**5.41**	4.73
حاصل الحبوب	**فاصلة الري 5 ايام**	**2.07**	**-23.42**	**-12.60**	**6.61**	**4.27**	**40.39**	**10.55**	**16.72**	**0.74**	**45.60**	6.71
	فاصلة الري 10 ايام	**-17.64**	**-44.04**	**15.32**	**-20.96**	**-39.10**	**-6.20**	**-5.69**	**26.44**	**25.90**	**14.71**	8.06

4-3-3 المعالم الوراثية لصفات النمو الخضري تحت تأثير مدتي الري

تبين النتائج (جدول 23) بعض المعالم الوراثية المتمثلة في تأثير تباين قابلتي الائتلاف العامة والخاصة والنسبة بينهما والتباين الاضافي والسيادي ودرجة السيادة ونسبتي التوريث بالمعنى الواسع والضيق ولجميع الصفات المدروسة.

أظهرت النتائج (جدول 23) ان قيمة مكون تباين قابلية الائتلاف العامة لصفة عدد الايام من الزراعة الى 50% تزهير ذكري وانثوي كانت أقل من قيمة تباين قابلية الائتلاف الخاصة، وكانت النسبة بينهما δ^2GCA/ δ^2 SCA)) اقل من واحد ومقدارها 0.18، كما ان التباين السيادي اكبر من التباين الاضافي إذ بلغ 13.84 والتباين الاضافي بلغ 4.88، وبالتالي ان متوسط درجة السيادة ارتفعت إلى 2.38، وهذا يبين اهمية الفعل الجيني السيادي في السيطرة على توريث هذه الصفة. واشارت نتائج الجدول نفسه الى ان نسبة التوريث بالمعنى الواسع كانت عالية اذ بلغت 97% وانخفضت نسبة التوريث بالمعنى الضيق إذ بلغت 25%. مما يدل على ان التأثير للتباين الوراثي كان كبيراً وان تأثير التباين البيئي قليل. واتفقت هذه النتائج مع كنوش (2014) و الاسودي (2002). وتماثلت نتائج المعالم الوراثية في كلتا معاملتي الري من حيث الزيادة والنقصان للمعالم الوراثية في صفة عدد الايام من الزراعة الى 50% تزهير ذكري وانثوي.

كذلك أوضحت النتائج (جدول 23) أن تباين قابلية الائتلاف الخاصة لصفة ارتفاع النبات كانت اكبر من تباين قدرة الائتلاف العامة، وهذه الزيادة لمدتي الري، وهذا يشير الى ان هذه الاختلافات في تأثيرات تباين قابلية الاتحاد توضح مدى الاتحاد الحاصل بين جينات الابوين في التضريبات نصف التبادلية باتجاه زيادة متوسط الصفة او انخفاضه في التضريب الناتج، وان النسبة بين تباين قابلية الائتلافية العامة الى الخاصة δ^2GCA/ δ^2 SCAδ^2 اقل من الواحد الصحيح إذ بلغت 0.03 دلالة على وجود التأثيرات غير الاضافية للجينات في صفة ارتفاع النبات، وان قيم التباين الوراثي السيادي قد اختلفت عن الصفر وان قيمتها كانت اكبر من قيمة التباين الوراثي المضيف في صفة ارتفاع النبات اذ بلغت 450.01 و 28.78 بالتتابع، وهذا يدل على ان فعل الجين السيادي كان اكبر تأثيراً واهمية من فعل الجين المضيف في توريث صفة ارتفاع النبات، وبالتالي فإن الطريقة المناسبة التي يمكن اعتمادها في تحسين هذه الصفة هي التهجين كطريقة لتربية السلالات وانتاج التراكيب الوراثية، وأن درجة السيادة كانت اكبر من الواحد الصحيح بكثير لصفة ارتفاع النبات إذ بلغت 5.59 و 3.64

لمدتي تكرار الري كل 5 و 10 ايام بالتتابع، مما يشير الى سيطرة السيادة الفائقة لهذه الجينات على صفة ارتفاع النبات. كذلك اظهرت نتائج الجدول ذاته نسبة التوريث بمعناها الواسع والضيق ويظهر ان قيم التوريث بمفهومها الواسع كانت عالية في صفة ارتفاع النبات إذ بلغت 93.57% ويرجع ذلك الى ان قيم التباين الوراثي الكلي كانت مرتفعة وقيم التباين البيئي كانت منخفضة في السيطرة على توريث تلك الصفة. اما نسبة التوريث بمفهومها الضيق فكانت واطئة لصفة ارتفاع النبات فقد بلغت 5.62%، وهذا يعود الى الانخفاض في قيمة التباين المضيف وارتفاع قيمة التباين السيادي، واتفقت هذه مع الاسودي (2002). وهذه النتائج كلها تشير الى وجود سيادة فائقة للجينات تسيطر على توارث صفة ارتفاع النبات في الذرة الصفراء. واتفقت هذه النتائج مع ما توصل اليه كل من رمضان و الجميلي (2010) و يحيى و داؤد (2014) الذين اشاروا الى وجود سيادة فائقة للجينات التي تسيطر في صفة ارتفاع النبات. ونلاحظ تماثل النتائج من حيث الزيادة والنقصان في جميع المعالم الوراثية في صفة ارتفاع النبات، وهذا التماثل في كلتا مدتي الري 5 أو 10 أيام، مما يؤكد على استخدام هذه التراكيب الوراثية وادخالها ضمن برامج تربية الذرة الصفراء وتحسينها في ظل ظروف الجفاف.

واوضحت نتائج التحليل الوراثي (جدول 23) زيادة تأثير تباين الائتلاف الخاصة ($SCA\delta^2$) في صفة ارتفاع العرنوص وانخفاض تأثير تباين الائتلاف العامة (δ^2GCA)، وان النسبة بينهما δ^2 GCA/ δ^2 SCA كانت اقل من الواحد الصحيح فهي 0.09، وتتفق هذه النتيجة مع صديق و البنك (2011). كما ان التباين الوراثي السيادي (δ^2D) اكبر من التباين الوراثي الاضافي (δ^2A)، مما انعكس في زيادة متوسط درجة السيادة إذ بلغت 3.29، وهذا يبين اهمية الفعل الجيني السيادي في السيطرة على توريث صفة ارتفاع العرنوص العلوي. ويشير الجدول نفسه الى ان نسبة التوريث بالمعنى الواسع كانت عالية في هذه الصفة إذ بلغت 93.91% وذلك لانخفاض قيمة التباين البيئي فيها مقارنة مع قيمة التباين الوراثي، بينما كانت نسبة التوريث بالمعنى الضيق منخفضة بلغت 14.62%، ويعود السبب الى انخفاض قيمة التباين الوراثي الاضافي وارتفاع قيمة التباين الوراثي السيادي، وهذا يؤكد ان صفة ارتفاع العرنوص العلوي تسيطر عليها السيادة الفائقة للجينات. واتفقت هذه النتائج مع كل من ابراهيم و حمادي (2010) رمضان و الجميلي (2010) و الهيتي (2012) و كنوش (2014). تماثلت قيم المعالم الوراثية من حيث الارتفاع والانخفاض لكلتا المدتي عند تكرار

الري كل 5 أو 10 ايام، وعليه فإن طريقة التهجين هي الأكثر ملائمة في تحسين صفة ارتفاع العرنوص.

ويلاحظ من النتائج (جدول 23) ان قيمة مكون قابلية الائتلاف العامة لصفة المساحة الورقية كانت أقل من قيمة تباين قابلية الائتلاف الخاصة، وكذلك النسبة بينهما δ^2 GCA/ δ^2 SCA كانت اقل من الواحد الصحيح اذ بلغت 0.09، كما ان التباين السيادي اكبر من التباين الاضافي فهو 5997.13 و 1128.24 بالتتابع، وهذا يبين اهمية الفعل الجيني السيادي في السيطرة على توريث هذه الصفة, وهذا يتفق مع صديق و البنك (2011). كما ان متوسط درجة السيادة كان اكبر من واحد صحيح لصفة المساحة الورقية (3.26) وهذا يدل على ان الصفة تقع تحت تأثير السيادة الفائقة للجينات التي تسيطر في توريث صفة المساحة الورقية إذ بلغت نسبة التوريث بالمعنى الواسع 94.23% وبالمعنى الضيق 14.92%، ويظهر ان نسبة التوريث بمفهومها الواسع عالية مما يدل على ان التأثير للتباين الوراثي كان كبيراً وان تأثير التباين البيئي قليل وتتفق هذه النتائج مع الاسودي (2002). ان مثل هذه النتائج تدلّ على وجود سيادة فائقة للجينات تسيطر على توارث صفة المساحة الورقية في الذرة الصفراء، وتتفق هذه النتائج مع كل من الهيتي (2012) و لذيذ وحسين (2014) و كنوش (2014) و يحيى وداود (2014). أخذت النتائج نفس الاتجاه تحت مدتي الري.

والجدول نفسه يظهر ان قيمة تباين الائتلاف الخاصة (δ^2SCA) لصفة وزن النبات الجاف كانت اكبر من قيمة تباين قابلية الائتلاف العامة (δ^2GCA) عند تكرار الري كل 5 أيام. وان النسبة بين تباين قابلية الائتلافية العامة الى الخاصة δ^2 GCA/ δ^2 SCAδ^2 اقل من الواحد الصحيح (0.07) دلالة على وجود التاثير غير المضيف للجينات في هذه الصفة، ونلاحظ ان التباين الوراثي السيادي اكبر من التباين الوراثي الاضافي مما جعل الصفة تخضع لسيطرة الوراثة السيادية وهذا ما انعكس على متوسط درجة السيادة اذ زادت قيمتها عن واحد صحيح فبلغت 3.68، ويلاحظ من الجدول ذاته ان نسبة التوريث بالمعنى الواسع كانت عالية بلغت 92.01% وان نسبة التوريث بالمعنى الضيق كانت قليلة بلغت 11.83% عند معاملة الري كل 5 ايام، وهذا يتفق مع ما حصل عليه كل من Muhammad و Qayyum (2013) و كنوش (2014) الذين حصلوا على نسبة توريث عالية بالمعنى الواسع. اما عند تكرار الري كل 10 ايام، فيلاحظ انخفاض قيمة (δ^2SCA) اذ بلغت 294.40، وهذا يعني ان التباين الوراثي السيادي انخفض على حساب قيمة التباين الوراثي المضيف،

وبالتالي سوف يؤثر الفعل الاضافي في السيطرة على توريث صفة وزن النبات الجاف وتظهر سيادة جزئية للجينات المسيطرة على توارث الصفة. وهذا ما انعكس على متوسط درجة السيادة اذ قلت قيمتها عما هو عليه عند تكرار الري كل 5 ايام اذ بلغت 1.29، وبالتالي انخفاض نسبة التوريث بالمعنى الواسع بلغت 62.13%، وهذا قد يشير الى عدم اللجوء الى انتخاب مثل هذه التراكيب الوراثية في برامج تطوير تربية الذرة الصفراء، بلكن لا تزال الصفة تحت تأثير السيادة الفائقة للجينات المؤثرة في صفة وزن النبات الجاف وعند تكرار الري كل 10 ايام.

وتبين النتائج في الجدول ذاته ان تباين قابلية الائتلاف الخاصة في صفة قطر الساق تفوقت على مكونات تباين الائتلاف العامة، وان هذه الاختلافات في قيم تباين قابلية الائتلاف توضح مدى الاتحاد الحاصل بين الجينات الابوية الداخلة في التضريب المعين باتجاه زيادته او انخفاض متوسط الصفة في التضريب الناتج، وان النسبة بين تباين قابلية الائتلاف العامة الى الخاصة GCA/δ^2 $SCA\delta^2$ كان اقل من الواحد الصحيح (0.07)، مما يشير الى وجود تأثير غير مضيف في السيطرة على الصفة. كما أن التباين الوراثي السيادي تفوق على قيمة التباين الوراثي المضيف وبلغت القيم 1.87 و 0.27 للتباينين بالتتابع، وهذا يشير إلى ان فعل الجين السيادي كان اكبر تأثيراً من فعل الجين المضيف في توريث صفة قطر الساق، مما انعكس ذلك على متوسط درجة السيادة بإعطائها درجة سيادة اكبر من واحد صحيح بلغت 3.71، وكذلك اظهرت النتائج في الجدول ذاته لتقدير نسبة التوريث بمفهومها الواسع والضيق ان قيم التوريث بالمعنى الواسع كانت متوسطة في هذه الصفة إذ بلغت 70.03%، وهذا قد يعزى الى ان قيم التباين الوراثي كانت مرتفعة مما اثرت في السيطرة على توريث صفة قطر الساق وقيم التباين البيئي كانت منخفضة، اتفقت هذه النتائج مع Ribeiro وآخرين (2016) الذي اكد ان قيم التباين الوراثي السيادي كان تأثيره اعلى من التباين البيئي، وان نسبة التوريث بالمعنى الواسع كانت اعلى مما هو عليه بمفهومها الضيق، وهذه دلالة على وجود سيادة فائقة للجينات التي تسيطر على توارث صفة قطر الساق. جميع هذه النتائج آنفه الذكر كانت عند تكرار الري كل 5 أيام، اما بتباعد مدة الري كل 10 ايام فنلاحظ زيادة في قيم تباين مكونات الائتلاف الخاصة بلغت 3.12، مما انعكس على قيمة التباين الوراثي السيادي وبالتالي زيادة متوسط درجة السيادة التي بلغت 6.48 ونسبة التوريث بالمعنى الواسع كانت عالية ايضاً إذ بلغت 87.77% مما يضمن الحصول على سيادة فائقة للجينات المسيطرة على صفة قطر الساق. ان هذه الزيادة في بعض قيم مكونات التباين الوراثي عند تكرار الري كل 10 ايام عما هو عليه عند تكرار الري كل 5 ايام تدفع مربي النبات إلى اللجوء الى

طرق التهجين واستخدامهم لهذه التراكيب الوراثية لتطوير برامج تربية الذرة الصفراء لاسيما في ظل ظروف الجفاف لما اعطته الهجن من اداء افضل في ظل ظروف قلة الماء الجاهز.

تبين نتائج التحليل الوراثي (جدول 23) ان قيمة مكون تباين قابلية الائتلاف العامة (δ^2 GCA) اقل من قيمة مكون تباين قابلية الائتلاف الخاصة ($SCA\delta^2$) في صفة محتوى الماء النسبي، وهذه لم تتفق مع Golparvar (2013) الذي وجد ان قيمة مكون تباين الائتلاف العامة اكبر من تباين قابلية الائتلاف الخاصة. وكذلك ان النسبة بين تباين قابلية الائتلاف العامة الى الخاصة اقل من الواحد الصحيح إذ بلغت 0.11 دلالة على وجود التأثير غير الاضافي للجينات في هذه الصفة. كما ان التباين الوراثي السيادي (δ^2D) بلغ 160.17 وكان اكبر من التباين الوراثي الاضافي (δ^2A) البالغ 34.62، وهذا يبين اهمية الفعل الجيني السيادي في السيطرة على توريث صفة RWC والذي انعكس في متوسط درجة السيادة التي بلغت 3.04 اكبر من واحد صحيح، وهذا يشير الى ان الصفة تقع تحت تأثير السيادة الفائقة للجينات. ويشير الجدول نفسه الى ان نسبة التوريث بالمعنى الواسع كانت عالية جدا في هذه الصفة إذ بلغت 99.21% وذلك لانخفاض قيمة التباين البيئي فيها مقارنة مع قيمة التباين الوراثي، مما ادى الى خفض قيمة التباين المظهري، بينما كانت نسبة التوريث بالمعنى الضيق متدنية بلغت 17.63%. وانسجمت هذه النتائج مع نتائج Rad وآخرين (2013) خلال دراستهم على محصول الحنطة. وكانت هذه النتائج انفة الذكر عند معاملة تكرار الري كل 5 ايام، بينما لم يختلف الوضع كثيرا عند تكرار الري كل 10 ايام، إذ اعطت متوسط درجة السيادة اعلى من واحد صحيح (3.74) وهذا يؤكد مرة اخرى ان السيادة الفائقة للجينات هي التي تؤثر في صفة RWC، وكذلك اعطت نسبة توريث عالية بلغت 77.82% ولكن الفرق كان في مكون تباين قابلية الائتلاف الخاصة الذي بلغ 5.67، وان تباين قابلية الائتلاف العامة بلغ 0.41، ان هذا الاختلاف في قيم تباين قابلية الائتلاف قد يؤثر على مدى اتحاد الحاصل بين جينات الام بأتجاه زيادة متوسط الصفة او انخفاضه في التضريب الناتج في ظروف الاجهاد المائي.

جدول 23 بعض المعالم الوراثية لصفات النمو الخضري في الهجن نصف التبادلية للذرة الصفراء تحت ظروف الري كل 5 و 10 ايام.

صفات النمو	معاملة الري	δ^2SCA	δ^2GCA	δ^2 GCA/δ^2 SCA	δ^2A	δ^2D	$\bar{a}$	h^2. Bs	h^2. Ns
التزهير الذكري 50%	فاصلة الري 5 ايام	13.84	2.44	0.18	4.88	13.84	2.38	97	25
	فاصلة الري 10 ايام	9.34	1.65	0.18	3.30	9.34	2.38	97	25
التزهير الانثوي 50%	فاصلة الري 5 ايام	12.83	0.72	0.06	1.45	12.83	4.21	98	10
	فاصلة الري 10 ايام	7.18	0.34	0.05	0.68	7.18	4.60	96	8
أرتفاع النبات	فاصلة الري 5 ايام	450.01	14.39	0.03	28.78	450.01	5.59	93.57	5.62
	فاصلة الري 10 ايام	400.94	30.32	0.08	60.64	400.94	3.64	90.97	11.95
أرتفاع العرنوص	فاصلة الري 5 ايام	258.56	23.84	0.09	47.69	258.56	3.29	93.91	14.62
	فاصلة الري 10 ايام	199.00	34.64	0.17	69.27	199.00	2.40	94.73	24.46
قطر الساق	فاصلة الري 5 ايام	1.87	0.14	0.07	0.27	1.87	3.71	70.03	8.90
	فاصلة الري 10 ايام	3.12	0.07	0.02	0.15	3.12	6.48	87.77	3.99
المساحة الورقية	فاصلة الري 5 ايام	5997.13	564.12	0.09	1128.24	5997.13	3.26	94.23	14.92
	فاصلة الري 10 ايام	2951.87	597.53	0.20	1195.07	1951.87	2.22	91.59	26.39
الوزن الجاف	فاصلة الري 5 ايام	3178.49	234.35	0.07	468.71	3178.49	3.68	92.01	11.83
	فاصلة الري 10 ايام	294.40	178.10	0.61	356.21	294.40	1.29	62.13	34.01
المحتوى النسبي للماء RWC	فاصلة الري 5 ايام	160.17	17.31	0.11	34.62	160.17	3.04	99.21	17.63
	فاصلة الري 10 ايام	5.67	0.41	0.07	0.81	5.67	3.74	77.82	9.73

4-3-4 المعالم الوراثية لصفات الحاصل ومكوناته تحت تأثير مدتي الري

اوضحت نتائج التحليل الوراثي (جدول 24) ان مكون تباين قدرة الائتلاف الخاصة كانت اكبر في عدد العرانيص في النبات من مكون تباين قدرة الائتلاف العامة، وان النسبة بين تباين قابلية الائتلاف العامة الى الخاصة GCA/δ^2 $SCA\delta^2$ كانت اقل من الواحد الصحيح (0.22) الامر الذي يشير الى ان التأثير غير الاضافي للجينات كان اكثر اهمية في السيطرة على الصفة، واتفقت هذه النتائج مع نتائج صديق و البنك (2011)، كما ان التباين الوراثي السيادي اكبر من التباين الوراثي الاضافي اذ بلغا 0.02 و 0.01 بالتتابع، وهذا يبين اهمية فعل الجين السيادي في السيطرة على توريث هذه الصفة. كما ان متوسط درجة السيادة كان اكبر من واحد صحيح لصفة عدد العرانيص في النبات إذ بلغ 2.15 مما يؤكد ان الصفة تقع تحت تأثير السيادة الفائقة للجينات التي تسيطر في توريث عدد العرانيص في النبات. ان نسبة التوريث بالمعنى الواسع عالية بلغت 86.58% وانخفضت بالمعنى الضيق فبلغت 26.19% في النباتات المرويه كل 5 ايام، وان ارتفاع نسبة التوريث بالمعنى الواسع يدل على ان التأثير الوراثي كان كبيراً، وان تأثير التباين البيئي قليل. وانسجمت هذه النتائج مع نتائج كل من رمضان و الجميلي (2010) و صابر وسعد الله (2012) و داود و علي (2009). وتماثلت هذه النتائج لمعاملة الاجهاد كل 5 ايام، بينما لم يظهر تأثير لمعاملة الإجهاد (10 ايام) في هذه الصفة على المعالم الوراثية قيد الدراسة.

وتظهر النتائج (جدول 24) ان مكون تباين قدرة الائتلاف الخاصة كان في عدد الصفوف في العرنوص اكبر من مكون تباين الائتلاف العامة، وهذه اتفقت مع صديق و البنك (2014)، وان النسبة بين تباين قابلية الائتلاف العامة الى الخاصة GCA/δ^2 $SCA\delta^2$ اقل من الواحد الصحيح إذ بلغت 0.23 دلالة على وجود التأثير غير الاضافي للجينات في هذه الصفة. كما أن التباين الوراثي السيادي للجينات (σ^2D) كان أكبر من التباين الإضافي (σ^2A) (2.69 و 1.21 بالتتابع)، وهذه القيم العالية للتباين السيادي للجينات انعكست على متوسط درجة السيادة إذ بلغت 2.11 مؤكدة بذلك وجود سيادة فائقة للجينات التي تسيطر في صفة عدد الصفوف بالعرنوص في الذرة الصفراء. وكانت نسبة التوريث بالمعنى الواسع مرتفعة فقد بلغت 94.91%، وبلغت نسبة التوريث بمفهومها الضيق 29.49%، هذه النسبة المرتفعة لنسبة التوريث بالمعنى الواسع تشير إلى انخفاض قيم التباين البيئي، وان صفة عدد الصفوف في النبات تقع تحت تأثير سيادة فائقة للجينات التي تسيطر على

الصفة. وتنسجم هذه النتائج مع نتائج كنوش (2014) و الهيتي (2012) و يحيى و داود (2014) الذين وجدوا جينات السيادة الفائقة هي التي تسيطر على توارث صفة عدد الحبوب بالصف.

كما يلاحظ من النتائج ايضاً (جدول 24) ان قيمة مكون تباين قدرة قابلية الائتلاف العامة (δ^2GCA) في صفة عدد الحبوب بالصف كانت اقل من قيمة مكون تباين قابلية الائتلاف الخاصة (δ^2SCA)، وان النسبة بينهما δ^2 SCA/ δ^2 GCA كانت اقل من الواحد الصحيح بلغت 0.07. كما ان التباين الوراثي السيادي (δ^2D) اكبر من التباين الوراثي الاضافي (δ^2A)، وهذا يبين اهمية الفعل الجيني غير الاضافي في السيطرة على توريث صفة عدد الحبوب بالصف، مما انعكس على متوسط درجة السيادة وكانت اكبر من واحد صحيح (3.70)، يشير الجدول نفسه الى ان نسبة التوريث بالمعنى الواسع كانت عالية في هذه الصفة بلغت 92.98% وذلك لانخفاض قيمة التباين البيئي فيها مقارنة مع قيمة التباين الوراثي، بينما كانت نسبة التوريث بالمعنى الضيق واطئة بلغت11.88% وذلك لانخفاض نسبة التباين الاضافي. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه كل من الهيتي (2012) و كنوش (2014) في حصولهما على متوسط درجة سيادة اكبر من واحد مما اشارا الى وجود جينات السيادة الفائقة التي تسيطر على توارث صفة عدد الحبوب بالصف. وتماثلت هذه النتائج لمعاملتي الاجهاد من حيث الزيادة والنقصان في قيم المعالم الوراثية.

اكدت نتائج التحليل الوراثي (جدول 24) تأثير تباين قدرة الائتلاف الخاصة ($\delta^2 SCA$) في صفة وزن 500 حبة كان اكبر من تأثير تباين قدرة الائتلاف العامة (δ^2GCA) لمعاملتي الري 5 و 10 ايام، وهذه اتفقت مع صديق و البنك (2011)، وان النسبة بين تباين قابلية الائتلاف العامة الى الخاصة δ^2 SCA/ δ^2 GCA كانت اقل من الواحد الصحيح لكلا معاملتي الاجهاد الامر الذي يشير الى ان التأثير غير الاضافي للجينات كان اكثر اهمية في السيطرة على الصفة. كما ان التباين الوراثي الاضافي ($\delta^2 A$) اقل من التباين الوراثي السيادي ($\delta^2 D$) اذ بلغ 68.50 و 106.22 للسيادي و 51.29 و 26.68 للاضافي ولكلا كعاملتي الري بالتتابع، هذا ما يبين اهمية الفعل الجيني السيادي في السيطرة على توريث صفة وزن الحبة. كما اظهرت نتائج الجدول نفسه ايضاً ان قيمة متوسط درجة السيادة كانت اكبر من واحد بلغت 1.63 و 2.82 للمدتين بالتتابع، مما يشير الى اهمية السيادة الفائقة للجينات في السيطرة على وراثة هذه الصفة. ويشير الجدول نفسه الى ان نسبة التوريث بالمعنى الواسع كانت عالية في هذه الصفة بلغت 93.57 و 90.66% وللمدتين بالتتابع، وذلك لانخفاض

قيمة التباين البيئي فيها مقارنة مع قيمة التباين الوراثي لذا فأن الصفة يمكن تحسينها عن طريق التهجين، بينما كانت نسبة التوريث بالمعنى الضيق متوسطة بلغت 40.06 و 18.20%، وهذا راجع الى انخفاض التباين الوراثي الاضافي. واتفقت هذه النتائج مع نتائج كل من لهمود وآخرين (2015) و رمضان و الجميلي (2010) الذين وجدوا ان صفة وزن 500 حبة تقع تحت تأثير السيادة الفائقة للجينات التي تسيطر على الصفة.

واظهرت نتائج التحليل الوراثي (جدول 24) ان مكون قدرة الائتلاف الخاصة في صفة حاصل الحبوب كانت اقل من مكون قدرة الائتلاف العامة اذ بلغت 2316.10 و 62536.17 عند فاصلة الري كل 5 ايام وكذلك عند معاملة الري كل 10 ايام اذ بلغت 1852.31 و 76515.29 بالتتابع، وان النسبة بينهما $GCA/\ \delta^2\ SCA\delta^2$ كانت اقل من الواحد الصحيح اذ بلغت 0.03 و 0.04 ولكلا مدتي الري 5 و 10 ايام. كما ان التباين الوراثي السيادي $(\delta^2 D)$ اقل من التباين الوراثي الاضافي $(\delta^2 A)$ للمدتين، وهذا يبين اهمية الفعل الجيني الاضافي في السيطرة على توريث صفة عدد الحبوب بالصف، مما انعكس ذلك في متوسط درجة السيادة وكانت اكبر من واحد صحيح بلغت 6.09 و 4.92 وللمدتين عند تكرار الري كل 5 و 10 ايام بالتتابع. ويشير الجدول نفسه الى ان نسبة التوريث بالمعنى الواسع كانت عالية في هذه الصفة بلغت 89.26 و 87.13% للمدتين بالتتابع، بينما كانت نسبة التوريث بالمعنى الضيق 4.57 و 6.65 لكلا مدتي الري 5 و 10 ايام بالتتابع. والنسبة المرتفعة لنسبة التوريث بالمعنى الواسع تشير إلى انخفاض قيم التباين البيئي وان صفة حاصل الحبوب في النبات تقع تحت تأثير سيادة فائقة للجينات التي تسيطر على الصفة، على ضوء نتائج صفة حاصل الحبوب يتضح ان التهجين الوسيلة المناسبة لتحسين حاصل النبات في الذرة الصفراء. وتنسجم هذه النتائج مع نتائج لهمود وآخرين (2015) و لذيذ و حسين (2014) و كنوش (2014) و الهيتي (2012) و رمضان و الجميلي (2010) الذين حصلوا على متوسط درجة سيادة اكبر من واحد صحيح مما اشاروا الى وجود جينات السيادة الفائقة التي تسيطر على توارث صفة حاصل الحبوب.

جدول 24 بعض المعالم الوراثية لصفات الحاصل في الهجن نصف التبادلية للذرة الصفراء تحت ظروف الري كل 5 و10 ايام.

صفات النمو	معاملة الري	δ^2SCA	δ^2GCA	δ^2 GCA/ δ2 SCA	δ^2A	δ^2D	$\bar{a}$	h^2. Bs	h^2. Ns
عدد العرانيص بالنبات	فاصلة الري 5 ايام	0.02	0.01	0.22	0.01	0.02	2.15	86.58	26.19
	فاصلة الري 10 ايام	0.00	0.00	−0.02	0.00	0.00	#Num!	49.75	1.94−
عدد الصفوف بالعرنوص	فاصلة الري 5 ايام	2.69	0.61	0.23	1.21	2.69	2.11	94.91	29.49
	فاصلة الري 10 ايام	1.51	0.30	0.20	0.59	1.51	2.26	80.90	22.83
عدد الحبوب بالصف	فاصلة الري 5 ايام	13.33	0.98	0.07	1.95	13.33	3.70	92.98	11.88
	فاصلة الري 10 ايام	12.86	0.65	0.05	1.29	12.86	4.46	85.36	7.78
وزن 500 حبة	فاصلة الري 5 ايام	68.50	25.65	0.37	51.29	68.50	1.63	93.57	40.06
	فاصلة الري 10 ايام	106.22	13.34	0.13	26.68	106.22	2.82	90.66	18.20
حاصل الحبوب	فاصلة الري 5 ايام	2316.10	62536.17	0.03	125072.34	10.2316	6.09	89.26	4.57
	فاصلة الري 10 ايام	1852.31	76515.29	0.04	153030.58	1852.31	4.92	87.13	6.65

4-4 التحليل الجزيئي لسلالات الذرة الصفراء وهجنها نصف التبادلية تحت تأثير مدتي الري.

4-4-1 التباعد الوراثي بين السلالات الداخلة بالتهجين والنسل الناتج.

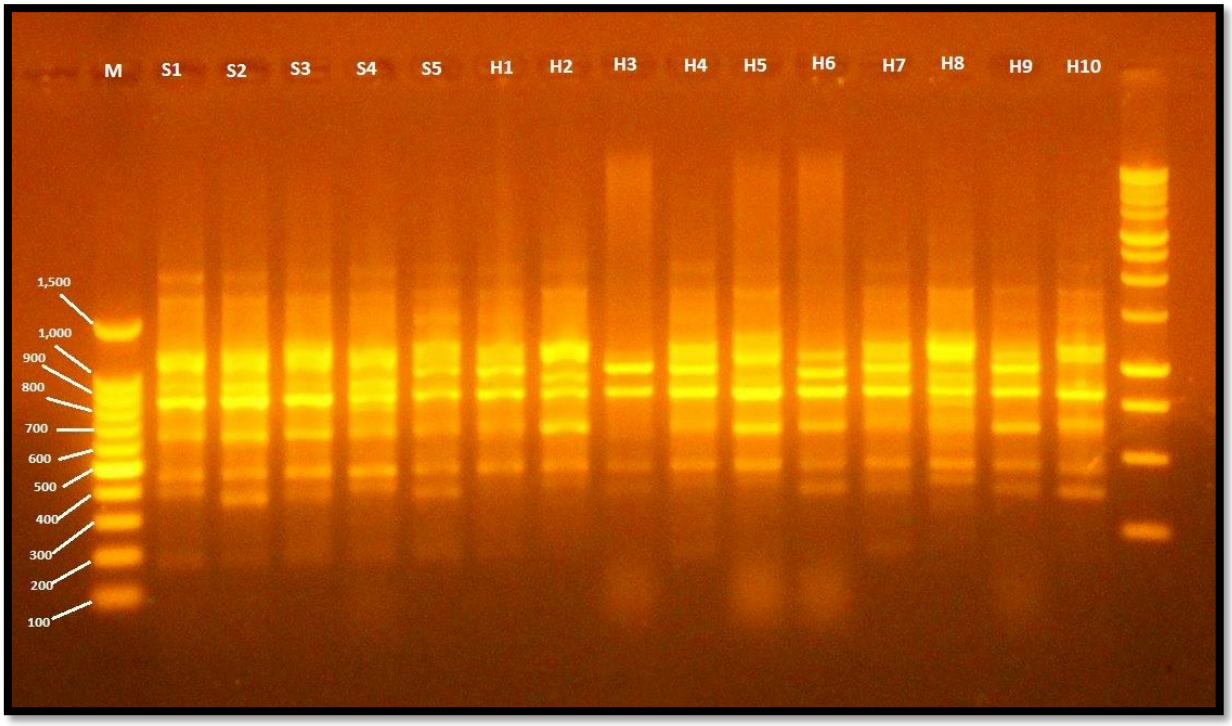
التحمل سمة معقدة وتتأثر بعدد كبير من الصفات، وهذه الصفات محكومة بعدد كبير من موقع الجينات والتي تعرف بـ Quantitative trait loci-QTLs، فالاباء ذو التعبير المظهري الخارجي Phenotypic (المتباعد) تُزاوج معا لتطوير الانعزال في النسل الناتج. وإن أنعزال المجتمعات يمكن ان يكشف عنه بمساعدة معلمات DNA مثل RAPD وغيرها والتي يمكن ان تحدد بواسطة ادوات اتحليل الاحصائي فيما بعد. إن أستغلال المعلمات المعتمدة على DNA (DNA-Based Markers) لتشخيص QTLs مرتبطة مع الصفات المورفورلوجية، والفسلجية، والبايوكيميائية والتي ستكون الهدف لمربي النبات لتحسين صفة تحمل الجفاف في النبات. فبعد تشخيص QTLs المرتبط مع الصفات، فان تحمل الجفاف يمكن ان يحسن بواسطة نقلها الى اصناف واعدة حديثة عن طريق برامج التربية المعروفة. وان الانتخاب القائم على معلمات DNA (Marker-assisted selection-MAS) والمعتمد على الصفات المرتبطة مع QTLs قد حُسن ليكون فعالاً لتوضيح الصفات الكمية الى مكون لوحدة وراثية ومساعدة مربي النبات ليقوم بانتخاب ملائم (Chinnusamy وآخرون 2005 و Hussain، 2006). وبالاعتماد على الموقع الجيني المستهدف بالتضاعف ومستوى المحافظة في هذا الموقع ونوع البادئ المستخدم وهدف مربي النبات وطريقة التربية يمكن ان تستخدم العديد من المعلمات المعتمدة على DNA ومنها RAPD. تم استخدام 5 بوادئ لكوثرة DNA المستخلص من مجتمعات الذرة الصفراء كما مثبت في الجدول 25. إذ اظهرت نتائج الترحيل الكهربائي اختلافاً واضحاً في عدد حزم DNA المتضاعفة وذلك حسب نوع البادئ المستخدم. واعتمدت طريقة تحليل نتائج دراسة العلاقة الوراثية على وجود الحزم الناتجة من تضاعف قطع معينة من جينوم نبات الذرة الصفراء أو غيابها وعلى الاوزان الجزئية لتلك الحزم التي تعتمد على العدد والمواقع المكملة لتسلسلات البادئات على شريط DNA القالب، واهملت الحزم الخفيفة جداً حسب ما ورد في حسين (2011). ان الاختلافات بين التراكيب الوراثية ان وجدت يتم الكشف عنها بأستخدام بادئات مختلفة تستهدف مناطق متعددة في الجينوم وحسب تسلسل البادئ ودرجة الأختلاف بين جينوم التراكيب الوراثية. اذ تم استخدام خمسة بادئات (جدول25).

جدول 25 عدد الحزم (bands) لقطع DNA (DNA segment) الظاهرة باستخدام خمسة بادئات من DNA المستخلص من خمس سلالات وهجنها نصف التبادلية.

البادئ		العدد الكلي للقطع المكوثرة	عدد القطع المتعددة الشكل	النسبة المئوية لتعدد اشكال القطع (%)	حجم القطع (زوج قاعدة) bp
OPC-08	5´-TGGACCGGTG-3´	12	9	75	2250-200
OPC-15	5´-GACGGATCAG-3´	13	13	100	2500-200
OPD-03	5´-GTCGCCGTCA-3´	13	10	77	3000-330
OPE-15	5´-ACGCACAACC-3´	13	8	62	2500-120
OPD-05	5´-TGAGCGGACA-3´	14	10	71	3000-200
المجموع		65	50	76.92	3000-120

1- البادئ OPC-08

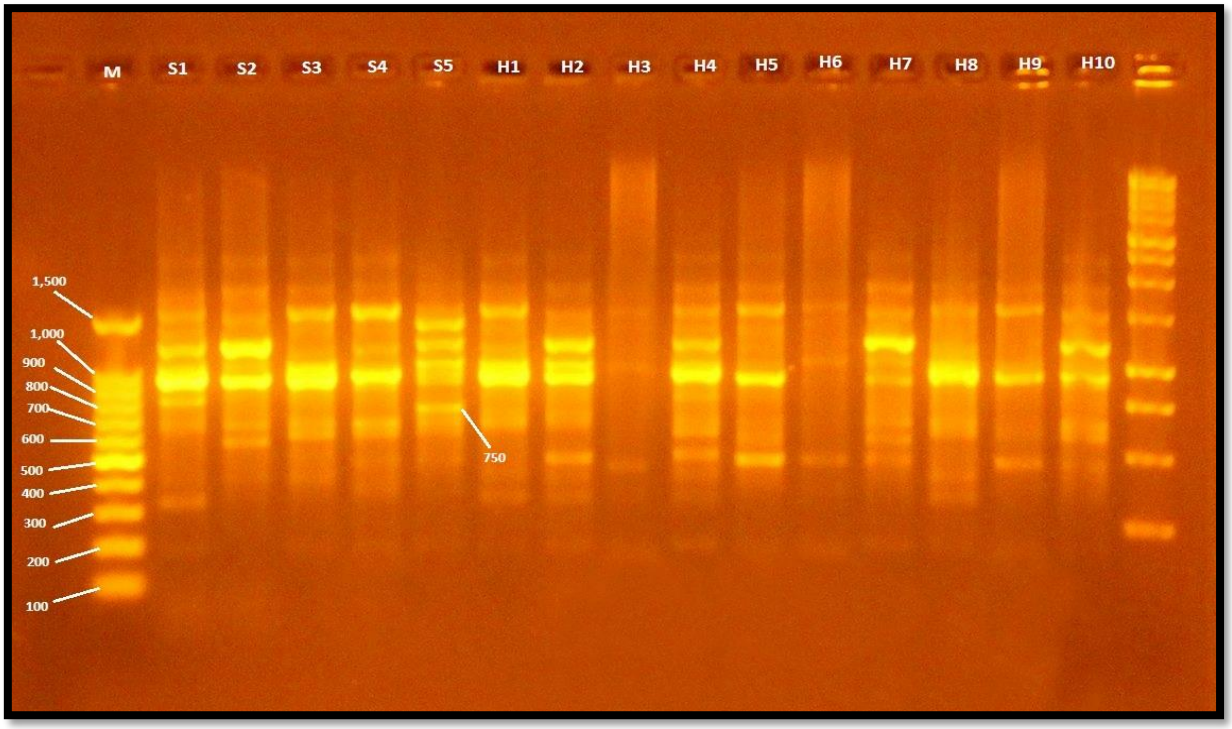
اظهر هذا البادئ (جدول 25) 12 حزمة وقد بلغ عدد الحزم المتباينة (polymorphic Fragments) 9 حزم وبالتالي بلغت النسبة المئوية للاشكال المظهرية 75% من اجمالي عدد الحزم الكلية. وأظهرت تبايناً واضحاً في الموقع والوزن الجزيئي الذي تراوح بين 200-2250 bp. ويتضح من الشكل 2 ان الحزم ذات الوزن الجزيئي 1200 و 850 و 460 bp قد ظهرت في جميع التراكيب الوراثية المدخله. ومن خلال التشخيص الجزيئي تبين أن التركيب الوراثي S3×S4 (H8) قد اعطى اعلى عدد حزم كلية وبالمقارنة مع التركيب الوراثي S1×S4 (H3) الذي اعطى اقل عدد من الحزم الكلية، ولم تظهر حزمة فريدة في اي من التراكيب الوراثية عند استخدام هذا البادئ.



شكل 1. الحزم الناتجة عن البادئ OPC–08 في توصيف التباعد الوراثي بين خمس سلالات (S1–S5) وهجنها نصف التبادلية (H1–H10) في الذرة الصفراء باستخدام مؤشرات RAPD على هلام اكاروز بتركيز 2%.

2- البادئ OPC-15

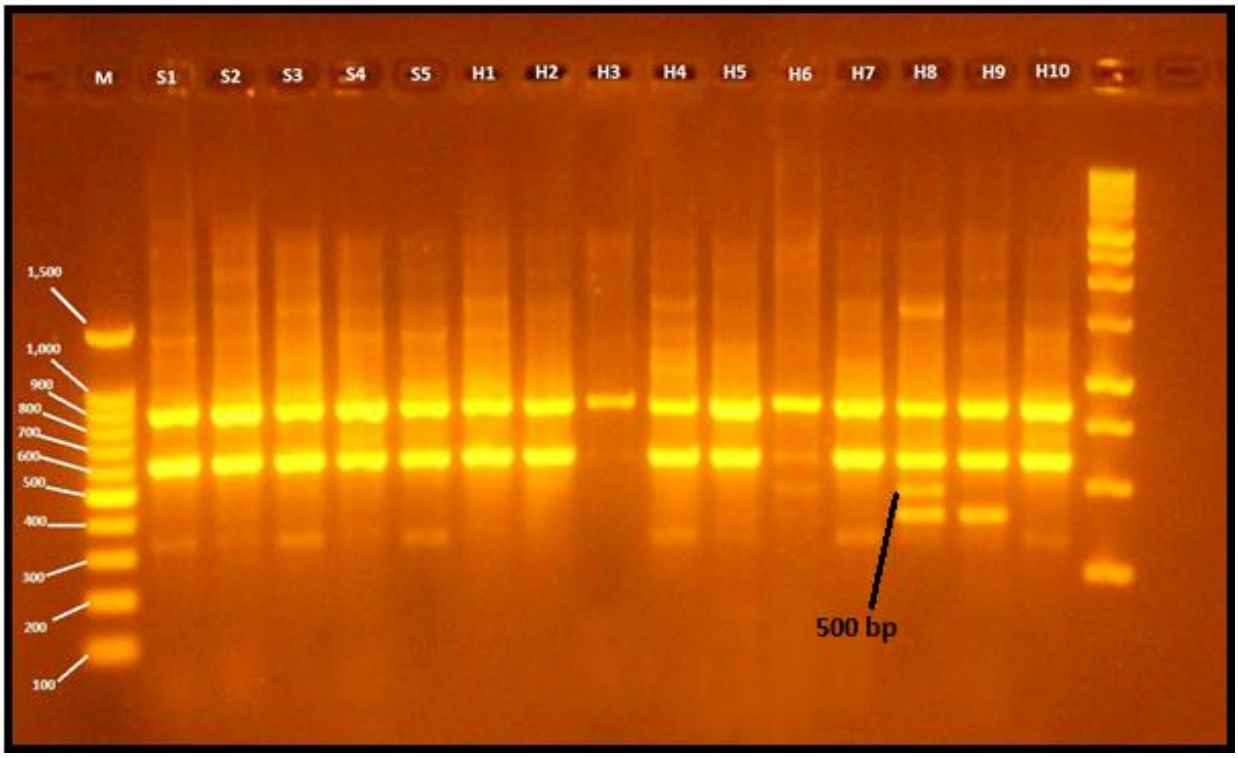
اعطى هذا البادئ (جدول 25) 13 حزمه، وقد بلغ عدد الحزم المتباينة ايضاً 13، هذا انعكس على النسبة المئوية للاشكال المظهرية التي بلغت 100%. كذلك ان هذا البادئ قد تعرف على التتابعات المكملة له في DNA جينوم التراكيب الوراثية مما اظهرت تبايناً واضحاً في الموقع والوزن الجزيئي الذي تراوح بين 200–2500 bp. نلاحظ في الشكل 3 ان في السلالة S5 توجد حزمة فريدة عند الوزن الجزيئي 750 bp وبذلك يمكن اعتبارها بصمة وراثية للسلالة في هذا البادئ، وفي هذا السياق ذكر Handi وآخرين (2013) و بكتاش وعبد الحميد (2015) عند استخدامهم عدة بادئات غياب الحزم في تراكيب وراثية ووجودها في اخرى. وهي التي توضح التباين بين التراكيب الوراثية المستخدمة فيما يخص البعد الوراثي. واظهرت نتائج التشخيص الوراثي زيادة عدد الحزم الكلية عند التركيب الوراثي S1×S5 (H4) بينما اعطى التركيب الوراثي S2×S4 (H6) ادنى عدد حزم كلية في التراكيب الوراثية. واختفت اغلب الحزم في التركيبين الوراثيين S1×S4 (H3) و S2×S4 (H6) ولربما يعود السبب في ذلك لعدم وجود تتابعات تكميلية له في جينوم هذين التركيبين الوراثيين.



شكل 2. الحزم الناتجة عن البادئ OPC-15 في توصيف التباعد الوراثي بين خمس سلالات (S1-S5) وهجنها نصف التبادلية (H1-H10) في الذرة الصفراء باستخدام مؤشرات RAPD على هلام اكاروز بتركيز 2%.

3- البادئ OPD-03

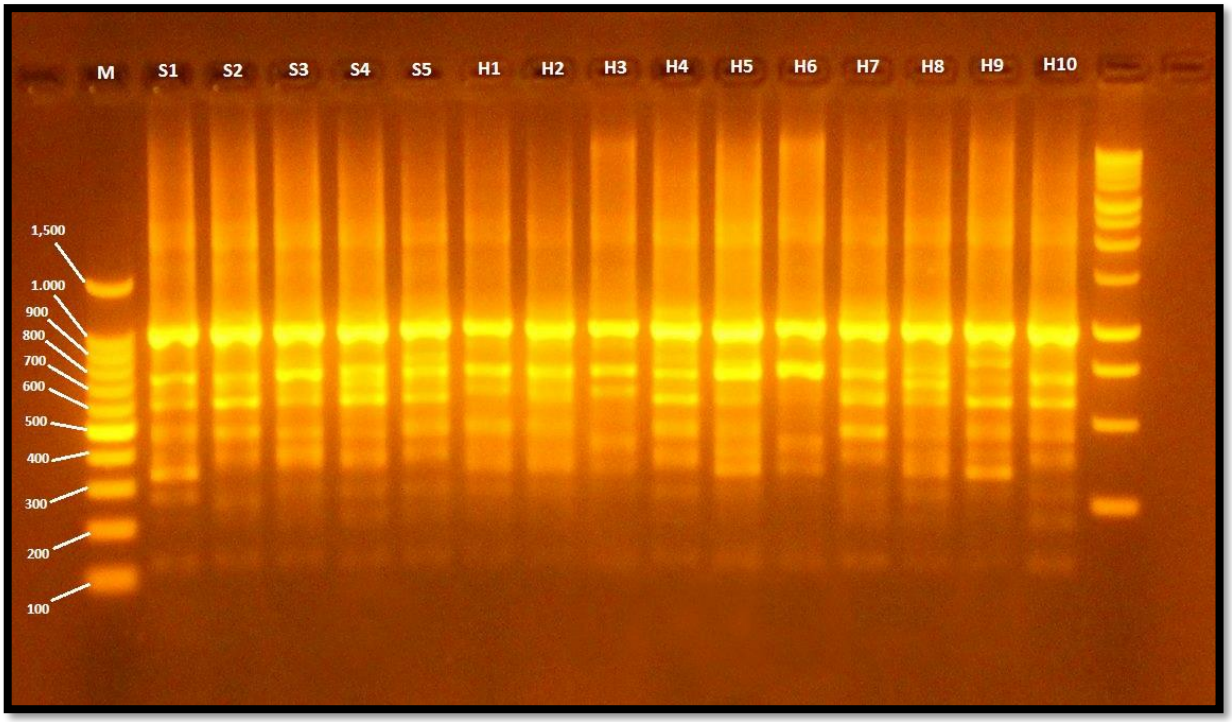
اظهر هذا البادئ (جدول 25) 13 حزمة كلية كان من بينها 10 حزم متباينة الظهور مما جعل النسبة المئوية للاشكال المظهرية تبلغ 77%، وتمكن البادئ من التعرف على التتابعات المكملة له في DNA الجينوم تراوحت بين 330-3000 bp. واظهر هذا البادئ (شكل 4) توافقاً بين تسلسل البادئ وتتابعات DNA القالب في جميع التراكيب الوراثية المستخدمة في الحزم ذات الوزن الجزيئي 650 و 920 و 2750 bp. وتبين ايضاً من الشكل 4 وجود حزمة فريدة في الهجين S3×S4 (H8) عند الوزن الجزيئي 500 bp، وقد تبين من خلال التشخيص الجزيئي أن التركيب الوراثي S1×S5 قد اعطى أعلى عدد حزم كلية بينما بلغ ادنى عدد للحزم في الهجينين S1×S4 (H3) و S4× (H6) S2.



شكل 3. الحزم الناتجة عن البادئ OPD-03 في توصيف التباعد الوراثي بين خمس سلالات (S1-S5) وهجنها نصف التبادلية (H1-H10) في الذرة الصفراء باستخدام مؤشرات RAPD على هلام اكاروز بتركيز 2%.

4- البادئ OPE-15

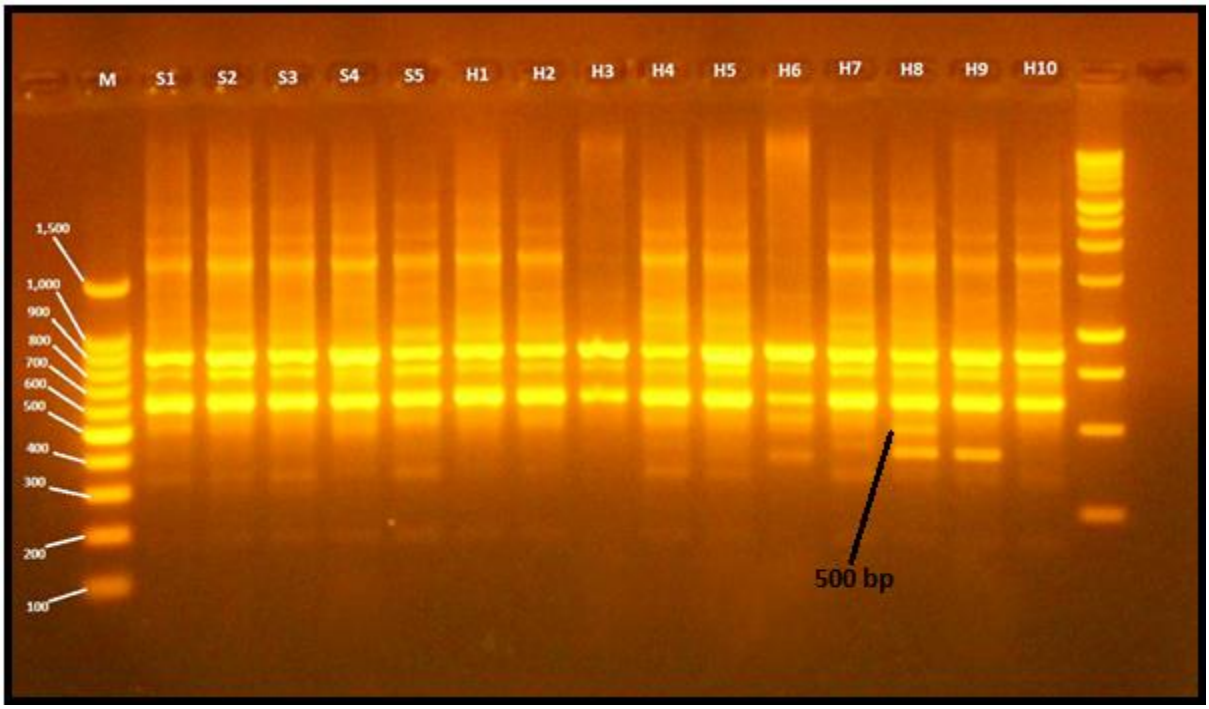
اظهر هذا البادئ (جدول 25) 13 حزمة كلية وقد بلغ عدد الحزم المتباينة 8 حزم وبالتالي بلغت النسبة المئوية للاشكال المظهرية 62 % من اجمالي عدد الحزم الكلية. كما ان البادئ قد تعرف على التتابعات المكملة له في قالب DNA للتراكيب الوراثية المستخدمة وأظهرت تبايناً واضحاً في الموقع والوزن الجزيئي الذي تراوح بين 120-2500 bp. ويلاحظ (شكل 5) ان الحزم ذات الاوزان الجزيئية 2500، 2100، 1000، 750، 400 و 120 bp قد ظهرت في جميع التراكيب الوراثية وهذا يدل على ان البادئ قد تعرف على التتابعات الخاصة به في جميع التراكيب الوراثية المستخدمة في الذرة الصفراء. كذلك اظهرت نتائج التشخيص الوراثي زيادة عددالحزم الكلية عند التركيبين الوراثيين S1×S5 (H4) و S2×S3 (H5) بينما اعطى التركيب الوراثي S2×S4 (H6) ادنى عدد للحزم الكلية.



شكل 4. الحزم الناتجة عن البادئ OPE–15 في توصيف التباعد الوراثي بين خمس سلالات (S1–S5) وهجنها نصف التبادلية (H1–H10) في الذرة الصفراء باستخدام مؤشرات RAPD على هلام اكاروز بتركيز 2%.

5- البادئ OPD-05

كان لهذا البادئ (جدول 25) عدد حزم بلغ 14 حزمة كلية واظهر 10 حزم متباينة الظهور مما بلغت نسبتها المئوية للاشكال المظهرية 71%، وتمكن البادئ من التعرف على التتابعات المكملة في DNA جينوم التراكيب الوراثية إذ اظهر تبايناً واضحاً في الوزن الجزيئي تراوح بين 200–3000 bp. قد ظهرت حزمة فريدة نتيجة لاستخدام هذا البادئ في الهجين S3×S4 (H8) عند الحجم 500 bp. وتبين من خلال التشخيص الجزيئي أن S1×S5 (H4) قد اعطى اعلى عدد حزم كلية بالمقارنة مع S1×S4 (H3) و S2×S4 (H6) اللذين اعطيا اقل عدد من الحزم الظاهرة.



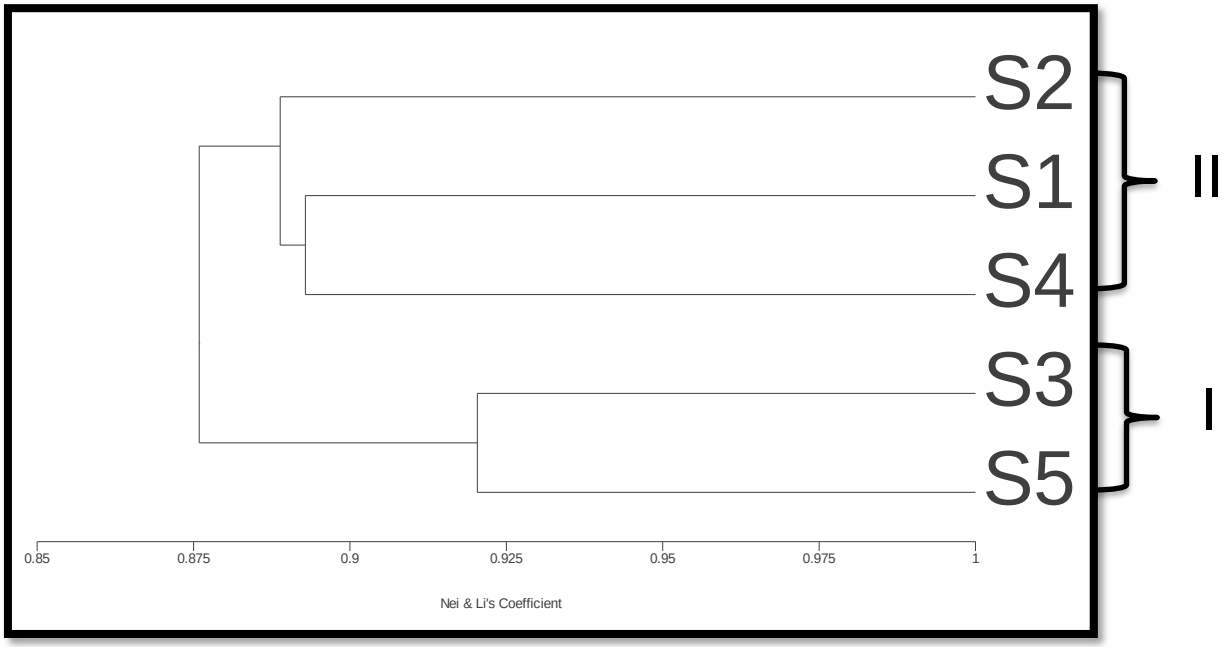
شكل 5. الحزم الناتجة عن البادئ OPD-05 في توصيف التباعد الوراثي بين خمس سلالات (S1-S5) وهجنها نصف التبادلية (H1-H10) في الذرة الصفراء باستخدام مؤشرات RAPD على هلام اكاروز بتركيز 2%.

التحليل العنقودي Cluster Analysis

ان حساب معامل البعد الوراثي بين خمس سلالات وهجنها نصف التبادلية قيد الدراسة في الذرة الصفراء بأستخدام تقنية RAPD بالاعتماد على النتائج التي اظهرت 65 حزمة كلية ذات تعدد شكلي وبالأعتماد على مقياس التشابة Hamming similarty index (جدول 26 والشكل 7)، اظهرت النتائج بأن اعلى نسبة تشابه وراثي (اقل بعد وراثي) في السلالات فقط بلغت 0.92 بين السلالتين S3 و S5، في حين وجدت اقل نسبة من التشابه الوراثي (اعلى بعد وراثي) بين السلالات قد بلغت 0.86 بين السلالتين S4 و S5، اذ يمكن تقسيم السلالات الى مجموعتين الاولى (() تضم S3 و S5 بينما المجموعة الثانية ((() ضمت السلالات المتبقية (S1، S2 و S4).

جدول 26 قيم الابعاد الوراثية لخمس سلالات من الذرة الصفراء باستخدام تقنية RAPD

	S5	S4	S3	S2	S1
S5	**1**				
S4	**0.86**	**1**			
S3	**0.92**	**0.88**	**1**		
S2	**0.88**	**0.89**	**0.89**	**1**	
S1	**0.87**	**0.89**	**0.89**	**0.89**	**1**

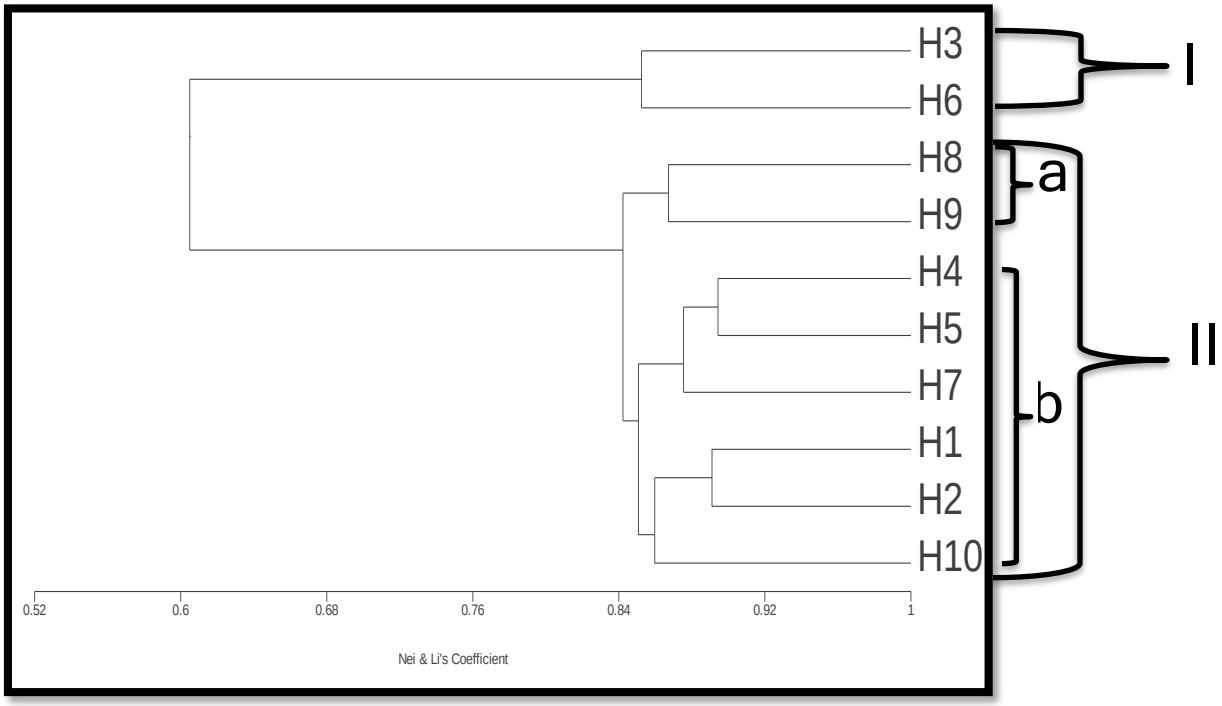


شكل 7 شجرة القرابة الوراثية (Dendrogram) لخمس سلالات من الذرة الصفراء اعتماداً على نتائج استعمال خمس بادئات في تقنية RAPD.

اما بخصوص الهجن فقد اظهرت النتائج (جدول 27 والشكل 8) أن اعلى نسبة تشابه وراثي (اقل بعد وراثي) بلغت 0.89 بين الهجينين S1xS5 (H4) و S2xS3 (H5) كذلك اعطى الهجينان S1xS2 (H1) و S1xS3 (H2)القيمة نفسها. في حين وجد اقل نسبة من التشابه الوراثي (اعلى بعد وراثي) بلغ 0.53 بين الهجينين S1xS4 (H3) و S3×S4 (H8). واظهر الشكل (2) بأن الهجن نصف التبادلية انقسمت الى مجموعتين رئيستين. المجموعة الرئيسة الاولى (I) تضم كلاً من الهجينين (H3) S1xS4 و S2xS4 (H6). في حين قسمت المجموعة الرئيسة الثانية (II) الى مجموعتين ثانويتين الاولى (a) ضمن الهجينين S3xS4 (H8) وS3xS5 (H9)، في حين تضم المجموعة الثانية (b) الهجن S1xS5 (H4) و S2xS3 (H5) و S2xS5 (H7) و S1xS2 (H1) و S1xS3 (H2) و S4xS5 (H10).

جدول 27 التباعد الوراثي للهجن نصف التبادلية من الذرة الصفراء باستخدام تقنية RAPD

	H10	H9	H8	H7	H6	H5	H4	H3	H2	H1
H10	**1**									
H9	**0.84**	**1**								
H8	**0.80**	**0.87**	**1**							
H7	**0.86**	**0.87**	**0.835**	**1**						
H6	**0.58**	**0.69**	**0.59**	**0.61**	**1**					
H5	**0.84**	**0.81**	**0.88**	**0.87**	**0.57**	**1**				
H4	**0.84**	**0.85**	**0.85**	**0.88**	**0.57**	**0.89**	**1**			
H3	**0.59**	**0.65**	**0.53**	**0.61**	**0.85**	**0.58**	**0.58**	**1**		
H2	**0.87**	**0.84**	**0.86**	**0.85**	**0.62**	**0.86**	**0.87**	**0.65**	**1**	
H1	**0.85**	**0.84**	**0.83**	**0.84**	**0.61**	**0.83**	**0.87**	**0.64**	**0.89**	**1**



شكل 8 شجرة القرابة الوراثية (Dendrogram) لعشرة هجن نصف تبادلية من الذرة الصفراء اعتماداً على نتائج استعمال خمس بادئات في تقنية RAPD.

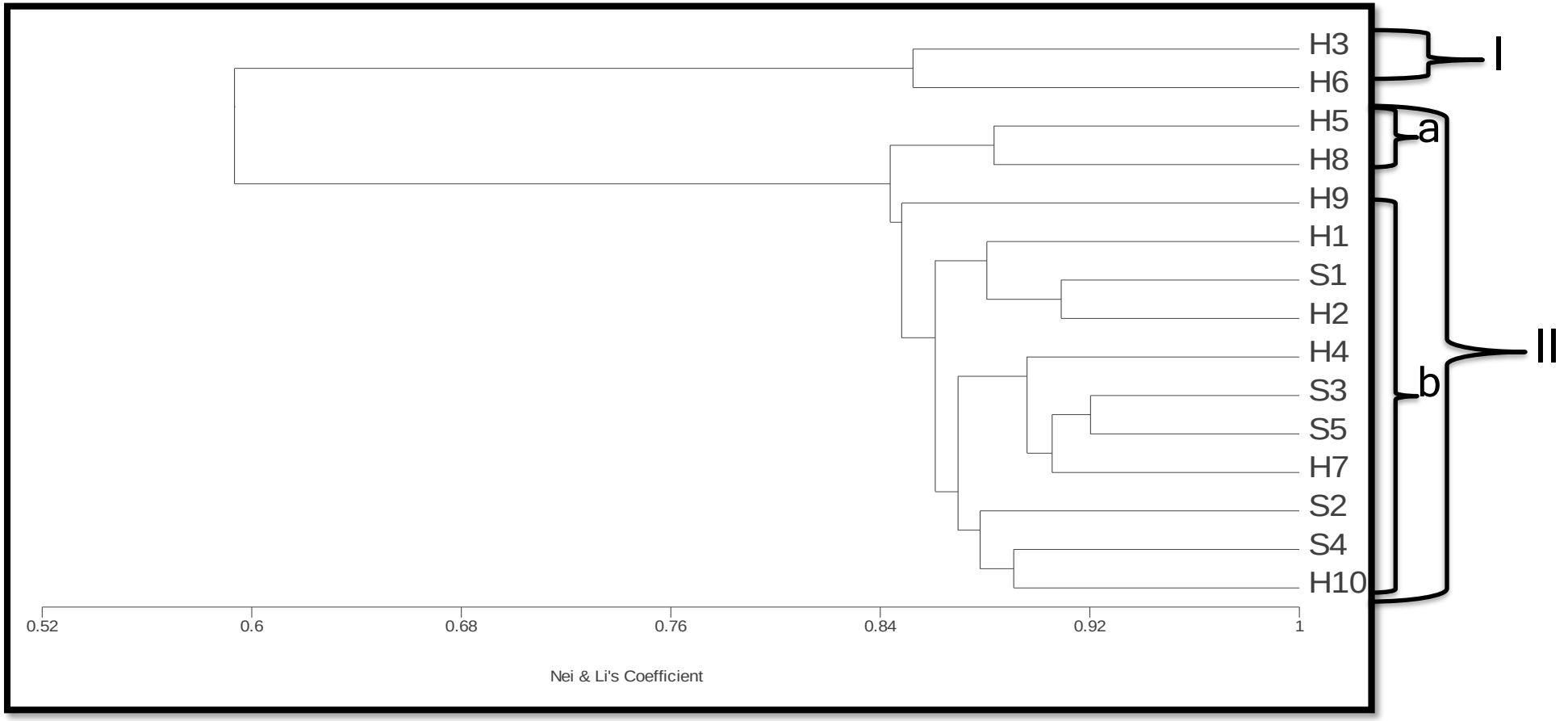
كذلك اظهرت النتائج (جدول 28 والشكل 9) ان اعلى نسبة تشابه وراثي بين السلالات الخمس وهجنها نصف التبادلية قد بلغت 0.92 بين السلالتين S3 و S5، في حين وجدت اقل نسبة من التشابه الوراثي بلغت 0.52 بين السلالة S4 والهجين S1xS4 (H3). ونستنتج من قيم التشابه بين التراكيب الوراثية ان السلالة S4 والهجين H3 كانا من اكثر السلالات والهجن متباعدة وراثياً عن التراكيب الوراثية الاخرى الداخلة في هذه الدراسة، وفي نفس السياق اتفقت هذه النتائج مع بكتاش وعبد الحميد (2015) الذين اكدوا وجود تباعد وراثي بين التراكيب الوراثية المستخدمة عند استخدامهم

بادئات متنوعة. وهذا يؤكد ان التهجين هو احد مصادر الأختلاف والتباين الوراثي ومصدر لإنتاج اصول وراثية جديدة، وجاءت هذه النتائج متفقة مع نتائج كل من الجبوري وآخرين (2009) و القيسي وآخرين (2014) الذين حصلوا عند دراستهم على الذرة الصفراء على تراكيب وراثية كانت اكثر تباعداً وراثياً عن التراكيب الاخرى. اما البعد الوراثي لبقية التراكيب الوراثية الاخرى فقد تراوح بين القيم اعلاه إذ تمت الإفادة من تلك القيم لأستخراج التحليل التجميعي dendogram (الشكل 9) ولكافة التراكيب الوراثية وذلك لاظهار العلاقات الوراثية التي تربطهما فيما بينهما، إذ توزعت على هيئة مجاميع Clusters. وبينت شجرة القرابة الوراثية (شكل 9) ان جميع التراكيب الوراثية (السلالات وهجنها) يمكن ان تقسم الى مجموعتين رئيسيتين. المجموعة الاولى (I) تضم الهجينين S1xS4 (H3) و S2xS4(H6). اما المجموعة الثانية (II) فتقسمت الى مجموعتين ثانويتين ضمت المجموعه الاولى (a) الهجينين S2xS3 (H5) و S3xS4 (H8)، بينما ضمت المجموعة الثانيه (b) كل من الهجن S3xS5 (H9) و S1xS2 (H1) و S1 و S1xS3 (H2) و S1xS5 (H4) و S3 و S5 و S2xS5 (H7) و S2 و S4 و S4xS5 (H10).

ان الذي يحدد بعد التراكيب الوراثية أو قربها عن بعضها البعض هو عدد الحزم المشتركه، فكلما كان عدد الحزم اكثر كان البعد الوراثي اقل وكلما قل عدد الحزم ازداد البعد بين التراكيب الوراثية، فالحزم المشتركة تشير الى تشابة المادة الوراثية في تلك المنطقة من DNA جينوم التراكيب الوراثية المدروسة والذي قد يمثل تشابهاً في الصفات المظهرية او صفات تتعلق بالمقاومة لظروف الاجهاد. اما التراكيب الوراثية البعيدة وراثياً عن بعضها فهي التي تشترك بأقل عدد من الحزم لوجود اختلافات في تسلسل النيوكليوتيدات في الجينوم الخاص بها.

جدول 28 قيم الابعاد الوراثية لخمس سلالات وهجنها نصف التبادلية من الذرة الصفراء باستخدام تقنية RAPD

	H10	H9	H8	H7	H6	H5	H4	H3	H2	H1	S5	S4	S3	S2	S1
H10	1														
H9	0.84	1													
H8	0.80	0.87	1												
H7	0.86	0.87	0.84	1											
H6	0.58	0.69	0.59	0.61	1										
H5	0.84	0.81	0.88	0.87	0.57	1									
H4	0.84	0.85	0.85	0.88	0.57	0.89	1								
H3	0.59	0.65	0.53	0.61	0.85	0.58	0.58	1							
H2	0.87	0.84	0.86	0.85	0.62	0.86	0.87	0.65	1						
H1	0.85	0.84	0.83	0.84	0.61	0.83	0.87	0.64	0.89	1					
S5	0.88	0.88	0.84	0.91	0.60	0.87	0.92	0.58	0.84	0.87	1				
S4	0.89	0.83	0.86	0.85	0.54	0.83	0.89	0.52	0.88	0.84	0.86	1			
S3	0.89	0.88	0.84	0.90	0.61	0.86	0.89	0.60	0.87	0.87	0.92	0.88	1		
S2	0.87	0.84	0.79	0.88	0.55	0.84	0.85	0.54	0.83	0.81	0.88	0.89	0.89	1	
S1	0.85	0.82	0.83	0.84	0.61	0.86	0.89	0.60	0.91	0.87	0.87	0.89	0.89	0.89	1



شكل 9 شجرة القرابة الوراثية (Dendrogram) لخمس سلالات وهجنها نصف التبادلية من الذرة الصفراء اعتماداً على نتائج 65 حزمة عند استعمال خمس بادئات في بتقنية RAPD.

4-4-2 التعبير الجيني لجين LOS/ABA3 تحت تاثير فاصلة الري

تحمل الجفاف في النبات تضمن ادراك اشارة الاجهاد (Stress signal) واستحثاث الاشارة اللاحق الذي يتسبب في تنشيط مختلف العمليات الفسلجية والايضية (Eckardt وآخرون، 2009). شخصت مئات الجينات ومسارات اشاراتها كجينات مهمة لتحمل الجفاف الهندسة الوراثية لبعض هذه الجينات من ان تحسن تحمل النبات للجفاف (Chaves وآخرون، 2002 و Mba وآخرون، 2012). بعض نواتج الجينات يحتاجها النبات ضروريا تحت جميع ظروف النمو وتسمى (Housekeeping gene, endogenous control or refrence gene) ومن الامثلة عليها Actin-1, DNA polymerase and RNA polymerease هذه الجينات يجب ان يعبر عنها بمستوى معين لجميع الاوقات وتحت جميع الظروف. أما الجينات التي يتطلب النبات نواتجها عند ظروف معينة فقط (مثلا: ظروف الجفاف)، ولا يحتاجها النبات دائما (مثلا: ظروف الري المتزن). هذه الجينات يعبر عنها اما بشكل واطئ او عالٍ او قد لا يعبر عنها اطلاقا، عموما يستخدم جين من نوع Housekeeping لمعايرة مستوى mRNA بين العينات المختلفة.

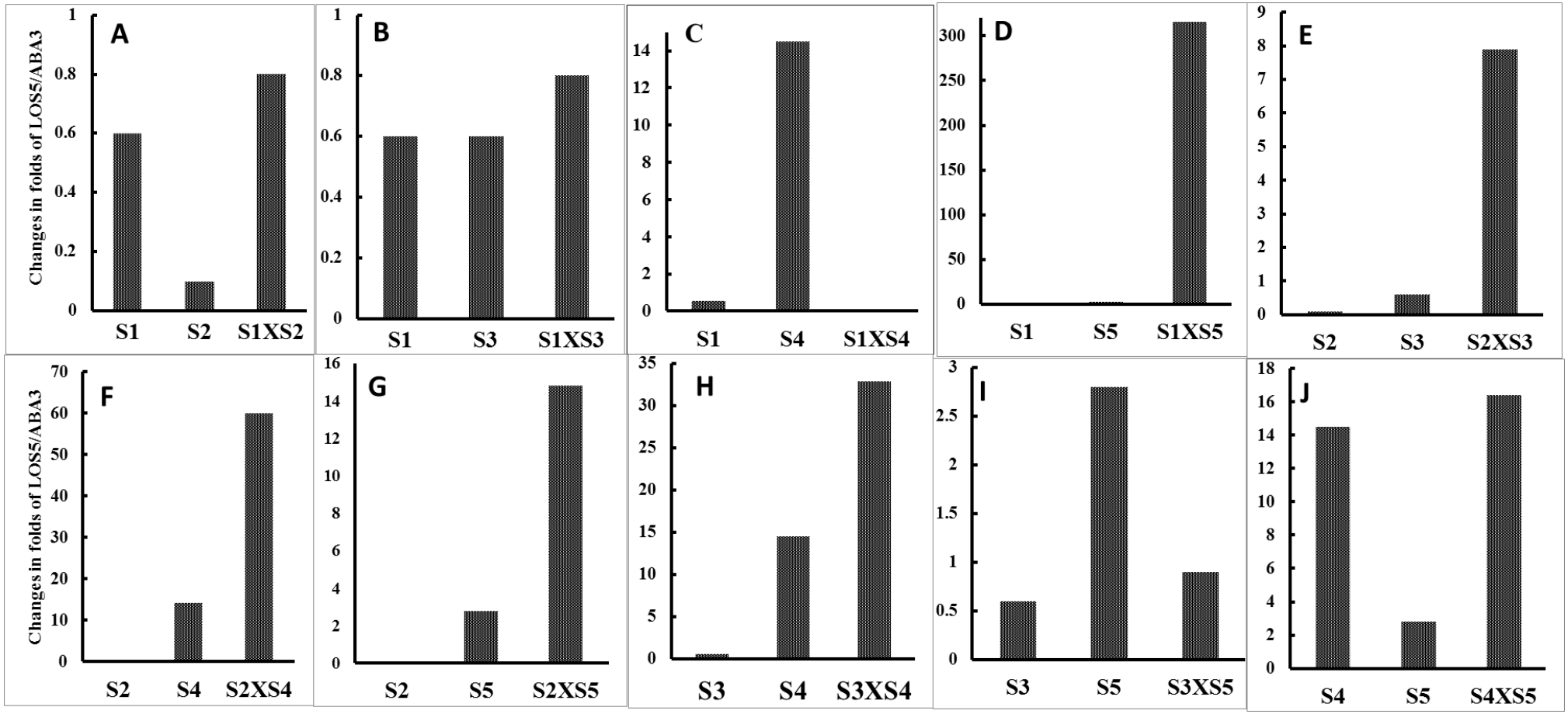
تم حساب قيمة التعبير الجيني للجين الهدف LOS/ABA3 كمحصلة لتعبيره تحت معاملتي الري وكما مبين في جدول 29. ويلاحظ من بيانات هذا الجدول أن هذا الجين قد ازداد تعبيره في جميع التراكيب الوراثية المجهدة ولكن بدرجات مختلفة فقد تراوحت بين 0.10 – 315.20 ضعفاً (نسخة من الجين) زيادة فوق تعبيره في النباتات المروية كل 5 ايام، وهذا يعزي الى الاختلاف الوراثي بين هذه التراكيب ونمط استجابتها للاجهاد. ان زيادة تعبير جين LOS/ABA3 في النباتات المعرضة لفاصلة ارواء كل 10 ايام يدل على ان قلة الماء تستحث تعبير هذا الجين. ويحسن LOS/ABA3 من تراكم ABA في النبات لانه يشفر MoCo sulferase الذي يقوم بتنظيم الديهايد اوكسيديز (AO) الذي يعزز الخطوة الاخيرة للبناء الحيوي ABA، وبالتالي تحسين تحمل الجفاف في النبات. وقد وجد ايضا ان هذا الجين يقلل من فتحات الثغور لخفض فقد الماء (Xiong وآخرون، 2001)، كذلك وجدوا ان هذا الجين يحبس جهداً عالياً للماء في الاوراق تحت ظروف الاجهاد. فضلا عن زيادة نشاط بعض الانزيمات المهمة لكنس الجذور الحرة الضارة في النبات مثل: SOD, CAT and POD (Krannich وآخرون، 2015 و Xiong وآخرون، 2001).

استخدم تفاعل البلمرة المتسلسل في الوقت الحقيقي الكمي (الأستنساخ العكسي) لقياس المستويات الكمية للحامض النووي المراسل (mRNA) وذلك بأستخدام جين Actin-1. واوضحت نتائج تشخيص التعبير الجيني (جدول 29) فروقات بين التراكيب الوراثية المستخدمة في هذه الدراسة لمستويات mRNA في تعبير جين الجفاف LOS5\ABA3 عند معاملة تكرار الري كل 10 ايام قياساً بمعاملة تكرار الري الطبيعي كل 5 ايام، للتحقق في دور LOS5\ABA3 في تراكيب الذرة الصفراء تحت اجهاد الجفاف من خلال تحليل عينات RNA ومراقبة تضاعف نسخ LOS5/ABA3 في عينات اوراق الذرة الصفراء المجهدة قد زاد تعبيره في جميع التراكيب الوراثية الداخلة بالدراسة عند ريها كل 10 ايام ولكن بدرجات مختلفة، فقد لوحظ ان اعلى تعبير 315.20 ضعفاً لهذا الجين في الهجين S1xS5 في حين بلغ اقل مستوى (0.10) في السلالة S2 والهجين S1xS4. كذلك تميز الهجين S2XS4 بلغ 60.1 ضعفاً، اما الهجين S3XS4 فقد بلغ التعبير الجيني فيه 32.9 ضعفاً. هذه دلالة على قدرة بعض التراكيب على تحفيز جين LOS5\ABA3 من خلال زيادة مستويات التعبير الجيني له والذي تجلى وضوحاً عند التراكيب الوراثية المذكورة عند تكرار الري كل 10، مما يشير إلى تلك التراكيب الوراثية قابلية على التكيف على تحمل ظروف الجفاف القاسية. ومن المحتمل ان يكون سبب تحمل ظروف نقص الماء هو ان التراكيب الوراثية التي شخص فيها زيادة تعبير جين الجفاف LOS5/ABA3 ادى الى زيادة تراكم ABA الى الحد المسموح به للتغلب على الشدود غير الطبيعية التي من ضمنها الجفاف واعطائها حاصلاً جيداً. واتفقت هذه النتائج مع Lu وآخرين (2013) الذي اشارت نتائجه الى ان تعبير LOS5/ABA3 قد ادى الى تراكم ABA وقد ساهم في تكيف النبات في ظل ظروف الجفاف. كذلك كان تعبير التراكيب الوراثية الأخرى لجين LOS5/ABA3 اقل من الواحد الصحيح، بمعنى ان تلك التراكيب الواثية حساسة لظروف الاجهاد. وتنسجم هذه النتائج مع ما ذكره Al-Sheikh (2015) من ان اصناف الذرة الصفراء تتغاير في استجابتها تبعاً لتباعدد مدد الري ولاسيما عند تباعد مدة الري الى 14 يوماً.

وتبين من الشكل 10 أن جميع الهجن نصف التبادلية اعطت قيماً اعلى لتعبير جين LOS5/ABA3 بأستثناء الهجينين S1xS4 و S3xS5 (الشكل 10- C و I). ويتضح من الشكل ذاته أن اعلى تعبير جيني على الأطلاق وجد في الهجين S1xS5 (315.20 ضعفاً)، ومن الجدير بالذكر أن ذات التركيب أظهر أعلى عدد من الحزم الكلية الظاهرة عند استخدام البادئات الخمسة في تقنية RAPD.

جدول 29 التعبير الجيني النسبي لجين LOS/ABA3 لخمس سلالات من الذرة الصفراء وهجنها نصف التبادلية للذرة الصفراء عند مدتي الري 5 و 10 ايام

التراكيب الوراثية	فاصلة الري 5 ايام			فاصلة الري 10 ايام			ΔΔCt	التعبير الجيني (عدد الاضعاف)
	LOS/ABA3 ΔCt	Actin ΔCt	LOS/ABA3-Actin (ΔCt1)	LOS/ABA3 ΔCt	Actin ΔCt	LOS/ABA3-Actin (ΔCt2)	ΔCt2-ΔCt1	2^-ΔΔCt
سلالة1(S1)	21.51	19.11	2.4	20.93	17.88	3.05	0.65	0.6
سلالة2 (S2)	20.68	22.62	-1.94	20.6	19.04	1.56	3.5	0.1
سلالة3 (S3)	21.48	20.71	0.77	18.66	17.26	1.4	0.63	0.6
سلالة4 (S4)	26.32	22.15	4.17	21.68	21.37	0.31	-3.86	14.5
سلالة5 (S5)	21.88	19.47	2.41	18.68	17.74	0.94	-1.47	2.8
هجين S1XS2 (H1)	20.39	21.7	-1.31	19.98	20.99	-1.01	0.3	0.8
هجين S1XS3 (H2)	20.86	21.11	-0.25	19.61	19.52	0.09	0.34	0.8
هجين S1XS4 (H3)	20.51	20.4	0.11	22.54	19.57	2.97	2.86	0.1
هجين S1XS5 (H4)	27.95	17.04	10.91	19	16.39	2.61	-8.3	315.2
هجين S2XS3 (H5)	23.58	19.96	3.62	18.66	18.03	0.63	-2.99	7.9
هجين S2XS4 (H6)	22.49	20.8	1.69	22.32	26.54	-4.22	-5.91	60.1
هجين S2XS5 (H7)	20.67	18.09	2.58	19.99	21.3	-1.31	-3.89	14.8
هجين S3XS4 (H8)	38.64	26.32	12.32	24.54	17.26	7.28	-5.04	32.9
هجين S3XS5 (H9)	29.12	27.08	2.04	19.86	17.65	2.21	0.17	0.9
هجين S4XS5 (H10)	34.66	27.51	7.15	32.62	29.51	3.11	-4.04	16.4



شكل 10 تعبير جين LOS5/ABA3 (عدد الاضعاف) في الهجن نصف التبادلية وابائها تحت تأثير تباعد مدة الري الى 10 أيام.

أن فهم الاساس الجزيئي لتحمل الجفاف في الذرة الصفراء هو امر اساسي لتمكين مربي النبات من تطوير وسائل جديدة في طرق التربية والتحسين. كما ان الخطوة الاولى لتحسين كفاءة محصول الذرة الصفراء لتحمل الاجهاد المائي هو تحديد الصفات المورفولوجية والفسيولوجية التي تسهم في تكيف المحصول وفي رفع كفاءته الإنتاجية. وأشارت معظم نتائج الدراسة الحالية الى أن الهجن التي تفوقت في تعبيرها الجيني كانت متفوقة في معظم صفاتها الحقلية وصفات الحاصل على الرغم من عدم وجود تركيب وراثي قد تفوق في جميع الصفات. فمثلاً نجد أن التركيب الوراثي S1xS5 كان متفوقاً جداً في تعبير جين LOS5/ABA3، في حين نجد انه كان متفوقاً فقط في وزن 500 حبة، وزن النبات الجاف وأرتفاع النبات. أما التركيب الوراثي S2xS4 الذي اتى بالمرتبة الثانية بالتعبير الجيني، فقد كان متفوقاً فقط في عدد الحبوب بالصف وقطر الساق. والهجين S3xS4 اتى بالمرحلة الثالثة اعطى تعبيراً جينياً قدره 32.90 ضعفاً لكنه كان متفوقاً في صفات النمو والحاصل اكثر من التركيبين السابقين، اذ كان متفوقاً في الحاصل، ووزن 500 حبة، وعدد الحبوب بالصف، والوزن الجاف وأرتفاع النبات. عموماً اعطيت جميع التراكيب الوراثية قيماً موجبة للتعبير الجيني وكانت أغلبها ذات صفات نمو وحاصل جيدة.

5- الاستنتاجات والمقترحات

5-1 الاستنتاجات

يمكن الأستنتاج من نتائج هذه الدراسة بـ:

1- تباينت التراكيب الوراثية المستخدمة في الدراسة تباينت فيما بينها في اغلب صفات النمو والحاصل، وكذلك تباينت في استجابتها لتباعد مدد الري من 5 ايام الى 10 ايام.
2- اظهرت تقنية RAPD تمايزاً في التراكيب الوراثية المستخدمة.
3- أن لجين LOS5/ABA3 دوراً في تحمل الجفاف في الذرة الصفراء لزيادة تعبيره في جميع التراكيب الوراثية المستخدمة ولاسيما في الهجن عند تسليط اجهاد رطوبي عليها.
4- ارتبط التعبير الجيني في بعض الهجن بصفاتها الحقلية، اذ كانت اغلب الهجن المتفوقة بالتعبير الجيني متفوقة في اغلب صفات النمو والحاصل.

5-2 المقترحات

بناءً على ما تقدم نقترح الآتي:

1- ادخال سلالات اكثر تباعداً من الناحية الوراثية في الدراسات اللاحقة.
2- نقترح استخدام بادئات أخرى متنوعة للكشف عن التباعد الوراثي بصورة أوضح بين التراكيب الوراثية المستخدمة.
3- نقترح قياس التعبير الجيني لجين LOS5/ABA3 عند بداية تسليط الشد الرطوبي وبعد يوم (24 ساعة) ومن ثم قياس محتوى البروتين بعد 10 أيام.
4- الكشف عن التعبير الجيني لعدة جينات وليس فقط لجين واحد.
5- نوصي باستخدام الهجين S3×S4 في دراسات الشد المائي كونه اعطى تعبير جيني عال وتفوقاً في اغلب صفاته الحقليه مقارنة بالتراكيب الوراثية المستخدمة الاخرى.

6- المصادر

6-1 المصادر العربية

ابراهيم، اية سمير وناظم يونس عبد. 2015. قوة الهجين في بعض الصفات الحقلية للذرة الصفراء بتأثير مواعيد الزراعة. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 46 (2): 206-213.

ابراهيم، مؤيد مالك وحمدي جاسم حمادي. 2010. تقدير قوة الهجين وقابلية الاتحاد وبعض المعالم الوراثية في الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) باستخدام التضريب التبادلي الكامل. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، 8(4): 478-490.

احمد، احمد عبد الجواد وزكريا بدر فتحي الحمداني. 2014. تقدير التأثيرات الاضافية والسيادية للموروثات وقوة الهجين في الذرة الصفراء. مجلة زراعة الرافدين، 42(1): 170-186.

الأحمد، سمير علي وعلي عقل ونوس والياس وديع عويل وعبد العزيز الاحمد وسهيل جوالة وهشام بوادقجي. 2013. التنبؤ بالقدرة على الائتلاف لسلالات من الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) بأستخدام طريقة التهجين القمي ضمن عدة بيئات. مجلة دمشق للعلوم الزراعية، 29(1): 49-61.

الاسودي، محمد حميد ياسين. 2002. التهجين التبادلي وتقدير المعالم الوراثية والارتباطات الوراثية والمظهرية بين الصفات لسلالات نقية من الذرة الصفراء. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة-جامعة بغداد.

الآلوسي، عباس عجيل ومدحت مجيد الساهوكي. 2006. استجابة سلالات وهجن من الذرة الصفراء بتأثير مدة الري 1- المكونات الوراثية- الفسلجية. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، 6(3): 116-129.

بكتاش، فاضل يونس وزياد عبد الجبار عبد الحميد. 2015. التغايرات الجزيئية بين سلالات من الذرة الصفراء. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 46(3): 291-299.

بكتاش، فاضل يونس ومحمد حميد ياسين الاسودي. 2005. التهجين التبادلي وقابليتا التآلف العامة والخاصة لحاصل الحبوب ومكوناته في الذرة الصفراء. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 36(5): 75-88.

التكريتي، وائل مصطفى جاسم ومحمد خضر حسن الكرخي. 2016. قوة الهجين لصفات الحاصل ومكوناته في الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) باستخدام التهجين التبادلي. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، 16(2): 65-75.

التميمي، علي جاسم هادي. 2015. تأثير حامض السالسليك والبرولين تحت ظروف الإجهاد المائي في نمو وحاصل ونوعية زهرة الشمس (*Helianthus annuus* L.). رسالة ماجستير. كلية الزراعة- جامعة بغداد.

الجبوري، كاظم ديلي وجنان قاسم وسامي كريم محمد امين. 2009. التغايرات الوراثية للشبوي الناتجة عن الصعق الكهربائي باستخدام تقانة RAPD. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 40(5): 122-134.

حسن، علي عبد الهادي. 2014. دور Abscisic Acid في تحمل محصول زهرة الشمس (*Helianthus annuus* L.) للجفاف. رسالة ماجستير. كلية الزراعة- جامعة بغداد.

حسين، جنان قاسم. 2011. البعد الوراثي لأنواع ورد باستخدام RAPD. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 42(2): 71-79.

حسين، علي سالم وعلي صالح مهدي ورزاق عويز عيدان وعليوي عبد حسين. 2007. تأثير مدد الري وأعماق الحراثة ومواعيد الزراعة في نمو وحاصل الذرة الصفراء. مجلة كربلاء العلمية، 5(4): 87-98.

الخزعلي، حيدر عبد حسين ومدحت مجيد الساهوكي وفاضل يونس بكتاش. 2013. تغايرات معالم وراثية لبعض صفات الذرة الصفراء تحت كثافات نباتية 1- الصفات الحقلية. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 44(3): 289-299.

داؤد، خالد محمد ونزار سليمان علي. 2009. التحليل الوراثي لتهجينات بين سلالات من الذرة الصفراء. مجلة ديالى للعلوم الزراعية، 1(1): 213-223.

رمضان، احمد شهاب عبد الله وعبد مسربت احمد الجميلي. 2010. التحليل الوراثي للمقدرة الاتحادية وتقدير بعض المعالم الوراثية للحاصل ومكوناته في الذرة الصفراء. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، 8(4): 337-351.

الزهيري، نزار سليمان علي. 2008. قوة الهجين والقدرة على الاتحاد في الذرة الصفراء. مجلة جامعة كركوك، الدراسات العلمية، 3(2): 1-13.

الساهوكي، مدحت مجيد وايوب الفلاحي وعلي فدعم المحمدي. 2009. ادارة المحصول والتربية لتحمل الجفاف. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 40(2): 1-28.

الساهوكي، مدحت مجيد. 1990. الذرة الصفراء إنتاجها وتحسينها. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. طبع بمطابع التعليم العالي. العراق.

الساهوكي، مدحت مجيد. 1994. زهرة الشمس انتاجها وتحسينها. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي- جامعة بغداد.

السلماني، حميد خلف وهديل عبد الرزاق العكيدي. 2015. تأثير المدد بين الريات ومستويات البوتاسيوم في الحاصل وبعض مكوناته لنبات الذرة الصفراء. مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 7(4): 294-301.

شاطي، ريسان كريم وهادي محمد كريم العبودي. 2012. استجابة نمو الذرة الصفراء *(Zea mays* L.) لتكرار الري وطريقة وعمق الزراعة. المؤتمر العلمي الثاني. كلية الزراعة-جامعة كربلاء.

صابر، مسعود وحسين احمد سعد الله. 2012. تقدير قدرة الائتلاف وبعض المعالم الوراثية بطريقة التهجينات التبادلية غير العكسية لسلالات من الذرة الصفراء (*Zea mays* L.). مجلة جامعة كركوك للعلوم الزراعية، 3(2): 117-127.

صالح، علي فاضل ومحمد احمد الانباري ورشيد خضير الجبوري. 2013. استجابة عدة تراكيب وراثية من الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) لمستويات مختلفة من التسميد الفوسفاتي. مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 5(4): 384-400.

صديق، فخر الدين عبد القادر ولؤي نهار البنك. 2011. تقدير قوة الهجين والقابلية الاتحادية في الذرة الصفراء (Zea mays L.) باستخدام التهجين التبادلي النصفي. مجلة ديالى للعلوم الزراعية، 3(2): 396-407.

طوشان، حياة ومحمد زين الدين نعمة ومحمد شيخ قروش. 2013. تأثير مضادات النتح والإجهاد المائي في بعض المؤشرات الفيزيولوجية للذرة الصفراء المزروعة. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 44(3): 331-340.

عبد الله، احمد هواس ومحمد عبد حرجان. 2014. تقويك هجن الجيل الاول وسلالاتها من الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) تحت كثافات نباتية مختلفة. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، 14(3): 59-82.

عبد الله، بشير حمد و ضياء بطرس يوسف وسنا قاسم حسن. 2010. استجابة نمو ثلاثة تراكيب وراثية من الذرة الصفراء لأسلوب توزيع النباتات في الحقل. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، 8(4): 504-519.

عبد، زياد اسماعيل وحسين محسن مرتضى وعمار سامي عبد العزيز. 2009. قوة الهجين والارتباطات الوراثية والمظهرية في الذرة الصفراء. مجلة القادسية للعلوم الصرفة، 14(3): 67-76.

عبود، مهند عبد الحسين وكفاح عبد حسين الدوغجي وبهاء الدين محمد محسن. 2011. استجابة تراكيب وراثية من الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) للرش بتراكيز مختلفة من الحديد والزنك. مجلة علوم ذي قار، 3(1): 96-110.

العبودي، هادي محمد كريم وريسان كريم شاطي. 2010. دور جدولة الري وعمقه في نمو وحاصل الذرة الصفراء. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 41(6): 29-39.

العبودي، هادي محمد كريم وريسان كريم شاطي. 2014. استجابة الذرة الصفراء لمدد الري وطريقة عمق الزراعة. مجلة العلوم الزراعة العراقية، 45(7) (عدد خاص): 672-684.

فالح، عدنان شبار وعبد الامير ثجيل صالح. 2012. استجابة محصول الذرة الصفراء *Zea mays* L. للري الناقص خلال مراحل النمو المختلفة. مجلة ديالى للعلوم الزراعية، 4(1): 76-91.

القيسي، عماد خلف خضر وعقيل حسين العاصي ومحمد يوسف الفهادي. 2014. البعد الوراثي في سلالات من الذرة الصفراء وهجنها التبادلية بالأعتماد على المؤشرات الجزيئية (RAPD). مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، عدد خاص بوقائع المؤتمر التخصصي الثالث: 303-315.

القيسي، وفاق امجد وهاجر محمد هلال وسناء عبد حمود. 2014. تأثير الرش بالأسبرين في نمو وحاصل نبات الذرة الصفراء *Zea mays* L. المعرض لإجهاد الجفاف. مجلة كلية التربية الأساسية، 20(85): 21-38.

كنوش، عمر عواد. 2014. التحليل الوراثي لبعض الصفات الفسلجية والحاصل ومكوناته للذرة الصفراء باستخدام التضريب التبادلي. رسالة ماجستير. كلية الزراعة- جامعة الأنبار.

لذيذ، هاشم ربيع ومها عباس حسين. 2014. تقدير قوة الهجين وقابلية الائتلاف وبعض المعالم الوراثية للصفات المظهرية للذرة الصفراء بطريقة (السلالة × الفاحص). مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، 12(2): 161-172.

لهمود، احمد محمد وعبد الله فاضل سرهيد وعباس عجيل محمد. 2015. تقدير المعالم الوراثية لسلالات الذرة الصفراء *Zea mays* L. والهجن المستنبطة منها تحت الاجهاد المائي. مجلة جامعة كربلاء العلمية، 13(2): 48-59.

محمد، نور جاسم وشذى عبد الحسن احمد. 2016. اهمية الكايتين لبعض صفات نمو الذرة الصفراء *Zea mays* L. تحت ظروف الأجهاد المائي. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 47(1): 259-270.

الهيتي، مصطفى عبد الجبار صالح. 2012. تقدير قابلية الائتلاف و بعض المعالم الوراثية للذرة الصفراء بأستخدام التضريب التبادلي الجزئي. رسالة ماجستير. كلية الزراعة-جامعة الأنبار.

وهيب، كريمة محمد. 2012. اختبار مواد وراثية مدخلة من الذرة الصفراء بطريقة التضريب سلالة × فاحص 2- الصفات المظهرية. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 43(2): 45-55.

ياسين، بسام طه. 1992. فسلجة الشد المائي في النبات. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر- جامعة الموصل.

يحيى، يحيى فوزي وخالد محمد داؤد. 2014. تحليل القدرة على الأتحاد والفعل الجيني لبعض صفات الذرة الصفراء باستعمال طريقة التهجين التبادلي. مجلة ديالى للعلوم الزراعية، 6(2): 172-182.

6-2 المصادر الاجنبية

Abdelmula, A.A and S.A.I. Sabiel. 2007. Genotypic and differential responses of growth and yield of some maize (Zea mays L.) genotypes to drought stress. In "Proceedings of the Tropical (Tropntag 2007) German Conference (Utilization of diversity in land), pp. 9-11.

Akter, N. M. R. Islam, M.A. Karim and T. Hossain. 2014. Alleviation of drought stress in maize by exogenous application of gibberellic acid and cytokinin. Journal of Crop Science and Biotechnology, 17: 41-48

Al-Aloosi, A.A. 2006. Maize hybrid-inbred response under sufficient and insufficient nitrogen and water. Agriculture College/ University of Baghdad.

Al-Rawi, S.S. K. A. , A. Y, Al-Dahri and F.M.A. Al-Hamadani 2012. Effect of moisture tension level, magnsium and soil texture on some morphological properties of corn (Zea mays L.). Iraqi Journal of desert studies, 4: 21-30

.

Al-Sheikh, W. A. M. S. 2015. Effect of interaction between water stress and the spraying with Salicylic acid on growth and yield of some Maize cultivars (*Zea mays* L.). University of Karbala.

Amara, I. , A. Odena, E. Oliveira, A. Moreno, K. Masmoudi, M. Pagés and A. Goday. 2012. Insights into maize LEA proteins: from proteomics to functional approaches. Plant and Cell Physiology, 53 : 312-329.

Araus, J.L. , G.A. Slafer, M.P. Reynolds and C. Royo. 2002. Plant Breeding and Drought in C3 Cereals: What Should We Breed For. Annals of Botany, 89: 925-940.

Artlip, T.J , Madison and T. Setter. 1995. Water deficit in developing endosperm of maize: cell division and nuclear DMA endoreduplication. Plant. Cell & Environment, 18: 1034-1040.

Aslam, M.M , A. Maqbool and R. Cengiz. 2015. "Drought Stress in Maize (*Zea Mays* L.): Effects, Resistance Mechanisms, Global Achievements and Biological Strategies for Improvement," Springer.

Atteya, A. 2003. Alteration of water relations and yield of corn genotypes in response to drought stress. Bulg. J. Plant Physiol, 29: 63-76.

Batool, N. , N. Ilyas, T. Noor, M. Saeed, R. Mazhar, F. Bibi and A. Shahzad. 2014. Evaluation of drought stress effects on germination and seedling growth of *Zea mays* L. International Journal of Biosciences (IJB), 5: 203-209.

Battaglia, M, Y, Olvera-Carrillo, A. Garciarrubio, F, Campos and A. A, Covarrubias. 2008. The enigmatic LEA proteins and other hydrophilins. Plant Physiology 148: 6-24.

Bauer, I. , S. Mladenovic Drinic, G. Drinić and D. Ignjatović Micić. 2007. Assessing temporal changes in genetic diversity of maize hybrids using RAPD markers. Cereal Research Communications, 35: 1563-1571.

Baum, J.A. , H. Teng, J.W. Erdman, R.M. Weigel, B.P. Klein, V.W. Persky, S. Freels, P. Surya, R.M. Bakhit and E. Ramos. 1998. Long-term intake of soy protein improves blood lipid profiles and increases mononuclear cell low-density-lipoprotein receptor messenger RNA in hypercholesterolemic, postmenopausal women. The American journal of clinical nutrition, 68: 545-551.

Bittner, F. M, Oreb and R.R. Mendel. 2001. ABA3 is a molybdenum cofactor sulfurase required for activation of aldehyde oxidase and xanthine dehydrogenase in Arabidopsis thaliana. Journal of Biological Chemistry, 276: 40381-40384.

Bohnert, H.J. , D.E. Nelson and R.G. Jensen. 1995. Adaptations to Environmental Stresses. The Plant Cell, 7: 1099-1111.

Borrell, A.K. , G.L. Hammer and R.G. Henzell. 2000. Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. Crop Science, 40: 1037-1048.

Bruce, W.B. , G.O. Edmeades and T.C. Barker. 2002. Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance. Journal of experimental botany, 53: 13-25.

Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research, 89: 1-16.

Campos, H. , J. Cooper, M. Habben, G. Edmeades. and J. Schussler. 2004. Improving drought tolerance in maize. A view from industry. Field Crops Research, 90: 19-34.

Chaves, M.M. , J.S. Pereira, J. Maroco, M.L. Rodrigues, C.P.P. Ricardo, M.L. Osório, I. Carvalho, T. Faria and C. Pinheiro. 2002. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. Annals of botany, 89: 907-916.

Chinnusamy, V. A. , Jagendorf and J.K. Zhu. 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. Crop Science, 45: 437-448.

Cox, T.Y. , Kiang, M. Gorman and D. Rodgers. 1985. Relationship between coefficient of parentage and genetic similarity indices in the soybean. Crop Science, 25: 529-532.

Darvishan, M.H.R. , Tohidi-Moghadam and H. Zahedi. 2013. The effects of foliar application of ascorbic acid (vitamin C) on physiological and biochemical changes of corn (*Zea mays* L.) under irrigation withholding in different growth stages. 2013 58, 6.

Darvishzadeh, R. 2012. Phenotypic and molecular marker distance as a tool for prediction of heterosis and F1 performance in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under well-watered and water-stressed conditions. Australian Journal of Crop Science, 6, 732.

Daryanto, S.L. , Wang and P. A. Jacinthe. 2016. Global synthesis of drought effects on maize and wheat production. PloS one, 11, e0156362.

Dass, S.P. , Arora, M. Kumari and D. Pal. 2001. Morphological traits determining drought tolerance in maize (*Zea mays* L.). Indian Journal of Agricultural Research, 35: 190-193.

Dolatabadian, A.S.A. , M.M. Sanavy and K.S. Asilan. 2010. Effect of ascorbic acid foliar application on yield, yield component and several morphological traits of grain corn under water deficit stress conditions. Notulae Scientia Biologicae, 2, 45.

Durieux, R.P. , E.J. Kamprath and R.H. Moll. 1993 . Yield Contribution of Apical and Subapical Ears in Prolific and Nonprolific Corn. Agronomy Journal, 85: 606-610.

Eckardt, N.A. , E. Cominelli, M.Galbiati and C. Tonelli. 2009 . The future of science: food and water for life. The Plant Cell, 21: 368-372.

Elsahookie, M. 2007. Dimensions of scc theory in maize hybrid-inbred comparison. Iraqi. J. Agric. Sci, 38: 137-128.

Elsahookie, M.M. , A. Ajeel and A.M. Al-Jumaily. 2004 . Lower maize ear could give more rose than upper ear. The Iraqi Journal of Agricultural science, 35: 97-102.

Elsahookie, M.M. , A.M and F.O. 2006 . Skip irrigation variability of tassel and silk, and leaf removal relationship to maize grain yield. The Iraqi Journal of Agricultural science, 37: 123-182.

Elsahookie, M.M. , M.G. Ahmed and H.C. Ali. 1983. Plant Breeding and Improvement . Coll .of Agric. Univ .of Baghdad, (in Arabic). pp. 480.

Elsahookie, M.M. 2006 . On the theories of hybrid Vigour. The Iraqi Journal of Agricultural science, 37: 9-74.

Erlich, H.A. , D. Gelfand and J.J. Sninsky. 1991. Recent advances in the polymerase chain reaction. Science, 252: 1643-1651

.

Farnia, A. and M. Shafie. 2015. Effect of bio-priming on yield and yield components of maize *Zea mays* L. under drought stress. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci, 4: 68-74.

Farnia, A. and S. Khodabandehloo. 2015. Changes in Yield and its Components of Maize (*Zea mays* L.) to Foliar Application of Zinc Nutrient and Mycorrhiza under Water Stress Condition. International Journal of Life Sciences, 9: 75-80.

Fisher, R.A. 1918. The correlation among relatives on the supposition of mendelian inheritance. Trans Royal Soc. Of Endinborgh LH: L 399-432. 1918.

Golparvar, A. R. 2013. Genetic control and combining ability of flag leaf area and relative water content traits of bread wheat cultivars under drought stress condition. Genetika, 45: 351-360.

Griffing, B. 1956. Concept of General and Specific Combining Ability in Relation to Diallel Crossing Systems. Australian Journal of Biological Sciences, 9: 463-493.

Guo, A. , L. Vulchanova, J. Wang, X. Li and R. Elde .1999 . Immunocytochemical localization of the vanilloid receptor 1 (VR1): relationship to neuropeptides, the P2X3 purinoceptor and IB4 binding sites. European Journal of Neuroscience, 11: 946-958.

Hamood, J.A. 2010. Performance of Maize under skip irrigation and planting depth, Msc thesis Agr.collge University of Baghdad /Iraq.

Handi, S. , N. Sasidharan, C. Sudeshna, S. Macwana, R. Trivedi, B.S. Punwar and A.G. Vala. 2013. Genetic diversity among maize varieties revealed by phenotypic descriptors and RAPD profiles. Journal of Agricultural Sciences, 8

.

Hayano-Kanashiro, C. , C. Calderón-Vázquez, E. Ibarra-Laclette, L. Herrera-Estrella and J. Simpson. 2009. Analysis of gene expression and physiological responses in three Mexican maize landraces under drought stress and recovery irrigation. PLoS One, 4: e7531.

Hussain, S. S. 2006. Molecular breeding for abiotic stress tolerance. drought perspective. Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences, 43: 189-210.

Isendahl, N and G. Schmidt. 2006. Drought in the Mediterranean-WWF policy proposals. A. WWF Report, Madrid.

Islam, M and K. Shepherd. 1991. Present status of genetics of rust resistance in flax. Euphytica, 55: 255-267.

Iuchi, S. , M. Kobayashi, T. Taji, M. Naramoto, M. Seki, T. Kato, S. Tabata, Y. Kakubari, K. Yamaguchi-Shinozaki and K. Shinozaki. 2001. Regulation of drought tolerance by gene manipulation of 9-cis-epoxycarotenoid dioxygenase, a key enzyme in abscisic acid biosynthesis in Arabidopsis. The Plant Journal, 27: 325-333.

Jacob, T. , S. Ritchie, S.M. Assmann and S. Gilroy. 1999. Abscisic acid signal transduction in guard cells is mediated by phospholipase D activity. Proceedings of the National Academy of Sciences, 96: 12192-12197.

Jaleel, C.A. , P. Manivannan, B. Sankar, A. Kishorekumar, R. Gopi, R. Somasundaram and R. Panneerselvam. 2007. Induction of drought stress tolerance by ketoconazole in Catharanthus roseus is mediated by

enhanced antioxidant potentials and secondary metabolite accumulation. Colloids and surfaces B: Biointerfaces, 60: 201-206.

Jatoi, W. , M. Baloch, N. Khan, M. Munir, A. Khakwani, N. Vessar, S. Panhwar and S. Gul. 2014. Heterosis for yield and physiological traits in wheat under water stress conditions. J. Anim. Plant Sci, 24: 252-261.

Johns, M.A. , P.W. Skroch, J. Nienhuis, P. Hinrichsen, G. Bascur and C. Munoz-Schick. 1997. Gene pool classification of common bean landraces from Chile based on RAPD and morphological data. Crop Science, 37: 605-613.

Karam, F, R, Lahoud, R, Masaad, R, Kabalan, J, Breidi, C, Chalita. and Y, Rouphael. 2007. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. Agricultural water management 90: 213-223.

Khalili, M. , M.R. Naghavi, A.P. Aboughadareh and H.N. Rad. 2013. Evaluation of relationships among grain yield and related traits in Maize (*Zea mays* L.) cultivars under drought stress. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4: 1251-1255.

Khan, M.B. , N. Hussain and M. Iqbal. 2001. Effect of water stress on growth and yield components of maize variety YHS 202. Journal of Research (Science), 12: 15-18.

Khodarahmpour, Z. 2013. Study of some quantitative traits in maize (*Zea mays* L.) inbred lines under the drought stress using multivariate analysis. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5, 1547.

Khodarahmpour, Z. and J. Hamidi. 2012. Study of yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) inbred lines to drought stress. African Journal of Biotechnology, 11: 3099-3105.

Kim, T.H. , M. Böhmer, H. Hu, N. Nishimura and J.I. Schroeder. 2010. Guard cell signal transduction network: advances in understanding abscisic acid, CO2, and Ca^{2+} signaling. Annual review of plant biology, 61, 561

.

Koornneef, M. , K.M. Léon-Kloosterziel, S.H. Schwartz and J.A.D. Zeevaart. 1998. The genetic and molecular dissection of abscisic acid

biosynthesis and signal transduction in Arabidopsis. Plant Physiology and Biochemistry, 36: 83-89.

Kramer, P.J and J.S Boyer. 1995. "Water relations of plants and soils," Academic press

.

Krannich, C.T. , L. Maletzki, C. Kurowsky and R. Horn. 2015. Network candidate genes in breeding for drought tolerant crops. International journal of molecular sciences, 16: 16378-16400.

Lee, E. , A. Singh, M. Ash and B. Good (2006). Use of sister-lines and the performance of modified single-cross maize hybrids. Crop science 46: 312-320.

Lee, E. , T. Doerksen and L. Kannenber. 2003. Genetic components of yield stability in maize breeding populations. Crop Science, 43: 2018-2027.

Li, Y.J. Zhang, J. Zhang, L. Hao, J. Hua, L. Duan, M. Zhang and Z. Li. 2013 . Expression of an Arabidopsis molybdenum cofactor sulphurase gene in soybean enhances drought tolerance and increases yield under field conditions. Plant biotechnology journal, 11: 747-758.

Lu, Y. , J. Li, Y. Zhang, Y. Xiao, L. Yue, M. Duan, Y. Zhang and Z. Li. 2013. Overexpression of Arabidopsis molybdenum cofactor sulfurase gene confers drought tolerance in maize (*Zea mays* L.). PLoS One 8, e52126.

Luo, L. , T. Tully and K. White. 1992. Human amyloid precursor protein ameliorates behavioral deficit of flies deleted for Appl gene. Neuron, 9: 595-605.

Mba, C.E. , P. Guimaraes and K. Ghosh. 2012. Re-orienting crop improvement for the changing climatic conditions of the 21st century. Agriculture & Food Security. 1, 1.

Millemann, Y. , S. Gaubert, D. Remy and C. Colmin. 2000 . Evaluation of IS200-PCR and comparison with other molecular markers to trace Salmonella enterica subsp. enterica serotype Typhimurium bovine isolates from farm to meat. Journal of clinical microbiology, 38: 2204-2209.

Miller, P.J. , D. Parfitt and S. Weinbaum. 1989 . Outcrossing in peach. HortScience, 24: 359-360.

Mizoguchi, T. , K. Ichimura, R. Yoshida and K. Shinozaki. 2000. MAP kinase cascades in Arabidopsis: their roles in stress and hormone responses. In "MAP Kinases in Plant Signal Transduction", pp: 29-38. Springer.

Moeller, D and B. Schaal. 1999. Genetic relationships among Native American maize accessions of the Great Plains assessed by RAPDs. Theoretical and applied genetics, 99: 1061-1067.

Moosavi, S.G. (2012). The effect of water deficit stress and nitrogen fertilizer levels on morphology traits, yield and leaf area index in maize. Pak. J. Bot, 44: 1351-1355.

Mosavifeyzabadi, S. , F. Vazin and M. Hassanzadehdelouei. 2013 . Effects of Nitrogen and Zinc Spray on Yield of Corn (*Zea Mays* L.) in Drought Stress. Cercetari agronomice in Moldova, 46: 29-38.

Muhammad, R and A. Qayyum. 2013. Relationship between genetic parameters in maize (Zea mays) with seedling growth parameters under 40-100% soil moisture conditions. Genetics and molecular research: GMR, 12: 4780.

Mullis, K. , F. Faloona, S. Scharf, R. Saiki, G. Horn and H. Erlich. 1986. Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: the polymerase chain reaction. In "Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology", Vol. 51: 263-273. Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Muraya, M.M. , C.M. Ndirangu and E.O. Omolo. 2006 . Heterosis and combining ability in diallel crosses involving maize (*Zea mays*) S1 lines. Australian Journal of Experimental Agriculture, 46: 387-394.

Musick, J. and D. Dusek. 1980. Planting Date and Mater Deficit Effects on Development and Yield of Irrigated Winter Wheat. Agronomy Journal, 72: 45-52.

Nei, M. and W.H. Li. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proceedings of the National Academy of Sciences, 76: 5269-5273.

Newton, C.R. , A. Graham and J.S. Ellison. 1997. "PCR," BIOS Scientific Publishers.

Ogawa, A. and A. Yamauchi. 2006. Root osmotic adjustment under osmotic stress in maize seedlings 1. Transient change of growth and water relations in roots in response to osmotic stress. Plant production science, 9: 27-38.

Oram, R. N. 2000. Plant Breeding and Whole-System Crop Physiology. Crop Science, 40: 285-287.

Passioura, J. (2007). The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. Journal of Experimental Botany, 58: 113-117.

Rad, M.R.N. , M.A. Kadir, M.R. Yusop, H.Z. Jaafar and M. Danaee. 2013. Gene action for physiological parameters and use of relative water content (RWC) for selection of tolerant and high yield genotypes in F2 population of wheat. Australian Journal of Crop Science, **7**: 407.

Rather, A. , S. Najeeb, A. Wani, M. Bhat and G. Parray. 2009. Combining ability analysis for turcicum leaf blight (TLB) and other agronomic traits in maize (*Zea mays* L.) under high altitude, Temperate conditions of Kashmir. Maize Genetics Cooperation Newsletter, 83: 1-5.

Ribeiro, L.P. , P.E. Teodoro, C.C.G. Corrêa, E.P. de Oliveira, F.A. da Silva and F.E. Torres. 2016 . Correlations and genetic parameters in maize hybrids= Correlações e parâmetros genéticos em híbridos de milho. Bioscience Journal, 32.

Sabiel, S.A. , A.A. Abdelmula, E.M. Bashir, S. Khan, S.Y.Y.S.U Baloch. and W. Bashir. 2014 . Genetic Variation of Plant Height and Stem Diameter Traits in Maize (*Zea mays* L.) under Drought Stress at Different Growth Stages.

Saibo, N.J. , W.H. Vriezen, G.T. Beemster and D. Van Der Straeten .2003 . Growth and stomata development of Arabidopsis hypocotyls are controlled by gibberellins and modulated by ethylene and auxins. The Plant Journal, 33: 989-1000.

Sairam, R. and G. Srivastava. 2001. Water stress tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.): variations in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotypes. Journal of Agronomy and Crop Science, 186: 63-70.

Saleh, G.D. Abdullah and A. Anuar. 2002. Performance, heterosis and heritability in selected tropical maize single, double and three-way cross hybrids. The Journal of Agricultural Science, 138: 21-28.

Sallah, P. K, Obeng-Antwi. and M, Ewool. 2002. Potential of elite maize composites for drought tolerance in stress and non-drought environments.

Sanchez, J.P. and N.H. Chua. 2000. Arabidopsis PLC1 is required for secondary responses to abscisic acid signals. The Plant Cell, 13: 1143-1154

.

Sang, Y. , D. Cui and X. Wang. 2001. Phospholipase D and phosphatidic acid-mediated generation of superoxide in Arabidopsis. Plant Physiology, 126: 1449-1458.

Sangoi, L and R.J. Salvador. (1998). Maize susceptibility to drought at flowering: a new approach to overcome the problem. Ciência Rural, 28: 699-706.

Sani, B. , I. Abubakar, A. Falaki, H. Mani and M. Jaliya. 2014. Grain Yield and Yield Components of Quality Protein Maize Genotypes as Influenced by Irrigation and Plant Population in the Nigerian Savannah. Journal of Agricultural Science, 6: 166.

Schmidt, J. 1919. Diallel crossing with rust. J. Genet. 9: 61-67.

Seo, M. , H. Aoki, H. Koiwai, Y. Kamiya, E. Nambara and T. Koshiba. 2004. Comparative studies on the Arabidopsis aldehyde oxidase (AAO) gene family revealed a major role of AAO3 in ABA biosynthesis in seeds. Plant and cell physiology, 45: 1694-1703

.

Setter, T.L and B.A. Flannigan. 2001. Water deficit inhibits cell division and expression of transcripts involved in cell proliferation and endoreduplication in maize endosperm. Journal of Experimental Botany, 52: 1401-1408

.

Sheen, J. (1996). Ca2 plus-dependent protein kinases and stress signal transduction in plants. Science, 274: 1900.

Shinozaki, K. , K. Yamaguchi-Shinozaki and M. Seki. 2003. Regulatory network of gene expression in the drought and cold stress responses. Current opinion in plant. Biology, 6: 410-417.

Singh, R.K and B.D Chaudhary. 1985. "Biometrical Methods in Quantitative Genetics Analysis," Kalyani Publishers.

Sockness, B.A and J. Dudley. 1989. Performance of single and double cross autotetraploid maize hybrids with different levels of inbreeding. Crop science, 29: 875-879.

Soehendi, R and P. Srinives. 2005. Significance of heterosis and heterobeltiosis in F~ 1 hybrid of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) for hybrid seed production. SABRAO Journal of Breeding and Genetics, 37, 97.

Stahli, D. , D. Perrissin-Fabert, A. Blouet and A. Guckert. 1995. Contribution of the wheat (*Triticum aestivum* L.) flag leaf to grain yield in response to plant growth regulators. Plant Growth Regulation, 16: 293-297.

Stone, P.J. , D.R. Wilson, P.D. Jamieson and R.N. Gillespie. 2001. Water deficit effects on sweet corn. II. Canopy development. Australian Journal of Agricultural Research, 52: 115-126.

Subedi, K and B. Ma. 2005. Nitrogen uptake and partitioning in stay-green and leafy maize hybrids. Crop Science, 45: 740-747.

Tai, F. , Z. Yuan, X. Wu, P. Zhao, X. Hu and W. Wang. 2011. Identification of membrane proteins in maize leaves, altered in expression under drought stress through polyethylene glycol treatment. Plant Omics, 4: 250.

Taiz, L. , E. Zeiger, I.M. Møller and A. Murphy. 2015. "Plant Physiology and Development," Sinauer Associates, Incorporated.

Tiwari, V.K. 2003. Studies on heterosis combining ability inbreeding tolerance and phenotypic stability in intra-and inter-group single cross hybrids of maize (*Zea mays* L.), Govind Ballabh Pant University of Agriculture and Technology; Pantnagar.

Tollenaar, M. , A. Ahmadzadeh and E. Lee. 2004a. Physiological basis for grain yield improvement in maize. Crop Sci, 44: 2086-2094.

Tollenaar, M. , A. Ahmadzadeh and E. Lee. 2004b. Physiological basis of heterosis for grain yield in maize. Crop Science, 44: 2086-2094.

Trivedi, D.K. , S. Yadav, N. Vaid and N. Tuteja. 2012. Genome wide analysis of Cyclophilin gene family from rice and Arabidopsis and its comparison with yeast. Plant signaling & behavior, **7**: 1653-1666.

Türkan, I. , M. Bor, F. Özdemir and H. Koca. 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant P. acutifolius Gray and drought-sensitive P. vulgaris L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. Plant Science, 168: 223-231

.

Ünay, A. , C. KONAK and H. BAŞAL. 2004. Inheritance of grain yield in a half-diallel maize population. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 28: 239-244.

USDA 2016. ProExporter, Network crop year Ending. USA.

Vafa, P. , R. Naseri, M. Moradi and T. Jafarian. 2014. Evaluation of Qualitative and Quantitative traits of maize (cv. 604) under drought stress and plant density. Journal of Stress Physiology & Biochemistry 10.

Vazin, F. 2012. Effect of zinc sulfate on quantitative and qualitative characteristics of corn (*Zea mays* L.) in drought stress. Cercetari agronomice in Moldova, 45: 15-24.

Vazirimehr, M.R. , H.R. Ganjali, A. Keshtehgar and K. Rigi. 2014. Seed priming effect on the number of rows per ear, grain weight and economic yield corn in Sistan region. International Journal of Biosciences (IJB), 4: 87-91.

Wahid, A. , S. Gelani, M. Ashraf and M.R. Foolad. 2007. Heat tolerance in plants: an overview. Environmental and experimental botany, 61: 199-223.

Wali, M. , R. Kachapur, C. Chandrashekhar, V. Kulkarni and S.D. Navadagi. 2010. Gene action and combining ability studies in single cross hybrids of maize (*Zea mays* L.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 23: 557-562.

Williams, J.G. , A.R. Kubelik, K.J. Livak, J.A. Rafalski and S.V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic acids research, 18: 6531-6535.

Wu, Y. , J. Kuzma, E. Maréchal, R. Graeff, H.C. Lee, R. Foster and N.H. Chua. 1997. Abscisic Acid Signaling Through Cyclic ADP-Ribose in Plants. Science, 278: 2126-2130.

Xiao, B.Z. , X. Chen, C.B. Xiang, N. Tang, Q.F. Zhang and L.Z. Xiong. 2009. Evaluation of seven function-known candidate genes for their effects on improving drought resistance of transgenic rice under field conditions. Molecular Plant, 2: 73-83.

Xiong, L. , M. Ishitani, H. Lee and J.K. Zhu. 2001. The Arabidopsis LOS5/ABA3 locus encodes a molybdenum cofactor sulfurase and modulates cold stress–and osmotic stress–responsive gene expression. The Plant Cell, 13: 2063-2083.

Yang, J. , J. Zhang, Z. Wang, G. Xu and Q. Zhu. 2004. Activities of key enzymes in sucrose-to-starch conversion in wheat grains subjected to water deficit during grain filling. Plant Physiology, 135: 1621-1629

.

Yang, S. , B. Vanderbeld, J. Wan and Y. Huang. 2010. Narrowing down the targets: towards successful genetic engineering of drought-tolerant crops. Molecular plant, 3 : 469-490.

Zadoks, J.C. , T.T. Chang and C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed research, 14: 415-421.

Zamaninejad, M. , S. KhavariKhorasani, M. Jami Moeini and A.R. Heidarian. 2013. Effect of salicylic acid on morphological characteristics, yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) under drought condition. European Journal of Experimental Biology, 3: 153-161.

Zhao, T.J. , S. Sun, Y. Liu, J.M. Liu, Q. Liu, Y.B. Yan and H.M. Zhou. 2006. Regulating the drought-responsive element (DRE)-mediated signaling pathway by synergic functions of trans-active and trans-inactive DRE binding factors in Brassica napus. Journal of Biological Chemistry, 281: 10752-10759.

Zharfa, M.A. , M. Moud and V. Saffari. 2010. Relationships between seedling growth rate and yield of maize cultivars under normal and

water stress conditions. Journal of Plant Physiology and Breeding, 1: 9-23.

Zhu, J.K. 2001. Plant salt tolerance. Trends in plant science 6: 66-71.

Zhu, J.K. , P.M. Hasegawa, R.A. Bressan and H.J. Bohnert. 1997. Molecular aspects of osmotic stress in plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 16: 253-277.

Zhu, J.K. 2000. Genetic analysis of plant salt tolerance using Arabidopsis. Plant Physiology, 124: 941-948.

Zhu, J.K. 2002. Salt and Drought Stress Signal Transduction in Plants. Annual review of plant biology, 53: 247-273.

7- الملاحق

ملحق 1. تحليل التباين للصفات المدروسة تحت تأثير معاملات الري والتراكيب الوراثية والتداخل بينهما في محصول الذرة الصفراء.

الصفات	متوسطات المربعات M.S					
	المكررات	معاملات الري	A الخطأ	التراكيب الوراثية	معاملات الري × التراكيب الوراثية	Bالخطأ
درجات الحرية	2	1	2	14	14	56
التزهير الذكري	0.48	0.47^{ns}	16.75	73.14**	3.85**	1.40
والانثوي	2.16	33.00^{ns}	14.37	47.96**	3.31**	1.02
ارتفاع النبات	440.68	3054.34**	20.49	2135.74**	230.47*	118.08
المساحة الورقية	606.76	27872.42^{ns}	1610.88	27399.81**	2193.12^{ns}	1225.44
وزن النبات الجاف	276.03	189557.8*	4234.03	7870.54**	4539.44**	1069.9
قطر الساق	9.74	13.59^{ns}	17.22	7.47**	8.77**	2.06
ارتفاع العرنوص	251.08	1096.21*	45.94	1362.94**	122.9*	52.17
محتوى الماء النسبي	3.4	8.51*	0.38	251.7**	235.38**	5.11
عدد العرانيص بالنبات	0	0.29^{ns}	0.02	0.07**	0.05**	0.01
عدد الحبوب في الصف	1.88	982.08*	10.9	51.76**	26.22**	5.37
عدد الصفوف في العرنوص	0.89	49.73**	0.2	15.76**	1.54^{ns}	1.06
وزن 500 حبة	32.08	7691.38**	75.16	472**	235.53**	32.9
حاصل الحبوب	0.07	197.09**	1.98	7.78**	3.88**	0.88

* معنوي 5%

ملحق 2. معامل الارتباط بين الصفات المدروسة لمحصول الذرة الصفراء

الصفات	حاصل البذور	وزن 500 حبة	عدد العرانيص بالنبات	عدد الصفوف بالعرنوص	عدد الحبوب بالصف	الوزن الجاف للنبات	RWC %	قطر الساق	المساحة الورقية للنبات	ارتفاع النبات	ارتفاع العرنوص	التزهير الذكري	التزهير الانثوي
التزهير الانثوي	-0.12	0.06	0.2	-0.04	-0.06	-0.17	0.29	0.38*	-0.27	-0.47	-0.31	0.99	1
التزهير الذكري	-0.1	0.06	0.22	-0.02	-0.04	-0.16	0.27	0.38*	-0.25	-0.45	-0.29	1	
ارتفاع العرنوص	0.38*	0.29	-0.01	-0.02	0.36	0.4*	-0.4	-0.03	0.78**	0.91**	1		
ارتفاع النبات	0.42*	0.29	-0.07	0.01	0.45*	0.45*	-0.44	-0.09	0.81**	1			
المساحة الورقية للنبات	0.42*	0.24	0.13	0.01	0.44*	0.54**	-0.49	0.12	1				
قطر الساق	0.18	0.09	0.22	0.15	0.16	0.25	-0.06	1					
RWC	-0.12	-0.03	0.04	0.23	-0.18	-0.18	1						
الوزن الجاف للنبات	0.89**	0.64**	0.34	0.25	0.82**	1							
عدد الحبوب بالصف	0.92**	0.62**	0.15	0.35	1								
عدد الصفوف بالعرنوص	0.42*	-0.05	0.16	1									
عدد العرانيص بالنبات	0.31	0.16	1										
وزن 500 حبة	0.67**	1											
حاصل البذور	1												

ملحق 3. قيم تباين المعالم الوراثية للصفات المدروسة عند مدة الري كل 5 ايام.

الصفات	متوسطات المربعات MS		
	GCA	SCA	Error
درجات الحرية	4	10	28
تزهير ذكري 50%	*17.60	*14.36	0.52
تزهير انثوي 50%	*5.41	*13.17	0.34
ارتفاع النبات	147.99*	482.89*	32.88
المساحة الورقية	4949.16*	6433.33*	436.2
وزن النبات الجاف	*2191.45	*3495.11	316.62
قطر الساق	$2.01^{n.s}$	2.79*	0.92
ارتفاع العرنوص	210.62*	278.42*	19.86
محتوى الماء النسبي	*140.05	*161.73	1.56
عدد العرانيص بالنبات	*0.05	*0.03	0.01
عدد الحبوب في الصف	*8.96	*14.48	1.15
عدد الصفوف في العرنوص	*5.05	*2.90	0.12
وزن 500 حبة	*213.40	*76.73	8.23
حاصل الحبوب	0.80*	2.61*	0.29

* معنوي 5% n.s غير معنوي

ملحق 4. قيم تباين المعالم الوراثية للصفات المدروسة عند مدة الري كل 10 ايام

الصفات	متوسطات المربعات MS		
	GCA	SCA	Error
درجات الحرية	28	10	4
تزهير ذكري 50%	*11.94	* 9.75	0.41
تزهير انثوي 50%	*2.70	*7.52	0.34
ارتفاع النبات	288.41*	446.77*	45.84
المساحة الورقية	5161.03*	3332.63*	380.75
وزن النبات الجاف	1821.47*	691.04$^{n.s}$	396.64
قطر الساق	1.05$^{n.s}$	3.57*	0.46
ارتفاع العرنوص	292.01*	213.92*	14.92
محتوى الماء النسبي	5.09*	7.52*	1.85
عدد العرانيص بالنبات	0.01$^{n.s}$	0.01$^{n.s}$	0.01
عدد الحبوب في الصف	7.59*	15.29*	2.43
عدد الصفوف في العرنوص	2.87*	2.01*	0.50
وزن 500 حبة	120.42*	119.92*	13.70
حاصل الحبوب	0.91*	2.15*	0.30

* معنوي 5% n.s غير معنوي