الجمهورية العربية السورية

جامعـــــــــة دمشـــــــق

كليـــــــــــة الزراعـــة

قسم المحاصيل الحقلية

# التربية لتحسين تحمل محصول الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) للإجهاد المائي في المنطقة الشرقية من سورية

# Breeding for the Improvement of Corn (*Zea mays* L.) for Water Stress Tolerance in the Eastern Region of Syria

رسالة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في علوم المحاصيل الحقلية

(المحاصيل الحقلية)

إعداد

المهندسة ماجدة الرويلي

إشراف

المشرف العلمي

الدكتور أيمن الشحاذة العودة

أستاذ بيئة وفيزيولوجيا المحاصيل الحقلية

كلية الزراعة– جامعة دمشق

المشرف المشارك

الدكتور سمير الأحمد

باحث في الهيئة العامة

للبحوث العلمية الزراعية

**قدّمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الدكتوراه في المحاصيل الحقلية، في كلية الزراعة، بجامعة دمشق.**

**This Thesis has been submitted as a partial fulfillment of the requirements for Ph. D. in Field Crops, Faculty of Agriculture, Damascus University.**

**لجنة الحكم:**

| | |
|---|---|
| **الأستاذ الدكتور حسن عزام** | **كلية الزراعة– جامعة دمشق (عضواً)** |
| **الأستاذ الدكتور محمود صبوح** | **كلية الزراعة- جامعة دمشق (عضواً)** |
| **الأستاذ الدكتور أيمن الشحاذة العودة** | **كلية الزراعة- جامعة دمشق (عضواً ومشرفاً علمياً)** |
| **الدكتور حسين المحاسنة** | **كلية الزراعة- جامعة دمشق (عضواً)** |
| **الدكتورة ريما رباح نصر** | **كلية الزراعة- جامعة دمشق (عضواً)** |

**نوقشت هذه الرسالة وأجيزت بتاريخ: 20 / 1 / 2015**

## شهادة

نشهد بأنّ العمل الموصوف في هذه الأطروحة، هو بحث علمي، قامتْ به المرشحة **ماجدة الرويلي**، تحت إشراف الدكتور **أيمن الشحاذة العودة**، الأستاذ في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، والدكتور **سمير الأحمد**، الباحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. وإنّ أيّة مراجع أخرى ذُكرتْ في هذه الرسالة من قبل الباحث موثقة في النص.

| المرشحة المهندسة | الدكتور | الدكتور |
|---|---|---|
| ماجدة الرويلي | أيمن الشحاذة العودة | سمير الأحمد |
| | (المشرف العلمي) | (المشرف المشارك) |

## Certificate

We hereby certify that the work described in this thesis is the result of a scientific research, performed by the researcher **Majeda AL-Rwaili**, under the supervision of **Dr. Ayman Shehada AL-Ouda**, professor at Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Damascus University and **Dr. Samir AL-Ahmad**, a researcher at GCSAR. All reference books resorted to by the researcher has been checked by the text.

**Candidate: Majeda AL-Rwaili**

**Chairman: Prof. Dr. Ayman Shehada AL-Ouda**

**Co- supervisor: Dr. Samir AL-Ahmad**

## تصريح

أُصرِّح بأنّ البحث الموصوف في هذه الأطروحة تحت عنوان: **التربية لتحسين تحمل الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) للإجهاد المائي في المنطقة الشرقية من سورية،** هو بحث جديد، لم يسبقْ أن دُرس من قبل أي باحثٍ آخر، ولم يسبقْ أنْ قُدِّم للحصول على أيّة درجة جامعية أخرى. وهو غير مُقدَّم حالياً لذلك، وأنَّ كافة الأعمال والنتائج المذكورة هي جهودي الشخصية، وبتوجيهٍ من المشرفين العلميين، وقد نُسبتْ أيّة معلومات أو نتائج أخرى ذُكرتْ في الأطروحة إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

المرشحة

**ماجدة الرويلي**

## Declaration

I declare that the present research entitled:**"Breeding for the Improvement of Corn (*Zea mays* L.) for Water Stress Tolerance in the Eastern Region of Syria"** is a new research work that has never been studied by any other researchers for any other degree, and currently it is not submitted by any one for any degree. All works and mentioned results are my personal efforts under the guidance of my scientific supervisors, and all information or other results cited in this thesis referred to its resources and authors in the text and in references list.

**Candidate**

**Majeda AL-Rwaili**

## فهرس المحتويات


| الموضوع | الصفحات |
|---|---|
| الملخص العربي | 1 – 5 |
| المقدمة | 6 – 11 |
| الدراسة المرجعية | 12 – 29 |
| مواد البحث وطرائقه | 30 – 42 |
| النتائج والمناقشة | |
| أولاً : تقييم أداء47 طرازاً وراثياً من الذرة الصفراء استجابةً لظروف الإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار والنضج | 43 – 74 |
| ثانياً: تقييم أداء 15 هجيناً فردياً استجابةً لظروف الإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار والنضج | 75 – 97 |
| ثالثاً : دراسة آلية توريث الصفات المرتبطة بالإنتاج وتحمل الإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار والنضج لدى 15 هجيناً فردياً من الذرة الصفراء. | 98 – 145 |
| رابعاً: معامل الارتباط المظهري ومعامل المرور | 145 – 151 |
| الاستنتاجات والتوصيات | 152 – 154 |
| المراجع العربية والأجنبية | 155 – 174 |
| الملخص باللغة الانكليزية | 175 – 177 |

## فهرس الجداول


| رقم الجدول | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| 1 | السلالات المدروسة ونسب كل منها. | 30 |
| 2 | المعطيات المناخية خلال مواسم الزراعة للأعوام 2009 - 2010 – 2011. | 31 |
| 3 | متوسط قيم الخصائص الفيزيائية، والكيميائية، والتحليل الميكانيكي لتربة موقع الزراعة. | 31 |
| 4 | حساب معامل الانفضاج المائي بالاعتماد على الظروف المناخية السائدة في موقع تنفيذ البحث. | 35 |
| 5 | رقم ورمز ونسب السلالات المنتخبة خلال الموسم الزراعي الأول 2009. | 36 |
| 6 | التهجينات نصف التبادلية بين السلالات الآباء والهجن الفردية الناتجة عنها. | 36 |
| 7 | رمز الهجن المستنبطة خلال الموسم الزراعي 2011 ونسبها. | 37 |
| 8 | متوسط عدد العرانيس في النبات (عرنوس . نبات$^{-1}$) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة. | 45 |
| 9 | شيخوخة الأوراق لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة. | 48 |
| 10 | التفاف الأوراق لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة. | 51 |
| 11 | متوسط الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث (يوم) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة. | 54 |
| 12 | متوسط حجم النورة المذكرة (فرع . نورة$^{-1}$) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة. | 57 |
| 13 | متوسط الغلة الحيوية (طن . هكتار$^{-1}$) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة. | 59 |
| 14 | متوسط عدد الحبوب في العرنوس (حبة . عرنوس$^{-1}$) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة. | 62 |
| 15 | متوسط وزن المائة حبة (غ) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة. | 66 |
| 16 | متوسط الغلة الحبية (طن . هكتار$^{-1}$) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة. | 69 |
| 17 | متوسط معامل الحصاد (%) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة. | 72 |
| 18 | الثقل النوعي للصفات المدروسة. | 74 |
| 19 | عدد العرانيس في النبات (عرنوس . نبات$^{-1}$) للهجن المستنبطة. | 77 |
| 20 | شيخوخة الأوراق للهجن المستنبطة. | 80 |
| 21 | الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث (يوم) للهجن المستنبطة. | 82 |
| 22 | حجم النورة المذكرة للهجن المستنبطة. | 84 |
| 23 | الغلة الحيوية ( طن . هكتار$^{-1}$) للهجن المستنبطة. | 87 |
| 24 | عدد الحبوب في العرنوس (حبة . عرنوس$^{-1}$) للهجن المستنبطة. | 89 |
| 25 | وزن المائة حبة (غ) للهجن المستنبطة. | 92 |
| 26 | الغلة الحبية (طن . هكتار$^{-1}$) للهجن المستنبطة. | 95 |
| 27 | معامل الحصاد (%) للهجن المستنبطة. | 97 |
| 28 | تحليل التباين لصفة عدد العرانيس في النبات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 98 |
| 29 | متوسط عدد العرانيس في النبات (عرنوس . نبات$^{-1}$) للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 99 |

| | | |
|---|---|---|
| 30 | متوسط عدد العرانيس في النبات (عرنوس . نبات$^{-1}$) للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 100 |
| 31 | تحليل تباين القدرة على الائتلاف لصفة عدد العرانيس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 101 |
| 32 | تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة عدد العرانيس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 102 |
| 33 | تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة عدد العرانيس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 103 |
| 34 | قوة الهجين لعدد العرانيس قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82) تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 104 |
| 35 | تحليل التباين لصفة الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 105 |
| 36 | متوسط الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر و المؤنث (يوم) للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 106 |
| 37 | متوسط الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث (يوم) للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 107 |
| 38 | تحليل تباين القدرة على الائتلاف لصفة الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 108 |
| 39 | تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 109 |
| 40 | تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 109 |
| 41 | قوة الهجين لصفة الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82). | 110 |
| 42 | تحليل التباين لصفة الغلة الحيوية (طن . هكتار$^{-1}$) تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 111 |
| 43 | متوسط الغلة الحيوية (طن . هكتار$^{-1}$) للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 112 |
| 44 | متوسط الغلة الحيوية (طن . هكتار$^{-1}$) للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 113 |
| 45 | تحليل تباين القدرة على الائتلاف لصفة الغلة الحيوية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 114 |
| 46 | تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة الغلة الحيوية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 115 |
| 47 | تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة الغلة الحيوية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 115 |
| 48 | قوة الهجين لصفة الغلة الحيوية قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82) تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 116 |
| 49 | تحليل التباين لصفة عدد الحبوب بالعرنوس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 118 |
| 50 | متوسط عدد الحبوب بالعرنوس (حبة . عرنوس$^{-1}$) للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 119 |
| 51 | متوسط عدد الحبوب بالعرنوس (حبة . عرنوس$^{-1}$) للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 120 |
| 52 | تحليل تباين القدرة على الائتلاف لعدد الحبوب بالعرنوس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 121 |
| 53 | تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لعدد الحبوب بالعرنوس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 122 |

| | | |
|---|---|---|
| 54 | تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لعدد الحبوب بالعرنوس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 122 |
| 55 | قوة الهجين لصفة عدد الحبوب بالعرنوس قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82) تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 124 |
| 56 | تحليل التباين لصفة وزن المائة حبة تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 125 |
| 57 | متوسط وزن المائة حبة (غ) للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 126 |
| 58 | متوسط وزن المائة حبة (غ) للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 127 |
| 59 | تحليل تباين القدرة على الائتلاف لصفة وزن المائة حبة تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 128 |
| 60 | تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة وزن المائة حبة تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 129 |
| 61 | تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة وزن المائة حبة تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 129 |
| 62 | قوة الهجين لوزن المائة حبة قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82) تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 130 |
| 63 | تحليل التباين لصفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 131 |
| 64 | متوسط الغلة الحبية (طن . هكتار$^{-1}$) للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 132 |
| 65 | متوسط الغلة الحبية (طن . هكتار$^{-1}$) للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 134 |
| 66 | تحليل تباين القدرة على الائتلاف لصفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 135 |
| 67 | تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 136 |
| 68 | تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 136 |
| 69 | قوة الهجين لصفة الغلة الحبية قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82) تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 138 |
| 70 | تحليل التباين لصفة دليل الحصاد تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 138 |
| 71 | متوسط صفة دليل الحصاد (%) للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 140 |
| 72 | متوسط صفة دليل الحصاد (%) للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 141 |
| 73 | تحليل تباين القدرة على الائتلاف لصفة دليل الحصاد تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 142 |
| 74 | تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة دليل الحصاد تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 142 |
| 75 | تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة دليل الحصاد تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 143 |
| 76 | قوة الهجين لصفة دليل الحصاد قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82) تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. | 144 |
| 77 | معامل الارتباط المظهري بين أزواج الصفات المدروسة تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار. | 145 |
| 78 | معامل الارتباط المظهري بين أزواج الصفات المدروسة تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب. | 146 |
| 79 | معامل الارتباط المظهري بين أزواج الصفات المدروسة تحت الظروف الري الكامل (بدون إجهاد). | 147 |

| | | |
|---|---|---|
| 80 | التأثير المباشر وغير المباشر لصفات دليل الحصاد، وعدد الحبوب بالعرنوس، في صفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار. | 148 |
| 81 | الأهمية النسبية (التأثير المباشر وغير المباشر) لكل من صفة دليل الحصاد وعدد الحبوب بالعرنوس في صفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار. | 148 |
| 82 | التأثير المباشر وغير المباشر لصفات وزن المائة حبة، والغلة الحيوية، في صفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب. | 149 |
| 83 | الأهمية النسبية المئوية (التأثير المباشر وغير مباشر) لكل من صفة وزن 100 حبة والغلة الحيوية في صفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب. | 150 |
| 84 | التأثير المباشر وغير المباشر لكل من صفة الغلة الحيوية، ووزن 100 حبة، وعدد الحبوب بالعرنوس في صفة الغلة الحبية تحت ظروف الري الكامل (بدون إجهاد). | 151 |
| 85 | الأهمية النسبية المئوية (التأثير المباشر وغير المباشر) لكلٍ من صفة الغلة الحيوية، ووزن 100 حبة، وعدد الحبوب بالعرنوس في صفة الغلة الحبية تحت ظروف الري الكامل (بدون إجهاد). | 151 |

## قائمة الاختصارات

| الاختصار | المرادف الإنكليزي | المرادف العربي |
|---|---|---|
| $\Psi p$ | Turgor potential | جهد الامتلاء |
| T | Transpiration | النتح |
| WUE | Water Use Efficiency | كفاءة استعمال المياه |
| LA | Leaf Area | المساحة الورقية |
| P | Turgor pressure | ضغط الامتلاء |
| LAI | Leaf Area Index | دليل المساحة الورقية |
| CGR | Crop Growth Rate | معدل نمو المحصول |
| PAR | Photo-synthetically Active Radiation | كمية الأشعة الشمسية الفعَّالة في عملية التمثيل الضوئي |
| m | Cell wall extensibility | مرونة جدران الخلايا النباتية |
| $g_s$ | Stomatal conductance | الناقلية المسامية |
| ABA | Abscisic acid | حمض الأبسيسيك |
| ASI | Anthesis–Silking Interval | طول الفاصل الزمني بين النورات المذكرة والمؤنثة |
| RUE | Radiation Use Efficiency | كفاءة استعمال الضوء |
| I | Intercepted light energy | كمية الطاقة الضوئية المعترضة |
| HI | Harvest Index | دليل الحصاد |
| RLWC | Relative Leaf Water Content | محتوى الماء النسبي في الأوراق |
| OA | Osmotic Adjustment | التعديل الحلولي |
| ROS | Reactive Oxygen Species | جذور الأوكسجين الحرة |
| SOM | Soil Organic Matter Content | محتوى التربة من المادة العضوية |
| E | Evaporation | التبخر |
| SI | Selection Index | دليل الانتخاب |
| DM | Dry Matter | المادة الجافة |
| A | Assimilation rate | معدل التمثيل الضوئي |
| $EC_e$ | Electrical conductivity | الناقلية الكهربائية لمحلول عجينة التربة المشبعة |
| pH | Power of Hydrogen | درجة الحموضة |
| AD | Average anthesis date | متوسط موعد الإزهار المذكر |
| WA | Available water | كمية المياه المتاحة للنباتات |
| DWC | Daily water consumed | كمية المياه المستهلكة يومياً |
| GCA | General Combining Ability | القدرة العامة على الائتلاف |
| SCA | Specific Combining Ability | القدرة الخاصة على الائتلاف |
| C.V(%) | Coefficient of Variation | معامل التباين |
| L.S.D | Least Signification Difference | أقل فرق معنوي |

# الملخص العربي

نُفّذت دراسة حقلية في محطة بحوث المريعية، التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية بدير الزور، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، خلال المواسم الزراعية 2009، 2010، 2011، لتقييم استجابة بعض طرز الذرة الصفراء لتحمل الإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب، وتحديد الطرز الأكثر تحملًا للجفاف باعتماد مفهوم الثقل النوعي، وتحديد الصفات الفيسيولوجية والكمية المرتبطة بشكلٍ مباشر بتحمل الذرة الصفراء للإجهاد المائي مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية، لاعتمادها كمعايير انتخاب في برنامج التربية والتحسين الوراثي من خلال تنفيذ تحليل معامل المسارات، ودراسة آلية توريث الصفات المرتبطة بالغلة الحبية وتحمل الإجهاد المائي، من خلال دراسة المقدرتين العامة والخاصة على الائتلاف للسلالات الأبوية والهجن الناتجة عن تصالبها، وتقدير قيم قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (الصنف غوطة$_{82}$)، وتحديد الهجن الأكثر تحملًا لظروف العجز المائي مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية.

تمّ خلال الموسم الزراعي 2009 غربلة 47 سلالةً من الذرة الصفراء عند مستوى النبات الكامل تحت ظروف الزراعة الحقلية، من خلال تعريض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب. انتُخب في نهاية الموسم ست سلالاتٍ امتلكت بعض الصفات الشكلية والفيسيولوجية المرتبطة بتحمل الجفاف، واستعملت هذه السلالات كآباءٍ في برنامج تهجين نصف تبادلي، نُفذ خلال الموسم الزراعي 2010، وتمّ في نهاية الموسم الحصول على 15 هجيناً فردياً تمّ تقييم تحملها للإجهاد المائي خلال الموسم الزراعي 2011، من خلال تعريضها أيضاً للإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب، و تمّ البحث في وراثة بعض الصفات المورفوفسيولوجية والكمية، من خلال دراسة القدرة العامة والخاصة على الائتلاف، وقوة الهجين، ومعامل الارتباط المظهري، ومعامل المرور بين الصفات المدروسة لتحديد مساهمتها في تباين الغلة الحبية للهجن المستنبطة، والأهمية النسبية لكل صفة.

وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة المنشقة، بمعدل ثلاثة مكررات لكلٍ من المعاملات والشاهد.

تباينت السلالات المدروسة في صفة عدد العرانيس على النبات، حيث أثّر تعريض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار سلباً في تطور النورات المؤنثة، ومن ثمّ عدد العرانيس المتشكلة في النبات الواحد، وكان عدد العرانيس في النبات الأعلى معنوياً لدى نباتات السلالة IL8T.C -2007 (2.01 عرنوس . نبات $^{-1}$). وأدّى تعريض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب إلى ازدياد متوسط شيخوخة الأوراق(3.68)، ولكن تميزت السلالات IL8T.C -2007، IL441 T.C –2009، IL1081 T.C -2009 باستدامة اخضرار أوراقها، حيث كان متوسط شيخوخة الأوراق الأدنى معنوياً فيها (1.50) بالمقارنة مع باقي الطرز الوراثية. ويُعزى ذلك إلى كفاءة تلك السلالات في المحافظة على ميزان العلاقات المائية داخل خلايا الأوراق، ما أدَّى إلى استمرار انفتاح المسامات، ومن ثمّ استمرار تفعيل التأثير المبرد لعملية فقد المياه بالنتح، الأمر الذي حال دون حدوث التحميل الحراري الزائد، ومن ثمّ احتراق الأوراق، وشيخوختها بشكلٍ مبكر. وحافظت السلالات IL441 T.C-2009، IL1081 T.C - 2009، IL 344 T.C -2007، IL 448 T.C -2007، IL 8 T.C -2007، IL 43 T.C - 2007 على أوراقها دون التفاف، ما يُشير إلى مقدرتها على امتصاص كمية من المياه كافية لتعويض الماء المفقود بالنتح، وبالتالي المحافظة على جهد الامتلاء في الخلايا النباتية. تميزت السلالة IL43 T.C-2007 بأقصر طول فاصل زمني بين الإزهار المذكر والمؤنث بين السلالات المدروسة (1.5 يوماً)، ما يُشير إلى حدوث توافق زمني بين ظهور النورات المذكرة والمؤنثة لدى نباتات هذه السلالة حتى عند تعرّضها للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار. وكان حجم النورة المذكرة (عدد الأفرع الزهرية) الأدنى معنوياً لدى السلالات IL 441 T.C- 2009، IL 1081T.C -2009، IL 448 T.C - 2007 (4-5 أفرع)، ما يمكنها من توفير المادة الجافة المُسخّرة لتشكيل عدد أكبر من الأفرع لا طائل منها، وعدد أكبر من حبوب اللقاح، والاستفادة منها في زيادة معدل نمو الحبوب ودرجة امتلائها. وقد كان متوسط عدد الحبوب في العرنوس الواحد الأعلى معنوياً لدى السلالة IL344 T.C -2007 (423.30 حبة .عرنوس $^{-1}$) تحت ظروف الزراعة المختلفة. وكان متوسط وزن المائة حبة الأعلى معنوياً لدى النباتات التي لم تتعرض قط للإجهاد المائي (25.55 غ)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (20.82 غ). أثّر الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار سلباً في متوسط دليل الحصاد، حيث كانت نسبة الانخفاض الأعلى معنوياً (31.66%)

بالمقارنة مع معاملة الشاهد المروي. واستطاعت السلالة IL 344 T.C – 2009 تكوين أعلى غلة حيوية (21.967 طن . هكتار$^{-1}$).وكان متوسط الغلة الحبية الأدنى معنوياً لدى جميع الطرز الوراثية، عندما تعرّضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (1.834 طن . هكتار$^{-1}$)، وسبّب عموماً الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار تراجعاً في الغلة الحبية مقداره 41.85% بالمقارنة مع الشاهد المروي، في حين تراجعت الغلة الحبية بمقدار 20.85% عندما تعرّضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب، وقد تفوقت السلالة IL 344 T.C -2007على باقي الطرز الوراثية المدروسة في متوسط الغلة الحبية (6.712 طن.هكتار$^{-1}$)، ويُعزى ذلك إلى امتلاكها أعلى متوسط وزن مائة حبة (34.60 غ).

امتلك الهجين ($p_1 \times p_2$) أعلى متوسط لعدد العرانيس (1.178 عرنوس . نبات$^{-1}$)، وكان متوسط طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث الأدنى معنوياً لدى الهجين ($p_4 \times p_5$) (1.8 يوماً). وكان متوسط شيخوخة الأوراق الأدنى معنوياً لدى كلٍ من الهجن ($p_1 \times p_2$، $p_1 \times p_3$، $p_1 \times p_4$، $p_2 \times p_3$، $p_2 \times p_4$، $p_3 \times p_4$) (1.5 لكلٍ منها). وتميزت الهجن ($p_1 \times p_2$، $p_1 \times p_4$، $p_1 \times p_5$، $p_1 \times p_6$، $p_2 \times p_3$، $p_2 \times p_4$، $p_4 \times p_5$، $p_2 \times p_6$) بحجم نورة مذكرة صغير (1.50 فرعاً زهرياً) بحسب المقياس المعتمد في الدراسة. وكان متوسط عدد الحبوب بالعرنوس الأعلى معنوياً لدى الهجين ($p_1 \times p_3$) (511.80 حبة .عرنوس$^{-1}$)، حيث أنّ أحد آباء هذا الهجين هو السلالة IL 344 T.C -2007 ($p_3$)، التي امتلكت أعلى متوسط لعدد الحبوب بالعرنوس (423.30 حبة . عرنوس$^{-1}$). وتميز الهجينان ($p_3 \times p_4$، $p_3 \times p_5$) بامتلاكهما معنوياً أعلى متوسط وزن مائة حبة (34.60، 31.23 غ على التوالي). واستطاع الهجين ($p_2 \times p_3$) المحافظة على أعلى متوسط للغلة الحبية عند تعرض نباتاته للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (6.548 طن . هكتار$^{-1}$)، في حين تميز الهجين ($p_1 \times p_3$) بأعلى متوسط للغلة الحبية عند تعرض نباتاته للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (7.411طن.هكتار$^{-1}$)، وحافظ الهجين ($p_3 \times p_4$) على أعلى متوسط للغلة الحبية تحت ظروف الزراعة المروية (غير المُجهدة) خلال كامل مراحل النمو ( 8.963 طن.هكتار$^{-1}$).

ساهم الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة معظم الصفات المدروسة تحت ظروف الزراعة المختلفة. وامتلكت بعض الهجن قيم قوة هجين موجبة ومعنوية لمعظم الصفات المدروسة.

أبدت السلالات والهجن المدروسة تبايناً عالي المعنوية في توريث صفة الغلة الحبية تحت ظروف الزراعة المختلفة، وقد حققت السلالتين $p_3$ و $p_2$ أعلى متوسط غلة حبية تحت ظروف الزراعة المختلفة، وتميزتا بقدرة عامة على الائتلاف موجبة ومعنوية لتوريث صفة الغلة الحبية، وخاصةً تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، والشاهد المروي. وتميزت الهجن الناتجة عن التهجين بين هاتين السلالتين وكلاً من السلالات $p_1$ و $p_4$ و $p_5$ و $p_6$ بأعلى متوسطات للغلة الحبية في البيئات المدروسة. وقد سيطر الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة الغلة الحبية تحت ظروف الزراعة الطبيعية، في حين سيطر الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة هذه الصفة تحت ظروف الإجهاد المائي. وقد كانت قوة الهجين أعلى لصفة الغلة الحبية قياساً لمتوسط الأبوين في البيئة المجهدة، في حين كانت قيم قوة الهجين قياساً لشاهد المقارنة الأعلى في البيئة غير المجهدة مائياً (الري الكامل).

ارتبطت صفة الغلة الحبية تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار ارتباطاً موجباً وعالي المعنوية مع صفة دليل الحصاد ($r=0.446^{**}$)، كما ارتبطت ارتباطاً موجباً مع كلٍ من صفات عدد الحبوب بالعرنوس ووزن المائة حبة وعدد العرانيس على النبات وطول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث والغلة الحيوية. وأشار تحليل معامل المرور تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار إلى أهمية صفتي دليل الحصاد وعدد الحبوب بالعرنوس في تباين الغلة الحبية، وإلى إمكانية تحسين الغلة الحبية في هذه البيئة من خلال الانتخاب لصفة دليل الحصاد، التي تتحدد بدورها بالصفات المكونة للغلة الحبية، مثل صفة عدد الحبوب بالعرنوس. وارتبطت صفة الغلة الحبية في البيئة المجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع صفة وزن المائة حبة ($r=0.337^{*}$)، وارتبطت ارتباطاً موجباً مع كلٍ من صفات عدد العرانيس على النبات، والغلة الحيوية، ودليل الحصاد. وبيّنت دراسة معامل المرور تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب أهمية مساهمة صفتي وزن المائة حبة، والغلة الحيوية في تباين الغلة الحبية، ووصل التأثير الكلي لصفة وزن المائة حبة إلى0.364 وهو تأثير عالي القيمة. وأشارت النتائج إلى استقرار علاقة صفة الغلة الحبية بكلٍ من صفتي الغلة الحيوية ووزن المائة حبة في البيئة المجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب،

ويمكن أن يُسهم الانتخاب لهذه الصفات في تحسين الغلة الحبية للهجن المدروسة في البيئة المجهدة مائياً.

وأظهرت صفة الغلة الحبية تحت ظروف الزراعة المروية (بدون إجهاد) ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع صفة الغلة الحيوية ($r=0.358^{*}$)، وارتبطت ارتباطاً موجباً وبقيمٍ مرتفعة مع كلٍ من صفتي عدد الحبوب بالعرنوس، ووزن المائة حبة. وبيّن تحليل معامل المرور أن كلاً من صفات الغلة الحيوية، ووزن المائة حبة، وعدد الحبوب بالعرنوس، هي أكثر الصفات المدروسة مساهمةً في تباين الغلة الحبية للطرز الوراثية تحت ظروف الزراعة المروية (بدون إجهاد)، وبالتالي فإنّ الانتخاب لهذه الصفات تحت هذه الظروف يمكن أن يُسهم في زيادة الغلة الحبية بنسبة 20% تقريباً.

## المقدمة Introduction

ينتمي محصول الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) إلى العائلة النجيلية *Poaceae* والقبيلة *Maydeae*، وهو محصول حولي منفصل الجنس، أحادي المسكن Monoecious حيث تُحمَل الأعضاء الذكرية في قمة النبات والأعضاء الأنثوية في إبط أحد الأوراق قريباً من منتصف النبات، وهو خلطي التلقيح Cross-pollinated. يتبع للقبيلة *Maydeae* ثمانية أجناس، أهمها الجنس *Zea* الذي يضم النوع *Mays* والجنس *Tripsacom* (حشيشة غاما) *Gamagrass*، وجنس الذرة الريّانة *Euchlaena* (*Teosinte*)، الذي يُعد أقرب الأجناس البرية للذرة الصفراء المزروعة (الساهوكي، 1990). قُسّم النوع *Mays* إلى تحت أنواع عديدة حسب طبيعة السويداءEndosperm، منها الذرة الصوانية، والبوشارية، والمنغوزة، والطحينية والشمعية، والسكرية (Paliwal, 2000; Darrah*et al*., 2003). وقد ساعد التنوع الوراثي والمقدرة على التأقلم Adaptability، والتنوع الكبير للصفات الشكلية (المورفولوجية) والفسيولوجية التي يتميز بها محصول الذرة الصفراء في انتشاره الواسع (غزال، 1989).

تجود زراعة الذرة الصفراء في الأراضي الخصبة جيدة الصرف والتهوية، وتناسبها الأراضي الصفراء الطينية، والسوداء الخفيفة، والأراضي الحمراء الغنية بالمادة العضوية. وتُزرع ضمن مجالٍ بيئي واسع من 58ºشمالاً، مثل كندا وروسيا إلى 40ºجنوباً، مثل تشيلي، وفي المناطق الأدنى ارتفاعاً عن سطح البحر حتى المرتفعات التي تصل إلى 3700 م فوق سطح البحر، وفي المناطق الجافة التي لا يزيد معدل هطولها المطري عن 250 ملم، وحتى المناطق التي يصل فيها معدل الهطول المطري السنوي إلى 5000 ملم (Dowswell *et al*., 1996).

يحتل محصول الذرة الصفراء المركز الثالث عالمياً بين محاصيل الحبوب Cereal crops (Frova *et al*.,1999; Aminu and Izge, 2012)، بعد القمح Wheat والرزRice. وتُعد الولايات المتحدة الأمريكية من أكبر الدول المنتجة للذرة الصفراء (39.60%) تليها الصين (19.20%)، ثمّ البرازيل (4.70%) من الإنتاج العالمي، حيث بلغت المساحة المزروعة بالذرة الصفراء عالمياً نحو 170 مليون هكتاراً، والإنتاج نحو 883 مليون طناً والإنتاجية نحو 5.2 طن . هكتار$^{-1}$ (FAO, 2011 ). وتأتي الذرة الصفراء في المركز الثالث بعد محصولي القمح والشعير Barley من حيث المساحة، وفي المركز الثاني بعد القمح من حيث الإنتاج في الوطن العربي، حيث بلغت المساحة المزروعة بالذرة الصفراء نحو 1442.60 ألف هكتاراً، والإنتاج نحو 6967.16 ألف طناً، والإنتاجية نحو 4.80 طن . هكتار$^{-1}$ (المنظمة العربية للتنمية الزراعية،2012). وتحتل الذرة الصفراء في سورية المركز الثالث بين محاصيل

الحبوب، بعد محصولي القمح والشعير من حيث الأهمية الاقتصادية. وقدّرت المساحة المزروعة في سورية بنحو59109 هكتاراً، أنتجت298.4 ألف طناً، بمتوسط إنتاجية 5.10 طن . هكتار$^{-1}$ يُزرع منها قرابة 90% كعروةٍ تكثيفية، ويُزرع الباقي كعروة رئيسة (المجموعة الاحصائية 2012).

تُعد الذرة الصفراء من أهم المحاصيل العلفية والغذائية، حيث تُشكل حبوبها مادة عالية القيمة الغذائية، تتكون من 74.65% كربوهيدرات، و8.5% بروتين، و4.03% دهون و1.79% ألياف و1.31% رماد، و9.64% ماء (الفارس، 1981)، بالإضافة إلى الفيتامينات Vitamins، مثلA،B1،B2، والنياسين وبعض العناصر المعدنية، مثل البوتاسيوم، والفوسفور والمغنيسيوم (Okoruwa *et al*., 1996). تُستعمل الذرة الصفراء في العديد من المجالات الغذائية والصناعية، والعلفية، حيث تُقدَّم نباتاتها وحبوبها كعلفٍ أخضر ومركز في تغذية الدواجن والأبقار، إذْ أنّها تُكسِب الحليب والزبدة لوناً مرغوباً، وتجعل لحم الدجاج أصفراً تشوبه حمرة خفيفة يفضّلها المستهلك على اللحم المُزرَقْ الباهت اللون الناتج من تغذية الدواجن على عليقة خالية من الذرة الصفراء. وهي من الأغذية الرئيسة في العديد من دول العالم، حيث يمكن تناولها طازجة مسلوقةً أو مشوية. وتُستعمل أصنافها النشوية في صناعة النشاء Starch، والخبز والمعجنات. وتحتوي أجنة حبوب الذرة الصفراء على كمية جيدة من الدهون Lipids، التي تُستعمل في صناعة الزيوت النباتية والصابون. وتُسهم أيضاً الذرة الصفراء في صناعة المطاط وصناعة الورق، وبعض مواد البناء، والصناعات الصيدلانية، مثل صناعة الكحول، والبنسلين والمواد المطهرة، والغليسرين (الفارس، 1981). وتكمن أهمية محصول الذرة الصفراء في سورية كونه يُشكل المكوّن الرئيس في العليقة المُقدّمَة للدواجن، حيث يُسهم بنحو75% من العليقة العلفية. وقد أدّى ازدهار تربية وإنتاج الدواجن، وتنامي أعداد الثروة الحيوانية إلى ازدياد الطلب على حبوب الذرة الصفراء، واتسعت الفجوة بين الحاجة والإنتاج المحلي، حتى بلغت89% في السنوات الأخيرة. وترافق ذلك مع ارتفاع متسارع في سعر الذرة الصفراء عالمياً، وخاصةً بعد إعلان العديد من الدول عزمها استعمال حبوب محصول الذرة الصفراء في صناعة الإيثانول كوقودٍ حيوي Biofuel بدلاً عن الغازولين. وأدّت التبدلات المناخية Climate changes، وما تمخّض عنها من ارتفاعٍ ملحوظٍ في متوسط درجة الحرارة، وتدنّي معدلات الهطول المطري السنوي، وخاصةً في بيئات حوض البحر الأبيض المتوسط إلى تراجع حجم الموارد المائية السطحية والجوفية العذبة، وتدنّي نوعيتها، بسبب ازدياد معدلات الفقد بالتبخر Evaporation والنتح Transpiration، الأمر الذي سيؤدي إلى ازدياد شدة الجفاف، وتكرار دوراته Drought frequency. كما تتعرّض ربع المساحة المزروعة بالذرة الصفراء إلى الجفاف سنوياً الذي يأخذ

أشكال متعددة من الانحباس المطري في المناطق التي تزرع بها الذرة بعلاً إلى انخفاض منسوب المياه الجوفية، وعدم المقدرة على إعطاء الريّات في الوقت المناسب، والكمية التي يحتاجها المحصول خلال موسم النمو (Khayatnezhad and Gholamin, 2010). ويُعد محصول الذرة الصفراء من المحاصيل الأكثر حساسية للجفاف رغم كفاءته العالية في استعمال المياه، حيث تحتاج نباتات الذرة الصفراء لإنتاج1 كغ من المادة الجافة إلى 371 لتراً من الماء، في حين تحتاج نباتات القمح إلى 505 لتراً، ونباتات الشعير إلى 521 لتراً، ونباتات الذرة البيضاء Sorghum إلى271 لتراً (Misovic, 1985؛ الساهوكي، 1990). يؤثر الجفاف Drought خلال أيّة مرحلة من حياة النبات سلباً في غلة محصول الذرة الصفراء الحبية. ويمكن أن تتعرض نباتات الذرة الصفراء للجفاف حتى تحت ظروف الزراعة المروية، وخاصةً خلال فترة الظهيرة Noon-time، حيث ترتفع درجة الحرارة بشكلٍ كبير بسبب ازدياد شدة الإشعاع الشمسي، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة فرق التدرج في ضغط بخار الماء بين الأوراق والوسط المحيط، ويزداد تبعاً لذلك معدل فقد المياه بالنتح، وتُصبح كمية المياه المفقودة بالنتح أكبر من كمية المياه الممتصة عن طريق الجذور، ما يؤدي إلى تراجع جهد الامتلاء Turgor potential، واختلال ميزان الأوراق المائي. وتوجد تبعاً لذلك رغبة دائمة لدى مربي النبات لتحسين مستويات التحمل للجفاف (Barker *et al*., 2004). ويُصنّف كل من مربي النبات والفيزيولوجيين تحمل الجفاف كصفة معقدة Complex trait، وشكّلت الصعوبة في التعامل مع مثل هذه الصفة حافزاً لدى الباحثين لمعرفة الأساس الفيزيولوجي والوراثي لتحمل الجفاف في المحاصيل الحقلية عامةً، والذرة الصفراء خاصةً (Ribaut, 2006). تضع هذه المشكلة مربو النبات أمام تحدياتٍ صعبة، لا يمكن التغلب عليها وتجاوزها إلاّ من خلال العمل على تطوير تراكيب وراثية أكثر تحملاً للجفاف والحرارة المرتفعة وذات كفاءة عالية في استعمال المياه، مع الاحتفاظ بكفاءتها الإنتاجية للمحافظة على استقرار الإنتاج الزراعي.

يعمل مربو النبات على إيجاد تراكيب وراثية جديدة، وتباين مفيد Useful variability بين الطرز الوراثية من خلال التصالب بين الآباء Intercrossing parents التي تمتلك الصفات المرغوبة، أو من خلال إدخال Introducing المادة الوراثية الجديدة من برامج التربية الأخرى. ويسعى مربو النبات بعدئذٍ إلى تضييق هذا التباين بواسطة عملية الانتخاب Selection للطرز الوراثية ذات الأداء الأفضل في البيئات المُستَهدفة. ويتوقف مقدار التقدم في الانتخاب Selection progress على مقدار التباين الوراثي Genetic variance بين الطرز الوراثية Genotypes، وشدة الانتخاب Selection intensity، وقابلية التوريث Heritability للصفات المدروسة (Falconer,1989). عموماً، كلما كان التباين كبيراً، وشدّة الانتخاب عالية

وقابلية التوريث للصفات عالية، كان التقدم الوراثي الذي يمكن تحقيقه أكبر. يواجه مربوا النبات العديد من الصعوبات عند محاولة الانتخاب تحت ظروف الإجهادات اللاأحيائية Abiotic stresses خلال الأجيال الانعزالية المبكرة، لأنّ قابلية التوريث والتباين الوراثي في صفة الغلة الحبية عادةً ما تتراجع تحت ظروف الإجهاد بمقدار التراجع الحاصل في الغلة الحبية نفسها. وعادةً ما تكون الاختلافات بين المدخلات Entries غير معنوية، وعادةً ما يكون التقدم المتوقع في الانتخاب Expected selection gain محدوداً بالمقارنة مع الظروف التي تكون فيها الغلة الحبية عالية، ونتيجة وجود تفاعل كبير بين العوامل الوراثية والبيئية، فإنّ التجارب المُنفذة تحت ظروف الإجهاد عادةً ما تُعطي ترتيباً للطرز المدروسة يختلف معنوياً من موقعٍ لآخر، الأمر الذي يزيد من صعوبة تحديد المادة الوراثية الأفضل.

إنّ نباتات محصول الذرة الصفراء، الذي عادةً ما يُزرع كمحصولٍ صيفي مروي في منطقة حوض المتوسط عامةً وسورية خاصةً، غالباً ما تتعرض لظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة أو أكثر من حياة المحصول، بسبب قلة الموارد المائية العذبة المتاحة، وسوء إدارة عملية الري والخلل الذي عادةً ما يحدث في تنظيم توزيع المياه على المزارعين بشكلٍ يحول دون إمكانية تقديم كامل احتياجات نباتات المحصول المائية، وخاصةً خلال المراحل المتقدمة الحرجة Critical stages من حياة المحصول (الإزهار، وامتلاء الحبوب)، حيث تزداد احتياجات النباتات المائية، بسبب ازدياد حجم النبات ومن ثمّ الفواقد النتحية Transpirational losses وازدياد معدل فقد الماء بالتبخر Evaporation (E)، فتقل كفاءة استعمال المياه (WUE) Water Use Efficiency. ويمكن أن يزداد احتمال تعرّض النباتات للجفاف، وتزداد حدّة الإجهاد المائي في المستقبل بسبب التبدلات المناخية، التي تؤدي إلى ارتفاع أكبر في درجات الحرارة نتيجة ارتفاع تركيز الملوثات الجوية، وخاصةً غاز الفحم ($CO_2$)، الأمر الذي يؤثر سلباً في إنتاجية المياه Water productivity نتيجة حدوث انزياح في العوامل البيئية في منطقة زراعة محصول الذرة الصفراء لتصبح أقل ملاءمة لبلوغ كامل طاقة المحصول الإنتاجية. ويمكن أن تتدنى غلة محصول الذرة الصفراء في مثل هذه البيئات المتدهورة نتيجة تراجع محتوى التربة من المادة العضويةSoil organic matter (SOM)، الأمر الذي يؤثر سلباً في خصوبة التربة، ومقدرتها على الاحتفاظ بالماء (Chapman and Edmoades,1999).

يُعد محصول الذرة الصفراء حساس للإجهاد المائي، وخاصةً خلال الفترة التي تسبق الإزهار بنحو أسبوع وتليه بأسبوعين (Grant *et al.*, 1989). ويتمخّض عن الإجهاد خلال هذه الفترة ازدياداً ملموساً في طول الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والمؤنثة، وعادةً ما يتأخر ظهور الحرائر من النورات المؤنثة (Edmeades*et al.*, 2001). ويمكن أن يؤدي ذلك

أيضاً إلى إجهاض الحبوب Grain abortion وسقوطها، ويحدث عادةً إجهاض الحبوب خلال الأسبوعين إلى الأسابيع الثلاثة بعد ظهور الحرائر (Boyle *et al*., 1991). ويزداد الأمر سوءاً إذا ما أثّر الإجهاد المائي المتزامن مع الحرارة المرتفعة سلباً في معدل التمثيل الضوئي وانتقال نواتج التمثيل الضوئي Photo-assimilates إلى العرانيس المتطورة، بحيث يكون دون المستوى اللازم لتشكل الحبوب وتطورها (Tollenaar and Wu, 1999). إذا ما أخذنا بعين الاعتبار قابلية التوريث للصفة وعلاقتها المباشرة بالغلة الحبية، تُعد صفات طول الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والمؤنثة، وشيخوخة الأوراق، والتفافها، وعدد العرانيس في النبات من الصفات المهمة في تحسين غلة محصول الذرة الصفراء تحت ظروف الإجهاد المائي، وخاصةً خلال المراحل الحرجة من حياة النبات (Banziger *et al*., 2000). وتتمثل أهم التحديات التي تواجه مربي النبات في البيئات المجهدة مائياً في إمكانية الحصول على تباين وراثي مفيد في الصفات المرتبطة بتحمل الإجهاد المائي خلال المرحلة المستهدفة من حياة النبات، بما يضمن المحافظة على كفاءة المحصول الإنتاجية، بالإضافة إلى مقدرة المربي على توصيف البيئة المستهدفة، وتحديد وبشكلٍ دقيق مستوى الإجهاد في البيئة المدروسة، وتوقيت حدوثه، لرسم سياسة واضحة للتحسين الوراثي، وتحديد سقف التحسين الوراثي، ومدى كفاءة المتخصص بعلم فسيولوجيا المحاصيل الحقلية، في تحديد الصفات المفتاحية Key traits المرتبطة بالتحمل بما يتناسب ومرحلة النمو، بالإضافة إلى مقدرة المربي على تطبيق الانتخاب الشديد عند الانتخاب لتحمل الإجهاد المدروس بما يضمن تحقيق تقدم وراثي ملموس.

**أهداف البحث Objectives**

**1**- تقييم استجابة بعض طرز الذرة الصفراء لتحمل الإجهاد المائي المتزامن مع الحرارة المرتفعة خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب، وتحديد الطرز الوراثية الأكثر تحملاً للجفاف باعتماد مفهوم الثقل النوعي للصفات.

**2**- تحديد الصفات المورفوفسيولوجية والكمية المرتبطة بتحسين تحمل طرز الذرة الصفراء للإجهاد المائي خلال المراحل المدروسة مع المحافظة على كفاءتها الإنتاجية.

**3**- تحديد الصفات المرتبطة بشكلٍ مباشر بغلة المحصول الحبية لاعتمادها كمعايير انتخاب في برنامج التربية والتحسين الوراثي من خلال تنفيذ تحليل المسارات.

**4**- دراسة آلية توريث الصفات المرتبطة بالغلة الحبية وتحمل الإجهاد المائي من خلال دراسة القدرة العامة على الائتلاف للسلالات الأبوية، والقدرة الخاصة على الائتلاف للهجن الناتجة عن

تصالب السلالات الأبوية، وتقدير قيم ظاهرة قوة الهجين، وتحديد الهجن الأكثر تحملاً لظروف العجز المائي مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية.

**الدراسة المرجعية Literature review**

تُعد الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) أحد المحاصيل الصيفية الرئيسة التي تُزرع في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط Mediterranean environments. وتُعد إتاحة المياه بكمياتٍ كافية من العوامل المهمة المحددة لغلة محصول الذرة الصفراء الحبية في سورية، لأنّه يُزرع خلال الفترة التي تنعدم فيها الأمطار، وخاصةً عند زراعته كعروةٍ تكثيفية، لذلك لا بدّ من ري نباتات المحصول للحصول على غلة حبية مجزية Economic yield، ولكن أصبحت عملية الري بكمياتٍ كافية من المياه العذبة مكلفة جداً، وخاصةً في ظل ارتفاع أسعار المحروقات، وتراجع منسوب المياه الجوفية، بسبب السحب العشوائي للمياه، واتباع طرق الري غير الكفوءة (الري بالغمر)، والتغيرات المناخية Climate changes، التي ترافقت مع ارتفاع ملحوظ في متوسط درجة حرارة الوسط المحيط (Taylor and Penner, 1994)، ما أدّى إلى ازدياد الفواقد المائية بالتبخر والنتح، الأمر الذي يصعب معه تأمين كمياتٍ كافية من مياه الري خلال مختلف مراحل النمو، وخاصةً مرحلة الإزهار، بعد اكتمال النمو الخضري وازدياد الطلب على المياه، الأمر الذي يمكن أن يُعرّض نباتات الذرة الصفراء إلى فتراتٍ قصيرة أو متوسطة وأحياناً طويلة من الإجهاد المائي المترافق مع إجهاد الحرارة المرتفعة Heat stress. ويستدعي شح الموارد المائية العذبة في مثل هذه البيئات ضرورة التخطيط الفعّال لاستعمال المياه بالشكل الأمثل، من خلال زراعة الأصناف ذات الاحتياجات المائية المحدودة، وذات الكفاءة العالية في استعمال المياه، والأكثر تحملاً للجفاف والحرارة المرتفعة مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية Production capacity، وزيادة كفاءة نظم الري (الري بالتنقيط، أو بالرش). ويمكن أن يزداد احتمال تعرّض النباتات للجفافDrought، وتزداد حدّة الإجهاد المائي في المستقبل بسبب التبدلات المناخية، التي تؤدي إلى ارتفاع أكبر في درجات الحرارة نتيجة ارتفاع تركيز الملوثات الجوية (غازات الدفيئة)، وخاصةً غاز الفحم ($CO_2$)، الأمر الذي يؤثر سلباً في إنتاجية المياه (Chapman and Edmoades,1999).

نَفّذت العديد من البحوث لتقييم استجابة الأنواع المحصولية المختلفة لظروف نقص المياه، وبيّنت هذه الدراسات أنَّ محصول الذرة الصفراء حساس جداً للجفاف، وخاصةً خلال مرحلة الإزهار Flowering (Begg and Turner, 1976; Oteguiet *al.*, 1995). ويمكن أن يؤدي الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار في الذرة الصفراء إلى انخفاض الغلة بنسبة قد تزيد عن 90% (NeSmith and Ritchie, 1992). ويتوقف مقدار الانخفاض في غلة محصول الذرة الصفراء الحبية على توقيتTiming، وشدّة Severity، ومدّة Duration الإجهاد المائي (Hsiao, 1990). ومن الصعب جداً التخطيط لنظام الري التكميلي Supplementary irrigation في محصول الذرة الصفراء دون أن يؤدي ذلك إلى حدوث انخفاض في الغلة الحبية

(Rhoads and Bennett, 1990; Lamm *et al.*, 1994). ويتوقف بشكلٍ عام ترشيد استهلاك المياه، وزيادة كفاءة استعماله على إدارة عملية الري Irrigation management والمراحل الحرجة من حياة النبات لظروف نقص المياه. وتُعد إتاحة المياه من العوامل الأساسية المحددة لغلة محصول الذرة الصفراء الحبية في شمال شرق سورية، ويُعد الري ضرورياً للحصول على غلة اقتصادية مجزية، ولكن عادةً ما تكون إضافة الري بكمياتٍ وافرة مكلفة جداً، بالإضافة إلى قلّة مصادر المياه العذبة المتاحة، ونادراً ما تكون كافية لتأمين كامل احتياجات النباتات المائية خلال كامل موسم النمو. تُقدّر نسبة محصول الذرة الصفراء التي تتعرض لانخفاض الغلة الحبية بسبب الجفاف في البيئات المدارية Tropical environments بنحو 40% (Edmeades *et al.*, 1989). ويتوقع أنْ تزداد هذه النسبة في المستقبل في معظم مناطق زراعة الذرة الصفراء في العالم، وخاصةً في دول حوض البحر الأبيض المتوسط، بسبب ارتفاع تركيز الملوثات الجوية (غازات الصوب الزجاجية)، وما يتمخض عنها من ارتفاعٍ ملحوظ في درجة حرارة الوسط المحيط، ما يؤدي إلى زيادة معدل فقد الماء بالتبخر والنتح، وتراجع محتوى التربة المائي، لذلك تُعد عملية تطوير طرز وراثية من الذرة الصفراء ذات غلة حبية عالية ومستقرة تحت ظروف الإجهاد المائي من أولويات برامج التربية والتحسين الوراثي.

عادةً، ما يكون الانتخاب تحت ظروف الجفاف بالمقارنة مع الظروف غير المجهدة أقل فعّالية Less efficient، بسب بتراجع قابلية توريث Heritability الغلة الحبية تحت ظروف الجفاف (Rosielle and Hambilin, 1981; Blum, 1988). وإنّ قابلية التوريث في صفة الغلة الحبية أقل تحت ظروف الجفاف، لأنّ التباين الوراثي Genetic variance لصفة الغلة يتراجع بشكلٍ أسرع من التباين البيئي Environmental variance بين القطاعات التجريبية بزيادة الإجهاد المائي. وتحت مثل هذه الظروف، فإنّ الصفات الثانوية Secondary traits (غير الغلة الحبية)، التي يزداد تباينها الوراثي تحت ظروف الجفاف، أو تنخفض بدرجة أقل بالمقارنة مع الغلة، يمكن أن تزيد من كفاءة الانتخابSelection efficiency، وسيكون لها قيمة تكيفية عالية، وقابلية توريث كبيرة تحت ظروف الإجهاد، ويمكن قياسها بسهولة ويُسر (Blum, 1988; Edmeades *et al.*, 1989; Ludlow and Muchaw, 1990). ويتوقف الانتخاب الناجح للطرز الوراثية المتحملة للجفاف وذات الطاقة الإنتاجية العالية على مدى فهم الصفات الفسيولوجية المهمة، واعتمادها كصفاتٍ مفتاحية في برامج التربية والتحسين الوراثي (Blum, 1988; Ludlow and Muchaw, 1990).

يرتبط تحسين الغلة الحبية، والمحافظة على ثباتها Yield stability لدى بعض طرز الذرة الصفراء المتكيفة مع البيئات المدارية والمعتدلة بزيادة تحملها للإجهادات اللاأحيائية، وخاصةً الجفاف والحرارة المرتفعة (Byrne *et al.*,1995; Tollenaar and Wu, 1999).

ولقد دُرست العديد من الآليات الفسيولوجية المساهمة في تحمل بعض الإجهادات اللاأحيائية في العديد من الدراسات التي نُفذت بهدف التحسين الوراثي لأصناف محصول الذرة الصفراء المنتشرة في البيئات المدارية (Chapman and Edmeades, 1999; Edmeades *et al.*, 1999). ولكن تتواجد معلومات قليلة نسبياً حول الآليات الفسيولوجية المرتبطة بتحمل الإجهادات اللاأحيائية عامةً، والجفاف خاصةً، التي تُسهم في الوقت نفسه في تحسين غلة المحصول الحبية. وتؤدي الخصائص الفسيولوجية، مثل استدامة اخضرار الأوراق Leaf longevity وزيادة كفاءة جذور النباتات في امتصاص الماء والعناصر المعدنية المغذية، وزيادة كفاءة النبات التمثيلية، وإتاحة كمية أكبر من نواتج التمثيل الضوئي Assimilates supply خلال مرحلة امتلاء الحبوب Grain filling period، دوراً مهماً في تحسين التحمل للعديد من الإجهادات اللاأحيائية (Tollenaar and Wu, 1999). ويتضمن الإجهاد المائي Water stress إمّا نقص الماء، وعدم كفايته لتأمين احتياجات نباتات الذرة الصفراء المائية خلال مختلف مراحل النمو أو يمكن أن ينتج الإجهاد المائي من وجود كمية زائدة من الماء Excess moisture تؤدي إلى تغدق التربة Soil waterlogging، وتحد من معدل نمو الجذور وتطورها، ما يؤدي إلى تشكيل مجاميع جذرية ضحلة وصغيرة، وغير قادرة على امتصاص كمية من المياه تكفي لتعويض الماء المفقود بالنتح، فتتعرض النباتات إلى ظروف العجز المائي Water deficit. وتتحدد كمية المياه المتاحة في التربة بتفاعل العوامل الأربعة الآتية: كمية الرطوبة الموجودة في التربة، وخصائص قطاع التربة Soil profile، واحتياجات المحصول المائية، والظروف المناخية (درجة الحرارة، وشدة الإشعاع الشمسي، والرطوبة النسبية الجوية، وسرعة الرياح) السائدة خلال موسم النمو. وحتى تكون كمية الرطوبة المتاحة في التربة كافية للمحصول يجب أن تكون كمية المياه المتاحة في التربة أكثر من كمية المياه المفقودة بالتبخر المباشر من سطح التربة Evaporative demands. ويمكن أن يُسبب الجفاف في بعض أنواع الترب نقصاً في كمية العناصر المعدنية المغذية Nutrients المتاحة للنباتات، كما هو الحال في الترب الضحلة Shallow soils، أو الترب الطينية الثقيلة جداً والمنضغطة Compacted، التي لا تسمح بنمو الجذور وتطورها بشكلٍ جيد.

تُعد عملية تطوير طرز وراثية عالية الغلة، ومتكيفة مع ظروف شح المياه مسألة غاية في الصعوبة، بسبب مشكلة فهم الآلية/الآليات التي تُسهم من خلالها مثل هذه الصفات التكيفية المرتبطة بتحمل الجفاف في تحسين الغلة الحبية خلال كامل دورة حياة المحصول (Loudlow and Muchaw, 1990). ويمكن أن تتعارض الصفات التي تُحسّن من تحمل الجفاف مع إمكانية تحقيق غلة حبية عالية في البيئات غير المجهدة مائياً، فعلى سبيل المثال

فإنَّ تجنب الجفاف Drought avoidance من خلال تقليل درجة انفتاح المسامات (الناقلية المسامية) Stomatal conductance ($g_s$)، يمكن أن يؤدي إلى تراجع الإنتاجية بسبب تراجع معدل انتشار غاز الفحم عبر المسامات، ومن ثمَّ انخفاض كمية غاز الفحم المتاح في مراكز التثبيت ضمن الصّانعات الخضراء، ما يؤثر سلباً في معدل تثبيت الكربون، وتصنيع المادة الجافة بالمقارنة مع نباتات الطرز الوراثية التي تكون مساماتها أقل حساسية للجفاف (العودة وخيتي، 2008). وعادةً ما يكون انتخاب الطرز الوراثية المتفوقة في البيئات الشحيحة بالمياه بالاعتماد على صفة الغلة الحبية فقط غير ناجح، لأنّ الغلة الحبية صفة كمية معقدة Quantitative trait، وذات قابلية توريث متدنية، وعادةً ما تتراجع قابلية التوريث بدرجةٍ أكبر تحت ظروف الإجهاد، بالإضافة إلى صعوبة تعريف الجفاف من حيث الشدّة، والمدّة، والمرحلة من حياة النبات التي يحدث خلالها الإجهاد المائي (النمو الخضري، النمو الثمري)، لذلك يحاول مربوا النبات جاهدين لتحسين كفاءة الانتخاب، وضمان تحقيق تقدم وراثي في برامج التربية والتحسين الوراثي (Blum, 1988). وقد نجح Fisher *et al.*, (1989) في زيادة غلة الذرة الصفراء باستعمال دليل انتخاب Selection index (SI) يعتمد على الغلة الحبية وبعض الصفات التكيفية المرتبطة بتحمل الجفاف Drought-adaptive traits. ولكن لم يوفّق Bolanos *et al.*, (1993) في تحقيق مثل هذا النجاح، ويُعزى ذلك إلى حقيقة أنّه لا يزال هناك غموض في معرفة أي Which، وكيفHow تُسهم الصفات الفسيولوجية، والبيوكيميائية المختلفة في تحسين أداء النباتات في البيئات المجهدة مائياً (Schrader, 1980)، لذلك فإنّ من أهم السبل التي تُساعد في تحديد الصفات المساهمة في تحسين الغلة الحبية لمحصول الذرة الصفراء تحت ظروف الإجهاد المائي، هي أولاً تحديد الطرز التي تُبلي بشكلٍ جيد تحت ظروف الجفاف، ومن ثمَّ القيام بالتحري عن الأسس الفسيولوجية وراء هذا الأداء الحسن. وعادةً، ما تنتج نباتات الذرة الصفراء عدداً كبيراً من العرانيس Ears والبويضات Ovules، والحبوب بالمقارنة مع تلك التي يمكن أنْ تصل فعلاً إلى مرحلة النضج Maturity (Tollenaar, 1977). ويحدث إجهاض البويضات عندما تفشل في تشكيل الحرائر Silks بالطول الكافي، بسبب تباطؤ معدلات النمو، في حين تُجهض الحبوب المتشكلة Kernels بعد عملية الإخصاب Fertilization (Westgate and Bassetti, 1991)، عندما تكون كمية نواتج التمثيل الضوئي Assimilates دون الحد الأدنى اللازم لتطور البويضات المخصبة بشكلٍ طبيعي، ما يؤدي إلى موت العرنوس بكامله، وإعطاء نباتاتٍ خالية تماماً من الأجزاء الاقتصادية (Edmeades *et al.*, 1993). ويحدث عادةً إجهاض البويضات والحبوب الحديثة التكوين ابتداءً من الأسبوع الأول قبل ظهور الحرائر Silking وحتى أسبوعين بعدها. ويحدث ذلك عندما تتعرض النباتات للجفاف، أو التظليل، أو زيادة الكثافة النباتية، أو نقص عنصر الآزوت

(N) خلال تلك الفترة الحرجة من حياة النبات (Uhart and Andrade, 1995). ويُعزى إجهاض العرانيس حديثة التكوين تحت ظروف الجفاف إلى تراجع معدل التمثيل الضوئي Assimilation rate (Ȧ) وإنتاج المادة الجافة Dry matter (DM)، وتراجع معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي إلى البويضات المخصبة بسبب غياب الماء الذي يُعد بمنزلة الناقل الوحيد لنواتج عملية التمثيل الضوئي من المصدر Source (الأوراق والسوق) إلى المصب Sink(العرانيس) (Zinselmeier *et al*., 1995a,b). ويؤدي الجفاف أيضاً بالإضافة إلى تخفيض معدل التمثيل الضوئي، إلى تقليل فعّالية الأنزيم Invertase في المبايض Ovaries، ما يؤدي إلى تقليل معدل انتقال السكريات البسيطة السداسية إلى المبايض، واستنزاف مدخراتها النشوية، الأمر الذي يؤدي إلى إجهاضها، حيث يعمل هذا الأنزيم تحت ظروف النمو الطبيعية على تفكيك السكروز (نواتج التمثيل الضوئي القادمة من الأوراق) إلى سكريات سداسية بسيطة (جلوكوز، وفركتوز)، تشكل مصدراً مهماً للطاقة اللازمة لانقسام خلايا الإندوسبيرم وتشكل الحبوب، بيد أن الجفاف يثبط من فعّالية هذا الأنزيم (Zinselmeier *et al*., 2000).

يؤدي تعرّض نباتات الذرة الصفراء للإجهاد المائي المتزامن مع الحرارة المرتفعة خلال مرحلة النمو الخضري المتأخر(مرحلة الاستطالة السريعة للساق وحتى تشكيل النورات المذكرة) إلى تراجع معدل نمو النباتات وتقزمها، وانخفاض غلة المحصول الحبية بنحو 2-3% لكل يوم من الإجهاد. وتُعد المرحلة من ظهور النورات المذكرة وحتى ظهور النورات المؤنثة والحرائر والتلقيح من أكثر المراحل حساسيةً لنقص الماء وارتفاع درجة الحرارة في الوسط المحيط، حيث يؤدي الإجهاد المائي إلى تأخير ظهور الحرائر ويزيد الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والمؤنثة، ما يؤثر سلباً في حيوية حبوب اللقاح Pollen grain viability، وتفشل عملية التلقيح، والإخصاب. ويُعزى ظهور العرانيس الفارغة إلى نضج المآبر وسقوط حبوب الطلع قبل أن تخرج الحرائر. وإذا ما تعرّضت نباتات الذرة الصفراء إلى الجفاف المترافق مع الحرارة المرتفعة، ونقص العناصر المعدنية المغذية خلال هذه المرحلة الحرجة، فعادةً ما تنخفض الغلة الحبية بنحو 13% لكل يوم. ويؤدي تعرّض النباتات للجفاف خلال المراحل الأولى من امتلاء الحبوب إلى تراجع الغلة الحبية بمقدار 3-4% لكل يوم، ولكن تتأثر الغلة الحبية بدرجةٍ أقل إذا ما تعرّضت النباتات للإجهاد المائي بعد اكتمال عملية امتلاء الحبوب (مرحلة النضج الفسيولوجي) Physiological maturity، ويمكن أن تصل النباتات إلى هذه المرحلة بعد نحو 50-60 يوماً من تاريخ التلقيح (Shaw and Newman, 2004). خلال المرحلة التي تسبق الإزهار، تشكل نباتات الذرة الصفراء عدداً من العرانيس، والزهيرات أكبر من مقدرة النبات على ملئها جميعاً، ويتحدد عدد العرانيس والحبوب وعدد خلايا الإندوسبيرم (السويداء) في الحبة الواحدة خلال أسبوعين من بداية الإزهار. وتُعد نباتات الذرة الصفراء حساسة جداً للإجهاد خلال

هذه المرحلة (Banziger *et al*.,1999). وتتوقف درجة امتلاء العرانيس، والحبوب، وخلايا الإندوسبيرم فيها على كمية نواتج التمثيل الضوئي المتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب. عموماً، يمكن أن تتحدد غلة محصول الذرة الصفراء الحبية بكلٍ من حجم المصدر Source size، وحجم المصب Sink size، وذلك تبعاً للمرحلة التي يمكن أن تتعرض فيها النباتات للإجهاد المائي (Banziger *et al*.,1999).

يؤدي تعرض نباتات الذرة الصفراء لظروف الإجهاد المائي إلى تصنيع حمض الأبسيسيك (ABA) الذي يحث المسامات على الانغلاق Stomatal closure، حيث يؤثر انغلاق المسامات سلباً في عملية التبادل الغازي ($CO_2/H_2O$)، ما يؤثر سلباً في معدل انتثار غاز الفحم عبر المسامات، ومن ثمّ تركيز غاز الفحم المتاح في مراكز التثبيت ضمن الصّانعات الخضراء (Stroma)، ومن ثمّ معدل تثبيت الكربون وتصنيع المادة الجافة. ويؤدي بالمقابل انغلاق المسامات إلى تعطيل التأثير المبرد Cooling effect لعملية فقد الماء بالنتح، ما يؤدي إلى حدوث التحميل الحراري الزائد على الأوراق، وتسريع شيخوختها Premature leaf senescence، الأمر الذي يؤثر سلباً في مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي (Zhang *et al*.,1987;Bruce *et al*.,2002). ويمكن أن تصل كميات قليلة من حمض الأبسيسيك إلى الحبوب المتشكلة خلال مرحلة امتلاء الحبوب، ويؤدي إلى إجهاضها وتساقط الحبوب القمية Tip grains في العرانيس (Beck *et al*., 1997) . ويؤدي تعرّض نباتات الذرة الصفراء للإجهاد المائي الخفيف إلى المتوسط الشدّة إلى تثبيط استطالة خلايا الأوراق أولاً Leaf cell expansion، ثمّ يتراجع معدل نمو الحرائر Silk growth، ثمّ يتراجع تباعاً معدل استطالة الساق Stem elongation. ويؤدي استمرار تعرض النباتات للجفاف وازدياد شدته إلى تثبيط نمو الجذور وانقسام الخلايا النباتية Cell division، الأمر الذي يؤثر سلباً في مقدرة النبات على استعادة النمو حتى بعد زوال الجفاف. ويؤدي تراجع معدل نمو الحرائر إلى تأخر ظهور النورات المؤنثة Silking، ما يؤدي إلى زيادة طول الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والنورات المؤنثة Anthesis–silking interval (ASI)، الأمر الذي يؤثر سلباً في نسبة التلقيح Pollination، والإخصاب Fertilization والعقد Setting، ما يؤدي إلى موت وإجهاض العرانيس، والحبوب، ويمكن أن يُصبح النبات عقيماً وخالٍ تماماً من الأجزاء الاقتصادية Barren plants. وتُعد الأعضاء التكاثرية المؤنثة أكثر حساسية لظروف الجفاف بالمقارنة مع النورات المذكرة (Bolanas and Edmeades,1996).

يؤثر الجفاف سلباً في غلة محصول الذرة الصفراء بدرجاتٍ متفاوتة عند حدوثه خلال أية مرحلة من حياة المحصول، ولكن تكون نسبة الانخفاض في الغلة الحبية الأعلى معنوياً إذا ما تعرّضت النباتات للجفاف خلال مرحلة الإزهار (رويلي، 2008 ;Grant *et al*.,1989). وتكون

الحساسية القصوى إذا ما تزامن الجفاف مع الفترة من 2-22 يوماً بعد ظهور النورات المذكرة ويكون التأثير في أشده عند اليوم السابع. ويمكن أن تفشل النباتات في إعطاء أية غلة حبية، إذا ما تعرّضت للإجهاد المائي خلال الفترة قبل ظهور النورات المذكرة Tassel emergence وحتى بداية امتلاء الحبوب (Grant *et al*., 1989). ويُعد محصول الذرة الصفراء أكثر حساسية للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار بالمقارنة مع جميع محاصيل الحبوب الصغيرة والكبيرة الأخرى، لأنّ الزهيرات المؤنثة تتطور بالوقت نفسه، وتكون محمولة على عرنوس واحد Single ear، وعلى ساق واحدة، وتختلف الذرة عن باقي محاصيل الحبوب (القمح، والشعير، والشيلم، والشوفان...الخ) في كون الأزهار المذكرة بعيدة عن الأزهار المؤنثة بمسافة قد تصل إلى (1 م)، وعادةً ما تتعرّض حبوب اللقاح Pollen grains وأنسجة المياسم الحساسة Fragile stigmatic tissues إلى ظروف بيئية غير مناسبة (جفاف، وحرارة مرتفعة) يمكن أن تُعيق حدوث عملية التلقيح. والأهم من ذلك، يعتمد نمو الحرائر، وعدد الحبوب في الذرة الصفراء بشكلٍ مباشر على معدل انتقال نواتج التمثيل الضوئي Assimilates translocation rate خلال الأسابيع الثلاثة من بداية الإزهار (Schussler and westgate,1995). وعندما يتراجع معدل التمثيل الضوئي خلال مرحلة الإزهار بتأثير الجفاف، والإجهادات اللاأحيائية الأخرى، فعادةً ما يتأخر نمو النورات المؤنثة (الحرائر)، الأمر الذي يؤدي إلى ازدياد طول الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والمؤنثة (ASI)، وتزداد تبعاً لذلك نسبة العرانيس والحبوب المجهضة (Bolanas and Edmeades,1996; Nesmith and Ritchie,1992). وقد قام العديد من الباحثين بتعريض نباتات الذرة الصفراء للإجهاد المائي خلال مراحل تطورية مختلفة، ووجدوا أنّ كلاً من توقيت الإجهاد، وشدته مهمة في تحديد الغلة الحبية النهائية. ومن المؤكد أن تعرّض النباتات لظروف العجز المائي خلال مرحلة الإزهار سيكون له تأثيرات كارثية في غلة الذرة الصفراء الحبية، في حين عادةً ما تكون التأثيرات أخف وطأةً إذا ما تعرّضت النباتات للإجهاد المائي خلال المراحل الأخرى من حياة النبات (Hall *et al*.,1982 ; Shaw and Newman, 2004; Grant *et al*., 1989).

تتحدد غلة محصول الذرة الصفراء بمكوناتها العددية، وهي متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة من الأرض، ومتوسط وزن الحبة الواحدة. ويتحدد عدد الحبوب في النبات بعدد الحبوب في الصف، وعدد الصفوف في العرنوس، وعدد العرانيس في النبات. وأشارت الكثير من الدراسات إلى أنّ تعريض النباتات للجفاف خلال مرحلة ما قبل الإزهار، وخلال كامل مرحلة الإزهار يؤثر سلباً في كلٍ من عدد الحبوب ومتوسط وزن المائة حبة 100-kernel weight (Pandey *et al*., 2000). وذكر (NeSmith and Ritchie, 1992) نتائج متباينة تُشير إلى أنّ انخفاض غلة الذرة الصفراء بتأثير الجفاف أحياناً يكون بسبب تراجع متوسط وزن المائة حبة،

وأخرى نتيجة تراجع متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة من الأرض خلال سنتين متتاليتين من الدراسة.

نُفّذت تجربة في ولاية Pozarica، في المكسيك خلال الفترة من عام 1992 ولغاية 1994 بهدف اختبار التبدلات التكيفية المرتبطة بتحمل الجفاف تحت ظروف نقص الآزوت. ولوحظ أنّ الانتخاب لتحمل الجفاف خلال منتصف موسم النمو قد أدّى إلى زيادة الغلة الحبية عند مستويات الآزوت المختلفة، بسبب زيادة كلٍ من عدد العرانيس في النبات، ووزن الحبوب. وارتبط عدد العرانيس في النبات مع تقصير الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والنورات المؤنثة في المجتمعات النباتية المتحملة للجفاف. ويُعزى ازدياد وزن الحبوب إلى تأخر شيخوخة الأوراق Delayed leaf senescence، وازدياد كمية نواتج التمثيل الضوئي المتوافرة خلال مرحلة امتلاء الحبوب، ما أدّى إلى إعطاء غلة حبية أكبر، وأكثر ثباتاً تحت ظروف العجز المائي (Bänziger *et al*., 2002). ونُفذت دراسة على مدار 3 سنوات لتقييم تأثير الإجهاد المائي خلال مرحلة ما قبل الإزهار بالمقارنة مع الري الكامل خلال مرحلة النمو الخضري باستعمال ثلاثة مستويات من التسميد الآزوتي (0، 80 و 160 كغ آزوت نقي في الهكتار) في صنفين من الذرة الصفراء (Suwan1, La Posta Sequia)، وهجينين ( KTX2602 and DK888) في تايلاند. ولوحظ أنّ إنتاجية الطرز الوراثية المجهدة مائياً كانت أقل بنحو 32% خلال عام 1995، و13% خلال عام 1996، وبنحو 21% خلال عام 1997 بالمقارنة مع ظروف الري الكامل (الشاهد). وسبّب الإجهاد المائي تراجعاً في متوسط عدد الحبوب في الصف بنحو 26، 9، و18% على التوالي خلال السنوات الثلاث المتتالية، ولم تؤدِ زيادة كمية الأسمدة الآزوتية المضافة من 80 إلى 160 كغ في الهكتار إلى زيادة معنوية في عدد الحبوب المتشكلة في حين سبّبت زيادةً معنوية في متوسط وزن المائة حبة تحت كلٍ من ظروف الإجهاد المائي والري الكامل. وسبّب الإجهاد المائي خلال مرحلة ما قبل الإزهار تراجعاً في متوسط وزن الألف حبة بمقدار 9، 3، و4% خلال السنوات الثلاث على التوالي (Samuel *et al*., 2005). وبيّن (Eck, 1986) أنّ التأثير الضار للإجهاد المائي خلال مرحلة ما قبل الإزهار وخلالها في عدد الحبوب يمكن أن يُعوّض Compensated من خلال زيادة متوسط وزن المائة حبة. ويُعزى التراجع الحاصل في عدد الحبوب تحت ظروف الجفاف إلى عدم كفاية نواتج التمثيل الضوئي لتأمين احتياجات النمو الكامل للحبوب، ما يؤدي إلى زيادة نسبة الأزهار المجهضة، والحبوب الصغيرة المتساقطة، حيث يؤدي تعرّض النباتات للجفاف خلال مرحلة ما قبل الإزهار إلى تراجع عدد الأوراق المتشكلة ومساحتها، الأمر الذي يؤثر سلباً في دليل المساحة الورقية، وكفاءة توزيع الطاقة الضوئية Light distribution، بسبب تقصير طول السلاميات Internodes (Abrecht and Carberry, 1993; Siri, 1993)، الأمر الذي يؤثر سلباً أيضاً في كفاءة

النبات التمثيلية Photosynthetic efficiency، وكمية المادة الجافة المتاحة خلال مرحلة امتلاء الحبوب (NeSmith and Ritchie, 1992).

نُفذت في محافظة دير الزور في سورية دراسة لتقويم استجابة أربعة طرز وراثية من الذرة الصفراء (غوطة1، وباسل1، وباسل2، واليوناني S-4 61000) لظروف الإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب. ولوحظ أنّ متوسط نسبة المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً عند المعاملة الشاهد (129.30 سم$^2$ . غ$^{-1}$)، تلاها المعاملتين اللتين تعرّضت خلالهما النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب وخلال النصف الثاني من مرحلة الإزهار وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (116.90، 114.75 سم$^2$ . غ$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت لظروف الإجهاد المائي خلال كامل مرحلة الإزهار (91.05 سم$^2$ . غ$^{-1}$). وكان متوسط عدد الأيام حتى الإزهار المذكر الأعلى معنوياً في معاملة الشاهد والمعاملة التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال النصف الثاني من مرحلة الإزهار وحتى مرحلة امتلاء الحبوب، والمعاملة التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب وبدون فروقاتٍ معنوية بينها (49.53، 49.28، 49.20 يوماً على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً في المعاملات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال كامل مرحلة الإزهار (47.16 يوماً). وكان متوسط عدد الأيام حتى الإزهار المؤنث الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون إجهاد مائي)، والمعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (52.20، 51.62 يوماًعلى التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً في المعاملة التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال كامل مرحلة الإزهار (49.78 يوماً). وقد لوحظ انخفاض في متوسط الغلة الحبية عند تعرّض النباتات للإجهاد المائي خلال كامل مرحلة الإزهار لكافة الطرز المدروسة ولكلا الموسمين (680.88، 612.80 كغ . دونم$^{-1}$ على التوالي) (الخليفة، 2011).

عموماً، معظم التحسين الوراثي لتحمل الجفاف كان نتيجة التحسينات التراكمية التي تمّ تحقيقها من خلال الجهود الطويلة المضنية في برامج التربية والتحسين الوراثي. ويجب أن تمتلك الهجن المستنبطة حديثاً الصفات المرتبطة بتحمل الجفاف مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية. وحقيقةً، فإنّ المادة الوراثية Germplasm التي ساهمت في تطوير المادة الوراثية المميزة خلال العقود السابقة من خلال استعمالها كآباء في برامج التربية والتحسين الوراثي، لا زالت حتى يومنا هذا مصدراً مهماً للتنوع الوراثي، والعديد من الصفات المرتبطة بتحمل الجفاف في برامج التربية الحالية. وإذا ما أخذنا بعين الاعتبار قابلية التوريث للصفة وعلاقتها المباشرة بالغلة الحبية، تُعد صفات طول الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والمؤنثة (ASI)، وشيخوخة الأوراق والتفافها Leaf rolling، وعدد العرانيس في النبات من الصفات المهمة في تحسين غلة

محصول الذرة الصفراء تحت ظروف الإجهاد المائي، وخاصةً خلال المراحل الحرجة من حياة النبات (Banziger *et al.*,2000). ويؤدي الإجهاد المائي الشديد الذي تتعرض له نباتات الذرة الصفراء خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب إلى تراجع غلة المحصول الحبية بالمتوسط بنسبة 15-30% بالمقارنة مع النباتات غير المجهدة مائياً (Monneveux *et al.*,2008). وعادةً ما يتم الانتخاب للطرز الوراثية المتفوقة تحت ظروف الإجهاد المائي عند مقارنة أداء تلك الطرز الوراثية نفسها في البيئات غير المجهدة، بالاعتماد على دليل انتخاب يتضمن الغلة الحبية تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة، بالإضافة إلى الصفات الثانوية الأخرى Secondary traits، مثل طول الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والمؤنثة، وفشل النباتات في تشكيل العرانيس، وشيخوخة الأوراق، والتفاف الأوراق (Edmeades *et al.*,1999). لاحظ على سبيل المثال Edmeades *et al.*, (1999) زيادة معنوية في غلة محصول الذرة الصفراء الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي مقداره 12.6% في كل دورة انتخابية بعد الانتخاب المتكرر بعد الجيل الأول باستعمال شدة انتخاب مقدارها5-10%، وارتبط هذا التحسين مع زيادة عدد العرانيس في النبات، ودليل الحصاد، وانخفاض طفيف في شيخوخة الأوراق، وانخفاض في طول الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والمؤنثة (ASI)، وكتلة الساق Stem biomass. ولاحظ الباحثان Edmeades and Chapman (1999) حدوث انخفاض في ارتفاع النبات والزمن اللازم لحدوث الإزهار، وعدد الأفرع الرئيسة في النورة المذكرة.

بيّنت إحدى الدراسات الحقلية أنّ الإجهاد المائي الخفيف والشديد قد خفضا غلة محصول الذرة الصفراء بنحو63%، و85% على التوالي خلال الموسم الزراعي 2000 وبنحو 13%، و26% على التوالي خلال الموسم الزراعي 2001. ويُعزى هذا الانخفاض في الغلة الحبية إلى تراجع كفاءة استعمال الضوء Radiation Use Efficiency (RUE)، ودليل الحصاد Harvest Index (HI)، ولم يكن التراجع الحاصل في كمية الطاقة الضوئية المعترضة Intercepted light energy (I) السبب الرئيس لتراجع الغلة الحبية، ولم تُلحظْ علاقة ارتباط خطية بين معدل تراكم المادة الجافة وكمية الطاقة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي الممتصة، بسبب تراجع كفاءة استعمال الضوء تحت ظروف الإجهاد المائي (Hugh, 2002).

يؤدي تراجع محتوى التربة المائي إلى تراجع محصول الذرة الصفراء والأنواع المحصولية الأخرى بثلاث آليات: نتيجة انخفاض كمية الأشعة الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي الممتصة من قبل الغطاء النباتي، بسبب تراجع معدل استطالة الأوراق، أو الذبول المؤقت للأوراق تحت ظروف الإجهاد المائي الخفيف، أو نتيجة التفاف الأوراق خلال فترات الإجهاد المائي الشديد، أو نتيجة الشيخوخة المبكرة للأوراق (Wolfe *et al.*, 1988, Xionshi *et al.*, 1998). وتتمثل الآلية الثانية بتخفيض الجفاف لكفاءة النبات في تحويل الطاقة الضوئية المعترضة والممتصة (I) إلى

مادة جافة (Ston *et al*., 2001).أومن خلال تقليل قيمة دليل الحصاد (نسبة المادة الجافة المسخرة للحبوب). وإذا ما ترافق تراجع تصنيع المادة الجافة مع مرحلة تطور الحرائر فيمكن أن يؤثر ذلك سلباً في عدد الحبوب المتشكلة، لأنّ المبايض Ovaries عبارة عن مصاب ضعيفة Weak sinks وسوف تفشل في التطور وتشكيل حبوب في حال توافر كمية غير كافية من نواتج التمثيل الضوئي Photo-assimilates خلال مثل هذه المرحلة الحرجة من حياة النبات (Schussler and Westgate, 1991; Bassetti and Westgate,1993a,b). ويؤدي تراجع كلٍ من عدد الحبوب ومتوسط وزن الحبة الواحدة إلى انخفاض قيمة دليل الحصاد، ومن ثمّ الغلة الحبية (Westgate,1994).

نُفّذت تجربة حقلية بمنطقة Balcarce في الأرجنتين لدراسة تأثير الإجهاد المائي خلال المرحلة من ظهور النورات المذكرة وحتى ظهور النورات المؤنثة في بعض الصفات المورفوفسيولوجية، والكمية لمحصول الذرة الصفراء. أدّى العجز المائي إلى تقليل ارتفاع النبات ودليل المساحة الورقية Leaf Area Index (LAI)، والكتلة الحية للأجزاء الهوائية Shoot biomass. وقد ارتبط تراكم الكتلة الحية للأجزاء الهوائية بمعدل فقد الماء بالتبخر– نتح لنباتات المحصول. ولوحظ ازدياد قيمة كفاءة استعمال الماء (WUE) في القطاعات التجريبية المجهدة مائياً. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية (*r = 0.88) بين الغلة الحبية ومتوسط عدد الحبوب في المتر المربع، وارتبط كلا هذين المؤشرين بمعدل فقد الماء بالتبخر– نتح خلال فترة الإجهاد المائي، الذي تمخض عن انخفاض مقداره4.7% في عدد الحبوب في المتر المربع و17.7 كغ.هكتار$^{-1}$ في الغلة الحبية لكل تراجع مقداره 1مم في معدل فقد الماء بالتبخر– نتح لنباتات المحصول. ولم يتحسّن عدد الحبوب في العرنوس عندما أُضيفت حبوب الطلع إلى الحرائر التي ظهرت بشكلٍ متأخر نتيجة الإجهاد المائي، ما يُشير إلى أنَّ المبايض التي فشلت في تعريض حرائرها بشكلٍ متزامن مع سقوط حبوب الطلع من النورات المذكرة كانت قد تضررت بشكلٍ كبير بفعل الإجهاد المائي (Otegui *et al*., 1995).

وفي تجربةٍ لدراسة تأثير إيقاف الري خلال مراحل مختلفة من دورة حياة محصول الذرة الصفراء. لوحظ أنَّ زيادة شدة الإجهاد المائي أدّت إلى تراجع ملحوظ في المساحة الورقية Leaf area، ومعدل نمو المحصول Crop Growth Rate (CGR)، وارتفاع النبات، والكتلة الحية للأجزاء الهوائية، ودليل الحصاد (Pandey *et al*., 2000).

يتحدد معدل تراكم المادة الجافة في نباتات الأنواع المحصولية بكمية الأشعة الشمسية الفعَّالة في عملية التمثيل الضوئي Photo-synthetically Active Radiation (PAR) الممتصة من قبل الغطاء النباتي، وبكفاءة الأجهزة التمثيلية في تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية (المادة الجافة) المُصنّعة. ويحدد معدل استطالة

الأوراق Leaf expansion واستدامة اخضرارها Stay green كمية الطاقة الضوئية المأسورة والممتصة من قبل نباتات المحصول. وتُعد أيضاً أنصال الأوراق Leaf blades المعبر الرئيس لفقد الماء بالنتح وانتثار غاز الفحم $CO_2$ diffusion أثناء عملية التبادل الغازي عبر المسامات (Lizaso *et al.*, 2003). ويرتبط بالمقابل معدل عقد الحبوب Kernel set في محاصيل الحبوب Cereals، مثل القمح، والذرة الصفراء بكمية الطاقة الضوئية الممتصة خلال المرحلة التي تسبق عملية الإزهار مباشرةً (Fischer, 1985; Andrade *et al.*, 2000; Otegui and Andrade, 2000). وتستخدم هذه العلاقة في صياغة النماذج Models التي تُساعد في التنبؤ بعدد الحبوب المتشكلة (Ritchie and Wei, 2000; Lizaso *et al.*, 2001).

عادةً ما تتعرض النباتات حتى تحت ظروف الزراعة المروية، وخاصةً في المحاصيل الصيفية إلى تراجع في كمية المياه المتاحة في التربة، بسبب ازدياد معدل فقد الماء بالتبخر والنتح، بسبب الرياح، وازدياد شدة الإشعاع الشمسي، ودرجات الحرارة خلال النهار. وتتعرض تبعاً لذلك النباتات إلى فتراتٍ مؤقتة Intermittent من العجز المائي، بسبب تراجع كمية المياه الممتصة عن طريق المجموعة الجذرية، وعدم كفايتها لتعويض الماء المفقود بالنتح ما يؤدي إلى تراجع جهد الامتلاء Turgor potential ($\Psi_p$) داخل الخلايا النباتية وتثبيط استطالتها (Sabirzhanova *et al.*, 2005; Fricke *et al.*, 2004; Veselov *et al.*, 2002). ويمكن أن يكون توقف نمو الأوراق تحت مثل هذه الظروف مؤقتاً، وغالباً ما تستعيد أوراق بعض الطرز الوراثية/الأنواع النباتية استطالتها رغم استمرار الظروف المناخية نفسها وعدم تغيرها نحو الأفضل، ما يسمح للنبات في زيادة حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، ومن ثمَّ كفاءته في تصنيع المادة الجافة وتراكمها (Sabirzhanova *et al.*, 2005). ويمكن أن يُعزى ذلك في محصول الذرة الصفراء إلى مرونة جدران الخلايا النباتية Cell wall extensibility (m) (Frensch, 1997; Serpe and Mathews, 1992). وقد عزى (McQueen-Mason *et al.*, 1992) ذلك إلى مجموعة من البروتينات المرتبطة بجدار الخلية النباتية تُسمى Expanses، التي تحور مباشرةً في الخصائص الميكانيكية لجدران الخلايا النباتية وتجعلها أكثر مرونة، ما يؤدي إلى خلق تدرج في الجهد المائي (مبدأ البالونة) يسمح بامتصاص كمية كافية من الماء، ويقلل من قيمة جهد الامتلاء (P) اللازم لدفع جدران الخلايا النباتية على الاستطالة.

تشير الدراسات إلى مدرستين في طريقة التخطيط لبرنامج الغربلة والانتخاب لصفة الغلة وتحمّل الجفاف، تدعم الأولى فكرة أنَ الغلة الحبية المرتفعة والمترافقة مع صفات مرتبطة بتحسين تحمل الجفاف يمكن أن تُسهم في زيادة الكفاءة الإنتاجية للتركيب الوراثي تحت ظروف البيئتين

المجهدة وغير المجهدة، وتُعزز من إمكانية تطوير برنامج تربية لتحمل الإجهادات اللاأحيائية المختلفة (Rajaram and Van Ginkle *et al*., 2001; Betran *et al*., 2003)، أمّا المدرسة الثانية فتدعم فكرة أنّ الانتخاب للإجهاد المائي يجب أن يتم تحت ظروف البيئة المستهدفة (Ceccarelli,1987 ; Ceccarelli and Grando, 1991; Rathjen,1994). وقد دُرِسَت عدّة طرق بهدف الحصول على هجن ذات غلة مرتفعة في البيئات التي تتعرض للجفاف، ويعتمد تحسين الغلة في هذه البيئات على غربلة تراكيب وراثية محلية تتميز بتنوع وراثي مرغوب وصفات مهمة لتحمل الإجهاد (Beck *et al*., 1997; Vasal *et al*.,1997).

تخضع وراثة الصفات الكمّيّة لعددٍ كبيرٍ من المورّثات، إضافةً إلى تأثّرها الكبير بالظروف البيئيّة، ويُعدّ تحديد طبيعة الفعل الوراثي المساهم في التعبير عن الصفات كمستوى تأثير الفعل الوراثي التراكمي وكذلك درجة السيادة مهمّاً جدّاً في تخطيط برامج التربية الهادفة لتطوير هذه الصفات، حيث تُسهم المعلومات حول طريقة عمل وتفاعل المورثات في تحديد طريقة التربية للوصول إلى فعل وراثي أكثر فاعلية، وكذلك توضح دور أنظمة التربية في تقييم المحاصيل. قسّم Mather و Jinks (1982) التباين المظهري إلى ثلاثة مكوّنات رئيسة، هي الجزء الثابت وراثيّاً (تباين الفعل الوراثي التراكمي)، والجزء غير الثابت وراثيّاً (تباين الفعل الوراثي السيادي والتفوّقي)، والجزء الثالث، هو الجزء غير الثابت وراثيّاً وغير القابل للتوريث والمتمثّل بالجانب البيئي. كما يتضمّن الجزء الثابت وراثيّاً من مكوّنات التباين المظهري الجزء من الفعل الوراثي التفوّقي تراكمي × تراكمي، وعليه يمكن تقسيم التباين المظهري الكلّي إلى مكوّنين رئيسيّين هما المكوّن الثابت وراثيّاً (الفعل الوراثي التراكمي، والتراكمي × تراكمي)، والمكوّن غير الثابت وراثياً المتضمّن (الفعل الوراثي السيادي، والسيادي × سيادي، والتراكمي × سيادي، إضافةً إلى التأثير البيئي).

دَرست العديد من البحوث مكوّنات الفعل الوراثي، حيث بيّن Ceballos *et al*., (1998) من خلال دراسته على العشائر الست لخمسة هجن فرديّة من الذرة في ثلاث بيئات زراعيّة مختلفة، أنّ الفعل الوراثي السيادي أسهم بشكلٍ كبير في وراثة صفة الغلّة الحبّيّة في البيئة غير المجهدة، في حين كان الفعل الوراثي التفوّقي المُسهم الأكبر في وراثة صفة الغلّة في البيئتين المجهدتين. وأكّدت دراسة EL-Hosary و Abd EL-Sattar (1998) على العشائر الست لثلاثة هجن فرديّة من الذرة الصفراء على الأهميّة النسبيّة للفعل الوراثي التراكمي في وراثة صفة الغلّة ومكوناتها. وجد AL-Ahmad (2004) من خلال دراسته على العشائر الست لأربعة هجن فرديّة من الذرة الصفراء في موعدين للزراعة، أنّ الفعل الوراثي السيادي سيطر على وراثة صفات غلّة النبات الفردي ومكوّناتها، وصفتي ارتفاع النبات والعرنوس، وصفة الإزهار

المؤنّث في جميع الهجن المدروسة وفي كلا موعدي الزراعة. كما أشار إلى مساهمة الفعل الوراثي التفوّقي من النوع المزدوج في وراثة معظم الصفات عدا صفة وزن المائة حبّة، التي ساهم في وراثتها الفعل الوراثي التفوّقي من النوع المتكامل. استخدم Kumar *et al.*, (2012) 28 هجيناً فرديّاً ناتجة عن تهجين 8 سلالات مربّاة داخليّاً من الذرة باستخدام طريقة التهجين نصف المتبادل لدراسة مكوّنات الفعل الوراثي لصفتي غلّة النبات الفردي، والإزهار المؤنّث، وبيّنت النتائج سيطرة الفعل الوراثي السيادي على وراثة صفة غلّة النبات الفردي، في حين سيطر الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة الإزهار المؤنّث. وفي دراسة أجراها ونوس وزملاؤه (2011) لتقييم خمسة عشر هجيناً ناتجة عن التهجين نصف التبادلي بين ست سلالات من الذرة الصفراء بهدف دراسة السلوكية الوراثية للغلة الحبية ومكوناتها، حيث كان تباين السلالات والهجن عالي المعنوية لجميع الصفات المدروسة، وأظهرت القدرة العامة والخاصة على التوافق تبايناً معنوياً في كل الصفات عدا تباين القدرة الخاصة على التوافق لصفة عدد الحبوب بالصف، مشيراً إلى مساهمة كلٍ من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة معظم تلك الصفات، عدا صفة عدد الحبوب التي سيطر على وراثتها الفعل الوراثي التراكمي فقط. وبيّنت نسبة تباين القدرة العامة على الائتلاف إلى تباين القدرة الخاصة على الائتلاف، أهمية الفعل الوراثي التراكمي في وراثة كلٍ من صفة طول العرنوس، وعدد الصفوف بالعرنوس، وعدد الحبوب بالصف، وأهمية الفعل الوراثي اللاتراكمي في وراثة كل من صفة وزن المائة حبة، وغلة النبات الفردي الحبية، في حين أسهم الفعلان الوراثيان التراكمي واللاتراكمي في وراثة صفة قطر العرنوس. وقد أبدت جميع الهجن المدروسة قوة هجين ايجابية وعالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل لجميع الصفات المدروسة.

قيّم AL-Naggar *et al.*, (2002) العشائر الأبوية المختلفة وهجنها تحت ظروف الجفاف (خلال مرحلة الإزهار)، والري الكامل في تجربتين في موعدين مختلفين، فكانت قوة الهجين قياساً للأب الأفضل أعلى تحت ظروف الجفاف بالمقارنة مع الشاهد (الري الكامل) لصفات الفترة الزمنية الفاصلة بين نثر حبوب اللقاح وخروج الحرائر، وعدد العرانيس في النبات، وعدد الصفوف بالعرنوس، وعدد الحبوب في الصف، ووزن المائة حبة، والغلة الحبية. وكان تباين القدرة العامة على الائتلاف (GCA) أكبر من تباين القدرة الخاصة على الائتلاف (SCA) تحت ظروف الجفاف وظروف الشاهد، وبلغ تباين الفعل الإضافي قيماً أعلى من تباين السيادة في كل الصفات المدروسة عدا صفة عدد العرانيس في النبات تحت ظروف الشاهد، وعدد الصفوف بالعرنوس، والغلة الحبية تحت ظروف الجفاف، وسلكت الصفات سلوكاً متبايناً تحت ظروف الجفاف وظروف الشاهد، فقد أظهرت صفة عدد العرانيس بالنبات سيادة فائقة تحت

ظروف الشاهد، وكذلك صفة عدد الصفوف في العرنوس تحت ظروف الجفاف، في حين خضعت كلٍ من صفة الغلة الحبية، وعدد الحبوب في الصف، ووزن المائة حبة للسيادة التامة تحت ظروف الجفاف.

تحدث قوة الهجين Hybrid Vigor عند تلقيح نباتات من نوع واحد، تختلف عن بعضها وراثياً، ويكون ارتباطها الوراثي (من حيث صلة النسب بينها) قليلاً أو معدوماً. ويتضمن مصطلح قوة الهجين أية زيادة في المحصول، وفي صفات الجودة الاقتصادية، ومقاومة الآفات والتأقلم مع الظروف البيئية السائدة، وهي تظهر في معظم أنواع النباتات الذاتية والخلطية التلقيح. وتتوقف قوّة الهجين على مقدرة السلالات المُهجّنة على الخلط، حيث تزداد قوة الهجين كلّما كانت هذه السلالات أكثر قدرةً على الخلط، أي كلّما كانت تراكيبها الوراثية مكمّلةً بعضها بعضاً (حسن، 1991). أما وراثياً، تقوم الفكرة الأساسية لقوة الهجين على تجميع أكبر عدد من المورثات المرغوبة في الفرد الهجين، وذلك من خلال التهجين بين عشائر مختلفة ومتباعدة وراثياً وتتمتع بصفات مرغوبة (Shull,1952). وقوة الهجين هي انعكاس لأكبر حالة من الخلط الوراثي (Budak,2002). وبيّن (Hays and Foster 1976) أنّ قوة الهجين تنتج إما عن تظافر الفعل الوراثي لعدة مورثات سائدة مرغوبة مشتتة في الأبوين، وهذا ما يُسمى بالفعل الوراثي السيادي، أو تكامل الفعل الوراثي التراكمي أو السيادي أو مورثات متنحية في مواقع متعددة، وهو ما يُسمى التفاعل الوراثي غير الأليلي (التفوق)، أو التفاعل الوراثي المرغوب بين أليلين/قرينين على موقع وراثي واحد. ولا بدّ أن تترافق دراسة قوة الهجين في البيئة المثالية مع التربية لتحمل الإجهادات لضمان استقرار غلة التركيب الوراثي المنتخب، وذلك من خلال انتخاب سلالات وهجن متحملة، وتختلف قوة الهجين بدورها من بيئةٍ لأخرى، ومن هجينٍ لآخر (Duvick, 1999). تُقدّر قوّة الهجين بعدّة طرق، إما قياساً لمتوسط الأبوين Heterosis Mid Parents ($H_{MP}$)، حيث تقدّر كانحراف لمتوسط الجيل الأول عن متوسط أبويه، أو قياساً للأب الأفضل Heterosis Better Parents ($H_{BP}$)، كانحراف لمتوسط الجيل الأول عن الأب الأفضل، ويُعد الأخير ذو قيمة عملية أكبر (Lamkey and Edwards, 1999).

درست العبد الهادي وزملاؤها (2010) ظاهرة قوة الهجين والقدرة على الائتلاف في مجموعة من الهجن الفردية لكل من صفة عدد الصفوف بالعرنوس، وعدد الحبوب بالصف، ونسبة التصافي وإنتاجية النبات الفردي، وزاوية الورقة، حيث أبدت معظم الهجن في صفة إنتاجية النبات الفردي قوة هجين موجبة وعالية المعنوية قياساً لهجين المقارنة باسل1، كما أبدت القدرة العامة والخاصة على الائتلاف تبايناً عالي المعنوية لجميع الصفات المدروسة، وأشارت النسبة بين تباين القدرة العامة والخاصة على الائتلاف إلى أهمية نسبية للفعل الوراثي غير

الإضافي بالمقارنة مع الفعل الوراثي الإضافي في وراثة كل الصفات عدا صفتي زاوية الورقة ونسبة التصافي اللتين سيطر الفعل الوراثي الإضافي على وراثة كلٍ منهما. وفي دراسة أخرى للعبد الهادي وزملائها (2011) لتقييم قوة الهجين والقدرة على الائتلاف في مجموعة من الهجن الفردية لصفات الإزهار المؤنث وارتفاع العرنوس، وطول العرنوس، وقطر العرنوس، ووزن المائة حبة، وغلة النبات من الحبوب في القطعة التجريبية. بيّنتْ مساهمة كلٍ من الفعل الوراثي الإضافي وغير الإضافي في وراثة هذه الصفات، وأظهرت جميع الهجن ما عدا واحد فقط قوة هجين موجبة وعالية المعنوية قياساً بالهجين المحلي باسل1 لصفة غلة القطعة التجريبية. وبيّن حسيان وزملاؤه (2009) في دراسة هدفت لتقييم ثمانية وعشرين هجيناً فردياً ناتجة عن التهجين نصف التبادلي بين ثمان سلالات من الذرة الصفراء من خلال تقدير التباينات الوراثية ودرجة التوريث والارتباطات المظهرية بين صفات الغلة الحبية ومكوناتها بالنبات الفردي، والإزهار المؤنث، ودليل المسطح الورقي، والوزن النوعي للورقة، والمساحة النوعية للورقة، وزاوية الورقة وارتفاع النبات والعرنوس وموعد النضج الفيزيولوجي، واستدامة اخضرار الأوراق، وكذلك تحليل المسار لتحديد الصفات الأكثر مساهمةً في تباين الغلة، أنّ قيم تباين الفعل الوراثي الإضافي كانت معنوية لكل الصفات المدروسة عدا تباين الفعل الوراثي الإضافي لكلٍ من صفتي موعد النضج الفيزيولوجي واستدامة اخضرار الأوراق. وارتبطت الغلة الحبية ارتباطاً مظهرياً موجباً ومعنوياً بكلٍ من صفة دليل المسطح الورقي (0.483)، وارتفاع النبات (0.470)، وزاوية الورقة (0.240)، واستدامة اخضرار الأوراق (0.391)، وعدد الصفوف بالعرنوس (0.370)، وارتفاع العرنوس (0.364). وبيّنت دراسة تحليل المسار أنّ كلاً من صفة عدد الصفوف بالعرنوس، ودليل المسطح الورقي الأخضر، واستدامة اخضرار الأوراق، وارتفاع العرنوس على الترتيب هي أكثر الصفات مساهمةً في تباين الغلة الحبية. وبيّن الأحمد (2009) في دراسة لمعاملي الارتباط المظهري وتحليل المسار لصفات الغلة الحبية ومكوناتها، لأربعة طرزٍ من الذرة الصفراء المعتمدة محلياً، تحت ثلاث معدلات من التسميد الآزوتي، وموعدين للإضافة، في موقعين، أنّ الغلة الحبية في موقع دمشق، ارتبطت بشكلٍ موجب ومعنوي بصفة ارتفاع العرنوس (r= 0.204)، وصفة عدد الحبوب بالعرنوس (r=0.228)، وصفة طول العرنوس(r=0.205). وبيّنت دراسة تحليل المسار أنّ صفات طول العرنوس وارتفاعه، وعدد الصفوف بالعرنوس، هي الصفات الأكثر مساهمة في تباين الغلة الحبية في موقع دمشق، وبأهمية نسبية كلية قدرها 11.06%، في حين أشارت النتائج إلى أنّ صفة ارتفاع العرنوس، وعدد الحبوب بالصف، ووزن المائة حبة كانت أكثر الصفات مساهمةً في تباين الغلة الحبية في موقع دير الزور، وبأهمية نسبية كلية قدرها 32.98%.

درس Has and Has (2009) السلوك الوراثي لصفات الغلة الحبية، وطول العرنوس، وعدد أفرع النورة الزهرية المذكرة، وعدد الأيام حتى الإزهار المؤنث، وذلك خلال تقييم عشر سلالات مرباة داخلياً من الذرة السكرية، حيث سيطر الفعل الوراثي التراكمي على سلوك صفة الغلة الحبية ومكوناتها.

قيّم Guei and Wasson (1996) عشيرتين من الذرة الصفراء، بهدف التحليل الوراثي لصفة حجم النورة المذكرة، وصفة الغلة الحبية، وأكدت النتائج سيادة الفعل الوراثي التراكمي على سلوك هذه الصفات. وقيّم Khalil (1999) العشائر الست لهجينين فرديّين من الذرة. وبيّنت النتائج أنّ صفات غلّة النبات الفردي ومكوّناتها، والإزهار المؤنّث، وارتفاع النبات والعرنوس، أظهرت قيماً موجبة وعالية المعنويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل، حيث تراوحت في الهجين الأوّل من 1.01، و3.31-% لصفة الإزهار المؤنّث إلى 87.89، و54.30% لصفة غلّة النبات الفردي، وتراوحت في الهجين الثاني من 3.02-، و6.22-% لصفة الإزهار المؤنّث إلى 109.21 و54.90% لصفة غلّة النبات الفردي، وذلك قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل على الترتيب.

وجد Al-Ahmad (2004) في دراسةٍ للعشائر الست لأربعة هجن فرديّة من الذرة الصفراء في موعدين زراعيين، أنّ قيم قوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين، والأب الأفضل لصفات غلّة النبات الفردي ومكوّناتها، وارتفاع النبات والعرنوس، والإزهار المؤنّث كانت إيجابيّةً وعالية المعنويّة في جميع الهجن المدروسة وفي كلا موعدي الزراعة، عدا صفة الإزهار المؤنّث التي حقّقت قيماً سلبيّةً ومعنويّةً لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين، والأب الأفضل. وبيّن Iqbal (2009) أنّ صفة الغلّة الحبّيّة ومكوّناتها وبعض الصفات الشكلية لأربعة هجن فرديّة من الذرة قد أظهرت قيماً إيجابيّةً وعالية المعنويّة لقوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل، عدا صفة الإزهار المؤنّث التي كانت قيمها سلبيّةً في الهجن الأربعة. ووجد Abou-Deif *et al.*, (2012) من خلال دراستهم على 15 هجيناً فرديّاً ناتجة عن التهجين نصف المتبادل بين ست سلالات مربّاة داخليّاً من الذرة، أنّ صفة غلّة النبات الفردي قد أظهرت قيماً إيجابيّةً وعالية المعنويّة لقوّة الهجين قياساً بالأب الأفضل. وفي دراسةٍ أجراها El-Mouhamady *et al.*, (2013) على العشائر الست لثلاثة هجن فرديّة من الذرة بيّنت نتائجهم أنّ صفات الإزهار المؤنّث، وارتفاع النبات، ووزن المائة حبّة، وعدد الحبوب بالصف، والغلّة الحبّيّة أظهرت قيماً إيجابيّةً وعالية المعنويّة لقوّة الهجين قياساً بالأب الأفضل، حيث تراوحت من 7.16-% لصفة الإزهار المؤنّث في الهجين الثالث إلى 198.51% لصفة الغلّة الحبّيّة في الهجين الثالث. واستنتجت العبد الهادي وزملائها (2011) من دراسة أجرتها بهدف تقدير درجة السيادة، وتحليل المسار لصفات عدد الأيام حتى الإزهار المؤنث، وارتفاع النبات والعرنوس، طول العرنوس

وقطره، وعدد الحبوب بالصف، وعدد الصفوف بالعرنوس، ووزن 100 حبة، وإنتاجية النبات الفردي، لثمانية وعشرين هجيناً فردياً ناتجة عن التهجين نصف التبادلي بين ثمان سلالات مرباة داخلياً من الذرة الصفراء، تفوق جميع الهجن بصفة إنتاجية النبات الفردي، وسيطرت السيادة الفائقة على سلوك معظم الهجن في صفة الإزهار المؤنث، وارتفاع النبات والعرنوس وطول العرنوس، وعدد الحبوب بالصف، ووزن المائة حبة، وإنتاجية النبات الفردي، في حين سلكت المورثات المتحكمة بصفة قطر العرنوس منحى السيادة الجزئية في معظم الهجن المدروسة. ووجدت ارتباطاً موجباً وعالي المعنوية بين صفة إنتاجية النبات الفردي وكلٍ من صفة ارتفاع النبات، وطول وارتفاع العرنوس وقطره، وعدد الحبوب بالصف، ووزن المائة حبة، وعدد الصفوف بالعرنوس. وبيّن تحليل المسار أنّ كلاً من صفة طول العرنوس وقطره، وعدد الحبوب بالصف، وارتفاع العرنوس على الترتيب هي أكثر الصفات المدروسة مساهمةً في تباين إنتاجية النبات الفردي من الحبوب، وأوصت بإمكانية اعتمادها كمعايير انتخاب خلال الأجيال الانعزالية للهجن الفردية المميزة.

## مواد البحث وطرائقه Materials and methods

### المادة النباتية Plant material

تمّت الدراسة على سبع وأربعين سلالة من الذرة الصفراء مربّاة داخلياً، وتتمتع بدرجة نقاوة لا تقل عن 95%، وعلى درجة عالية من التباعد الوراثي، حيث تمّت غربلة هذه السلالات عند مستوى النبات الكامل تحت ظروف الزراعة الحقلية، من خلال تعريضها للإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار Anthesis، وامتلاء الحبوب Grain filling (من اكتمال مرحلة الإزهار وحتى النضج الفيزيولوجي). تمّ الحصول على البذار من البنك الوراثي لقسم بحوث الذرة، إدارة بحوث المحاصيل، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (الجدول، 1).

**جدول رقم (1): السلالات المدروسة ونسب كل منها.**

| رقم السلالة | النسب | رقم السلالة | النسب | رقم السلالة | النسب |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | IL 80 T.C-2009 | 17 | IL 327 T.C-2009 | 33 | IL 423 T.C-2009 |
| 2 | IL 447 T.C-2009 | 18 | IL 189 T.C-2009 | 34 | IL 350 T.C-2009 |
| 3 | IL 309 T.C-2009 | 19 | IL 128 T.C-2009 | 35 | IL 256 T.C-2009 |
| 4 | IL 150 T.C-2009 | 20 | IL 190 T.C-2009 | 36 | IL 74 T.C-2009 |
| 5 | IL 495 T.C-2009 | 21 | IL 218 T.C-2009 | 37 | IL 65 T.C-2009 |
| 6 | IL 285 T.C-2009 | 22 | IL 451 T.C-2009 | 38 | IL 288 T.C-2007 |
| 7 | IL 259 T.C-2009 | 23 | IL 195 T.C-2009 | 39 | IL 344 T.C-2007 |
| 8 | IL 260 T.C-2009 | 24 | IL 478 T.C-2009 | 40 | IL 448 T.C-2007 |
| 9 | IL 491 T.C-2009 | 25 | IL 1081 T.C-2009 | 41 | IL 50 T.C-2007 |
| 10 | IL 300 T.C-2009 | 26 | IL 492 T.C-2009 | 42 | IL 43 T.C-2007 |
| 11 | IL 293 T.C-2009 | 27 | IL 346 T.C-2009 | 43 | IL 283 T.C-2007 |
| 12 | IL 143 T.C-2009 | 28 | IL 273 T.C-2009 | 44 | IL 8 T.C-2007 |
| 13 | IL 130 T.C-2009 | 29 | IL 412 T.C-2009 | 45 | IL 368 T.C-2007 |
| 14 | IL 341 T.C-2009 | 30 | IL 440 T.C-2009 | 46 | IL 63 T.C-2009 |
| 15 | IL 516 T.C-2009 | 31 | IL 480 T.C-2009 | 47 | IL 437 T.C-2009 |
| 16 | IL 441 T.C-2009 | 32 | IL 446 T.C-2009 | | |

### موقع تنفيذ البحث Experimental site

نُفذ البحث في محافظة دير الزور، بمحطة المريعية التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية، التي تقع على مسافة نحو 15 كم شرق مدينة دير الزور على الضفة اليمنى لنهر الفرات، في منطقة الاستقرار الخامسة، حيث لا يتجاوز فيها معدل الهطول المطري السنوي 150ملم، يتركز نحو 90% منه خلال الفترة الباردة الممتدة من شهر تشرين الثاني ولغاية شهر آذار. وتنتمي للطابق البيومناخي الجاف والبارد، ويصل معدل التبخر اليومي إلى قرابة 2 ملم، ويقع مستوى الماء الأرضي على عمق أكثر من 160 سم عن سطح التربة. تتراوح الكثافة الظاهرية للتربة

بين1.31-1.60غ.سم$^{-3}$، والكثافة الحقيقية بين 2.69–2.17غ.سم$^{-3}$، ومساميتها Soil porosity بين 45-55%، عند العمق 0-40 سم، والتربة طينية طميية، (الجدول، 3).

**جدول رقم (2): المعطيات المناخية خلال مواسم الزراعة للأعوام 2009 – 2010– 2011.**

| الموسم | الشـــهر | درجة الحرارة (م) | | معدل التبخر (مم) | سرعة الرياح (م . ثا$^{-1}$) | السطوع الشمسي (سا) | الرطوبة الجوية النسبية (RH%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | العظمى | الصغرى | | | | |
| الموسم الزراعي 2009 | تموز | 38.89 | 26.09 | 14.26 | 2.60 | 9.65 | 31.90 |
| | آب | 38.86 | 25.00 | 12.74 | 1.74 | 11.71 | 33.32 |
| | أيلول | 33.14 | 18.81 | 9.17 | 1.54 | 10.19 | 43.50 |
| | تشرين أول | 30.56 | 13.71 | 4.81 | 0.71 | 7.99 | 43.32 |
| المتوســـط | | 35.36 | 20.90 | 10.25 | 1.65 | 9.89 | 38.01 |
| الموسم الزراعي 2010 | تموز | 40.95 | 25.68 | 13.55 | 2.39 | 12.15 | 33.55 |
| | آب | 41.97 | 25.00 | 11.65 | 1.79 | 11.30 | 33.35 |
| | أيلول | 36.08 | 20.44 | 9.40 | 1.60 | 9.68 | 44.10 |
| | تشرين أول | 30.42 | 12.66 | 5.23 | 1.36 | 7.74 | 54.45 |
| المتوســـط | | 37.36 | 20.95 | 9.96 | 1.78 | 10.22 | 41.36 |
| الموسم الزراعي 2011 | تموز | 40.70 | 25.79 | 13.68 | 2.35 | 11.37 | 34.32 |
| | آب | 39.86 | 25.03 | 14.42 | 2.11 | 11.64 | 42.55 |
| | أيلول | 35.08 | 19.81 | 8.87 | 1.44 | 10.43 | 42.13 |
| | تشرين أول | 27.43 | 11.37 | 6.16 | 1.34 | 8.13 | 44.71 |
| المتوســـط | | 35.77 | 20.5 | 10.78 | 1.81 | 10.39 | 40.93 |

**جدول (3): متوسط قيم الخصائص الفيزيائية، والكيميائية، والتحليل الميكانيكي لتربة موقع الزراعة.**

| العمق (سم) | عجينة مشبعة | | التركيب الميكانيكي (%) | | | 100غ تربة | | جزء بالمليون (ppm) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pH | $EC_e$ ($dSm^{-1}$) | رمل | سلت | طين | كربونات الكالسيوم | مادة عضوية (%) | آزوت | بوتاس | فوسفور |
| 15 - 0 | 7.9 | 2.76 | 20.6 | 38.4 | 41 | 28.7 | 1.206 | 0.064 | 151 | 4 |
| 30 - 15 | 8.08 | 2.27 | 23.6 | 40 | 36.4 | 29.0 | 1.072 | 0.038 | 110 | 3 |
| 45 - 30 | 8.04 | 1.94 | 24.7 | 41 | 34.3 | 7.00 | 1.742 | 0.038 | 113 | 3 |
| 60 - 45 | 8.02 | 1.65 | 30.7 | 30 | 32.3 | 27.7 | 1.206 | 0.053 | 77 | 2 |
| 75 – 60 | 7.75 | 2.19 | 32.2 | 33 | 34.8 | 27.1 | 0.938 | 0.034 | 80 | 3 |
| 90 - 75 | 7.65 | 2.72 | 33.7 | 28 | 38.2 | 31.3 | 0.268 | 0.038 | 83 | 1 |
| 105 - 90 | 7.69 | 2.47 | 34.4 | 28 | 37.6 | 31.5 | 0.134 | 0.043 | 76 | 1 |

**طريقة الزراعة Planting method**

حُضّرت الأرض المعّدة للزراعة بإجراء فلاحتين متعامدتين (بعمق 30 سم)، ثمّ تمّت عملية تنعيم التربة وتسويتها وتخطيطها. وأضيفت قبل الزراعة الأسمدة العضوية بمعدل 4 م$^{3}$. دونم$^{-1}$، وأضيفت كامل الأسمدة الفوسفورية (17.5 كغ سماد سوبر فوسفات .دونم$^{-1}$) قبل الفلاحة الأخيرة، وأضيفت نصف كمية الأسمدة الآزوتية (6.5 كغ وحدة نقية وتعادل 14 كغ من سماد اليوريا 46% للدونم) عند الزراعة تكبيشاً على بعد 5 سم إلى جانب وأسفل الجور، في حين أُضيفت الكمية المتبقية من الأسمدة الآزوتية (6.5 كغ وحدة نقية . دونم$^{-1}$، وتعادل 14 كغ من سماد اليوريا 46%) خلال الرية الثالثة، التي تلت العزيق الأول(استمارة التعليمات الفنية لزراعة محصول الذرة الصفراء، 2008). قُسّمت الأرض المعّدة للزراعة إلى 9 قطع تجريبية، بمساحة (235 م$^{2}$) لكل قطعة، وبواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة، وتُركت فواصل بنحو 4 م بين القطع التجريبية وبينها وبين قنوات الري، للحد من رشح الماء الأرضي إلى القطع التجريبية (المجهدة مائياً) خلال فترة تطبيق الإجهاد المائي. وروعي أنْ تظهر جميع الطرز الوراثية المدروسة في كل قطعة تجريبية وبشكلٍ عشوائي، حيث زُرع كل طراز بمعدل أربعة خطوط، بمسافة 70 سم بين الخط والآخر، ومسافة 25 سم بين النبات والآخر ضمن الخط نفسه.

**المعاملات Treatments**

**الموسم الزراعي الأول:** تتوقف دقة دراسة تأثير الإجهاد المائي خلال مرحلة أو أكثر من حياة النبات على طريقة إدارة الإجهاد نفسه Stress management. ويتطلب ذلك زراعة المحصول خلال الموسم الجاف Dry season بالاعتماد كلياً على الري Irrigation لتفادي أي مصدر خارجي من المياه (الأمطار)، وإلاّ سيضطر الباحث إلى اعتماد الواقيات المطرية Rain out shelters. عموماً، لا توجد مثل هذه المشكلة عند دراسة المحاصيل الصيفية مثل الذرة الصفراء في بيئات حوض البحر الأبيض المتوسط (بسبب الانحباس التام للأمطار خلال فصل الصيف أيار– أيلول). وتُعد عملية ضبط توقيت Timing، وشدة الإجهاد Stress intensity، وتجانس شدة الإجهاد ضمن كامل القطع التجريبية المعاملة من أهم معوقات نجاح عملية إدارة الإجهاد المائي.

تمّ تطبيق الإجهاد المائي بإيقاف الري خلال مرحلتين مهمتين من حياة المحصول، هما مرحلة الإزهار، ومرحلة امتلاء الحبوب (بعد اكتمال مرحلة الإزهار وحتى النضج الفيزيولوجي: اكتمال عملية امتلاء الحبوب). وقد تمّت عملية تعريض النباتات للإجهاد المائي خلال كل مرحلة بشكلٍ مستقل عن الأخرى، ورغم حقيقة أنّ نباتات محصول الذرة الصفراء تحت ظروف

الزراعة المحلية التي تتم بشكلٍ مروي لا تتعرض للجفاف خلال كامل أيٍ من المرحلتين المدروستين، ولكن تكمن الغاية من تطبيق الإجهاد المائي خلال أيٍ من تلك المرحلتين لسبر المقدرة الوراثية الكامنة، وكأداةٍ لدفع السلالات المدروسة للتعبير عن طاقتها الوراثية، وخطوطها الدفاعية إنْ وجدت، وقد أمكن تمييز ذلك من خلال التباين في قيمة الصفات المدروسة، بهدف تحديد السلالات التي تمتلك بعض الصفات الشكلية والفسيولوجية المرتبطة بتحمل الجفاف الذي يمكن أن تتعرض له نباتات الذرة الصفراء لفترةٍ قصيرة، أو متوسطة، أو حتى طويلة لسببٍ أو آخر (جفاف منتصف النهار، أو نتيجة تأخر وصول مياه الري، أو تعطل مضخات مياه الري ... إلخ). وقد أُستعملت السلالات المتفوقة كآباءٍ في برنامج تهجين نصف تبادلي، وأُنتجت هجن فردية يمكن أنْ تكون نواة لبرنامج تربية وتحسين وراثي يتم العمل عليها للحصول على طرز وراثية ذات كفاءة إنتاجية عالية، وتكون نسبة الانخفاض في غلتها الحبية في حدها الأدنى عند تعرّضها للجفاف نتيجة تأخر وصول مياه الري في الوقت المناسب، أو ارتفاع معدل فقد المياه بالتبخر– نتح Evapo-transpiration، نتيجة الارتفاع المفاجئ في درجات الحرارة خلال موسم النمو.

**الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار**: رويت القطع التجريبية الخاصة بمعاملة الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار لجميع المكررات، بكمياتٍ كافية من المياه العذبة من تاريخ الزراعة بالإضافة إلى تقديم جميع عمليات الخدمة والتدابير الوقائية لضمان تأمين ظروف مثلى لنمو النباتات. وتمّ تحديد موعد آخر رية (أي موعد إيقاف عملية الري)، لضمان تعرّض النباتات للإجهاد المائي الشديد خلال كامل مرحلة الإزهار(من بدايتها وحتى نهايتها) من خلال حساب ميزان الماء للمحصول Crop water balance. الذي حُسب بعد تحديد متوسط موعد الإزهار لجميع الطرز الوراثية المدروسة Average anthesis date (AD)، بالعلاقات الرياضية الآتية:

$$\mathbf{T_2 = (AD-2)\ (T_1)\ \ldots\ldots\ldots 1}$$

حيث $T_2$: يُمثل وقت آخر رية.

AD: متوسط موعد الإزهار لجميع الطرز المدروسة.

$T_1$: يُمثل الوقت الذي يبدأ عنده ظهور علامات الإجهاد المائي Stress symptoms على نباتات الذرة الصفراء.

$$\mathbf{T_1 = WA / DWC\ \ldots\ldots\ldots 2}$$

حيث WA: كمية المياه المتاحة للنباتات Available water.

DWC: كمية المياه المستهلكة يومياً Daily water consumed.

$$\mathbf{WA = RD /10 \times PAW \times 0.65\ \ldots\ldots\ 3}$$

حيث RD: عمق منطقة الجذور Rooting depth. وعادةً مايكون عمق انتشار الجذور لنباتات الذرة الصفراء قرابة 10 سم خلال مرحلة الإنبات واسترساء البادرات Seedling establishment، ونحو 30 سم خلال مرحلة (6) أوراق حقيقية، ونحو 70-100 سم عند مرحلة الإزهار، وذلك حسب عمق قطاع التربة، ومدى تفككها وخلوها من الطبقة الصماء.

PAW: يمثل كمية المياه المتاحة للنبات (ملم /10 سم عمق). ويتحدد ذلك حسب قوام التربة حيث يقدر بنحو 8 في التربة الرملية، و12 في التربة اللومية الرملية، و17 في التربة اللومية و19 في التربة اللومية الطينية، و21 في التربة الطينية الخفيفة، و23 في التربة الطينية الثقيلة. عموماً، تظهر على نباتات الذرة الصفراء أول أعراض الجفاف عندما يستهلك قرابة 55-65% من المياه المتاحة على عمق 10 سم.

$$\mathbf{DWC= PE\times K_p\times K_c\ldots\ldots\ldots 4}$$

$P_E$: كمية المياه المفقودة بالتبخر من سطح وعاء مفتوح ضمن محطة مناخية نظامية.

$K_P$: معامل الانفضاج المائي Pan coefficient: ويتحدد حسب سرعة الرياح، والرطوبة النسبية الجوية، ومسافة المحصول عن الوعاء Pan (م)، (Edmeades, 1997) (الجدول،4).

$K_c$: معامل المحصول Crop coefficient: ويُقدر في محصول الذرة الصفراء بنحو 0.25 عند الإنبات واسترساء البادرات، وبنحو 0.50 عند مرحلة (6) أوراق حقيقية، وبنحو 1.10 عند مرحلة الإزهار، وبنحو 0.40 عند اقتراب النضج. ويُنصح عادةً باستعمال متوسط $K_c$ يُقدر بنحو (0.80) عند حساب استهلاك الماء اليومي خلال مرحلة الإزهار. ويُلاحظ من المعادلة رقم (1) أنّ وقت آخر رية، أي موعد إيقاف الري $T_2$ يعادل ضعف الوقت اللازم لبدء ظهور أعراض الجفاف على النبات $T_1$ (Edmeades, 1997) (الجدول، 4).

$$\mathbf{T_2 = T_1\times 2\ldots\ldots 5}$$

**جدول رقم (4): حساب معامل الانفضاج المائي بالاعتماد على الظروف المناخية السائدة في موقع تنفيذ البحث.**

| سرعة الرياح ($km.day^{-1}$) | مكان الحوض في منطقة زراعية خضراء | | | | مكان الحوض في منطقة جافة مفتوحة | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | بعد المحطة المناخية عن موقع التجربة(m) | الرطوبة النسبية (%) | | | بعد المحطة المناخية عن موقع التجربة(m) | الرطوبة النسبية (%) | | |
| | | <40 | 70 - 40 | > 70 | | < 40 | 70 - 40 | > 70 |
| 175 خفيفة | 1 | 0.55 | 0.65 | 0.75 | 1 | 0.70 | 0.80 | 0.85 |
| | 10 | 0.65 | 0.75 | 0.85 | 10 | 0.60 | 0.70 | 0.80 |
| | 100 | 0.70 | 0.80 | 0.85 | 100 | 0.55 | 0.65 | 0.75 |
| | 1000 | 0.75 | 0.85 | 0.85 | 1000 | 0.50 | 0.60 | 0.70 |
| 425 – 175 متوسطة | 1 | 0.50 | 0.60 | 0.65 | 1 | 0.65 | 0.75 | 0.80 |
| | 10 | 0.60 | 0.70 | 0.75 | 10 | 0.55 | 0.65 | 0.70 |
| | 100 | 0.65 | 0.75 | 0.80 | 100 | 0.50 | 0.60 | 0.65 |
| | 1000 | 0.70 | 0.80 | 0.80 | 1000 | 0.45 | 0.55 | 0.60 |
| 700 –425 قوية | 1 | 0.45 | 0.50 | 0.60 | 1 | 0.60 | 0.65 | 0.70 |
| | 10 | 0.55 | 0.60 | 0.65 | 10 | 0.50 | 0.55 | 0.65 |
| | 100 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 100 | 0.45 | 0.50 | 0.60 |
| | 1000 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 1000 | 0.40 | 0.45 | 0.55 |
| 700 > قوية جداً | 1 | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 1 | 0.50 | 0.60 | 0.65 |
| | 10 | 0.45 | 0.55 | 0.60 | 10 | 0.45 | 0.50 | 0.55 |
| | 100 | 0.50 | 0.60 | 0.65 | 100 | 0.40 | 0.45 | 0.50 |
| | 1000 | 0.55 | 0.60 | 0.65 | 1000 | 0.35 | 0.40 | 0.45 |

**الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب:** رويت النباتات بكمياتٍ كافية من المياه من تاريخ الزراعة وحتى الوقت المحسوب لإيقاف عملية الري بشكلٍ يضمن تعّرض النباتات للإجهاد المائي الشديد خلال كامل مرحلة امتلاء الحبوب. وحُسِب أيضاً موعد إيقاف عملية الري بالطريقة السابقة نفسها. وروعي أنْ تُترك قطع تجريبية (3 مكررات) تظهر في كل قطعة منها جميع الطرز الوراثية بترتيبٍ عشوائي ضمن كل مكرر، رويت بكمياتٍ كافية من المياه من تاريخ الزراعة وحتى موعد الفطام، أُعتُمِدت كشاهدٍ حُسِبت على أساسه نسبة الانخفاض في جميع الصفات الرئيسة (الغلة الحبية ومكوناتها) المدروسة، والصفات الثانوية Secondary traits (باقي الصفات). وقد تمّ في نهاية الموسم الأول انتخاب ست سلالات (الجدول، 5) بناءً على مقياس يعتمد على الثقل النوعي للصفات المدروسة (Ficsher *et al.*,1989).

**جدول رقم (5): رقم ورمز ونسب السلالات الست المنتخبة خلال الموسم الزراعي الأول (2009).**

| رقم السلالة عام2009 | رقم السلالة عام2010 | رمز السلالة عام2011 | النسب |
|---|---|---|---|
| 16 | 1 | $P_1$ | IL441T.C-2009 |
| 25 | 2 | $P_2$ | IL1081T.C-2009 |
| 39 | 3 | $P_3$ | IL344T.C-2007 |
| 40 | 4 | $P_4$ | IL448T.C-2007 |
| 42 | 5 | $P_5$ | IL43T.C-2007 |
| 44 | 6 | $P_6$ | IL8T.C-2007 |

**الموسم الزراعي الثاني:** تمّت زراعة الآباء الستة في ثلاثة مواعيد، بفاصل أسبوع بين كل موعد وآخر، وأُجري التهجين نصف التبادلي بين السلالات (الجدول، 6). وُزرعت كل سلالة في خمسة خطوط (في كل موعد)، طول الخط (6 متر)، والمسافة بين الخطوط (70 سم)، وبين النباتات ضمن الخط نفسه (25 سم). وُزرع في كل جورة حبتان (2 حبة)، فرّدت فيما بعد وتمّ الإبقاء نبات واحد في كل جورة، وعند وصول النباتات إلى مرحلة الإزهار، تمّ إجراء التهجينات اللازمة والحصول على حبوب 15 هجيناً فردياً مع إكثار السلالات الأبوية عن طريق التلقيح الذاتي اليدوي.

**جدول رقم (6): التهجينات نصف التبادلية بين السلالات الأبوية والهجن الفردية الناتجة عنها.**

| X | $P_1$ | $P_2$ | $P_3$ | $P_4$ | $P_5$ | $P_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | | $P_1 \times P_2$ | $P_1 \times P_3$ | $P_1 \times P_4$ | $P_1 \times P_5$ | $P_1 \times P_6$ |
| $P_2$ | | | $P_2 \times P_3$ | $P_2 \times P_4$ | $P_2 \times P_5$ | $P_2 \times P_6$ |
| $P_3$ | | | | $P_3 \times P_4$ | $P_3 \times P_5$ | $P_3 \times P_6$ |
| $P_4$ | | | | | $P_4 \times P_5$ | $P_4 \times P_6$ |
| $P_5$ | | | | | | $P_5 \times P_6$ |
| $P_6$ | | | | | | |

عدد الهجن = $\frac{n\,(n-I)}{2}$ حيث n عدد السلالات الأبوية

**الموسم الزراعي الثالث:** تمّت زراعة حبوب الهجن الفردية الخمسة عشرة الناتجة عن التهجين نصف التبادلي والآباء، بالإضافة إلى صنف للمقارنة (غوطة82)، وهجين فردي(باسل1). وتمّ تقييم أداء الهجن تحت ظروف الإجهاد المائي خلال المرحلتين المدروستين سابقاً (الإزهار، وامتلاء الحبوب) في 3 مكررات، بمعدل 4 خطوط لكل هجين، طول الخط (6 متر)، والمسافة بين النباتات ضمن الخط نفسه (25 سم)، وبين الخط والآخر( 70 سم). وأُخِذت القراءات من الخطين الوسطيين في كل قطعة تجريبية (الجدول، 7).

**جدول رقم (7): رمز الهجن المستنبطة خلال الموسم الزراعي 2011 ونسبها.**

| رمز الهجين | النسب |
|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | IL441-09×IL1081-09 |
| $P_1 \times P_3$ | IL441-09×IL344-07 |
| $P_1 \times P_4$ | IL441-09×IL448-07 |
| $P_1 \times P_5$ | IL441-09×IL43-07 |
| $P_1 \times P_6$ | IL441-09×IL8-07 |
| $P_2 \times P_3$ | IL1081-09×IL344-07 |
| $P_2 \times P_4$ | IL1081-09×IL448-07 |
| $P_2 \times P_5$ | IL1081-09×IL43-07 |
| $P_2 \times P_6$ | IL1081-09×IL8-07 |
| $P_3 \times P_4$ | IL344-07×IL448-07 |
| $P_3 \times P_5$ | IL344-07×IL43-07 |
| $P_3 \times P_6$ | IL344-07×IL8-07 |
| $P_4 \times P_5$ | IL448-07×IL43-07 |
| $P_4 \times P_6$ | IL448-07×IL8-07 |
| $P_5 \times P_6$ | IL43-07×IL8-07 |

**تصميم التجربة والتحليل الإحصائي Experimental design and statistical analysis**

**الموسم الزراعي الأول:** نُفِّذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة المنشقة، حيث شغلت القطع الرئيسة معاملات الإجهاد المائي، وشغلت الطرز الوراثية القطع الثانوية من الدرجة الأولى، وحُلّلت البيانات بعد تبويبها باستخدام برنامج التحليل الإحصائي MSTAT-C، وذلك لحساب معامل التباين (CV%)، وقيم أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى المعنوية 0.05 بين المعاملات، والطرز الوراثية المدروسة، والتفاعلات المتبادلة بينهما.

**الموسم الزراعي الثالث:** زُرعت الآباء والهجن الناتجة عنها وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة المنشقة، بثلاثة مكررات، بحيث شملت القطع الرئيسة معاملات الإجهادالمائي، والقطع الثانوية الطرز الوراثية. وبعد تبويب البيانات، حلّلت إحصائياً باستعمال برنامج التحليل الإحصائي Mstat-C، وحُسبتْ قيم أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى المعنوية 0.05، ومعامل التباين (CV%).

**المؤشرات والصفات المدروسة**

أولاً- **المؤشرات الوراثية Genetic parameters**

**قوة الهجين Heterosis**

**1-1- قوة الهجين بالنسبة لمتوسط الأبوين H(MP):** قُدرت قوة الهجين كنسبةٍ مئوية من الفرق بين متوسط الجيل الأول ($F_1$) بالنسبة للصفة المدروسة ومتوسط الصفة في الأبوين Mean of parents (Sing and Chaudhary, 1977):

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

حيث $F_1$: متوسط الصفة في الجيل الأول.

Mp: متوسط الصفة في الأبوين. وحُسبت الفروقات المعنوية لقوة الهجين بالنسبة لمتوسط الأبوين باستخدام برنامج (ExcelWynne *et al*.,1970):

$$T = F1 - MP/\ (3MSE\ 2r)^{½}$$

**1-2- قوة الهجين قياساً إلى هجين المقارنة H(Ch.v)**

حُسبت لتحديد الجدوى الاقتصادية من قوة الهجين للصفة المدروسة. وتمّ حسابها كنسبة مئوية من الفرق بين الجيل الأول ($F_1$) ومتوسط الصفة في هجين المقارنة Check variety:

$$\%\ H\ (ch.v.) = \{(F1 - Ch.v.)\ /Ch.v.\} \times 100$$

حيث $F_1$: متوسط الصفة في الجيل الأول.

Ch.v: متوسط الصفة في هجين المقارنة للصفة المدروسة.

واختبرت الفروقات المعنوية لقيم قوة الهجين وفق اختبار(T- Test) باستخدام برنامج Excel (Wynne *et al*.,1970):

$$T = FI - ch.v\ /\ (2MSE\ /r)^{½}$$

حيث r: عدد المكررات المدروسة.

MSE: متوسط مربعات انحرافات الخطأ التجريبي.

**1-3- القدرة العامة والخاصة على الائتلاف General and specific combining ability**

وتعرّف القدرة العامة على الائتلاف بأنها مقدرة السلالات على منح جزء من تركيبها الوراثي السائد الجيد إلى جميع الأجيال الأولى الناتجة عن تهجين هذه السلالة مع غيرها من السلالات، بينما تعبر القدرة الخاصة على الائتلاف بأنها مقدرة إحدى السلالات على إعطاء هجين متميز عند تهجينها مع سلالة خاصة محددة دون غيرها. تمّ اعتماد الطريقة الرابعة للعالم Griffing (1956) الموديل (1) باستخدام برنامج SAS، وذلك وفق الآتي:

$$\text{S.S. due to GCA } \frac{1}{p-2}\sum X\,i^2 - \frac{4}{p\,(p-2)}\,X^2$$

$$\text{S.S. due to SCA } \sum\sum Xij^2 - \frac{1}{p-2}\sum Xi^2 + \frac{2}{(p-I)(p-2)}\,X^2$$

حيث: *s.s* مجموعات مربعات الانحراف عن المتوسط الخاصة بالمقدرة على التوافق.

$P$: عدد الآباء.

$xi$: متوسط الهجن الداخلة في تكوينها الأبI.

$X..$: متوسط الهجن الفردية.

$Xji$: متوسط الهجن الفردية الناتج عن التزاوج بين الأبوين.

$$gi = \frac{1}{p(P-2)} (pxi - 2X)$$

$$Sij = Xij - \frac{1}{p-2}(Xi + Xj)\frac{2}{(p-I)(P-2)} x --$$

حيث:

gi: تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف للأب أو السلالة I.

$Sig$: تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف للهجين الناتجة عن التزاوج بين الأبوين.

**4-1- معامل الارتباط المظهري Phenotypic correlation coefficient**: قُدِّر معامل الارتباط بين كل صفتين من الصفات المدروسة (Snedecor and Cochran, 1981) باستخدام برنامج Plabstat كما يلي:

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

حيث$R_{XY}$ معامل الارتباط المظهري بينX،Y

$COV(X,Y)$: التباين المشترك للصفتينX،Y

VX: تباينX ،VY : تباينY

**5-1- معامل المرور Path coefficient analysis**: حُسِب معامل المرور كما ورد في معادلة (Singh and chaudhary,1977):

$$1 = a^2 + b^2 + c^2 + h^2 + 2r(x_1x_2)ab + 2r(x_1x_3)ac + 2r(x_2x_3)bc$$

$$a^2 = \sigma^2 x_1 / \sigma^2 y$$

$$b^2 = \sigma^2 x_2 / \sigma^2 y$$

$$c^2 = \sigma^2 x_3 - \sigma^2 y$$

$$h^2 = \sigma^2 R / \sigma^2 y$$

$x_1$،$x_2$،$x_3$ الصفات المساهمة في الغلة $a$،$b$،$c$ معاملات المرور للصفات المدروسة.

$h$: معامل المرور لعوامل أخرى غير محددة يرمز لها $R$.

**6-1- الأهمية النسبية للصفة (%)**: وقدرت الأهمية النسبية لمساهمة الصفة المدروسة في الغلة الحبية من خلال المعادلة الآتية:

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

حيث$|CDi|$: معامل التحديد للصفة$i$ .

**ثانياً– المؤشرات النباتية Plant parameters**

أكدّ Edmeades *et al.*, (1998) أنّ الصفات الواجب قياسها في مثل هذه البحوث يجب أن تتسم بأنّها مرتبطة وراثياً بصفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي، وذات قابلة توريث عالية، ويوجد فيها تباين وراثي Genetically variable، ويمكن قياسها بسهولة وسرعة، وألاّ تكون عملية القياس مكلفة، وأنْ تكون الصفة ثابتة Stable خلال فترة القياس، وألاّ تكون مرتبطة بتراجع الغلة تحت ظروف الإجهاد، ويمكن مشاهدتها بسهولة قبل أو خلال مرحلة الإزهار بحيث يُساعد ذلك في استبعاد الآباء غير المرغوبة من عملية التهجين.

**2-1- عدد العرانيس في النبات Ears per plant:** وتُعّد من الصفات ذات قابلية التوريث العالية، وتزداد قابلية توريثها مع ازدياد شدة الإجهاد المائي، وترتبط بشكلٍ موجب وقوي جداً مع صفة الغلة الحبية عندما تتعرض نباتات محصول الذرة الصفراء لظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، لذلك تمّ الانتخاب لزيادة عدد العرانيس في النبات (حتى العرنوس الذي يحتوي كحد أدنى على حبة كاملة واحدة). حُصِدت عرانيس القطعة التجريبية بالكامل لكل طرازٍ وراثي على حدة، وقُسَمّ عدد العرانيس الناتج على عدد النباتات المحصودة من وحدة المساحة التي يشغلها كل طراز.

**2-2- شيخوخة الأوراق Leaf senescence:** تُعد هذه الصفة ذات قابلية توريث متوسطة وترتبط بشكلٍ متوسط القوة مع صفة الغلة الحبية عندما تتعرض النباتات لظروف الإجهاد المائي خلال فترة امتلاء الحبوب. وتمّ الانتخاب لتأخير شيخوخة الأوراق (استدامة اخضرار الأوراق stay green) (Xionshi *et al.*, 1998). وقيستْ وفق مقياس مدّرج من0 إلى 10، وذلك من خلال تقسيم نسبة المساحة الورقية الكلية الميتة المقاسة Estimated dead leaf area على 10.

1 = 10 %من المساحة الورقية ميتة.
2 = 20 %من المساحة الورقية ميتة.
3 = 30 %من المساحة الورقية ميتة.
4 = 40 %من المساحة الورقية ميتة.
5 = 50%من المساحة الورقية ميتة.
6 = 60%من المساحة الورقية ميتة.
7 = 70 %من المساحة الورقية ميتة.
8 = 80%من المساحة الورقية ميتة.
9 = 90%من المساحة الورقية ميتة.
10 = 100%من المساحة الورقية ميتة.

مع ملاحظة أنّ صفة شيخوخة الأوراق حُسبت ثلاث مرات خلال كامل فترة الإجهاد المطبّق خلال مرحلة امتلاء الحبوب، بفاصل زمني أسبوع بين القراءة والتي تليها، في بداية الحرمان من المياه، ومنتصفه وآخره– لكل طراز في كل معاملة– ومن كل مكرر.

**3-3- التفاف الأوراق Leaf rolling:** وهي صفة ذات قابلية توريث متوسطة إلى عالية. وترتبط مع صفة الغلة الحبية بشكلٍ متوسط إلى منخفض أحياناً. وقد تمّ الانتخاب لصفة الأوراق

غير الملتفة Unrolled leaves، حيث يُشير ذلك إلى كفاءة النبات في استخلاص كمية من المياه كافية إلى حدٍ ما لتعويض الماء المفقود بالنتح والمحافظة على انتباج الأوراق Leaf turgidity. وتُعد هذه الصفة من معايير الانتخاب المهمة عندما تتعرض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار. وتمّ عملية قياس هذه الصفة بالاعتماد على مقياس مدرّج من1 إلى5 (Chapman and Edmeades1999) وفق الآتي:

1 = الأوراق منتبجة وغير ملتفة Unrolled turgid.

2 = تبدأ حواف الأوراق بالالتفاف.

3 = تأخذ الأوراق شكل حرف V.

4 = حواف الأوراق الملتفة تغطي جزءاً من نصل الورقة.

5 = الأوراق ملتفة مثل التفاف البصلة.

**2-4- طول الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والنورات المؤنثة Anthesis-Silking Interval (ASI) :** تُعد هذه الصفة ذات قابلية توريث متوسطة، وتزداد قيمة قابلية التوريث مع زيادة شدة الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار. وترتبط بشكلٍ قوي وسالب مع صفة الغلة الحبية عند تعرض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، لذلك تمّ الانتخاب لطول فاصل زمني أقصر بين ظهور النورات المذكرة والمؤنثة. وتمّ قياس هذه الصفة بتسجيل عدد الأيام من تاريخ الزراعة وحتى ظهور النورات المذكرة في 50% من النباتات (موعد الإزهار المذكر) Anthesis Date (AD). وُسجِّل أيضاً عدد الأيام من تاريخ الزراعة وحتى ظهور النورات المؤنثة في50% من النباتات (موعد الإزهار المؤنث) Silking Date (SD). وُحسب طول الفاصل الزمني (ASI) من العلاقة الآتية ( Edmeades *et al*.,1998):

$$ASI = SD - AD$$

**2-5- حجم النورة المذكرة Tassel size:** وتُعد هذه الصفة ذات قابلية توريث متوسطة إلى عالية. وترتبط بشكلٍ متوسط مع صفة الغلة الحبية عندما تتعرض النباتات للجفاف خلال مرحلة الإزهار. وقد تمّ الانتخاب لحجم نورة مذكرة أصغر (ذات أفرع أقل). وتمّ قياسها وفق مقياس مدّرج من 1 إلى 5 (Grant *et al*.,1989) على النحو الآتي:

1 = أفرع قليلة جداً ونورة صغيرة جداً.

2 = أفرع قليلة ونورة صغيرة الحجم.

3 = أفرع متوسطة العدد ونورة متوسطة الحجم.

4 = أفرع كثير نسبياً ونورة كبيرة الحجم.

5 = أفرع كثيرة جداً ونورة كبيرة جداً.

و تمّ تصنيف حجم النورات المذكرة وإعطائها قيم معينة بالاعتماد على عدد الأفرع الزهرية في كل نورة لكل طراز في كل معاملة وفي المكررات الثلاثة، وبحسب حجم النماذج الزهرية التي لوحظت للطرز المدروسة، أُعطيت النورة التي تحمل كحد أعلى خمسة أفرع القيمة (1)، ومن (5-10) أفرع القيمة (2)، ومن (10-15) فرع القيمة (3)، ومن (15-20) فرع القيمة (4)، وأكثر من (20) فرع القيمة (5).

**2-6-الغلة الحيوية عند النضج Biological yield (طن. هكتار$^{-1}$):** حُصدت جميع النباتات المتواجدة ضمن مساحة 1 م$^2$من الأرض، من كل معاملة ولكل طراز بثلاثة مكررات، وُوزنت كامل النباتات بما فيها الأجزاء الاقتصادية (كغ)، وتمّ تقسيم الناتج على 1000 للتحويل من كغ إلى طن، وُضرب الناتج بعشرة آلاف لحساب الغلة الحيوية على أساس الهكتار الواحد.

**2-7- عدد الحبوب بالعرنوس (حبة . عرنوس$^{-1}$) Grain Per ear:** أُخذت عينة من كل مكرر ولكل معاملة مكونة من تسعة عرانيس، وفُرطت حبوب كل عرنوس على حدة، وحُسِب عدد الحبوب في العرنوس كمتوسطٍ للعرانيس التسعة و للمكررات الثلاثة لكل طراز وراثي.

**2-8- وزن المائة حبة (غ) Kernel weight – 100:** أُخذت عينة من كل طراز وراثي ولكل مكرر من كل معاملة مؤلفة من تسعة عرانيس، ووزنت مائة حبة من كل عينة باستعمال الميزان الحساس.

**2-9- الغلة الحبية Grain yield (طن . هكتار$^{-1}$):** وتُعد من الصفات ذات قابلية التوريث المتوسطة عند تطبيق الإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب. حُسبت الغلة الحبية من خلال قياس وزن الحبوب بعد فرط العرانيس عند محتوى رطوبي 15% في الحبوب بالعلاقة الآتية (عن الرويلي، 2008):

**الغلة الحبية (طن . هكتار$^{-1}$) = وزن العرانيس الرطب × (100 – الرطوبة المقاسة) × 0.028 × نسبة التصافي**

حيث $0.028 = \frac{\text{10000 م}^2\ (\text{1 هكتار})}{(100-15)\times(\text{المساحة الفعلية المحصودة 4.2 م}^2\ )\times\text{1000 للتحويل من كغ إلى طن}}$

**2-10- دليل الحصاد: Harvest index (%):** ويمثل نسبة الغلة الحبية إلى الغلة البيولوجية مضروباً بمائة، وحُسب كمتوسط للمكررات الثلاثة، لكل طراز وراثي، وفي كل معاملة.

## النتائج والمناقشة Results and discussion

### أولاً : تقييم أداء 47 طرازاً وراثياً من الذرة الصفراء استجابةً لظروف الإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب

#### 1-1- متوسط عدد العرانيس في النبات (عرنوس . نبات$^{-1}$) Ears Per plant:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) في صفة متوسط عدد العرانيس في النبات بين الطرز الوراثية، والمعاملات (شاهد مروي، والإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار Anthesis، والإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب Grain filling)، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول،8). يُلاحظ أنّ متوسط عدد العرانيس في النبات كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز الوراثي IL 8 T.C-2007 (2.01 عرنوس . نبات$^{-1}$)، تلاه الطرازان الوراثيان IL 1081 T.C-2009 و IL 283T.C-2007 (1.62،1.60 عرنوس .نبات$^{-1}$على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بين الأخيرين، ثمّ الطرازان الوراثيان IL 260 T.C-2009 و IL440T.C-2009 (1.48عرنوس . نبات$^{-1}$لكل منهما)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية IL 446 T.C-2009، IL 368 T.C-2007، IL 256 T.C-2009، IL 309 T.C-2009 (1.00عرنوس .نبات$^{-1}$لكلٍ منها) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها. ويُلاحظ أنّ متوسط عدد العرانيس في النبات كان الأعلى معنوياً لدى النباتات التي لم تتعرضْ للإجهاد المائي خلال كامل مراحل النمو (الشاهد) (1.32 عرنوس . نبات$^{-1}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (1.20 عرنوس . نبات$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (1.09عرنوس. نبات$^{-1}$)، توافقت هذه النتائج مع ما توصلت إليه الرويلي (2008)، حيث بينت أن متوسط عدد العرانيس في النبات كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار(1.0 عرنوس . نبات$^{-1}$)، وتوافقت أيضاً مع نتائج خليفة (2011) الذي وجد أن متوسط عدد العرانيس على النبات كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (1.2 عرنوس . نبات$^{-1}$). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع المعاملات، أنّ متوسط عدد العرانيس في النبات كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز IL 1081 T.C-2009 في معاملة الشاهد المروي (2.23 عرنوس . نبات$^{-1}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية نباتات الطراز الوراثي IL 8 T.C-2007 في معاملة الشاهد المروي وعندما تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب، (2.13 عرنوس . نبات$^{-1}$)، ثمّ نباتات الطراز الوراثي IL 283 T.C-2007 في معاملة الشاهد المروي (2.00 عرنوس . نبات$^{-1}$)، ثمّ نباتات الطرز الوراثية IL 143 T.C-2009، و IL 440 T.C-2009،

و IL350T.C-2009 في معاملة الشاهد المروي (1.80عرنوس . نبات$^{-1}$لكلٍ منهما على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية IL 309 T.C-2009، IL 446 T.C-2009، IL 256 T.C-2009، IL 368 T.C-2007 في معاملات الشاهد المروي والإجهاد خلال مرحلتي امتلاء الحبوب والإزهار (1.00عرنوس. نبات$^{-1}$ لكل منها) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها. يُؤثر تعرض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار سلباً في تطور النورات المؤنثة ومن ثمّ عدد العرانيس المتشكلة في النبات الواحد، في حين لا يؤثر تعرض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب سلباً في عدد العرانيس المتشكلة في النبات بسبب اكتمال تطورها، ولكن يمكن أن يؤثر سلباً في مكونات الغلة الحبية الأخرى. ويُلاحظ وجود تباين وراثي في استجابة الطرز الوراثية المدروسة للإجهاد المائي خلال مراحل النمو المختلفة.

**جدول رقم (8): متوسط عدد العرانيس في النبات (عرنوس . نبات$^{-1}$) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة.**

| المعاملات | الشاهد المروي | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | نسبة الانخفاض (%) | المتوسط | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الطرز | | | | | | الطراز | نسبة الانخفاض (%) |
| IL 80 T.C-2009 | 1.16 | 1.06 | 8.56 | 1.10 | 5.74 | 1.11 | 7.15 |
| IL 447 T.C-2009 | 1.06 | 1.03 | 3.09 | 1.06 | 0.00 | 1.05 | 1.54 |
| IL 309 T.C-2009 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| IL 150 T.C-2009 | 1.16 | 1.03 | 11.48 | 1.10 | 5.14 | 1.10 | 8.61 |
| IL 495 T.C-2009 | 1.06 | 1.03 | 3.18 | 1.06 | 0.00 | 1.05 | 1.59 |
| IL 285 T.C-2009 | 1.03 | 1.03 | 0.00 | 1.03 | 0.00 | 1.03 | 0.00 |
| IL 259 T.C-2009 | 1.50 | 1.20 | 20.00 | 1.50 | 0.00 | 1.40 | 10.00 |
| IL 260 T.C-2009 | 1.70 | 1.26 | 25.29 | 1.50 | 11.76 | 1.48 | 18.52 |
| IL 491 T.C-2009 | 1.60 | 1.20 | 25.00 | 1.30 | 18.75 | 1.36 | 21.87 |
| IL 300 T.C-2009 | 1.10 | 1.03 | 6.00 | 1.06 | 3.00 | 1.06 | 4.50 |
| IL 293 T.C-2009 | 1.06 | 1.33 | -24.64 | 1.10 | -3.09 | 1.10 | -13.65 |
| IL 143 T.C-2009 | 1.80 | 1.03 | 42.61 | 1.20 | 33.33 | 1.34 | 37.97 |
| IL 130 T.C-2009 | 1.06 | 1.03 | 3.10 | 1.06 | 0.00 | 1.05 | 1.59 |
| IL 341 T.C-2009 | 1.50 | 1.20 | 20.00 | 1.50 | 0.00 | 1.40 | 10.00 |
| IL 516 T.C-2009 | 1.40 | 1.10 | 21.42 | 1.30 | 7.14 | 1.26 | 14.28 |
| IL 44 T.C-2009 | 1.36 | 1.20 | 12.21 | 1.30 | 4.90 | 1.28 | 8.55 |
| IL 327 T.C-2009 | 1.03 | 1.03 | 0.00 | 1.10 | -6.48 | 1.05 | -3.24 |
| IL 189 T.C-2009 | 1.16 | 1.00 | 14.31 | 1.03 | 11.48 | 1.06 | 12.89 |
| IL 128 T.C-2009 | 1.16 | 1.00 | 14.31 | 1.06 | 8.56 | 1.07 | 11.43 |
| IL 190 T.C-2009 | 1.16 | 1.13 | 2.91 | 1.16 | 0.00 | 1.15 | 1.45 |
| IL 218 T.C-2009 | 1.30 | 1.10 | 15.38 | 1.20 | 7.69 | 1.20 | 11.53 |
| IL 451 T.C-2009 | 1.36 | 1.03 | 24.43 | 1.33 | 2.70 | 1.24 | 13.56 |
| IL 195 T.C-2009 | 1.13 | 1.03 | 8.82 | 1.16 | -3.00 | 1.11 | 2.90 |
| IL 478 T.C-2009 | 1.50 | 1.10 | 26.66 | 1.30 | 13.33 | 1.30 | 19.99 |
| IL 1081 T.C-2009 | 2.23 | 1.30 | 40.90 | 1.33 | 39.54 | 1.62 | 40.22 |
| IL 492 T.C-2009 | 1.13 | 1.03 | 8.82 | 1.06 | 5.82 | 1.07 | 7.32 |
| IL 346 T.C-2009 | 1.70 | 1.00 | 41.17 | 1.40 | 17.64 | 1.36 | 29.40 |
| IL 273 T.C-2009 | 1.20 | 1.03 | 13.91 | 1.10 | 8.33 | 1.11 | 11.12 |
| IL 412 T.C-2009 | 1.20 | 1.03 | 13.91 | 1.06 | 11.08 | 1.10 | 12.49 |
| IL 440 T.C-2009 | 1.80 | 1.06 | 40.72 | 1.60 | 11.11 | 1.48 | 25.91 |
| IL 480 T.C-2009 | 1.10 | 1.00 | 9.09 | 1.10 | 0.00 | 1.06 | 4.54 |
| IL 446 T.C-2009 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| IL 423 T.C-2009 | 1.40 | 1.00 | 28.57 | 1.10 | 21.42 | 1.16 | 24.99 |
| IL 350 T.C-2009 | 1.80 | 1.00 | 44.44 | 1.30 | 27.77 | 1.36 | 36.10 |
| IL 256 T.C-2009 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| IL 74 T.C-2009 | 1.40 | 1.00 | 28.57 | 1.20 | 14.28 | 1.20 | 21.42 |
| IL 65 T.C-2009 | 1.10 | 1.00 | 9.09 | 1.10 | 0.00 | 1.06 | 4.54 |
| IL 288 T.C-2007 | 1.20 | 1.06 | 8.33 | 1.10 | 8.33 | 1.12 | 8.33 |
| IL 344 T.C-2007 | 1.40 | 1.20 | 14.28 | 1.33 | 5.00 | 1.31 | 9.64 |
| IL 448 T.C-2007 | 1.20 | 1.20 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | 1.20 | 0.00 |
| IL 50 T.C-2007 | 1.10 | 1.00 | 9.09 | 1.06 | 3.00 | 1.05 | 6.04 |
| IL 43 T.C-2007 | 1.30 | 1.23 | 5.38 | 1.30 | 0.00 | 1.27 | 2.69 |
| IL 283 T.C-2007 | 2.00 | 1.40 | 30.00 | 1.40 | 30.00 | 1.60 | 30.00 |
| IL 8 T.C-2007 | 2.13 | 1.76 | 16.90 | 2.13 | 0.00 | 2.01 | 8.45 |
| IL 368 T.C-2007 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| IL 63 T.C-2009 | 1.10 | 1.00 | 9.09 | 1.03 | 6.09 | 1.05 | 7.59 |
| IL 437 T.C-2009 | 1.10 | 1.03 | 6.09 | 1.06 | 3.00 | 1.06 | 4.54 |
| متوسط المعاملة | 1.32 | 1.09 | - | 1.20 | - | - | 12.95 |
| المتغير | الطرز | | المعاملات | | التفاعل | | |
| LSD (0.05) | 0.05921 | | 0.01051 | | 0.07203 | | |
| C.V% | 4.09 | | | | | | |

**1-2- شيخوخة الأوراق Leaf senescence:**

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ( $P<0.05$ ) في صفة شيخوخة الأوراق بين الطرز الوراثية، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 9). يُلاحظ أنّ متوسط شيخوخة الأوراق كان الأعلى معنوياً (3.50 حسب المقياس المعتمد) لدى نباتات الطرازين الوراثيين IL 451 T.C-2009، IL189 T.C-2009 وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية الطرز الوراثية IL 260 T.C-2009، IL 80 T.C-2009، IL 309 T.C-2009، IL 300 T.C-2009، IL 293 T.C-2009، IL 143 T.C-2009، IL 130 T.C-2009، IL 341 T.C-2009، IL 218 T.C-2009، IL 195T.C-2009، IL 74 T.C-2009، IL 473 T.C-2009 (3.00 لكلٍ منها)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية IL 8 T.C-2007، IL 441 T.C-2009، IL 1081 T.C-2009 (1.50 لكلٍ منها). ويُلاحظ أنّ متوسط شيخوخة الأوراق كان الأعلى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (3.68)، في حين كان الأدنى معنوياً في النباتات التي لم تتعرضْ للإجهاد المائي خلال كامل مراحل النمو (1.06). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع المعاملات، أنّ متوسط شيخوخة الأوراق كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية IL 143 T.C-2009، IL 80 T.C-2009، IL 130 T.C-2009، IL 273 T.C-2009، IL 341 T.C-2009، IL 309 T.C-2009، IL 260T.C-2009، IL 300 T.C-2009، IL 293 T.C-2009، IL 189 T.C-2009، IL 190 T.C-2009، IL 218 T.C-2009، IL 451 T.C-2009، IL 195 T.C-2009، IL 74 T.C-2009، IL 437 T.C-2009عندما تعرّضتْ للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (5.00 لكلٍ منها)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية نباتات الطرز الوراثية IL 447 T.C-2009، IL150 T.C-2009، IL478 T.C-2009 عندما تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (4.00 لكلٍ منها)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى جميع نباتات الطرز الوراثية ما عدا الطرز IL189 T.C-2009، IL 128 T.C-2009، IL 451 T.C-2009 ،تحت ظروف الزراعة المروية (الشاهد) (1.00لكلٍ منها). يمكن أن يُعزى التباين في مقدرة الطرز الوراثية المدروسة في المحافظة على استدامة اخضرار الأوراق خلال مرحلة امتلاء الحبوب، وبخاصةٍ تحت ظروف الإجهاد المائي إلى التباين في المحافظة على محتوى الماء النسبي داخل خلايا الأوراق نتيجة التباين إمَا في حجم المجموعة الجذرية ودرجة تشعبها، حيث تتناسب كمية الماء الممتصة طرداً مع عدد الشعيرات الجذرية الفعّالة في امتصاص الماء ويؤدي بالمقابل تشعب المجموعة الجذرية إلى زيادة نقاط تماسها مع حبيبات التربة (مساحة سطوح الامتصاص)، ما يزيد من كمية المياه الممتصة، أو يمكن أن يُعزى إلى التباين في كفاءة الطرز

الوراثية في تصنيع الذائبات العضوية التوافقية (البرولين، والجلايسين بيتين وغيرها) وتجميعها ضمن سيتوبلازم الخلية النباتية، ما يُسهم في زيادة فرق التدرج في الجهد المائي بين النبات والوسط المحيط بالمجموعة الجذرية، الأمر الذي يؤدي إلى استمرار تدفق الماء وامتصاصه حتى عند مستوياتٍ متدنية من محتوى التربة المائي، أو نتيجة التباين في حساسية المسامات بالانغلاق استجابةً لظروف شح المياه Water deficit، ويتوقف ذلك على كفاءة الطراز الوراثي في تصنيع حمض الأبسيسيك (ABA) (الإشارة الكيميائية) في الجذور، وكفاءة نقله من الجذور إلى الأوراق عبر تيار الماء ضمن الأوعية الناقلة الخشبية Xylem، ومدى حساسية المجسّات المرتبطة بغشاء الخلايا الحارسة Tonoplast-associated sensors لحمض الأبسيسيك الذي يحث المسامات على الانغلاق (Aasamaa, 2001). وتُساعد عملية المحافظة على مستوياتٍ مرتفعة من محتوى الماء النسبي في الأوراق (LRWC%) تحت ظروف الإجهاد المائي في استمرار استطالة خلايا الأوراق Leaf expansion، ومن ثمّ معدل نمو الأوراق، الذي يرتبط بشكلٍ مباشر بكفاءة الطراز الوراثي في المحافظة على قيمٍ مرتفعة من محتوى الماء النسبي داخل خلايا الأوراق (جهد الامتلاء)، حيث يُعد جهد الامتلاء($\Psi_p$) Turgot potential بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع جدر الخلايا النباتية على الاستطالة (Bressan *et al.*,1990). وتُساعد أيضاً عملية المحافظة على ميزان العلاقات المائية داخل خلايا الأوراق في استمرار انفتاح المسامات، ومن ثمّ استمرار تفعيل التأثير المبرد لعملية فقد المياه بالنتح Transpirational cooling، ما يُسهم في المحافظة على درجة حرارة الأوراق ضمن المعدل الطبيعي، في حين أنّ الطرز الوراثية التي تفشل تحت ظروف الجفاف في امتصاص كمية من المياه تكفي لتعويض الماء المفقود بالنتح، سوف تلجأ– بهدف الحد من فقد المياه بالنتح– إلى تقليل الناقلية المسامية Stomatal conductance ($g_s$)، ويمكن أن تنغلق المسامات بشكلٍ كامل، ما يؤدي إلى توقف عملية فقد المياه بالنتح وتعطيل التأثير المبرد لعملية النتح، ما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأوراق بشكلٍ تدريجي، وحدوث التحميل الحراري الزائد Heat overloading، الأمر الذي يؤدي إلى احتراق الأوراق، وشيخوختها بشكلٍ مبكر. وتُعزى زيادة نسبة شيخوخة الأوراق خلال مرحلة امتلاء الحبوب بالإضافة إلى تأثير الجفاف إلى الشيخوخة الطبيعية Natural senescence للأوراق ويباسها. وتؤدي أيضاً شيخوخة الأوراق إلى تصدعها، ما يزيد من معدل فقد الماء بشكلٍ مباشر من الأوراق، وتقل كفاءة استعمالها للمياه بسبب تراجع كفاءتها التمثيلية.

**جدول رقم (9): شيخوخة الأوراق لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة.**

| المعاملات / الطرز | الشاهد المروي | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | نسبة الزيادة (%) | متوسط الطراز |
|---|---|---|---|---|
| IL 80 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| IL 447 T.C-2009 | 1.00 | 4.00 | 75.00 | 2.50 |
| IL 309 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| IL 150 T.C-2009 | 1.00 | 4.00 | 75.00 | 2.50 |
| IL 495 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 285 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 259 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 260 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| IL 491 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 300 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| IL 293 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| IL 143 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| IL 130 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| IL 341 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| IL 516 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 441 T.C-2009 | 1.00 | 2.00 | 50.00 | 1.50 |
| IL 327 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 189 T.C-2009 | 2.00 | 5.00 | 60.00 | 3.50 |
| IL 128 T.C-2009 | 2.00 | 3.00 | 33.33 | 2.50 |
| IL 190 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| IL 218 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| IL 451 T.C-2009 | 2.00 | 5.00 | 60.00 | 3.50 |
| IL 195 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| IL 478 T.C-2009 | 1.00 | 4.00 | 75.00 | 2.50 |
| IL 1081 T.C-2009 | 1.00 | 2.00 | 50.00 | 1.50 |
| IL 492 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 346 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 273 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| IL 412 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 440 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 480 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 446 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 423 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 350 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 256 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 74 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| IL 65 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 288 T.C-2007 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 344 T.C-2007 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 448 T.C-2007 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 50 T.C-2007 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 43 T.C-2007 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 283 T.C-2007 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 8 T.C-2007 | 1.00 | 2.00 | 50.00 | 1.50 |
| IL 368 T.C-2007 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 63 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 437 T.C-2009 | 1.00 | 5.00 | 80.00 | 3.00 |
| متوسط المعاملة | 1.06 | 3.68 | - | – |
| المتغير | الطرز | المعاملات | التفاعل | |
| LSD (0.05) | 0.001147 | 0.0002365 | 0.001621 | |
| C.V (%) | 0.0001 | | | |

**3-1- التفاف الأوراق Leaf rolling:**

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P< 0.05$) في صفة التفاف الأوراق بين الطرز الوراثية، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول،10). يُلاحظ أنّ متوسط صفة التفاف الأوراق كان الأعلى معنوياً (3.50) لدى نباتات الطراز الوراثي IL 259 T.C-2009 تلاه وبفروقاتٍ معنوية الطراز الوراثي IL 423 T.C-2009 (3.00)، ثمّ الطرز الوراثية IL451T.C-2009، IL 189 T.C -2009 ، IL 218T.C – 2009 (2.50 لكلٍ منها)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية IL 43 T.C-2007، - IL441 T.C 2009، IL 344 T.C – 2007، IL 448 T.C -2007، IL 8 T.C -2007، IL 1081 T.C -2009(1.00 لكلٍ منها). ويُلاحظ أن متوسط التفاف الأوراق كان الأعلى معنوياً عندما تعرَضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (2.12)، في حين كان الأدنى معنوياً في معاملة الشاهد المروي (1.34). أمَا بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع المعاملات، فيُلاحظ أنّ متوسط التفاف الأوراق كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز الوراثيIL 259 T.C- 2009 عندما تعرّضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (4.00)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية نباتات الطراز نفسه في المعاملة الشاهد (بدون إجهاد مائي)، ونباتات الطرز الوراثية IL 150 T.C -2009، IL 346 T.C - 2009، IL 260 T.C -2009، IL 128T.C -2009، IL 412 T.C -2009،IL 516 T.C -2009، IL 189 T.C -2009، IL 218 T.C -2009 IL 451 T.C -2009، IL 423 T.C -2009، التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار(3.00 لكلٍ منها)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية التي لم تتعرض للإجهاد المائي قط (الشاهد) (IL 441 T.C -2009، IL 448 T.C -2007، IL 8 T.C - 2007، L 43 T.C -2007، IL 344 T.C -2007، IL 1081 T.C -2009) ونباتات الطرز الوراثية IL 8 T.C- 2007، IL43T.C-2007، IL 448 T.C -2007، IL 344 T.C- 2007 التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، وفي معاملة الشاهد (1.00 لكلٍ منها). عموماً، تُعد صفة التفاف الأوراق من الصفات التكيفية المرتبطة بتجنب الجفاف Drought avoidance، حيث يُساعد التفاف الأوراق في تقليل مساحة المسطح الورقي المعرض بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، مقللةً بذلك من كمية الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطوح الأوراق، ما يحول دون ارتفاع درجة حرارتها بشكلٍ كبير، ومن ثمّ زيادة فرق التدرج في ضغط بخار الماء Leaf to air vapor pressure difference (VPD) بين الأوراق والوسط المحيط، للحد من معدل فقد المياه بالنتح، والمحافظة على محتوى الأوراق المائي. ولكن يُلاحظ من النتائج أنّ الطرز الوراثية التي كانت فيها شيخوخة الأوراق الأدنى معنوياً، مثل IL 8 T.C-2007، IL 441 T.C-2009، IL 1081 T.C-2009 (1.50 لكلٍ منها) لم تكن ذات الطرز

التي كان فيها التفاف الأوراق الأعلى معنوياً، ما يؤكد على أنّ عدم التفاف الأوراق لا يعني بالضرورة أنّ الطراز الوراثي حساس للجفاف، فيمكن أن يكون ذلك نتيجة امتلاكه المقدرة على امتصاص كمية من المياه كافية لتعويض الماء المفقود بالنتح، والمحافظة على انتباج الخلايا النباتية، ومثل هذه الطرز الوراثية يمكن أن تكون ذات كفاءة إنتاجية عالية، لأنّ عدم التفاف الأوراق يُسهم في زيادة كمية الأشعة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي الممتصة، ومن ثمّ كفاءة النبات التمثيلية، سيما وأنّ المحافظة على جهد الامتلاء تسمح للنباتات في الاستمرار في فتح المسامات لفترةٍ زمنيةٍ أطول، ما يضمن استمرار انتثار غاز ثاني أكسيد الكربون $CO_2$ diffusion، اللازم لعملية التمثيل الضوئي Photosynthesis، الأمر الذي يزيد من معدل تحويل الكربون المعدني ($CO_2$) إلى كربون عضوي (سكريات)، وبالتالي زيادة كمية المادة الجافة المصنّعة والمتاحة خلال مراحل النمو المختلفة، ولاسيما مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب الأمر الذي يؤدي إلى زيادة الغلة الحبية ومكوناتها العددية.

**جدول رقم (10): التفاف الأوراق لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة.**

| متوسط الطراز | نسبة الزيادة (%) | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | الشاهد المروي | المعاملات / الطرز |
|---|---|---|---|---|
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 80 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 447 T.C-2009 |
| 2.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | IL 309 T.C-2009 |
| 2.00 | 66.66 | 3.00 | 1.00 | IL 150 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 495 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 285 T.C-2009 |
| 3.50 | 25.00 | 4.00 | 3.00 | IL 259 T.C-2009 |
| 2.00 | 66.66 | 3.00 | 1.00 | IL 260 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 491 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 300 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 293 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 143 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 130 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 341 T.C-2009 |
| 2.00 | 66.66 | 3.00 | 1.00 | IL 516 T.C-2009 |
| 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | IL 441 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 327 T.C-2009 |
| 2.50 | 33.33 | 3.00 | 2.00 | IL 189 T.C-2009 |
| 2.00 | 66.66 | 3.00 | 1.00 | IL 128 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 190 T.C-2009 |
| 2.50 | 33.33 | 3.00 | 2.00 | IL 218 T.C-2009 |
| 2.50 | 33.33 | 3.00 | 2.00 | IL 451 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 195 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 478 T.C-2009 |
| 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | IL 1081 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 492 T.C-2009 |
| 2.00 | 66.66 | 3.00 | 1.00 | IL 346 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 273 T.C-2009 |
| 2.00 | 66.66 | 3.00 | 1.00 | IL 412 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 440 T.C-2009 |
| 2.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | IL 480 T.C-2009 |
| 2.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | IL 446 T.C-2009 |
| 3.00 | 0.00 | 3.00 | 3.00 | IL 423 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 350 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 256 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 74 T.C-2009 |
| 1.50 | 50.00 | 2.00 | 1.00 | IL 65 T.C-2009 |
| 2.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | IL 288 T.C-2007 |
| 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | IL 344 T.C-2007 |
| 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | IL 448 T.C-2007 |
| 2.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | IL 50 T.C-2007 |
| 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | IL 43 T.C-2007 |
| 2.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | IL 283 T.C-2007 |
| 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | IL 8 T.C-2007 |
| 2.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | IL 368 T.C-2007 |
| 2.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | IL 63 T.C-2009 |
| 2.00 | 0.00 | 2.00 | 2.00 | IL 437 T.C-2009 |
| - | - | 2.12 | 1.34 | متوسط المعاملة |
| التفاعل | | المعاملات | الطرز | المتغير |
| 0.001621 | | 0.0002365 | 0.001147 | LSD (0.05) |
| 0.00 | | | | C.V (%) |

### 1-4- الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث(يوم) Anthesis-Silking Interval

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P<0.05$) في صفة متوسط طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث بين الطرز الوراثية، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول،11). يُلاحظ أنّ متوسط طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية IL 63 T.C-2009، IL 189 T.C-2009، IL 309 T.C-2009 (5.00 يوم لكل منها)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية نباتات الطراز الوراثي IL 350 T.C-2009 (4.50 يوم)، ثمّ نباتات الطرز الوراثية IL 65 T.C-2009، IL285 T.C-2009، IL 74 T.C-2009، IL256 T.C-2009 (4.00 يوم لكل منها)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز الوراثي IL 43 T.C-2007 (1.50 يوم). ويُلاحظ أنّ متوسط طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث كان الأعلى معنوياً في ظروف الزراعة المروية (3.29 يوم)، في حين كان الأدنى معنوياً عندما تعرّضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (3.17 يوم). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع المعاملات أنّ متوسط طول الفاصل الزمني كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية IL309 T.C-2009، IL 189 T.C-2009، IL 63 T.C-2009، IL 350 T.C-2009، في معاملة (الشاهد)، ونباتات الطرز الوراثية IL 309 T.C-2009، IL63 T.C-2009، IL 189 T.C-2009، التي تعرَضت للإجهاد خلال مرحلة الإزهار (5.00 يوم لكل منها)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز الوراثيIL 43 T.C-2007 التي تعرّضت للإجهاد خلال مرحلة الإزهار، ونباتات الطرازين الوراثيين IL446 T.C-2009، IL 480 T.C-2009 في معاملة الشاهد المروي (1.00 يوم لكل منها). عموماً، يؤدي تأخر الإزهار المؤنث إلى ازدياد نسبة فشل عمليتي التلقيح والإخصاب، بسبب عدم توافق تزامن ظهور النورات المذكرة والمؤنثة، ما يؤدي إلى فقد حيوية العديد من حبوب اللقاح. ويُمكن أن يؤدي تأخر ظهور الحرائر، أو حتى عدم ظهورها تحت ظروف الإجهاد المائي الشديد إلى إجهاض البويضات Ovules، في حين تُجهض الحبوب المتشكلة بعد عملية التلقيح نتيجة عدم كفاية نواتج عملية التمثيل الضوئي اللازمة لتطور البويضات المخصبة بشكلٍ طبيعي، ما يؤدي إلى تراجع عدد الحبوب المتشكلة في العرنوس الواحد، وقد يؤدي ذلك أحياناً إلى تشكل عرانيس خالية تماماً من الحبوب Barren cobs (Grant *et al*., 1989؛ الرويلي،2008). ويمكن أن يُعزى إجهاض العرانيس حديثة التكوين تحت ظروف الجفاف إلى تراجع معدل التمثيل الضوئي (A´) Assimilation rate، وإنتاج المادة الجافة، وتراجع معدل نقل نواتج عملية التمثيل الضوئي Photo-assimilates إلى البويضات المخصبة، بسبب غياب الماء الذي يُعد بمنزلة الناقل الوحيد لنواتج التمثيل الضوئي

من المصدر Source إلى المصب Sink. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Uhart and Andrade (1995). وبيّنت رويلي (2008) أنّ متوسط عدد الأيام حتى الإزهار المؤنث كان الأعلى معنوياً عندما تعرّضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة البادرة الفتية (53.50 يوماً)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية مرحلتي النمو الخضري والإزهار وبدون فروقات معنوية بينهما (53.21، 53.10 يوماً على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة النضج. يتبين مما سلف، بأنّ التربية لتقصير طول الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والنورات المؤنثة (ASI) من الصفات المهمة المرتبطة بتحسين غلة محصول الذرة الصفراء تحت ظروف نقص المياه، وخاصةً خلال المراحل الحرجة من حياة النبات.عموماً، عندما يتراجع معدل التمثيل الضوئي في النبات نتيجة تعرّض النباتات للجفاف خلال مرحلة الإزهار، فعادةً ما يُسبب ذلك تأخيراً في نمو الحرائر (النورات المؤنثة)، ما يؤدي إلى زيادة طول الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والنورات المؤنثة، الأمر الذي يُسبب إجهاض الحبوب والعرانيس (Bolaños and Edmeades 1996).

**جدول رقم (11): متوسط طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث (يوم) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة.**

| المعاملات | الشاهد المروي | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | متوسط الطراز |
|---|---|---|---|---|
| الطرز | | | | |
| IL 80 T.C-2009 | 2.00 | 3.00 | -50.00 | 2.50 |
| IL 447 T.C-2009 | 2.00 | 4.00 | -100.00 | 3.00 |
| IL 309 T.C-2009 | 5.00 | 5.00 | 0.00 | 5.00 |
| IL 150 T.C-2009 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 495 T.C-2009 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 285 T.C-2009 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | 4.00 |
| IL 259 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 260 T.C-2009 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 491 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 300 T.C-2009 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 293 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 143 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 130 T.C-2009 | 2.00 | 3.00 | -50.00 | 2.50 |
| IL 341 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 516 T.C-2009 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 441 T.C-2009 | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| IL 327 T.C-2009 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 189 T.C-2009 | 5.00 | 5.00 | 0.00 | 5.00 |
| IL 128 T.C-2009 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 190 T.C-2009 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 218 T.C-2009 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 451 T.C-2009 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 195 T.C-2009 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 478 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 1081 T.C-2009 | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| IL 492 T.C-2009 | 3.00 | 4.00 | -33.33 | 3.50 |
| IL 346 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 273 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 412 T.C-2009 | 2.00 | 4.00 | -100.00 | 3.00 |
| IL 440 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 480 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | -200.00 | 2.00 |
| IL 446 T.C-2009 | 1.00 | 3.00 | -200.00 | 2.00 |
| IL 423 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 350 T.C-2009 | 5.00 | 4.00 | 20.00 | 4.50 |
| IL 256 T.C-2009 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | 4.00 |
| IL 74 T.C-2009 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | 4.00 |
| IL 65 T.C-2009 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | 4.00 |
| IL 288 T.C-2007 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 344 T.C-2007 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 448 T.C-2007 | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| IL 50 T.C-2007 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 43 T.C-2007 | 2.00 | 1.00 | 50.00 | 1.50 |
| IL 283 T.C-2007 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 8 T.C-2007 | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| IL 368 T.C-2007 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 63 T.C-2009 | 5.00 | 5.00 | 0.00 | 5.00 |
| IL 437 T.C-2009 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| متوسط المعاملة | 3.29 | 3.17 | 3.88 | - |
| المتغير | الطرز | المعاملات | التفاعل | |
| LSD (0.05) | 0.00114 | 0.000236 | 0.001621 | |
| C.V (%) | 0.00 | | | |

**5-1-حجم النورة المذكرة Tassel size :**

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) في صفة حجم النورة المذكرة بين الطرز الوراثية (الجدول،12)، حيث لوحظ أنَّ حجم النورة المذكرة كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية IL 309 T.C – 2009، IL 190 T.C – 2009، IL 273 T.C-2009، IL350 T.C -2009، IL 256 T.C -2009، IL 283 T.C -2007، IL 437T.C -2009، IL 516 T.C – 2009 (4.50 لكلٍ منها على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية IL 441T.C-2009، IL 1081 T.C-2009، IL 448 T.C-2007 (1.50 لكلٍ منها). ويُلاحظ أنّ حجم النورة المذكرة كان الأعلى معنوياً في معاملة الشاهد المروي(2.91)، في حين كان الأدنى معنوياً عندما تعرّضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار(2.76). أمّا بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع المعاملات، فيلاحظ أنّ حجم النورة المذكرة كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية IL 309 T.C -2007، IL 516 T.C -2009، IL 190 T.C – 2009، IL350 T.C -2009، IL 256 T.C -2009، IL 283 T.C -2007، IL 437 T.C -2009 في معاملة الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (5.00 لكلٍ منها)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز IL 1081 T.C -2009، IL 441 T.C -2009، IL448T.C2007، IL 43 T.C -2007 في معاملة الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (1.00 لكلٍ منها).عموماً، يُفضل مربوا النبات النورات المذكرة الصغيرة الحجم بعددٍ قليل من الأفرع Smaller slender with few branches، لايتجاوز 4 – 5 أفرع فقط، لأنّ النورات المذكرة ذات الحجم الكبير تحتاج إلى كميةٍ كبيرة من مدخرات النبات الغذائية لتشكيل النورات وحبوب الطلع Pollen grains. وحقيقةً يمكن لنورة مذكرة واحدة مهما كان حجمها أن تُنتج كمية من حبوب اللقاح تكفي لتلقيح جميع النورات المؤنثة المتواجدة على مساحة واحد إيكر من الأرض(0.404687 هكتاراً)، حيث يُلاحظ خلال فترة الإزهار تساقط عدد كبير جداً من حبوب الطلع ذات اللون الأصفر أو الأبيض المصفر على الأرض أو على أوراق النباتات، لذلك فإنّ المادة الجافة المُسخّرة لتشكيل عدد أكبر زائد عن الحاجة من الأفرع، وعدد أكبر من حبوب اللقاح يشكل ضياعاً لنواتج التمثيل الضوئي، التي يمكن أن تُسهم في زيادة معدل نمو الحبوب ودرجة امتلائها. كما أنّ النورات المذكرة الكبيرة الحجم يمكن أن تظلل أوراق النبات العلوية التي تبقى خضراء، ما يؤثر سلباً في كفاءتها التمثيلية، وخاصةً خلال مرحلة امتلاء الحبوب (Gue and Wasson,1990). ومن المعروف أنّ كل نورة مذكرة تنتج قرابة 6000 مئبراً حاملاً لحبوب اللقاح، ويُقدّر عدد حبوب اللقاح التي تنتجها النورة المذكرة الواحدة بنحو 2 – 25 مليون. وحقيقةً تنتج نباتات الذرة الصفراء هذا الكم الهائل من حبوب الطلع لأنّ

الغشاء الخارجي لحبة الطلع رهيف جداً، حيث يمكن أن تحتفظ حبة الطلع بحيويتها بعد أن تنتثر بضع دقائق فقط قبل أن تجف وتموت. ولا تستطيع أن تقطع مسافة أكثر من نصف ميل إذا كانت سرعة الرياح 15 ميل بالساعة. ويمكن أن تتحرر جميع حبوب الطلع من مئبر واحد خلال 3 دقائق، وتحتاج النورة الواحدة لتنثر جميع حبوب الطلع7 أيام (Banziger *et al*., 2000).

**جدول رقم (12): متوسط حجم النورة المذكرة (فرع . نورة$^{-1}$) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة.**

| المعاملات / الطرز | الشاهد المروي | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | متوسط الطراز |
|---|---|---|---|---|
| IL 80 T.C-2009 | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| IL 447 T.C-2009 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| IL 309 T.C-2009 | 4.00 | 5.00 | -25.00 | 4.50 |
| IL 150 T.C-2009 | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| IL 495 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 285 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 259 T.C-2009 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | 4.00 |
| IL 260 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 491 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 300 T.C-2009 | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| IL 293 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 143 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 130 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 341 T.C-2009 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | 4.00 |
| IL 516 T.C-2009 | 4.00 | 5.00 | -25.00 | 4.50 |
| IL 441 T.C-2009 | 2.00 | 1.00 | 50.00 | 1.50 |
| IL 327 T.C-2009 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | 4.00 |
| IL 189 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 128 T.C-2009 | 3.00 | 4.00 | -33.33 | 3.50 |
| IL 190 T.C-2009 | 4.00 | 5.00 | -25.00 | 4.50 |
| IL 218 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 451 T.C-2009 | 4.00 | 3.00 | 25.00 | 3.50 |
| IL 195 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 478 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 1081 T.C-2009 | 2.00 | 1.00 | 50.00 | 1.50 |
| IL 492 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 346 T.C-2009 | 3.00 | 4.00 | -33.33 | 3.50 |
| IL 273 T.C-2009 | 5.00 | 4.00 | 20.00 | 4.50 |
| IL 412 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 440 T.C-2009 | 3.00 | 4.00 | -33.33 | 3.50 |
| IL 480 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 446 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 423 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 350 T.C-2009 | 4.00 | 5.00 | -25.00 | 4.50 |
| IL 256 T.C-2009 | 4.00 | 5.00 | -25.00 | 4.50 |
| IL 74 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 65 T.C-2009 | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| IL 288 T.C-2007 | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| IL 344 T.C-2007 | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| IL 448 T.C-2007 | 2.00 | 1.00 | 50.00 | 1.50 |
| IL 50 T.C-2007 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 43 T.C-2007 | 3.00 | 1.00 | 66.66 | 2.00 |
| IL 283 T.C-2007 | 4.00 | 5.00 | -25.00 | 4.50 |
| IL 8 T.C-2007 | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| IL 368 T.C-2007 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 63 T.C-2009 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| IL 437 T.C-2009 | 4.00 | 5.00 | -25.00 | 4.50 |
| متوسط المعاملة | 2.91 | 2.76 | - | - |
| المتغير | الطرز | المعاملات | التفاعل | |
| LSD (0.05) | 0.001147 | 0.000236 | 0.001621 | |
| C.V (%) | 0.00 | | | |

### 1-6- الغلة الحيوية (طن.هكتار$^{-1}$) Biological yield:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P< 0.05$) في صفة متوسط الغلة الحيوية بين الطرز الوراثية، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 13). يُلاحظ أنّ متوسط الغلة الحيوية كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز الوراثيIL 344T.C-2007 (21.967 طن . هكتار$^{-1}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية نباتات الطراز الوراثي IL43T.C-2007 (19.267 طن . هكتار$^{-1}$)، ثمّ نباتات الطرز الوراثية IL448T.C-2007، IL1081T.C-2009، IL8T.C-2007 (18.633، 17.267، 16.400 طن . هكتار$^{-1}$على التوالي) وبدون فروقات معنوية بين الطرز الثلاثة الأخيرة، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرازين الوراثيين IL451T.C-2009، IL437T.C-2009، (4.257،4.289 طن . هكتار$^{-1}$على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما. ويُلاحظ أنّ متوسط الغلة الحيوية كان الأعلى معنوياً لدى النباتات التي لم تتعرض للإجهاد المائي خلال كامل مراحل النمو (12.47 طن . هكتار$^{-1}$)، تلاه وبدون فروقات معنوية النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (9.916 طن . هكتار$^{-1}$) في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب (9.823 طن . هكتار$^{-1}$). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع المعاملات، أنّ متوسط الغلة الحيوية كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز الوراثي IL344 T.C-2007 التي لم تتعرّض للإجهاد المائي خلال كامل حياة النبات (24.20 طن . هكتار$^{-1}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية نباتات الطراز الوراثيIL43T.C-2007 التي لم تتعرّض أيضاً للإجهاد المائي قط (22.00 طن . هكتار$^{-1}$)، ثمّ نباتات الطراز الوراثي IL344 T.C-2007 التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب (21.20، 20.50 طن . هكتار$^{-1}$على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرازين الوراثيين IL437T.C-2009، IL451T.C-2009 التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلتي امتلاء الحبوب، والإزهار (3.823،3.200 طن . هكتار$^{-1}$على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما. عموماً، يتحدد معدل تراكم المادة الجافة، ومن ثمّ كمية الكتلة الحية عند النضج بكمية الأشعة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي (PAR) الواصلة، والممتصة من قبل الغطاء النباتي، وبكفاءة الأجهزة التمثيلية في تحويل الطاقة الضوئية الممتصة إلى طاقة كيميائية مخزونة في المركبات العضوية المصنّعة (الكربوهيدرات). ويحدد معدل استطالة الأوراق Leaf expansion، واستدامة اخضرارها كمية الطاقة الضوئية الممتصة (I) ومن ثمّ كفاءة النبات التمثيلية (Lizaso *et al.*, 2003).

**جدول رقم (13): متوسط الغلة الحيوية (طن.هكتار$^{-1}$) لطرز الذرة الصفراء المدروسة.**

| المعاملات | الشاهد المروي | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | نسبة الانخفاض (%) | المتوسط | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الطرز | | | | | | الطراز | نسبة الانخفاض (%) |
| IL 80 T.C-2009 | 15.60 | 13.90 | 10.89 | 13.40 | 14.10 | 14.30 | 12.49 |
| IL 447 T.C-2009 | 13.20 | 10.70 | 18.93 | 9.91 | 24.92 | 11.27 | 21.92 |
| IL 309 T.C-2009 | 8.803 | 7.80 | 11.39 | 6.617 | 24.83 | 7.740 | 18.11 |
| IL 150 T.C-2009 | 14.70 | 8.59 | 41.56 | 13.40 | 8.84 | 12.23 | 25.2 |
| IL 495 T.C-2009 | 8.40 | 4.50 | 46.42 | 6.397 | 23.84 | 6.432 | 35.13 |
| IL 285 T.C-2009 | 14.30 | 11.40 | 20.27 | 10.64 | 25.59 | 12.113 | 22.93 |
| IL 259 T.C-2009 | 9.133 | 8.070 | 11.63 | 6.533 | 28.46 | 7.912 | 20.04 |
| IL 260 T.C-2009 | 15.90 | 13.00 | 18.23 | 13.20 | 16.98 | 14.033 | 17.60 |
| IL 491 T.C-2009 | 14.10 | 8.40 | 40.42 | 8.697 | 64.32 | 10.399 | 52.37 |
| IL 300 T.C-2009 | 6.793 | 6.547 | 3.62 | 4.857 | 28.49 | 6.066 | 16.05 |
| IL 293 T.C-2009 | 11.60 | 4.16 | 64.13 | 5.553 | 52.12 | 7.104 | 58.12 |
| IL 143 T.C-2009 | 14.80 | 13.07 | 11.68 | 12.37 | 16.41 | 13.413 | 14.04 |
| IL 130 T.C-2009 | 11.50 | 7.977 | 30.63 | 9.76 | 15.13 | 9.746 | 22.88 |
| IL 341 T.C-2009 | 8.947 | 5.193 | 41.95 | 5.933 | 33.68 | 6.691 | 37.81 |
| IL 516 T.C-2009 | 15.70 | 14.00 | 10.82 | 14.50 | 7.64 | 14.733 | 9.23 |
| IL 441 T.C-2009 | 16.40 | 16.00 | 2.43 | 15.60 | 4.87 | 16.00 | 3.65 |
| IL 327 T.C-2009 | 9.217 | 6.20 | 32.73 | 6.423 | 30.31 | 7.28 | 31.52 |
| IL 189 T.C-2009 | 8.947 | 8.063 | 9.88 | 6.49 | 27.46 | 7.833 | 18.67 |
| IL 128 T.C-2009 | 11.50 | 7.06 | 38.60 | 10.30 | 10.43 | 9.62 | 24.51 |
| IL 190 T.C-2009 | 12.50 | 10.70 | 14.4 | 7.52 | 39.84 | 10.24 | 27.12 |
| IL 218 T.C-2009 | 7.20 | 6.40 | 11.11 | 5.77 | 19.86 | 6.457 | 15.48 |
| IL 451 T.C-2009 | 4.807 | 4.237 | 11.85 | 3.823 | 20.47 | 4.289 | 16.16 |
| IL 195 T.C-2009 | 9.50 | 7.27 | 23.87 | 9.50 | 0.52 | 8.773 | 12.19 |
| IL 478 T.C-2009 | 12.20 | 6.643 | 45.54 | 4.157 | 65.92 | 7.667 | 55.73 |
| IL 1081 T.C-2009 | 18.90 | 17.10 | 9.52 | 15.80 | 16.40 | 17.267 | 12.96 |
| IL 492 T.C-2009 | 13.10 | 8.163 | 37.68 | 9.37 | 28.47 | 10.211 | 33.07 |
| IL 346 T.C-2009 | 14.70 | 11.80 | 19.72 | 11.00 | 25.17 | 12.50 | 22.44 |
| IL 273 T.C-2009 | 13.10 | 11.30 | 13.74 | 9.90 | 24.42 | 11.433 | 19.08 |
| IL 412 T.C-2009 | 7.223 | 4.80 | 33.68 | 7.95 | -10.06 | 6.657 | 11.81 |
| IL 440 T.C-2009 | 12.70 | 10.32 | 18.74 | 7.953 | 37.37 | 10.324 | 28.05 |
| IL 480 T.C-2009 | 8.997 | 5.30 | 41.09 | 8.60 | 4.41 | 7.632 | 22.75 |
| IL 446 T.C-2009 | 8.627 | 7.62 | 11.67 | 6.357 | 26.31 | 7.535 | 18.99 |
| IL 423 T.C-2009 | 12.40 | 9.188 | 25.90 | 8.27 | 33.30 | 9.953 | 29.6 |
| IL 350 T.C-2009 | 7.65 | 6.083 | 20.48 | 6.99 | 8.62 | 6.907 | 14.55 |
| IL 256 T.C-2009 | 14.70 | 11.20 | 23.8 | 9.953 | 32.29 | 11.951 | 28.04 |
| IL 74 T.C-2009 | 6.70 | 6.387 | 4.67 | 4.733 | 29.35 | 5.94 | 17.01 |
| IL 65 T.C-2009 | 12.80 | 11.13 | 13.04 | 10.60 | 17.18 | 11.51 | 15.11 |
| IL 288 T.C-2007 | 15.60 | 13.00 | 16.66 | 13.50 | 13.46 | 14.033 | 15.06 |
| IL 344 T.C-2007 | 24.20 | 21.20 | 12.39 | 20.50 | 15.28 | 21.967 | 13.83 |
| IL 448 T.C-2007 | 19.20 | 18.50 | 3.64 | 18.20 | 5.20 | 18.633 | 4.42 |
| IL 50 T.C-2007 | 11.10 | 8.00 | 27.92 | 8.493 | 23.48 | 9.197 | 25.7 |
| IL 43 T.C-2007 | 22.00 | 17.60 | 20 | 18.20 | 17.27 | 19.267 | 18.63 |
| IL 283 T.C-2007 | 14.70 | 12.70 | 13.60 | 11.00 | 25.17 | 12.80 | 19.38 |
| IL 8 T.C-2007 | 17.10 | 16.10 | 5.84 | 16.00 | 6.43 | 16.40 | 6.13 |
| IL 368 T.C-2007 | 15.00 | 14.00 | 6.66 | 13.60 | 9.33 | 14.20 | 7.99 |
| IL 63 T.C-2009 | 15.07 | 10.30 | 31.65 | 10.60 | 29.66 | 11.99 | 30.65 |
| IL 437 T.C-2009 | 4.80 | 3.200 | 33.33 | 4.77 | 0.62 | 4.257 | 16.97 |
| متوسط المعاملة | 12.470 | 9.916 | - | 9.823 | - | - | - |
| المتغير | الطرز | | المعاملات | | التفاعل | | |
| LSD (0.05) | 2.65 | | 10.107 | | 6.975 | | |
| C.V (%) | 1069.67 | | | | | | |

### 7-1- عدد الحبوب في العرنوس (حبة . عرنوس$^{-1}$) Number of grains per ear

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) في صفة عدد الحبوب في العرنوس بين الطرز الوراثية، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 14). يُلاحظ أنّ متوسط عدد الحبوب في العرنوس كان الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين IL 1081 T.C-2009،IL 344 T.C-2007 (423.30، 403.00 حبة . عرنوس$^{-1}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، تلاهما الطرز الوراثية IL43 T.C -2007، IL448T.C-2007، IL441T.C-2009، IL8T.C -2007 (362.9، 349.3، 343.7،343.0، حبة . عرنوس$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين IL 478 T.C – 2009، IL 283 T.C -2007(113.10،120.10حبة. عرنوس$^{-1}$على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما. ويُلاحظ أنّ متوسط عدد الحبوب في العرنوس كان الأعلى معنوياً لدى النباتات التي لم تتعرض للإجهاد المائي (الشاهد) (261.90 حبة . عرنوس$^{-1}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية نباتات الطرز التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (216.50 حبة . عرنوس$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (207.70 حبة . عرنوس$^{-1}$). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع المعاملات، أنّ متوسط عدد الحبوب في العرنوس كان الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين IL 1081 T.C -2009، IL 344 T.C -2007 في معاملة الشاهد المروي (448.00 حبة . عرنوس$^{-1}$ لكل منها)، تلاهما الطراز الوراثي IL344T.C-2007 الذي تعرّضت نباتاته للإجهاد المائي خلال مرحلتي امتلاء الحبوب والإزهار (415.00، 407.00 حبة . عرنوس$^{-1}$لكلٍ منها على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز الوراثي IL 423 T.C -2009 التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (0.00 حبة . عرنوس$^{-1}$)، حيث كانت العرانيس فارغة تماماً من الحبوب. يؤدي تعرّض نباتات الذرة الصفراء إلى الإجهاد المائي المتزامن مع الحرارة المرتفعة خلال مرحلة الإزهار إلى تقليل كفاءة النبات التمثيلية، ومن ثمّ كمية المادة الجافة المتاحة لتشكل الحبوب وتطورها، بالإضافة إلى التأثير السلبي للجفاف في نسبة التلقيح والإخصاب والعقد، الأمر الذي يؤثر سلباً في عدد الحبوب المتشكلة في الصف الواحد/العرنوس/النبات (الرويلي، 2008). ويمكن أن يؤدي الجفاف خلال مرحلة الإزهار إلى تقصير طول فترة الإزهار المذكر والمؤنث، ما يؤثر سلباً في عدد الزهيرات الخصبة المتشكلة وكمية حبوب الطلع ذات الحيوية العالية المنتجة، بالإضافة إلى أنّ تعرّض النباتات للجفاف خلال فترة الإزهار يمكن أن يؤدي إلى اختلال التوافق بين تشكل النورات المذكرة والنورات المؤنثة، فيزداد طول الفاصل الزمني بين نضج المآبر وانتشار حبوب الطلع، وظهور الحرائر Silks فتفشل عملية الإخصاب والعقد (Otegui *et al.*, 1995). توافقت هذه النتائج

مع ما توصلت إليه الرويلي (2008)، حيث بيّنت أنّ متوسط عدد الحبوب كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، وتتوافق هذه النتائج مع نتائج خليفة (2011)، الذي وجد أنّ متوسط عدد الحبوب في الصف الواحد كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (38.66 حبة . صف$^{-1}$)، تلاها بدون فروقات معنوية المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (37.24 حبة . صف$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً في المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال كامل مرحلة الإزهار (33.36 حبة . صف$^{-1}$).

**جدول رقم (14): متوسط عدد الحبوب في العرنوس (حبة . عرنوس$^{-1}$) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة.**

| المعاملات | الشاهد المروي | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | نسبة الانخفاض (%) | المتوسط | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الطرز | | | | | | الطراز | نسبة الانخفاض (%) |
| IL 80 T.C-2009 | 288.00 | 205.00 | 28.81 | 205.00 | 28.81 | 232.7 | 28.81 |
| IL 447 T.C-2009 | 240.00 | 182.00 | 24.16 | 218.00 | 9.16 | 213.3 | 4.52 |
| IL 309 T.C-2009 | 176.00 | 120.00 | 31.81 | 144.00 | 18.18 | 146.7 | 24.99 |
| IL 150 T.C-2009 | 331.30 | 204.00 | 38.42 | 332.00 | 29.97 | 255.8 | 34.19 |
| IL 495 T.C-2009 | 236.00 | 163.00 | 30.93 | 200.00 | 15.25 | 199.7 | 23.09 |
| IL 285 T.C-2009 | 280.00 | 252.00 | 10.00 | 227.00 | 18.92 | 253.0 | 14.46 |
| IL 259 T.C-2009 | 246.00 | 212.00 | 13.82 | 191.00 | 22.35 | 216.3 | 18.08 |
| IL 260 T.C-2009 | 180.00 | 100.00 | 44.44 | 148.00 | 17.77 | 142.7 | 31.10 |
| IL 491 T.C-2009 | 197.00 | 139.00 | 29.44 | 136.00 | 30.96 | 157.3 | 30.20 |
| IL 300 T.C-2009 | 298.00 | 240.00 | 19.46 | 290.00 | 2.68 | 276.0 | 11.07 |
| IL 293 T.C-2009 | 293.00 | 285.00 | 2.73 | 272.00 | 7.16 | 283.3 | 4.94 |
| IL 143 T.C-2009 | 169.00 | 150.00 | 11.24 | 140.00 | 17.15 | 153.0 | 14.19 |
| IL 130 T.C-2009 | 249.00 | 243.00 | 2.40 | 242.00 | 2.81 | 244.7 | 2.60 |
| IL 341 T.C-2009 | 193.00 | 151.00 | 21.76 | 153.00 | 20.72 | 165.7 | 21.24 |
| IL 516 T.C-2009 | 151.30 | 96.33 | 36.33 | 116.00 | 23.33 | 121.2 | 29.83 |
| IL 441 T.C-2009 | 378.00 | 336.00 | 11.11 | 317.00 | 16.13 | 343.7 | 13.62 |
| IL 327 T.C-2009 | 254.00 | 240.00 | 5.51 | 236.00 | 7.08 | 243.3 | 6.29 |
| IL 189 T.C-2009 | 270.00 | 175.00 | 35.18 | 183.00 | 32.22 | 209.3 | 33.70 |
| IL 128 T.C-2009 | 272.00 | 125.00 | 54.04 | 236.00 | 13.23 | 211.0 | 33.63 |
| IL 190 T.C-2009 | 258.00 | 147.00 | 43.02 | 156.00 | 39.53 | 187.0 | 41.27 |
| IL 218 T.C-2009 | 140.00 | 133.30 | 4.78 | 133.00 | 5.00 | 135.4 | 4.89 |
| IL 451 T.C-2009 | 352.00 | 183.00 | 48.01 | 239.00 | 32.10 | 258.0 | 20.05 |
| IL 195 T.C-2009 | 336.00 | 280.00 | 16.66 | 239.00 | 28.86 | 285.0 | 22.76 |
| IL 478 T.C-2009 | 137.00 | 101.30 | 26.05 | 101.00 | 26.27 | 113.1 | 26.16 |
| IL 1081 T.C-2009 | 448.00 | 384.00 | 14.28 | 377.00 | 15.84 | 403.0 | 15.06 |
| IL 492 T.C-2009 | 240.00 | 220.00 | 8.33 | 204.00 | 15.00 | 221.3 | 11.66 |
| IL 346 T.C-2009 | 140.00 | 100.00 | 28.57 | 167.00 | -19.28 | 135.7 | 4.64 |
| IL 273 T.C-2009 | 308.00 | 236.00 | 23.37 | 192.00 | 37.66 | 245.3 | 30.51 |
| IL 412 T.C-2009 | 250.00 | 217.00 | 13.2 | 240.00 | 4.00 | 235.7 | 8.60 |
| IL 440 T.C-2009 | 158.00 | 108.00 | 31.64 | 146.00 | 7.59 | 147.3 | 19.61 |
| IL 480 T.C-2009 | 240.00 | 216.00 | 10.00 | 202.00 | 15.83 | 219.3 | 12.91 |
| IL 446 T.C-2009 | 216.00 | 159.00 | 26.38 | 146.00 | 32.40 | 173.7 | 29.39 |
| IL 423 T.C-2009 | 185.00 | 0.00 | 100.00 | 176.00 | 4.86 | 120.3 | 52.43 |
| IL 350 T.C-2009 | 188.00 | 94.00 | 50.00 | 132.00 | 29.78 | 138.0 | 39.89 |
| IL 256 T.C-2009 | 324.00 | 285.00 | 12.03 | 295.00 | 8.95 | 301.3 | 10.49 |
| IL 74 T.C-2009 | 203.00 | 137.00 | 32.51 | 189.00 | 6.89 | 176.3 | 19.70 |
| IL 65 T.C-2009 | 320.00 | 288.00 | 10.00 | 268.00 | 16.25 | 292.0 | 13.12 |
| IL 288 T.C-2007 | 336.00 | 290.00 | 13.69 | 298.00 | 11.30 | 308.0 | 12.49 |
| IL 344 T.C-2007 | 448.00 | 407.00 | 9.15 | 415.00 | 7.36 | 423.3 | 8.25 |
| IL 448 T.C-2007 | 358.00 | 342.00 | 4.46 | 348.00 | 2.79 | 349.3 | 3.62 |
| IL 50 T.C-2007 | 300.00 | 276.00 | 8.00 | 208.00 | 30.66 | 261.3 | 19.33 |
| IL 43 T.C-2007 | 378.00 | 360.00 | 4.76 | 350.70 | 7.22 | 362.9 | 5.99 |
| IL 283 T.C-2007 | 119.30 | 105.00 | 11.98 | 136.00 | -13.99 | 120.1 | -1.00 |
| IL 8 T.C-2007 | 364.00 | 357.00 | 1.92 | 308.00 | 15.38 | 343.0 | 8.65 |
| IL 368 T.C-2007 | 308.00 | 276.00 | 10.38 | 216.00 | 29.87 | 266.7 | 20.12 |
| IL 63 T.C-2009 | 328.70 | 240.00 | 26.98 | 204.00 | 37.93 | 257.6 | 32.45 |
| IL 437 T.C-2009 | 216.00 | 180.00 | 16.66 | 204.00 | 5.55 | 200.0 | 11.10 |
| متوسط المعاملة | 261.90 | 207.70 | - | 216.50 | - | - | - |
| المتغير | الطرز | | | المعاملات | | التفاعل | |
| LSD (0.05) | 22.98 | | | 3.819 | | 26.18 | |
| C.V (%) | 7.11 | | | | | | |

### 1-7- وزن المائة حبة ( غ ) 100-kernel weight:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية (P <0.05) في صفة وزن المائة حبة بين الطرز الوراثية، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 15). يُلاحظ أنّ متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية IL 344 T.C-2007، IL 43 T.C-2007، IL 1081 T.C-2009 (34.60، 34.32، 34.24غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، تلاها الطرز الوراثية IL 8 T.C-2007، IL 441 T.C-2009، IL 448 T.C-2007 (32.46غ 32.24 ،31.96غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثيIL 423 T.C-2009 (12.29غ)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الطرازين الوراثيينIL 350 T.C-2009، IL 74 T.C-2009(8.167، 9.989غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بين الأخيرين. ويُلاحظ أنّ متوسط وزن المائة الحبة كان الأعلى معنوياً لدى النباتات التي لم تتعرض للإجهاد المائي (الشاهد) (25.55غ)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية النباتات التي تعرّضت للإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب (22.16غ)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (20.82غ). ويُعزى ذلك إلى تأثير الجفاف في معدل نمو الحبوب Grain growth rate وطول فترة نمو الحبة، الأمر الذي يؤدي إلى تشكيل حبوب صغيرة، وتزداد تبعاً لذلك نسبة الحبوب الصغيرة المتشكلة ما يؤدي إلى تراجع متوسط وزن المائة حبة بدرجة أكبر بالمقارنة مع الحالة التي تتعرض فيها النباتات للإجهاد المائي خلال فترة امتلاء الحبوب الذي يؤثر سلباً فقط في طول فترة امتلاء الحبوب ومعدل نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب، دون أن يؤثر في حجم المصب. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع المعاملات، أنّ متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً لدى الطرازين الوراثيين IL 1081 T.C-2009، IL 273 T.C-2009 في معاملة الشاهد المروي (38.37غ لكلٍ منهما)، تلاهما الطرازان الوراثيانIL 43 T.C-2007، IL 344 T.C-2007 في معاملة الشاهد المروي أيضاً (35.50، 35.93 غ لكلٍ منهما على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، ثمّ نباتات الطراز الوراثي IL 448 T.C-2007، في معاملة الشاهد المروي (34.40غ)، ونباتات الطرازين الوراثيين IL 344 T.C-2007، IL 43 T.C-2007 في معاملة الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب (34.00غ لكلٍ منهما) في حين كان

الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز الوراثي IL 423 T.C-2009، عندما تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (0.00 غ)، حيث كانت العرانيس فارغة تماماً. يُعزى تفوق متوسط وزن المائة حبة في المعاملة الشاهد إلى إتاحة الماء خلال مرحلة تشكل الحبوب وتطورها، وخلال مرحلة امتلاء الحبوب، بالإضافة إلى توافر المادة الجافة Dry matter بكمياتٍ كافية، ما يُساعد في زيادة حجم الحبوب المتشكلة، ومن ثمّ كفاءتها التخزينية، بالإضافة إلى زيادة عدد الحبوب المتشكلة، فيزداد ما يُسمى اصطلاحاً بقوة المصب Sink strength، ومن ثمّ مقدرة الحبوب المتشكلة على استجرار نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب. ويُساعد توافر المياه بكمياتٍ كافية في نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب، لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج عملية التمثيل الضوئي، ويتناسب معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي طرداً مع كمية المياه المتاحة خلال مرحلة امتلاء الحبوب، ما يُساعد في زيادة معدل نقل نواتج التمثيل Translocation rate، أو كفاءة نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب Translocation Efficiency، فتزداد كمية نواتج التمثيل الضوئي الواصلة إلى الحبوب، ما يؤدي إلى زيادة درجة امتلاء الحبة الواحدة، ومن ثمّ متوسط وزن المائة حبة. ويؤكد هذا الاستنتاج حدوث تراجع معنوي في متوسط وزن المائة حبة في النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب، حيث يؤثر الجفاف وبخاصةٍ خلال مرحلة الإزهار سلباً في معدل نمو الحبة الواحدة، وطول فترة نموها Grain growth Period، ما يؤثر سلباً في حجم الحبة (المصب)، ومن ثمّ كفاءتها التخزينية Storage capacity. ويؤثر نقص المياه خلال مرحلة امتلاء الحبوب سلباً في معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر (الساق، والأوراق) إلى المصب (الحبوب)، فيتراجع متوسط وزن الحبة الواحدة، ومن ثمّ وزن المائة حبة (Fricke *et al*., 2004). وبالمقابل يؤدي تعرّض النباتات للجفاف خلال مرحلة النضج الفيزيولوجي (امتلاء الحبوب) إلى تقصير طول فترة امتلاء الحبوب، ما يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة الواصلة إلى الحبوب، فتتشكل حبوب صغيرة وضامرة. كما يُعزى تفوق بعض الطرز الوراثية في متوسط وزن المائة حبة ضمن ظروف الإجهاد المائي، إلى كفاءتها في المحافظة على استدامة اخضرار الأوراق خلال تلك المرحلة الحرجة من حياة النبات. توافقت هذه النتائج مع نتائج خليفة (2011)، حيث بيّن أنّ متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (30.16غ)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد

المائي خلال النصف الأول من مرحلة الإزهار (28.87غ)، ثمّ المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال النصف الثاني من مرحلة الإزهار (28.06غ)، ثمّ المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال كامل مرحلة الإزهار (27.37غ)، في حين كان متوسط وزن المائة حبة الأدنى معنوياً في المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات لظروف الإجهاد المائي خلال النصف الأول من مرحلة الإزهار وخلال مرحلة امتلاء الحبوب، تلتها المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال النصف الثاني من مرحلة الإزهار وحتى مرحلة امتلاء الحبوب، ثمّ المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال كامل مرحلة امتلاء الحبوب، وبدون فروقات معنوية بينها (26.07، 26.28، 26.73غ على التوالي). ويمكن القول: أنّ متوسط عدد الحبوب في العرنوس، ومتوسط وزن المائة حبة يتحددان بكمية المادة الجافة المسخَرة لمرحلة النمو الثمري Portioning efficiency، وكفاءة نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب Translocation efficiency. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Banziger *et al.*, (2002). وتتوافق أيضاً مع ما توصل إليه الرويلي والعودة (2010)، اللذان بيّنا أنّ متوسط وزن المائة حبة في الذرة الصفراء كان الأدنى معنوياً في النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب.

**جدول رقم (15): متوسط وزن المائة حبة (غ) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة.**

| المعاملات | الشاهد المروي | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | إجهاد خلال مرحلة امتلاء | نسبة الانخفاض (%) | المتوسط | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الطرز | | | | | | الطراز | نسبة الانخفاض (%) |
| IL 80 T.C-2009 | 29.70 | 28.00 | 5.72 | 29.00 | 2.35 | 28.90 | 4.03 |
| IL 447 T.C-2009 | 21.28 | 16.20 | 23.87 | 19.20 | 9.77 | 18.89 | 16.82 |
| IL 309 T.C-2009 | 22.07 | 15.27 | 30.81 | 19.43 | 11.96 | 18.92 | 21.38 |
| IL 150 T.C-2009 | 26.37 | 24.27 | 7.96 | 24.60 | 6.71 | 25.08 | 7.33 |
| IL 495 T.C-2009 | 21.47 | 20.73 | 3.44 | 21.20 | 1.25 | 21.13 | 2.34 |
| IL 285 T.C-2009 | 28.57 | 21.57 | 24.29 | 22.57 | 21.00 | 24.23 | 22.64 |
| IL 259 T.C-2009 | 22.00 | 16.53 | 24.86 | 18.43 | 16.22 | 18.99 | 20.54 |
| IL 260 T.C-2009 | 23.33 | 17.57 | 24.68 | 20.00 | 14.27 | 20.30 | 19.47 |
| IL 491 T.C-2009 | 15.87 | 12.47 | 21.42 | 13.53 | 14.74 | 13.96 | 18.08 |
| IL 300 T.C-2009 | 16.43 | 15.37 | 6.45 | 15.00 | 8.70 | 15.60 | 7.57 |
| IL 293 T.C-2009 | 23.47 | 19.40 | 17.34 | 20.00 | 14.78 | 20.96 | 16.06 |
| IL 143 T.C-2009 | 21.90 | 16.50 | 24.65 | 19.40 | 11.41 | 19.27 | 18.03 |
| IL 130 T.C-2009 | 27.50 | 25.40 | 7.63 | 25.53 | 7.16 | 26.14 | 7.39 |
| IL 341 T.C-2009 | 19.13 | 11.70 | 41.61 | 11.63 | 39.20 | 13.98 | 40.40 |
| IL 516 T.C-2009 | 23.00 | 14.50 | 36.95 | 15.80 | 31.30 | 17.77 | 34.12 |
| IL 441 T.C-2009 | 33.27 | 32.47 | 2.40 | 31.00 | 6.94 | 32.24 | 4.67 |
| IL 327 T.C-2009 | 24.37 | 22.50 | 7.67 | 22.05 | 9.51 | 22.97 | 8.59 |
| IL 189 T.C-2009 | 26.00 | 25.47 | 2.03 | 26.40 | -1.53 | 25.96 | 0.25 |
| IL 128 T.C-2009 | 27.43 | 24.63 | 11.19 | 25.93 | 5.46 | 26.00 | 8.32 |
| IL 190 T.C-2009 | 31.00 | 27.43 | 11.51 | 29.63 | 4.41 | 29.36 | 7.96 |
| IL 218 T.C-2009 | 20.50 | 16.53 | 19.36 | 18.80 | 8.29 | 18.61 | 13.82 |
| IL 451 T.C-2009 | 25.43 | 24.00 | 5.62 | 24.43 | 3.93 | 24.62 | 4.77 |
| IL 195 T.C-2009 | 25.70 | 21.53 | 16.22 | 23.37 | 9.06 | 23.35 | 12.64 |
| IL 478 T.C-2009 | 19.27 | 17.43 | 9.54 | 11.47 | 40.47 | 16.06 | 25.00 |
| IL 1081 T.C-2009 | 38.37 | 31.37 | 18.24 | 33.00 | 13.99 | 34.24 | 16.11 |
| IL 492 T.C-2009 | 31.50 | 27.47 | 12.79 | 28.97 | 8.03 | 29.31 | 10.41 |
| IL 346 T.C-2009 | 23.57 | 14.40 | 38.90 | 16.37 | 30.54 | 18.11 | 34.72 |
| IL 273 T.C-2009 | 38.37 | 23.47 | 38.83 | 26.57 | 30.75 | 29.47 | 34.79 |
| IL 412 T.C-2009 | 23.57 | 14.47 | 38.60 | 22.47 | 4.66 | 20.17 | 21.63 |
| IL 440 T.C-2009 | 22.33 | 10.53 | 50.64 | 13.37 | 40.12 | 15.41 | 45.83 |
| IL 480 T.C-2009 | 31.57 | 25.50 | 19.22 | 29.70 | 5.92 | 28.92 | 12.57 |
| IL 446 T.C-2009 | 30.20 | 28.37 | 6.05 | 29.70 | 1.65 | 29.42 | 3.85 |
| IL 423 T.C-2009 | 20.33 | 0.00 | 100.00 | 16.53 | 18.69 | 12.29 | 59.34 |
| IL 350 T.C-2009 | 10.37 | 7.70 | 25.74 | 6.43 | 37.99 | 8.123 | 31.86 |
| IL 256 T.C-2009 | 30.00 | 24.63 | 17.90 | 25.50 | 15.00 | 26.71 | 16.45 |
| IL 74 T.C-2009 | 12.40 | 4.76 | 61.61 | 6.80 | 45.16 | 7.99 | 53.38 |
| IL 65 T.C-2009 | 27.40 | 26.00 | 5.10 | 26.47 | 3.39 | 26.62 | 4.24 |
| IL 288 T.C-2007 | 25.50 | 21.57 | 15.41 | 24.00 | 2.72 | 23.69 | 9.06 |
| IL 344 T.C-2007 | 35.93 | 33.87 | 5.24 | 34.00 | 5.37 | 34.60 | 5.30 |
| IL 448 T.C-2007 | 34.40 | 28.97 | 15.78 | 32.50 | 5.52 | 31.96 | 10.65 |
| IL 50 T.C-2007 | 23.37 | 19.50 | 16.55 | 18.70 | 19.98 | 20.52 | 18.26 |
| IL 43 T.C-2007 | 35.50 | 33.47 | 5.91 | 34.00 | 4.22 | 34.32 | 5.06 |
| IL 283 T.C-2007 | 14.37 | 11.40 | 0.48 | 11.50 | 19.97 | 12.43 | 10.18 |
| IL 8 T.C-2007 | 33.00 | 31.90 | 3.33 | 32.47 | 1.60 | 32.46 | 2.46 |
| IL 368 T.C-2007 | 30.70 | 27.40 | 10.74 | 24.50 | 20.19 | 27.53 | 15.46 |
| IL 63 T.C-2009 | 31.47 | 25.50 | 18.97 | 19.80 | 37.08 | 25.59 | 28.02 |
| IL 437 T.C-2009 | 21.53 | 19.43 | 8.68 | 19.80 | 8.03 | 20.26 | 8.35 |
| متوسط المعاملة | 25.55 | 20.82 | - | 22.16 | - | - | - |
| المتغير | الطرز | | المعاملات | | التفاعل | | |
| LSD (0.05) | 0.1245 | | 0.7216 | | 0.8462 | | |
| C.V (%) | 2.30 | | | | | | |

**9-1- الغلة الحبية (طن.هكتار$^{-1}$) Grain yield:**

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P< 0.05$) في صفة الغلة الحبية بين الطرز الوراثية، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول، 16). يُلاحظ أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى الطراز الوراثيIL 344 T.C-2009 (6.71 طن.هكتار$^{-1}$)، تلاه وبفروقات معنوية الطراز IL 1081 T.C-2009 (5.79 طن.هكتار$^{-1}$)، ثمّ الطرازان الوراثيان IL 448 T.C-2007 ، IL 43 T.C-2007 (4.07، 4.04 طن.هكتار$^{-1}$على التوالي لكل منهما) وبدون فروقات معنوية بينهما، ثمّ الطرازان IL8T.C-2007، IL441T.C-2009 (3.48، 3.42 طن.هكتار$^{-1}$لكلٍ منهما)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطراز الوراثي IL423T.C-2009(0.595 طن.هكتار$^{-1}$). ويُلاحظ أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى النباتات التي لم تتعرض للإجهاد المائي خلال كامل مراحل النمو (الشاهد) (2.81 طن.هكتار$^{-1}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (2.22 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (1.84 طن.هكتار$^{-1}$). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الطرز مع المعاملات، أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى الطراز IL344T.C-2007 في معاملة الشاهد المروي (8.87 طن.هكتار$^{-1}$)، تلاه وبدون فروقات معنوية الطراز IL1081T.C-2009 في معاملة الشاهد المروي (7.63 طن.هكتار$^{-1}$)، ثمّ الطراز IL344T.C-2007 في معاملة الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب (6.80 طن.هكتار$^{-1}$)، فالطراز الوراثيIL1081T.C-2009 (5.37 طن.هكتار$^{-1}$)، في معاملة الإجهاد خلال مرحلة الإزهار وبدون فروقات معنوية بين الأخيرين، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز IL423T.C-2009 في معاملة الإجهاد خلال مرحلة الإزهار، (0.00 طن.هكتار$^{-1}$) يُلاحظ مما تقدم، تفوق كل من الطرز IL344T.C-2007، IL448T.C-2007IL1081T.C-2009، IL43T.C-2007، IL8T.C-2007، IL441T.C-2009 في متوسط الغلة الحبية، ويُعزى ذلك إما إلى تفوقها في عدد العرانيس على النبات كما في الطراز IL8T.C-2007 (2.011 عرنوس . نبات$^{-1}$)، إذْ يُعد عدد العرانيس في النبات من المؤشرات المهمة المرتبطة بزيادة المكونات العددية للغلة الحبية، أو إلى امتلاكها حجم مسطح ورقي كبير حيث كانت الغلة الحيوية لدى كلٍ من الطراز IL344T.C-2007 (21.967 طن.هكتار$^{-1}$)، IL43T.C-2007 (19.276طن.هكتار$^{-1}$)، IL8T.C-2007 (16.400طن.هكتار$^{-1}$) مع استدامة في اخضرار الأوراق، حيث أبدى الطراز IL8T.C-2007 أقل شيخوخة للأوراق (1.5)، إذْ تتناسب كمية الأشعة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي (PAR) الممتصة طرداً مع حجم المسطح الورقي الأخضر إلى حدٍ معين، وخاصةً في

حال وجود هندسة ورقية مناسبة، إذْ يؤدي ذلك إلى تحسين كمية الطاقة الضوئية الممتصة من قبل جميع أوراق النبات، ومن ثمّ معدل تصنيع المركبات الغنية بالطاقة (ATP وNADPH) خلال تفاعلات الضوء، التي تُستعمل لاحقاً خلال تفاعلات الظلام، في تثبيت الكربون المعدني إلى كربوهيدرات (سكريات)، نظراً لأهمية الضوء في تحفيز انتقال الالكترونات في سلسلة نقل الالكترونات وخلق التدرج في الجهد الكيميائي والشاردي على جانبي غشاء الصّانعة الخضراء الداخلي الضروريان لتصنيع المركبات الغنية بالطاقة. وقد كانت أوراق كلاً من الطرز IL43T.C-2007، IL344T.C-2007، IL448T.C-2007 منتبجة وغير ملتفة. ويمكن أن يُعزى ذلك إلى مقدرة هذه الطرز على المحافظة على محتوى الماء النسبي داخل الأوراق (جهد الامتلاء) بسبب امتلاكها مجموع جذري كبير ومتشعب، حيث تتناسب كمية الماء الممتصة طرداً مع الشعيرات الجذرية الفعّالة في امتصاص الماء، أو نتيجة قدرتها على تصنيع الذائبات العضوية التوافقية وتجميعها ضمن سيتوبلازما الخلية النباتية. وقد كان حجم النورة المذكرة الأدنى لدى كلٍ من الطرز IL1081T.C-2009، IL448T.C-2007 (1.5 لكلٍ منها) حسب المقياس المعتمد في الدراسة، ويمكن أن يكون حجم النورة المذكرة الصغير نسبياً بالمقارنة مع الطرز الأخرى قد أدّى دوراً ايجابياً في زيادة الغلة الحبية من خلال زوال التأثير الفيزيائي لكبر حجم النورة في تظليل الأوراق العلوية للنبات والتأثير في كمية الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأوراق، لاسيما خلال فترة الظهيرة، وكذلك إلى عدم منافسة أجزاء النبات المختلفة للعرانيس على نواتج التمثيل الضوئي. وقد كان عدد الحبوب بالعرنوس الأعلى معنوياً لدى كلٍ من الطرز IL43T.C-2007(362.90 حبة)، والطراز IL344T.C-2007 (423.30 حبة)، ولدى الطراز IL8T.C-2007 (308 حبة)، وكان طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث الأدنى معنوياً لدى الطراز IL43T.C-2007 (1.5 يوم)، ما زاد من توافق تشكيل النورات المذكرة والمؤنثة، والنضج المتزامن للمآبر والمياسم، ما حسّن من نسبة الأزهار المخصبة التي يمكن أن تتطور وتعطي حبوباً. وقد امتلك الطرازان IL344T.C-2007، IL43T.C-2007 أعلى متوسط وزن للمائة حبة (34.60غ، 34.32غ لكلٍ منهما) لامتلاكهما حجم مسطح ورقي كبير فعّال في عملية التمثيل الضوئي، أدّى إلى تصنيع وإتاحة كمية كبيرة من المادة الجافة خلال فترة امتلاء الحبوب، لاسيما وأنّهما حافظا على نسبة أعلى من الأوراق التي بقيت خضراء حتى مرحلة متأخرة من فترة امتلاء الحبوب وهذا يعود إلى كفاءتها العالية في المحافظة على محتوى الخلايا النباتية المائي من خلال امتصاص كمية أكبر من الماء، ما يؤدي إلى زيادة معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي إلى الحبوب، لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج عملية التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب ( Fricke *et al*., 2004).

**جدول رقم (16): متوسط الغلة الحبية (طن.هكتار$^{-1}$) لدى طرز الذرة الصفراء المدروسة.**

| المعاملات | الشاهد المروي | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | نسبة الانخفاض (%) | المتوسط | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الطرز | | | | | | الطراز | نسبة الانخفاض(%) |
| IL 80 T.C-2009 | 3.09 | 2.01 | 34.91 | 2.15 | 30.25 | 2.41 | 32.58 |
| IL 447 T.C-2009 | 2.64 | 1.43 | 45.78 | 2.11 | 20.12 | 2.06 | 32.95 |
| IL 309 T.C-2009 | 1.20 | 0.28 | 76.29 | 0.95 | 20.71 | 0.81 | 48.50 |
| IL 150 T.C-2009 | 3.46 | 1.69 | 51.05 | 1.94 | 43.97 | 2.36 | 47.51 |
| IL 495 T.C-2009 | 2.69 | 0.88 | 67.02 | 2.51 | 6.68 | 2.03 | 36.85 |
| IL 285 T.C-2009 | 3.56 | 2.53 | 28.92 | 2.40 | 32.63 | 2.83 | 30.77 |
| IL 259 T.C-2009 | 1.81 | 1.16 | 35.83 | 1.78 | 1.54 | 1.58 | 18.68 |
| IL 260 T.C-2009 | 2.82 | 2.70 | 4.14 | 2.15 | 23.60 | 2.79 | 13.88 |
| IL 491 T.C-2009 | 2.89 | 1.58 | 45.16 | 2.65 | 8.32 | 2.37 | 26.74 |
| IL 300 T.C-2009 | 3.74 | 2.56 | 31.47 | 2.64 | 29.22 | 2.98 | 30.34 |
| IL 293 T.C-2009 | 1.84 | 1.74 | 5.63 | 1.76 | 4.55 | 1.78 | 5.09 |
| IL 143 T.C-2009 | 2.44 | 0.57 | 76.42 | 0.64 | 73.84 | 1.22 | 75.13 |
| IL 130 T.C-2009 | 2.70 | 2.58 | 4.58 | 2.63 | 2.73 | 2.63 | 3.65 |
| IL 341 T.C-2009 | 2.87 | 1.42 | 50.52 | 1.64 | 42.61 | 1.97 | 46.56 |
| IL 516 T.C-2009 | 1.47 | 1.04 | 29.03 | 1.31 | 11.05 | 1.27 | 20.04 |
| IL 441 T.C-2009 | 3.84 | 3.04 | 10.79 | 3.38 | 12.06 | 3.42 | 11.42 |
| IL 327 T.C-2009 | 2.39 | 1.94 | 18.56 | 2.15 | 9.87 | 2.13 | 14.21 |
| IL 189 T.C-2009 | 2.21 | 1.83 | 17.27 | 1.41 | 36.12 | 1.81 | 26.70 |
| IL 128 T.C-2009 | 3.00 | 0.57 | 80.87 | 1.42 | 52.59 | 1.66 | 66.73 |
| IL 190 T.C-2009 | 2.54 | 2.10 | 17.04 | 1.83 | 27.79 | 2.15 | 22.42 |
| IL 218 T.C-2009 | 1.23 | 0.40 | 67.23 | 1.14 | 6.88 | 0.96 | 37.06 |
| IL 451 T.C-2009 | 1.73 | 1.28 | 26.26 | 1.53 | 11.75 | 1.51 | 19.00 |
| IL 195 T.C-2009 | 3.50 | 2.23 | 36.11 | 2.40 | 31.52 | 2.71 | 33.82 |
| IL 478 T.C-2009 | 1.83 | 1.06 | 42.17 | 1.22 | 33.06 | 1.37 | 37.61 |
| IL 1081 T.C-2009 | 7.63 | 5.37 | 29.60 | 4.38 | 42.64 | 5.79 | 36.12 |
| IL 492 T.C-2009 | 1.69 | 1.68 | 0.17 | 1.57 | 7.15 | 1.61 | 3.66 |
| IL 346 T.C-2009 | 2.77 | 1.61 | 41.73 | 2.48 | 10.46 | 2.28 | 26.10 |
| IL 273 T.C-2009 | 3.28 | 2.38 | 27.40 | 2.29 | 30.26 | 2.65 | 28.83 |
| IL 412 T.C-2009 | 2.53 | 1.68 | 33.60 | 2.40 | 5.28 | 2.16 | 19.44 |
| IL 440 T.C-2009 | 1.79 | 1.61 | .9.92 | 1.34 | 24.93 | 1.58 | 17.42 |
| IL 480 T.C-2009 | 1.29 | 1.09 | .15.10 | 1.13 | 12.23 | 1.17 | 13.67 |
| IL 446 T.C-2009 | 2.70 | 0.44 | 83.62 | 2.14 | 20.61 | 1.76 | 52.11 |
| IL 423 T.C-2009 | 0.94 | 0.00 | 100.00 | 0.84 | 9.99 | 0.59 | 54.99 |
| IL 350 T.C-2009 | 1.64 | 0.76 | 53.69 | 1.52 | 7.53 | 1.31 | 30.61 |
| IL 256 T.C-2009 | 3.18 | 2.35 | 25.97 | 2.80 | 11.66 | 2.78 | 18.80 |
| IL 74 T.C-2009 | 1.20 | 0.25 | 79.17 | 1.16 | 3.81 | 0.87 | 41.49 |
| IL 65 T.C-2009 | 3.32 | 2.66 | 19.98 | 3.23 | 2.67 | 3.07 | 11.33 |
| IL 288 T.C-2007 | 3.01 | 2.29 | 24.03 | 2.42 | 19.68 | 2.57 | 21.85 |
| IL 344 T.C-2007 | 8.87 | 4.46 | 49.68 | 6.80 | 23.30 | 6.71 | 36.49 |
| IL 448 T.C-2007 | 4.23 | 3.89 | 8.04 | 4.08 | 3.68 | 4.07 | 5.86 |
| IL 50 T.C-2007 | 3.46 | 1.27 | 63.23 | 2.22 | 35.72 | 2.321 | 49.48 |
| IL 43 T.C-2007 | 4.41 | 3.67 | 16.74 | 4.08 | 7.36 | 4.04 | 12.05 |
| IL 283 T.C-2007 | 2.20 | 1.21 | 44.63 | 1.73 | 21.04 | 1.71 | 32.84 |
| IL 8 T.C-2007 | 3.62 | 3.35 | 7.55 | 3.42 | 5.65 | 3.48 | 6.60 |
| IL 368 T.C-2007 | 3.23 | 2.45 | 24.21 | 2.97 | 7.91 | 2.86 | 16.06 |
| IL 63 T.C-2009 | 2.14 | 1.70 | 20.66 | 1.36 | 36.66 | 1.81 | 28.66 |
| IL 437 T.C-2009 | 1.32 | 1.27 | 3.20 | 1.23 | 5.64 | 1.27 | 4.420 |
| متوسط المعاملة | 2.81 | 1.83 | - | 2.22 | - | - | - |
| المتغير | الطرز | | المعاملات | | التفاعل | | |
| LSD (0.05) | 0.1067 | | 0.2349 | | 0.1611 | | |
| C.V (%) | 4.41 | | | | | | |

**1-10- دليل الحصاد (%) Harvest index:**

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P< 0.05$) في صفة دليل الحصاد بين الطرز الوراثية، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما (الجدول،17). يُلاحظ أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً لدى الطراز الوراثيIL 1081T.C-2009(49.67%)، تلاه الطرازان الوراثيان IL441T.C-2009، IL8T.C-2007 (46.67%،45.67%على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما،ثمّ الطراز الوراثي IL448T.C-2007 (43.33 %)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرازان الوراثيانIL423T.C-2009، IL150T.C-2009، ( 2.77% 4.88%، لكلٍ منهما على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما. ويُلاحظ أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (36.51 %)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية النباتات التي لم تتعرض للإجهاد المائي خلال كامل حياة النبات (الشاهد) (29.88 %)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار(20.41%) وبفروقات معنوية بين الأخيرين. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع المعاملات، أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز الوراثي IL1081T.C2009 التي لم تتعرّض للإجهاد المائي خلال كامل مراحل النمو، وعندما تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (58.00،56.00% لكلٍ منهما على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، تلاها وبفروقاتٍ معنوية نباتات الطرز الوراثية IL441 T.C-2009،IL448 T.C-2007،IL8 T.C-2007 في معاملة الشاهد (49.00، 48.00، 48.00% لكلٍ منهما على التوالي) وبدون فروقات معنوية بين الأخيرة، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز الوراثي IL423 T.C-2009 التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (0.00%)، حيث كانت عرانيس نبات هذا الطراز فارغة تماماً في هذه المعاملة. توافقت هذه النتائج مع ما توصلت إليه الرويلي (2008)، حيث بيّنت أنّ صفة دليل الحصاد لم تتأثر معنوياً عند تعرض النباتات للإجهاد المائي خلال مراحل البادرة والنمو الخضري والنضج (38.75، 39.21، 39.71% على التوالي)، في حين سبَب تعرض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار تراجعاً معنوياً في صفة دليل الحصاد (36.35%). وعزت ذلك بشكلٍ رئيس إلى انخفاض متوسط عدد الصفوف في العرنوس، وعدد الحبوب في الصف

الواحد نتيجة فشل عملية التلقيح والإخصاب، ومن ثمّ العقد، مما يؤدي إلى زيادة نسبة الزهيرات المجهضة، وتراجع متوسط عدد الحبوب المتشكلة كأحد أهم المكونات العددية Numerical components المحددة لغلة المحصول الحبية. وتتوافق أيضاً مع نتائج خليفة (2011)، حيث بيّن أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأدنى معنوياً في النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال النصف الأول من مرحلة الإزهار، وخلال مرحلة امتلاء الحبوب، لدى الصنف غوطة1 خلال الموسم الزراعي الثاني (36.03%). وتتوافق هذه النتائج أيضاً مع ماتوصل إليه الرويلي والعودة (2010)، وكذلك مع ماتوصل إليه Pandey وزملاؤه (2000).

**جدول رقم (17): متوسط دليل الحصاد (%) لطرز الذرة الصفراء المدروسة.**

| المعاملات | الشاهد المروي | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | نسبة الانخفاض (%) | المتوسط | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الطرز | | | | | | الطراز | نسبة الانخفاض (%) |
| IL 80 T.C-2009 | 19.00 | 18.00 | 5.26 | 15.00 | 21.05 | 17.33 | 13.15 |
| IL 447 T.C-2009 | 18.00 | 8.00 | 55.55 | 14.00 | 22.22 | 13.33 | 38.88 |
| IL 309 T.C-2009 | 15.00 | 2.00 | 86.66 | 15.00 | 0.00 | 10.67 | 43.33 |
| IL 150 T.C-2009 | 12.00 | 1.333 | 88.89 | 1.333 | 88.89 | 4.88 | 88.89 |
| IL 495 T.C-2009 | 30.00 | 20.00 | 33.33 | 28.00 | 6.66 | 26.00 | 19.99 |
| IL 285 T.C-2009 | 39.00 | 26.00 | 33.33 | 35.00 | 10.25 | 33.33 | 21.79 |
| IL 259 T.C-2009 | 39.00 | 25.00 | 35.89 | 37.00 | 5.12 | 33.67 | 20.50 |
| IL 260 T.C-2009 | 25.00 | 13.00 | 48.00 | 21.00 | 16.00 | 19.67 | 32.00 |
| IL 491 T.C-2009 | 32.00 | 26.00 | 18.75 | 30.00 | 6.25 | 29.33 | 12.50 |
| IL 300 T.C-2009 | 33.00 | 28.00 | 15.15 | 32.00 | 3.03 | 31.00 | 9.09 |
| IL 293 T.C-2009 | 34.00 | 31.00 | 8.82 | 32.00 | 5.88 | 32.33 | 7.35 |
| IL 143 T.C-2009 | 16.00 | 11.00 | 31.25 | 17.00 | -6.25 | 14.67 | 12.50 |
| IL 130 T.C-2009 | 34.00 | 19.00 | 44.11 | 30.00 | 11.76 | 27.67 | 27.93 |
| IL 341 T.C-2009 | 38.00 | 28.00 | 26.31 | 35.00 | 7.89 | 33.67 | 17.10 |
| IL 516 T.C-2009 | 22.00 | 5.00 | 77.27 | 22.00 | 0.00 | 16.33 | 38.63 |
| IL 441 T.C-2009 | 49.00 | 47.00 | 4.08 | 44.00 | 10.20 | 46.67 | 7.14 |
| IL 327 T.C-2009 | 33.00 | 19.00 | 42.42 | 33.00 | 0.00 | 28.33 | 21.21 |
| IL 189 T.C-2009 | 22.00 | 12.00 | 45.45 | 21.00 | 4.54 | 18.33 | 24.99 |
| IL 128 T.C-2009 | 16.00 | 4.00 | 75.00 | 13.33 | 16.68 | 11.11 | 45.84 |
| IL 190 T.C-2009 | 19.00 | 9.00 | 52.63 | 16.00 | 15.78 | 14.66 | 34.20 |
| IL 218 T.C-2009 | 17.00 | 5.00 | 70.58 | 13.00 | 23.52 | 11.66 | 47.05 |
| IL 451 T.C-2009 | 28.00 | 24.30 | 13.10 | 24.33 | 13.10 | 25.56 | 13.16 |
| IL 195 T.C-2009 | 42.00 | 33.00 | 21.42 | 34.00 | 19.04 | 36.33 | 20.23 |
| IL 478 T.C-2009 | 39.00 | 21.00 | 46.15 | 31.00 | 20.51 | 30.33 | 48.33 |
| IL 1081 T.C-2009 | 58.00 | 56.00 | 3.44 | 35.00 | 39.65 | 49.67 | 21.54 |
| IL 492 T.C-2009 | 7.00 | 5.00 | 28.57 | 7.00 | 0.00 | 6.33 | 14.28 |
| IL 346 T.C-2009 | 10.00 | 6.00 | 40.00 | 7.00 | 30.00 | 7.66 | 35.00 |
| IL 273 T.C-2009 | 35.00 | 16.00 | 54.28 | 35.00 | 0.00 | 28.67 | 27.14 |
| IL 412 T.C-2009 | 39.00 | 31.00 | 20.51 | 29.00 | 25.64 | 33.00 | 23.07 |
| IL 440 T.C-2009 | 34.00 | 22.00 | 35.29 | 33.00 | 2.94 | 29.67 | 19.11 |
| IL 480 T.C-2009 | 24.00 | 23.00 | 4.16 | 23.00 | 4.16 | 23.33 | 4.16 |
| IL 446 T.C-2009 | 38.00 | 27.00 | 28.94 | 30.00 | 21.05 | 31.67 | 24.99 |
| IL 423 T.C-2009 | 4.333 | 0.00 | 100.00 | 4.00 | 7.68 | 2.77 | 53.84 |
| IL 350 T.C-2009 | 47.00 | 21.67 | 53.89 | 36.00 | 23.40 | 34.89 | 38.64 |
| IL 256 T.C-2009 | 15.00 | 7.00 | 53.33 | 13.00 | 13.33 | 11.67 | 33.33 |
| IL 74 T.C-2009 | 47.00 | 16.00 | 65.95 | 23.00 | 51.06 | 28.67 | 58.50 |
| IL 65 T.C-2009 | 22.00 | 20.00 | 9.09 | 21.00 | 4.54 | 21.00 | 6.81 |
| IL 288 T.C-2007 | 33.00 | 12.00 | 63.63 | 23.00 | 30.30 | 22.67 | 46.96 |
| IL 344 T.C-2007 | 42.00 | 31.00 | 26.19 | 38.00 | 9.52 | 37.00 | 17.85 |
| IL 448 T.C-2007 | 48.00 | 46.00 | 4.16 | 36.00 | 25.00 | 43.33 | 14.58 |
| IL 50 T.C-2007 | 28.00 | 8.00 | 71.42 | 22.00 | 21.42 | 19.33 | 46.42 |
| IL 43 T.C-2007 | 29.00 | 40.00 | -37.93 | 41.00 | -41.37 | 36.67 | -39.65 |
| IL 283 T.C-2007 | 37.00 | 21.00 | 34.24 | 23.00 | 37.83 | 27.00 | 40.53 |
| IL 8 T.C-2007 | 48.00 | 43.00 | 10.41 | 46.00 | 4.16 | 45.67 | 7.28 |
| IL 368 T.C-2007 | 41.00 | 20.00 | 51.21 | 18.00 | 56.09 | 26.33 | 53.65 |
| IL 63 T.C-2009 | 13.00 | 12.00 | 7.69 | 12.00 | 7.69 | 12.33 | 7.69 |
| IL 437 T.C-2009 | 34.00 | 27.00 | 20.58 | 29.00 | 14.70 | 30.00 | 17.64 |
| متوسط المعاملة | 29.88 | 20.41 | - | 36.51 | - | - | - |
| المتغير | | الطرز | | المعاملات | | التفاعل | |
| LSD (0.05) | | 0.2016 | | 0.7606 | | 1.382 | |
| C.V (%) | | | | 61.41 | | | |

**التثقيل النوعي للصفات المدروسة:**

نُفذت التجربة الأولى بهدف تقييم أداء 47 طرازاً وراثياً من الذرة الصفراء استجابةً لظروف الإجهاد المائي المطبق خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب، بناءً على بعض الصفات المناسبة لطبيعة الإجهاد والمرحلة من حياة النبات التي يُطبق خلالها الإجهاد المائي، بهدف اختيار الطرز الوراثية الأكثر تحملاً للجفاف خلال تلك المرحلتين المهمتين من حياة المحصول. وحقيقةً، فإنّ عملية الاختيار للسلالات المتفوقة تمّت وفق آلية تثقيل متعارف عليها في برامج التربية والتحسين الوراثي لتحمل الجفاف في محصول الذرة الصفراء Typical weights allocated in a drought breeding program، على النحو الآتي:

الزيادة (+) في الغلة الحبية تُعطى قيمة 5، والزيادة (+) في عدد العرانيس في النبات تُعطى القيمة 3، والتقليل (−) في طول الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والمؤنثة يُعطى قيمة 2، وتقليل (−) شيخوخة الأوراق يُعطى قيمة 2، وتقليل (−) حجم النورة المذكرة يُعطى قيمة 2، وتقليل (−) التفاف الأوراق يُعطى القيمة 1. وبناءً على ذلك، تمّ انتخاب السلالات الست التي اعتمدت كآباء (الجدول،5) بالاعتماد على مجموع العلامات الواردة في الجدول (18)، وأجري تهجين نصف تبادلي بين هذه السلالات واستنبطت الهجن الخمسة عشر(الجدول، 7) التي قُيمت تحت ثلاث معاملات من الري، ثمّ دُرست المؤشرات الوراثية الواردة في مواد البحث وطرائقه.

جدول رقم (18): الثقل النوعي للصفات المدروسة.

| الصفة | الغلة الحبية | عدد العرانيس | الفاصل الزمني | الشيخوخة | حجم النورة المذكرة | التفاف الأوراق | المجموع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الثقل النوعي للصفة | (+5) | (+3) | (-2) | (-2) | (-2) | (-1) | |
| IL 80 T.C-2009 | 3.50 | 1.75 | 0.50 | 1 | 1.5 | 0.50 | 8.50 |
| IL 447 T.C-2009 | 3.50 | 1.75 | 0.25 | 1.25 | 0.75 | 0.50 | 7.75 |
| IL 309 T.C-2009 | 2.75 | 2 | 1 | 1 | 0.50 | 1 | 7.50 |
| IL 150 T.C-2009 | 3 | 1.75 | 1 | 1.25 | 1.5 | 0.25 | 7.75 |
| IL 495 T.C-2009 | 3.25 | 1.75 | 1 | 1.5 | 0.75 | 0.50 | 8.75 |
| IL 285 T.C-2009 | 3.75 | 2 | 1 | 1.5 | 0.75 | 0.50 | 8.50 |
| IL 259 T.C-2009 | 4.25 | 1.75 | 1.5 | 1.5 | 0.75 | 0.75 | 9.50 |
| IL 260 T.C-2009 | 4.50 | 1.5 | 1 | 1 | 1.25 | 0.25 | 8.25 |
| IL 491 T.C-2009 | 3.75 | 1.25 | 1.5 | 1.5 | 1.25 | 0.50 | 9.50 |
| IL 300 T.C-2009 | 3.75 | 1.75 | 1 | 1 | 1.5 | 0.50 | 9.00 |
| IL 293 T.C-2009 | 4 | 3 | 1.5 | 1 | 0.75 | 0.50 | 9.25 |
| IL 143 T.C-2009 | 1.50 | 1 | 1.5 | 1 | 0.75 | 0.50 | 5.75 |
| IL 130 T.C-2009 | 4 | 1.75 | 0.50 | 1 | 0.75 | 0.50 | 7.00 |
| IL 341 T.C-2009 | 3 | 1.75 | 1.5 | 1 | 0.75 | 0.50 | 7.50 |
| IL 516 T.C-2009 | 4 | 1.5 | 1 | 1.5 | 0.50 | 0.25 | 8.00 |
| IL 441 T.C-2009 | 4.75 | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 1 | 11.50 |
| IL 327 T.C-2009 | 4.50 | 3 | 1 | 1.5 | 0.75 | 0.50 | 10.00 |
| IL 189 T.C-2009 | 3.75 | 1.5 | 1 | 1.5 | 0.75 | 0.75 | 9.00 |
| IL 128 T.C-2009 | 2 | 1.5 | 1 | 2 | 0.25 | 0.25 | 8.50 |
| IL 190 T.C-2009 | 4 | 1.75 | 1 | 1 | 0.50 | 0.50 | 8.00 |
| IL 218 T.C-2009 | 3.25 | 1.5 | 1 | 1 | 1.25 | 0.75 | 8.75 |
| IL 451 T.C-2009 | 4.25 | 1.5 | 1 | 1.5 | 1.25 | 0.75 | 9.25 |
| IL 195 T.C-2009 | 3.50 | 1.75 | 1 | 1 | 0.75 | 0.50 | 8.25 |
| IL 478 T.C-2009 | 3.25 | 1.5 | 1.5 | 1.25 | 0.75 | 0.50 | 8.75 |
| IL 1081 T.C-2009 | 3.25 | 1 | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 1 | 10.50 |
| IL 492 T.C-2009 | 4 | 1.75 | 0.75 | 1.5 | 0.75 | 0.50 | 7.75 |
| IL 346 T.C-2009 | 3.75 | 1.25 | 1.5 | 1.5 | 0.25 | 0.25 | 8.00 |
| IL 273 T.C-2009 | 3.75 | 1.5 | 1.5 | 1 | 1 | 0.50 | 8.75 |
| IL 412 T.C-2009 | 4.25 | 1.5 | 0.25 | 1.5 | 0.75 | 0.25 | 7.50 |
| IL 440 T.C-2009 | 4.25 | 1.25 | 1.5 | 1.5 | 0.25 | 0.50 | 8.25 |
| IL 480 T.C-2009 | 4.50 | 1.75 | 0 | 1.5 | 0.75 | 1 | 8.25 |
| IL 446 T.C-2009 | 2.50 | 2 | 0 | 1.5 | 0.75 | 1 | 6.25 |
| IL 423 T.C-2009 | 2.50 | 1.25 | 1.5 | 1.5 | 0.75 | 1 | 7.00 |
| IL 350 T.C-2009 | 3.75 | 1 | 1.25 | 1.5 | 0.50 | 0.50 | 8.00 |
| IL 256 T.C-2009 | 4.25 | 2 | 1 | 1.5 | 0.50 | 0.50 | 8.75 |
| IL 74 T.C-2009 | 3 | 1.25 | 1 | 1 | 0.75 | 0.50 | 6.50 |
| IL 65 T.C-2009 | 4.75 | 1.75 | 1 | 1.5 | 1.5 | 0.50 | 9.75 |
| IL 288 T.C-2007 | 4 | 1.75 | 1 | 1.5 | 1.5 | 1 | 10.00 |
| IL 344 T.C-2007 | 3.25 | 1.75 | 1 | 1.5 | 1.5 | 1 | 10.25 |
| IL 448 T.C-2007 | 5 | 2 | 1.75 | 1.75 | 1.5 | 1 | 11.50 |
| IL 50 T.C-2007 | 2.75 | 1.75 | 1.5 | 1.5 | 0.75 | 1 | 8.50 |
| IL 43 T.C-2007 | 4.50 | 1.75 | 2 | 1.5 | 2 | 1 | 11.75 |
| IL 283 T.C-2007 | 3.50 | 1.25 | 1 | 1.5 | 0.50 | 1 | 8.50 |
| IL 8 T.C-2007 | 4.75 | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 1.5 | 1 | 11.25 |
| IL 368 T.C-2007 | 4.25 | 2 | 1 | 1.5 | 0.75 | 1 | 9.50 |
| IL 63 T.C-2009 | 3.75 | 1.75 | 1 | 1.5 | 0.75 | 1 | 9.25 |
| IL 437 T.C-2009 | 4 | 1.75 | 1 | 1 | 0.50 | 1 | 7.75 |

**ثانياً: تقييم أداء 15 هجيناً استجابة لظروف الإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب**

**1-2- عدد العرانيس في النبات (عرنوس . نبات$^{-1}$) Ears per plant:**

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P < 0.05$) في صفة عدد العرانيس في النبات بين الهجن، والمعاملات، والتفاعلات المتبادلة بينهما (الجدول، 19). كان متوسط عدد العرانيس في النبات الأعلى معنوياً لدى الهجين ($P_1 \times P_2$) (1.17 عرنوس .نبات$^{-1}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية كلاً من الهجن ($P_2 \times P_5$)،($P_3 \times P_4$)، ($P_2 \times P_6$) (1.11، 1.12، 1.11) عرنوس . نبات$^{-1}$ لكل منها على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الهجين ($P_4 \times P_6$) (1.00 عرنوس . نبات$^{-1}$). ويُلاحظ أنّ متوسط عدد العرانيس في النبات كان الأعلى معنوياً عندما رُويت النباتات خلال جميع مراحل النمو (الشاهد)، وعندما تعرّضتْ النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب فقط (1.07، 1.10 عرنوس .نبات$^{-1}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً عندما تعرّضتْ النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (1.03 عرنوس . نبات$^{-1}$). يمكن أن يؤدي الجفاف خلال مرحلة الإزهار إلى إجهاض البويضات، وتقليل حيوية حبوب اللقاح Pollen grain viability، وعادةً ما تفشلْ النباتات في تشكيل الحرائر Silks بالطول الكافي، بسبب تباطؤ معدلات النمو، ويمكن حتى أن تُجهض الحبوب المتشكلة بعد عملية الإخصاب، بسبب كون كمية نواتج التمثيل الضوئي المتاحة دون الحد الأدنى اللازم لتطور البويضات الملقحة بشكلٍ طبيعي، ما يُؤدي إلى موت العرنوس بكامله، وإعطاء نباتاتٍ خالية تماماً من الأجزاء الاقتصادية (Westgate and Bassetti, 1991). عموماً، يؤدي تعرض نباتات الذرة الصفراء لفتراتٍ طويلة أو متوسطة من الإجهاد المائي خلال مرحلة التلقيح إلى إعطاء عرانيس فارغة، وذلك إمّا نتيجة عدم تلقيح الأزهار القمية الخصبة، أو لأنّها أُجهضت بعد التلقيح. ويؤدي حدوث الجفاف قبيل تشكل الأزهار المذكرة Tassel والنورات المؤنثة Silk إلى تشكل عرانيس صغيرة الحجم (Edmeades *et al*., 1993). تتوافق هذه النتائج مع ما توصلتْ إليه الرويلي (2008) والخليفة (2011) في محصول الذرة الصفراء.

ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع المعاملات، أنّ متوسط عدد العرانيس في النبات كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجين ($P_1 \times P_2$)، التي رويت خلال كامل مراحل النمو، وعندما تعرّضت للإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب فقط، ونباتات الهجين ($P_2 \times P_6$) التي تعرّضتْ للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (1.23 عرنوس . نبات$^{-1}$ لكل منها على

التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجن ($P_4 \times P_6$) ($P_3 \times P_6$) ($P_1 \times P_4$) ($P_5 \times P_6$) ($P_2 \times P_4$) ($P_2 \times P_3$) ($P_3 \times P_5$) ($P_2 \times P_6$) ($P_2 \times P_5$) (P1×P3) لكلٍ من معاملة الشاهد المروي، والإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، والإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (1.00 عرنوس . نبات$^{-1}$ لكل منها ). تتفق هذه النتائج مع نتائج البحاثة Tollenaar *et al.*, (1997)، الذين بينوا أنَّ هجن الذرة الصفراء التي استنبطت لتحمل الجفاف خلال فترة منتصف موسم النمو Mid-season drought قد أبدت تراجعاً أقل في عدد الزهيرات الخصبة والعرانيس المجهضة تحت ظروف الجفاف، ما أدّى إلى زيادة كفاءتها الإنتاجية. ولوحظ أنّ الانتخاب لتحمل الجفاف خلال منتصف موسم النمو قد أدّى إلى زيادة الغلة الحبية عند مستويات الآزوت المختلفة، بسبب زيادة كلٍ من عدد العرانيس في النبات ووزن الحبوب. وارتبطت زيادة عدد العرانيس في النبات مع تقصير طول الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والنورات المؤنثة (ASI) في المجتمعات النباتية المتحملة (Edmeades *et al*., 1993; Chapman and Edmeades, 1999). ويحدث عادةً إجهاض البويضات والحبوب الحديثة التكوين ابتداءً من الأسبوع الأول قبل ظهور الحرائر وحتى أسبوعين بعدها. ويُعزى إجهاض العرانيس حديثة التكوين تحت ظروف الجفاف إلى تراجع معدل التمثيل الضوئي وإنتاج المادة الجافة، وتراجع معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي إلى البويضات المخصبة، بسبب انخفاض كمية الماء الذي يُعد بمنزلة الناقل الوحيد لنواتج عملية التمثيل الضوئي من المصدر Source (الأوراق، والسوق) إلى المصب Sink (العرانيس) (Zinselmeier *et al*., 1995a,b). ويؤدي الجفاف أيضاً بالإضافة إلى تخفيض معدل التمثيل الضوئي، إلى تقليل فعّالية الأنزيم Invertase في المبايض Ovaries، ما يؤدي إلى تقليل معدل انتقال السكريات البسيطة السداسية Hexose sugars إلى المبايض واستنزاف مدخراتها النشوية، الأمر الذي يؤدي إلى إجهاضها، ومن ثمّ تراجع عدد العرانيس المتشكلة (Zinselmeier *et al*., 2000).

**جدول رقم (19): عدد العرانيس في النبات (عرنوس . نبات$^{-1}$) للهجن المستنبطة.**

| المعاملات | | | | | | | المتوسط | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهجن | الشاهد المروي | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | نسبة الانخفاض (%) | الطراز | نسبة الانخفاض (%) |
| $P_1 \times P_2$ | 1.23 | 1.06 | 13.46 | 1.23 | 0.00 | 1.17 | 6.73 |
| $P_1 \times P_3$ | 1.00 | 1.03 | -3.30 | 1.03 | -3.30 | 1.02 | -3.30 |
| $P_1 \times P_4$ | 1.00 | 1.06 | -6.70 | 1.00 | 0.00 | 1.02 | -3.35 |
| $P_1 \times P_5$ | 1.03 | 1.10 | -6.48 | 1.10 | -6.48 | 1.07 | -6.48 |
| $P_1 \times P_6$ | 1.06 | 1.06 | 0.00 | 1.16 | -9.37 | 1.10 | -4.68 |
| $P_2 \times P_3$ | 1.06 | 1.00 | 6.27 | 1.06 | 0.00 | 1.04 | 3.13 |
| $P_2 \times P_4$ | 1.16 | 1.03 | 11.48 | 1.00 | 14.31 | 1.06 | 12.89 |
| $P_2 \times P_5$ | 1.20 | 1.00 | 16.66 | 1.13 | 5.58 | 1.11 | 11.12 |
| $P_2 \times P_6$ | 1.13 | 1.00 | 11.73 | 1.23 | -8.82 | 1.12 | 1.45 |
| $P_3 \times P_4$ | 1.13 | 1.06 | 5.82 | 1.13 | 0.00 | 1.11 | 2.91 |
| $P_3 \times P_5$ | 1.00 | 1.10 | -10.00 | 1.00 | 0.00 | 1.03 | -5.00 |
| $P_3 \times P_6$ | 1.06 | 1.00 | 6.27 | 1.16 | -9.37 | 1.07 | -1.55 |
| $P_4 \times P_5$ | 1.03 | 1.06 | -3.29 | 1.16 | -12.97 | 1.08 | -8.13 |
| $P_4 \times P_6$ | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| $P_5 \times P_6$ | 1.13 | 1.00 | 11.73 | 1.13 | 0.00 | 1.08 | 5.86 |
| غوطة82 | 1.03 | 1.03 | 0.00 | 1.13 | -9.68 | 1.06 | -4.84 |
| باسل1 | 1.03 | 1.03 | 0.00 | 1.10 | -6.48 | 1.05 | -3.24 |
| متوسط المعاملة | 1.07 | 1.03 | - | 1.10 | - | - | |
| المتغير | الطرز | | المعاملات | | التفاعل | | |
| LSD (0.05) | 0.1067 | | 0.05498 | | 0.1848 | | |
| C.V% | 10.50 | | | | | | |

## 2 -2- شيخوخة الأوراق (استدامة اخضرار الأوراق):

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) في صفة شيخوخة الأوراق بين الهجن، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما. كان متوسط شيخوخة الأوراق الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجين ($P_5 \times P_6$)، والشاهد المحلي، الصنف غوطة 82، والهجين الفردي باسل1 (3.00 بحسب المقياس الذي اعتمد في الدراسة)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية نباتات الهجينين ($P_3 \times P_6$) ($P_4 \times P_6$) (2.50 لكل منها)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجن ($P_1 \times P_2$) ($P_1 \times P_3$)، ($P_1 \times P_4$)، ($P_2 \times P_3$)، ($P_2 \times P_4$)، ($P_3 \times P_4$) (1.50 لكلٍ منها)، أي أنّ هذه الطرز اتسمت بكفاءة أكبر في المحافظة على استدامة اخضرار الأوراق. ويُلاحظ أنّ متوسط شيخوخة الأوراق كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب (2.64) في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي رويت خلال كامل دورة حياة المحصول (1.47) (الجدول، 20). يُمكن أن يُعزى التباين في استدامة اخضرار الأوراق (شيخوخة الأوراق) بين الهجن المدروسة إلى التباين في المحافظة على محتوى الماء النسبي داخل الأوراق، وهذا مرّده

إمّا إلى التباين في حجم المجموعة الجذرية ودرجة تشعبها، حيث تتناسب كمية الماء الممتصة طرداً مع عدد الشعيرات الجذرية الفعّالة في امتصاص الماء، ويؤدي بالمقابل تشعب المجموعة الجذرية إلى زيادة مساحة سطوح الامتصاص Water absorbing area، ما يزيد من كمية الماء الممتصة من التربة، أو التباين في كفاءة الطرز الوراثية على تصنيع الذائبات العضوية التوافقية Compatible organic solutes (البرولين، والجلايسيين بيتين) وتجميعها ضمن سيتوبلازم الخلية النباتية، التيُ تسهم في خفض الجهد المائي داخل الخلايا النباتية ومن ثمّ زيادة فرق التدرج في الجهد المائي بين خلايا المجموعة الجذرية ومحلول التربة، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة معدل تدفق المياه وامتصاصها من قبل المجموعة الجذرية (Serrano *et al*., 1999)، أو نتيجة التباين في حساسية المسامات بالانغلاق استجابةً لظروف شح المياه، ويتوقف ذلك على كفاءة الطراز الوراثي في تصنيع حمض الأبسيسيك (ABA) (الإشارة الكيميائية) في الجذور وكفاءة نقله إلى الأوراق ليحث المسامات على الانغلاق (Aasamaa, 2001). عموماً، يمكن أن تتميز الطرز الوراثية التي حافظت على أوراقها خضراء لأطول مدّة بامتلاكها واحدة أو أكثر من تلك الآليات المرتبطة بتحمل الجفاف والمحافظة على الميزان المائي للخلايا النباتية، ومن ثمّ المحافظة على الحد الأدنى من جهد الامتلاء الذي تبدأ عنده خلايا الأوراق بالاستطالة Leaf expansion (Cossegrove, 1989). أي أنّ استطالة خلايا الأوراق، ومن ثمّ معدل نموها يرتبط بشكلٍ مباشر بكفاءة الهجين في المحافظة على القيم المرتفعة لمحتوى الماء النسبي داخل خلايا الأوراق (جهد الامتلاء)، حيث يُعد جهد الامتلاء بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع جدر الخلايا النباتية على الاستطالة. تتوافق هذه النتائج مع نتائج (Veselov *et al*., 2002) ونتائج (Fricke *et al*.,2004). ويمكن أن يُعزى التباين في كفاءة الهجن المدروسة في المحافظة على استطالة خلايا الأوراق تحت ظروف الإجهاد المائي إلى الاختلاف في مرونة جدران الخلايا النباتية Cell wall extensibility (m) (Cossgrove, 1989)، حيث أنّ الهجن التي تكون فيها جدران الخلايا النباتية أكثر مرونة (أقل صلابة) تحتاج إلى ضغط امتلاء أقل لدفعها على الاستطالة، حيث يمكن أن تستمر خلايا مثل هذه الهجن في الاستطالة رغم تراجع كمية الماء الممتصة من التربة، وجهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية، بالمقارنة مع الهجن التي تتسم جدران خلاياها بمرونةٍ أقل. ويؤدي بشكلٍ عام زيادة معدل استطالة الخلايا إلى زيادة دليل المساحة الورقية، وإذا وجدت هندسة ورقية Canopy architecture مناسبة، فسوف يؤدي ذلك إلى تحسين كمية الطاقة الضوئية الممتصة من قبل جميع أوراق النبات، ومن ثمّ زيادة معدل تصنيع المركبات الغنية بالطاقة (NADPH, ATP)، خلال تفاعلات الضوء، التي تُستعمل لاحقاً خلال تفاعلات الظلام في تثبيت الكربون المعدني إلى كربوهيدرات (سكريات)، نظراً لأهمية الضوء في تحفيز انتقال الالكترونات في سلسلة نقل الإلكترونات، وخلق التدرج في الجهد

الكيميائي والشاردي على جانبي غشاء الصّانعة الخضراء الداخلي الضروريين لتصنيع المركبات الغنية بالطاقة، وتفعيل الأنزيم RuBisCo (روبيسكو) الذي يتوسط تفاعل ضم غاز الفحم ($CO_2$) إلى المستقبل الأولي المركب خماسي الكربون (RuBP) خلال حلقة إرجاع الكربون الثلاثية ($C_3PCR$) في خلايا الحزم الوعائية Bundle sheath cells (العودة وخيتي، 2008). ويمكن أن يُعزى التباين في صفة استدامة اخضرار الأوراق بين الهجن المدروسة بالرغم من جفاف أغلفة العرانيس خلال المعاملات المختلفة إلى التباين في المحافظة على محتوى الأوراق من جزيئات اليخضور (الكلوروفيل)، حيث بين الخليفة (2011) أنّ محتوى الأوراق من الكلوروفيل كان الأعلى معنوياً لدى النباتات في المعاملة الشاهد (11.76 مغ .غ$^{-1}$ وزن رطب) تلاه وبفروقاتٍ معنوية النباتات التي تعرّضتْ للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (7.30 مغ .غ$^{-1}$ وزن رطب)، في حين كان الأدنى معنوياً في النباتات التي تعرّضت لظروف الإجهاد المائي خلال كامل مرحلة الإزهار (4.44 مغ . غ$^{-1}$ وزن رطب). عموماً، يؤدي تعرّض النباتات للجفاف إلى تفكك جزيئات اليخضور، وتزداد درجة التحلل بازدياد مدّة الإجهاد المائي وشدته. ويُعزى ذلك إلى ازدياد نشـاط أنزيم Chlorophyllase المفكك لجزيئات اليخضور. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الهجن مع المعاملات، أنّ متوسط شيخوخة الأوراق كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجين ($P_5\times P_6$)، و(غوطة82)، و(باسل1) تحت ظروف الزراعة المروية ولدى كلٍ من الهجن ($P_3\times P_6$)، ($P_3\times P_5$)، ($P_1\times P_5$)، ($P_1\times P_6$)، ($P_2\times P_6$) ($P_2\times P_5$) ($P_4\times P_5$)، ($P_4\times P_6$) في معاملة الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (3.00 لكلٍ منها) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجن ($P_1\times P_2$) ($P_1\times P_3$)، ($P_1\times P_4$)، ($P_1\times P_5$)، ($P_1\times P_6$)، ($P_2\times P_3$)، ($P_2\times P_4$)، ($P_2\times P_5$)، ($P_2\times P_6$) ($P_3\times P_4$)، ($P_3\times P_5$)، ($P_4\times P_5$) في المعاملة الشاهد (1.00 لكلٍ منها). عموماً، يؤدي تعرّض نباتات الهجن الحساسة للإجهاد المائي، وخاصةً خلال مراحل الطلب الأعظمي على المياه (مرحلة الإزهار) إلى تراجع محتوى الخلايا النباتية المائي، فتستجيب مثل هذه الهجن لظروف الجفاف بإغلاق المسامات بشكلٍ كامل للحد من فقد الماء بالنتح، والمحافظة على الحد الأدنى من الماء اللازم لترطيب البروتوبلاسم للمحافظة على حياة الخلايا النباتية. يؤدي الانغلاق الكامل للمسامات Complete stomatal closure إلى تعطيل التأثير المبرد لعملية فقد المياه بالنتح Cooling effect، لأنّ النباتات تفقد الماء على هيئة بخار ماء لتبريد أجزاء النبات الهوائية بسبب ارتفاع قيمة الحرارة النوعية للماء (≈1.0)، وبالتاليُ تعد عملية النتح لدى النبات بمنزلة وسيلة التبريد الأساسية، ويؤدي بالمقابل انغلاق المسامات وتعطيل التأثير المبرد لعملية النتح إلى الارتفاع الزائد لدرجة حرارة الأوراق، ويمكن أن تصل حرارتها وخاصةً خلال شهر آب وبداية شهر أيلول إلى أكثر من 55 م°، ما يؤدي إلى حدوث التحميل الحراري الزائد ومن ثمّ

احتراق الأوراق Leaf firing وشيخوختها بشكلٍ مبكر Premature leaf senescence فيتراجع حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، وتقل كمية الطاقة الضوئية الممتصة والمحولة إلى طاقةٍ كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية المُصنّعة (السكريات) (Tadashi and Hsiao, 1999).

**جدول رقم (20): شيخوخة الأوراق للهجن المستنبطة.**

| المعاملات | الشاهد المروي | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | نسبة الزيادة (%) | متوسط الطراز |
|---|---|---|---|---|
| الهجن | | | | |
| $P_1 \times P_2$ | 1.00 | 2.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_1 \times P_3$ | 1.00 | 2.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_1 \times P_4$ | 1.00 | 2.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_1 \times P_5$ | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| $P_1 \times P_6$ | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| $P_2 \times P_3$ | 1.00 | 2.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_2 \times P_4$ | 1.00 | 2.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_2 \times P_5$ | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| $P_2 \times P_6$ | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| $P_3 \times P_4$ | 1.00 | 2.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_3 \times P_5$ | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| $P_3 \times P_6$ | 2.00 | 3.00 | 33.33 | 2.50 |
| $P_4 \times P_5$ | 1.00 | 3.00 | 66.66 | 2.00 |
| $P_4 \times P_6$ | 2.00 | 3.00 | 33.33 | 2.50 |
| $P_5 \times P_6$ | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| غوطة82 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| باسل1 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| متوسط المعاملة | 1.47 | 2.64 | - | |
| المتغير | الطرز | المعاملات | التفاعل | |
| LSD (0.05) | 0.001153 | 0.0008521 | 0.001631 | |
| C.V% | 0.00 | | | |

## 3-2 – الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث (يوم) Anthesis-silking interval:

درست صفة طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث (ASI) في معاملة الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار فقط، لأنّها المرحلة من حياة النبات الأنسب لقياس هذه الصفة وقورنت مع معاملة الشاهد المروي خلال كامل دورة حياة المحصول. بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) في صفة طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث بين الهجن، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما. كان متوسط طول الفاصل الزمني الأعلى معنوياً لدى الهجين ($P_2 \times P_3$) (3.00 يوماً)، تلاه وبدون فروقاتٍ معنوية الشاهد المحلي باسل$_1$، والهجن ($P_1 \times P_6$) ($P_2 \times P_6$) ($P_3 \times P_4$) (2.80، 2.80، 2.60، 2.60 يوماً على التوالي لكل منها) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجين

($P_4 \times P_5$) (1.80 يوماً). (الجدول، 21). وكان متوسط طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث الأعلى معنوياً لدى النباتات التي لم تتعرضْ للإجهاد المائي خلال جميع مراحل النمو (الشاهد المروي) (2.60 يوماً)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضتْ للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (2.20 يوماً). تتفق هذه النتائج مع نتائج الخليفة (2011)، الذي بيّن أنّ متوسط عدد الأيام حتى الأزهار المؤنث كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون إجهاد مائي)، والمعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما (52.20، 51.62 يوماً على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً في المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال كامل مرحلة الإزهار، والمعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال النصف الثاني من مرحلة الإزهار وحتى مرحلة امتلاء الحبوب، والمعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال النصف الثاني من مرحلة الإزهار فقط، وبدون فروقات معنوية بينها (49.78، 50.03، 50.52 يوماً على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الهجن مع المعاملات، أنّ متوسط طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجن ($P_1 \times P_2$)، ($P_1 \times P_4$)، ($P_2 \times P_4$)، ($P_2 \times P_3$)، ($P_2 \times P_6$) والشاهد المحلي باسل$_1$، والهجن ($P_1 \times P_6$)، ($P_2 \times P_5$)، ($P_1 \times P_5$) خلال معاملة الشاهد المروي (3.00 يوماً لكلٍ منها)، تلاها وبدون فروقات معنوية نباتات الهجين ($P_3 \times P_4$)، والشاهد المحلي باسل$_1$، والهجين ($P_1 \times P_6$) التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، ونباتات الهجين ($P_3 \times P_5$)، والشاهد المحلي غوطة$_{82}$، والهجينان ($P_3 \times P_4$) ($P_1 \times P_3$) في معاملة الشاهد المروي (2.60 يوماً لكل منها على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجين ($P_4 \times P_5$) في معاملة الشاهد المروي، ونباتات الهجينين ($P_1 \times P_5$) ($P_2 \times P_5$) التي تعرّضتْ للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (1.60 يوماً لكل منها) وبدون فروقات معنوية بينها.توافقت هذه النتائج مع ما توصلت إليه الرويلي (2008)، حيث بيّنت وجود تباين وراثي معنوي في متوسط عدد الأيام اللازمة للإزهار المذكر بين الطرز الوراثية المدروسة (باسل $_2$، وباسل$_1$، وغوطة$_1$). وتتوافق هذه النتائج أيضاً مع ما توصل إليه Paul وزملاؤه (2001)، والباحثان Westgate و Bassetti (1990). تُشير هذه النتائج إلى أهمية توافر الماء خلال مرحلة الإزهار لضمان تزامن حدوث الإزهار المذكر والمؤنث في الوقت الأمثل، بما يتناسب مع الطراز الوراثي والظروف المناخية السائدة خلال موسم النمو، بما يضمن تحقيق أعلى نسبة تلقيح وإخصاب ممكنة. عموماً، يؤدي تأخر الإزهار المؤنث– الأكثر حساسية للإجهاد المائي من الإزهار المذكر– إلى ازدياد نسبة فشل عمليتي التلقيح والإخصاب بسبب عدم توافق تزامن ظهور النورات المذكرة والمؤنثة، ما يؤدي إلى فقد حيوية العديد من حبوب اللقاح. ويمكن أن يؤدي تأخر ظهور الحرائر، أو حتى عدم ظهورها تحت ظروف الإجهاد المائي

الشديد إلى إجهاض البويضات Ovules، في حين تُجهض الحبوب المتشكلة بعد عملية التلقيح نتيجة عدم كفاية نواتج عملية التمثيل الضوئي اللازمة لتطور البويضات المخصبة بشكلٍ طبيعي، ما يؤدي إلى تراجع عدد الحبوب المتشكلة في العرنوس الواحد، وقد يؤدي ذلك أحياناً إلى تشكل عرانيس خالية تماماً من الحبوب Barren cobs. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Uhart and Andrade 1995).

**جدول رقم (21): الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث (يوم) للهجن المستنبطة.**

| المعاملات / الهجن | الشاهد المروي | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | متوسط الطراز |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| $P_1 \times P_3$ | 2.60 | 2.30 | 11.53 | 2.50 |
| $P_1 \times P_4$ | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| $P_1 \times P_5$ | 3.00 | 1.60 | 46.66 | 2.30 |
| $P_1 \times P_6$ | 3.00 | 2.60 | 13.33 | 2.80 |
| $P_2 \times P_3$ | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 |
| $P_2 \times P_4$ | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| $P_2 \times P_5$ | 3.00 | 1.60 | 46.66 | 2.30 |
| $P_2 \times P_6$ | 3.00 | 2.30 | 23.33 | 2.60 |
| $P_3 \times P_4$ | 2.60 | 2.60 | 0.00 | 2.60 |
| $P_3 \times P_5$ | 2.60 | 2.30 | 11.53 | 2.50 |
| $P_3 \times P_6$ | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| $P_4 \times P_5$ | 1.60 | 2.00 | -25.00 | 1.80 |
| $P_4 \times P_6$ | 2.00 | 2.30 | -15.00 | 2.10 |
| $P_5 \times P_6$ | 2.30 | 2.30 | 0.00 | 2.30 |
| غوطة82 | 2.60 | 2.30 | 11.53 | 2.50 |
| باسل1 | 3.00 | 2.60 | 13.33 | 2.80 |
| متوسط المعاملة | 2.60 | 2.20 | | |
| المتغير | الطرز | المعاملات | التفاعل | |
| LSD (0.05) | 0.4599 | 0.5134 | 0.6504 | |
| C.V% | 16.16 | | | |

### 2 -4- حجم النورة المذكرة Tassel size:

بيَنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P < 0.05$) في صفة حجم النورة المذكرة بين الهجن، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما. كان حجم النورة المذكرة الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجن ($P_5 \times P_6$)، ($P_3 \times P_4$)، ($P_4 \times P_6$)، ($P_3 \times P_6$)، ($P_3 \times P_5$) والشاهدين المحليين الصنف غوطة82، والهجين الفردي باسل1 (2.50 لكل منها بحسب المقياس المعتمد في الدراسة)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجن ($P_1 \times P_2$)، ($P_1 \times P_4$)، ($P_1 \times P_5$)، ($P_1 \times P_6$)، ($P_2 \times P_4$)، ($P_2 \times P_3$)، ($P_4 \times P_5$)، ($P_2 \times P_6$) (1.50 لكل منها)، (الجدول،22). وقد تمّ الانتخاب لحجم نورة مذكرة أصغر (ذات أفرع أقل). وقد كان حجم النورة المذكرة الأعلى في معاملة الشاهد المروي (2.41)، في حين كان حجم النورة المذكرة الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجن التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار(1.53). يتفق ذلك مع ما توصلت إليه العبد الهادي (2011)، حيث انخفضت متوسطات هذه الصفة في معظم عشائر الهجن المدروسة في البيئة المجهدة بالمقارنة مع البيئة غير المجهدة. وبالنسبة لتفاعل الطرز مع المعاملات، فلوحظ أنّ حجم النورة المذكرة كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجن ($P_3 \times P_6$)، ($P_3 \times P_5$)، ($P_3 \times P_4$)، ($P_2 \times P_5$)، ($P_5 \times P_6$)، وغوطة82، والباسل1،في الشاهد المروي (3.00 لكل منها)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجن($P_1 \times P_2$)، ($P_1 \times P_5$)، ($P_1 \times P_4$)، ($P_1 \times P_6$)، ($P_2 \times P_3$)، ($P_2 \times P_4$)، ($P_2 \times P_5$)، ($P_2 \times P_6$)، ($P_4 \times P_5$)، عندما تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (1.00 لكلٍ منها).

**جدول رقم (22): حجم النورة المذكرة للهجن المستنبطة.**

| المعاملات / الهجن | الشاهد المروي | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | متوسط الطراز |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | 2.00 | 1.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_1 \times P_3$ | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 2.00 |
| $P_1 \times P_4$ | 2.00 | 1.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_1 \times P_5$ | 2.00 | 1.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_1 \times P_6$ | 2.00 | 1.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_2 \times P_3$ | 2.00 | 1.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_2 \times P_4$ | 2.00 | 1.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_2 \times P_5$ | 3.00 | 1.00 | 66.66 | 2.00 |
| $P_2 \times P_6$ | 2.00 | 1.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_3 \times P_4$ | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| $P_3 \times P_5$ | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| $P_3 \times P_6$ | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| $P_4 \times P_5$ | 2.00 | 1.00 | 50.00 | 1.50 |
| $P_4 \times P_6$ | 2.00 | 3.00 | -50.00 | 2.50 |
| $P_5 \times P_6$ | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| غوطة82 | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| باسل1 | 3.00 | 2.00 | 33.33 | 2.50 |
| متوسط المعاملة | 2.41 | 1.53 | | |
| المتغير | الطرز | المعاملات | التفاعل | |
| LSD (0.05) | 0.001153 | 0.0008521 | 0.001631 | |
| C.V% | 0.00 | | | |

## 2– 5- الغلة الحيوية ( طن.هكتار$^{-1}$) Biological yield:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P < 0.05$) في صفة الغلة الحيوية بين الهجن، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما. وكان متوسط الغلة الحيوية الأعلى معنوياً لدى الهجن ($P_3 \times P_4$)، ($P_1 \times P_3$)، ($P_2 \times P_3$)، ($P_3 \times P_5$)، (22.14، 21.91، 21.85، 21.85 طن.هكتار$^{-1}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، تلاها الهجينان ($P_4 \times P_5$)، ($P_3 \times P_6$) (19.41، 19.40 طن . هكتار$^{-1}$ على التوالي)، وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الهجين الفردي باسل1 ( 10.95 طن . هكتار$^{-1}$). ويُلاحظ أنّ متوسط الغلة الحيوية كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (20.94 طن . هكتار$^{-1}$)، تلاها وبفروقاتٍ معنوية معاملة الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (18.08 طن . هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً عندما تعرّضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (17.57 طن . هكتار$^{-1}$)(الجدول، 23). يُعزى تراجع الكتلة الحية في النباتات التي تعرّضت للجفاف خلال

مرحلة الإزهار (بعد اكتمال النمو الخضري) إلى اختلال ميزان العلاقات المائي في خلايا الأوراق، نتيجة تراجع محتوى التربة المائي بشكلٍ كبير، حيث أصبحت كمية المياه الكلية الممتصة غير كافية لتعويض الماء المفقود بالنتح عن طريق المسامات أثناء عملية التبادل الغازي، ما يؤدي إلى تراجع محتوى الماء النسبي في الأوراق، ما يدفع النباتات إلى تقليل الناقلية المسامية تدريجياً. وبسبب ارتفاع الاحتياجات النتحية بشكلٍ كبير بعد اكتمال النمو الخضري نتيجة الارتفاع الكبير في درجة حرارة الوسط المحيط (حزيران – تموز)، سوف يضطر النبات إلى الحد من فقد المياه بالنتح للمحافظة على الحد الأدنى من جهد الامتلاء، وماء الترطيب Hydration water، اللازم للمحافظة على سلامة البروتوبلاسم، من خلال تقليل الناقلية المسامية بشكلٍ كبير وصولاً إلى حد إغلاق المسامات بشكلٍ كامل (حسب حساسية الهجين للجفاف)، ما يؤدي إلى تعطيل التأثير المبرد لعملية فقد المياه بالنتح، فترتفع تدريجياً درجة حرارة الأوراق، ما يؤدي إلى حدوث التحميل الحراري الزائد، واحتراق الأوراق (الشيخوخة المبكرة)، ما يؤدي إلى تراجع حجم المسطح الورقي الأخضر (الكتلة الحية). ويؤكد مثل هذا الاستنتاج أنّ متوسط شيخوخة الأوراق (نقيض استدامة اخضرار الأوراق) كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب (2.64)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات في الشاهد المروي (1.47). ويُلاحظ بالمقابل أنّ الكتلة الحية كانت الأعلى معنوياً لدى الهجن التي كان فيها متوسط شيخوخة الأوراق الأدنى معنوياً، مثل ($P_1 \times P_3$)، ($P_2 \times P_3$)، ($P_3 \times P_4$) ($P_1 \times P_4$)، في حين كانت الأدنى معنوياً في الهجن التي أبدت قيم مرتفعة لصفة شيخوخة الأوراق، مثل الهجين الفردي باسل1. ويُعزى التباين الوراثي بين الهجن في المحافظة على استدامة اخضرار الأوراق، ومن ثمّ الكتلة الحية إلى التباين في الناقلية المسامية، التي يمكن أن تُعزى بدورها إلى التباين في كفاءة الهجن في المحافظة على جهد الامتلاء داخل خلايا الأوراق إما نتيجة امتلاك مجموع جذري متعمق ومتشعب، أو المقدرة على التعديل الحلولي، حيث تسمح هاتين الصفتين في امتصاص كمية من المياه تسمح إلى حدٍ ما بتعويض الماء المفقود بالنتح والمحافظة على ميزان العلاقات المائية، ومن ثمّ درجة انفتاح المسامات (الناقلية المسامية). تتوافق هذه النتائج مع نتائج الرويلي (2008)، حيث لاحظت أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً لدى النباتات المروية (169.0 سم) بالمقارنة مع النباتات المجهدة مائياً (158.0 سم) بغض النظر عن الطراز الوراثي، والمرحلة من حياة النبات. تؤكد هذه النتائج أهمية توافر الماء خلال مختلف مراحل حياة المحصول لضمان نمو نباتاته وتطورها بالشكل الأمثل. وتتوافق هذه النتائج أيضاً مع ما توصل إليه (Pandey *et al.*, 2000)، الذين بيّنوا أنّ ارتفاع متوسط الغلة الحيوية إنما يعود إلى مقدرة الطرز الوراثية على تشكيل دليل مساحة ورقية كبير، وخاصةً عندما تتعرض نباتات الذرة الصفراء للجفاف خلال مرحلة الطلب الأعظمي على

المياه والمادة الجافة (الإزهار). وبيّنت أيضاً الرويلي (2008) أنّ متوسط دليل المساحة الورقية لدى جميع طرز الذرة الصفراء الوراثية المدروسة كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (1.73) بالمقارنة مع ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة النمو الخضري فقط (1.55). وبيّنت الرويلي (2008) أنّ متوسط نسبة المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً لدى النباتات غير المجهدة مائياً (شاهد) (125.71 سم$^2$ .غ$^{-1}$) بالمقارنة مع النباتات المجهدة مائياً (88 .92 سم$^2$ .غ$^{-1}$). ولاحظت أنّ نقص المياه قد سبب تراجعاً في نسبة المساحة الورقية مقداره 26.11% ما يُشير إلى أهمية توافر الماء وامتصاص كمية كافية منه لتعويض الماء المفقود بالنتح للمحافظة على جهد الامتلاء الضروري لاستطالة الخلايا النباتية وتشكيل كتلة حيّة أكبر لزيادة معدل التمثيل الضوئي وبالتالي زيادة معدل تصنيع وتراكم المادة الجافة المتاحة لنمو النبات وتطوره. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الهجن مع المعاملات، أنّ متوسط الغلة الحيوية كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجين ($P_3 \times P_6$) في معاملة الشاهد (24.56 طن .هكتار$^{-1}$) تلاه وبدون فروقات معنوية نباتات الهجينان ($P_3 \times P_5$)، ($P_3 \times P_4$) في المعاملة الشاهد (23.98، 23.78 طن . هكتار$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجين الفردي باسل1 في معاملة الشاهد، وعندما تعرّضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلتي امتلاء الحبوب والإزهار (11.61، 11.18، 10.07 طن . هكتار$^{-1}$ للهجن الثلاثة السابقة على التوالي). ويمكن أن يُعزى التباين في متوسط الغلة الحيوية لدى الهجن المدروسة إلى تباينها في معدل النمو النسبي، حيث بيّنت الرويلي (2008) أنّ معدل النمو النسبي كان الأعلى معنوياً لدى النباتات المروية خلال مجمل مراحل النمو (0.092 غ . غ$^{-1}$. يوم$^{-1}$) بالمقارنة مع النباتات المجهدة مائياً (047. 0 غ . غ$^{-1}$. يوم$^{-1}$). وأدّى الإجهاد المائي إلى تخفيض معدل النمو النسبي بنحو 58.48%، ما يدل على أهمية توافر الماء بكمياتٍ كافية خلال مختلف مراحل النمو لتصنيع كمية من المادة الجافة تضمن استمرار نمو أجزاء النبات المختلفة وتطورها.

**جدول رقم (23): الغلة الحيوية (طن . هكتار$^{-1}$) للهجن المستنبطة.**

| المعاملات | | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | نسبة الانخفاض (%) | المتوسط | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهجن | الشاهد المروي | | | | | الطراز | نسبة الانخفاض (%) |
| $P_1 \times P_2$ | 19.96 | 16.69 | 16.38 | 18.07 | 9.46 | 18.24 | 12.92 |
| $P_1 \times P_3$ | 23.83 | 21.62 | 9.27 | 20.30 | 14.81 | 21.91 | 12.04 |
| $P_1 \times P_4$ | 19.75 | 16.41 | 16.91 | 17.63 | 10.73 | 17.93 | 13.82 |
| $P_1 \times P_5$ | 18.49 | 17.53 | 5.19 | 18.55 | -0.32 | 18.19 | 2.43 |
| $P_1 \times P_6$ | 19.61 | 16.67 | 14.99 | 16.39 | 16.42 | 17.56 | 15.70 |
| $P_2 \times P_3$ | 23.50 | 21.34 | 9.19 | 20.72 | 11.82 | 21.85 | 10.50 |
| $P_2 \times P_4$ | 19.35 | 17.97 | 7.13 | 17.81 | 7.95 | 18.38 | 7.54 |
| $P_2 \times P_5$ | 21.57 | 17.49 | 18.91 | 18.41 | 14.64 | 19.16 | 16.77 |
| $P_2 \times P_6$ | 23.02 | 17.31 | 24.80 | 17.24 | 25.10 | 19.19 | 24.95 |
| $P_3 \times P_4$ | 23.98 | 20.76 | 13.42 | 21.67 | 9.63 | 22.14 | 11.52 |
| $P_3 \times P_5$ | 23.78 | 21.24 | 10.68 | 20.52 | 13.70 | 21.85 | 12.19 |
| $P_3 \times P_6$ | 24.56 | 16.05 | 34.64 | 17.57 | 28.46 | 19.40 | 31.55 |
| $P_4 \times P_5$ | 21.51 | 18.31 | 14.87 | 18.42 | 14.36 | 19.41 | 14.61 |
| $P_4 \times P_6$ | 22.17 | 16.26 | 26.65 | 19.09 | 13.89 | 19.17 | 20.27 |
| $P_5 \times P_6$ | 21.57 | 17.37 | 19.47 | 17.97 | 16.68 | 18.97 | 18.07 |
| غوطة82 | 17.68 | 15.52 | 12.21 | 15.77 | 10.80 | 16.32 | 11.50 |
| باسل1 | 11.61 | 10.07 | 13.26 | 11.18 | 3.70 | 10.95 | 8.48 |
| متوسط المعاملة | 20.94 | 17.57 | | 18.08 | - | - | |
| المتغير | الطرز | | المعاملات | | التفاعل | | |
| LSD (0.05) | 1.087 | | 0.8535 | | 1.883 | | |
| C.V% | 6.16 | | | | | | |

## 2-6- عدد الحبوب في العرنوس ( حبة . عرنوس$^{-1}$ ) Grain per ear:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) في صفة متوسط عدد الحبوب في العرنوس بين الهجن، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط عدد الحبوب في العرنوس كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجين ($P_1 \times P_3$) (511.80 حبة . عرنوس$^{-1}$)، تلاه وبدون فروقاتٍ معنوية الهجين ($P_2 \times P_3$) (484.20 حبة . عرنوس$^{-1}$)، ثمّ الهجين ($P_1 \times P_2$) (479.60 حبة . عرنوس$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الهجين ($P_3 \times P_6$) (336.20 حبة . عرنوس$^{-1}$). ويُلاحظ أنّ متوسط عدد الحبوب في العرنوس كان الأعلى معنوياً لدى النباتات التي لم تتعرّضْ أبداً للإجهاد المائي (469.80 حبة . عرنوس$^{-1}$) تلاه وبفروقاتٍ معنوية النباتات التي تعرّضتْ للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (414.00 حبة . عرنوس$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (374.20 حبة . عرنوس$^{-1}$).

يتفق ذلك مع ما توصلت إليه الرويلي (2008)، حيث بيّنتْ أنّ متوسط عدد الحبوب في الصف كان الأعلى معنوياً لدى النباتات المروية بكمياتٍ كافية من المياه خلال مجمل مراحل النمو (35.25 حبة . صف$^{-1}$) بالمقارنة مع النباتات المجهدة مائياً (31.81 حبة . صف$^{-1}$ كقيمة متوسطة لجميع الطرز وخلال موسمي الزراعة). كما أكّدتْ أنّ متوسط عدد الحبوب في الصف كان الأدنى معنوياً عندما تعرّضتْ النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار والنمو الخضري (32.38، 23.32 حبة . صف$^{-1}$ على التوالي)، بالمقارنة مع مرحلتي البادرة الفتية والنضج (35.21، 34.29 حبة . صف$^{-1}$ على التوالي). تتوافق هذه النتائج أيضاً مع ما توصل إليه Westgate and Bassetti(1990)، وكذلك Paul *et al.*, (2001)، إذْ يؤدي الجفاف خلال فترة الإزهار إلى اختلال التوافق بين تشكل النورات المذكرة والمؤنثة فيزداد طول الفاصل الزمني بين نضج المآبر وظهور الحرائر فتفشل عملية الإخصاب بسبب فقد حيوية حبوب الطلع (Otegui *et al.*, 1995). ويُسبب الجفاف أيضاً تجفافاً للمياسم، ما يُقلل من فرص تثبت حبوب الطلع عليها، فتفشل بذلك عملية التلقيح (Shaw and Newman, 2004). تُشير هذه النتائج إلى أنّ مرحلة الإزهار من المراحل المهمة المحددة لعدد الحبوب في العرنوس/النبات، ومن أشدِّ المراحل حساسيةً لظروف نقص المياه، في حين لا يتأثر عدد الحبوب بشكلٍ كبير إذا ما تعرّضت النباتات للجفاف خلال مرحلة امتلاء الحبوب، إذْ يكون عدد الحبوب قد تحدد قبل مرحلة امتلاء الحبوب، لذلك فإنّ تعرُض النباتات للجفاف خلال مرحلة امتلاء الحبوب يمكن أن يؤثر سلباً في درجة امتلاء الحبوب، ومتوسط وزن المائة حبة ولكن ليس له أي تأثير في عدد الزهيرات الخصبة المتشكلة، ومن ثمّ عدد الحبوب. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه الخليفة (2011)، وBegg and Turner (1976)، وكذلك Otegui *et al.*, (1995). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الهجن مع المعاملات، أنّ متوسط عدد الحبوب في العرنوس كان الأعلى معنوياً لدى الهجينين ($P_2 \times P_6$)، ($P_1 \times P_3$) في المعاملة الشاهد (598.70، 559.30 حبة . عرنوس$^{-1}$)، ثمّ الهجين ($P_2 \times P_3$) عندما تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (548.00 حبة . عرنوس$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجين ($P_3 \times P_5$) التي تعرّضت للإجهاد خلال مرحلة الإزهار (193.30 حبة . عرنوس$^{-1}$). يُمكن أن يُعزى تفوق الهجن ($P_1 \times P_2$)، ($P_1 \times P_3$)، ($P_2 \times p_3$) في متوسط عدد الحبوب إلى زيادة كفاءة النبات التمثيلية، إذْ حافظت أوراقها على اخضرارها لفترةٍ زمنية أطول، فقد كانت شيخوخة الأوراق لديها

خلال معاملة الشاهد (1.00)، وكانت الأدنى معنوياً تحت ظروف الإجهاد المائي (2.00)، (الجدول، 20)، ما أدّى إلى زيادة كمية الطاقة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي المعترضة والممتصة (I)، ما يؤدي إلى زيادة كفاءة استعمال الطاقة الضوئية، ومن ثمّ كمية المادة الجافة المُصنّعة والمتاحة خلال فترة تشكل الحبوب، فيزداد عدد الحبوب المتشكلة في العرنوس/ وحدة المساحة من الأرض.

**جدول رقم (24): عدد الحبوب في العرنوس (حبة . عرنوس$^{-1}$) للهجن المستنبطة.**

| المعاملات | | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | نسبة الانخفاض (%) | المتوسط | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهجن | الشاهد المروي | | | | | الطراز | نسبة الانخفاض (%) |
| $P_1 \times P_2$ | 441.3 | 489.3 | -10.88 | 508.0 | -15.11 | 479.6 | -13.00 |
| $P_1 \times P_3$ | 559.3 | 468.0 | 16.32 | 508.0 | 9.17 | 511.8 | 3.57 |
| $P_1 \times P_4$ | 419.3 | 454.7 | -8.44 | 468.0 | -11.61 | 447.3 | -10.00 |
| $P_1 \times P_5$ | 419.3 | 430.7 | -2.71 | 290.0 | 30.83 | 380.0 | 14.06 |
| $P_1 \times P_6$ | 321.3 | 411.3 | -28.00 | 472.0 | -46.90 | 401.6 | -37.45 |
| $P_2 \times P_3$ | 514.0 | 390.7 | 4.73 | 548.0 | -6.61 | 484.2 | -0.94 |
| $P_2 \times P_4$ | 335.3 | 380.0 | -13.33 | 447.3 | -33.40 | 387.6 | -23.37 |
| $P_2 \times P_5$ | 536.0 | 305.3 | 43.00 | 303.3 | 43.41 | 348.2 | 43.21 |
| $P_2 \times P_6$ | 598.7 | 503.3 | 15.93 | 340.7 | 43.90 | 414.9 | 29.51 |
| $P_3 \times P_4$ | 462.7 | 289.3 | 37.47 | 276.3 | 40.28 | 342.4 | 38.87 |
| $P_3 \times P_5$ | 508.0 | 193.3 | 61.94 | 389.3 | 23.36 | 363.6 | 42.65 |
| $P_3 \times P_6$ | 362.7 | 284.7 | 21.51 | 397.3 | -9.54 | 336.2 | 5.99 |
| $P_4 \times P_5$ | 444.7 | 310.7 | 30.13 | 473.3 | -6.43 | 409.6 | 11.85 |
| $P_4 \times P_6$ | 341.3 | 424.0 | -24.20 | 320.0 | 6.24 | 361.8 | -8.98 |
| $P_5 \times P_6$ | 444.0 | 380.0 | 14.41 | 487.3 | -9.75 | 437.1 | 2.33 |
| غوطة82 | 506.7 | 382.0 | 24.60 | 477.3 | 5.80 | 455.3 | 15.20 |
| باسل1 | 472.0 | 264.7 | 43.92 | 324.0 | 31.35 | 353.6 | 37.64 |
| متوسط المعاملة | 469.8 | 374.2 | - | 414.0 | - | - | |
| المتغير | الطرز | | المعاملات | | التفاعل | | |
| LSD (0.05) | 1.357 | | 0.793 | | 2.350 | | |
| C.V% | 36.09 | | | | | | |

## 2- 7- وزن المائة حبة (غ) 100-kernel weight:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) في صفة وزن المائة حبة بين الهجن، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينها. كان متوسط وزن المائة حبة الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجينين ($P_3 \times P_4$)، ($P_3 \times P_5$)، (34.60، 31.23غ لكل منها على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما، تلاهما الهجينين ($P_1 \times P_5$)، ($P_4 \times P_6$)، (30.76، 30.00 غ على

التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجين الفردي باسل1، والهجين ($P_2 \times P_4$) (25.90، 30.00 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما. ويُلاحظ أنّ متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً لدى النباتات التي لم تتعرض للإجهاد المائي (29.31 غ)، تلاه وبدون فروقاتٍ معنوية النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (27.41 غ)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد خلال مرحلة الإزهار (26.18غ). تتفق هذه النتائج مع ما توصلت إليه الرويلي (2008)، إذْ بيّنت أنّ متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً في النباتات غير المجهدة مائياً (شاهد) (30.82 غ) بالمقارنة مع النباتات المجهدة (27.45غ) كقيمة متوسطة لجميع الطرز الوراثية وعند مختلف مراحل النمو وخلال موسمي الزراعة. وكذلك تتفق مع نتائج الخليفة (2011)، الذي بيّن أنّ متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون إجهاد مائي) (30.16 غ)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال النصف الأول من مرحلة الإزهار (28.87 غ)، ثمّ المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال كامل مرحلة الإزهار (27.37 غ)، في حين كان متوسط وزن المائة حبة الأدنى معنوياً في المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات لظروف الإجهاد المائي خلال النصف الأول من مرحلة الإزهار وخلال مرحلة امتلاء الحبوب، ثمّ تلتها المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال النصف الثاني من مرحلة الإزهار وحتى انتهاء مرحلة امتلاء الحبوب، ثمّ المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال كامل مرحلة امتلاء الحبوب، وبدون فروقات معنوية بينها (26.07،26.28، 26.73غ على التوالي). يُعزى تفوق متوسط وزن المائة حبة في المعاملة الشاهد إلى إتاحة الماء خلال مرحلة تشكل الحبوب وتطورها، وخلال مرحلة امتلاء الحبوب، بالإضافة إلى توافر المادة الجافة Dry matter بكمياتٍ كافية، ما يُساعد في زيادة حجم الحبوب المتشكلة، ومن ثمّ كفاءتها التخزينية، بالإضافة إلى زيادة عدد الحبوب المتشكلة، فيزداد ما يُسمى اصطلاحاً بقوة المصب Sink strength ومن ثمّ مقدرة الحبوب المتشكلة على استجرار نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب. ويُساعد توافر المياه بكمياتٍ كافية في زيادة معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب، لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج عملية التمثيل الضوئي، ويتناسب معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي طرداً مع كمية المياه المتاحة خلال مرحلة امتلاء الحبوب ما يُساعد في زيادة

معدل نقل نواتج التمثيل Translocation rate، أو كفاءة نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب، فتزداد كمية نواتج التمثيل الضوئي الواصلة إلى الحبوب، ما يؤدي إلى زيادة درجة امتلاء الحبة الواحدة، ومن ثمّ متوسط وزن المائة حبة 100-kernel weight (Fricke *et al*., 2004). وبالمقابل يؤدي تعرّض النباتات للجفاف خلال مرحلة امتلاء الحبوب إلى تقصير طول فترة امتلاء الحبوب، ما يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة الواصلة إلى الحبوب فتتشكل حبوب صغيرة وضامرة. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الهجن مع المعاملات، أنّ متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجين ($P_3 \times P_4$) في معاملة الشاهد المروي (35.20 غ)، تلاها وبدون فروقات معنوية نباتات الطراز نفسه في معاملة الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب (34.60 غ)، ثمّ نباتات الهجين ($P_1 \times P_5$) في معاملة الشاهد المروي، ونباتات الهجين ($P_3 \times P_5$) التي تعرّضت للجفاف خلال مرحلة امتلاء الحبوب (33.00، 32.70 على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجينين باسل1 والهجين ($P_2 \times P_4$)، التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلتي امتلاء الحبوب والإزهار (22.50، 24.60غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما. ويمكن أن يُعزى تفوق الهجين ($P_3 \times P_4$) في متوسط وزن المائة حبة إلى امتلاكه دليل مساحة ورقية أكبر بالمقارنة مع باقي الهجن، إذْ امتلك غلة حيوية أعلى مقارنة مع جميع الهجن المدروسة، حيث يُساعد ذلك في امتصاص كمية أكبر من الطاقة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي، وخاصةً في حال وجود هندسة ورقية مناسبة. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى زيادة معدل تثبيت الكربون وتصنيع المادة الجافة إذا كانت كفاءة استعمال الضوء (RUE) عالية لدى هذا الهجين، ما يؤدي إلى إتاحة كمية أكبر من المادة الجافة خلال فترة امتلاء الحبوب Grain filling period كافية لملء جميع الحبوب المتشكلة، ما يؤدي إلى زيادة درجة امتلاء الحبوب، ومن ثمّ متوسط وزن المائة حبة (Lizaso *et al*., 2003).

**جدول رقم (25): وزن المائة حبة (غ) للهجن المستنبطة.**

| المعاملات | | | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | نسبة الانخفاض (%) | المتوسط | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهجن | الشاهد المروي | | | | | | الطراز | نسبة الانخفاض (%) |
| $P_1 \times P_2$ | 34.20 | | 26.30 | 23.09 | 28.10 | 17.84 | 29.50 | 20.47 |
| $P_1 \times P_3$ | 28.90 | | 28.10 | 2.77 | 28.20 | 2.42 | 28.40 | 2.60 |
| $P_1 \times P_4$ | 28.20 | | 25.80 | 8.51 | 30.00 | -6.38 | 28.00 | 1.065 |
| $P_1 \times P_5$ | 33.00 | | 29.50 | 10.60 | 29.80 | 9.69 | 30.76 | 10.15 |
| $P_1 \times P_6$ | 27.10 | | 27.60 | -1.85 | 26.10 | 3.69 | 26.90 | 0.92 |
| $P_2 \times P_3$ | 28.40 | | 27.70 | 2.46 | 31.40 | -10.56 | 29.20 | -4.05 |
| $P_2 \times P_4$ | 25.70 | | 24.60 | 4.28 | 27.70 | -7.78 | 26.00 | -1.75 |
| $P_2 \times P_5$ | 27.30 | | 27.80 | -1.83 | 27.10 | 0.73 | 27.40 | -0.55 |
| $P_2 \times P_6$ | 30.90 | | 27.30 | 11.65 | 27.40 | 11.33 | 28.50 | 11.49 |
| $P_3 \times P_4$ | 35.20 | | 33.90 | 3.69 | 34.60 | 1.70 | 34.60 | 2.69 |
| $P_3 \times P_5$ | 32.40 | | 28.60 | 11.72 | 32.70 | -0.93 | 31.23 | 5.39 |
| $P_3 \times P_6$ | 28.40 | | 29.60 | -4.23 | 28.40 | 0.00 | 28.80 | -2.12 |
| $P_4 \times P_5$ | 27.40 | | 26.60 | 2.92 | 26.70 | 2.55 | 26.90 | 2.74 |
| $P_4 \times P_6$ | 29.40 | | 29.80 | -1.36 | 30.90 | -5.10 | 30.00 | -3.23 |
| $P_5 \times P_6$ | 28.40 | | 27.30 | 3.87 | 29.10 | -2.46 | 28.30 | 0.71 |
| غوطة82 | 30.60 | | 26.40 | 13.73 | 31.50 | -2.94 | 29.50 | 5.40 |
| باسل1 | 28.90 | | 26.30 | 8.99 | 22.50 | 22.15 | 25.90 | 15.57 |
| متوسط المعاملة | 29.31 | | 26.18 | - | 27.41 | - | - | |
| المتغير | الطرز | | المعاملات | | التفاعل | | | |
| LSD (0.05) | 0.02959 | | 0.02459 | | 0.05125 | | | |
| C.V% | 12.01 | | | | | | | |

## 2-8- الغلة الحبية ( طن . هكتار$^{-1}$) Grain yield:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P < 0.05$) في صفة الغلة الحبية بين الهجن، والمعاملات، والتفاعلات المتبادلة بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى الهجين ($P_1 \times P_3$) (7.599 طن . هكتار$^{-1}$)، تلاه وبدون فروقاتٍ معنوية الهجن ($P_3 \times P_5$)، ($P_3 \times P_6$)، ($P_3 \times P_4$)، ($P_2 \times P_3$) (7.10، 6.90، 6.74، 6.72 طن.هكتار$^{-1}$على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بين الأخيرة، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الهجين الفردي باسل1 (3.95 طن.هكتار$^{-1}$). ويُلاحظ أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى النباتات التي لم تتعرض للإجهاد المائي خلال كامل مراحل النمو (الشاهد المروي) (7.12 طن.هكتار$^{-1}$) تلاه وبفروقاتٍ معنوية النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (5.84 طن.هكتار$^{-1}$)، ثمّ النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار

(5.12 طن . هكتار$^{-1}$) وبدون فروقات معنوية بين المعاملتين الأخيرتين. يتفق ذلك مع نتائج الخليفة (2011)، الذي بيّن أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون إجهاد مائي) والمعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال النصف الثاني من مرحلة الإزهار فقط وبدون فروقات معنوية بينهما (792.77، 751.85 كغ . دونم$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان متوسط الغلة الحبية الأدنى معنوياً في المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات لظروف الإجهاد المائي خلال كامل مرحلة الإزهار، تلاه وبفروقاتٍ معنوية المعاملة التي تعرّضتْ فيها النباتات للإجهاد المائي خلال النصف الأول من مرحلة الإزهار وخلال مرحلة امتلاء الحبوب، ثمّ المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي من النصف الثاني لمرحلة الإزهار وحتى مرحلة امتلاء الحبوب (646.84، 685.35، 696.32 كغ . دونم$^{-1}$ على التوالي). عموماً، يُعزى التراجع في متوسط الغلة الحبية عند تعرّض النباتات للإجهاد المائي خلال كامل مرحلة الإزهار إلى تراجع متوسط عدد الحبوب في العرنوس/النبات، حيث يتحدد العدد النهائي للحبوب خلال هذه المرحلة الحرجة من حياة النبات. ويؤكد هذا الاستنتاج أنّ متوسط عدد الحبوب في العرنوس كان الأدنى معنوياً في النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال كامل مرحلة الإزهار (374.24 حبة . عرنوس$^{-1}$)، في حين كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (469.80 حبة . عرنوس$^{-1}$). ويؤثر بالمقابل تعرّض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب سلباً في متوسط وزن المائة حبة. ويؤكد هذا الاستنتاج أنّ متوسط وزن المائة حبة كان الأدنى معنوياً في المعاملة التي تعرّضت فيها النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار تلتها معاملة الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب بفروقاتٍ معنوية (26.18، 27.41غ). وانسجم ذلك مع متوسط الغلة الحبية الذي كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي أُجهدت خلال مرحلة الإزهار (5.12 طن . هكتار$^{-1}$)، تلتها وبدون فروقاتٍ معنوية معاملة الإجهاد خلال مرحلة امتلاء (5.84 طن . هكتار$^{-1}$). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الهجن مع المعاملات، أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى الهجن ($P_3\times P_4$)، ($P_2\times P_3$) ($P_3\times P_5$)، ($P_3\times P_6$)، ($P_1\times P_3$) في الشاهد المروي (8.96، 8.84، 8.78، 8.69، 8.66 طن. هكتار$^{-1}$على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، تلاها وبفروقاتٍ معنوية الهجن ($P_2\times P_6$)، ($P_2\times P_4$)، ($P_1\times P2$)، ($P_2\times P_5$) خلال معاملة الشاهد أيضاً (7.72، 7.68، 7.53، 7.05 طن . هكتار$^{-1}$ على التوالي)، والهجين ($P_1\times P_3$)، الذي تعرّضت نباتاته للإجهاد المائي خلال مرحلة

امتلاء الحبوب (7.41 طن.هكتار$^{-1}$) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجين الفردي باسل1 تحت ظروف الزراعة المروية، وعندما تعرّضت نباتاته للإجهاد المائي خلال مرحلتي امتلاء الحبوب والإزهار (4.42، 3.77، 3.66 طن . هكتار$^{-1}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. عموماً، يؤدي تعرّض النباتات للإجهاد المائي خلال كامل مرحلة الإزهار أو جزء منه، بالإضافة إلى كامل مرحلة امتلاء الحبوب إلى تراجع كلٍ من عدد الحبوب وحجمها ودرجة امتلائها، ما يؤثر سلباً في متوسط عدد الحبوب، وزن الحبة الواحدة ومن ثمّ متوسط وزن المائة حبة. ويؤدي تراجع كلٍ من متوسط عدد الحبوب في النبات، أوفي وحدة المساحة من الأرض، وكذلك متوسط وزن المائة حبة إلى تراجع الغلة الحبية، لأنّ هذين المكونين من أهم مكونات الغلة الحبية العددية Numerical Yield Components (Gifford *et al*., 1984). تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه الرويلي والعودة (2010) والخليفة (2011) في محصول الـذرة الصــفراء.

**جدول رقم (26): الغلة الحبية (طن . هكتار$^{-1}$) للهجن المستنبطة.**

| المعاملات | | | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | نسبة الانخفاض (%) | المتوسط | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهجن | الشاهد المروي | | | | | الطراز | نسبة الانخفاض (%) |
| $P_1 \times P_2$ | 7.68 | | 5.53 | 27.93 | 5.54 | 27.80 | 6.25 | 27.86 |
| $P_1 \times P_3$ | 8.84 | | 6.53 | 26.10 | 7.41 | 16.24 | 7.59 | 21.17 |
| $P_1 \times P_4$ | 6.41 | | 5.13 | 19.92 | 5.16 | 24.29 | 5.56 | 22.10 |
| $P_1 \times P_5$ | 6.04 | | 4.93 | 18.28 | 6.11 | -1.19 | 5.70 | 8.54 |
| $P_1 \times P_6$ | 6.10 | | 4.84 | 20.63 | 5.26 | 13.78 | 5.40 | 17.20 |
| $P_2 \times P_3$ | 8.66 | | 6.54 | 24.44 | 6.09 | 29.67 | 7.10 | 27.05 |
| $P_2 \times P_4$ | 7.53 | | 5.17 | 31.28 | 5.38 | 28.53 | 6.03 | 29.90 |
| $P_2 \times P_5$ | 7.72 | | 5.32 | 31.11 | 5.56 | 27.94 | 6.20 | 29.52 |
| $P_2 \times P_6$ | 7.05 | | 5.91 | 16.16 | 6.57 | 6.83 | 6.51 | 11.49 |
| $P_3 \times P_4$ | 8.96 | | 4.99 | 44.23 | 6.75 | 24.62 | 6.90 | 34.42 |
| $P_3 \times P_5$ | 8.78 | | 4.79 | 45.39 | 6.58 | 25.01 | 6.72 | 35.20 |
| $P_3 \times P_6$ | 8.69 | | 5.00 | 42.48 | 6.52 | 25.03 | 6.74 | 33.75 |
| $P_4 \times P_5$ | 5.33 | | 4.48 | 16.07 | 5.21 | 2.35 | 5.01 | 9.21 |
| $P_4 \times P_6$ | 6.97 | | 5.23 | 24.99 | 6.59 | 5.54 | 6.26 | 15.26 |
| $P_5 \times P_6$ | 5.89 | | 4.57 | 22.29 | 5.37 | 8.72 | 5.28 | 15.50 |
| غوطة82 | 5.99 | | 4.86 | 18.83 | 4.96 | 17.27 | 5.27 | 18.05 |
| باسل1 | 4.42 | | 3.66 | 17.11 | 3.77 | 14.69 | 3.954 | 15.90 |
| متوسط المعاملة | 7.12 | | 5.12 | - | 5.84 | - | - | |
| المتغير | الطرز | | المعاملات | | التفاعل | | | |
| LSD (0.05) | 0.9827 | | 0.9463 | | 1.702 | | | |
| C.V% | 17.41 | | | | | | | |

## 2-9- دليل الحصاد (%) Harvest Index:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P<0.05$) في صفة معامل الحصاد بين الهجن، والمعاملات، والتفاعل المتبادل بينهما. كان متوسط معامل الحصاد الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجين ($P_2 \times P_6$) (43.00%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية نباتات الهجين ($P_2 \times P_3$) (42.67%)، ثمّ نباتات الهجين ($P_3 \times P_4$) (42.00%) في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غوطة82 (29.00%). ويُلاحظ أنّ متوسط معامل الحصاد كان الأعلى معنوياً لدى النباتات التي لم تتعرض للإجهاد المائي خلال جميع مراحل النمو (42.16%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية النباتات التي تعرّضتْ للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (37.51%)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (32.39%). يتفق ذلك مع نتائج الرويلي (2008)، إذْ بيَنتْ أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (40.17%) بالمقارنة مع معاملة الإجهاد المائي (36.84%). ولاحظتْ أنّ تعرّض نباتات الذرة الصفراء من مختلف الطرز الوراثية للإجهاد

المائي بغض النظر عن الطراز الوراثي، ومرحلة النمو وموسم الزراعة، قد سبّب تراجعاً في قيمة دليل الحصاد مقداره 8.28%، ما يُشير إلى أهمية توافر المياه خلال مختلف مراحل النمو وخاصةً مرحلة الإزهار لزيادة غلة محصول الذرة الصفراء الحبية، ومن ثمَّ دليل الحصاد. وتتماشى هذه النتائج أيضاً مع ما توصل إليه Shaw and Newman (2004). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الهجن مع المعاملات، أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجين ($P_2 \times P_6$) في معاملة الشاهد المروي (49.00%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية نباتات الهجن ($P_1 \times P_6$)، ($P_2 \times P_3$)، ($P_4 \times P_5$) في معاملة الشاهد المروي، ونباتات الهجين ($P_2 \times P_6$) التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (48.00% لكل منها) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غوطة82 التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب (24.67، 25.67%)، ونباتات الهجين ($P_3 \times P_5$) في معاملة الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (27.00% لكل منها على التوالي). يُعزى التباين بين الهجن المختلفة في صفة دليل الحصاد إلى تباينها في الغلة الحبية والغلة الحيوية حيث يُلاحظ من النتائج أنّ الهجن التي امتلكت دليل حصاد أعلى نسبياً امتلكت غلة حبية وغلة حيوية عالية أيضاً كما في الهجن ($P2 \times P_3$)، ($P_2 \times P_6$)، ($P_3 \times P_4$)، أما الطرز التي أبدت دليل حصاد أدنى نسبياً، فقد كانت غلتها الحبية الأقل بين الهجن في معاملة الإجهاد خلال مرحلة الإزهار، بينما غلتها الحيوية بقيت عالية تحت الظرف نفسه كما في الهجين ($P_3 \times P_5$) والصنف غوطة82، الأمر الذي سبَب تراجعاً معنوياً في قيمة معامل الحصاد، لأنّ دليل الحصاد هو نسبة الغلة الحبية إلى الغلة الحيوية.

**جدول رقم (27): دليل الحصاد (%) للهجن المستنبطة.**

| المعاملات | | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | نسبة الانخفاض (%) | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | نسبة الانخفاض (%) | المتوسط | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهجن | الشاهد المروي | | | | | الطراز | نسبة الانخفاض (%) |
| $P_1 \times P_2$ | 45.00 | 37.00 | 17.77 | 41.00 | 8.88 | 41.00 | 13.32 |
| $P_1 \times P_3$ | 46.00 | 34.00 | 26.08 | 38.00 | 17.39 | 39.33 | 21.73 |
| $P_1 \times P_4$ | 36.00 | 35.00 | 2.77 | 32.00 | 11.11 | 34.33 | 6.94 |
| $P_1 \times P_5$ | 40.00 | 33.00 | 17.50 | 35.00 | 12.50 | 36.00 | 15.00 |
| $P_1 \times P_6$ | 48.00 | 35.00 | 27.08 | 37.00 | 22.91 | 40.00 | 24.99 |
| $P_2 \times P_3$ | 48.00 | 35.00 | 27.08 | 45.00 | 6.25 | 42.67 | 16.66 |
| $P_2 \times P_4$ | 43.00 | 31.00 | 27.90 | 44.00 | -2.32 | 39.33 | 12.79 |
| $P_2 \times P_5$ | 43.00 | 33.00 | 23.25 | 34.00 | 20.93 | 36.67 | 22.09 |
| $P_2 \times P_6$ | 49.00 | 32.00 | 34.69 | 48.00 | 4.25 | 43.00 | 19.47 |
| $P_3 \times P_4$ | 47.00 | 34.00 | 27.65 | 45.00 | 4.25 | 42.00 | 15.95 |
| $P_3 \times P_5$ | 40.00 | 27.00 | 32.50 | 35.00 | 12.50 | 34.00 | 22.50 |
| $P_3 \times P_6$ | 38.00 | 32.00 | 15.78 | 31.00 | 18.42 | 33.67 | 17.10 |
| $P_4 \times P_5$ | 48.00 | 30.00 | 37.50 | 44.00 | 8.33 | 40.67 | 22.91 |
| $P_4 \times P_6$ | 35.00 | 35.00 | 0.00 | 31.00 | 11.42 | 33.67 | 5.71 |
| $P_5 \times P_6$ | 38.00 | 29.00 | 23.68 | 38.00 | 0.00 | 35.00 | 11.84 |
| غوطة82 | 36.67 | 25.67 | 23.99 | 24.67 | 32.72 | 29.00 | 31.35 |
| باسل1 | 36.00 | 33.00 | 8.33 | 35.00 | 2.77 | 34.67 | 5.55 |
| متوسط المعاملة | 42.16 | 32.39 | - | 37.51 | - | - | |
| المتغير | الطرز | | المعاملات | | التفاعل | | |
| LSD (0.05) | 0.0009357 | | 0.0005498 | | 0.001621 | | |
| C.V% | 2.53 | | | | | | |

## ثالثاً: آلية توريث الصفات المرتبطة بالإنتاج وتحمل الإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب لدى 15 هجيناً فردياً من الذرة الصفراء

### 3-1- عدد العرانيس في النبات

#### 3-1-1- تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

أبدت نتائج التحليل الإحصائي تبايناً عالي المعنوية لكلٍ من السلالات، والتفاعل بين السلالات والمعاملات، تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة خلال المراحل المدروسة المختلفة من حياة النبات (الجدول، 28)، وهذا يشير إلى اختلاف البيئات تحت الدراسة ويدل على اختلاف أداء السلالات باختلاف البيئة التي تنمو فيها النباتات، ويدل أيضاً على وجود تباعد وراثي بين السلالات المدروسة لصفة عدد العرانيس في النبات. اتسم أداء الهجن بثباتٍ وراثيٍ أكبر لهذه الصفة باختلاف البيئة التي ينمو فيها النبات، حيث تتميز الهجن بقاعدة وراثية أعرض من تلك التي تمتلكها السلالات. يتفق ذلك مع حسن (1991). تميزت نباتات الجيل الأول ($F_1$) بامتلاكها العدد نفسه من العرانيس ضمن بيئةٍ معينة، لأنّ نباتات الجيل الأول متماثلة مظهرياً، ولكنها خليطه وراثياً، لذلك يكون سلوكها المظهري شبيهاً بسلوك السلالات، إذْ تميزت غالبية الهجن بأنّها تحمل أكثر من عرنوس واحد في معظم نباتات العينة المدروسة.

**الجدول (28): تحليل التباين لصفة عدد العرانيس في النبات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين للسلالات | | | مصادر التباين للهجن | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | المعاملات | 0.34** | | المعاملات | 0.048* |
| مكررات السلالات | إجهاد إزهار | 0.004 | مكررات الهجن | إجهاد إزهار | 0.024 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 0.012 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 0.01 |
| | بدون إجهاد | 0.007 | | بدون إجهاد | 0.010 |
| | تجميعي | 0.01 | | تجميعي | 0.018 |
| السلالات | إجهاد إزهار | 0.023* | الهجن | إجهاد إزهار | 0.004 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 0.024** | | إجهاد امتلاء الحبوب | 0.02 |
| | بدون إجهاد | 0.420** | | بدون إجهاد | 0.017 |
| | تجميعي | 0.25** | | تجميعي | 0.019 |
| التفاعل | - | 0.11** | التفاعل | | 0.011 |
| الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 0.006 | الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 0.007 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 0.004 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 0.02 |
| | بدون إجهاد | 0.005 | | بدون إجهاد | 0.009 |
| | تجميعي | 0.01 | | تجميعي | 0.012 |
| معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 6.74 | معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 8.21 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 5.20 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 12.73 |
| | بدون إجهاد | 5.10 | | بدون إجهاد | 8.98 |
| | تجميعي | 5.86 | | تجميعي | 10.29 |

*** ،** تشير إلى المعنوية على مستوى 5% ،1% على التوالي.**

وقد تراوحت متوسطات السلالات تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار بين عرنوس واحد للسلالة $P_1$ إلى 1.3 عرنوس في النبات للسلالة $P_2$ (الجدول، 29)، لذا يمكن اعتبار هذه السلالة مبشرة لإدخالها في برنامج تربية يهدف إلى زيادة عدد العرانيس في النبات تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، أما تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، فقد تراوح عدد العرانيس بين1.1 عرنوس في النبات للسلالات $P_1$, $P_4$ , $P_5$ إلى 1.3 عرنوس في النبات للسلالة $P_3$، في حين كان عدد العرانيس في النبات نحو 1.1 للسلالة $P_1$، و2.1 للسلالة $P_2$ تحت ظروف الري الكامل (بدون إجهاد مائي). وقد كان عدد العرانيس في النبات الأعلى معنوياً (1.5 عرنوس . نبات$^{-1}$) لدى نباتات السلالة $P_2$، ما يُشير إلى أهمية هذه السلالة، وضرورة ادخالها في برامج التربية والتحسين الوراثي لمحصول الذرة الصفراء لزيادة الغلة الحبية من خلال زيادة عدد العرانيس على النبات، لا سيما وأنّها امتلكت أفضل قدرة عامة موجبة على الائتلاف لصفة عدد العرانيس في النبات (0.155**) كقيمة متوسطة تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب (الجدول، 32).

تميزت السلالات بعدد عرانيس في النبات أعلى تحت ظروف الزراعة المروية (1.4عرنوس . نبات$^{-1}$)، تلاه معاملة الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب (1.2عرنوس . نبات$^{-1}$)، في حين كان عدد العرانيس في النبات الأدنى معنوياً عندما تعرّضت السلالات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (1.1عرنوس . نبات$^{-1}$)، ما يُشير إلى أهمية توافر كمية كافية من مياه الري خلال مرحلة الإزهار والمراحل التي تسبقها من حياة المحصول لضمان نمو النباتات وتطورها بالشكل الأمثل. يتفق ذلك مع ما توصلت إليها الرويلي (2008) والخليفة (2011) في محصول الذرة الصفراء.

**الجدول (29): متوسط عدد العرانيس (عرنوس . نبات$^{-1}$) للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| السلالات | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | المتوسط |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| $P_2$ | 1.3 | 1.2 | 2.1 | 1.5 |
| $P_3$ | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.2 |
| $P_4$ | 1.2 | 1.1 | 1.2 | 1.2 |
| $P_5$ | 1.1 | 1.1 | 1.3 | 1.2 |
| $P_6$ | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.2 |
| المتوسط العام | 1.1 | 1.2 | 1.4 | 1.2 |
| LSD (0.05) | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| التفاعل | 0.12 | | | |

وقد تراوح متوسط عدد العرانيس في النبات في الهجن تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار من 1.0 إلى 1.1 عرنوس في النبات (الجدول، 30). ولم تكن هناك فروقاتٍ معنوية بين الهجن في هذه المعاملة، ما يدل على الاستقرار الوراثي لهذه الهجن عند تعرضها للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، أمّا في معاملة الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب، فقد تراوح متوسط عدد العرانيس في النبات في الهجن من 1.0 لدى ستة هجن إلى 1.2 عرنوس في النبات لدى خمسة من الهجن المدروسة، في حين تراوح متوسط عدد العرانيس في النبات من 1.0 لدى ستة من الهجن إلى 1.2 عرنوس في النبات لدى ثلاثة من الهجن المدروسة في معاملة الري الكامل. وكمتوسطٍ عام لأداء الهجن تحت ظروف الري المختلفة، فقد أبدى الهجين ($P_1 \times P_2$) أعلى قيمة لعدد العرانيس في النبات (1.17 عرنوس . نبات$^{-1}$)، لذا يُمكن اعتباره طرازاً وراثياً مبشراً، لاسيما أنّه يمتلك تأثيرات موجبة ومعنوية للقدرة الخاصة على الائتلاف تحت ظروف الزراعة المختلفة (الجدول، 33)، وكذلك امتلك قوة هجين موجبة ومعنوية لصفة عدد العرانيس في النبات قياساً لشاهد المقارنة (الجدول، 34).

**الجدول (30): متوسط عدد العرانيس في النبات (عرنوس . نبات$^{-1}$) للهجن.**

| الهجن | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | المتوسط |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | 1.06 | 1.23 | 1.23 | 1.178 |
| $P_1 \times P_3$ | 1.03 | 1.03 | 1.00 | 1.022 |
| $P_1 \times P_4$ | 1.06 | 1.00 | 1.00 | 1.02 |
| $P_1 \times P_5$ | 1.10 | 1.10 | 1.03 | 1.07 |
| $P_1 \times P_6$ | 1.06 | 1.16 | 1.06 | 1.10 |
| $P_2 \times P_3$ | 1.00 | 1.06 | 1.06 | 1.04 |
| $P_2 \times P_4$ | 1.03 | 1.00 | 1.16 | 1.06 |
| $P_2 \times P_5$ | 1.00 | 1.13 | 1.20 | 1.11 |
| $P_2 \times P_6$ | 1.00 | 1.23 | 1.13 | 1.12 |
| $P_3 \times P_4$ | 1.06 | 1.13 | 1.13 | 1.11 |
| $P_3 \times P_5$ | 1.10 | 1.00 | 1.00 | 1.03 |
| $P_3 \times P_6$ | 1.00 | 1.16 | 1.06 | 1.07 |
| $P_4 \times P_5$ | 1.06 | 1.16 | 1.03 | 1.08 |
| $P_4 \times P_6$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| $P_5 \times P_6$ | 1.00 | 1.13 | 1.13 | 1.08 |
| غوطة -82 | 1.03 | 1.13 | 1.03 | 1.06 |
| باسل - 1 | 1.03 | 1.10 | 1.03 | 1.05 |
| LSD (0.05) | 0.14 | 0.23 | 0.16 | 0.04 |
| التفاعل | - | | | - |

### 3-1-2- القدرة على الائتلاف

أظهرت نتائج تحليل التباين قيماً غير معنوية للتباين للقدرة العامة والخاصة على الائتلاف تحت ظروف الزراعة المختلفة، باستثناء تباين القدرة العامة على الائتلاف تحت ظروف الزراعة المروية فقط. كما بينت النتائج تبايناً غير معنوياً للتفاعل بين البيئة وكلٍ من القدرة العامة والخاصة على الائتلاف، وهذا يشير إلى أهمية الفعل الوراثي التراكمي في وراثة صفة عدد العرانيس تحت ظروف الزراعة المروية، في حين لم تتضح السلوكية الوراثية لهذه الصفة تحت ظروف الإجهاد المائي (الجدول، 31).

**الجدول (31): تحليل تباين القدرة على الائتلاف لصفة عدد العرانيس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | GCA | SCA | GCA×Env. | SCA×Env. | Error GCA , SCA |
| إجهاد إزهار | 0.008 | 0.03 | 0.019 | 0.011 | 0.007 |
| إجهاد امتلاء حبوب | 0.018 | 0.023 | | | 0.250 |
| بدون إجهاد | 0.028* | 0.013 | | | 0.010 |
| تجميعي | 0.017 | 0.021 | | | 0.013 |
| **مكونات التباين** | | | | | |
| | $\delta^2_{GCA}$ | $\delta^2_{SCA}$ | $\delta^2_{GCA} / \delta^2_{SCA}$ | | |
| إجهاد إزهار | 0.0013 | 0.0001 | - | | |
| إجهاد امتلاء حبوب | 0.003 | 0.010 | - | | |
| بدون إجهاد | 0.006 | 0.009 | - | | |
| تجميعي | 0.003 | 0.017 | - | | |

*** ** تشير إلى المعنوية على مستوى 1% 5% على الترتيب**

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار من 0.033 - للسلالة $P_6$ إلى 0.033 للسلالة $P_1$ ومن 0.056 – للسلالة $P_4$ إلى0.044 للسلالة $P_6$ في معاملة الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، في حين كانت هذه التأثيرات معنوية تحت ظروف الزراعة المروية، حيث تراوحت من 0.039- للسلالة $P_3$ إلى 0.094 للسلالة $P_2$. وأظهرت السلالة $P_2$ أفضل قدرة عامة على الائتلاف لصفة عدد العرانيس في النبات تحت ظروف الزراعة المروية، تلتها السلالة $P_6$ في معاملة الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، ثمّ السلالة $P_1$ في معاملة الإجهاد خلال مرحلة الإزهار (الجدول، 32). وبينت نتائج التحليل التجميعي أن السلالة $P_2$ ذات قدرة عامة جيدة على الائتلاف كمتوسط لكافة البيئات تحت الدراسة (0.155**).

**الجدول (32): تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة عدد العرانيس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| السلالات | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | المتوسط |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | 0.033 | 0.003 | -0.022 | 0.005 |
| $P_2$ | 0.025 | 0.036 | 0.094** | 0.155** |
| $P_3$ | 0.010 | 0.031 | -0.039 | 0.026 |
| $P_4$ | 0.008 | -0.056 | 0.022 | 0.039 |
| $P_5$ | 0.017 | 0.003 | -0.006 | 0.005 |
| $P_6$ | -0.033 | 0.044 | -0.006 | 0.002 |
| $SE_{[gi]}$ | 0.022 | 0.039 | 0.027 | 0.017 |

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة عدد العرانيس في النبات تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار من 0.040 – للهجين $P_1 \times P_3$ إلى 0.043 للهجين $P_3 \times P_5$، في حين لم تكن التأثيرات معنوية في معاملة الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب (الجدول، 33). وتراوحت بين 0.093- للهجين $P_4 \times P_6$ إلى 0.115 لكل من الهجين $P_3 \times P_4$ و $P_4 \times P_5$، في حين كانت التأثيرات معنوية تحت ظروف الزراعة المروية وتراوحت من 0.073- للهجين $P_2 \times P_3$ إلى 0.110 للهجين $P_3 \times P_4$. على أية حال يتميز الهجين $P_3 \times P_5$ بقدرة خاصة جيدة على الائتلاف لصفة عدد العرانيس تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار والهجين $p_3 \times P_4$ و $P_4 \times P_5$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب والهجين $P_3 \times P_4$ تحت ظروف الزراعة المروية، وبينت نتائج التحليل التجميعي امتلاك الهجينين $P_3 \times P_4$ و $P_1 \times P_2$ لقدرة خاصة جيدة على الائتلاف لصفة عدد العرانيس تحت مختلف ظروف الزراعة المروية والمجهدة (الجدول، 33).

**الجدول (33): تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة عدد العرانيس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | 0.018 | 0.090 | 0.077 | 0.062* |
| $P_1 \times P_3$ | -0.040 | -0.043 | -0.023 | -0.06 |
| $P_1 \times P_4$ | -0.015 | -0.052 | -0.040 | -0.036 |
| $P_1 \times P_5$ | 0.010 | -0.010 | -0.023 | -0.008 |
| $P_1 \times P_6$ | 0.027 | 0.015 | 0.010 | 0.017 |
| $P_2 \times P_3$ | -0.015 | -0.043 | -0.073 | -0.044 |
| $P_2 \times P_4$ | 0.010 | -0.085 | 0.010 | -0.022 |
| $P_2 \times P_5$ | -0.032 | -0.010 | 0.027 | -0.005 |
| $P_2 \times P_6$ | 0.018 | 0.048 | -0.040 | 0.009 |
| $P_3 \times P_4$ | 0.018 | 0.115 | 0.110* | 0.081** |
| $P_3 \times P_5$ | 0.043 | -0.077 | -0.040 | -0.024 |
| $P_3 \times P_6$ | -0.007 | 0.048 | 0.027 | 0.023 |
| $P_4 \times P_5$ | 0.002 | 0.115 | -0.023 | 0.031 |
| $P_4 \times P_6$ | -0.015 | -0.093 | -0.057 | -0.055 |
| $P_5 \times P_6$ | -0.023 | -0.018 | 0.060 | 0.006 |
| $SE_{[si,j]}$ | 0.038 | 0.066 | 0.045 | 0.029 |

### 3-1-3- قوة الهجين

أبدت كلاً من الهجن $P_1 \times P_2$ و $P_1 \times P_4$ و $P_1 \times P_5$ و $P_1 \times P_6$ و $P_3 \times P_4$ قيم قوة هجين موجبة قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82) في معاملة الإجهاد خلال مرحلة الإزهار(8.23% و 10% لكلٍ منهما على التوالي)، أمّا تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب، فقد أبدت الهجن $P_4 \times P_5$ و $P_3 \times P_4$ قيم موجبة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (9.09% و10.25% على التوالي)، في حين أظهرت الهجن $P_1 \times P_2$ و $P_2 \times P_4$ و $P_2 \times P_5$ قيم قوة هجين موجبة ومعنوية (25% و20%على التوالي) قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82) تحت ظروف الزراعة المروية. وقد بيّن التحليل التجميعي للبيانات أنّ الهجينين $P_1 \times P_2$ و $P_3 \times P_4$ امتلكا قوة هجين موجبة قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (11.25 % و 10.84 %) (الجدول، 34). يمكن القول أن الانتخاب لصفة عدد العرانيس في النبات يمكن أن تتم بفاعلية عندما تصل النباتات إلى درجة عالية من الأصالة الوراثية، أي في الأجيال المتأخرة $F_6$ و $F_7$ كما أن تحسين غلة محصول الذرة الصفراء يمكن أن تتم من خلال التصالب بين سلالات متباعدة وراثياً تحمل عرنوسين أو ثلاثة عرانيس على الأكثر على أن تتم التربية لهجن تحمل بالمتوسط عرنوسين على الأكثر وذلك لاختلاف سعة

المصب بين العرنوس العلوي والعرنوس يلي يليه باتجاه الأرض وملاحظة التوافق بالنضج الفيزيولوجي إضافة إلى إمكانية الحصاد الآلي لهذه الهجن، وعلى ضوء النتائج السابقة ننصح بإجراء الانتخاب لهذه الصفة تحت ظروف الزراعة المروية.

**الجدول (34): قوة الهجين لصفة عدد العرانيس قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82).**

| الهجن | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | | بدون إجهاد | | التجميعي | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ |
| $P_1 \times P_2$ | 4.35 | 10.00 | 4.35 | 9.09 | 25.00** | 20.00* | 11.25 | 9.09 |
| $P_1 \times P_3$ | -9.09 | 0.00 | -16.67 | -9.09 | -16.67* | 0.00 | -13.04 | -9.09 |
| $P_1 \times P_4$ | 0.00 | 10.00 | -9.09 | -9.09 | -13.04 | 0.00 | -13.04 | -9.09 |
| $P_1 \times P_5$ | 4.76 | 10.00 | 0.00 | 0.00 | -16.67* | 0.00 | -4.35 | 0.00 |
| $P_1 \times P_6$ | 4.76 | 10.00 | 4.35 | 9.09 | -8.33 | 10.00 | -4.35 | 0.00 |
| $P_2 \times P_3$ | -20.00** | 0.00 | -12.00 | 0.00 | -35.29** | 10.00 | -25.93** | -9.09 |
| $P_2 \times P_4$ | -20.00** | 0.00 | -13.04 | -9.09 | -27.27** | 20.00** | -18.52** | 0.00 |
| $P_2 \times P_5$ | -20.00** | 0.00 | -12.00 | 0.00 | -29.41** | 20.00** | -18.52** | 0.00 |
| $P_2 \times P_6$ | -16.67** | 0.00 | 0.00 | 9.09 | -35.29** | 10.00 | -18.52** | 0.00 |
| $P_3 \times P_4$ | 8.33 | 10.00 | 8.35 | 10.25 | 12.00 | 10.00 | 9.55 | 10.84 |
| $P_3 \times P_5$ | -4.35 | 10.00 | -16.67 | -9.09 | -23.08** | 0.00 | -16.67* | -9.09 |
| $P_3 \times P_6$ | -13.04* | 0.00 | -4.00 | 9.09 | -15.38* | 10.00 | -8.33 | 0.00 |
| $P_4 \times P_5$ | -4.35 | 10.00 | 9.09 | 9.09 | -20.00** | 0.00 | -8.33 | 0.00 |
| $P_4 \times P_6$ | -13.04* | 0.00 | -13.04 | -9.9 | -20.00 | 0.00 | -16.67* | -9.09 |
| $P_5 \times P_6$ | -9.09 | 0.00 | -4.35 | 0.00 | -15.38* | 10.00 | -8.33 | 0.00 |
| SE | 0.007 | | 0.02 | | 0.009 | | 0.012 | |

### 3-2- الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث ( يوم)

### 3-2-1- تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

دُرست هذه الصفة خلال مرحلة الإزهار Flowering فقط، لأنّها المرحلة المناسبة لقياس هذا المؤشر لدى نباتات الذرة الصفراء. أبدت السلالات تبايناً عالي المعنوية تحت ظروف الزراعة المروية، في حين أبدت الهجن تبايناً معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلة الإزهار لصفة طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث (ASI)، ما يدل على وجود تباعد وراثي وجغرافي بين السلالات الأبوية المكونة للهجن المدروسة، كما أنّ السلوك الوراثي للسلالات المدروسة اختلف باختلاف بيئة الزراعة Environment، (الجدول، 35). اتفقت هذه النتائج مع نتائج كلٍ من Iqbal *et al.*, (2010)، و Abdelmulla and Sabiel

(2007). واتفقت أيضاً مع نتائج العبد الهادي (2013)، حيث أشارت إلى دور الفعل الوراثي والبيئي في سلوك صفة الإزهار المؤنث في دراسة لأربعة هجن في بيئتين متباينتين (شاهد مروي، وإجهاد مائي). واتفق ذلك مع نتائج Mahmood *et al.*, (2004)، ونتائج Alake *et al.*, (2008)، ونتائج Yousuf and Saleem (2002). تُشير النتائج إلى عدم اختلاف المعاملات في تأثيرها في أداء وسلوك السلالات، في حين اختلفت هذه المعاملات في تأثيرها في أداء وسلوك الهجن المدروسة لصفة الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث.

**الجدول (35): تحليل التباين لصفة الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين للسلالات | | | مصادر التباين للهجن | | |
|---|---|---|---|---|---|
| مكررات السلالات | المعاملات | 3.02 | مكررات الهجن | المعاملات | 3.31** |
| | إجهاد إزهار | 0.67 | | إجهاد إزهار | 0.55 |
| | بدون إجهاد | 0.06 | | بدون إجهاد | 0.02 |
| | تجميعي | 0.35 | | تجميعي | 0.14 |
| السلالات | إجهاد إزهار | 0.23 | الهجن | إجهاد إزهار | 0.40* |
| | بدون إجهاد | 1.52** | | بدون إجهاد | 0.56** |
| | تجميعي | 1.54** | | تجميعي | 0.96** |
| التفاعل | 0.46* | | التفاعل | 0.29** | |
| الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 0.20 | الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 0.19 |
| | بدون إجهاد | 0.06 | | بدون إجهاد | 0.12 |
| | تجميعي | 0.20 | | تجميعي | 0.14 |
| معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 29.81 | معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 19.62 |
| | بدون إجهاد | 11.79 | | بدون إجهاد | 13.08 |
| | تجميعي | 21.33 | | تجميعي | 14.89 |

تراوح متوسط طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي من 1.3 يوم للسلالات $P_5$، $P_4$، $P_2$، $P_1$ إلى 2 يوم للسلالة $P_3$ (جدول، 36)، في حين تراوح من 1.3 يوم للسلالة $P_5$ إلى 3 يوم للسلالات $P_1$، $P_4$، $P_2$ تحت ظروف الزراعة المروية، وقد كان طول الفاصل الزمني الأعلى معنوياً لدى السلالات $P_4$، $P_2$، $P_1$ في حين كان الأدنى معنوياً لدى السلالة $P_5$ كمتوسط لأداء السلالات خلال المعاملات المختلفة (الري الكامل، والإجهاد)، وعليه يمكن اعتماد السلالة $P_5$ كأبٍ مناسب لتكوين هجن مبكرة للإزهار المؤنث تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار، والظروف الطبيعية، لاسيما وأنّ هذه السلالة تتميز بقدرة عامة جيدة على الائتلاف (الجدول، 39)، أي ذات قدرة على توريث هذه الصفة التي تُعد مهمة لتحسين الغلة الحبية لمحصول الذرة الصفراء تحت ظروف نقص المياه، وخاصةً خلال المراحل الحرجة من حياة النبات، ما يُقلّل من تكاليف الإنتاج، حيث تزرع الذرة الصفراء تكثيفياً في سورية بعد حصاد القمح، وهناك احتمال لهطول الأمطار في بداية فصل الشتاء، فتصبح هناك حاجة

لاستعمال المجففات الصناعية لخفض رطوبة الحبوب إلى الحد الآمن للتخزين (15%). كما أبدت السلالات تبايناً في طول الفاصل الزمني باختلاف ظروف الزراعة، فقد كان عدد الأيام بين الإزهار المذكر والمؤنث الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية، في حين كان الأدنى معنوياً عندما تعرّضت نباتات السلالات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، أي أنّ تطبيق الإجهاد خلال مرحلة الإزهار يُسرّع ظهور النورات المؤنثة، ويُقلّل الفترة الزمنية بين الإزهار المذكر والمؤنث، الأمر الذي يمكن أنْ يؤثّر سلباً في عدد الحرائر المتشكلة، ومن ثمّ عدد الحبوب في الصف/العرنوس. تتفق هذه النتائج مع نتائج الرويلي (2008)، إذْ بيّنت أنّ عدد الأيام حتى الإزهار المؤنث كان الأعلى معنوياً عندما تعرّضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة البادرة الفتية (53.50 يوماً)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية مرحلتي النمو الخضري والإزهار وبدون فروق معنوية بينهما (53.21، 53.10 يوماً على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب.

**الجدول (36): متوسط طول الفاصل الزمني بين الإزهار المؤنث والمذكر (يوم) للسلالات.**

| السلالات | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|
| $P_1$ | 1.3 | 3.0 | 2.15 |
| $P_2$ | 1.3 | 3.0 | 2.15 |
| $P_3$ | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| $P_4$ | 1.3 | 3.0 | 2.15 |
| $P_5$ | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| $P_6$ | 1.7 | 2.0 | 1.85 |
| المتوسط | 1.5 | 2.4 | 1.93 |
| LSD (0.05) | 0.8 | 0.4 | 0.4 |
| التفاعل | | | 0.7 |

وقد تراوح متوسط طول الفاصل الزمني في الهجن تحت ظروف الإجهاد المائي من 1.6 يوم لكل من الهجينين $P_1\times P_5$ و $P_2\times P_5$ إلى 3يوم للهجين $P_2\times P_3$ (الجدول، 37)، في حين تراوح من 1.6 يوم للهجين $P_4\times P_5$ إلى 3 يوم لكلٍ من الهجن $P_2\times P_3$، $P_1\times P_6$، $P_1\times P_5$، $P_1\times P_4$، $P_1\times P_2$، $P_2\times P_4$، $P_2\times P_6$، $P_2\times P_5$ والهجين باسل1 في المعاملة بدون إجهاد، لذا يمكن تقييم الهجينين $P_1\times P_5$ و $P_2\times P_5$ لصفة التبكير بالإزهار المؤنث تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار. أبدى الهجينان $P_4\times P_5$ و $P_3\times P_6$ أقصر طول فاصل زمني بين الإزهار المذكر والمؤنث (ASI) (1.8−2 يوماً على التوالي) كمتوسط عام لأداء الهجن تحت مختلف ظروف الزراعة، ويمكن تبعاً لذلك اعتبارهما هجينين مبشرين، لتحسين صفة طول الفاصل الزمني بين

الإزهار المذكر والمؤنث تحت ظروف الزراعة المختلفة، لا سيما وأنّهما أبديا تأثيرات للقدرة الخاصة على الائتلاف معنوية وسالبة لهذه الصفة (الجدول، 40).

**الجدول (37): متوسط طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث (يوم) للهجن.**

| الهجن | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | بدون إجهاد | المتوسط |
|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | 2.0 | 3.0 | 2.5 |
| $P_1 \times P_3$ | 2.6 | 2.7 | 2.5 |
| $P_1 \times P_4$ | 2.0 | 3.0 | 2.5 |
| $P_1 \times P_5$ | 1.6 | 3.0 | 2.3 |
| $P_1 \times P_6$ | 2.6 | 3.0 | 2.8 |
| $P_2 \times P_3$ | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| $P_2 \times P_4$ | 2.0 | 3.0 | 2.5 |
| $P_2 \times P_5$ | 1.6 | 3.0 | 2.3 |
| $P_2 \times P_6$ | 2.3 | 3.0 | 2.7 |
| $P_3 \times P_4$ | 2.7 | 2.7 | 2.8 |
| $P_3 \times P_5$ | 2.6 | 2.6 | 2.6 |
| $P_3 \times P_6$ | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| $P_4 \times P_5$ | 2.0 | 1.6 | 1.8 |
| $P_4 \times P_6$ | 2.3 | 2.0 | 2.1 |
| $P_5 \times P_6$ | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| غوطة 82 | 2.3 | 2.6 | 2.5 |
| باسل 1 | 2.6 | 3.0 | 2.8 |
| LSD (0.05) | 0.7 | 0.6 | 0.15 |
| التفاعل | | | 0.61 |

### 3-2-2- القدرة على الائتلاف

يُلاحظ من الجدول (38) أنّ تباين القدرة العامة والخاصة على الائتلاف كان معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (بدون إجهاد مائي)، وهذا يدل على مساهمة الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة تحت ظروف الزراعة المروية، في حين كان تباين القدرة العامة على الائتلاف معنوياً فقط في معاملة الإجهاد خلال الإزهار، وهذا يُشير إلى مساهمة الفعل الوراثي التراكمي في وراثة هذه الصفة. ويُلاحظ أنّ التفاعل بين القدرة العامة والخاصة على الائتلاف والبيئة، كان معنوياً، وهذا يُشير إلى أنّ القدرة العامة والخاصة على الائتلاف تختلفان باختلاف البيئة التي ينمو فيها النبات.

**الجدول (38): تحليل تباين القدرة على الائتلاف لصفة الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| المعاملة | GCA | SCA | GCA×Env | SCA×Env | Error GCA , SCA |
| إجهاد إزهار | 0.49* | 0.37 | | | 0.17 |
| بدون إجهاد | 1.07** | 0.37** | 0.80** | 0.29* | 0.11 |
| تجميعي | 1.36** | 0.83** | | | 0.13 |
| **مكونات التباين** | | | | | |
| المعاملة | $\delta^2_{GCA}$ | $\delta^2_{SCA}$ | $\delta^2_{GCA}$ / $\delta^2_{SCA}$ | | |
| إجهاد إزهار | 0.11 | 0.31 | – | | |
| بدون إجهاد | 0.257 | 0.332 | 0.77 | | |
| تجميعي | 0.33 | 0.79 | 0.42 | | |

كانت نسبة $\delta^2_{GCA}/\delta^2_{SCA}$ أقل من الواحد تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار، وهذا يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة هذه الصفة (الجدول، 38). اتفق ذلك مع نتائج EL Zeir *et al.*, (2001)، واختلف مع ما توصل إليه البحاثة Nigussie and Zelleke (2001)، و Glover *et al.*, (2005). تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف من 0.278- للسلالة $P_5$ إلى 0.306 للسلالة $P_3$ تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار، في حين تراوحت تحت ظروف الزراعة المروية من0.250- للسلالتين $P_4$ و$P_6$ إلى 0.417 للسلالة $P_2$. وتميزت السلالة $P_5$ بأفضل قدرة عامة على الائتلاف سالبة ومفيدة 0.278- لصفة الفاصل الزمني تحت ظروف الزراعة المجهدة (الجدول، 39). ويؤكد ذلك التحليل التجميعي للبيانات، حيث امتلكت هذه السلالة أفضل قدرة عامة على الائتلاف سالبة وعالية المعنوية 0.213- تلتها السلالة $P_4$ 0.157- ثمّ السلالة $P_6$ 0.130-

وتراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار من 0.667 - للهجين $P_3\times P_6$ إلى 0.500 للهجين $P_2\times P_3$، أمّا تحت ظروف الزراعة المروية، فقد تراوحت من 0.583- للهجين $P_4\times P_5$ إلى 0.333 للهجين $P_3\times P_4$ (الجدول، 40). وقد أبدى خمسة هجن تأثيرات سالبة ومعنوية لصفة طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث، وكان الهجين $P_4\times P_5$ الأفضل في قدرته الخاصة على الائتلاف (جدول، 40).

**الجدول (39): تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث.**

| السلالات | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|
| $P_1$ | -0.111 | 0.333** | 0.176** |
| $P_2$ | -0.028 | 0.417** | 0.259** |
| $P_3$ | 0.306** | -0.083 | 0.065 |
| $P_4$ | -0.028 | -0.250** | -0.157** |
| $P_5$ | -0.278* | -0.167 | -0.213** |
| $P_6$ | 0.139 | -0.250** | -0.130* |
| $SE_{[gi]}$ | 0.109 | 0.089 | 0.054 |

**الجدول (40): تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث.**

| الهجن | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | -0.083 | -0.417** | -0.294** |
| $P_1 \times P_3$ | -0.083 | -0.25 | -0.211* |
| $P_1 \times P_4$ | -0.083 | 0.250 | 0.122 |
| $P_1 \times P_5$ | -0.167 | 0.167 | 0.067 |
| $P_1 \times P_6$ | 0.417* | 0.250 | 0.317 |
| $P_2 \times P_3$ | 0.500** | 0.000 | 0.150 |
| $P_2 \times P_4$ | -0.167 | 0.167 | 0.039 |
| $P_2 \times P_5$ | -0.250 | 0.083 | -0.017** |
| $P_2 \times P_6$ | 0.000 | 0.167 | 0.122 |
| $P_3 \times P_4$ | 0.167 | 0.333* | 0.344** |
| $P_3 \times P_5$ | 0.083 | 0.250 | 0.178 |
| $P_3 \times P_6$ | -0.667** | 0.333* | 0.461 |
| $P_4 \times P_5$ | 0.083 | -0.583** | -0.378** |
| $P_4 \times P_6$ | 0.000 | 0.167 | -0.128 |
| $P_5 \times P_6$ | 0.250 | 0.083 | 0.150 |
| $SE_{[si,j]}$ | 0.184 | 0.151 | 0.092 |

### 3-2-3- قوة الهجين

أبدت بعض الهجن المدروسة قيم موجبة وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82) تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة (الجدول، 41). اتفقت هذه النتائج مع نتائج Aydin *et al.*, (2007). أبدى الهجين $P_2 \times P_3$ أعلى قيمة لقوة الهجين قياساً

لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة غوطة82 تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار (81.82% و30.43%)، تلاه الهجين $P_1 \times P_6$ (80% و17.39%). وأظهرت الهجن $P_3 \times P_5$ و$P_2 \times P_5$ و$P_1 \times P_2$ أعلى قيمة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة تحت ظروف الزراعة المروية (63.64% و11.11% لكل منها على التوالي). وقد أظهر التحليل التجميعي للبيانات بأنّ الهجينين $P_3 \times P_5$ و $P_2 \times P_3$ تميزا بأعلى قيمة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة غوطة82 (52.94% و15.88% على التوالي). وقد أبدت بعض الهجن قيم قوة هجين سالبة وعالية المعنوية لهذه الصفة، تراوحت من 30.77% للهجين $P_4 \times P_5$ إلى 11.54% للهجين $P_5 \times P_6$ قياساً لشاهد المقارنة. اتفقت هذه النتائج مع نتائج العبد الهادي (2013)، حيث أبدت جميع الهجن المدروسة قيماً سالبة وعالية المعنوية لقوة الهجين في بيئتي الزراعة. مما سبق نستنتج أن الانتخاب لهذه الصفة يتم في الأجيال الانعزالية المتأخرة $F_6$ و $F_7$ أي عندما تصل النباتات إلى الأصالة الوراثية، ويمكن الاستفادة من السلالة $P_5$ في التصالبات كونها تميزت بقدرة عامة جيدة على الائتلاف لهذه الصفة وخاصة تحت ظروف الإجهاد وكانت هذه السلالة أحد الأبوين المكونة لعدة هجن ذات قدرة خاصة جيدة على الائتلاف لصفة الفاصل الزمني بين ظهور النورات المذكرة والمؤنثة.

**الجدول (41): قوة الهجين لصفة الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة غوطة82.**

| الهجن | إجهاد إزهار | | بدون إجهاد | | التجميعي | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ |
| $P_1 \times P_2$ | 53.85 | -13.04 | 0.00 | 11.11* | 14.89 | 3.85 |
| $P_1 \times P_3$ | 39.39 | 0.00 | 8.00 | 0.00 | 18.18 | 0.00 |
| $P_1 \times P_4$ | 53.85 | -13.04 | 0.00 | 11.11 | 17.39 | 3.85 |
| $P_1 \times P_5$ | 30.77 | -26.09 | 39.53** | 11.11 | 44.44** | 0.00 |
| $P_1 \times P_6$ | 80.00** | 17.39 | 20.00 | 11.11 | 38.10** | 11.54 |
| $P_2 \times P_3$ | 81.82** | 30.43 | 20.00 | 11.11 | 33.33* | 15.88 |
| $P_2 \times P_4$ | 53.85 | -13.04 | 0.00 | 11.11* | 14.89 | 3.85 |
| $P_2 \times P_5$ | 3.03 | -26.09 | 39.53** | 11.11* | 40.54* | 0.00 |
| $P_2 \times P_6$ | 53.33* | 0.00 | 20.00 | 11.11 | 30.23 | 7.69 |
| $P_3 \times P_4$ | 63.64** | 17.39 | 8.00 | 0.00 | 27.27* | 7.69 |
| $P_3 \times P_5$ | 39.39 | 0.00 | 63.64** | 0.00 | 52.94** | 0.00 |
| $P_3 \times P_6$ | 8.11 | -13.04 | 0.00 | -25.93 | 0.00 | -23.08* |
| $P_4 \times P_5$ | 53.85 | -13.04 | -20.93 | -37.04 | 0.00 | -30.77** |
| $P_4 \times P_6$ | 53.33** | 0.00 | -20.00 | -25.93 | 0.00 | -19.23 |
| $P_5 \times P_6$ | 53.33** | 0.00 | 39.39 | -14.81 | 43.75* | -11.54 |
| SE | 0.19 | | 0.12 | | 0.14 | |

### 3-3- الغلة الحيوية (طن . هكتار$^{-1}$)

#### 3-3-1- تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

أبدت السلالات والهجن تبايناً عالي المعنوية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل، وكذلك التحليل المشترك للبيانات عدا تباين التحليل التجميعي لمعاملات الهجن، وهذا يدل على التباعد الوراثي والجغرافي بين السلالات الأبوية المدروسة (الجدول، 42). أظهر التباين العائد للتفاعل بين السلالات والمعاملات على اختلافها (إجهاد خلال مرحلة الإزهار، إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، وبدون إجهاد) معنوية عالية، وهذا يُشير إلى اختلاف الأداء باختلاف المعاملة في حين لم يكن معنوياً للتفاعل بين الهجن والمعاملات، أي أنّ الهجن المدروسة كانت وراثياً أكثر ثباتاً، وقد يعود ذلك لقاعدتها الوراثية العريضة مقارنةً بالسلالات، كما أن الهجن تتميز بقوة هجين تجعلها أكثر تحملاً للظروف البيئية غير المواتية، حيث تتشابه نباتات الجيل الأول بالشكل المظهري والنمط الوراثي. يتفق ذلك مع نتائج العبد الهادي (2013)، حيث أشارت في دراسة لعشائر أربعة هجن إلى وجود تباين في قيم متوسطات ارتفاع النبات وعدد الأوراق على النبات وطول وقطر العرنوس، إذْ تحدد هذه الصفات الكتلة الحيوية للنبات.

**الجدول (42): تحليل التباين لصفة الغلة الحيوية (طن . هكتار$^{-1}$) تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين للسلالات | | | مصادر التباين للهجن | | |
|---|---|---|---|---|---|
| المتغير | المعاملات | 19.25** | المتغير | المعاملات | 210.84** |
| مكررات السلالات | إجهاد إزهار | 0.03 | مكررات الهجن | إجهاد إزهار | 0.27 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 0.08 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 0.08 |
| | بدون إجهاد | 0.74 | | بدون إجهاد | 1.19 |
| | تجميعي | 0.17 | | تجميعي | 0.23 |
| السلالات | إجهاد إزهار | 10.40** | الهجن | إجهاد إزهار | 22.74** |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 10.02** | | إجهاد امتلاء الحبوب | 15.87** |
| | بدون إجهاد | 21.64** | | بدون إجهاد | 32.04** |
| | تجميعي | 38.81** | | تجميعي | 60.47 |
| التفاعل | | 1.76** | التفاعل | | 5.09 |
| الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 0.2 | الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 0.4 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 0.09 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 0.68 |
| | بدون إجهاد | 0.54 | | بدون إجهاد | 0.95 |
| | تجميعي | 0.29 | | تجميعي | 0.68 |
| معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 2.54 | معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 3.57 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 1.74 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 4.57 |
| | بدون إجهاد | 4.35 | | بدون إجهاد | 4.57 |
| | تجميعي | 2.98 | | تجميعي | 4.32 |

تراوح متوسط صفة الغلة الحيوية تحت ظروف الإجهاد للسلالات خلال مرحلة الإزهار من 16 طن . هكتار$^{-1}$ للسلالتين $P_1$ و$P_6$ إلى 21 طن . هكتار$^{-1}$ للسلالة $P_3$ (الجدول،43). وتراوح من 15.2 طن . هكتار$^{-1}$ للسلالة $P_1$ إلى 20 طن . هكتار$^{-1}$ للسلالة $P_3$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، ومن 16.3 طن . هكتار$^{-1}$ للسلالة $P_1$ إلى 23.8 طن . هكتار$^{-1}$ للسلالة $P_3$ تحت ظروف الزراعة المروية. وحققت السلالة $P_3$ أعلى غلة حيوية كمتوسط عام لأداء السلالات تحت ظروف الزراعة المختلفة (21.6 طن . هكتار$^{-1}$)، ما يدل على أهمية هذه السلالة، وإمكانية إدخالها في برنامج تكوين هجن ذات غلة حيوية عالية، وخاصةً أنّها تتمتع بتأثيرات موجبة ومعنوية للقدرة العامة على الائتلاف لصفة الغلة الحيوية تحت البيئات المختلفة للنمو (الجدول، 46). وقد كان متوسط الغلة الحيوية الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (19.20 طن . هكتار$^{-1}$)، تلاه معاملة الإجهاد خلال مرحلة الإزهار (17.50 طن . هكتار$^{-1}$) في حين كان الأدنى معنوياً في الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب (17.20 طن.هكتار$^{-1}$)، ما يدل على أنّ متوسط الغلة الحيوية يتحدد بشكلٍ رئيس بكمية المياه المتاحة في التربة، وخاصةً خلال مرحلة النمو الخضري النشط، ما يُشيرْ إلى أهمية توافر المياه لامتصاص كمياتٍ من المياه تكفي لتعويض الماء المفقود بالنتح لضمان المحافظة على قيم مرتفعة من جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية، اللازم لدفع جدران الخلايا النباتية على الاستطالة لضمان نمو النبات وتطوره بالشكل الأمثل.

**الجدول (43): متوسط الغلة الحيوية (طن . هكتار$^{-1}$) للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| السلالات | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | 16.00 | 15.20 | 16.30 | 15.80 |
| $P_2$ | 17.00 | 15.70 | 18.70 | 17.10 |
| $P_3$ | 21.00 | 20.00 | 23.80 | 21.60 |
| $P_4$ | 18.00 | 18.10 | 18.90 | 18.30 |
| $P_5$ | 17.20 | 18.00 | 20.30 | 18.50 |
| $P_6$ | 16.00 | 16.10 | 17.00 | 16.30 |
| المتوسط | 17.50 | 17.20 | 19.20 | 17.90 |
| LSD5% | 0.80 | 0.50 | 1.30 | 0.50 |
| التفاعل | | | | 0.89 |

تراوح متوسط صفة الغلة الحيوية للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار من 16.053 طن . هكتار$^{-1}$ للهجين $P_3\times P_6$ إلى قرابة 21.34 طن . هكتار$^{-1}$ للهجين $P_2\times P_3$ (الجدول، 44). ومن 16.39 طن . هكتار$^{-1}$ للهجين $P_1\times P_6$ إلى 21.67 طن . هكتار$^{-1}$ للهجين $P_3\times P_4$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، في حين تراوحت هذه المتوسطات

تحت ظروف الزراعة المروية من 18.49 طن . هكتار$^{-1}$ للهجين $P_1 \times P_5$ إلى 24.56 طن . هكتار$^{-1}$ للهجين $P_3 \times P_6$. وقد حقق الهجين $P_3 \times P_4$ أعلى غلة حيوية (22.14 طن . هكتار$^{-1}$) كمتوسط عام لأداء الهجن تحت ظروف الزراعة المختلفة، تلاه الهجين $P_1 \times P_3$ (21.91 طن . هكتار$^{-1}$)، ثمّ الهجينين $P_2 \times P_3$ و $P_3 \times P_5$ (21.85 طن . هكتار$^{-1}$ لكل منهما)، لذا يمكن اعتبار هذه الهجن مبشرة من حيث امتلاكها لهذه الصفة، لاسيما وأنّها أبدت قوة هجين موجبة ومعنوية لصفة الغلة الحيوية، ومن الجدير ذكره أنّ هذه الهجن كانت تتميز بتفوقها بارتفاع النباتات، وهذا يعني زيادة طول المسافة بين العقد الساقية، ما يؤدي إلى تحسين الهندسة الورقية للنبات، حيث يُساعد ذلك في تحسين توزيع الطاقة الضوئية بين أجزاء النبات الهوائية المختلفة، ويسمح بوصول كمية من الطاقة إلى كامل أوراق النبات، بما فيها الأوراق السفلية تكفي لإقلاع عملية التمثيل الضوئي، ما يؤدي إلى زيادة كفاءة النبات التمثيلية، ومن ثمّ كفاءتي استعمال الضوء والماء.

**الجدول(44): متوسط الغلة الحيوية (طن . هكتار$^{-1}$) للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | 16.69 | 18.07 | 19.96 | 18.24 |
| $P_1 \times P_3$ | 21.62 | 20.30 | 23.83 | 21.91 |
| $P_1 \times P_4$ | 16.41 | 17.63 | 19.75 | 17.93 |
| $P_1 \times P_5$ | 17.53 | 18.55 | 18.49 | 18.19 |
| $P_1 \times P_6$ | 16.67 | 16.39 | 19.61 | 17.56 |
| $P_2 \times P_3$ | 21.34 | 20.72 | 23.50 | 21.85 |
| $P_2 \times P_4$ | 17.97 | 17.81 | 19.35 | 18.38 |
| $P_2 \times P_5$ | 17.49 | 18.41 | 21.57 | 19.16 |
| $P_2 \times P_6$ | 17.31 | 17.24 | 23.02 | 19.19 |
| $P_3 \times P_4$ | 20.76 | 21.67 | 23.98 | 22.14 |
| $P_3 \times P_5$ | 21.24 | 20.52 | 23.78 | 21.85 |
| $P_3 \times P_6$ | 16.05 | 17.57 | 24.56 | 19.40 |
| $P_4 \times P_5$ | 18.31 | 18.42 | 21.51 | 19.41 |
| $P_4 \times P_6$ | 16.26 | 19.09 | 22.17 | 19.17 |
| $P_5 \times P_6$ | 17.37 | 17.97 | 21.57 | 18.97 |
| غوطة -82 | 15.52 | 15.77 | 17.68 | 16.32 |
| باسل - 1 | 10.07 | 11.18 | 11.61 | 10.95 |
| LSD (0.05) | 1.05 | 1.38 | 1.62 | 0.32 |
| التفاعل | | | | 1.33 |

### 3-3-2- القدرة على الائتلاف

كان التباين العائد للقدرة العامة والخاصة على الائتلاف معنوياً تحت الظروف المختلفة للزراعة وعند جميع المعاملات (إجهاد خلال مرحلة الإزهار، إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، وبدون إجهاد) (الجدول، 45)، وهذا يُشير إلى مساهمة الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة. وقد كان التفاعل بين القدرة العامة على الائتلاف والبيئة معنوياً، وهذا يُشير إلى اختلاف القدرة العامة للسلالات باختلاف البيئة، في حين كان التفاعل بين القدرة الخاصة على الائتلاف والبيئة غير معنوي، وهذا يعني أنّ القدرة الخاصة على الائتلاف لا تتأثر باختلاف البيئة لهذه الصفة. دلّت نسبة $\delta^2_{GCA} / \delta^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد في معاملتي الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب وبدون إجهاد (0.49 و0.64على الترتيب)، على أنّ الفعل الوراثي اللاتراكمي يسيطر على وراثة هذه الصفة تحت ظروف هاتين البيئتين، في حين كانت هذه النسبة أكبر من الواحد (1.23) في معاملة الإجهاد خلال مرحلة الإزهار، أي أنّ الفعل الوراثي التراكمي يُسيطر على وراثة هذه الصفة عندما تُجهد النباتات خلال مرحلة الإزهار.

**الجدول (45): تحليل تباين القدرة على الائتلاف لصفة الغلة الحيوية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| المعاملة | GCA | SCA | GCA×Env. | SCA×Env. | Error GCA, SCA |
| إجهاد إزهار | 23.37** | 4.85** | 3.13** | 1.10 | 0.45 |
| إجهاد امتلاء الحبوب | 8.01** | 4.20** | | | 0.75 |
| بدون إجهاد | 17.57** | 7.09** | | | 1.07 |
| تجميعي | 33.66** | 8.74** | | | 0.76 |
| **مكونات التباين** | | | | | |
| المعاملة | $\delta^2_{GCA}$ | $\delta^2_{SCA}$ | $\delta^2_{GCA} / \delta^2_{SCA}$ | | |
| إجهاد إزهار | 5.81 | 4.70 | 1.23 | | |
| إجهاد امتلاء الحبوب | 3.88 | 3.95 | 0.98 | | |
| بدون إجهاد | 4.30 | 6.73 | 0.64 | | |
| تجميعي | 8.35 | 8.49 | 0.98 | | |

**الجدول (46): تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة الغلة الحيوية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| السلالات | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | -0.360* | 0.118 | -1.313** | -0.518** |
| $P_2$ | -0.14 | -0.298 | -0.288 | -0.242 |
| $P_3$ | 2.420** | 1.083** | 2.108** | 1.871** |
| $P_4$ | -0.153 | 0.375 | -0.782** | -0.187 |
| $P_5$ | 0.152 | 0.105 | -0.322 | -0.022 |
| $P_6$ | -1.919** | -1.382** | 0.596** | -0.902** |
| $SE_{[gi]}$ | 0.176 | 0.228 | 0.273 | 0.132 |

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار من 1.919- للسلالة $P_6$ إلى 2.420 للسلالة $P_3$ (الجدول، 46)، أما تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب، فقد تراوحت من 1.382- للسلالة $P_6$ إلى 1.083 للسلالة $P_3$، في حين تراوحت من 1.313- للسلالة $P_1$ إلى 2.108 للسلالة $P_3$. وقد أظهرت السلالة $P_3$ أفضل قدرة عامة على الائتلاف لصفة الغلة الحيوية (1.871 كمتوسط عام لأداء السلالات خلال معاملات الري المختلفة)، لذا يمكن إدخال هذه السلالة في برنامج تربية مناسب لإنتاج هجن ذات غلة حيوية عالية تحت الظروف البيئية المختلفة.

**الجدول (47): تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة الغلة الحيوية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد خلال مرحلة الإزهار | إجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | -1.104** | -0.442 | -0.681 | -0.743** |
| $P_1 \times P_3$ | 1.294** | 0.405 | 0.786 | 0.828** |
| $P_1 \times P_4$ | -0.337 | 0.109 | 0.929 | -0.234 |
| $P_1 \times P_5$ | -0.530 | -0.366 | 0.885 | 0.004 |
| $P_1 \times P_6$ | 0.678* | 0.294 | -1.918** | -0.315 |
| $P_2 \times P_3$ | 0.792* | 1.249** | -0.563 | 0.493* |
| $P_2 \times P_4$ | -0.004 | -0.955* | -1.820** | -0.926** |
| $P_2 \times P_5$ | -0.786* | -0.082 | -0.068 | -0.312 |
| $P_2 \times P_6$ | 1.102** | 0.23 | 3.132** | 1.488** |
| $P_3 \times P_4$ | 0.229 | 0.188 | 0.409 | 0.275 |
| $P_3 \times P_5$ | 0.400 | 0.644 | -0.244 | 0.267 |
| $P_3 \times P_6$ | -2.715** | -2.487** | -0.387 | -1.863** |
| $P_4 \times P_5$ | 0.047 | -0.751 | 0.369 | -0.112 |
| $P_4 \times P_6$ | 0.065 | 1.408** | 0.114 | 0.529* |
| $P_5 \times P_6$ | 0.870** | 0.555 | -0.941* | 0.161 |
| $SE_{[si,j]}$ | 0.184 | 0.387 | 0.463 | 0.413 |

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار من 2.715- للهجين $P_3 \times P_6$ إلى 1.294 للهجين $P_1 \times P_3$ (الجدول، 47)، أما تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب، فقد تراوحت من2.487− للهجين $P_3 \times P_6$ إلى 1.408 للهجين $P_4 \times P_6$، في حين تراوحت هذه التأثيرات من 1.918- للهجين $P_1 \times P_6$ إلى 3.132 للهجين $P_2 \times P_6$ تحت ظروف الزراعة المروية. وقد أظهر الهجين $P_2 \times P_6$ أفضل قدرة خاصة على الائتلاف لصفة الغلة الحيوية، تلاه الهجين $P_1 \times P_3$.

### 3-3-3- قوة الهجين

يتبين من الجدول (48) أنّ الهجن المدروسة أبدت قيم موجبة وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82) تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة.

**الجدول (48): قوة الهجين لصفة الغلة الحيوية قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82)، تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد الإزهار | | إجهاد امتلاء الحبوب | | بدون إجهاد | | التجميعي | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ |
| $P_1 \times P_2$ | 29.67** | 7.36* | 38.38** | 14.58** | 25.43** | 12.91** | 30.32** | 11.69** |
| $P_1 \times P_3$ | 45. 94** | 39.32** | 31.55** | 28.73** | 29.01** | 34.77** | 32.50** | 34.28** |
| $P_1 \times P_4$ | 41.70** | 12.22** | 43.88** | 22.37** | 42.30** | 19.23** | 42.63** | 18.02** |
| $P_1 \times P_5$ | 41.68** | 12.95** | 41.37** | 17.65** | 43.41** | 21.57** | 42.15** | 17.59** |
| $P_1 \times P_6$ | 42.37** | 7.39* | 45.27** | 12.38** | 44.26** | 10.92** | 43.97** | 10.27* |
| $P_2 \times P_3$ | 34.01** | 37.50** | 27.84** | 31.43** | 19.22** | 32.94** | 30.02** | 33.90** |
| $P_2 \times P_4$ | 31.29** | 15.79** | 32.69** | 12.98** | 22.44** | 9.49* | 28.81** | 12.61** |
| $P_2 \times P_5$ | 26.08** | 12.71** | 23.63** | 16.80** | 26.18** | 21.99** | 25.29** | 17.39** |
| $P_2 \times P_6$ | 31.56** | 11.53** | 35.40** | 9.37* | 36.28** | 45.29** | 34.47** | 23.03** |
| $P_3 \times P_4$ | 41.69** | 33.78** | 28.20** | 28.98** | 27.23** | 35.63** | 32.37** | 32.90** |
| $P_3 \times P_5$ | 42.54** | 36.86** | 28.33** | 30.14** | 26.97** | 34.56** | 32.62** | 33.87** |
| $P_3 \times P_6$ | 31.91** | 3.43 | 22.15** | 0.89 | 30.77** | 38.93** | 28.28** | 15.43** |
| $P_4 \times P_5$ | 41.68** | 18.00** | 35.48** | 16.82** | 39.37** | 21.66** | 38.83** | 18.95** |
| $P_4 \times P_6$ | 38.77** | 4.77 | 42.39** | 21.10** | 46.19** | 25.44** | 42.41** | 17.48** |
| $P_5 \times P_6$ | 41.74** | 11.92** | 38.90** | 13.97** | 44.76** | 22.04** | 41.8** | 16.24** |
| SE | 0.4 | | 0.68 | | 0.95 | | 0.68 | |

أبدى الهجين $P_1 \times P_3$ أعلى قيمة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة الصنف غوطة82 تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار (45.94% و39.32% على التوالي). وأبدى الهجينان $P_1 \times P_6$ و $P_2 \times P_3$ أعلى قيمة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة

(45.27% و31.43% على التوالي) خلال مرحلة امتلاء الحبوب، في حين أظهر الهجينان $P_4 \times P_6$ و $P_2 \times P_6$ أعلى قيمة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة الصنف غوطة82 تحت ظروف الزراعة المروية (46.19% و45.29% على التوالي). وقد بيّن التحليل التجميعي للبيانات تميز الهجينان $P_1 \times P_6$ و $P_1 \times P_3$ بأعلى قيمة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة الصنف غوطة82 (43.97% و 34.28% على التوالي). يُلاحظ من النتائج السابقة تقارب قيم قوة الهجين في البيئات المختلفة لنمو النباتات، لكنّها كانت أعلى نسبياً في البيئة غير المجهدة. تؤكد هذه النتيجة أنّ قوة النمو التي يتمتع بها الهجين الفردي تزداد في البيئة الأفضل. تتفق هذه النتائج مع نتائج Al Ahmad (2004)، وAbou Deif (2007)، وابراهيم وحمادي (2012). نستنتج مما سبق أن تحسين صفة الغلة الحيوية يمكن أن يتم من خلال الانتخاب في الأجيال المتوسطة والمتأخرة، أي اعتباراً من $F_5$ وحتى $F_7$ وتحت مختلف ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب، ويمكن تطبيق هذا الانتخاب على عشائر الهجن $P_1 \times P_3$ و $P_2 \times P_3$ و $P_2 \times P_6$ و $P_4 \times P_6$ ويمكن الاستفادة من السلالة $P_3$ التي تميزت بقدرة عامة جيدة على الائتلاف لتحسين هذه الصفة من خلال ادخالها في التصالبات المختلفة.

### 3-4- عدد الحبوب بالعرنوس

#### 3-4-1- تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

أبدت السلالات والهجن تبايناً عالي المعنوية تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مختلف مراحل النمو (الجدول، 49)، ما يُشير إلى التباعد الوراثي والجغرافي للسلالات الأبوية المستخدمة في تكوين الهجن، كما يدل على اختلاف أداء الطرز الوراثية باختلاف بيئة الزراعة وحساسية صفة عدد الحبوب بالعرنوس لبيئة الزراعة. توافقت هذه النتيجة مع نتائج كلٍ من Abd El-Maksoud *et al.*, (2004)، و AL Ahmad (2004). وجاءت منسجمة مع نتائج Muraya *et al.*, (2006)، ونتائج Malik *et al.*, (2004)، ونتائج EL Absawy (2002).

**الجدول (49): تحليل التباين لصفة عدد الحبوب بالعرنوس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين للسلالات | | | مصادر التباين للهجن | | |
|---|---|---|---|---|---|
| المتغير | المعاملات | 13537** | المتغير | المعاملات | 112806.9** |
| مكررات السلالات | إجهاد إزهار | 322.72 | مكررات الهجن | إجهاد إزهار | 1593.18 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 2.67 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 1125.96 |
| | بدون إجهاد | 1.17 | | بدون إجهاد | 2474.43 |
| | تجميعي | 87.24 | | تجميعي | 3243.37 |
| السلالات | إجهاد إزهار | 17716.99** | الهجن | إجهاد إزهار | 23999.41** |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 4964.00** | | إجهاد امتلاء الحبوب | 23620.42** |
| | بدون إجهاد | 7389.20** | | بدون إجهاد | 20.908.25** |
| | تجميعي | 25365.40** | | تجميعي | 26831.50** |
| التفاعل | | 2352.40** | التفاعل | | 20848.29** |
| الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 97.52 | الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 4657.43 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 16.67 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 4181.88 |
| | بدون إجهاد | 0.97 | | بدون إجهاد | 2839.35 |
| | تجميعي | 47.95 | | تجميعي | 3776.17 |
| معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 2.95 | معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 25.79 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 1.15 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 15.64 |
| | بدون إجهاد | 0.25 | | بدون إجهاد | 11.84 |
| | تجميعي | 1.92 | | تجميعي | 15.12 |

تراوح متوسط عدد الحبوب بالعرنوس للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار من 240 حبة للسلالة $P_1$ إلى407 حبة للسلالة $P_3$، ومن 298 حبة للسلالة $P_4$ إلى415 حبة للسلالة $P_3$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، ومن 322 حبة للسلالة $P_4$ إلى 448 حبة لكل من السلالة $P_2$ و$P_3$ تحت ظروف الزراعة المروية. وقد حققت السلالة $P_3$ أعلى متوسط لعدد الحبوب بالعرنوس تحت ظروف الري المختلفة خلال مراحل النمو المختلفة. ويُلاحظ أنّ عدد الحبوب بالعرنوس كان الأعلى تحت ظروف الزراعة المروية، تلاه عدد الحبوب تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب، في حين كان الأدنى تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار، وقد سببت ظروف الجفاف تراجعاً في متوسط عدد الحبوب بالعرنوس مقداره 13.95% خلال مرحلة الإزهار، و8.57% خلال مرحلة

امتلاء الحبوب (الجدول، 50). تُشير هذه النتائج إلى أهمية توافر الماء خلال مراحل النمو المختلفة، وخاصةً خلال مرحلة الإزهار لزيادة عدد الحبوب المتشكلة في النبات الواحد. يتفق ذلك مع نتائج الرويلي (2008)، إذْ بيّنت أنّ متوسط عدد الحبوب في الصف، والعرنوس يتحدد بدرجة أكبر بكمية المياه المتاحة خلال مرحلة الإزهار وما قبلها، وبكمية المادة الجافة المتاحة خلال فترة الإزهار وتشكل الحبوب.

**الجدول (50): متوسط عدد الحبوب بالعرنوس (حبة . عرنوس$^{-1}$) للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| السلالات | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | 240.0 | 336.0 | 378.0 | 318.0 |
| $P_2$ | 384.7 | 387.0 | 448.0 | 406.6 |
| $P_3$ | 407.0 | 415.0 | 448.0 | 423.3 |
| $P_4$ | 243.0 | 298.0 | 322.0 | 287.7 |
| $P_5$ | 360.0 | 354.0 | 378.0 | 364.0 |
| $P_6$ | 357.0 | 348.0 | 364.0 | 356.3 |
| المتوسط | 335.3 | 356.3 | 389.7 | 360.4 |
| LSD (0.05) | 18 | 7.4 | 1.8 | 6.6 |
| التفاعل | | | | 11.5 |

وتراوح متوسط عدد الحبوب بالعرنوس للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار من 193.3 حبة للهجين $P_3\times P_5$ إلى 489.3 حبة للهجين $P_1\times P_2$، ومن 290 حبة للهجين $P_1\times P_5$ إلى 548 حبة للهجين $P_2\times P_3$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، ومن 321.3 حبة للهجين $P_1\times P_6$ إلى 598.7 حبة للهجين $P_2\times P_6$ تحت ظروف الزراعة المروية. وقد كان عدد الحبوب في العرنوس الأعلى لدى الهجين $P_1\times P_3$، تلاه الهجين $P_2\times P_3$ كمتوسط لأداء الهجن تحت ظروف الري الكامل والإجهاد خلال مراحل النمو المختلفة (511.8 حبة و 484.2 حبة . عرنوس$^{-1}$ لكل منهما على التوالي) (الجدول، 51). ويُلاحظ من الجدول (54) أنّ الهجينين $P_1\times P_3$ و $P_2\times P_3$ قد امتلكا تأثيرات للقدرة الخاصة على الائتلاف موجبة ومعنوية لصفة عدد الحبوب بالعرنوس، كما يلاحظ من الجدول، (55) أنّ الهجن $P_1\times P_2$ و$P_1\times P_3$ و$P_2\times P_3$ قد امتلكت قوة هجين موجبة إلى موجبة ومعنوية قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة. تشير الزيادة في عدد الحبوب بين الهجن مقارنةً بآبائها إلى الاختلاف في مدى كفاءتها في توزيع المادة الجافة في النبات (معامل الحصاد) خلال الفترة الحساسة لتكوين الحبوب والتي تمتد من أسبوع قبل الإزهار وحتى أسبوعين بعده، وهذا يُعد من المؤشرات المهمة التي قد تميز هجيناً عن آخر(Tollenaar *et al*., 2004; Echart and Tollenaar 2004).

**الجدول (51): متوسط عدد الحبوب بالعرنوس (حبة.عرنوس$^{-1}$) للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | 489.30 | 508.00 | 441.30 | 479.60 |
| $P_1 \times P_3$ | 468.00 | 508.00 | 559.30 | 511.80 |
| $P_1 \times P_4$ | 454.70 | 468.00 | 419.30 | 447.30 |
| $P_1 \times P_5$ | 430.70 | 290.00 | 419.30 | 380.00 |
| $P_1 \times P_6$ | 411.30 | 472.00 | 321.30 | 401.60 |
| $P_2 \times P_3$ | 390.70 | 548.00 | 514.00 | 484.20 |
| $P_2 \times P_4$ | 380.00 | 447.30 | 335.30 | 387.60 |
| $P_2 \times P_5$ | 205.30 | 303.30 | 536.00 | 348.20 |
| $P_2 \times P_6$ | 305.30 | 340.70 | 598.70 | 414.90 |
| $P_3 \times P_4$ | 289.30 | 275.30 | 462.70 | 342.40 |
| $P_3 \times P_5$ | 193.30 | 389.30 | 508.00 | 363.60 |
| $P_3 \times P_6$ | 284.70 | 397.30 | 326.70 | 336.20 |
| $P_4 \times P_5$ | 310.70 | 473.30 | 444.70 | 409.60 |
| $P_4 \times P_6$ | 424.00 | 320.00 | 341.30 | 361.80 |
| $P_5 \times P_6$ | 380.00 | 487.30 | 444.00 | 437.10 |
| غوطة82 | 382.00 | 477.30 | 506.70 | 455.30 |
| باسل1 | 264.70 | 324.00 | 472.00 | 353.60 |
| LSD (0.05) | 113.5 | 107.60 | 88.6 | 24.1 |
| التفاعل | - | | | 99.5 |

### 3-4-2- القدرة على الائتلاف

يُلاحظ من الجدول (52) أنّ التباين العائد للقدرة العامة والخاصة على الائتلاف كان معنوياً تحت ظروف الري الكامل، والإجهاد خلال مرحلة الإزهار، ما يُشير إلى مساهمة كلٍ من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة في ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال فترة الإزهار، في حين كان التباين العائد للقدرة العامة على الائتلاف غير معنوياً تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، وهذا يدل على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة هذه الصفة تحت ظروف الإجهاد حلال مرحلة امتلاء الحبوب. وكان التفاعل بين القدرة العامة على الائتلاف والبيئة والقدرة الخاصة على الائتلاف والبيئة معنوياً، ما يُشير إلى أنّ القدرة العامة والخاصة على الائتلاف تختلف باختلاف البيئة التي ينمو فيها النبات. كما يُلاحظ أنّ نسبة $\delta^2_{GCA}/\delta^2_{SCA}$ كانت تقارب الواحد (1.02) تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار وهذا يعني مساهمة الفعلين الوراثين التراكمي و اللاتراكمي في وراثة هذه الصفة تحت ظروف

الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، في حين سيطر الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة هذه الصفة تحت ظروف الري الطبيعي، والزراعة المجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب. وهذه يتفق مع ما وجده Khan *et al.*, (1999)، و Abdel Moneam *et al.*, (2009).

**الجدول (52): تحليل تباين القدرة على الائتلاف لصفة عدد الحبوب بالعرنوس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| المعاملة | GCA | SCA | GCA×Env. | SCA×Env. | Error GCA, SCA |
| إجهاد إزهار | 47838.36* | 12952.76* | 13931.18** | 12597.86** | 4796.2 |
| إجهاد امتلاء الحبوب | 9788.8 | 32510.87** | | | 4276.40 |
| بدون إجهاد | 25199.87* | 21803.39** | | | 2408.63 |
| تجميعي | 28965.63* | 26417.07** | | | 3827.08 |
| **مكونات التباين** | | | | | |
| المعاملة | $\delta^2_{GCA}$ | $\delta^2_{SCA}$ | $\delta^2_{GCA} / \delta^2_{SCA}$ | | |
| إجهاد إزهار | 11559.91 | 11354.02 | 1.02 | | |
| إجهاد امتلاء الحبوب | 2090.83 | 31085.41 | - | | |
| بدون إجهاد | 6099.25 | 21000.52 | 0.29 | | |
| تجميعي | 6922.48 | 25141.37 | 0.28 | | |

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار من 71.444- للسلالة $P_5$ إلى 112.056 للسلالة $P_1$، ومن 33.167- للسلالة $P_5$ إلى 42.500 للسلالة $P_1$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، ومن 55.167- للسلالة $P_4$ إلى 50.333 للسلالة $P_2$ تحت ظروف الزراعة المروية. أظهرت السلالة $P_1$ أفضل قدرة عامة على الائتلاف تحت الظروف المختلفة للري (الجدول، 53). وتراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار من 75.600- للهجين $P_2 \times P_5$ إلى 90.400 للهجين $P_5 \times P_6$، ومن 134.533- للهجين $P_1 \times P_5$ إلى 119.967 للهجين $P_5 \times P_6$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب (الجدول، 54).

**الجدول (53): تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة عدد الحبوب بالعرنوس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| السلالات | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | 112.56* | 42.500* | -15.833 | 46.241** |
| $P_2$ | -8.778 | 17.833 | 50.333* | 19.796* |
| $P_3$ | -44.944** | 10.500 | 36.667* | 0.741 |
| $P_4$ | 13.222 | -23.000 | -55.167* | -21.648* |
| $P_5$ | -71.444* | -33.167 | 32.000** | -24.204* |
| $P_6$ | -0.111 | -14.667 | -48.000* | -20.926* |
| $SE[g_i]$ | 18.250 | 17.233 | 12.933 | 9.412 |

ومن 106.800- للهجين $P_3 \times P_6$ إلى151.533 للهجين $P_2 \times P_6$ تحت ظروف الزراعة المروية بدون إجهاد. وقد أظهر الهجين $P_5 \times P_6$ قدرة خاصة جيدة على الائتلاف تلاه الهجين $P_1 \times P_3$.

**الجدول (54): تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة عدد الحبوب بالعرنوس تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | 24.900 | 32.467 | -37.967 | 6.467 |
| $P_1 \times P_3$ | 39.733 | 39.800 | 93.700* | 57.744** |
| $P_1 \times P_4$ | -31.767 | 33.300 | 45.533** | 15.689 |
| $P_1 \times P_5$ | 28.900 | -134.533** | -41.633 | -49.089** |
| $P_1 \times P_6$ | -61.767 | 28.967 | -59.633** | -30.811 |
| $P_2 \times P_3$ | 83.233* | 104.467** | -17.800 | 56.633** |
| $P_2 \times P_4$ | 14.400 | 37.300 | -104.633* | -17.644 |
| $P_2 \times P_5$ | -75.600** | -96.533** | 8.867 | -54.422** |
| $P_2 \times P_6$ | -46.933 | -77.700* | 151.533* | 8.967 |
| $P_3 \times P_4$ | -40.100 | -127.367** | 36.367 | -43.700** |
| $P_3 \times P_5$ | -51.433 | -3.200 | -5.467 | -20.033 |
| $P_3 \times P_6$ | -31.433 | 13.700 | -106.800* | -50.644** |
| $P_4 \times P_5$ | 7.733 | 114.300** | 23.033 | 48.356** |
| $P_4 \times P_6$ | 49.733 | -57.533 | -0.300 | -2.700 |
| $P_5 \times P_6$ | 90.400* | 119.967** | 15.200 | 75.189** |
| $SE[si,j]$ | 30.972 | 29.245 | 21.948 | 15.973 |

### 3-4-3- قوة الهجين

يتبين من الجدول (55) أنّ معظم الهجن المدروسة قد أظهرت قيم قوة هجين عالية المعنوية موجبة وسالبة لصفة عدد الحبوب بالعرنوس. يتفق ذلك مع نتائج Wannous (2013)، حيث تفوق الجيل الأول الهجين على كلا أبويه في صفة عدد الحبوب في الصف، عدا الهجين الثالث في الموعد الثاني (بيئة نمو مختلفة)، الذي أظهر قيمة غير معنوية لقوة الهجين قياساً للأب الأفضل. أظهر الهجين $P_1 \times P_4$ قيمة قوة هجين موجبة وعالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة الصنف غوطة82 لصفة عدد الحبوب بالعرنوس (88.28% و19.03% على التوالي) تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار. وأبدى الهجينان $P_1 \times P_4$ و $P_2 \times P_3$ أعلى قيمة لقوة الهجين موجبة ومعنوية قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (47.63% و14.81% على التوالي) تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب، وأظهر الهجين $P_2 \times P_6$ أعلى قيمة موجبة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (47.46% و18.16% على الترتيب) تحت ظروف الزراعة المروية. وقد بيّن التحليل التجميعي للبيانات أنّ الهجينين $P_1 \times P_4$ و $P_1 \times P_3$ أبديا أعلى قيم قوة هجين موجبة وعالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (47.70% و12.41% على التوالي). تتفق هذه المعطيات مع نتائج Abdel-Sattar *et al.*, (1999)، ونتائج Ibrahim (2003). يمكن القول: أنّ تحسين صفة عدد الحبوب بالعرنوس يمكن أن تتم من خلال الانتخاب تحت ظروف الإجهاد خلال الأجيال الانعزالية المتوسطة والمتأخرة من برنامج التربية ($F_5$ و $F_6$ و $F_7$)، وخاصةً في عشائر الهجن $P_1 \times P_3$ و $P_2 \times P_3$ و $P_2 \times P_6$ و $P_5 \times P_6$، ويمكن استخدام السلالتين $P_1$ و $P_2$ في برنامج التهجين الرجعي لتحسين صفة عدد الحبوب بالعرنوس.

**الجدول (55): قوة الهجين لصفة عدد الحبوب بالعرنوس قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82)، تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد الإزهار | | إجهاد امتلاء الحبوب | | بدون إجهاد | | التجميعي | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ |
| $P_1 \times P_2$ | 56.65** | 28.09 | 40.53** | 6.43 | 6.85 | -12.91 | 32.38** | 5.34 |
| $P_1 \times P_3$ | 40.33* | 22.51 | 35.29* | 6.43 | 35.42** | 10.38 | 36.84** | 12.41 |
| $P_1 \times P_4$ | 88.28** | 19.03 | 47.63** | -1.95 | 19.8 | -17.25* | 47.70** | -1.76 |
| $P_1 \times P_5$ | 43.57* | 12.75 | -15.94 | -39.24** | 10.93 | -17.25* | 11.44 | -16.54 |
| $P_1 \times P_6$ | 37.79* | 7.67 | 38.01* | -1.11 | -13.40 | -36.59** | 19.12 | -11.79 |
| $P_2 \times P_3$ | -3.73 | 2.28 | 36.66** | 14.81 | 14.73 | 1.44 | 15.75 | 6.35 |
| $P_2 \times P_4$ | 21.08 | -0.52 | 30.60 | -6.29 | -12.91 | -33.83** | 11.65 | -14.87 |
| $P_2 \times P_5$ | -49.41** | -46.26** | -24.36 | -36.46** | 29.78** | 5.78 | 9.63 | -23.52* |
| $P_2 \times P_6$ | -17.68 | -20.08 | -7.29 | -28.62* | 47.46** | 18.16* | 8.77 | -8.87 |
| $P_3 \times P_4$ | -13.64 | -24.27 | -22.78 | -42.32** | 20.18 | -8.68 | -4.58 | -24.80* |
| $P_3 \times P_5$ | -50.88** | -49.40** | 1.25 | -18.44 | 23.00* | 0.26 | -8.41 | -20.14 |
| $P_3 \times P_6$ | -27.37 | -25.47 | 4.14 | -16.76 | -19.53 | -35.52** | -14.49 | -26.16* |
| $P_4 \times P_5$ | 3.05 | -18.66 | 45.18** | -0.84 | 27.06* | -12.24 | 25.70 | -10.04 |
| $P_4 \times P_6$ | 41.33 | 10.99 | -0.93 | -32.96** | -0.50 | -32.64** | 12.36 | -20.54 |
| $P_5 \times P_6$ | 6.00 | -0.52 | 38.83* | 2.10 | 19.68 | -12.37 | 21.37 | -4.00 |
| SE | 4657.43 | | 4181.88 | | 2839.35 | | 3776.17 | |

## 3-5- وزن المائة حبة

### 3-5-1- تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

أبدت السلالات والهجن تبايناً عالي المعنوية لصفة وزن المائة حبة تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب، وكذلك التفاعل المتبادل بينهما، في حين أبدت هذه الطرز تبايناً معنوياً فقط تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار، ما يُشير إلى التباعد الوراثي بين السلالات الأبوية المكونة للهجن (الجدول، 56). ويُشير أيضاً إلى اختلاف أداء الطرز لصفة وزن المائة حبة باختلاف بيئة النمو، تتوافق هذه النتائج مع توصل إليه Abd El-Maksoud (2004)، و Ahmad (2004).

**الجدول (56): تحليل التباين لصفة وزن المائة حبة تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين للسلالات | | | | مصادر التباين للهجن | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المتغير | المعاملات | 43.72** | | المتغير | المعاملات | 43.55** | |
| مكررات السلالات | إجهاد إزهار | 0.43 | | مكررات الهجن | إجهاد إزهار | 3.34 | |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 1.63 | | | إجهاد امتلاء الحبوب | 2.70 | |
| | بدون إجهاد | 0.13 | | | بدون إجهاد | 0.56 | |
| | تجميعي | 0.98 | | | تجميعي | 4.49 | |
| السلالات | إجهاد إزهار | 4.04* | | الهجن | إجهاد إزهار | 13.34* | |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 22.02** | | | إجهاد امتلاء الحبوب | 24.01** | |
| | بدون إجهاد | 10.60** | | | بدون إجهاد | 21.20** | |
| | تجميعي | 24.47** | | | تجميعي | 40.59** | |
| التفاعل | | 6.10** | | التفاعل | | 8.98** | |
| الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 1.10 | | الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 4.14 | |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 1.97 | | | إجهاد امتلاء الحبوب | 1.64 | |
| | بدون إجهاد | 0.17 | | | بدون إجهاد | 2.90 | |
| | تجميعي | 1.02 | | | تجميعي | 3.14 | |
| معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 3.16 | | معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 8.61 | |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 4.33 | | | إجهاد امتلاء الحبوب | 4.42 | |
| | بدون إجهاد | 1.17 | | | بدون إجهاد | 7.58 | |
| | تجميعي | 3.04 | | | تجميعي | 6.15 | |

تراوح متوسط وزن المائة حبة للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار من 31.9غ للسلالة $P_6$، إلى 35غ للسلالة $P_2$ (الجدول، 57)، ومن 28.4غ للسلالة $P_4$، إلى 36غ للسلالة $P_3$ تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب، في حين تراوحت من 32.8غ للسلالة $P_1$، إلى37.8غ للسلالة $P_2$ في ظروف الزراعة المروية. يُشير ذلك إلى القيمة الوراثية والتربوية العالية لهذه السلالات، وضرورة إدخالها في برنامج تربية لتحسين صفة وزن المائة حبة، إذْ امتلكت مخزون وراثي عالي استطاعت من خلاله تحمل ظروف الإجهاد خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب. يُلاحظ أنّ أداء السلالات بالنسبة لمتوسط وزن المائة حبة كان الأعلى تحت ظروف الزراعة المروية (34.80غ)، في حين كان الأدنى عندما تعرّضت السلالات للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب، حيث بلغت نسبة الانخفاض في متوسط وزن المائة حبة في معاملة الإجهاد خلال مرحلة الإزهار قرابة 4.59%، ونحو 8.90% خلال مرحلة امتلاء الحبوب بالمقارنة مع الشاهد المروي. وهذا شيء طبيعي لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب. توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه Koliai *et al.*, (2012)، الذين أشاروا إلى تناقص في وزن الحبوب من 7% إلى 19%

حسب شدة الإجهاد المائي المطبق على النبات خلال فترة امتلاء الحبوب. ووصلت هذه النسبة إلى 27% عند زيادة شدة الإجهاد المائي بشكلٍ أكبر (Moosavi, 2012). وقد حققت السلالتين $P_2$ و$P_3$ أعلى متوسط وزن مائة حبة تحت الظروف المختلفة للزراعة خلال مراحل النمو المختلفة.

**الجدول (57): متوسط وزن المائة حبة (غ) للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| السلالات | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | المتوسط |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | 32.4 | 30.0 | 32.8 | 31.7 |
| $P_2$ | 35.0 | 33.0 | 37.8 | 35.3 |
| $P_3$ | 34.0 | 36.0 | 35.8 | 35.3 |
| $P_4$ | 32.5 | 28.4 | 34.2 | 31.7 |
| $P_5$ | 33.4 | 30.2 | 35.2 | 32.9 |
| $P_6$ | 31.9 | 32.4 | 33.0 | 32.4 |
| المتوسط | 33.2 | 31.7 | 34.8 | 33.2 |
| LSD (0.05) | 1.9 | 2.6 | 0.7 | 1 |
| التفاعل | | | | 1.7 |

وتراوح متوسط وزن المائة حبة للهجن من 24.60غ للهجين $P_2 \times P_4$ إلى 29.80غ للهجين $P_4 \times P_6$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار (الجدول، 58)، ومن 26.10غ للهجين $P_1 \times P_6$ إلى 34.6غ للهجين $P_3 \times P_4$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، أما في معاملة الري الكامل (بدون إجهاد)، فقد تراوح من 25.7غ للهجين $P_2 \times P_4$ إلى35.2غ للهجين $P_3 \times P_4$. ويُلاحظ أنّ التباين في متوسط وزن المائة حبة كان أعلى في الهجن الفردية منه في السلالات الداخلة في تكوين هذه الهجن، ولا سيما في معاملة الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب، ومعاملة الري الكامل، وهذا يدل على قوة الهجين التي أظهرتها هذه الهجن قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة، حيث وصف Jones (1917) قوة الهجين بأنّها تنتج من تجميع المورثات السائدة المرغوبة من كلا الأبوين في الهجين الناتج من تصالبهما. توافقت هذه النتيجة مع نتائج كلٍ من Mahesh (2010)، و *et al.*, EL-Mouhamady (2013)، وEL-Badawy (2012). وقد حقق الهجين $P_3 \times P_4$ أعلى متوسط وزن للمائة حبة تحت الظروف المختلفة للري باختلاف مراحل النمو (34.60غ) بالمقارنة مع شاهدي المقارنة غوطة82 (29.50غ)، وباسل1 (25.90غ). تُعزى زيادة متوسط وزن المائة حبة في هذا الهجين إلى امتلاكه مسطح ورقي أخضر فعّال في عملية التمثيل الضوئي (دليل المساحة الورقية)، حيث امتاز بقيمٍ مرتفعة للغلة الحيوية، الأمر الذي أدى إلى زيادة معدل تثبيت الكربون، وتصنيع المادة الجافة، وإتاحة كمية أكبر منها خلال فترة امتلاء الحبوب تكفي لملء جميع الحبوب المتشكلة، ما

أدّى إلى زيادة درجة امتلاء الحبوب، وبالتالي متوسط وزن المائة حبة. توافقت هذه النتائج مع نتائج Lizaso *et al*., (2003).

**الجدول (58): متوسط وزن المائة حبة (غ) للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | المتوسط |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | 26.30 | 28.10 | 34.20 | 29.50 |
| $P_1 \times P_3$ | 28.10 | 28.20 | 28.90 | 28.40 |
| $P_1 \times P_4$ | 25.80 | 30.00 | 28.20 | 28.00 |
| $P_1 \times P_5$ | 29.50 | 29.80 | 33.00 | 30.76 |
| $P_1 \times P_6$ | 27.60 | 26.10 | 27.10 | 26.90 |
| $P_2 \times P_3$ | 27.70 | 31.40 | 28.40 | 29.20 |
| $P_2 \times P_4$ | 24.60 | 27.70 | 25.70 | 26.00 |
| $P_2 \times P_5$ | 27.80 | 27.10 | 27.30 | 27.40 |
| $P_2 \times P_6$ | 27.30 | 27.40 | 30.90 | 28.50 |
| $P_3 \times P_4$ | 33.90 | 34.60 | 35.20 | 34.60 |
| $P_3 \times P_5$ | 28.60 | 32.70 | 32.40 | 31.20 |
| $P_3 \times P_6$ | 29.60 | 28.40 | 28.40 | 28.80 |
| $P_4 \times P_5$ | 26.60 | 26.70 | 27.40 | 26.90 |
| $P_4 \times P_6$ | 29.80 | 30.90 | 29.40 | 30.00 |
| $P_5 \times P_6$ | 27.30 | 29.10 | 28.40 | 28.30 |
| غوطة82 | 26.40 | 31.50 | 30.60 | 29.50 |
| باسل1 | 26.30 | 22.50 | 28.90 | 25.90 |
| LSD (0.05) | 3.8 | 2.10 | 2.80 | 0.7 |
| التفاعل | | | | 2.9 |

### 3-5-2- القدرة على الائتلاف

أشارت النتائج في الجدول (59) إلى أنّ التباين العائد للقدرة العامة والخاصة على الائتلاف كان معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب، ما يُشير إلى مساهمة كلاً من الفعلين الوراثين التراكمي واللاتراكمي في وراثة صفة وزن المائة حبة. جاءت هذا النتاج متوافقة مع نتائج كلٍ من EL-Shamarka (2000)، ونتائج AL-Ahmad (2001)، ونتائج Barakat (2001)، ونتائج Abou-Deif (2007). ولم يكن التفاعل بين القدرة العامة على الائتلاف والبيئة، والتفاعل بين القدرة الخاصة على الائتلاف والبيئة معنوياً، ما يدل على أنّ القدرة العامة والخاصة على الائتلاف لم تتأثر قيمتهما باختلاف بيئة الزراعة. وأظهرت قيم $\delta^2_{SCA}$ / $\delta^2_{GCA}$ التي كانت أقل من الواحد خلال المعاملات المختلفة للري، ما يدل

على سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة هذه الصفة. وهذا يتفق مع ما وجده Abdel-moneam *et al.*, (2009)، كما يتفق مع ما وجده Shafey (1998)، ومع نتائج Khan *et al.*, (1999). ويختلف مع نتائج Muraya *et al.*, (2006).

**الجدول (59): تحليل تباين القدرة على الائتلاف لصفة وزن المائة حبة تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **المعاملة** | **GCA** | **SCA** | **GCA×Env.** | **SCA×Env.** | **Error GCA, SCA** |
| **إجهاد إزهار** | **16.89*** | **12.70*** | **3.63** | **6.20** | **5.57** |
| **إجهاد امتلاء الحبوب** | **22.64**** | **13.54**** | | | **1.60** |
| **بدون إجهاد** | **8.92*** | **32.21**** | | | **3.07** |
| **تجميعي** | **35.08**** | **43.26**** | | | **3.41** |

| مكونات التباين | | | |
|---|---|---|---|
| **المعاملة** | **$\delta^2_{GCA}$** | **$\delta^2_{SCA}$** | **$\delta^2_{GCA}$ / $\delta^2_{SCA}$** |
| **إجهاد إزهار** | **3.76** | **10.85** | **0.35** |
| **إجهاد امتلاء الحبوب** | **5.527** | **13.01** | **0.42** |
| **بدون إجهاد** | **1.97** | **31.19** | **0.06** |
| **تجميعي** | **8.48** | **42.12** | **0.20** |

تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة وزن المائة حبة من 1.603- للسلالة $P_2$ إلى 1.939 للسلالة $P_3$ تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار، ومن 1.094- للسلالة $P_2$ إلى 2.306 للسلالة $P_3$ تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب وتراوحت من 1.008- للسلالة $P_6$ إلى 1.233 للسلالة $P_3$ تحت ظروف الزراعة المروية. وقد أظهرت السلالة $P_3$ أفضل قدرة عامة على الائتلاف (1.826) كمتوسط عام لأداء السلالات عند مختلف المعاملات (الجدول، 60).

**الجدول (60): تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة وزن المائة حبة تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| السلالات | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | المتوسط |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | -0.744 | -0.961** | 0.775 | -0.31 |
| $P_2$ | -1.603* | -1.094** | -0.442 | -1.046** |
| $P_3$ | 1.939** | 2.306** | 1.233* | 1.826** |
| $P_4$ | 0.147 | 0.947** | -0.617 | 0.159 |
| $P_5$ | -0.094 | -0.161 | 0.058 | -0.066 |
| $P_6$ | 0.356 | -1.036** | -1.008* | -0.563* |
| $SE_{[gi]}$ | 0.622 | 0.333 | 0.462 | 0.281 |

وقد تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار من 1.973- للهجين $P_2 \times P_4$ إلى 3.818 للهجين $P_3 \times P_4$ (الجدول، 61). ومن 3.282- للهجين $P_4 \times P_5$ إلى 2.118 للهجين $P_3 \times P_4$ تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب، ومن 2.928− للهجين $P_2 \times P_4$ إلى 4.897 للهجين $P_3 \times P_4$ تحت ظروف الزراعة المروية. وقد أظهر الهجين $P_3 \times P_4$ أفضل قدرة خاصة على الائتلاف تحت ظروف الزراعة المختلفة تلاه الهجين $P_1 \times P_5$.

**الجدول (61): تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة وزن المائة حبة تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | المتوسط |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | 0.585 | 0.960** | 4.213** | 1.919** |
| $P_1 \times P_3$ | -1.123 | -2.340** | -2.795** | -2.086** |
| $P_1 \times P_4$ | -1.665 | 0.785 | -1.612* | -0.831 |
| $P_1 \times P_5$ | 2.277* | 1.693** | 2.480** | 2.150** |
| $P_1 \times P_6$ | -0.073 | -1.098 | -2.287** | -1.153* |
| $P_2 \times P_3$ | -0.632 | 0.960 | -2.045* | -0.572 |
| $P_2 \times P_4$ | -1.973 | -1.382* | -2.928** | -2.094** |
| $P_2 \times P_5$ | 1.502 | -0.873 | -1.937* | -0.436 |
| $P_2 \times P_6$ | 0.518 | 0.335 | 2.697** | 1.183* |
| $P_3 \times P_4$ | 3.818** | 2.118** | 4.897** | 3.611** |
| $P_3 \times P_5$ | -1.307 | 1.360* | 1.455 | 0.503 |
| $P_3 \times P_6$ | -0.757 | -2.098** | -1.512 | -1.456** |
| $P_4 \times P_5$ | -1.482 | -3.282** | -1.728* | -2.164** |
| $P_4 \times P_6$ | 1.302 | 1.760** | 1.372 | 1.478** |
| $P_5 \times P_6$ | -0.99 | 1.102 | -0.270 | -0.053 |
| $SE_{[si,j]}$ | 1.056 | 0.565 | 0.784 | 0.477 |

### 3-5-3- قوة الهجين

أبدت الهجن المدروسة قيم معنوية موجبة وسالبة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة الصنف غوطة82 تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب (الجدول، 62). وقد أبدى الهجين $P_3 \times P_4$ قيم موجبة وعالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة تحت ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار (1.95% و28.41% على التوالي). (Tabassum *et al*., 2004; Abou-Deif, 2007)

**الجدول (62): قوة الهجين لصفة وزن المائة حبة قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82) تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد الإزهار | | إجهاد امتلاء الحبوب | | بدون إجهاد | | التجميعي | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ |
| $P_1 \times P_2$ | -21.96** | -0.38 | -10.79** | -10.79** | -3.12 | 11.76* | -11.94** | 0.00 |
| $P_1 \times P_3$ | -15.36** | 6.44 | -14.55** | -10.48** | -15.74** | -5.56 | -15.22** | -3.73 |
| $P_1 \times P_4$ | -20.49** | -2.27 | 2.74 | -4.76 | -15.82** | -7.84 | -11.67* | -5.08 |
| $P_1 \times P_5$ | -10.33 | 11.74 | -1.00 | -5.4 | -2.94 | 7.84 | -4.95 | 4.07 |
| $P_1 \times P_6$ | -14.15* | 4.55 | -16.35** | -17.14** | -17.63** | -11.44* | -16.07** | -8.81 |
| $P_2 \times P_3$ | -19.71** | 4.92 | -8.99** | -0.32 | -22.83** | -7.19 | -17.28** | -1.02 |
| $P_2 \times P_4$ | -27.11** | -6.82 | -9.77** | -12.06** | -28.61** | -16.01** | -22.39** | -11.86* |
| $P_2 \times P_5$ | -19.42** | 5.30 | -21.45** | -13.97** | -25.21** | -10.78* | -19.65** | -7.12 |
| $P_2 \times P_6$ | -18.39** | 3.41 | -16.21** | -13.02** | -12.71** | 0.98 | -15.81** | -3.39 |
| $P_3 \times P_4$ | 1.95 | 28.41** | 7.45* | 9.84** | 0.57 | 15.03** | 3.28 | 17.29** |
| $P_3 \times P_5$ | -15.13** | 8.33 | -1.21 | 3.81 | -8.73* | 5.88 | -8.50* | 5.76 |
| $P_3 \times P_6$ | -10.17 | 12.12 | -16.96** | -9.84** | -17.44** | -7.19 | -14.92** | -2.37 |
| $P_4 \times P_5$ | -19.27** | 0.76 | -8.87* | -15.24** | -21.04** | -10.46* | -16.72** | -8.81 |
| $P_4 \times P_6$ | -7.45 | 12.88 | 1.64 | -1.90 | -12.50** | -3.92 | -6.40 | 1.69 |
| $P_5 \times P_6$ | -16.39** | 3.41 | -7.03* | -7.62* | -16.72** | -7.19 | -13.32** | -4.07 |
| SE | 5.14 | | 1.64 | | 2.9 | | 3.14 | |

أبدى الهجين نفسه قيمة قوة هجين موجبة ومعنوية قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة تحت ظروف الزراعة المجهدة وخلال مرحلة امتلاء الحبوب (7.45% و9.84% على التوالي). أظهر الهجين $P_3 \times P_4$ أعلى قيمة موجبة ومعنوية لقوة الهجين (15.03%) تحت ظروف الزراعة المروية. وقد بيّن التحليل التجميعي امتلاك الهجين $P_3 \times P_4$ أعلى قيمة موجبة ومعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة الصنف غوطة82 (3.28% و 17.29% على التوالي)، لذا يُعتبر هذا الهجين مبشراً، ولا بدّ من الاستفادة منه في برامج التربية والتحسين الوراثي لزيادة الغلة الحبية في محصول الذرة الصفراء تحت ظروف الإجهاد المائي. إن الانتخاب

لتحسين صفة وزن المائة حبة يمكن أن يكون فعالاً في الأجيال الانعزالية المتأخرة $F_6$ و $F_7$ تحت مختلف البيئات المدروسة، وخاصة للعشائر الهجن $P_1 \times P_2$ و $P_1 \times P_5$ و $P_3 \times P_4$ لتميز هذه الهجن بقدرة خاصة جيدة على الائتلاف. ويمكن تحسين هذه الصفة باستخدام السلالتين $P_2$ و$P_3$ في التصالبات والهجين الرجعي لتميز هاتين السلالتين بقدرة عامة جيدة على الائتلاف.

**3-6- الغلة الحبية**

**3-6-1- تحليل التباين ومقارنة المتوسطات**

أبدت السلالات والهجن تبايناً عالي المعنوية لصفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي، والري الكامل (الجدول، 63). وهذا يدل على وجود تباعد وراثي بين السلالات الأبوية. أظهر التباين العائد للتفاعل بين السلالات ومعاملات الإجهاد خلال مرحلة الإزهار، وخلال مرحلة امتلاء الحبوب، وبدون إجهاد معنوية عالية، وهذا يعني أنّ أداء السلالات يختلف باختلاف البيئة، كما أبدت الهجن المدروسة تبايناً معنوياً عالياً في توريث صفة الغلة الحبية تحت ظروف الزراعة المختلفة، وكذلك الحال بالنسبة للتفاعل بين الهجن والمعاملات.

**الجدول (63): تحليل التباين لصفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين للسلالات | | | مصادر التباين للهجن | | |
|---|---|---|---|---|---|
| المتغير | المعاملات | 10.59** | المتغير | المعاملات | 51.53** |
| مكررات السلالات | إجهاد إزهار | 0.18 | مكررات الهجن | إجهاد إزهار | 0.40 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 0.05 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 3.30 |
| | بدون إجهاد | 0.08 | | بدون إجهاد | 0.59 |
| | تجميعي | 0.01 | | تجميعي | 1.34 |
| السلالات | إجهاد إزهار | 1.98** | الهجن | إجهاد إزهار | 3.08** |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 4.75** | | إجهاد امتلاء الحبوب | 2.40* |
| | بدون إجهاد | 13.79** | | بدون إجهاد | 5.78** |
| | تجميعي | 16.00** | | تجميعي | 8.24** |
| التفاعل | | 2.26** | التفاعل | | 2.12** |
| الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 0.11 | الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 0.51 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 0.10 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 1.08 |
| | بدون إجهاد | 0.04 | | بدون إجهاد | 0.45 |
| | تجميعي | 0.09 | | تجميعي | 0.71 |
| معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 8.77 | معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 13.88 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 7.46 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 17.82 |
| | بدون إجهاد | 5.71 | | بدون إجهاد | 9.42 |
| | تجميعي | 6.81 | | تجميعي | 13.99 |

تراوح متوسط صفة الغلة الحبية للسلالات تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار من 3.147 طن . هكتار$^{-1}$ للسلالة $P_6$ إلى 5.183 طن . هكتار$^{-1}$ للسلالة $P_2$، ومن 3.143 طن.هكتار$^{-1}$ للسلالة $P_1$ إلى 6.627 طن . هكتار$^{-1}$ للسلالة $P_3$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، ومن 3.530 طن . هكتار$^{-1}$ للسلالة $P_6$ إلى 8.517 طن . هكتار$^{-1}$ للسلالة $P_3$ تحت ظروف الري الكامل. وحققت السلالة $P_3$ الغلة الحبية الأعلى (6.553 طن.هكتار$^{-1}$) كمتوسط لأدائها تحت الظروف البيئية المختلفة (الجدول، 64). يُلاحظ مما تقدم، أن كلاً من السلالتين $P_2$ و$P_3$ امتلكتا مخزون وراثي مميز لتوريث صفة الغلة الحبية، عبّرت عنه في كلٍ من البيئتين المجهدة والمروية وتميزتا بقدرة عامة على الائتلاف موجبة ومعنوية لتوريث صفة الغلة الحبية، وخاصةً في ظروف الزراعة المجهدة خلال مرحلة الإزهار، كما تميزت الهجن الناتجة عن التهجين بين هاتين السلالتين وكلٍ من السلالات $P_1$ و$P_4$ و $P_5$ و $P_6$ بأعلى متوسطات للغلة الحبية في البيئات المدروسة. وبشكلٍ عام، غالباً ما تُعطي السلالات العالية الغلة في البيئة المجهدة هجناً عالية الغلة في البيئة المستهدفة نفسها اتفق ذلك مع نتائج Abdel-Sattar *et al.*, (1999). وانسجمت هذه النتيجة مع نتائج EL Defrawy *et al.*, (2006)، ونتائج AL Kaddoussi *et al.*, (2004)، ونتائج Yasien (2002). ومن الجدير ذكره أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً في معاملة الري الكامل (5.337 طن . هكتار$^{-1}$)، تلاه معاملة الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب (4.247 طن . هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً في معاملة الإجهاد خلال مرحلة الإزهار (3.875 طن . هكتار$^{-1}$). يتفق ذلك مع الرويلي (2008)، والخليفة (2011)، حيث بيّنا أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى النباتات غير المجهدة مائياً (الشاهد) بالمقارنة مع النباتات المجهدة، وسبّب الإجهاد المائي تراجعاً في الغلة الحبية مقداره 24.07% خلال مختلف مراحل النمو. تناغمت هذه النتيجة مع ما وجده (Soliman and Sadek, 1998; Malik *et al.*, 2004; Ojo *et al.*, 2007).

**الجدول (64): متوسط الغلة الحبية (طن . هكتار$^{-1}$) للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| السلالات | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | المتوسط |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | 3.217 | 3.143 | 3.697 | 3.350 |
| $P_2$ | 5.183 | 4.327 | 5.570 | 5.693 |
| $P_3$ | 4.513 | 6.627 | 8.517 | 6.553 |
| $P_4$ | 3.520 | 4.020 | 4.363 | 3.970 |
| $P_5$ | 3.567 | 4.080 | 4.350 | 4.000 |
| $P_6$ | 3.147 | 3.270 | 3.530 | 3.317 |
| المتوسط | 3.857 | 4.247 | 5.337 | 4.480 |
| LSD (0.05) | 0.62 | 0.580 | 0.37 | 0.29 |
| التفاعل | | | | 0.51 |

تراوح متوسط صفة الغلة الحبية للهجن تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار من 3.666 طن . هكتار$^{-1}$ للهجين باسل1 إلى 6.548 طن . هكتار$^{-1}$ للهجين $P_2 \times P_3$، ومن 3.773 طن . هكتار$^{-1}$ للهجين باسل1 إلى 7.411 طن . هكتار$^{-1}$ للهجين $P_1 \times P_3$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، ومن 4.423 طن . هكتار$^{-1}$ للهجين باسل1 إلى 8.963 طن . هكتار$^{-1}$ للهجين $P_3 \times P_4$ تحت ظروف الري الكامل. وحقق الهجين $P_1 \times P_3$ الغلة الحبية الأعلى (7.599 طن . هكتار$^{-1}$) كمتوسط لأدائه تحت الظروف البيئية المختلفة، تلاه الهجين $P_2 \times P3$ (7.103 طن . هكتار$^{-1}$)، ثمّ الهجين $P_3 \times P_4$ (6.906 طن . هكتار$^{-1}$) متفوقةً معنوياً على شاهدي المقارنة الصنف غوطة82 (5.276 طن . هكتار$^{-1}$)، والهجين الفردي باسل1(3.954 طن . هكتار$^{-1}$) (الجدول، 65). ويُعزى ارتفاع متوسط الغلة الحبية لهذه الهجن إلى امتلاكها غلة حيوية عالية (21.91، 21.85، 22.14 طن . هكتار$^{-1}$)، وهذا يعني أنّ حجم المسطح الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي (حجم المصدر) كان أكبر، ما ساعد في زيادة كمية الطاقة الضوئية الممتصة والمحولة إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية (السكريات) المصنّعة، أي زيادة كمية المادة الجافة المتاحة وخاصة خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب، ما أدى إلى زيادة متوسط عدد الحبوب المتشكلة في العرنوس/وحدة المساحة، وما يؤكد ذلك امتلاك هذه الهجن متوسط عدد حبوب في العرنوس الأعلى بين الطرز المدروسة (511.8، 484.2، 342.4 حبة . عرنوس$^{-1}$ على التوالي)، بالإضافة إلى تفوقها في متوسط وزن المائة حبة (28.4، 29.2، 34.6غ على التوالي).

**الجدول (65): متوسط الغلة الحبية (طن . هكتار$^{-1}$) للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | المتوسط |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | 5.538 | 5.548 | 7.685 | 6.257 |
| $P_1 \times P_3$ | 6.538 | 7.411 | 8.848 | 7.599 |
| $P_1 \times P_4$ | 5.133 | 5.163 | 6.410 | 5.569 |
| $P_1 \times P_5$ | 4.939 | 6.116 | 6.044 | 5.700 |
| $P_1 \times P_6$ | 4.847 | 5.265 | 6.107 | 5.406 |
| $P_2 \times P_3$ | 6.548 | 6.094 | 8.666 | 7.103 |
| $P_2 \times P_4$ | 5.179 | 5.386 | 7.537 | 6.034 |
| $P_2 \times P_5$ | 5.321 | 5.566 | 7.725 | 6.204 |
| $P_2 \times P_6$ | 5.914 | 6.572 | 7.054 | 6.513 |
| $P_3 \times P_4$ | 4.998 | 6.756 | 8.963 | 6.906 |
| $P_3 \times P_5$ | 4.798 | 6.589 | 8.787 | 6.725 |
| $P_3 \times P_6$ | 5.003 | 6.521 | 8.699 | 6.741 |
| $P_4 \times P_5$ | 4.481 | 5.213 | 5.339 | 5.011 |
| $P_4 \times P_6$ | 5.233 | 6.590 | 6.977 | 6.267 |
| $P_5 \times P_6$ | 4.579 | 5.379 | 5.893 | 5.284 |
| غوطة82 | 4.868 | 4.962 | 5.998 | 5.276 |
| باسل – 1 | 3.666 | 3.773 | 4.423 | 3.954 |
| LSD (0.05) | 1.190 | 1.730 | 1.120 | 0.330 |
| التفاعل | | | | 1.370 |

### 3-6-2- القدرة على الائتلاف

كان التباين العائد للقدرة العامة على الائتلاف معنوياً تحت الظروف المختلفة لمعاملات الري باستثناء معاملة الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، وهذا يُشير إلى مساهمة الفعل الوراثي التراكمي في وراثة صفة الغلّة الحبّيّة تحت الظروف الطبيعية، وظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار (الجدول، 66)، في حين كان التباين العائد للقدرة الخاصة على الائتلاف معنوياً تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، وهذا يدل على أهمية الفعل الوراثي اللاتراكمي في وراثة صفة الغلّة الحبّيّة خلال الإجهاد في هذه المرحلة. وكان التفاعل بين القدرة العامة على الائتلاف والبيئة معنوياً، وهذا يُشير إلى أنّ القدرة العامة على الائتلاف تختلف باختلاف البيئة، في حين كان التفاعل بين القدرة الخاصة على الائتلاف والبيئة غير معنوي، وهذا يُشير إلى أنّ قيمة القدرة الخاصة على الائتلاف لا تتأثر كثيراً باختلاف البيئة. اتفق ذلك مع نتائج Ibrahim (2003)، ونتائج EL Bially (2003).

**الجدول (66): تحليل تباين القدرة على الائتلاف لصفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| المعاملة | GCA | SCA | GCA×Env. | SCA×Env. | Error GCA, SCA |
| إجهاد إزهار | 4.83** | 1.98** | 2.40** | 0.79 | 0.39 |
| إجهاد امتلاء الحبوب | 2.55 | 0.97 | | | 1.07 |
| بدون إجهاد | 11.02** | 0.97 | | | 0.45 |
| تجميعي | 12.73** | 2.10** | | | 0.64 |
| **مكونات التباين** | | | | | |
| المعاملة | $\delta^2_{GCA}$ | $\delta^2_{SCA}$ | $\delta^2_{GCA}$ / $\delta^2_{SCA}$ | | |
| إجهاد إزهار | 1.18 | 1.85 | 0.64 | | |
| إجهاد امتلاء الحبوب | 0.55 | 0.62 | 0.89 | | |
| بدون إجهاد | 2.72 | 0.81 | 3.34 | | |
| تجميعي | 3.13 | 1.89 | 1.66 | | |

* ،** تشير إلى المعنوية على مستوى 5% ،1% على الترتيب.

بينّت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد 0.64 و0.89 عند الإجهاد خلال مرحلة الإزهار وامتلاء الحبوب سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد، في حين كانت هذه النسبة أكبر من الواحد (3.34) عند المعاملة بدون إجهاد، وهذا يعني سيطرة الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفة الغلة الحبية تحت الظروف الطبيعية، وعلى ضوء ذلك يمكن القول: أنّ الانتخاب لهذه الصفة تحت الظروف الطبيعية قد يكون فعّالاً للوصول إلى سلالات متميزة في غلتها. تطابقت هذه النتيجة مع نتائج Banzigir *et al.*, (2000)، حيث أنّ النبات غالباً ما يُعبّر عن مكنونه الوراثي بشكلٍ أفضل في البيئة المثالية، حيث يزداد تباينه الوراثي، وتزداد درجة التوريث بالمقارنة مع البيئة المجهدة. وتراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف من 1.215 - للسلالة $P_5$ إلى 0.434 للسلالة $P_2$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار، وكانت هذه التأثيرات غير معنوية تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، في حين تراوحت من0.781- للسلالة $P_5$ إلى 1.763 للسلالة $P_3$ تحت الظروف الطبيعية. وأظهرت السلالة $P_3$ أفضل قدرة عامة على الائتلاف لصفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، وتحت الظروف الطبيعية، تلتها السلالة $P_2$ تحت ظروف الإجهاد خلال الإزهار (الجدول، 67).

**الجدول (67): تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| السلالات | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | 0.338* | 0.176 | 0.454* | 0.098 |
| $P_2$ | 0.434* | 0.147 | 0.439* | 0.242 |
| $P_3$ | 0.364* | 0.905 | 1.763** | 1.010** |
| $P_4$ | 0.262 | 0.275 | 0.421* | 0.145 |
| $P_5$ | -1.215** | 0.336 | -0.781** | -0.777** |
| $P_6$ | 0.338* | 0.030 | 0.546** | 0.233 |
| $SE_{[gi]}$ | 0.164 | 0.272 | 0.177 | 0.121 |

تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف من1.236- للهجين $P_1 \times P_6$ إلى 0.840 للهجين $P_2 \times P_5$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار، وكانت هذه التأثيرات غير معنوية تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، في حين تراوحت تحت ظروف الري الكامل من 0.918– للهجين $P_2 \times P_3$ إلى 0.685 للهجين $P_2 \times P_5$. وأظهر الهجين $P_4 \times P_6$ أفضل قدرة خاصة على الائتلاف لصفة الغلة الحبية، تلاه الهجين $P_2 \times P_5$ (الجدول، 68).

**الجدول (68): تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | -0.496 | -0.170 | 0.318 | -0.116 |
| $P_1 \times P_3$ | 0.574* | 0.641 | 0.157 | 0.457* |
| $P_1 \times P_4$ | 0.604* | -0.427 | -0.097 | 0.027 |
| $P_1 \times P_5$ | 0.554* | 0.587 | -0.103 | 0.346 |
| $P_1 \times P_6$ | -1.236** | -0.630 | -0.276 | -0.714** |
| $P_2 \times P_3$ | 0.034 | -0.251 | -0.918** | -0.378 |
| $P_2 \times P_4$ | -0.779** | -0.234 | 0.137 | -0.292 |
| $P_2 \times P_5$ | 0.840** | 0.007 | 0.685* | 0.511* |
| $P_2 \times P_6$ | 0.401 | 0.648 | -0.222 | 0.276 |
| $P_3 \times P_4$ | -0.223 | 0.085 | 0.239 | 0.034 |
| $P_3 \times P_5$ | -0.947** | -0.021 | 0.423 | -0.182 |
| $P_3 \times P_6$ | 0.561* | -0.454 | 0.099 | 0.069 |
| $P_4 \times P_5$ | -0.162 | -0.218 | -0.841** | -0.407* |
| $P_4 \times P_6$ | 0.559* | 0.793 | 0.561 | 0.638** |
| $P_5 \times P_6$ | -0.285 | -0.356 | -0.163 | -0.268 |
| $SE_{[si,j]}$ | 0.278 | 0.462 | 0.301 | 0.206 |

**3-6-3- قوة التهجين**

أبدت الهجن المدروسة قيم موجبة وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة الصنف غوطة82 تحت ظروف الزراعة المروية، والإجهاد خلال مرحلة الإزهار والإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب (الجدول، 69). تطابقت هذه النتيجة مع نتائج أبحاث كل من العبد الهادي (2013)، و Gissa *et al.*, (2007)، و Zare *et al.*, (2011)، و Abu ali وزملاؤه (2012)، و Drinic *et al.*, (2012). وانسجمت هذه النتائج مع نتائج كلٍ من (Galal *et al*., 1987; Soengas *et al*., 2003; Ojo *et al*., 2007).

أبدى الهجينان $P_{1\times}$ $P_4$ و$P_1\times$ $P_3$ أعلى قيمة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة الصنف غوطة82 (91.98%، 34.23% على التوالي) تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار، بينما أبدى الهجينان $P_6 \times P_4$، و $P_1 \times P_3$ أعلى قيمة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة غوطة82 (80.80%، 49.37% على التوالي) تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، أظهر الهجينان $P_6 \times P_4$، و$P_3 \times P_4$ أعلى قيمة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة الصنف غوطة82 (76.69%، 49.38%على التوالي) تحت ظروف الري الكامل. وهذا يتوافق مع نتائج كلٍ منEL Hosary (1994)، ونتائج Abdel-Sattar *et al*., (1999)، ونتائج Abdel-Moneam *et al*., (2009). وبيّن التحليل التجميعي للبيانات أنّ الهجينين $P_6 \times P_4$ و $P_1 \times P_3$ تميزا بأعلى قيمة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة الصنف غوطة82 (78.10% و43.99% على التوالي). يتبين من الجدول السابق أنّ قوة الهجين لصفة الغلة الحبية قياساً بمتوسط الأبوين كانت أعلى في البيئة المجهدة (38.79%) بالمقارنة مع الزراعة المروية (35.95%)، في حين كان متوسط قوة الهجين قياساً لشاهد المقارنة أعلى في البيئة المثالية (24.70%) بالمقارنة مع البيئة المجهدة (19.35%). تطابقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه Aghaei *et al*., (2012). بناءً على النتائج السابقة يمكن تحسين صفة الغلة الحبية من خلال الانتخاب لهذه الصفة خلال الأجيال الانعزالية المتأخرة ($F_6$ و $F_7$) وخاصة تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار للعشائر الهجن $P_2\times P_5$ و $P_1\times P_3$ و $P_4\times P_6$ ويمكن الاستفادة من الأبوين $P_2$ و $P_3$ في تحسين هذه الصفة من خلال استخدام إحداها في برنامج التهجين الرجعي لعشائر الهجن السابقة الذكر، ومتابعة برنامج التربية الذاتية لمدخلات هذه العشائر.

**الجدول (69): قوة الهجين (%) لصفة الغلة الحبية قياساً بمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82)، تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد الإزهار | | إجهاد امتلاء الحبوب | | بدون إجهاد | | التجميعي | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ |
| $P_1 \times P_2$ | 31.83* | 13.70** | 48.51* | 11.77 | 6.45** | 28.12** | 38.38** | 18.55* |
| $P_1 \times P_3$ | 69.13** | 34.23** | 51.75** | 49.37** | 44.92** | 47.50** | 53.49** | 43.99** |
| $P_1 \times P_4$ | 91.98** | 32.79** | 44.16 | 4.03 | 59.06** | 6.83 | 64.29** | 13.93* |
| $P_1 \times P_5$ | 45.64* | 1.44 | 69.26** | 23.17 | 50.29** | 0.78 | 55.10** | 8.00 |
| $P_1 \times P_6$ | 31.46 | 14.11 | 64.26* | 6.13 | 69.01** | 1.78 | 55.57** | 1.74 |
| $P_2 \times P_3$ | 25.68* | 25.11* | 19.54 | 31.92 | 7.75 | 44.45** | 15.99 | 34.56** |
| $P_2 \times P_4$ | 19.04 | 6.37 | 28.98 | 8.46 | 26.37** | 25.67** | 24.89 | 14.32* |
| $P_2 \times P_5$ | 9.80 | 9.30 | 1.64 | 12.17 | 29.58** | 28.72** | 28.03* | 17.56* |
| $P_2 \times P_6$ | 41.97** | 21.42 | 72.96** | 32.38 | 27.15* | 17.62 | 44.57** | 23.40* |
| $P_3 \times P_4$ | 41.09** | 16.37 | 26.93 | 36.15* | 39.18** | 49.38** | 35.49** | 35.07** |
| $P_3 \times P_5$ | 14.28 | 28.89* | 23.04 | 32.72 | 36.58** | 46.45** | 19 | 18.98* |
| $P_3 \times P_6$ | 56.74** | 23.26 | 31.82 | 31.43 | 44.38** | 44.95** | 43.34** | 34.03** |
| $P_4 \times P_5$ | 17.03 | 14.85 | 28.72 | 5.04 | 22.58** | 11 | 22.96 | 7.16 |
| $P_4 \times P_6$ | 77.08** | 21.21 | 80.80** | 32.78 | 76.69** | 16.22 | 78.10** | 22.94* |
| $P_5 \times P_6$ | 6.64 | 26.49* | 46.39 | 8.40 | 49.49** | 1.83 | 35.30 | 6.21 |
| SE | 0.58 | | 0.85 | | 0.55 | | 0.69 | |

### 3-7- دليل الحصاد

### 3-7-1- تحليل التباين ومقارنة المتوسطات

أبدت الطرز الوراثية المدروسة تبايناً عالي المعنوية لصفة دليل الحصاد عندما أُخضِعَت لمعاملات مختلفة من الري والإجهاد المائي خلال مراحل مختلفة من حياة النبات، وكذلك بالنسبة للتفاعل بين الطرز والمعاملات (الجدول، 70)، ما يُشير إلى التباعد الوراثي والجغرافي بين السلالات المستخدمة في تكوين الهجن الفردية ويعد دليل الحصاد من المؤشرات الهامة التي قد تميز هجيناً (Tollenaar *et al*., 2004; Echarte and Tollenaar, 2004).

**الجدول (70): تحليل التباين لصفة دليل الحصاد تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين للسلالات | | | مصادر التباين للهجن | | |
|---|---|---|---|---|---|
| المتغيرات | المعاملات | 396.69** | المتغيرات | المعاملات | 1242.73** |
| مكررات السلالات | إجهاد إزهار | 8.67 | مكررات الهجن | إجهاد إزهار | 0.37 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 2.00 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 2.20 |
| | بدون إجهاد | 0.72 | | بدون إجهاد | 2.53 |
| | تجميعي | 3.57 | | تجميعي | 2.43 |
| السلالات | إجهاد إزهار | 241.70** | الهجن | إجهاد إزهار | 26.54** |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 233.03** | | إجهاد امتلاء الحبوب | 118.25** |
| | بدون إجهاد | 346.89** | | بدون إجهاد | 65.63** |
| | تجميعي | 727.50** | | تجميعي | 136.21 |
| التفاعل | | 47.06** | التفاعل | | 37.11** |
| الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 4.67 | الخطأ التجريبي | إجهاد إزهار | 3.71 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 2.33 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 0.88 |
| | بدون إجهاد | 0.72 | | بدون إجهاد | 2.49 |
| | تجميعي | 2.73 | | تجميعي | 2.32 |
| معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 6.39 | معامل الاختلاف | إجهاد إزهار | 5.98 |
| | إجهاد امتلاء الحبوب | 4.80 | | إجهاد امتلاء الحبوب | 2.51 |
| | بدون إجهاد | 2.08 | | بدون إجهاد | 4.51 |
| | تجميعي | 4.66 | | تجميعي | 4.09 |

تراوح متوسط صفة دليل الحصاد للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار من 20% للسلالة $p_5$، إلى 47% للسلالة $p_1$ (الجدول، 71)، ومن 21% للسلالتين $p_6$ و $p_5$ إلى 42.3% للسلالة $p_1$ تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب، أما تحت ظروف الري الكامل (بدون إجهاد)، فقد تراوح من 22% للسلالة $P_5$، إلى 50.7% للسلالة $P_2$ وقد كان دليل الحصاد الأعلى معنوياً لدى السلالة $P_1$ كمتوسط لأدائها تحت الظروف البيئية المختلفة (45.8%)، تلتها السلالة $P_2$ (41.2%)، ثمّ السلالة $P_4$ (39.7%). يُعزى ارتفاع قيم دليل الحصاد لدى هذه السلالات إلى امتلاكها غلة حيوية كانت الأقل بين السلالات المدروسة بينما كانت الغلة الحبية الأعلى بالمقارنة مع باقي السلالات. ويُذكر أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً عندما رويت النباتات بشكلٍ كامل خلال جميع مراحل نمو النبات (40.8%)، في حين كان الأدنى معنوياً عندما عُرِّضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة

امتلاء الحبوب. يتوافق ذلك مع ماتوصلت إليه الرويلي (2008)، إذْ بيّنت أنّ دليل الحصاد كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرّضت للجفاف خلال مرحلة النضج بالمقارنة مع مرحلتي البادرة الفتية والنمو الخضري، بسبب تراجع درجة امتلاء الحبوب ومتوسط وزن المائة حبة. وتتماشى هذه النتائج مع ما توصل إليه Shaw and Newman (2004)، الذين أشارا إلى أهمية توافر المياه خلال مختلف مراحل النمو، وخاصةً مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب لزيادة غلة محصول الذرة الصفراء الحبية، من خلال زيادة كلٍ من متوسط عدد الحبوب ودرجة امتلائها، ومن ثمّ قيمة دليل الحصاد. يمكن أن تُعزى زيادة دليل الحصاد إلى كفاءة الطرز الوراثية في المحافظة على مكونات الغلة الحبية العالية تحت ظروف الإجهاد، أو يمكن أن يكون ذلك نتيجة تراجع الكتلة الحية بدرجة نسبياً أكبر من الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Panedey *et al.*, (2000).

**الجدول(71): متوسط صفة دليل الحصاد (%) للسلالات تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| السلالات | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | المتوسط |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | 47.0 | 42.3 | 48.0 | 45.8 |
| $P_2$ | 38.0 | 35.0 | 50.7 | 41.2 |
| $P_3$ | 31.0 | 36.7 | 40.0 | 35.9 |
| $P_4$ | 36.0 | 35.0 | 48.0 | 39.7 |
| $P_5$ | 20.0 | 21.0 | 22.0 | 21.0 |
| $P_6$ | 31.0 | 21.0 | 36.0 | 29.3 |
| المتوسط | 33.8 | 31.8 | 40.8 | 35.5 |
| LSD (0.05) | 3.9 | 2.8 | 1.6 | 1.6 |
| التفاعل | | | | 2.7 |

أما بالنسبة إلى الهجن، فقد تراوح متوسط صفة دليل الحصاد من 27% للهجين $P_3 \times P_5$ إلى37% للهجين $P_1 \times P_2$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار(الجدول، 72)، أما تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، فقد تراوحت من 31% لكلٍ من الهجينين $P_3 \times P_6$ و $P_4 \times P_6$ إلى 48% للهجين $P_2 \times P_6$، ومن 35% للهجين $P_4 \times P_6$ إلى 49% للهجين $P_2 \times P_6$ تحت ظروف الزراعة المروية. وكمتوسطٍ لأداء الهجن تحت ظروف الزراعة المختلفة، فقد حقق الهجين $P_2 \times P_6$ أعلى قيمة لدليل الحصاد (43%)، تلاه الهجين $P_2 \times P_3$ (42.7%) بالمقارنة مع شاهدي المقارنة الصنف غوطة82 (29%)، والهجين الفردي باسل1 (34.7%). لذا يمكن الاستفادة من الهجين $P_1 \times P_2$ في التحسين الوراثي للغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي

خلال الإزهار، والهجين $P_2 \times P_6$ تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب لامتلاكهما أعلى متوسط دليل حصاد. ومن الجدير ذكره، أنّ هذين الهجينين حققا أعلى متوسط لكلٍ من الغلة الحبية والغلة الحيوية بالمقارنة مع باقي الهجن، كما امتلك الهجين $P_2 \times P_6$ قوة هجين موجبة ومعنوية لصفة دليل الحصاد قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة.

**الجدول (72): متوسط صفة دليل الحصاد (%) للهجن تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | المتوسط |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | 37.00 | 41.00 | 45.00 | 41.00 |
| $P_1 \times P_3$ | 34.00 | 38.00 | 46.00 | 39.30 |
| $P_1 \times P_4$ | 35.00 | 32.00 | 36.00 | 34.33 |
| $P_1 \times P_5$ | 33.00 | 35.00 | 40.00 | 36.00 |
| $P_1 \times P_6$ | 35.00 | 37.00 | 48.00 | 40.00 |
| $P_2 \times P_3$ | 35.00 | 45.00 | 48.00 | 42.70 |
| $P_2 \times P_4$ | 31.00 | 44.00 | 43.00 | 39.33 |
| $P_2 \times P_5$ | 33.00 | 34.00 | 43.00 | 36.67 |
| $P_2 \times P_6$ | 32.00 | 48.00 | 49.00 | 43.00 |
| $P_3 \times P_4$ | 34.00 | 45.00 | 47.00 | 42.00 |
| $P_3 \times P_5$ | 27.00 | 35.00 | 40.00 | 34.00 |
| $P_3 \times P_6$ | 32.00 | 31.00 | 38.00 | 33.67 |
| $P_4 \times P_5$ | 30.00 | 44.00 | 48.00 | 40.67 |
| $P_4 \times P_6$ | 35.00 | 31.00 | 35.00 | 33.70 |
| $P_5 \times P_6$ | 29.00 | 38.00 | 38.00 | 35.00 |
| غوطة -82 | 25.70 | 24.70 | 36.67 | 29.00 |
| باسل - 1 | 33.00 | 35.00 | 36.00 | 34.70 |
| LSD (0.05) | 3.2 | 1.7 | 2.6 | 0.6 |
| التفاعل | | | | 2.5 |

### 3-7-2- القدرة على الائتلاف

يتبين من الجدول (73) أنّ تباين القدرة العامة والخاصة على الائتلاف كان معنوياً لصفة دليل الحصاد تحت ظروف الزراعة المختلفة، ما يُشير إلى مساهمة كلٍ من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة. كما يتبين أنّ التفاعل بين كل من القدرة العامة على الائتلاف والبيئة، والتفاعل بين القدرة الخاصة على الائتلاف والبيئة كان عالي المعنوية، ما يُشير إلى أنّ القدرة العامة والخاصة على الائتلاف تتأثر باختلاف البيئة. وقد كانت نسبة $\delta^2_{GCA}/\delta^2_{SCA}$ أقل من الواحد تحت مختلف المعاملات، ما يعني سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة دليل الحصاد، ولكن اختلفت هذه القيم باختلاف معاملة الإجهاد، فقد كانت الأعلى تحت ظروف

الإجهاد خلال مرحلة الإزهار(0.56)، في حين كانت الأدنى تحت ظروف الزراعة المروية (0.19).

**الجدول (73): تحليل تباين القدرة على الائتلاف لصفة دليل الحصاد تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| مصادر التباين | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **المعاملة** | **GCA** | **SCA** | **GCA×En.** | **SCA×En.** | **Error GCA,** |
| **إجهاد إزهار** | **31.12**** | **14.74**** | **45.78**** | **60.07**** | **4.09** |
| **إجهاد امتلاء الحبوب** | **78.5**** | **99.3**** | | | **0.84** |
| **بدون إجهاد** | **49.76**** | **66.78**** | | | **2.73** |
| **تجميعي** | **107.79**** | **103.52*** | | | **2.55** |

| مكونات التباين | | | |
|---|---|---|---|
| **المعاملة** | $\delta^2_{GCA}$ | $\delta^2_{SCA}$ | $\delta^2_{GCA} / \delta^2_{SCA}$ |
| **إجهاد إزهار** | **7.44** | **13.38** | **0.56** |
| **إجهاد امتلاء الحبوب** | **21.805** | **99.02** | **0.22** |
| **بدون إجهاد** | **12.21** | **65.87** | **0.19** |
| **تجميعي** | **26.73** | **102.67** | **0.26** |

وقد تراوحت تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار من 2.722- للسلالة $P_5$ إلى1.944 للسلالة $P_1$ (الجدول، 74)، ومن 2.417- للسلالة $P_1$ إلى 4.833 للسلالة $P_2$ تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، في حين تراوحت من 2.139- للسلالة $P_6$ إلى 3.278 للسلالة $P_2$ تحت ظروف الزراعة المروية. وقد أظهرت السلالة $P_2$ أفضل قدرة عامة على الائتلاف عندما خضعت للإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب، وتحت ظروف الزراعة المروية (4.833 و3.278 على التوالي).

**الجدول (74): تأثيرات القدرة العامة على الائتلاف لصفة دليل الحصاد تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| السلالات | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|---|
| **$P_1$** | **1.944**** | **-2.417**** | **0.278** | **-0.065** |
| **$P_2$** | **1.278*** | **4.833**** | **3.278**** | **3.130**** |
| **$P_3$** | **-0.222** | **0.333** | **1.194*** | **0.435** |
| **$P_4$** | **-0.306** | **0.833**** | **-1.806**** | **-0.426** |
| **$P_5$** | **-2.722**** | **-1.667**** | **-0.806** | **-1.731**** |
| **$P_6$** | **0.028** | **-1.917**** | **-2.139**** | **-1.343**** |
| **$SE[g_i]$** | **0.533** | **0.241** | **0.436** | **0.243** |

وقد تراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف من 2.550- للهجين $P_2 \times P_4$ إلى 2.700 للهجين $P_4 \times P_6$ الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (الجدول،75)، ومن 6.450- للهجين $P_4 \times P_6$ إلى 6.550 للهجين $P_2 \times P_6$ تحت ظروف الإجهاد خلال امتلاء الحبوب، في حين تراوحت من 5.250- للهجين $P_1 \times P_4$ إلى 7.083 للهجين $P_1 \times P_6$ تحت ظروف الزراعة المروية. وقد أظهر الهجين $P_4 \times P_5$ أفضل قدرة خاصة على الائتلاف، تلاه الهجين $P_3 \times P_4$ كمتوسط عام لأداء الهجن تحت الظروف البيئية المختلفة.

**الجدول (75): تأثيرات القدرة الخاصة على الائتلاف لصفة دليل الحصاد تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد إزهار | إجهاد امتلاء الحبوب | بدون إجهاد | التجميعي |
|---|---|---|---|---|
| $P_1 \times P_2$ | 1.2 | 0.050 | -1.333 | -0.028 |
| $P_1 \times P_3$ | -0.300 | 1.550** | 1.750* | 1.000* |
| $P_1 \times P_4$ | -2.550** | -4.950** | -5.250** | -4.250** |
| $P_1 \times P_5$ | 1.200 | 0.550 | -2.250** | -0.167 |
| $P_1 \times P_6$ | 0.45 | 2.800** | 7.083** | 3.444** |
| $P_2 \times P_3$ | 1.367 | 1.300** | 0.750 | 1.139** |
| $P_2 \times P_4$ | -2.550** | -0.200 | -1.250 | -1.333** |
| $P_2 \times P_5$ | 1.867* | -7.700** | -1.250 | -2.361** |
| $P_2 \times P_6$ | -1.883* | 6.550** | 3.083** | 2.583** |
| $P_3 \times P_4$ | 1.950* | 5.300** | 3.500** | 3.583** |
| $P_3 \times P_5$ | -2.633** | -2.200** | -1.500* | -2.111** |
| $P_3 \times P_6$ | 0.383 | -5.950** | -4.500** | -3.611** |
| $P_4 \times P_5$ | 0.45 | 6.300** | 6.833** | 4.528** |
| $P_4 \times P_6$ | 2.7 | -6.450** | -3.833** | -2.528** |
| $P_5 \times P_6$ | -0.883 | 3.050** | -1.833** | 0.111 |
| SE[si,j] | 0.904 | 0.409 | 0.739 | 0.028 |

### 3-7-3- قوة الهجين

أبدت الهجن المدروسة قيم موجبة وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة الصنف غوطة82 تحت الظروف المختلفة للزراعة، وخلال المراحل المختلفة للنمو (الجدول، 76). فقد أبدى الهجينان $P_5 \times P_6$ و $P_1 \times P_2$ قيم موجبة وعالية المعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (الصنف غوطة82) تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار (13.73% و 43.97% على التوالي).

**الجدول (76): قوة الهجين (%) لصفة دليل الحصاد قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة (غوطة82)،تحت ظروف الإجهاد المائي والري الكامل.**

| الهجن | إجهاد إزهار | | إجهاد امتلاء الحبوب | | بدون إجهاد | | التجميعي | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ | $H_{MP}$ | $H_{Ch.V}$ |
| $P_1 \times P_2$ | -12.94** | 43.97** | 6.08** | 65.99** | -8.81** | 20.64** | -5.75* | 40.41** |
| $P_1 \times P_3$ | -12.82** | 32.30** | -3.80 | 53.85** | 4.55 | 23.32** | -3.79 | 34.59** |
| $P_1 \times P_4$ | -23.61** | 23.35** | -17.21** | 29.55** | -25.00** | -3.49 | -22.34** | 13.70** |
| $P_1 \times P_5$ | -1.49 | 28.40** | 10.58** | 41.70** | 14.29** | 7.24* | 7.78* | 23.29** |
| $P_1 \times P_6$ | -10.26* | 36.19** | 16.90** | 49.80** | 14.29** | 28.69** | 6.52* | 36.99** |
| $P_2 \times P_3$ | 1.45 | 36.19** | 25.52** | 82.19** | 5.84* | 28.69** | 10.77** | 46.23** |
| $P_2 \times P_4$ | -16.22** | 20.62** | 25.71** | 78.14** | -12.87** | 15.28** | -2.84 | 34.59** |
| $P_2 \times P_5$ | -4.35 | 28.40** | -5.16* | 37.65** | 21.05** | 17.96** | 18.97** | 26.71** |
| $P_2 \times P_6$ | -7.25 | 24.51** | 71.43** | 94.33** | 8.42** | 26.01** | 20.00** | 44.86** |
| $P_3 \times P_4$ | 1.49 | 32.30** | 25.52** | 82.19** | 3.86 | 22.52** | 10.05** | 42.47** |
| $P_3 \times P_5$ | 5.88 | 5.06 | 21.32** | 41.70** | 34.52** | 11.80** | 21.62** | 18.49** |
| $P_3 \times P_6$ | 3.23 | 24.51** | 7.45** | 25.51** | -1.84 | 0.00 | 2.45 | 14.38** |
| $P_4 \times P_5$ | 7.14 | 16.73** | 57.14** | 78.14** | 34.29** | 26.01** | 32.78** | 38.01** |
| $P_4 \times P_6$ | 4.48 | 36.19** | 10.71** | 25.51** | -16.67** | -6.17 | -2.32 | 15.41** |
| $P_5 \times P_6$ | 13.73* | 12.84* | 80.95** | 53.85** | 31.03** | 1.88 | 39.17** | 19.86** |
| SE | 3.71 | | 0.88 | | 2.49 | | 2.32 | |

كما أظهر الهجينان $P_5 \times P_6$ و $P_2 \times P_6$ أعلى قيمة موجبة ومعنوية لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة عندما تعرّضا لظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب (80.95% و94.33% لكل منهما على التوالي)، وأبدت الهجن $P_3 \times P_5$، $P_1 \times P_6$، $P_2 \times P_3$ قيم موجبة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة الصنف غوطة82 تحت ظروف الزراعة المروية (34.52% و28.69% على التوالي). وبيّن التحليل التجميعي تفوق الهجينان $P_5 \times P_6$ و $P_2 \times P_3$ بقوة هجين موجبة ومعنوية قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة الصنف غوطة82 (39.17% و46.23% على التوالي). مما سبق يتم الانتخاب بفاعلية في الأجيال الانعزالية المتأخرة $F_6$ و $F_7$ عندما تصل النباتات إلى الأصالة الوراثية لتحسين صفة دليل الحصاد،ويمكن أن يتم تحت الظروف البيئة المدروسة وخاصة للعشائر الهجن $P_1 \times P_6$ و $P_2 \times P_5$ و $P_3 \times P_4$ و $P_4 \times P_5$ التي تميزت بقدرة خاصة جيدة على الائتلاف. ويمكن استخدام السلالتين $P_1$ و $P_2$ في تكوين الهجن أو في التهجينات الرجعية لتحسين هذه الصفة، لتميزها بقدرة عامة جيدة على الائتلاف لهذه الصفة.

## رابعاً : معامل الارتباط المظهري Phenotypic correlation

### 4-1- معامل الارتباط المظهري تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار

يُلاحظ من الجدول (77) وجود علاقة ارتباط موجبة وعالية المعنوية بين صفة الغلة الحبية وصفة دليل الحصاد ($r=0.446^{**}$)، ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة بين صفة الغلة الحبية وكلٍ من عدد الحبوب بالعرنوس (r=0218) ووزن المائة حبة (r=0.144). وارتبطت صفة طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث بقيمٍ موجبة وعالية المعنوية مع صفة الغلة الحيوية ($r=389^{**}$). أبدت صفة الغلة الحيوية علاقة ارتبط موجبة مع صفة وزن المائة حبة (r=0.253)، في حين كانت سالبة مع كل من صفتي دليل الحصاد وعدد الحبوب بالعرنوس (r=0.123،r=0.131) حيث يؤدي زيادة النمو الخضري، ومن ثمّ حجم الأجزاء الهوائية أو الكتلة الحية المتشكلة، إلى اختلال كفاءة النبات في توزيع نواتج التمثيل الضوئي بين أجزاء النبات المختلفة (الجذور، السوق، الأوراق، والحبوب)، حيث تؤدي زيادة الكتلة الحية إلى استهلاك كميات زائدة من المادة الجافة، ما يؤثر سلباً في كمية نواتج التمثيل الضوئي المسخّرة للأجزاء الاقتصادية، فتتراجع قيمة دليل الحصاد. يُلاحظ أنّ قيم معامل الارتباط كانت موجبة وعالية المعنوية بين صفة دليل الحصاد وصفة عدد الحبوب بالعرنوس ($r=389^{**}$)، في حين كانت قيم معامل الارتباط سالبة ومرتفعة بين صفة وزن المائة حبة وصفة عدد الحبوب بالعرنوس (r=-0.204)، ما يُشير إلى أنّ زيادة عدد الحبوب بالعرنوس تؤثر سلباً في درجة امتلاء الحبوب، وبخاصةٍ تحت ظروف الإجهاد المائي، حيث يُعزى ذلك إلى عدم كفاية حجم المصدر تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار، ما يؤدي إلى زيادة حدّة المنافسة على نواتج التمثيل الضوئي المتاحة بكمياتٍ محدودة، ما يؤثر سلباً في درجة امتلاء الحبوب، ومن ثمّ متوسط وزن الحبة الواحدة (Lee and Tollenaar, 2007; Lambert, 2010).

**الجدول (77): معامل الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار.**

| الصفة | الغلة الحبية | عدد العرانيس | الفاصل الزمني | الغلة الحيوية | دليل الحصاد | وزن ال100 حبة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد العرانيس | 0.053 | | | | | |
| الفاصل الزمني | 0.064 | 0.051 | | | | |
| الغلة الحيوية | 0.022 | 0.106 | 0.397** | | | |
| دليل الحصاد | 0.446** | -0.038 | 0.134 | -0.131 | | |
| وزن 100 حبة | 0.144 | 0.126 | 0.165 | 0.253 | 0.201 | |
| عدد الحبوب | 0.218 | 0.004 | 0.067 | -0.123 | 0.389** | -0.204 |

**2-4- معامل الارتباط المظهري تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب**

يُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية فقط بين صفة الغلة الحبية وبين صفة وزن المائة حبة ($r=0.337^{**}$)، (الجدول،78). ما يُشير إلى أنّ الغلة الحبية في محصول الذرة الصفراء عامةً، والطرز المدروسة خاصةً، تتحدد بدرجة أكبر بمتوسط وزن المائة حبة بالمقارنة مع صفة عدد الحبوب بالعرنوس/ نبات / وحدة المساحة. وهذا يدل على أهمية الانتخاب لصفة وزن المائة حبة لتحسين الغلة الحبية في محصول الذرة الصفراء. وارتبطت صفة عدد العرانيس على النبات سلباً مع كلٍ من صفات الغلة الحيوية (r=-0.284)، ووزن المائة حبة (r=-0.184)، وعدد الحبوب بالعرنوس (r=-0.086)، بينما ارتبطت ايجاباً وبقيمٍ مرتفعة مع صفة دليل الحصاد (r=0.212). وارتبطت صفة الغلة الحيوية ارتباطاً موجباً وعالي المعنوية مع صفة وزن المائة حبة ($r=0.510^{**}$). وارتبطت صفة دليل الحصاد ارتباطاً موجباً مع صفة عدد الحبوب بالعرنوس (r=0.173). ارتبطت صفة وزن المائة حبة ارتباطاً سلبياً مع صفة عدد الحبوب بالعرنوس، أي أنّ زيادة متوسط عدد الحبوب بالعرنوس يؤثر سلباً في درجة امتلاء الحبوب بسبب عدم كفاية نواتج التمثيل الضوئي المصنّعة نتيجة عدم كفاية حجم المصدر(المادة الجافة) بالنسبة إلى حجم المصب (الحبوب)، فتزداد حدّة المنافسة على نواتج التمثيل الضوئي غير الكافية لملء جميع الحبوب المتشكلة، لاسيما تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب، حيث يؤثر غياب الماء أيضاً سلباً في معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي، الأمر الذي يؤثر سلباً في متوسط وزن المائة حبة.

**الجدول (78): معامل الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب.**

| الصفة | الغلة الحبية | عدد العرانيس | الغلة الحيوية | دليل الحصاد | وزن ال100 حبة |
|---|---|---|---|---|---|
| عدد العرانيس | 0.251 | | | | |
| الغلة الحيوية | 0.286 | -0.284 | | | |
| دليل الحصاد | 0.052 | 0.212 | 0.099 | | |
| وزن 100 حبة | 0.337* | -0.184 | 0.510** | -0.013 | |
| عدد الحبوب | -0.162 | -0.086 | 0.044 | 0.173 | -0.232 |

**3-4- معامل الارتباط المظهري تحت ظروف الري الكامل (بدون إجهاد)**

أظهرت صفة الغلة الحبية ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع صفة الغلة الحيوية ($r= 0.358^{**}$). وارتبطت ارتباطاً موجباً وبقيمٍ مرتفعة مع كلٍ من صفتي عدد الحبوب بالعرنوس ووزن المائة حبة (r=0.281 ، r=0.265). وارتبطت صفة عدد العرانيس في النبات ارتباطاً موجباً مع صفة دليل

الحصاد (r=0.212)، (الجدول، 79). ارتبطت صفة طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث ارتباطاً موجباً وبقيمة مرتفعة مع صفة دليل الحصاد (r=0.233)، وبقيم موجبة مع كلٍ من صفتي عدد الحبوب بالعرنوس ووزن المائة حبة (r=0.11 ، r=0.155) في حين ارتبطت بقيمة سالبة مع صفة الغلة الحيوية (r=-0.163). وارتبطت صفة دليل الحصاد ارتباطاً موجباً وعالي المعنوية مع صفة عدد الحبوب بالعرنوس (r=0.445**)، وارتبطت بقيمة موجبة مع صفة وزن المائة حبة. وارتبطت صفة وزن المائة حبة ارتباطاً موجباً وبقيمة مرتفعة مع صفة عدد الحبوب بالعرنوس، نتيجة إتاحة نواتج التمثيل الضوئي بكمياتٍ كافية لملء جميع الحبوب المتشكلة. وارتبطت صفة الغلة الحيوية ارتباطاً موجباً وبقيمة مرتفعة مع صفة وزن المائة حبة (r=0.258)، وبشكل موجب ومعنوي مع صفة عدد الحبوب في العرنوس (r=0.431**)، ما يشير إلى أهمية زيادة الكتلة الحية عند النضج لزيادة كمية المادة الجافة المتاحة خلال فترة تشكل الحبوب ونموها، ما يؤدي إلى زيادة عدد الحبوب المتشكلة بالعرنوس الواحد ومن ثمّ غلة المحصول الحبية.

**جدول (79): معامل الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة تحت ظروف الري الكامل (بدون إجهاد).**

| الصفة | الغلة الحبية | عدد العرانيس | الفاصل الزمني | الغلة الحيوية | دليل الحصاد | وزن ال100 حبة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| عدد العرانيس | 0.006 | | | | | |
| الفاصل الزمني | 0.088 | 0.142 | | | | |
| الغلة الحيوية | 0.358* | -0.097 | -0.163 | | | |
| دليل الحصاد | 0.115 | 0.212 | 0.233 | 0.071 | | |
| وزن 100 حبة | 0.281 | 0.097 | 0.11 | 0.258 | 0.015 | |
| عدد الحبوب | 0.265 | 0.037 | 0.155 | 0.431** | 0.445** | 0.206 |

## خامساً: تحليل معامل المرور Path coefficient analysis

### 5-1- معامل المرور تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار

أشار تحليل معامل المرور تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار إلى أهمية صفات دليل الحصاد، وعدد الحبوب بالعرنوس في تباين صفة الغلة الحبية (الجدول، 80). اتفق ذلك مع نتائج (Abdelmoula and Sabiel 2007)، و(Mostafavi *et al.*,2011). وقد بلغ التأثير الكلي لهذه الصفات 0.446 و 0.218 على الترتيب، وبلغ مجمل الأهمية النسبية لهذه الصفات 29.74% (الجدول، 81). وقد بلغت الأهمية النسبية المباشرة لصفة دليل الحصاد نحو16.39%، و12.22% لصفة عدد الحبوب في العرنوس، في حين بلغت الأهمية النسبية لصفة دليل الحصاد من خلال عدد الحبوب بالعرنوس نحو 1.13% (الجدول، 81). تُشير هذه النتيجة إلى إمكانية تحسين الغلة الحبية في البيئة المجهدة خلال مرحلة الإزهار من خلال الانتخاب لصفة دليل الحصاد التي يمكن أن تتأثر بالصفات المكونة للغلة الحبية كعدد الحبوب بالعرنوس. اتفق ذلك مع نتائج Aminu and Izge (2012).

**جدول (80): التأثير المباشر وغير المباشر لصفات دليل الحصاد، وعدد الحبوب بالعرنوس، في صفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار.**

| التسلسل | مصدر التباين | التأثير |
|---|---|---|
| 1 | **دليل الحصاد** | |
| | التأثير المباشر | 0.405 |
| | التأثير من خلال صفة عدد الحبوب بالعرنوس | 0.041 |
| | التأثير الكلي | 0.446 |
| 2 | **عدد الحبوب بالعرنوس** | |
| | التأثير المباشر | 0.001 |
| | التأثير من خلال صفة دليل الحصاد | 0.158 |
| | التأثير الكلي | 0.218 |

**جدول (81): الأهمية النسبية المئوية (التأثير المباشر وغير المباشر) لكل من صفة دليل الحصاد وعدد الحبوب بالعرنوس في صفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار.**

| مصدر التباين | معامل التحديد (CD) | الأهمية النسبية RI (%) |
|---|---|---|
| دليل الحصاد | 0.1639 | 16.39 |
| عدد الحبوب بالعرنوس | 0.1222 | 12.22 |
| دليل الحصاد × عدد الحبوب | 0.0113 | 1.13 |
| المجموع | 0.2974 | 29.74 |
| المتبقي | 0.7026 | 70.26 |

### 2-5- معامل المرور تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب

بيّنت دراسة معامل المرور تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب أهمية مساهمة صفتي وزن المائة حبة، والغلة الحيوية في تباين الغلة الحبية (الجدول، 82)، حيث بلغ التأثير المباشر لهاتين الصفتين 0.355، و0.017 على التوالي، وبذلك يتبين أنّ تأثير وزن المائة حبة كان الأعلى بين الصفات المساهمة في تباين الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب، وقد كان التأثير غير المباشر لصفة الغلة الحيوية من خلال صفة وزن المائة حبة الأعلى في تباين الغلة الحبية (0.181)، بينما بلغ التأثير غير المباشر لصفة وزن المائة حبة من خلال صفة الغلة الحيوية نحو 0.009 (الجدول، 82). ووصل التأثير الكلي لصفة وزن المائة حبة إلى 0.364، ويُصنّف هذا التأثير على أنّه عالٍ، بينما بلغ التأثير الكلي لصفة الغلة الحيوية نحو 0.198، وبلغ مجمل الأهمية النسبية لهذه الصفات قرابة 13.25%، حيث بلغت الأهمية النسبية لصفة وزن المائة حبة نحو 12.60%، ونحو 0.03% لصفة الغلة الحيوية، بينما بلغت الأهمية النسبية لصفة وزن المائة حبة من خلال صفة الغلة الحيوية نحو0.62% (الجدول، 83). اتفق ذلك مع نتائج Khalily *et al.*, (2012)، وAbdel Mula and Sabiel (2007). تُشير هذه النتائج إلىوجود استقرار في علاقة صفة الغلة الحيوية ووزن المائة حبة في البيئة المجهدة خلال مرحلة امتلاء الحبوب، وأنّ الانتخاب لهذه الصفات يمكن أن يُسهم في تحسين الغلة الحبية للهجن المدروسة في البيئة المجهدة لاسيما صفة وزن المائة حبة.

**جدول (82): التأثير المباشر وغير المباشر لصفات وزن المائة حبة، والغلة الحيوية، في صفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب.**

| التسلسل | مصدر التباين | التأثير |
|---|---|---|
| 1 | **وزن ال100 حبة** | |
| | **التأثير المباشر** | **0.355** |
| | **التأثير من خلال صفة الغلة الحيوية** | **0.009** |
| | **التأثير الكلي** | **0.364** |
| 2 | **الغلة الحيوية** | |
| | **التأثير المباشر** | **0.017** |
| | **التأثير من خلال صفة وزن ال100 حبة** | **0.181** |
| | **التأثير الكلي** | **0.198** |

**الجدول (83): الأهمية النسبية المئوية (التأثير المباشر وغير المباشر) لكل من صفة وزن ال 100 حبة، والغلة الحيوية في صفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب.**

| مصدر التباين | (CD) معامل التحديد | RI(%) الأهمية النسبية |
|---|---|---|
| وزن ال100 حبة | 0.1260 | 12.60 |
| الغلة الحيوية | 0.0003 | 0.03 |
| وزن ال100 حبة×الغلة الحيوية | 0.0062 | 0.62 |
| المجموع | 0.1325 | 13.25 |
| المتبقي | 0.8675 | 86.75 |

## 5-3- معامل المرور تحت ظروف الري الكامل (بدون إجهاد)

بيّن تحليل معامل المرور أنّ كلاً من صفات: الغلة الحيوية، ووزن المائة حبة، وعدد الحبوب بالعرنوس، هي أكثر الصفات المدروسة مساهمةً في تباين الغلة الحبية للطرز الوراثية تحت ظروف الزراعة المروية (الجدول، 84)، حيث بلغ التأثير المباشر لهذه الصفات 0.260، 0.191، 0.114 على الترتيب، بينما بلغ التأثير غير المباشر لصفة الغلة الحيوية من خلال صفة وزن المائة حبة وعدد الحبوب بالعرنوس نحو0.049، ووصل التأثير الكلي لهذه الصفة إلى0.358، وهو تأثير عالي القيمة، بينما بلغ التأثير غير المباشر لصفة وزن المائة حبة من خلال صفتي الغلة الحيوية وعدد الحبوب بالعرنوس نحو 0.066 و 0.023، وبلغ تأثيرها الكلي قرابة 0.290، ويُصنّف هذا التأثير على أنّه متوسط القيمة. وقد بلغ التأثير غير المباشر لصفة عدد الحبوب بالعرنوس من خلال صفتي الغلة الحيوية، ووزن المئة حبة نحو 0.112 و0.039 وبلغ تأثيرها الكلي نحو 0.265، ويُصنّف كتأثير متوسط القيمة.

بلغت الأهمية النسبية لصفات الغلة الحيوية، ووزن المائة حبة، وعدد الحبوب بالعرنوس، في تباين الغلة الحبية قرابة 6.76%، 3.65%، 1.30% على الترتيب (الجدول، 85). وقد كانت الأهمية النسبية الناتجة عن تأثير صفة الغلة الحيوية في كل من صفة وزن المائة حبة وعدد الحبوب بالعرنوس نحو 2.56% و 2.55% على الترتيب، بينما بلغت الأهمية النسبية المشتركة لصفتي وزن المائة حبة وعدد الحبوب بالعرنوس نحو 0.90%. وبلغ مجموع الأهمية النسبية لهذه الصفات قرابة 17.72%. وبلغت الأهمية النسبية للصفات غير المدروسة نحو 82.28%. وبالتالي فإنّ الانتخاب لهذه الصفات تحت ظروف الزراعة المروية يمكن أن يُسهم في زيادة الغلة الحبية بنسبة 20% تقريباً.

تظهر نتائج معاملي الارتباط المظهري وتحليل المسار للصفات المدروسة تحت البيئات المختلفة، أن الانتخاب يمكن أن يكون فعالاً خلال الأجيال الانعزالية المتوسطة والمتأخرة من

برنامج التربية للعشائر الهجن المنتخبة وخاصة في بيئة الإجهاد خلال مرحلة الإزهار، على أن يتم الانتخاب لصفتي دليل الحصاد عدد الحبوب بالعرنوس. عموماً تعتبر صفات دليل الحصاد وعدد الحبوب بالعرنوس وزن المائة حبة من أكثر الصفات مساهمةً في تباين الغلة الحبية ويمكن اعتبارها كمعايير انتخابية لتحسين صفة الغلة الحبية حيث ساهمت مابين 10% إلى 28% من تباين الغلة الحبية تحت ظروف البيئات المختلفة.

**الجدول (84): التأثير المباشر وغير المباشر لكل من صفة الغلة الحيوية، ووزن 100 حبة، وعدد الحبوب بالعرنوس في صفة الغلة الحبية تحت ظروف الري الكامل (بدون إجهاد).**

| التسلسل | مصدر التباين | التأثير |
|---|---|---|
| 1 | **الغلة الحيوية** | |
| | التأثير المباشر | 0.260 |
| | التأثير من خلال صفة وزن ال100 حبة | 0.049 |
| | التأثير من خلال صفة عدد الحبوب بالعرنوس | 0.049 |
| | التأثير الكلي | 0.358 |
| 2 | **وزن ال100 حبة** | |
| | التأثير المباشر | 0.191 |
| | التأثير من خلال صفة الغلة الحيوية | 0.066 |
| | التأثير من خلال صفة عدد الحبوب بالعرنوس | 0.023 |
| | التأثير الكلي | 0.290 |
| 3 | **عدد الحبوب بالعرنوس** | |
| | التأثير المباشر | 0.114 |
| | التأثير من خلال صفة الغلة الحيوية | 0.112 |
| | التأثير من خلال صفة وزن ال100 حبة | 0.039 |
| | التأثير الكلي | 0.265 |

**الجدول (85): الأهمية النسبية المئوية (التأثير المباشر وغير المباشر) لكل من صفة الغلة الحيوية، ووزن 100 حبة، وعدد الحبوب بالعرنوس في صفة الغلة الحبية تحت ظروف الري الكامل (بدون إجهاد).**

| مصدر التباين | معامل التحديد (CD) | الأهمية النسبية RI(%) |
|---|---|---|
| الغلة الحيوية | 0.0676 | 6.76 |
| وزن ال100 حبة | 0.0365 | 3.65 |
| عدد الحبوب بالعرنوس | 0.0130 | 1.30 |
| الغلة الحيوية× وزن ال100 حبة | 0.0256 | 2.56 |
| الغلة الحيوية× عدد الحبوب بالعرنوس | 0.0255 | 2.55 |
| وزن ال100 حبة× عدد الحبوب بالعرنوس | 0.0090 | 0.90 |
| المجموع | | 17.72 |
| المتبقي | 0.8228 | 82.28 |

## الاستنتاجات Conclusions

1. سبّب تعرّض النباتات للإجهاد المائي خلال المراحل الحرجة من حياة النبات انخفاضاً مقداره 27.79% في الغلة الحبية، و20.85% في الغلة الحيوية، و19% في عدد الحبوب بالعرنوس و15.88% في وزن المائة حبة، وازدادت الشيخوخة المبكرة للأوراق بنحو 71% بالمقارنة مع ظروف الزراعة المروية.
2. كان طول الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث (ASI) الأقل معنوياً (1 يوم) لدى السلالة IL 43 T.C-2007 تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، وتحت ظروف الزراعة المروية (2 يوماً).
3. كان حجم النورة المذكرة الأدنى معنوياً لدى السلالات IL 1081 T.C-2009، و IL 441 T.C-2009، و IL 43 T.C-2007، و IL 448 T.C-2007، (1 بحسب المقياس المعتمد) وخاصةً تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار.
4. كان متوسط عدد العرانيس في النبات الأعلى معنوياً لدى نباتات السلالة IL 1081 T.C-2009 (1.5 عرنوس . نبات$^{-1}$). وامتلكت أفضل قدرة موجبة على الائتلاف لهذه الصفة تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة. وكان الأعلى معنوياً لدى الهجين (IL 1081 T.C-2009 × IL 44 T.C-2009) (1.18عرنوس . نبات$^{-1}$)، وتمتع بقوة هجين موجبة ومعنوية لهذه الصفة تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة.
5. كان متوسط وزن المائة حبة الأعلى معنوياً لدى السلالتين IL 1081 T.C-2009، وIL344 T.C-2007 تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب.
6. كان متوسط الغلة الحيوية الأعلى معنوياً لدى السلالة IL 344 T.C-2007، وامتلكت تأثيرات موجبة ومعنوية لهذه الصفة تحت البيئات المختلفة.
7. تفوقت السلالتين IL 1081 T.C-2009، وIL 344 T.C-2007 في متوسط الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب، ويُعزى ذلك بشكلٍ رئيس إلى امتلاكهما أعلى متوسط لعدد الحبوب بالعرنوس، ووزن مائة حبة.
8. أبدت السلالات والهجن تبايناً عالي المعنوية تحت ظروف الزراعة المختلفة لمعظم الصفات المدروسة، ما يدل على وجود تباعد وراثي بين السلالات الأبوية المستخدمة في الدراسة. وأظهرت بعض الهجن الفردية المستنبطة قيم قوة هجين موجبة ومعنوية قياساً لمتوسط الأبوين وشاهد المقارنة لصفة الغلة الحبية تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة.
9. أشارت نتائج تحليل تباين القدرة على الائتلاف إلى سيطرة الفعل الوراثي التراكمي على وراثة صفتي عدد العرانيس في النبات، والغلة الحبية تحت ظروف الزراعة المروية، وعلى صفتي

الفاصل الزمني بين الإزهار المذكر والمؤنث، والغلة الحيوية تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار. وساهم كلاً من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة صفة عدد الحبوب بالعرنوس تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار. في حين سيطر الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفات دليل الحصاد، ووزن المائة حبة، والغلة الحبية، ودليل الحصاد، ووزن المائة حبة وعدد الحبوب بالعرنوس تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة امتلاء الحبوب، والري الطبيعي.

**10.** أشارت نتائج الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة في الهجن المستنبطة إلى وجود علاقة ارتباط موجبة وعالية المعنوية بين صفة الغلة الحبية وصفة دليل الحصاد تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار، ما يدل على امكانية تحسين الغلة الحبية في البيئة المجهدة خلال مرحلة الإزهار من خلال الانتخاب لصفة دليل الحصاد.

**11.** بيّن معامل المرور أهمية صفات دليل الحصاد، وعدد الحبوب بالعرنوس في تباين الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي.

**12.** يمكن تحسين صفة الغلة الحبية تحت ظروف الزراعة المروية والمجهدة من خلال الانتخاب لصفات دليل الحصاد والغلة الحيوية وعدد الحبوب بالعرنوس ووزن المائة الحبة خلال الأجيال الانعزالية المتأخرة ($F_6$ و $F_7$) لعشائر الهجن المنتخبة تحت هذه الدراسة، وخاصةً تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب.

## التوصيات Recommendations

**1.** اعتماد صفات دليل الحصاد وعدد الحبوب بالعرنوس كمعايير انتخاب مهمة لتحسين الغلة الحبية للذرة الصفراء تحت ظروف الإجهاد خلال مرحلة الإزهار.

**2.** اعتماد صفات وزن المائة حبة وعدد العرانيس في النبات والغلة الحيوية كمعايير انتخاب مهمة لتحسين الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب.

**3.** إدخال السلالة $P_5$ (IL 43 T.C-2007) في برنامج التربية لتحسين الغلة الحبية من خلال الانتخاب لفاصل زمني أقصر بين الإزهار المذكر والمؤنث، لما لهذه الصفة من أهمية بالغة في ظل ظروف الزراعة المحلية.

**4.** تقييم كل من الهجن الفردية $P_1 \times P_3$، $P_2 \times P_3$، $P_3 \times P_4$ في تجارب الكفاءة الإنتاجية والحقول الإختبارية مع تقييم آباءها، نظراً لتميز هذه الهجن بغلة حبية عالية، حيث

تفوقت على شاهدي المقارنة (غوطة82، وباسل1) تحت ظروف الزراعتين المروية والمجهدة.

**5.** إيلاء صفة استدامة اخضرار الأوراق أهمية أكبر في برامج التربية والتحسين الوراثي لأنّ المحافظة على حجم المصدر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي من أهم العوامل المحددة لكمية المادة الجافة المصنّعة والمتاحة خلال مرحلتي تشكل الحبوب وامتلائها وخاصة تحت ظروف شح الموارد المائية.

**6.** الانتخاب خلال عشائر الهجن $P_2\times P_4$، و $P_1\times P_2$، و $P_1\times P_3$، و $P_2\times P_3$، و $P_2\times P_6$، و $P_2\times P_5$، و $P_3\times P_4$ لتحسين صفة الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي، كما يمكن إدخال السلالات الأبوية ($P_5$، و$P_3$، و$P_2$) لتحسين صفة الغلة الحبية وتحمل الإجهاد المائي من خلال تطبيق برنامج التهجين الرجعي مع طرز عشائر الهجن السابقة الذكر.

**7.** تقييم الطرز الوراثية المبشرة اعتماداً على التباين الوراثي في كفاءة استعمال المياه وتصنيع البروتينات الدفاعية المرتبطة بتحسين التحمل للجفاف والحرارة المرتفعة.

**المراجع العربية**

**ابراهيم، مؤيد مالك وحمادي، حمدي جاسم (2012).** مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، المجلد 8 (4):478-490.

**استمارة التعليمات الفنية لزراعة محصول الذرة الصفراء (2008).** الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إدارة المحاصيل الحقلية، قسم بحوث الذرة.

**الأحمد، سمير، وسعود شهاب وغسان اللحام ورشاد عبيد وعمار المنصور ومعمر العمارين والياس عويل (2009).** مؤتمر البحوث العلمية الزراعية الثامن، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

**الخليفة، عامر (2011).** تقييم استجابة بعض طرز الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) لإجهاد الجفاف خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب. رسالة دكتوراه قدّمت إلى قسم المحاصيل الحقلية في كلية الزراعة، جامعة الفرات، 175 صفحة.

**الرويلي، ماجدة (2008).** تحديد المراحل الحرجة لدى بعض طرز الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) ضمن ظروف العجز المائي في محافظة دير الزور. رسالة ماجستير قُدّمت إلى قسم المحاصيل الحقلية في كلية الزراعة، جامعة دمشق، 163 صفحة.

**الرويلي، ماجدة؛ والعودة، أيمن (2010).** تقييم استجابة بعض طرز الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) لتحمل الإجهاد المائي خلال مراحل النمو المختلفة. المجلة العربية للبيئات الجافة: 3 (2): 4- 18.

**الساهوكي، مدحت مجيد (1990).** الذرة الصفراء إنتاجها وتحسينها. قسم علوم المحاصيل الحقلية. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

**العبد الهادي، ريم؛ مها حديد وسمير الأحمد (2010).** وراثة بعض صفات الغلة والنوعية في الذرة الصفراء باستخدام التهجين نصف التبادلي. أطروحة ماجستير قدّمت إلى قسم المحاصيل الحقليّة، كلّيّة الزراعة، جامعة دمشق، 131 صفحة.

**العبد الهادي، ريم؛ مها لطفي حديد وسمير الأحمد (2011).** التحليل الوراثي لبعض الصفات الاقتصادية في هجن تبادلية من الذرة الصفراء. المجلة الأردنية للعلوم الزراعية، المجلد (7) العدد (1) من 119-138.

**العبد الهادي، ريم؛ محمود صبوح وسمير الأحمد (2013).** التحليل الوراثي للأجيال الانعزالية لصفة الغلة ومكوناتها في بعض الهجن في الذرة الصفراء(*Zea mays* L.). رسالة دكتوراه قُدّمت إلى قسم المحاصيل الحقليّة، كلّيّة الزراعة، جامعة دمشق، 200 صفحة.

**العودة، أيمن الشحاذة؛ خيتي، مأمون (2008).** فسيولوجيا المحاصيل الحقلية، منشورات مديرية الكتب الجامعية، جامعة دمشق، كلية الهندسة الزراعية.

**الفارس، عباس (1981).** إنتاج المحاصيل الحقلية، منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب، كلية الزراعة.

**المجموعة الإحصائية السنوية الزراعية (2012).** منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.

**المنظمة العربية للتنمية الزراعية (2012).** جامعة الدول العربية، الإحصائيات الزراعية في الوطن العربي، الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية، المجلد 32.

**حسن، أحمد عبد المنعم (1991).** أساسيات تربية النبات. الدار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة.

**حسيان، رامز؛ ومحمد معلا و سمير الأحمد (2009).** التباين الوراثي ودرجة التوريث ومعامل الارتباط المظهري وتحليل المسارات في هجن فردية من الذرة الصفراء. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. موافقة /1197 / ص م ج تاريخ 18 / 10 / 2011 .

**غزال، حسن محمود (1989).** الذرة الصفراء، الفصل الرابع، عدد الصفحات 183-287. تربية المحاصيل، القسم النظري. جامعة حلب، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، حلب.

**ونوس، علي عقل، حسن عزام وسمير الأحمد (2011).** قوة الهجين والقدرة على الائتلاف لصفة الغلة ومكوناتها في هجن من الذرة الصفراء. المجلة الأردنية للعلوم الزراعية. المجلد 7 العدد(2) من الصفحة 326-338.

**ونوس، علي عقل؛ محمود صبوح وسمير الأحمد (2013)** أهمية الانتخاب غير المباشر في التحسين الوراثي لبعض الصفات الكمية والنوعية في الذرة الصفراء (*Zea mays* L.). رسالة دكتوراه قُدّمت إلى قسم المحاصيل الحقليّة، كلّيّة الزراعة، جامعة دمشق، 185 صفحة.

## References

**Aasamaa, K. (2001).** Leaf anatomical characteristics associated with shoot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in temperate deciduous trees. *Aust. J. Plant Physiol.* 28, 765-774.

**Abd El Aty, M. S. and Y. S. Katta (2002[b]).** Estimation of heterosis and combining ability for yield and other agronomic trahts in maize hybrids (*Zea mays L.*). j . Agric. Sci., Mansoura Univ., 27(8): 5137-5146.

**Abd El-Maksoud, M. M., A. M. El-Adl, Z. M. El-Diasty, A. R. Galal and R. S. Hassanie (2004).** Evaluation of some promising maize crosses for their genetic behavior in some important traits . *Agric. Sci., Mansoura Univ.*,1787-1800

**Abd EL Moneam, M.A.; A. N. Attia.; M. I. EL-Emery and E. A. Fayed. (2009).** Combining ability and heterosis for some agronomic traits in crosses of maize. Pakistan. J. of. Bio.Sci.12(5): 433–438.

**Abd EL Sattar, A. A.; A. A. EL- Hosary and m. H . Mostawea. (1999).** Genetic analysis of maize grain yield and its components by diallel crossing . Minufiya. J. Agri. Res., 24(1);43-63.

**Abd EL-Mulla, A. A and A. A. I. Sabil (2007).** Growth and yield of different tolerant maize (*Zea mays* L.) genotypes in response to drought stress. *Int. Agric. Res.*, 9-11.

**Abrecht, D.G. and P.S. Carberry (1993).** The influence of water deficit prior to tassel initiation on maize growth، development and yield. *Field Crops Res.* 31, 55–69

**Abou ali, A. I.; A. A. Abdelmulla.; M. M. Khalafalla.; A. E. Idris and A. M. Osman (2012).** Combining Ability and Heterosis for Yield and Yield Components in Maize (*Zea mays* L.). *Aust. J. of Basic and Applied Sci.*, 6(10): 36-41.

**Abou-Deif, M. H. (2007**). Estimation of gene effects on some agronomic characters in five hybrids and six population of maize (*zea mays* L.). *World. J. of Agric. Sci.*, 3(1): 86-90.

**Abou-Deif, M. H., B. B. Mekki, E. A. H. Mostafa, R. M. Esmail and S. A. M. Khattab (2012).** The genetic relationship between proteins, oil and grain yield in some maize hybrids. *World J. Agric. Sci.*, 8(1): 43-50.

**Aghaei, Sh.; S. Aharizad; M. R. Shiri and S. A. Mohammadi (2012).** Average heterosis of maize hybrids under terminal water stress at Moghan region.*Annals of Biol. Res.*, 3 (12):5462-5465.

**Al Ahmad, S. A. (2001).** Studies on some hybrids and strains of yellow maize. Ms. D. Fac. of. Agric. Ain Shams. Univ. Egypt.

**Al Ahmad, S. A. (2004).** Genetic parameters for yield and its components in some new yellow maize crosses. Ph.D. Fac. of Agric. Ain Shams. Univ. Egypt.180pp.

**Alake. C.O.; D.K. Ojo.; O. A. Oduwaye And M.A. Adekoya (2008).** Genetic variability and correlation studies in yield and yield related characters of Tropical maize (*Zea mays* L.).Asset Series A 8(1):14-27.

**AL Kaddoussi, A. R .: H. A. Rabie; F. A. ELZeir and S.Th. M. Mousa (2004).** General and specific combining ability for some physiological characters and yield of maize (*Zea mays* L.). *Zagazig J. Agric. Res*., 31(1): 1-30.

**AL-Naggar, A.M; M.S. Radwan and M.M.M. Atta. (2002).** Analysis of diallel crosses among ten maize populations differing in drought tolerance. *Egypt. J. Plant Breed*.(1):179-198.

**Alvi, M. B.; M. Rafique; M. S. Traiq; A. Hussain; T. Mohamad and M. Sarwar (2003).** Character association and path analysis of grain yield and yield components maize (*Zea mays* L.). *J. Pakistan. of Bio. Sci.*,6 (2):136-138.

**Aminu, D. and A.U. Izge (2012).** Heritability and Correlation Estimates in Maize (*Zea mays* L.) Under Drought Conditions in Northern Guinea and Sudan Savannas of Nigeria. *World J. of Agric. Sci.*, 8 (6): 598-602.

**Andrade, F.H.; Otegui, M.E. and C.R. Vega (2000).** Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize. *Agron. J*., 92, 92-97.

**Azizi, F.; A. M. Rezai and G. Saeidi (2006).** Generation mean analysis to estimate parameters for different traits in two crosses of corn inbred lines at three planting densities. *J. Agric. Sci. Technol.*, 8:153-169.

**Banziger, M., G.O. Edmeades, and H.R. Lafitte (1999).** Selection for drought tolerance increases maize yield over arrange of N levels. *Crop Science*, 39:1035-1040.

**Banziger, M.; G. O. Edmeades; D. Beck and M. Bellon (2000).** Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize. From Theory to Practice. El Batán, Mexico: CIMMYT.

**Bänziger, M.; G.O. Edmeades and H.R. Lafitte (2002).** Physiological mechanisms contributing to the increased N stress tolerance of tropical maize selected for drought tolerance. *Field Crop Res.*, 75: 223-233.

**Bänziger, M.; P. S. Setimela; D. Hodson and B. Vivek (2006).** Breeding for improved abiotic stress tolerance in Africa in maize adapted to southern Africa. *Agric. Water Management*, 80:212-214.

**Barakat, A. A. (2001).** Estimates of combining ability of white maize inbred lines in top crosses. Al Azhar. J. Agric. Res., 33: 129-146.

**Barker, T., Campos, H., Cooper, M., Dolan, D., Edmeades, G., Habben, J., Schussler, J., Wright, D., and C.Zinselmeier(2004).** Improving drought tolerance in maize. Plant Breeding Reviews 25: 173-242.

**Bassetti, P. and M.E. Westgate (1993a).** Water deficit affects receptivity of maize silks. *Crop Sci.*, 33: 279-282.

**Bassetti, P. and M.E. (Westgate, 1993b).** Emergence, elongation and senescence of maize silks. *Crop Sci.*, 33: 271-275.

**Beck, D. L.; F. J. Betran; M. Bnäziger; M. Willcox and G. O. Edmeades (1997).** From landrace to hybrid: Strategies for the use of source populations and lines in the development of drought tolerant cultivars. In Edmeades, G.O.; M. Bänziger.; H. R. Mickelson and C. B. Pena-Valdiva. (Eds.), Developing Drought and Low N-Tolerant Maize. Proceedings of a Symposium, March 25-29, 1996, CIMMYT, El Batan, Mexico. Mexico, D. F: CIMMYT, 369-382.

**Begg, J.E. and N.C. Turner (1976).** Crop water deficits. *Adv. Agron*. 28, 161–217.

**Betran, F. J.; D. Beck; M. Banziger and G. O. Edmeades (2003).** Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and non-stress environments in tropical maize. *Crop Sci.*, 43: 807-817.

**Blum, A. (1988).** Plant Breeding for Stress environments. CRC Press, Florida. 212.

**Bolanos, J., G.O. Edmeades, and L. Martinez (1993).** Eight cycles of selection for drought tolerance in low land tropical maize 111.Responses in drought – adaptive physiological and morphological traits. *Field crops Research* 31: 269-286.

**Bolanos, J. and G.O. Edmeades (1996).** The importance of anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. *Field crops Res.*, 48;65-80.

**Boyle, M.G.; Boyer, J.S. and P.W. Morgan (1991).** Stem infusion of liquid culture medium prevents reproductive failure of maize at low water potential. *Crop Sci.*, 31: 1246-1252.

**Bressan, R.A.; Nelson, D.E.; Iraki, N.M.; LaRosa, P.C.; Singh, N.K.; Hasegawa, P.M. and N.C. Carpita (1990).** Reduced cell expansion and changes in cell walls of plant cells adapted to NaCl. Environmental injury to plant (F. Katterman ed.), Academic Press, San Diego, p. 137.

**Bruce, W.B.; Edmeades, G.O. and T.C. Barker (2002).** Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance. *J. Exp. Bot.* 53, 13–25.

**Budak, H. (2002).**Understanding of Heterosis. KSU. *J. Science and Engineering*, 5(2):68-75.

**Byrne, P. F.; J. Bolanos.; G. O. Edmeades and D. L. Eaton (1995).** Gains from selection under drought versus multi location testing in related tropical maize populations. *Crop Sci.*, 35: 63-69.

**Ceballos, H., S. Pandey, L. Naeeo, J. C. Perez-Velázquez (1998).** Additive,and epistasis effects for maize grain yield in acid and non-acid soils. *Theor. Appl.Genet.*, 96:662-668.

**Ceccarelli, S. (1987).** Yield potential and drought tolerance of segregating populations of barley in contrasting environments. *Euphytica*, 4: 197-205.

**Ceccarelli, S. and S. Grando (1991).** Selection environment and environmental sensitivity in barley. *Euphytica*, 57, 157-167.

**Chapman, S. C. and G. O. Edmeades (1999).** Selection improves drought tolerance in tropical maize populations. II. Direct and correlated responses among secondary traits. *Crop Sci.*, 39:1315-1324.

**Cossgrove, D.J. (1989).** Linkage of wall extension with waterand soluteuptake.Physiologyof Cell Expansion During Plant Growth (D.J.Cossgrove and D.P. Knievel, ed.), Am. Sci. Plant Physiology,Rockville,Md. Pp. 88-100.

**Darrah, L.L., McCullen, M.D. and M.S. Zuber (2003).** Breeding, genetics, and seed corn production. Chapter 2. In: PJ White, LA Johnson, eds. *Corn: chemistry and technology*, Edition 2nd. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA.35-68.

**Devi, I. S., S. Muhammad and S. Muhammad. (2001).** Character association and path coefficient analysis of grain yield and yield components in double crosses of maize. Crop Res. Hisar., 21: 355-359.

**Dhillon, B.C. and J. Sing(1977).** Combining ability and heterosis in diallel crosses of maize.*Teor.Appl. Gene.*,49:117-122.

**Dowswell, C. D., R. L. Paliwal and R. P. Cantrell (1996).** Maize in the third world. West viewPress, Boulder.

**Drinic, M. S., M. D. Kostadinovic; M. Ristic; Z. Stevanovic; Z. M. Camdžija; M. Filipovic, and D. Kovacevic (2012).** Correlation of yield and heterosis of maize hybrids and their parental lines with genetic distance based on SSR markers. *Genetika*, 44( 2): 399 - 408.

**Duvick, D.N. (1999).** Commercial strategies for exploitation of heterosis. In COORS. The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. ASA, CSS, and SSSA. Madison, Wisconsin, USA: 19-29.

**Echarte, L. and M. Tollenaar (2004).** The Response of kernel number to stress in maize hybrid and its parental inbred lines. Biological systems simulation Conf. 8–10.

**Eck, H.V. (1986).** Effects of water deficits on yield, yield components, and water use efficiency of irrigated corn. *Agron. J.* 78, 1035–1040.

**Edmeades, G.O.; J. Bolaños; H.R. Lafitte; S. Rajaram; W. Pfeiffer and R.A. Fisher (1989).** Traditional approaches to breeding for drought resistance in cereals**.** In: ed. F.W.G. Baker, Drought Resistance in Cereals. ICSU and CABI, Wallingford, UK, pp.

**Edmeades, G.O.; J. Bolaños; M. Hernández and S. Bello (1993).** Causes for silk delay in a lowland tropical maize population. *Crop Sci.* 33, 1029-1035.

**Edmeades, G. O.; Õ. S. J. Bolan and S. C. Chapman (1997).** Value of secondary traits in selecting for drought tolerance in tropical maize. In Developing Drought and Low-N Tolerant Maize (Eds G. O. Edmeades, M. Banziger, H. R. Mickelson & C. B. Pen˜ a-Valdivia), pp. 222-234. El Bata´ n, Mexico: CIMMYT.

**Edmeades, G.O., J. Bolanos, M. Banziger, J.M. Ribaut, J.W. White, M.P. Reynolads, and H.R. Lafitte (1998).** Improving crop yields under water deficits in the tropics. In V.L. Chopra, R.B. Singh and A. Varma (eds), crop productivity and sustainability-shaping the future. proc. 2nd int. *Crop Science Congress*,437-451.New Delhi: Oxford and IBH.

**Edmeades, G.O., Bolãnos, S.C. Chapman, H.R. Lafitte, and M.Banziger (1999).** Selection improves drought tolerance in tropical maize populations: 1.Gains in biomass, grain yield, and harvest index. *Crop Science* 39(5):1306-1315.

**Edmeades, G.O.; J.Bolans; A.Elings; J.M.Ribaut; M. Banziger and M.E. Wastgate (2001).** The role and regulation of the anthesis-silking interval in maize. In: Wastgate, M.E. and Boote, K.J. (eds). Physiology

and Modeling Kernel Set in Maize. CSSA Special Publication CSSA Special Publication WI, pp. 43-73.

**EL Absawy, E. A. (2002).**Estimation of combining abilities and heterotic effects in maize. *Minufiya. J. Agric. Res.*, 27(6): 1363-1375.

**El-Badawy, M. El. M. (2012).** Estimation of genetic parameter in maize crosses for yield and its attributes. *Asian J. Crop Sci.*, 4(4): 127-138.

**El -Beially, I . E. M. A. (2003).** Genetic analysis of yield characters in yellow maize inbred lines. *Zagazig. J. Agri . Res.* 30 (3) : 677 –689.

**El-Defrawy, M. M.; T. H. I. Sherif; S. E. Sadek and E. M. H. Ahmad (2006)**. Implications of selection for leaf area index under different moisture stress conditions on yield in corn (*Zea mays* L.). *Assiut. J. of Agri. Sci.*, 37(2): 247-262.

**El Hosary, A. A. (1988[a]).** Heterosis and combining ability of ten maize inbred lines as determined by diallel crossing over two planting dates. *Egypt. J. Agron.*, 13(1-2): 13-25.

**El Hosary, A. A.; M. K. Mohamed and S. A. Sedhom (1994).** General and specific combining ability interaction with years in maize. *Annals of Agric. Sci., Moshtohor*, 32(1): 217-228.

**El-Hosary, A. A. and A. A. Abd El-Sattar (1998).** Estimation of gene effects in maize breeding programs for some agronomic characters. Bull. Fac. Agric., Cairo Univ.,49:501-516.

**El-Mouhamady, A. A., A. A. Abdel-Sattar, E. H. El-Seidy and H. A.Abo-yousef(2013).**Classification for salinity tolerance in some promising lines of maize (*Zea mays* L.).*J. Appl. Sci. Res.*, 9(1): 298-308.

**El Rouby, M. M. and A. R. Galal (1972).** Heterosis and combining ability in variety crosses of maize and implication in breeding schemes. *Egypt. J. Genet. Cytol.*, 1: 270-279.

**El Sherbieny, H. Y. S.; G. M. A. Mahgoub and M. A. N. Mostafa (1996).** Combining ability between newly developed white inbred lines of maize. Bull. Fac. Agric., Cairo Univ., 47:369-378.

**Falconer, A. R., (1989)**. Introduction to quantitative genetics. Third Edition. Longman, New York.

**FAO (2011).** Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), FAO Statistical Database. from http://faostat.fao.org.

**Fischer, R.A. (1985).** Number of kernels in wheat crop and the influence of solar radiation and temperature. *Journal of Agricultural Science*. 100,447-461.

**Fischer, K.S.; Edmeades, G.O. and E.C. Johanson (1989).** Selection for improvement of maize yield under moisture-deficits. *Field crops Res*., 22: 227- 243.

**Frensch, J. (1997).** Primary responses of root and leaf elongation to water deficit in the atmosphere and soil solution, *J. Exp. Bot* 48,985-999.

**Fricke, W.; G. Akhiyarova; D. Veselov and G. Kudoyarova (2004).** Rapid and tissue-specific changes in ABA and in growth rate in response to salinity in barley leaves. *J. Exp. Bot.* 55, 1115-1123.

**Frova, C.; P. Krajewski.; N. D. Fronzo.; M. Villa and Sari-Gorla(1999).** Genetic analysis for drought tolerance in maize by molecular markers. I. Yield. Components. *Theo. Appl. Genet.*,99:280-288.

**Galal, A. A.; M. M. El Rouby and A. M. Gad (1978).** Studies on Heterosis and variety cross diallel in maize. *Alex. J. Agric. Res.,* 26(1): 99-108

**Galal, A. A.; S. E. Sadek and H. A. El- Itriby (1989)**. Combining ability analysis for grain yield and other traits in newly derived inbred lines. *Egypt. J. Genet. Cytol.,* 18(2): 137-146.

**Gifford, R.M.; J. H.horne; W.D. Hitz and R.D. Giaquinta (1984).** Crop productivity and photo-assimilates partitioning. *Science,* 225, 801-808.

**Gissa, D.W.; H. Zelleke; M.T. Labuschagne; T. Hussien and H. Singh (2007).** Heterosis and combining ability for grain yield and its components in selected maize inbred lines. *South African J. of Plant and Soil*, 24: 133-137.

**Gomaa, M. A. M. and A. M. A. Shaheen (1994).** Studies on heterosis and combining ability in maize(*Zea mays* L.). *Egypt. J. Agron.*, 19(1-2): 65-79.

**Grant, R.F., B.S. Jackson, J.R. Kiniry, and G.F. Arkin (1989).**Water deficit timing effects on yield components in maize. *Agronomy Journal* 81:61-65.

**Gue, R. and C. Wasson (1996).** Genetic analysis of tassel size and leaf senescence and their relationship with yield in two tropical low lands maize populations. *Afr. Crop Sci. J.* 4:275-281.

**Hall, A.J.; F.Vilella; N. Trapani and C.A. Chimenti (1982).** The effects of water stress and genotype on the dynamics of pollen-shedding and silking in maize. *Field Crops Res.* 5,349-363.

**Has, V. and I. Has (2009).** Genetic inheritance of some important characters of sweet corn. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*., 37 (1): 244-248

**Hassan, A. A. (1999).** Combining ability studies under two nitrogen levels in different locations using7 × 7 diallel of yellow maize (*Zea mays* L.). *Annals of Agric. Sci.,* Moshtohor, 37(4): 2159-2178.

**Hassib, M. A. (1997).** Estimation of statistical genetic parameters and combining ability in maize crosses under different environments. M.Sc. Thesis, Fac. of Agric., Ain Shams Univ., Egypt.

**Hays, J. D. and C. A. Foster (1976).** Heterosis in self-pollinated crops with particular reference to parley. *Eucarpia*, 7 :239-255.

**Hsiao, T.C. (1990).** Measurements of plant water status. *Ann. Rev. Plant physiol*. 24, 519–570.

**Hugh, J. E.(2002).** Crop Protection and Management. Dept. of Crop and Soil Sciences, 3111 Miller plant sciences Bldg., Univ. of Giorgia, Athens,GA 30602-7272 (current address: Dept. of Plant Agric., Univ. of Guelph, Guelph ON NIG 2WI Canada); and Richard. F. Davis, USDA-ARS,. Res.Unit, Tifton, GA31793. Received 18 June 2002.

**Ibrahim, K. I . M. (2003).** Genetic analysis of diallel crosses in corn under different environment. *Annals. of. Agric. Sci.* Moshtohor. 41 (3): 1015– 1035.

**Iqbal, M. (2009).** Genetic analysis of maturity and yield attributes in subtropical maize. P. HD. Faculty of Crop Production Sciences NWFP Agricultural University Peshawar, Pakistan. 166 pp.

**Iqbal, M.; K. Khan; H. Rahman and H. Sher (2010).** Detection of epistasis for plant height and leaf area per plant in maize (*Zea mays* L.) From generation mean analysis. *Maydica*, 55:33-39.

**Jones, D. F. 1917.** Dominance of linked factors as a means of accounting for heterosis. *Genetics*, 2: 466-479.

**Kara, S. M. (2001).** Evaluation of yield and yield components in Inbred maize lines I. Heterosis and line × tester analysis of combining ability. *J. Turk. Agr.* 25 383-391.

**Kassem, E. S.; M. Z. El Hifny; M. A. El Morshidy and K. A. Kheiralla (1979).** Genetic analysis of maize grain yield and its components by diallel crossing. *Egypt. J. Agron.*, 4(1): 125-132.

**Khalil, A.N.M. (1999).** Genetic effects estimated from generation means in two maize crosses. *Minufiya J. Agric. Res*., 24 (6): 1911 – 1924.

**Khalily. M.; M. Moghaddam; H. Kanouni and E. Asheri (2010).** Dissection of drought stress as a grain production constraint of maize in Iran. *Asian. J. of Crop Sci.*, 2(2): 60-69.

**Khan, J.; B. Shafiullah and A. Baitullah (1999).** Estimation of combining ability for grain yield and its components in 4×4 diallel cross of maize (*Zea mays* L.) *Pakistan . J. of. boil. Sci.* 2(4): 1423–1426.

**Khayatnezhad, M. and R. Gholamin (2010).** Investigation and Selection Drought Indexes Stress for Corn Genotypes. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.*, 9 (1):22-26.

**Koliai, A. A.; G. Akbari; O. Armandpisheh and M. Tarighaleslami (2012).** Effect of Biological and Chemical phosphorus Fertilizers on yield components of maize (*Zea mays* L.) in different water stress conditions. *Annals of Biol. Res*., 3(8):4204-4208.

**Kumar, T.S., D.M. Reddy, V.S. Naik, S.I. Parveen and P.V. Subbaiah (2012).** Gene action for yield and morpho-physiological traits in maize (*Zea mays* L.) inbred lines. *J. of Agri.Sci.*, 4(5): 13-16.

**Lambert, R. J. (2010).** Divergent selection for ear leaf area in maize. *Maydica,* 55:155-161

**Lamkey, K. R. and J. W. Edwards (1999).** The quantitative genetics of heterosis. p. 31-48. In: S.G. Coors and S. Pandey (ed.) Proceedings of the International Symposium on the Genetics and Exploitation of Heterosis in

Crops, CIMMYT, Mexico City, Mexico, 17-22 Aug. 1997. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

**Lamm, F.R.; D.H. Rogers; and H.L. Manges (1994).** Irrigation scheduling with planned soil water depletion. *Am. Soc. Agric. Eng*. 37,1491-1497.

**Lee E. A. and M. Tollenaar (2007).** Physiological basis of successful breeding strategies for maize grain yield. *Crop Sci.* 47:202-215.

**Lizaso, J.I.; W.D. Batchelor and S.S. Adams (2001)**. Alternate approach to improve kernel number calculation in CERES-Maize. *Trans. ASAE* 44.1011-1018.

**Lizaso, J.I.; W.D. Batchelor and M.E. Westgate (2003).** A leaf area model to simulate cultivar-specific expansion and senescence of maize leaves. *Field Crops Research* 80,1-17.

**Ludlow, M.M. and R.C. Muchaw (1990).** A critical evaluation of traits for improving crop yields in water–limited environments. *Adv. Agron.* 43,107-153.

**Mahesh, N. (2010).** Genetically studies of yield and quality traits in maize (*Zea mays* L.). M.Sc. Thesis, Fac. of Agric., Dharwad Univ.

**Mahmood, Z.; S. R. Malik; R. Akhtar and T. Rafique (2004).** Heritability and genetic advance estimates from maize genotypes in shishilusht a valley of krakurm. *Inter. J. of Agri. and Bio.*5:790-791.

**Malik, H. N.; S. I. Malik; S. R. Chughtai and H. I. Javed (2004).** Estimates of heterosis among temperate, subtropical and tropical maize germplasm. *Asian. J. of . Plant . Bree. Sci.* 3 (1): 6–10.

**Mather, K. and J. L. Jinks (1982).** Biometrical genetics. 3rd edition. Chapman and Hall, London p. 396.

**Mayor, M. L. (2008).** Genetic analysis of ear development and tassel architecture in maize (*Zea mays L.*). Ph. D. Fac. of. Agric. Iowa State Univ. Ames, Iowa.143pp.

**McQueen-Mason, S.; D.M. Durachko, and D. J. Cosgrove (1992).** Two endogenous proteins that induce cell-wall extension in plants. *Plant cell* 4, 1425-1433.

**Misovic, M. S. (1985).** Maize breeding methodologies for environmental stress, pp:207-227.IN: Brandolini, A and Salamni, F.(1985). Breeding strategies maize for production improvement in tropics, Florence and Bergam, Italy.

**Mohammadi, S. A.; B. M. Prasanna and N. N. Singh. (2003).** Sequential path model for determining interrelationships among grain yield and related characters in maize. *Crop Sci.*, 43:1690-1697.

**Monneveux. P.; C. Sanchez and A. Tiessen (2008).** Future progress in drought tolerance in maize needs new secondary traits and cross combinations. *J. of. Agric. Sci.*, 146:1-14.

**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(4): 1351-1355.

**Mostafavi, K.; M. Shoahosseini and G. H. Sadeghi Geive (2011).** Multivariate analysis of variation among traits of corn hybrids traits under drought stress. Inter. Of Agri. Sci., 1(7): 416-422.

**MSTAT-C (1990).** A microcomputer program for the design, management and analysis of agronomic experiments. Crop and Soil Science Department, Michigan State University, East Lansing, MI.

**Muraya, M. M.; C. M. Ndirangu; E. O. Omolo (2006).** Heterosis and combining ability in diallel crosses involving maize (*Zea mays* L.) S1 lines. *Australian .J. of. Experimental. Agri*.

**NeSmith, D.S. and J.R. Ritchie (1992).** Short- and long-term response of corn to a pre-anthesis soil water deficit.*Agro. J.* 84, 107–113.

**Nigussie, M.; H. Zelleke (2001).** Heterosis and combining ability in a diallel among eight elite maize population. *African .Crop. Sci. J.* 9(3):471-479.

**Okoruwa, V.O.; M. A. Jabbar and J. A. Akinwumi (1996).** Crop-livestock competition in the West African Derived Savannah: Application

of a Multi-objective Programming Model. Agricultural Systems, 52 (4):439-452.

**Otegui, M.E. and F.H. Andrade (1995).** New relationships between light interception,ear growth, and kernel set in maize. In: Westgate, M.E., Boote, K.J. (Eds.), Physiology and Modeling of Kernel Set in Maize. CSSASpecial Publications No. 29, CSSA-ASA, Madison, WI, pp. 89-102.

**Otegui, M.E.; F.H. Andrade and E.E. Suero (2000).** Growth, water use and kernel abortion of maize subjected to drought at silking. *Field CropsRes*.40,87-94.

**Paliwal, R. L. (2000).** Maize Types. In: RL Paliwal, G. Granados, HR Lafitte, AD Vlollc, eds. *Tropical Maize: Improvement and Production*. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. 39-43.

**Pandey, R. K. ;MAravili, J. W. and M. M. Chetima (2000).** Deficit irrigation on nitrogen effects on maize in a sahelian environment II. Shoot growth, nitrogen uptake and water extraction. *Agricultural water Management*, 46(1): 15-27.

**Paul, G.; Isabella, C.E.D. and T. Kurt (2001).** Assessing drought stress effect on corn yield. Electronic publications.

**Rafiq .Ch. M.; M. Rafique; A. Hussain and M. Altaf (2010).** Studies on heritability, correlation and path analysis in maize (*Zea mays* L.). *J. Agric. Res.* 48(1).35-38.

**Rajaram, S. and M. Van Ginkle (2001).** Mexico, 50 years of international wheat breeding, In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. (Eds.). The World Wheat Book: A History of Wheat Breeding, Lavoisier Publishing, Paris, France. 579-604.

**Rathjen, A.J. (1994).** The biological basis of genotype-environment interaction: its definition and management. In: Proceedings of the Seventh Assembly of the Wheat Breeding Society of Australia, Adelaide, Australia.

**Rhoads, F.M. and J.M. Bennett (1990).** Corn. In: Stewart, B.A., Nielsen, D.R. (Eds.), Irrigation of Agricultural Crops. Madison, WI, pp. 569–596.

**Ribaut, J.M. (ed.) (2006).** Drought Adaptation in Cereals. The Hawthorn Press Inc., Binghampton, NY, USA.

**Ritchie, J.T. and J. Wei (2000).** Models of kernel number in maize. In: Westgate, M.E., Boote, K. (Eds.), Physiology and Modeling of Kernel set in Maize. CSSA Special Publications No. 29, CSSA-ASA, Madison, WI, pp. 75-88.

**Rosielle, A.A. and J. Hambilin (1981).** Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.*, 943-946.

**Sabirzhanova, B.; Sabirzhanova, E.; Chemeris, V.; Veselov, S. and R. Kudoyarova (2005).** Fast changes in expression of expansion gene and leaf extensibility in osmotically stressed maize plants. *Plant physiology and Biochemistry* 43, 419-422.

**Saleh, G. B.; S. A. S. Alawi and K. Panjaitan (2002).** Performance, correlation and heritability studies on selected sweet corn synthetic population .*Pak. J. of Bio. Sci.*, 5(3): 251-254.

**Samuel, B. M.; F.Boy; J. B. Sansern and S. Peter (2005).** Effects of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components‹ and harvest index of tropical maize. Agricultural Water Management.

**Schrader, L.E. (1980).** Contribution from biochemistry and physiology. In: Moving up the Yield Curve: Advances and Obstacles, ASA Special Publication Number 39, *Am. Soc. Agron.*, Madison, WI, pp. 25-43.

**Schussler, J.R. and M.E. Westgate (1991a).** Maize kernel set at low water potential : I. Sensitivity to reduced assimilates during early kernel growth. *Crop Sci.*, 31: 1189-1195.

**Schussler, J.R. and M.E. Westgate (1991b).** Maize kernel set at low water potential: II. Sensitivity to reduced assimilates at pollination. *Crop Sci.*, 31: 1196-1203.

**Schussler, J.R. and M.E. Westgate (1995).** Assimilates flux determines kernel set at low water potential in maize. *Crop Sci.*, 35: 1074-1080.

**Sedhom, S. A. (1994[c]).** Genetic study on some top crosses in maize under two environments. Annals of Agric. Sci., Moshtohor, 32(1): 131-141.

**Serpe, M.D. and M.A. Mathews (1992).** Rapid changes in cell-wall yielding of elongating *Begonia-Guttata* L. leaves in response to changes in plant water status. *Plant Physiol.* 100, 1852-1857.

**Serrano, R., Culianz-Macia, F., and Moreno, V. (1999).** Genetic engineering of salt and drought tolerance with yeast regulatory genes. Scientia Horticulturae 78, 261-269.

**Shafey, A. Sh. (1998).** Combining ability and heterosis for yield components in maize (*Zea mays* L.). *AL- Azhar. J. Agric. Res.* 28: 1–12.

**Shaw, R.H. and J.E. Newman (2004).** Weather Stress in corn crop**.** National Corn Handbook, Climate and Weather, Purdue University cooperative Extension Service, West Lafayette, in 47907.

**Shull, C. F. (1952).** "Beginnings of the heterosis concept," in Heterosis, J. W. Gowen, Ed., pp. 14-48, Iowa State College Press, Ames, Iowa, USA.

**Singh, R. K. and B. D. Chaudhary (1977).** Biometrical method in quantitative genetic analysis. Kamla Nagar. Delhi 110007. India.

**Siri, B., (1993).** Influence of drought stress on seedling growth and leaf anatomy as related to yield components and grain yield of tropical maize cultivars. Ph. D. thesis, Christians-Albrechts-University of Kiel, Germany.

**Snedecor, G. W. and W. G. Cochran (1981).** Statistical methods. 6th (Edit). Iowa Stat. Univ. Press. Ames. Iowa. U. S. A.

**Soliman, F. H. S.; S. E. Sadek (1998).** Combining ability of new maize inbred lines and its utilization in the Egyptian hybrid program . Bull. Fac. Agric. Cairo. Univ. 50: 1–20.

**Stone, P.J., D.R. Wilson, J.B. Reid and G.N. Gillespie (2001).** Water deficit effects on sweet corn : I. water use, radiation use efficiency, growth, and yield. *Aust .J. Agric. Res.*52:103-113.

**Tabassum, M. I. (2004).** Genetics of physiological ability traits in corn (*Zea mays* L.) under normal and water stress condition. Ph.D. Unv. of. agri. Faisalabad. Pakistan.

**Tabassum, M. I.; M. Saleem; M. Akbar; M. Y. Ashraf and N. Mahmood (2007).** Combining ability studies in maize under normal and water stress condition. *J. of. Agric. Res*.45(4).261-268.

**Tadashi, H. and T. C. Hsiao (1999).** Some characteristics of reduced leaf photosynthesis at midday in maize growing in the field. *Field Crops Research*62,53-62.

**Taylor, K.E., and J.E. Penner (1994).** Anthropogenic aerosols and climate change, *Nature*, 369,734-736.

**Tollenaar, M. (1977).** Sink-source relationships during reproductive development in maize A review. *Maydica* 22, 49-75.

**Tollenaar, M.; Aguilera, A. and S.P. Nissanka (1997).** Grain yield is reduced more by weed interference in an old than in a new maize hybrid. *Agron. J.* 89,239-246.

**Tollenaar, M. and J. Wu (1999).** Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. *Crop Sci.* 39, 1597-1604.

**Tollenaar, M.; A. Ahmadzadeh, and E. A. Lee (2004).** Crop physiological and metabolism. *Crop Sci.* 44:2086–2094.

**Uhart, S.A. and F.H. Andrade (1995).** Nitrogen deficiency in maize. II.carbon-nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. *Crop Sci.* 35, 1384-1389.

**Ünay, A.; H. Basal and C. Konak (2004)**. Inheritance of Grain yield in half – Diallel maize population. *Turk. J. Agri.* 28: 239–244.

**Vasal, S. K., H. Cordova; D. L. Beck and G. O. Edmeades (1997).** Choices among breeding procedures and strategies for developing stress tolerant maize germplasm. In Edmeades, G.O., M. Bänziger.; H. R.

Mickelson, and C. B. Pena-Valdiva. (Eds.), Developing Drought and Low N Tolerant Maize.Proceedings of a Symposium. 25-29, 1996, CIMMYT, El Batan, Mexico. Mexico, D.F.: CIMMYT.336-347.

**Veselov, D.S.; Mustafina, A.R.; Sabirjanova, I.B.; Akhiyarova, G.R.;Dedov, A.V.; Veselov, S.U. and G.R. Kudoyarova (2002)**. Effect of PEG-treatment on the leaf growth response and auxin content in shoots of wheat seedlings. *Plant Growth Regul.*83, 191-194.

**Wastgate, M.E. and P. Bassetti (1990).** Heat and drought stress in corn: What really happens to corn plants at pollination? In: Wilkenson, D. (Ed.) Proceedings of the 45th Annual Corn and sorghum Research Conference, ASTA, Washington, pp.12-28.

**Westgate, M.E. and P. Bassetti (1991).** Heat and drought stress in corn:what really happens to the corn plants at pollination? In: Wilkinson, D.(ED.), Proceedings of the 45th Annual Corn and Sorghum Research conference, Chicago, 5-9 December 1990. ASTA, Washington DC, pp.12-28.

**Westgate, M.E. (1994).** Water status and development of the maize endosperm and embryo during drought. *Crop Sci.* 34:76-83.

**Wolfe, D.W., D.W. Henderson, T.C. Hsiaq and A. Alvino (1988).** Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize:I. Leaf area duration, nitrogen distribution, and yield. *Agron. J.* 80:859-864.

**Wynne, J. C.; D. A. Enevy and P. W. Rice**. **(1970).** Combining ability estimation in *Arachis hypogea*. II – Field performance of $F_1$ hybrids. *Crop Sci.* 1 713–715.

**Xionshi, G., T.R. Sinclair, and J.D. Ray (1998).** Effect of drought history on recovery of transpiration, photosynthesis, and leaf area development in maize. *Soil Crop sci.* SOC. Fla. Proc. 57:83-87.

**Yasien, M. (2000).** Genetic behavior and relative importance of some yield components in relation to grain yield in maize (*Zea mays* L.). Annals of Agric. Sci., Moshtohor, 38(2): 689-700.

**Yousuf, M. and M. Saleem (2002).** Estimates of heritability for some quantitative characters in maize. *Inter. J. of Agric. And Biol.* 1:103-104.

**Zare, M.; R. Choukan.; E. M. Heravan.; M. R.Bihamta and K. Ordookhani (2011).** Gene action of some agronomic traits in corn (*Zea mays* L.) using diallel cross analysis. *African J. of Agri. Res.*, 6(3): 693-703.

**Zhang, J.; Schurr, U.; and W.J. Davies (1987).** Control of stomatal behaviors by abscisic acid which apparently originates in the roots. J. Experimental Bot., Vol. 38,No. 192, pp. 1174- 1181.

**Zinselmeier, C.; Westgate, M.E. and R.J. Jones (1995a).** Kernel set at low water potential does not vary with sink source ratio in maize. *Crop Sci*. 35,158-163.

**Zinselmeier, C.; Lauer, M.J. and J.S. Boyer (1995b).** Reversing drought-induced losses in grain yield: sucrose maintains embryo growth in maize. *Crop Sci*.35,1390-1400.

**Zinselmeier, C.; Habben, J.E.; Westgate, M.E. and Boyer, J.S. (2000).** Carbohydrate metabolism in setting and aborting maize ovaries. In: Westgate, M.E., Boote, K. (Eds.), Physiology and Modeling Kernel Set in maize. CSSA Special Publication Number 29, *Crop Science Society of America*, Madison, pp. 1-14.

# Abstract

A field trial was conducted at AL-Meriea Research Station, which belongs to the General Commission for Scientific Agricultural Research in Deir Ezzor governorate, during the growing seasons 2009, 2010 and 2011, in order to evaluate the response of some corn genotypes for drought stress tolerance during both flowering and grain filling stages to identify the most drought tolerant genotypes based on some physiological and yield related traits associated with drought tolerance and maintaining of production capacity. The major aim was to identify the suitable parents to produce hybrids having some relevant adaptive mechanisms to improve drought tolerance during the critical stages of the plant life cycle and determining the key traits which are genetically associated with economic yield to be considered as selection criteria in the corn genetic improvement via several genetic parameters and path coefficient analysis.

During the growing season 2009, forty seven corn lines were screened for drought stress tolerance under field conditions during flowering and grain filling stages. At the end of the season, six lines were selected based on different drought associated traits and were used as parents in half-diallel hybridization program during the growing season 2010, where at the end of the season 15 single hybrids were evaluated for drought stress tolerance during the growing season 2011, based on some morpho-physiological and yield-related traits through studying the general and specific combining ability, heterosis, phenotypic correlation coefficient and path coefficient analysis to determine the contribution of the different investigated traits in the yield variability of the developed hybrids and the relative importance of such traits. The experiment was laid according to split randomized complete block design (RCBD) with three replicates for both control and treatment.

Genetic variation occurred among the investigated corn lines for the number of cobs per plant, where drought during flowering negatively affected the development of silking/female inflorescence, which in turns reduced the number of cobs per plant. The number of cobs per plant was significantly higher in the line Il8T.C -2007 (2.011 cobs . plant$^{-1}$). Exposure of plants to drought stress during the maturity (Grain filling stage) increased the leaf senescence (3.681) and there was a genetic variation in this trait, where the stay green was significantly higher (Senescence was significantly lower) in the lines IL8 T.C- 2007 2009 ،IL441 T.C −،IL 1081 T.C -2009 (1.500 each). This might be attributed to the ability of such lines to maintain the leaves water balance and the continuous opening of the stomata, activating the evaporative cooling effect and preventing the leaf firing and the premature senescence of the leaves compared with the other lines. The con lines IL441 T.C-2009, IL1081 T.C – 2009, IL 344 T.C −2007, IL 448 T.C -2007, IL 8 T.C -2007, IL 43 T.C -2007 maintained the turgidity of their leaves, without any symptoms of leaf rolling indicating their capacity to absorb sufficient amount of water to replenish the Transpirational loss.

The anthesis silking interval (ASI) was the shortest in the corn line IL 43 T.C – 2007 compared with others, indicating the synchronization of anthesis and silking in this line even when drought stress was imposed during flowering stage. The tassel size and the number of branches per tassel were significantly lower in the corn lines IL 441 T.C- 2009 ،IL 108T.C -2009 ،IL 448 T.C – 2007 (4 – 5 branches),where reducing the tassel size can save dry matter, which can be utilized for the development and filling of grains without affecting the fertilization and seed set percentage.

The number of grains per cob was significantly higher in the corn line IL344 T.C - 2007 (423.3 grains . $head^{-1}$) as an average under the different treatments. The 100-kernel weight was significantly higher in the non-stressed plants (25.55 gm), while it was significantly lower in the plants exposed to water stress during flowering (20.82 gm). Water stress during flowering cause a decrease in the harvest index by 31.66% compared with the control. The biological yield was significantly higher in the line IL 344 T.C – 2009 (21.967 ton . $ha^{-1}$), where the rate of dry matter accumulation and as a consequence the biomass is determined by the intercepted and absorbed photosynthetically active radiation (PAR) by the canopy, in addition to the radiation use efficiency or the efficiency of the plants to convert the absorbed light energy into chemical energy stored in the bonds of the produced carbohydrates (Sugars). The economic grain yield was significantly lower when plants were exposed to water stress during flowering which caused a remarkable reduction in the grain yield of 41.85%, while the reduction was just 20.855 when plants were exposed to water stress during grain filling stage, indicating that the anthesis stage is much more sensitive to water shortage than grain filling. The grain yield was significantly higher in the corn line IL 344 T.C -2007 over all the other investigated lines (6.712 ton . $ha^{-1}$), this can be attributed to its superiority in the 100-kernel weight (34.60 gm).

The hybrid ($p_1 \times p_2$) has had the highest number of cobs per plant (1.178 cob . $plant^{-1}$). The ASI was the lowest in the hybrid ($p_4 \times p_5$) (1.8 days), and the premature leaf senescence was significantly lower in the hybrids $p_1 \times p_2$,$p_1 \times p_3$,$p_1 \times p_4$،$p_2 \times p_4$ ، $p_2 \times p_5$،$p_3 \times p_4$ (1.50 each). The hybrids $p_1 \times p_2$, $p_1 \times p_4$, $p_1 \times p_5$, $p_1 \times p_6$, $p_2 \times p_3$, $p_2 \times p_4$, $p_4 \times p_5$, $p_4 \times p_6$ were characterized with a smaller tassel size with few branches (1.50). The number of grains per head was significantly higher in the hybrid $p_1 \times p_3$ (511.8 grains . $head^{-1}$). The 100-kernel weight was significantly higher in the two hybrids $p_3 \times p_4$,$p_3 \times p_5$ (34.60 and 31.23 gm respectively). The hybrid $p_2 \times p_3$ could maintained the highest grain yield when plants were exposed to water stress during flowering (6.548 ton , $ha^{-1}$), while the hybrid $p_1 \times p_3$ maintained the highest grain yield when plants were exposed to water stress during grain filling, meanwhile the hybrid $p_3 \times p_4$ gave the highest grain yield under well-watered conditions (8.963 ton . $ha^{-1}$).

Lines and hybrids showed highly significant variability for all the studied traits. The environment (Water stress during flowering, grain filling and without stress) affected on the inheritance of most of the traits. The additive and non-additive actions contributed in the inheritance of most of the studied traits. The lines and hybrids revealed highly significant genetic variability for the grain yield trait under different

treatments, which showed a positive and significant general combining ability for the grain yield trait, especially when plant exposed to water stress during flowering stage and the crosses resulted from the lines $p_1$, $p_4$,$p_5$, $p_6$ had the highest average grain yield in the targeted environments. The inheritance of grain yield was mainly controlled with the additive action under the well-watered conditions, while under water stress conditions the non-additive action dominated. The heterosis for the grain yield compared to the mean of parents was higher in the stressed environment, while the values of heterosis compared to the local check was higher in the stressed environment.

There was positive and significant correlation between the grain yield and harvest index when water stress was applied during flowering ($r=0.446^{**}$). There were also positive correlations between the grain yield with the number of grains per head, 100-kernel weight, number of head per plant, ASI and biological yield. The path coefficient analysis under water stress during flowering indicated the importance of harvest index and number of grains per head in the grain yield variability, so it is possible to improve the grain yield in this environment via selection for high harvest index trait, which is indirectly affected with the number of grains per head. The grain yield also positively and significantly correlated with 100-kernel weight under water stress during grain filling stage ($r=0.337^{**}$) and was also positively correlated with the number of heads per plant, biological yield and harvest index. Path coefficient analysis showed that 100-kernel weigh and biological yield have important contribution in the grain yield variability when stress was imposed during grain filling stage, where the total effect for 100-kernel weight was estimated by 0.364, which s classified as a high value. A stable correlation between the grain yield and both the biological and 100-kernel weight under water stress during the grain filling stage and selection for such traits can improve the economic grain yield of corn.

Under suitable conditions, the grain yield correlated positively and significantly with the biological yield ($r=0.358^{*}$) and positively correlated with both the number of grains per head and 100-kernel weight. Path coefficient analysis showed that traits such as biological yield, 100-kernel weight and number of grains per head are the most key traits responsible for the grain yield variability in the investigated genotypes under well-watered conditions and selection for such traits can increase the grain yield by about 20%.