الجمهورية العربية السورية
جامعـــــة دمشـــــق
كليـــــة الزراعـــــة
قسم المحاصيل الحقليـــة

# تقويم أهم الآليات التكيفية المورفوفسيولوجية المحددة لكفاءة محصول القمح (*Triticum spp*) الإنتاجية في نظم الزراعة الجافة

# Evaluation the Most Important Morpho-physiological Adaptive Mechanisms Determining Wheat (*Triticum spp*) Crop Production Capacity Under Dry Farming Systems

**رسالة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في علوم المحاصيل الحقلية**

**إعداد المهندس**
**عمر الطاهر التومي الزنتاني**

**بإشراف**

**المشرف العلمي**
**الدكتور أيمن الشحاذة العودة**
أستاذ بيئة وفسيولوجيا المحاصيل الحقلية
كلية الزراعة - جامعة دمشق

**المشرف المشارك**
**الدكتور مخلص شاهرلي**
أستاذ- تربية نبات
كلية الزراعة - جامعة دمشق

**دمشق**
**2012 /1433**

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

**This Thesis has been submitted as a partial fulfillment of the requirements for Doctoral Degree in Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Damascus University.**

## لجنة الحكم:

**الأستاذ الدكتور محمود صبوح: قسم المحاصيل الحقلية. كلية الزراعة، جامعة دمشق (عضواً).**

**الأستاذة الدكتورة حياة طوشان: قسم المحاصيل الحقلية. كلية الزراعة، جامعة حلب(عضواً).**

**الأستاذ الدكتور أسعد العيسى: قسم المحاصيل الحقلية. كلية الزراعة، جامعة الفرات (عضواً).**

**الأستاذ الدكتور أيمن العودة: قسم المحاصيل الحقلية. كلية الزراعة، جامعة دمشق(عضوأ مشرفاً).**

**الدكتور حسين المحاسنة: قسم المحاصيل الحقلية. كلية الزراعة، جامعة دمشق(عضواً).**

**شهادة**

نشهد بأنَّ العمل الموصوف في هذه الأطروحة، نتيجة بحث علمي قام بـــه المرشـــح **عمر الطاهر التومي الزنتاني**، تحت إشراف الأستاذ الدكتور **أيمن الشـــحاذة العـــودة** الأستاذ في قسم المحاصيل الحقلية، في كلية الزراعة بجامعة دمشق، والدكتور **مخلص شاهرلي**، الأستاذ في قسم المحاصيل الحقلية، في كلية الزراعة بجامعة دمشـــق. وإنَّ أية مراجع أخرى بحثت في هذه الرسالة موثقة في النص.

| المرشح | الدكتور | الدكتور |
|---|---|---|
| **عمر الطاهر التومي الزنتاني** | **مخلص شاهرلي** | **أيمن الشحاذة العودة** |

Certificate

We herby certify that the work described in this thesis is the result of a scientific research, performed by the researcher **Omar A. Altoome Alzentani**, under the supervision of Dr. **Ayman AL-Ouda**, A Professor, Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, and Dr. **Moukhles Shahrly**, Associate Professor, Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Damascus University. All reference books resorted to by the researcher has been checked by the text.

**Candidate: Omar A. Altoome Alzentani**

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

**Co-supervisor: Prof. Dr. Moukhles Shahrly**

# تصريح

أصرح بأنّ البحث الموصوف في هذه الأطروحة تحت عنوان: **تقــويم أهــم الآليــات التكيفيــة المورفوفسيولوجية المحددة لكفاءة محصول القمح (*Triticum spp*) الإنتاجية في نظم الزراعة الجافة**، لم يسبق أن ُقدم للحصول على أية درجة جامعية أخرى. وغير مقدم حالياً لذلك، وأنّ كافة الأعمال والنتائج المذكورة هي جهودي الشخصية، وبتوجيهٍ من المشرف العلمي، وقد نسبت أيــة معلومات أو نتائج أخرى ذكرت في الأطروحة إلى مصادرها ومؤلفيها في الــنص وفــي قائمــة المراجع.

المرشح

**عمر الطاهر التومي الزنتاني**

# Declaration

I declare that the present research entitled: **"Evaluation the Most Important Morpho-physiological Adaptive Mechanisms Determining Wheat (*Triticum spp*) Crop Production Capacity Under Dry Farming Systems"** Is a new research work that has never been studied by any other researchers for any other degrees, and currently it is not submitted by any one for any degree.

**Candidate**

**Omar A. AL-Toome Alzentani**

**نوقشت وأجيزت هذه الرسالة بتاريخ :11/ 4 / 2012**

## شـــــكر وتـــقديـــر

أتقدم بالامتنان والشكر الجزيل لكل من قدم لي يد العون لانجاز هذا البحث وأخص بالشكر الأستاذ الدكتورأيمن الشحادة العودة المشرف العلمي الذي كان له الفضل الكبير في إنجاز هذا العمل والذي كان وعلى الدوام نعم الموجه ونعم المعلم.

وايضا اتقدم بجزيل الشكر والتقديرللأستاذ الدكتور مخلص شاهرلي لتفضله بالمشاركة في الإشراف على البحث ومساهمته في انجاحه، وأتقدم بوافر الاحترام وجزيل الشكر إلى كل العاملين بقسم المحاصيل الحقلية من اعضاء هيئة التدريس والمهندسين والعاملين وطلبة واخص بالشكرالأستاذ الدكتور محمود صبوح رئيس قسم المحاصيل. وكل الشكر إلى عمادة كلية الزراعة في جامعة دمشق، متمثلة في عميد الكلية الأستاذ الدكتور محمد ربيع المرستاني والأستاذ الدكتور موسى عبود نائب العميد للشؤون العلمية والأستاذ الدكتور محمد خير طلحة نائب العميد للشؤون الأدارية وقضايا الطلاب.

كما اتوجه بالشكرالجزيل إلى كل العاملين بمحطة خرابو للبحوث الزراعية إدارة وعاملين وأخص بالشكر المهندس نبيل العدوي مدير المحطة.

كل التقدير اتوجه به إلى العاملين في مخبر التقانات الحيوية لمساعدتهم لي في اجراء بعض التحاليل المخبرية.

اتوجه بجزيل الشكر للسيدات والسادة أعضاء لجنة التحكيم لتفضلهم بملاحظاتهم الهامة لإيصال البحث إلى شكله الأمثل.

كما وأهدي نجاحي هذا إلى كافة افراد عائلتي الأعزاء الذين قدمو لي كل الدعم والتشجيع طيلة فترة دراستي.

**عمر الطاهر التومي الزنتاني**

## فهرس المحتويات


| | |
|---|---|
| الملخص العربي | 1 |
| المقدمة | 6 |
| الدراسة المرجعية | 14 |
| مواد البحث وطرائقه | 43 |
| النتائج والمناقشة | 58 |
| مصداقية تقانة الغربلة | 205 |
| علاقات الارتباط | 208 |
| الاستنتاجات | 214 |
| التوصيات والمقترحات | 217 |
| المراجع العربية | 218 |
| المراجع الأجنبية | 221 |
| الملحق | 230 |
| الملخص باللغة الانكليزية | 239 |

# فهرس الجداول


| رقم الجدول | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| 1 | التحليل الميكانيكي لتربة الحقل قبل الزراعة. | 46 |
| 2 | التحليل الكيميائي لتربة الحقل قبل الزراعة. | 46 |
| 3 | تأثير مستويات حلولية مميتة مختلفة في نمو بادرات القمح. | 59 |
| 4 | تأثير مستويات حلولية محرضة مختلفة في نمو بادرات القمح. | 61 |
| 5 | التباين الوراثي في استجابة طرز القمح للإجهاد الحلولي. | 64 |
| 6 | أهمية التحريض الحلولي في تحسين تحمل بادرات القمح للمستوى المميت من الإجهاد الحلولي. | 67 |
| 7 | متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة. | 71 |
| 8 | متوسط طول حامل السنبلة (سم) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 75 |
| 9 | متوسط دليل المساحة الورقية لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 79 |
| 10 | متوسط مساحة الورقة العلمية(سم$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 87 |
| 11 | متوسط قوة النمو الأولي للبادرات لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 92 |
| 12 | متوسط كمية المادة الشمعية المتشكلة على سطوح الأوراق (مغ.سم$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 97 |
| 13 | متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق(%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 102 |
| 14 | متوسط سلامة الأغشية الخلوية لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 107 |
| 15 | متوسط تركيز البرولين (ميكروغرام/غ مادة خضراء) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 112 |
| 16 | متوسط نسبة مساهمة الأوراق(%) في امتلاء الحبوب لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 118 |
| 17 | متوسط نسبة مساهمة الساق(%) في امتلاء الحبوب لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 123 |
| 18 | متوسط نسبة الانخفاض في وزن الساق(%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 128 |
| 19 | متوسط زاوية توضع الأوراق العلوية على الساق لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 132 |
| 20 | متوسط عدد الحبوب في المتر المربع لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 135 |
| 21 | متوسط وزن الألف حبة (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 140 |
| 22 | متوسط الغلة الحبية (غ.م$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 145 |
| 23 | متوسط وزن الغلة الحيوية(غ.م$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 150 |
| 24 | متوسط دليل الحصاد (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 154 |

| رقم الجدول | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| 25 | متوسط دليل الحساسية للجفاف لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 158 |
| 26 | متوسط دليل تحمل الجفاف لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 161 |
| 27 | متوسط قيم المعيار الهندسي لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 164 |
| 28 | متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة. | 168 |
| 29 | متوسط الوزن الرطب للنبات (غ) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة. | 172 |
| 30 | متوسط الوزن الجاف للنبات (غ) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة. | 177 |
| 31 | متوسط عدد الحبوب في المتر المربع لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 182 |
| 32 | متوسط وزن الألف حبة (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 187 |
| 33 | متوسط الغلة الحبية (غ.م$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 192 |
| 34 | متوسط وزن الغلة الحيوية(غ.م$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 197 |
| 35 | متوسط دليل الحصاد (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 202 |
| 36 | قيم معامل الارتباط بين الصفات المدروسة تحت ظروف الزراعة البعلية خلال موسمي النمو. | 213 |
| **رقم الجدول** | **الجداول الملحقة** | **الصفحة** |
| 1 | توصيف للطرز الوراثية المدروسة. | 230 |
| 2 | مساحة وإنتاج وغلة محصول القمح حسب القطاعات خلال الفترة (2005-2009). | 231 |
| 3 | المساحة المزروعة والمحصودة للقمح وتطورها في سورية خلال الفترة (2007-2009). | 232 |
| 4 | مساحة وإنتاج وغلة محصول القمح القاسي حسب المحافظات لعام 2009 في سورية. | 233 |
| 5 | مساحة وإنتاج وغلة محصول القمح الطري حسب المحافظات لعام 2009 في سورية. | 234 |
| 6 | متوسط كميات الأمطار الهاطلة ودرجات الحرارة الصغرى والعظمى حسب الأيام والأشهر للموسم الزراعي 2009/2008 في موقع الدراسة. | 235 |
| 7 | متوسط كميات الأمطار الهاطلة ودرجات الحرارة الصغرى والعظمى حسب الأيام والأشهر للموسم الزراعي 2010/2009 في موقع الدراسة. | 236 |
| 8 | متوسطات درجات الحرارة الشهرية والهطولات المطرية خلال الموسمين الزراعيين 2009-2010 في موقع الدراسة. | 237 |
| 9 | متوسطات درجات الحرارة الشهرية والهطولات المطرية خلال (فترة الإزهار والنضج) للموسمين الزراعيين 2009-2010 في موقع الدراسة. | 238 |

## فهرس المخططات البيانية


| رقم الشكل | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| 1 | مخطط عام للتجارب الحقلية. | 47 |
| 2 | كمية الهطول(مم) خلال الموسميين الزراعيين 2009-2010 في محطة بحوث خرابو. | 48 |
| 3 | متوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى(°م) للموسمين الزراعيين2009 و2010. | 49 |
| 4 | تأثير مستويات حلولية مميتة مختلفة في نمو بادرات القمح. | 60 |
| 5 | تأثير مستويات حلولية محرضة مختلفة في نمو بادرات القمح. | 62 |
| a 6 | توزيع أصناف القمح حسب استجابتها للإجهاد الحلولي باستخدام توزيع Z | 65 |
| b 6 | توزيع أصناف القمح حسب استجابتها للإجهاد الحلولي باستخدام توزيع Z | 66 |
| 7 | أهمية التحريض الحلولي في تحسين تحمل بادرات القمح للمستوى المميت من الإجهاد الحلولي. | 68 |
| 8 | متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة. | 72 |
| 9 | متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة. | 73 |
| 10 | متوسط طول حامل السنبلة (سم) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 76 |
| 11 | متوسط طول حامل السنبلة (سم) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 77 |
| 12 | متوسط دليل المساحة الورقية لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 80 |
| 13 | متوسط دليل المساحة الورقية لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 81 |
| 14 | متوسط مساحة الورقة العلمية(سم$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 88 |
| 15 | متوسط مساحة الورقة العلمية(سم$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 89 |
| 16 | متوسط قوة النمو الأولي للبادرات لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 93 |
| 17 | متوسط قوة النمو الأولي للبادرات لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 94 |
| 18 | متوسط كمية المادة الشمعية المتشكلة على سطوح الأوراق (مغ.سم$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 98 |
| 19 | متوسط كمية المادة الشمعية المتشكلة على سطوح الأوراق (مغ.سم$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 99 |
| 20 | متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق(%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 103 |
| 21 | متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق(%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 104 |
| 22 | متوسط سلامة الأغشية الخلوية لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 108 |
| 23 | متوسط سلامة الأغشية الخلوية لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 109 |
| 24 | متوسط تركيز البرولين (ميكروغرام . غ$^{-1}$ مادة خضراء) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 113 |

| رقم الشكل | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| 25 | متوسط تركيز البرولين (ميكروغرام . غ$^{-1}$ مادة خضراء) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 114 |
| 26 | متوسط نسبة مساهمة الأوراق (%) في امتلاء الحبوب لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 119 |
| 27 | متوسط نسبة مساهمة الأوراق (%) في امتلاء الحبوب لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 120 |
| 28 | متوسط نسبة مساهمة الساق (%) في امتلاء الحبوب لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 124 |
| 29 | متوسط نسبة مساهمة الساق (%) في امتلاء الحبوب لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 125 |
| 30 | متوسط نسبة الانخفاض في وزن الساق (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 129 |
| 31 | متوسط نسبة الانخفاض في وزن الساق (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 130 |
| 32 | متوسط زاوية توضع الأوراق العلوية على الساق لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 133 |
| 33 | متوسط عدد الحبوب في المتر المربع لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 136 |
| 34 | متوسط عدد الحبوب في المتر المربع لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 137 |
| 35 | متوسط وزن الألف حبة (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 141 |
| 36 | متوسط وزن الألف حبة (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 142 |
| 37 | متوسط الغلة الحبية (غ.م$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 146 |
| 38 | متوسط الغلة الحبية (غ.م$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 147 |
| 39 | متوسط وزن الغلة الحيوية (غ.م$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 151 |
| 40 | متوسط وزن الغلة الحيوية (غ.م$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 152 |
| 41 | متوسط دليل الحصاد (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 155 |
| 42 | متوسط دليل الحصاد (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 152 |
| 43 | متوسط دليل الحساسية للجفاف لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 159 |
| 44 | متوسط دليل تحمل الجفاف أصناف لدى القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 162 |
| 45 | متوسط قيم معيار الإنتاج الهندسي لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 165 |
| 46 | متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة. | 169 |
| 47 | متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة. | 170 |
| 48 | متوسط الوزن الرطب للنبات (غ) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة. | 173 |
| 49 | متوسط الوزن الرطب للنبات (غ) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة. | 174 |

| رقم الشكل | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| 50 | متوسط الوزن الجاف للنبات (غ) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة. | 178 |
| 51 | متوسط الوزن الجاف للنبات (غ) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة. | 179 |
| 52 | متوسط عدد الحبوب في المتر المربع لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 183 |
| 53 | متوسط عدد الحبوب في المتر المربع لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 184 |
| 54 | متوسط وزن الألف حبة (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 188 |
| 55 | متوسط وزن الألف حبة (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 189 |
| 56 | متوسط الغلة الحبية (غ.م$^{2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 193 |
| 57 | متوسط الغلة الحبية (غ.م$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 194 |
| 58 | متوسط وزن الغلة الحيوية (غ.م$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 198 |
| 59 | متوسط وزن الغلة الحيوية (غ.م$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 199 |
| 60 | متوسط دليل الحصاد (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 203 |
| 61 | متوسط دليل الحصاد (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة. | 204 |
| 62 | علاقة الارتباط بين أداء الطرز الوراثية المدروسة خلال مرحلة البادرة الفتية بالمقارنة مع مرحلة النبات الكامل في الحقل. | 206 |
| 63 | علاقة الارتباط بين أداء الطرز الوراثية المدروسة خلال مرحلة البادرة الفتية بالمقارنة مع مرحلة النبات الكامل في الحقل. | 207 |

## فهرس المختصرات

| الاختصار | المرادف الانكليزي | المرادف العربي |
|---|---|---|
| OIR | Osmotic Induction Response | الاستجابة للتحريض الحلولي |
| OLL | Optimum Lethal Level | المستوي المميت الأمثل |
| OSL | Optimum Sub-lethal Level | المستوى المحرض الأمثل |
| PEG-6000 | Poly Ethylene Glycol(6000) | سكر البولي إثيلين جلايكول (6000) |
| IS | Induction stress | إجهاد التحريض |
| $HSP_{,S}$ | Heat Shock Proteins | بروتينات الصدمة الحرارية |
| LEA | Late Embryogenesis Abundant Proteins | البروتينات التي تتشكل خلال المراحل المتأخرة من تطور الجنين. |
| %RH | Relative Humidity | الرطوبة النسبية الجوية |
| VPD | Leaf to air Vapor Pressure Difference | فرق ضغط بخار الماء بين الأوراق والوسط المحيط |
| NAR | Net Assimilation Rate | معدل صافي التمثيل الضوئي |
| ´A` | Assimilation rate | معدل التمثيل الضوئي (غ.م$^{-2}$.أسبوعين$^{-1}$) |
| RUE | Radiation Use Efficiency | كفاءة استعمال الإشعاع الضوئي |
| ABA | Abscisic Acid | حمض الأبسيسيك |
| P | Turgor potential | جهد الامتلاء |
| $\Psi_{LW}$ | Leaf water potential | جهد الأوراق المائي |
| $\Psi_{Wo}$ | Outside water potential | الجهد المائي في التربة |
| OA | Osmotic adjustment | التعديل الحلولي |
| Ci | Intercellular $CO_2$ concentration | تركيز غاز الفحم الداخلي |
| $r_s$ | Stomatal resistance | المقاومة المسامية |
| $g_s$ | Stomatal conductance | الناقلية المسامية |
| ROS | Reactive Oxygen Species | جذور الأوكسجين الحرّة |
| RWC% | Relative Water Content | محتوى الماء النسبي |
| CMS | Cytoplasmic Membrane Stability | ثبات الأغشية الحيوية |
| WUE | Water Use Efficiency | كفاءة استعمال الماء |
| E | Evaporation | التبخر |
| T | Transpiration | النتح |

## فهرس المختصرات

| الاختصار | المرادف الانكليزي | المرادف العربي |
|---|---|---|
| LA | Leaf Area | المساحة الورقية |
| LAI | Leaf Area Index | دليل المساحة الورقية |
| DSI | Drought Susceptibility Index | دليل الحساسية للجفاف |
| DTI | Drought Tolerance Index | دليل تحمل الجفاف |
| GMP | Geometric Mean Productivity | معيار متوسط الإنتاج الهندسي |
| TOL | Stress Tolerance | معيار تحمل الإجهاد |
| WD | Water Deficit | العجز المائي |
| ET | Evapo-transpiration | التبخر - نتح |
| R | Respiration | التنفس |
| FW | Fresh Weight | الوزن الرطب |
| TW | Turgid Weight | الوزن الرطب المشبع |
| DW | Dry Weight | الوزن الجاف |
| RG | Recovery Growth | استعادة النمو |
| G×E | Genotype by Environment interaction | تفاعل الطراز الوراثي مع البيئة |
| RGR | Relative Growth Rate | معدل النمو النسبي |
| AGR | Absolute Growth Rate | معدل النمو المطلق |
| GY | Grain Yield | الغلة الحبية |
| BY | Biological Yield | الغلة الحيوية |
| HI | Harvest Index | دليل الحصاد |
| PAR | Photosynthetically Active Radiation | الأشعة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي |
| I | Intercepted light energy | كمية الطاقة الضوئية الممتصة |
| CRD | Complete Randomized Design | تصميم العشوائي الكامل |
| RCBD | Randomized Complete Block Design | تصميم القطاعات العشوائية الكاملة |
| L.S.D | Least Significant Difference | أقل فرق معنوي |
| C.V(%) | Coefficient of Variation | معامل التباين |

## الملخص

نُفذت الدراسة في مخابر قسم المحاصيل الحقلية، ومخابر التقانات الحيوية، ومحطة خرابو للبحوث الزراعية في غوطة دمشق الشرقية التابعة لكلية الزراعة بجامعة دمشق، خلال الموسمين الزراعيين 2009/2008 و2010/2009، بهدف تقويم استجابة طرز من القمح الطري والقاسي(أصناف معتمدة) للإجهاد الحلولي باستخدام سكر البولي ايثلين جلايكول عند مستوى البادرة الفتية باستعمال تقانة الغربلة المخبرية السريعة، بالاعتماد على تقانة الاستجابة للتحريض الحلولي، ودراسة أهمية التحريض في تحسين تحمل البادرات للمستويات المميتة من الإجهاد الحلولي. ونفذت دراسة أخرى عند مستوى النبات الكامل تحت ظروف الزراعة الحقلية، وذلك بإجراء تجربتين حقليتين، الأولى تمّ فيها تقويم أداء الطرز الوراثية المدروسة تحت ظروف الزراعتين البعلية والمروية، استناداً إلى بعض المؤشرات الشكلية، والفيزيولوجية، والبيوكيميائية، والكمية (مكونات الغلة) المرتبطة وراثياً بالغلة الحبية وتحمل الجفاف. ويتمثل الهدف من التجربة الحقلية الثانية، الوقوف على أهمية صفة المقدرة على استعادة النمو Recovery growth، كمعيار انتخاب بيولوجي مهم في تحديد الطرز الوراثية المتحملة للجفاف، وذات الكفاءة الإنتاجية الجيدة في النظم البيئية الزراعية الجافة.

وضعت التجربة المخبرية وفق التصميم العشوائي الكامل (CRD)، ونُفذت التجارب الحقلية وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD)، بثلاثة مكررات.

أظهرت نتائج الدراسة المخبرية أنّ المستوى الحلولي (Mpa -1.6) هو المستوى المميت الأمثل، والمستوى (Mpa -0.4) هو المستوى المحرض الأمثل، واستعملت التقانة المطوّرة لغربلة الطرز الوراثية المدروسة، بهدف عزل الطرز الوراثية المتحملة عن قريناتها الحساسة. بيّنت نتائج التحليل الإحصائي أنّ أصناف القمح الطري شام$_6$، وشام$_4$، ودوما$_2$، وصنف القمح القاسي أكساد$_{65}$، تُصنف كطرز وراثية عالية التحمل للإجهاد الحلولي، لأنّها أبدت معنوياً أدنى نسبة انخفاض في طول الجذور(29.99، 30.20، 32.69، 39.75% على التوالي)، والبادرات(31.25، 22.72، 27.56، 31.96% على التوالي)، وكانت القيم المطلقة لهاتين الصفتين الأعلى معنوياً، في حين صُنّفت أصناف القمح الطري صفيت$_1$، والقمح القاسي بركة وشام$_3$، وشام$_5$، وكريم كطرزٍ وراثية عالية الحساسية للإجهاد الحلولي. ولوحظ أنّ متوسط طول الجذور والبادرات كان الأعلى معنوياً في البادرات المُحرّضة (12.20، 17.72 سم على التوالي)، وكانت نسبة الانخفاض في طول كلٍ من الجذور والبادرات الأدنى معنوياً في البادرات المُحرّضة، في حين كان متوسط طول كلٍ من الجذور والبادرات الأدنى معنوياً لدى البادرات غير المُحرَّضة التي نُقلت مباشرةً إلى المستوى الحلولي المميت (6.96، 8.42 سم على التوالي)، وأعلى نسبة انخفاض في طول كلاً من الجذور والبادرات (69.78، 69.25% على التوالي)، ما يشير إلى أهمية التحريض في تحسين كفاءة البادرات على تحمل المستويات المميتة من الإجهاد الحلولي. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية (r = 0.70*) بين متوسط طول البادرة والغلة الحبية، ما يؤكد فّعالية تقانة الغربلة المقترحة في عزل الطرز الوراثية المتحملة للجفاف عن قريناتها الحساسة بكفاءة تعادل 70%.

سببَ الإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة الحقلية تراجعاً معنوياً في جميع الصفات المدروسة بالمقارنة مع الشاهد. وكانت نسبة الانخفاض في جميع الصفات، ولدى جميع الأصناف المدروسة معنوياً أكبر تحت ظروف الزراعة المطرية، ولكن كان أداء الأصناف المدروسة في الموسم الزراعي الأول أفضل بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني، نتيجة التوزيع الجيد للأمطار خلال موسم النمو. وكان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً لدى أصناف القمح شام$_6$، وصفيت$_7$، وأكساد$_{65}$ (89.0، 86.77، 85.18 سم على التوالي) خلال الموسم

الزراعي الأول، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني لدى نباتات صنف القمح القاسي بركة(52.78 سم)، تلاه وبفروقات معنوية صنف القمح الطري صفيت$_1$ (59.52 سم). ولوحظ أنَّ متوسط طول حامل السنبلة كان الأعلى معنوياً لدى النباتات المروية بشكلٍ كامل خلال الموسم الزراعي الأول (35.16 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني لدى النباتات المزروعة بعلاً (25.46 سم). ويُلاحظ أنّ متوسط طول السلامية الطرفية كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي شام$_5$ (36.79 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف بركة، وصفيت$_1$، وشام$_3$، وبحوث$_{208}$ (27.80، 28.34، 28.39، 28.86 سم على التوالي). وكان دليل المساحة الورقية، ومتوسط مساحة الورقة العلمية الأعلى معنوياً لدى نباتات الأصناف المزروعة تحت ظروف الري الكامل بالمقارنة مع نباتات الأصناف المزروعة تحت ظروف الزراعة البعلية. وكان متوسط دليل المساحة الورقية الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف بحوث$_{208}$، وأكساد$_{65}$، ودوما$_2$، وصفيت$_7$ (4.65، 4.65، 4.62، 4.61 على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف المختار، وصفيت$_7$، وبركة (1.57، 1.87، 1.93 على التوالي). تشير النتائج إلى أهمية إتاحة المياه بكمياتٍ كافية للمحافظة على جهد الامتلاء داخل خلايا الأجزاء الهوائية، لضمان استمرار استطالتها ونموها.

لوحُظ أنّ متوسط قوة النمو الأولي، وزاوية توضع الأوراق العلوية على الساق كانا الأعلى معنوياً لدى جميع الأصناف المزروعة خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الري بالمقارنة مع الأصناف المزروعة خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية. وأظهرت نتائج الدراسة أنّ كمية المواد الشمعية المتراكمة فوق سطوح الأوراق، ومحتوي الماء النسبي في الأوراق، ونسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية، كانت الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول الأكثر جفافاً بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني الأكثر رطوبة، وتحت ظروف الزراعة البعلية بالمقارنة مع الزراعة المروية. ولوحظ وجود تباين وراثي في كفاءة أصناف القمح في تصنيع المادة الشمعية، حيث كانت كمية الطبقة الشمعية المترسبة فوق سطوح الأوراق الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي شام$_3$ (4.36 مغ . سم$^{-2}$)، في حين كانت الأدنى معنوياً لدى نباتات الأصناف صفيت$_7$، والمختار، وصفيت$_1$، وبحوث$_{208}$، وشام$_5$ (0.180، 0.223، 0.229، 0.252، 0.256 مغ . سم$^{-2}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. وكان محتوى الماء النسبي في الأوراق(RWC%) الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف شام$_5$، والمختار، وشام$_3$ (91.57، 88.74، 86.80% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف أكساد$_{65}$ خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية (78.11%). ويمكن أنّ يعزي التباين الوراثي في كفاءة الأصناف في المحافظة على محتوي الماء النسبي في الأوراق إلى التباين في دليل المساحة الورقية، وكمية المادة الشمعية المجللة لسطوح الأوراق، حيث يُلاحظ أنّ سماكة الطبقة الشمعية كانت الأعلى معنوياً لدى الأصناف شام$_3$، وشام$_5$، وكان محتوى الماء النسبي في الأوراق الأعلى معنوياً لدى تلك الأصناف، ما يشير إلى الدور البالغ الأهمية الذي تؤديه الترسبات الشمعية في تقليل معدل فقد الماء بالنتح. وبيّنت الدراسة أنّ نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية كانت الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف المختار، وشام$_4$، ودوما$_2$، وشام$_3$ (9.47، 9.48، 9.851، 12.75، 13.29% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كانت الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف أكساد$_{65}$، وشام$_5$، ودوما$_2$ (43.44، 42.36، 39.25% على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينها. ولوحظ أنّ محتوى الأوراق من البرولين

كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول (الأقل رطوبة)، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف شام4، وصفيت7، وصفيت1، ودوما2 على التوالي (20.89، 20.84، 20.19، 20.18 ميكروغرام/غ مادة خضراء على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان محتوى الأوراق من البرولين الأدنى معنوياً خلال موسمي الزراعة الأول والثاني على التوالي، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف دوما2، وكريم، وصفيت1، وأكساد65 (3.17، 5.517، 5.979، 6.188 ميكروغرام/غ مادة خضراء على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينها، ما يشير إلى أنّ معدل تراكم البرولين في أوراق نباتات القمح يزداد تحت ظروف الإجهاد المائي (الزراعة البعلية) بالمقارنة مع ظروف الزراعة المروية، ويؤدي دوراً مهماً في المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية واستقرارها.

لوحظ أنَّ نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب كانت الأعلى معنوياً لدى الأصناف المدروسة، خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية (81.80%) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية (67.67%). وتتحدد نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب بكمية المياه المتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب، لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج التمثيل الضوئي من المصدر(وخاصةً الأوراق) إلى المصب (الحبوب). وكانت نسبة مساهمة السوق في امتلاء الحبوب الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى صنف القمح الطري شام4 (87.92%)، في حين كانت الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى صنفي القمح دوما2، وبركة (28.03، 35.36% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما. ويُلاحظ من بيانات الموسمين الزراعيين تقارب نسبة مساهمة الساق في الوزن النهائي للحبوب، رغم الاختلاف المعنوي في معدل الهطول المطري، ما يشير إلى أنّ عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من الساق إلى الحبوب أقل تأثراً بالجفاف بالمقارنة مع نقلها من الأوراق إلى الحبوب، ولكن يمكن أن يؤثر ازدياد وطأة الجفاف بشكلٍ كبير سلباً في معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي من الساق إلى الحبوب. ويرتبط مقدار التراجع في وزن الساق بشكلٍ موجب مع معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي ودرجة امتلاء الحبوب، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المطرية.

لوحظ أنَّ متوسط عدد الحبوب في المتر المربع كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى أصناف القمح الطري شام6، وشام4، وبحوث208، والمختار (29450، 29000، 26850، 26610 حبة . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف أكساد65، وشام3، وصفيت1، وشام5، وبركة، وصفيت7 (3074، 4146، 4363، 4333، 4450، 6343 حبة . م$^{-2}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. وكان متوسط وزن الألف حبة الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف كريم، وصفيت1، وأكساد65، وشام5، وشام3 ( 63.62، 62.74، 57.60، 57.15، 55.6 غ على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى صنف القمح الطري المختار (32.97 غ). وهذا يؤكد أنّ الأصناف التي شكلت مساحة ورقية أكبر، أو دليل مساحة ورقية أكبر، وحافظت على استدامة اخضرار الأوراق لفترةٍ زمنيةٍ أطول، كان متوسط وزن الألف حبة فيها معنوياً أكبر والعكس صحيح. وتشير هذه النتائج إلى أنَّ صفة متوسط وزن الألف حبة أقل تأثراً بظروف الجفاف من صفة متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة من الأرض.

يُلاحظ أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الثاني والأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى أصناف القمح الطري شام6، وبحوث208، ودوما2 (1077، 1055، 989.2 غ. م$^{-2}$ على

التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف أكساد65، وبركة، وصفيت1 (153.3، 192.2، 200.7 غ.م-2 على التوالي). تشير هذه النتائج إلى أنّ غلة محصول القمح الحبية كانت معنوياً أعلى لدى الأصناف التي شكلت عدداً أكبر معنوياً من الحبوب في وحدة المساحة، وهذا يدل على أنّ الغلة الحبية لمحصول القمح تتحدد بدرجةٍ أكبر بمتوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة، وبدرجةٍ أقل بمتوسط وزن الألف حبة. ويُلاحظ أنّ متوسط الغلة البيولوجية كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى أصناف القمح الطري بحوث208، وشام6، ودوما2، والمختار (2250، 2125، 1894، 1865 غ.م-2 على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى أصناف القمح القاسي شام3، وأكساد65، وبركة، وشام5 (691.3، 788.3، 860.6، 888.7 غ. م-2 على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها. وكان متوسط دليل الحصاد الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى صنف القمح الطري دوما2 (61.60%)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف أكساد65، وصفيت1، وبركة (19.32، 19.68، 22.05% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. ولوحظ أنَّ الإجهاد المائي قد أثر سلباً في كلٍ من الكتلة الحية والغلة الحبية، ولكن كان مقدار الانخفاض في الغلة الحبية أكبر بالمقارنة مع الكتلة الحية.

كانت صفة دليل الحساسية للجفاف الأدنى معنوياً لدى الأصناف شام4، والمختار، وشام3، وبحوث208، وصفيت7، في حين كانت الأعلى معنوياً لدى الأصناف بركة، وشام5، وصفيت1. ويُلاحظ أن متوسط دليل تحمل الجفاف كان الأدنى معنوياً لدى أصناف القمح بركة، وشام5، وصفيت1، في حين كان الأعلى معنوياً لدى أصناف القمح الطري شام6، وشام4، وبحوث208، ودوما2. ولوحظ أنَّ متوسط قيم الإنتاج الهندسي كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني ( 578.89) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول (461.4). وكانت قيم الإنتاج الهندسي الأعلى معنوياً لدى أصناف القمح الطري شام6، وشام4، وبحوث208 على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كانت الأدنى معنوياً لدى الأصناف بركة، وشام5. تشير هذه النتائج إلى أنّ دليل تحمل الجفاف كان أكثر هذه المعايير دقةً، حيث كان أكثر كفاءة في تحديد الأصناف ذات الكفاءة الإنتاجية العالية في البيئات المجهدة مائياً.

لوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين دليل المساحة الورقية (LAI)، وزاوية توضع الأوراق على الساق ($r = 0.58^{*}$)، ووجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة قوة النمو الأولى المبكر للبادرات وصفة نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية ($r = 0.48^{*}$). ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة سماكة الطبقة الشمعية على الأوراق والساق ونسبة مساهمة كلاً من الأوراق والساق في امتلاء الحبوب ($r = 0.41^{*}$ لكل منهما). ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة محتوى الماء النسبي في الأوراق وكلاً من متوسط عدد الحبوب/م2، والغلة الحبية ($r = 0.45^{*}$ لكل منهما)، ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة محتوى البرولين في الأوراق Proline content ومؤشر دليل الحساسية للجفاف (DSI) ($r = 0.44^{*}$)، ما يشير إلى أنّ ازدياد معدل تصنيع البرولين في الأوراق يؤدى إلى زيادة حساسية الطرز الوراثية للإجهاد المائي، حيث يرتبط هنا معدل تراكم البر ولين مع حجم الضرر وليس مع مستوى التحمل. ويفسر ذلك وجود علاقة ارتباط سلبية بين محتوى الأوراق من البرولين وكلاً من دليل تحمل الجفاف (DTI) ($r = -0.066^{*}$)، ومعيار الإنتاج الهندسي ($r= -0.035^{*}$)، حيث يؤدي تراكم البرولين إلى استهلاك كمياتٍ كبيرةٍ من نواتج التمثيل الضوئي لتصنيع البرولين، ما يؤثر سلباً في معدل نمو النبات وتطوره

وإنتاجيته. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة نسبة مساهمة الساق في امتلاء الحبوب ودليل الحساسية للجفاف (DSI) ($r = 0.66^{*}$). ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة نسبة الانخفاض في وزن الساق ومتوسط وزن الألف حبة ($r = 0.61^{*}$)، ويعزى ذلك إلى إمكانية انتقال جميع نواتج التمثيل الضوئي المخزونة في الساق إلى الحبوب تحت ظروف الإجهاد المائي، لأنّ هذه العملية أقل تأثراً بالجفاف. ولوحظ وجود علاقة ارتباط سالبة ومعنوية بين صفة متوسط عدد الحبوب في المتر المربع ومتوسط وزن الألف حبة ($r = -0.71^{*}$)، ويعزى ذلك إلى زيادة حدة المنافسة على نواتج التمثيل الضوئي المتاحة بكميات محدودة خلال فترة امتلاء الحبوب نتيجة تراجع معدل التمثيل الضوئي، وازدياد معدل التنفس تحت ظروف الإجهاد المائي.

لوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة عدد الحبوب/م$^2$ وصفة الغلة الحبية، والغلة البيولوجية، ودليل الحصاد، ودليل تحمل الجفاف، ومتوسط الإنتاج الهندسي ( $r = 0.91^{*}$;$r = 0.74^{*}$; $r = 0.92^{*}$ ; $r = 0.89^{*}$; $0.84^{*}$ على التوالي)، ما يشير إلى أهمية صفة عدد الحبوب في وحدة المساحة كمعيار انتخاب مهم لزيادة الغلة الحبية ودليل الحصاد تحت ظروف الإجهاد المائي. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة الغلة الحبية والغلة البيولوجية، ومتوسط دليل الحصاد ($r = 0.97^{*}$; $r = 80^{*}$ على التوالي)، ما يشير إلى أهمية الكتلة الحية عند النضج كمعيار انتخاب فسيولوجي مهم محدد لغلة محصول القمح الحبية تحت ظروف الزارعتين المروية والبعلية. ولوحظ وجود علاقة ارتباط معنوية وموجبة بين صفة الغلة الحبية ومعيار تحمل الجفاف، ومعيار متوسط الإنتاج الهندسي (GMP) ($r = 0.96^{*}$; $r = 0.98^{*}$ على التوالي)، ما يدل على أهمية هذين المؤشرين في تحديد الغلة الحبية. ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة الغلة الحيوية ودليل الحصاد ($r = 0.71^{*}$)، ما يشير إلى أهمية دليل الحصاد كمؤشر حيوي مهم يتحدد بشكل أكبر بالكتلة الحية، وخاصةً تحت ظروف الإجهاد المائي. تُعد صفة المقدرة على استعادة النمو من الصفات الفسيولوجية المهمة فقط في الأصناف المتأخرة في النضج، ولكن قد لا يُعبر هذا المؤشر الحيوي عن كفاءة الأصناف الإنتاجية، وخاصةً إذا أدى الجفاف إلى تقصير أطوال المراحل الفينولوجية المختلفة.

# الفصل الأول

# المقدمة وأهداف البحث

# *Introduction & Research Objectives*

# تقويم أهم الآليات التكيفية المورفوفسيولوجية المحددة لكفاءة محصول القمح (*Triticum spp.*) الإنتاجية في نظم الزراعة الجافة

# Evaluation of the Most Important Morpho-physiological Adaptive Mechanisms Determining Wheat (*Triticum spp.*) Crop Production Capacity Under Dry Farming Systems

## المقدمة Introduction

يُعد محصول القمح Wheat (*Triticum spp.*) من المحاصيل الغذائية المهمة، إذْ يحتل المركز الأول في قائمة المحاصيل الحبية في العالم والوطن العربي. وهو أحد أهم المحاصيل الحبية التي يتغذى عليها الإنسان، لأنه المحصول الرئيس لإنتاج الخبز، والمعجنات، والمعكرونة والمغربية، والبرغل، والفريكة، والسميد، بالإضافة إلى استعماله في المجالات الصناعية، كصناعة النشاء، وتستعمل بقايا المحصول، ومنتجاته الثانوية كعلفٍ للحيوانات (محمود، 2009 ؛ وصبوح، 2006؛ ومتوج ، 2007؛ وعلي ديب وسوسي، 2004).

تُقدَّر المساحة المزروعة بمحصول القمح على مستوى الوطن العربي بنحو 10484.49 ألف هكتاراً، والإنتاج Production قرابة 21359.49 ألف طناً، والإنتاجية Productivity قرابة 2037 كغ . هكتار$^{-1}$. وتُقدَّر المساحة المزروعة بمحصول القمح في القطر العربي السوري بنحو 1088.06 ألف هكتاراً، والإنتاج قرابة 4045.78 ألف طناً، والإنتاجية قرابة 2397 كغ . هكتار$^{-1}$(المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2009). وبيّنت الدراسات الإحصائية في سورية أنّ إنتاج محصول القمح قد انخفض خلال الموسم الزراعي (2008-2009) بنسبة 50% بالمقارنة مع الموسم الزراعي (2007-2008)، بسبب موجة الجفاف التي عصفت بالقطر، نتيجة التراجع الحاد في معدل الهطول المطري، وسوء توزيع الأمطار خلال موسم النمو، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المطرية Rainfed conditions في المناطق الرئيسة لزراعة القمح في سورية (المنطقة الشمالية الشرقية من سورية خصوصاً)، الأمر الذي دفع الحكومة إلى العمل على البحث عن السبل الكفيلة في المحافظة على المخزون الاحتياطي من قوت الشعب والتقليل من الخسائر الاقتصادية الناتجة عن الجفاف، من خلال العمل على تطوير أصناف تتميز بثبات الإنتاجية Yield stability، بالإضافة إلى كفاءتها الإنتاجية العالية تحت ظروف الزراعة الجافة، والتفكير بشكلٍ جدي في وضع الاستراتيجيات المستقبلية التي تُساعد في

المحافظة على استقرار الإنتاج الزراعي. وشرعت المؤسسات البحثية الوطنية والعربية بالتفكير في تنفيذ برامج التربية والتحسين الوراثي لمحصول القمح بوتيرة ضغط انتخاب Selection pressure أكثر شدة، وبالاعتماد على المعايير المناسبة التي تسمح بعزل مجموعة الطرز الوراثية التي تعطي إنتاجية عالية ضمن ظروف الزراعتين البعلية والمروية (ذات مرونة بيئية واسعة)(طوشان، 2010؛ ومتوج، 2007). عموماً، يُلاحظ بالمقارنة مع متوسط الإنتاجية العالمية، أنّ متوسط إنتاجية محصول القمح في سورية أقل بنحو 16.42%، ما يشير إلى وجود طاقة وراثية كامنة Potentiality لم تستثمر بعد في المادة الوراثية المعتمدة، بالإضافة إلى إمكانية تحسين الإنتاجية من خلال تحسين صفة تحمل الجفاف Drought tolerance، غير أنّ هدف الوصول إلى زيادة إنتاجية محصول القمح في المناطق التي تُعاني من الجفاف يُعد تحدياً لمربي النبات، وخاصةً في ظل التغير المناخي Climatic changes، الذي أدّى إلى زيادة تكرار دورات الجفاف Drought frequency، وشدته Intensity، ومدته، لذلك يتوجب على مربي النبات والفسيولوجيين العمل معاً على تسريع وتيرة التحسين الوراثي Genetic improvement، وكذلك زيادة كفاءة التحسين الوراثي، لإنتاج أصناف تتسم ببعض الصفات التكيفية المرتبطة بتحمل الجفاف والحرارة المرتفعة Heat stress، مع الإبقاء على كفاءة الطراز الوراثي الإنتاجية Production capacity، أو من خلال عملية التعديل الوراثي Genetic adjustment المتمثلة بزيادة كفاءة الطرز الوراثية في الاستفادة من متطلبات النمو الأرضية (الماء، والعناصر المعدنية المغذية المتاحة بكمياتٍ محدودة)، أو بالبحث عن الصفات التي تزيد من تحمل الجفاف، مثل بعض الصفات المورفوفسيولوجية والبيوكيميائية التي تزيد من مقدرة الطرز الوراثية على تحمل الجفاف والحصول على غلة حبية جيدة، لذلك فإنّ تحديد Identification الآليات الفسيولوجية المرتبطة بتحسين استجابة الطرز الوراثية لظروف شح الموارد المائية، سوف يُسهم بشكلٍ فعّال في تحديد الآباء المناسبة، وإجراء عملية الانتخاب بشكلٍ فعّال خلال الأجيال الانعزالية المبكرة، ما يُساعد في الحصول على أصناف ذات مقدرة تكيفية عالية (Ceccarelli *et al*.,1998; Elouafi and Nachit, 2004).

وقد تعرّضت منطقة الشرق الأوسط خلال الموسم الزراعي 2009/2008 إلى مستوياتٍ متطرفة جداً من الجفاف Drought، أدت إلى انخفاضٍ كبير في إنتاجية المحاصيل، حيث بلغ الانخفاض في إنتاج محصول القمح قرابة 7.4 مليون طناً، أو ما يعادل نحو 19%. وكانت سورية، والعراق، والأردن، وفلسطين، وإيران، وغرب تركيا من المناطق البيئية الأكثر تضرراً (السليمان، 2010). وتتعرض محاصيل الحبوب الصغيرة الشتوية (القمح، والشعير) تحت ظروف الزراعة المطرية في جميع دول حوض البحر الأبيض المتوسط Mediterranean

region إلى الجفاف المتزامن مع الحرارة المرتفعة، وخاصةً خلال المراحل المتقدمة الحرجة من حياة النبات (مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب) Terminal stresses، بسبب انحباس الأمطار والارتفاع التدريجي في متوسط درجة حرارة الوسط المحيط، وانخفاض الرطوبة النسبية الجوية (RH%)، وازدياد شدة الإشعاع الضوئي Light intensity، الأمر الذي يؤدي إلى ازدياد معدل فقد الماء بالتبخر المباشر Evaporation (E) من سطح التربة، أو بالنتح Transpiration(T) عن طريق مسامات الأوراق Stomata أثناء عملية التبادل الغازي، ما يؤدي إلى تراجع محتوى التربة المائي، ومن ثُمَّ كمية المياه المتاحة في منطقة انتشار الجذور (Edmeades *et al*., 1989).

ويُعد الجفاف من أكثر العوامل البيئية المحددة لإنتاجية العديد من الأنواع المحصولية، والمهددة للأمن الغذائي Food security، وخاصةً في البلدان النامية. وسيؤدي التغير المناخي الناجم عن ارتفاع تركيز الملوثات الجوية (غازات الدفيئة)، وخاصةً غاز ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$) إلى ازدياد معدل تواتر دورات الجفاف وازدياد وطأته، وخاصةً في مناطق الزراعة المطرية. ويمكن أن يؤدي ازدياد الطلب على حبوب القمح نتيجة النمو السكاني المتزايد وخاصةً في الدول العربية (1.5-3.5% سنوياً)، وتغيير العادات الاستهلاكية والتفضيلية للغذاء Food preferences، ونمط الحياة Life style إلى ازدياد الضغط على الموارد المائية العذبة المتاحة بكمياتٍ محدودة نتيجة الحاجة لإنتاج كمياتٍ أكبر من حبوب القمح، لذلك تُعد عملية زراعة الطرز الوراثية الأكثر كفاءة في استعمال المياه، بالإضافة إلى تطبيق عوامل إدارة الأرض والمحصول التي تحسّن من إنتاجية المياه Water productivity وتحافظ على مخزون التربة المائي Soil moisture content، من أنجع السبل في تحسين إنتاجية المحصول باستعمال الموارد المائية المتاحة نفسها (Ceccarelli *et al*., 2004).

يحدث عادةً الإجهاد المائي Water stress نتيجة تراجع حجم الموارد المائية العذبة السطحية والجوفية، وعدم كفايتها لتأمين كامل احتياجات نباتات المحصول المائية خلال كامل دورة حياة المحصول Crop cycle، بما يضمن بلوغ التوازن الوظيفي الأمثل بين حجم المصدر Source size، وحجم المصب Sink size، للحصول على أعلى غلة اقتصادية ممكنة. وتتعرض نباتات الأنواع المحصولية المختلفة لظروف العجز المائي Water deficit عندما تفوق كمية المياه المفقودة بالتبخر- نتح Evapo-transpiration (ET) كمية المياه الممتصة عن طريق المجموعة الجذرية، فتصبح كمية المياه الممتصة غير كافية لتعويض الماء المنتوح، الأمر الذي يؤدي إلى تراجع محتوى الخلايا النباتية المائي (جهد الامتلاء Turgor potential)، فتتوقف استطالة الخلايا النباتية Cell elongation (Cossgrove,1989). وتتراجع العديد من

العمليات الحيوية المعتمدة على ضغط الامتلاء، مثل عمليتي التمثيل الضوئي Photosynthesis، والتنفس Respiration(R) (Kastori *et al*., 1999).

تتسم معظم مناطق زراعة القمح بالاعتماد على مياه الأمطار، بقلّة معدّل الهطول المطري السنوي Low rainfall، وتذبذب الهطول المطري من سنةٍ لأخرى Erratic rainfall، بالإضافة إلى سوء توزيع الأمطار خلال موسم النمو بما يتناسب مع حجم الاحتياج المائي خلال كل مرحلة من مراحل النمو، الأمر الذي يُفسر التباين الكبير في غلة محصول القمح الحبية من موسمٍ زراعيٍ لآخر. ويُعزى حقيقةً قرابة 75% من التباين الكبير في غلة محصول القمح الحبية تحت نظم الزراعة الجافة إلى الاختلاف في معدلات الهطولات المطرية وطبيعة توزعها Rainfall distribution (Blum and Pnuel, 1990). ويمكن تبعاً لذلك أن تتعرض نباتات محصول القمح إلى نوعين من الإجهاد المائي، الإجهاد المائي المرحلي غير المتوقع Unpredictable intermittent stress، الذي يمكن أن يحدث خلال أي مرحلة من حياة المحصول، والإجهاد المائي النهائي الأكيد Predictable terminal stress. عموماً، يمكن أنْ يؤدي الجفاف المترافق مع الحرارة المرتفعة إلى تغيير توقيت Timing المراحل التطورية المختلفة، حيث يؤدي إلى تقصير طول مرحلة النمو الخضري، ما يؤدي إلى تراجع مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، ومعدل تصنيع المادة الجافة Dry matter accumulation، وتقصير طول مرحلة النمو الثمري Reproductive stage، ما يؤثر سلباً في طول فترة الإزهار Anthesis period، ونمو الحبة Grain growth period، وامتلاء الحبوب Grain filling period، فيتراجع كلٍ من عدد الحبوب المتشكلة، ومتوسط وزن الحبة الواحدة Individual grain weight، ومن ثمّ غلة المحصول الحبية (Slafer *et al*., 1996; Gifford *et al*., 1984). وتُعد تجارب مقارنة الغلة الحبية Yield trails لتقويم أداء السلالات المبشرة المتمخضة عن برنامج التربية ضمن مدى واسع من الظروف البيئية، أو المواقع والمواسم المتباينة بيئياً، مهمة جداً عند الرغبة للتربية والتحسين الوراثي لظروف الزراعة المطرية (Fernandez *et al*., 1989). وعادةً ما تُنفذ تجارب الكفاءة الإنتاجية ضمن بيئات متباينة Contrasting environments، كأنُ تنفذ تجارب تقويم أداء الطرز الوراثية لتحمل الإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة المطرية في المناطق التي تتسم بقلّة معدل الهطول المطري فيها، وأيضاً تحت ظروف الزراعة المروية، لمعرفة الطرز الأكثر تحملاً، من خلال تحديد نسبة الانخفاض في الغلة الحبية بالمقارنة مع ظروف الزراعة المناسبة. وقد اقترحت العديد من معايير الانتخاب Selection criteria لتقويم أداء الطرز الوراثية في البيئات المجهدة وغير المجهدة. فقد اقترح الباحثان Rosielle and Hanblin (1981) معيار

تحمل الإجهاد Stress tolerance (TOL)، الذي يُعبَّر عنه بمقدار الفرق في الغلة الحبية لطراز وراثي ما تحت ظروف الإجهاد (YS)، والغلة الحبية في المعاملة الشاهد (YP). ومفهوم متوسط الإنتاجية Mean productivity (MP) كمتوسط لغلة الطراز الوراثي في جميع المواقع البيئية المجهدة، بالمقارنة مع متوسط غلته في البيئات غير المجهدة. واقترح أيضاً الباحثان Fisher and Maurer (1978) معيار دليل الحساسية للإجهاد Stress Susceptibility Index (SSI). وبناءً على التقويم ضمن البيئات المتباينة، تمكّن الباحث Fernandez (1992) من تمييز المجموعات الأربع الآتية:

1- **المجموعة A**: وهي الطرز الوراثية التي تُبدي تفوقاً في الإنتاجية تحت كلٍ من الظروف المجهدة وغير المجهدة.

2- **المجموعة B**: وهي الطرز التي تبدي تفوقاً في الإنتاجية فقط في البيئات غير المجهدة.

3- **المجموعة C**: وهي الطرز التي تبدي تفوقاً نسبياً في الإنتاجية فقط في البيئات المجهدة ولا تستجيب لظروف الزراعة المناسبة (الري، والتسميد).

4- **المجموعة D**: وهي الطرز التي يكون أداؤها سيئاً تحت الظروف البيئية المجهدة وغير المجهدة.

عموماً، فإنّ معايير الانتخاب المثالية، هي تلك التي تُساعد في تمييز المجموعة A عن باقي المجموعات. وتبعاً لذلك، فقد اقترح الباحث Fernandez (1992) معيار دليل التحمل للإجهاد Stress Tolerance Index (STI)، الذي يمكن أن يُستعمل لتحديد الطرز الوراثية التي يمكن أن تتسم بكفاءة إنتاجية عالية تحت ظروف الزراعتين المروية (غير المجهدة مائياً)، والبعلية (المجهدة مائياً).

يُمكن أن تواجه النباتات الجفاف عن طريق الهروب Drought escape، والتجنب Drought avoidance، والتحمل Desiccation tolerance (Singh *et al*., 1997). وتُعد آلية الهروب من الجفاف مهمة جداً في تخفيف تأثير الإجهاد المائي في غلة المحصول الحبية، وخاصةً في البيئات التي يكون فيها موسم النمو قصيراً، وتتعرض النباتات خلال المراحل المتقدمة الحرجة إلى الإجهاد المائي (Turner, 1986).

تُعد صفة النمو الأولى القوي مهمة جداً لتحسين كفاءة النباتات في الاستفادة من المصادر المتاحة بكمياتٍ محدودة (الضوء، والمياه، والحرارة ... الخ). وتُساعد صفة النمو المبكر القوي لبادرات القمح في بيئات حوض البحر الأبيض المتوسط في تحسين كفاءة استعمال المياه

Water Use Efficiency (WUE)، نتيجة تغطية سطح التربة بشكلٍ مبكر، ومن ثمّ تقليل مساحة الأرض المكشوفة والمعرّضة بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، ما يؤدي إلى تقليل معدل فقد الماء بالتبخر المباشر من سطح التربة، والمحافظة على محتوى التربة المائي، الذي يمكن أن يُستعمل في عملية التبادل الغازي Gas exchange (Subbaroa *et al*., 1990). ويُساعد أيضاً النمو المبكر القوي للغطاء النباتي في تعظيم الاستفادة من مياه التربة المحدودة من قبل نباتات المحصول الاقتصادي، من خلال زيادة كفاءة نباتات المحصول الاقتصادي التنافسية، مقللةً بذلك من كمية المياه المستهلكة من قبل نباتات الأعشاب الضارة Weeds (Oudhia *et al*., 1998).

لم يكن التحسين الوراثي في غلَّة محصول القمح الحبية في البيئات الجافة يساوي التحسين الوراثي الحاصل ضمن الظروف البيئية الملائمة Favorable environments، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المروية. ويُعزى بطء عملية التحسين الوراثي في مناطق الزراعة المطرية إلى التباين الكبير في معدل الهطول المطري من موسمٍ زراعي لآخر، وعدم انتظام توزع الأمطار خلال الموسم الزراعي بما يتوافق ومراحل الطلب الأعظمي على المياه من قبل نباتات المحصول، وخاصةً المراحل المتقدمة الحرجة Advanced critical stages من حياة المحصول، الأمر الذي يؤدي إلى تباين غلة المحصول الحبية بشكلٍ كبير من سنةٍ لأخرى. ويؤدي عدم ثبات الغلة الحبية إلى صعوبة تحقيق تقدم وراثي Genetic advance كبير في برامج التربية، لأنّ التباين في الغلة ناتج عن التفاعل الكبير بين العوامل الوراثية والعوامل البيئية Genotype × environment interactions. وحريٌ بنا أن نعرف بأنَّ التحسين الوراثي الذي حصل في غلة محصول القمح الحبية كان نتيجة الانتخاب في البيئات المروية والمستقرة Predictable irrigated environments، وساعد ذلك في استنباط طرز وراثية اتسمت بالكفاءة التكيفية العالية، التي كانت تنجح في كل مكان من ظروف الزراعتين المروية (المناسبة)، والبعلية Rainfed environments. ويُعزى ذلك إلى حقيقة أنَّ التباين الوراثي في بعض الصفات المهمة المرتبطة بالغلة الحبية عادةً ما يكون أكبر تحت ظروف الزراعة المناسبة بالمقارنة مع ظروف الزراعة المطرية، الأمر الذي يُسهل عملية انتخاب الطرز التي تمتلك مثل تلك الصفات، مثل صفة دليل الحصاد Harvest index. ولكن هذا لا يعني عدم وجود العديد من الصفات الفسيولوجية المرتبطة بتحمل ظروف شح المياه مع المحافظة على كفاءة الطرز الوراثية الإنتاجية، التي تبدي تبايناً وراثياً كبيراً حتى في البيئات المجهدة مائياً. ولكن يُلاحظ لدى استعراض جميع برامج التربية والتحسين الوراثي على أسس فسيولوجية بأنَّ عملية تحقيق تقدم وراثي ملموس في غلة المحصول الحبية استناداً إلى عمليات

الانتخاب لبعض الصفات كانت مسألة معقدة وصعبة، وحالات الفشل فيها كانت أكثر من قصص النجاح. ويُعزى ذلك إلى العديد من الأسباب، أهمها: توجه الكثير من الجهود البحثية إلى الصفات غير المرتبطة وراثياً بتحسين الإنتاجية، والعمل على الصفات المعقدة Multigenic traits ذات قابلية التوريث المنخفضة Low heritability، أو الصفات التي لا يمكن قياسها بسهولة ويسر، وتحتاج عملية القياس إلى أجهزة كبيرة ومعقدة وغالية الثمن، أو التركيز على الصفات التي تعطي فكرة آنية (لحظة القياس) عن الاستجابة، أي الصفات التي لا تتسم بطبيعة تكاملية Integrated تُعبر عن سلوك النبات خلال فترة زمنية أطول من حياته، بالإضافة إلى إمكانية وجود علاقة ارتباط سلبية بين بعض الصفات التكيفية وغلة المحصول الحبية. ويمكن أيضاً أن تكون الصفات المنتخبة غير مناسبة إطلاقاً للمنطقة المستهدفة، فعلى سبيل المثال، في البيئات التي يمكن أن تتعرض فيها النباتات للجفاف خلال مرحلة البادرة والمراحل المتقدمة من حياة النبات، فلا يكفي الانتخاب للصفات المرتبطة بتحمل الجفاف فقط خلال مرحلة البادرة ما لم تكن تلك الصفات مرتبطة أيضاً بتحمل الجفاف الذي يمكن أن يحدث خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب. ويوجد سبب آخر لفشل التربية لتحسين غلة المحصول الحبية في العديد من البيئات الجافة، وهو أنَّ تراجع معدل الهطول المطري في مثل تلك البيئات يمكن ألاّ يكون العامل الرئيس المسؤول عن تدني غلة المحصول، فيمكن أن يكون ذلك نتيجة عوامل أخرى، مثل تدني خصوبة التربة، أو وجود بعض المسببات المرضية ذات الأصل الأرضي Soil borne diseases.

لقد تحسّن فهم الصفات الفسيولوجية والشكلية التي تُحدد الغلة الحبية تحت ظروف الجفاف خلال السنوات الأخيرة، الأمر الذي ساعد في فتح آفاق جديدة أمام عملية التربية والتحسين الوراثي لتحمل الجفاف مع المحافظة على طاقة المحصول الإنتاجية. وتُعد عملية تطوير الطرز الوراثية الأكثر تحملاً للجفاف من أكثر الوسائل فعّالية واقتصادية في تجاوز هذه المشكلة (Ashraf *et al.*,1992).

حقيقةً، يتوقف نجاح برامج التربية والتحسين الوراثي على تطوير تقانة غربلة فعّالة، وتحديد الصفات الفسيولوجية المفتاحية Key traits المرتبطة بتحسين إنتاجية محصول القمح في البيئات المجهدة مائياً (Araus,1996; Slafer *et al.*,1996)، إلاّ أنّه لا يزال هناك قصور في فهم الأسس الفسيولوجية المرتبطة بتحمل الجفاف، التي تسمح للنباتات في المحافظة على النمو والتطور والإنتاجية في البيئات المجهدة مائياً، كذلك تقتضي برامج التربية والتحسين الوراثي لغلة محصول القمح تحت ظروف الزراعة المطرية ضرورة تطوير منهجية عمل مناسبة، ومعايير انتخاب فعّالة، ومرتبطة وراثياً بتحمل ظروف العجز المائي Water deficit، مع

المحافظة على كفاءة الطرز الوراثية المزروعة الإنتاجية Production capacity، بما يضمن انتخاب الطرز الوراثية المبشرة Promising lines التي تتسم بالثباتية الوراثية العالية Stable genotypes، والمقدرة التكيفية العالية، والأداء الجيد المستقر ضمن البيئات المتباينة (Tambussi *et al*., 2005).

**أهداف البحث Objectives**

1- تطوير تقانة غربلة سريعة وفعّالة في سبر التباين الوراثي لتحمل الجفاف في طور البادرة الفتية، وتقويم أهمية التحريض في تحسين كفاءة البادرات لتحمل المستويات المميتة من الإجهاد الحلولي.

2- تقويم استجابة بعض طرز القمح السورية والليبية للإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة الحقلية استناداً إلى بعض الصفات الشكلية، والفسيولوجية، والبيوكيميائية، والكمية.

3- تقويم أهمية صفة المقدرة على استعادة النمو Recovery growth كمعيارٍ حيوي محدد لكفاءة الطرز الوراثية الإنتاجية في البيئات المجهدة مائياً.

4- تعريف معايير الانتخاب الفعّالة في تمييز الطرز الوراثية ذات المرونة البيئية الواسعة.

# الفصل الثاني

# الدراسة المرجعية

# *Review of Literature*

## الدراسة المرجعية Literature review

يُعد الجفاف الإجهاد اللاأحيائي الرئيس الذي يحد Limit من غلة محاصيل الحبوب Cereals، والعديد من المحاصيل الرئيسة الأخرى في بيئات حوض البحر الأبيض المتوسط، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المطرية (Acevedo *et al*., 1999; Araus, 2002). ويعرّف الجفاف بأنّه الفترة التي تؤثر فيها قلّة الرطوبة الأرضية سلباً في النمو الطبيعي للنباتات (Miralles *et al*., 2000). ويُعرف الجفاف الزراعي Agricultural drought بأنّه الفترة التي يقل فيها الهطول المطري بشكلٍ كافٍ لإحداث تأثير سلبي في معدل نمو النباتات وتطورها وإنتاجيتها (Roy *et al*., 2000). ويُعد نقص المياه العذبة Fresh water المتاحة السبب الرئيس لتدني إنتاجية النظم البيئية الزراعية، والأنواع المحصولية (Boyer, 1982). وعادةً ما يتأثر نمو النباتات وإنتاجيتها بشكلٍ كبير تحت ظروف العجز المائي. ويحدث العجز المائي Water deficit عندما يكون الجهد المائي Water potential ($\Psi_{Wo}$) في منطقة انتشار الجذور Rihizosphere سالباً بشكلٍ كافٍ لتقليل كمية المياه المتاحة دون المستوى اللازم لنمو النباتات وتطورها. ويُعد الجفاف من العوامل البيئية الرئيسة التي تُخفّض غلّة محصول القمح تحت ظروف الزراعة المطرية في المناطق الجافة وشبه الجافة (Boyer, 1982).

تعتمد التربية لتحمل الجفاف على الانتخاب لصفات مرتبطة مباشرةً بالغلة الحبية Grain Yield، لأنَّ الغلة الحبية صفة وراثية معقدة Multigenic trait، وهي حصيلة العديد من العمليات الحيوية والبيوكيميائية داخل الخلية النباتية، ولا تزال المورثات المسؤولة عن الكثير من هذه العمليات غير معروفة، لذلك لا بدّ من تجزئة الغلة الحبية إلى مكوناتها البسيطة، وتحديد المؤشرات المرتبطة وراثياً بالغلة الحبية وتحمل الجفاف، لأنَّ عملية توريث الجزء أيسر من الكل (الشحاذة العودة، 2005). بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تكون هذه المؤشرات سريعة القياس، ولا تحتاج إلى أجهزة معقدة، وذات طبيعة تكاملية، وقابلية توريث عالية جداً High heritability، حتى تسهل عملية نقلها من الآباء إلى النسل الناتج (Ceccarelli and Grando, 2002). وعادةً ما تتبع طريقتين مختلفتين في التربية لتحمل الأنواع المحصولية للجفاف، تتمثل الأولى بالانتخاب Selection تحت ظروف النمو المثلى، وتعتمد هذه الطريقة على الفرضية القائلة: بأنَّ الطرز المتفوقة في البيئات المثلى عادةً ما تكون ذات طاقة إنتاجية أعلى في البيئات المجهدة. وتتمثل الطريقة الثانية في الانتخاب المباشر في البيئة المجهدة المستهدفة. ويمكن أنْ يأخذ ذلك أحد الشكلين: الأول هو الانتخاب للصفات الفسيولوجية والتطورية Physiological and developmental traits، وتدعى بالتربية التحليلية Analytical breeding، والثاني هو الانتخاب المباشر للغلة الحبية Grain yield

وتسمى بالتربية التطبيقيـــة أو البراغماتيـــة Empirical or Pragmatic breeding. ولكـــن للأسف، فقد فشلت الطريقة الأولى في إعطاء نتائج مقنعة. عموماً، حتى يكون الانتخاب لتحمـــل الإجهاد المائي مع المحافظة على كفاءة المحصول الإنتاجية ناجحاً في محصول القمح، لا بدَّ من تحديد الصفات المفتاحية (المهمة)، المرتبطة وراثياً بتحمل الجفاف وإعطاء غلة حبية نسبياً أعلى تحت ظروف الجفاف.

بيَّنت العديد من الدراسات بأنَّ أهم الصفات الشكلية والفيزيولوجية المرتبطة بزيادة غلة محصول القمح تحت ظروف الجفاف، هي طبيعة النمو Growth habit، والنمو الأولي المبكر القوي Early growth vigor، والباكوريـــة Earliness، وارتفـــاع النبـــات Plant height، وحامل السنبلة الطويـــل Long peduncle، وســـلامة الأغشـــية الحيويـــة Cytoplasmic Membrane Stability (CMS)، والترسبات الشـــمعية علـــى الأوراق Leaf waxiness، بالإضافة إلى القدرة على تشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب Deep and well-branched root system (Ceccarelli and Grando, 2002). عموماً، تتمثل التحديات الكبيـــرة التـــي تواجه مربي النبات في سبيل تطوير طرز وراثية من القمح ذات مقدرة تكيفية عريضة (واسعة) Wide adaptability في تداخل إجهاد الجفاف مع الإجهادات اللاأحيائية Abiotic stresses الأخرى، مثل الحرارة المرتفعـــة Heat stress، والإجهـــادات الأحيائيـــة Biotic stresses (الأمراض، والحشرات) (Cooper *et al*., 1987). بالإضافة إلى التأثير الكبير لتفاعل العامل البيئي مع العامل الـــوراثي Genotype by Environment interaction (G×E). ويمكـــن تجاوز مثل هذه العقبة بالانتخاب لمنطقة بيئية محددة، وتعميق درجة التحمل بما يتناسب فقط مع شدة الإجهاد في البيئة المستهدفة، لتقليل قوة الارتباط السلبي بين التحمل وتراجع الإنتاجية.

يُعد الإجهاد البيئي غير المميت بمنزلة أداة تحريض تستفز برنامج الدفاع الوراثي الكامن في مادة النبات الوراثية لدفعه لتصنيع مواد جديدة كوسائل دفاعية يستعملها النبات في مقاومـــة الظرف البيئي غير المناسب إلى حين انقضائه (AL-Ouda,1999).

تواجه النباتات عادةً تحت الظروف الحقلية مزيجاً من الإجهـــادات اللاأحيائيـــة، مثـــل الجفاف والحرارة المرتفعة. والسؤال الذي يطرح نفسه، هل تستجيب النباتات بالطريقة نفســـها إزاء الإجهادات البيئية المختلفة، وهل هناك خطوط دفاع عامة تتفعل بجميع الإجهادات، وأخرى خاصة؟ لا يزال هذا الطرح موضع جدل، ولكن يوجد دليلان يقترحان إمكانية وجود آلية تحمل عامة، الأول الوقاية المتصالبة المشاهدة Cross protection، أي أنّ النباتات المعرّضـــة إلـــى مستوى غير مميت(محرض) من إجهاد ما تبدي تحملاً عندما تتعرض لمستوى مميت من إجهاد

بيئي أخر مختلف تماماً عن الأول(Ganesh Kumar,1999). والدليل الثاني، هو التشابه في آلية نقل الإشارات الكيميائية في مخططات نقل التنبيه Signal transduction pathways في الإجهادات البيئية المختلفة (Reynolds *et al.*,2000; Mangini *et al.*, 2005 ).

لا تتعرض النباتات عادةً مباشرةً إلى مستوى مميت من الإجهاد البيئي، وإنما تتعرض أولاً لمستوى غير مميت Sub-lethal من الإجهاد البيئي، وإذا ما استمر الظرف البيئي المتطرف (جفاف، حرارة مرتفعة، ملوحة)، فقد يواجه النبات مستوىً مميتاً من الإجهاد البيئي. ويعد تعرّض النباتات لمستوى غير مميت(محرّض) من الإجهاد البيئي نتيجة التدهور التدريجي في ظروف النمو البيئية مفردةً أو مجتمعةً بمثابة إشارة تحذير Warning signal تُنبّه النبات إلى ضرورة تهيئة وسائله الدفاعية بشكلٍ جيد حتى يتمكن من تحمل المستوى المميت Lethal level من الإجهاد(جنود،2008 ؛ الشيخ علي، 2006). وبيّنت العديد من البحوث السابقة، إلى أنّ الإجهاد المحرّض عادةً ما يغير التعبير الوراثي Gene expression، ويمنح النباتات مقدرةً أكبر على تحمل ظروف الحرارة المرتفعة.

عادةً عندما تتلقي كل الطرز الوراثية إشارة التحذير نفسها بالمستوى المحرض أو غير المميت من الإجهاد البيئي، فالطرز الوراثية الأقدر على حشد كمية أكبر من الوسائل الدفاعية (تصنيع ذائبات عضوية، بروتينات دفاعية ...الخ) ستكون أقدر على البقاء على قيد الحياة عند مواجهة المستوى المميت من الإجهاد، وأكثر كفاءة في استعادة نموها إذا مازال الظرف البيئي غير المناسب (العودة وزملاؤه، 2005). وحتى يكون أسلوب الغربلة وتقييم التباين الوراثي ناجحاً، لابد وأن يحاكي الطبيعة، أي يتضمن مستوىً مُحرّضاً(غير مميت) لفترةٍ زمنيةٍ كافية لدفع النبات لتهيئة وسائله الدفاعية بالشكل الأمثل، ومستوى مميتاً، وأيضاً فترة لاستعادة النمو، تُترك خلالها النباتات في ظروف نمو مثالية، ويسمح لها باستعادة نموها(الجنعير، 2009).

نُفذت تجربة مخبريه لتقويم استجابة عشرة سلالات من سلالات أكساد من القمح الطري والقاسي لتحمل الإجهاد الملحي في طور البادرة الفتية باستعمال تقانة الاستجابة للتحريض الملحي، ودراسة تأثير طبيعة التحريض في تحمل البادرات المحرّضة للمستويات المميتة من الإجهادات اللاأحيائية (الملوحة، والجفاف). بيّنت نتائج الدراسة أنّ تقانة الغربلة المُطبّقة كانت فعّالة وسريعة في كشف التباين الوراثي لاستجابة السلالات المدروسة لتحمل الإجهاد الملحي. وكان للتحريض دوراً مهماً في تحسين تحمل البادرات للمستويات المميتة من الإجهاد الملحي. ولوحظ وجود تباين وراثي معنوي لتحمل الملوحة بين الأنواع والسلالات المدروسة. وتفوقت جميع سلالات أكساد من القمح الطري والقاسي على الشواهد المحلية المعتمدة (شام$_3$ ، وشام$_6$).

وكانت سلالات القمح القاسي معنوياً أكثر تحملاً للملوحة من سلالات القمح الطري في طور البادرة الفتية، كما لوحظ وجود فروقات معنوية في طبيعة التحريض(ملحي، أم حلولي)، ونوع التحريض (متماثل، أم متباين)(الشحاذة العودة، 2007). وتبين أنّ لهذه القدرة على التكيف المتصالب تطبيقات عملية مهمة في النبات، وتسمح بالتحري عن العلاقات الجزيئية البيوكيميائية بين الإجهادات البيئية المتنوعة. ولوحظ أنّ الطرز الوراثية Genotypes ذات المقدرة الوراثية الكامنة الأكبر على تصنيع الوسائل الدفاعية المختلفة (البروتينات الدفاعية مثل LEA، ذائبات عضوية، وأحماض أمينية حرة، وخاصةً البرولين، والأميدات)، ستكون أكثر كفاءة في ضمان سلامة وحياة عدد أكبر من خلاياها، وستتمكن مثل هذه الطرز من استعادة النمو بوتيرةٍ أكبر بعد زوال العامل البيئي المحدد للنمو. ويمكن بناءً على ذلك تحديد درجة تحملها أو حساسيتها للإجهاد المدروس(AL-Ouda, 1999; Ganesh Kumar *et al.*, 1999). وفي دراسةٍ لسبر التباين الوراثي لاستجابة عشرين طرازٍ وراثي من القمح للإجهاد الحلولي باستعمال سكر البولي إيثلين جلايكول(PEG-6000)، وذلك باعتماد تقانة غربلة مخبريه، سريعة وفعّالة. فقد بيّنت نتائج الدراسة أنّ المعاملة الحلولية (-0.4 Mpa) كانت بمنزلة المستوى المحرض الأمثل، في حين كانت المعاملة الحلولية (-1.5 Mpa) بمثابة المستوى المميت الأمثل. ولوحظ وجود فروقات معنوية في استجابة طرز القمح للإجهاد الحلولي، حيث أبدت الطرز المتحملة للإجهاد الحلولي، مثل حماري أحمر، وحوراني نووي، وسيناتور كابيللي، وجورجيت، وحوراني أيوبية تراجعاً أقل في معدل النمو خلال فترة الإجهاد المائي، ومقدرة أكبر على استعادة النمو في نهاية فترة استعادة النمو بالمقارنة مع الطرز الحساسة للإجهاد الحلولي، مثل بلدية حمراء، ونابل الجمل، وشيحاني، وحوراني عادي، وحوراني منتخب. ولوحظ أيضاً أنّ البادرات المحرّضة قد أبدت مقدرة أكبر على استعادة النمو بالمقارنة مع البادرات غير المحرّضة. وكانت مقدرة الطرز المتحملة للإجهاد المائي في استعادة النمو أكبر من الطرز الحساسة، ما يشير إلى أهمية التحريض Induction stress لتحسين تحمل النباتات لمستوياتٍ مميتة من الإجهاد اللاأحيائي (العودة وزملاؤه، 2005).

وتبين في دراسةٍ أخرى، أنّه كلما زاد طول الفاصل الزمني بين نهاية التحريض وبداية المستوى المميت من إجهاد ما، تراجعت مقدرة البادرات على استعادة النمو، متمثلاً ذلك بزيادة نسبة الانخفاض في طول الجذور( العودة وزملاؤه، 2009). وتفسر زيادة نسبة الانخفاض في طول الجذور نتيجة زيادة طول الفاصل الزمني على أساس تحلل البروتينات الدفاعية، أو تراجع معدل تصنيعها، حيث تعمد البادرات عند وضعها في الماء المقطر بعد التحريض إلى الانتقال إلى تصنيع بروتينات النمو الطبيعية بدلاً من تصنيع البروتينات الدفاعية Stress responsive

proteins (LEA، بروتينات الصدمة الحرارية HSP's...الخ)، على أساس أنّ العامل البيئي غير المناسب المحدد للنمو (الجفاف) قد زال، كما أنّ البروتينات الدفاعية تضمحل تماماً ويزول تأثيرها الوقائي بعد 6 ساعات (العودة وزملاؤه، 2006). وفي دراسة لتقويم أداء أربعة وعشرين طرازاً وراثياً من القمح، لسبر التباين الوراثي لتحمل الإجهاد المائي في طور البادرة الفتية (بعمر ثلاثة أيام)، وذلك من خلال تطبيق تقانة غربلة مخبرية، اعتماداً على مبدأ تقانة الاستجابة للتحريض الحلولي Osmotic Induction Response (OIR)، التي تضمنت كلاً من المستوي المميت الأمثل(-1.5 Mpa )، والمستوى المُحرّض الأمثل (-0.3 Mpa )، التي حُضّرت باستعمال سكر البولي إيثلين جلايكول .،(PEG-6000)، حيث صُنّفت طرز القمح المدروسة فيها استناداً إلى استجابتها للإجهاد الحلولي في طور البادرة الفتية إلى أربع مجموعات:

1- الطرز عالية التحمل للإجهاد الحلولي، مثل حوراني منتخب، وكشك، وحوراني، وصوراني-A، ورزي، وشيخاني، وشهباء (وهي الطرز التي أبدت أعلى نمو مطلق في طول الجذور والبادرات، وأدنى نسبة انخفاض في هذين المؤشرين بالمقارنة مع الشاهد).
2- الطرز عالية الحساسية للإجهاد الحلولي، مثل جورجيت، ومسكلاوي، وقوقو، وفرعوني-C، وحوراني، وكحلاء هدباء (وهي الطرز التي أظهرت أدنى نمو مطلق في طول الجذور والبادرات، وأعلى نسبة انخفاض في هاتين الصفتين بالمقارنة مع الشاهد).
3- الطرز متوسطة التحمل إلى متحملة للإجهاد الحلولي، مثل صبوهل، وفرعوني-B.
4- الطرز متوسطة الحساسية إلى حساسة للإجهاد الحلولي، مثل سيناتور كابيللي، وفرعوني-A، وجودا، وحماري عادي، وأقباش (جنود، 2008).

وفي دراسةٍ مخبريةٍ بهدف تطوير تقانة غربلة مخبرية سريعة وفعّالة في سبر التباين الوراثي لاستجابة بعض أصناف الشعير المحلية (عربي أسود، عربي أبيض، فرات$_3$، أكساد$_{1468}$، عربي محسّن) للإجهاد الحلولي باستعمال سكر البولي إثيلين جلايكول (PEG-6000) خلال مرحلة البادرة، وتقويم أهمية التعريض المسبق لمستوياتٍ غير مميتة (محرضة) من الإجهاد الحلولي في تحسين مقدرة البادرات على تحمل المستويات المميتة من الإجهاد نفسه، فضلاً عن دراسة تأثير طبيعة التحريض (ملحي/حلولي) في استجابة البادرات المحرّضة للمستوى المميت من الإجهاد الحلولي. أظهرت نتائج الدراسة وجود فروقات معنوية في استجابة أصناف الشعير المدروسة للإجهاد الحلولي. وكانت مقدرة صنف الشعير عربي أبيض على تحمل الملوحة أكبر، إذ أبدت أقل نسبة انخفاض في طول الجذور والبادرات

بالمقارنة مع بعض الأصناف، في حين كانت نسبة الانخفاض في تلك المؤشرات أعلى في صنف الشعير عربي أسود بالمقارنة مع بقية الأصناف. وبصفةٍ عامة، ساعد التحريض في زيادة مقدرة بادرات الشعير على تحمل المستويات المميتة من الإجهاد الحلولي، وكانت المقدرة على استعادة النمو أفضل في صنف الشعير الأبيض بالمقارنة مع باقي الأصناف، في حين أثّرت طبيعة التحريض معنوياً في استجابة بادرات الشعير المحرّضة للمستوى المميت من الإجهاد الحلولي(-1.6 Mpa)، حيث أبدت البادرات المحرّضة ملحياً مقدرة أكبر على استعادة النمو بعد مرورها بالمستوى المميت الحلولي بالمقارنة مع البادرات المحرّضة حلولياً Osmotically induced (العودة وزملاؤه، 2006).

**أولاً - تأثير الإجهاد المائي في الصفات الشكلية**

**1 – 1- ارتفاع النبات Plant height (Ph)**: تُعد صفة ارتفاع النبات من الصفات المهمة في القمح تحت ظروف الإجهاد المائي. وتأتي أهمية هذه الصفة في عمليات التربية لتحسين أصناف القمح التي ينخفض فيها طول النبات تحت ظروف الإجهاد المائي، ما يجعل عملية الحصاد الآلي صعبة أو مستحيلة (Grando *et al*., 2001)، بالإضافة إلى اهتمام المزارعين في الحصول على غلة عالية من التبن Hay إلى جانب الغلة الحبية. لذا يستوجب أخذ هذه الصفة بعين الاعتبار عند الانتخاب لطرز وراثية عالية الإنتاج من القمح تحت ظروف الإجهاد المائي. وقد وجد الباحثان(Singh and Chaudhary, 2006) علاقة ارتباط موجبة في القمح الطري Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) بين ارتفاع النبات والغلة الحبية، وأشارا إلى أنّ أعلى قدرة توريث كانت لصفة طول النبات. وتُعد زيادة طول النبات في القمح الطري من الصفات المهمة لزيادة الغلة الحبية تحت ظروف الجفاف في منطقة دول حوض المتوسط (Ortiz-Ferrara *et al*., 1991). ولكن في دراسة لمجموعتين من الطرز الوراثية للقمح القاسي في منطقة حوض المتوسط، إحداها تمّ تطويرها من أجل البيئات شبه الرطبة والأخرى للبيئات الجافة التي زرعت في اسبانيا في منطقتين إحداهما زراعة مروية والثانية بعلية، بهدف تحديد الصفات التطورية والصفات المرتبطة بالتركيب الضوئي Photosynthesis، لوحظ وجود علاقة ارتباط سلبية بين الغلة الحبية وزيادة ارتفاع النبات(Villegas *et al*., 2000). وفي دراسة أجريت خلال موسمين زراعيين متتاليين، بهدف تقويم أداء أربعة وعشرون طرازاً وراثياً من القمح تحت ظروف الزراعة البعلية، وجد أنّ الزراعة الجافة سببت تراجعاً معنوياً في متوسط طول النبات، ومتوسط طول حامل السنبلة Peduncle، وكان متوسط طول النبات وحامل السنبلة الأدنى معنوياً لدى الطرازين حوراني أيوبية، وقوقو(53.78، 9.28; 56.12، 10.78 سم للموسمين الزراعيين على التوالي)، في حين كانت هاتين الصفتين الأعلى معنوياً

لدى الطرز سيناتور كابيللي، وحوراني، وفرعوني-B(72.05، 23.07 ؛ 71.0، 20.42 ؛ 69.02، 19.08 سم للموسمين الزراعيين على التوالي)(جنود، 2008؛ متوج، 2008؛ مصطفى، 2009).

وأظهرت دراسة أجريت على تسعة أصناف وسلالات من القمح الطري والقاسي في ثلاثة مواقع بيئية متباينة في درجات الحرارة، ومعدل الهطول المطري السنوي في محافظة الحسكة السورية، انخفاضاً في متوسط طول الساق، وطول السلامية الطرفية لدى جميع طرز القمح المدروسة، وفي جميع المواقع ضمن ظروف الزراعة البعلية بالمقارنة مع ظروف الزراعة المروية، حيث بيّنت الدراسة أنّ صنف القمح القاسي حماري كان معنوياً أكبر في صفة طول النبات (84.50 سم متوسط جميع المواقع) بالمقارنة مع جميع الطرز الوراثية المدروسة الأخرى، في حين كان متوسط طول النبات الأدنى معنوياً لدى صنفي القمح الطري شام4، وشام6 (61.06، 62.06 سم على التوالي). وتبين بشكلٍ عام، أنّ متوسط طول النباتات لدى جميع أصناف وسلالات القمح القاسي كان معنوياً أكبر بالمقارنة مع طول نباتات أصناف القمح الطري. وقد أبدت الطرز الوراثية المدروسة تبايناً وراثياً معنوياً في طول حامل السنبلة، وكان متوسط طول حامل السنبلة معنوياً أكبر في طرز القمح القاسي حوراني، وحماري، وناب الجمل بالمقارنة مع باقي الطرز الوراثية عند جميع المواقع المدروسة، وبدون فروقات معنوية بينها، في حين أبدى صنف القمح الطري شام4 معنوياً أدنى متوسط لطول حامل السنبلة(29.50 سم) (علي، 2006).

وفي دراسةٍ لتقويم أداء بعض التراكيب الوراثية من الشعير Barley تحت ظروف الزراعة البعلية، في منطقتين متباينتين بيئياً في معدلات الهطول المطري ومتوسط درجات الحرارة، لوحظ أنّ متوسط ارتفاع النبات، ومتوسط طول حامل السنبلة كانا الأعلى معنوياً لدى الأصول البرية، في حين كانا الأدنى معنوياً لدى نباتات السلالات المحلية والأصناف المزروعة، حيث كان متوسط طول السلامية الطرفية الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف أكساد1420، والسلالات المحلية السويداء1، والسويداء3، والسويداء2، والأصل البري درعا1(التمو، 2007).

وفي دراسة حقلية نُفذت في محطة بحوث إزرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، خلال الموسم الزراعي 2008-2009، لتقييم استجابة سلالات أكساد من القمح الطري (19 سلالة مبشرة)، بالإضافة إلى الشاهد المحلي (شام6) لظروف الإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة المطرية. لوحظ أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية أكساد1139، وأكساد1135، وأكساد1159 وأكساد1149، وأكساد1131،

وأكساد901 (الشاهد المحسّن دوما4)، وأكساد1151، وأكساد1163 وأكساد1123، وأكساد1103، وأكساد1161، وأكساد1153 (63.33، 61.33، 60.33، 59.33، 59.00 57.67، 57.33، 57.00، 57.00، 57.00 56.67 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية أكساد1147 وأكساد1115، والشاهد المحلي (شام6)، وأكساد1097 وأكساد1133 (47.00، 52.67، 53.00، 54.00 54.00 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. وسبب الجفاف تراجعاً معنوياً في متوسط ارتفاع النبات بالمقارنة مع الشاهد المروي. ولوحظ جود علاقة ارتباط سلبية ومعنوية بين صفة الغلة الحبية وارتفاع النبات (*0.51- = r)، أي تؤثر زيادة طول النبات سلباً في غلة المحصول الحبية تحت نظم الزراعة المطرية Rain-fed conditions، لأنّ زيادة ارتفاع النبات تؤدي إلى استهلاك كمياتٍ أكبر من المادة الجافة Dry matter المتاحة بكمياتٍ محدودة في تشكيل نموات خضرية زائدة، الأمر الذي يؤثر سلباً في كمية نواتج التمثيل الضوئي المسخرة لمرحلة النمو الثمري، ما يؤثر سلباً في عدد الزهيرات الخصبة المتشكلة، ومن ثمّ عدد الحبوب في السنبلة/النبات، بالإضافة إلى تراجع معدل نمو الحبة الواحدة Grain growth rate، ما يؤثر سلباً في حجم المصب Sink size ومن ثمّ قوة المصب Sink strength، أي كفاءة الحبة التخزينية، بسبب تراجع عدد خلايا الاندوسبرم وحجمها، ما يؤثر سلباً في درجة امتلاء الحبة، ومتوسط وزن الحبة الواحدة، الأمر الذي يؤدي إلى تراجع غلة المحصول الحبية (محمود، 2009).

**1 – 2- طول حامل السنبلة Peduncle Length (PL)**: يُعد طول حامل السنبلة من الصفات الشكلية المهمة، حيث وجد في بعض الدراسات أنّ طول حامل السنبلة يرتبط بشكلٍ موجب بالغلة الحبية العالية تحت ظروف الإجهاد المائي (Nachit and Eloufi, 2004). وبيّنت دراسة أجريت لدراسة تأثير الإجهاد المائي خلال مراحل مختلفة من حياة نبات محصول القمح، أنّ متوسط طول حامل السنبلة كان الأعلى معنوياً عندما تعرّضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة النمو الأولي فقط، ثمّ تراجع بشكلٍ عام عند تعريض النباتات للإجهاد المائي خلال المراحل المتقدمة من النمو، وخاصةً عند التعرض للإجهاد خلال مرحلة التسنبل والإزهار(العودة وزملاؤه، 2008). وهذا يتوافق مع ما وجده Briggs and Aytenfisu, (1980)، حيث بينا وجود علاقة ارتباط موجبة بين قصر حامل السنبلة والغلة الحبية العالية. عموماً، يؤدي تقصير طول حامل السنبلة تحت ظروف الإجهاد المائي إلى زيادة غلة محصول القمح الحبية، حيث يُساعد ذلك في تسخير جزءٍ أكبر من نواتج التمثيل الضوئي لنمو السنابل وتطورها، نتيجة تزامن تشكل كلٍ من الورقة العلمية Flag leaf، واستطالة السلامية الطرفية (حامل السنبلة)، وتشكل الزهيرات وتطورها خلال المرحلة التي تسبق الإزهار بنحو 20 – 30

يوماً (الشحاذة العودة، 2005). وبينت دراسة أجريت على 114 سلالة من عشيرة القمح القاسي (أم الربيع× بليخ2)، التي أكدت على أهمية زيادة طول حامل السنبلة كأحد معايير الانتخاب من أجل تحسين الغلة الحبية تحت ظروف الجفاف (Dura, 2009). وهذا يتوافق مع دراسة أجريت على محصول القمح، التي أكدت على وجود علاقة ارتباط معنوي وموجب بين الغلة الحبية وكلاً من طول حامل السنبلة، وطول السفا، ولون الورقة في مرحلة امتلاء الحبوب تحت ظروف الجفاف (مصطفى، 2010).

وجد في دراسةٍ أخرى أنّ الانتخاب لصفة طول حامل السنبلة وصفة طول النبات تحت ظروف الجفاف، كان لهما تأثيراً إيجابياً في عزل تراكيب وراثية من القمح القاسي أكثر تحملاً للجفاف. وأكدت الدراسة على وجود علاقة ارتباط موجبة بين زياد طول حامل السنبلة والغلة الحبية (Nachit and Jarah,1982).

وفي دراسة لتقييم استجابة سلالات أكساد من القمح الطري (19 سلالة مبشرة)، بالإضافة إلى الشاهد المحلي (شام6) لظروف الإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة المطرية. لوحظ أنّ متوسط طول حامل السنبلة كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية أكساد1159 وأكساد1139، والشاهد المحسّن (أكساد901 – دوما4)، والشاهد المحلي (شام6)، وأكساد1161 (22.67 22.33، 21.00، 19.67، 19.50 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى السلالات أكساد1157، وأكساد1163 وأكساد1155، وأكساد1151، وأكساد1133 وأكساد1131، وأكساد1103 (14.83، 15.00، 15.83 15.83، 15.83، 18.50 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. ولوحظ أيضاً وجود علاقة ارتباط سلبية ومعنوية بين غلة محصول القمح الطري الحبية ومتوسط طول حامل السنبلة (السلامية الطرفية) (r = -0.62*)، ما يشير إلى أنّ زيادة طول حامل السنبلة يتعارض مع زيادة كفاءة المحصول الإنتاجية تحت ظروف الزراعة المطرية. ويعزى ذلك إلى تزامن تشكل حامل السنبلة واستطالة الورقة العلمية، وتشكل السنابل وتطورها في القمح، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة حدة المنافسة على نواتج التمثيل الضوئي المتوافرة بكمياتٍ قليلة بين هذه المكونات الثلاثة، وخاصةً خلال مرحلة الطلب الأعظمي على نواتج التمثيل الضوئي (20- 30 يوماً قبل الإزهار)، حيث سيؤدي زيادة معدل نمو السلامية الطرفية إلى تقليل كمية المادة الجافة المتاحة لتطور الزهيرات المتشكلة، فتزداد نسبة الزهيرات العقيمة Sterile والمجهضة Aborted florets، ويؤثر ذلك سلباً في كمية نواتج التمثيل الضوئي Photo-assimilates المتاحة لاستطالة الورقة العلمية، ما يؤثر سلباً في مساحة الورقة العلمية المهمة جداً في مدّ Providing الحبوب بنسبة كبيرة من نواتج التمثيل الضوئي، لأنّها الورقة الوحيدة التي تبقى خضراء وفعّالة في عملية التمثيل

الضوئي، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المطرية (الشحاذة العودة، 2005)، ما يؤثر سلباً في درجة امتلاء الحبوب، ومن ثمّ متوسط وزن الحبة الواحدة، أو الألف حبة، ومن ثمّ غلة المحصول الحبية، لأنّ كلاً من صفتي متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة، ومتوسط وزن الحبة الواحدة من أهم مكونات غلة محصول القمح الحبية العددية Numerical yield components (Gifford *et al.*, 1984؛ محمود، 2009).

**1 – 3- مساحة الورقة العلمية Flag Leaf Area (FLA)**: تتحدد درجة امتلاء الحبوب بكمية نواتج التمثيل الضوئي المصنَّعة خلال فترة امتلاء الحبوب Grain filling stage، حيث تُسهم نواتج التمثيل الضوئي المصنَّعة خلال تلك الفترة بنحو 70- 90% من وزن الحبوب الجاف (Austin *et al.*, 1977) . وتحت ظروف النمو الطبيعية، يأتي نحو نصف نواتج التمثيل الضوئي من الورقة العلمية Flag leaf، في حين يأتي الباقي من أجزاء السنبلة الخضراء، وغمد الورقة، والسفا، والورقة مادون الورقة العلمية (Rawson *et al.*, 1983). وتبعاً لذلك، يتوقف معدل نمو الحبة أو طول فترة نموها Grain growth period وامتلائها على كمية المادة الجافة المصنَّعة في الورقة العلمية خلال فترة امتلاء الحبوب. وتؤدي زيادة معدل التمثيل الضوئي في الورقة العلمية خلال مرحلة امتلاء الحبوب إلى ازدياد درجة امتلاء الحبوب، وخاصةً خلال المراحل المتقدمة من فترة امتلاء الحبوب، بسبب شيخوخة باقي الأوراق، وتراجع كفاءتها التمثيلية (Frederick and Camberato, 1994).

يُثبط الإجهاد المائي خلال المراحل الأخيرة من حياة النبات عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis، وتصبح تبعاً لذلك نواتج التمثيل الضوئي المخزونة في الساق والأوراق مهمة جداً في تحديد وزن الحبوب والغلة الحبية النهائية، حيث يعتمد امتلاء الحبوب بشكلٍ كبير على نقل Remobilization المدخرات الغذائية المخزونة في أحد أجزاء المصدر المختلفة، وتتحدد تبعاً لذلك درجة امتلاء الحبوب، ومن ثمّ متوسط وزن الحبة الواحدة بكمية المياه المتاحة خلال مرحلة امتلاء الحبوب، لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج التمثيل الضوئي من المصدر Source إلى المصب Sink، أو تتحدد بكمية المادة الجافة المخزونة في الساق (سماكة الساق)، لأنّ عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من الساق إلى الحبوب من أقل العمليات حساسيةً للإجهاد المائي بالمقارنة مع عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من الأوراق إلى الحبوب، التي تتأثر بشكلٍ كبير بإتاحة المياه (Austin *et al.*, 1980).

**1 – 4- المساحة الورقية Leaf Area (LA)**: بيَّنت نتائج البحوث وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين المساحة الورقية Leaf Area (LA)، وكفاءة النبات التمثيلية

Assimilation rate (´A`). وتوجد علاقة ارتباط خطية بين كل مؤشرات المساحة الورقية المقاسة وعدد الحبوب في المتر المربع، حيث أدى تظليل الأوراق خلال مرحلة تطور السنيبلات Spikelets إلى تشكل عدد أقل من الزهيرات الخصبة Fertile florets، ومن ثمَّ عدد قليل من الحبوب في السنبلة (Stockman *et al*., 1983). ويعد تثبيط نمو الأوراق أحد الاستجابات الرئيسة على مستوى النبات الكامل تحت ظروف الإجهاد المائي المتوسط الشدة. وبما أنَّ النمو هو انقسام واستطالة غير عكوسة للخلايا النباتية، فعادةً ما ينجم تثبيط النمو بتأثير الجفاف من تثبيط استطالة خلايا الأوراق نتيجة تراجع جهد الامتلاء، الذي يُعد بمنزلة القوة التي تدفع جدر الخلايا النباتية على التمدد Expansion، ويسبب الجفاف الشديد أيضاً تراجعاً في معدل انقسام الخلايا النباتية Cell division، وتشكيل خلايا نباتية جديدة، ما يُسهم بشكلٍ أكبر في تثبيط نمو الأوراق (Dale, 1988; Lecoeur *et al*., 1995; Silk, 1992; Durand *et al*., 1995). ويعد توقف نمو الأوراق تحت ظروف شح المياه من الاستجابات التكيفية Adaptive responses التي تُقلل من مساحة المسطح الأخضر المعرَّض بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، ما يقلل من معدل فقد الماء بالنتح Transpiration (T)، ويساعد في المحافظة على محتوى التربة المائي لفترةٍ زمنيةٍ أطول ومن ثمّ يُمَكِّنْ النبات من إتمام دورة حياته (Blum, 1988; Passioura *et al*., 1993). ويعد تقليص حجم المسطح الورقي الأخضر تحت ظروف الجفاف بمنزلة خط الدفاع المورفولوجي الأول، ولكن يؤدي بالمقابل تراجع استطالة الأوراق إلى انخفاض حجم المسطح الورقي الأخضر الفعَّال في عملية التمثيل الضوئي، ما يؤدي إلى تراجع كمية الطاقة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي الممتصة Intercepted light energy (I)، ومن ثمّ كفاءة النبات التمثيلية، وغلة المحصول الحبية (Blum, 1988; Neumann, 1995, 1997).

في دراسة لتقييم استجابة سلالات أكساد من القمح الطري (19 سلالة مبشرة)، بالإضافة إلى الشاهد المحلي (شام$_6$) لظروف الإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة المطرية. لوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة الغلة الحبية ودليل المساحة الورقية (*0.65 = r)، ما يشير إلى أهمية المحافظة على استطالة خلايا الأوراق تحت ظروف الإجهاد المائي لزيادة غلة المحصول الحبية، وذلك حتى حدٍّ معين يتناسب مع محتوى التربة المائي وكفاءة النبات في استعمال المياه، وحجم المصب، لأنّ تقليص مساحة الأوراق المتشكلة في النبات/وحدة المساحة يُعد من الآليات التكيفية المهمة Adaptive mechanisms المرتبطة بالحد من فقد الماء بالنتح Transpiration، والمحافظة على محتوى التربة المائي، من خلال تقليل مساحة المسطح الورقي المعرّض بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس. ويساعد بالمقابل المحافظة على الحد الأدنى

الأمثل من المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي في زيادة كمية الطاقة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي الممتصة، ومن ثمّ معدل تصنيع المادة الجافة وتراكمها (محمود، 2009).

**ثانياً - تأثير الإجهاد المائي في الصفات الفسيولوجية والبيوكيميائية**

**2 – 1- قوة النمو الأولي للبادرات Seedling early vigor**: تُعبر قوة النمو الأولي عن مقدرة الحبوب الكامنة والسريعة على الإنبات والتطور إلى بادرات طبيعية ضمن مدىً واسع من الظروف الحقلية (Seed Vigor Testing Handbook, 2002). ويعد اختبار قوة النمو مهم جداً في برامج التربية، وخاصةً في اختبارات النوعية، ويختلف باختلاف الظروف التي تتعرض لها البذور. وقد بيَّنت دراسة تقويم استجابة بعض سلالات الشعير المحلية السورية لظروف الإجهاد المائي أنَّ الطرز الوراثية التي كانت فيها قوة النمو الأولي معتدلة، قد حققت وبنجاح النتائج نفسها بالنسبة للطرز ذات طبيعة النمو المفترشة Prostrate growth habit (Ceccarelli and Grando, 1999). ويسمح النمو المبكر والسريع بتغطية نباتات المحصول لسطح التربة، مقللةً بذلك من تعرض التربة بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، فيقل معدل فقد الماء بالتبخر المباشر Evaporation (E) (Richards *et al*., 2002)، ويسمح بفقد الماء بشكلٍ أساسي عن طريق مسامات النباتات بواسطة عملية النتح Transpiration (T)، ما يزيد من كفاءة استعمال الماء Water Use Efficiency (WUE). وتعد صفة النمو المبكر القوي Vigorous crop establishment من الصفات المرغوبة في البيئات التي يمكن أنْ تتعرض فيها نباتات محاصيل الحبوب الصغيرة (القمح، والشعير) للجفاف خلال مرحلة ما قبل الإزهار Pre-anthesis، حيث يُساعد ذلك في تظليل سطح التربة، وتثبيط نمو الأعشاب الضارة المنافسة لنباتات المحصول الاقتصادي على المياه. وتعد بذلك التغطية السريعة لسطح التربة من الصفات المرتبطة بتحمل الجفاف، وإعطاء غلة حبية عالية نسبياً. ويمكن تحقيق ذلك من خلال التربية لزيادة طول السويقة الجنينية Coleoptile length، وزيادة معدل النمو الأولي للبادرات، والظهور المبكر والسريع للأوراق الحقيقية، وتكون النباتات ذات طبيعة نمو مفترشة (Richards *et al*., 2002). ويمكن أن تعطي البذور الكبيرة، أو التي يكون فيها حجم الجنين كبيراً، نباتات تمتاز بمعدلات نمو أولية سريعة وقوية. ويعد النمو السريع قبل الإزهار مهماً جداً في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، التي عادةً ما يحدث فيها الإجهاد المائي المتزامن مع الحرارة المرتفعة Heat stress خلال المراحل الأخيرة من حياة النباتTerminal stresses (López-Castañeda *et al*., 1995). وتتمثل الفائدة من النمو الأولي السريع في تحسين كفاءة استعمال الماء (WUE)، حيث يحدث النمو خلال الشتاء البارد، والشهور الماطرة، ما يساعد في

تقليل معدل فقد الماء بالتبخر– نتح (Blum, 1996). كما يُساعد النمو المبكر القوي قبل مرحلة التسنبل Heading في تسخير كمية أكبر من المادة الجافة لتشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب يُساعد في تخفيف وطأة الإجهاد المائي خلال المراحل اللاحقة من حياة النبات، التي تتزامن مع انحباس الأمطار، وارتفاع الحرارة. بالإضافة إلى تجميع كمية أكبر من المدخرات الغذائية في أنسجة الساق ابتداءً من مرحلة استطالة الساق، حيث يُساعد ذلك في زيادة درجة امتلاء الحبوب وزيادة وزن الألف حبة 1000-kernel weight، لأنَّ عملية نقل Mobilization نواتج التمثيل الضوئي من الساق إلى الحبوب أقل حساسية للجفاف، بالمقارنة مع عملية نقلها من الأوراق. ويعد ذلك مهم جداً، بسبب تثبيط عملية التمثيل الضوئي خلال مرحلة ما بعد الإزهار نتيجة جفاف الأوراق ويباسها (Blum, 1998).

وإنَّ زيادة معدل النمو الخضري خلال المراحل المبكرة من حياة النبات لا يترافق مع زيادة كبيرة في معدل فقد الماء بالنتح، بسبب انخفاض درجات الحرارة، والشدة الضوئية Light intensity، وارتفاع معدل الهطول المطري، والرطوبة النسبية الجوية (RH%) خلال هذه المرحلة من حياة النبات (كانون الأول – شباط). تقلل هذه العوامل مجتمعةً من فرق ضغط بخار الماء بين الأجزاء الهوائية والوسط المحيط Leaf to air Vapor Pressure Difference (VPD)، وتؤدي بالمقابل التغطية المبكرة لسطح التربة إلى زيادة كفاءة استعمال الماء، حيث يُفقد معظم الماء عن طريق النبات عبر المسامات Stomata أثناء عملية التبادل الغازي Gas exchange، ما يؤدي إلى زيادة معدل انتشار غاز الفحم ($CO_2$) وإتاحته بكميةٍ كبيرة في مراكز التثبيت $CO_2$-fixation sites (Stroma) ضمن الصانعات الخضراء Chloroplasts، فيزداد تبعاً لذلك معدل التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة (Tardieu *et al.*, 2004). عموماً، تُحدد صفة كفاءة الاسترساء الكثافة النباتية النهائية في وحدة المساحة من الأرض، ومن ثمّ غلة المحصول الحبية النهائية، وخاصةً إذا ما أتيحت للبادرات التي ظهرت فوق سطح التربة الظروف المؤاتية لمتابعة نموها، إذا فرضنا جدلاً وجود تباين وراثي محدود جداً في عدد الإشطاءات الكلية المثمرة المتشكلة.

بيّنت نتائج دراسة تقويم استجابة بعض طرز الشعير لظروف الزراعة المطرية وجود تباين وراثي Genetic variation ملموس في قوة النمو الأولي للبادرات، حيث كانت كفاءة الاسترساء الأعلى معنوياً لدى الصنف فرات$_3$، والسلالة المحلية السويداء$_3$، والأصل البري عمان$_2$ (80-90%) كقيمة متوسطة، في حين كانت الأدنى معنوياً لدى الأصول البرية (السويداء$_3$، والسويداء$_1$) (أقل من 60%). ولوحظ أنّ قوة النمو الأولي كانت وفق المقياس المعتمد جيدة جداً لدى السلالات المحلية السويداء$_3$، ودرعا$_1$، والسويداء$_2$، ودرعا$_2$، والسويداء$_1$،

والصنفين أكساد$_{1420}$، وأكساد$_{60}$ (1.5-2.5)، في حين كان النمو الأولي جيداً فقط (2.6- 3.5 حسب المقياس المعتمد) لدى الصنف فرات$_3$، والأصول البرية السويداء$_4$، والسويداء$_1$، والحسكة$_1$ والسويداء$_3$، وعمان$_1$، ودرعا$_1$، وعمان$_2$، والسويداء$_2$، والحسكة$_2$، وكان النمو الأولي ضعيفاً (3.6 – 4.5) لدى الأصل البري السويداء$_3$. وارتبطت صفة قوة النمو الأولي سلباً مع مكونات الغلة الحبية في كلا الموقعين المدروسين (إزرع، وحوط). وكان متوسط معامل الارتباط بين صفة قوة النمو الأولي وعدد الحبوب في المتر المربع، ووزن الألف حبة، والغلة الحبية لكلا الموقعين سالباً ومعنوياً جداً ($r = -0.68^{**}$، $r = -0.71^{**}$، $r = -0.74^{**}$ على التوالي)، ما يشير إلى أهمية هذه الصفة في المحافظة على محتوى التربة المائي، وزيادة كفاءة استعمال الماء، ولكنها تتعارض مع إمكانية تحقيق غلة حبية جيدة في البيئات المجهدة مائياً. ويعزى ذلك إلى استهلاك كمياتٍ كبيرة من المادة الجافة للنمو الخضري المبكر، ما يؤثر سلباً في كفاءة الطراز الوراثي في تسخير كمية كافية من المادة الجافة نحو الأجزاء الأرضية، لتشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب، قادراً على الوصول إلى طبقات التربة العميقة الرطبة لامتصاص كمية من الماء كافية لتعويض الماء المنتوح، فتتعرض الخلايا النباتية للعجز المائي، وتتراجع كفاءة النبات التمثيلية بسبب العوامل المسامية، حيث يؤدي انغلاق المسامات إلى تراجع معدل انتشار غاز الفحم، وتعطيل التأثير المبرد لعملية فقد الماء بالنتح، ما قد يسبب تراجعاً في مساحة المسطح التمثيلي بسبب الشيخوخة المبكرة للأوراق (التمو، 2007).

**2 – 2- زاوية توضع الأوراق علي الساق**: تُعد صفة زاوية توضع الأوراق على الساق من المؤشرات المهمة المرتبطة بتحسين تحمل الإجهاد المائي (Hsiao *et al*., 1984)، فإذا كانت الأوراق العلوية تشكل زاوية قائمة مع الساق الرئيس، سيؤدي ذلك إلى زيادة كمية الأشعة الضوئية الواصلة إلى سطوح الأوراق، فترتفع حرارتها ويزداد تبعاً لذلك معدل فقد المياه بالتبخر – نتح، فتقل كفاءة استعمال الماء، ويقلل التوضع الأفقي للأوراق العلوية من كمية الأشعة الضوئية الواصلة إلى الأوراق السفلية، الأمر الذي يؤثر سلباً في كفاءتها التمثيلية. أعطت طرز القمح الوراثية التي كانت الأوراق العلوية فيها منتصبة Erect (تشكل زاوية حادة مع الساق الرئيسة) غلة حبية أكبر بالمقارنة مع الطرز التي تكون الأوراق العلوية فيها أفقية (تشكل زاوية قائمة مع الساق الرئيسة)، حيث تعمل مثل هذه الأوراق على حجب الضوء عن الأوراق السفلية، ما يؤثر سلباً في كفاءة تلك الأوراق التمثيلية وتقل كفاءة استعمال الماء فيها (Innes and Blackwell, 1983). ويمكن من خلال برامج التربية أن نحوِّر في هندسة النبات الورقية لزيادة كفاءة استعمال الضوء Radiation use efficiency (RUE) في القمح.

**2- 3- سماكة الطبقة الشمعية علي الأوراق Wax deposits**: تؤثر الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة الشمعية المترسبة على سطوح الأوراق والسوق Cuticular waxes بشكلٍ كبير في التكيفات/الصفات البيئية والفسيولوجية للنبات، حيث تُسهم الترسبات الشمعية على طبقة البشرة الخارجية في الأوراق Epicuticular waxy layer في زيادة مقدرة الطرز الوراثية على تحمل الإجهاد المائي، حيث تشكل الطبقة الشمعية حاجزاً فيزيائياً يحول دون فقد الماء بشكلٍ مباشر من الأدمة الخارجية (Blum, 1988)، وتُحسّن مقدرة المسامات على ضبط معدل فقد الماء بالتبخر- نتح، وتساعد في عكس Reflection جزء كبير من الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأوراق، أي تقلل كمية الأشعة الضوئية الممتصة وتحول دون ارتفاع درجة حرارة الأوراق (Barnes and Cardoso-Vilhena, 1996)، وامتصاص الملوثات الجوية، والمواد الكيميائية الزراعية Agrochemicals (Baur *et al*., 1999)، وتؤثر في قابلية الأوراق للترطيب Leaf wettability (Wagner *et al*., 2003). تؤدي مثل هذه الصفة إلى تحسين تحمل الطراز الوراثي للجفاف من خلال زيادة كفاءة استعمال الماء، ولا يؤثر تراجع كمية الطاقة الضوئية الممتصة سلباً في كفاءة النبات التمثيلية Photosynthetic efficiency، لأنَّ جزءاً بسيطاً جداً من كامل الطاقة الضوئية الواصلة إلى تيجان النباتات (5%) يُستعمل في عملية التمثيل الضوئي (Sharkey, 1985).

بيّنت نتائج الدراسة المنفذة على الشعير تحت ظروف الزراعة المطرية في موقعين متباينين (إزرع، وجلين)، أنّ متوسط كمية المادة الشمعية كان الأعلى معنوياً لدى الأصول البرية درعا$_1$، والسويداء$_4$، وعمان$_2$، والصنف فرات$_3$ (11.57، 9.92، 9.53، 8.21 مغ/سم$^2$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى السلالة المحلية درعا$_1$، والصنف أكساد$_{1420}$، والأصل البري الحسكة$_1$ والسلالة السويداء$_3$ (1.74، 3.50، 3.95، 4.00 مغ/سم$^2$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. وكانت كمية المواد الشمعية المتراكمة فوق سطوح الأوراق الأعلى معنوياً في موقع حوط الأكثر جفافاً (9.05 مغ/سم$^2$) بالمقارنة مع موقع ازرع الأقل جفافاً (2.77 مغ/سم$^2$). ويُلاحظ وجود تباين وراثي في كفاءة طرز الشعير في تصنيع المادة الشمعية، ويرتبط معدل التصنيع، ومن ثمّ سماكة الطبقة الشمعية المترسبة فوق سطوح الأوراق طرداً مع شدة الإجهاد المائي، حيث ازدادت كمية الترسبات الشمعية بنحو ثلاثة أضعاف في موقع حوط بالمقارنة مع موقع ازرع. وبيّنت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة سماكة الطبقة الشمعية المتشكلة على سطوح الأوراق لمختلف طرز الشعير الوراثية مع الغلة الحبية ($r = 0.39^*$)، (التمو، 2007).

**2 – 4- محتوي المـــاء النســـبي فـــي الأوراق Relative water content (RWC%)**:
يمكن أن يُساعد تقدير محتوى الماء النسبي في الأوراق في إعطاء فكرة غير مباشرة عن حجـــم المجموعة الجذرية، أو القدرة على التعديل الحلـــولي Osmotic adjustment (OA)، حيـــث تساعد هاتين الآليتين في استخلاص وامتصاص كمية أكبر من الماء من التربة لتعويض المـــاء المفقـــود بـــالنتح، مـــا يســـاعد فـــي المحافظـــة علـــى محتـــوى الأوراق المـــائي (Reynolds *et al*., 2000 ; Kavi Kishor *et al*., 2005).

يُلاحظ في دراسة لتقييم أداء بعض طرز الشعير تحت ظـــروف الزراعـــة المطريـــة أنّ متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق كان الأعلى معنوياً لدى الصنف أكساد60، والأصـــول البرية الحسكة1، والسويداء4 والسلالة المحلية السويداء1، والصنف أكساد1420، والسلالة المحليـــة السويداء2 (72.39، 69.83، 66.32، 66.20، 64.72، 63.76 % علـــى التـــوالي) وبـــدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصـــول البريـــة درعـــا2 وعمـــان1، والسويداء3، والسويداء1 (53.34، 56.51، 57.92، 58.88% على التوالي) وبدون فروقـــات معنوية بينها. وتتجلى أهمية المحافظة على محتوى ماء نسبي عالٍ ضمن خلايـــا الأوراق فـــي ضمان استمرار استطالة خلايا الأوراق، حيث لوحظ أنَّ الطرز الوراثية التي أبدت تفوقاً معنوياً بمحتوى الماء النسبي، مثل الصنف أكساد60، والسلالة المحلية السويداء1، والصنف أكساد1420 قد أبدت أيضاً تفوقاً معنوياً بدليل المساحة الورقية (التمو، 2007).

**2 – 5 - القدرة على التعديل الحلولي Osmotic adjustment**: تـــؤدي عمليـــة التعـــديل الحلولي في البيئات المجهدة مائياً إلى حدوث العديد من الوظائف الحرجة المرتبطة بالنمو، مثل نمو الجذور، والانقسام المنصف وتطور حبوب الطلع، مما يقلل من التأثيرات الضـــارة للعجـــز المائي في النبات. وترتبط القدرة على التعديل الحلولي بشكلٍ كبير بزيادة كفاءة النباتـــات علـــى استخلاص كمية أكبر من مياه التربة (Morgan and Condon, 1986). ويُعتقـــد أنَّ صـــفة القدرة على التعديل الحلولي محكومةٌ بمورثٍ واحد في القمح والرز (Morgan, 2000). وتعد عملية التعديل الحلولي Osmoregulation في بعض المحاصيل الحبية أحد الآليات الفسيولوجية الفعَّالـــــة فـــــي تحمـــــل النبـــــات لـــــنقص المـــــاء فـــــي التربـــــة (Turner and Jones, 1980; Morgan, 1984; Blum, 1988; Zhu *et al*., 1997). كما وجد Nevo *et al*., (1984) أنّ مقدرة الشعير البري على النمو تحت ظـــروف شـــح الميـــاه بالمقارنة مع الشعير المزروع ترتبط بالمقدرة العالية على التعديل الحلولي. وتسمح آلية التعديل الحلولي باستمرار استطالة الخلايا النباتية، ونمو النبات عند مستوى عالٍ من الإجهاد المـــائي. ونظراً لدور آلية التعديل الحلولي في المحافظة على امتلاء الخلايا النباتيـــة، فـــيمكن أنْ تبقـــى

المسامات مفتوحة وتستمر عملية دخول غاز الفحم ($CO_2$)، ومن ثمَّ استمرار عملية التمثيل الضوئي وتثبيت الكربون $CO_2$ assimilation، حتى عند مستوياتٍ مثبطة من الإجهاد المائي (Kramer, 1983). يسمح استمرار عملية التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة باستمرار نمو النبات حتى مع ازدياد العجز المائي. وعندما تتعرض النباتات للإجهاد المائي، فعادةً ما تبدي العديد من الاستجابات الفيزيولوجية (Fukai and Cooper, 1995). فقد وجد في بعض محاصيل الحبوب المزروعة أنَّ آلية التعديل الحلولي هي أكثر الآليات الفيزيولوجية فعّاليةً في تحسين تحمل النباتات لظروف العجز المائي (Blum, 1988; Zhu *et al*., 1997). وتساعد آلية التعديل الحلولي في استمرار عملية استطالة الأوراق Leaf elongation، حتى وإنْ كان ذلك بمعدلاتٍ منخفضة (Turner, 1986)، واستمرار الانفتاح الجزئي للمسامات Patchiness، وتثبيت الكربون، وتصنيع المادة الجافة (Morgan, 1984)، ومن ثمَّ المحافظة على نمو الجذور وتطورها واستخلاص الماء من التربة (Morgan and Condon, 1986)، وتأخر شيخوخة الأوراق Leaf senescence (Hsiao *et al*., 1984)، وزيادة معدل تصنيع المادة الجافة وتراكمها Dry matter accumulation، ومن ثمّ إنتاجية المحصول في البيئات المجهدة مائياً (Boyer, 1982; Blum, 1988).

تمَّت في دراسة تقويم سلوك ثمانية طرز وراثية من الشعير المزروع Barley (*Hordeum vulgare L.*) مكونة من ثلاث سلالات وخمسة أصناف، لتحديد تأثير المقدرة على التعديل الحلولي، والناقلية المسامية في تحمل الجفاف والإنتاجية تحت ظروف الإجهاد المائي خلال المراحل الأخيرة من حياة النبات Terminal water stress. لوحظ وجود تباين في القدرة على التعديل الحلولي، حيث أبدت سلالتين معنوياً مقدرة أكبر على التعديل الحلولي، وارتبط ذلك بالمحافظة على الناقلية المسامية (gs) Stomatal conductance. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين المقدرة على التعديل الحلولي والمحافظة على انفتاح المسامات، وإعطاء غلة حبية أكبر. وأسهمت القدرة على التعديل الحلولي والتبكير في الإزهار في إعطاء غلة حبية أعلى (González *et al*., 1999). وارتبطت المقدرة على التعديل الحلولي في المحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية، ومن ثمّ الناقلية المسامية، ومعدل انتشار غاز الفحم ($CO_2$)، ما ساعد في المحافظة على معدل تثبيت الكربون وتصنيع المادة الجافة (Gunasekera *et al*., 1994). وبيّنت العديد من البحوث أهمية وفعَّالية صفة القدرة على التعديل الحلولي في تحسين كفاءة الطرز الوراثية على تحمل الجفاف. وتتجلى أهمية هذه الصفة في كونها صفة بسيطة، وذات قابلية توريث Heritability عالية في محصول القمح (Morgan, 1983, 1991). ووجد (Blum, 1989) علاقة ارتباط سلبية بين المقدرة على

التعديل الحلولي وانخفاض النمو بتأثير الإجهاد المائي في الشعير. ودرس البحاثة Gunasekera *et al.*, (1994) تأثير التعديل الحلولي في تكيف نباتات الشعير البري لظروف الإجهاد المائي. ووجدوا أنَّ الطرز التي حافظت على معدل تمثيل ضوئي أعلى عند مستويات متدنية من جهد الأوراق المائي Leaf water potential ($\Psi_{LW}$) كانت أقدر على التعديل الحلولي، وتكيفت بشكلٍ أفضل مع ظروف شح المياه. في حين لم يجد Munns, (1988) أي تأثير مباشر للمقدرة على التعديل الحلولي في النمو، والناقلية المسامية في الشعير. ولكن ذكر Matin *et al.*, (1989) وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين المقاومة المسامية Stomatal resistance ($r_s$) في أوراق الشعير وتحمل الجفاف. ولاحظ Ritchie *et al.*, (1990) أنَّ طرز القمح الأكثر تحملاً للجفاف كانت ذات كفاءة تمثيلية Photosynthetic capacity معنوياً أكبر، وناقلية مسامية ($g_s$) أكبر تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الطرز الأكثر حساسية للجفاف. واعتبر Ludlow and Muchow, (1990) صفة المقدرة على التعديل الحلولي من الصفات المهمة في تحسين غلة العديد من الأنواع المحصولية في البيئات ذات المصادر المائية المحدودة Water-limited environments، بسبب ارتباطها الموجب والمعنوي مع الغلة الحبية ومكوناتها في محصول القمح (Morgan, 1983; Morgan and Condon, 1986)، والذرة البيضاء Sorghum (Ludlow *et al.*, 1990; Santamaria *et al.*, 1990).

**2 – 6 - سلامة الأغشية الخلوية Membrane integrity**: يؤثر الإجهاد المائي في سلامة الأغشية الخلوية، ويغير من نفاذيتها من خلال تخريب البروتينات الداخلة في تركيبها، ما يؤدي إلى فقدان الخاصية الاصطفائية للأغشية الحيوية Membrane selectivity. وبشكلٍ عام، فإنَّ الطرز الوراثية الأقدر على المحافظة على سلامة الأغشية واستقرارها تحت ظروف الإجهاد المائي، ستكون أكثر تحملاً للجفاف، وأكثر مقدرة على استعادة النمو بعد زوال الجفاف. وتُحسب سلامة الأغشية الخلوية Membrane integrity استناداً إلى نسبة الذائبات المتسربة (Leopold *et al.*, 1981). تساعد آلية التعديل الحلولي في حماية الأغشية السيتوبلاسمية من حدوث الاضطرابات التركيبية أو الوظيفية نتيجة الإجهاد المائي (Blum and Sullivan, 1986)، فتضمن بذلك سلامة الخلية النباتية خلال فترة الإجهاد المائي. وتُعد عملية قياس الذائبات المتسربة من الأنسجة النباتية كطريقة مهمة في تحديد مقدار الضرر الحاصل في سلامة الأغشية السيتوبلاسمية استجابةً للإجهادات اللاأحيائية. وتُعد درجة ثبات أغشية الخلية النباتية السيتوبلاسمية أحد المعايير الفيزيولوجية المهمة المرتبطة بتحمل الجفاف (Blum and Ebercon, 1981; Premachandra *et al.*, 1992; Bandurska, 2000). ويؤدي الإجهاد المائي عادةً إلى تخريب الأغشية السيتوبلاسمية (Levitt, 1980)، ما يؤدي إلى فقدان خاصيتها

الاصطفائية، ومن ثمَّ تسرب الذائبات المعدنية والعضوية المفيدة لحياة الخلية النباتية، ما يؤدي إلى موتها، لذلك ترتبط حياة الخلية النباتية، ومن ثمّ المقدرة على استعادة النمو Recovery growth بكفاءة النوع/الطراز الوراثي في المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية واستقرارها Membrane stability (Blum and Ebercon, 1981)، لذلك تُعد عملية تطوير طرز وراثية تمتاز بكفاءتها في المحافظة على استقرار الأغشية الحيوية تحت ظروف الإجهاد المائي من أهم سبل تحسين التحمل للجفاف (Vasquez-Tello *et al*., 1990).

**2 – 7- القدرة على استعادة النمو Recovery Growth**: إنّ من أهم الصفات التي تُعبّر عن مقدرة الأنواع النباتية، أو الأصناف على التحمل للإجهادات هي القدرة على استعادة النمو بعد تعرّضها للإجهاد المائي الشديد، وإعطاء غلة حبية جيدة. ولكي يتمكن النبات من استعادة النمو بعد زوال فترة الإجهاد المائي الشديد Severe water stress وعودة الظروف البيئية إلى طبيعتها (توافر المياه) لا بدّ من أن تبقى مراكز النمو الجنينية والخلايا النباتية بشكلٍ عام على قيد الحياة، لأنَّ الخلايا التي ستموت أثناء التعرض للإجهاد المائي ستكون عاجزة عن استئناف النمو بعد إعادة ترطيب النباتات. ويعتقد أن آلية التعديل الحلولي يمكن أن تؤدي دوراً وقائياً Protective role مهماً من خلال المحافظة على امتلاء الخلايا النباتية. وتُعد الذائبات العضوية المصنّعة (البرولين، والجلايسين بيتين) أيضاً مصدراً جيداً للكربون اللازم لإقلاع النمو من جديد. وكلما كانت المقدرة على استعادة النمو أكبر، كان النبات أقدر على تعويض التراجع الحاصل في النمو خلال فترة الإجهاد المائي، ما يمكنه من تشكيل مسطح خضري أكبر، أي ستكون نسبة الانخفاض في حجم المسطح الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي أقل بالمقارنة مع النباتات المروية (الشاهد)، ما يؤدي إلى تصنيع كمية أكبر من المادة الجافة، وإعطاء غلة حبية أكبر (Barlow *et al*., 1980). وتتوقف المقدرة على استعادة النمو على عمر النبات. وبشكلٍ عام، تتراجع المقدرة على تحمل الإجهاد المائي خلال مراحل تطور النبات اعتباراً من البذور والمراحل الأولية للإنبات، التي تُعد من أكثر المراحل تحملاً للجفاف، ثمّ مرحلة النباتات الفتية والأنسجة الجنينية، لذلك غالباً ما يلاحظ بأنّ الطرز الوراثية المتأخرة بالنضج Late-maturing genotypes، أو النباتات غير محدودة النمو Indeterminate growth habit ستكون أقدر على استعادة النمو تحت ظروف شح المياه بالمقارنة مع الطرز المبكرة بالنضج أو محدودة النمو. ولكن تتميز الطرز الوراثية المبكرة بالنضج بالمقدرة على تجنب الجفاف الذي يمكن أن يحصل في المراحل الأخيرة من حياة النبات، بالإضافة إلى قلّة متطلباتها المائية في معظم مراحل نموها (Blum and Sullivan, 1986). ولكن من ناحية أخرى، فإنَّ الطرز المتأخرة بالنضج أفضل تحت ظروف الإجهاد المائي الذي يحدث خلال

منتصف موسم النمو Mid-season stress، ويتبعه فترة توافر لمياه الأمطار خلال المراحل الأخيرة من موسم النمو، حيث تتمكن مثل هذه الطرز من امتلاك الوقت الكافي لاستعادة النمو وتشكيل مسطح ورقي أخضر كافٍ. وفي ظل النظم الزراعية الحقلية، فإنَّ المقدرة على استعادة النمو بشكلٍ مفيد وناجح تتوقف على العديد من المتغيرات بما في ذلك طول موسم النمو الفعلي. وإذا ما طالت فترة التعرض للإجهاد المائي، يمكن أن تحدث استعادة النمو في ظروف بيئية قد تكون غير مناسبة لتلك المرحلة من النمو (حرارة، طول فترة ضوئية). عادةً ما تزرع النباتات بشكلٍ مبكر لتجنب الأمراض، والآفات، والمشاكل البيئية التي يمكن أن تظهر خلال المراحل الأخيرة من حياة النبات نتيجة قلّة المياه، وارتفاع درجات الحرارة بالنسبة لمحاصيل الحبوب الصغيرة الشتوية. وإن استعادة النمو بشكلٍ متأخر Delayed recovery يمكن أن يعرِّض النباتات لمثل هذه المشاكل، وإن الطرز الوراثية المتحملة لمثل هذه الاختلالات الأحيائية (أمراض، وحشرات)، واللاأحيائية (إجهادات بيئية) غالباً ما تكون مرشحة لإعطاء غلة حبية أكبر بعد استعادة النمو(Ceccarelli, 1994).

**2 – 8 - سماكة الساق Stem thickness**: تُشير العديد من الدراسات إلى وجود تباين وراثي ملموس في مساهمة المدخرات الغذائية المخزونة في السوق في امتلاء الحبوب، وخاصةً عندما يتراجع معدل التمثيل الضوئي، وتصنيع المادة الجافة في الأوراق العلمية تحت ظروف الإجهاد المائي خلال فترة امتلاء الحبوب (Blum, 1988). ويمكن أن تفقد السوق خلال فترة امتلاء الحبوب قرابة 30% أو أكثر من وزنها الجاف الكلي. ولوحظ أنّ مدخرات الساق في محصول الشعير يمكن أن تسهم بمقدار 70% من وزن الحبة (Gallagher *et al*., 1975). ويزيد الجفاف نسبة المادة الجافة المساهمة في زيادة وزن الحبوب القادمة من المدخرات الغذائية المخزونة في الساق من قرابة 10% تحت ظروف النمو الطبيعية إلى نحو 40% عندما يحدث الجفاف أو إجهاد الحرارة المرتفعة خلال المراحل المتقدمة من حياة النبات (Davidson and Cheralier, 1992; Austin *et al*., 1977). وتُسهم المدخرات المخزونة في الساق في المحافظة على معدل خطي لنمو الحبوب عندما يتراجع معدل إنتاج نواتج التمثيل الضوئي خلال المراحل الأخيرة من فترة امتلاء الحبوب (Simmons, 1987). عموماً، كلما ازدادت سماكة السوق، ازدادت إمكانية تخزين كمية أكبر من نواتج التمثيل الضوئي فيها. ويساعد ازدياد معدل نقل المواد المخزونة من السوق إلى الحبوب تحت ظروف الجفاف في زيادة وزن الألف حبة، والغلة الاقتصادية النهائية، نتيجة ازدياد قيمة معامل الحصاد Harvest Index (HI)، لأنَّ عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من السوق إلى الحبوب من أكثر العمليات تحملاً للجفاف (Hsiao, 1973). وتتوقف تبعاً لذلك كفاءة الطراز الوراثي الإنتاجية على كمية

المدخرات الغذائية المخزونة في السوق (سماكة السوق)، بالإضافة إلى كفاءة الطراز في نقل نواتج التمثيل الضوئي من السوق إلى الحبوب. وتُصنَّف الطرز الوراثية التي تطور سوقاً أكثر سماكة، ويكون مقدار التراجع الحاصل في وزن السوق لديها في نهاية فترة امتلاء الحبوب أكبر كطرز عالية التحمل للجفاف، وستكون ذات طاقة إنتاجية أعلى تحت ظروف شح المياه، بسبب زيادة درجة امتلاء الحبوب، ومن ثمَّ متوسط وزن الألف حبة فيها، لأنَّ عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي Photo-assimilates translocation من السوق إلى الحبوب من أكثر العمليات الفيزيولوجية تحملاً للجفاف (Blum, 1988). ويمكن زيادة كمية المادة الجافة المتاحة لنمو السنابل وتطورها عن طريق تقليل عدد الإشطاءات الكلية المتشكلة، حيث يسمح تشكل عدد أقل من الإشطاءات بتوفير كميةٍ كافية من المادة الجافة لاستمرار نمو الإشطاءات الخضرية وتحولها إلى إشطاءات مثمرة Reproductive tillers، ما يسمح بإعطاء عدد أكبر من السنابل Spikes والحبوب في المتر المربع وزيادة قيمة دليل الحصاد (HI) والغلة الحبية النهائية (Richards, 1996).

لوحظ في دراسة تقييم نسبة مساهمة الساق في امتلاء حبوب عدة طرز وراثية من الشعير تحت ظروف الزراعة المطرية، أنَّ مساهمة الساق في امتلاء الحبوب كانت الأعلى معنوياً لدى السلالات السويداء3، والسويداء2، والسويداء1، والصنفين فرات3، وأكساد60 (10.18، 9.43، 9.10، 8.02، 7.82 غ على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها، في حين كانت مساهمة السوق في الوزن النهائي للحبوب الأدنى معنوياً لدى جميع الأصول البرية وبدون فروقات معنوية بينها (3.77 غ كقيمة متوسطة لأسوأ ثمانية أصول برية من أصل عشرة). ويعزى ذلك إلى التباين في سماكة السوق، حيث كانت سماكة السوق وبناءً على المشاهدة الحقلية أقل في الأصول البرية، وأكبر بشكلٍ واضح في السلالات والأصناف، ما يشير إلى أهمية صفة زيادة سماكة الساق كصفة مرتبطة بتحسين غلة حبوب الشعير في البيئات المجهدة مائياً (التمو، 2007).

**2 – 9 - تأثير الإجهاد المائي في عملية التمثيل الضوئي**: يُؤثر نقص الماء في العديد من العمليات الحيوية الفيزيولوجية على مستوى الخلية والنبات الكامل، بدءاً من استطالة الخلايا النباتية Cell expansion، وانتهاء بعمليتي التمثيل الضوئي والتنفس (Hsiao *et al.*, 1976). ففي دراسة أجريت على تأثير الإجهاد المائي الخفيف نتيجة تخفيض السعة الحقلية الكلية للماء من 60% إلى 35% في عملية التبادل الغازي لدى القمح والشعير الربيعي، حيث أدى الإجهاد المائي إلى تراجع معدل صافي التمثيل الضوئي Net assimilation rate(NAR) لدى طرز القمح والشعير المدروسة بمقدار الضعف بالمقارنة مع النباتات غير المجهدة مائياً، وتراجعت

كفاءة التمثيل الضوئي من 0.25- 0.35 إلى 0.15- 0.20 مول$H_2O$ /م$^2$/ثانية. ولم يكن هذا التراجع بسبب العوامل المسامية(الناقلية المسامية)، لأنّ تركيز غاز الفحم الداخلي (Ci) Intercellular $CO_2$ concentration كان متماثلاً في النباتات المجهدة وغير المجهدة مائياً (الشاهد)، ويعود هذا التراجع في معدل التمثيل الضوئي، ومن ثمّ كمية المادة الجافة المصنّعة إلى تراجع معدل انتشار غاز الفحم($CO_2$) عبر المسامات بسبب قلة التدرج في تركيز غاز الفحم بين الوسط المحيط Ambient $CO_2$ ($C_a$) وداخل الأوراق ($C_i$) نتيجة تراجع معدل استهلاك وتثبيت الكربون في النباتات المجهدة مائياً، ما يؤثر سلباً في معدل النمو النسبي Relative growth rate (RGR)، ومعدل النمو المطلق Absolute growth rate (AGR) للنباتات (Loboda, 2002). وعادةً ما يتراجع معدل التمثيل الضوئي في ظروف الإجهاد المائي، نتيجة تراجع معدل انقسام واستطالة الخلايا وتراجع النشاط الأنزيمي، وخاصةً الأنزيمات المهمة في عملية التمثيل الضوئي، مثل أنزيم RuBisco الذي يتوسط تفاعل إضافة غاز ثاني أكسيد الكربون($CO_2$) إلى المستقبل الأولي في النباتات ثلاثية الكربون، مثل القمح، والمسمى Ribulose 1,5 bi- phosphate وعدم توافر الماء الذي تتم أكسدته ضوئياً لإنتاج الإلكترونات(é) اللازمة لتعويض الإلكترونات المفقودة من النظام الضوئي الثاني، بالإضافة إلى أهمية البروتونات($H^+$) الناتجة من أكسدة الماء والمتراكمة في الجزء الداخلي لغشاء Thylakoid في توليد الجهد الكيميائي على جانبي الغشاء. ويُعد هذا التدرج في الجهد الكيميائي بالإضافة إلى التدرج في الجهد الكهربائي مهماً جداً في تصنيع المركبات الغنية بالطاقة (ATP, NADPH) اللازمة خلال عملية تثبيت غاز ثاني أكسيد الكربون خلال تفاعلات الظلام ضمن الستروما Stroma في الصانعة الخضراء (Austin *et al.*,1976 ). عموماً، يثبط تعرّض النباتات للإجهاد المائي عملية التمثيل الضوئي، نتيجة انغلاق المسامات Stomatal closure، وتراجع تركيز غاز الفحم الداخلي Intercellular $CO_2$ concentration (Ci)، ما يؤثر سلباً في عملية تثبيت غاز الفحم إلى المستقبل الأولي المركب خماسي الكربون Ribulose 1,5 bi-phosphate (RuBP) خلال تفاعلات الظلام في حلقة إرجاع الكربون الثلاثية ($C_3$PCR)، فيتراجع معدل استهلاك المركبات الغنية بالطاقة (ATP و NADPH)، ومن ثمّ يتراجع معدل إعادة توليد المركب $NADP^+$ المستقبل النهائي للإلكترونات، ما يؤدي إلى تفاعل هذه الالكترونات مع الأوكسجين الجزيئي، وتشكيل جذور الأوكسجين الحرّة Reactive Oxygen Specie (ROS) (Smirnoff, 1998)، التي تخرّب بدورها الأغشية السيتوبلاسمية، بسبب تخريب المواد الدهنية الداخلة في تركيبها Lipid peroxidation (Aziz and Larher, 1998; Gogorcena *et al.*, 1995). وهذا يؤكد أنّ التأثير الضار للإجهاد المائي في عملية التمثيل الضوئي ناتج أساساً من انغلاق المسامات، وليس

من التأثير المباشر للجفاف في آلية التمثيل الضوئي، وخاصةً خلال المراحل الأولى للجفاف. وما يدعم ذلك، أن معدل كل من النتح والتمثيل الضوئي يتراجعان بالمقدار نفسه، وهذا يعني أنّ درجة انفتاح المسامات هي التي تحدد كمية غاز $CO_2$ الداخلة، ومن ثمّ كمية $CO_2$ المثبتة بفعل عملية التمثيل الضوئي (الزروق، 1998). كذلك ينخفض معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي في النباتات المعرّضة للإجهاد المائي، حيث تتأثر عملية نقل المركبات العضوية من المصدر (الأوراق، والساق) إلى المصب (الحبوب) بشكلٍ أكبر من عملية التصنيع وتشكيل هذه المركبات. ويؤدي تراجع معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي مثل السكروز في السيتوبلازم، والنشاء في الصانعة الخضراء إلى تراكم هذه النواتج، فيؤثر تراكمها سلباً في عملية التمثيل الضوئي، وهذا يسمى اصطلاحاً بتأثير المنتج النهائي End product effect. وقد أشار (Watson, 1952) إلى حقيقة أنّ معدل صافي التمثيل الضوئي (NAR) لا يقيس التمثيل الضوئي الحقيقي، لأنه يُعبِّر عن صافي الربح التمثيلي بعد اقتطاع كمية المادة الجافة المستهلكة في عملية التنفس، وتبعاً لذلك، يمكن أن تختلف قيمة صافي التمثيل الضوئي باختلاف معدل التنفس.

**2 – 10 - تراكم البرولين Proline Accumulation**: يُعد تراكم البرولين أحد المؤشرات الدالة على تعرض النباتات للإجهاد المائي (Delauney and Verma, 1993)، لذلك يتفق العديد من العلماء على أهمية البرولين في المحافظة على استقرار Stabilization الأغشية السيتوبلاسمية خلال فترة الإجهاد. ولقد أكتسب البرولين الأهمية الكبيرة خلال العقود الأربعة السابقة، حيث دلّت الكثير من البحوث أنّ هذا المركب يتراكم في أنسجة النباتات المختلفة عند تعرضها لظروف الإجهاد (Guttieri *et al*., 2001; Kavi Kishor *et al*., 2005). ويعتبر تراكم البرولين والأحماض الآمينية الأخرى مثل الأرجنين، والجلوتامين، والجلايسين بيتين، والأورنثين، والفينايل ألانين، وهيدروكسي برولين في الخلية النباتية من الاستجابات المرتبطة بتحمل الإجهاد المائي (Talebi *et al*., 2009; Yasseen *et al*., 2006 ). ويعد البرولين من الذائبات العضوية التوافقية Compatible organic solutes، التي تتراكم في سيتوبلازم الخلية النباتية، وتعمل على خفض قيمة الجهد المائي داخلها، وتوليد تدرج في الجهد المائي بين الخلايا النباتية والوسط المحيط (التربة)، يسمح بانتقال الماء إلى داخل النبات ( Bohnert and Jensen, 1996). كما حدّت معاملة البادرات بشكلٍ مسبق بالبرولين من التأثير الضار للإجهاد المائي في الأغشية السيتوبلاسمية في خلايا الأوراق، وخاصةً في الإجهاد المائي المطبق على الجذور. وارتبط ذلك بزيادة محتوى الماء النسبي في خلايا الأوراق (Bandurska, 1998). وترافق ازدياد محتوى الخلية النباتية من البرولين تحت ظروف الإجهاد المائي مع انخفاض الضرر

الحاصل في الخلية النباتية في بعض أنواع الشعير (Kocheva and Georgiev, 2003). ويعد تراكم البرولين الحر Free Proline استجابةً للإجهاد الحلولي Osmotic stress من أكثر التكيفات الفيزيولوجية شيوعاً في مختلف الأنواع النباتية ( McCue and Hanson, 1990; Delauney and Verma, 1993). ويؤدي مثل هذا الحمض الأميني العديد من الوظائف، أهمها تفاعله مع بروتينات الأغشية السيتوبلاسمية والمحافظة على تركيب أغشية الخلية السيتوبلاسمية (Bohnert and Jensen, 1996).

عُرّض صنفان أحدهما متحمل للصقيع (Odeskii)، والآخر حساس (Housters) من الشعير لثلاثة مستويات من الإجهاد الحلولي (بغمر الجذور في محلول سكر بولي ايتلين جلايكول- 6000 مدة يومين)، ولوحظ انخفاض محتوى الماء النسبي (RWC) في أوراق كلا الصنفين بازدياد شدة الإجهاد المائي (PEG % 25, 12.5, 6.25) بالمقارنة مع الشاهد. وكانت الفروقات طفيفة جداً بين الصنفين رغم أنّ محتوى الماء النسبي كان ظاهرياً أعلى في الصنف Odeskii. وازداد محتوى الأوراق من البرولين في كلا الصنفين بالمقارنة مع الشاهد، ولكن صنّع الصنف Odeskii كميةً من البرولين معنوياً أكبر بالمقارنة مع الصنف Housters، حيث كان محتوى الأوراق من البرولين في الصنف الأول أكبر بنحو 70 مرة بالمقارنة مع الشاهد، في حين كان أكبر فقط بنحو 31 مرة في الصنف الثاني، وذلك عند المستوى الأعلى من الإجهاد الحلولي (PEG 25%). وكان مقدار الضرر الحاصل في الأغشية السيتوبلاسمية معنوياً أكبر في الصنف Housters بالمقارنة مع الصنف Odeskii. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين كفاءة الصنف على تصنيع البرولين والمحافظة على محتوى الماء النسبي، وسلامة الأغشية السيتوبلاسمية (Kocheva and Georgiev, 2003).

**ثالثاً - تأثير الإجهاد المائي في الصفات المرتبطة بالغلة الحبية**

**3 – 1 - عدد السنابل/ م$^2$ Spikes per meter square ($SP/M^2$)**: تتجلى أهمية الانتخاب لصفة عدد الحبوب في المتر المربع، في كون هذه الصفة ذات قابلية توريث عالية Heritability بالمقارنة مع صفة غلة الحبوب. وتتحدد صفة عدد الحبوب بالمتر المربع بثلاثة مكونات أساسية، هي عدد السنابل بالمتر المربع، وعدد السنيبلات في السنبلة، وعدد الحبوب في السنبلة. وتتمثل الفترة الحرجة Critical period التي يتحدد فيها عدد الحبوب النهائي في وحدة المساحة من 20-30 يوماً قبل الإزهار مباشرةً (Fisher, 1985). وتشير العديد من الدراسات إلى وجود علاقة ارتباط عكسية بين عدد الحبوب في المتر المربع ووزن الحبوب (الشيخ على، 2006؛ التمو،2007.؛ جنود، 2008).

نُفذت دراسة لتقويم أداء أربعة وعشرين طرازاً وراثياً من القمح خلال موسمين زراعيين في محطة بحوث حوط (السويداء) تحت ظروف الزراعة البعلية. سببت ظروف الزراعة الجافة تراجعاً معنوياً في جميع الصفات المدروسة بالمقارنة مع الشاهد. وكانت نسبة الانخفاض في جميع الأصناف، ولدى جميع الطرز الوراثية معنوياً أكبر خلال الموسم الزراعي الثاني الأكثر جفافاً بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول الأقل جفافاً. وسبب الإجهاد المائي تراجعاً معنوياً في متوسط طول النبات، وحامل السنبلة، ومتوسط مساحة الورقة العلمية، ودليل المساحة الورقية لدى جميع الطرز الوراثية المدروسة. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة دليل المساحة الورقية وعدد الحبوب، ما يشير إلى أهمية المحافظة على حجم المصدر، وكفاءة النبات التمثيلية في تشكل الحبوب وتطورها وامتلائها (جنود، 2008).

نُفذت تجربة حقلية لتقييم استجابة 19 سلالة مبشرة، بالإضافة إلى الشاهد المحلي من القمح الطري لظروف الإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة المطرية في محطة بحوث إزرع التابعة للمركز العربي (أكساد). لوحظ أنّ متوسط عدد السنابل في المتر المربع من الأرض كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية أكساد$_{1159}$، والشاهد المحلي (شام$_{6}$)، والسلالات أكساد$_{1149}$، وأكساد$_{1147}$، وأكساد$_{1097}$ وأكساد$_{1161}$، وأكساد$_{1157}$ (283.70، 261.30، 246.40، 242.70، 238.90، 231.50 سنبلة/م$^2$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية أكساد$_{1131}$، وأكساد$_{1133}$، وأكساد$_{1115}$، وأكساد$_{1145}$، وأكساد$_{1123}$ (123.2 134.40، 138.10 153.10، 153.10 سنبلة/م$^2$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. وكان متوسط عدد الحبوب في السنبلة الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية أكساد$_{1133}$ والشاهد المحسّن أكساد$_{901}$ (دوما$_{4}$)، وأكساد$_{1123}$، وأكساد$_{1163}$، وأكساد$_{1115}$، وأكساد$_{1103}$ (28.22، 27.99، 24.69، 21.06، 20.98 حبة/سنبلة على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية أكساد$_{1153}$، وأكساد$_{1135}$ وأكساد$_{1161}$ وأكساد$_{1139}$، وأكساد$_{1157}$ (10.92، 11.90، 13.04، 14.61، 14.80 حبة/سنبلة على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. ولم تُظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفتي متوسط عدد الحبوب في المتر المربع، ومتوسط وزن الألف حبة بين الطرز الوراثية المدروسة (محمود، 2009).

**3 – 2 - تأثير الإجهاد المائي في الغلة الحبية**: تتحدد غلة المحصول الحبية تحت ظروف الزراعة البعلية بكمية المياه المتوافرة خلال مختلف مراحل النمو، وخاصةً مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب (Fischer and Stockman, 1986). فقد بيّنت الدراسات التي أجريت في ايكاردا خلال العقدين الماضيين أنّ الانتخاب الذي يعتمد على الخصائص المورفوفسيولوجية،

يمكن أن يزيد من الغلة الحبية تحت ظروف الزراعة البعلية، مع العلم أنّ الأصناف المتوسطية المحلية للقمح أدت دوراً مهماً بتزويدها بالجينات الخاصة بتلك الخصائص، وبشكلٍ خاص تحمل الجفاف والحرارة المرتفعة والبرودة (Nachit and Elufi, 2004). بيّنت نتائج دراسة لتقويم استجابة ستة طرز وراثية من القمح لتحمل الجفاف خلال مرحلة الإزهار تحت ظروف الزراعة البعلية أنّ الإجهاد المائي قد أثر بشكلٍ سلبي في غلة حبوب الساق الرئيسة في معظم الطرز المختبرة. ولم يعزَ التراجع الحاصل في غلة حبوب الساق الرئيسة إلى تأثير الجفاف في معدل التمثيل الضوئي، وإنما بسبب تراجع عدد الحبوب ووزنها. وتمكن الطراز C-306 من بين الطرز الطويلة، والطراز Kundan من بين الطرز القصيرة أن يعوضا فقد غلة الحبوب في الساق الرئيسة بإعطاء عدد أكبر من الإشطاءات المثمرة Fertile tillers (Rane *et al.*, 2001).

ويمكن أن يؤدي أيضاً ارتفاع درجة الحرارة خلال فترة امتلاء الحبوب في القمح إلى تسريع معدل شيخوخة الأوراق Immature leaf senescence التي لا تزال فعَّالة في عملية التمثيل الضوئي (الورقة العلمية)، ما يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة المصنّعة والواصلة إلى الحبوب، فتتراجع درجة امتلاء الحبوب، ووزن الألف حبة (Annicchiarico and Pecetti, 1995).

وفي دراسة أجريت في الأصص الزراعية ضمن البيت الزجاجي لدراسة تأثير الإجهاد المائي خلال مرحلة الإشطاء Tillering، واستطالة الساق Stem extension، والتسنبل Heading، ومرحلة النضج Ripening في الصفات المرتبطة بالغلة الحبية، وذلك بتقييم أداء أربعة طرز وراثية من القمح القاسي الناتجة من تهجين الصنف حوراني مع Stor، بالإضافة إلى الآباء الأخرى المدروسة. فقد سبب الإجهاد المائي تراجعاً معنوياً في جميع المؤشرات المرتبطة بالغلة الحبية ولدى جميع طرز القمح القاسي المدروسة. وحدث أكبر انخفاض في صفات الغلة الحبية عندما تعرضت النباتات للإجهاد المائي طيلة موسم النمو. واستطاعت الطرز الوراثية التي أعطت غلة حبية عالية نسبياً أن تحافظ على مستوياتٍ عالية من مكونات الغلة الحبية العددية Numerical yield components، وخاصة عدد الحبوب في وحدة المساحة من الأرض، ووزن الألف حبة 1000-Kernel weight، ما يشير إلى أهمية مثل هذه الصفات في تحسين غلة محصول القمح القاسي الحبية تحت ظروف الزراعة البعلية (Ismail *et al.*, 1999).

وبيّنت دراسة أجريت على تأثير الإجهاد المائي في الغلة الحبية ومكوناتها لدى صنفين من القمح القاسي عند مراحل مختلفة من نمو النباتات وتطورها(مرحلة النمو الخضري، والإزهار،

وامتلاء الحبوب) بالمقارنة مع النباتات المروية (غير المجهدة مائياً)، حدوث تراجع معنوي في الغلة الحبية بنحو 72.62% نتيجة انخفاض عدد الحبوب في السنبلة(59.62%)، ووزن الألف حبة (31.98%)، وذلك عندما طبق الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار. وكان تأثير الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب Grain filling stage أقل بالمقارنة مع تأثيره خلال مرحلتي النمو الخضري والإزهار في كلا الصنفين، وكان الصنف D-88628 أقل حساسية للإجهاد المائي، حيث أبدى مقدرة أكبر على التكيف Adaptation ضمن ظروف الإجهاد المائي (Iqbal *et al*., 1999).

وفي دراسة أجريت لتقويم أداء تسعة أصناف من القمح الطري والقاسي ضمن ظروف الزراعة البعلية، في ثلاثة مواقع متباينة بيئياً في درجات الحرارة ومعدل الهطول المطري السنوي في محافظة الحسكة بسورية. لوحظ تراجع غلة المحصول الحيوية Biological yield، والغلة الحبية Grain yield، ومعامل الحصاد Harvest Index (HI) لدى الأصناف المدروسة بشكلٍ معنوي بازدياد وطأة الجفاف في المواقع الثلاثة. وسبب الجفاف تراجعاً معنوياً في كل من عدد الحبوب في النبات الواحد، ومتوسط وزن الألف حبة، ولكن تأثر متوسط وزن الألف حبة بدرجة أقل من متوسط عدد الحبوب في النبات. وتفوقت طرز القمح القاسي على طرز القمح الطري في متوسط وزن الألف حبة، في حين كان متوسط عدد الحبوب في النبات، والغلة الحبية النهائية معنوياً أكبر في طرز القمح الطري. ويعزي ذلك إلى تشكيل عدد أكبر من الإشطاءات الكلية والمثمرة (علي، 2006).

نُفذت تجربة حقلية لتقييم استجابة 19 سلالة مبشرة، بالإضافة إلى الشاهد المحلي من القمح الطري لظروف الإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة المطرية في محطة بحوث إزرع التابعة للمركز العربي (أكساد). لوحظ أنّ كان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية أكساد$_{1163}$ ، والشاهد المحلي (شام$_{6}$)، وأكساد$_{1123}$، وأكساد$_{1135}$، وأكساد$_{1149}$، والشاهد المحسّن أكساد$_{901}$ (دوما$_{4}$) (164.60 156.90، 152.30، 147.40، 135.70، 129.80 غ.م$^{-2}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية أكساد$_{1161}$ وأكساد$_{1097}$ وأكساد$_{1115}$ وأكساد$_{1157}$، وأكساد$_{1159}$، وأكساد$_{1151}$، وأكساد$_{1155}$ (69.09 71.76، 77.30، 81.54 84.92 85.36، 97.24 غ.م$^{-2}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها (محمود، 2009).

**3 – 3- معامل الحصاد Harvest Index (HI)**: يُمثل معامل الحصاد في محاصيل الحبوب، نسبة وزن الحبوب إلى الوزن الجاف الكلي للمجموع الهوائي. ويتأثر معامل الحصاد بحجم الأجزاء الثمرية، أو ما يسمى بقوة المصب Sink strength (حجم × عدد الثمار أو

الحبوب)، ويتأثر أيضاً بمعدل Rate وطول فترة توزيع نواتج التمثيل الضوئي بين الأجزاء المختلفة من النبات، فكلما كانت كمية المادة الجافة المُسخّرة لنمو الأجزاء الثمرية أكبر، كان عدد الحبوب ووزنها أكبر، وتقل غلة المحصول الحبية عندما يُسخر النبات جزءاً أكبر من المادة الجافة لنمو المجموعتين الهوائية والأرضية، وهذا يسمى اصطلاحاً Partitioning efficiency. وكلما كانت كمية المادة الجافة المنقولة من الأوراق (المصدر) Source إلى الثمار (المصب) Sink خلال فترة امتلاء الحبوب أكبر خلال وحدة الزمن، ازدادت درجة امتلاء الحبوب، ووزن الألف حبة، ما يؤدي إلى زيادة الغلة الحبية، ويسمى هذا المفهوم اصطلاحاً كفاءة النقل Translocation efficiency. عموماً، تحت ظروف الإجهاد المائي فإنَّ الطرز الوراثية التي تتمتع بكفاءة تسخير/ توزيع أكبر باتجاه الأجزاء الثمرية، ستكون أقدر على إعطاء غلة حبية أكبر، أي أكثر مقدرة من وجهة نظر اقتصادية على تحمل الجفاف (Hsiao, 1973).

**رابعاً - مؤشرات تحمل الجفاف Drought tolerance indicators:**

يتطلب تحسين تحمل القمح للجفاف ضرورة تقييم جميع الطرز الوراثية (Golabadi *et al*., 2006)، حيث يؤدي الإجهاد المائي في المناطق الجافة وشبه الجافة من حوض المتوسط خلال فترة امتلاء الحبوب إلى حدوث انخفاض كبير في الغلتين الحبية والحيوية (Ehdaie and Waines,1996)، ما شكل هاجساً حقيقياً لمربي النبات، حيث حدد هؤلاء معايير لتحمل الطرز الوراثية للجفاف بظروف الجفاف وعدمه، ونظراً لصعوبة تحديد بعض المعايير الفيزيولوجية كمعايير موثوقة للغلة في ظروف الجفاف، فقد اقترح البحاثة Voltas *et al*.,(2005) بأن يكون أداء السلالات في البيئات المختلفة كمعيار انتخاب رئيس. واقترح (Fischer and Maurer,1978; Mitra, 2001) استعمال دليل الحساسية للجفاف (DSI) المستند على مقدار انخفاض الغلة تحت ظروف الإجهاد بالمقارنة مع الغلة تحت الظروف غير المجهدة (المروية)، حيث يشير انخفاض قيمة (DSI) إلى ارتفاع مستوي التحمل للجفاف، واستعمل هذا الدليل من قبل العديد من الباحثين وعلى عدة محاصيل، مثل القمح ( طوشان وآخرون، 2009؛ Lazar *et al*.,1995)، والشعير (Shakhatreh *et al*., 2001) والتريتكالي (Ozkan *et al*., 1999)، والشوفان (Larsson and Gorny,1988). ووجد أنّه من أكثر المعايير تمييزاً للطرز المتحملة للجفاف تحت ظروف الجفاف الشديد، في حين لاحظ (Fernandez, 1992) أنّ كل من المعيارين: متوسط قيم الإنتاج الهندسي Geometric Mean Productivity (GMP)، ودليل تحمل الجفاف Drought Tolerance Index (DTI) أكثر فعّالية في تمييز الطرز الوراثية العالية الإنتاج في

كلٍ من ظروف الجفاف المعتدل والري. كما أشارت طوشان، وآخرون، (2009) إلى أنّ أفضل المعايير التي ارتبطت مع الغلة الحبية هما دليل الحساسية للجفاف (DST)، ومتوسط قيم الإنتاج الهندسي (GMP)، اللذان ارتبطا بدورهما بصفة عدد الحبوب في السنبلة. بالمقابل اعتمد (Rosielle and Hamblin, 1981) على مقياس تحمل الإجهاد (TOL).

وبيّن Ramirez and Kelly, (1998) أنّ قيم معايير التحمل للجفاف تختلف باختلاف الطاقة الإنتاجية للطرز الوراثية، واعتمد على معيار تحمل الجفاف كمتوسط هندسي (GM)، بالإضافة إلى مقياس تحمل الجفاف (TOL)، ذاكراً أنّ الاعتماد في الانتخاب عليهما قد أعطى معياراً للانتخاب من أجل تحسين تحمل الجفاف في محصول الفاصولياء.

اعتمد Guttieri *et al.*, (2001) دليل الحساسية للجفاف (DSI) في محصول القمح الربيعي، واقترح أنّه عندما تكون قيمة DSI >1 يكون الطراز الوراثي فوق معدل الحساسية للجفاف، في حين أنه عندما يكون DSI <1 يكون الطراز الوراثي تحت معدل الحساسية للجفاف. واستعمل هذا المؤشر أيضاً من قبل Bansal and Sinha, (1991) في محصول القمح بالإضافة إلى الغلة الحبية كمعايير لتحديد الطرز الوراثية المتحملة للجفاف. وفي دراسة للباحثين Rosielle and Hamblin, (1981) وجدا أنّ المعيارين DSI و GMP هما من المعايير المستعملة لتقيم استجابة النبات للإجهاد البيئي، في حين اقترح Shiri *et al.*, (2001) أنّهما من أكثر المعايير فعّالية للتنبؤ بإنتاجية القمح.

# الفصل الثالث

# مواد البحث و طرائقه

# *Materials and Methods*

## مواد البحث وطرائقه Materials and Methods

**المادة النباتية Plant material**: تمّ تقويم استجابة أداء بعض طرز القمح الطري السورية والليبية (شام$_6$، شام$_4$، دوما$_2$، المختار، بحوث$_{208}$، صفيت$_1$، وصفيت$_7$)، وبعض طرز القمح القاسي السورية والليبية (شام$_3$، شام$_5$، أكساد$_{65}$، بركة، كريم) (الجدول الملحق، 1)، تحت ظروف الزراعة المطرية. وقد تمّ الحصول على البذار من مركز البحوث الزراعية بطرابلس، ليبيا، ومن إدارة الموارد النباتية (برنامج الحبوب) في المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد).

### التجربة المخبرية Laboratory Experiment

**أولاً- سبر التباين في استجابة طرز القمح لتحمل الإجهاد الحلولي باستعمال سكر البولي إثيلين جلايكول 6000 ( PEG6000)**

**1-1- تحديد المستوي الحلولي المميت الأمثل Identification of the optimum osmotic lethal level**

يُعَرف المستوي الحلولي المميت الأمثل بأنّه المعاملة الحلولية التي تسبب موتاً مقداره 50% في البادرات، أو تخفيضاً في النمو بنحو 50% بالمقارنة مع الشاهد المطلق في البادرات غير المحرّضة في نهاية فترة استعادة النمو.

عُرضت بادرات القمح (بعمر يومين من تاريخ الإنبات) (بطول 2.5 سم) ضمن أطباق بتري وبواقع عشرة بادرات في كل طبق، وثلاثة مكررات لكل معاملة، إلى مستوياتٍ مميتة من الإجهاد المائي (الحلولي)، الذي تمّ إحداثه مخبرياً باستعمال سكر البولي إثيلين جلايكول 6000 (PEG-6000)، حيث ُعرضت بادرات القمح إلى مستوياتٍ مميتة مختلفة من الإجهاد الحلولي (-0.8، -1.0، -1.2، -1.4، -1.6، -1.8، - 2.0 Mpa) مدة 48 ساعة، ثمّ ُنقلت البادرات إلى أطباق بتري أخرى تحتوي ماء مقطر فقط لتستعيد نموها مدة 72 ساعة. وتُركتْ في الوقت نفسه بادرات قمح في أطباق بتري تحتوي ماء مقطر فقط منذ بداية التجربة وحتى نهايتها واعتمدت كشاهدٍ مطلق ُتحسب على أساسه نسبة الانخفاض في المؤشرات المدروسة. ثمّ ُحسبت في نهاية فترة استعادة النمو نسبة الانخفاض في طول الجذور/ البادرات بالمقارنة مع الشاهد المطلق وفق المعادلة الرياضية الآتية (AL-Ouda, 1999):

$$\text{نسبة الانخفاض في طول الجذور/ البادرات (\%)} = \frac{\text{طول الجذور/ البادرات في الشاهد المطلق} - \text{طول الجذور/ البادرات في المعاملة}}{\text{طول الجذور/ البادرات في الشاهد المطلق}} \times 100$$

عموماً، تُعد المعاملة التي تكون عندها نسبة الانخفاض في طول الجذور/البادرات قرابة 50% بمنزلة المستوي الحلولي المميت الأمثل.

**2-1- تحديد المستوي الحلولي المحرّض الأمثل Identification of optimum osmotic sub-lethal level**

عُرّضت بادرات القمح المدروسة (بعمر يومين) إلى مستوياتٍ محرّضة مختلفة من الإجهاد الحلولي (0.0، -0.2، -0.4، -0.6، -0.8 Mpa) مدة 16 ساعة، ثمّ نُقلت البادرات المحرّضة من كل معاملة على حدة إلى المستوى الحلولي المميت الأمثل المحدد من التجربة السابقة، وتركت مدة 48 ساعة، ثمّ سُمح للبادرات باستعادة نموها في الماء المقطر مدة 72 ساعة. وحُسبت في نهاية فترة استعادة النمو نسبة الانخفاض في طول الجذور/البادرات بالمقارنة مع الشاهد المطلق، وفق المعادلة الرياضية الآنفة الذكر. واعتمدت المعاملة التي تكون عندها نسبة الانخفاض في طول الجذور/البادرات أقل ما يمكن بالمقارنة مع الشاهد بمنزلة المستوى الحلولي المحرض الأمثل Optimum induction level.

**3-1- غربلة طرز القمح استجابةً للإجهاد الحلولي عند مستوي البادرة الفتية: Screening of wheat genotypes in response to osmotic stress at seedling stage:**

تمّ تعريض بادرات القمح (بعمر يومين) من كل طراز على حده للمستوى الحلولي المحرّض الأمثل مدة 16 ساعة، ثمّ نُقلت البادرات المحرّضة إلى المستوى المميت الأمثل من الإجهاد الحلولي وتركت مدة 48 ساعة، ثمّ سُمح للبادرات باستعادة نموها في الماء المقطر مدة 72 ساعة. وسجلت في نهاية فترة استعادة النمو القراءات المتعلقة بطول الجذور/البادرات. وحُسبت نسبة الانخفاض في طول كلٍ من الجذور/البادرات بالمقارنة مع الشاهد المطلق. وتمّ تقويم استجابة طرز القمح المدروسة للإجهاد الحلولي باستعمال التحليل الإحصائي المسمى Z-distribution analysis بالاعتماد على مؤشرات متوسط الطول الكلي للجذور والبادرات

ونسبة الانخفاض فيهما بالمقارنة مع الشاهد. وقُسِّمت الطرز المدروسة وفقاً لذلك إلى المجموعات الآتية:

**الطرز عالية التحمل**: وهي الطرز التي أبدت أدنى نسبة انخفاض في طول الجذور/البادرات وأعلى متوسط طول كلي لهما.

**الطرز عالية الحساسية**: وهي الطرز التي أبدت أعلى نسبة انخفاض في طول الجذور/البادرات وأدنى متوسط طول كلي لهما.

**الطرز متوسطة الاستجابة.**

**ثانياً - تقويم أهمية التحريض Evaluation the importance of induction stress**

عُرضت بادرات القمح المدروسة (بعمر يومين) إلى المستوى الحلولي المحرض الأمثل مدة 16 ساعة، ثمّ نُقلت البادرات المحرّضة إلى المستوى الحلولي المميت الأمثل مدة 48 ساعة، ونقلت في الوقت نفسه مجموعة أخرى من البادرات غير المحرّضة بشكلٍ مباشرٍ إلى المستوى الحلولي المميت الأمثل، وتُركت البادرات المُحرّضة وغير المُحرّضة في المستوى الحلولي المميت الأمثل مدة 48 ساعة، ثمّ سُمح للبادرات باستعادة نموها في الماء المقطر مدة 72 ساعة. وحُسبت عند مختلف المعاملات المدروسة نسبة الانخفاض في طول الجذور/البادرات بالمقارنة مع الشاهد في نهاية فترة استعادة النمو. وتمّ استناداً إلى ذلك تقويم أهمية التحريض في تحسين تحمل البادرات للمستويات المميتة من الإجهاد المائي (الحلولي).

**مواقع تنفيذ التجارب Sites of experimentation**: نُفذت التجارب المخبرية في مخابر قسم المحاصيل الحقلية في كلية الزراعة بجامعة دمشق، ومخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية. ونُفذت التجارب الحقلية في محطة بحوث خرابو التابعة لكلية الزراعة بجامعة دمشق، التي تقع على خط عرض 3ْ.33ْشرقاً وخط طول 28ْ.36ْشمالاً وعلى ارتفاع 700 متر عن سطح البحر، وتبعد عن مركز مدينة دمشق قرابة 20 كم باتجاه الشرق. وتقع ضمن منطقة الاستقرار الثالثة. يتراوح معدل الهطول المطري فيها بين 160 – 200 مم . سنة$^{-1}$، وتتسم الأمطار فيها بتذبذبها الحاد من موسمٍ زراعي لآخر، وسوء توزعها خلال موسم النمو (الشكل 2، 3). التربة طمية القوام، متوسطة القلوية، عالية المحتوى من كربونات الكالسيوم، وجيدة المحتوي من المادة

العضوية، وذات ملوحة منخفضة. وهي تقع ضمن رتبة ترب المناطق الجافة Aridi soils، وتحت رتبة الترب الكلسية Calcids (الجدولين 1،2).

زُرعت التجارب الحقلية، ونفذت الدراسة المخبرية خلال الموسمين الزراعيين **2009/2008**، و**2010/2009**.

**الجدول رقم (1): بعض الخصائص الميكانيكية لتربة الحقل.**

| عمق التربة (سم) | التحليل الميكانيكي للتربة | | | القوام |
|---|---|---|---|---|
| | نسبة الرمل (%) | نسبة السلت (%) | نسبة الطين (%) | |
| 50 - 0 | 24.7 | 55.4 | 19.9 | طميية |

**الجدول رقم (2): بعض الخصائص الكيميائية لتربة الحقل.**

| الخصائص المدروسة | الأيونات الذائبة (م.م /100 غ تربة) | | | | المادة العضوية (%) | كربونات الكالسيوم (%) | الكلس الفعّال (%) | pH (1:2.5) | $EC_e$ (ميكروموز/سم) (1:5) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| العمق (سم) | $Ca^{++}$ | $Mg^{++}$ | $CL^-$ | $HCO_3^-$ | | | | | |
| 50 -0 | 1.1 | 0.7 | 0.375 | 1.1 | 3.931 | 56 | 4.25 | 7.9 | 340 |

## ثانياً - الدراسة الحقلية Field study

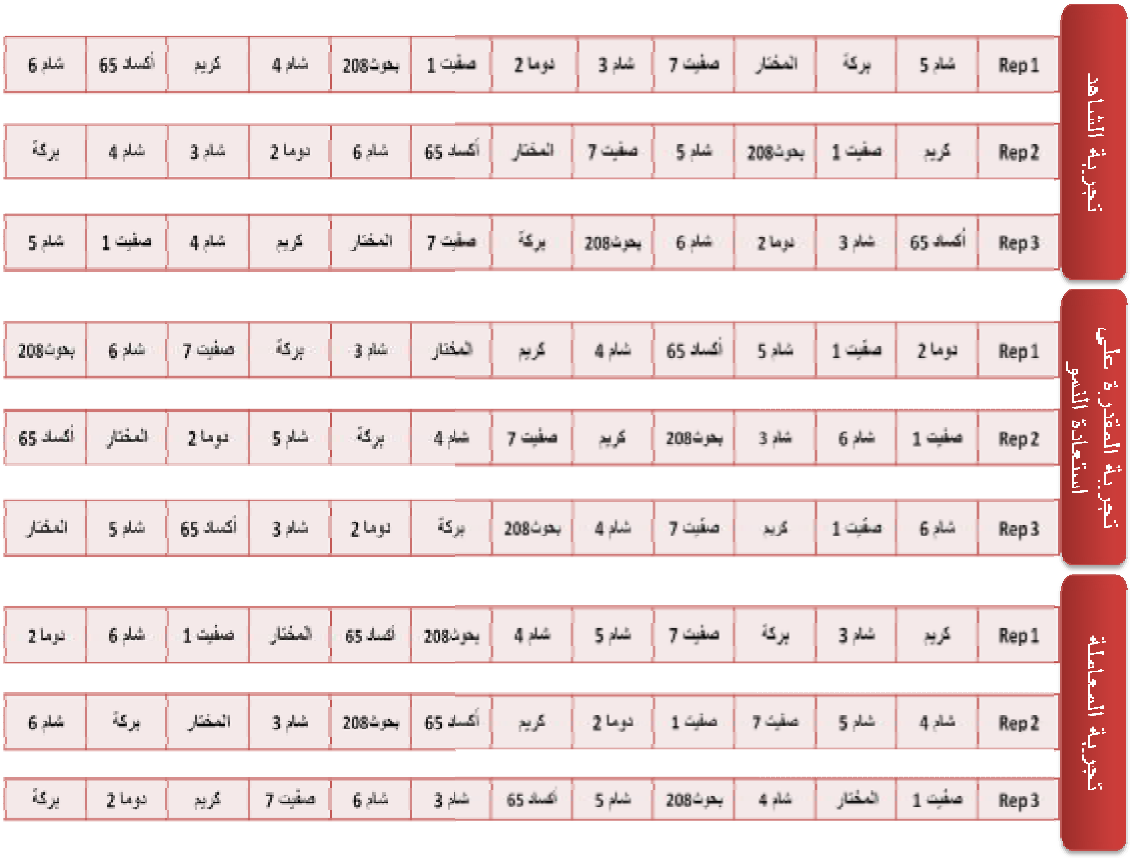
تضمنت الدراسة الحقلية نوعين من التجارب:

**I - تقويم أداء طرز القمح الطري والقاسي تحت ظروف الزراعة البعلية**: نُفذت هذه التجربة في محطة بحوث خرابو، حيث تمّ تقويم أداء طرز القمح المدروسة باعتماد بعض المعايير

المعتمدة عالمياً في تمييز الطرز الوراثية التي تنتمي إلى المجموعة A، لذلك يتطلب ذلك تقويم الطرز المدروسة نفسها، ضمن الظروف البيئية نفسها ولكن تحت ظروف الزراعة المناسبة، وذلك بتأمين كمياتٍ كافية من مياه الري للنباتات خلال مراحل النمو المختلفة، واعُتمدت كشاهدٍ تُحسب على أساسه نسبة الانخفاض في الصفات المدروسة وخاصةً الغلة الحبية.

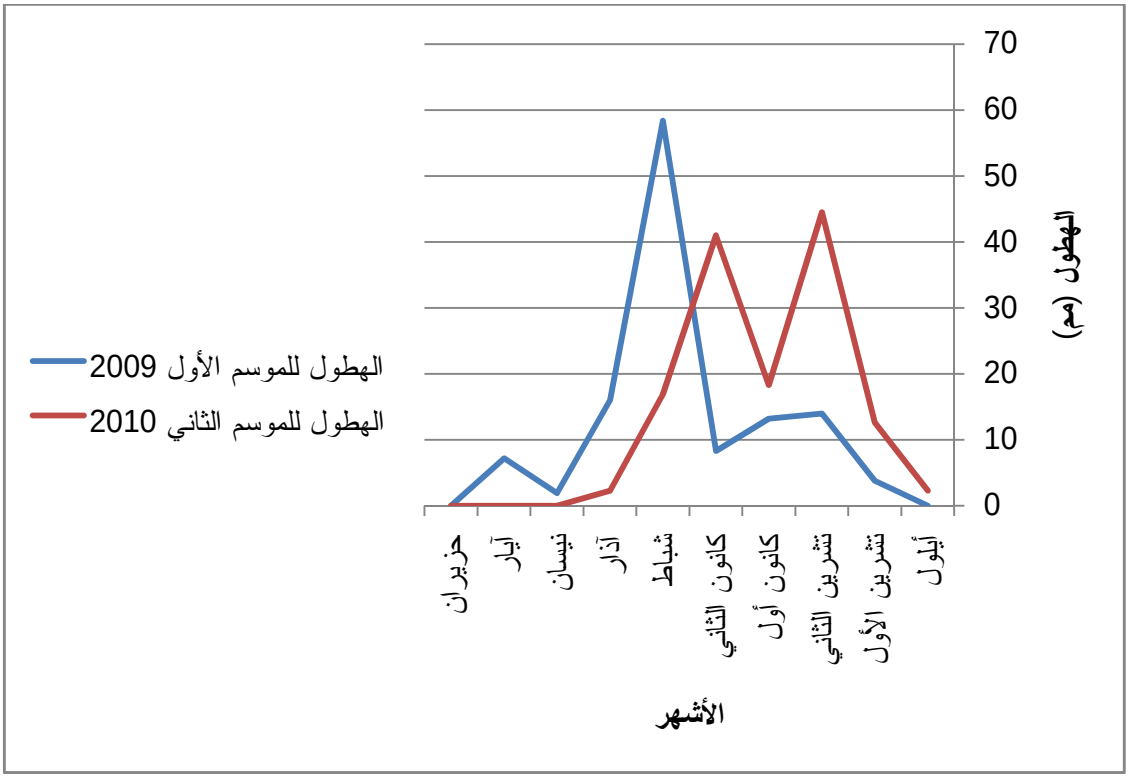
**طريقة الزراعة Planting method**: تمّت الزراعة بعد تحضير الأرض للزراعة بشكلٍ جيد (فلاحتين متعامدتين على عمق 25 سم، ثمّ تنعيم التربة وتسويتها) بتاريخ 12/3 خلال الموسم الزراعي الأول (2008 – 2009)، وبتاريخ 12/6 خلال الموسم الزراعي الثاني (2009 - 2010). زُرعت البذور يدوياً في عشر سطور (طول السطر 1.0 م)، وتركت مسافة 20 سم بين السطر والآخر، و5 سم بين النبات والآخر ضمن السطر نفسه، كما تركت مسافة 50 سم بين الطراز الوراثي والذي يليه. وروعي وجود كل الطرز الوراثية المدروسة في كل قطعة تجريبية، وخلال موسمي الزراعة، وبمعدل ثلاثة مكررات لكلٍ منها، ووزعت الطرز الوراثية عشوائياً في كل قطعة تجريبية، (الشكل، 1).

**الشكل رقم (1): المخطط العام للتجربة الحقلية.**

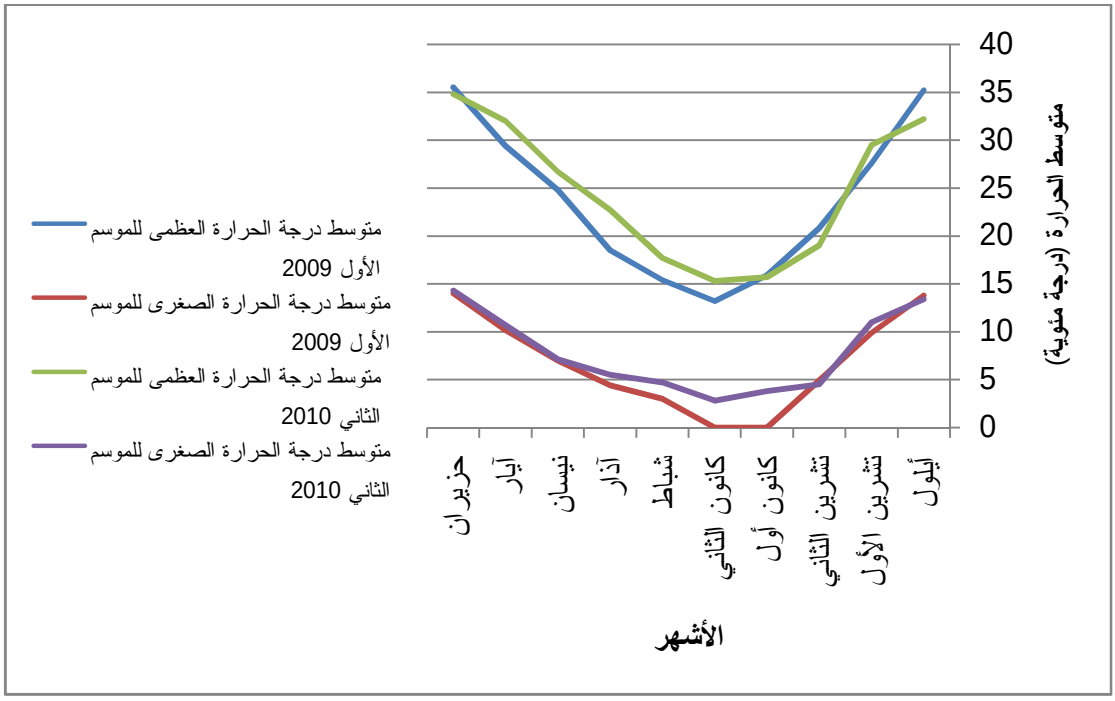


**تصميم التجربة والتحليل الإحصائي Experimental design and statistical analysis**

نُفذت التجربة المخبرية وفق التصميم العشوائي الكامل Complete Randomized Design (CRD)، ووضعت التجارب الحقلية وفق تصميم التجارب العاملية بثلاثة عوامل Factors (المواسم، والمعاملات، والأصناف) حسب تصميم القطاعات الكاملة العشوائية Randomized Complete Block Design (RCBD) بثلاثة مكررات. وسجلت القراءات المطلوبة من النباتات الموجودة في الأسطر الستة الداخلية لكل طراز وراثي وفي كل قطعة تجريبية. وسجلت جميع البيانات المناخية خلال موسم النمو (معدل الهطول المطري الشهري، ودرجات الحرارة الصغرى والعظمى الشهرية) (الشكلين 2، 3). وتمّ تبويب البيانات وتحليلها إحصائياً باستعمال برنامج التحليل الإحصائي M-Stat-C لحساب قيم أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5% بين المتغيرات، ومعامل التباين (CV%) لكل صفة مدروسة، وحساب قيم معامل الارتباط البسيط Simple correlation.




**الشكل رقم (2): كميات الهطول الشهري (مم) خلال الموسمين الزراعيين في موقع الدراسة.**




**الشكل رقم (3): متوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى (°م) خلال الموسمين الزراعيين المدروسين.**

## الصفات المدروسة Investigated traits

### أولاً – المؤشرات الشكلية والفسيولوجية Morpho-physiological traits:

**1-1- ارتفاع النبات (سم) Plant height**: ويمثل طول النبات بدءاً من نقطة ملامسة الساق الرئيس لسطح التربة حتى قمة السنبلة باستثناء السفا. وسجلت هذه الصفة عند اكتمال الإزهار في النباتات (Ipgri, 1994).

**2-1- طول السلامية الطرفية (حامل السنبلة) (سم) Peduncle length**: ويمثل طول السلامية العلوية الأخيرة في الساق الرئيسة (حامل السنبلة) (Ipgri, 1994).

**3-1- مساحة الورقة العلمية Flag leaf area (سم$^2$)**: حُسبت المساحة الورقية يدوياً باستعمال المسطرة، وذلك بقياس طول الورقة والعرض الأعظمي لها، وضرب حاصل الجداء بمعامل التصحيح (0.79) (Voldong and Simpson, 1967).

**المساحة الورقية النظرية = طول الورقة × العرض الأعظمي للورقة**

**المساحة الورقية الفعلية = المساحة الورقية النظرية × معامل التصحيح (0.79)**

**4-1- دليل المساحة الورقية Leaf Area Index (LAI)**: يُعبّر هذا المؤشر عن درجة تورّق المحصول، أي مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي في وحدة المساحة من الأرض (م$^2$).

$$LAI = A / P$$

حيث:

A المساحة الورقية لجميع النباتات الموجودة في متر مربع واحد من الأرض.

P مساحة القطعة التجريبية (م$^2$).

**ثانياً- المؤشرات الفسيولوجية والبيوكيميائية Physiological and biochemical traits**

**2-1- قوة النمو الأولي Seedling early Vigor**: تمّ تقدير قوة النمو الأولي للبادرات بعد الإنبات بنحو 15-20 يوماً باعتماد مقياس مكون من 5 تدريجات، وفق الآتي (التمو،2007):

| | |
|---|---|
| 1.5-1.0 | قوي (ممتاز) |
| 2.5-1.6 | جيد جداً |
| 3.5-2.6 | جيد |
| 4.5-3.6 | ضعيف |
| 5.0-4.6 | ضعيف جداً |

يُعبر هذا المؤشر عن كفاءة طراز وراثي ما في تغطية سطح التربة خلال المراحل المبكرة من حياة النبات، فكلما كان معدل النمو الأولي أكبر، وطبيعة النمو مفترشة تمكنت نباتات الطراز الوراثي من تغطية مساحة أكبر من سطح التربة، حيث تسمح تغطية سطح التربة بالنباتات في الحد من فقد الماء بالتبخر Evaporation من سطح التربة والمحافظة على مخزون التربة المائي، وذلك من خلال تقليل تعرض سطح التربة بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، ما يُساعد في تحسين كفاءة استعمال المياه.

**2-2- الطبقة الشمعية على الأوراق (مغ . سم$^{-2}$) Wax deposits**: أُخذ عدد معين من الأوراق مكتملة الاستطالة(5 أوراق من كل معاملة ومن كل مكرر)، وحسبت مساحتها.

ولم تُغسل الأوراق بالماء قبل استخلاص المواد الشمعية المترسبة عليها خشية إزالة البلورات الشمعية Wax crystals، التي عادةً ما تكون عرضة للإزالة بأي عامل فيزيائي (Phillip *et al*., 2005). وتمّت إزالة الطبقة الشمعية المجللة لسطوح الأوراق من خلال غمر الأوراق في كأس يحتوي على كمية قليلة من الكحول الإيثيلي مدة ساعتين، حيث كانت هذه المدة كافية لحل Dissolving وإزالة كامل المادة الشمعية، ثم تمَّ تبخير الكحول بشكلٍ كامل، وحسب وزن المادة الشمعية في وحدة المساحة الورقية وفق الآتي:

**كمية المادة الشمعية المذابة (مغ) = وزن الكأس مع المادة الشمعية – وزن الكأس فارغاً**

**3-2- محتوى الماء النسبي في الأوراق Relative Water Content (RWC %)**: تمَّ تقدير محتوى الماء النسبي في الأوراق في نهاية مرحلة النمو الأولي ($GS_1$)(من بداية ظهور البادرات وحتى اكتمال النمو الخضري)، حيث قُطعت ورقتان كاملتي الاستطالة عند قاعدة النصل من ثلاثة نباتات بشكلٍ عشوائي من كل طراز وراثي، ووضعت الأوراق في أكياسٍ بلاستيكية محكمة الإغلاق للحد من فقد الماء بالتبخر- نتح، ونُقلت مباشرةً إلى المخبر حيث سُجل الوزن الرطب للأوراق Fresh Weight (FW) في أقل من 15 دقيقة، ثمَّ غُمرت الأوراق بشكلٍ كامل في الماء المقطر ضمن أنابيب اختبار مدة 16-18 ساعة عند درجة حرارة الغرفة (20 ْم) والإضاءة الخافتة في المخبر. وجُففت الأوراق بلطف في نهاية فترة النقع لإزالة الماء الزائد العالق على سطوحها، وسُجل الوزن الرطب المشبع Turgid Weight (TW)، ثمّ وضعت الأوراق في أكياس ورقية، ونُقلت إلى مجفف مسخَّن بشكلٍ مسبق على درجة حرارة (105 ْم) مدة نصف ساعة، وذلك لقتل الأنسجة النباتية وإيقاف عملية فقد المادة الجافة بالتنفس، ثم خُفضت درجة حرارة المجفف إلى (80 ْم) وتركت العينات فيه مدة 72 ساعة، أو إلى حين الوصول إلى الوزن الجاف الثابت Dry Weight (DW) (Schonfeld *et al*., 1988):

$$\text{محتوى الماء النسبي (\%)} = \frac{\text{الوزن الرطب – الوزن الجاف}}{\text{الوزن الرطب المشبع – الوزن الجاف}} \times 100$$

**2-4- سلامة الأغشية الخلوية Membrane integrity:** أخُذت عينات أقراص ورقية من الورقتين الثانية والثالثة كاملتي الاستطالة من كل طراز على حدة وذلك في نهاية فترة النمو الخضري النشط، ووضع عدد محدد من الأقراص الورقية (20 قرصاً) في عبوة تحتوي على 10 مل من الماء المقطر، وتركت العبوات على هزاز مدة 3 ساعات، ثمّ تمّ قياس الامتصاص الأولي للمحلول عند طول موجة 273 نانو متر باستعمال جهاز قياس الطيف الضوئي Spectrophotometer، ثمّ نُقلت المحاليل من كل عبوة على حدة إلى أنابيب اختبار مزودة بسدادة ووضعت في حمامٍ مائي (درجة الغليان) مدة 30 دقيقة، ثمّ تمّ قياس الامتصاص النهائي للمحلول عند طول الموجة السابقة نفسها (Leopold, 1981). وحُسبت استناداً إلى ما سبق نسبة تسرب الذائبات وفق المعادلة الرياضية الآتية:

$$\text{نسبة الذائبات المتسربة (\%)} = \frac{\text{الامتصاص الأولي}}{\text{الامتصاص النهائي}} \times 100$$

**2-5- زاوية توضع الأوراق العلوية على الساق الرئيس:** تُحدد زاوية توضع الأوراق العلوية على الساق الرئيس كفاءة توزيع الطاقة الضوئية Light distribution efficiency بين أجزاء النبات الهوائية (الطوابق الورقية)، ومن ثمّ كمية الطاقة الضوئية الواصلة إلى جميع أوراق النبات، وخاصةً الأوراق السفلية. وتتحدد تبعاً لذلك كفاءة النبات التمثيلية ومن ثمّ معدّل تصنيع المادة الجافة وتراكمها، وكفاءة استعمال المياه. وتُحسب استناداً إلى مقياس مدرج من 1-5 وفق الآتي (التمو، 2007):

1: تشكل الأوراق العلوية زاوية قائمة (90º) مع الساق الرئيس.

2: تشكل الأوراق العلوية زاوية تعادل تقريباً (70º) مع الساق الرئيس.

3: تشكل الأوراق العلوية زاوية تعادل تقريباً (50º) مع الساق الرئيس.

4: تشكل الأوراق العلوية زاوية تعادل تقريباً (30º) مع الساق الرئيس.

5: تشكل الأوراق العلوية زاوية أقل من (30º) مع الساق الرئيس.

**2-6- تقدير محتوى البرولين Proline content (ميكرو غرام . غ$^{-1}$ مادة خضراء)**: أخُـذت عينات ورقية بوزن 100 ملغ من كل طراز من الطرز الوراثية المدروسة، ووضـعت كل على حدة في هاون خزفي، وأضيف إليها قليلاً مـن المحلـول المـائي لحمـض سلفوساليسيليك (3%) وسحقت العينات بمساعدة كمية قليلة من الرمل المخبري النقي، ثمّ فُصل المستخلص بواسطة جهاز الطرد المركزي (3000 دورة/دقيقة) مدة عشرة دقائق، ثم جُمع محلول الاستخلاص وتـمَّ إكمـال حجمـه إلـى 5 مـل باسـتعمال حمـض سلفوساليسيليك (3%)، وأخذ من المستخلص 2 مل وأضيف إليه 2 مـل مـن محلـول النينهيدرين لتنشيط التفاعل (يتألف المحلول المنشط للتفاعل من1.25غ نينهيدرين + 30 مل حمض الخل الثلجي + 20 مل حمض N6 أورثوفوسفوريك)، و2 مل من حمـض الخل الثلجي. وضعت الأنابيب في حمام مائي عند درجة الغليان مدة ساعة واحدة، ثـمّ رفعت الأنابيب وبُرّدت بشكلٍ مفاجئ وذلك بوضعها في وعاء يحتوي على الماء المثلج. أضيف فيما بعد 4 مل من التولوين لكل أنبوب اختبار، وتمَّ رج الأنابيب مـدة عشـرة ثوانٍ، ثمّ قيست درجة الامتصاص عند طول موجة 520 نانو متـر. ولتحديـد كميـة البرولين في العينة النباتية تمّ تحضير منحنى معياري وفق برنامج حاسـوبي، وذلـك باستعمال كمياتٍ معروفة من البرولين (Bates *et al*., 1973).

**2-7- سماكة الساق Stem thickness**: تمّت دراسة التباين الوراثي في مساهمة الساق فـي درجة امتلاء الحبوب، ومن ثمَّ تأثير سماكة الساق في غلة المحصول الحبية من خـلال التخلص من المسطح الأخضر خلال مرحلة ما بعد الإزهار، وذلـك بـرش النباتـات بمحلول 4% كلورات الصوديوم ($NaClO_3$)، أو كلورات المغنزيـوم $Mg(ClO_3)_2$، حيث يعمل هذا المركب الكيميائي على تجفيف النباتات دون قتلها. تمّت معاملة الـرش بمركب كلورات الصوديوم بعد 14 يوماً من تاريخ الإزهار، وذلك عندما كان معدل نمو الحبوب وتطورها في أوجه. وقورنت الطرز الوراثية المدروسة من خلال مقارنة وزن الألف حبة لكل منها، ودرست طبيعة الارتباط بين وزن الساق ووزن الألف حبة، وذلك

من خلال تقدير متوسط وزن الساق الرئيس للطرز الوراثية المدروسة عند بداية فتـــرة امتلاء الحبوب وفي نهاية مرحلة النضج الفسيولوجي للحبوب. عموماً، كلما كان معامل الارتباط بين وزن الساق والغلة الحبية في بداية مرحلة امتلاء الحبوب من جهة، ومقدار التراجع في وزن الساق وزيادة الغلة الحبية من جهة أخرى في نهاية مرحلـــة النضـــج الفسيولوجي للحبوب أكبر تحت ظروف الإجهاد المائي، كانت كفاءة الطراز الوراثي في تحمل إجهادي الجفاف والحرارة المرتفعة خلال مرحلة ما بعد الإزهار وامتلاء الحبوب أعلى وستكون مقدرته أكبر على إعطاء غلة حبية أعلى (Blum *et al*., 1983).

**تقويم مساهمة أجزاء المصدر المختلفة في امتلاء الحبوب**:

**مساهمة الأوراق في وزن الحبوب (غ)**: وتمثل وزن الحبوب بوجود كامل المصدر مطروحاً منه وزن الحبوب بغياب جميع الأوراق (التمو، 2007).

**مساهمة الساق في وزن الحبوب (غ)**: وتمثل وزن الحبوب بوجود كامل المصدر مطروحاً منه مساهمة الأوراق في وزن الحبوب (التمو، 2007).

$$\text{نسبة مساهمة الأوراق في وزن الحبوب (\%)} = \frac{\text{مساهمة الأوراق في وزن الحبوب}}{\text{وزن الحبوب بوجود كامل المصدر}} \times 100$$

$$\text{نسبة مساهمة الساق في وزن الحبـــوب (\%)} = \frac{\text{مساهمة الساق في وزن الحبوب}}{\text{وزن الحبوب بوجود كامل المصدر}} \times 100$$

$$\text{نسبة الانخفاض في وزن الساق (\%)} = \frac{\text{وزن الساق قبل بدء امتلاء الحبوب – وزن الساق عند الحصاد}}{\text{وزن الساق قبل بدء امتلاء الحبوب}} \times 100$$

**ثالثاً- مؤشرات تحمل الجفاف Drought tolerance indicators**

**3-1- دليل الحساسية للجفاف Drought Susceptibility Index(DSI)**: ويُحسب من خلال المعادلة الآتية (Fischer and Maurer, 1978) (Mitra, 2001):

$$DSI = [1-(YS)/(YP)]/SI$$

$$SI = [1-(\bar{\bar{Y}}S)/(\bar{\bar{Y}}P)]$$

حيث:

DSI: دليل الحساسية للجفاف؛ SI: معامل الحساسية؛ YS: الغلة تحت ظروف الإجهاد.

YP: الغلة تحت ظروف الزراعة المروية (الشاهد)؛ $\bar{\bar{Y}}S$ : متوسط غلة جميع الطرز الوراثية المدروسة تحت ظروف الإجهاد المائي؛ $\bar{\bar{Y}}P$: متوسط غلة جميع الطرز الوراثية تحت ظروف الزراعة المروية (الشاهد) (بدون إجهاد).

ويشير تدني قيمة DSI إلى ازدياد التحمل للجفاف. استعمل هذا المؤشر في العديد من الأنواع المحصولية مثل القمح، والشعير، والشوفان.

**3-2- دليل تحمل الجفاف Drought Tolerance Index (DTI)**: ويُحسب من خلال المعادلة الآتية (Fernandez, 1992):

$$DTI = [(YP)\times(YS)/(\bar{\bar{Y}}P^2)]$$

DTI: دليل تحمل الجفاف؛ YP: الغلة تحت ظروف الزراعة المروية (الشاهد).

YS: الغلة تحت ظروف الإجهاد؛ $\bar{\bar{Y}}P^2$: متوسط غلة جميع الطرز الوراثية المدروسة تحت ظروف الزراعة المروية (الشاهد).

**3-3- معيار متوسط الإنتاج الهندسي Geometric Mean Productivity (GMP)**:

ويُحسب من خلال المعادلة الآتية (Ramirez and Kelly, 1998):

$$GMP = \sqrt{(ys)(yp)}$$

**رابعاً- المؤشرات المرتبطة بالغلة الحبية Yield associated traits**

**4-1- متوسط عدد الحبوب في المتر المربع**: ويمثل حاصل جداء متوسط عدد الحبوب في السنبلة الواحدة بمتوسط عدد السنابل في المتر المربع.

**4-2- متوسط وزن الألف حبة (غ) 1000- kernel weight**: حيث تمّ حساب وزن 1000 حبة كالآتي(العلي،2006):

$$\text{وزن الألف حبة (غ)} = \frac{\text{وزن العينة من الحبوب – وزن ما تحتويه من شوائب}}{\text{عدد الحبوب في العينة}} \times 1000$$

**4-3- الغلة البيولوجية (غ . م$^{-2}$)**: حُصدت جميع النباتات الموجودة في المتر المربع من الأرض وسُجل الوزن الجاف الكلي (التبن + الحب) للنباتات.

**4-4- الغلة الحبية (غ . م$^{-2}$) Grain yield**: تمّ فرط السنابل من النباتات المحصودة من 1 م$^2$، ووزنت الحبوب.

**4-5- دليل الحصاد Harvest Index (HI%)**: يُعبر دليل الحصاد عن النسبة المئوية بين وزن الحبوب إلى الوزن الجاف الكلي للنبات (حبوب + تبن). وتمَّ حساب دليل الحصاد وفق المعادلة الآتية:

$$\text{دليل الحصاد (\%)} = \frac{\text{وزن الحبوب}}{\text{الوزن الجاف الكلي للنبات}} \times 100$$

## II- تقويم أهمية المقدرة على استعادة النمو

## Evaluation the importance of recovery growth

نُفذت تجربة حقلية ثانية للوقوف على أهمية صفة **المقدرة على استعادة النمو Recovery growth**، كمعيار انتخاب بيولوجي مهم في تحديد كفاءة الطرز الوراثية الإنتاجية في النظم البيئية الزراعية التي يكون فيها ضغط الانتخاب (شدة الإجهاد المائي) عالٍ. وتمّ تحقيق ذلك من خلال تنفيذ تجربة حقلية مستقلة، عُرّضت فيها نباتات القمح من كل طراز وراثي، ومن كل نوع نباتي (القمح الطري، والقاسي) على حدة للإجهاد المائي (بإيقاف عملية الري) فقط مدة 25 يوماً، ابتداءً من منتصف شهر آذار/ مارس، ولغاية العاشر من شهر نيسان/ أبريل، ثمَّ سُمح للنباتات باستعادة النمو، وذلك بريها بشكلٍ منتظم وبكمياتٍ كافية من المياه وصولاً إلى مرحلة النضج الفسيولوجي (اكتمال عملية امتلاء الحبوب). وحُسب بعد قرابة 25 يوماً من استعادة النمو ارتفاع النبات، والوزن الرطب للنبات، والوزن الجاف للنبات، ونسبة الانخفاض فيهما، في حين تمّ عند اكتمال النضج تقدير متوسط عدد الحبوب/ م$^2$، ومتوسط وزن الألف حبة، والغلة الحبية، والغلة البيولوجية، ودليل الحصاد. وحُسبت إحصائياً قيم علاقات الارتباط البسيط بين الصفات الدالة على استعادة النمو مع مكونات الغلة الحبية، لاستشفاف أهمية صفة المقدرة على استعادة النمو كصفة مرتبطة بزيادة الغلة الحبية في البيئات المجهدة مائياً.

وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD)، بواقع ثلاثة مكررات لكل طراز خلال موسمي الزراعة. وتمَّ تبويب النتائج المتحصل عليها، وحللت إحصائياً باستعمال برنامج التحليل الإحصائي MSTAT-C (Russell, 1991) لحساب قيم أقل فرق معنوي (L.S.D) بين المتغيرات المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها ومعامل الاختلاف، لكل صفة من الصفات المدروسة.

# الفصـل الرابـع

# النتـائج والمناقشة

# *Results and Discussion*

## النتائج والمناقشة Results and Discussion

### التجربة المخبرية Laboratory experiment

**أولاً- سبر التباين في استجابة طرز القمح لتحمل الإجهاد الحلولي باستعمال سكر البولي إثيلين جلايكول 6000 ( PEG6000)**

**1-1 تحديد المستوى الحلولي المميت الأمثل:**

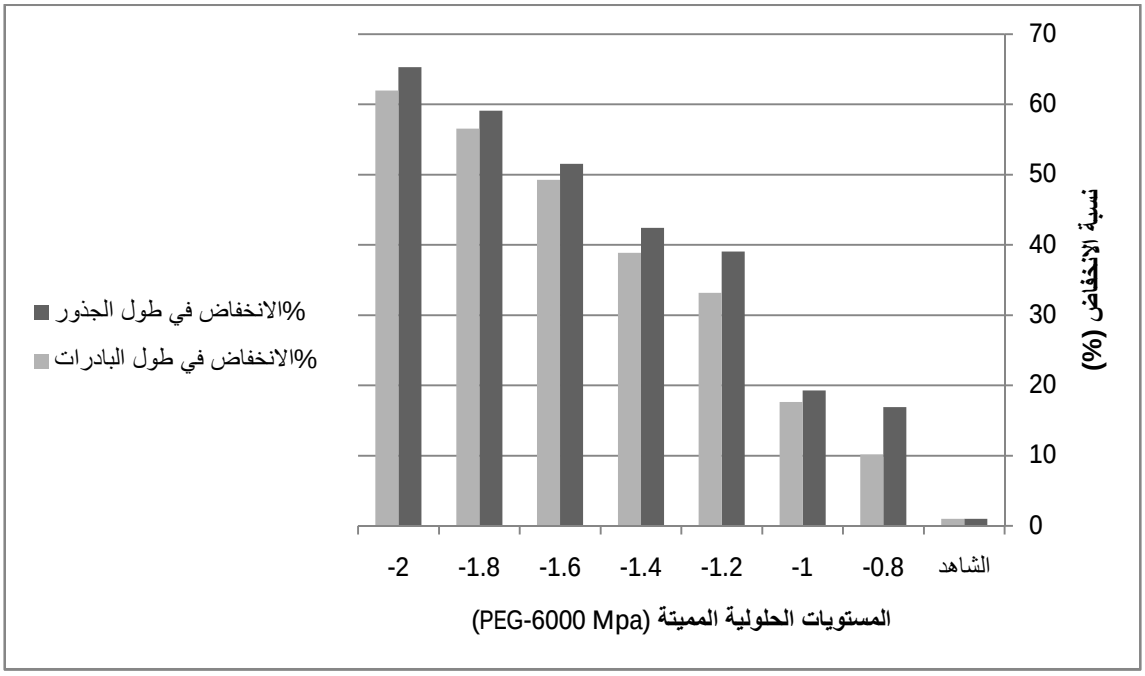
يُلاحظ من الجدول(3)، والشكل(4) وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) بين المستويات الحلولية المميتة المختلفة، حيث سبب ازدياد تركيز سكر البولي إيثلين جلايكول (PEG-6000) ازدياداً مضطرداً في الجهد الحلولي Osmotic potential لمحلول النمو، وتراجعاً موازٍ في الجهد المائي، ما أثر سلباً في معدل استطالة الجذور ونموها، بسبب تراجع كمية الماء الحر المتاح. وأدى ازدياد الجهد الحلولي في وسط النمو إلى ازدياد نسبة الانخفاض في طول جذور البادرات بالمقارنة مع الشاهد. وكانت نسبة الانخفاض الأعلى معنوياً (65.86%) عند المستوى الحلولي المميت الأعلى (2.0- Mpa)، في حين كانت نسبة الانخفاض في طول الجذور الأدنى معنوياً (17.53%) عند المستوى الحلولي المميت الأدنى(0.8 Mpa-). ويُعد المستوى الحلولي (1.6Mpa-) بمنزلة المستوى الحلولي المميت الأمثل، لأنه سبَّب انخفاضاً في متوسط طول الجذور مقداره (51.74%) بالمقارنة مع باقي المستويات الحلولية المميتة الأخرى، وهذا يتوافق مع تعريف المستوى الحلولي المميت الأمثل. وسيُعتمد هذا المستوى كمستوىً حلولي مميت خلال جميع التجارب اللاحقة. وسبَّب أيضاً ازدياد الجهد الحلولي في محلول النمو تراجعاً معنوياً في متوسط طول البادرات، وازدادت نسبة الانخفاض في طول البادرات طرداً مع ازدياد تركيز الذائبات الحلولية (PEG-6000) في محلول النمو. وسبب المستوى الحلولي المميت (1.6- Mpa) انخفاضاً مقداره (49.36%) في طول البادرات بالمقارنة مع الشاهد، ويُعد تبعاً لذلك بمنزلة المستوى الحلولي المميت الأمثل. ويعزى التراجع في متوسط طول كلٍ من الجذور والبادرات نتيجة ازدياد الجهد الحلولي في محلول النمو إلى تراجع قيمة الجهد المائي Water potential (يصبح الجهد المائي أكثر سلباً)، فتقل بذلك كمية المياه الحرة المتاحة للنبات، ما يؤثر سلباً في معدل امتصاص الماء من قبل المجموعة الجذرية، وتصبح كمية الماء الممتصة غير كافية لتعويض الماء المفقود بالتبخر- النتح Evapo-Transpiration عن طريق الأجزاء الهوائية، ما يؤدي إلى تراجع جهد الامتلاء Turgor potential (p) داخل خلايا الأوراق وتثبيط استطالتها Leaf expansion، حيث يُعد جهد الامتلاء بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع

جدر الخلايا النباتية على الاستطالة (Cossgrove, 1989). يؤدّي تراجع استطالة الأوراق إلى تدني حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، ما يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة المُصنّعة والمسخرة لنمو المجموعة الجذرية وتطورها. تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه جنّود (2008) في محصول القمح، وAL-Ouda (1999)، والجنعير (2009) في محصول عباد الشمس تحت ظروف الإجهاد الحلولي.

**جدول رقم (3): تأثير مستويات حلولية مميتة مختلفة في نمو بادرات القمح.**

| المعاملات (PEG-6000) MPA | متوسط طول الجذور (سم) | نسبة الانخفاض في طول الجذور (%) | متوسط طول البادرات (سم) | نسبة الانخفاض في طول البادرات (%) |
|---|---|---|---|---|
| الشاهد المطلق | 60.40 | - | 73.21 | - |
| -0.8 | 50.1 | 17.53 D | 65.58 | 10.42 E |
| -1.0 | 48.67 | 19.42 D | 60.10 | 17.91 D |
| -1.2 | 36.74 | 39.17 C | 48.69 | 33.49 C |
| -1.4 | 36.64 | 42.65 C | 44.67 | 38.98 C |
| -1.6 | 29.15 | 51.74 B | 37.07 | 49.36 B |
| -1.8 | 24.61 | 59.25 A | 31.85 | 56.49 A |
| -2.0 | 20.62 | 65.86 A | 27.17 | 62.88 A |
| L.S.D | - | 6.356 | - | 5.828 |
| C.V% | - | 8.52 | - | 8.57 |

* تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملات عند كل صفة مدروسة.




**الشكل رقم (4): تأثير مستويات حلولية مميتة مختلفة في نمو بادرات القمح.**

### 2-1 تحديد المستوى الحلولي المحرض الأمثل:

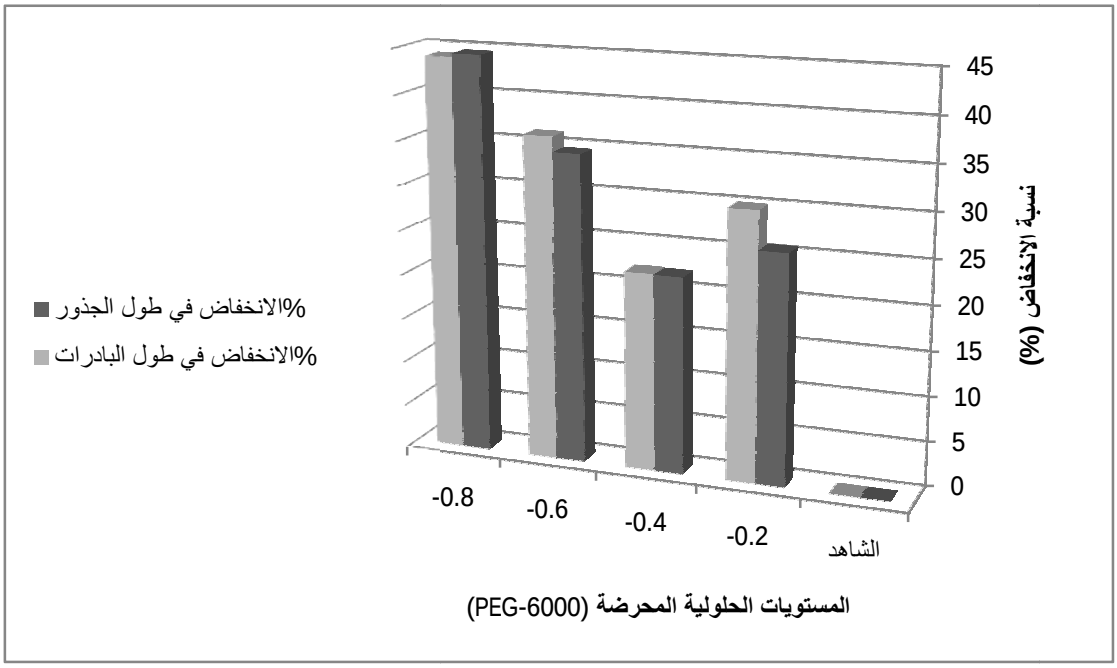
يُلاحظ من الجدول (4)، والشكل (5) وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) بين المستويات الحلولية المّحرّضة المختلفة. ويُلاحظ أنّ نسبة الانخفاض في طول كلٍ من الجذور والبادرات كانت الأدنى معنوياً (22.44، 22.15% على التوالي) عند المستوى الحلولي المحرض (Mpa -0.4) بالمقارنة مع باقي المستويات الحلولية المُحرّضة. ويُعد المستوى الحلولي المحرض (Mpa -0.4) بمنزلة المستوى الحلولي المحَرض الأمثل، وسيعتمد في جميع التجارب اللاحقة. تُعبِّر نسبة الانخفاض في طول كل من الجذور والبادرات عن كفاءة البادرات في استعادة النمو في نهاية فترة استعادة النمو. وترتبط المقدرة على استعادة النمو بنسبة الخلايا النباتية التي بقيت حية في نهاية فترة التعريض للمستوى الحلولي المميت الأمثل (Mpa -1.6). عموماً، تتحدد نسبة الخلايا النباتية التي تبقى حية في نهاية فترة الإجهاد الحلولي المميت بكمية الوسائل الدفاعية المختلفة المصنّعة استجابةً لإشارة التحذير Warning signal المتمثلة بالمستوى المُحَرض (غير المميت) من الإجهاد الحلولي. وتتوقف كمية الوسائل الدفاعية المصنّعة على مدى توافق المستوى الحلولي المحَرض مع المورثات المسؤولة عن تصنيع الوسائل الدفاعية المختلفة. ويُلاحظ مما تقدم، أنّ المستوى المحرض (Mpa -0.4) كان كافياً لدفع المورثات للتعبير عن كامل طاقتها الوراثية، ما أدى إلى تصنيع كمية أكبر من الوسائل

الدفاعية التي ساعدت بدورها في وقاية المكتنفات الخلوية الحساسة والإبقاء على حياة نسبة أكبر من الخلايا النباتية، لذلك اعتمد كمستوىً حلولي محرض أمثل. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه العودة وزملاؤه (2005) في محصول القمح، والعودة وزملاؤه (2006) في محصول الشعير. وتنسجم هذه النتائج أيضاً مع ما توصل إليه AL-Ouda (1999)، و Ganesh Kumar (1999)، والجنعير (2009) في محصول عباد الشمس Sunflower.

**جدول (4): تأثير مستويات حلولية مُحرّضة مختلفة في نمو بادرات القمح.**

| المعاملات (PEG-6000) Mpa | متوسط طول الجذور (سم) | نسبة الانخفاض في طول الجذور (%) | متوسط طول البادرات (سم) | نسبة الانخفاض في طول البادرات (%) |
|---|---|---|---|---|
| الشاهد المطلق | 38.98 | - | 55.52 | - |
| -0.2 | 28.88 | 25.91 C | 38.86 | 30.00 C |
| -0.4 | 30.23 | 22.44 C | 43.22 | 22.15 D |
| -0.6 | 25.43 | 34.76 B | 35.35 | 36.33 B |
| -0.8 | 21.55 | 44.49 A | 31.02 | 44.13 A |
| L.S.D | - | 5.807 | - | 5.858 |
| C.V% | - | 9.17 | - | 8.86 |

* تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملات عند كل صفة مدروسة.




**الشكل رقم (5): تأثير مستويات حلولية محرضة مختلفة في نسبة الانخفاض في طول الجذور والبادرات.**

وتتلخص استناداً لما تقدم تقانة الغربلة Screening technique لتحمل الإجهاد الحلولي خلال طور البادرة الفتية، في محصول القمح على النحو الآتي:

**بادرات قمح بعمر يومين ← المستوى المحرض الأمثل ← المستوى المميت الأمثل ← استعادة النمو في الماء المقطر**

**(MPa -0.4) مدة 16 ساعة (MPa -1.6) مدة 48 ساعة مدة 72 ساعة**

### 3-1 غربلة أصناف القمح لتحمل الإجهاد الحلولي في طور البادرة الفتية:

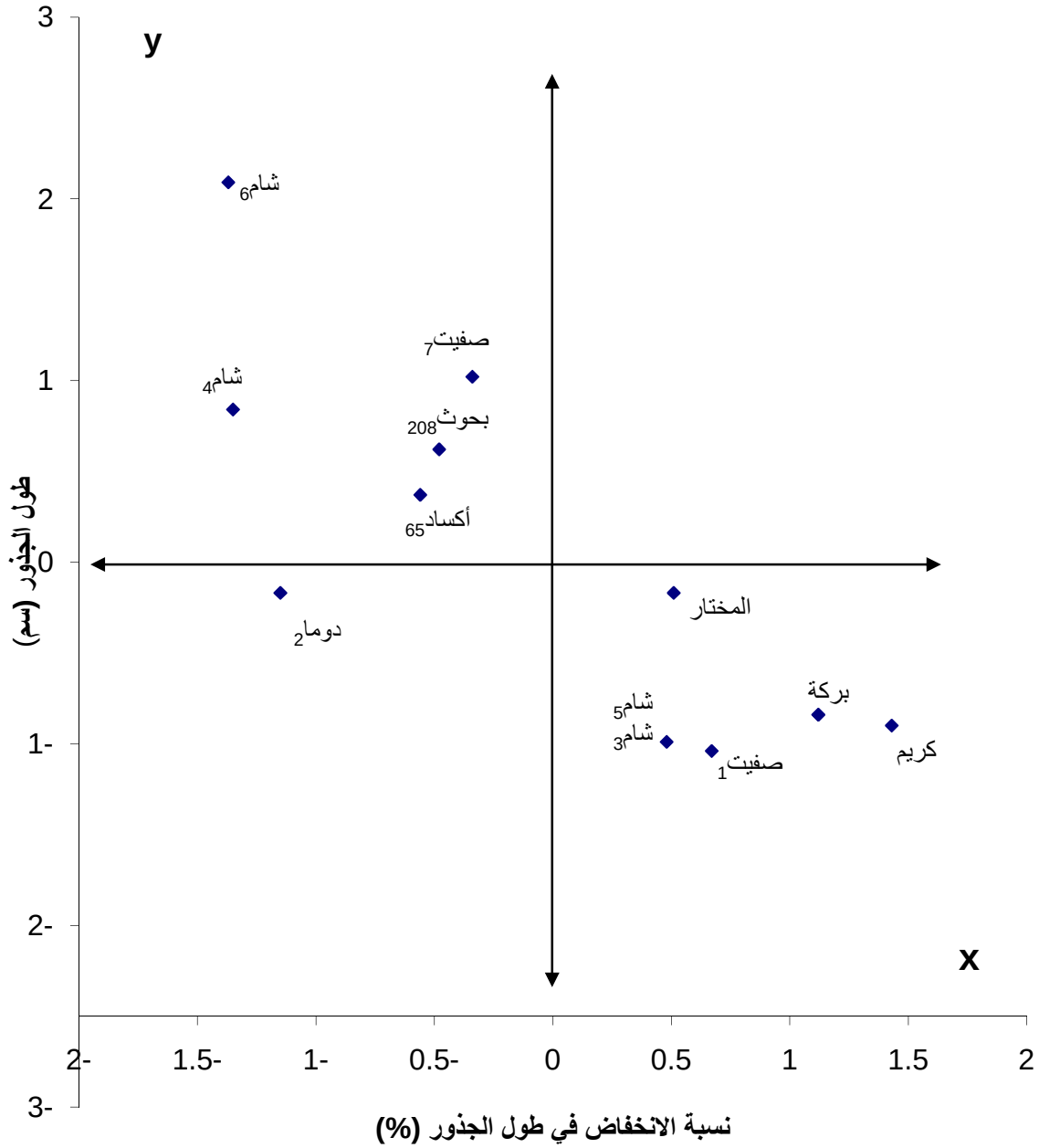
استعملت تقانة الغربلة المطورة آنفاً لسبر التباين الوراثي Gentetic variability في استجابة أصناف القمح المدروسة لتحمل الإجهاد الحلولي في مرحلة البادرة الفتية، بهدف عزل الأصناف المتحملة عن قريناتها الحساسة. وأعُتمد أسلوب التحليل الإحصائي المسمى Z-distribution في تحديد طبيعة استجابة أصناف القمح المدروسة لظروف الإجهاد الحلولي استناداً إلى القيم المطلقة لطول الجذور والبادرات، ونسبة الانخفاض فيهما بالمقارنة مع الشاهد. بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في استجابة أصناف القمح لتحمل الإجهاد الحلولي في طور البادرة الفتية (الجدول، 5). ولوحظ استناداً إلى صفتي طول الجذور والبادرات ونسبة

الانخفاض فيهما أنّ أصناف القمح الطري شام$_6$، وشام$_4$، ودوما$_2$ تُصنف كطرز وراثية عالية التحمل للإجهاد الحلولي، لأنّها أبدت أدنى نسبة انخفاض في طول الجذور (الشكل، 6a)، والبادرات(الشكل، 6b). وكانت القيم المطلقة لهاتين الصفتين الأعلى معنوياً، في حين تُصنف أصناف القمح الطري صفيت$_1$، والقمح القاسي بركة، وكريم كأصنافٍ عالية الحساسية للإجهاد الحلولي استناداً إلى المعايير السابقة، في حين يُعد صنف القمح القاسي أكساد$_{65}$، وصنفي القمح الطري بحوث$_{208}$، وصفيت$_7$ كأصناف متوسطة التحمل، وتُعد الأصناف شام$_3$، والمختار، وشام$_5$ متوسطة الحساسية للإجهاد الحلولي استناداً إلى نسبة الانخفاض في طول الجذور (الشكل، 6a)، والبادرات (الشكل، 6b). وللتحقق من مصداقية تقانة الغربلة المقترحة خلال مرحلة البادرة الفتية، لابدّ من تقويم استجابة الأصناف المدروسة للإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة الحقلية، وإيجاد قيمة علاقة الإرتباط بين أداء أصناف القمح خلال مرحلة البادرة الفتية، والنبات الكامل في الحقل.

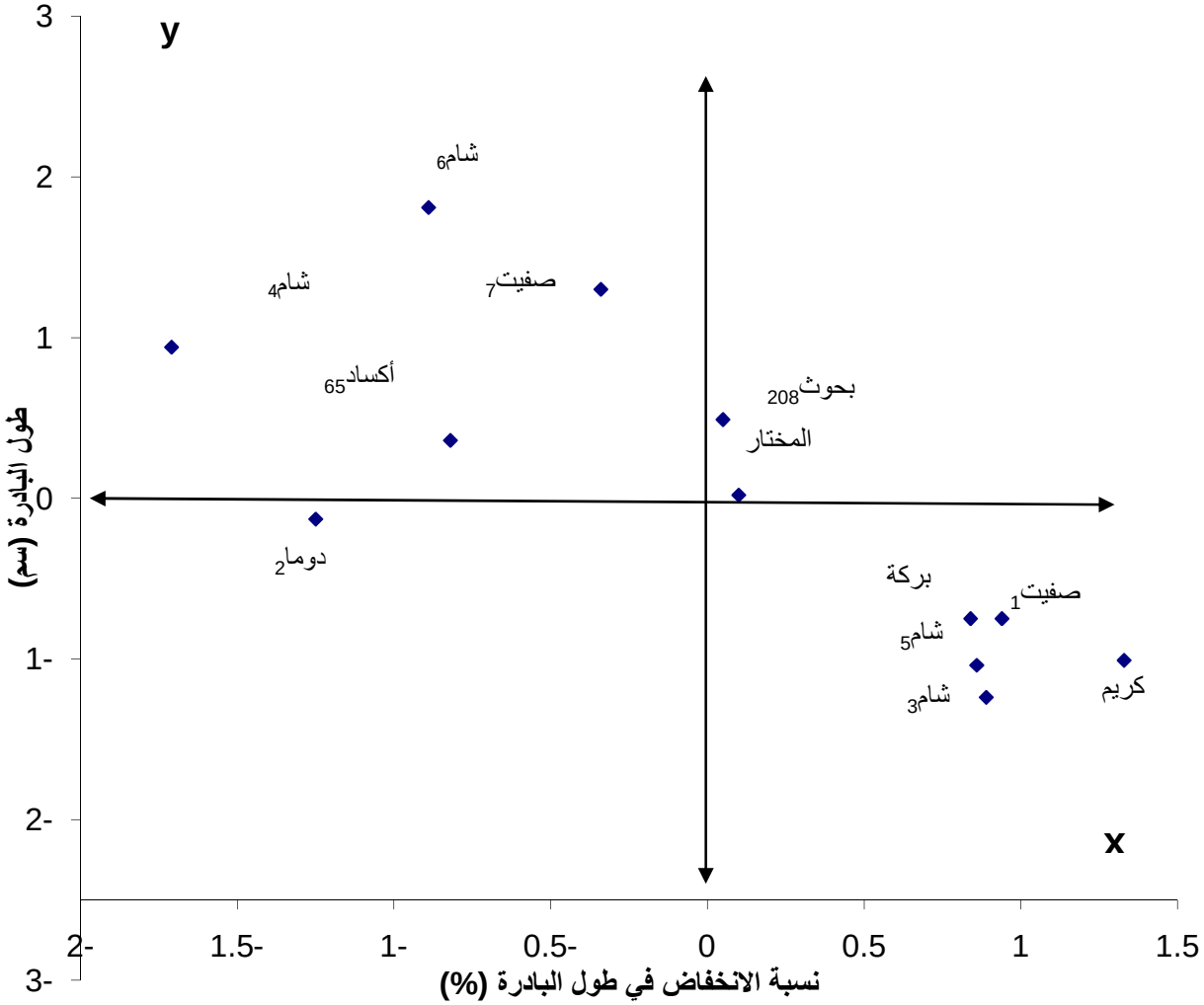
**الجدول رقم (5): التباين الوراثي في استجابة أصناف القمح للإجهاد الحلولي.**

| الأصناف | | متوسط طول الجذور (سم) | نسبة الانخفاض في طول الجذور % | متوسط طول البادرات (سم) | نسبة الانخفاض في طول البادرات % |
|---|---|---|---|---|---|
| شام6 | الشاهد | 65.97 | - | 78.7 | - |
| | المعاملة | 46.19 | 29.99 | 54.10 | 31.25 |
| شام4 | الشاهد | 49.13 | - | 58.76 | - |
| | المعاملة | 34.32 | 30.20 | 45.44 | 22.75 |
| دوما2 | الشاهد | 36.86 | - | 47.95 | - |
| | المعاملة | 24.81 | 32.69 | 34.73 | 27.56 |
| المختار | الشاهد | 52.42 | - | 61.87 | - |
| | المعاملة | 24.77 | 52.72 | 36.22 | 40.56 |
| بحوث208 | الشاهد | 54.39 | - | 69.33 | - |
| | المعاملة | 32.21 | 40.69 | 40.94 | 40.97 |
| صفيت7 | الشاهد | 62.65 | - | 77.72 | - |
| | المعاملة | 36.05 | 42.49 | 49.04 | 36.94 |
| شام3 | الشاهد | 38.14 | - | 47.02 | - |
| | المعاملة | 16.53 | 54.65 | 23.66 | 49.69 |
| شام5 | الشاهد | 34.17 | - | 44.29 | - |
| | المعاملة | 16.98 | 52.32 | 25.64 | 49.41 |
| أكساد65 | الشاهد | 49.55 | - | 57.45 | - |
| | المعاملة | 29.88 | 39.75 | 39.66 | 31.96 |
| صفيت1 | الشاهد | 49.60 | - | 39.49 | - |
| | المعاملة | 17.89 | 63.93 | 25.94 | 54.27 |
| بركة | الشاهد | 46.53 | - | 57.41 | - |
| | المعاملة | 18.43 | 60.12 | 28.52 | 50.19 |
| كريم | الشاهد | 45.23 | - | 56.08 | - |
| | المعاملة | 18.43 | 59.20 | 28.52 | 49.14 |

| المتغير | نسبة الانخفاض في طول الجذور | نسبة الانخفاض في طول البادرات |
|---|---|---|
| $L.S.D_{(0.05)}$ | 6.876 | 5.778 |
| C.V(%) | 8.72 | 8.43 |




**الشكل رقم (6a): توزع أصناف القمح حسب استجابتها للإجهاد الحلولي (Z-distribution).**




**الشكل رقم (6b)**: **توزع أصناف القمح حسب استجابتها للإجهاد الحلولي (Z-distribution)**.

### 4-1 تقويم أهمية التحريض الحلولي:

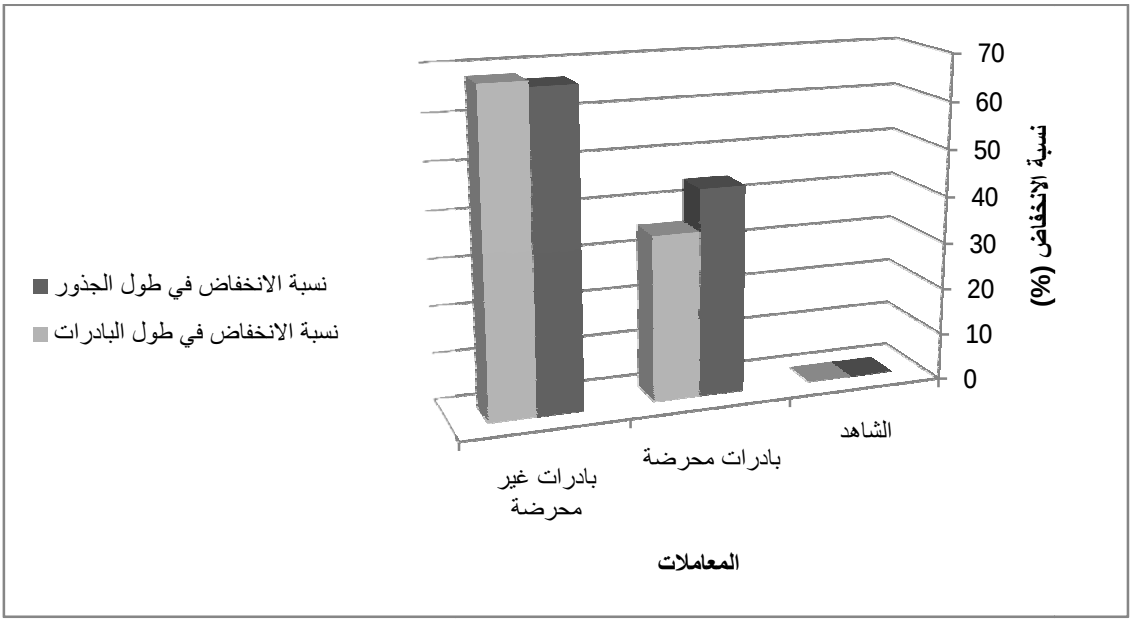
يُلاحظ من الجدول (6)، والشكل (7) وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) بين المعاملات المعتمدة للوقوف على أهمية التحريض في تحسين تحمل البادرات للمستوى المميت من الإجهاد الحلولي. ويُلاحظ أنّ متوسط طول الجذور والبادرات كان الأعلى معنوياً في البادرات المُحرّضة Induced seedling(12.20، 17.72سم على التوالي)، في حين كان متوسط طول الجذور والبادرات الأدنى معنوياً لدى البادرات غير المحرَضة (6.96، 8.42 سم على التوالي). وكانت نسبة الانخفاض في طول كلٍ من الجذور والبادرات الأعلى معنوياً لدى البادرات غير المحرَضة

(69.78، 69.25 %على التوالي) بالمقارنة مع البادرات المحرّضة (47.02، 35.28% على التوالي)، ما يشير إلى أهمية التحريض في تحسين كفاءة بادرات القمح على تحمل المستويات الحلولية المميتة. ويُعزى ارتفاع نسبة الانخفاض في طول الجذور والبادرات لدى البادرات غير المُحرّضة إلى تعرّضها لصدمةٍ حلولية Osmotic shock، لذلك يعتمد نجاح أسلوب الغربلة على النقل المرحلي Stepwise transfer للبادرات من المستويات المجهدة غير المميتة إلى المستويات المميتة من الإجهاد، بحيث تتمكن البادرات خلال فترة الإجهاد غير المميت من حشد وسائلها الدفاعية، وذلك حسب الطاقة الوراثية الكامنة لكل طراز، والتهيؤ لمواجهة المستوى المميت، في حين يؤدي التعريض المباشر للمستويات المميتة إلى قتل جميع بادرات الطرز الحساسة والمتحملة على حدٍ سواء، لأنّها لم تعط الزمن الكافي والفرصة للتعبير عن طاقتها الوراثية الكامنة. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه العودة وزملاؤه (2005) في محصول القمح، والعودة وزملاؤه (2006) في محصول الشعير، وGanesh Kumar (1999)، و ALOuda (1999)، والجنعير(2009) في محصول عباد الشمس.

**الجدول رقم (6): أهمية التحريض في تحسين تحمل بادرات القمح للمستوى المميت من الإجهاد الحلولي.**

| المعاملات (PEG-6000) MPA | متوسط طول الجذور (سم) | نسبة الانخفاض في طول الجذور (%) | متوسط طول البادرات (سم) | نسبة الانخفاض في طول البادرات (%) |
|---|---|---|---|---|
| **الشاهد المطلق** | **23.03** | - | **27.38** | - |
| **بادرات مُحرّضة** | **12.20** | **47.02 B** | **17.72** | **35.28 B** |
| **بادرات غير مُحرّضة** | **6.96** | **69.78 A** | **8.42** | **69.25 A** |
| **L.S.D** | - | **7.573** | - | **5.858** |
| **C.V%** | - | **3.89** | - | **1.24** |

* تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملات عند كل صفة مدروسة.




**الشكل رقم (7): تأثير التحريض الحلولي في نسبة الانخفاض (%) في طول الجذور والبادرات في القمح.**

## ثانياً - الدراسة الحقلية Field study

### I - تقويم أداء طرز القمح الطري والقاسي تحت ظروف الزراعة البعلية والمروية

**أولاً – المؤشرات الشكلية والفسيولوجية:**

**1-1- ارتفاع النبات (سم) Plant height:**

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة ارتفاع النبات بين المواسم والمعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها. ويُلاحظ أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول (2008 - 2009) (80.70 سم)، بالمقارنة مع الموسم الزراعي اللاحق (2009 - 2010) (65.76 سم). وكان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (الشاهد) (79.86 سم) بالمقارنة مع الزراعة البعلية (66.61 سم)، حيث انخفض متوسط ارتفاع النبات تحت ظروف الزراعة البعلية بنسبة 16.59% بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 7 ؛ الشكل، 8). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل مواسم الزراعة مع المعاملات (مروي، بعل) أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً لدى النباتات المزروعة تحت ظروف الري الكامل خلال الموسم الزراعي الأول (85.30 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات المزروعة بعلاً خلال الموسم الزراعي الثاني (57.11 سم). ويُلاحظ أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح القاسي أكساد$_{65}$، وصنف القمح الطري دوما$_{2}$ (أكساد$_{885}$) وبدون فروقات معنوية بينهما

(80.34، 78.42 سم على التوالي )، في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً لدى صنفي القمح القاسي بركة، وشام3 وبدون فروقات معنوية بينهما (65.30، 68.13 سم على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع الأصناف أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، لدى الأصناف شام5، وصفيت7، وأكساد65 على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (89.00، 86.77، 85.18 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى نباتات الصنف بركة (52.78 سم)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنف صفيت1 خلال الموسم الزراعي نفسه (59.52 سم). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المعاملات مع الأصناف أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف دوما2، وأكساد65، وبحوث208، وشام4، وشام5، وصفيت7 على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (86.50، 86.40، 84.71، 83.93، 83.44، 82.78 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف شام3، وبركة، وصفيت1، وشام4 على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (60.38، 62.17، 62.66، 62.88 سم على التوالي). تشير هذه النتائج إلى أهمية تأمين كامل احتياجات النبات المائية، وخاصةً خلال مرحلة استطالة الساق Stem elongation لبلوغ الارتفاع الأعظمي للنبات. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف شام5، وصفيت7، وأكساد65 على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (98.77، 94.07، 90.40 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف بركة، وصفيت1، وشام4، وشام6 على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (49.67، 51.78، 54.22، 55.39 سم على التوالي). تشير هذه النتائج إلى دور الماء في تحديد الطول النهائي للنبات، حيث يتأثر ارتفاع النبات سلباً بتراجع محتوى التربة المائي، وقلّة معدل الهطول المطري. ويعزى بشكلٍ عام تراجع ارتفاع النبات بتأثير الإجهاد المائي إلى تراجع طول السلاميات وليس نتيجة انخفاض عددها.

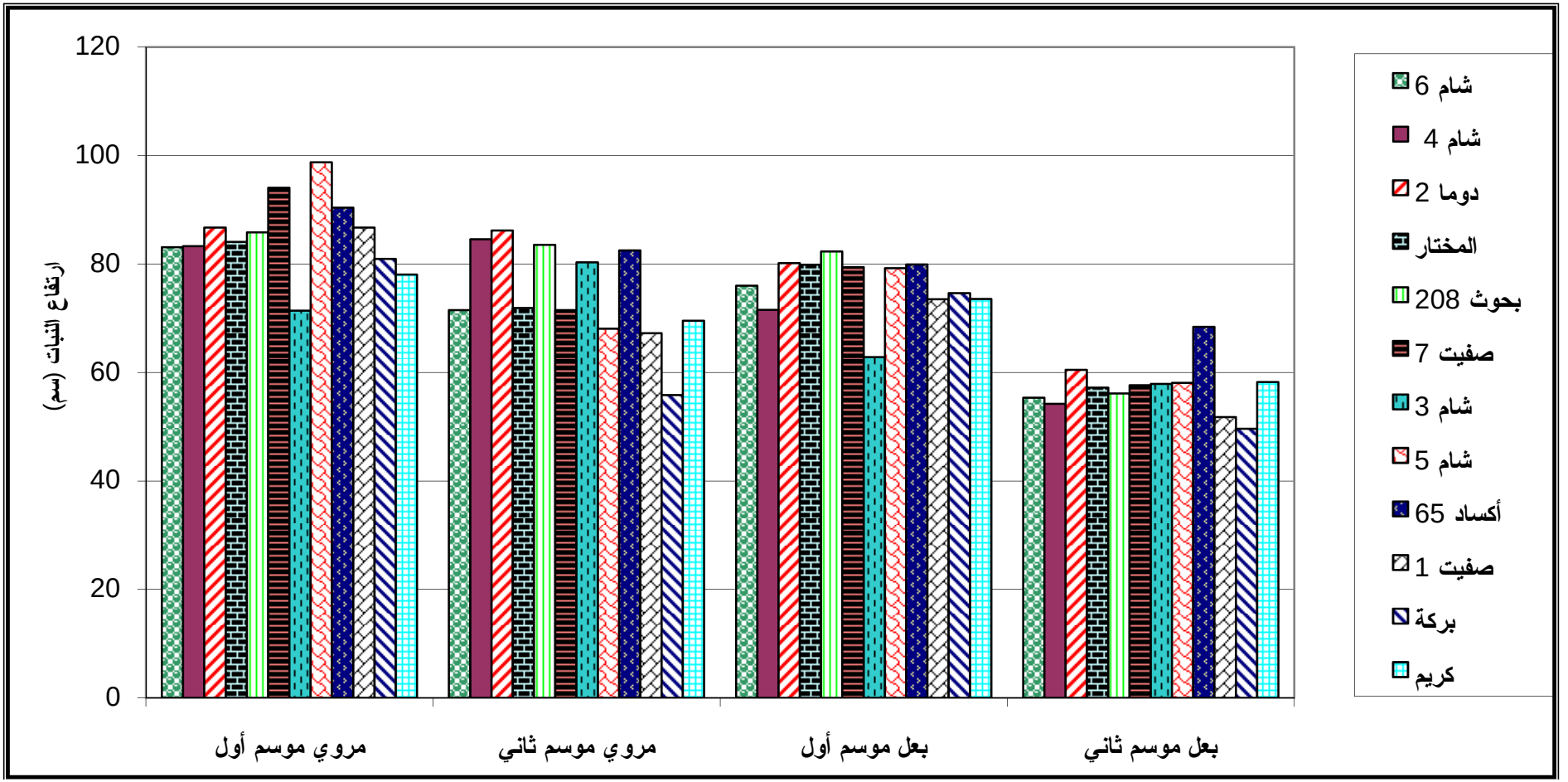
يُلاحظ أنّه رغم حقيقة أنّ معدل الهطول المطري السنوي خلال الموسم الزراعي الأول كان أقل (124.4 مم) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني (137.9 مم)، إلاّ أنّ توزيع هطول الأمطار كان نسبياً أفضل خلال الموسم الزراعي الأول، حيث يُلاحظ هطول الأمطار في جميع أشهر موسم النمو (تشرين الثاني ولغاية شهر أيار)، في حين انحبست الأمطار خلال الموسم الزراعي الثاني ابتداءً من شهر نيسان. ويلاحظ أنّ كمية الأمطار الهاطلة خلال الأشهر من تاريخ الزراعة (كانون الأول) ولغاية اكتمال استطالة الساق (نيسان) كانت أعلى (97.8 مم) خلال الموسم

الزراعي الأول، في حين لم تتجاوز 78.5 مم خلال الموسم الزراعي الثاني (الشكلين 2، 3)، الأمر الذي أدى إلى إتاحة كمية أكبر من المياه خلال مرحلة النمو الأولي وحتى اكتمال استطالة الساق. ويلاحظ أيضاً أنّ متوسط درجة الحرارة العظمى خلال تلك الأشهر كان أعلى (19.62م°) خلال الموسم الزراعي الثاني، في حين كان أدنى خلال الموسم الزراعي الأول (17.56 م°)، الأمر الذي يُقلل من معدل فقد الماء بالتبخر Evaporation، ومن ثمّ زيادة كمية المياه المتاحة للنباتات في منطقة انتشار الجذور، فتمتص النباتات كمية من المياه أكبر خلال الموسم الزراعي الأول، الأمر الذي يُسهم في المحافظة على جهد الامتلاء داخل خلايا الساق، ما يؤدي إلى استمرار استطالة الخلايا. وهذا ما يفسر تفوق متوسط ارتفاع النبات خلال الموسم الزراعي الأول بالمقارنة مع الموسم الثاني. تتوافق هذه النتائج مع توصلت إليه مصطفى (2010)، والسليمان (2010)، وجنود (2008)، ومتوج (2008)، وعلي (2006) في القمح، والتمو (2007) في الشعير.

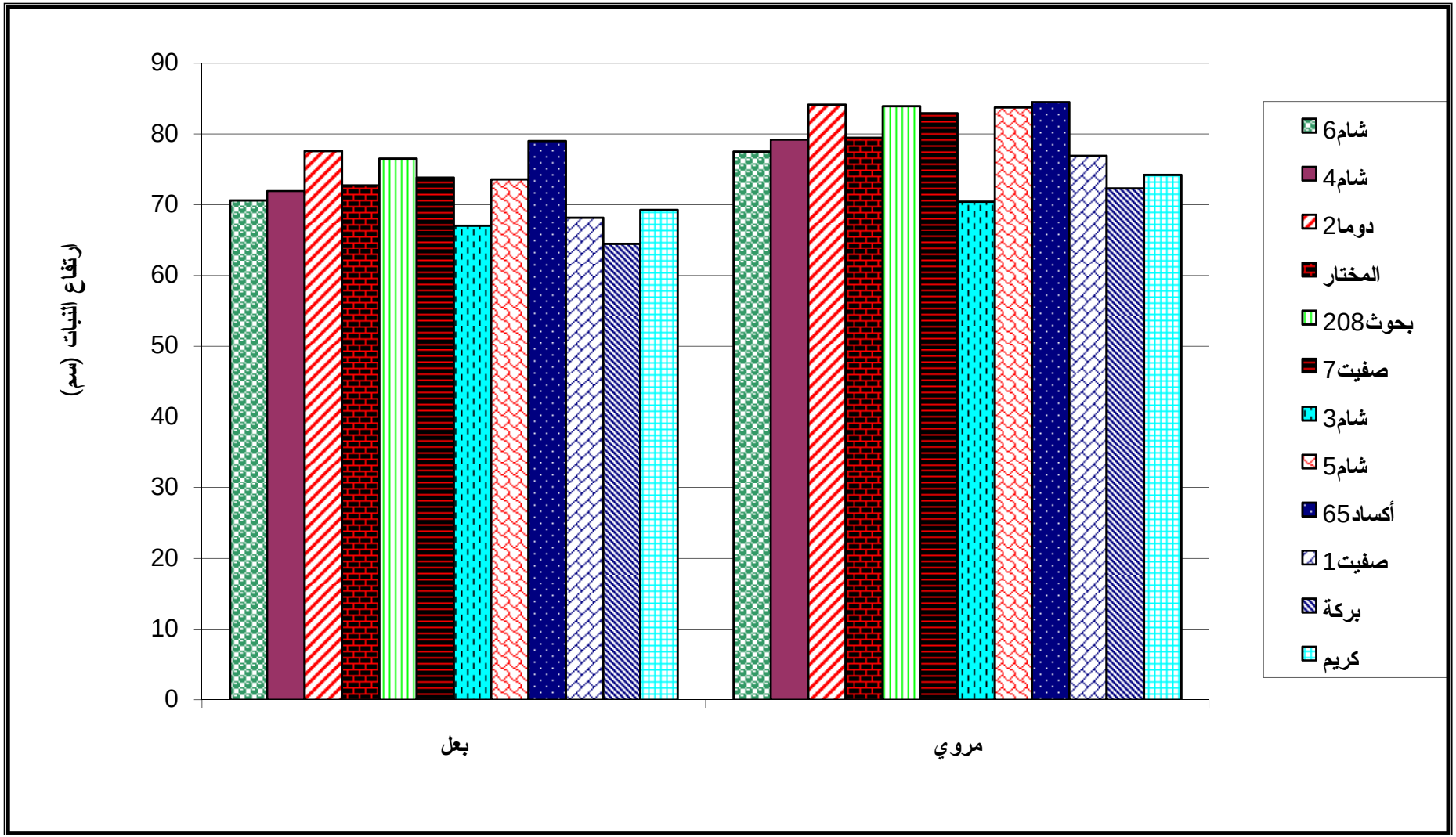
**الجدول رقم (7): متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي (2009/2008) | | | الموسم الزراعي (2010/2009) | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 83.10 | 76.00 | 79.55 | 71.50 | 55.39 | 63.45 | 77.30 | 65.70 |
| شام4 | 83.30 | 71.53 | 77.415 | 84.55 | 54.22 | 69.39 | 83.93 | 62.88 |
| دوما2 | 86.76 | 80.20 | 83.48 | 86.22 | 60.50 | 73.36 | 86.49 | 70.35 |
| المختار | 84.10 | 79.90 | 82.00 | 71.90 | 57.22 | 64.56 | 78.00 | 68.56 |
| بحوث208 | 85.86 | 82.33 | 84.095 | 83.55 | 56.17 | 69.86 | 84.71 | 69.25 |
| صفيت7 | 94.06 | 79.46 | 86.76 | 71.50 | 57.66 | 64.58 | 82.78 | 68.56 |
| شام3 | 71.43 | 62.86 | 67.145 | 80.33 | 57.89 | 69.11 | 75.88 | 60.38 |
| شام5 | 98.76 | 79.23 | 88.995 | 68.11 | 58.11 | 63.11 | 83.44 | 68.67 |
| أكساد65 | 90.40 | 79.96 | 85.18 | 82.54 | 68.44 | 75.49 | 86.47 | 74.21 |
| صفيت1 | 86.76 | 73.53 | 80.145 | 67.26 | 51.77 | 59.52 | 77.01 | 62.65 |
| بركة | 80.96 | 74.66 | 77.82 | 55.88 | 49.66 | 52.77 | 68.42 | 62.16 |
| كريم | 78.06 | 73.56 | 75.82 | 69.54 | 58.27 | 63.91 | 73.81 | 65.92 |
| المتوسط | 85.30 | 76.11 | 80.69 | 74.41 | 57.11 | 65.76 | 79.85 | 66.61 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم (A) | المعاملات (B) | AB | الأصناف (C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5.712 | 1.277 | 1.806 | 3.134 | 4.432 | 4.432 | 6.268 |
| C.V( %) | 5.28 | | | | | | |




**الشكل رقم (8): متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (9): متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

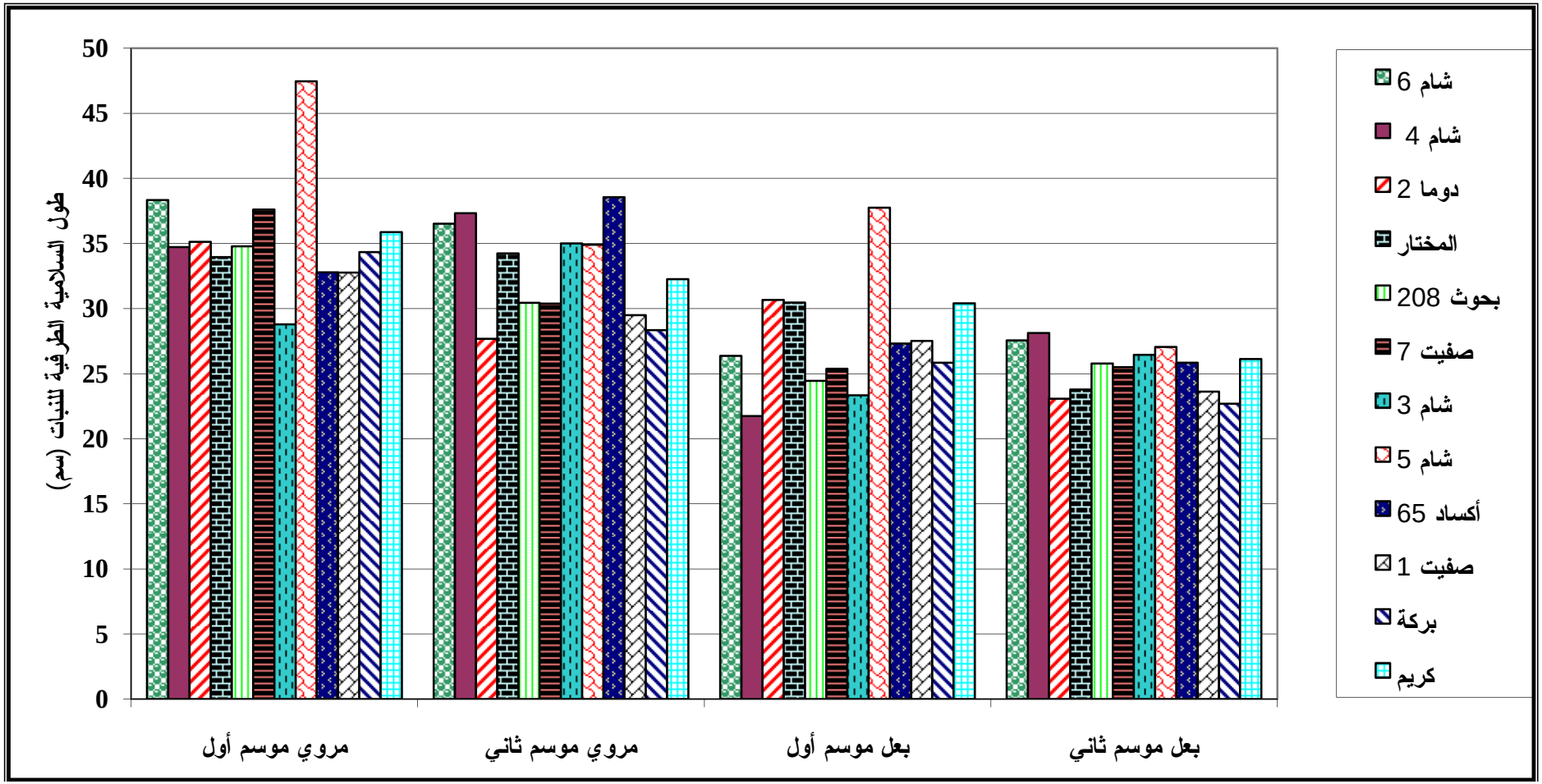
**2-1- طول حامل السنبلة (السلامية الطرفية)(سم) Peduncle length**:

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة طول حامل السنبلة بين المواسم والمعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها. ويُلاحظ أنّ متوسط طول حامل السنبلة كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول (31.38 سم)، بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني (29.19 سم). ويُلاحظ أنّ متوسط طول حامل السنبلة كان الأعلى معنوياً لدي النباتات المروية بشكلٍ كامل(34.04 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات المزروعة بعلاً (26.53 سم). ويُلاحظ أن نسبة الانخفاض في متوسط طول السلامية الطرفية تحت ظروف الزراعة البعلية بالمقارنة مع الزراعة المروية كانت قرابة 22.06%، ما يشير إلى أهمية توافر الماء لاستطالة السلاميات المختلفة، وخاصةً السلامية الطرفية. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات أنّ متوسط طول حامل السنبلة كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية (35.16 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المطرية (25.46 سم). ويُلاحظ أنّ متوسط طول حامل السنبلة كان الأعلى معنوياً لدى نباتات صنف القمح القاسي شام$_5$ (36.79 سم)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الأصناف كريم، وأكساد$_{65}$، وشام$_6$، والمختار، وشام$_4$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (31.15، 31.12، 30.06، 30.60، 30.48 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف بركة، وصفيت$_1$، وشام$_3$، وبحوث$_{208}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بين الأخيرة (27.80، 28.34، 28.39، 28.86 سم على التوالي) (الجدول،8 ؛ الشكل، 10). وتُلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع الأصناف، وتفاعل المعاملات مع الأصناف. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط طول حامل السنبلة كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى صنف القمح القاسي شام$_5$ (47.45 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف شام$_4$، وبركة، ودوما$_2$، وشام$_3$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (21.75، 22.69، 23.33،23.07 سم على التوالي) (الجدول،8 ؛ الشكل،10). تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه مصطفى (2010)، وجنود (2008)، وعلي ( 2006) في القمح في البيئات المجهدة مائياً تحت ظروف الزراعة البعلية، والشيخ علي (2006) في القمح تحت ظروف الإجهاد الملحي، والتمو (2007) في الشعير تحت ظروف الزراعة البعلية.

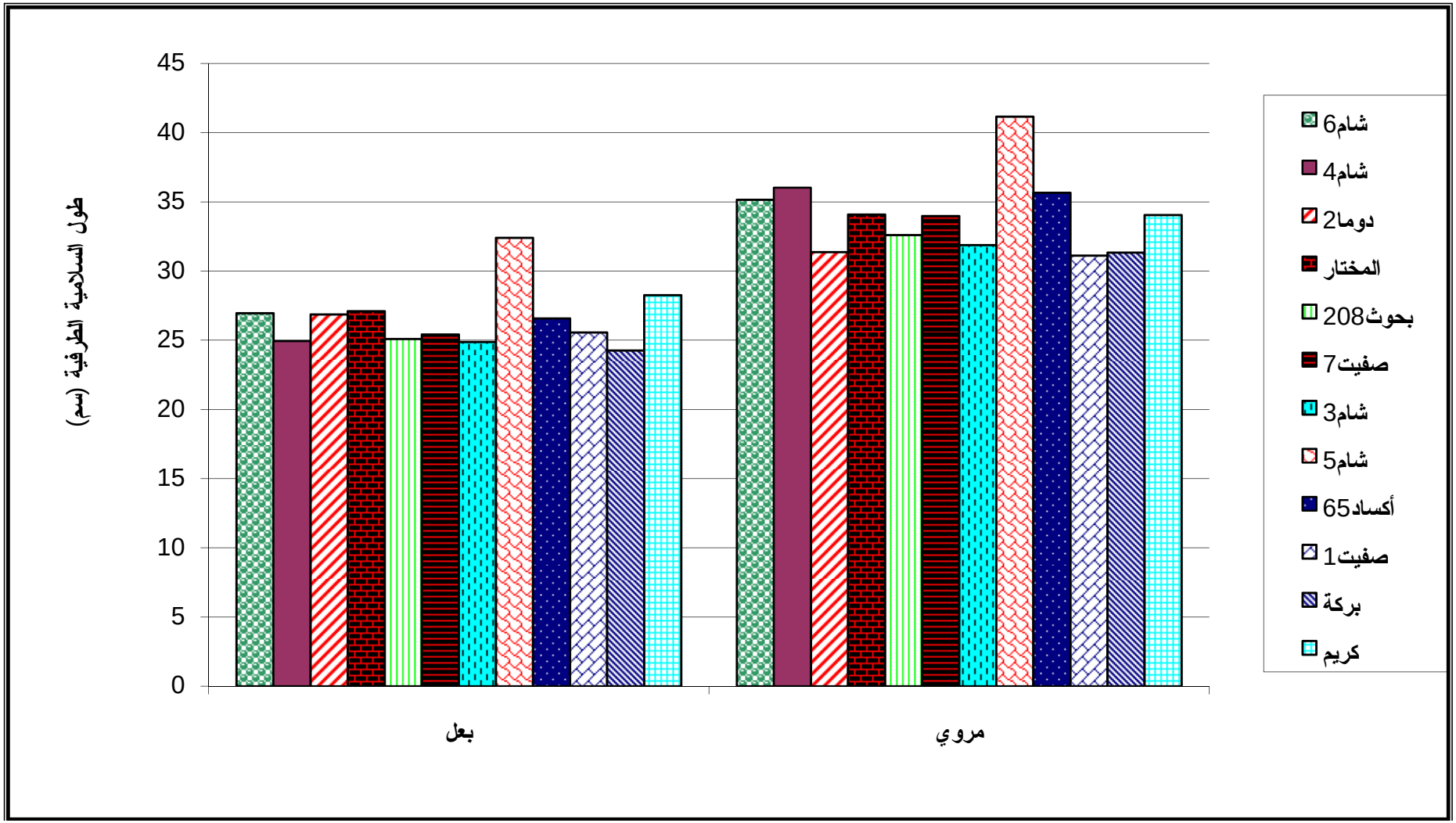
الجدول رقم (8): **متوسط طول السلامية الطرفية (سم) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 33.83 | 26.36 | 30.09 | 36.50 | 27.55 | 32.02 | 35.16 | 26.95 |
| شام4 | 34.72 | 21.75 | 28.23 | 37.33 | 28.11 | 32.72 | 36.02 | 24.93 |
| دوما2 | 35.11 | 30.66 | 32.88 | 27.66 | 23.06 | 25.36 | 31.38 | 26.86 |
| المختار | 33.94 | 30.45 | 32.19 | 34.22 | 23.77 | 28.99 | 34.08 | 27.11 |
| بحوث208 | 34.77 | 24.43 | 29.6 | 30.44 | 25.77 | 28.10 | 32.60 | 25.1 |
| صفيت7 | 37.59 | 25.36 | 31.47 | 30.38 | 25.49 | 27.93 | 33.98 | 25.42 |
| شام3 | 28.77 | 23.33 | 26.05 | 35.00 | 26.44 | 30.72 | 31.88 | 24.88 |
| شام5 | 47.44 | 37.75 | 42.59 | 34.89 | 27.05 | 30.97 | 41.16 | 32.4 |
| أكساد65 | 32.77 | 27.31 | 30.04 | 38.55 | 25.83 | 32.19 | 35.66 | 26.57 |
| صفيت1 | 32.75 | 27.51 | 30.13 | 29.49 | 23.61 | 26.55 | 31.12 | 25.56 |
| بركة | 34.33 | 25.83 | 30.08 | 28.33 | 22.69 | 25.51 | 31.33 | 24.26 |
| كريم | 35.86 | 30.40 | 33.13 | 32.24 | 26.11 | 29.17 | 34.05 | 28.255 |
| المتوسط | 35.15 | 27.59 | 31.38 | 32.92 | 25.46 | 29.19 | 34.03 | 26.53 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1.350 | 0.5211 | 0.7369 | 1.357 | 1.919 | 1.919 | 2.713 |
| C.V( %) | 5.52 | | | | | | |




**الشكل رقم (10): متوسط طول السلامية الطرفية (حامل السنبلة) (سم) خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (11): متوسط طول السلامية الطرفية(سم) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 3-1- دليل المساحة الورقية (Leaf Area Index (LAI:

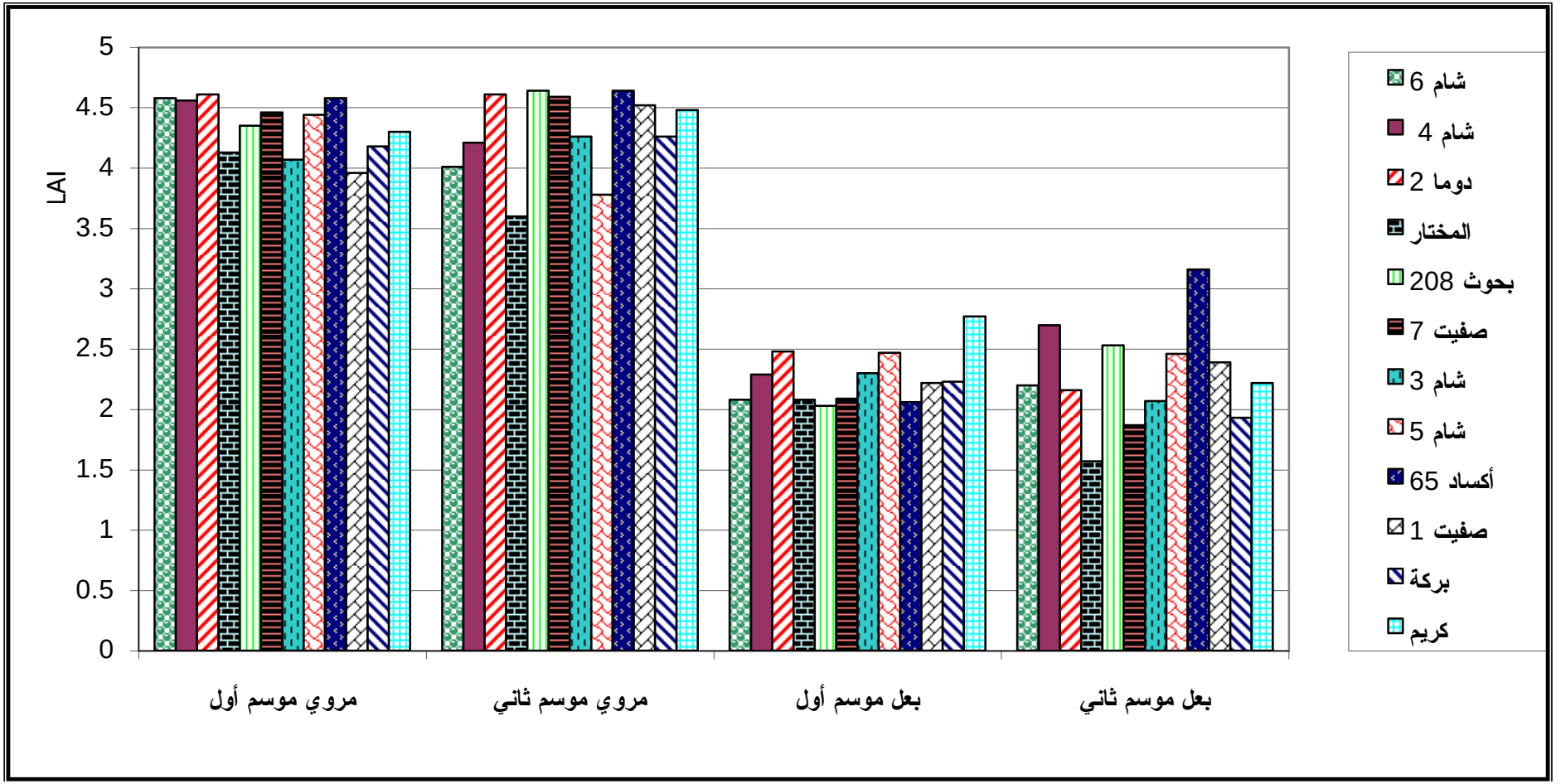
تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة دليل المساحة الورقية بين المعاملات والأصناف والتفاعلات المتبادلة بينها، في حين لم تبد نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية بين المواسم الزراعية. ويُلاحظ أنّ متوسط دليل المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (4.33)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية (2.26). ويُلاحظ أنّ ظروف شح المياه قد سببت انخفاضاً في متوسط دليل المساحة الورقية مقداره 47.58% بالمقارنة مع ظروف الزراعة المروية، ما يشير إلى أهمية توافر المياه بكمياتٍ كافية لزيادة عدد الأوراق المتشكلة ومساحتها. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات أنّ متوسط دليل المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني على التوالي تحت ظروف الزراعة المروية وبدون فروقات معنوية بينهما(4.35 ،4.30 علي التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني تحت ظروف الزراعة البعلية وبدون فروقات معنوية بينهما(2.26، 2.27 علي التوالي). ويُلاحظ أنّ متوسط دليل المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف أكساد$_{65}$، ودوما$_{2}$، وكريم، وشام$_{4}$، وبحوث$_{208}$، وشام$_{5}$، وصفيت$_{1}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(3.615، 3.470، 3.477، 3.444، 3.393، 3.291، 3.277 على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف المختار، وبركة، وشام$_{3}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(2.852، 3.155، 3.181 على التوالي).

وتُلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع الأصناف، وكذلك تفاعل المعاملات مع الأصناف. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط دليل المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف بحوث$_{208}$، وأكساد$_{65}$، ودوما$_{2}$، وصفيت$_{7}$، وخلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الصنف دوما$_{2}$ وبدون فروقات معنوية بينها (4.647، 4.647، 4.616، 4.612، 4.595 على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف المختار، وصفيت$_{7}$، وبركة وبدون فروقات معنوية بينها(1.575، 1.875، 1.935 على التوالي) (الجدول، 9 ؛ الشكل، 12).

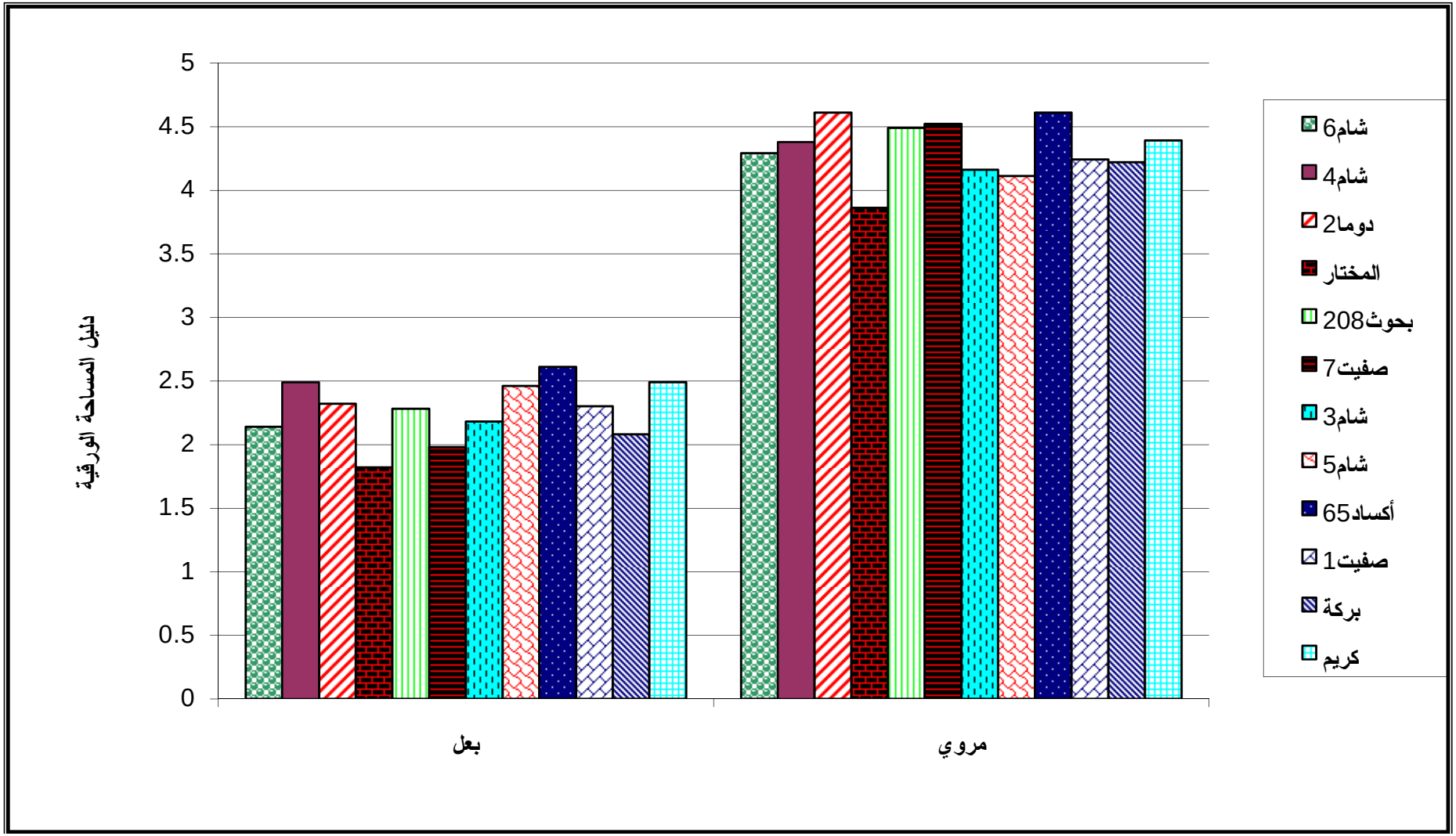
**الجدول رقم (9): متوسط دليل المساحة الورقية لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 4.58 | 2.08 | 3.33 | 4.01 | 2.20 | 3.10 | 4.29 | 2.14 |
| شام4 | 4.56 | 2.29 | 3.42 | 4.21 | 2.70 | 3.45 | 4.38 | 2.50 |
| دوما2 | 4.61 | 2.48 | 3.54 | 4.61 | 2.16 | 3.38 | 4.61 | 2.32 |
| المختار | 4.13 | 2.08 | 3.10 | 3.60 | 1.57 | 2.58 | 3.86 | 1.83 |
| بحوث208 | 4.35 | 2.03 | 3.19 | 4.64 | 2.53 | 3.58 | 4.49 | 2.28 |
| صفيت7 | 4.46 | 2.09 | 3.27 | 4.59 | 1.87 | 3.23 | 4.52 | 1.98 |
| شام3 | 4.07 | 2.30 | 3.18 | 4.26 | 2.07 | 3.16 | 4.17 | 2.18 |
| شام5 | 4.44 | 2.47 | 3.45 | 3.78 | 2.46 | 3.12 | 4.11 | 2.46 |
| أكساد65 | 4.58 | 2.06 | 3.32 | 4.64 | 3.16 | 3.9 | 4.61 | 2.61 |
| صفيت1 | 3.96 | 2.22 | 3.09 | 4.52 | 2.39 | 3.45 | 4.24 | 2.30 |
| بركة | 4.18 | 2.23 | 3.20 | 4.26 | 1.93 | 3.09 | 4.22 | 2.08 |
| كريم | 4.30 | 2.77 | 3.53 | 4.48 | 2.22 | 3.35 | 4.39 | 2.49 |
| المتوسط | 4.35 | 2.26 | 3.31 | 4.30 | 2.27 | 3.29 | 4.33 | 2.27 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.1361 | 0.2776 | 0.3926 | 0.3461 | 0.4895 | 0.4895 | 0.6922 |
| C.V(%) | 12.93 | | | | | | |




**الشكل رقم (12): متوسط دليل المساحة الورقية لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (13): متوسط دليل المساحة الورقية لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 1-4- مساحة الورقة العلمية (سم$^2$) Flag leaf area:

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة مساحة الورقة العلمية بين المعاملات والأصناف والتفاعلات المتبادلة بين المتغيرات، في حين لم تُظهر نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية بين المواسم الزراعية. ويُلاحظ أنّ متوسط مساحة الورقة العلمية كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (31.80 سم$^2$)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية (21.46 سم$^2$). ويُلاحظ أنّ مساحة الورقة العلمية قد انخفضت تحت ظروف الزراعة البعلية بالمقارنة مع الزراعة المروية بنحو 32.50% ما يؤكد على أهمية توافر الماء للمحافظة على مساحة الورقة العلمية ضمن الحدود المثلى. ويمكن أن يؤدي تراجع مساحة الورقة العلمية بشكلٍ كبير إلى تراجع كفاءتها التمثيلية، ومن ثمّ كمية نواتج التمثيل الضوئي المصنّعة والمتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب، ما يؤثر سلباً في درجة امتلاء الحبة، ومتوسط وزن الألف حبة. ويمكن أن يكون ذلك أحد الأسباب الرئيسة لتراجع غلة المحصول الحبية في البيئات المجهدة مائياً بالمقارنة مع ظروف الزراعة المروية، لأنّ الورقة العلمية يمكن أن تُسهم بنحو 50 – 90% من كامل كمية المادة الجافة الواصلة إلى الحبوب، لأنّها الورقة الوحيدة التي تبقى خضراء وفعّالة في عملية التمثيل الضوئي، بالإضافة إلى قربها من المصب Sink (الحبوب)، ما يزيد من كفاءة نقل نواتج التمثيل الضوئي Translocation efficiency، وتتسم الأوراق العلمية بكفاءة عالية في استعمال المياه، وهذا مهم جداً خلال تلك المرحلة الحرجة من حياة النبات، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المطرية، حيث يكون محتوى التربة المائي متدنٍ جداً بسبب انحباس الأمطار وارتفاع درجة الحرارة خلال المراحل المتقدمة الحرجة من دورة حياة المحصول. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات أنّ متوسط مساحة الورقة العلمية كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية (32.40 سم$^2$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية (31.20 سم$^2$)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية (19.28 سم$^2$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الموسم الزراعي الأول تحت ظروف الزراعة البعلية (23.64 سم$^2$). ويُلاحظ أنّ متوسط مساحة الورقة العلمية كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف المختار، وأكساد$_{65}$، وصفيت$_1$، ودوما$_2$، وصفيت$_7$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (29.24، 28.21، 28.04، 27.98، 27.76 سم$^2$على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنفين شام$_3$، وشام$_6$ وبدون فروقات معنوية بين الصنفين الأخيرين(22.81، 23.94 سم$^2$ على التوالي) (الجدول، 10 ؛ الشكل، 14). ويُلاحظ منحى الاستجابة نفسه بالنسبة إلى تفاعل المواسم

الزراعية مع الأصناف وكذلك تفاعل المعاملات مع الأصناف. ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط مساحة الورقة العلمية كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى نباتات الصنف المختار(41.14 سم$^2$)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف شام$_6$، وشام$_3$، وأكساد$_{65}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(14.76، 16.54، 17.85 سم$^2$ على التوالي) (الجدول، 10 ؛ الشكل، 14). تشير النتائج إلى أهمية توافر الماء بكمياتٍ كافية للمحافظة على استمرار استطالة خلايا الأوراق.

يُؤدي تراجع محتوى التربة المائي نتيجة قلّة معدل الهطول المطري إلى انخفاض كمية المياه المتاحة في منطقة انتشار الجذور، ما يؤدي إلى خفض قيمة الجهد المائي Water potential ($\psi_w$) (يصبح أكثر سلباً)، فيقل بذلك فرق التدرج في الجهد المائي Water Potential Gradient (WPG) بين الوسط المحيط بالجذور وخلايا المجموعة الجذرية، الأمر الذي يؤثر سلباً في معدل تدفق الماء وامتصاصه من قبل الشعيرات الجذرية، فتصبح كمية المياه الممتصة أقل بكثير من كمية المياه المفقودة أثناء عملية التبادل الغازي عن طريق المسامات في الأوراق، ما يؤدي إلى تراجع جهد الامتلاء داخل خلايا الأوراق وتتعرض إلى العجز المائي Water deficit. وتتناسب شدة التراجع الحاصل في محتوى الأوراق المائي طرداً مع شدة الإجهاد المائي. ويؤدي تراجع جهد الامتلاء Turgor Potential ($\psi_p$) داخل خلايا الأجزاء الهوائية (السوق، والأوراق) إلى تثبيط استطالتها، حيث يُعد جهد الامتلاء بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع جدران الخلايا النباتية على الاستطالة Cell wall expansion (Cossgrove, 1989; Bressan *et al*., 1990)، الأمر الذي يؤدي إلى تثبيط معدل استطالة خلايا السوق والأوراق. وهذا ما يفسر انخفاض متوسط ارتفاع الساق الرئيس، وطول السلامية الساقية الطرفية، ومساحة النبات الورقية، ومساحة الورقة العلمية تحت ظروف الزراعة المطرية بالمقارنة مع الزراعة المروية. وحقيقةً، تُعد عملية استطالة خلايا الأجزاء الهوائية من أكثر العمليات الفيزيولوجية حساسيةً لظروف الإجهاد المائي. ويحد بالمقابل تراجع محتوى التربة المائي من حركة العديد من العناصر المعدنية المغذية، ما يؤدي إلى تثبيط امتصاص العديد من الشوراد المعدنية Nutrients الموجبة والسالبة المفيدة للنبات ($K^+$، $Ca^{+2}$، $Mg^{+2}$، $NO_3^-$)، مسببةً بذلك اضطراباً في التغذية المعدنية Nutrient disorder، يُؤثر اختلال التغذية المعدنية وتراجع جهد الامتلاء سلباً في معدل انقسام Division خلايا الأجزاء الهوائية واستطالتها Elongation، ما يؤدي إلى تراجع معدل نمو الساق والأوراق، وهذا ما يفسر الانخفاض المعنوي في متوسط ارتفاع النبات وطول حامل

السنبلة، ودليل المساحة الورقية، ومساحة الورقة العلمية بشكلٍ معنوي تحت ظروف الزراعة المطرية، وخاصةً عندما تكون كمية الأمطار الهاطلة خلال مختلف مراحل النمو غير كافية لتأمين كامل احتياجات نباتات المحصول المائية. عموماً، يؤثر الجفاف سلباً في معدل نمو السلاميات دون أن يؤثر ذلك في عدد السلاميات المتشكلة، ما يؤدي إلى تقليل المسافة بين الطوابق الورقية، دون أن يسبب تراجعاً في عدد الأوراق المتشكلة. وقد يأخذ النبات عند المستويات الشديدة من الإجهاد المائي شكل الوردة Rosette type، ما يؤثر سلباً في كفاءة توزيع الطاقة الضوئية Light distribution efficiency بين أجزاء النبات الهوائية المختلفة، وقد لا تتمكن الأوراق في الطوابق السفلية من الحصول على كمية كافية من الطاقة الضوئية لإقلاع عملية التمثيل الضوئي، فتتراجع كفاءتها التمثيلية Photosynthetic capacity، في حين تستمر في الوقت نفسه بعملية فقد الماء بالنتح Transpiration، الأمر الذي يؤدي إلى تراجع كفاءة استعمال الماء Water use efficiency (WUE) (Blum and Pnuel, 1990). ولكن يُعد تقليل مساحة المسطح الورقي الأخضر من التكيفات الشكلية المهمة التي تقلل من معدل فقد الماء بالنتح من خلال تقليل مساحة المسطح الورقي المعرّض بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، بهدف المحافظة على محتوى الخلايا النباتية المائي، وكمية المياه المتاحة في التربة لفترةٍ زمنية أطول إلى أن تتمكن النباتات من إنهاء دورة حياتها، حيث تساعد مثل هذه الآليات في تجنب التأثيرات الضارة الناجمة عن الإجهاد المائي المترافق مع ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط.

ويمكن أن يعزى التباين الوراثي بين الأصناف في المحافظة على معدل استطالة الأوراق إلى التباين في كفاءتها في تشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب، أو تفعيل آلية التعديل الحلولي Osmoregulation، أو الاختلاف في مطاطية أو مرونة جدران الخلايا النباتية Cell wall extensibility (Slafer and Savin, 1994)، أو التباين في كمية الإشارة الكيميائية (ABA) المُصنّعة في الجذور والواصلة مع تيار الماء إلى الأوراق، أو التباين في حساسية الخلايا الحارسة بالانغلاق استجابةً لظروف شح المياه نتيجة التباين في حساسية المجسات Sensors المرتبطة بأغشية الخلايا الحارسة لحمض الأبسيسيك (Bressan *et al*., 1990). عموماً، تُعد المحافظة على دليل المساحة الورقية خلال مرحلة الطلب الأعظمي على نواتج التمثيل الضوئي (20 – 30 يوماً قبل الإزهار) من العوامل المهمة جداً في تحديد العدد النهائي من الحبوب في السنبلة/النبات/وحدة المساحة من الأرض، في حين تُعد المحافظة على مساحة الورقة العلمية من العوامل المهمة المحددة لدرجة امتلاء الحبوب، ومن ثمّ وزن الحبة الواحدة، حيث تجف وتموت تقريباً جميع الأوراق، وتبقى فقط الورقة العلمية خضراء وفعّالة في عملية

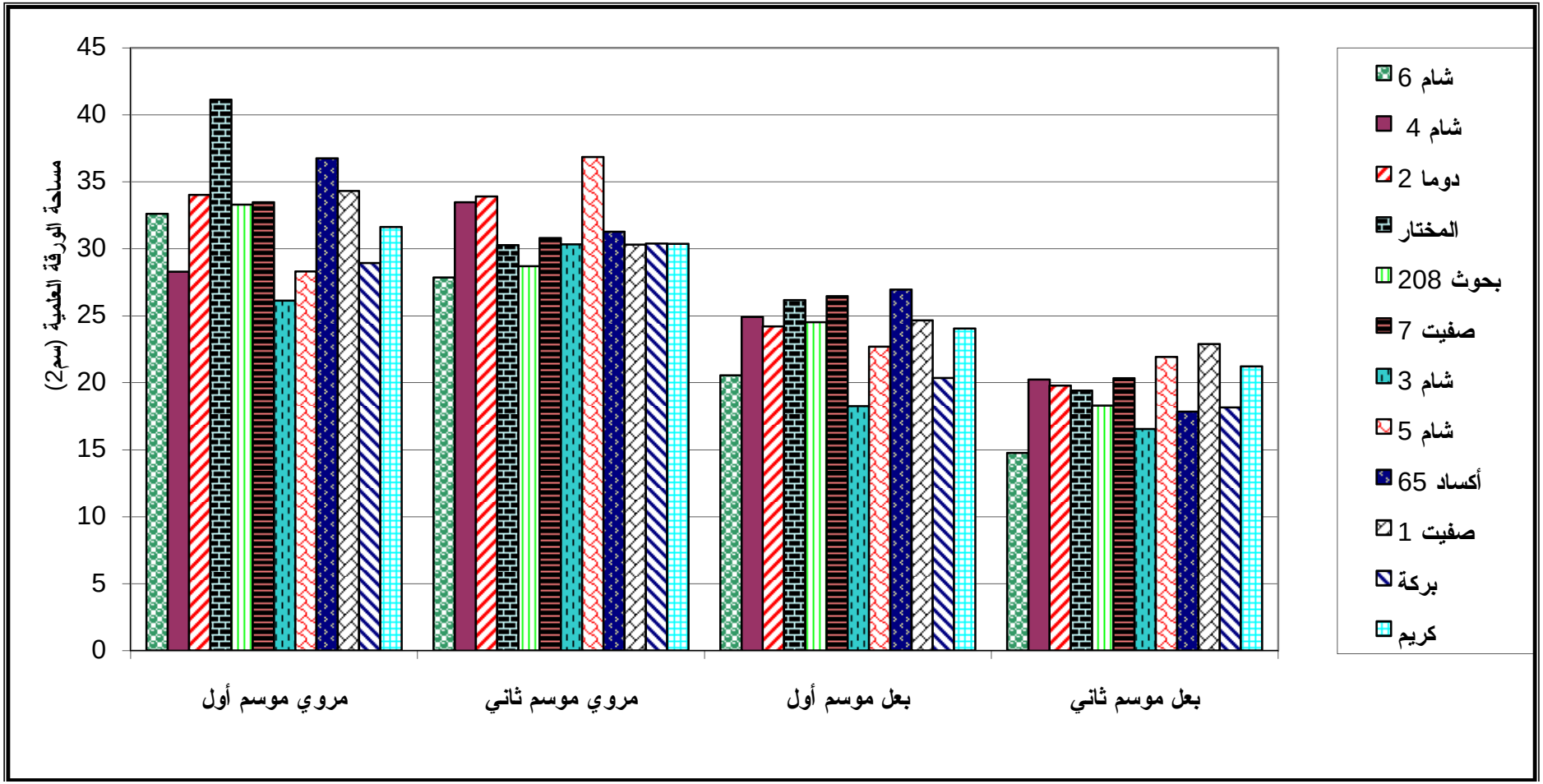
التمثيل الضوئي، ما يُساعد في تصنيع المادة الجافة، ومدّ الحبوب بنواتج عملية التمثيل الضوئي. ويؤثر أيضاً تراجع محتوى التربة المائي تحت ظروف الزراعة المطرية سلباً في معدل استطالة الأوراق، ما يؤدي إلى تراجع مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي (حجم المصدرSours size)، فتقل بذلك كمية الأشعة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي الممتصة، ما يؤدي إلى تراجع معدل تصنيع المركبات الغنية بالطاقة (NADPH, ATP) خلال تفاعلات الضوء Light reactions، التي تؤثر بدورها سلباً في معدل تثبيت الكربون خلال تفاعلات الظلام أثناء عملية التمثيل الضوئي، الأمر الذي يؤثر سلباً في كفاءة النبات في استعمال الطاقة الضوئية، ومن ثمّ كفاءته في تحويل الكربون المعدني إلى مركبات عضوية، فيتراجع معدل تصنيع وتراكم المادة الجافة، ما يؤثر سلباً في معدل نمو أجزاء النبات المختلفة وتطورها (ياسين، 1992). ويؤثر أيضاً تراجع محتوى الأوراق المائي نتيجة تراجع كمية الماء الحر المتاحة للنبات تحت ظروف الإجهاد المائي سلباً في معدل التمثيل الضوئي، بسبب تراجع معدل نقل الإلكترونات في سلسلة نقل الإلكترونات، ما يؤثر سلباً في فرق التدرج في الجهد الكهروكيماوي الذي يمكن أن ينشأ على جانبي غشاء الصانعة الخضراء الداخلي، الأمر الذي يؤثر سلباً في معدل تصنيع المركبات الغنية بالطاقة (NADPH, ATP)، حيث يُعد الماء المعطي الأولي والرئيس للإلكترونات، وذلك عندما يؤكسد ضوئياً خلال تفاعلات الضوء (Johnson *et al.*, 1983). ويؤدي تراجع الماء المتاح للنباتات في منطقة انتشار الجذور تحت ظروف الإجهاد المائي إلى ازدياد معدل تصنيع حمض الأبسيسيك (ABA) في الجذور وإحداث تبدلاتٍ في درجة الحموضة في خلايا النسيج المتوسط في الأوراق تفضي إلى تحرير حمض الأبسيسيك المحتجز ضمن الصانعات الخضراء Chloroplasts. يعمل حمض الأبسيسيك المنتقل من الجذور إلى خلايا الأوراق عن طريق تيار الماء والمحرر من الصانعات الخضراء Chloroplasts إلى دفع المسامات على الانغلاق للحد من فقد الماء بالنتح والمحافظة على الحد الأدنى من جهد الامتلاء اللازم للمحافظة على ترطيب البروتوبلاسم، ومن ثمّ حياة الخلايا النباتية، ولكن يؤثر انغلاق المسامات سلباً في معدل التمثيل الضوئي، بسبب توقف انتشار غاز ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$) عبر المسامات أثناء عملية التبادل الغازي، ما يؤثر سلباً في تركيز غاز الفحم ($CO_2$) داخل خلايا النسيج المتوسط Mesophyll cells في الأوراق (Ci) ضمن مراكز تثبيت الكربون في الصانعات الخضراء (Stroma)، الأمر الذي يؤدي إلى تراجع معدل تثبيت الكربون وتصنيع نواتج التمثيل الضوئي (ياسين، 1992 ; Savin *et al*, 1997).

ويعزى التباين الوراثي بين الطرز الوراثية المدروسة في كفاءتها في المحافظة على ارتفاع النبات وطول حامل السنبلة ودليل المساحة الورقية، إلى التباين في كفاءة تلك الطرز في امتصاص الماء والمحافظة على جهد الامتلاء (محتوى خلايا الأجزاء الهوائية المائي). ويمكن أن يعود ذلك إمّا إلى تباين الطرز الوراثية في حجم المجموع الجذري ودرجة تشعبه، حيث يُساعد تشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب في استخلاص كمية أكبر من الماء تكفي إلى حدٍ ما لتعويض الماء المنتوح والمحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية، أو إلى التباين في المقدرة على التعديل الحلولي المتمثل بالتباين بكمية الذائبات العضوية التوافقية المصنّعة (البرولين، والجلايسين بيتين)، التي تُساعد على خفض الجهد المائي داخل خلايا الأجزاء الهوائية، ومن ثمّ زيادة فرق التدرج في الجهد المائي بين خلايا النبات ومحلول التربة الذي يُعد بمنزلة القوة المحركة لانتقال الماء، حيث ينتقل الماء من الوسط ذو الجهد المائي العالي (الأقل سلباً) إلى الوسط ذو الجهد المائي المنخفض (الأكثر سلباً) (Morgan, 1983). وتتناسب تبعاً لذلك كمية المياه الممتصة طرداً مع كمية الذائبات الحلولية المتراكمة ضمن سيتوبلازم الخلايا النباتية. أو يمكن أن يعزى ذلك إلى التباين في العوامل المسامية، حيث يُساعد تراجع الناقلية المسامية Stomatal conductance (gs) استجابةً لظروف العجز المائي في تقليل معدل فقد الماء بالنتح. وتتحدد الناقلية المسامية بدورها بكفاءة النبات على تصنيع حمض الأبسيسيك في الجذور، ومعدل نقل حمض الأبسيسيك من الجذور إلى الأوراق، وحساسية المجسات المرتبطة بأغشية الخلايا الحارسة لحمض الأبسيسيك (Radin *et al*, 1994). عموماً، تُعد صفة ضبط الناقلية المسامية من الصفات الفيزيولوجية المهمة المرتبطة بتجنب ظروف العجز المائي، وتُعد بمنزلة خط الدفاع الفيزيولوجي الأول في النبات تحت ظروف شح المياه. ويؤدي تراجع الناقلية المسامية إلى تحسين صفة كفاءة استعمال الماء شريطة أن يكون انغلاق المسامات جزئياً Patchiness وليس تاماً، لأنّ الانغلاق التام أو الكامل للمسامات يؤدي إلى تعطيل التأثير المبرد Cooling effect لعملية فقد الماء بالنتح، ما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأوراق واحتراقها Leaf firing وشيخوختها بشكلٍ مبكر Premature senescence(Yeo and Flowers, 1989)، و(الزروق، 1998)، بالإضافة إلى تراجع معدل صافي انتثار غاز الفحم، فتتراجع كفاءة النبات التمثيلية.

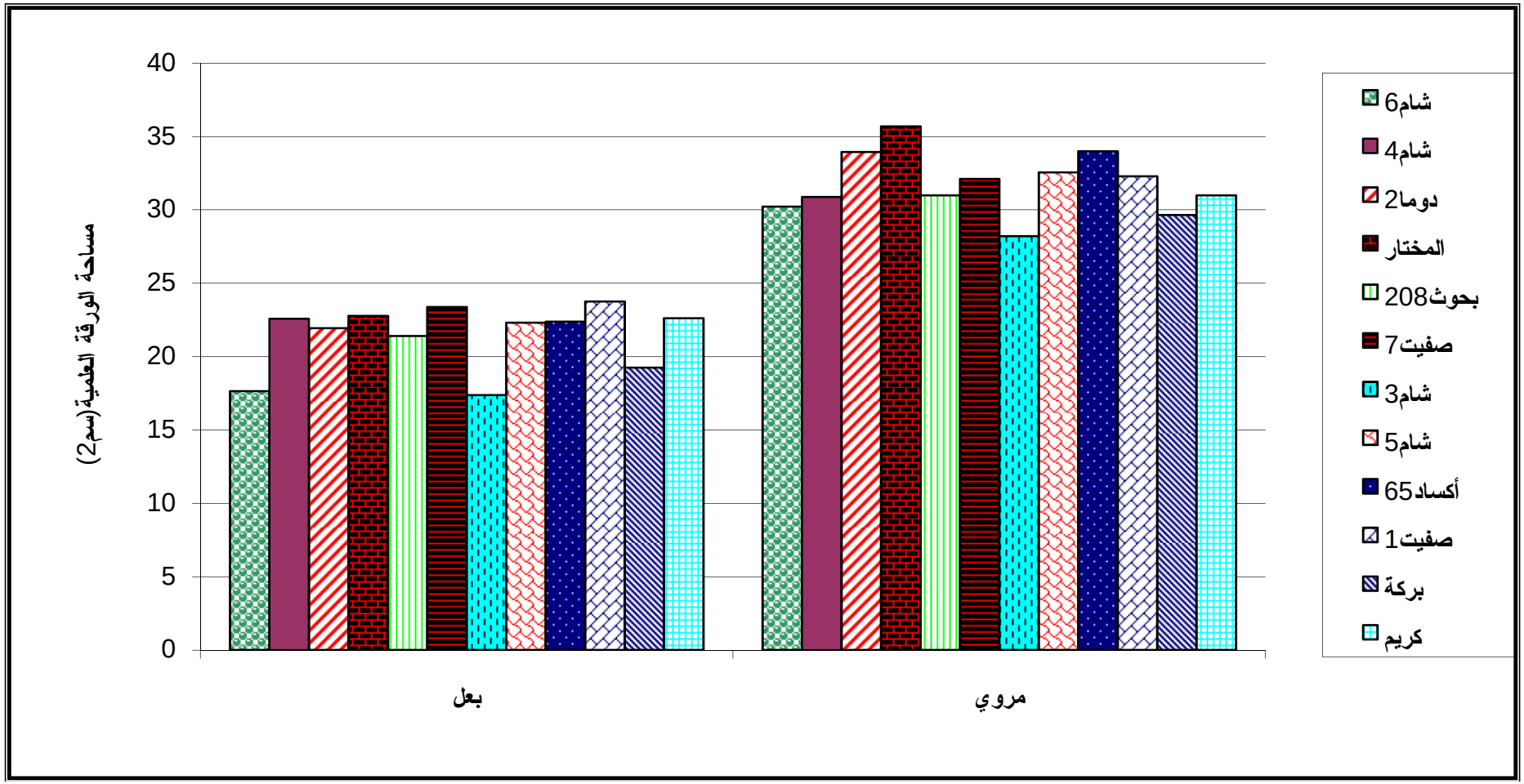
**الجدول رقم (10): متوسط مساحة الورقة العلمية (سم$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 32.60 | 20.55 | 26.575 | 27.85 | 14.75 | 21.3 | 30.22 | 17.65 |
| شام4 | 28.29 | 24.91 | 26.6 | 33.47 | 20.25 | 26.86 | 30.88 | 22.58 |
| دوما2 | 34.02 | 24.21 | 29.115 | 33.89 | 19.78 | 26.83 | 33.95 | 21.95 |
| المختار | 41.13 | 26.17 | 33.65 | 30.26 | 19.40 | 24.83 | 35.69 | 22.78 |
| بحوث208 | 33.29 | 24.52 | 28.905 | 28.69 | 18.30 | 23.49 | 30.99 | 21.41 |
| صفيت7 | 33.46 | 26.46 | 29.96 | 30.79 | 20.33 | 25.56 | 32.12 | 23.39 |
| شام3 | 26.12 | 18.25 | 22.185 | 30.32 | 16.54 | 23.43 | 28.22 | 17.39 |
| شام5 | 28.30 | 22.69 | 25.495 | 36.85 | 21.93 | 29.39 | 32.57 | 22.31 |
| أكساد65 | 36.75 | 26.95 | 31.85 | 31.27 | 17.84 | 24.55 | 34.01 | 22.39 |
| صفيت1 | 34.31 | 24.65 | 29.48 | 30.30 | 22.88 | 26.59 | 32.30 | 23.76 |
| بركة | 28.94 | 20.36 | 24.65 | 30.38 | 18.16 | 24.27 | 29.66 | 19.26 |
| كريم | 31.63 | 24.05 | 27.84 | 30.36 | 21.22 | 25.79 | 30.99 | 22.63 |
| المتوسط | 32.40 | 23.64 | 28.02 | 31.20 | 19.28 | 25.24 | 31.80 | 21.46 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3.096 | 0.7466 | 1.056 | 1.526 | 2.158 | 2.158 | 3.051 |
| C.V(%) | 7.06 | | | | | | |




**الشكل رقم (14): متوسط مساحة الورقة العلمية (سم$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (15): متوسط مساحة الورقة العلمية(سم$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

**ثانياً- المؤشرات الفسيولوجية والبيوكيميائية:**

**2-1- قوة النمو الأولي Early vigor:**

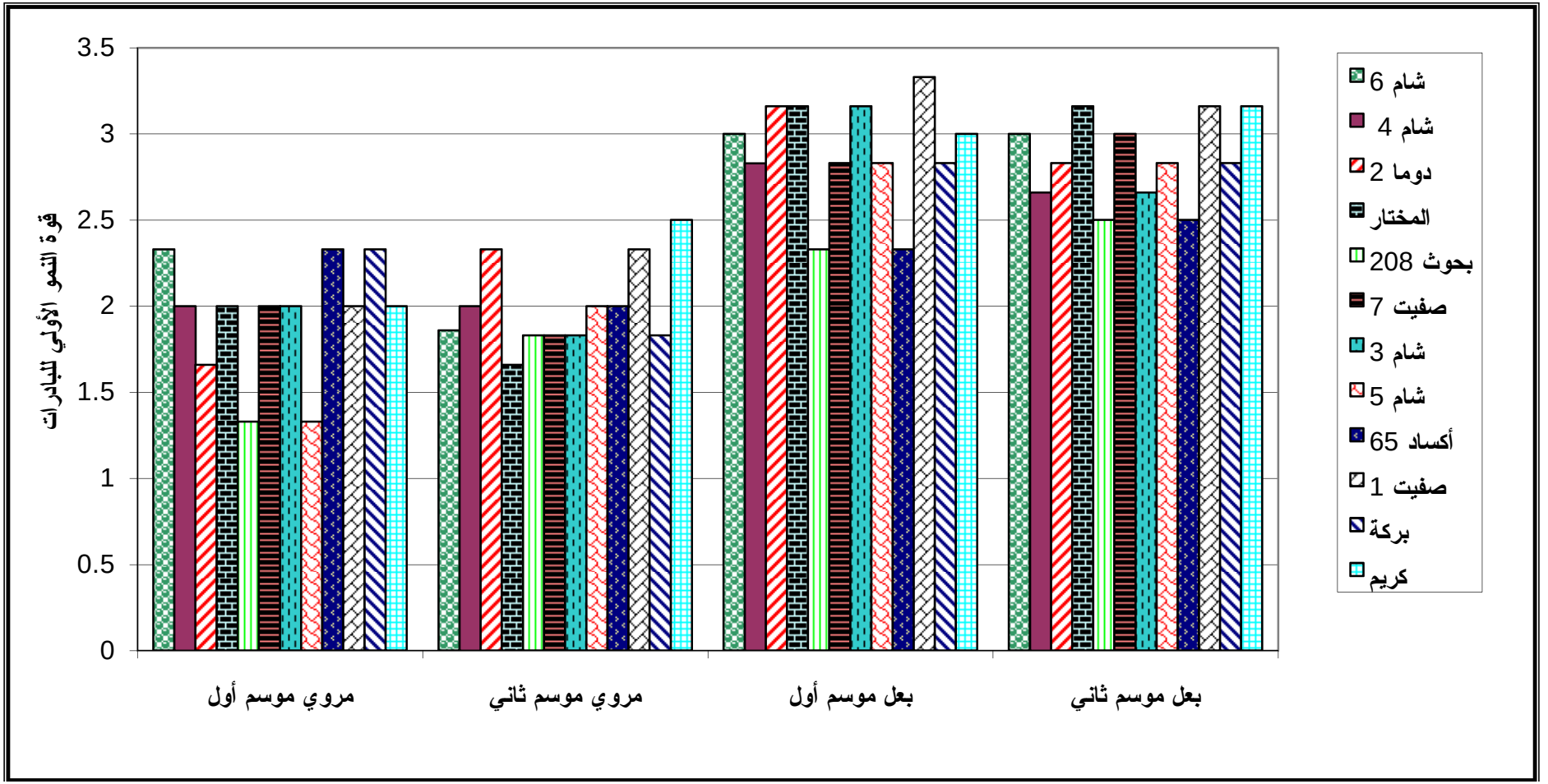
تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة قوة النمو الأولي بين المعاملات والأصناف والتفاعلات المتبادلة بينها، في حين لم تبد نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية بين المواسم الزراعية. ويُلاحظ أنّ قوة النمو الأولي كانت وفق المقياس المعتمد جيدة جداً تحت ظروف الزراعة المروية (1.6-2.5)، في حين كان النمو الأولي جيداً فقط تحت ظروف الزراعة البعلية (2.6-3.5 حسب المقياس المعتمد). ويُلاحظ أنّ ظروف شح المياه قد سببت انخفاضاً في متوسط قوة النمو الأولي مقداره 65.61%، ما يشير إلى أهمية توافر المياه خلال مرحلة الإنبات واسترساء البادرات Seedling establishment. يُساعد توافر المياه بكمياتٍ كافية في تسريع إتمام مرحلة تشرب المياه من قبل البذور المزروعة Water imbibition، ومن ثمّ التبكير في بدء عملية الإنبات الفسيولوجي، ما يؤدي إلى تسريع عملية الإنبات Germination، وظهور البادرات فوق سطح التربة. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات أنّ متوسط قوة النمو الأولي كان جيد جداً خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني وتحت ظروف الزراعة المروية (1.6-2.5)، في حين كان جيد فقط خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني تحت ظروف الزراعة البعلية (2.6-3.5). ويُلاحظ من نتائج التحليل الإحصائي أنّ قوة النمو الأولي كانت وفق المقياس المعتمد جيدة جداً (1.6-2.5) لدى الأصناف بحوث$_{208}$، وشام$_5$، وأكساد$_{65}$، وشام$_4$، وشام$_3$، وصفيت$_7$، في حين كان النمو الأولي جيداً (2.6-3.5) لدى الأصناف صفيت$_1$، وكريم، وشام$_6$. وتُلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع الأصناف، وكذلك تفاعل المعاملات مع الأصناف. ويُلاحظ أيضاً أنّ متوسط قوة النمو الأولي كان ممتازاً وفق المقياس المعتمد(1.0-1.5) خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى صنف القمح الطري بحوث$_{208}$، وصنف القمح القاسي شام$_5$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كانت قوة النمو الأولي جيدة جداً وفق المقياس المعتمد (1.6-2.5) خلال الموسميين الزراعيين الأول والثاني على التوالي، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف دوما$_2$، والمختار، وصفيت$_7$، وشام$_3$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كانت جيدة فقط (2.6-3.5) خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف صفيت$_1$، ودوما$_2$، وشام$_3$، وكريم، والمختار على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهم (الجدول، 11 ؛ الشكل، 16).

عموماً، تُعد صفة النمو الأولي القوي من الصفات المهمة المرتبطة بتحمل الإجهاد المائي وزيادة كفاءة استعمال الماء لدى الطرز الوراثية المزروعة بعلاً في البيئات الشحيحة بالمياه، حيث يُساعد النمو الأولي السريع في تغطية سطح التربة بشكلٍ كامل، ما يقلل من مساحة الأرض المكشوفة والمعرّضة بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، ويحول دون ارتفاع درجة حرارتها، ومن ثمَّ زيادة معدل فقد الماء بالتبخر Evaporation. وإنَّ زيادة معدل النمو الخضري خلال المراحل المبكرة من حياة النبات لا يترافق مع زيادة كبيرة في معدل فقد الماء بالنتح Transpiration، بسبب انخفاض درجات الحرارة، والشدة الضوئية Light intensity، وارتفاع معدل الهطول المطري، والرطوبة النسبية الجوية (RH%) خلال هذه المرحلة من حياة النبات (كانون الأول – شباط)، حيث تقلل هذه العوامل مجتمعةً من فرق ضغط بخار الماء بين الأجزاء الهوائية والوسط المحيط Leaf to air Vapor Pressure Difference (VPD)، ما يُسهم في تقليل معدل فقد الماء بالنتح. وتؤدي بالمقابل التغطية المبكرة لسطح التربة إلى زيادة كفاءة استعمال الماء، حيث يُفقد معظم الماء عن طريق النبات عبر المسامات Stomata أثناء عملية التبادل الغازي Gas exchange، ما يؤدي إلى زيادة معدل انتشار غاز الفحم ($CO_2$) وإتاحته بكميةٍ كبيرة في مراكز التثبيت ضمن الصانعة الخضراء $CO_2$-fixation sites (Stroma)، فيزداد تبعاً لذلك معدل التمثيل الضوئي Assimilation rate (´A) وتصنيع المادة الجافة. ويمكن أن يُعزى التباين في قوة النمو الأولي بين الأصناف إلى التباين في حجم الحبوب وحيويتها، والتركيب الكيميائي للحبة، الذي يحدد بدوره احتياجات البذور المائية لإتمام مرحلة التشرب وبدء الإنبات الفسيولوجي، وتكون كمية المدخرات الغذائية المتاحة للمحور الجنيني النامي أكبر في الحبوب الكبيرة بالمقارنة مع الحبوب الصغيرة الحجم، ما يؤدي إلى زيادة معدل نمو المحور الجنيني وتطوره.

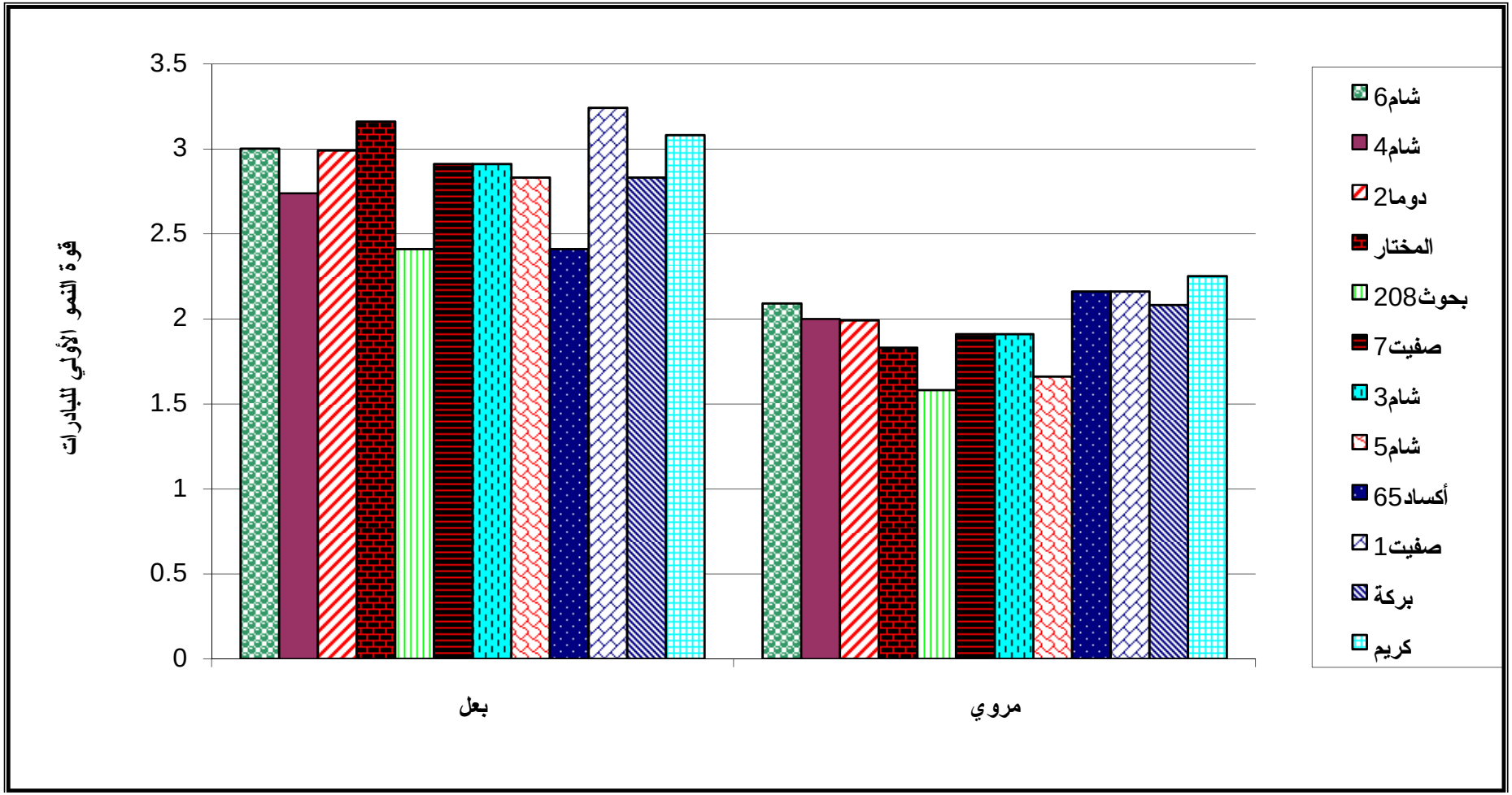
**الجدول رقم (11): متوسط قوة النمو الأولي للبادرات لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 2.33 | 3.00 | 2.66 | 1.86 | 3.00 | 2.43 | 2.09 | 3.00 |
| شام4 | 2.00 | 2.83 | 2.41 | 2.00 | 2.66 | 2.33 | 2.0 | 2.74 |
| دوما2 | 1.66 | 3.16 | 2.41 | 2.33 | 2.83 | 2.58 | 1.99 | 2.99 |
| المختار | 2.00 | 3.16 | 2.58 | 1.66 | 3.16 | 2.41 | 1.83 | 3.16 |
| بحوث208 | 1.33 | 2.33 | 1.83 | 1.83 | 2.50 | 2.16 | 1.58 | 2.41 |
| صفيت7 | 2.00 | 2.83 | 2.41 | 1.83 | 3.00 | 2.41 | 1.91 | 2.91 |
| شام3 | 2.00 | 3.16 | 2.58 | 1.83 | 2.66 | 2.24 | 1.91 | 2.91 |
| شام5 | 1.33 | 2.83 | 2.08 | 2.00 | 2.83 | 2.41 | 1.66 | 2.83 |
| أكساد65 | 2.33 | 2.33 | 2.33 | 2.00 | 2.50 | 2.25 | 2.16 | 2.41 |
| صفيت1 | 2.00 | 3.33 | 2.66 | 2.33 | 3.16 | 2.74 | 2.16 | 3.24 |
| بركة | 2.33 | 2.83 | 2.58 | 1.83 | 2.83 | 2.33 | 2.08 | 2.83 |
| كريم | 2.00 | 3.00 | 2.5 | 2.50 | 3.16 | 2.83 | 2.25 | 3.08 |
| المتوسط | 1.94 | 2.89 | 2.42 | 2.00 | 2.86 | 2.42 | 1.97 | 2.88 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) 0.3491 | المعاملات(B) 0.2505 | AB 0.3542 | الأصناف(C) 0.4399 | AC 0.6221 | BC 0.6221 | ABC 0.8798 |
| C.V(%) | 22.34 | | | | | | |




**الشكل رقم (16): متوسط قوة النمو الأولي للبادرات لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (17): متوسط قوة النمو الأولي للبادرات لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

**2-2- كمية المادة الشمعية على الأوراق(مغ . سم$^{-2}$)Wax deposits**:

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في كمية المادة الشمعية المتشكلة فوق سطوح الأوراق بين المواسم الزراعية والمعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها. ويُلاحظ أنّ متوسط سماكة الطبقة الشمعية المتشكلة على الأوراق كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول (1.322 مغ . سم$^{-2}$) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني (0.6014 مغ . سم$^{-2}$)، لأنّ الموسم الزراعي الأول كان أكثر جفافاً (124.4 مم) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني (137.9 مم)، لذلك تعمد النباتات إلى تشكيل كميةٍ أكبر من الترسبات الشمعية لتقليل معدل فقد الماء بالنتح، بهدف المحافظة على ميزان العلاقات المائية Water balance داخل خلايا الأوراق، ومحتوى التربة المائي. وكان متوسط الطبقة الشمعية المتكونة على الأوراق الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية (1.557 مغ . سم$^{-2}$) بالمقارنة مع الزراعة المروية (0.3663 مغ . سم$^{-2}$) (الجدول، 12 ؛ الشكل، 18). ويُلاحظ أنّ متوسط سماكة الطبقة الشمعية المجللة للأوراق تحت ظروف الزراعة البعلية قد زاد بمقدار 76.47% بالمقارنة مع ظروف الزراعة المروية. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل مواسم الزراعة مع المعاملات أنّ متوسط سماكة الطبقة الشمعية على الأوراق كانت الأعلى معنوياً لدى النباتات المزروعة خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني على التوالي تحت ظروف الزراعة البعلية وبفروقاتٍ معنوية بينهما(2.238، 0.8766 مغ . سم$^{-2}$)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال موسم الزراعة الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية (0.3261 مغ . سم$^{-2}$). ويُلاحظ أنَّ متوسط كمية المادة الشمعية كانت الأعلى معنوياً لدى الصنف شام$_3$ (1.592 مغ . سم$^{-2}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الأصناف شام$_5$، وصفيت$_7$، والمختار، وكريم، وأكساد$_{65}$ ، وبركة على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (1.015، 1.00، 0.987، 0.9513، 0.9484، 0.9298 مغ . سم$^{-2}$على التوالي)، في حين كانت الأدنى معنوياً لدى الصنف صفيت$_1$(0.5756 مغ . سم$^{-2}$). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع الأصناف أنّ كمية المادة الشمعية المتراكمة على الأوراق كانت الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، لدى الأصناف شام$_3$، وصفيت$_7$، وشام$_5$ على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينها(2.382 ،1.497 ،1.489 مغ . سم$^{-2}$ على التوالي)، في حين كانت الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى الأصناف صفيت$_1$، وصفيت$_7$، والمختار على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (0.4118، 0.5035، 0.5142 مغ . سم$^{-2}$على التوالي) (الجدول، 12 ؛ الشكل، 18). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المعاملات مع الأصناف أنّ متوسط

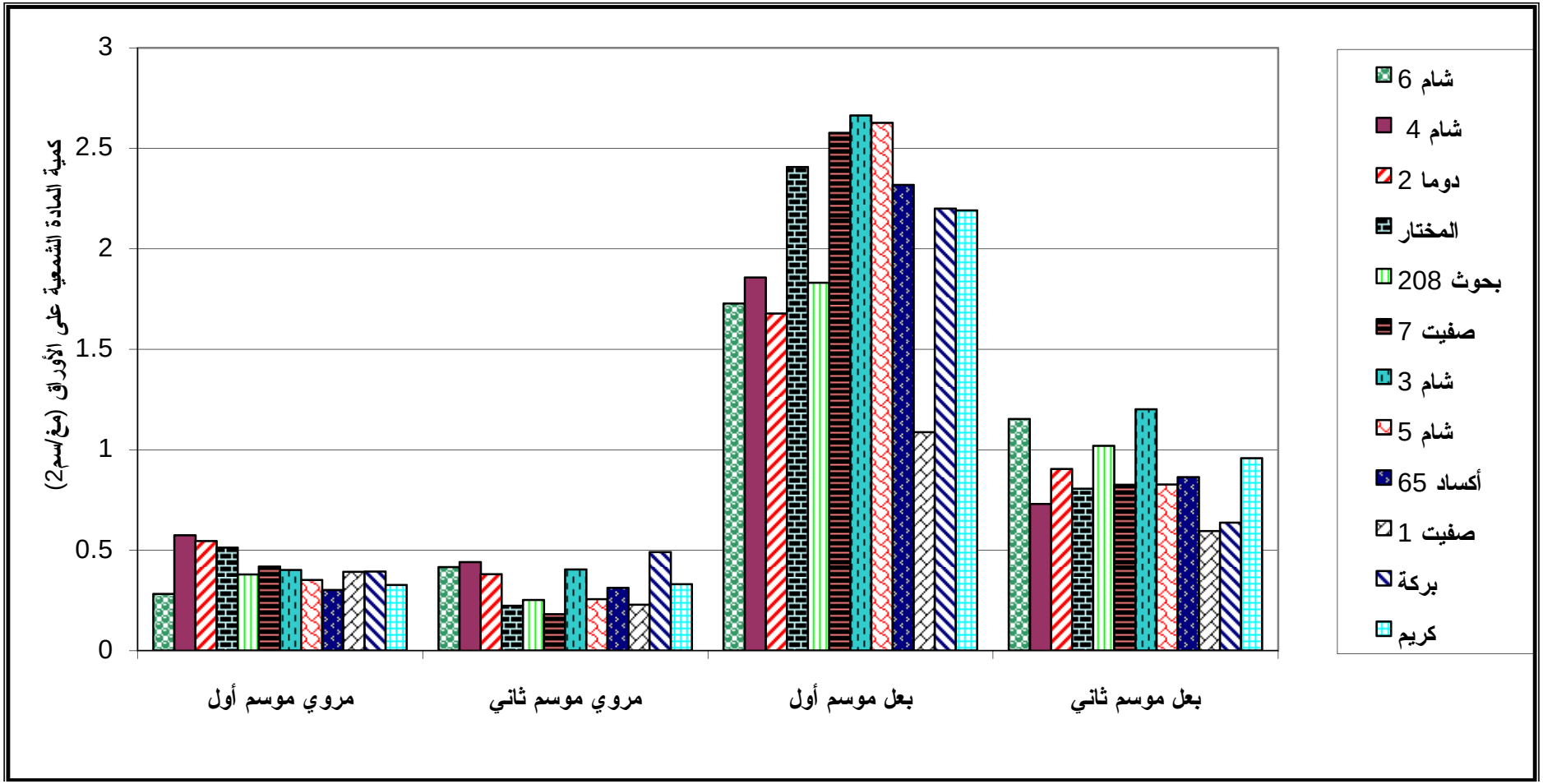
سماكة الطبقة الشمعية على الأوراق كانت الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى صنف القمح القاسي شام3 (1.782 مغ . سم$^{-2}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الأصناف المزروعة تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف شام5، وصفيت7، والمختار، وأكساد65، وكريم، وشام6، وبحوث208، وبركة على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (1.727، 1.702، 1.606، 1.590، 1.574، 1.440، 1.425، 1.418 مغ . سم$^{-2}$على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف صفيت7، وشام5، وأكساد65، وصفيت1، وبحوث208، وكريم، وشام6، والمختار على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (0.2995، 0.3035، 0.3070، 0.3103، 0.3155، 0.3285، 0.3487، 0.3678 مغ . سم$^{-2}$ على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط سماكة الطبقة الشمعية المتراكمة على الأوراق كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى صنف القمح القاسي شام3 (4.363 مغ . سم$^{-2}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية شام5، وصفيت7، والمختار، وأكساد65، وبركة، وكريم على التوالي(2.627، 2.577، 2.407، 2.317، 2.200، 2.190 مغ . سم$^{-2}$ على التوالي)، وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف صفيت7، والمختار، وصفيت1، وبحوث208، وشام5 على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(0.180، 0.2227، 0.2287، 0.2523، 0.2563 مغ . سم$^{-2}$ على التوالي)، تلاهم وبدون فروقات معنوية بينهم نباتات الصنفين شام6، وأكساد65 على التوالي المزروعين خلال الموسم الأول، تحت ظروف الري(0.2817، 0.3017 مغ . سم$^{-2}$ على التوالي) (الجدول، 12 ؛ الشكل، 18). ويُلاحظ وجود تباين وراثي في كفاءة أصناف القمح في تصنيع المادة الشمعية، ويرتبط معدل التصنيع ومن ثمّ سماكة الطبقة الشمعية المترسبة فوق سطوح الأوراق طرداً مع شدة الإجهاد المائي، حيث يُلاحظ زيادة في كمية الترسبات الشمعية على الأوراق بزيادة شدة الإجهاد المائي. يُلاحظ بشكلٍ عام، أنَّ النباتات النامية تحت ظروف الزراعة البعلية كانت أكثر كفاءة في تصنيع وترسيب المادة الشمعية فوق سطوح الأوراق بالمقارنة مع نباتات أصناف القمح النامية تحت ظروف الري الكامل. كما تُعد صفة القدرة على تشكيل كمية أكبر من الترسبات الشمعية فوق سطوح الأوراق والسوق من المؤشرات المرتبطة بتجنب الإجهاد المائي، حيث تُساعد مثل هذه الترسبات البيضاء على عكس Reflection جزء كبير من الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأوراق، ما يقلل من كمية الطاقة الشمسية الممتصة، ويحول دون ارتفاع درجة حرارة الأوراق، ومن ثمَّ ازدياد فرق التدرج في ضغط بخار الماء بين الأوراق والوسط المحيط (VPD)، ما يُساعد في تقليل معدل فقد الماء بالنتح للمحافظة على محتوى التربة المائي لفترةٍ زمنيةٍ أطول، وجهد الامتلاء داخل

الأوراق. تؤدي مثل هذه الصفة إلى تحسين تحمل الطراز الوراثي للجفاف من خلال زيادة كفاءة استعمال الماء، ولا يؤثر تراجع كمية الطاقة الضوئية الممتصة سلباً في كفاءة النبات التمثيلية، لأنَّ جزءاً بسيطاً جداً من كامل الطاقة الضوئية الواصلة إلى تيجان النباتات (5%) تستعمل في عملية التمثيل الضوئي (Sharkey, 1985). تتوافق هذه النتائج مع ما توصّلت إليه التمو (2008) في محصول الشعير. ومع ما توصلت إليه مصطفى (2010) في محصول القمح.

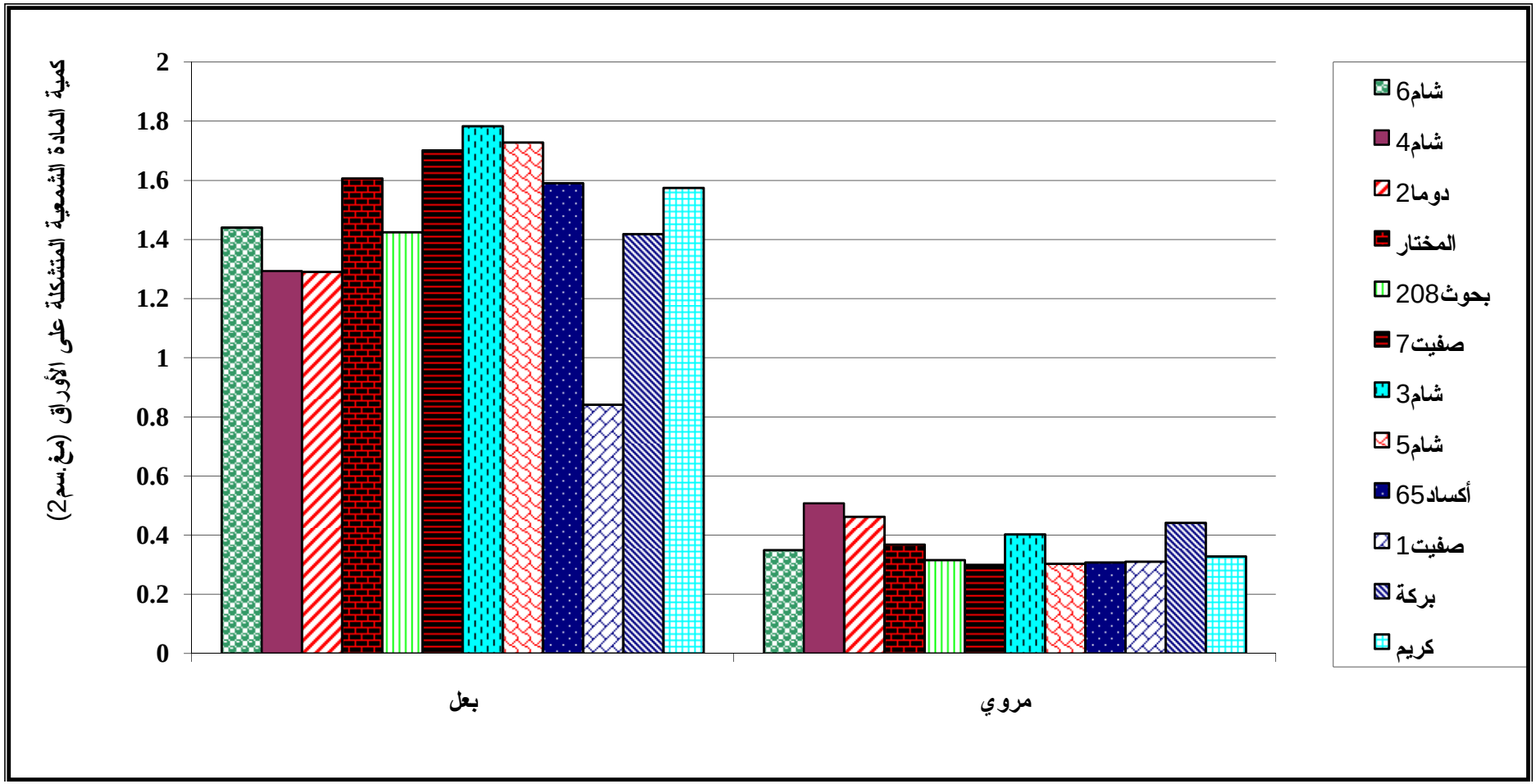
**الجدول رقم (12): متوسط كمية المادة الشمعية المتشكلة على الأوراق(مغ. سم$^{-2}$) خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 0.282 | 1.727 | 1.0045 | 0.416 | 1.153 | 0.784 | 0.349 | 1.44 |
| شام4 | 0.575 | 1.857 | 1.216 | 0.441 | 0.730 | 0.585 | 0.508 | 1.293 |
| دوما2 | 0.545 | 1.677 | 1.111 | 0.380 | 0.904 | 0.642 | 0.462 | 1.290 |
| المختار | 0.513 | 2.407 | 1.46 | 0.223 | 0.806 | 0.514 | 0.368 | 1.606 |
| بحوث208 | 0.379 | 1.830 | 1.1045 | 0.252 | 1.019 | 0.635 | 0.315 | 1.424 |
| صفيت7 | 0.418 | 2.577 | 1.4975 | 0.181 | 0.826 | 0.503 | 0.299 | 1.701 |
| شام3 | 0.401 | 2.363 | 1.382 | 0.404 | 1.201 | 0.802 | 0.402 | 1.782 |
| شام5 | 0.351 | 2.627 | 1.489 | 0.256 | 0.827 | 0.541 | 0.303 | 1.727 |
| أكساد65 | 0.302 | 2.317 | 1.3095 | 0.312 | 0.863 | 0.587 | 0.307 | 1.59 |
| صفيت1 | 0.392 | 1.087 | 0.7395 | 0.229 | 0.595 | 0.412 | 0.310 | 0.841 |
| بركة | 0.393 | 2.200 | 1.2965 | 0.490 | 0.637 | 0.563 | 0.441 | 1.418 |
| كريم | 0.327 | 2.190 | 1.2585 | 0.330 | 0.958 | 0.644 | 0.328 | 1.574 |
| المتوسط | 0.4065 | 2.238 | 1.3223 | 0.326 | 0.8766 | 0.6014 | 0.3663 | 1.557 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.6739 | 0.3725 | 0.5268 | 0.3286 | 0.4646 | 0.4646 | 0.6571 |
| C.V(%) | 24.10 | | | | | | |




**الشكل رقم (18): متوسط كمية المادة الشمعية المتشكلة على الأوراق(مغ/ سم$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (19): متوسط كمية المادة الشمعية المتشكلة على الأوراق (مغ.سم$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 3-2- محتوى الماء النسبي في الأوراق Leaf Relative Water Content(%RWC)

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة محتوى الماء النسبي بين المواسم والمعاملات والأصناف والتفاعلات المتبادلة بينها. ويُلاحظ أنّ متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني (79.2674%) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول (70.54%)(الجدول، 13 ؛ الشكل، 20). ويُلاحظ أنّ متوسط محتوى الماء النسبي كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (77.66%) بالمقارنة مع الزراعة البعلية (73.14%). ويعزى ذلك إلى كون كمية الأمطار الهاطلة خلال الموسم الزراعي الثاني كانت أعلى بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول، وعادةً ما تكون كمية المياه المتاحة في منطقة انتشار الجذور أكبر تحت ظروف الزراعة المروية بالمقارنة مع الزراعة المطرية، الأمر الذي يُسهم في زيادة فرق التدرج في الجهد المائي بين التربة وخلايا المجموعة الجذرية، ما يُساعد نباتات المحصول في امتصاص كمية من المياه كافية نسبياً لتعويض الماء المفقود بالنتح، الأمر الذي يُساعد في المحافظة على محتوى الماء النسبي في الأوراق. ويُلاحظ أنّ متوسط محتوى الماء النسبي تحت ظروف الزراعة البعلية قد انخفض بنسبة 5.82% بالمقارنة مع الشاهد المروي. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل مواسم الزراعة مع المعاملات أنّ متوسط محتوى الماء النسبي كان الأعلى معنوياً لدى النباتات المزروعة خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية والبعلية وبفروقاتٍ معنوية بينهما (81.79، 78.71% على التوالي)، في حين كان متوسط محتوى الماء النسبي الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية والمروية على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينهما( 67.56، 73.53% على التوالي). ويُلاحظ أنّ متوسط محتوى الماء النسبي كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف شام$_3$، وشام$_5$، وبحوث$_{208}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(76.67،78.25،78.97%على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات صنفي القمح دوما$_2$، وأكساد$_{65}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما(70.89، 73.22%على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع الأصناف أنّ محتوى الماء النسبي كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى الأصناف شام$_5$، والمختار، وشام$_3$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (86.27، 85.54، 83.29%على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، لدى الأصناف المختار، وأكساد$_{65}$، ودوما$_2$، وصفيت$_1$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(66.17، 67.26، 67.44، 68.18%علي التوالي). أما بالنسبة لتفاعل المعاملات مع الأصناف، فقد لوحظ أنّ

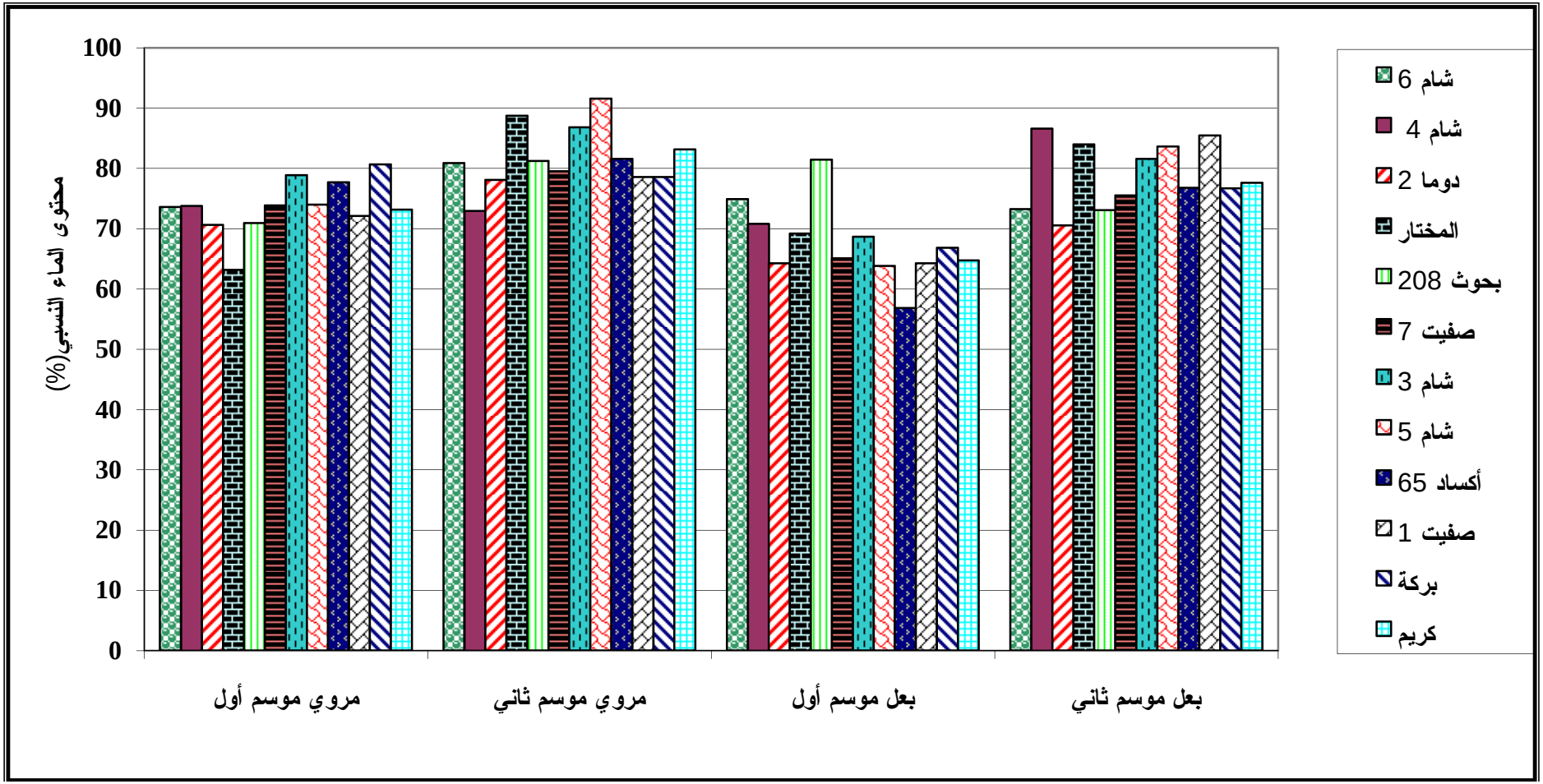
متوسط محتوى الماء النسبي كان الأعلى معنوياً تحت ظـروف الزراعـة المرويـة، لـدى الأصناف شام3، وشام5، وأكساد65، وبركة علي التـوالي وبـدون فروقـات معنويـة بينهـا (82.82، 82.76، 79.61، 79.60%علي التوالي)، في حين كان متوسـط محتـوى المـاء النسبي الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى صنفي القمح أكسـاد65، ودومـا2، وصفيت7، وكريم، وبركة علي التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينهـا (66.82، 67.40، 70.30، 71.15، 71.76% علي التوالي) (الجدول، 13 ؛ الشكل، 20). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعـل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط محتوى الماء النسبي كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المرويـة ولـدى الأصـناف شـام5، والمختار، وشام3 على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (91.56، 88.74، 86.79% على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعـة البعلية، لدى نباتات الصنف أكساد65 (56.85%).

يُمكن أن يعزى التباين الوراثي في كفاءة الأصناف المدروسة في المحافظة على محتوى الماء النسبي في خلايا الأوراق إمّا إلى التباين في حجم المجموع الجذري، أو القدرة على التعـديل الحلولي Osmotic adjustment (كمية الذائبات العضوية المصنَّعة)، أو التباين في درجـة انغلاق المسامات (الناقلية المسامية) استجابةً لظروف الإجهاد المائي. ويمكن أن يعزى التباين الوراثي في كفاءة الأصناف في المحافظة على محتوى الماء النسبي إلى التبـاين فـي دليـل المساحة الورقية، وكمية المادة الشمعية المجللة لسطوح الأوراق، حيـث يُلاحـظ أنّ سـماكة الطبقة الشمعية كانت الأعلى معنوياً لدى الأصناف شام3، وشام5، وكان محتوى الماء النسـبي في الأوراق الأعلى معنوياً لدى تلك الأصناف، ما يشير إلى الدور البالغ الأهمية الذي تؤديـه الترسبات الشمعية في تقليل معدل فقد الماء بالنتح. ويلاحظ بالمقابل أنّ الأصناف التي أبـدت معنوياً أدنى محتوى ماء نسبي في الأوراق (دوما2، وأكساد65) اتسمت بامتلاكها معنوياً دليـل مساحة ورقية أكبر، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة مساحة المسطح الورقي المعـرّض بشـكلٍ مباشر لأشعة الشمس، فتزداد كمية الطاقة الضوئية الممتصة، ومن ثمّ معدل فقد الماء بـالنتح، ما يؤثر سلباً في محتوى الخلايا النباتية المائي، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المطرية عندما تكون كمية الأمطار محدودة، وعندما يفوق معدل فقد الماء بالنتح كمية المياه الممتصة. ولكن يُلاحظ أنّ دليل المساحة الورقية كان الأدنى معنوياً، وسماكة الطبقة الشمعية الأعلى معنويـاً لدى الصنف شام3، وهذه ما يفسر امتلاكه معنوياً أعلى محتوى ماء نسبي في الأوراق، حيث يتم ضبط النتح بآليتين تعملان بشكلٍ تجميعي.

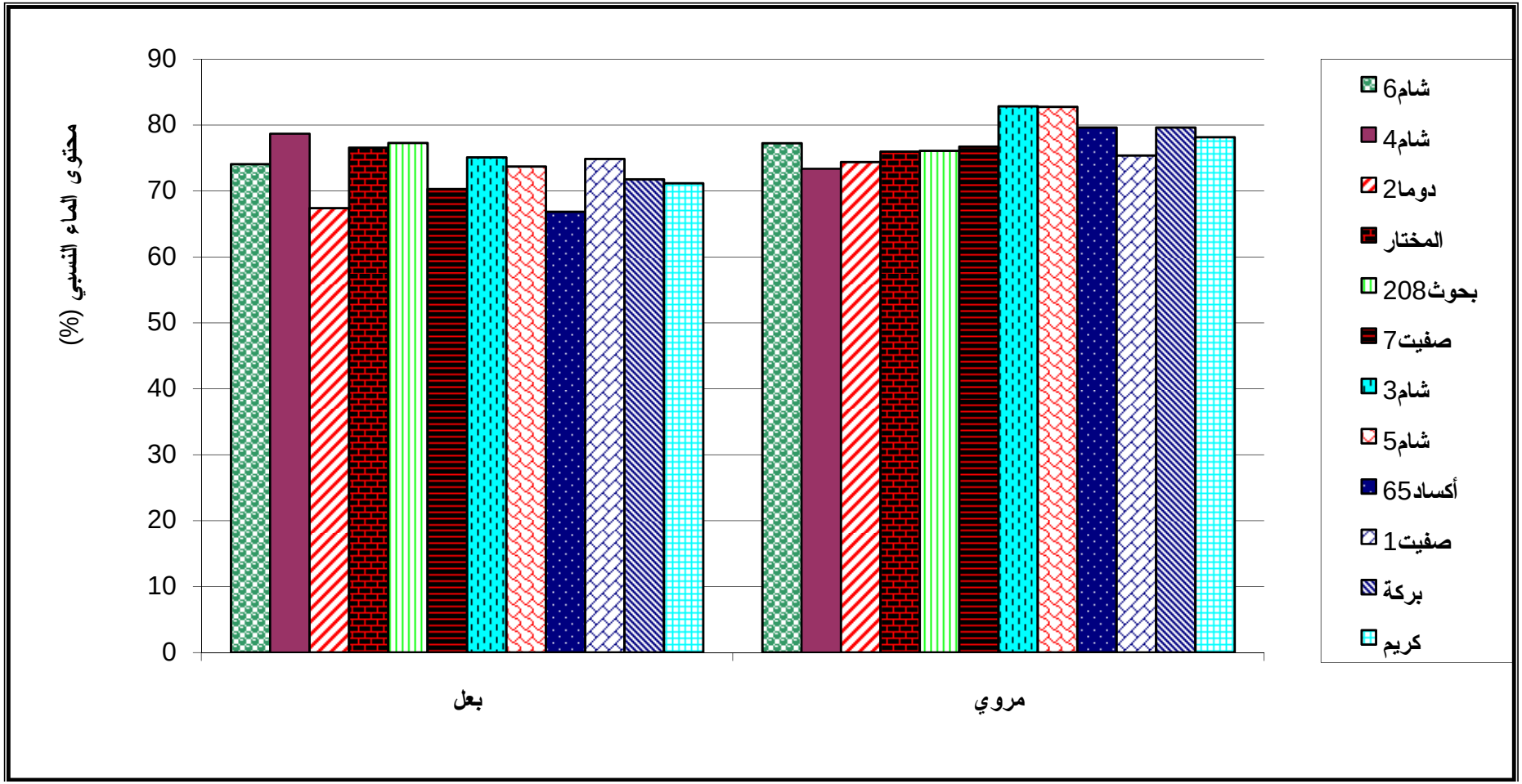
**الجدول رقم (13): متوسط محتوى الماء النسبي (%) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 209/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 73.60 | 74.88 | 74.24 | 80.88 | 73.22 | 77.05 | 77.24 | 74.05 |
| شام4 | 73.77 | 70.83 | 72.30 | 72.96 | 86.60 | 79.78 | 73.37 | 78.72 |
| دوما2 | 70.63 | 64.27 | 67.45 | 78.11 | 70.54 | 74.32 | 74.37 | 67.40 |
| المختار | 63.19 | 69.16 | 66.18 | 88.74 | 83.95 | 86.35 | 75.97 | 76.56 |
| بحوث208 | 70.93 | 81.46 | 76.20 | 81.22 | 73.06 | 77.14 | 76.07 | 77.26 |
| صفيت7 | 73.87 | 65.09 | 69.48 | 79.54 | 75.52 | 77.53 | 76.71 | 70.31 |
| شام3 | 78.85 | 68.67 | 73.76 | 86.80 | 81.56 | 84.18 | 82.82 | 75.11 |
| شام5 | 73.98 | 63.81 | 68.89 | 91.57 | 83.63 | 87.60 | 82.77 | 73.72 |
| أكساد65 | 77.68 | 56.85 | 67.26 | 81.55 | 76.79 | 79.17 | 79.61 | 66.82 |
| صفيت1 | 72.12 | 64.26 | 68.19 | 78.58 | 85.47 | 82.03 | 75.35 | 74.86 |
| بركة | 80.67 | 66.82 | 73.75 | 78.55 | 76.70 | 77.03 | 79.61 | 71.76 |
| كريم | 73.14 | 64.71 | 68.93 | 83.13 | 77.61 | 80.37 | 78.14 | 71.16 |
| المتوسط | 73.54 | 67.57 | 70.55 | 81.80 | 78.72 | 80.26 | 77.67 | 73.15 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.7914 | 0.5551 | 0.7850 | 2.424 | 3.428 | 3.428 | 4.848 |
| C.V(%) | 3.96 | | | | | | |




**الشكل رقم (20): متوسط محتوى الماء النسبي (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (21): متوسط محتوى الماء النسبي (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 4-2- سلامة الأغشية الخلوية (نسبة تسرب الذائبات) (%) Membrane integrity

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في نسبة تسرب الذائبات بين المواسم والمعاملات والأصناف والتفاعلات المتبادلة بينها. وكان متوسط نسبة تسرب الذائبات عبر الأغشية السيتوبلاسمية الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول (19.76%) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني (27.61%). ويُلاحظ أنّ متوسط نسبة تسرب الذائبات عبر الأغشية السيتوبلاسمية كان الأدنى معنوياً لدى النباتات المروية بشكلٍ كامل (18.04%)، في حين كان متوسط نسبة الذائبات المتسربة الأعلى معنوياً لدى النباتات المزروعة بعلاً (29.33%). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات أنّ متوسط نسبة تسرب الذائبات كان الأعلى معنوياً خلال الموسميين الزراعيين الثاني والأول على التوالي تحت ظروف الزراعة البعلية (33.69، 24.96% على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسمين الأول والثاني على التوالي، تحت ظروف الزراعة المروية وبفروقاتٍ معنوية بينهما (14.55، 21.52% على التوالي). تُشير هذه النتائج إلى أنّ تراجع محتوى التربة المائي، وتعرض النباتات للجفاف يؤثر سلباً في سلامة الأغشية السيتوبلاسمية، وتفقد خاصيتها الاصطفائية (الجدول، 14 ؛ الشكل، 22). ويُلاحظ أنّ نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية كانت الأدنى معنوياً لدى الأصناف شام$_3$، وشام$_4$، والمختار، وشام$_6$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (19.84، 21.03، 21.05، 21.63%على التوالي)، في حين كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف بحوث$_{208}$، وصفيت$_7$، ودوما$_2$ على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينها (30.92، 27.48، 25.80% على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع الأصناف أنّ متوسط نسبة الذائبات المتسربة كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، لدى الأصناف شام$_4$، وشام$_3$، وأكساد$_{65}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(14.58، 15.88، 16.09%على التوالي)، في حين كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى الأصناف بحوث$_{208}$، وأكساد$_{65}$، ودوما$_2$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (34.31، 33.58، 32.99%على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المعاملات مع الأصناف أنّ متوسط نسبة الذائبات المتسربة كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية، لدى صنفي القمح شام$_3$، والمختار على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما (13.35، 15.85%على التوالي)، في حين كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف صفيت$_7$، وبحوث$_{208}$، ودوما$_2$ على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينها (36.91، 35.66، 33.30%على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع

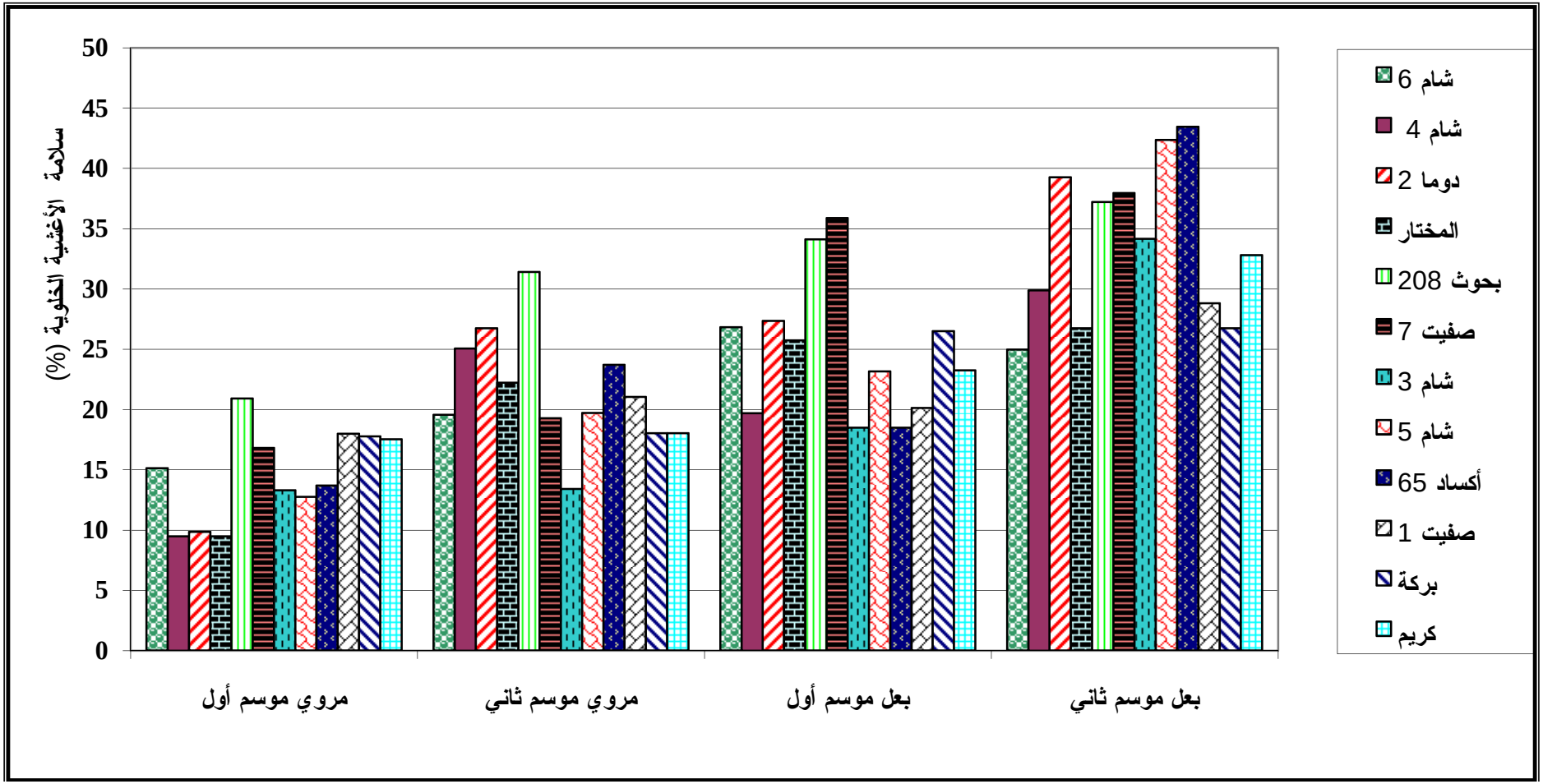
المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط نسبة الذائبات المتسربة كانت الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف المختار، وشام$_4$، ودوما$_2$، وشام$_5$، وشام$_3$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(9.47، 9.48، 9.85، 12.75، 13.29% على التوالي)، في حين كان متوسط نسبة الذائبات المتسربة الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف أكساد$_{65}$، وشام$_5$، ودوما$_2$ على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينها(43.44، 42.35، 39.25%على التوالي) (الجدول، 14 ؛ الشكل، 22). يتضح مما تقدم، أهمية توافر المياه بكمياتٍ كافية للمحافظة على استقرارالأغشية السيتوبلاسمية وثباتها، حيث يؤدي الجفاف إلى استبدال وتخريب البروتينات الداخلة في تركيب الأغشية السيتوبلاسمية، وأكسدة المواد الدهنية المفسفرة بفعل الجذور الحرة المتشكلة Lipid peroxidation (Smirnoff, 1998)، ما يؤدي إلى تكوين غشاء سيتوبلاسمي غني بالفجوات، وتفقد الأغشية السيتوبلاسمية خاصيتها الاصطفائية Selectivity، ويؤدي ذلك إلى خروج العديد من الذائبات المعدنية والعضوية ($K^+$، أحماض عضوية، أحماض أمينية، أحماض نووية، فيتامينات ....الخ) المفيدة لحياة الخلية النباتية، ويمكن بالمقابل أن تدخل بعض المواد السامة، ما يؤدي إلى موت الخلية النباتية. ويتوقف مقدار الضرر في الأغشية السيتوبلاسمية على شدة الإجهاد المائي ومدتهِ، وترتبط حياة الخلية النباتية بكفاءة الطراز الوراثي في المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية Membrane integrity ضمن ظروف الإجهاد المائي. وتتحدد بالمقابل مقدرة نباتات الطراز الوراثي المجهدة مائياً على استعادة النمو Recovery growth بعد زوال العامل البيئي المحدد للنمو(الجفاف) بنسبة الخلايا النباتية التي بقيت حية في نهاية فترة الإجهاد. إذاً ترتبط المقدرة على استعادة النمو، ومن ثمّ درجة تحمل الطراز الوراثي لظروف الإجهاد المائي، وإمكانية إعطاء غلة حبية أعلى بكفاءته في المحافظة على استقرار Stability أغشية خلاياه السيتوبلاسمية. ويؤدي الإجهاد المائي إلى تخريب الأغشية السيتوبلاسمية بشكلٍ غير مباشر من خلال تقليل معدل التمثيل الضوئي، أو معدل تثبيت الكربون خلال تفاعلات الظلام في حلقة إرجاع الكربون الثلاثية ($C_3$PCR)، ما يؤدي إلى تراجع معدل استهلاك المركبات الغنية بالطاقة المصنَّعة (NADPH،ATP)، الأمر الذي يؤدي إلى تعطيل إعادة توليد المستقبل النهائي للإلكترونات، المركب $NADP^+$ الذي يُعد بمنزلة المستقبل النهائي للإلكترونات في سلسلة انتقال الإلكترونات خلال تفاعلات الضوء، عندئذٍ يعمد الأوكسجين الجزيئي إلى تلقف هذه الإلكترونات ويتفاعل معها ليشكل جذر السوبر أوكسيد الحر $O_2^{\cdot-}$، الذي ما إن يتفاعل مع جذر الماء الأوكسجيني ($H_2O_2$) ليشكل جذر الماءات الحر ($OH^{\cdot}$)،

الذي يعد ذو قدرة تفاعلية عالية جداً، حيث يهاجم المواد الدهنية الداخلة في تركيب الأغشية السيتوبلاسمية ويعمل على تخريبها (Dahse *et al*., 1990; Smirnoff, 1998).

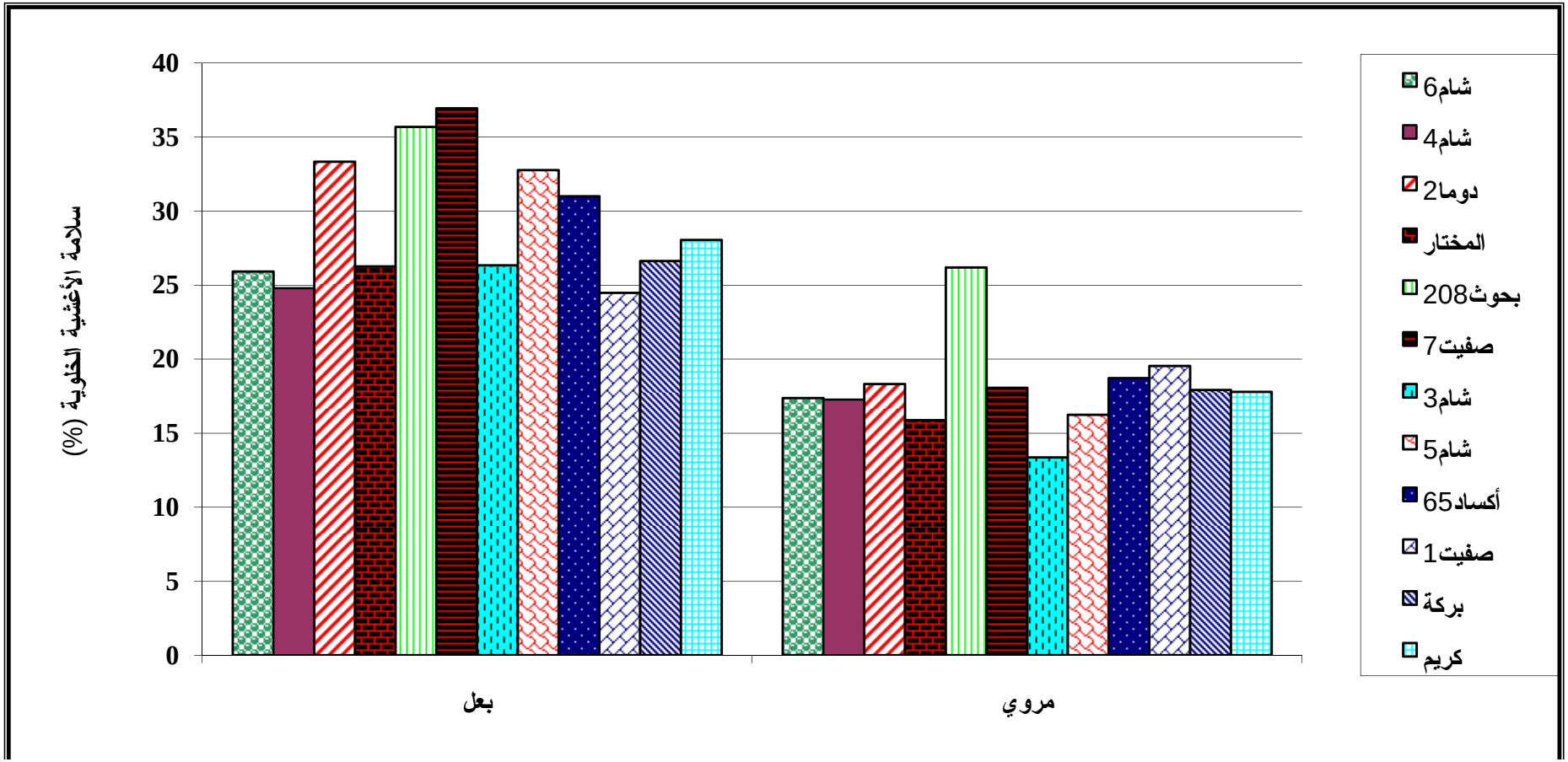
**الجدول رقم (14): متوسط سلامة الأغشية الخلوية ( % ) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الثاني 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 15.14 | 26.83 | 20.97 | 19.58 | 24.99 | 22.28 | 17.36 | 25.91 |
| شام4 | 9.48 | 19.69 | 14.59 | 25.06 | 29.90 | 27.48 | 17.27 | 24.79 |
| دوما2 | 9.85 | 27.35 | 18.60 | 26.74 | 39.25 | 32.99 | 18.29 | 33.30 |
| المختار | 9.47 | 25.74 | 17.61 | 22.23 | 26.74 | 24.48 | 15.85 | 26.24 |
| بحوث208 | 20.93 | 34.13 | 27.53 | 31.40 | 37.21 | 34.31 | 26.17 | 35.67 |
| صفيت7 | 16.80 | 35.89 | 26.34 | 19.28 | 37.95 | 28.62 | 18.04 | 36.92 |
| شام3 | 13.29 | 18.49 | 15.89 | 13.41 | 34.15 | 23.78 | 13.35 | 26.32 |
| شام5 | 12.75 | 23.15 | 17.95 | 19.71 | 42.36 | 31.03 | 16.23 | 32.75 |
| أكساد65 | 13.69 | 18.50 | 16.10 | 23.71 | 43.44 | 33.58 | 18.70 | 30.97 |
| صفيت1 | 17.99 | 20.13 | 19.06 | 21.05 | 28.80 | 24.93 | 19.52 | 24.46 |
| بركة | 17.77 | 26.50 | 22.13 | 18.03 | 26.73 | 22.38 | 17.89 | 26.61 |
| كريم | 17.52 | 23.25 | 20.38 | 18.03 | 32.81 | 25.42 | 17.78 | 28.03 |
| المتوسط | 14.56 | 24.97 | 19.76 | 21.52 | 33.69 | 27.61 | 18.04 | 29.33 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | الأصناف(C) | AB | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1.197 | 0.6470 | 1.980 | 0.9150 | 2.800 | 2.800 | 3.959 |
| C.V(%) | 10.30 | | | | | | |




**الشكل رقم (22): متوسط سلامة الأغشية الخلوية(%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (23): متوسط سلامة الأغشية الخلوية (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

**5-2- محتوى الأوراق من البرولين (ميكـــرو غـــرام . غ$^{-1}$ مـــادة خضـــراء) Proline content**

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة محتوى الأوراق من البرولين Proline بين المعاملات والأصناف والتفاعلات المتبادلة بينها، في حين لم تبدِ نتائج التحليل الإحصائي فروقاتٍ معنوية بين المواسم الزراعية. يُلاحظ أنّ متوسط محتوى الأوراق من البرولين كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية (19.57 ميكروغرام . غ$^{-1}$ مادة خضراء)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (10.26 ميكروغرام . غ$^{-1}$ مادة خضراء). ويُلاحظ أنّ ظروف الجفاف قد سببت زيادة في متوسط محتوى الأوراق من البرولين بنحو 47.57% بالمقارنة مع ظروف الزراعة البعلية. عموماً، تقوم نباتات القمح بتصنيع البرولين استجابةً لظروف الإجهاد المائي. ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات أنّ متوسط محتوى الأوراق من البرولين كان الأعلى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني على التوالي، تحت ظروف الزراعة البعلية وبدون فروقات معنوية بينهما(19.81، 19.33 ميكروغرام . غ$^{-1}$ مادة خضراء على التوالي)، في حين كان متوسط محتوى البرولين الأدنى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني على التوالي، تحت ظروف الزراعة المروية وبفروقاتٍ معنوية بينهما (9.47، 11.03 ميكروغرام . غ$^{-1}$ مادة خضراء على التوالي). وكان متوسط محتوى الأوراق من البرولين الأعلى معنوياً لدى الأصناف صفيت$_7$، وشام$_4$، وشام$_6$، وشام$_3$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(16.22، 16.17، 16.01، 15.64 ميكروغرام . غ$^{-1}$ مادة خضراء)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف كريم، ودوما$_2$، صفيت$_1$، وبركة على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(12.93، 13.69، 14.05، 14.09 ميكروغرام . غ$^{-1}$ مادة خضراء على التوالى). وتُلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع الأصناف، وكذلك تفاعل المعاملات مع الأصناف. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط محتوى الأوراق من البرولين كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف شام$_4$، وصفيت$_7$، وصفيت$_1$، ودوما$_2$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(20.89، 20.84، 20.18، 20.17 ميكروغرام . غ$^{-1}$ مادة خضراء على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف دوما$_2$، وكريم، وصفيت$_1$، وأكساد$_{65}$ على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينها(3.01، 5.51، 5.97، 6.18 ميكروغرام . غ$^{-1}$ مادة خضراء على التوالي). عموماً، تقوم نباتات القمح

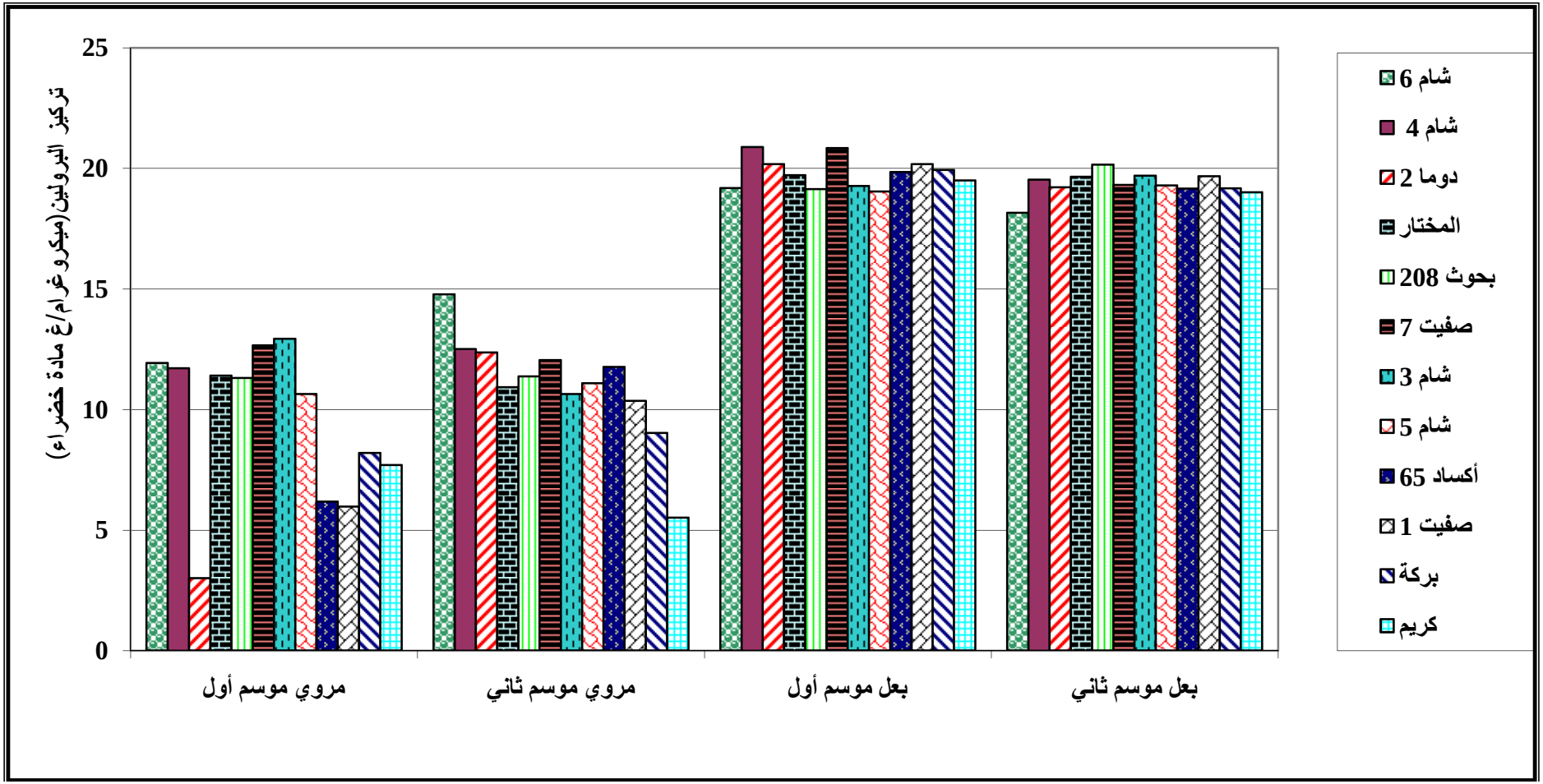
بتصنيع البرولين تحت ظروف الإجهاد المائي بكميةٍ أكبر بالمقارنة مع ظروف الزراعة المناسبة (المروية)(الجدول، 15 ؛ الشكل، 24). ويساعد بشكلٍ عام تراكم البرولين في تحسين تحمل النباتات للإجهاد المائي، حيث يعمل البرولين الذي يُعد من الذائبات العضوية التوافقية Compatible organic solutes على خفض قيمة الجهد المائي داخل سيتوبلاسم الخلايا النباتية (يصبح الجهد المائي أكثر سلباً) نتيجة شد جزيئات الماء، ما يزيد من فرق التدرج في الجهد المائي بين النبات والوسط المحيط، فيزداد معدل امتصاص الماء من قبل النبات حتى عند مستوياتٍ متدنية جداً من محتوى التربة المائي، ما يساعد على زيادة كمية المياه الممتصة، وتصبح إلى حدٍ ما كافية لتعويض الماء المنتوح، والمحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية الضروري لاستمرار استطالتها، وضمان استمرار الانفتاح الجزئي للمسامات، وانتشار غاز الفحم اللازم لعملية التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة. ويؤكد ذلك أنّ الأصناف التي حافظت على قيمٍ مرتفعة من محتوى الماء النسبي في الأوراق (شام$_3$، شام$_5$، شام$_4$، شام$_6$) تمكنت من تصنيع وتجميع كمية أعلى معنوياً من البرولين في الأوراق. وتشير النتائج إلى أنَّ التباين في معدل تصنيع وتراكم البرولين هو أحد الأسباب المهمة لتباين الطرز الوراثية في تحمل الإجهاد المائي، حيث تُساعد مثل هذه الذائبات من خلال المحافظة على ترطيب البروتوبلاسم في المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية، ومن ثمّ حياة الخلية النباتية، ويؤكد ذلك أنّ سلامة الأغشية السيتوبلاسمية كانت الأعلى معنوياً لدى الأصناف شام$_3$، وشام$_4$، والمختار، وشام$_6$. ولكن هل يرتبط فعلاً تراكم البرولين بدرجة التحمل أم بمقدار الضرر؟ حقيقةً، تشير هذه النتائج أنّ كفاءة تصنيع البرولين ترتبط لدى بعض الأصناف بمستوى التحمل (شام$_3$، شام$_5$، شام$_4$، شام$_6$)، حيث كانت نسبة تسرب الذائبات عبر الأغشية السيتوبلاسمية الأدنى معنوياً، ما يشير إلى كفاءتها في المحافظة على استقرار الأغشية الخلوية نتيجة تصنيع كمية أكبر من الذائبات الحلولية (البرولين)، ولكن يلاحظ أن الصنف صفيت$_7$ قد صنّع معنوياً كمية أعلى من البرولين، ومع ذلك فشل في المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية، ويمكن أن يُعزى ذلك إلى استهلاك كمياتٍ كبيرةٍ من المادة الجافة لتصنيع البرولين على حساب البروتينات البنائية والدفاعية التي تؤدي دوراً مهماً في تشكيل خلايا نباتية جديدة، وحماية المكتنفات الخلوية الحساسة (الصانعة الخضراء، الميتوكوندرية، الأغشية الحيوية، الأنزيمات ...إلخ) من التخريب بتأثير الجفاف، بالإضافة إلى تراجع كمية السكريات (الكربوهيدرات) المتاحة للتنفس لإنتاج الطاقة اللازمة لصيانة الخلايا النباتية المتضررة Maintenance respiration.

حقيقةً ما هو مثبت أنّ زيادة معدل تصنيع البرولين تحدد وبشكلٍ كبير كفاءة الطراز الوراثي في استعادة النمو، حيث يشكل البرولين مصدراً مهماً للطاقة والكربون، الذي يمكن أن تستعمله الخلايا النباتية في استعادة نموها عند زوال العامل البيئي (الجفاف) المحدد للنمو. وترتبط تبعاً لذلك المقدرة على استعادة النمو طرداً مع كمية الذائبات الحلولية Osmoprotectants المصنَّعة خلال فترة الإجهاد (AL-Ouda, 1999).

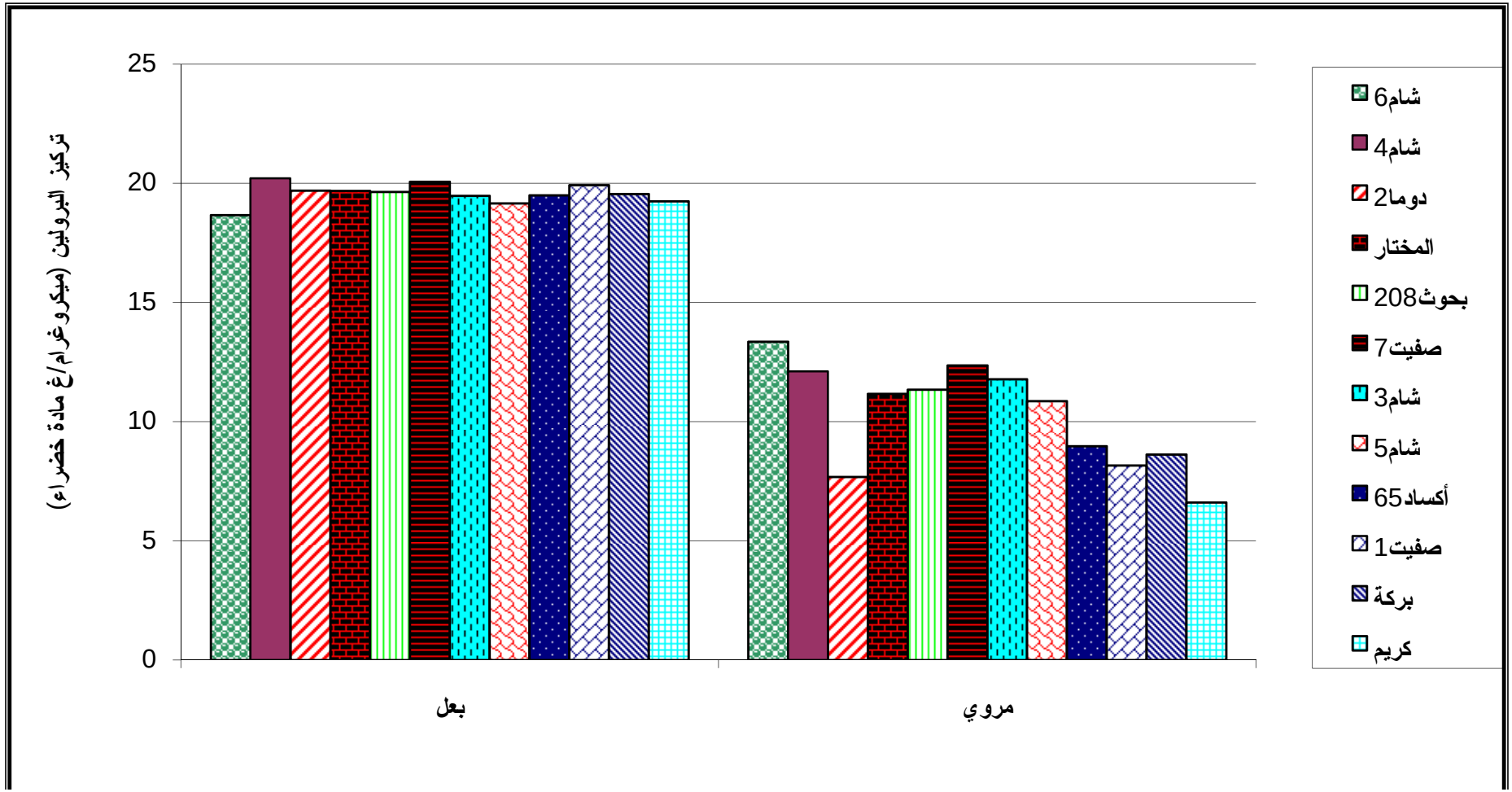
**الجدول رقم (15): متوسط تركيز البرولين(ميكروغرام/غ مادة خضراء) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 11.93 | 19.18 | 15.56 | 14.78 | 18.16 | 16.47 | 13.36 | 18.67 |
| شام4 | 11.72 | 20.89 | 16.31 | 12.52 | 19.54 | 16.03 | 12.12 | 20.22 |
| دوما2 | 3.01 | 20.18 | 11.60 | 12.36 | 19.22 | 15.79 | 7.69 | 19.70 |
| المختار | 11.40 | 19.72 | 15.56 | 10.93 | 19.65 | 15.29 | 11.17 | 19.69 |
| بحوث208 | 11.31 | 19.14 | 15.23 | 11.37 | 20.15 | 15.76 | 11.34 | 19.65 |
| صفيت7 | 12.67 | 20.84 | 16.75 | 12.05 | 19.32 | 15.68 | 12.36 | 20.08 |
| شام3 | 12.94 | 19.28 | 16.11 | 10.64 | 19.69 | 15.16 | 11.79 | 19.48 |
| شام5 | 10.65 | 19.04 | 14.85 | 11.10 | 19.29 | 15.20 | 10.87 | 19.17 |
| أكساد65 | 6.18 | 19.86 | 13.02 | 11.76 | 19.17 | 15.46 | 8.97 | 19.51 |
| صفيت1 | 5.97 | 20.19 | 13.08 | 10.36 | 19.67 | 15.02 | 8.17 | 19.93 |
| بركة | 8.20 | 19.94 | 14.07 | 9.03 | 19.17 | 14.10 | 8.62 | 19.55 |
| كريم | 7.70 | 19.50 | 13.60 | 5.51 | 19.01 | 12.26 | 6.61 | 19.26 |
| المتوسط | 9.47 | 19.81 | 14.65 | 11.04 | 19.34 | 15.18 | 10.26 | 19.57 |

| LSD(0.05) | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1.446 | 0.6575 | 0.9299 | 1.259 | 1.780 | 1.780 | 2.517 |
| C.V(%) | 10.40 | | | | | | |




**الشكل رقم (24): متوسط تركيز البرولين(ميكروغرام/غ مادة خضراء) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (25): متوسط تركيز البرولين(ميكروغرام/غ مادة خضراء) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 6-2- نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب (%) Contribution of leaves

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب بين المواسم والمعاملات والأصناف والتفاعلات المتبادلة بينها. ويُلاحظ أنَّ نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب كانت الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني (40.55 %)، في حين كانت الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول (35.36%). ويُلاحظ أنّ متوسط نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (39.71%)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية (36.22%). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع المعاملات أنَّ نسبة مساهمة الأوراق كانت الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية (44.61%)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية والمروية على التوالي، والموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية وبدون فروقات معنوية بينها (34.81، 35.93، 36.51 % على التوالي). يعزى ارتفاع نسبة مساهمة الأوراق بمدّ الحبوب بنواتج التمثيل الضوئي خلال الموسم الزراعي الثاني بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول إلى تفوق معدل الهطول المطري خلال الموسم الزراعي الثاني (137.9 مم) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول (124.4 مم)، حيث يسمح توافر المياه في التربة بزيادة معدل نمو الأجزاء الهوائية الخضراء الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي وتطورها، ما يسمح بزيادة كمية الطاقة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي الممتصة والمحولة إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية المصنّعة (الكربوهيدرات)، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة كمية المادة الجافة المتاحة في المصدر (الأوراق) خلال فترة امتلاء الحبوب، ويؤكد ذلك حقيقة أنّ متوسط دليل المساحة الورقية كان أعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني تحت ظروف الزراعة المروية (4.305)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول تحت ظروف الزراعة البعلية (2.264). ويمكن أن يُسهم توافر المياه بكمياتٍ أكبر (خلال الموسم الزراعي الثاني، وتحت ظروف الزراعة المروية) في زيادة محتوى الماء النسبي في الأوراق، حيث يُساعد ذلك بدوره في استمرار انفتاح المسامات وانتشار غاز الفحم ($CO_2$) عبر المسامات، ما يؤدي إلى زيادة تركيزه في مراكز تثبيت الكربون ضمن الصانعة الخضراء، فيزداد معدل التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة، بالإضافة إلى أهمية استمرار انفتاح المسامات ولو جزئياً في استمرار التأثير المبرد Cooling effect لعملية فقد الماء بالنتح، ما يساعد في المحافظة على استدامة اخضرار الأوراق وفعّاليتها في عملية التمثيل الضوئي، كل ذلك يُسهم في زيادة كمية المادة

الجافة المصنّعة في الأوراق والمتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب، ما يزيد من نسبة مساهمة الأوراق في تزويد الحبوب بنواتج التمثيل الضوئي. ويلاحظ فعلاً من النتائج السابقة أنّ محتوى الماء النسبي في الأوراق كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية (81.80%)، بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية (67.67%). والأهم من ذلك، فإنّ نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب يتحدد بكمية المياه المتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب، لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج التمثيل الضوئي من المصدر، وخاصةً الأوراق إلى المصب (الحبوب)(Wardlaw, 1971).

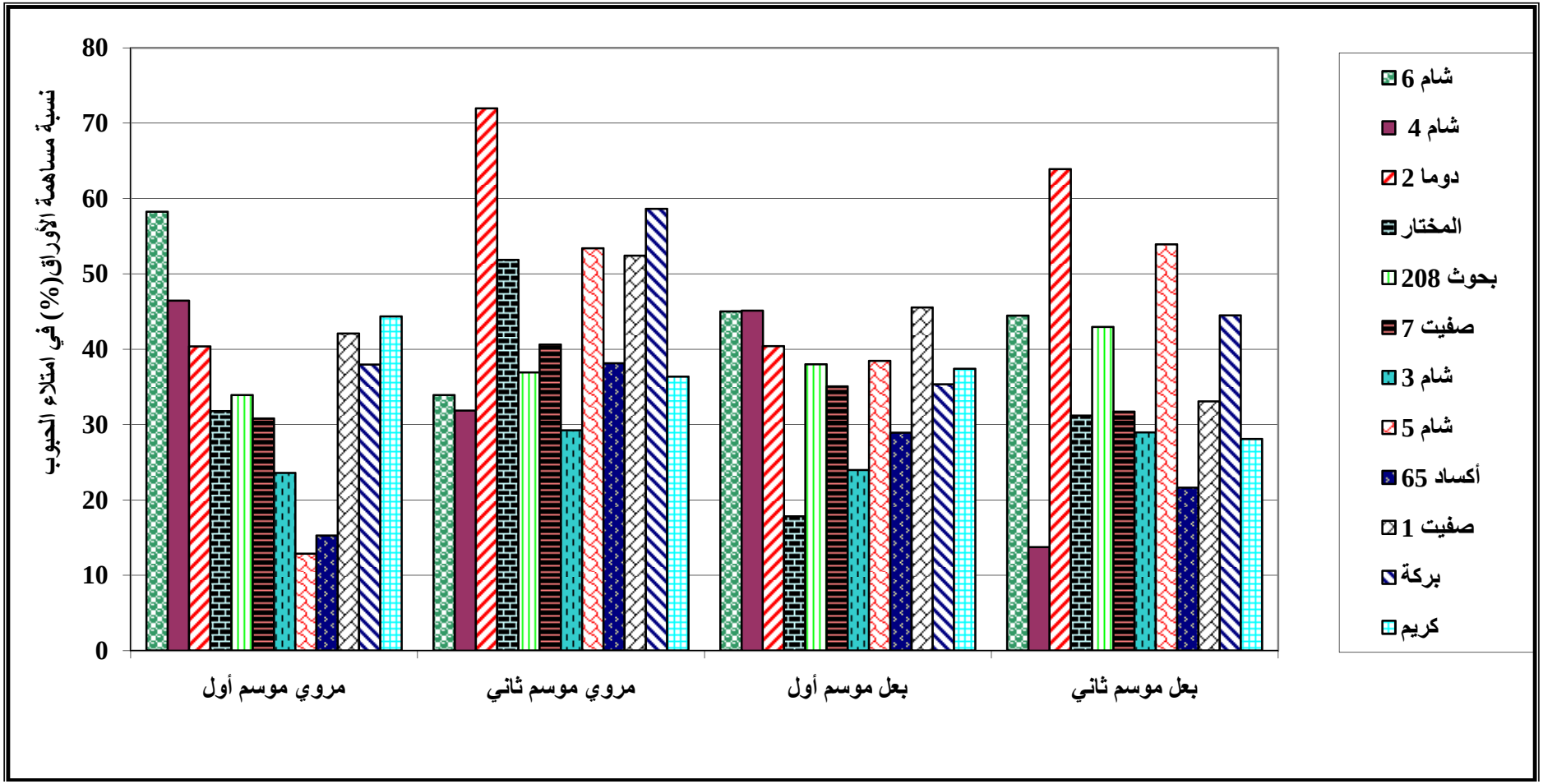
ويُلاحظ أنّ متوسط نسبة مساهمة الأوراق كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح الطري دوما$_2$ (54.17%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الأصناف شام$_6$، وبركة، وصفيت$_1$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(45.42، 44.12، 43.28% على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى صنفي القمح القاسي أكساد$_{65}$، وشام$_3$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما (25.99، 26.43% على التوالي)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية أصناف القمح الطري المختار، وشام$_4$، وصفيت$_7$، وصنف القمح القاسي كريم على التوالي(33.17، 34.30، 34.54، 36.46% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع الأصناف أنّ نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى صنف القمح الطري دوما$_2$(67.93%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الأصناف شام$_5$، شام$_6$، وبركة خلال الموسم الثاني (67.92، 53.65، 51.56% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول لدى صنف القمح أكساد$_{65}$، والثاني لدى صنف القمح شام$_4$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما (22.10، 22.79% على التوالي) (الجدول، 16 ؛ الشكل، 26). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المعاملات مع الأصناف أنّ نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية لدى صنف القمح الطري دوما$_2$ (56.17%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية صنف القمح القاسي بركة، وصنف القمح الطري صفيت$_1$ على التوالي (48.31، 47.24%على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية لدى الصنفين المختار، وأكساد$_{65}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما(24.51، 25.27% على التوالي)(الجدول، 16 ؛ الشكل، 26). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب كانت الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية والبعلية على التوالي، لدى صنف القمح الطري دوما$_2$ (71.97، 63.89% على التوالي) وبدون

فروقات معنوية بينهما، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية صنف القمح القاسي بركة خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية (58.64%)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى صنف القمح القاسي شام5 (12.88%)، تلاه وبدون فروقات معنوية صنف القمح الطري شام4 خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية (13.75%). عموماً، يُمكن أن يُعزى التباين الوراثي بين الأصناف في نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب إلى العديد من العوامل أهمها التباين في الكفاءة التمثيلية، وحجم المصدر، وكفاءة الطراز الوراثي في توزيع نواتج التمثيل الضوئي بين أجزاء النبات المختلفة Partitioning efficiency، وكفاءته في نقل هذه النواتج من المصدر إلى المصب Translocation efficiency.

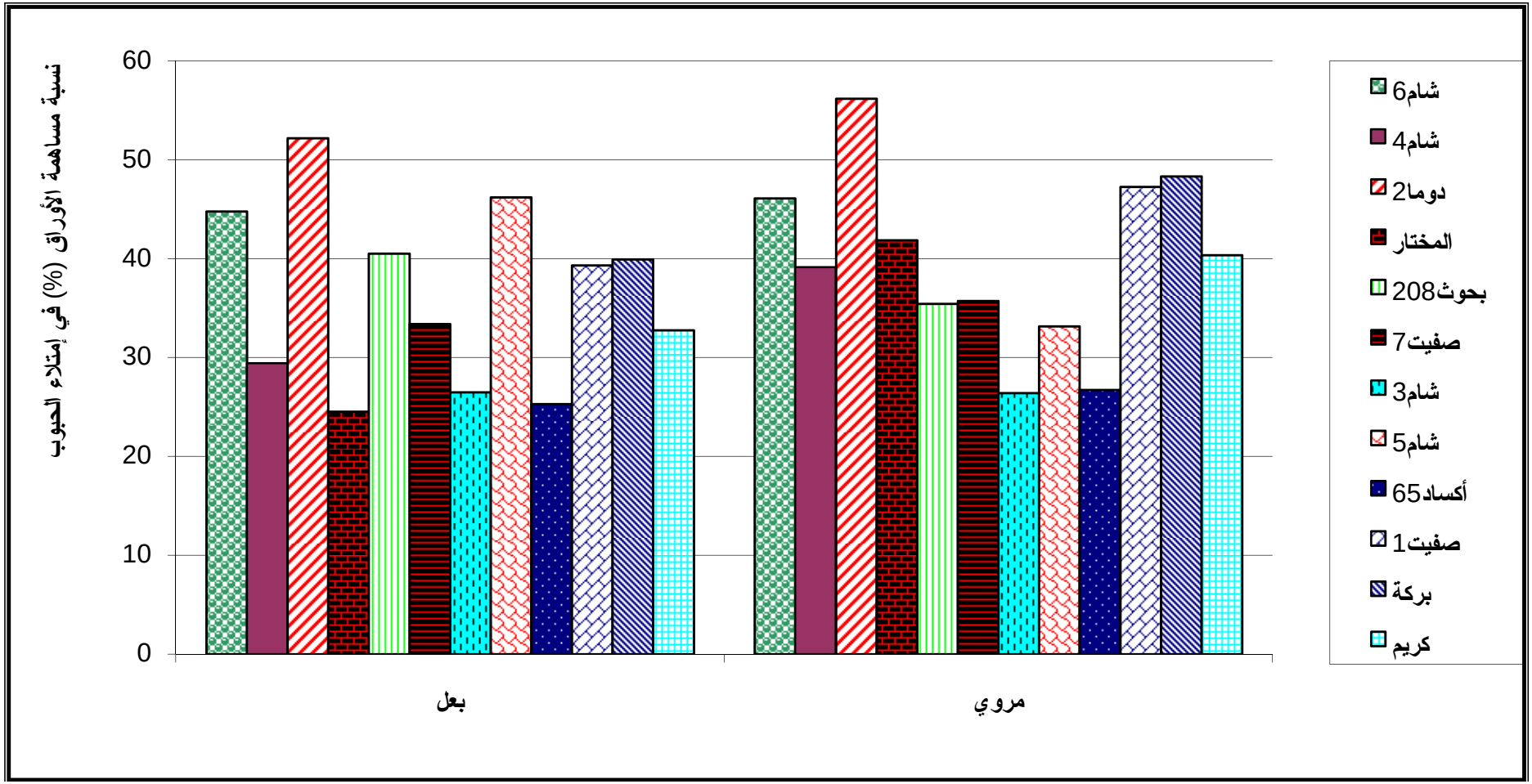
**الجدول رقم (16): متوسط نسبة مساهمة الأوراق(%) في امتلاء الحبوب لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 58.25 | 45.01 | 51.63 | 33.92 | 44.47 | 39.19 | 46.08 | 44.74 |
| شام4 | 46.46 | 45.14 | 45.81 | 31.85 | 13.74 | 22.79 | 39.15 | 29.44 |
| دوما2 | 40.38 | 40.42 | 40.40 | 71.96 | 63.89 | 67.92 | 56.17 | 52.15 |
| المختار | 31.80 | 17.83 | 24.81 | 51.86 | 31.18 | 41.52 | 41.83 | 24.50 |
| بحوث208 | 33.92 | 38.00 | 35.96 | 36.93 | 42.96 | 39.94 | 35.42 | 40.48 |
| صفيت7 | 30.79 | 35.05 | 32.92 | 40.61 | 31.71 | 36.16 | 35.70 | 33.38 |
| شام3 | 23.58 | 23.97 | 23.77 | 29.22 | 28.96 | 29.09 | 26.40 | 26.46 |
| شام5 | 12.87 | 38.46 | 25.66 | 53.39 | 53.92 | 53.65 | 33.13 | 46.19 |
| أكساد65 | 15.27 | 28.93 | 22.10 | 38.14 | 21.61 | 29.875 | 26.70 | 25.27 |
| صفيت1 | 42.08 | 45.55 | 43.81 | 52.40 | 33.07 | 42.73 | 47.24 | 39.31 |
| بركة | 37.97 | 35.36 | 36.66 | 58.64 | 44.49 | 51.56 | 48.30 | 39.92 |
| كريم | 44.34 | 37.04 | 40.69 | 36.35 | 28.09 | 32.22 | 40.34 | 32.57 |
| المتوسط | 34.81 | 35.93 | 35.36 | 44.61 | 36.51 | 40.56 | 39.71 | 36.21 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4.163 | 2.034 | 2.877 | 4.730 | 6.690 | 6.690 | 9.461 |
| C.V(%) | 15.36 | | | | | | |




**الشكل رقم (26): متوسط نسبة مساهمة الأوراق(%) في امتلاء الحبوب لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (27): متوسط نسبة مساهمة الأوراق(%) في امتلاء الحبوب لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 7-2- نسبة مساهمة الساق في امتلاء الحبوب (%) Stem contribution

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في نسبة مساهمة الساق في امتلاء الحبوب بين المعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بين المتغيرات، في حين لم تظهر نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية بين المواسم الزراعية. ويُلاحظ أنَّ نسبة مساهمة الساق في امتلاء الحبوب كانت الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية (64.88%)، في حين كانت الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (59.68%). ويُلاحظ مما تقدم، أنّ نسبة مساهمة الساق في امتلاء الحبوب قد انخفضت تحت ظروف الزراعة البعلية بالمقارنة مع الزراعة المروية بنحو 8.03%، ما يؤكد على أهمية توافر الماء لزيادة معدل التمثيل الضوئي، وكمية المادة الجافة المصنّعة والمخزنة في السوق. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات أنّ متوسط نسبة مساهمة الساق كان الأعلى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما(65.13، 64.65%على التوالي)، تلاهما وبدون فروقات معنوية نباتات القمح المزروعة خلال الموسم الأول، تحت ظروف الري(64.30%)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية (55.07%). ويُلاحظ أنَّ نسبة مساهمة الساق في الوزن النهائي للحبوب كانت الأعلى معنوياً لدى الأصناف شام$_3$، وأكساد$_{65}$، وصفيت$_7$ على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينها(72.99، 71.58، 67.16%على التوالي)، في حين كانت الأدنى معنوياً لدى صنف القمح الطري دوما$_2$، وصنف القمح الطري شام$_6$، وصنف القمح القاسي بركة، وصنف القمح الطري صفيت$_1$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(45.50، 54.95، 55.15، 57.56% على التوالي)(الجدول، 17 ؛ الشكل، 28). يُلاحظ مما تقدّم، أنّ الأصناف التي كانت فيها مساهمة الساق في امتلاء الحبوب معنوياً أعلى (شام$_3$، وأكساد$_{65}$، وصفيت$_7$، والمختار، وكريم) كانت مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب فيها معنوياً أدنى، في حين كانت مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب معنوياً أعلى لدى الأصناف التي كانت فيها مساهمة السوق في امتلاء الحبوب معنوياً أدنى (دوما$_2$، وشام$_6$، وبركة، وصفيت$_1$). تتباين الأصناف المدروسة في مكان تجميع نواتج التمثيل الضوئي ضمن أجزاء المصدر المختلفة (الأوراق، والساق)، وتتحدد كمية المادة الجافة المخزونة في السوق بسماكة الساق، ويمكن أن يكون لذلك أهمية كبيرة في تحديد درجة تأقلم الأصناف المختلفة مع المناطق البيئية المختلفة، وظروف الزراعة (مروية، أم بعلية). عموماً، الأصناف التي تمتلك سوقاً أكثر سماكة، أو تخزن كمية أكبر من المادة الجافة في السوق دون

الأوراق ستكون أكثر تكيفاً وإنتاجية تحت ظروف الزراعة المطرية، أوفي البيئات المجهدة مائياً، والعكس بالنسبة إلى الأصناف التي تمتلك سوقاً أقل سماكة وتخزن كمية أكبر من المادة الجافة في الأوراق، لأنّ عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من الساق إلى الحبوب من أكثر العمليات الفسيولوجية مقاومةً للجفاف، في حين يتوقف معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي من الأوراق إلى الحبوب على كمية المياه المتاحة في التربة خلال فترة امتلاء الحبوب.

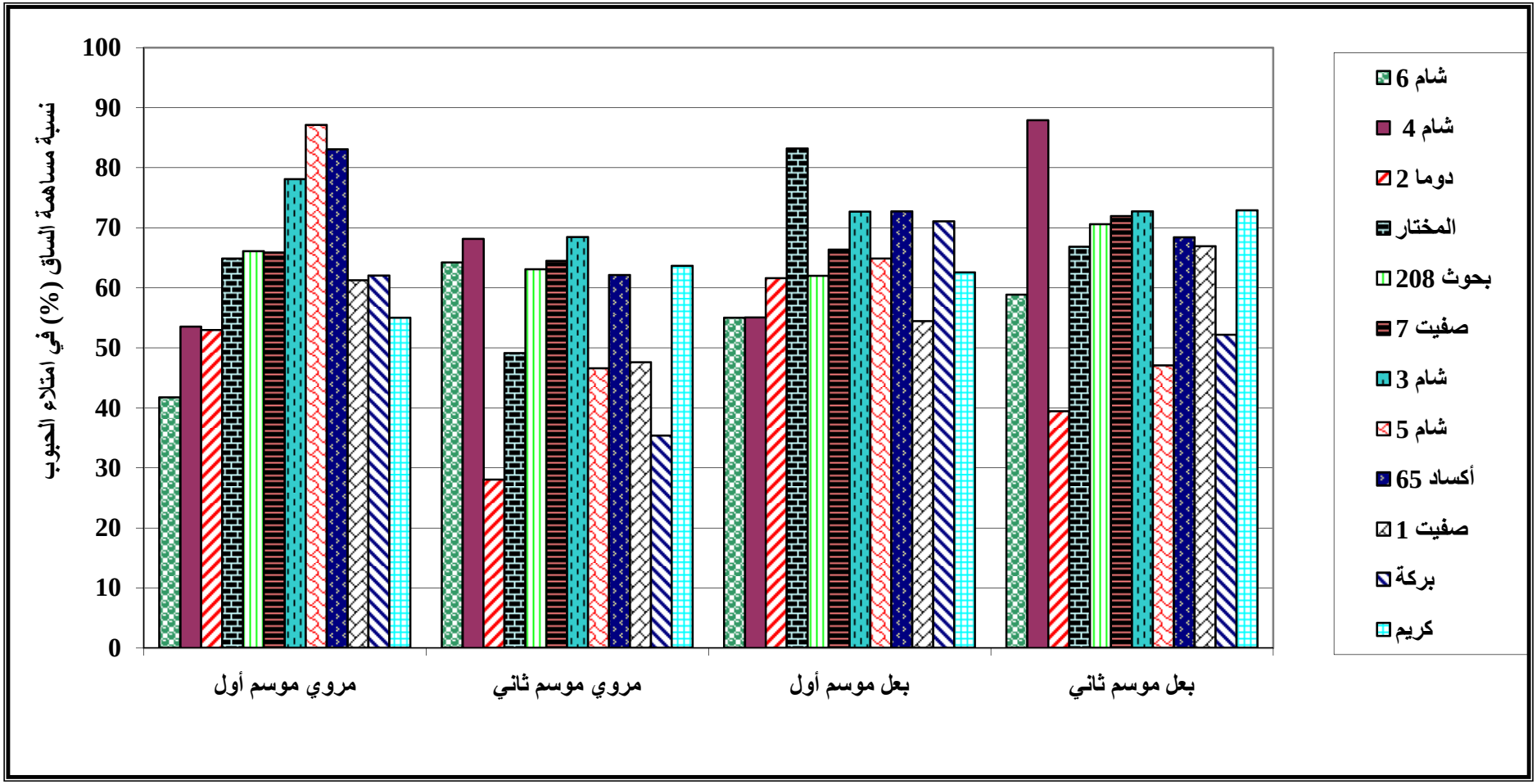
ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل المواسم الزراعية مع الأصناف أنّ نسبة مساهمة الساق في امتلاء الحبوب كانت الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى الصنف شام$_4$ (78.03%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية النباتات المزروعة خلال الموسم الزراعي الأول، لدى أصناف القمح القاسي أكساد$_{65}$، وشام$_5$، وشام$_3$، وصنف القمح الطري المختار على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(77.90، 76.00، 75.39، 74.02% على التوالي)، في حين كانت الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى الصنف دوما$_2$ (33.74%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الموسم الزراعي الثاني، لدى صنفي القمح القاسي بركة، وشام$_5$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما(43.77، 46.48% على التوالي) (الجدول، 17 ؛ الشكل، 28). ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المعاملات مع الأصناف أنّ نسبة مساهمة الساق في امتلاء الحبوب كانت الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الصنف المختار (74.99%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الزراعة تحت ظروف الزراعة المروية، والزراعة البعلية على التوالي، لدى صنف القمح القاسي شام$_3$ (73.27، 72.71% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الري الكامل، لدى الصنف دوما$_2$ (40.49%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية ظروف الزراعة المروية، لدى الصنف بركة (48.69%). ويلاحظ بالنسبة لتفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ نسبة مساهمة الساق في امتلاء الحبوب كانت الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى صنف القمح الطري شام$_4$ (87.92%)، تلاه وبدون فروقات معنوية صنف القمح القاسي شام$_5$ خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية (87.12%)، في حين كانت الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى صنفي القمح دوما$_2$، وبركة على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما(28.03، 35.36%على التوالي). ويُلاحظ من بيانات الموسمين تقارب نسبة مساهمة الساق في الوزن النهائي للحبوب، رغم الاختلاف المعنوي في معدل الهطول المطري، ما يشير إلى أنَّ عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من الساق إلى الحبوب أقل تأثراً بالجفاف بالمقارنة مع عملية نقلها من الأوراق إلى الحبوب، ولكن يمكن أنْ يؤثر ازدياد وطأة الجفاف بشكلٍ كبير سلباً في معدل نقل نواتج

التمثيل الضوئي من الساق إلى الحبوب. يتبين مما تقدم، أنَّ صفة زيـــادة ســـماكة الســـوق، وكفاءتها التخزينية من المعايير المهمة المرتبطة بتحمل الإجهاد المائي مع المحافظة على غلة المحصول الحبية. وتستجيب هذه الصفة لظروف توافر المياه، ما يشير إلى أنَّ هـــذه الصـــفة (سماكة الساق) من الصفات المهمة المرتبطة بزيادة الغلة الحبية حتى في البيئات غير المجهدة مائياً.

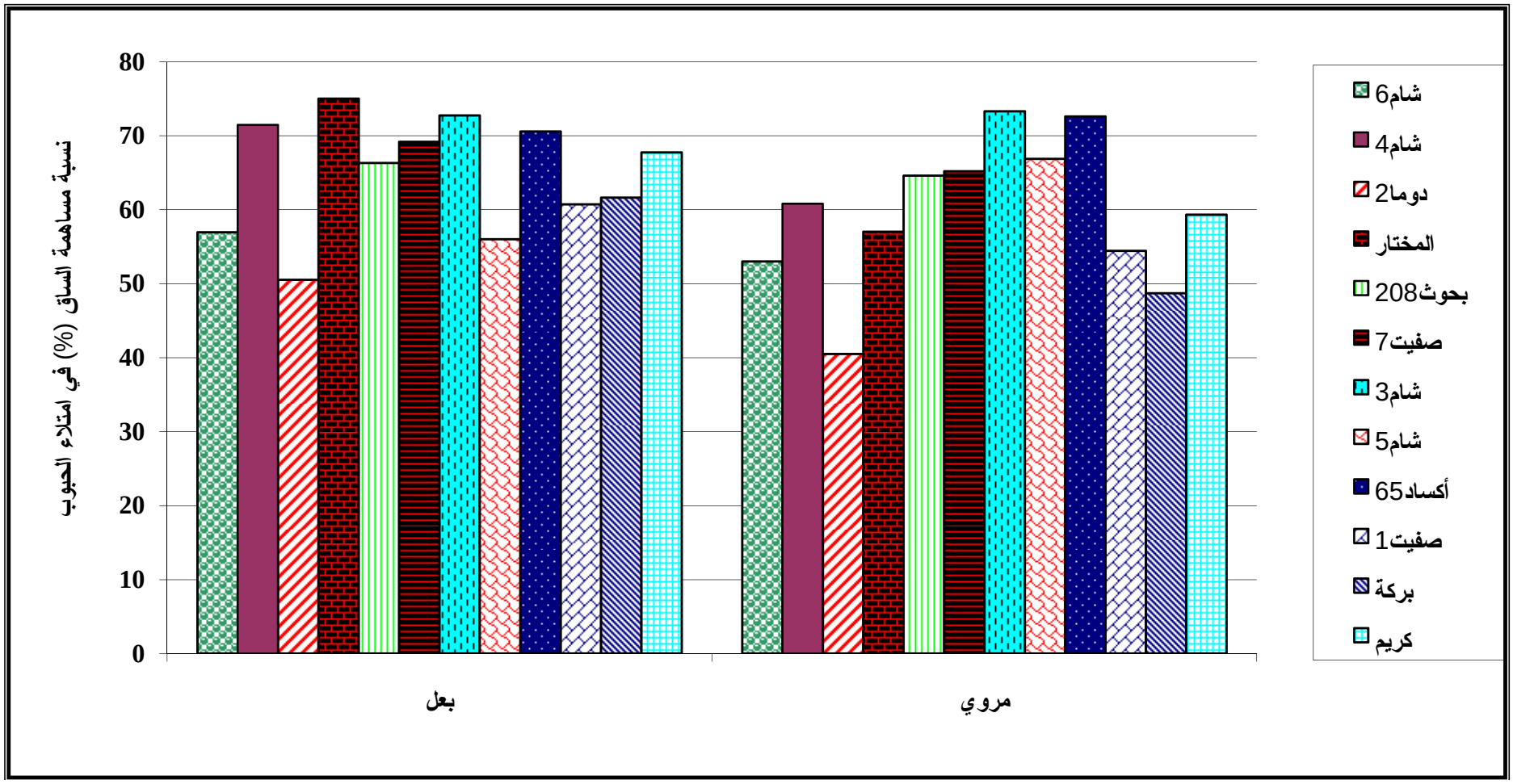
**الجدول رقم (17): متوسط نسبة مساهمة الساق(%) في امتلاء الحبوب لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 41.75 | 54.98 | 48.36 | 64.21 | 58.86 | 61.53 | 52.98 | 56.92 |
| شام4 | 53.53 | 55.06 | 54.29 | 68.14 | 87.92 | 78.03 | 60.84 | 71.49 |
| دوما2 | 52.95 | 61.58 | 57.26 | 28.03 | 39.44 | 33.74 | 40.49 | 50.51 |
| المختار | 64.86 | 83.17 | 74.02 | 49.13 | 66.82 | 57.98 | 57.00 | 74.99 |
| بحوث208 | 66.07 | 61.99 | 64.03 | 63.06 | 70.59 | 66.83 | 64.57 | 66.29 |
| صفيت7 | 65.87 | 66.35 | 66.11 | 64.45 | 71.95 | 68.20 | 65.16 | 69.15 |
| شام3 | 78.09 | 72.69 | 75.39 | 68.44 | 72.73 | 70.58 | 73.27 | 72.71 |
| شام5 | 87.12 | 64.87 | 76.00 | 46.60 | 47.07 | 46.83 | 66.86 | 55.97 |
| أكساد65 | 83.06 | 72.73 | 77.90 | 62.12 | 68.39 | 65.25 | 72.60 | 70.56 |
| صفيت1 | 61.24 | 54.45 | 57.85 | 47.60 | 66.92 | 57.26 | 54.42 | 60.685 |
| بركة | 62.03 | 71.05 | 66.54 | 35.36 | 52.17 | 43.76 | 48.69 | 61.61 |
| كريم | 54.99 | 62.55 | 58.78 | 63.64 | 72.90 | 68.27 | 59.32 | 67.73 |
| المتوسط | 64.30 | 65.13 | 64.71 | 55.07 | 64.65 | 59.86 | 59.68 | 64.89 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6.298 | 3.702 | 5.235 | 5.180 | 7.326 | 7.326 | 10.36 |
| C.V(%) | 10.25 | | | | | | |




**الشكل رقم (28): متوسط نسبة مساهمة الساق(%) في امتلاء الحبوب لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (29): متوسط نسبة مساهمة الساق(%) في امتلاء الحبوب لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

**2-8- نسبة الانخفاض في وزن الساق عند النضج (%):**

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في نسبة الانخفاض في وزن الساق بين المعاملات والأصناف والتفاعلات المتبادلة بينها، في حين لم تبد نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية بين المواسم الزراعية. ويُلاحظ أنّ متوسط نسبة الانخفاض في وزن الساق كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية (61.49%)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الري الكامل (54.26%). ولوحظ بالنسبة لتفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات أنّ مقدار التراجع في وزن الساق كان الأعلى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الثاني والأول على التوالي، تحت ظروف الزراعة البعلية وبدون فروقات معنوية بينهما(61.56، 61.43% على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية (51.82%) (الجدول، 18 ؛ الشكل، 30). تؤكد هذه النتائج مجدداً على أنّ عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من الساق إلى الحبوب أقل تأثراً بالجفاف، وتُعد زيادة سماكة الساق، وزيادة كمية المادة الجافة المخزونة فيها من الصفات المهمة المرتبطة بتحسين إنتاجية الطرز الوراثية تحت ظروف الزراعة المطرية، أو في البيئات المجهدة مائياً.

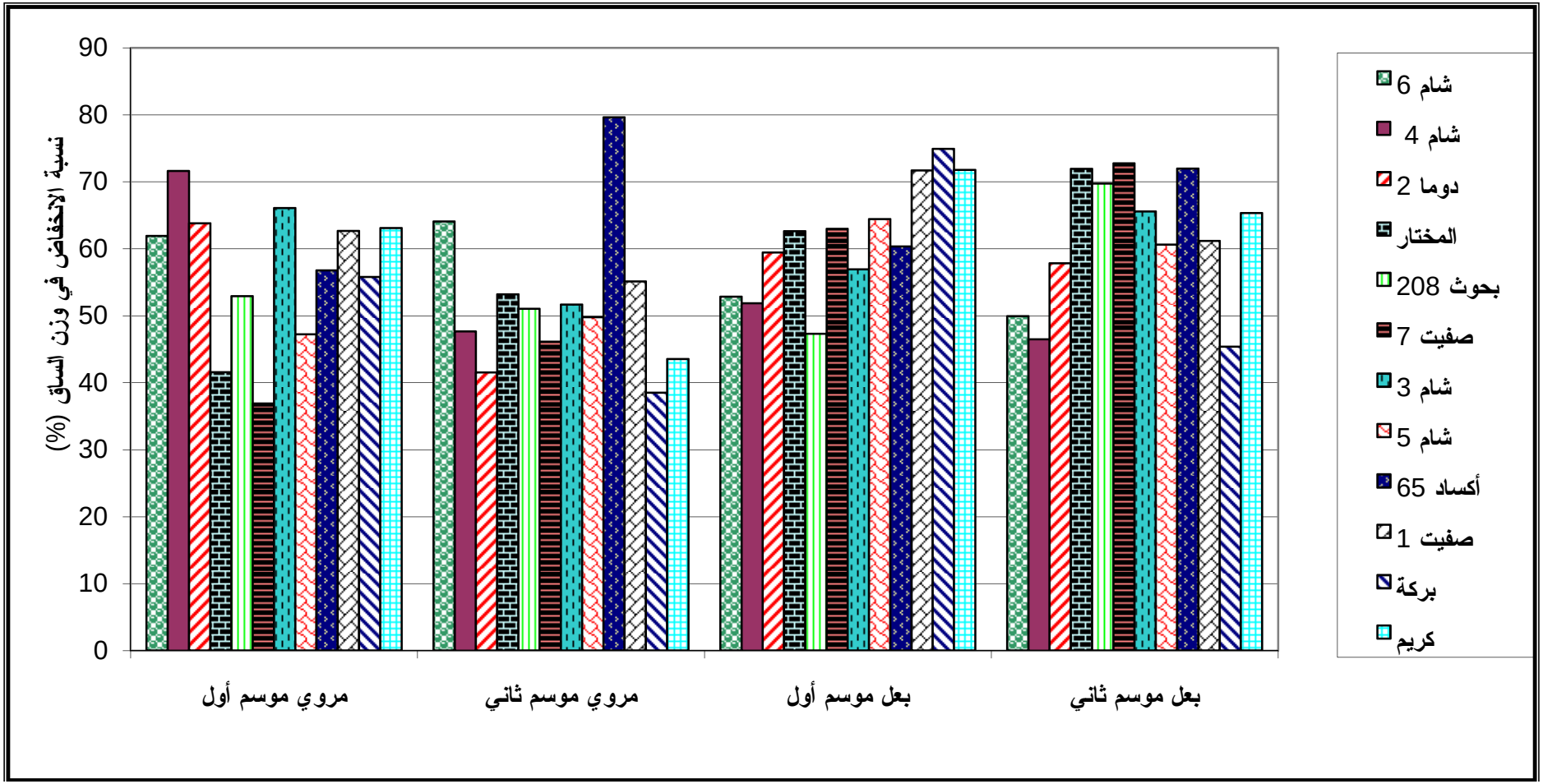
ويُلاحظ أنّ مقدار الانخفاض في وزن الساق كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف أكساد$_{65}$، وصفيت$_{1}$، وكريم على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينها (67.18، 62.67، 60.93% على التوالي)، لأنّ نسبة مساهمة سوق تلك الأصناف في مدّ الحبوب بنواتج التمثيل الضوئي كانت معنوياً أعلى، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف بركة، وشام$_{4}$، وصفيت$_{7}$، وبحوث$_{208}$، وشام$_{5}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(53.63، 54.42، 54.69، 55.25، 55.50% على التوالي)، لأنّ نسبة مساهمة سوقها في مدّ الحبوب بنواتج التمثيل الضوئي كانت معنوياً أدنى. ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل المواسم مع الأصناف أنّ مقدار التراجع في وزن الساق كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى الصنف أكساد$_{65}$ (75.79%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الموسم الزراعي الأول، لدى الأصناف كريم، وصفيت$_{1}$، وبركة على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(67.42، 67.18، 65.34% على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى الأصناف بركة، وشام$_{4}$، ودوما$_{2}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (41.93، 47.09، 49.67%على التوالي) (الجدول، 18 ؛ الشكل، 30). وتشير النتائج بالنسبة لتفاعل المعاملات مع الأصناف أنّ مقدار التراجع في

وزن الساق كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الصنف كريم (68.55%)، تلاه وبدون فروقات معنوية ظروف الري الكامل لدى الصنف أكساد$_{65}$ (68.19%)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف صفيت$_{7}$، وبركة، والمختار على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(41.52، 47.13، 47.40%على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ مقدار التراجع في وزن الساق كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الصنف أكساد$_{65}$ (79.60%)، تلاه وبدون فروقات معنوية الموسم الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الصنف بركة (74.90%)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الصنف صفيت$_{7}$ (36.90%)، تلاه وبدون فروقات معنوية الصنفين بركة، ودوما$_{2}$ وذلك خلال الموسم الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما(38.49، 41.52%على التوالي). عموماً، يُعد هذا المؤشر من الصفات الدّالة على كمية المادة الجافة المنقولة من السوق إلى الحبوب خلال فترة امتلائها، حيث يرتبط مقدار التراجع في وزن الساق بشكلٍ موجب مع معدّل نقل نواتج التمثيل الضوئي ودرجة امتلاء الحبوب، وخاصةً في بيئات الزراعة المطرية.

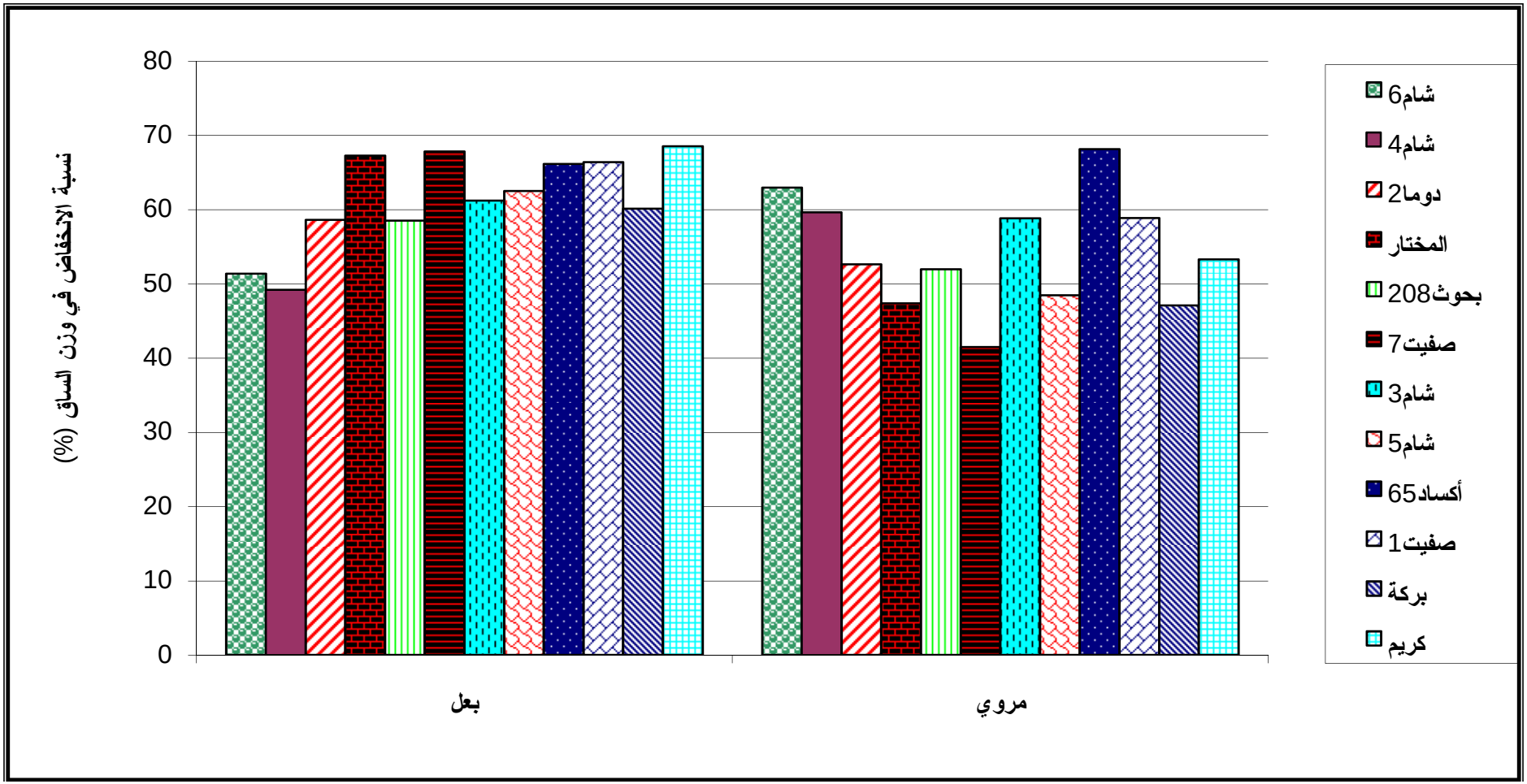
**الجدول رقم (18): متوسط نسبة الانخفاض في وزن الساق(%) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 61.90 | 52.85 | 57.37 | 64.09 | 49.92 | 57.00 | 62.99 | 51.38 |
| شام4 | 71.63 | 51.89 | 61.76 | 47.67 | 46.50 | 47.09 | 59.65 | 49.20 |
| دوما2 | 63.79 | 59.43 | 61.61 | 41.52 | 57.82 | 49.67 | 52.66 | 58.63 |
| المختار | 41.59 | 62.63 | 52.11 | 53.20 | 71.95 | 62.58 | 47.40 | 67.29 |
| بحوث208 | 52.90 | 47.31 | 50.105 | 51.05 | 69.75 | 60.40 | 51.97 | 58.53 |
| صفيت7 | 36.90 | 62.98 | 49.94 | 46.15 | 72.73 | 59.44 | 41.52 | 67.86 |
| شام3 | 66.08 | 56.91 | 61.49 | 51.66 | 65.57 | 58.62 | 58.87 | 61.24 |
| شام5 | 47.21 | 64.42 | 55.82 | 49.76 | 60.61 | 55.19 | 48.49 | 62.52 |
| أكساد65 | 56.78 | 60.35 | 58.56 | 79.60 | 71.98 | 75.79 | 68.19 | 66.17 |
| صفيت1 | 62.67 | 71.70 | 67.18 | 55.13 | 61.17 | 58.15 | 58.90 | 66.43 |
| بركة | 55.77 | 74.90 | 65.34 | 38.49 | 45.37 | 41.93 | 47.13 | 60.14 |
| كريم | 63.07 | 71.76 | 67.42 | 43.55 | 65.34 | 54.44 | 53.31 | 68.55 |
| المتوسط | 56.69 | 61.43 | 59.06 | 51.82 | 61.56 | 56.69 | 54.26 | 61.49 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7.180 | 4.115 | 5.820 | 5.787 | 8.184 | 8.184 | 11.57 |
| C.V(%) | 12.33 | | | | | | |




**الشكل رقم (30): متوسط نسبة الانخفاض في وزن الساق(%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (31): متوسط نسبة الانخفاض في وزن الساق (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

**2-9- زاوية توضع الأوراق العلوية على الساق:**

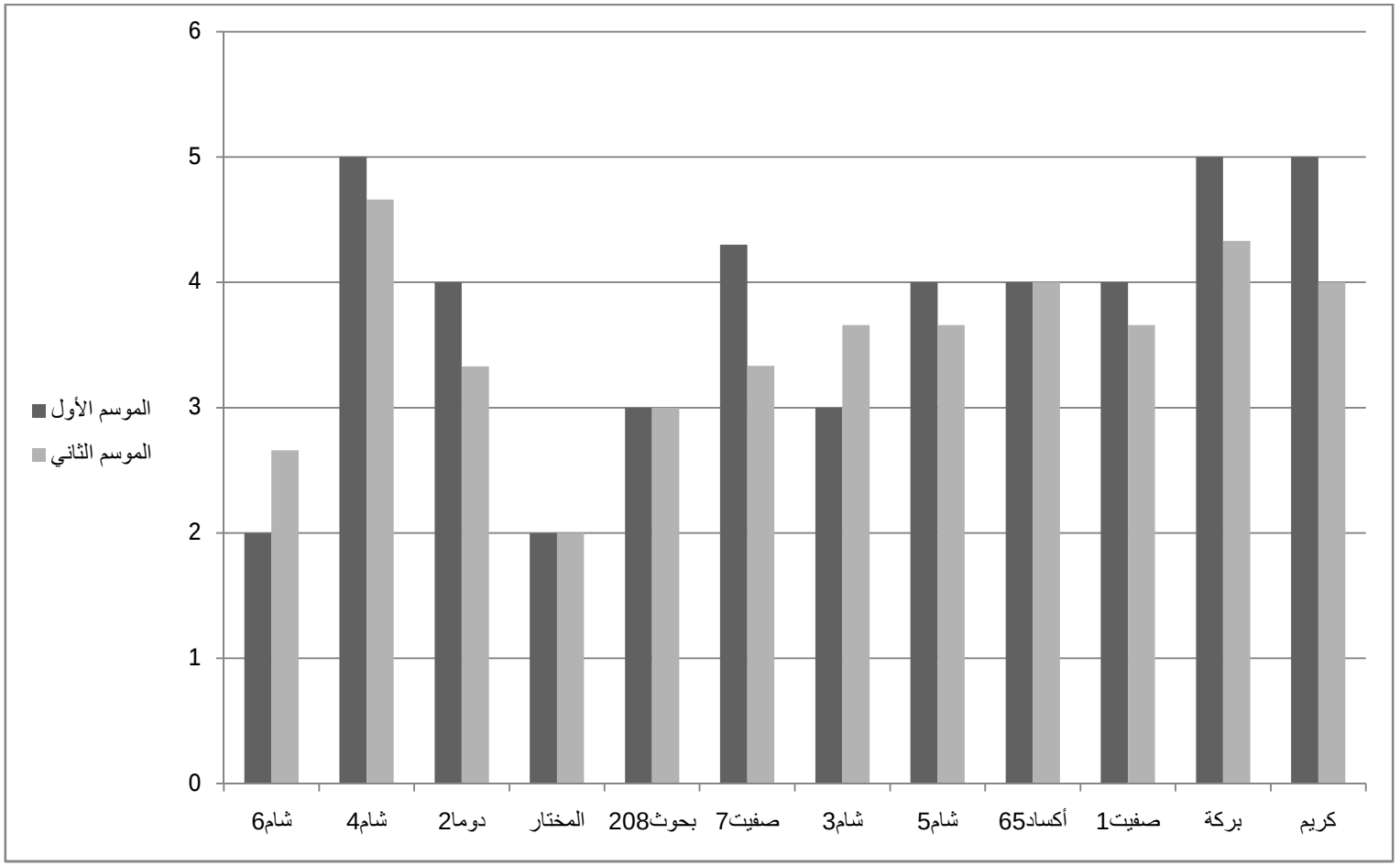
بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة زاوية توضع الأوراق العلوية على الساق بين المواسم والأصناف والتفاعل المتبادل بينهما. ويُلاحظ أنّ زاوية توضع الأوراق كانت خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني على التوالي تشكل تقريباً زاوية تعادل ($50^o$) مع الساق حسب المقياس المعتمد(الجدول، 19 ؛ الشكل، 32). ويُلاحظ أنّ الأوراق العلوية لدى الأصناف شام$_4$، وبركة، وكريم كانت تشكل زاوية توضع للأوراق مع الساق تعادل تقريباً($30^o$) مع الساق، في حين كانت لدى الأصناف شام$_3$، وأكساد$_{65}$، وصفيت$_1$، ودوما$_2$، وشام$_5$، وصفيت$_7$، وبحوث$_{208}$ على التوالي تعادل تقريباً ($50^o$) مع الساق، وكانت زاوية توضع الأوراق على الساق لدى نباتات صنفي القمح الطري شام$_6$، والمختار تشكل زاوية تعادل($70^o$) مع الساق(الجدول، 19 ؛ الشكل، 32). ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل المواسم مع الأصناف أنّ النباتات المزروعة خلال الموسم الأول، لدى الأصناف شام$_4$، وكريم، وبركة كانت تشكل زاوية أقل من($30^o$) مع الساق، في حين كانت خلال الموسم الثاني، لدى صنف القمح الطري المختار، ونباتات صنف القمح الطري شام$_6$ المزروعة خلال الموسم الأول كانت تشكل زاوية تعادل($70^o$) مع الساق. عموماً، تؤثر زاوية توضع الأوراق العلوية مع الساق الرئيس في توزيع الطاقة الضوئية Light distribution، حيث تسمح الأوراق التي تشكل زاوية حادة مع الساق في تحسين توزيع الطاقة الضوئية، ومن ثمّ وصول كمية كافية من الأشعة الضوئية الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي إلى الأوراق السفلية، في حين تحجب الأوراق العلوية التي تشكل زاوية قائمة الأشعة الضوئية، ما يؤثر سلباً في كفاءة الأوراق السفلية التمثيلية، الأمر الذي يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة الكلية المصنّعة. ويؤثر سوء توزيع الطاقة الضوئية سلباً في كفاءة استعمال الماء في الأوراق السفلية، نتيجة استمرار عملية فقد الماء بالنتح مع تراجع معدل التمثيل الضوئي. ويمكن أن تعطي أصناف القمح التي شكلت زاوية حادة مع الساق الرئيس (شام$_4$، وكريم، وبركة) غلة حبية أكبر تحت ظروف الزراعة المطرية بالمقارنة مع الأصناف التي تزيد فيها زاوية توضع الأوراق الرئيسة مع الساق عن 70 (شام$_6$، والمختار)، وخاصةً إذا ما ترافقت مع صفاتٍ أخرى مرتبطة مع تحمل الجفاف مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية. أعطت طرز القمح الوراثية التي كانت الأوراق العلوية فيها منتصبة Erect (تشكل زاوية حادة مع الساق الرئيسة) غلة حبية أكبر بالمقارنة مع الطرز التي كانت الأوراق العلوية فيها أفقية (تشكل زاوية قائمة مع الساق الرئيسة)، حيث تعمل مثل هذه الأوراق على حجب الضوء عن الأوراق السفلية، ما يؤثر سلباً في كفاءة تلك

الأوراق التمثيلية وتقل كفاءة استعمال الماء (WUE) فيها (Innes and Blackwell, 1983).

**الجدول رقم (19): متوسط زاوية توضع الأوراق على الساق لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم / الأصناف | الموسم الزراعي 2009/2008 | الموسم الزراعي 2010/2009 | المتوسط |
|---|---|---|---|
| شام6 | 2.0 | 2.66 | 2.33 |
| شام4 | 5.0 | 4.66 | 4.83 |
| دوما2 | 4.0 | 3.33 | 3.66 |
| المختار | 2.0 | 2.00 | 2.0 |
| بحوث208 | 3.0 | 3.00 | 3.0 |
| صفيت7 | 4.3 | 3.33 | 3.81 |
| شام3 | 3.0 | 3.66 | 3.33 |
| شام5 | 4.0 | 3.66 | 3.83 |
| أكساد65 | 4.0 | 4.00 | 4.0 |
| صفيت1 | 4.0 | 3.66 | 3.83 |
| بركة | 5.0 | 4.33 | 4.66 |
| كريم | 5.0 | 4.00 | 4.5 |
| المتوسط | 3.77 | 3.52 | 3.64 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم (A) | الأصناف (B) | AB |
|---|---|---|---|
| | 0.001014 | 0.4259 | 0.6024 |
| C.V( %) | 10.13 | | |




**الشكل رقم (32): متوسط زاوية توضع الأوراق على الساق لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

**ثالثاً- الصفات المرتبطة بالغلة الحبية Yield associated traits**

**3-1- متوسط عدد الحبوب في المتر المربع $m^2$ Number of grains per**:

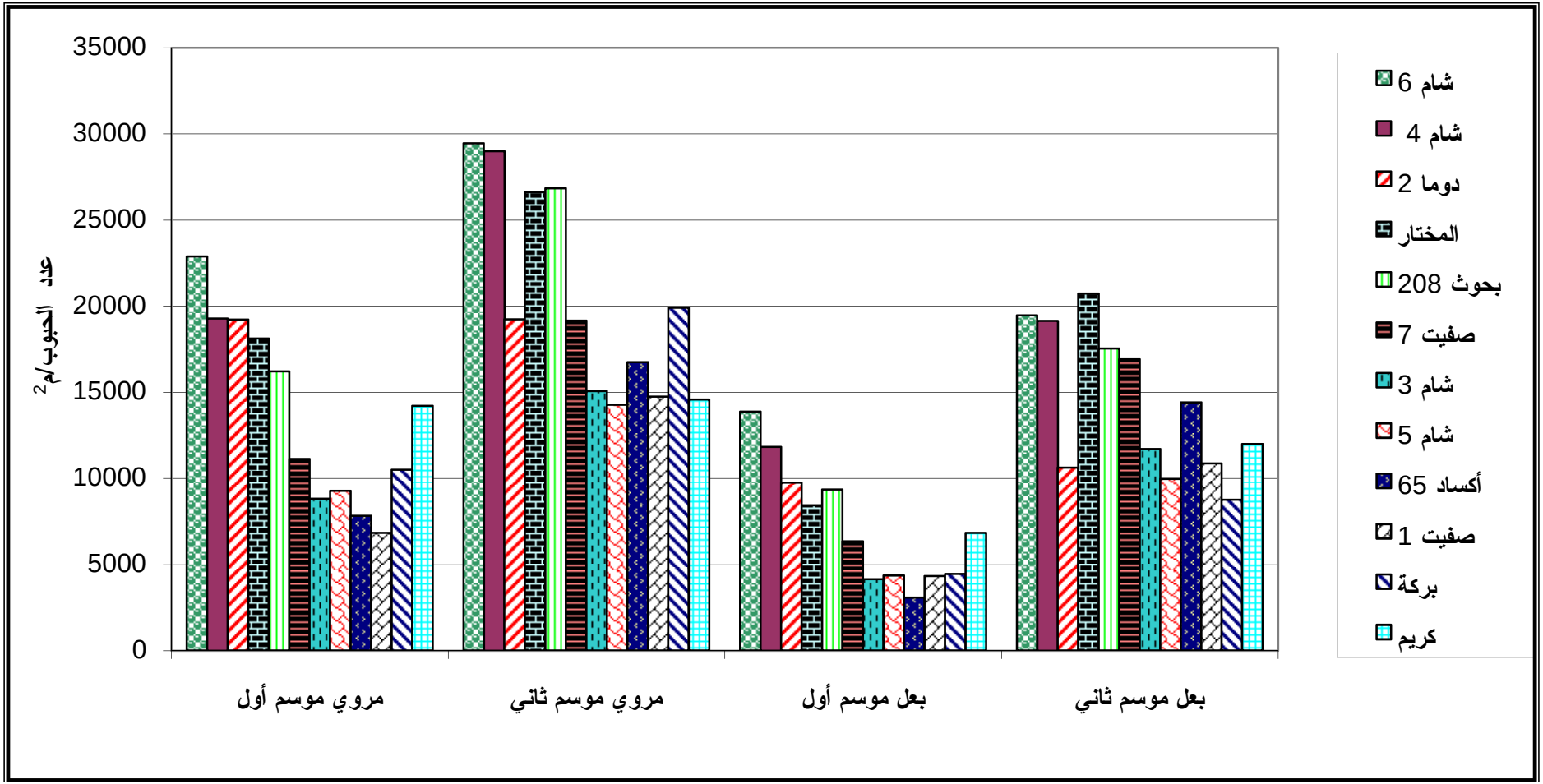
تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة بين المواسم والمعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها. ويلاحظ أنّ متوسط عدد الحبوب في المتر المربع كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني (17405 حبة . م$^{-2}$)، بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول(10463 حبة . م$^{-2}$) (الجدول، 20 ؛ الشكل، 33). ويُلاحظ أنّ متوسط عدد الحبوب في المتر المربع كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (17081 حبة . م$^{-2}$)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية (10787 حبة . م$^{-2}$). ويتبين من النتائج أنّ متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة تحت ظروف الزراعة البعلية قد انخفض بنسبة 36.83% بالمقارنة مع الشاهد المروي، ما يشير إلى أهمية تأمين كامل احتياجات نباتات المحصول المائية، وخاصةً خلال فترة الإزهار وتشكل الحبوب. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل مواسم الزراعة مع المعاملات أنّ متوسط عدد الحبوب في المتر المربع كان الأعلى معنوياً لدى النباتات المزروعة تحت ظروف الري الكامل خلال الموسم الزراعي الثاني(20470 حبة . م$^{-2}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات المزروعة بعلاً خلال الموسم الزراعي الأول(7233 حبة . م$^{-2}$). وكان متوسط عدد الحبوب في المتر المربع الأعلى معنوياً لدى أصناف القمح الطري شام$_6$، وشام$_4$، والمختار، وبحوث$_{208}$، ودوما$_2$، وصفيت$_7$ على التوالي(21420، 19820، 17490،18480، 14710، 13390 حبة . م$^{-2}$ على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف صفيت$_1$، وشام$_5$، وشام$_3$، وأكساد$_{65}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(9194، 9469 ، 9936 ،10510 حبة . م$^{-2}$ على التوالي) (الجدول، 20 ؛ الشكل، 33). وتُلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع الأصناف، وتفاعل المعاملات مع الأصناف. ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط عدد الحبوب في المتر المربع كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى أصناف القمح الطري شام$_6$، وشام$_4$، وبحوث$_{208}$، والمختار على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(29450، 29000، 26850، 26610 حبة . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف أكساد$_{65}$، وشام$_3$، وصفيت$_1$، وشام$_5$، وبركة، وصفيت$_7$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(3074، 4146، 4333، 4363، 4450، 6343 حبة . م$^{-2}$ على التوالي) (الجدول، 20 ؛ الشكل، 33). تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه

علي (2006)، وما توصلت إليه جنود (2007)، ومتوج (2007)، ومصطفى (2010) في محصول القمح، وتنسجم أيضاً مع ما توصلت إليه التمو (2007) في محصول الشعير.

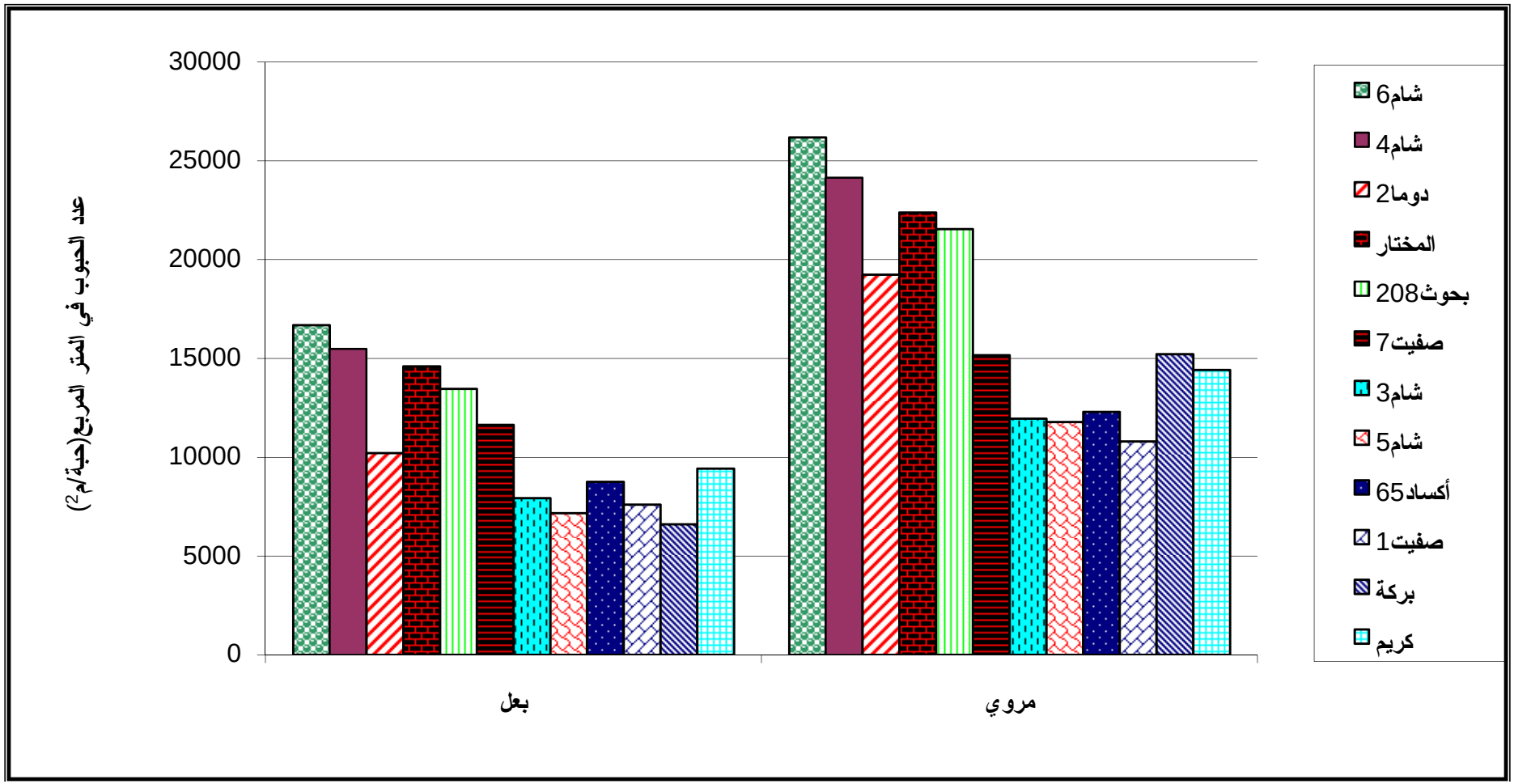
**الجدول رقم (20): متوسط عدد الحبوب في المتر المربع لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / المواسم | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 22879 | 13874 | 18376 | 29450 | 19468 | 24459 | 26164 | 16671 |
| شام4 | 19294 | 11836 | 15565 | 29001 | 19142 | 24072 | 24148 | 15489 |
| دوما2 | 19220 | 9759 | 14490 | 19235 | 10627 | 14931 | 19228 | 10193 |
| المختار | 18125 | 8436 | 13281 | 26610 | 20735 | 23673 | 22367 | 14586 |
| بحوث208 | 16205 | 9359 | 12782 | 26850 | 17540 | 22194 | 21526 | 13449 |
| صفيت7 | 11131 | 6343 | 8737 | 19160 | 16911 | 18036 | 15145 | 11627 |
| شام3 | 8821 | 4146 | 6484 | 15072 | 11706 | 13389 | 11947 | 7927 |
| شام5 | 9283 | 4363 | 6823 | 14266 | 9964 | 12115 | 11775 | 7164 |
| أكساد65 | 78212 | 3074 | 5448 | 16753 | 14406 | 15579 | 12287 | 8739 |
| صفيت1 | 68352 | 4333 | 5584 | 14747 | 10861 | 12804 | 10791 | 7597 |
| بركة | 10497 | 4450 | 7474 | 19911 | 8753 | 14332 | 15204 | 6602 |
| كريم | 14214 | 6829.3 | 10522 | 14584 | 11992 | 13288 | 14399 | 9411 |
| المتوسط | 13694 | 7233 | 10463 | 20470 | 14342 | 17405 | 17081 | 10787 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4474 | 1664 | 2354 | 2192 | 3099 | 3099 | 4383 |
| C.V(%) | 19.38 | | | | | | |




**الشكل رقم (33): متوسط عدد الحبوب في المتر المربع لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (34): متوسط عدد الحبوب في المتر المربع لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

**2-3- متوسط وزن الألف حبة (غ) 1000- kernel weight**:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط وزن الألف حبة بين المواسم والمعاملات والأصناف والتفاعلات المتبادلة بينها. ويُلاحظ أنّ متوسط وزن الألف حبة كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول(46.98 غ)، بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني(42.75 غ) (الجدول، 21 ؛ الشكل، 35). ويعزى ذلك إلى توقف الأمطار كلياً ابتداءً من شهر نيسان خلال الموسم الزراعي الثاني، في حين استمر هطول الأمطار خلال شهري نيسان (1.9 مم) وأيار (7.2 مم) خلال الموسم الزراعي الأول، الأمر الذي ساعد في نقل كمية أكبر من المادة الجافة من المصدر إلى المصب، لأنّ معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي خلال فترة امتلاء الحبوب يتحدد بكمية المياه المتاحة. وكان متوسط وزن الألف حبة الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية(50.94 غ)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية(38.78 غ). وتؤكد هذه النتيجة أيضاً على أهمية توافر المياه خلال فترة امتلاء الحبوب لزيادة درجة امتلاء الحبة، ومن ثمّ متوسط وزن الحبة الواحدة. ويُلاحظ أنّ نسبة الانخفاض في وزن الألف حبة تحت ظروف الزراعة البعلية بالمقارنة مع الزراعة المروية كانت بنحو23.87%. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات أنّ متوسط وزن الألف حبة كان الأعلى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني على التوالي، تحت ظروف الزراعة المروية وبفروقاتٍ معنوية بينها(53.03، 48.86 غ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الثاني والأول على التوالي، تحت ظروف الزراعة البعلية وبفروقاتٍ معنوية بينها(36.64، 40.93 غ على التوالي). وبيّنت النتائج أنّ متوسط وزن الألف حبة كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف كريم، وصفيت$_1$، وأكساد$_{65}$ على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينها(51.19، 49.04، 48.35 غ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى أصناف القمح الطري المختار، وشام$_4$، وشام$_6$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(39.79، 39.81، 41.23 غ على التوالي) (الجدول، 21 ؛ الشكل، 35). ويعزى التباين في متوسط وزن الألف حبة بين الأصناف المدروسة إلى التباين في حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي (دليل المساحة الورقية)، حيث يُلاحظ أنّ الأصناف التي اتسمت بمتوسط وزن ألف حبة معنوياً أعلى (كريم، وصفيت$_1$، وأكساد$_{65}$، ودوما$_2$) امتلكت دليل مساحة ورقية أكبر، حيث تتحدد كفاءة النبات التمثيلية بمساحة المسطح الورقي الأخضر، وكفاءة استعمال الطاقة الضوئية (تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية) Radiation Use Efficiency (RUE)، ويلاحظ أيضاً أنّ مساحة الورقة العلمية

كانت نسبياً أكبر في مثل هذه الأصناف، حيث تُسهم الورقة العلمية في مدّ الحبـــوب بنـــواتج التمثيل الضوئي خلال فترة امتلاء الحبوب.

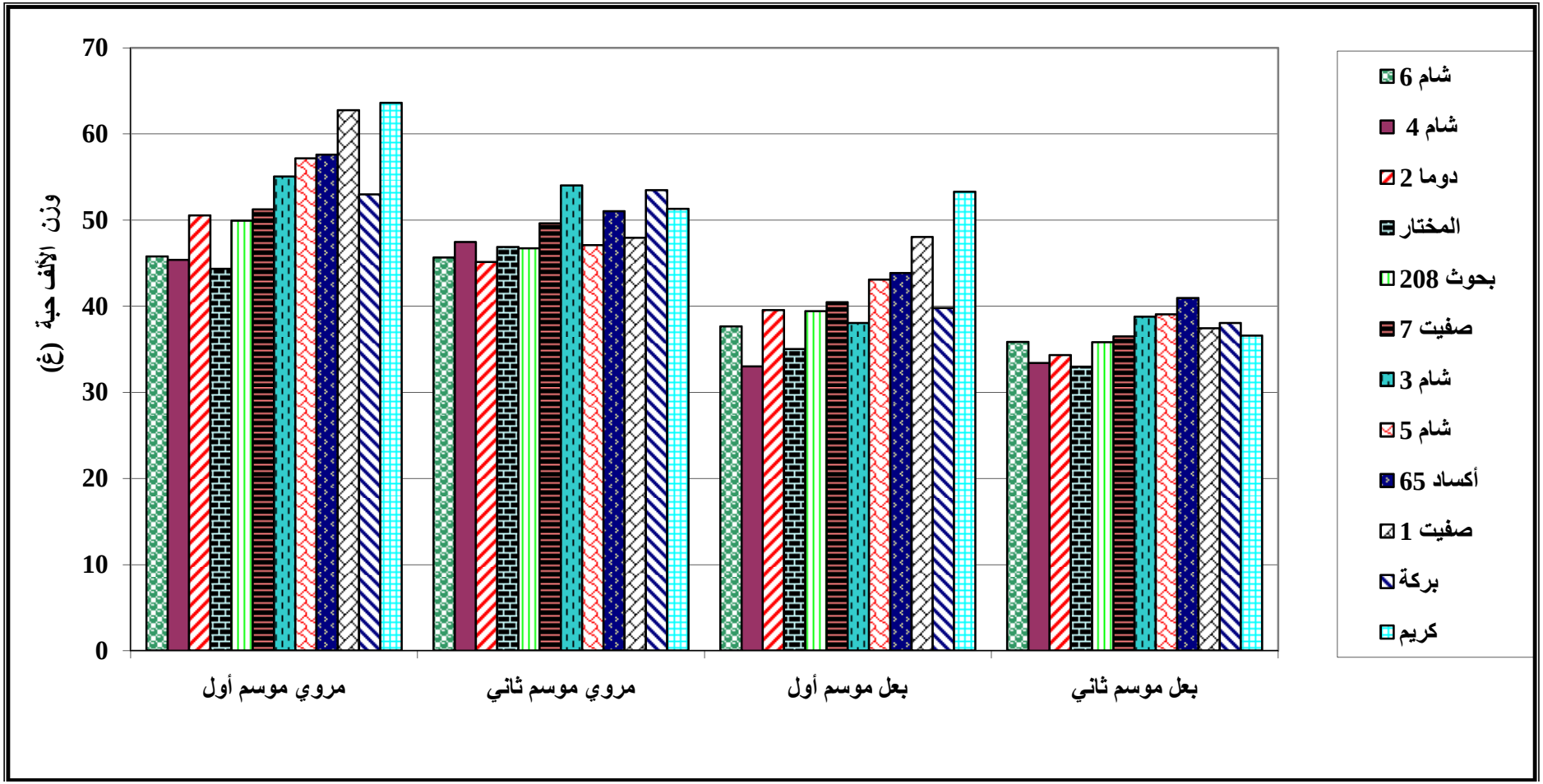
وتُلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع الأصناف، وتفاعل المعاملات مع الأصناف. يُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط وزن الألف حبة كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف كريم، وصفيت$_1$، وأكساد$_{65}$، وشام$_5$، وشام$_3$ على التوالي (63.62، 62.74، 57.60، 57.15، 55.06 غ على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينها، في حين كان متوسط وزن الألف حبة الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى صنف القمح الطري المختار(32.97 غ)، تلاه وبدون فروقات معنوية نباتات صنف القمح الطري شام$_4$ خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني على التوالي، تحت ظروف الزراعة البعلية (33.01، 33.41 غ على التوالي). تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه علي (2006)، وما توصلت إليه جنود (2007)، ومتوج (2007)، ومصطفى (2010) في محصول القمح، ومع ما توصلت إليه التمو (2007) في محصول الشعير.

عموماً، تتوقف درجة امتلاء الحبوب على كفاءة النبات في نقل نواتج التمثيل الضوئي Photo-assimilate translocation efficiency من المصدر إلى المصب، ويتحدد الأخير بدوره بكمية المياه المتاحة خلال تلك المرحلة الحرجة من حياة النبات والعامل الوراثي. ويمكن أن تتحدد أيضاً درجة امتلاء الحبوب بحجم المصب Sink size (حجم الحبة)، الذي يتحدد بدوره بطول فترة نمو الحبة Grain growth period. وتتحدد الغلة الحبية النهائية بنوعين من المكونات العددية، هما متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة، ومتوسط وزن الحبة الواحدة (Gifford *et al*., 1984). والسؤال الذي يطرح نفسه أيٍ من هذين المكونين يؤثر بدرجة أكبر في غلة المحصول الاقتصادية؟

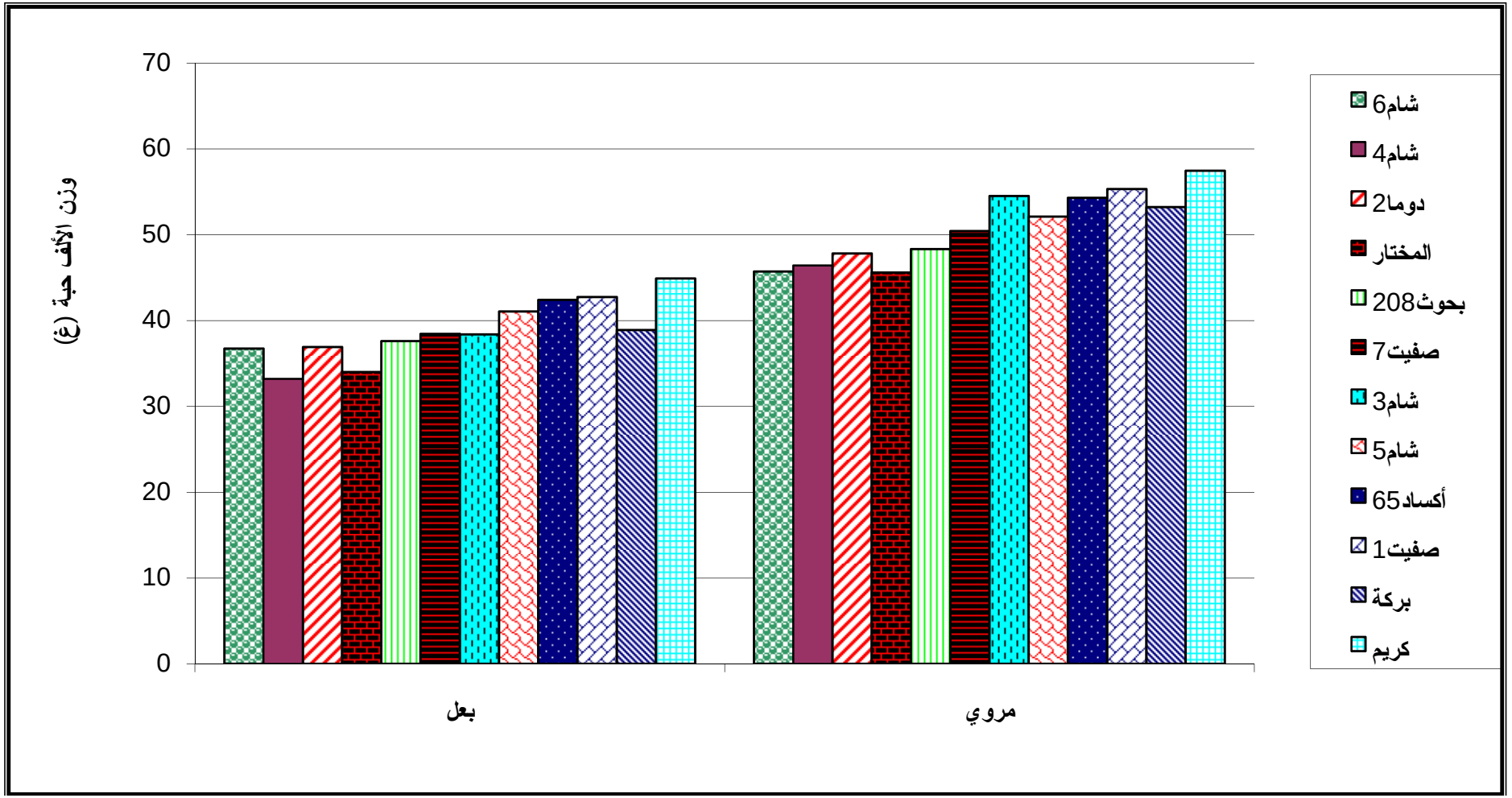
**الجدول رقم (21): متوسط وزن الألف حبة (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 45.78 | 37.63 | 41.70 | 45.66 | 35.85 | 40.75 | 45.72 | 36.74 |
| شام4 | 45.38 | 33.00 | 39.19 | 47.46 | 33.40 | 40.43 | 46.42 | 33.2 |
| دوما2 | 50.53 | 39.55 | 45.04 | 45.13 | 34.31 | 39.72 | 47.83 | 36.93 |
| المختار | 44.32 | 35.01 | 39.66 | 46.87 | 32.97 | 39.92 | 45.59 | 33.99 |
| بحوث208 | 49.93 | 39.42 | 44.67 | 46.73 | 35.82 | 41.27 | 48.33 | 37.62 |
| صفيت7 | 51.25 | 40.44 | 45.84 | 49.61 | 36.47 | 43.04 | 50.43 | 38.45 |
| شام3 | 55.06 | 38.04 | 46.55 | 54.01 | 38.76 | 46.38 | 54.53 | 38.4 |
| شام5 | 57.15 | 43.07 | 50.11 | 47.08 | 39.06 | 43.07 | 52.11 | 41.06 |
| أكساد65 | 57.59 | 43.85 | 50.72 | 51.01 | 40.95 | 45.98 | 54.3 | 42.4 |
| صفيت1 | 62.74 | 48.02 | 55.38 | 47.94 | 37.44 | 42.69 | 55.34 | 42.73 |
| بركة | 52.98 | 39.77 | 46.37 | 53.47 | 38.05 | 45.76 | 53.22 | 38.91 |
| كريم | 63.62 | 53.27 | 58.44 | 51.29 | 36.58 | 43.93 | 57.45 | 44.92 |
| المتوسط | 53.03 | 40.93 | 46.98 | 48.86 | 36.64 | 42.75 | 50.94 | 38.78 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) 1.386 | المعاملات(B) 0.8349 | AB 1.181 | الأصناف(C) 2.112 | AC 2.987 | BC 2.987 | ABC 4.224 |
| C.V(%) | 5.80 | | | | | | |




**الشكل رقم (35): متوسط وزن الألف حبة (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (36): متوسط وزن الألف حبة (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 3-3- الغلة الحبية (غ . م$^{-2}$) Grain yield:

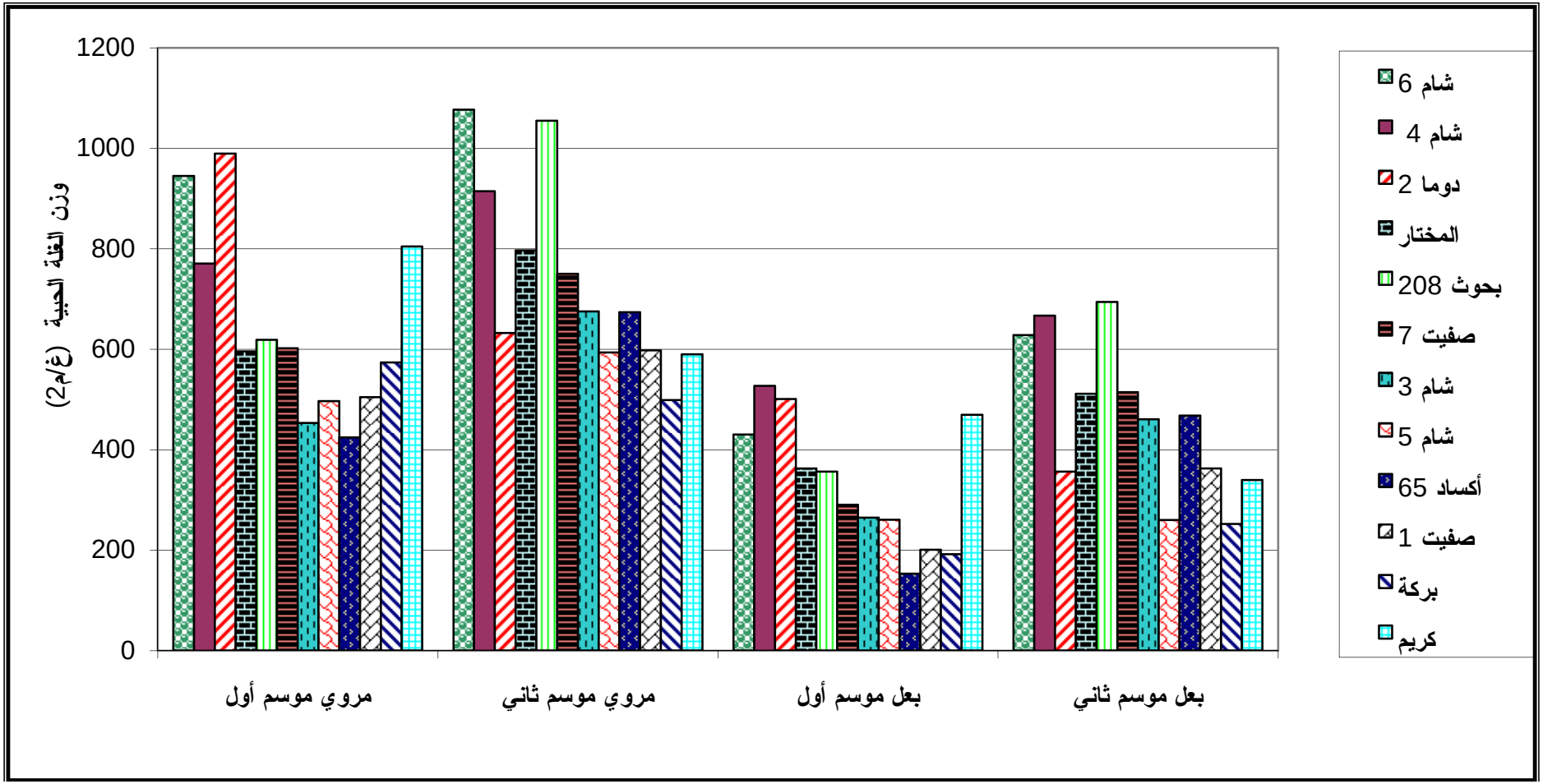
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة الغلة الحبية بين المواسم والمعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها. يُلاحظ أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني(598.7 غ . م$^{-2}$)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول (491.1 غ . م$^{-2}$) (الجدول، 22 ؛ الشكل، 37). وكان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (693.0 غ . م$^{-2}$)، بالمقارنة مع ظروف الزراعة البعلية كان (396.8 غ . م$^{-2}$). ويلاحظ أنّ مقدار الانخفاض في الغلة الحبية تحت ظروف الزراعة البعلية قرابة 42.86 % بالمقارنة مع ظروف الزراعة المروية، ما يشير إلى أهمية توافر المياه، بالإضافة إلى استجابة النبات لظروف توافر المياه في تحديد الغلة الحبية النهائية. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الثاني والأول على التوالي، تحت ظروف الزراعة المروية وبفروقاتٍ معنوية بينهما(737.8، 648.2 غ . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الثاني والأول على التوالي تحت ظروف الزراعة البعلية وبفروقاتٍ معنوية بينهما(334.0، 459.5 غ . م$^{-2}$ على التوالي) (الجدول، 22 ؛ الشكل، 37). ويُلاحظ أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى أصناف القمح الطري شام$_6$، وشام$_4$، وبحوث$_{208}$، ودوما$_2$ (أكساد$_{885}$) وبفروقاتٍ معنوية بينها (770.0، 719.7، 681.0، 619.7 غ . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف بركة، وشام$_5$، وصفيت$_1$، وأكساد$_{65}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(379.2، 402.7، 416.4، 429.8 غ . م$^{-2}$ على التوالي) (الجدول، 22 ؛ الشكل، 37). وتُلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع الأصناف، وتفاعل المعاملات مع الأصناف. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الثاني والأول على التوالي، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى أصناف القمح الطري شام$_6$، وبحوث$_{208}$، ودوما$_2$ على التوالي و بدون فروقات معنوية بينها(1077، 1055، 989.2 غ . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف أكساد$_{65}$، وبركة، وصفيت$_1$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (153.3، 192.2، 200.7 غ . م$^{-2}$ على التوالي) (الجدول، 22 ؛ الشكل، 37). تشير هذه النتائج إلى أنَّ غلة محصول القمح الحبية تتحدد بدرجةٍ أكبر بمتوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة، وبدرجةٍ أقل بمتوسط وزن الألف حبة. لأنّ الغلة الحبية كانت معنوياً أعلى لدى

الأصناف التي شكلت عدداً أكبر معنوياً من الحبوب في وحدة المساحة (شام6، شام4، بحوث208، ودوما2). والملفت للانتباه أنّ الأصناف التي أعطت غلة حبية معنوياً أعلى اتسمت جميعها بكفاءةٍ عالية في المحافظة على محتوى الماء النسبي في الأوراق، وتميزت بكفاءتها في المحافظة على قيم مرتفعة من دليل المساحة الورقية، بالإضافة إلى كفاءتها في المحافظة على سلامة الأغشية الحيوية، ومن ثمّ حياة الخلايا النباتية، والمقدرة على استعادة النمو، ما يُشير إلى أهمية تلك الصفات في تحسين تحمل الجفاف مع المحافظة على الطاقة الإنتاجية.

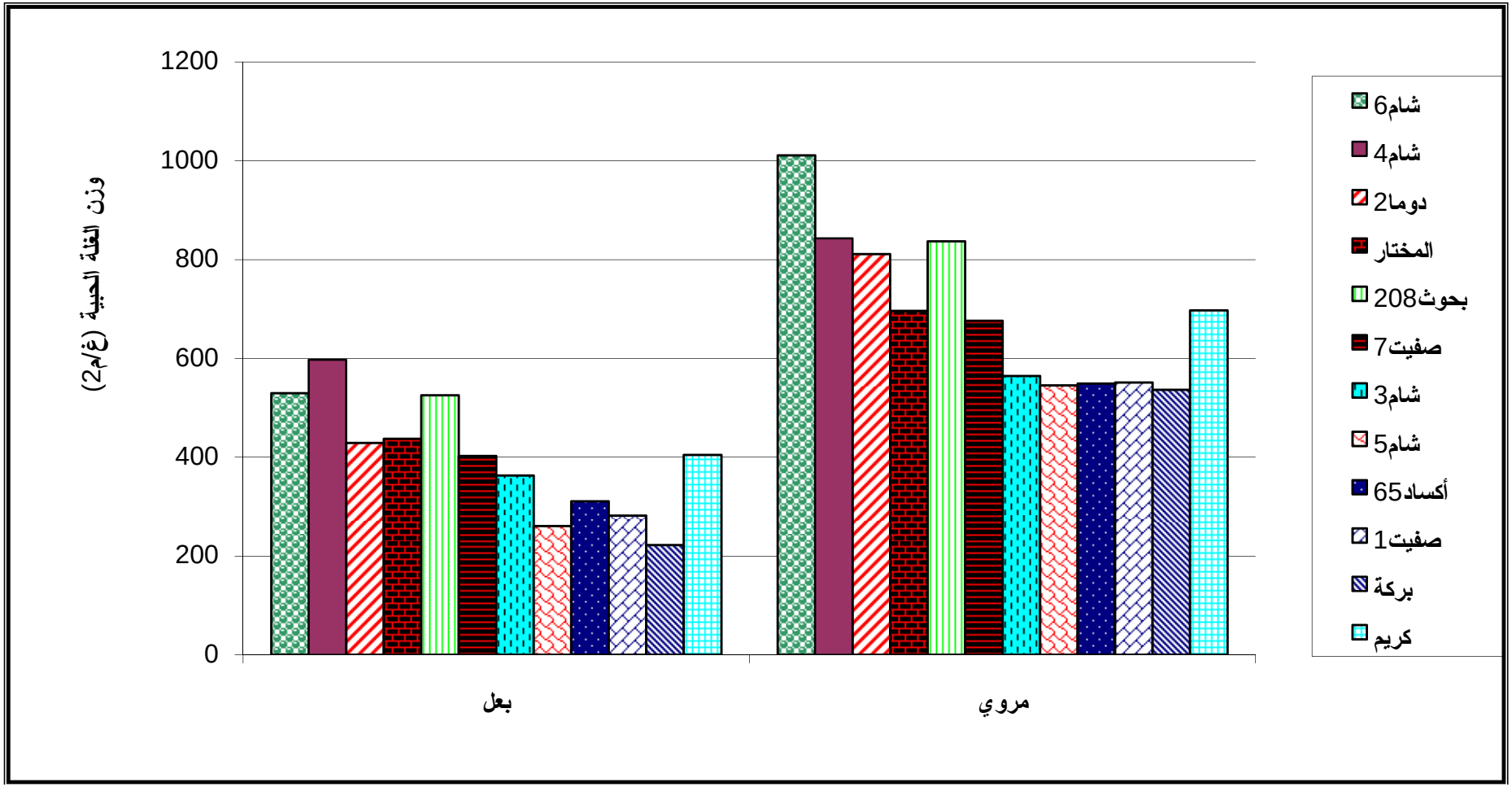
**الجدول رقم (22): متوسط الغلة الحبية (غ . م $^{-2}$) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 944.86 | 430.13 | 687.49 | 1076.99 | 628.07 | 852.53 | 1010.92 | 529.1 |
| شام4 | 770.81 | 527.37 | 649.09 | 914.92 | 666.88 | 790.9 | 842.86 | 597.12 |
| دوما2 | 989.22 | 500.59 | 744.90 | 632.51 | 356.35 | 494.43 | 810.86 | 428.47 |
| المختار | 595.40 | 362.68 | 479.04 | 796.47 | 511.41 | 653.94 | 695.93 | 437.04 |
| بحوث208 | 618.86 | 356.34 | 487.6 | 1054.53 | 694.12 | 874.32 | 836.69 | 525.23 |
| صفيت7 | 602.03 | 290.36 | 446.19 | 750.21 | 514.66 | 632.43 | 676.12 | 402.51 |
| شام3 | 453.28 | 264.69 | 358.98 | 675.44 | 460.43 | 567.93 | 564.36 | 362.56 |
| شام5 | 496.72 | 260.71 | 378.71 | 593.47 | 259.89 | 426.68 | 545.09 | 260.3 |
| أكساد65 | 424.18 | 153.33 | 288.75 | 673.83 | 467.96 | 570.89 | 549.00 | 310.64 |
| صفيت1 | 504.44 | 200.71 | 352.57 | 597.75 | 362.82 | 480.28 | 551.09 | 281.76 |
| بركة | 573.85 | 192.19 | 383.02 | 498.65 | 251.96 | 375.30 | 536.25 | 222.07 |
| كريم | 804.27 | 469.20 | 636.73 | 589.68 | 339.54 | 464.61 | 696.975 | 404.37 |
| المتوسط | 648.16 | 334.02 | 491.09 | 737.87 | 459.51 | 598.68 | 693.01 | 396.76 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | الأصناف(C) | AB | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 95.81 | 30.15 | 78.18 | 42.63 | 110.6 | 110.6 | 156.4 |
| C.V(%) | 17.69 | | | | | | |




**الشكل رقم (37): متوسط الغلة الحبية (غ/م$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (38): متوسط الغلة الحبية (غ/م$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 4-3- الغلة البيولوجية(الكتلة الحية عند النضج) (غ . م$^{-2}$) Biological yield:

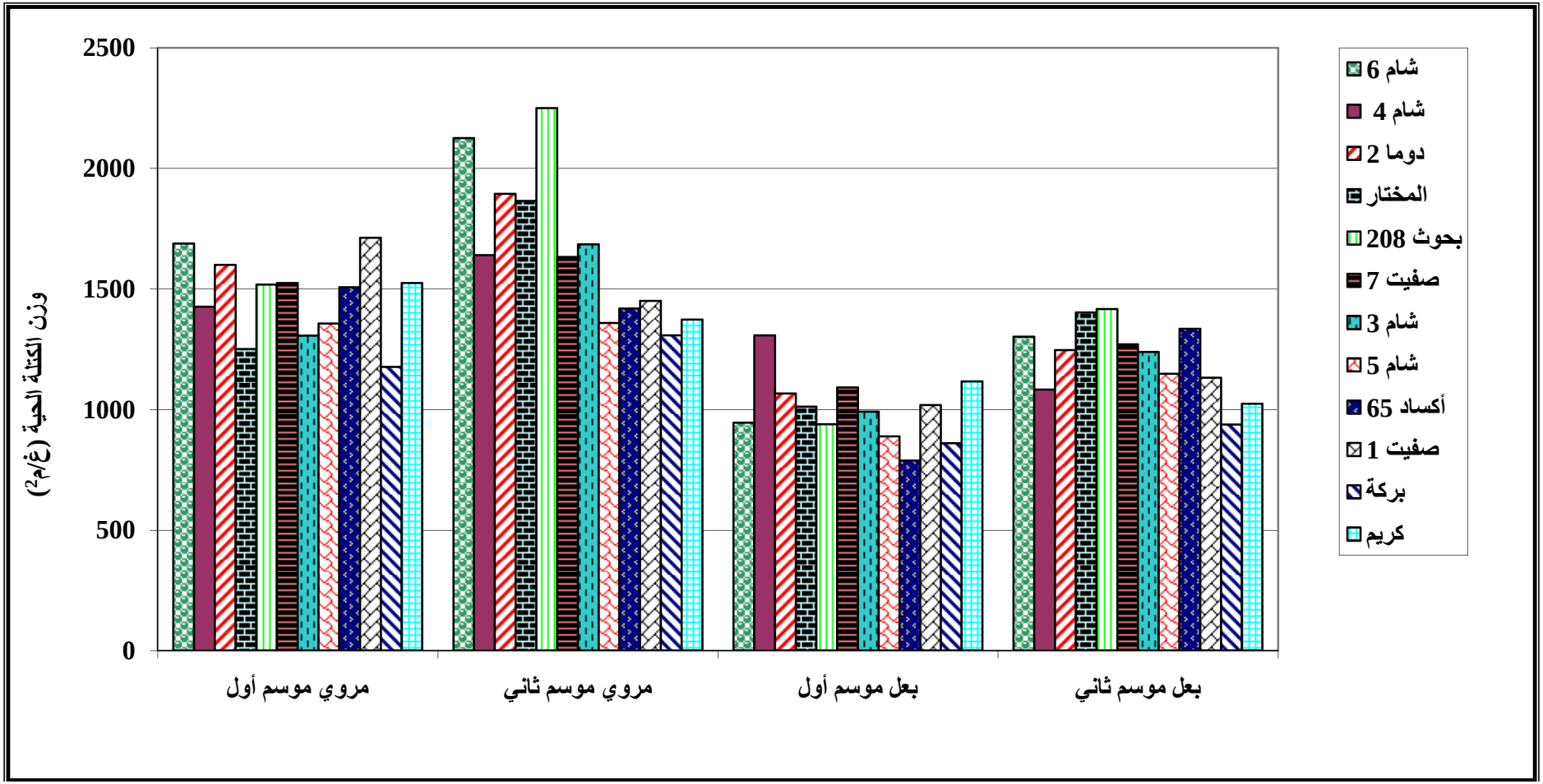
بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط الكتلة الحية عند النضج بين المعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها، في حين لم تبدِ نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية بين المواسم الزراعية. ويُلاحظ أنّ متوسط الغلة البيولوجية في وحدة المساحة كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (1566 غ . م$^{-2}$)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية (1106 غ . م$^{-2}$) (الجدول، 23 ؛ الشكل، 39). ويُلاحظ أنّ ظروف شح المياه قد سببت انخفاضاً في الغلة البيولوجية مقداره 30.14%. ويُلاحظ أنَّ متوسط الكتلة الحية عند النضج (الغلة البيولوجية) كان الأعلى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الثاني والأول على التوالي، تحت ظروف الزراعة المروية وبفروقاتٍ معنوية بينهما(1667.0، 1466 غ . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني على التوالي، تحت ظروف الزراعة البعلية وبفروقاتٍ معنوية بينهما(1002.1، 1211.0 غ . م$^{-2}$ على التوالي) (الجدول، 23 ؛ الشكل، 39). ما يشير إلى أهمية توافر المياه بكمياتٍ كافية خلال مختلف مراحل النمو لزيادة معدل نمو النباتات وتطورها. وكان متوسط الغلة البيولوجية الأعلى معنوياً لدى أصناف القمح الطري بحوث$_{208}$، وشام$_6$، ودوما$_2$، والمختار، وصفيت$_7$ (1531، 1515، 1452، 1382، 1379 غ . م$^{-2}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط وزن الغلة البيولوجية في وحدة المساحة الأدنى معنوياً لدى أصناف القمح القاسي بركة، وشام$_5$، وشام$_3$، وكريم، وأكساد$_{65}$ وبفروقاتٍ معنوية بينها(1071، 1188، 1230، 1259، 1262 غ . م$^{-2}$ على التوالي). وتُلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع الأصناف، وتفاعل المعاملات مع الأصناف. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط الغلة البيولوجية كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني تحت ظروف الزراعة المروية، لدى أصناف القمح الطري بحوث$_{208}$، وشام$_6$، ودوما$_2$، والمختار على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينها(2250، 2125، 1894، 1865 غ . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى أصناف القمح القاسي شام$_3$، وأكساد$_{65}$، وبركة، وشام$_5$ على التوالي وبدون فروقاتٍ معنوية بينها(691.3، 788.3، 860.6، 888.7 غ . م$^{-2}$ على التوالي) (الجدول، 23 ؛ الشكل، 39). ويعزى ذلك إلى التراجع الكبير الحاصل في نمو الأجزاء الهوائية المختلفة نتيجة تراجع محتوى التربة المائي. ويمكن أن يؤدي أيضاً الجفاف إلى إختلال التوازن في نسبة الأجزاء الهوائية إلى الأجزاء الأرضية Root/shoot ratio، حيث تُسخّر النباتات كمية

أكبر من المادة الجافة نحو المجموعة الأرضية لتشكل مجموع جذري متعمق ومتشعب كأحد الآليات التكيفية المهمة لزيادة كمية الماء المستخلصة من التربة، ومن ثمّ المحافظة على ميزان العلاقات المائية داخل الخلايا النباتية. تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه السليمان (2010)، ومصطفى (2010)، وجنود (2007)، في محصول القمح. ومع ما توصلت إليه التمو (2007) في الشعير.

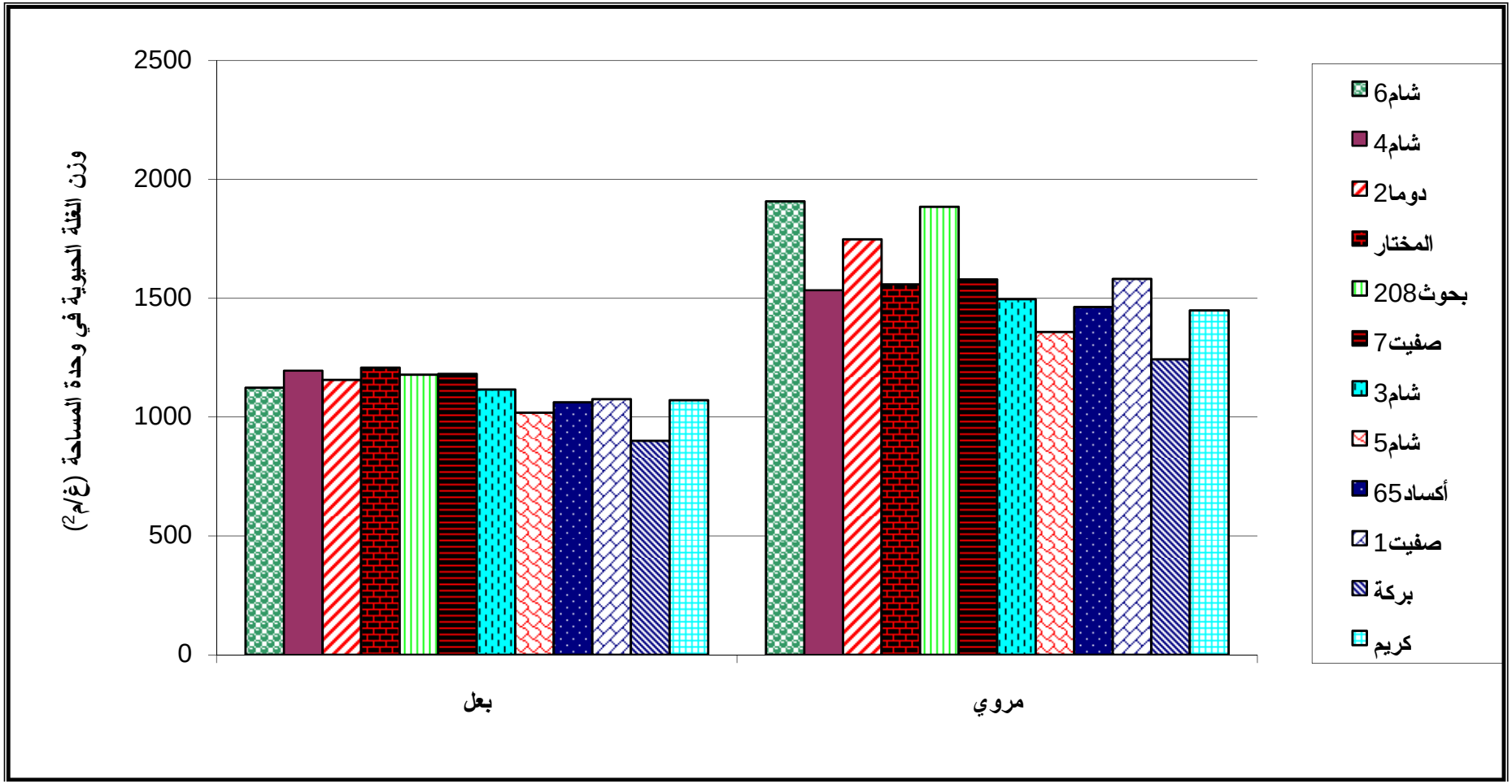
**الجدول رقم (23): متوسط الغلة الحيوية في وحدة المساحة(غ/م$^2$) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 209/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 1687.6 | 945.0 | 1316.3 | 2125.4 | 1301.4 | 1713.4 | 1906.5 | 1123.2 |
| شام4 | 1426.6 | 1307.7 | 1367.15 | 1640.1 | 1082.9 | 1361.5 | 1533.35 | 1195.3 |
| دوما2 | 1600.0 | 1066.6 | 1333.3 | 1894.3 | 1246.1 | 1570.2 | 1747.15 | 1156.35 |
| المختار | 1250.6 | 1012.3 | 1131.45 | 1864.6 | 1402.2 | 1633.4 | 1557.6 | 1207.25 |
| بحوث208 | 1517.6 | 938.7 | 1228.15 | 2249.6 | 1416.8 | 1833.2 | 1883.6 | 1177.75 |
| صفيت7 | 1524.0 | 1091.3 | 1307.65 | 1632.2 | 1269.9 | 1451.05 | 1578.1 | 1180.6 |
| شام3 | 1306.0 | 991.3 | 1148.65 | 1685.1 | 1238.5 | 1461.8 | 1495.55 | 1114.9 |
| شام5 | 1356.6 | 888.6 | 1122.6 | 1358.3 | 1148.0 | 1253.15 | 1357.45 | 1018.3 |
| أكساد65 | 1506.6 | 788.3 | 1147.45 | 1418.2 | 1334.3 | 1376.25 | 1462.4 | 1061.3 |
| صفيت1 | 1712.0 | 1018.3 | 1365.15 | 1449.8 | 1131.9 | 1290.85 | 1580.9 | 1075.1 |
| بركة | 1176.6 | 860.5 | 1018.55 | 1307.4 | 938.1 | 1122.75 | 1242 | 899.3 |
| كريم | 1524.3 | 1116.6 | 1320.45 | 1372.7 | 1023.9 | 1198.3 | 1448.5 | 1070.25 |
| المتوسط | 1466.71 | 1002.1 | 1233.90 | 1667.47 | 1211.17 | 1438.82 | 1566.09 | 1106.63 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) 301.5 | المعاملات(B) 107.6 | AB 152.2 | الأصناف(C) 158.8 | AC 224.5 | BC 224.5 | ABC 317.5 |
| C.V(%) | 14.71 | | | | | | |




**الشكل رقم (39): متوسط الغلة البيولوجية في وحدة المساحة(غ/م$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (40): متوسط الغلة الحيوية في وحدة المساحة(غ/م$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

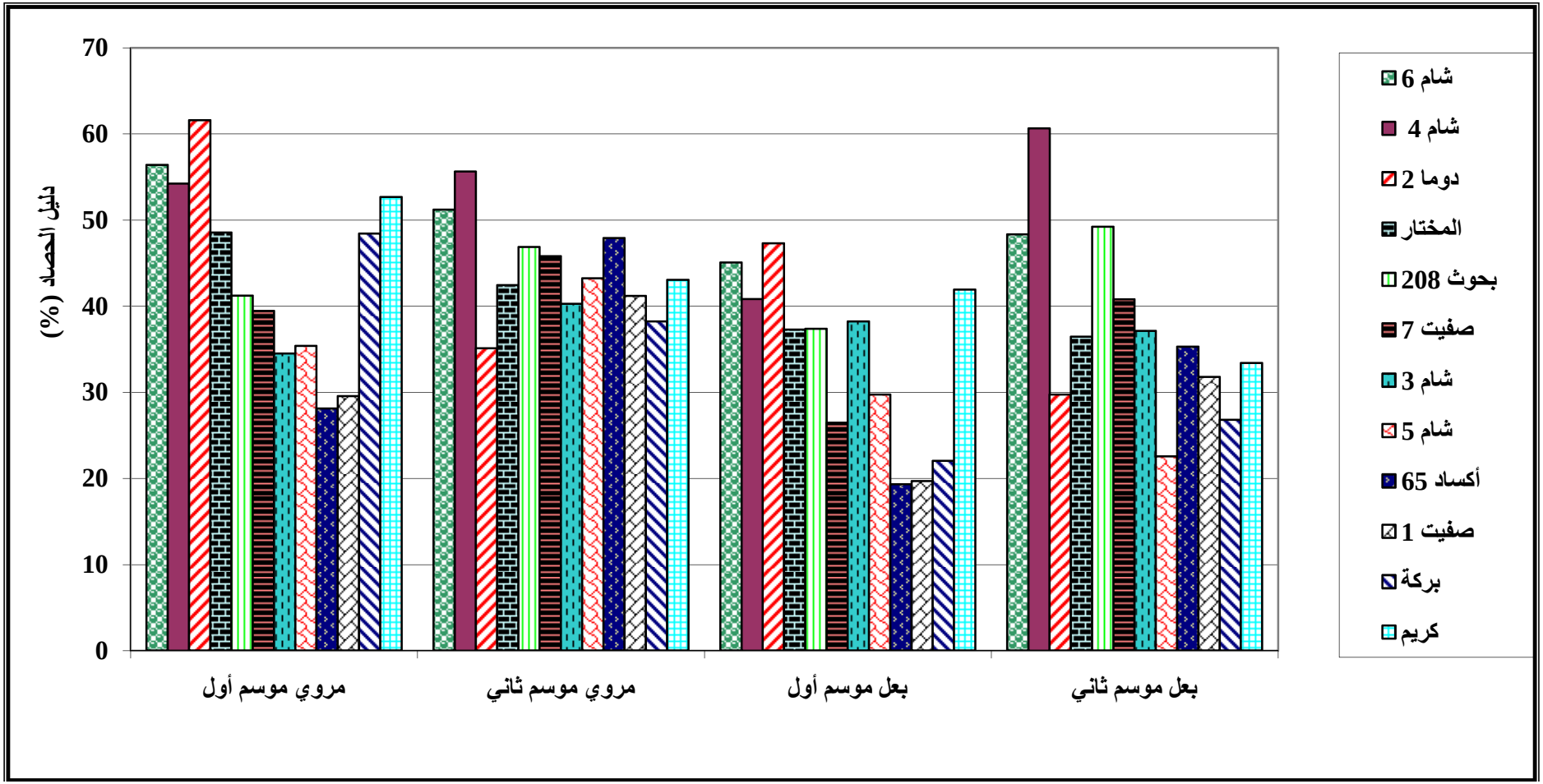
### 3-5- دليل الحصاد (%)(Harvest Index (HI:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة دليل الحصاد بين المواسم والمعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها. ويُلاحظ أنَّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني(40.97%)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول(38.98%). وكان دليل الحصاد الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (44.22%)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية (35.73%)(الجدول، 24 ؛ الشكل، 41). ويلاحظ أنّ دليل الحصاد قد انخفض تحت ظروف الزراعة البعلية بنحو 19.20% بالمقارنة مع ظروف الزراعة المروية. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع المعاملات أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الثاني والأول على التوالي، تحت ظروف الزراعة المروية وبدون فروقات معنوية بينهما(44.25، 44.18% على التوالي)، في حين كان متوسط دليل الحصاد الأدنى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني على التوالي، تحت ظروف الزراعة البعلية وبفروقاتٍ معنوية بينهما(33.77، 37.68%على التوالي). ويُلاحظ أنّ دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً لدى صنفي القمح الطري شام$_4$، وشام$_6$، (52.84، 50.26% على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما)، تلاهما الأصناف بحوث$_{208}$، ودوما$_2$، وصنف القمح القاسي كريم، والمختار(43.68، 43.43، 42.76، 41.19%على التوالي) وبدون فروقاتٍ معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى صنف القمح الطري صفيت$_1$، وأصناف القمح القاسي أكساد$_{65}$، وشام$_5$، وبركة على التوالي(30.55، 32.67، 32.73، 33.88% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها(الجدول، 24 ؛ الشكل، 41). ويعزى ارتفاع قيم دليل الحصاد نسبياً لدى الأصناف المتفوقة المزروعة بعلاً إلى حقيقة أنّ مقدار الانخفاض في الغلة الحبية تحت ظروف الجفاف كان أدنى بالمقارنة مع نسبة الانخفاض في الغلة البيولوجية، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع قيمة دليل الحصاد. وتُلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع الأصناف، وكذلك تفاعل المعاملات مع الأصناف. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى صنف القمح الطري دوما$_2$ (61.60%)، تلاه وبدون فروقات معنوية صنف القمح الطري شام$_4$ خلال الموسم الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية (60.64%)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف أكساد$_{65}$، وصفيت$_1$، وبركة وبدون فروقات معنوية بينها (1.32، 19.68، 22.05%على التوالي) (الجدول، 24 ؛ الشكل، 41).

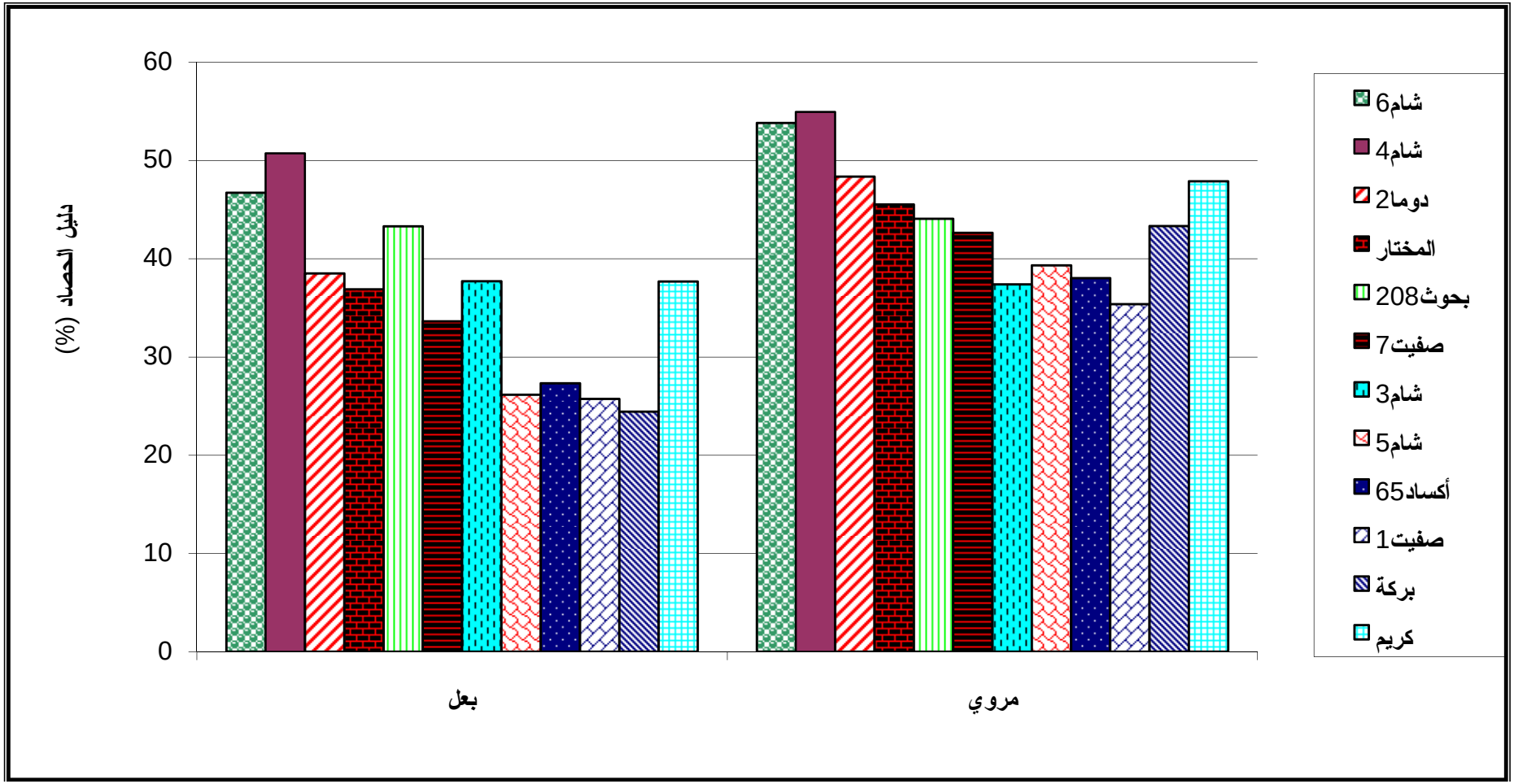
**الجدول رقم (24): متوسط دليل الحصاد (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل | المتوسط | مروي | بعل |
| شام6 | 56.40 | 45.08 | 50.74 | 51.21 | 48.32 | 49.765 | 53.805 | 46.7 |
| شام4 | 54.24 | 40.83 | 47.535 | 55.65 | 60.64 | 58.145 | 54.945 | 50.735 |
| دوما2 | 61.60 | 47.29 | 54.445 | 35.11 | 29.72 | 32.415 | 48.355 | 38.505 |
| المختار | 48.55 | 37.29 | 42.92 | 42.45 | 36.44 | 39.445 | 45.5 | 36.865 |
| بحوث208 | 41.22 | 37.36 | 39.29 | 46.88 | 49.23 | 48.055 | 44.05 | 43.295 |
| صفيت7 | 39.45 | 26.48 | 32.965 | 45.80 | 40.78 | 43.29 | 42.625 | 33.63 |
| شام3 | 34.50 | 38.23 | 36.365 | 40.28 | 37.14 | 38.71 | 37.39 | 37.685 |
| شام5 | 35.39 | 29.73 | 32.56 | 43.22 | 22.57 | 32.895 | 39.305 | 26.15 |
| أكساد65 | 28.12 | 19.32 | 23.72 | 47.91 | 35.29 | 41.61 | 38.015 | 27.305 |
| صفيت1 | 29.55 | 19.68 | 24.615 | 41.18 | 31.79 | 36.485 | 35.365 | 25.735 |
| بركة | 48.42 | 22.05 | 35.235 | 38.23 | 26.79 | 32.51 | 43.325 | 24.42 |
| كريم | 52.67 | 41.91 | 47.29 | 43.05 | 33.41 | 38.23 | 47.86 | 37.66 |
| المتوسط | 44.18 | 33.77 | 38.97 | 44.25 | 37.68 | 40.97 | 44.22 | 35.73 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1.750 | 1.588 | 2.246 | 4.432 | 6.268 | 6.268 | 8.864 |
| C.V(%) | 13.67 | | | | | | |




**الشكل رقم (41): متوسط دليل الحصاد (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (42): متوسط دليل الحصاد(%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

## رابعاً- مؤشرات الجفاف Drought parameters

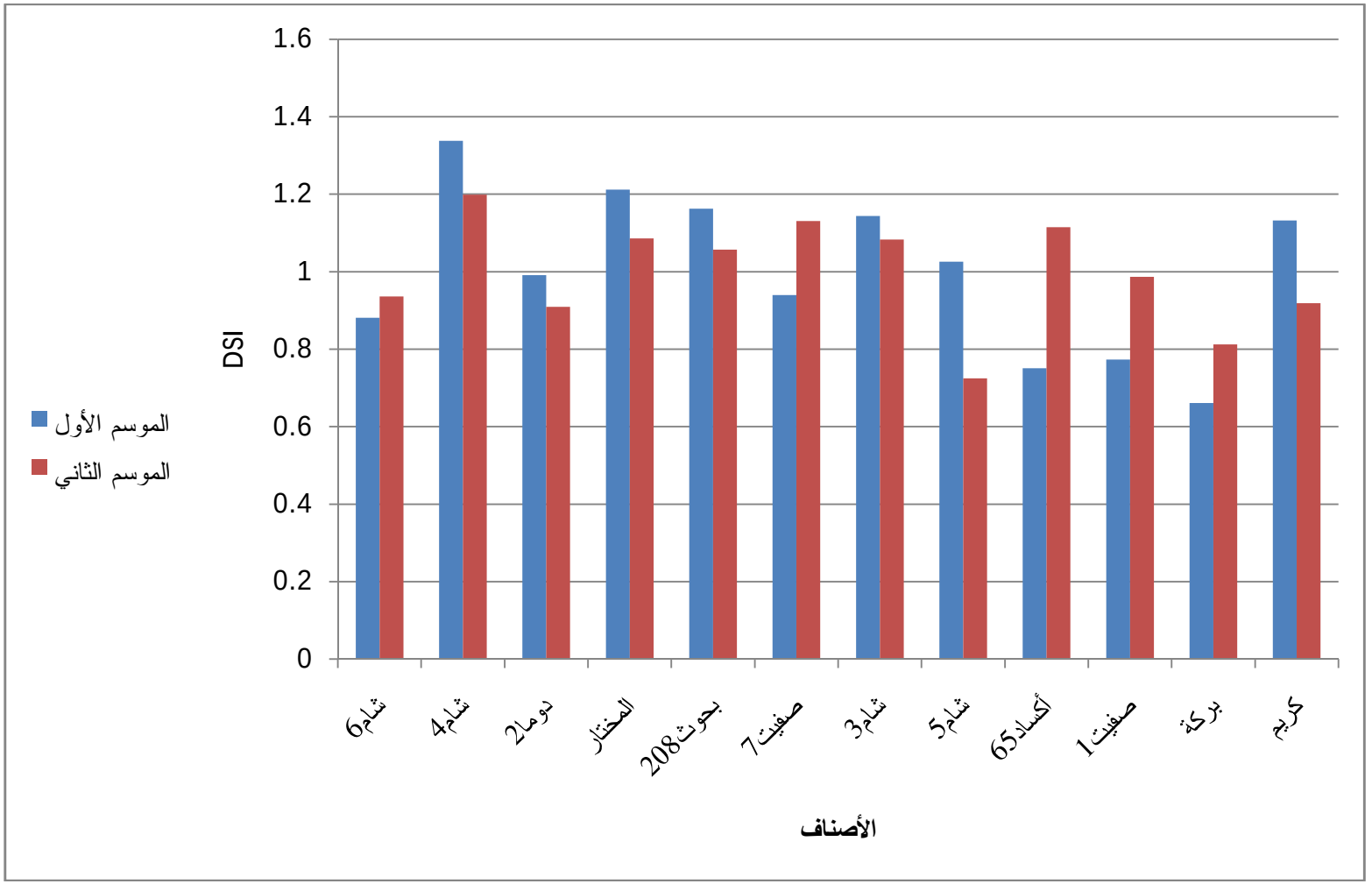
### 4-1- دليل الحساسية للجفاف Drought Susceptibility Index(DSI):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة دليل الحساسية للجفاف بين الأصناف والمعاملات والتفاعل المتبادل بينها والمواسم الزراعية، في حين لم تبدِ المواسم فروقات معنوية. يُلاحظ أنّ متوسط صفة دليل الحساسية للجفاف كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف شام$_4$، والمختار، وشام$_3$، وبحوث$_{208}$، وصفيت$_7$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(1.268، 1.149، 1.114، 1.110، 1.036 على التوالي)، في حين كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف بركة، وشام$_5$، وصفيت$_1$ على التوالي(0.7362، 0.8757، 0.8800 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها(الجدول، 25 ؛ الشكل، 43). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع الأصناف أنّ متوسط صفة دليل الحساسية للجفاف كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، لدى صنفي القمح الطري شام$_4$، والمختار على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(1.338، 1.212 على التوالي)، تلاه وبدون فروقات معنوية صنف القمح الطري شام$_4$ خلال الموسم الثاني(1.99)، في حين كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الأول والثاني على التوالي، لدى صنفي القمح القاسي بركة، وشام$_5$ (0.661، 0.725) وبدون فروقات معنوية بينهما، تلاه وبدون فروقات معنوية الموسم الزراعي الأول، لدى صنف القمح القاسي أكساد$_{65}$ (0.751) (الجدول، 25؛ الشكل، 43).

**الجدول رقم (25): متوسط دليل الحساسية للجفاف لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم / الأصناف | الموسم الزراعي 2009/2008 | الموسم الزراعي 2010/2009 | المتوسط |
|---|---|---|---|
| شام6 | 0.881 | 0.936 | 0.9085 |
| شام4 | 1.338 | 1.199 | 1.268 |
| دوما2 | 0.991 | 0.909 | 0.95 |
| المختار | 1.212 | 1.086 | 1.149 |
| بحوث208 | 1.163 | 1.057 | 1.110 |
| صفيت7 | 0.940 | 1.131 | 1.036 |
| شام3 | 1.144 | 1.083 | 1.114 |
| شام5 | 1.026 | 0.725 | 0.8755 |
| أكساد65 | 0.751 | 1.115 | 0.933 |
| صفيت1 | 0.773 | 0.987 | 0.88 |
| بركة | 0.661 | 0.812 | 0.7362 |
| كريم | 1.132 | 0.919 | 1.0255 |
| المتوسط | 1.001 | 0.996 | 0.998 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | الأصناف(B) | AB |
|---|---|---|---|
| | 0.2290 | 0.2523 | 0.3567 |
| C.V( %) | 12.73 | | |




**الشكل رقم (43): متوسط دليل الحساسية للجفاف لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

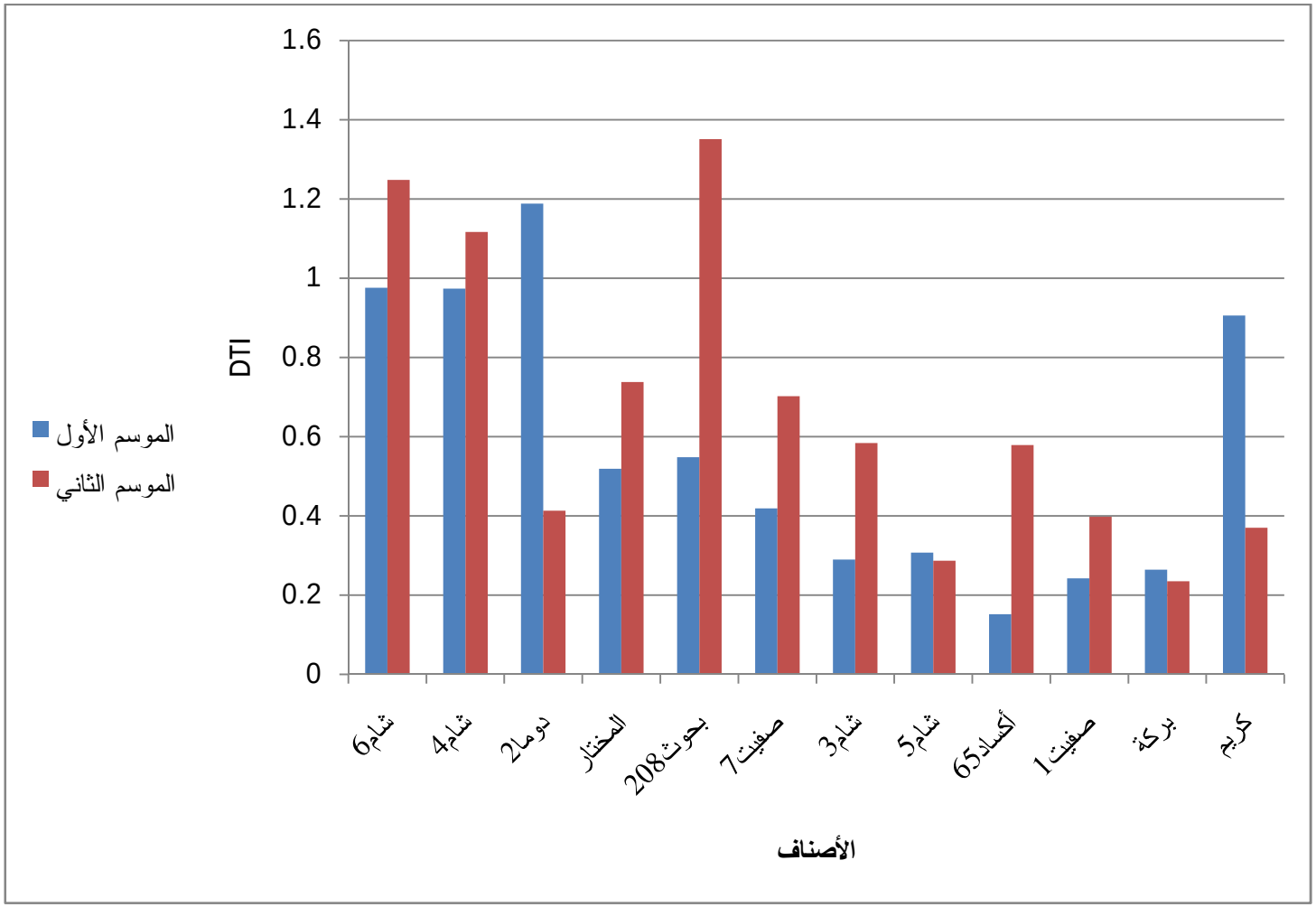
### 4-2- دليل تحمل الجفاف Drought Tolerance Index(DTI):

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة دليل تحمل الجفاف بين الأصناف المدروسة وكذلك التفاعل بين الأصناف والمواسم، في حين لم تبدِ المواسم الزراعية فروقات معنوية. يُلاحظ أنّ متوسط دليل تحمل الجفاف كان الأدنى معنوياً لدى صنفي القمح القاسي بركة، وشام$_5$، وصنف القمح الطري صفيت$_1$ وبدون فروقات معنوية بينها(0.2495، 0.2972، 0.3202 على التوالي)، في حين كان الأعلى معنوياً لدى أصناف القمح الطري شام$_6$، وشام$_4$، وبحوث$_{208}$، ودوما$_2$ وصنف القمح القاسي كريم على التوالي(1.112، 1.046، 0.9497، 0.8007، 0.6382 على التوالي) (الجدول، 26 ؛ الشكل، 44). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع الأصناف أنّ صفة دليل تحمل الجفاف كانت الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول والثاني، لدي الأصناف أكساد$_{65}$، وبركة، وصفيت$_1$، وبركة، وشام$_5$ على التوالي(0.1520، 0.2423،0.2350، 0.2640، 0.2870 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كانت الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى صنفي القمح الطري صفيت$_7$، وشام$_6$ على التوالي(1.351، 1.248 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، تلاهما وبدون فروقات معنوية نباتات صنف القمح الطري دوما$_2$ وذلك خلال الموسم الأول(1.188) (الجدول، 26 ؛ الشكل، 44).

**الجدول رقم (26): متوسط دليل تحمل الجفاف لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم / الأصناف | الموسم الزراعي 2009/2008 | الموسم الزراعي 2010/2009 | المتوسط |
|---|---|---|---|
| شام6 | 0.976 | 1.248 | 1.112 |
| شام4 | 0.974 | 1.117 | 1.0455 |
| دوما2 | 1.188 | 0.413 | 0.8005 |
| المختار | 0.519 | 0.738 | 0.6285 |
| بحوث208 | 0.548 | 1.351 | 0.9495 |
| صفيت7 | 0.419 | 0.702 | 0.5605 |
| شام3 | 0.290 | 0.584 | 0.437 |
| شام5 | 0.307 | 0.287 | 0.297 |
| أكساد65 | 0.152 | 0.579 | 0.3655 |
| صفيت1 | 0.242 | 0.398 | 0.32 |
| بركة | 0.264 | 0.235 | 0.2495 |
| كريم | 0.906 | 0.370 | 0.638 |
| المتوسط | 0.565 | 0.686 | 0.616 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | الأصناف(B) | AB |
|---|---|---|---|
| | 0.2484 | 0.7173 | 1.014 |
| C.V( %) | 13.78 | | |




**الشكل رقم (44): متوسط دليل تحمل الجفاف لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 4-3- معيار الإنتاج الهندسيGeometric Mean Productivity(GMP):

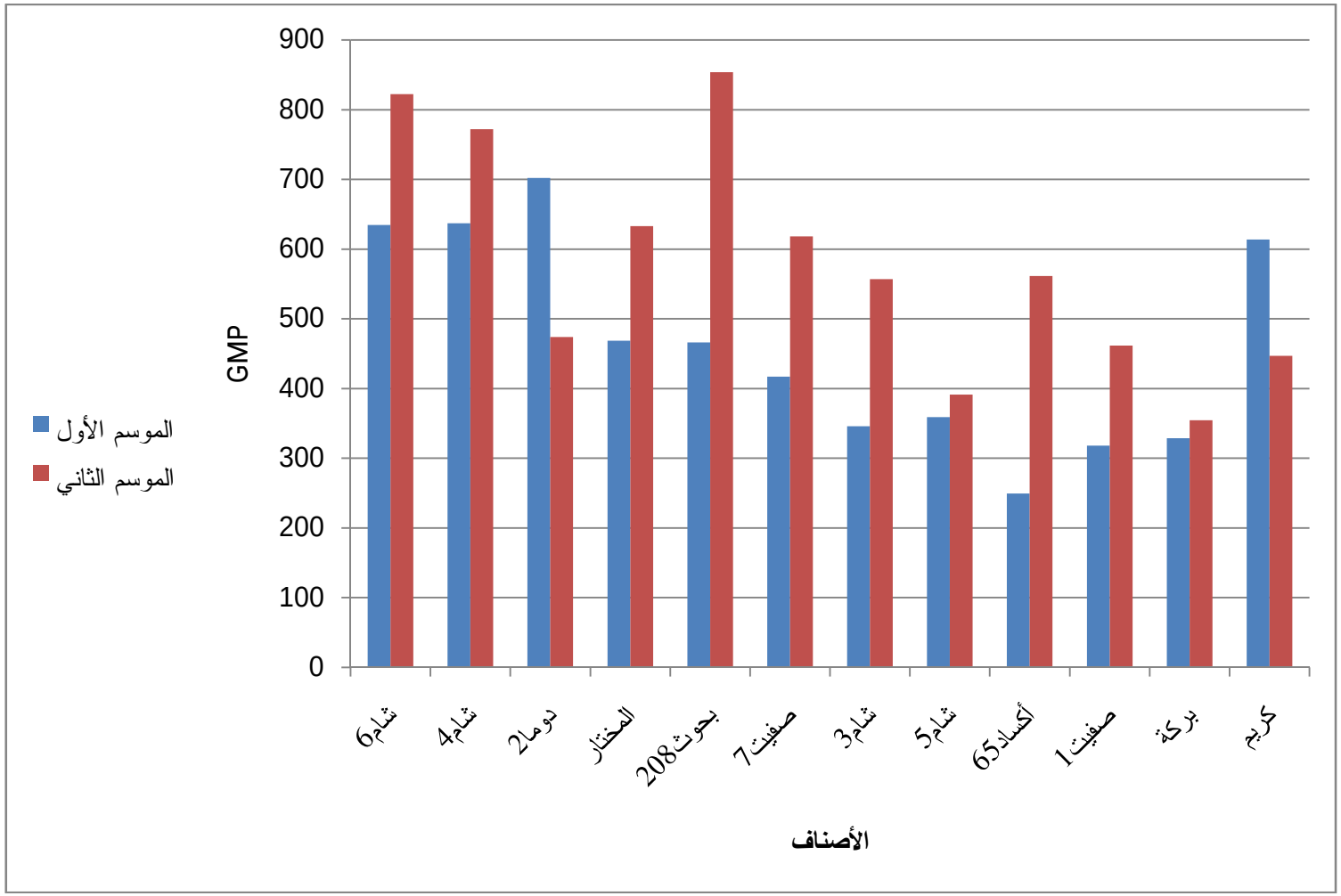
بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة قيم الإنتاج الهندسي بين المواسم والأصناف والتفاعل المتبادل بينهما. ويُلاحظ أنّ متوسط قيم الإنتاج الهندسي كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني(578.89)، بالمقارنة مع الموسم الأول(461.4) (الجدول، 27 ؛ الشكل، 45). وكانت متوسط قيم الإنتاج الهندسي الأعلى معنوياً لدى أصناف القمح الطري شام$_6$، وشام$_4$، وبحوث$_{208}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها (728.4، 704.7، 660.0 على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف بركة، وشام$_5$، وصفيت$_1$، وأكساد$_{65}$ (341.7، 375.2، 389.9، 405.5 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل المواسم مع الأصناف أنّ متوسط قيم الإنتاج الهندسي كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الثاني، لدى أصناف القمح الطري بحوث$_{208}$، وشام$_6$، وشام$_4$(853.9، 822.3، 772.1 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، لدى صنف القمح القاسي أكساد$_{65}$ (249.5)، تلاه وبدون فروقات معنوية صنف القمح الطري صفيت$_1$ (318.1) (الجدول، 27 ؛ الشكل، 45)، تلاه وبدون فروقات معنوية صنفي القمح القاسي بركة، وشام$_3$ (328.9، 346.1 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما.

تُشير هذه النتائج إلى فعّالية جميع تلك المعايير في تمييز الأصناف المتحملة للجفاف وذات الكفاءة الإنتاجية العالية، ولكن كان دليل تحمل الجفاف أكثرها دقةً، حيث أشار إلى الأصناف ذات الكفاءة الإنتاجية العالية في البيئات المجهدة مائياً، وتتسم أيضاً هذه الأصناف بكفاءتها الإنتاجية العالية أيضاً تحت ظروف الري والتسميد، حيث بيّنت نتائج الدراسة أنّ متوسط الغلة الحبية تحت ظروف الزراعة المروية كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح الطري شام$_6$ (1001 غ . م$^{-2}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الأصناف شام$_4$، وبحوث$_{208}$، ودوما$_2$ وبدون فروقات معنوية بين الأخيرة (842.4، 836.7، 810.9 غ . م$^{-2}$ على التوالي) (الجدول، 27 ؛ الشكل، 45). وتسمى هذه المجموعة من الأصناف بالمجموعة (A)، وهي الأصناف ذات المرونة التكيفية العالية، التي عادةً ما يسعى المربون لتطويرها، لأنّها تجود تحت ظروف الزراعتين المروية والبعلية.

**الجدول رقم (27): متوسط المعيار الهندسي لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم / الأصناف | الموسم الزراعي 2009/2008 | الموسم الزراعي 2010/2009 | المتوسط |
|---|---|---|---|
| شام6 | 634.58 | 822.26 | 728.42 |
| شام4 | 637.24 | 772.11 | 704.675 |
| دوما2 | 702.18 | 474.06 | 588.12 |
| المختار | 468.66 | 632.80 | 550.73 |
| بحوث208 | 466.05 | 853.89 | 659.97 |
| صفيت7 | 417.26 | 618.06 | 517.66 |
| شام3 | 346.12 | 556.97 | 451.545 |
| شام5 | 359.22 | 391.17 | 375.195 |
| أكساد65 | 249.45 | 561.52 | 405.485 |
| صفيت1 | 318.14 | 461.65 | 389.895 |
| بركة | 328.89 | 354.44 | 341.665 |
| كريم | 613.86 | 446.97 | 530.415 |
| المتوسط | 461.80 | 578.82 | 520.31 |

| | المواسم(A) | الأصناف(B) | AB |
|---|---|---|---|
| $LSD_{(0.05)}$ | 109.0 | 85.52 | 120.9 |
| C.V( %) | 14.13 | | |




**الشكل رقم (45): متوسط معيار الإنتاج الهندسي لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

## التجربة الثانية: تقييم المقدرة على استعادة النمو كدليل انتخاب حيوي

### أولاً- الصفات الشكلية والفسيولوجية

### 1-1- متوسط ارتفاع النبات(سم):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة ارتفاع النبات بين المواسم الزراعية والمعاملات (شاهد مروي، ومعاملة الإجهاد للنباتات بإيقاف الري مدة محددة لتقييم مقدرة أصناف القمح على استعادة النمو)، والأصناف المدروسة والتفاعلات بين هذه المتغيرات الثلاثة.

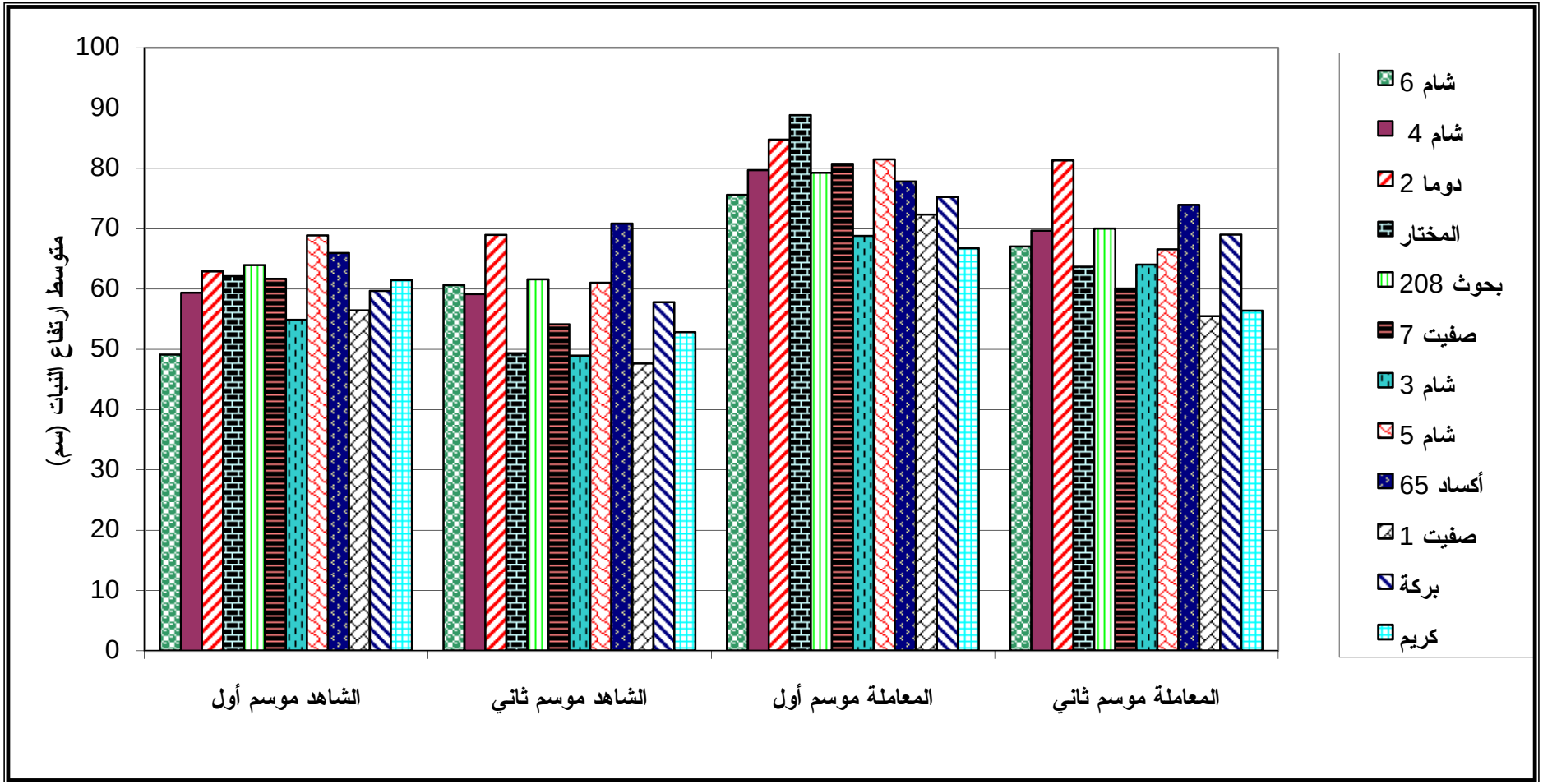
يُلاحظ أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول(2009)(69.07 سم)، بالمقارنة مع الموسم الثاني(2010)(62.09 سم). وكان متوسط ارتفاع نباتات الأصناف المدروسة الأعلى معنوياً تحت ظروف تجربة المعاملة(72.03 سم)، بالمقارنة مع الشاهد المروي (59.19 سم) (الجدول، 28 ؛ الشكل، 46). ويلاحظ أنّ ارتفاع النباتات لدى تجربة المعاملة قد زاد بمقدار 17.89% بالمقارنة مع نباتات الشاهد المروي. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل مواسم الزراعة مع المعاملات أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً لدى النباتات المزروعة خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني، تحت ظروف تجربة المعاملة وبفروقاتٍ معنوية بينهما(77.62، 66.43 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني، تحت ظروف تجربة الشاهد وبدون فروقات معنوية بينهما(57.74، 60.53 سم على التوالي)(الجدول، 28 ؛ الشكل، 46). وكان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً لدى الأصناف دوما$_2$، وأكساد$_{65}$، وشام$_5$، وبحوث$_{208}$ على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينها(74.50، 72.14، 69.50، 68.71 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى أصناف القمح صفيت$_1$، وشام$_3$، وكريم وبدون فروقات معنوية بينها(57.97، 59.16، 59.35 سم على التوالي). ويُلاحظ أيضاً وجود فروقات معنوية في تفاعل المواسم مع الأصناف، حيث كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً لدى الصنفين المختار وشام$_5$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما(75.49، 75.19 سم على التوالي) خلال الموسم الزراعي الأول، تلاه صنف القمح الطري دوما$_2$(75.16 سم) وبدون فروقات معنوية بينها خلال الموسم الثاني، في حين لوحظ أدنى ارتفاع للنبات خلال الموسم الأول، لدى الأصناف صفيت$_1$، وكريم، وشام$_3$، والمختار، وصفيت$_7$ وبدون فروقات معنوية بينها(51.54 ، 54.60 ، 56.48 ،56.51 ،57.08 سم على التوالي) (الجدول، 28 ؛ الشكل، 46). ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل المعاملات مع الأصناف أنّ

متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً تحت ظروف تجربة المعاملة لدى صنف القمح الطري دوما$_2$ (83.06 سم)، تلاه وبدون فروقات معنوية الأصناف المختار، وأكساد$_{65}$، وشام$_4$، وبحوث$_{208}$ (76.25، 75.89 ، 74.68، 74.64 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف تجربة الشاهد لدى الأصناف شام$_3$، وصفيت$_1$، وكريم، والمختار (51.90، 52.03، 54.87، 55.72 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل جميع المتغيرات مع بعضها البعض أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف تجربة المعاملة، لدى الأصناف المختار، ودوما$_2$، وشام$_5$، وصفيت$_7$، وشام$_4$، وبحوث$_{208}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(88.83، 84.78، 81.50، 80.75، 79.70، 79.28 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة الشاهد، لدى صنفي القمح صفيت$_1$، وشام$_3$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما(47.62، 48.92 سم على التوالي)، تلاهما وبدون فروقات معنوية صنف القمح الطري شام$_6$ المزروعة خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف تجربة الشاهد(49.11 سم)، تلاه وبدون فروقات معنوية الأصناف المختار، وكريم، وصفيت$_7$ المزروعة خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة الشاهد وبدون فروقات معنوية بينها(49.34، 52.80، 54.12 سم على التوالي) (الجدول، 28 ؛ الشكل، 46).

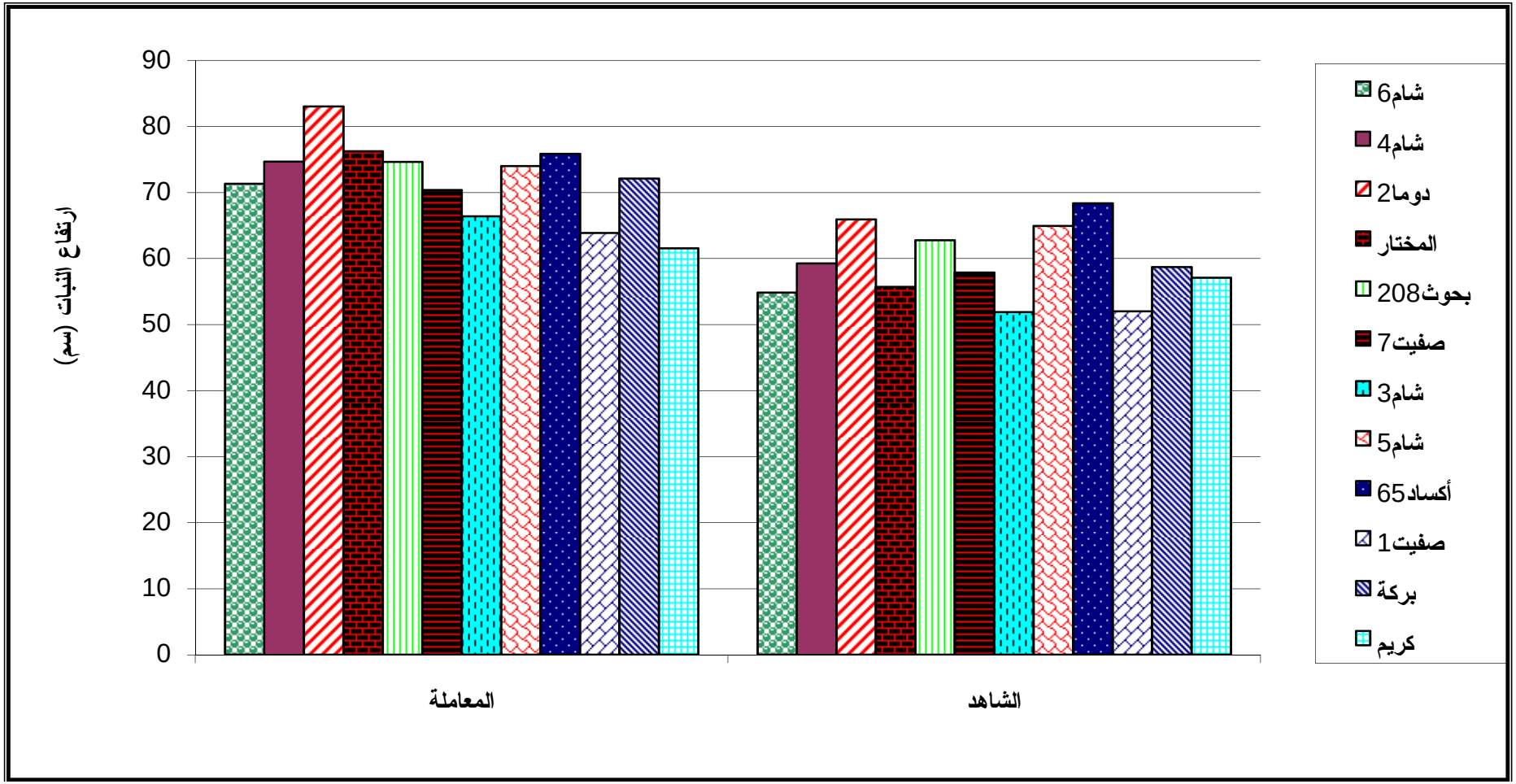
**الجدول رقم (28): متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 209/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة |
| شام6 | 49.11 | 75.61 | 62.36 | 60.63 | 67.06 | 63.84 | 54.87 | 71.33 |
| شام4 | 59.38 | 79.70 | 69.54 | 59.17 | 69.66 | 64.41 | 59.27 | 74.68 |
| دوما2 | 62.88 | 84.77 | 73.82 | 68.98 | 81.33 | 75.15 | 65.93 | 83.05 |
| المختار | 62.10 | 88.83 | 75.46 | 49.33 | 63.67 | 56.5 | 55.71 | 76.25 |
| بحوث208 | 63.94 | 79.27 | 71.60 | 61.61 | 70.00 | 65.80 | 62.77 | 74.63 |
| صفيت7 | 61.66 | 80.75 | 71.20 | 54.12 | 60.04 | 57.08 | 57.89 | 70.395 |
| شام3 | 54.88 | 68.77 | 61.82 | 48.92 | 64.04 | 56.48 | 51.9 | 66.40 |
| شام5 | 68.88 | 81.50 | 75.19 | 61.02 | 66.56 | 63.79 | 64.95 | 74.03 |
| أكساد65 | 65.94 | 77.83 | 71.88 | 70.85 | 73.94 | 72.39 | 68.39 | 75.88 |
| صفيت1 | 56.44 | 72.33 | 64.38 | 47.62 | 55.46 | 51.54 | 52.03 | 63.89 |
| بركة | 59.69 | 75.25 | 67.47 | 57.78 | 69.01 | 63.39 | 58.73 | 72.13 |
| كريم | 61.44 | 66.75 | 64.09 | 52.80 | 56.40 | 54.6 | 57.12 | 61.57 |
| المتوسط | 60.53 | 77.62 | 69.07 | 57.74 | 66.43 | 62.09 | 59.19 | 72.03 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5.614 | 2.711 | 3.834 | 4.388 | 6.206 | 6.206 | 8.776 |
| C.V(%) | 8.25 | | | | | | |




**الشكل رقم (46): متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (47): متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 1-2- الوزن الرطب للنبات(غ) Plant fresh weight:

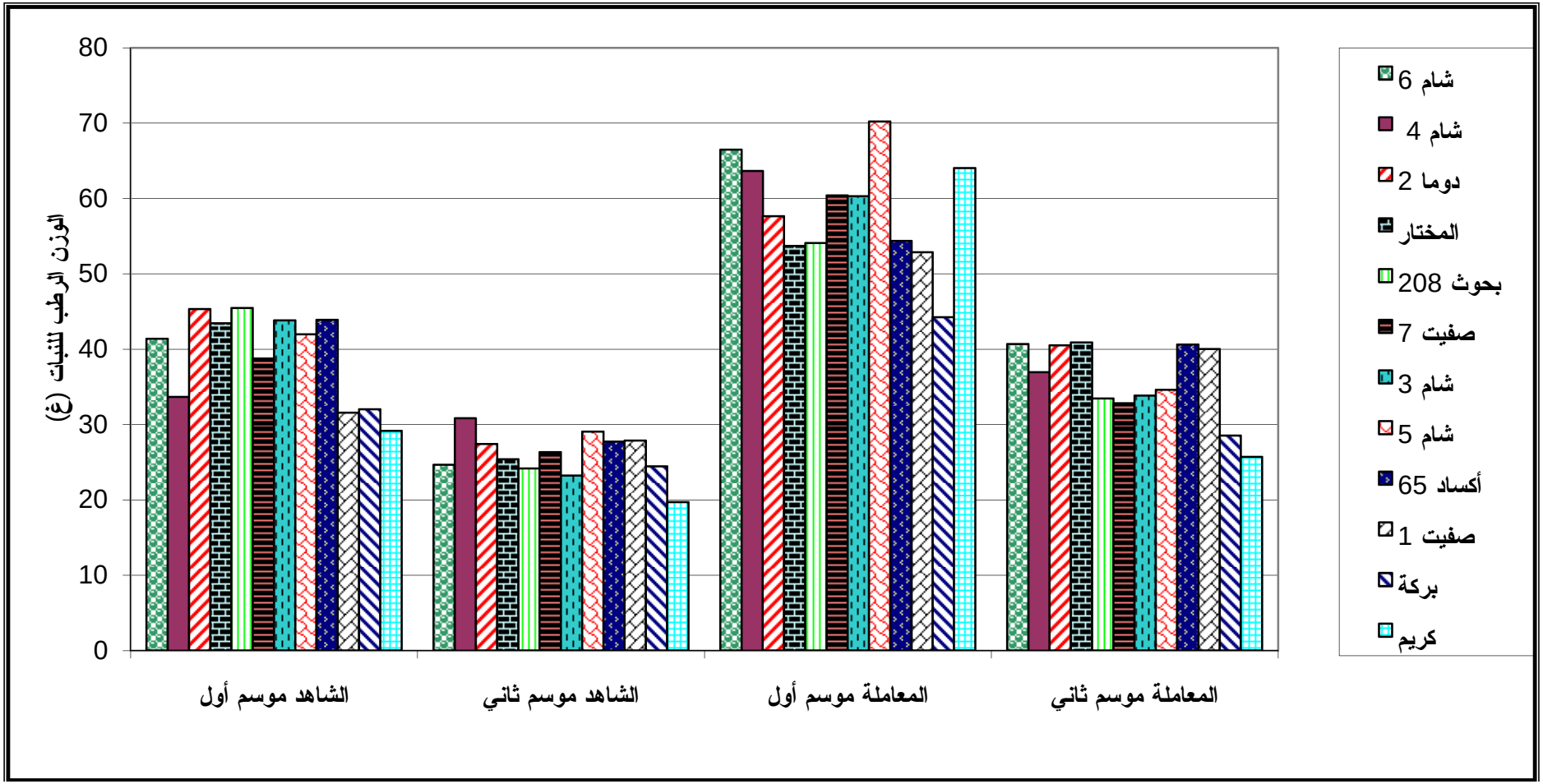
تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة الوزن الرطب للنبات بين المواسم الزراعية والمعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها. ويُلاحظ أنّ متوسط صفة الوزن الرطب للنبات كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول(48.86 غ) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني(30.82 غ). ويُلاحظ كذلك أنّ متوسط الوزن الرطب للنبات كان الأعلى معنوياً تحت ظروف تجربة المعاملة (47.11) بالمقارنة مع تجربة الشاهد(32.56 غ) (الجدول، 29 ؛ الشكل، 48). ويُلاحظ أنّ متوسط الوزن الرطب للنبات قد زاد بمقدار30.88% لدى النباتات المزروعة تحت ظروف تجربة المعاملة بالمقارنة مع تجربة الشاهد. ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل مواسم الزراعة مع المعاملات أنّ متوسط الوزن الرطب للنبات كان الأعلى معنوياً لدى نباتات أصناف القمح المزروعة خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف تجربة المعاملة (58.50 غ)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية نباتات الأصناف المزروعة خلال الموسم الأول، تحت ظروف تجربة الشاهد(39.21 غ)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية نباتات الأصناف المزروعة خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة المعاملة (35.73 غ)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الأصناف المزروعة خلال الموسم الثاني، تحت ظروف تجربة الشاهد(25.91 غ) (الجدول، 29 ؛ الشكل، 48). وكان متوسط الوزن الرطب للنبات الأعلى معنوياً لدى الأصناف شام$_5$، وشام$_6$، ودوما$_2$، وأكساد$_{65}$، وشام$_4$ (43.97، 43.31، 42.72، 41.65، 41.29 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف بركة، وكريم، وصفيت$_1$، وبحوث$_{208}$ (32.31، 34.66، 38.09، 39.31 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. وبالنسبة لتفاعل المواسم الزراعية مع الأصناف، كان متوسط وزن النبات الرطب الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، لدى الأصناف شام$_5$، وشام$_6$, وشام$_3$، ودوما$_2$، وبحوث$_{208}$، وصفيت$_7$ وبفروقاتٍ معنوية بينها (56.10، 53.94، 52.07، 51.48، 49.79، 49.59 غ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى الأصناف شام$_4$، وصفيت$_1$، ودوما$_2$، وأكساد$_{65}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(33.92، 33.96، 33.97، 34.18 غ على التوالي). ويلاحظ بالنسبة لتفاعل المعاملات مع الأصناف أنّ صفة الوزن الرطب للنبات كانت الأعلى معنوياً تحت ظروف تجربة المعاملة، لدى الأصناف شام$_6$، وشام$_5$، وشام$_4$ (53.58، 52.42، 50.31 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف تجربة الشاهد، لدى صنفي القمح القاسي كريم، وبركة وبدون فروقات معنوية بينهما (24.44، 28.24 على التوالي)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية

الأصناف صفيت$_1$، وشام$_4$، وصفيت$_7$، وشام$_6$، وشام$_3$ (29.74، 32.27، 32.54، 33.03، 33.52 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل جميع المتغيرات بعضها ببعض أنّ متوسط الوزن الرطب للنبات كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف تجربة المعاملة، لدى الأصناف شام$_5$، وشام$_6$، وكريم، وشام$_4$ (70.23، 66.48، 64.03، 63.66 غ على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة الشاهد، لدى الأصناف كريم، وشام$_3$، وبحوث$_{208}$، وبركة، وشام$_6$، والمختار (19.71، 23.23، 24.19، 24.44، 24.67، 25.42 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها(الجدول، 29 ؛ الشكل، 48).

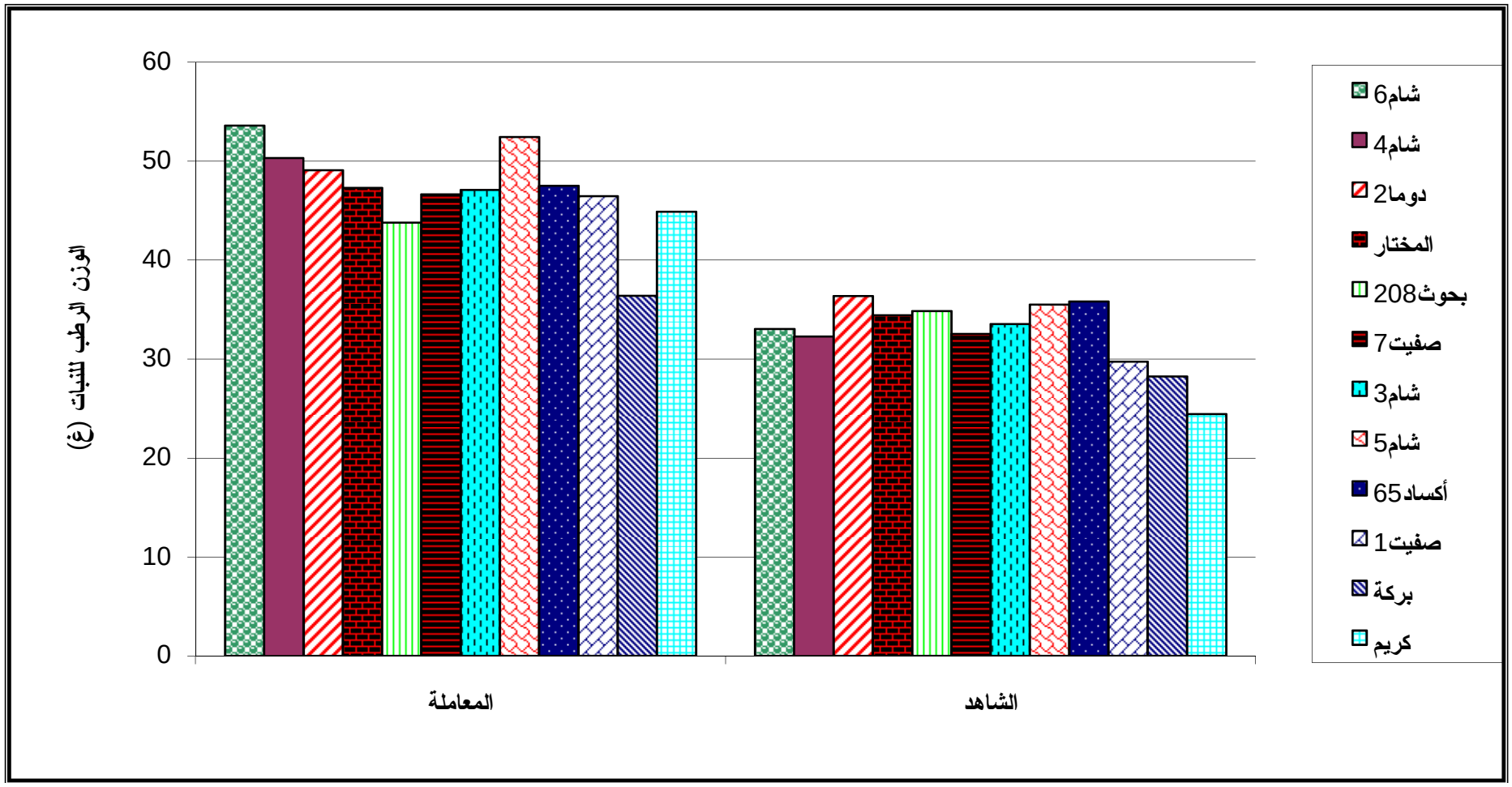
**الجدول رقم (29): متوسط الوزن الرطب للنبات (غ) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 209/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة |
| شام$_6$ | 41.39 | 66.47 | 53.93 | 24.66 | 40.69 | 32.67 | 33.02 | 53.58 |
| شام$_4$ | 33.68 | 63.65 | 48.66 | 30.86 | 36.97 | 33.91 | 32.27 | 50.31 |
| دوما$_2$ | 45.32 | 57.64 | 51.48 | 27.41 | 40.51 | 33.96 | 36.36 | 49.07 |
| المختار | 43.44 | 53.69 | 48.56 | 25.41 | 40.90 | 33.15 | 34.42 | 47.29 |
| بحوث$_{208}$ | 45.48 | 54.09 | 49.78 | 24.19 | 33.46 | 28.82 | 34.83 | 43.77 |
| صفيت$_7$ | 38.75 | 60.42 | 49.58 | 26.33 | 32.84 | 29.58 | 32.54 | 46.63 |
| شام$_3$ | 43.82 | 60.31 | 52.06 | 23.22 | 33.83 | 28.52 | 33.52 | 47.07 |
| شام$_5$ | 41.96 | 70.22 | 56.09 | 29.05 | 34.61 | 31.83 | 35.50 | 52.41 |
| أكساد$_{65}$ | 43.89 | 54.35 | 49.12 | 27.74 | 40.62 | 34.18 | 35.81 | 47.48 |
| صفيت$_1$ | 31.57 | 52.85 | 42.21 | 27.89 | 40.02 | 33.95 | 29.73 | 46.43 |
| بركة | 32.04 | 44.23 | 38.13 | 24.44 | 28.53 | 26.48 | 28.24 | 36.38 |
| كريم | 29.17 | 64.03 | 46.6 | 19.71 | 25.71 | 22.71 | 24.44 | 44.87 |
| المتوسط | 39.21 | 58.50 | 48.86 | 25.91 | 35.73 | 30.82 | 32.56 | 47.11 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3.588 | 1.270 | 1.796 | 2.963 | 1.919 | 1.919 | 2.713 |
| C.V(%) | 9.17 | | | | | | |




**الشكل رقم (48): متوسط الوزن الرطب للنبات (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (49): متوسط الوزن الرطب للنبات (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 1-3- الوزن الجاف للنبات(غ) Plant dry weight:

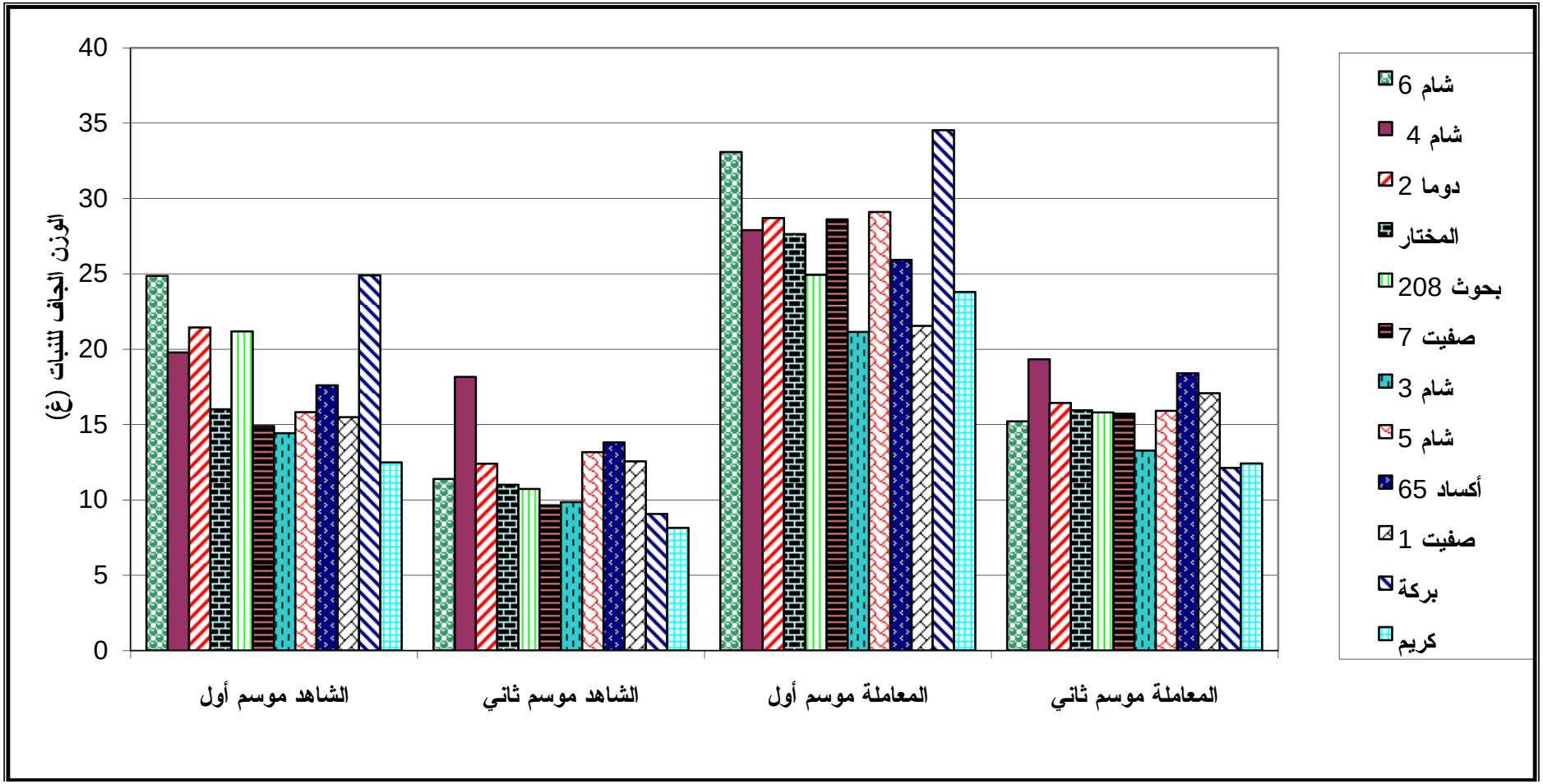
تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة الوزن الجاف للنبات بين المواسم الزراعية والمعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها. يُلاحظ أنّ متوسط الوزن الجاف للنبات كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول (22.75 غ)، بالمقارنة مع نباتات الأصناف المزروعة خلال الموسم الثاني(13.65 غ). وكان متوسط صفة الوزن الجاف للنبات الأعلى معنوياً تحت ظروف تجربة المعاملة (21.44 غ)، بالمقارنة مع نباتات الأصناف المزروعة تحت ظروف تجربة الشاهد(14.96 غ) (الجدول، 30 ؛ الشكل، 50). ويلاحظ أنّ مقدار الزيادة في الوزن الجاف للنبات في تجربة المعاملة كان بنحو 30.22% بالمقارنة مع تجربة الشاهد. ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل المواسم مع المعاملات أنّ متوسط صفة الوزن الجاف للنبات كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة في تجربة المعاملة وتجربة الشاهد المروي على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينهما (27.25، 18.25 غ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة في تجربة الشاهد المروي وتجربة المعاملة على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينهما (11.66، 15.64 غ على التوالي) (الجدول، 30 ؛ الشكل، 50). وكان متوسط وزن النبات الجاف الأعلى معنوياً لدى الأصناف شام$_4$، وشام$_6$، وبركة، ودوما$_2$ (21.30، 21.14، 20.16، 19.75 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف كريم، وشام$_3$، وصفيت$_1$، وصفيت$_7$ (14.22، 14.68، 16.67، 17.22 غ على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينها(الجدول، 30 ؛ الشكل، 50). ويلاحظ بالنسبة لتفاعل المواسم الزراعية مع الأصناف أنّ متوسط الوزن الجاف للنبات كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، لدى الأصناف بركة، وشام$_6$، ودوما$_2$، وشام$_4$، وبحوث$_{208}$ (29.72، 28.98، 25.08، 23.85، 23.07 غ على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى الأصناف كريم، وبركة، وشام$_3$ (10.29، 10.60 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. وكان متوسط الوزن الجاف للنبات الأعلى معنوياً تحت ظروف تجربة المعاملة، لدى الأصناف شام$_6$، وشام$_4$، وبركة، ودوما$_2$، وشام$_5$، وصفيت$_7$، وأكساد$_{65}$، والمختار (24.15، 23.62، 23.33، 22.58، 22.51، 22.17، 22.17، 21.79 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة في تجربة الشاهد، لدى الأصناف كريم، وشام$_3$، وصفيت$_7$، والمختار، وصفيت$_1$، وشام$_5$ وبفروقاتٍ معنوية بينها(10.33، 12.15، 12.27، 13.51، 14.02، 14.50 غ على التوالي).

ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط الوزن الجاف للنبات كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف تجربة المعاملة، لدى صنفي القمح بركة وشام6 على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما (34.54، 33.08 غ على التوالي)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية الأصناف شام5، ودوما2، وصفيت7، وشام4، والمختار، وأكساد65 على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(29.12، 28.71، 28.63، 27.90، 27.63، 25.92 غ على التوالي) وذلك خلال الموسم الزراعي نفسه، تحت ظروف تجربة المعاملة، في حين كان متوسط الوزن الجاف للنبات الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة الشاهد، لدى الأصناف كريم، وبركة، وصفيت7، وشام3 (8.15، 9.07، 9.64، 9.85 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها(الجدول، 30 ؛ الشكل، 50). ويمكن أن يعزى تفوق النباتات المجهدة مائياً على النباتات الشاهد في متوسط ارتفاع النبات، والوزن الرطب، والوزن الجاف للنبات في نهاية فترة استعادة النمو، رغم تعرضها للإجهاد المائي مدة 25 يوماً (منتصف شهر آذار/مارس ولغاية العاشر من شهر نيسان/أبريل)، وخاصةً لدى الأصناف ذات الكفاءة الإنتاجية العالية (شام6، وشام4، ودوما2، وبحوث208 والمختار، وغيرها)، إلى كفاءتها العالية في استعادة النمو بعد زوال العامل البيئي المحدد للنمو (الجفاف)، نتيجة تفوق تلك الأصناف في كمية الذائبات العضوية المصنّعة (البرولين) استجابةً لظروف الجفاف، حيث يمكن أن تُستعمل تلك الذائبات كمصدرٍ مهمٍ للطاقة لزيادة معدل انقسام الخلايا النباتية واستطالتها بعد ري النباتات بكمياتٍ كافية من المياه. ويؤكد ذلك تفوق محتوى الأوراق من البرولين لدى الأصناف التي اتسمت بمقدرة أكبر على استعادة النمو، مثل الأصناف شام6، وشام4، وبحوث208 بالمقارنة مع باقي الطرز الوراثية، الأمر الذي زاد من وتيرة النمو خلال فترة استعادة النمو بالمقارنة مع الشاهد المروي، ولكن يمكن أن يؤثر تعرض النباتات لنقص المياه خلال مرحلة النمو الخضري سلباً في حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي من خلال تقليل عدد الأوراق المتشكلة ومساحتها، بالإضافة إلى تقصير طول مرحلة النمو الخضري. عموماً، تُعد صفة المقدرة على استعادة النمو من الصفات الفسيولوجية المهمة فقط في الأصناف المتأخرة في النضج، بحيث يكون لدى النباتات الوقت الكافي لتعويض التراجع الحاصل في النمو خلال فترة الإجهاد. ولكن قد لا يُعبر هذا المؤشر الحيوي عن كفاءة الأصناف الإنتاجية، وخاصةً إذا أدّى الجفاف إلى تقصير أطوال المراحل الفينولوجية المختلفة (مرحلة النمو الخضري، ومرحلة النمو الثمري)، ما يؤدي إلى عدم توافق مراحل النمو مع العوامل البيئية السائدة خلال كل مرحلة، الأمر الذي قد يؤثر سلباً في كفاءة الأصناف الإنتاجية Production capacity.

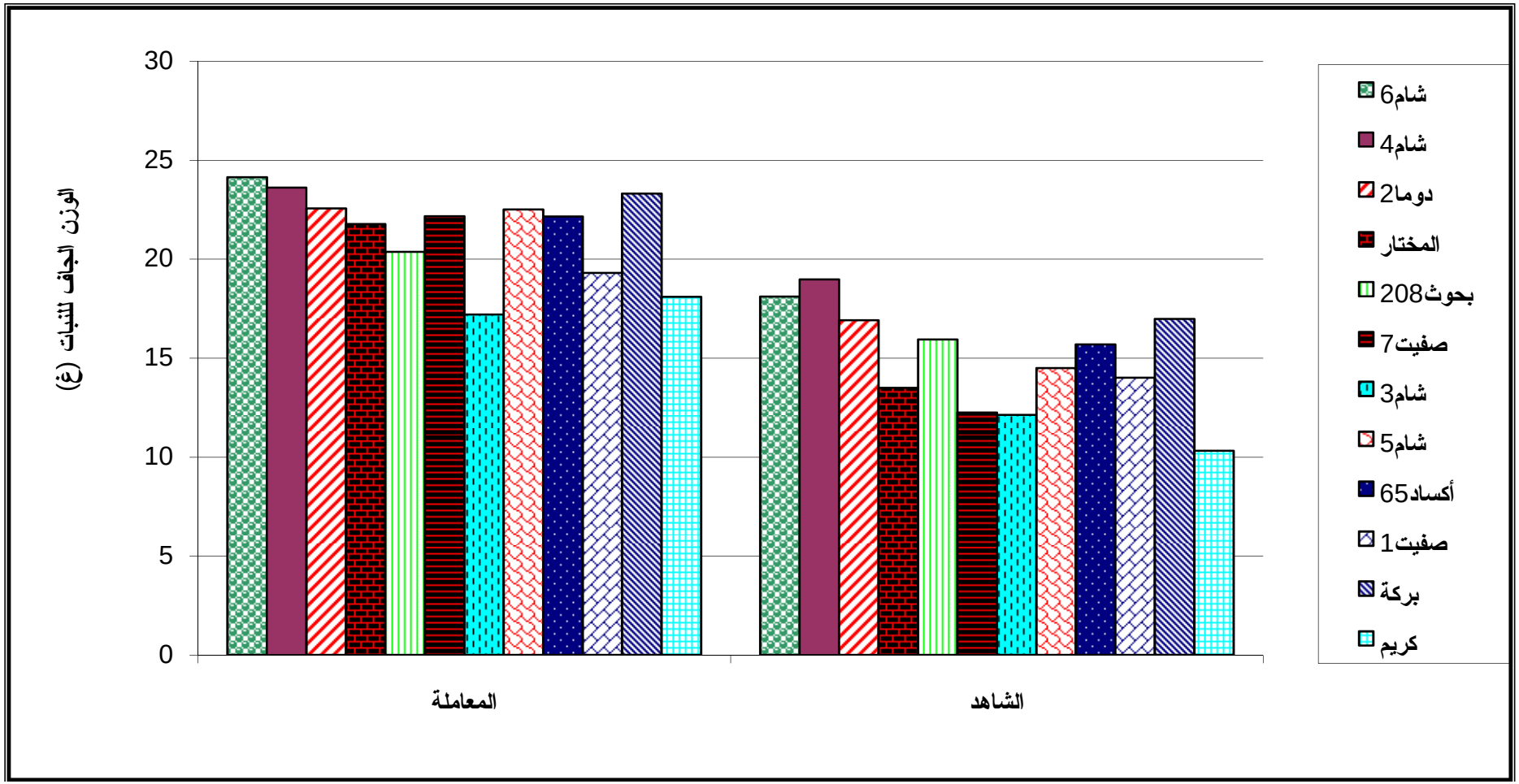
**الجدول رقم (30): متوسط الوزن الجاف للنبات (غ) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة |
| شام6 | 24.86 | 33.08 | 28.97 | 11.39 | 15.21 | 13.3 | 18.12 | 24.14 |
| شام4 | 19.79 | 27.90 | 23.84 | 18.17 | 19.34 | 18.75 | 18.98 | 23.62 |
| دوما2 | 21.44 | 28.71 | 25.07 | 12.41 | 16.44 | 14.42 | 16.92 | 22.57 |
| المختار | 16.01 | 27.63 | 21.82 | 11.00 | 15.94 | 13.47 | 13.50 | 21.78 |
| بحوث208 | 21.18 | 24.94 | 23.06 | 10.73 | 15.80 | 13.26 | 15.95 | 20.37 |
| صفيت7 | 14.89 | 28.62 | 21.75 | 9.64 | 15.72 | 12.68 | 12.26 | 22.17 |
| شام3 | 14.43 | 21.15 | 17.79 | 9.85 | 13.27 | 11.56 | 12.14 | 17.21 |
| شام5 | 15.83 | 29.11 | 22.47 | 13.17 | 15.91 | 14.54 | 14.5 | 22.51 |
| أكساد65 | 17.60 | 25.92 | 21.76 | 13.81 | 18.41 | 16.11 | 15.70 | 22.16 |
| صفيت1 | 15.49 | 21.55 | 18.52 | 12.55 | 17.08 | 14.81 | 14.02 | 19.31 |
| بركة | 24.89 | 34.53 | 29.71 | 9.07 | 12.12 | 10.59 | 16.98 | 23.32 |
| كريم | 12.49 | 23.79 | 18.14 | 8.15 | 12.42 | 10.28 | 10.32 | 18.10 |
| المتوسط | 18.25 | 27.25 | 22.75 | 11.66 | 15.64 | 13.65 | 14.96 | 21.44 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.5518 | 1.027 | 1.453 | 1.721 | 2.434 | 2.434 | 3.442 |
| C.V(%) | 11.66 | | | | | | |




**الشكل رقم (50): متوسط الوزن الجاف للنبات (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (51): متوسط الوزن الجاف للنبات (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

**ثانياً- الصفات المرتبطة بالغلة الحبية**

**2-1- متوسط عدد الحبوب في المتر المربع(حبة . م$^{-2}$):**

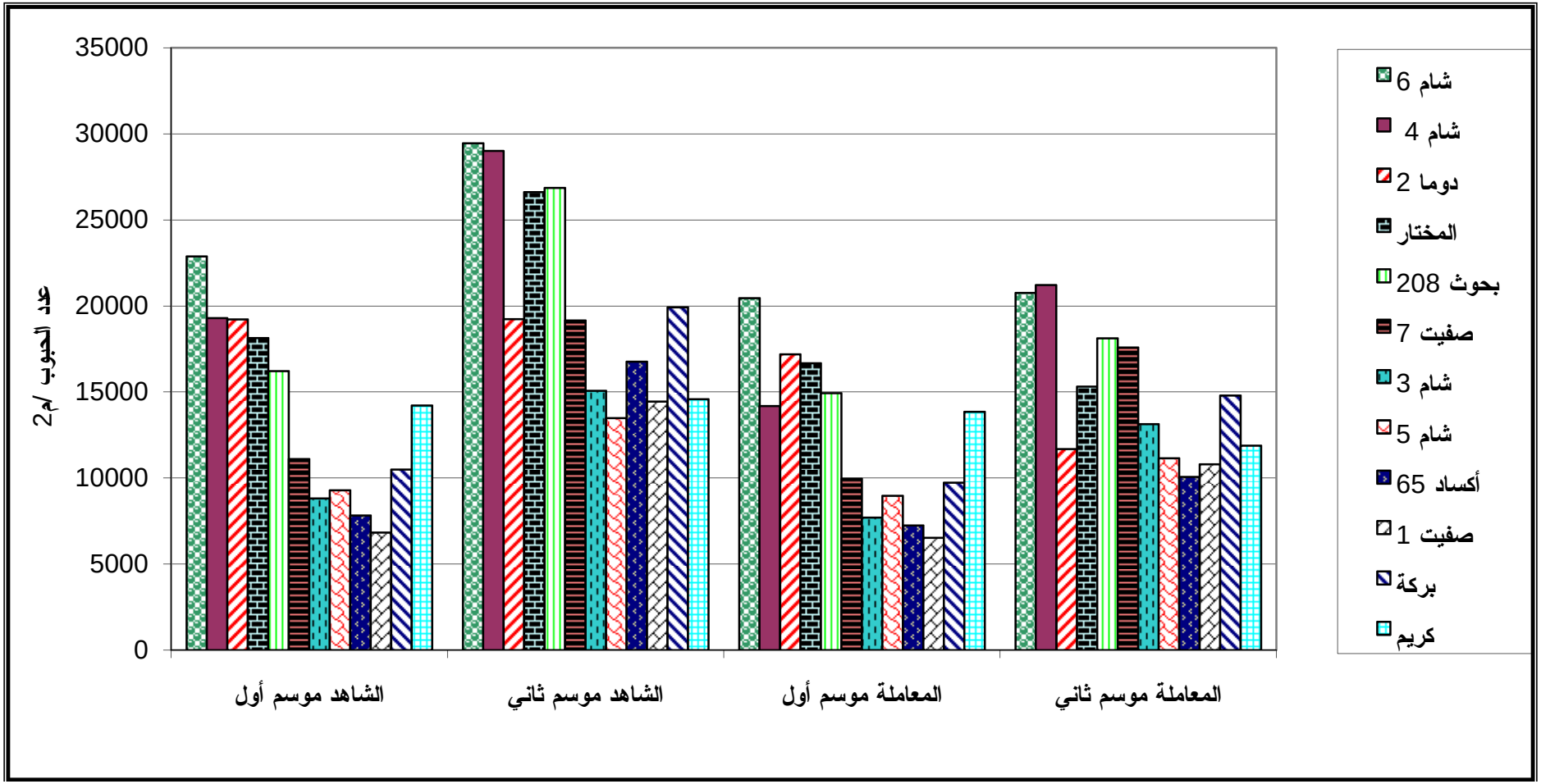
بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة متوسط عدد الحبوب في المتر المربع بين المعاملات والأصناف والتفاعلات المتبادلة بينها، في حين لم تبد نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية بين المواسم الزراعية. ويُلاحظ أنّ متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة كان الأعلى معنوياً تحت ظروف تجربة الشاهد (17040 حبة . م$^{-2}$)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف تجربة المعاملة (13500 حبة . م$^{-2}$) (الجدول، 31 ؛ الشكل، 52). ويتبين من خلال النتائج أنّ ظروف الزراعة في تجربة المعاملة (الإجهاد) قد سببت انخفاضاً في متوسط عدد الحبوب في المتر المربع مقداره 20.77% بالمقارنة مع ظروف الزراعة في تجربة الشاهد. ويعزى ذلك إلى دور الماء في زيادة دليل المساحة الورقية، ومحتوى الماء النسبي في الأوراق، الأمر الذي يُسهم في زيادة كمية الطاقة الضوئية الممتصة، ومن ثمّ كفاءة النبات التمثيلية، نتيجة استمرار انفتاح المسامات، واستمرار انتثار غاز الفحم إلى داخل الأوراق، بالإضافة إلى أهمية توافر المياه بكمياتٍ كافية (الشاهد) في المحافظة على أطوال مراحل النمو المختلفة وحدوثها خلال الفترات التي تضمن تأمين الاحتياجات البيئية المثلى لكل مرحلة من مراحل النمو، ما يؤدي إلى سير جميع العمليات الأيضية، والفسيولوجية، والحيوية في النبات بالشكل الأمثل، وخاصةً عمليتي التمثيل الضوئي والتنفس. ويمكن أن يؤدي تعرض النباتات للإجهاد المائي إلى تقليل كمية نواتج التمثيل الضوئي المتاحة لتحول الإشطاءات الخضرية إلى مثمرة (سنابل)، ما يؤثر سلباً في متوسط عدد الحبوب المتشكلة في النبات/وحدة المساحة من الأرض. ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات، أنّ متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني تحت ظروف تجربة الشاهد(20380 حبة . م$^{-2}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الموسم الزراعي الثاني تحت ظروف تجربة المعاملة، وخلال الموسم الأول في تجربة الشاهد وبدون فروقات معنوية بينهما (14710، 13691 حبة . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول في تجربة المعاملة(12280 حبة . م$^{-2}$). وكان متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة الأعلى معنوياً لدى صنف القمح الطري شام$_6$ (23380 حبة . م$^{-2}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية أصناف القمح الطري شام$_4$، والمختار، وبحوث$_{208}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها

(20920، 19180، 19030 حبة . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف صفيت$_1$، وأكساد$_{65}$، وشام$_5$، وشام$_3$ (9653، 10470، 10720، 11180 حبة . م$^{-2}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها(الجدول، 31 ؛ الشكل، 52). ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل المواسم الزراعية مع الأصناف أنّ متوسط عدد الحبوب في المتر المربع كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى أصناف القمح الطري شام$_4$، ووشام$_6$، وبحوث$_{208}$ (25110، 25100 ، 22480 حبة . م$^{-2}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، لدى الأصناف صفيت$_1$، وأكساد$_{65}$، وشام$_3$، وشام$_5$ (6684، 7536، 8260، 9124 حبة . م$^{-2}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل المعاملات مع الأصناف أنّ متوسط عدد الحبوب في المتر المربع كان الأعلى معنوياً تحت ظروف تجربة الشاهد المروي ولدى أصناف القمح الطري شام$_6$، وشام$_4$، والمختار، وبحوث$_{208}$ على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينها(26160، 24150، 22370، 21530 حبة . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى الأصناف أكساد$_{65}$، وصفيت$_1$، وشام$_3$ (8656، 8664، 10060، 10410 حبة . م$^{-2}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها (الجدول، 31 ؛ الشكل، 52). وبالنسبة لتفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض، كان متوسط عدد الحبوب في المتر المربع الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة الشاهد المروي، لدى أصناف القمح الطري شام$_6$، وشام$_4$، وبحوث$_{208}$، والمختار على التوالي(29450، 29000، 26850، 26610 حبة . م$^{-2}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف تجربة المعاملة، لدى صنف القمح الطري صفيت$_1$ (6531 حبة . م$^{-2}$)، تلاه وبدون فروقات معنوية الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف تجربة الشاهد، لدى الصنف صفيت$_1$ (6836 حبة . م$^{-2}$)، تلاه وبدون فروقات معنوية الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف تجربة المعاملة ولدى صنفي القمح القاسي أكساد$_{65}$، وشام$_3$ وبدون فروقات معنوية بينهما (7250، 7699 حبة . م$^{-2}$ على التوالي) (الجدول، 31 ؛ الشكل، 52).

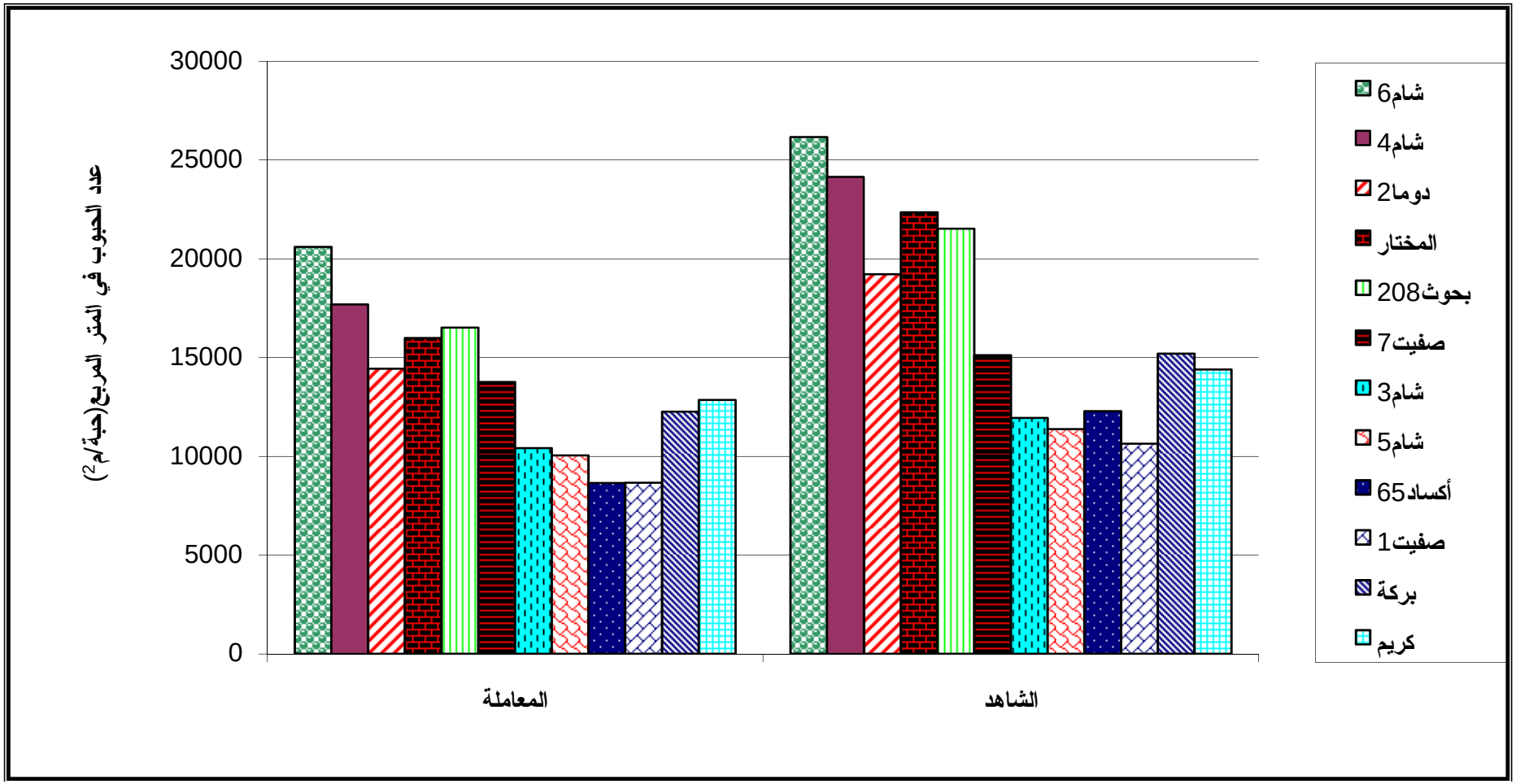
**الجدول رقم (31): متوسط عدد الحبوب في المتر المربع لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة |
| شام6 | 22878 | 20456 | 21667 | 29450 | 20751 | 25100 | 26160 | 20604 |
| شام4 | 19294 | 14178 | 16736 | 29001 | 21214 | 25110 | 24150 | 17696 |
| دوما2 | 19220 | 17187 | 18203 | 19235 | 11687 | 15461 | 19228 | 14437 |
| المختار | 18125 | 16672 | 17398 | 26610 | 15310 | 20960 | 22370 | 15991 |
| بحوث208 | 16204 | 14935 | 15570 | 26850 | 18121 | 22480 | 21530 | 16528 |
| صفيت7 | 11097 | 9962 | 10529 | 19160 | 17588 | 18374 | 15129 | 13775 |
| شام3 | 8821 | 7699 | 8260 | 15072 | 13130 | 14101 | 11947 | 10410 |
| شام5 | 9283 | 8965 | 9124 | 13481 | 11150 | 12316 | 11382 | 10058 |
| أكساد65 | 7822 | 7250 | 7536 | 16753 | 10062 | 13407 | 12287 | 8656 |
| صفيت1 | 6836 | 6531 | 6684 | 14447 | 10797 | 12622 | 10641 | 8664 |
| بركة | 10497 | 9735 | 10116 | 19911 | 14796 | 17354 | 15204 | 12266 |
| كريم | 14215 | 13840 | 14027 | 14584 | 11877 | 13231 | 14399 | 12859 |
| المتوسط | 13691 | 12280 | 12988 | 20380 | 14710 | 17543 | 17040 | 13500 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | الأصناف(C) | AB | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6115.0 | 841.7 | 2401.0 | 1190.0 | 3395.0 | 3395.0 | 4802.0 |
| C.V(%) | 19.39 | | | | | | |




**الشكل رقم(52): متوسط عدد الحبوب في المتر المربع لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (53): متوسط عدد الحبوب في المتر المربع لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 2-2- متوسط وزن الألف حبة (غ) 1000-Kernel weight:

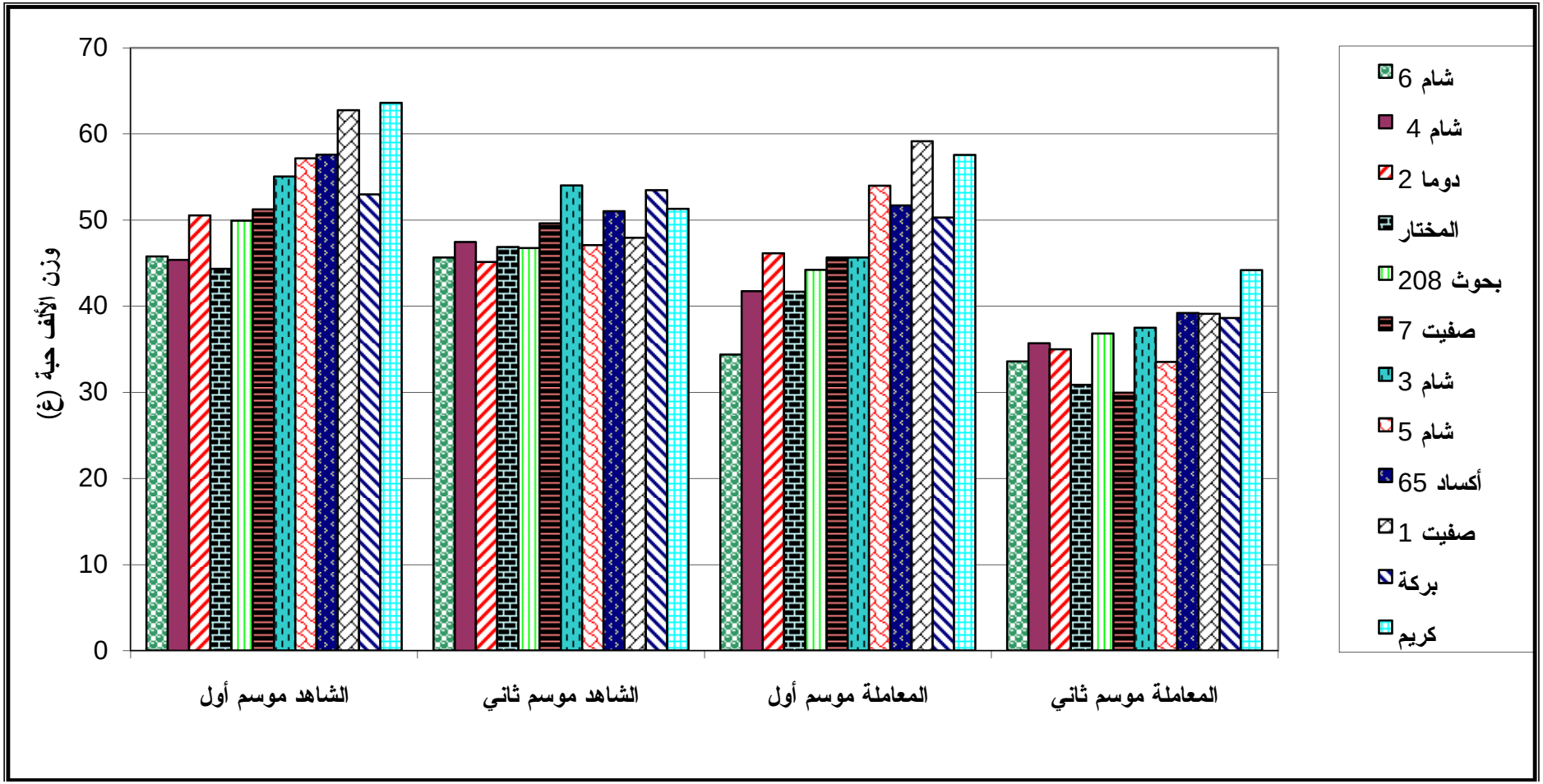
تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط وزن الألف حبة بين المواسم والمعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها. ويلاحظ أنّ متوسط وزن الألف حبة كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول (50.36 غ)، بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني (42.52 غ) (الجدول، 32 ؛ الشكل، 54). وكان متوسط وزن الألف حبة الأعلى معنوياً تحت ظروف تجربة الشاهد(50.95 غ)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف تجربة المعاملة (41.93 غ). ويُلاحظ أنّ مقدار الانخفاض في متوسط وزن الألف حبة تحت ظروف تجربة المعاملة، بالمقارنة مع ظروف تجربة الشاهد كان قرابة 31.34%. ويعزى ذلك إلى تأثير الإجهاد المائي في حجم المصدر، ومن ثمّ كمية المادة الجافة المصنّعة والمتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب Grain filling period، ما يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة الواصلة إلى الحبوب (درجة امتلاء الحبة الواحدة). ويؤثر الإجهاد المائي خلال تلك المرحلة التطورية سلباً في كفاءة تسخير نواتج التمثيل الضوئي بين أجزاء النبات المختلفة، حيث ستضطر النباتات إلى تسخير كمية أكبر من نواتج التمثيل الضوئي لتشكيل مجموع جذري أكبر، لاستخلاص كمية من الماء تُساعد في المحافظة على الحد الأدنى من محتوى الخلايا النباتية المائي اللازم لترطيب البروتوبلاسم والمحافظة على حياة الخلايا النباتية، الأمر الذي يؤثر سلباً في كمية نواتج التمثيل الضوئي المسخّرة لمرحلة النمو الثمري، ما يؤدي إلى تراجع درجة امتلاء الحبوب، ومن ثمّ متوسط وزن الألف حبة. ويؤدي الجفاف المتزامن مع الحرارة المرتفعة خلال مرحلة امتلاء الحبوب نتيجة انحباس الأمطار وارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط، إلى استنفاد محتوى التربة المائي Soil water depletion، الأمر الذي يؤثر سلباً في معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب، لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج التمثيل الضوئي من الأوراق إلى الحبوب، ما يؤدي إلى تراجع متوسط وزن الحبة الواحدة، وزيادة نسبة الحبوب الصغيرة والضامرة. ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات أنّ متوسط وزن الألف كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف تجربة الشاهد(53.03 غ)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة الشاهد، والموسم الزراعي الأول، تحت ظروف تجربة المعاملة (48.86، 47.68 غ على التوالي)، وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة المعاملة (36.18 غ) (الجدول، 32 ؛ الشكل، 54). وكان متوسط وزن الألف حبة الأعلى معنوياً لدى صنفي القمح كريم، وصفيت1 على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما(54.17، 52.24 غ على التوالي)،

تلاهما وبفروقاتٍ معنوية أصناف القمح القاسي أكساد$_{65}$، وبركة، وشام$_3$، وشام$_5$ (49.88، 48.85، 48.06، 47.94 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط وزن الألف حبة الأدنى معنوياً لدى أصناف القمح الطري شام$_6$، والمختار، وشام$_4$، وصفيت$_7$، ودوما$_2$، وبحوث$_{208}$ (39.85، 40.94، 42.58، 44.12، 44.21، 44.42 غ على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينها. ويعزى ذلك إلى ازدياد حدّة المنافسة بين الحبوب الكثيرة المتشكلة لدى تلك الأصناف على نواتج التمثيل الضوئي المتاحة بكمياتٍ محدودة، ما يؤثر سلباً في درجة امتلاء جميع الحبوب المتشكلة، وخاصةً الحبوب الطرفية في السنبلة، والحبوب المتشكلة في الإشطاءات الثانوية، فتزداد نسبة الحبوب الضامرة، ما يؤدي بالنتيجة إلى تراجع متوسط وزن الألف حبة. ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل المواسم الزراعية مع الأصناف أنّ متوسط وزن الألف حبة كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، لدى صنفي القمح صفيت$_1$، وكريم وبدون فروقات معنوية بينها(60.95، 60.60 غ على التوالي)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية الموسم الزراعي الأول، لدى أصناف القمح القاسي شام$_5$، وأكساد$_{65}$، وبركة، وشام$_3$ (55.57، 54.64، 51.65، 50.35 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط وزن الألف حبة الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، لدى صنف القمح القاسي كريم، وأصناف القمح الطري شام$_6$، وصفيت$_7$، ودوما$_2$ (38.88، 39.63، 39.78، 40.07 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. ويُلاحظ أيضا بالنسبة لتفاعل المعاملات مع الأصناف أنّ متوسط وزن الألف حبة كان الأعلى معنوياً تحت ظروف تجربة الشاهد، لدى أصناف القمح كريم، وصفيت$_1$، وشام$_3$، وأكساد$_{65}$، وبركة وبفروقاتٍ معنوية بينها(57.46، 55.35، 54.54، 54.30، 53.23 غ على التوالي)، في حين كان متوسط وزن الألف حبة الأدنى معنوياً تحت ظروف تجربة المعاملة، لدى أصناف القمح الطري شام$_6$، والمختار، وصفيت$_7$، وشام$_4$ (33.98، 36.29، 37.81، 38.73 غ على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينها. ويُلاحظ بالنسبة لتفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط وزن الألف حبة كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف تجربة الشاهد، لدى صنفي القمح كريم، وصفيت$_1$ وبدون فروقات معنوية بينهما(63.62، 62.74 غ على التوالي)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف تجربة المعاملة لدى صنف القمح الطري صفيت$_1$(59.15 غ)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة المعاملة، لدى أصناف القمح صفيت$_1$، والمختار، وشام$_5$، وشام$_6$ (29.95، 30.89، 33.53، 33.58 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها (الجدول، 32 ؛ الشكل، 54).

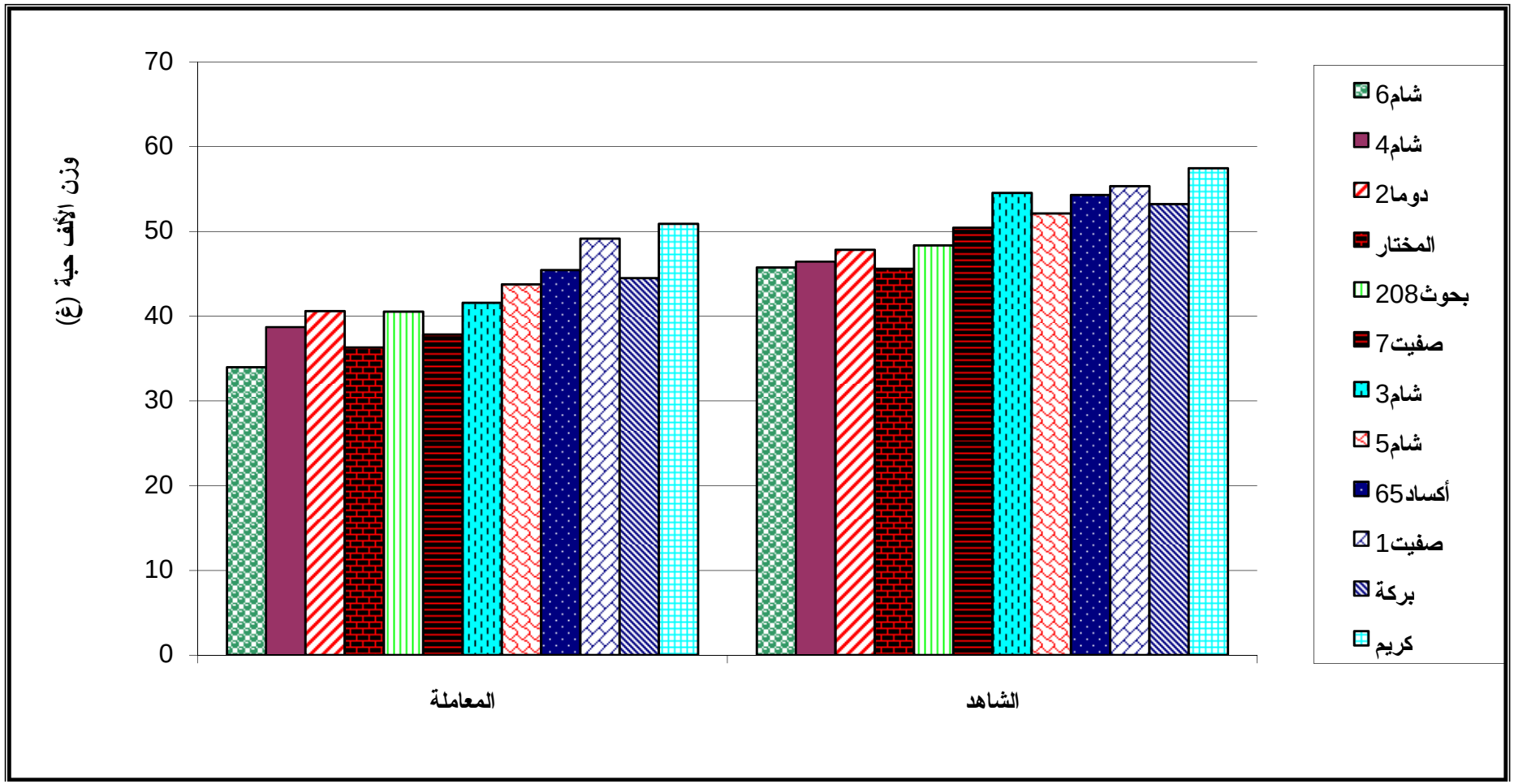
**الجدول رقم (32): متوسط وزن الألف حبة (غ) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 209/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة |
| شام6 | 45.78 | 34.37 | 40.07 | 45.66 | 33.58 | 39.62 | 45.72 | 33.97 |
| شام4 | 45.38 | 41.75 | 43.56 | 47.46 | 35.70 | 41.58 | 46.42 | 38.72 |
| دوما2 | 50.53 | 46.15 | 48.34 | 45.14 | 34.99 | 40.06 | 47.83 | 40.57 |
| المختار | 44.32 | 41.69 | 43.01 | 46.87 | 30.88 | 38.87 | 45.59 | 36.28 |
| بحوث208 | 49.93 | 44.20 | 47.06 | 46.74 | 36.82 | 41.78 | 48.33 | 40.51 |
| صفيت7 | 51.25 | 45.66 | 48.45 | 49.61 | 29.95 | 39.78 | 50.43 | 37.81 |
| شام3 | 55.06 | 45.64 | 50.35 | 54.01 | 37.50 | 45.75 | 54.53 | 41.57 |
| شام5 | 57.15 | 53.98 | 55.56 | 47.08 | 33.52 | 40.3 | 52.11 | 43.75 |
| أكساد65 | 57.59 | 51.68 | 54.63 | 51.01 | 39.21 | 45.11 | 54.3 | 45.44 |
| صفيت1 | 62.74 | 59.15 | 60.94 | 47.94 | 39.12 | 43.53 | 55.34 | 49.13 |
| بركة | 52.98 | 50.30 | 51.64 | 53.47 | 38.63 | 46.05 | 53.22 | 44.46 |
| كريم | 63.62 | 57.57 | 60.59 | 51.29 | 44.17 | 47.73 | 57.45 | 50.87 |
| المتوسط | 53.03 | 47.68 | 50.36 | 48.86 | 36.18 | 42.52 | 50.95 | 41.93 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم (A) | المعاملات (B) | AB | الأصناف (C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.3109 | 1.186 | 1.677 | 2.224 | 3.145 | 3.145 | 4.448 |
| C.V( %) | 5.90 | | | | | | |




**الشكل رقم (54): متوسط وزن الألف حبة (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (55): متوسط وزن الألف حبة (غ) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 2-3- الغلة الحبية (غ . م$^{-2}$) Grain yield:

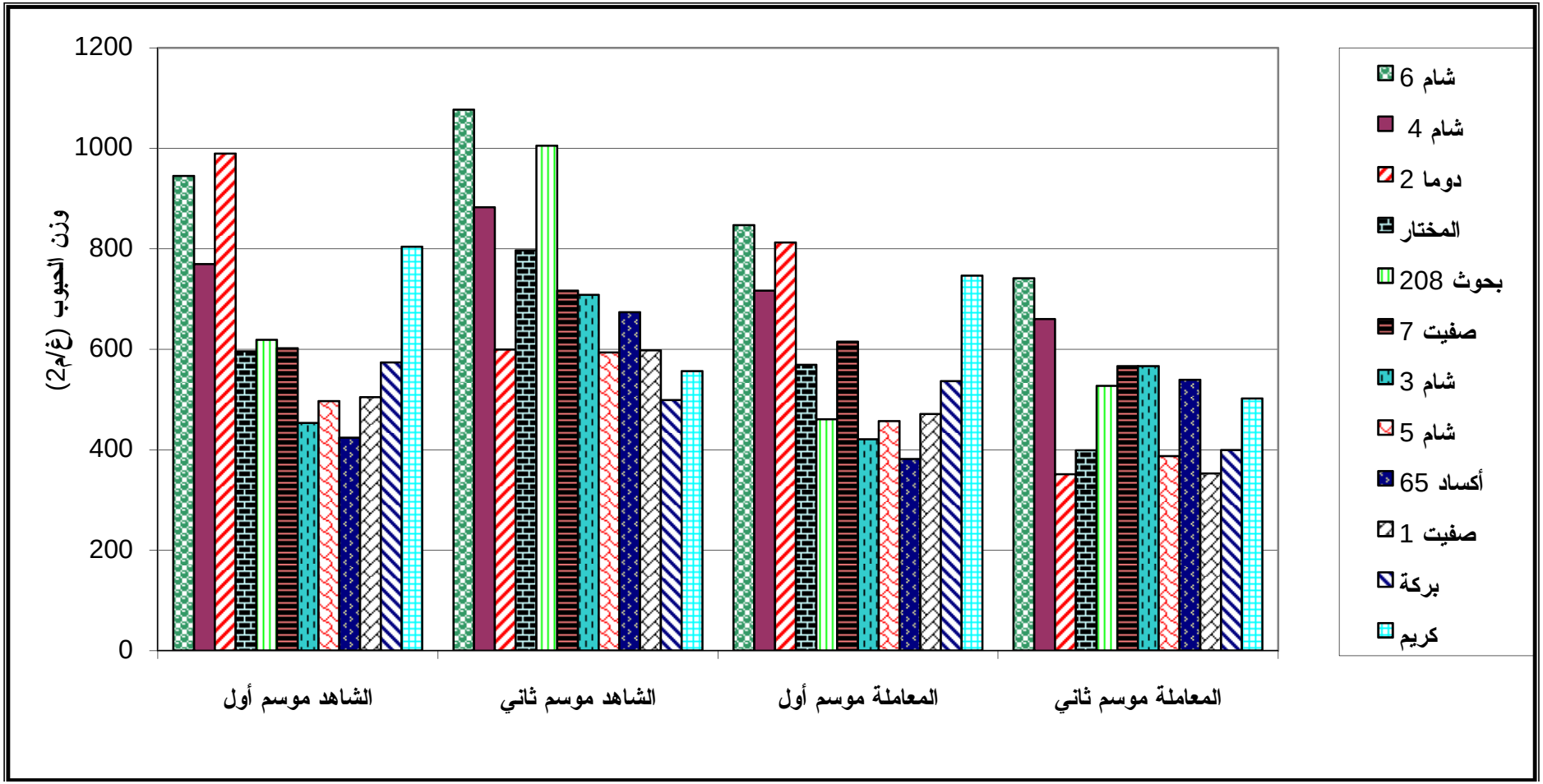
أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط الغلة الحبية بين المعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها، في حين لم تبدِ نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية بين المواسم الزراعية. ويُلاحظ أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً تحت ظروف تجربة الشاهد (686.8 غ . م$^{-2}$)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف تجربة المعاملة (542.8 غ . م$^{-2}$) (الجدول، 33 ؛ الشكل، 56). ويُلاحظ أنّ إيقاف الري مدة 25 يوماً سبب انخفاضاً في الغلة الحبية مقداره 20.96%، ما يشير إلى أهمية توافر المياه المياه لتصنيع الكمية الكافية من المادة الجافة، وتوافرها خلال مرحلة تشكل السنابل وتطورها، ومرحلة نمو الحبوب وامتلائها، الأمر الذي قد يؤثر سلباً في عدد الحبوب المتشكلة ووزن الحبة الواحدة، ومن ثمّ وزن الألف حبة، اللتان تعدان من أهم مكونات الغلة الحبية العددية Numerical yield components. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات، أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الثاني والأول على التوالي، تحت ظروف تجربة الشاهد(725.5، 648.1 غ . م$^{-2}$ على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الثاني والأول على التوالي، تحت ظروف تجربة المعاملة وبفروقاتٍ معنوية بينهما(499.3، 586.2 غ . م$^{-2}$ على التوالي). وكان متوسط وزن الحبوب الأعلى معنوياً لدى صنف القمح الطري شام$_6$ (902.4 غ . م$^{-2}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية أصناف القمح الطري شام$_4$، ودوما$_2$، وبحوث$_{208}$ وبفروقاتٍ معنوية بين الأخيرة (757.5، 688.0، 653.0 غ . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى صنف القمح الطري صفيت$_1$ (481.6 غ . م$^{-2}$)، تلاه وبدون فروقات معنوية أصناف القمح القاسي شام$_5$، وبركة، وأكساد$_{65}$، وشام$_3$ (483.5، 502.4، 537.2 غ . م$^{-2}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. ويعزى تفوق تلك الأصناف في الغلة الحبية إلى كفاءتها في تشكيل عدد أكبر من الحبوب في النبات/وحدة المساحة، بالإضافة إلى تميزها بمقدرة أكبر على استعادة النمو، حيث كان متوسط الوزن الرطب والوزن الجاف الأعلى معنوياً لدى تلك الأصناف بالمقارنة مع باقي الأصناف المدروسة. وتلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع الأصناف، وتفاعل المعاملات مع الأصناف. ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الثاني والأول على التوالي، تحت ظروف تجربة الشاهد، لدى أصناف القمح الطري شام$_6$، وبحوث$_{208}$، ودوما$_2$ وبفروقاتٍ معنوية بينها(1077.0، 1005.0، 989.2 غ . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال

الموسم الثاني، تحت ظروف تجربة الشاهد، لدى صنف القمح الطري دوما$_2$، وصفيت$_1$ وبدون فروقات معنوية بينها(351.3، 353.0 غ . م$^{-2}$ على التوالي)، تلاهما وبدون فروقات معنوية النباتات المزروعة خلال الموسم الأول، تحت ظروف تجربة الشاهد، لدى صنف القمح القاسي أكساد$_{65}$ (381.4 غ . م$^{-2}$)، تلاه وبدون فروقات معنوية نباتات القمح المزروعة خلال الموسم الثاني، تحت ظروف تجربة الشاهد، لدى صنفي القمح القاسي شام$_5$، والطري المختار (387.1، 399.0 غ . م$^{-2}$ على التوالي)، (الجدول، 33 ؛ الشكل، 56).

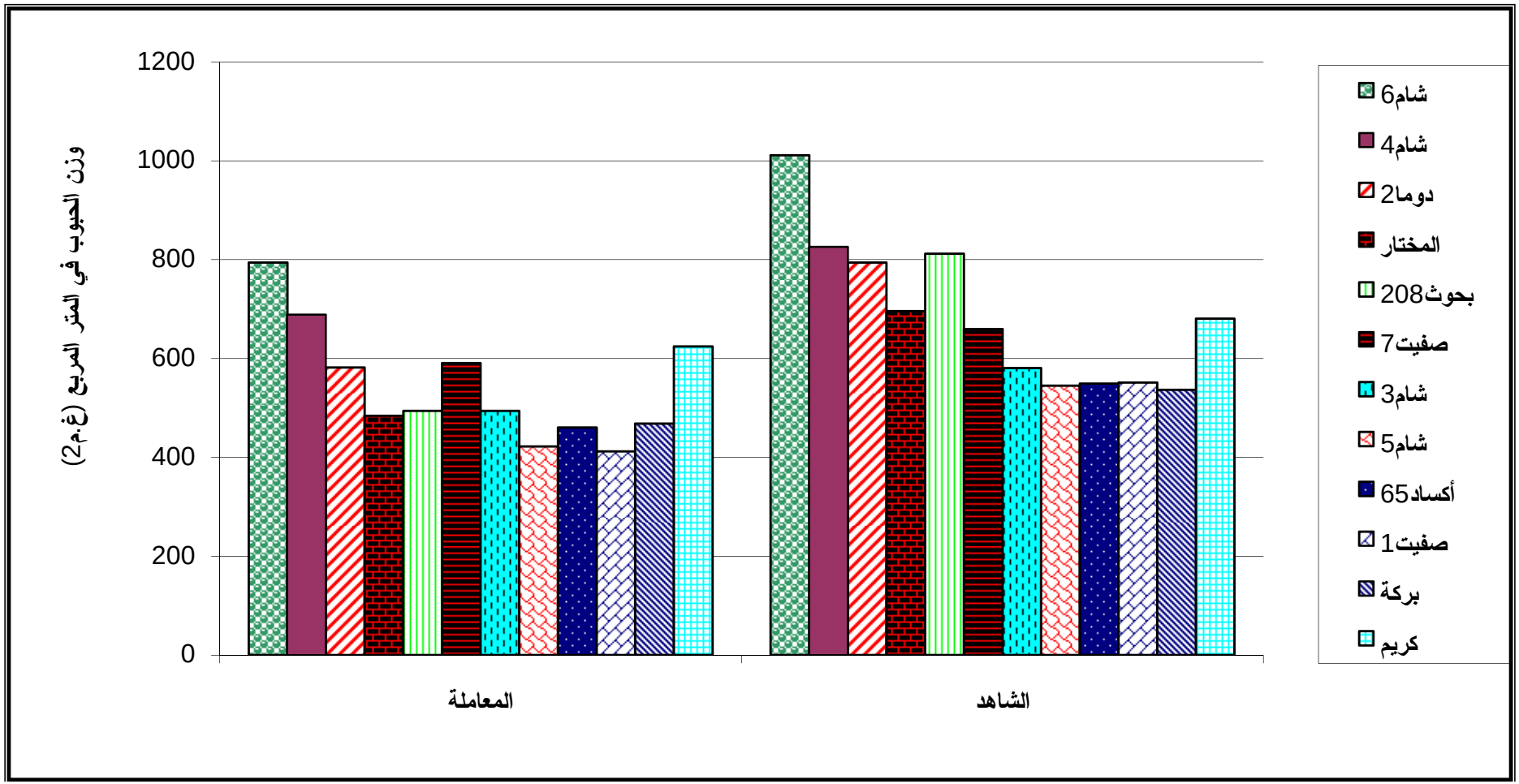
**الجدول رقم (33): متوسط الغلة الحبية (غ. م$^{-2}$) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة |
| شام6 | 944.8 | 846.7 | 895.75 | 1077.0 | 741.1 | 909.05 | 1010.9 | 793.9 |
| شام4 | 769.4 | 716.9 | 743.15 | 882.9 | 660.4 | 771.65 | 826.15 | 688.65 |
| دوما2 | 989.2 | 812.1 | 900.65 | 599.1 | 351.3 | 475.2 | 794.15 | 581.7 |
| المختار | 595.4 | 568.8 | 582.1 | 796.4 | 398.9 | 597.65 | 695.9 | 483.85 |
| بحوث208 | 618.8 | 460.6 | 539.7 | 1005.2 | 527.0 | 766.1 | 812 | 493.8 |
| صفيت7 | 602.0 | 614.9 | 608.45 | 716.8 | 566.2 | 641.5 | 659.4 | 590.55 |
| شام3 | 453.2 | 420.9 | 437.05 | 708.1 | 566.4 | 637.25 | 580.65 | 493.65 |
| شام5 | 496.7 | 456.8 | 476.75 | 593.4 | 387.1 | 490.25 | 545.05 | 421.95 |
| أكساد65 | 424.1 | 381.3 | 402.7 | 673.8 | 538.9 | 606.35 | 548.95 | 460.1 |
| صفيت1 | 504.4 | 471.1 | 487.75 | 597.7 | 352.9 | 475.3 | 551.05 | 412 |
| بركة | 573.8 | 536.6 | 555.2 | 498.6 | 399.5 | 449.05 | 536.2 | 468.05 |
| كريم | 804.2 | 746.6 | 775.4 | 556.3 | 501.8 | 529.05 | 680.25 | 624.2 |
| المتوسط | 648.1 | 586.2 | 617.05 | 725.44 | 499.3 | 612.36 | 686.8 | 542.8 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | AB | الأصناف(C) | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 79.56 | 23.13 | 32.71 | 93.33 | 132.0 | 132.0 | 186.7 |
| C.V(%) | 18.71 | | | | | | |




**الشكل رقم (56): متوسط الغلة الحبية (غ/م$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (57): متوسط الغلة الحبية (غ.م$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 2-4- الغلة البيولوجية(الكتلة الحية) (غ . م$^{-2}$) Biological yield:

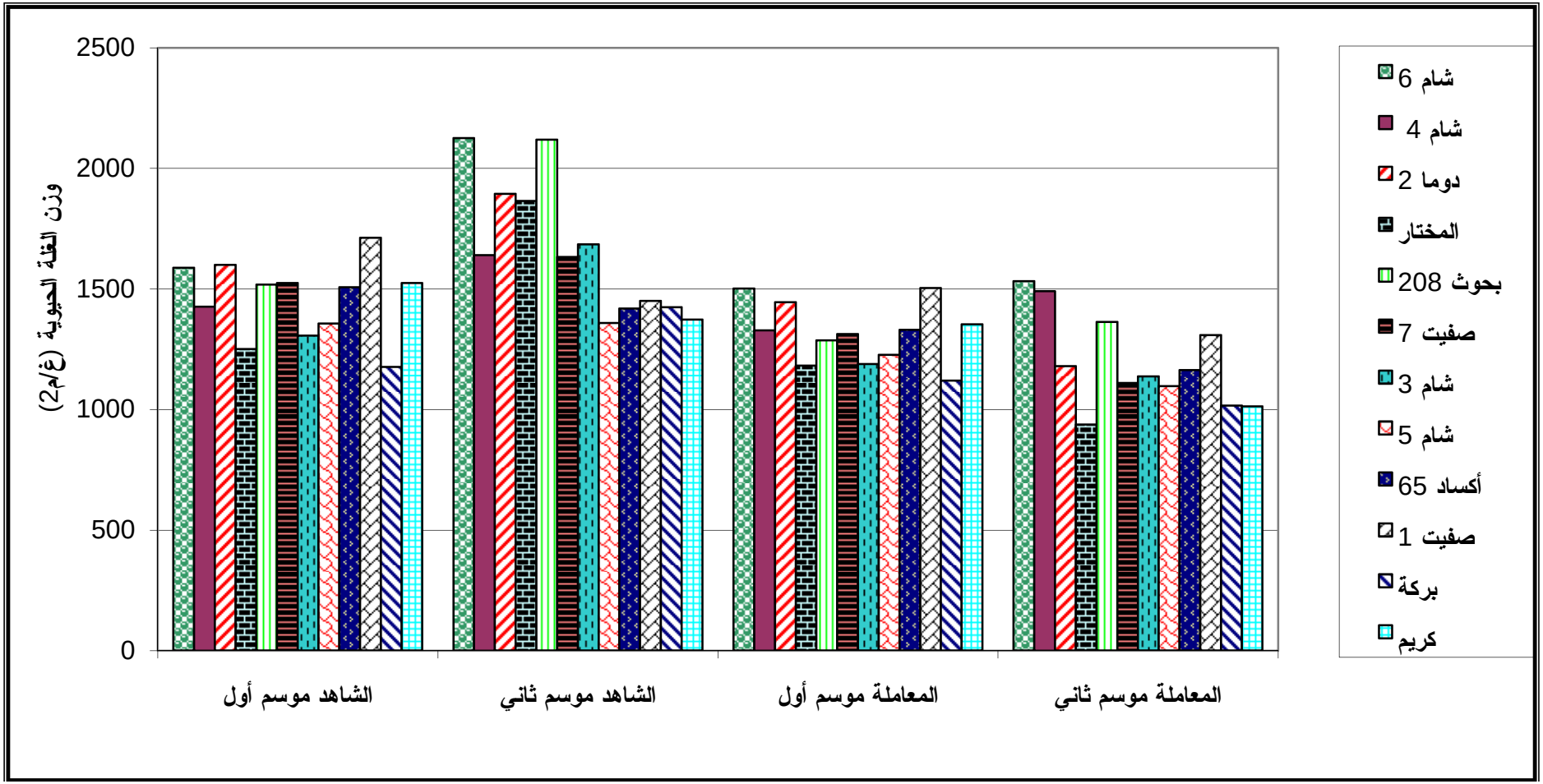
تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط الغلة الحيوية (الوزن الجاف عند النضج) بين المواسم والمعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها. ويُلاحظ أنّ متوسط الغلة الحيوية كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني(1431.0 غ . م$^{-2}$)، بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول(1386.0 غ . م$^{-2}$). ويلاحظ أنّ متوسط الغلة الحيوية كان الأعلى معنوياً تحت ظروف تجربة الشاهد (1561.0 غ . م$^{-2}$)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف تجربة المعاملة (1255.0 غ . م$^{-2}$). ويلاحظ أنّ نسبة الانخفاض في الغلة الحيوية تحت ظروف تجربة المعاملة كان بنحو 19.60% بالمقارنة مع الزراعة تحت ظروف الشاهد. ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع المعاملات أنّ متوسط الوزن الكلي للنبات في وحدة المساحة كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة الشاهد (1665.0 غ . م$^{-2}$)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الموسم الأول تحت ظروف تجربة الشاهد وتجربة المعاملة على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما(1457.0، 1315.0 غ . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة المعاملة (1196.0 غ . م$^{-2}$) (الجدول، 34 ؛ الشكل، 58). ويلاحظ أنّ متوسط الغلة الحيوية كان الأعلى معنوياً لدى أصناف القمح الطري شام$_6$، وبحوث$_{208}$، ودوما$_2$ وبدون فروقات معنوية بينها(1687.0، 1572.0، 1530.0 على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف بركة، وشام$_5$، والمختار، وكريم، وصفيت$_7$، وأكساد$_{65}$ وبدون فروقات معنوية بينها(1184.0، 1260.0، 1309.0، 1316.0، 1329.0، 1355.0 غ . م$^{-2}$ على التوالي) (الجدول، 33 ؛ الشكل، 33). وتلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المواسم الزراعية مع الأصناف، وتفاعل المعاملات مع الأصناف. ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ الغلة الحيوية كانت الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة الشاهد، لدى أصناف القمح الطري شام$_6$، وبحوث$_{208}$، ودوما$_2$، والمختار على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(2125، 2119، 1894، 1865 غ . م$^{-2}$ على التوالي)، في حين كان متوسط الغلة الحيوية في وحدة المساحة الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة المعاملة، لدى الأصناف المختار، وكريم، وبركة، وشام$_5$، وصفيت$_7$ (937.5، 1013، 1016، 1097، 1110 غ . م$^{-2}$ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. عُموماً، تتحدد الكتلة الحية عند النضج بكفاءة الأصناف في المقدرة على استعادة النمو، ويرتبط ذلك بدوره بكفاءة

الأصناف في المحافظة على سلامة الخلايا النباتية خلال فترة الإجهاد المائي، ويرتبط الأخير بكفاءة الطراز الوراثي في تصنيع الذائبات العضوية للمحافظة على ميزان العلاقات المائيـــة، ومن ثمّ سلامة الأغشية الحيوية، وتصنيع المادة الجافة، واستدامة اخضرار الأجزاء الهوائية، بالإضافة إلى التباين الوراثي في تصنيع البروتينات الدفاعية، التي يمكن أن تقـــي المكتنفـــات الخلوية الحساسة من التأثيرات الضارة للجفاف والحرارة المرتفعة، (الجدول، 34 ؛ الشـــكل، 58).

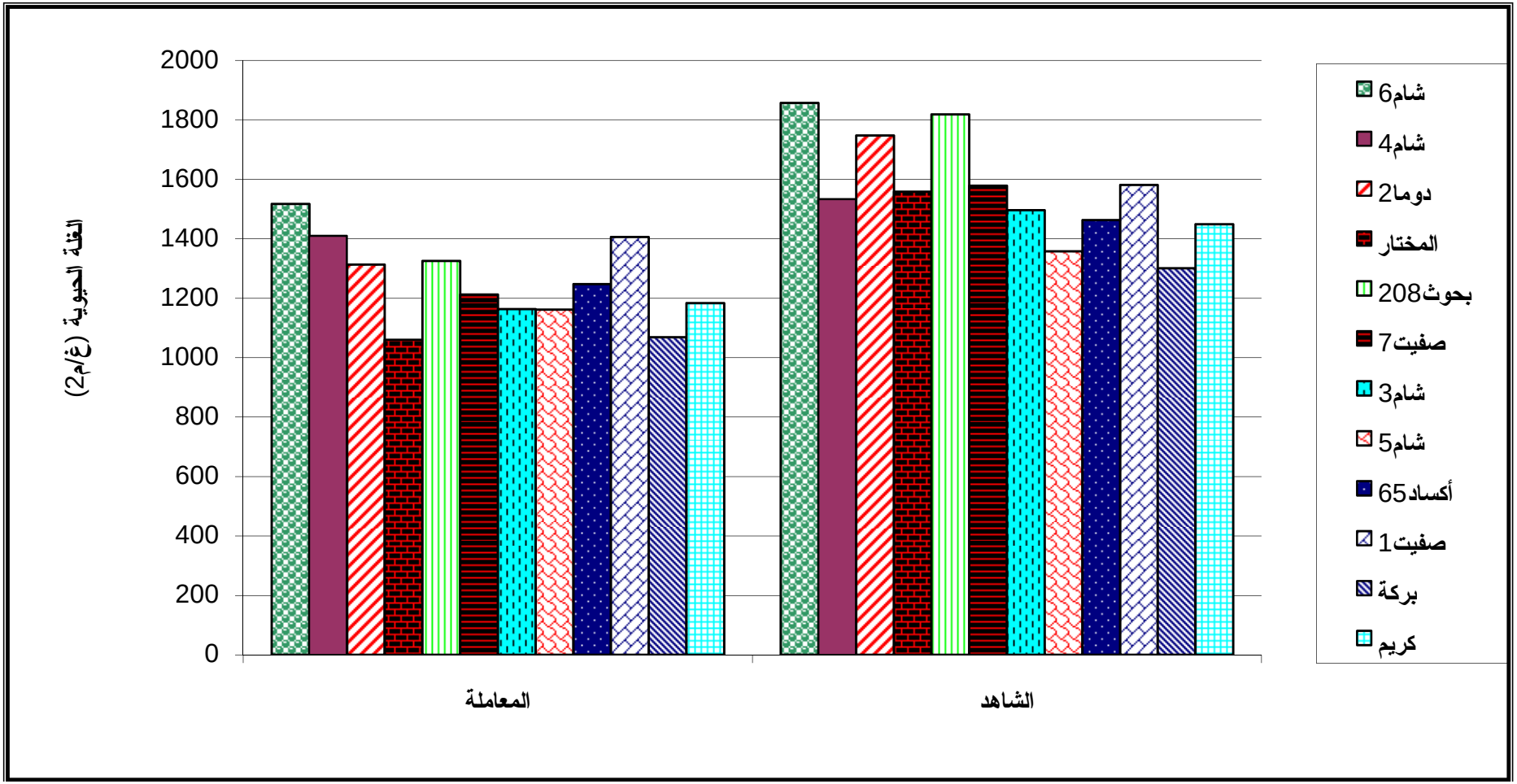
**الجدول رقم (34): متوسط الغلة الحيوية(غ/م$^2$) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة |
| شام6 | 1587.6 | 1501.6 | 1544.6 | 2125.4 | 1532.1 | 1828.75 | 1856.5 | 1516.85 |
| شام4 | 1426.6 | 1328.3 | 1377.45 | 1640.1 | 1490.9 | 1565.5 | 1533.35 | 1409.6 |
| دوما2 | 1600.0 | 1445.0 | 1522.5 | 1894.3 | 1180.2 | 1537.25 | 1747.15 | 1312.6 |
| المختار | 1250.6 | 1181.6 | 1216.1 | 1864.6 | 937.5 | 1401.05 | 1557.6 | 1059.55 |
| بحوث208 | 1517.6 | 1286.6 | 1402.1 | 2119.1 | 1363.3 | 1741.2 | 1818.35 | 1324.95 |
| صفيت7 | 1524.0 | 1313.3 | 1418.65 | 1632.2 | 1110.4 | 1371.3 | 1578.1 | 1211.85 |
| شام3 | 1306.0 | 1188.0 | 1247 | 1685.0 | 1137.1 | 1411.05 | 1495.5 | 1162.55 |
| شام5 | 1356.6 | 1226.6 | 1291.6 | 1358.2 | 1096.6 | 1227.4 | 1357.4 | 1161.6 |
| أكساد65 | 1506.6 | 1330.0 | 1418.3 | 1418.2 | 1163.5 | 1290.85 | 1462.4 | 1246.75 |
| صفيت1 | 1712.0 | 1503.3 | 1607.65 | 1449.8 | 1308.0 | 1378.9 | 1580.9 | 1405.65 |
| بركة | 1176.6 | 1120.0 | 1148.3 | 1424.2 | 1015.9 | 1220.05 | 1300.4 | 1067.95 |
| كريم | 1524.3 | 1353.3 | 1438.8 | 1372.7 | 1012.8 | 1192.75 | 1448.5 | 1183.05 |
| المتوسط | 1457.37 | 1315.0 | 1386.0 | 1665.31 | 1196.0 | 1431.0 | 1561.34 | 1255.24 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) 11.72 | المعاملات(B) 136.6 | AB 193.1 | الأصناف(C) 187.9 | AC 265.7 | BC 265.7 | ABC 375.8 |
| C.V(%) | 16.44 | | | | | | |




**الشكل رقم (58): متوسط الغلة الحيوية (غ/م$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**




**الشكل رقم (59): متوسط الغلة الحيوية (غ/م$^2$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

### 2-5- دليل الحصاد (%)(Harvest Index (HI:

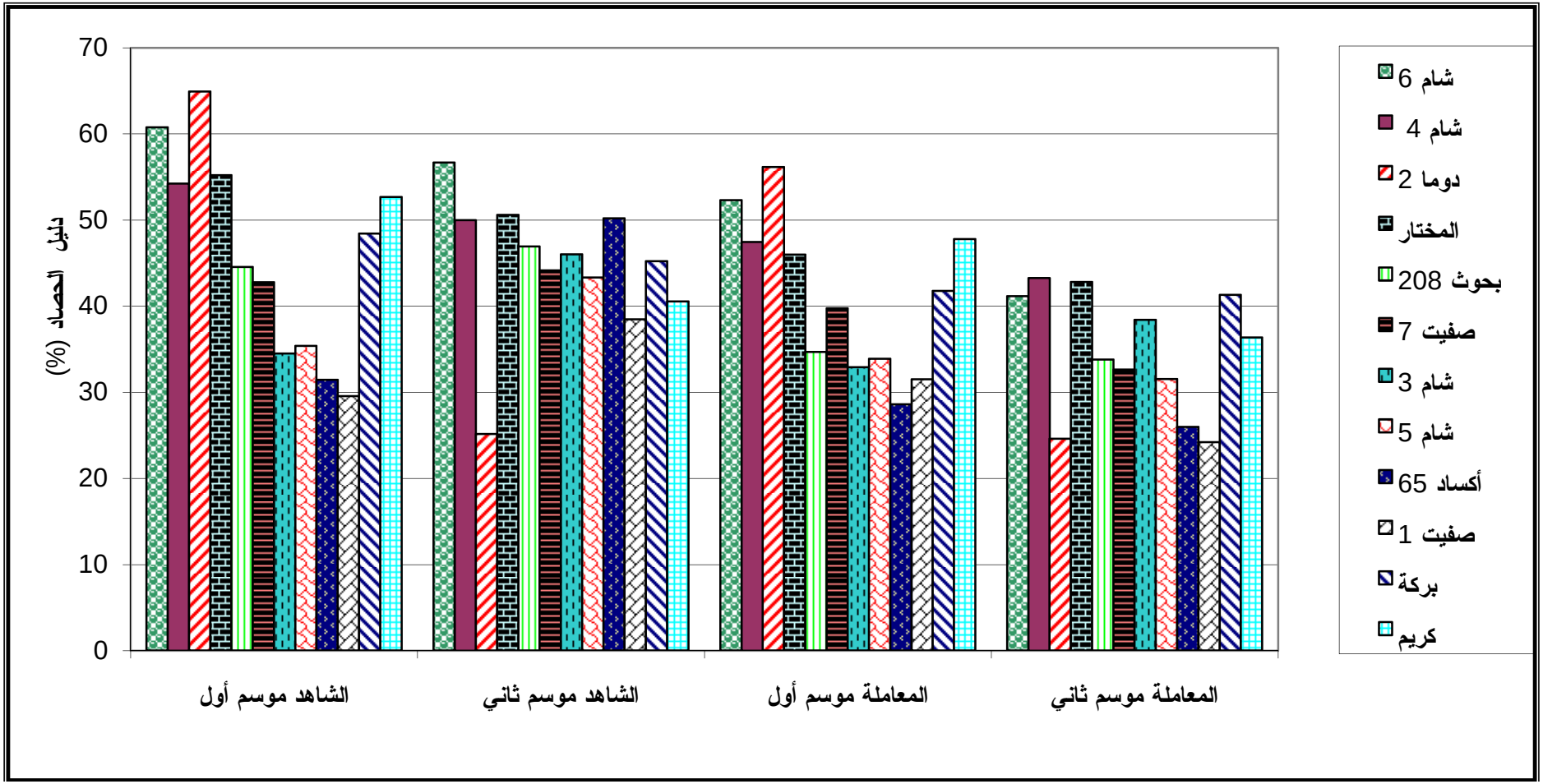
بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة دليل الحصاد بين المواسم والمعاملات والأصناف المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها. حيث يُلاحظ أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول (43.64%)، بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني(39.73%)(الجدول، 35 ؛ الشكل، 60). وكذلك يُلاحظ أنّ صفة دليل الحصاد كانت الأعلى معنوياً تحت ظروف تجربة الشاهد(45.49%)، في حين كانت الأدنى معنوياً تحت ظروف تجربة المعاملة(37.87%). ويلاحظ أنّ دليل الحصاد قد انخفض تحت ظروف تجربة المعاملة بنحو16.75% بالمقارنة مع الزراعة تحت ظروف تجربة الشاهد. ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع المعاملات أنّ صفة دليل الحصاد كانت معنوياً أكبر خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني على التوالي، تحت ظروف تجربة الشاهد وبدون فروقات معنوية بينهما (46.21، 44.78% على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة المعاملة (34.68%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة في تجربة المعاملة (34.68%). ويلاحظ أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً لدى صنف القمح الطري شام$_6$(52.73%)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية صنفي القمح الطري شام$_4$، والمختار على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما (48.74، 48.65% على التوالي)، تلاهما وبفروقاتٍ معنوية صنفي القمح القاسي كريم، وبركة على التوالي (44.35، 44.19 % على التوالي)، وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كان متوسط دليل الحصاد الأدنى معنوياً لدى صنف القمح الطري صفيت$_1$، وأصناف القمح القاسي أكساد$_{65}$، وشام$_5$، وشام$_3$، وصنفي القمح الطري صفيت$_7$، وبحوث$_{208}$ (30.94، 34.06، 36.04، 37.96، 39.83، 40.00% على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينها. وتلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل المواسم مع الأصناف، وكذلك تفاعل المعاملات مع الأصناف. ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف تجربة الشاهد، لدى صنفي القمح الطري دوما$_2$، وشام$_6$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما(64.94، 60.76% على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف تجربة المعاملة، لدى صنفي القمح الطري صفيت$_1$، ودوما$_2$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما (24.22 ، 24.60% على التوالي) (الجدول، 35 ؛ الشكل، 60). يلاحظ أنّ قيم دليل الحصاد اقترنت بشكلٍ رئيس بكفاءة الأصناف الإنتاجية، ويمكن أن تعزى ارتفاع قيم دليل الحصاد إلى التراجع في الكتلة الحية

عند النضج تحت ظروف الجفاف بدرجةٍ أكبر بالمقارنة مع التراجع الحاصل في الغلة الحبية. ويلاحظ أنّ قيم دليل الحصاد تحت ظروف المعاملة (الإجهاد المائي) أقل بكثير من العتبة الحرجة (60%)، ما يشير إلى إمكانية العمل من خلال التربية والتحسين الوراثي على تحسين غلة محصول القمح بنوعيه القاسي والطري من خلال العمل على زيادة قيمة دليل الحصاد، لأنّها من المعايير المهمة المرتبطة بالغلة الحبية تحت ظروف الزراعة الجافة (Passioura *et al*., 1993).

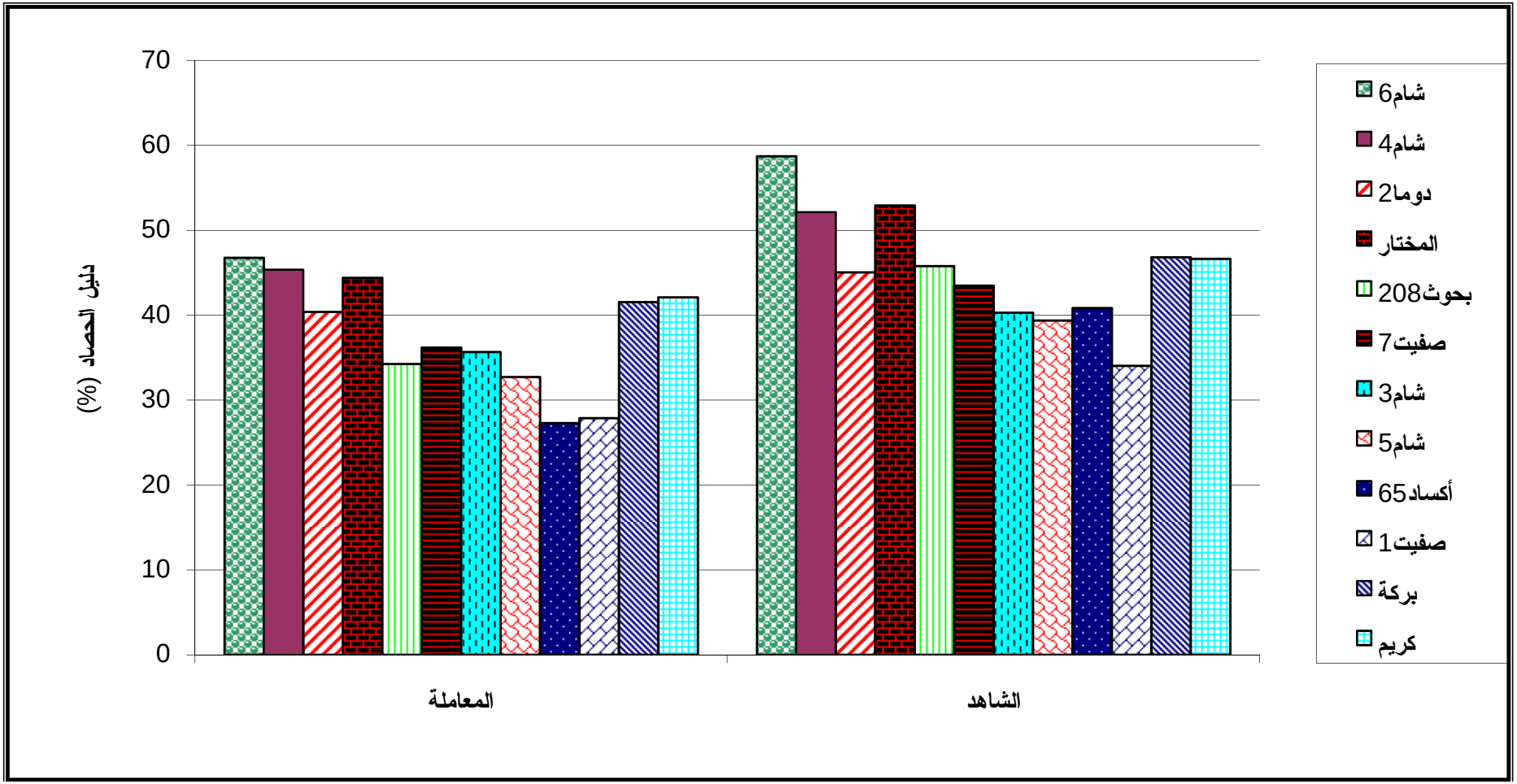
**الجدول رقم (35): متوسط دليل الحصاد(%) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.**

| المواسم | الموسم الزراعي 2009/2008 | | | الموسم الزراعي 2010/2009 | | | المتوسط العام | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طبيعة الزراعة / الأصناف | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة | المتوسط | الشاهد | المعاملة |
| شام6 | 60.75 | 52.30 | 56.53 | 56.66 | 41.17 | 48.92 | 58.71 | 46.73 |
| شام4 | 54.24 | 47.45 | 50.845 | 49.99 | 43.28 | 46.63 | 52.12 | 45.36 |
| دوما2 | 64.93 | 56.16 | 60.545 | 25.16 | 24.60 | 24.88 | 45.04 | 40.38 |
| المختار | 55.22 | 45.99 | 50.61 | 50.59 | 42.80 | 46.69 | 52.91 | 44.39 |
| بحوث208 | 44.56 | 34.67 | 39.62 | 46.94 | 33.81 | 40.37 | 45.75 | 34.24 |
| صفيت7 | 42.78 | 39.74 | 41.26 | 44.14 | 32.63 | 38.38 | 43.46 | 36.18 |
| شام3 | 34.50 | 32.91 | 33.71 | 46.02 | 38.42 | 42.22 | 40.26 | 35.66 |
| شام5 | 35.39 | 33.88 | 34.63 | 43.34 | 31.53 | 37.43 | 39.365 | 32.71 |
| أكساد65 | 31.46 | 28.60 | 30.03 | 50.21 | 25.98 | 38.09 | 40.835 | 27.29 |
| صفيت1 | 29.55 | 31.51 | 30.53 | 38.46 | 24.22 | 31.34 | 34.01 | 27.86 |
| بركة | 48.42 | 41.76 | 45.09 | 45.22 | 41.32 | 43.27 | 46.82 | 41.54 |
| كريم | 52.67 | 47.78 | 50.23 | 40.55 | 36.37 | 38.46 | 46.61 | 42.07 |
| المتوسط | 46.21 | 41.06 | 43.64 | 44.78 | 34.68 | 39.73 | 45.49 | 37.87 |

| $LSD_{(0.05)}$ | المواسم(A) | المعاملات(B) | الأصناف(C) | AB | AC | BC | ABC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1.114 | 2.566 | 3.309 | 3.629 | 4.680 | 4.680 | 6.618 |
| C.V(%) | 9.79 | | | | | | |




**الشكل رقم (60): متوسط دليل الحصاد(%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

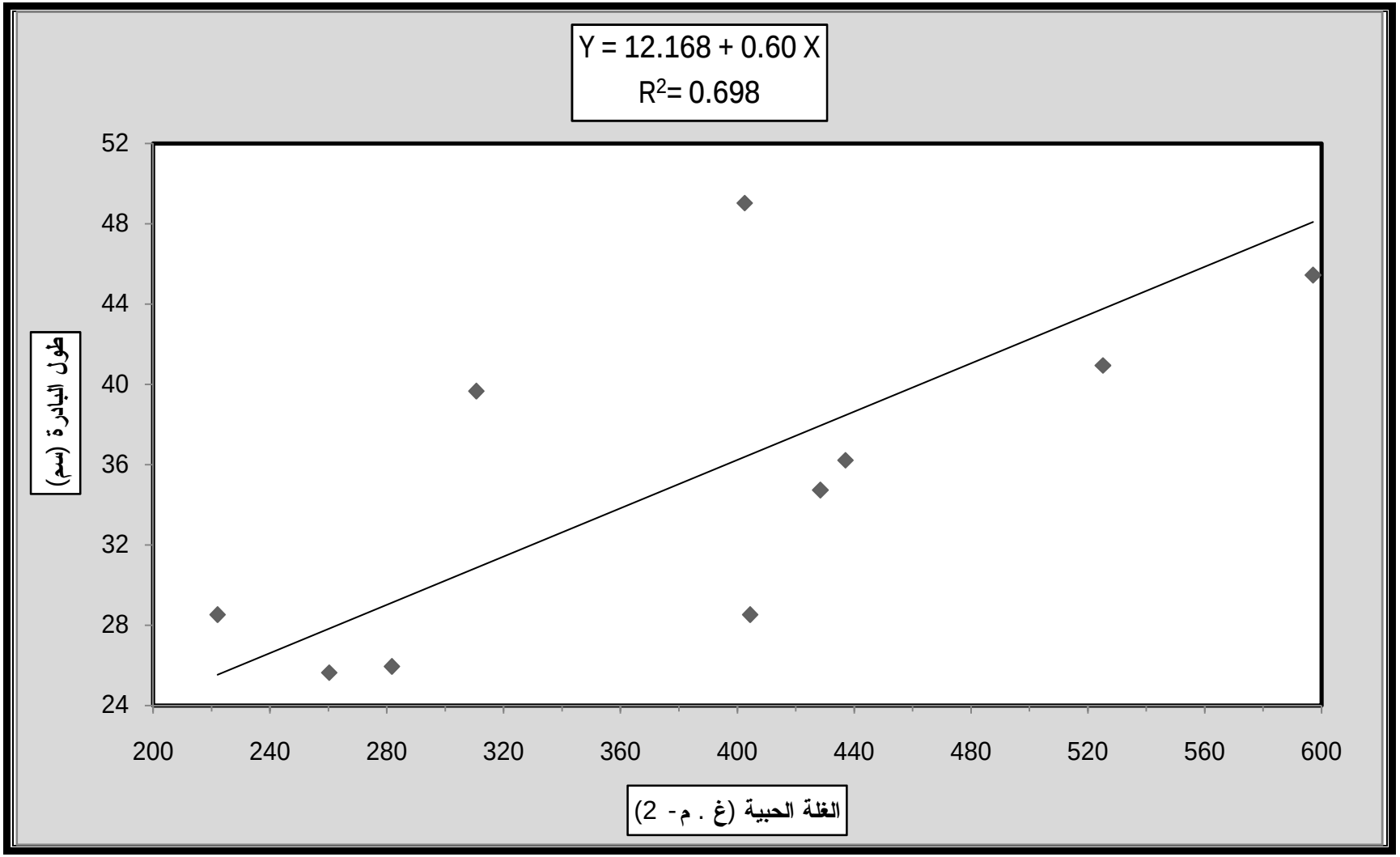



**الشكل رقم(61): متوسط دليل الحصاد (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.**

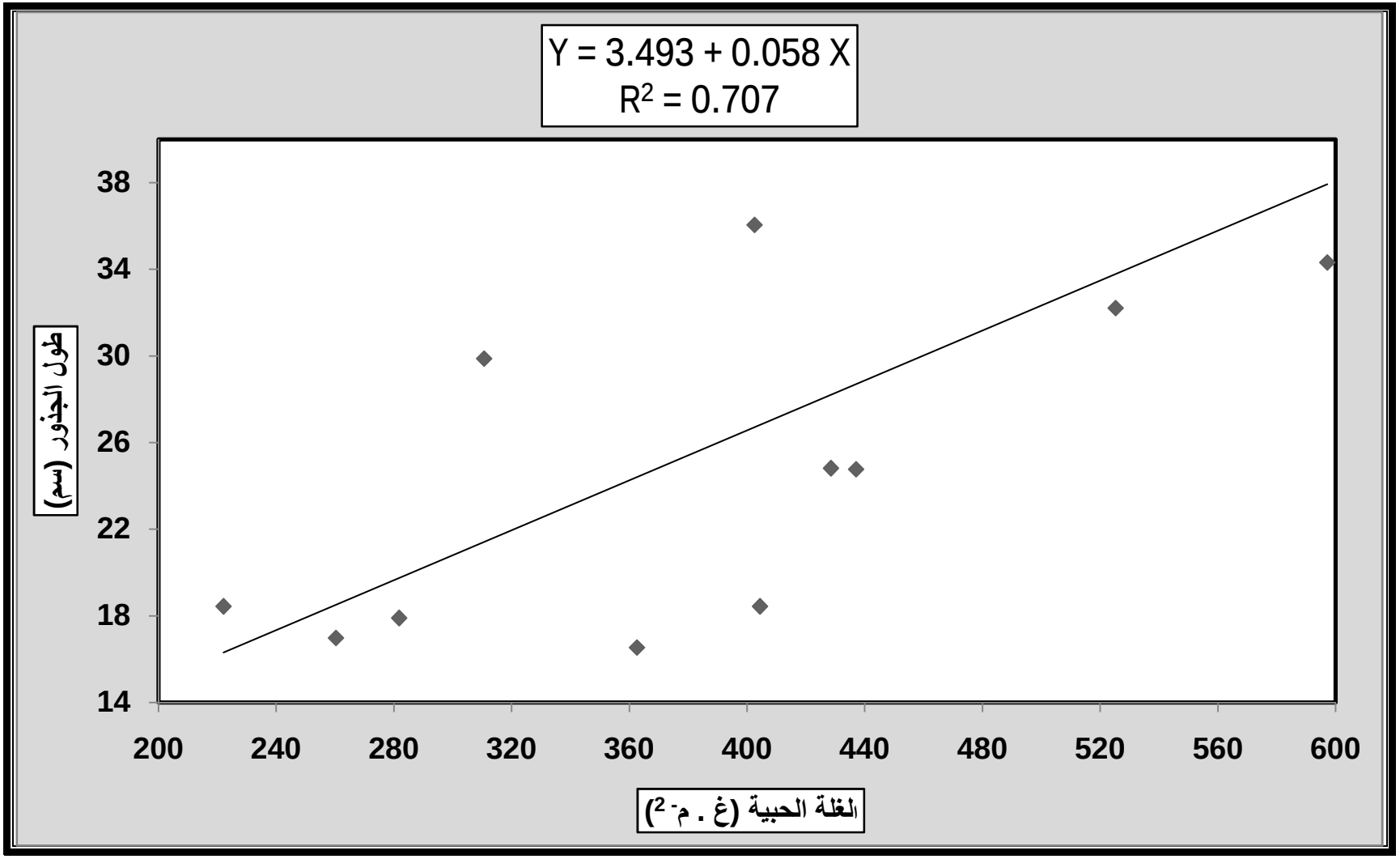
## مصداقية تقانة الغربلة Validity of screening tool:

للتأكد من مصداقية تقانة الغربلة المقترحة، فقد تمّت دراسة علاقة الارتباط البسيط بين أداء الطرز الوراثية المدروسة خلال مرحلة البادرة الفتية بالاعتماد على مؤشري متوسط طول البادرة (طول الجذور+ طول السويقة الجنينية)، ومتوسط طول الجذور (سم) بالعلاقة مع صفة الغلة الحبية تحت ظروف الزراعة الحقلية.

يُلاحظ أنّ قيمة معامل الارتباط بالنسبة إلى العلاقة بين متوسط طول البادرة ومتوسط الغلة الحبية كانت قرابة ($r = 0.70$)، في حين كان قرابة ($r = 0.71$) بالنسبة للعلاقة بين متوسط طول الجذور ومتوسط الغلة الحبية. تشير قيم معامل الارتباط إلى فعّالية تقانة الغربلة المقترحة بنسبة 70%، أي يساعد اعتماد تقانة الغربلة بالاعتماد على الاستجابة للتحريض الحلولي خلال مرحلة البادرة الفتية في التنبؤ بأداء الطرز الوراثية المدروسة بمصداقية تقارب 70% بالمقارنة مع ظروف الزراعة الحقلية (الشكلين 62، 63). وتكمن أهمية مثل هذا الاستنتاج في امكانية سبر التباين الوراثي استجابة لظروف الإجهاد المائي بنجاح خلال مرحلة البادرة الفتية دون الحاجة إلى تقييم أداء الطرز الوراثية موضع الدراسة تحت ظروف الزراعة الحقلية بالاعتماد على العديد من المؤشرات المرتبطة بالاجهاد المائي. يساعد ذلك في توفير الوقت والجهد والمال والوصول إلى نتائج أكيدة بنسبة 70% خلال فترة زمنية وجيزة لا تتجاوز 10 أيام، وهذا مهم جداً وخاصةً في حال وجود عدد كبير جداً من المدخلات الوراثية المجهولة الاستجابة لظروف الإجهاد المائي، حيث تُعد عملية غربلتها عند مستوى النبات الكامل في الحقل مهمة شبه مستحيلة. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه العودة وزملاؤه (2005)، والشيخ علي (2006) في محصول القمح، والعودة وزملاؤه (2006) في محصول الشعير، وGanesh Kumar (1999)، و ALOuda (1999) في محصول عباد الشمس.




الشكل رقم (62): **علاقة الارتباط بين أداء الطرز الوراثية المدروسة خلال مرحلة البادرة الفتيةٍ بالمقارنة مع مرحلة النبات الكامل في الحقل.**




**الشكل رقم (63): علاقة الارتباط بين أداء الطرز الوراثية المدروسة خلال مرحلة البادرة الفتيةٍ بالمقارنة مع مرحلة النبات الكامل في الحقل.**

**علاقات الارتباط البسيط Simple correlations**:

يُلاحظ من الجدول(64) وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة متوسط ارتفاع النبات ونسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلازمية ($r = 0.67^{*}$)، حيث تؤدي زيادة كتلة الأجزاء الهوائية المتشكلة نتيجة زيادة ارتفاع النبات إلى زيادة مساحة الأوراق المعرّضة بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، ما يؤدي إلى زيادة كمية الأشعة الضوئية الممتصة من قبل الأوراق التي تؤدي إلى زيادة درجة حرارة الأوراق ومن ثمّ فرق التدرج في ضغط بخار الماء بين الأوراق والوسط المحيط (VPD)، فيزداد معدل فقد الماء بالنتح، ما يؤثر سلباً في محتوى الخلايا النباتية المائي، وخاصةً تحت ظروف الزراعة البعلية، حيث تكون كمية المياه المتاحة في التربة محدودة، فتصبح تبعاً لذلك كمية الماء المفقودة بالنتح أكبر من كمية الماء الممتصة عن طريق الأجزاء الأرضية (الجذور)، ما يؤدي إلى تعرض الخلايا النباتية إلى ظروف العجز المائي Water difict، فتتخرب الأغشية السيتوبلازمية بفعل الجفاف وتفقد خاصيتها الإصطفائية، وتزداد تبعاً لذلك كمية الذائبات المعدنية والعضوية المتسربة عبر الأغشية السيتوبلازمية. عموماً، يتوقف مقدار الضرر الحاصل في الأغشية السيتوبلازمية ومن ثمّ نسبة الذائبات المتسربة على شدة الإجهاد المائي ومدته.

ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة ارتفاع النبات والغلة البيولوجية عند النضج ($r = 0.48^{*}$)، حيث يؤدي ازدياد ارتفاع النبات إلى زيادة عدد الأوراق المتشكلة على العقد الساقية، بالإضافة إلى زيادة وزن الساق، ما يؤدى إلى زيادة كتلة الأجزاء الهوائية الجافة عند النضج.

ويُلاحظ كذلك وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة دليل المساحة الورقية وصفة قوة النمو الأولي للبادرات ($r = 0.43^{*}$)، حيث يؤدي الظهور المبكر للبادرات فوق سطح التربة والنموالأولي السريع إلى زيادة عدد الأوراق المتشكلة ومساحتها، وفق مبدأ الفائدة المركبة Compound intrest، الأمر الذي سيؤدي إلى زيادة دليل المساحة الورقية. ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين دليل المساحة الورقية وزاوية توضع الأوراق على الساق ($r = 0.58^{*}$)، يشير مؤشر زاوية توضع الأوراق على الساق حسب المقياس الموضوع إلى تراجع قيمة الزاوية بازدياد الدرجة على المقياس المعتمد، أي تشكل الأوراق العلوية زاوية حادة مع الساق الرئيس، وهذا يُساعد في تحسين توزيع الطاقة الضوئية بين الأوراق العلوية والسفلية، ويضمن وصول كمية كافية من الطاقة الضوئية لاتمام عملية التمثيل الضوئي بالشكل الأمثل في جميع أوراق النبات، وخاصةً الأوراق السفلية، ما يؤدى إلى زيادة كمية

المادة الجافة المصنّعة والمتاحة لنمو أجزاء النبات المختلفة، الأمر الذي يؤدى إلى زيادة عدد الأوراق المتشكلة ومساحتها، ومن ثمّ زيادة دليل المساحة الورقية.

ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة قوة النمو الأولى المبكر للبادرات وصفة نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلازمية ($r = 0.48^{*}$)، ويعزى ذلك إلى زيادة حجم المسطح الورقي الأخضر خلال المراحل المتقدمة من حياة النبات، ما يؤدى إلى ازدياد احتياجات النبات المائية ومن ثمّ شدة الإجهاد المائي الذي يمكن أن تتعرض له النباتات وخاصةً تحت ظروف شح الموارد المائية، حيث يؤدى تراجع محتوى الخلايا النباتية المائي بشكلٍ كبير إلى زيادة مقدار الضرر الحاصل في الأغشية السيتوبلازمية، ومن ثمّ نسبة الذائبات المتسربة.

ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة سماكة الطبقة الشمعية على الأوراق والساق ونسبة مساهمة كلاً من الأوراق والساق في امتلاء الحبوب ($r = 0.41^{*}$ لكل منهما). يُساعد تراكم الترسبات الشمعية على سطوح الأوراق والساق في زيادة مقاومة مسامات الأوراق لفقد الماء بالنتح، حيث تشكل الترسبات الشمعية حاجزاً فيزيائياً يعيق حركة المياه، بالإضافة إلى دور الترسبات الشمعية في عكس Reflection جزء كبير من الأشعة الضوئية الواصلة إلى سطوح الأوراق مقللةً بذلك من إمكانية حدوث التحميل الحراري الزائد، ما يؤدى إلى تقليل فقد الماء بالنتح والمحافظة على محتوى التربة والأوراق المائي، وخاصةً خلال المراحل المتقدمة الحرجة من حياة النبات (مرحلة امتلاء الحبوب)، ما يسهم في ضمان زيادة معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر (الساق، والأوراق) إلى المصب (الحبوب). وهذا ما يفسر ارتفاع نسبة مساهمة الساق والأوراق في امتلاء الحبوب بزيادة سماكة الطبقة الشمعية.

ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط سالبة ومعنوية بين صفة محتوى الماء النسبي في الأوراق ونسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلازمية ($r = 0.41^{*}$)، حيث يؤدي تراجع محتوى الخلايا النباتية المائي إلى زيادة مقدار الضرر الحاصل في الأغشية السيتوبلازمية نتيجة تخريب البروتينات والمواد الدهنية المفسفرة الداخلة في تركيبها، ما يؤدى إلى تشكيل غشاء خلوي غني بالفجوات Porous membrane، فتزداد نسبة الذائبات المتسربة، لذلك تُعد عملية المحافظة على محتوى الماء النسبي في الأوراق من الصفات الفيزيولوجية المهمة المرتبطة مع المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلازمية، ومن ثمّ نسبة الخلايا النباتية الحية، والمقدرة على استعادة النمو. ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة محتوى الماء

النسبي في الأوراق وكلاً من متوسط عدد الحبوب/م$^2$، والغلة الحبية ($r = 0.45^*$ لكل منهما)، ويعزى ذلك إلى أهمية المحافظة على محتوى الماء النسبي في الأوراق، وخاصةً خلال مرحلة الإزهار، لزيادة نسبة الزهيرات الخصبة ومن ثمّ نسبة التلقيح والعقد، وبالتالي عدد الحبوب المتشكلة في السنبلة والنبات. ويؤدى بالمقابل زيادة متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة من الأرض إلى زيادة الغلة الحبية، لأنّ الغلة الحبية في محصول القمح تتحدد بمكونين عددين مهمين هما متوسط وزن الحبة الواحدة، ومتوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة من الأرض. ولكن يُلاحظ وجود علاقة ارتباط سالبة ومعنوية بين صفة محتوى الماء النسبي في الأوراق وصفة وزن الألف حبة ($r = - 0.49^*$)، ويعزى ذلك بشكلٍ غير مباشر إلى زيادة عدد الحبوب فى السنبلة/النبات، ما يؤدى إلى زيادة حدّة المنافسة على نواتج التمثيل الضوئي بين الحبوب فتتشكل حبوب صغيرة وضامرة بنسبة كبيرة، ما يؤدى إلى تراجع متوسط وزن الألف حبة، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المطرية (الإجهاد المائي)، حيث عادةً ما تكون كمية المادة الجافة المصنّعة والمتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب محدودة جداً.

ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة محتوى البرولين فى الأوراق ومؤشر دليل الحساسية للجفاف (DSI) ($r = 0.44^*$)، ما يشير إلى أن ازدياد معدل تصنيع البرولين في الأوراق يؤدى إلى زيادة حساسية الطرز الوراثية للإجهاد المائي، حيث يرتبط هنا معدل تراكم البرولينٍ مع حجم الضرر وليس بمستوى التحمل. ويفسر ذلك وجود علاقة ارتباط سلبية بين محتوى الأوراق من البرولين وكلاً من دليل تحمل الجفاف (DTI) ($r = -0.066^*$)، ومعيار الإنتاج الهندسي ($r= -0.035^*$)، حيث يؤدي تراكم البرولين إلى استهلاك كمياتٍ كبيرة من نواتج التمثيل الضوئي لتصنيع البرولين، ما يؤثر سلباً في معدل نمو النبات وتطوره وإنتاجيته.

ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط سالبة ومعنوية بين نسبة مساهمة الأوراق، ونسبة مساهمة الساق في امتلاء الحبوب ($r = -0.096^*$)، ويعزى ذلك إلى طبيعة تجميع نواتج التمثيل الضوئي بين أجزاء المصدر المختلفة، حيث يشير ارتفاع مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب إلى محدودية كمية المادة الجافة المخزونة في الساق والعكس صحيح، علماً أنّ نسبة مساهمة الساق في امتلاء الحبوب عادةً ما تكون أعلى بالمقارنة مع الأوراق، وخاصةً تحت ظروف الإجهاد المائي لأنّ عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من الساق إلى الحبوب أكثر تحملاً للجفاف بالمقارنة مع عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من الأوراق إلى الحبوب.

ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة نسبة مساهمة الساق في امتلاء الحبوب ودليل الحساسية للجفاف (DSI) ($r = 0.66^{*}$)، ويعزى ذلك إلى قلة نواتج التمثيل الضوئي المخزونة في الساق، ومن ثمّ الواصلة منها إلى الحبوب، ما يؤثر سلباً في غلة المحصول الحبية، لأنّ النباتات عادةً ما تخزن كمية أكبر من نواتج التمثيل الضوئي في الأوراق، وعادةً ما تكون نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب أكبر من الساق وخاصةً في حال توافر المياه خلال فترة امتلاء الحبوب. ويؤكد هذا الاستنتاج وجود علاقة ارتباط سالبة ومعنوية بين صفة نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب، ودليل الحساسية للجفاف ($r = - 0.54^{*}$).

ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة نسبة الانخفاض في وزن الساق ومتوسط وزن الألف حبة ($r = 0.61^{*}$)، ويعزى ذلك إلى امكانية انتقال جميع نواتج التمثيل الضوئي المخزونة في الساق إلى الحبوب تحت ظروف الإجهاد المائي، لأنّ هذه العملية أقل تأثراً بالجفاف. ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط سالبة ومعنوية بين نسبة الانخفاض في وزن الساق عند النضج وكلاً من الغلة الحبية، ودليل تحمل الجفاف، ومتوسط الإنتاج الهندسي ( r = -0.60; r = -0.68; r = -0.63 على التوالي)، ويمكن أنّ يعزى ذلك إلى قلة كمية نواتج التمثيل الضوئي المخزونة في الساق، إما نتيجة قلة ارتفاع النبات، أو قلة سماكة الساق، ما يؤثر سلباً في درجة امتلاء الحبوب وخاصةً تحت ظروف الإجهاد المائي، حيث يُثبط الإجهاد المائي وعدم توافر المياه، عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من الأوراق إلى الحبوب بسبب غياب الماء الذي يُعد الناقل الوحيد لنواتج التمثيل الضوئي من الأوراق إلى الحبوب، فتقتصر بذلك عملية امتلاء الحبوب على نواتج التمثيل الضوئي القادمة من الساق، ما يؤثر سلباً في متوسط وزن الألف حبة ومن ثمّ الغلة الحبية، التي تعطي بدورها فكرة مباشرة عن مستوى التحمل لدى هذا الطراز الوراثي أو ذاك.

ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط سالبة ومعنوية بين صفة متوسط عدد الحبوب في المتر المربع ومتوسط وزن الألف حبة ($r = -0.71^{*}$)، ويعزى ذلك إلى زيادة حدّة المنافسة على نواتج التمثيل الضوئي المتاحة بكمياتٍ محدودة خلال فترة امتلاء الحبوب، نتيجة تراجع معدل التمثيل الضوئي Photosynthesis وازدياد معدل التنفس نتيجة ظروف الإجهاد المائي. ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة عدد الحبوب/م$^2$ وصفة الغلة الحبية، والغلة البيولوجية، ودليل الحصاد (HI)، ودليل تحمل الجفاف (DTI)، ومتوسط الإنتاج الهندسي ($r = 0.92^{*}$; $r = 0.89^{*}$; $r = 0.84^{*}$; $r = 0.74^{*}$; $r = 0.91^{*}$ على التوالي)، ما يشير إلى أهمية صفة عدد الحبوب في وحدة المساحة كمعيارانتخاب مهم لزيادة الغلة الحبية ودليل الحصاد تحت ظروف الإجهاد المائي، ما يؤدي إلى زيادة كفاءة الطراز الوراثي

الإنتاجية ومستوى التحمل للإجهاد المائي. ويؤدي بالمقابل زيادة الكتلة الحية عند النضج إلى زيادة متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة بسبب زيادة حجم المصدر، ومن ثمّ كفاءة النبات التمثيلية، ما لم تتعرض النباتات إلى مستوياتٍ متطرفة جداً من الإجهاد المائي، وخاصةً خلال مرحلة الإزهار وتشكل الحبوب.

ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط سالبة ومعنوية بين صفة وزن الألف حبة والغلة الحبية ودليل الحصاد ($r = -0.62^{*}$; $r = -0.63^{*}$ على التوالي)، ويعزى ذلك إلى عدم كفاية نواتج التمثيل الضوئي المتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب لملء جميع الحبوب المتشكلة، الأمر الذي يؤدي إلى ازدياد شدة المنافسة بين الحبوب على نواتج التمثيل الضوئي، ما يؤثر سلباً في درجة امتلاء الحبوب المتشكلة، وخاصةً الحبوب الطرفية التي عادةً ما تكون صغيرة وضامرة فيتراجع متوسط وزن الألف حبة.

ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة الغلة الحبية والغلة البيولوجية، ومتوسط دليل الحصاد ($r = 0.97^{*}$; $r = 80^{*}$ على التوالي)، ما يؤكد على أهمية الغلة الحيوية كأحد مكونات الغلة الحبية الفيزيولوجية المهمة في تحديد الغلة الحبية النهائية، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المطرية. ما يشير إلى أهمية الكتلة الحية عند النضج كمعيار انتخاب فسيولوجي مهم محدد لغلة محصول القمح الحبية تحت ظروف الزراعتين المروية والبعلية.

ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط معنوية وموجبة بين صفة الغلة الحبية ومعيار تحمل الجفاف (DTI)، ومعيار متوسط الإنتاج الهندسي (GMP) ($r = 0.96^{*}$; $r = 0.98^{*}$ على التوالي)، ما يدل على أهمية هذين المؤشرين في تحديد الغلة الحبية، التي تُعد محصلة لعملية تراكم المادة الجافة خلال مرحلة امتلاء الحبوب، وبذلك فإنّ أية زيادة في وزن الكتلة الحية أثناء مرحلة امتلاء الحبوب تزيد من وزن الغلة الحبية، وهذا ما يفسر أهمية توافر الماء خلال مرحلة امتلاء الحبوب. ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة الغلة الحيوية ودليل الحصاد ($r = 0.71^{*}$)، ما يشير إلى أهمية دليل الحصاد كمؤشر حيوي مهم يتحدد بشكل أكبر بالكتلة الحية، وخاصةً تحت ظروف الإجهاد المائي، لذلك يعد من معايير الإنتخاب المهمة لتحسين الغلة الحبية تحت هذه الظروف.

**الجدول رقم (36): قيم معامل الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة تحت ظروف الزراعة البعلية خلال موسمي النمو.**

| GMP | DTI | DSI | HI | BY | GY | 1000 (kw) | $Ng/m^2$ | L.ang | %R.S | S.C% | L.C% | Pro | MI | RWC | W.D | ESV | FLA | LAI | PL | PH | الصفة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.29 | 0.29 | 0.22 | 0.15 | 0.48 | 0.30 | -0.11 | 0.27 | -0.20 | 0.03 | 0.08- | 0.09 | 0.11 | 0.67 | 0.34- | 0.16- | 0.52- | 0.43 | 0.31 | 0.26 | | PH |
| -0.18 | -0.17 | -0.24 | -0.23 | -0.16 | -0.23 | 0.32 | -0.17 | -0.10 | 0.21 | -0.37 | 0.31 | -0.51 | 0.21 | -0.15 | 0.04 | 0.14 | 0.23 | 0.31 | | | PL |
| -0.07 | -0.01 | -0.04 | -0.02 | -0.21 | -0.04 | 0.48 | -0.27 | 0.58 | -0.14 | -0.17 | 0.09 | 0.08 | 0.04 | -0.23 | -0.16 | -0.43 | 0.22 | | | | LAI |
| -0.12 | -0.14 | 0.17 | -0.23 | 0.25 | -0.05 | 0.20 | -0.05 | 0.27 | 0.48 | 0.10 | -0.10 | 0.58 | 0.29 | -0.11 | -0.54 | 0.08 | | | | | FLA |
| -0.07 | -0.11 | -0.11 | -0.08 | 0.04 | -0.13 | 0.03 | -0.03 | -0.19 | 0.24 | -0.18 | 0.12 | -0.05 | -0.47 | 0.09 | -0.12 | | | | | | ESV |
| -0.16 | -0.20 | 0.25 | 0.04 | 0.03 | -0.09 | -0.04 | -0.18 | -0.17 | 0.11 | 0.41 | -0.41 | -0.22 | 0.06 | 0.02 | | | | | | | W.D |
| 0.37 | 0.35 | 0.54 | 0.46 | 0.33 | 0.45 | -0.49 | 0.45 | -0.25 | -0.40 | 0.34 | -0.20 | 0.15 | -0.41 | | | | | | | | RWC |
| 0.02 | 0.01 | -0.03 | -0.10 | 0.19 | 0.003 | 0.10 | -0.06 | -0.03 | 0.24 | -0.19 | - | 0.10 | | | | | | | | | MI |
| -0.04 | -0.07 | 0.43 | 0.003 | 0.36 | 0.10 | -0.28 | -0.002 | 0.38 | 0.11 | 0.38 | -0.31 | | | | | | | | | | Pro. |
| 0.10 | 0.16 | -0.54 | -0.05 | -0.22 | -0.07 | 0.06 | -0.10 | -0.01 | -0.32 | -0.96 | | | | | | | | | | | L.C |
| 0.03 | -0.04 | 0.66 | 0.17 | 0.33 | 0.20 | -0.16 | 0.20 | -0.03 | 0.26 | | | | | | | | | | | | S.C |
| -0.63 | -0.68 | -0.19 | -0.67 | -0.16 | -0.60 | 0.61 | -0.53 | -0.01 | | | | | | | | | | | | | R.S |
| -0.35 | -0.31 | -0.16 | -0.25 | -0.47 | -0.29 | 0.37 | -0.49 | | | | | | | | | | | | | | L.ang |
| 0.92 | 0.89 | 0.60 | 0.84 | 0.74 | 0.91 | -0.71 | | | | | | | | | | | | | | | $Ng/m^2$ |
| -0.61 | -0.59 | -0.53 | -0.62 | -0.57 | -0.63 | | | | | | | | | | | | | | | | 1000k |
| 0.98 | 0.96 | 0.75 | 0.97 | 0.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | GY |
| 0.73 | 0.68 | 0.83 | 0.71 | | | | | | | | | | | | | | | | | | BY |
| 0.96 | 0.95 | 0.73 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | HI |
| 0.61 | 0.55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | DSI |
| 0.99 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | DTI |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | GMP |

- **معنوي عند مستوي ($P \leq 0.05$).**

PH: ارتفاع النبات، MI: سلامة الأغشية الخلوية، 1000 k.w: وزن الألف حبة (غ)، PL: طول حامل السنبلة، Pro: محتوي الأوراق من البرولين، GY: الغلة الحبية، LAI: دليل المساحة الورقية،

L.C: %مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب، BY: الكتلة الحية، FLA:مساحة الورقةالعلمية، S.C: %مساهمة الساق في امتلاء الحبوب، HI: دليل الحصاد، ESV: قوة النموالأولي للبادرات،

R.S: % الانخفاض في وزن الساق عند النضج، DSI: دليل الساسية للجفاف ، W.D: سماكة الطبقة الشمعية على الأوراق ، L.ang: زاوية توضع الأوراق العلوية على الساق، DTI: دليل تحمل الجفاف،

RWC: محتوى الماء النسبي في الأورق، $NG/m^2$: عدد الحبوب في المتر المربع، GMP:معيار الإنتاج الهندسي.

## الاستنتاجات Conclusions

- يُعد المستوى الحلولي (Mpa -1.6) بمنزلة المستوى الحلولي المميت الأمثل، ويُعد المستوى الحلولي المُحرّض (Mpa -0.4) بمنزلة المستوى الحلولي المُحرّض الأمثل. ويعتمد نجاح أسلوب الغربلة على النقل المرحلي Stepwise transfer للبادرات من المستويات المجهدة غير المميتة إلى المستويات المميتة من الإجهاد.
- يؤدي تراجع جهد الامتلاء Turgor Potential ($\psi_p$) داخل خلايا الأجزاء الهوائية (السوق، والأوراق) إلى تثبيط استطالتها، وتُعد عملية استطالة خلايا الأجزاء الهوائية من أكثر العمليات الفيزيولوجية حساسيةً لظروف الإجهاد المائي.
- يُعد تقليل مساحة المسطح الورقي الأخضر من التكيفات الشكلية المهمة التي تقلل من معدل فقد الماء بالنتح، ما يساعد في المحافظة على محتوى الخلايا النباتية المائي، وكمية المياه المتاحة في التربة لفترةٍ زمنية أطول.
- تُعد المحافظة على دليل المساحة الورقية عامةً، والورقة العلمية خاصةً خلال مرحلة الطلب الأعظمي على نواتج التمثيل الضوئي من العوامل المهمة المحددة للعدد النهائي للحبوب، ووزن الحبة الواحدة، كما هو الحال في الأصناف شام$_6$، وشام$_4$، وبحوث$_{208}$، ودوما$_2$.
- يُعزى التباين الوراثي في المحافظة على ارتفاع النبات، وطول حامل السنبلة، ودليل المساحة الورقية، والورقة العلمية إلى التباين في كفاءة الأصناف شام$_4$، بحوث$_{208}$، ودوما$_2$ في المحافظة على جهد الامتلاء (محتوى الماء النسبي) داخل خلايا الأجزاء الهوائية.
- تُعد صفة النمو الأولي القوي من الصفات المرتبطة بتحسين تحمل الجفاف، وزيادة كفاءة استعمال الماء لدى الأصناف المزروعة بعلاً، نتيجة الحد من فقد المياه بالتبخر، كما هو الحال في الأصناف أكساد$_{65}$، بحوث$_{208}$، ودوما$_2$.
- تُعد الترسبات الشمعية من المؤشرات المرتبطة بتجنب الإجهاد المائي، حيث تحول دون ارتفاع درجة حرارة الأوراق، وزيادة معدل فقد المياه بالنتح، ما يساعد في المحافظة على ميزان العلاقات المائية في التربة والنبات.
- يؤثر الإجهاد المائي سلباً في سلامة الأغشية السيتوبلاسمية واستقرار خاصيتها الاصطفائية، ما يؤدي إلى موت الخلايا النباتية، وتفقد مقدرتها على استعادة النمو.

- يُساعد تراكم البرولين في استمرار امتصاص المياه نتيجة زيادة فرق التدرج في الجهد المائي، ويُسهم في تحسين كفاءة الطراز الوراثي على استعادة النمو.
- تتحدد نسبة مساهمة الأوراق في امتلاء الحبوب بكمية المياه المتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب.
- تُعد الأصناف التي تمتلك سوقاً أكثر سماكة، أو تخزن كمية أكبر من المادة الجافة في السوق دون الأوراق أكثر تكيفاً وإنتاجية تحت ظروف الزراعة المطرية. ويرتبط مقدار التراجع في وزن الساق بشكلٍ موجب مع معدّل نقل نواتج التمثيل الضوئي ودرجة امتلاء الحبوب، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المطرية.
- أعطت أصناف القمح التي شكلت زاوية حادة مع الساق الرئيس (شام$_4$، وكريم، وبركة) غلة حبية أكبر تحت ظروف الزراعة المطرية بالمقارنة مع الأصناف التي زادت فيها زاوية توضع الأوراق الرئيسة مع الساق عن 70˚ (شام$_6$، والمختار).
- يُعزى التباين في متوسط وزن الألف حبة بين الأصناف المدروسة إلى التباين في حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي (دليل المساحة الورقية، والورقة العلمية).
- تتحدد غلة محصول القمح الحبية بدرجةٍ أكبر بمتوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة، وبدرجةٍ أقل بمتوسط وزن الألف حبة، لأنّ الغلة الحبية كانت معنوياً أعلى لدى الأصناف التي شكلت عدداً أكبر معنوياً من الحبوب في وحدة المساحة (شام$_6$، شام$_4$، بحوث$_{208}$، ودوما$_2$).
- اتسمت الأصناف التي أعطت غلة حبية معنوياً أعلى بكفاءةٍ عالية في المحافظة على محتوى الماء النسبي في الأوراق، بالإضافة إلى كفاءتها في المحافظة على سلامة الأغشية الحيوية، ومن ثمّ المقدرة على استعادة النمو ( شام$_6$، شام$_4$، بحوث$_{208}$)، ما يشير إلى أهمية تلك الصفات في تحسين تحمل الجفاف مع المحافظة على الطاقة الإنتاجية.
- تُعد جميع مؤشرات الجفاف (DSI, DTI, GMP) فعّالة في تمييز الأصناف المتحملة للجفاف، وذات الكفاءة الإنتاجية العالية، ولكن يُعد دليل تحمل الجفاف أكثرها دقةً، لأنّه يحدد الطرز الوراثية التي تجود تحت ظروف الزراعتين البعلية والمروية (المجموعة A) ( شام$_6$، شام$_4$، بحوث$_{208}$).

- تُعد صفة المقدرة على استعادة النمو من الصفات الفسيولوجية المهمة فقط في الأصناف المتأخرة في النضج (شام$_6$، شام$_4$، المختار)، ولكن قد لا يُعبّر هذا المؤشر الحيوي عن كفاءة الأصناف الإنتاجية، وخاصةً إذا أدى الجفاف إلى تقصير أطوال المراحل الفينولوجية (التطورية) المختلفة.
- اقترنت قيم دليل الحصاد بشكلٍ رئيس بكفاءة الطرز الوراثية الإنتاجية، ويعزى ذلك إلى التراجع في الكتلة الحية عند النضج تحت ظروف الجفاف بدرجةٍ أكبر بالمقارنة مع التراجع الحاصل في الغلة الحبية.
- تُشير قيم معامل الارتباط بين أداء الأصناف عند مرحلة البادرة الفتية والنبات الكامل إلى فعّالية تقانة الغربلة المقترحة بنسبة 70%.

## التوصيات والمقترحات Recommendations and Suggestions

- تأمين الاحتياجات المائية الكاملة لنباتات محصول القمح خلال مختلف مراحل النمو، وخاصةً مرحلتي الإزهار، وامتلاء الحبوب لبلوغ كامل طاقة المحصول الوراثية الإنتاجية الكامنة.
- إجراء دراسات معمّقة لتحديد المقننات المائية المثلى بما يتناسب مع المرحلة التطورية، والعوامل المناخية والأرضية، لترشيد استهلاك المياه، وتحسين إنتاجيتها مع المحافظة على كفاءة المحصول الإنتاجية.
- تحديد مراحل الطلب الأعظمي على المياه من خلال الفهم الدقيق لدورة حياة محصول القمح، واعتماد أسلوب الري التكميلي لتأمين كامل احتياجات نباتات المحصول المائية.
- تسريع وتيرة العمل التربوي، والبحث عن الممارسات الزراعية التي تحسّن تحمل الطرز الوراثية المستنبطة للإجهاد المائي مع مراعاة المحافظة على الخصائص الكمية والنوعية، وخاصةً في ظل التغير المناخي.
- زراعة الطرز الوراثية ذات الطاقة الإنتاجية العالية، والكفاءة العالية في استعمال المياه، التي تتسم بمجموعة من الصفات التكيفية المرتبطة وراثياً بتحمل الجفاف وزيادة الغلة الحبية، مثل (شام$_6$، شام$_4$، بحوث$_{208}$، ودوما$_2$) في البيئات المجهدة مائياً.
- استبدال النظم الزراعية التقليدية بأخرى أقل استنفاداً للموارد الطبيعية (التربة والمياه)، وتضمن المحافظة على استقرار الإنتاج الزراعي عبر المواقع والسنوات، مثل نظام الزراعة الحافظة Conservation Agriculture.
- اعتماد تقانة الغربلة المقترحة كأداة فعّالة، وسريعة في سبر التباين الوراثي لتحمل الإجهاد الحلولي خلال مرحلة البادرة الفتية، في محصول القمح بنوعيه الطري، والقاسي.
- اعتماد صفة المقدرة على استعادة النمو كمعيار انتخاب حيوي لتحمل الإجهاد المائي، وخاصةً في الطرز الوراثية المتأخرة بالنضج.
- دراسة التباين الوراثي في المعايير الجزيئية المرتبطة بتحمل الجفاف، من خلال إجراء التقدير الكمي والنوعي للبروتينات الدفاعية، وتحديد مواقع تموضعها Localization في المكتنفات الخلوية، كأداةٍ دقيقة لتحديد الطرز الوراثية الأكثر تحملاً للجفاف، وتحديد مواقع المورثات المسؤولة عن تلك الصفات لتسهيل عملية نقلها إلى الأصناف المحلية ذات الكفاءة الإنتاجية العالية، بفضل تقانات الهندسة الوراثية.

# الفصـل الخامس

# المراجع العربية والأجنبية

# *References*

# المراجع References

**المراجع العربية:**


- التمو طلال، منور(2007). دراسة خصائص بعض التراكيب الوراثية من الشعير(*Hordeum spp*) وتقويم أهميتها كمصادر وراثية لتحمل الجفاف. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- الجنعير خالد، فاطمة (2009). غربلة بعض طرز زهرة الشمس (*Helianthus annuus* L.) لتحمل الجفاف والحرارة المرتفعة. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- العودة، أيمن؛ و صالح، رفيق؛ والشيخ علي، رؤى (2006). تقييم استجابة بعض أصناف الشعير المحلية لتحمل الإجهاد الحلولي في مرحلة النمو الأولي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 22(1): 15-33.
- العودة، أيمن؛ و صبوح، محمود؛ و جودة، محمد (2005). تقويم استجابة بعض الطرز الوراثية من القمح (*Triticum spp*) للإجهاد المائي في طور البادرة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 21(1): 15-36.
- العودة، أيمن؛ وشاهرلي، مخلص؛ والجنعير، فاطمة( 2009). استخدام تقانة الاستجابة للتحريض في سبر التباين الوراثي لتحمل الجفاف والحرارة المرتفعة لدى بعض طرز زهرة الشمس في طور البادرة الفتية. المجلة العربية للبيئات الجافة، 2(3):44-56.
- العودة، أيمن؛ وصبوح، محمود؛ ومهلهل، ماجد (2008). تحديد المراحل الحرجة للإجهاد المائي في بعض طرز القمح القاسي. المجلة العربية للبيئات الجافة، 1(1):18-30.
- الشحاذة العودة، أيمن (2005). بعض الرؤى الفيزيولوجية لتحسين غلة محصول القمح الحبية ضمن الظروف البيئية المناسبة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 21(2): 37-50.
- الشحاذة العودة، أيمن (2007). تقويم أهمية التحريض وطبيعته في تحسين تحمل بعض سلالات أكساد من القمح القاسي والطري للإجهاد الملحي . مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ، المجلد (23)- العدد(2)-الصفحات :15-36.

- الشيخ علي، رؤى (2006). تطوير تقانة غربلة سريعة لتحمل الإجهاد الملحي في القمح. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2010). الصادرة عن وزارة الزراعة، مديرية الإحصاء والتخطيط، الجمهورية العربية السورية.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (2009). الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية للعام 2009 . جامعة الدول العربية. الخرطوم.
- السليمان، ناهد (2010). تأثير الأسمدة العضوية في بعض المؤشرات الفيزيولوجية والإنتاجية للقمح القاسي (*Triticum durum L.*) في ظروف الإجهاد المائي. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة حلب، الجمهورية العربية السورية.
- الزروق، خميس محمد (1998). فسيولوجيا الزراعة البعلية. منشورات جامعة الفاتح. طرابلس. ليبيا. عدد الصفحات 157.
- جنود ضامن، غادة (2008). دراسة التباين الوراثي لتحمل الجفاف في بعض الأصول الوراثية للقمح. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- علي، أحمد (2006). تقييم استجابة بعض سلالات وأصناف القمح (*Triticum sp.*) المحلية للجفاف والحرارة العالية خلال مرحلة امتلاء الحبوب في المنطقة الشمالية الشرقية من سورية. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- علي ديب، طارق، وسوسي، فاتن (2004). دراسة استهلاك القمح في الجمهورية العربية السورية – مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية- المجلد (20)- العدد (1).
- صبوح، محمود(2006). آفاق نجاح استثمار التقانات الحيوية في تطوير إنتاج محاصيل الحبوب وأهمية التعاون العربي في الأستخدام الرشيد لهذه التقانات. مؤتمر التنمية المستدامة والأمن الغذائي. أسبوع العلم 46- كلية الزراعة – جامعة تشرين- 27-30 تشرين الثاني 2006، 327-329.
- طوشان، حياة (2010). الإجهادات البيئية: الواقع والحلول. المؤتمر الدولي حول تحسين الإنتاجية وسبل تطويرها في القطاع الزراعي. أسبوع العلم 50- كلية الزراعة، جامعة الفرات، 28-30 تشرين الثاني 2010، ص 54-55.

- طوشان، حياة؛ وميلودي، نشيط، ودركزنلي، كنان؛ ومصطفى، علا (2009). تقييم مؤشرات الجفاف في القمح القاسي تحت ظروف بيئية مختلفة. المجلة العربية للبيئات الجافة، 2(3):18-26.
- متوج، جيهان عيسى (2007). الربح الوراثي في الصفات الشكلية والفيزيولوجية لتحمل الجفاف في القمح القاسي. رسالة دكتوراه، جامعة، كلية الزراعة، 210 ص.
- محمود، ضحى خلف (2009). استخدام تحليل المسارات في تحديد مساهمة بعض الصفات في غلة محصول القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) الحبية تحت ظروف الجفاف والملوحة. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- مصطفى، علا (2010). الربط بين بعض الجينات المتعلقة بتحمل الجفاف مع بعض الصفات المورفوفيزيولوجية باستخدام تقنية المايكروستاليت في القمح القاسي. رسالة دكتوراه، كلية الزراعة ، جامعة حلب، الجمهورية العربية السورية.
- ياسين، بسام طه (1992). فسلجة الشد المائي في النبات. منشورات جامعة الموصل. العرق. عدد الصفحات275.

## المراجع الأجنبية References


-**Acevedo, E.H.; Silva, P.C.; Silva, H.R. and Solar, B.R. (1999)**. Wheat production in Mediterranean environments. In: Satorre, E.H., Slafer, G.A. (Eds.), Wheat Ecology and Physiology of Yield Determination. Food Products Press, New York, pp. 295–323.

-**AL-Ouda, A.S. (1999).** Genetic variability in temperature and moisture stress tolerance in sunflower (*Helianthus annus* L.) hybrids: Assessment of some physiological and biochemical traits. Ph.D. Thesis Submitted to Crop Physiology Dept., UAS, Bangalore, India.

-**Annicchiarico, P. and Pecetti, L. (1995).** Morpho–physiological traits to complement grain yield selection under semi–arid Mediterranean conditions in each of the durum wheat types mediterraneum typicum and syriacum. Euphytica 86, 191–198.

-**Araus,J.L. (1996).** Integrative physiological criteria associated with yield potential. In: Increasing yield potential in whrat: Breaking the Barriers. Rrynolds, M.P., Rajaram,S. and McNab, A. (eds). CIMMYT, Mexico,pp.150-167.

-**Araus, J.L. (2002).** Physiological basis of the process determining barley yield under potential and stress conditions: Current research trends on carbon assimilation. In: Slafer, G.A., Molina-Cano, J.L., Savin, R., Araus, J.L., Romagosa, I. (Eds.), Barley Science: Recent Advances from Molecular Biology to Agronomy Yield and Quality. Food Product Press, New York, pp. 269–306.

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

-**Austin, R.B.; Ford, M.A.; Edrich, J.A. and Hooper, B.E. (1976).** Some effects of leaf posture on photosynthesis and yield in wheat. *Ann. Appl. Biol*., 83:425-446.

-**Austin, R.B.; Edrich, J.A.; Ford, M.A. and Blackwell, R.D.(1977).** The fate of the dry matter, carbohydrates and $^{14}C$ lost from leaves and stems of wheat during grain fill. Ann. Bot. (London), 41: 1309-1321.

-**Austin, R.; Morgan, C.; Ford, M. and Blackwell, R. (1980).** Contributions to grain yield from pre-anthesis assimilation in tall and dwarf phenotypes in two contrasting seasons. Ann. Bot. 45: 309-319.

-**Aziz, A. and Larher, F. (1998).** Osmotic stress induced changes in lipid composition and peroxidation in leaf discs of (*Brassica napus* L.). J. Plant Physiol. 153,754–762.

-**Bansal, K.C., S.K. Sinha (1991).** Assessment of drought resistance in 20 accessions of *Triticum aestivum* and related species I. total dry matter and grain yield stability. Euphytica.56: 7-14.

**Bandurska, H. (1998).** Implication of ABA and proline on cell membrane injury of water deficit stressed barely seedlings. Acta. Physiologia Plantarum (Poland). V.20(4), P.375-381.

-**Bandurska, H. (2000).** Does proline accumulated in leaves of water deficit stressed barley plants confine cell membrane injury?: I. Free proline accumulation and membrane injury index in drought and osmotically stressed plants. Acta Physiol. Plant. 22, 409–415.

-**Barlow, E. W., Lee, J. W., Munns, R. and Smart M. G. (1980).** Water relations of the developing wheat grain. Australian Jouranal of Plant Physiology 7, 512-526.

-**Barnes, J.D. and Cardoso-Vilhena, J. (1996).** In: G. Kerstiens (Ed.), Plant Cuticles: An Integrated Functional Approach, BIOS Scientific Publishers, Oxford, pp.157–174.

-**Bates, L.S.; Walgreen, R.P. and Teare, I.D. (1973).** Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207.

-**Baur, P.; Schönherr, J. and Grayson, B.T. (1999).** Pesticides. Sci. 55, 831.

-**Blum, A. and Ebercon, A. (1981).** Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat, Crop Sci. 21, 43– 47.

-**Blum, A.; Mayer, J. and Gozlan, G. (1983).** Associations between plant production and some physiological components of drought resistance in wheat. Plant Cell and Environ. 6, 219–225.

-**Blum, A. and Sullivan, C.Y. (1986).** The comparative drought resistance of land-races of sorghum and millet from dry and humid regions. Annals of Botany, 57,835-46.

-**Blum, A. (1988).** Drought resistance. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 43–77.

-**Blum, A. (1989).** Osmotic adjustment and growth of barley genotypes under drought stress. Crop Sci. 29, 230–233.

-**Blum, A., and Y. Pnuel.(1990).** Physiological attributses associated with drought resistance of wheat cultivars in a Mediterranean environment Aust. J. Agric. Res., 41:799-810.

-**Blum, A. (1996).** Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. Plant Growth Regul. 20, 135–148.

-**Blum, A. (1998).** Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. Euphytica 100: 77–83.

-**Bohnert, H.J. and Jensen, R.G. (1996).** Strategies for engineering water – stress tolerance in plants. Trends Biotechnol., 14,89–97.

-**Boyer, J.S. (1982).** Plant productivity and environment. Science 218: 443

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

-**Briggs, K. G., and A. Aytenfisu.(1980).** Relationship between morpho-gical characters above the flag leaf node and grain yield in spring wheat .Crop Sci, 20:350-354.

-**Ceccarelli, S. (1994).** Specific adaptation and breeding for marginal conditions. Euphytica 77: 205–219.

-**Ceccarelli, S., Grando, S. and Impiglia, A. (1998).** Choice of selection strategy in breeding barley for stress environments. Euphytica 103, 307–318.

-**Ceccarelli, S. and Grando, S. (1999).** Barley landraces from the fertile crescent: a lesson for plant breeders. P.51–76. In S. B. Brush (ed.) Genes in the field: On–farm conservation of crop diversity. IPGRI/ IDRC/ Lewis Publ., Boca Raton, FL.

-**Ceccarelli, S. and Grando, S. (2002).** Breeding Barley for Drought Resistance. ICARDA Caravan J., Issue No.17, December 2002.

-**Ceccarelli, S.; Grando, S.; Baum, M. and Udupa, M. (2004).** Breeding for drought resistance in changing climate. Crop Science Society of America and American Society of Agronomy, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711, USA. Challenges and Strategies for Dryland Agriculture. CSSA Special Publication no.32.

-**Cooper, P.J.M.; Gregory, P.J.; Tully, D. and Harris, H.C. (1987).** Improving water use efficiency of annual crops in the rainfed farming systems of West Asia and North Africa. Exp. Agric. 23:113–158.

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

-**Dahse, I.; Willmer, C.M. and Meidner, H. (1990).** Tentoxin suppresses stomatal opening by inhibiting photophosphorylation. J. Exp. Bot. 230: 1109-1113.

-**Dale, J.E. (1988).** The control of leaf expansion. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 39, 267–95.

-**Davidson, D.J. and Cheralier, P.M. (1992).** Storage and remobilization of water-soluble carbohydrates in stems of spring wheat. Crop Sci., 32:186-190.

-**Delauney, A.J. and Verma, D.P.S. (1993).** Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. The Plant J., 4,215–223.

-**Durand, J.L.; Onillon, B.; Schnyder, H. and Rademacher, I. (1995).** Drought effects on cellular and spatial parameters of leaf growth in tall fescue. Journal of Experimental Botany 46,1147–55.

-**Dura, S. (2009).** Identification of molecular markers linked to drought tolerance in durum wheat (Triticum turgidum var. durum). PhD Thesis. University of Jordan.

- **Edmeades, G. O., J. Bolanos, H. R. Lafitte, S. Rajaram, W. Pfeiffer, and R. A. Fisher. (1989).** Traditional approaches to breeding for drought resistance in cereals. pp:27-52. In F. W. G. BAKER (ed) Drought resistance in cereals. ICSU Press and CAB In., Wallingford, UK.

-**Ehdaie, B. and J. G. Waine (1996).** Genetic variation for contribution of parenthesis assimilation to grain yield in spring wheat. J.Genet.& breed. 50: 47-56.

-**Elouafi, I. and M. M. Nachit. (2004).** Agentic linkage map of the durum Triticum dicoccoides backcross population based on $SSR_S$ and AFLP markers, and QTL analysis for milling traits. TAG Theoretical and Applied Genetics, 108(3): 401-413.

-**Fernandez, G.C.J. (1992)** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceeding of symposium. Taiwan,13-16 Aug. Chapter 25: 257-270.

-**Fernandez, G.C.J.; H. K. Chen and J. C. Jr. Miller. (1989).** Adaptation and enviromental sensitivity of mungbean genotypes evaluated in the international mungbean nursery. Euphytica. 41: 253- 261.

-**Fischer, R.A. and R. Maurer. (1978).** Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of A agriculture Research. 29: 897-912.

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

-**Fischer, R.A. and Stockman, Y.M. (1986).** Increased kernel number in Norin 10-derived dwarf wheat: Evaluation of the cause. Australian Journal of Plant Physiology. 13, 767-784.

-**Frederick, J.R. and Camberato, J.J. (1994).** Leaf net $CO_2$-exchange rate and associated leaf traits of winter wheat grown with various spring nitrogen fertilization rates. Crop. Sci., 34: 432-439.

-**Fukai, S. and Cooper, H. (1995).** Development of drought–resistant cultivars using physio–morphological traits in rice. Field Crops Res. 40: 67–86.

-**Gallagher, J.N.; Biscoe, B.P. and Scott, P.K. (1975).** A physiological analysis of cereal yield. Partioning of dry matter. Journal of Applied Ecology 12:319-336.

-**Ganesh Kumar.(1999).** Identification of thermo-tolerant lines in sunflower (*Helianthus annuus L*.). Based on temperature induction response (TIR): Role of $HSP_S$ and $LEA_S$ in temperature and osmotic stress. Ph D. Thesis submitted to University of Agricultural Sciences, Bangalore, India.

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

-**Gogorcena, Y.; Iturbe–Ormaetxe, I.; Escuredo, P.R. and Becana, M. (1995).** Antioxidant defenses against activated oxygen in pea nodules subjected to water stress, J. Plant Physiol. 108,753–758.

-**Golabadi, M., A. Arzani and S. A. M. Mirmohammadi-Maibody. (2006).** Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. African Journal of Agricultural Research. 1(5):162-171.

-**González, A.; Martín, I. and Ayerbe, L. (1999).** Barley yield in water-stress conditions. The influence of precocity, osmotic adjustment and stomatal conductance. Field Crops Research 62, 23–34.

-**Grando, S.; von Bothmer, R. and Ceccarelli, S. (2001).** Genetic diversity of barley; Use of locally adapted germplasm to enhance yield and yield stability of barley in dry area. p.351–372. *In* H. D. Cooper *et al*. (ed). Broadening the genetic base of crop production. CABI, New York/ FAO/, Rome/ IPRI, Rome.

-**Gunasekera, D.; Santakumari, M.; Glinka, Z. and Berkowitz, G.A., (1994).** Wild and cultivated barley genotypes demonstrate varying ability to acclimate to plant water deficits. Plant Sci. 99, 125 – 134.

-**Guttieri, M.J., J.C. Stark, K. Brien, and E. Souza. (2001).** Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Sci. 41: 327-335.

-**Hetherington, A. M. (2001).**The control of specificity in Guard cell signal. Transduction Department of Molecular Biology and Biotechnology,107: 711-714.

-**Hsiao, T.C. (1973).** Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology 24,519–70.

-**Hsiao, T. C.; Acevedo. F.; Fereres, E. and Henderson, D.(1976).** Stress metabolism, water stress, growth and osmotic adjustment. Phil. Trans.R. Soc.Lon. (8):273-479.

-**Hsiao, T.C.; O'Toole, J.C.; Yambao, E.B. and Turner, N.C. (1984).** Influence of osmotic adjustment on leaf rolling and tissue death in rice (*Oryza sativa* L.). Plant Physiol. 75,338–341.

-**Innes, P., and Blackwell, R. D. (1983).** Some effects of leaf posture on the yield and water economy of winter wheat. Journal of A gricultural Science.101: 367-376.

-**Ipgri, (1994).** Descriptors for barley (*Hordeum vulgare* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

-**Iqbal, M.; Ahmad, K.; Ahmad, I.; Sadiq. M. and Ashraf, M. Y. (1999).** Yield and yield components of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) as influenced by water stress at various growth stages. Pakistan J. of Biological Science. Vol.2(4). Pp. 1438-1440.S

-**Ismail, M. L.; Duwayri, M.; Nachit, M. and kafawi, O. (1999).** The effect of water stress at various growth stage of durum wheat (*Triticum turgidum* L.). Genotypes deriyed from cross utilizing landrace variety on yield- related characters. Jordan Agricultural Sciences (Jan), Vol. 26(10) pp.65-73.

-**Johnson, D. A.; Richards, R. A. and Tuner, N. C. (1983).** Yield water relations, gas exchange and surface reflectance of near isogenic wheat lines differing in glaucousness. Crop Scinence. 23: 318-321.

-**Kastori, R.R.; Dencic, S.S. and Petroric, M.J. (1999).** Effect of water stress on two wheat cultivars with different levels of drought resistance. Natural Science, No. 96, P. 61-71.

-**Kavi Kishor, P. B. ; Sangam. S., Amrutha R. N. ; Sri Laxmi P. ; Naidu K. R. ; Rao K. R. S. S. ; Rao S. ; Reddy K. J. ; Theriappan P. and Sreenivasulu. N. ( 2005)**. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: Its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. current science, vol. 88, NO. 3, 10 February.

-**Kramer, P. (1983).** Water Relations of Plants. Academic Press, New York.

-**Kocheva, K. and Georgiev, G. (2003).** Evaluation of the reaction of two contrasting barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in response to osmotic stress with PEG 6000. Bulg. J. Plant Physiol., Special Issue 290-294.

-**Larsson, S., and A. Gorny. (1988).** Grain yield and drought resistance indices of oat cultivars in field rain shelter and laboratory experiments. J. Agron. Crop Sci.,161:277-286.

-**Lazar, M. D., C. D. Salisbbury, and W. D. Worrall.(1995).** Variation in drought susceptibility among closely related wheat lines. Field Crops Res. 41:147-153.

-**Lecoeur, J.; Wery, J.; Turc, O. and Tardieu, F. (1995).** Expansion of pea leaves subjected to short water deficit: cell number and cell size are sensitive to stress at different periods of leaf development. Journal of Experimental Botany 46, 1093–1101.

-**Leopold, A.C.; Musgrave, M.E. and Williams, K.M. (1981).** Solute Leakage resulting from leaf desiccation. Plant Physiology 68:1222-1225.

-**Levitt, J. (1980).** Responses of plants to environmental stresses, Vol. II. Water, radiation, salt and other stresses. Academic Press, New York, 3–211.

-**Loboda, T.(2002).** Gas exchange of spring barley and wheat grown under mild water shortage. Photosynthetic (Czech Republic),Vol. 38(3):429-432.

-**López-Castañeda, C.; Richards, R.A. and Farquhar, G.D. (1995).** Variation in early vigour between wheat and barley. Crop Sci. 35, 472–479.

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

-**Ludlow, M.M.; Santamaria, J.M. and Fukai, S. (1990).** Contribution of osmotic adjustment to grain yield in *Sorghum bicolor* L. Moench under water– limited conditions II. Water stress after anthesis. Aust. J. Agric. Res. 41,67–78.

-**Mangini, G. A. Calandro, P. Rubino, A. Gadaleta, A. Signorile, and A. Blanco. (2005).** Yield componenets and adaptive traits in a sergeant population of wheat under drought conditions. Proceedings of the XLIX Italian Society of Agricultural.

-**Matin, M.A.; Brown, J.H. and Ferguson, H. (1989).** Leaf water potential, relative water content, and diffusive resistance as screening techniques for drought resistance in barley. Agron. J. 81,100–105.

-**McCue, K.F. and Hanson, A.D. (1990).** Drought and salt tolerance: towards understanding and application. Trends Biotechnol., 8, 358–362.

-**Miralles, D. J., Richards, R. A. and Slafer, G. A. (2000).** Duration of the stem elongation period influences the number of fertile florests in wheat and barley. Aus. J. of Plant Physiology. 27:931-940.

-**Mitra, J. (2001).** Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. Curr. Sciences. 80:758-762.
-**Morgan, J.M. (1983).** Osmoregulation as a selection criterion for drought tolerance in wheat. Aust. J. Agric. Res. 34,607–614.
-**Morgan, J.M. (1984).** Osmoregulation and water stress in higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 35: 299-319.
-**Morgan, J.M. and Condon, A.G. (1986).** Water use, grain yield, and osmoregulation in wheat. Australian Journal of Plant Physiology. 13, 523–532.
-**Morgan, J.M. (1991).** A gene controlling differences in osmoregulation in wheat. Aust. J. Plant Physiol. 18,249–257.
-**Morgan, J.M. (2000).** Increases in grain yield of wheat by breeding for an osmoregulation gene: relationship to water supply and evaporative demand. Australian Journal of Agricultural Research 51: 971–80.
-**Munns, R. (1988).** Why measure osmotic adjustment? Aust. J. Plant Physiol. 15, 717 – 726.
**-Nachit M. M., and M. Jarah.(1982).** Association of some morphogical characters to grain yield in durum wheat under Mediterranean dryland conditions. Rachis, 5(2):33-34.
**-Nachit M.M., and I. Eloufi. (2004).** Durum wheat adaptation in the Mediterranean dryland: Breeding, stress physiology, and Molecular markers. Crop Science Society,32:203-218.
-**Neumann, P.M. (1995).** The role of cell wall adjustment in plant resistance to water deficits. Crop Science 35,1258–66.
-**Neumann, P.M. (1997).** Salinity resistance and plant growth revisited. Plant, Cell and Environment 20,1193–98.
-**Nevo, E.; Beiles, A.; Gutterman, Y.; Stroch, N. and Kaplan, D. (1984).** Genetic resources of wild cereals in Israel and the vicinity: II. Phenotypic variation within and between populations of wild barley, Hordeum spontaneum. Euphytica 33:737–756.
**-Ortiz- Ferrara, G., S.K. Yau, and M. Assad Moussa.(1991).** Identification of agronomic traits associated with yield under stress conditions. In: Acevedo, E; Conesa, A. P., Monneveux, P. et al. (Eds). Physiology breeding of winter cereals for stressed Mediterranean environments. Paris: INRA. PP.67-8874.
**-Oudhia, P., S. S. Kolhe, and. S R. Tripathi. (1998).** Germination and seedling vigor of chickpea as affected by allelopathy of *datura stramonium* L. int. Chickpea and Pigeon pea News Letts. 5: 175-190.
**-Ozkan, H., I. Genc, T. Yagbasanlar, and F. Toklu, (1999).** Stress tolerance in hexaploid spring triticale under Mediterranean environment. Plant Breed. 118: 365-367.
-**Passioura, J.B.; Condon, A.G. and Richards, R.A. (1993).** Water deficits, the development of leaf area and crop productivity. In: Smith JAC, Griffiths, H. eds. Water deficits, plant responses from cell to community. UK: Bios Scientific Publishers, 253–64.
-**Philips, R.; Colin, G. and Bain, D. (2005).** Total internal reflection Raman spectroscopy of barley leaf epicuticular waxes in vivo. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 45, 174-180.
-**Premachandra, G.S.; Saneoka, H.; Fujita, K. and Ogata, S. (1992).** Leaf water relations, osmotic adjustment, cell membrane stability, epicuticular wax load and growth as affected by increasing water deficits in Sorghum, J. Exp. Bot. 43, 1569–1576.

-**Radin, J. W.; Lu Z. M.; R. G. Percy, and E. Zeiger.(1994).** Genetic variation for stomatal conductance in Pima cotton and its relation to improvements of heat adaptation. Proc. Natel. Acad. Sci.USA. 91:7217- 7221.

-**Ramirez, P., and J. D. Kelly.(1998).** Traits related to drought resistance in common bean. Euphtica, 99:127-136.

-**Rane, J.; Maheshwri, M. and Nagarjan, S.(2001).** Eeffect of pre- anthesis water stress on growth, photosynthesis and yield of six wheat genotypes defferinig in drouht tolerance. Indian J. of Plant Physiology, vol.6(1), pp.53-60.

-**Rawson, H.M.; Hindmarsh, J.H.; Fischer, R.A. and Stockman, Y.M. (1983).** Changes in leaf photosynthesis with plant ontogeny and relationships with yield per ear in wheat cultivars and 120 progeny. Aust. J.Plant Physiol., 10:503-514.

-**Reynolds, M.; van Ginkel, M. and Ribaut, J.M. (2000).** Avenues for genetic modification of radiation use efficiency in wheat. J. Exp. Bot. 51, 459–473.

-**Reynolds, M.P.; Skovmand, B.; Trethowan, R. and Pfeiffer, W. (2000).** Evaluating a conceptual model for drought tolerance. In J.M. Ribaut, and D. Poland (eds.), Molecular Approaches for Genetic Improvement of Cereals for Stable Production in Water-Limited Environments. Mexico D.F.: CIMMYT.

-**Richards, R.A. (1996).** Increasing yield potential in wheat-source and sink limitations. In Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the Barriers (Eds. M.P.Reynolds, S.Rajaram, and A.McNab), pp.134-149. (CIMMYT: Mexico,CF).

-**Richards, R.A.; Rebetzke, G.J.; Condon, A.G. and van Herwaarden, A.F. (2002).** Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. Crop Science. 42: 111–121.

-**Ritchie, S.W.; Nguyen, H.T. and Holaday, A.S. (1990).** Leaf water content and gas–exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Sci. 30,105–111.

-**Rosielle, A. A. and J. Hamblin.(1981).** Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science.J.21: 943-946.

-**Roy, C.; Garcia, P. Aparicio, N., Villegas. D.; Casadesus, J.; Araus, J. L. (2000).** Tools of improving the efficiency of durum wheat selection under Mediterranean conditions. Durum Wheat under Mediterranean regains. News Challenges. Pp. 63-70.

-**Russell, D.F. (1991).** MSTAT, Director Crop and Soil Science Department (Varsion 2. 10), Michigan State Uni. U.S.A.

-**Santamaria, J.M.; Ludlow, M.M. and Fukai, S. (1990).** Contribution of osmotic adjustment to grain yield in *Sorghum bicolor* L. Moench under water–limited conditions I. Water stress before anthesis. Aust. J. Agric. Res. 41, 51–65.

-**Savin, R.; Stone, P.; Nicolas, M.E. and Wardlaw, I.F. (1997).** Grain growth and malting quality of barley 1. Effects of heat stress and moderately high temperature. Aust. J. Agric. Res. 48, 615–624.

-**Schonfeld, M.A.; Johnson, R.C.; Carver, B.F. and Mornhinweg, D.W.(1988).** Water relations in winter wheat as drought resistance indicator. Crop Sci. 28: 526-531.

-**Shakhatreh, Y., O. Kafawin, S. Ceccarlli, and H. Soub. (2001).** Selection of barley lines for drought tolerance in low- rainfall areas. J. Agron. Crop Sci., 186: 119-127.

-**Sharkey, T.D. (1985).** Photosynthesis in intact leaves of $C_3$ plants: Physics, physiology and rate limitations. Bot. Rev. 51:53-105.

-**Shiri, M., M. Valizadeh and I. Majidi. (2001).** The study of crops tolerance indices evaluating. An. Abstract of the 7 th Iranian Conference of Agronomy and Plant Breeding, pp: 440.
-**Silk, W.K. (1992).** Steady form from changing cells. International Journal of Plant Science 153, 49–58.
-**Singh, N. B.; Ahmad, Z.; Singh, D. N. and Ziauddin, A.(1997).** High tremperatur tolerance in wheat cultivars. Adv. In Agric. Res. In India 7: 119-124.
-**Singh, G, and Chaudhary, H. (2006).** Selection parameters and yield enhancement of wheat (*Triticum aestivum* L.) under different moisture stress condition. Asian J. Plant Sci., 5: 894- 898.
-**Slafer, G.A., Calderini, D.F. and Miralles, D.J. (1996).** Yield components and compensation in wheat: Opportunities for further increasing yield potential. In Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the Barriers, pp. 101-133 (CIMMYT: Mexico, DF).
-**Slafer, G.A. and Savin, R. (1994).** Source-sink relationship and grain mass at different positions within the spike in wheat. Field Crops Research 37, 39-49.
-**Simmons, S.R. (1987).** Growth, development, and physiology. In E.G. Heyne(Editor), Wheat and Wheat Improvement. Agron. Series No.13, Second Edition, American Society of Agronomy, Madison, WI, pp. 77-113.
-**Smirnoff, N. (1998).** Plant resistance to environmental stress, Curr. Opin. Biotechnol. 9, 214–219.
-**Stockman, Y.M.; Fischer, R.A. and Brittain, E.G. (1983).** Assimilates and floret development within the spike of wheat (*Triticum aestivum* L.). Aust. J. Plant Physiol., 10: 585-594.
-**Subbarao, G. B.; Johansen, C.; Jane, M.K.; Kumar, J. V. and Rao, D.K. (1990).** Physiological basis of differences in salinity tolerance of pigeonpea and its related wild species, J. Plant Physiol. 137: pp. 64-71.
-**Talebi, R.;Faya,F.,and Naji ,A.M., (2009)**.Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (Triticum durum Desf.)Gen appl .Plant Physiol .35:pp.46-74.
-**Tambussi, E.A.; Nogués, S.; Ferrio, P.; Voltas, J. and Araus, J.L. (2005).** Does higher yield potential improve barley performance in Mediterranean conditions? A case study. Field Crops Research 91, 149-160.
-**Tardieu, F.; Muller, B.; Reymond, M.; Saduk, W. and Simonneay, T.H. (2004).** Controls of leaf growth and stomatal conductance under water deficit: Combining genetic and ecophysiological analyses. CIMMYT/ Drought/ Rockefeller Foundation Workshop 2004.
-**Turner, N.C. and Jones, M.M. (1980).** Turgor maintenance by osmotic adjustment: A review and evaluation. In: Turner N.C. & P.J. Kramer. eds. Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress. John Wiley & Sons, New York, USA. pp. 87-103.
-**Turner, N.C. (1986).** Crop water deficits: a decade of progress. Adv. Agron. 39, 1–51.
-**Vasquez-Tello, A. (1990).** Electrolyte and Pi leakages and soluble sugar content as physiological tests for screening resistance to water stress in Phaseolus and Vigna species. J. Exp. Bot., 41 (228), 827–832.
-**Villegas D., N. Aparicio, M. M. Nachit, J. L. Araus, and C. Royo.(2000).** Photosynthetic and developmental traits associated with genotypic defferences in durum wheat yield across the Mediterranean basin. Research, 51(7):89-901.

-**Voldong, H.D.and Simpson, G.M. (1967).** Leaf area as an indicator for potential grain yield in Wheat. Can.J. Plant Sci., 47,359-365.

-**Voltas, J.; Romagosa, I.; Lafarga, A.; Armesto, A.P.; Sombrero, A. and Araus, J.L. (2005).** Genotype by environment interaction for grain yield and carbon isotope discrimination of barley in Mediterranean Spain. Aust. J. Agric. Res. 50, 1263–1271.

-**Wagner, P.; Fürstner, R.; Barthlott, W. and Neinhuis, C. (2003).** J. Exp. Bot. 54,1295.

-**Wardlaw, I.F. (1971).** The early stages of grain development in wheat: response to water stress in a single variety. Australian Journal of Biological Science 24, 1047-1055.

-**Watson, D.J. (1952).** The physiological basis of variation in yield. Adv. Agron., 4: 101-145.

-**Yasseen, B. T. and Al-Maamari B. K. S, (2006).**Further Evaluation of the Resistance of Black Barley to Water Stress: Preliminary Assessment for Selecting Drought Resistant Barley.

-**Yeo, A. and Flowers, T. J.(1989).** Salinity resistance in rice ( *Oryza sativa* L.) and apyramiding approach to breeding varieties for saline soils. Aust. J. Plant Physiol., 13:161-173.

-**Zhu, J.K.; Hasegawa, P.M. and Bressan, R.A. (1997).** Molecular aspects of osmotic stress in plants. Critical Rev. in Plant Sci. 16, 253–277.

# الفصـل السادس

# الملاحق

# *Indexes*

الجدول رقم (1): توصيف الأصناف المدروسة.

| الأصناف | متوسط عدد الأيام من الإنبات إلى | | متوسط ارتفاع النبات (سم) | متوسط الإنتاجية (كغ . هكتار$^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| | الإسبال | النضج التام | | |
| شام6 | 102 | 138 | 78 | 3324 |
| شام4 | 126 | 162 | 88 | 3416 |
| دوما2 | 118 | 166 | 78 | 2850 |
| المختار | 97 | 145 | 90 | 3223 |
| بحوث208 | 86 | 139 | 80 | 3387 |
| صفيت7 | 92 | 140 | 65 | 1215 |
| شام3 | 93 | 142 | 70 | 1946 |
| شام5 | 93 | 139 | 75 | 2472 |
| أكساد65 | 93 | 137 | 70 | 2500 |
| صفيت1 | 67 | 102 | 48 | 1250 |
| بركة | 99 | 145 | 80 | 2355 |
| كريم | 95 | 155 | 80 | 1979 |

**الجدول رقم (2): مساحة وإنتاج وغلة محصول القمح حسب القطاعات خلال الفترة (2005-2009) في سورية.**

المساحة: ألف هكتاراً  الإنتاج: ألف طناً  الغلة: طن . هكتار$^{-1}$

| المحصول | السنوات | المساحة Area | | | الإنتاج Production | | | الغلة Yield | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | التعاوني | الخاص | المجموع | التعاوني | الخاص | المجموع | التعاوني | الخاص | المجموع |
| قمح طري | 2005 | 399 | 704.1 | 1103.1 | 1001 | 1600.7 | 2601.7 | 2.5 | 2.3 | 2.4 |
| | 2006 | 367 | 659 | 1026 | 1012 | 1689 | 2701 | 2.8 | 2.6 | 2.6 |
| | 2007 | 348 | 616 | 964 | 816 | 1409 | 2225 | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| | 2008 | 329 | 554 | 883 | 466 | 725 | 1191 | 1.4 | 1.3 | 1.3 |
| | 2009 | 347.5 | 548.5 | 896 | 850.8 | 1269.2 | 2120 | 2.4 | 2.3 | 2.4 |
| قمح قاسي | 2005 | 368 | 432.8 | 800.8 | 889 | 1178 | 2067 | 2.4 | 2.7 | 2.6 |
| | 2006 | 356 | 405 | 761 | 1025 | 1205 | 2230 | 2.8 | 3.0 | 2.9 |
| | 2007 | 350 | 354 | 704 | 854 | 962 | 1816 | 2.4 | 2.7 | 2.6 |
| | 2008 | 307 | 296 | 603 | 452 | 496 | 948 | 1.5 | 1.7 | 1.6 |
| | 2009 | 279.8 | 261.2 | 541 | 818.4 | 763.6 | 1582 | 2.9 | 2.9 | 2.9 |
| إجمالي القمح | 2005 | 767 | 1136.8 | 1903.8 | 1890 | 2778.7 | 4668.7 | 2.5 | 2.4 | 2.5 |
| | 2006 | 723 | 1064 | 1787 | 2038 | 2893 | 4931 | 2.8 | 2.7 | 2.8 |
| | 2007 | 698 | 970 | 1668 | 1670 | 2371 | 4041 | 2.4 | 2.4 | 2.4 |
| | 2008 | 636 | 850 | 1486 | 918 | 1221 | 2139 | 1.4 | 1.4 | 1.4 |
| | 2009 | 627.3 | 809.7 | 1437 | 1669.2 | 2032.8 | 3702 | 2.7 | 2.5 | 2.6 |

المصدر: وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، المجموعة الإحصائية السنوية، **2010**.

الجدول رقم (3): المساحة المزروعة والمحصودة للقمح وتطورها في سورية خلال الفترة (2007-2009).

| البيان | القمح الطري Soft Wheat | | | | القمح القاسي Durum Wheat | | | | إجمالي القمح Total Wheat | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | المساحة المزروعة | | المساحة المحصودة | | المساحة المزروعة | | المساحة المحصودة | | المساحة المزروعة | | المساحة المحصودة | |
| | سقي | بعل | سقي | بعل | سقي | بعل | سقي | بعل | سقي | بعل | سقي | بعل |
| 2007 | 438344 | 525404 | 433341 | 461924 | 353014 | 350970 | 352231 | 312092 | 791358 | 876374 | 785572 | 774016 |
| 2008 | 430202 | 453076 | 412960 | 58989 | 300132 | 302581 | 286848 | 118017 | 730334 | 755657 | 699808 | 177006 |
| 2009 | 389966 | 506207 | 348423 | 335689 | 266961 | 274241 | 235116 | 221338 | 656927 | 780448 | 583539 | 557027 |

* المصدر: وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، المجموعة الإحصائية السنوية، 2010.

المساحة: هكتار

**الجدول رقم (4): مساحة وإنتاج وغلة محصول القمح القاسي حسب المحافظات لعام2009 في القطر العربي السوري.**

المساحة: هكتار  الإنتاج : طن  الغلة : كغ / هكتار

| المحافظات | سقي | | | بعل | | | المجموع | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مساحة | إنتاج | غلة | مساحة | إنتاج | غلة | مساحة | إنتاج | غلة |
| السويداء | 195 | 645 | 3308 | 17718 | 15288 | 863 | 17913 | 15933 | 889 |
| درعا | 14218 | 50326 | 3540 | 35932 | 58556 | 1630 | 50150 | 108882 | 2171 |
| القنيطرة | 1341 | 4277 | 3189 | 6328 | 11909 | 1882 | 7669 | 16186 | 2111 |
| ريف دمشق | 2983 | 11888 | 3985 | 1133 | 1835 | 1620 | 4116 | 13723 | 3334 |
| حمص | 12591 | 59207 | 4702 | 23781 | 37009 | 1556 | 36372 | 96216 | 2645 |
| حماه | 23657 | 92373 | 3905 | 19201 | 39387 | 2051 | 42858 | 131760 | 3074 |
| الغاب | 45413 | 227928 | 5019 | 3161 | 12031 | 3806 | 48574 | 239959 | 4940 |
| أدلب | 13705 | 71855 | 5242 | 12678 | 38312 | 3022 | 26383 | 110167 | 4176 |
| طرطوس | 616 | 666 | 1081 | 9786 | 10273 | 1050 | 10402 | 10939 | 1052 |
| اللاذقية | - | - | - | 3987 | 9604 | 2409 | 3987 | 9604 | 2409 |
| حلب | 55620 | 244656 | 4399 | 60870 | 116529 | 1914 | 116490 | 361185 | 3101 |
| الرقة | 28465 | 150685 | 5294 | - | - | - | 28465 | 150685 | 5294 |
| دير الزور | 22040 | 96641 | 4385 | - | - | - | 22040 | 96641 | 4385 |
| الحسكة | 46117 | 203392 | 4410 | 79666 | 16562 | 208 | 125783 | 219954 | 1749 |

**المصدر: وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، المجموعة الإحصائية السنوية، 2010.**

**الجدول رقم (5): مساحة وإنتاج وغلة محصول القمح الطري حسب المحافظات لعام2009 في القطر العربي السوري.**

المساحة: هكتار  الإنتاج: طن  الغلة: كغ . هكتار$^{-1}$

| المحافظات | سقي | | | بعل | | | المجموع | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مساحة | إنتاج | غلة | مساحة | إنتاج | غلة | مساحة | إنتاج | غلة |
| السويداء | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| درعا | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| القنيطرة | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ريف دمشق | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| حمص | 2699 | 11689 | 4331 | 962 | 2140 | 2225 | 3661 | 13829 | 3777 |
| حماه | 1156 | 3861 | 3340 | - | - | - | 1156 | 3861 | 3340 |
| الغاب | 8832 | 47136 | 5337 | 388 | 1575 | 4059 | 9220 | 48711 | 5283 |
| أدلب | 11699 | 55633 | 4755 | 25692 | 47939 | 1866 | 37391 | 103572 | 2770 |
| طرطوس | 4735 | 23895 | 5046 | 1927 | 1554 | 806 | 6662 | 25449 | 3820 |
| اللاذقية | - | - | - | 51 | 0 | - | 51 | 0 | - |
| حلب | 77955 | 370137 | 4748 | 127844 | 95273 | 745 | 205799 | 465410 | 2261 |
| الرقة | 70880 | 371737 | 5245 | 24128 | 1121 | 46 | 95008 | 372858 | 3924 |
| دير الزور | 47533 | 170393 | 3585 | - | - | - | 47533 | 170393 | 3585 |
| الحسكة | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

المصدر: وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، المجموعة الإحصائية السنوية، **2010**.

**الجدول رقم (6): كميات الأمطار الهاطلة ودرجات الحرارة الصغرى والعظمى حسب الأيام والأشهر للموسم الزراعي 2009/2008 في محطة بحوث خرابو.**

كمية الأمطار (مم)　　درجات الحرارة: درجة مئوية　　الصغرى: ص ، العظمى: ع

| | تشرين الثاني | | | كانون الأول | | | كانون الثاني | | | شباط | | | آذار | | | نيسان | | | أيار | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | درجات الحرارة | | الهطول | درجات الحرارة | | الهطول | درجات الحرارة | | الهطول | درجات الحرارة | | الهطول | درجات الحرارة | | الهطول | درجات الحرارة | | الهطول | درجات الحرارة | | الهطول |
| | ع | ص | | ع | ص | | ع | ص | | ع | ص | | ع | ص | | ع | ص | | ع | ص | |
| 1 | 23.6 | 6.4 | | 19.6 | 0.5 | | 6.2 | 0.7- | | 14.2 | 3.5 | | 11 | 3.4 | | 23.7 | 3.5 | | 24 | 7.5 | |
| 2 | 22.4 | 8 | | 21 | 0 | | 7 | 4.3- | | 15 | 3 | | 12.5 | 1.8 | | 24.8 | 8.7 | | 26 | 4.5 | |
| 3 | 22 | 4.2 | | 18.2 | 2- | | 7.6 | 5- | | 17.2 | 2 | | 14.3 | 6.5 | 0.3 | 27.5 | 9.4 | | 25.1 | 8.3 | 0.1 |
| 4 | 21.5 | 3.7 | | 18.6 | 2.3- | | 11 | 2- | | 17.5 | 1.4 | | 17.5 | 2.2 | | 25.2 | 6.6 | | 31.7 | 15.5 | 0.2 |
| 5 | 23 | 2.2 | | 18.6 | 2.9- | | 13 | 4.2- | | 20.6 | 2 | | 20.5 | 4 | | 25 | 9.8 | | 22.6 | 12 | |
| 6 | 23.1 | 3.2 | | 18.1 | 0.2 | | 15.1 | 3- | | 19.8 | 0 | | 24.6 | 7.5 | | 27 | 13.8 | | 22 | 9.3 | |
| 7 | 24.7 | 1.6 | | 18 | 1.7- | | 17.7 | 1.7- | | 19.3 | 2 | | 25.8 | 5.6 | | 23.5 | 6.6 | | 23.7 | 6.9 | |
| 8 | 22 | 4.8 | | 20 | 0.4- | | 16.8 | 0.8 | | 17.7 | 4.1 | | 25.2 | 10.1 | | 19.9 | 5 | | 25.2 | 7.2 | |
| 9 | 23 | 3.5 | | 17 | 8.2 | | 16 | 1.2- | | 17.2 | 5 | | 17.2 | 8 | | 21.3 | 6.8 | | 24.5 | 9 | |
| 10 | 23.4 | 7.5 | | 17.4 | 6.8 | | 11.8 | 0.9 | 1.2 | 13.4 | 5.5 | 12.9 | 18.2 | 5.5 | | 22.7 | 4.3 | | 26.7 | 7 | 3.3 |
| 11 | 22 | 7.4 | | 13.2 | 2.5- | | 15.5 | 2.8 | | 15.1 | 5.4 | | 19.6 | 5 | | 24.2 | 5.2 | | 25.2 | 10.2 | |
| 12 | 23.3 | 9.3 | 10.5 | 14.6 | 5.5- | | 11 | 0.6- | | 16.8 | 7.1 | | 22.6 | 2 | | 26.3 | 9.6 | | 27.5 | 5.3 | |
| 13 | 20.2 | 8.3 | | 16.1 | 3.7- | | 10.4 | 7- | | 18 | 2 | | 23 | 7 | 0.8 | 25.5 | 6.1 | | 30.7 | 10.8 | |
| 14 | 21.5 | 5 | | 19 | 0 | | 11.7 | 5- | | 21.4 | 1.6 | | 15.5 | 7.6 | | 27.6 | 9.4 | 0.5 | 32.5 | 14.2 | 3.7 |
| 15 | 20 | 5.2 | | 18.6 | 0.2- | | 14.5 | 3.3- | | 18 | 0.7 | | 15.2 | 5.8 | | 21 | 8.7 | | 30.7 | 14.4 | |
| 16 | 20.1 | 3.8 | | 16.4 | 1- | | 13.6 | 2.2- | | 13.2 | 4.7 | | 16.2 | 0.8 | | 18.9 | 10.7 | 1.4 | 33.5 | 11.5 | |
| 17 | 21.2 | 1.7 | | 17.2 | 4.3- | | 18.5 | 0.8- | | 12 | 4.5 | | 16.3 | 2.5 | | 19.2 | 8.8 | | 35 | 11.3 | |
| 18 | 20.6 | 3 | | 16.5 | 3.2- | | 16 | 0.1 | | 11 | 1.5- | 1.5 | 19 | 1.2 | | 20.8 | 5.6 | | 37.2 | 11.7 | |
| 19 | 19.7 | 10 | | 18.6 | 2.3- | | 11.6 | 0.2 | | 14.1 | 4.4 | | 18.4 | 0.2 | 0.7 | 23 | 0.5 | | 37 | 11.6 | |
| 20 | 22.5 | 7.6 | 1.2 | 13.4 | 0.7- | | 13.6 | 1.2- | | 17.3 | 4.1 | 7.8 | 14.6 | 6.5 | 0.7 | 27 | 3.8 | | 31.6 | 15.5 | |
| 21 | 21.6 | 8.8 | 0.3 | 11.3 | 2 | | 17.1 | 1- | | 11.6 | 4 | 5 | 18.6 | 7.5 | | 30 | 5.8 | | 28.6 | 11.7 | |
| 22 | 16.6 | 6.5 | 0.8 | 11.7 | 5.5 | | 16.4 | 1.7 | | 11.2 | 4.3 | | 21.3 | 1 | | 31.4 | 6.5 | | 30.5 | 15.4 | |
| 23 | 19.3 | 5.7 | | 15 | 4.2 | 5.5 | 11.4 | 2- | 1.6 | 11.7 | 4 | 1.2 | 20.8 | 6.5 | 5.5 | 27.4 | 6.5 | | 31 | 10.2 | |
| 24 | 20.7 | 4 | | 14.2 | 4.5 | 0.3 | 12.8 | 2.5 | 1.7 | 14.8 | 3.6 | 0.4 | 14.6 | 5.6 | 2.3 | 24.6 | 6.6 | | 29.7 | 10.5 | |
| 25 | 23 | 3.5 | | 11.7 | 6 | | 13.6 | 0.4 | | 16.5 | 0.2 | | 17.6 | 5.3 | | 24.8 | 8 | | 30.4 | 11.5 | |
| 26 | 23.4 | 3.2 | | 12.6 | 1.2 | | 17.6 | 2.6 | | 18.7 | 0 | | 18.1 | 1.5 | | 26 | 6.2 | | 30 | 12 | |
| 27 | 24.5 | 1.6 | | 13.5 | 0.6 | | 17.5 | 3 | | 12 | 3 | 8.4 | 18.5 | 1.5 | 6 | 26.5 | 4.7 | | 29.5 | 12 | |
| 28 | 19.6 | 3.5 | 1.2 | 15 | 1.6- | | 15.2 | 5 | | 7 | 3 | 21.2 | 15.6 | 6.8 | | 27.2 | 6.5 | | 29.2 | 13 | |
| 29 | 18.6 | 5.8 | | 14.7 | 1.5- | | 18.9 | 3.9 | | | | | 17.3 | 5 | | 28 | 8.8 | | 31 | 10.4 | |
| 30 | 18.2 | 0.5 | | 13.8 | 3.4 | 4.4 | 15 | 2.7 | | | | | 21 | 1.5 | | 24 | 8 | | 34.4 | 10.2 | |
| 31 | | | | **9.2** | **1.8** | **3** | **13.2** | **0.7** | **5** | | | | **22** | **2.4** | | | | | **35.3** | **11.5** | |

الجدول رقم (7): **كميات الأمطار الهاطلة ودرجات الحرارة الصغرى والعظمى حسب الأيام والأشهر للموسم الزراعي 2010/2009 في محطة بحوث خرابو.**

**كمية الأمطار (مم)** **درجات الحرارة: درجة مئوية** **الصغرى: ص ، العظمى: ع**

| | تشرين الثاني | | | كانون الأول | | | كانون الثاني | | | شباط | | | آذار | | | نيسان | | | أيار | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | درجات الحرارة | | الهطول | درجات الحرارة | | الهطول | درجات الحرارة | | الهطول | درجات الحرارة | | الهطول | درجات الحرارة | | الهطول | درجات الحرارة | | الهطول | درجات الحرارة | | الهطول |
| | ع | ص | | ع | ص | | ع | ص | | ع | ص | | ع | ص | | ع | ص | | ع | ص | |
| 1 | 20.6 | 10 | 8.6 | 17.8 | 1.5 | | 17.6 | 3 | | 18.2 | 2.8 | | 18.5 | 2.2 | | 28 | 3.4 | | 23.5 | 4.2 | |
| 2 | 14.6 | 10 | 22 | 16 | 0.3 | | 19.2 | 1.8 | | 18.2 | 4 | | 19 | 2.5 | | 29.5 | 5.5 | | 23.5 | 5.6 | |
| 3 | 17.4 | 10.2 | 2.5 | 14.6 | 6.6 | | 19.4 | 8 | | 14 | 4 | | 19.5 | 5.4 | | 30.6 | 6.5 | | 27 | 5.6 | |
| 4 | 20 | 8 | | 18.5 | 2.2 | | 17.4 | 8.8 | | 8.9 | 2 | | 20.4 | 7.8 | | 30.4 | 9.3 | | 28.5 | 6.5 | |
| 5 | 20.2 | 4 | | 16.1 | 1.8 | | 18.4 | 6.4 | | 8.8 | 2 | | 24 | 5.4 | | 29.8 | 5.6 | | 31 | 7 | |
| 6 | 21.7 | 5.1 | | 14.9 | 4.4 | 0.1 | 16.7 | 4.5 | | 10 | 2- | | 20.5 | 7 | | 28.8 | 6 | | 32.2 | 7.7 | |
| 7 | 22.7 | 7.2 | | 11 | 5.2 | 0.2 | 20.5 | 0.3 | | 12 | 4.5- | | 20.6 | 6.5 | | 21.5 | 4.5 | | 34 | 9.2 | |
| 8 | 24 | 8.3 | | 16.6 | 3.3 | | 21.5 | 0.5 | | 11.6 | 0.6- | | 25 | 6.2 | | 20.6 | 6.5 | | 34.5 | 12.2 | |
| 9 | 26.9 | 7.5 | | 17.5 | 3.1 | | 19.5 | 0.5 | | 15.6 | 3 | 0.6 | 26 | 12.8 | | 21.4 | 6 | | 34.4 | 9.5 | |
| 10 | 22.6 | 7.6 | | 14.5 | 6.2 | | 21 | 1.4 | | 16.8 | 2.6 | | 29.1 | 11 | | 21.7 | 2 | | 35.2 | 15.4 | |
| 11 | 22.1 | 6 | | 15 | 3 | 3.8 | 22.4 | 0.2- | | 17 | 4 | | 31 | 9.5 | | 26.6 | 9.2 | | 34 | 15.4 | |
| 12 | 22.6 | 4.5 | | 12.9 | 5 | 1.6 | 13.7 | 0.4 | | 20.4 | 5 | | 31.6 | 11 | | 20.5 | 10 | | 35.5 | 10 | |
| 13 | 20.3 | 5 | | 15.5 | 7.6 | | 18.1 | 0.6 | 2.3 | 18.6 | 8.5 | | 29.8 | 11.6 | | 22.2 | 4 | | 35.2 | 9 | |
| 14 | 19.5 | 3.4 | | 15.7 | 6.9 | | 14.4 | 0.3 | | 23.2 | 3.8 | | 29.6 | 8.5 | | 26 | 3.5 | | 35.2 | 9 | |
| 15 | 20.6 | 5.2 | | 12.6 | 2 | | 17.2 | 4.6 | | 23.6 | 10 | | 30.5 | 11.6 | | 30 | 4 | | 36.4 | 10.6 | |
| 16 | 15.1 | 4 | 1.8 | 12.8 | 1 | 1 | 17.2 | 0.6 | | 26.4 | 9.2 | | 17.2 | 11 | | 28.8 | 9.8 | | 38 | 14.5 | |
| 17 | 17 | 6.5 | | 11.5 | 6.5 | 10.7 | 17.2 | 8 | 7 | 25 | 6 | | 20 | 5 | | 28.3 | 10 | | 35.5 | 20 | |
| 18 | 19 | 5 | | 17 | 7 | 0.7 | 11.8 | 8.2 | 20 | 27 | 8.5 | | 16.2 | 2.5 | | 30 | 6.6 | | 29.5 | 15.5 | |
| 19 | 17.6 | 0.5 | | 17.5 | 7.7 | | 13.8 | 8.2 | | 21.6 | 8 | | 16.5 | 1.2- | | 31.6 | 6.8 | | 28.3 | 11.3 | |
| 20 | 19 | 0.3- | | 12.2 | 2.1 | | 12.7 | 8 | 2.2 | 22.4 | 5.4 | | 18.2 | 2.6 | | 31.5 | 9.5 | | 28.2 | 5.4 | |
| 21 | 21.4 | 0 | | 20.6 | 2.2 | | 13.6 | 5 | | 23.2 | 4.4 | | 20 | 2- | | 26.5 | 11 | | 30.2 | 6.2 | |
| 22 | 19.9 | 0.6 | | 18.5 | 6 | | 12 | 0.8 | | 17.2 | 9 | | 21.6 | 2- | | 20.5 | 10.4 | | 32.6 | 11.8 | |
| 23 | 20.4 | 0.5 | | 18.7 | 1.5 | | 16.8 | 1.8 | | 17.6 | 8.3 | | 21.5 | 1.4- | | 24.6 | 5 | | 25 | 15 | |
| 24 | 19 | 1.3 | 9.6 | 18.8 | 1.7 | | 12.5 | 3.5 | 9.4 | 17 | 1.8 | | 26 | 4 | | 27 | 4.8 | | 28.7 | 11.2 | |
| 25 | 13 | 7 | | 19 | 2.1 | | 10 | 4 | | 17.6 | 3 | 4.6 | 23.6 | 7.9 | | 28.8 | 5.7 | | 32 | 7.2 | |
| 26 | 13.4 | 5 | | 12.5 | 1.5 | | 9.6 | 1- | | 14.6 | 9 | 1 | 21.6 | 5.6 | 0.5 | 31.5 | 9.4 | | 34.6 | 9.5 | |
| 27 | 15.6 | 4.6 | | 12 | 3 | | 8.5 | 2.5- | | 15.7 | 8 | 7.7 | 20 | 9.5 | 1.8 | 30.6 | 8.8 | | 34 | 14.6 | |
| 28 | 15.5 | 1 | | 17.8 | 1.4 | | 12.4 | 3.2- | | 13 | 7 | 3 | 23 | 5 | | 25.5 | 13.8 | | 30.5 | 15.8 | |
| 29 | 11.6 | 0.5- | | 18 | 5.6 | | 16.6 | 1.1- | | | | | 21.5 | 5 | | 26.2 | 6.5 | | 32.2 | 13 | |
| 30 | 17.2 | 0.9- | | 15.3 | 7 | 0.2 | 16 | 1.8 | 0.1 | | | | 20 | 0 | | 20 | 10 | | 34.5 | 11.5 | |
| 31 | | | | 16.6 | 3.6 | | 19 | 5.2 | | | | | 21.5 | 0.6 | | | | | 36.5 | 14 | |

**المصدر: المديرية العامة للأرصاد الجوية، مديرية المناخ (2010).**

كمية الأمطار: (مم)

درجات الحرارة: درجة مئوية

**الجدول رقم (8): متوسطات درجات الحرارة الشهرية والهطولات المطرية خلال موسمي الزراعة 2009/2008 - 2010/2009.**

| المواسم / الأشهر | 2009/2008 | | | 2010/2009 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | متوسط درجات الحرارة (مْ) | | الهطول (مم) | متوسط درجات الحرارة(مْ) | | الهطول (مم) |
| | العظمى | الصغرى | | العظمى | الصغرى | |
| أيلول | 35.2 | 13.8 | 0.0 | 32.2 | 13.4 | 2.3 |
| تشرين الأول | 27.6 | 9.9 | 3.8 | 29.5 | 11.0 | 12.6 |
| تشرين الثاني | 20.8 | 4.9 | 14.0 | 19.0 | 4.5 | 44.5 |
| كانون الأول | 15.9 | 0.4- | 13.2 | 15.7 | 3.8 | 18.3 |
| كانون الثاني | 13.2 | 0.4- | 9.5 | 15.3 | 2.8 | 41.0 |
| شباط | 15.4 | 3.0 | 58.4 | 17.7 | 4.7 | 16.9 |
| آذار | 18.5 | 4.4 | 16.3 | 22.7 | 5.5 | 2.3 |
| نيسان | 24.8 | 7.0 | 1.9 | 26.7 | 7.1 | 0.0 |
| أيار | 29.4 | 10.2 | 7.3 | 32.0 | 10.7 | 0.0 |
| حزيران | 35.5 | 14.0 | 0.0 | 34.8 | 14.3 | 0.0 |
| متوسط درجات الحرارة | 23.6 | 6.7 | - | 24.56 | 7.8 | - |
| مجموع الهطول المطري السنوي (مم) | - | - | 124.4 | - | - | 137.9 |

المصدر: المديرية العامة للأرصاد الجوية، مديرية المناخ (2010).

كمية الأمطار: (مم)

درجات الحرارة: درجة مئوية

**الجدول رقم (9): متوسطات درجات الحرارة الشهرية والهطولات المطرية خلال (فترة الإزهار، والنضج) خلال الموسمين الزراعيين( 2009/2008 - 2010/2009).**

| المواسم / الأشهر | 2009/2008 | | | 2010/2009 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | متوسط درجات الحرارة (مْ) | | الهطول (مم) | متوسط درجات الحرارة (مْ) | | الهطول (مم) |
| | العظمى | الصغرى | | العظمى | الصغرى | |
| نيسان | 24.8 | 7.0 | 1.9 | 26.7 | 7.1 | 0.0 |
| أيار | 29.4 | 10.2 | 7.3 | 32.0 | 10.7 | 0.0 |
| حزيران | 35.5 | 14.0 | 0.0 | 34.8 | 14.3 | 0.0 |
| متوسط درجات الحرارة | 29.9 | 10.4 | - | 31.2 | 10.7 | - |
| مجموع الهطول المطري السنوي (مم) | - | - | 9.2 | - | - | 0.0 |

المصدر: المديرية العامة للأرصاد الجوية، مديرية المناخ (2010).

**Abstract**

The study was conducted in the laboratory of Agronomy Department, Biotechnology laboratories, and Kharabo Research Station in Ghoota, which belongs to the Faculty of Agriculture, Damascus University, during the two consecutive growing seasons 2008 – 2009/2009 – 2010, in order to evaluate the response of some bread and durum wheat genotypes to osmotic stress at the seedling stage by using a lab. Screening tool, based on osmotic induction response technique (OIRT), and to study the importance of induction in increasing the tolerance of the induced seedlings to the lethal level of osmotic stress. Another two field experiments were carried out to evaluate the performance of some bread and durum wheat varieties under both rainfed and irrigated conditions, based on some morphological, physiological, biochemical and yield associated traits, which are genetically correlated with drought tolerance and higher grain yield. The second field experiment was conducted to assess the relevance of recovery growth as a biological selection parameter identifying the high-drought-high-yielding genotypes under dry farming systems.

The field experiments were laid according to randomized complete block design (RCBD) with three replications, while the lab. Experiments were laid based on complete randomized design with three replicates.

The results of the laboratory experiments revealed that the osmotic level (-1.6 Mpa) is the optimum lethal level, and the osmotic level (-0.4 Mpa) is the optimum induction level, this developed screening tool was used to screen the investigated genotypes in response to osmotic stress, in order to identify the drought-tolerant genotypes from the susceptible ones.

The statistical analyses results showed that the bread wheat varieties ($Cham_6$, $Cham_4$, and $Douma_2$), and the durum wheat variety $Acsad_{65}$ were classifies as highly osmotic stress tolerant varieties, because the reduction percentage of the root system (29.99, 30.20, 32.69 and 39.75% respectively), and seedlings (31.25, 22.72, 27.56 and 31.96% respectively) were significantly lower, and the absolute values of those traits were significantly higher, while the bread wheat variety ($Safee_1$), and the durum ones (Barkha, $Cham_3$, $Cham_5$ and Khareem) were classified as highly sensitive varieties for osmotic tress. It has been noticed that the length of roots and seedlings (roots and shoots) was significantly higher in the induced seedlings (12.20 and 17.72 cm respectively), while the length of such traits was significantly lower in the non-induced seedlings, which were transferred directly to the lethal level of osmotic stress (6.96, and 8.42 cm respectively), and the reduction percentage of the length of roots and seedlings was significantly higher compared with the induced seedlings (69.78 and 69.25% respectively), indicating the importance on induction in improving the tolerance efficiency of the seedlings to the lethal levels of osmotic stress. There was a positive

significant correlation between the average seedling length and grain yield (r = 0.70*). This high correlation value between the performance of the investigated varieties at the seedling level and at plant level in the field assures that the proposed screening tool is an efficient and rapid technique, which can be used to differentiate the drought tolerant varieties from the susceptible ones.

Water stress under field conditions caused a significant decrease in all investigated traits compared with the control. The reduction in all traits and from all the studied varieties was significantly higher under water-limited conditions, where the performance of the varieties was much better during the first growing season compared with second one, due to the proper distribution of the rainfall during the first growing season. The average plant height was significantly higher during the first growing season, in the varieties $Cham_6$, $Safeet_7$ and $Acsad_{65}$ (89.00, 86.77, and 52.78 cm respectively), while it was significantly lower during the second growing season in the durum variety Barakha (52.78 cm), followed by the bread wheat Variety $Safeet_1$ (59.52 cm). The peduncle length was significantly higher in the full irrigated plants during the first growing season (35.16 cm), while it was significantly lower during the second growing season in the plants under rainfed conditions (25.46 cm). The peduncle length was significantly higher in the variety Cham5 (36.79 cm), while it was significantly lower in the varieties Barakha, $Safeet_1$, $Cham_3$, and $Bohooth_{208}$ (27.80, 28.34, 28.39 and 27.80 cm respectively). The leaf area index (LAI) and flag leaf area were significantly higher in the plots under irrigation compared with the water-stressed plots. The LAI was significantly higher during the second growing season under irrigation in the varieties $Bohooth_{208}$, $Acsad_{65}$, $Dooma_2$ and $Safeet_7$ (4.65, 4.65, 4.62 and 4.62 respectively), while it was significantly lower during the second growing season under rainfed conditions, in the varieties AL-Mokhtar, $Safeet_7$, and Barakha (1,57, 1.87, and 1.93 respectively). These results indicate the importance of water availability to maintain the Turgor potential inside the plant cells of the shoots, for the expansion and growth.

It has been noticed that the early seedling vigor and angle of the upper leaves on the main stem were significantly higher in all cultivated varieties during the first growing season under well-irrigated conditions compared with the second growing season under rainfed conditions. The wax deposit on the leaf surface, relative water content and the solute leakage were significantly higher during the first growing season (lower precipitation) compared with the second growing season (higher precipitation), under rainfed conditions compared with the irrigated conditions. There was a genetic variability in the synthesis and accumulation of waxes among the investigated varieties, where it was significantly higher in the variety $Cham_3$ (4.36 mg . $cm^{-2}$), while it was significantly lower in the varieties $Safeet_7$, AL-Mokhtar , $Safeet_1$, $Bohooth_{208}$, and $Cham_5$ (0.180, 0.223, 0.229, 0.252 and 0.256 mg . $cm^{-2}$ respectively) without significant differences among them. The relative water content was significantly higher during the second

growing season under irrigated conditions, in the varieties $Cham_5$, AL-Mokhtar and $Cham_3$ without significant differences among them (91.57, 88.74 and 86.80% respectively), while it was significantly lower in the variety $Acsad_{65}$ during the first growing season under rainfed conditions (78.11%). This genetic variation can be attributed to the variation in the leaf area index, and the amount of waxes deposited on the leaf surface, where the wax deposits were significantly higher in the varieties $Cham_3$ and $Cham_5$, and the relative water content was also significantly higher in the same varieties, indicating the relevant role of Epicuticular waxes in controlling the rate of water loss by transpiration. The study showed that the percentage of solute leakage was significantly lower during the first growing season under well-irrigated conditions, in the varieties AL-Mokhtar $Cham_4$, $Dooma_2$ and $Cham_3$ (9.47, 9.48, 9.85, 12.75, and 13.29% respectively) without significant differences among them, while it was significantly higher during the second growing season under rainfed conditions, in the varieties $Acsad_{65}$, $Cham_5$, and $Dooma_2$ (43.44, 42.36 and 39.25% respectively) wit significant differences among them. The proline content in the leaves was significantly higher during the first growing season, under rainfed conditions, in the varieties $Cham_4$, $Safeet_7$, $Safeet_1$, and $Dooma_2$ (20.89, 20.84, 20.19 and 20.18 µg . $g^{-1}$ fresh weight respectively) without significant differences among them, while it was significantly lower during the two growing seasons under well-irrigated conditions, in the varieties $Dooma_2$, Khareem, $Safeet_1$ and $Acsad_{65}$ (3.17, 5.517, 5.979 and 6. 1888 µg . $g^{-1}$ fresh weight respectively) with significant differences among them. This indicate that the accumulation of proline in the leaves of wheat increases with increase the intensity of water stress compared with the control, and can play a pivotal role in the maintenance of cytoplasmic membrane integrity and stability.

It has been noticed that the ration of leaf contribution in filling of the grains was significantly higher in all investigated varieties during the second growing season under well-irrigated conditions (81.80%) compared with first growing season under rainfed conditions (67.67%). The percentage of leaf contribution is mainly determined by the amount of water available during the grain filling period, because water is the sole translocator for assimilates from the source (Stem and leaves) into sink (Grains). The percentage of stem contribution in the grain filling was significantly higher during the second growing season under rainfed conditions, in the bread wheat variety Cham4 (87.92%), while it was significantly lower during the second growing season, under irrigated condition, in the varieties $Dooma_2$, and Barakha (28.03 and 35.36% respectively) without significant differences between them. It was found from the data of the twp growing season that the stem contribution in the final grain weight was quite similar, in spite of the variation in the annual rainfall, indicating that the process of assimilates translocation from stem into grains is less affected (more tolerant) by drought compared with the translocation of photo-assimilates from leaves into grains, but any further increase in the drought intensity will adversely affect the rate of assimilates

translocation from stem into grains. The reduction in the stem weight is highly and positively correlated with the rate of assimilates translocation and the degree of grain filling, especially under rainfed conditions.

It has been found that the number of grains per square meter was significantly higher during the second growing season, under irrigated conditions, in the bread wheat varieties $Cham_6$, $Cham_4$, $Bohooth_{208}$, and AL-Mokhtar (29450, 29000, 26850, and 26610 grains/$m^2$ respectively), while it was significantly lower during the first growing season, under rainfed conditions, in the varieties $Acsad_{65}$, $Cham_3$, $Safeet_1$, $Cham_5$, Barakha, and $Safeet_7$ (3074, 4146, 4363, 4333, 4450, and 6343 grains/$m^2$ respectively) without significant differences among them. The 1000-kernel weight was significantly higher during the first growing season under well-irrigated conditions, in the varieties Khareem, $Safeet_1$, $Acsad_{65}$, $Cham_5$, and $Cham_3$ (63.62, 62.74, 57.60, 57.15, and 55.60 g respectively) with significant differences among them, while it was significantly lower during the second growing season under rainfed conditions, in the bread wheat Varity AL-Mokhtar (32.97 g). This clearly assures that the varieties which formed significantly higher plant leaf area (LAI), and maintained the functionality of their leaves (stay green) for a longer period, could achieve significantly higher 1000-kernel weight, and the reverse is true. These results also indicate that the 1000-kernel weight trait is less affected by drought conditions compared with the number of grains per unit land area.

The average grain yield was significantly higher during the two growing seasons, under well-irrigated conditions, in the bread wheat varieties $Cham_6$, $Bohooth_{208}$, and $Dooma_2$ (1077, 1055, and 989.20 g . $m^{-2}$ respectively), while it was significantly lower during the first growing season, under rainfed conditions, in the varieties $Acsad_{65}$, Barakha, and $Safeet_1$ (153.3, 192.2, and 200.7 g . $m^{-2}$ respectively). These results indicate that the wheat grain is highly associated with the number of grains per unit land area, where it was significantly higher in the varieties which forms significantly higher number of grains. The average biological yield was significantly higher during the second growing seasons, under well-irrigated conditions, in the bread wheat varieties $Bohooth_{208}$ , $Cham_6$, $Dooma_2$ and AL-Mokhtar (2250, 2125, 1894 and 1865 g . $m^{-2}$ respectively), while it was significantly lower during the first growing season, under rainfed conditions, in the durum wheat varieties $Cham_3$, $Acsad_{65}$, Barakha, and $Cham_5$ (691.3, 788.3, 860.6, and 888.7 g . $m^{-2}$ respectively), without significant differences among them. The harvest index was significantly higher during the first growing seasons, under well-irrigated conditions, in the bread wheat variety $Dooma_2$ (61.60%), while it was significantly lower during the first growing season, under rainfed conditions, in the varieties $Acsad_{65}$, $Safeet_1$, and Barakha (19.32, 19.68, and 22.05% respectively), without significant differences among them. It has been found that water stress adversely affected both grain as well as biological yield, but the reduction percentage in the grain yield was significantly higher compared with biological yield.

The drought susceptibility index was significantly lower in the varieties $Cham_4$, AL-Mokhtar, $Cham_3$, $Bohooth_{208}$, $Safeet_7$, while it was significantly higher in the varieties Barakha, $Cham_5$, and $Safeet_1$. The average of drought tolerance index was significantly lower in the varieties Barakha, $Cham_5$, and $Safeet_1$, while it was significantly higher in the bread wheat varieties $Cham_6$, $Cham_4$, $Bohooth_{208}$, and $Dooma_2$ respectively without differences among them. The GMP values were significantly higher during the second growing season (578.89) compared with the first growing season (461.40). The GMP average value was significantly higher in the bread wheat varieties $Cham_6$, $Cham_4$, and $Bohooth_{208}$ respectively without significant differences among them, while it was significantly lower in the varieties Barakha and $Cham_5$. These results indicate that the drought tolerance index (DTI) is the most accurate parameter, because it was very effective in identifying the high-yielding varieties under water-limited conditions.

There was a significant positive correlation between LAI and leaf posture on the main stem (r = 0.58*), and a significant positive correlation between early seedling vigor and the percentage of solute leakage through cytoplasmic membrane (r = o.48*). A significant positive correlation occurred between the wax deposits on leaves and stem and the percentage of contribution of leaves and stem (r = 0.41* for both of them). There was a significant positive correlation between the relative water content and the number of grains per square meter, and the grain yield (r = 0.45* for both of them). There was a negative correlation between proline content in the leaves and DTI (r = - 0.066*), and GMP (r = - 0.035*), where the accumulation of proline will be at the expense of photo-assimilates for the synthesis of proline, so the high rate of synthesis and accumulation of proline is associated with increased sensitivity of the genotypes for water stress, and reflects the degree of damage rather than tolerance, this in turn will badly affect plant growth, development and productivity.

There was a positive significant correlation between the percentage of stem contribution in the grain filling and DSI (r = 0.66*). There was a significant positive correlation between the reduction in the stem weight and 100-kernek weight (r = 0.61*), this is might be attributed to the translocation of all stem reserves into grains under water stress conditions, because this process is insensitive to drought. There was a negative significant correlation between the number of grains per square meter and the 1000-kernel weight (r = - 0.71*), this is attributed to the sharp competition for photo-assimilates which are not available in a sufficient quantity during the grain filling period, as a result of reduction of photosynthesis and increased the rate of respiration under water stress conditions.

There was a positive significant correlation between the number of grains per square meter and grain yield, biological yield, and harvest index, and DTI, and GMP (r = 0.92*, r = 0.89*, r = 0.84*, r = 0.74*, r = 0.91* respectively), indicating the importance

of the number of grains per unit land area as an important selection criterion for increasing the grain yield and harvest index under water-limited conditions. There was a significant positive correlation between the grain yield and the biological yield and harvest index (r = 0.80*, and r = 0.97* respectively), indicating the relevance of the biological yield at maturity as an important physiological selection parameter to increase the wheat grain yield under both irrigated and water shortage conditions. There was a significant positive correlation between the grain yield and DTI, and GMP (r = 0.96*, and r = 0.98* respectively), indicating the significance of these two parameters in the determination of wheat grain yield.

There was a significant positive correlation between the biological yield and harvest index (r = 0.71*), indicating the importance of harvest index as a relevant biological indicator, which is determined to a larger extent by the biological yield, especially under water stress conditions. The recovery growth trait can be considered as on of the important physiological traits, especially in the late-maturing varieties, but this parameter might not reflect the production capacity of the genotypes, especially if the different phonological stages are shorten by drought.