وزارة التعليم العالـي
جامعـة دمشــق
كليــة الزراعــة
قسم المحاصيل الحقليـة

تقييم كفاءة بعض الطرز المستخدمة في برنامج التحسين الوراثي لمحصول الذرة البيضاء [*Sorghum bicolor* L. Moench] استجابةً لظروف الجفاف

Evaluation of some Sorghum [*Sorghum bicolor* L. Moench] genotypes in response to drought stress conditions

رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في علوم المحاصيل الحقلية

إعـداد

المهندسـة ريـم نـزار الإدلبــي

بإشـراف

أ.د. محمود صبوح
أستاذ في قسم المحاصيل الحقلية
كلية الزراعة – جامعة دمشق
مشـرفاً علمياً

د. غسان اللحام
الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية
إدارة المحاصيل – قسم بحوث الذرة
مشرفاً مشاركاً

دمشق– 2011

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

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

لجنة الحكم:

الأستاذ الدكتور محمود صبوح (مشرفاً علمياً)

الأستاذ الدكتور بولص الخوري (عضواً)

الدكتور مخلص شاهرلي (عضواً)

نوقشت وأجيزت في دمشق بتاريخ 28/ 2 /2011م

شـهادة

نشـهد بـأن العمـل المقدم فـي هذه الرسـالة هو نتيجـة بحث علمـي قامت بـه المرشـحة ريـم نـزار الادلبـي بإشـراف الأستاذ الدكتور محمود صبوح (المشرف الرئيسي) الأستاذ في قسم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة/ جامعة دمشق، والدكتور غسان اللحام (المشرف المشارك) في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية / محطة أبحاث الذرة / .وإن أية مراجع أخرى ذكرت في هذا العمل موثقة في نص هذه الرسالة.

المرشحة	المشرف المشارك	المشرف الرئيسي
ريم نزار الادلبي	**أ.د. غسان اللحام**	**أ. د. محمود صبوح**

Certificate

We witness that the described work in this thesis is the result of scientific research conducted by the candidate Reem Nezar AL Edelbi, under supervision of Prof. Dr. Mahmood Sabouh(Main Supervisor) at the department of Agronomy , Faculty of Agriculture, Damascus University, and Dr. Ghassan Al Lahham (Co-Supervisor) at the Any other references have been mentioned in this work are documentedin the text of the thesis.

Candidate	Co-supervisor	Advisor
Reem Nezar AL Edelbi	**Prof. Dr.** Mahmood Sabouh	**Dr.** Ghassan Al Lahham

تصريح

أصرح بأن هذا البحث بعنوان: " **تقييم كفاءة بعض الطرز المستخدمة في برنامج التحسين الوراثي لمحصول الذرة البيضاء[Sorghum bicolor L. Moench] استجابةً لظروف الجفاف** " لم يسبق أن قُبل للحصول على أية شهادة وليس مقدم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

المرشحة ريم نزار الإدلبي

DECLARATION

It is hereby declared that this thesis " **Evaluation of some Sorghum [**Sorghum bicolor L. Moench**] genotypes in response to drought stress conditions "**

has not been accepted for any degree yet, nor submitted concurrently to any other degree.

Candidate

Reem Nezar AL-Edelbi

الملخص العربي

نذت تجربة حقلية، في مزرعة المعهد الزراعي، التابعة لكلية الزراعة - جامعة دمشق، بمنطقة خرابو، خلال الموسم الزراعي 2009، لتقييم استجابة سبعة عشر طرازاً وراثياً من الذرة البيضاء، في مرحلة النبات الكامل، لظروف الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلتين فينولوجيتين من عمر النباتات، هما مرحلة الإزهار Flowering stage، والإمتلاء الحبي Grain filling stage، من خلال التحكم بموعد الري بشكل كامل، عند مرحلة النمو المدروسة، من حياة النبات. وذلك بإيقاف الري حتى الوصول إلى سعة حقلية (FC%)، قدرت بـ 50% في مرحلة الإزهار و60% في مرحلة الإمتلاء. وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية RCBD، بواقع ثلاثة مكررات، لكل من معاملتي الإجهاد والشاهد.

هدفت هذه الدراسة، إلى تقييم بع الصفات النباتية المورفولوجية، والفيزيولوجية، والكمية والنوعية، ذات العلاقة بتحمل طرز الذرة البيضاء للإجهاد الجفافي من أجل تحديد الطرز الحبية والعلفية المقاومة للجفاف، لإستخدامها فيما بعد كآباء في برامج التربية والتحسين الوراثي لمحصول الذرة البيضاء.

أظهرت النتائج وجود تباين وراثي، عالي الدلالة الإحصائية ($P\leq0.01$)، في استجابة الطرز المدروسة لظروف الإجهاد الجفافي، تجسدت في تحقيق معدلات تراجع ملحوظة، في الصفات المورفو - فيزيولوجية والإنتاجية، بالمقارنة مع ظروف الشاهد. وقد يعزى ذلك إلى الدور السلبي الذي يؤديه العجز المائي خلال المراحل الأكثر طلباً للمياه في تثبيط النمو، وتراجع تراكم المادة الجافة Dry matter وتوزعها بين الأعضاء النباتية، والإضطراب الحاصل في سير العمليات الحيوية للنبات مثل النتح والتنفس والتمثيل الضوئي. التي تعتمد بشكل مباشر أو غير مباشر على مدى إتاحة الماء في التربة، والتوازن المائي داخل العضو النباتي، وبالتالي تم الحصول على طرز وراثية من هذا المحصول تأثرت بشدة مع ظروف الإجهاد المطبق، لاسيما المتزامن منه مع مرحلة الإزهار، تجسد ذلك كنباتات متقزمة، متقلصة المساحة الورقية الخضراء، ترافق ذلك مع عدم امتلاكها لآلية فيزيولوجية متكيفة مع الظروف السيئة، مما أدى إلى تراجع فعالية جهاز وعملية التمثيل الضوئي وإنتاج كميات محدودة من المادة الجافة، انعكست بشكل سلبي على الإنتاجية النهائية من الحبوب والعلف، لاسيما الطرازان IZRAA-3، IZRAA-7. في حين تمكنت الطرز KHARABO -238، KHARABO-232 ، LOCAL-26 من الحفاظ على أقل معدلات تراجع في صفاتها المورفولوجية مثل: أطوال نباتاتها(سم)، وثخانة سوقها(سم)، والمساحة الورقية(سم^2)، مما انعكس بشكل ايجابي على زيادة كميات المادة الجافة المتراكمة في الأوراق والنبات.

ارتبطت مؤشرات دليل ونسبة المساحة الورقية(LAR,LAI)، ووزنها النوعي(SLW)، وصافي التمثيل الضوئي(NAR)، بصورة ايجابية مع زيادة معدلات تراكم المادة الجافة في أجزاء النبات، ولذلك تعتبر من الدلائل الفيزيولوجية الهامة تحت ظروف الجفاف. وتأثرت الصفات النوعية للعلف زيادة ونقصاناً بصورة معنوية بظروف

العجز المائي، فقد تراجع محتوى الحبوب والأوراق من البروتين الخام(%)، وترافق مع زيادة المحتوى من الألياف الخام(%)، وتمكنت بعض الطرز مثل: KHARABO -245،KHARABO -238 ، KHARABO-232 من الحفاظ على أقل معدلات تراجع في محتوى الحبوب والأوراق من البروتين والألياف الخام، والحيلولة دون تخرب البروتينات المصنعة.

سببت الظروف المجهدة مائياً، زيادة في معدلات امتصاص وتراكم الشوارد المعدنية في أوراق النبات، بالمقارنة مع الظروف المروية، لمساعدة الخلية على الإحتفاظ بميزانها المائي، وتفعيل خاصية التعديل الحلولي، وامتصاص الماء الضروري لسير العمليات الإستقلابية الخلوية، خلال المراحل الأكثر حساسية لقلة الماء (الإزهار).

تباينت استجابة الطرز المدروسة في صفة معامل الحصاد(%)، والإنتاج الحبي والعلفي (طن.هـ$^{-1}$)، ويؤدي تزامن الجفاف مع مرحلة الإزهار، إلى تراجع كبير في الغلة الحبية، والعلفية، بالمقارنة مع تزامن الجفاف خلال مرحلة الإمتلاء الحبي.

يمكن أن نصنف الطرز المدروسة من الذرة البيضاء، حسب استجابتها لظروف الجفاف إلى طرز حبية (LOCAL-26، KHARABO-245 ، KHARABO-230) تراوحت إنتاجيتها بحدود (3.8، 4.04، 4.79طن.هـ$^{-1}$) على الترتيب، وطرز علفية (KHARABO-238، IS-24278) أعطت إنتاجية بحدود (51.43، 27.86 طن .هـ$^{-1}$)، على الترتيب، وطرز ثنائية الغرض (KHARABO-232،GIZA-123) تراوح إنتاجها من الحبوب حوالي (3.81،2.33 طن .هـ$^{-1}$) على الترتيب، ومن العلف الأخضر (50 ، 47.15 طن .هـ$^{-1}$). وبالتالي يمكن زراعتها بنجاح، في المناطق التي تعاني من قلة الموارد المائية المتاحة، أو باستخدامها كآباء في عملية التهجين، ثم ممارسة الإنتخاب عبر الأجيال الإنعزالية.

يمكننا تحديد بعض الصفات المورفو– فيزيولوجية مثل: المساحة الورقية، الوزن الجاف للورقة، معدل صافي التمثيل الضوئي، الوزن النوعي للورقة، فضلاً عن اعتبار مؤشر الإنتاج النسبي، من المعايير الكمية، المحددة لغلة طراز وراثي ما، مما يتيح لنا إمكانية غربلة طرز محصول الذرة البيضاء للإجهاد الجفافي بنجاح.

المقدمــة

Introduction

تنتمي الذرة البيضاء ***Sorghum bicolor* (L.) Moench**] للفصيلة النجيلية Poaceae، الجنس Sorghum والنوع bicolor (Snowden,1936,1955). تعود في موطنها الأصلي إلى شمالي شرقي القارة الإفريقية في أثيوبيا، وجنوبي السودان منذ أكثر من 5000 سنة قبل الميلاد (Vavilov,1951)، ثم انتقلت مع توالي الهجرات البشرية إلى الهند والصين ثم المناطق المعتدلة حتى خط عرض40، كمصر وأوروبا والولايات المتحدة الأميركية وذلك في القرن التاسع عشر(Ejeta and Grenier,2005). وجدت بعض الرسومات للذرة البيضاء مع المكتشفات والآثار المصرية، التي يرجع تاريخها إلى العام 2200 قبل الميلاد. كما تم العثور على بعض الوثائق القديمة، التي تعود إلى القرن السابع قبل الميلاد، أشارت إلى زراعة هذا المحصول في العراق، وعرفت قديماً في المناطق الشمالية من سورية وخاصة بعض أنواعها مثل ذرة المكانس.

تعد الذرة البيضاء من المحاصيل النجيلية الهامة، فهي تصنف خامس المحاصيل الحبية بعد الرز والقمح والذرة الصفراء والشعير من حيث المساحة المزروعة والإنتاج (FAO, 2007)، وفي الأهمية الإقتصادية Bryden *et al*., (2009). بلغت المساحة العالمية المزروعة بهذا المحصول قرابة (43794) ألف هكتار، وأعطت 64589 ألف طن، وبمتوسط إنتاجية قدره 1474.8 كغ.هـ$^{-1}$ (FAO, 2007). تعد إفريقيا أكبر القارات إنتاجاً للذرة الرفيعة بنحو 35.9% من الإنتاج العالمي، وبذلك تعد الذرة البيضاء ثاني أهم المحاصيل الحبية بعد الذرة الصفراء في القارة الإفريقية (Maredia *et al*.,1998,2000;Taylor,2010). وتأتي الولايات المتحدة الأميركية على رأس الدول المنتجة لها بنسبة 19.9% من الإنتاج العالمي، يليها الهند ثم نيجيريا. وتتصدر الولايات المتحدة الأمريكية في قائمة الدول المصدرة لهذا المحصول، يليها استراليا والأرجنتين (Grain Counical,2008).

يزرع الوطن العربي قرابة 12.8% من مساحة الذرة البيضاء في العالم، ويساهم بحوالي 6.7 % من إنتاج العالم من حبوب الذرة البيضاء، ويحتل محصول الذرة البيضاء الصدارة، مساحةً في السودان بمساحة 6700 ألف هكتار، يليه اليمن فالسعودية، كما يأتي السودان في المرتبة الأولى من حيث الإنتاج (5048 ألف طن)، ومصر ثانياً، واليمن ثالثاً (FAO,2007) الملحق (3)، وهو المحصول الحبي الثالث في السعودية (بعد القمح والشعير)، والرابع في مصر (بعد القمح والذرة الصفراء والأرز) (محمود ،1991).

قدّرت المساحة المزروعة بهذا المحصول في القطر العربي السوري قرابة 1975 هكتار، وتراوح الإنتاج الحبي بحدود 1476 طن (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية ,2008)، الملحق (4،3).

يعزى تراجع المساحة المزروعة بمحصول الذرة البيضاء في الزراعات المروية التي تبلغ 293 هكتار (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2008) إلى منافسة المحاصيل الصيفية المروية الأخرى فضلاً عن عدم توفر أصناف هجينة عالية الإنتاج، وتفاقم مشكلة ندرة المياه Water scarcity، وقلة مصادر المياه العذبة الصالحة للري، ومنافسة القطاعات الأخرى على المياه من قبل قطاع الصناعة Industry، والاستعمالات المنزلية في حين يعزى تراجع غلة المحصول في المناطق البعلية التي تزيد معدلات أمطارها عن 250 ملم، والتي تشكل حوالي 95% من إجمالي المساحة الكلية المزروعة بهذا المحصول في القطر العربي السوري، إلى تدني معدلات الهطول المطري، وعدم انتظام توزعها خلال موسم النمو بما يتناسب مع احتياجات نباتات المحصول المائية، مما يعرضها إلى فترات قصيرة أو طويلة من الجفاف، وبالتالي يؤثر سلباً في نمو النبات وتطوره، ثم انخفاض مردودية وحدة المساحة وهي الشكل الأكثر وضوحاً لتأثير الإجهاد المائي على المحاصيل المزروعة.

يعزز ازدياد الطلب على محصول الذرة البيضاء في الأسواق العربية المجاورة والعالمية من أهمية هذا المحصول بين المحاصيل الرئيسة الصيفية، خاصةً في المناطق البعلية، إذ يحل محل الذرة الصفراء *Zea mays* L.، في المناطق البعلية قليلة الأمطار، نظراً لقلة متطلبات المحصول المائية التي تقدر بـ (3924 م^{3}.هـ$^{-1}$)، بالمقارنة مع الذرة الصفراء (7090 م^{3}.هـ$^{-1}$)، وبالتالي يحتاج محصول الذرة البيضاء إلى نصف عدد الريات اللازمة بالمقارنة مع الذرة الصفراء، مما يتيح لنا إمكانية الاستثمار الأمثل للمياه المتاحة بشكل محدود في التربة، أو يسمح بتوفير 60% من مقنن الذرة الصفراء المائي. وقد أكد الباحث Maunder (2005) إمكانية استخدام محصول الذرة البيضاء كمحصول بديل Alternative crop عن الذرة الصفراء في الولايات المتحدة الأميركية، وأمريكا الجنوبية، وأمريكا الوسطى، وآسيا، وبديل جزئي عن بعض المحاصيل الأخرى تحت شروط العجز المائي نظراً لتكلفة إنتاجه المنخفضة (Blein *et al*.,2009) وقدرته التكيفية العالية في البيئات الجافة ونصف الجافة من العالم، وإعطائه غلة حبية مقبولة نسبياً في ظروف محدودية مياه الري.

تتجلى أهميته الإقتصادية الكبرى أنه الغذاء الرئيس لمئات الملايين من البشر في الأقطار النامية، فهو محصول غذائي لحوالي 750 مليون إنسان في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم (Zulfirqar and Asim,2002)، ومحصول غذائي رئيس في الهند وإفريقيا (Maunder, 2002). حيث يتم الاعتماد عليها كمصدر رئيس للبروتين والألياف والطاقة (House,1980)، ومصدر تكميلي للحبوب الغذائية (Osman,2004)، فهي تملك طاقة حرارية تقدر بـ (329) كيلوكالوري، و(16-8)غ بروتين لكل 100غ (Klopfenstein,1995)، حيث تستخدم حبوب الذرة البيضاء في تغذية الإنسان على شكل سميد، أو خبز، أو بعض الأطعمة، في الأقطار النامية (ICRISAT, 1991)، مما يقلل من استيراد حبوب القمح غالية الثمن (Satin,1988)، ويمكن تقديم حبوبها كاملة أو مجروشة كعلف مركز لتغذية الحيوانات ، كما تدخل بنسبة 35% في تركيب عليقة الدواجن (Abdoulaye, 2006)، نظراً لقرب قيمتها الغذائية من القيمة الغذائية لحبوب الذرة

الصفراء (Parthasarathy *et al.*,2005)، بينما تستخدم سوقها وأجزائها الخضرية، كعلف أخضر لتغذية الماشية، حيث يمكن أن تقطع وتقدم لها مباشرة، أو على شكل دريس أو سيلاج في مزارع بعض الدول المتقدمة (McCormick *et al.*, 1995)، لذا تبدو إمكانيات التوسع في زراعتها ضرورة ملحة باعتبارها مصدر علفي هام لتغذية الحيوان (Amanullah and Khanzada, 2004). بالإضافة إلى استخدامه في العديد من المجالات الصناعية (Schober *et al.*,2007)، كمواد أولية في صناعة النشاء والكحول والبيرة (Rooney and Waniska,2000)، والسليلوز وسكر الغلوكوز والمواد اللاصقة كالدكسترين والزيت النباتي والبروتين والشموع والأصباغ علاوة على استخدام سوق الأصناف الطويلة في الوقود والاحتطاب وبناء الأسيجة، ويستخدم عصير بعض الأنواع السكرية منها Sweet Sorghum في إنتاج الوقود الحيوي Biofuel، والعسل الأسود في الولايات المتحدة ومصر، وتصنع المكانس من نورات بعض أنواعها كذرة المكانس Broom corn.

تتميز نباتات الذرة البيضاء بقدرتها على النمو والتطور وإعطاء غلة حبية جيدة حتى تحت الظروف البيئية القاسية Harsh Conditions (Moghaddam *et al.*,2007)، حيث تتحمل الجفاف والحرارة العالية (Kebede,1991)، والملوحة (Maas, 1986)، وتغدق التربة وضعف خصوبة التربة ضمن حدود معينة، ويمكن أن تزرع حتى في الأتربة الفقيرة Infertile Soils، والقلوية إلى حدٍ ما، وهي أقل عرضة لخطر الصقيع (Ejeta and Knall,2007) وتوصف تبعاً لذلك بالمحصول الجمل Camel Crop (Stoskopf,1985). يعزى تحمل الذرة البيضاء للظروف البيئية السيئة، وخاصةً شح المياه وارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط، إلى امتلاكه مجموع خضري صغير ومجموع جذري قوي متشعب بالمقارنة مع محصول الذرة الصفراء (Kramer, 1959)، قادر على الوصول إلى طبقات التربة العميقة الرطبة وامتصاص كمية من الماء كافية لتعويض الماء المفقود بفعل عملية التبخر– نتح، بالإضافة لوجود طبقة شمعية على الأوراق (Jordan and Sullivan, 1982)، ذات مسامات غائرة، ولقدرة أوراقهاعلى الإلتفاف بصورة أكمل بالمقارنة مع أوراق الذرة الصفراء (كيال،2000)، مما يقلل من مساحة المسطح الورقي الأخضر المعرض بشكل مباشر لأشعة الشمس.

نظراً لازدياد حدة الجفاف وتكرار دورات الجفاف وانحباس الأمطار خلال السنوات الأخيرة وخاصةً في جنوب شرق آسيا وأمريكا الوسطى وبشكل عام في المناطق الجافة وشبه الجافة من بيئات حوض البحر الأبيض المتوسط والتوسع في المساحة المزروعة فقد تراجعت حصة المياه العذبة المتاحة للقطاع الزراعي، وتراجع محتوى التربة المائي وحجم الموارد المائية العذبة السطحية والجوفية المتاحة لري المحاصيل. بالإضافة إلى ازدياد معدلات فقد الماء بالتبخر والنتح بشكل منتظم ويومي (Schulze,1991) وندرة المياه ، نتيجة النشاط الإنساني، وإتباع طرق ري غير رشيدة (الري بالغمر)، والتغيرات المناخية الناجمة عن ازدياد فعالية غازات الدفيئة، والارتفاع المطرد في درجة حرارة الأرض نتيجة ارتفاع تركيزالملوثات الجوية Air pollutants، وبخاصة غاز الفحم (CO_2) (جبور،2003)، ويصبح جراء ذلك الإنتاج الزراعي غير كاف لتأمين الحاجات البشرية

من غذاء وكساء. لذلك لابد من استغلال التباين الوراثي الموجود بشكل طبيعي بين الطرز النباتية (Shannon,1984) للمحافظة على ثبات غلة المحصول الحبية Yield stability بحيث تنتخب التراكيب الوراثية المتحملة ضمن برامج التربية التقليدية أو من خلال نقل المورثات المسؤولة عن التحمل باعتماد أساليب التقانات الحيوية الحديثة.

تتركز زراعة الذرة البيضاء في مناطق الزراعة المطرية، وفي البيئات التي لاتنجح فيها زراعة الذرة الصفراء، وبالتالي لابد من الاهتمام بمناطق الزراعة المطرية والتفكير بشكل جدي بالطرق النافعة لإدارة التربة والمياه، إلى جانب تطبيق التقنيات الزراعية الحديثة، من خلال تطوير طرز وراثية ذات مقدرة تكيفية واسعة، وإنتاجية عالية في البيئات الحرجة، لتحقيق الأمن الغذائي المنشود، وتحسين مصادر الدخل في الدول النامية، وتقليل حدة الفقر فيها، لأن إمكانية تحقيق زيادة مستقبلية في إنتاجية محاصيل الحبوب من مناطق الزراعة المروية أصبحت محدودة جداً، مما يستدعي تقنين المتطلبات المائية للزراعة المروية السائدة، وتأمين مياه الري بكلفة منخفضة للمزارعين ذوي الدخل المحدود. عموماً، تتوقف إمكانية تقنين استعمال المياه على قوام التربة، وبناءها، والظروف المناخية السائدة خلال كل مرحلة من مراحل النمو، وطبيعة استجابة كل مرحلة من مراحل النمو لندرة المياه، واستجابة الغلة النهائية للمحصول مع مقدار النقص الحاد في المياه خلال مراحل النمو المختلفة، والاستفادة من التباين الوراثي Genetic variation بين الطرز الوراثية استجابة لظروف شح المياه، لعزل الطرز الأكثر تحملاً لتلك الظروف، وبالتالي التي تحافظ على غلة مقبولة نسبياً.

يعدّ اللجوء إلى أسلوب الري الناقص Deficit irrigation أحد الطرق الفعالة في زيادة كفاءة استعمال المياه مع المحافظة على طاقة المحصول الإنتاجية، إذ يمكن اعتبارها بمثابة أداة Tool لتحديد المراحل الأكثر حساسية لشح المياه، والتي يكون بموجبها أي انخفاض في إنتاجية المحصول دون العتبة الاقتصادية غير مهماً Insignificant بالمقارنة مع كمية المياه التي يمكن توفيرها، للاستفادة منها في ري أنواع محصولية أخرى.

تعد الذرة البيضاء محصولاً مرشحاً مثالياً يدخل ضمن العديد من برامج التحسين الوراثي لتحقيق الاستفادة العظمى من الأراضي الهامشية وتحقيق الأمن الغذائي Food security وتوفير الطاقة وذلك في البيئات الجافة وشبه الجافة (ICRISAT /FAO,1996) . إلا أنه تتحدد دائماً غلة هذا المحصول بإجهادي الجفاف والحرارة المرتفعة خلال موسم نموه الصيفي في المناطق الجافة وشبه الجافة ذات السطوع الشمسي العالي، وتشكل هذه البيئات جزءاً كبيراً من وطننا العربي، وذلك في المرحلة التكاثرية وبشكل خاص مرحلتي الإزهار والنمو الخضري التي تعد فترات حرجة جداً، تظهر معها أعراض الإجهاد المائي على النباتات، وتقل بالتالي غلة المحصول الناتجة (Jorgenson *et al.*,1993). وتعد مسألة التعرف على الطرز الوراثية للذرة البيضاء المتحملة للجفاف ذات جدوى اقتصادية كبيرة ، عن طريق اختبار أداء تلك الطرز تحت ظروف العجز المائي و الإنتخاب المباشر

للطرز التي تتميز بكفاءة عالية في استخدام الماء وتستمر في النمو حتى بعد انقضاء العامل البيئي المتمثل بالجفاف. ومن الضروري دراسة أثر الجفاف في بعض الصفات الشكلية والفيزيولوجية وهي من أكثر الطرق فعالية وسرعة في تطوير الطرز الوراثية عالية التحمل للإجهاد المائي (Abdulai *et al*.,2004) ، والإنتاجية الكمّية (Blum,1983)، في محصول الذرة البيضاء، ذات قابلية التوريث العالية (Ober and Luterbacher, 2002)، وتعتبر بمثابة صفات مفتاحية Key traits في برامج التربية والتحسين الوراثي للمحصول المدروس لتسهيل عمل المربي في تحقيق تقدم وراثي Genetic advance سريع وملموس بهدف معرفة آليات التحمل، وإيجاد طرز وراثية ذات متطلبات مائية قليلة، لمواجهة التبدلات المناخية المستقبلية.

ضمن هذا السياق، تأتي أهمية الجهود التي تبذل لزيادة الإنتاج تحت ظروف الزراعة البعلية والمروية على السواء. ولتحسين هذا المحصول من خلال إتباع نظم زراعية متطورة واستخدام الأصناف والسلالات الجيدة ذات النوعية العالية وذات الطاقة الإنتاجية العالية والقادرة على التأقلم مع ظروف البيئة، وزراعة الأصناف ذات الكفاءة العالية في استخدام الماء، وهي من السبل الناجعة على المدى البعيد، لتجاوز مشاكل تدهور الإنتاج الزراعي الناجمة عن قلة موارد المياه العذبة المتاحة. وهو ما تهدف إليه هذه الدراسة المتضمنة ضرورة استنباط / تطوير سلالات للذرة البيضاء العلفية ذات قدرة تكيفية عالية، ومتفوقة في الصفات الإنتاجية، وذلك من خلال البحث عن الصفات الشكلية، والفيزيولوجية، والبيوكيميائية المرتبطة وراثياً بتحمل الإجهاد المائي واعتمادها كآباء في برامج التربية والتحسين الوراثي.

انطلاقاً من عدم وجود دراسات محلية سابقة عن آليات استجابة الذرة البيضاء للإجهاد المائي، وحيث لا يوجد توصيف لأهم الصفات المرتبطة بتحمل الجفاف في هذا المحصول. فقد ركزت في هذه الدراسة على النقاط التالية:

- ✓ دراسة تأثير الإجهاد المائي في بعض المؤشرات المورفولوجية والفيزيولوجية والكمية لطرز الذرة البيضاء المدروسة.
- ✓ تحديد أهم الصفات النباتية ذات العلاقة بتحمل طرز الذرة البيضاء للإجهاد المائي.
- ✓ تحديد الطرز التي تلائم الحصول على أعلى إنتاجية ونوعية للعلف الناتج، ثم انتخابها لاستخدامها كآباء في برامج التربية والتحسين الوراثي لمحصول الذرة البيضاء.

الدراسة المرجعية
Literature review

يعد الماء وسطاً هاماً لا يمكن الاستغناء عنه لإتمام العديد من التفاعلات الكيميائية والعمليات الفيزيولوجية داخل الخلية الحية، كما تبرز إتاحة الماء كإحدى العوامل الأساسية المحددة لإنتاجية ونوعية المحاصيل الحقلية (Boyer,1982;Reddy *et al*.,2004)، كونه الناقل الوحيد لنواتج عملية التمثيل الضوئي Assimilates translocation من المصدر Source (الأوراق) إلى المصب Sink (البذور)، وخاصة خلال مرحلة امتلاء البذور Seed filling stage حيث تتحدد درجة امتلاء البذور، ومن ثم وزن المائة بذرة بكمية المياه المتاحة خلال تلك المرحلة الحرجة من حياة النبات.

تعد مسألة إدارة المصادر المحدودة من المياه العذبة وتحسين كفاءة استخدام المياه من القضايا الملحة ومن التحديات الكبيرة التي تواجه العالم في القرن الحادي والعشرين، ومن أهم الصفات المحددة لغلة المحاصيل الحبية ضمن ظروف شح المياه Limited-water conditions ولتخفيف الطلب المتزايد على المياه في قطاع الزراعة، لا بد كإجراء أولي من نشر زراعة الأنواع ذات الكفاءة العالية في استخدام المياه خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة (Condon, 2004 ; Zhang *et al*.,2006)، وإتباع طرق التربية والتحسين الوراثي لتحمل الجفاف في الأنواع المحصولية، لتكون بذلك من أفضل السبل، وأقصرها، وأرخصها لتوفير المياه (Ceccarelli and Grando,2002).

على الرغم من قدرة نباتات الذرة البيضاء على مواجهة العديد من الإجهادات اللاإحيائية مثل الحرارة العالية Heat Stress، الجفاف Drought Stress، الملوحة Salinity Stress وتغدق التربة(Ejeta and Knoll,2007)، إلا أنه غالباً ما تتحدد إنتاجية هذا المحصول في المناطق الجافة وشبه الجافة بالإجهاد المائي في المرحلة التكاثرية وبشكل خاص خلال مرحلتي الإزهار، وامتلاء الحبوب (Tuinstra *et al*.,1997;Kebede *et al*.,2001). وقد حدَّد العديد من الباحثين المراحل الأكثر حساسية للإجهاد المائي في محصول الذرة البيضاء بمرحلة النضج اللبني (Plaut *et al*.,1969)، ومرحلة التفاف العثكول بورقة العلم (Lewis,1974). وبدء تمايز العثكول حتى الإزهار أي حوالي أربعة أسابيع (Premachandra *et al*.,1994 ; Borell and ;Hammer,2000)، ويؤدي الإجهاد المائي خلال الإزهار إلى فشل في التلقيح الناجم عن ضعف حيوية حبوب اللقاح والبويضة (Prasad *et al*., 2008) مما يؤدي إلى تراجع الغلة الحبية النهائية.

يعد الجفاف Drought الإجهاد اللاإحيائي الرئيس المحددة لغلة المحاصيل في العالم (Abdulai *et al*.,2004;Beltrano and Ronco,2008). يتوقف نجاح برامج التربية لتحسين تحمل الأنواع المحصولية للجفاف، بشكل عام، على وجود التباين الوراثي Genetic Variability في الطرز الوراثية المتباينة للإجهاد المائي (Ali *et al*.,2008) والذي يعد أمراً لابد منه ليتمكن مربي النبات من متابعة عمله التربوي والتحسين الوراثي لأي محصول. وتعزى أسباب التنوع الوراثي في المحاصيل إلى البعد الجغرافي ومناطق النشوء،

وإلى التضاعف الصبغي، والتهجين، والطفرات، والتحوير الوراثي، وعوامل البيئة المختلفة، وإلى الخلط الميكانيكي (صبوح وزملاؤه،2000). وتعد عمليات الإدخال (Introduction) والإنتخاب (Selection) والتهجين (Hybridization) الطرق الأساسية لإحداث هذه التباينات في المحاصيل ذاتية التلقيح (Chahal and Gosal, 2002). وتهدف برامج التربية إلى الوصول إلى غلة ثابتة نسبياً في ظروف الجفاف وذلك بالاعتماد على الانتخاب لصفات مرتبطة مباشرةً بالغلة الحبية Grain Yield، ومما يعلل صعوبة الأمر بأن الغلة الحبية صفة معقدة وراثياً Polygenetic trait، فهي ناتج تفاعل العوامل البيئية والوراثية، وهي حصيلة العديد من المؤشرات المورفو. فيزيولوجية والبيوكيميائية في النبات، ويبرز هنا عدة عوامل تتحكم في الغلة، يأتي على رأسها القدرة الإنتاجية للطراز، ثم الظروف البيئية المسيطرة، التي تتحكم بتلك العوامل مثل الجفاف (Blum, 2005).

يعد تحديد الصفات الشكلية والفيزيولوجية المرتبطة بتحمل الجفاف، وعدة إجهادات بيئية هامة، ذات قابلية التوريث العالية High heritability (Ober and Luterbacher, 2002)، أمراً في غاية الأهمية من أجل تحسين القدرة التكيفية لمحاصيل الحبوب لتحمل الجفاف، وزيادة كفاءتها الإنتاجية عند كل مستوى من مستويات الإجهاد المائي، حتى تسهل عملية نقلها من الآباء إلى النسل الناتج(Ceccarelli and Grando, 2002) بحيث يمكن في خطوات لاحقة استخدام هذه الصفات في برامج التهجين والانتخاب للحصول على أصناف متميزة وملائمة لظروف بيئية محددة (Ceccarelli *et al*.,1991). وقد نفذت العديد من الدراسات والأبحاث لوضع معايير انتخاب لتحمل الجفاف (Mirsa *et al*.,2002) حيث بين البحاثة Dhanda ورفاقه (2004) و Khan ورفاقه (2004) بأنه تتصف النباتات المتكيفة للجفاف بامتلاكها مجموعاً جذرياً متعمقاً ومتشعباً، وركز البعض على خصائص الورقة العلمية وبشكل خاص علاقات الورقة المائية (Mirsa *et al*.,1991). وفي دراسة الباحث Ali ورفاقه (2009) بأن الصفات المثالية لانتخاب نباتات الذرة البيضاء المتحملة للجفاف هي الصفات المورفو– فيزيولوجية والتي من أهمها وزن الورقة النوعي، مساحة الورقة العلمية، الوزن الجاف للأوراق، ثباتية الأغشية الخلوية، والمحتوى المائي النسبي، كما حدد Mitra (2001) الصفات المورفولوجية للذرة البيضاء التي تعكس صورة تحمله للجفاف (التبكير في الإزهار والنضج، تقليل المساحة الورقية، التفاف الأوراق Leaf rolling، وجود الطبقة الشمعية Wax content، ثبات الغلة Yield Stability، توزع المسامات، سلامة الأغشية الخلوية، والمجموع الجذري المتعمق والمتشعب) والصفات الفيزيولوجية (معدل نتح منخفض، كفاءة استخدام مياه عالية، الناقلية المسامية أو درجة انفتاح المسامات، آلية التعديل الحلولي، محتوى مائي نسبي، وضغط امتلاء الورقة Leaf Turgor عالي، ومن المؤشرات البيوكيميائية (تراكم البرولين والسكريات الذائبة ....الخ).

عموماً، سوف نتناول في هذا الفصل بعض المفاهيم المتعلقة بدراسة آليات تأثير الإجهاد المائي في الصفات المورفو– فيزيولوجية والبيوكيميائية النوعية على النحو الآتي:

أولاً: تأثير الإجهاد المائي في الصفات المورفو– فيزيولوجية والبيوكيميائية للنبات:

يقصد بالجفاف Drought الفترة التي يتراجع فيها محتوى التربة المائي Water potential (Ψ_W) في منطقة انتشار الجذور Rhizosphere إلى الحد الذي تعاني منه النباتات من نقص الماء Water shortage

اللازم لنموها وتطوره، مما يقلل من فرق التدرج في الجهد المائي Water potential gradient بين التربة وخلايا المجموعة الجذرية، فتتراجع كمية المياه الممتصة، وبالتالي يكون معدل فقد الماء بعملية النتح Transpiration، أكبر من معدل امتصاصه من قبل الجذور النباتية، فيحصل اختلال في توازن محتوى الماء في النباتات، وتدن في وتيرة عملية انقسام واستطالة الخلايا النباتية، ثم تراجع نمو وتمدد الأوراق (Retta,et al.,1996) وقطر الساق، وطول السلاميات ، لتأثر معدل إنتاج الخلايا النباتية الجديدة وتراجعاً في ارتفاع النبات بسبب تأثير الإجهاد المائي على طول السلاميات في نبات الذرة البيضاء (Vazzana *et al*.,1993) ، وانخفاض عدد أوراق نبات الذرة البيضاء تحت شروط العجز المائي المطبق قبل 30 يوماً من نضج المحصول (Pauli *et al*., 1964)، حيث يتأثر عدد الأوراق سلباً في ظروف الإجهاد المائي ، وقد يعزى ذلك إلى ظاهرة الجوع starvation (Benett,1975).

يمثل ارتفاع النبات Plant height جزء هاماً في الغطاء النباتي لمساحة محددة من الأرض (Clegg,1969). وفي دراسة Hadley ورفاقه (1965) أعطت النباتات الطويلة غلة أكبر بالمقارنة مع النباتات القزمة، وقد وجد El-Hode و زملائه (2000) بأن إيقاف الري خمسة أسابيع قبل الحصاد سبب انخفاضاً في طول الساق، والغلة النهائية للذرة البيضاء السكرية. أشارت بعض الدراسات Graham and Lessman (1966) بأن كفاءة استخدام الضوء كانت أكبر في النباتات الطويلة بالمقارنة مع القصيرة، وبذلك يمكن اعتباره من العوامل المحدد للغلة الحبية.

تعتبر الأوراق المصنع الرئيس للتمثيل الضوئي للنبات، ولابد من توفير الماء، والشروط البيئية المناسبة خلال موسم النمو، ومرحلة تطور الورقة لتحقيق استطالة مثالية. ويعد توقف نمو الأوراق تحت ظروف شح المياه من الاستجابات التكيفية Adaptive responses على مستوى النبات الكامل التي تقلل من مساحة المسطح الأخضر المعرَّض بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، مما يقلل من معدل فقد الماء بالنتح Transpiration، ويساعد في المحافظة على محتوى التربة المائي لفترةٍ زمنيةٍ أطول ومن ثمّ يُمَكِّنْ النبات من إتمام دورة حياته (Passioura *et al*., 1993). ولكن يؤدي بالمقابل تراجع استطالة الأوراق إلى انخفاض حجم المسطح الورقي الأخضر الفعَّال في عملية التمثيل الضوئي، وبالتالي تراجع كمية الطاقة الضوئية الممتصة Intercepted light energy ومن ثمّ كفاءة النبات التمثيلية، وطاقة المحصول الإنتاجية Yield potential(Neumann, 1995, 1997).

بين El-Monayeri ورفاقه (1984) بأن الإجهاد المائي في أي مرحلة أساسية من تطور النبات تؤثر بشدة على طاقة المحصول الإنتاجية Yield potential، وبالمقابل فقد قارن Paes-de-Camargo and Hubbard (1999) تأثير الري في مراحل نمو مختلفة وقد أعطى الري في مرحلة امتلاء الحبوب لمحصول الذرة البيضاء أفضل النتائج. وبين العديد من الباحثين انخفاض الغلة العائد إلى انخفاض المساحة الورقية ففي تجربة عن تأثير العجز المائي على صنفين من الذرة البيضاء ضمن ظروف متحكم بها، انخفض عدد ومساحة الأوراق المتشكلة على الاشطاءات والساق الرئيس (Kannangara and Simpson,1978)، وبالتالي إذا تزامن حدوث الإجهاد المائي خلال بدء الإزهار سوف يؤدي إلى انخفاض في عدد الحبوب والمساحة الورقية (Sandhu and Horton, 1977). وفي تجربة لخمسة مستويات من العجز المائي في التربة على نباتات الذرة البيضاء في ظروف بيئية حارة، وجد

انخفاض في المساحة الورقية بسبب انخفاض حجم وعدد الخلايا الورقية ويعزى ذلك إلى انخفاض معدل انقسام الخلية أولاً ثم استطالتها ثانياً نتيجة العجز المائي(Mckree and Davis ,1974).

اختبر Bangrawa ورفاقه (1989) 48 صنفاً من الذرة البيضاء حيث تبين بأن الغلة الحبية والمادة الجافة ارتبطت إيجابياً مع محيط الساق، عدد الأوراق /نبات، ووزن الورقة النوعي. وقد ارتبطت غلة المادة الجافة بارتفاع النبات مقترحاً بذلك بأن يكون الانتخاب للمادة الجافة بالاعتماد على ارتفاع النبات وعلى الأوراق العريضة. وقد وجد Hussain ورفاقه (1995) علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين الإنتاج العلفي ومكونات الغلة العلفية، ارتفاع النبات، عدد الأوراق في النبات، والمساحة الورقية. كما لوحظت علاقات ارتباط هامة ما بين المساحة الورقية والتمثيل الضوئي والنتح، وقد بينت الدراسات السابقة بأن المساحة الورقية تعد العامل الرئيس المحدد لغلة المحصول، وقد توصل Stickler and Pauli (1961) إلى علاقة ارتباط موجبة بين المساحة الورقية والغلة الحبية، وفي دراسة Letton (1978) على اثني عشر طرازاً وراثياً من الذرة البيضاء تبين وجود علاقة ارتباط عالية مابين الغلة والمساحة الورقية، وذلك بعد أخذ قياسات للمساحات الورقية في مراحل النمو المختلفة وذلك من بدء تمايز العثكول إلى النضج اللبني، فأظهرت النتائج بأن المساحة الورقية في مرحلة النضج اللبني قد سجلت ارتباطاً عالياً مع الغلة بينما ارتباطاً سلبياً مع معدل التمثيل الضوئي.

ويعد النمو السريع قبل الإزهار Pre-anthesis في نباتات محصول الذرة البيضاء مهماً جداً في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، التي عادةً ما يحدث فيها الإجهاد المائي المترافق مع الحرارة المرتفعة خلال المراحل الأخيرة من حياة النبات (López-Castañeda *et al.*, 1995). ويمكن أنْ تفسر هذه الصفة النجاح النسبي لمحصول الذرة البيضاء في هذه البيئات.

تسهم المدخرات المخزونة في الساق في المحافظة على معدل خطي Linear rate لامتلاء الحبوب عندما يتراجع معدل توريد نواتج عملية التمثيل الضوئي خلال المراحل الأخيرة، من فترة الإمتلاء (Simmons, 1987). عموماً، كلما ازدادت سماكة السوق، تزداد 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 الحبوب ووزن العثاكيل في النبات وفي وحدة المساحة، وبالتالي زيادة الغلة الاقتصادية النهائية، نتيجة زيادة قيمة معامل الحصاد Harvest Index(HI%)، واستمرار عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من السوق إلى الحبوب (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 الحبوب في العثكول فيها، لأنَّ عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي Photo-assimilates translocation من السوق إلى الحبوب من أهم العمليات الفيزيولوجية تحت ظروف الجفاف (Blum, 1988).

تعمد النباتات تحت ظروف العجز المائي إلى تقليل معدل فقد الماء بالتبخر – نتح Transpiration من خلال تقليل الناقلية المسامية Stomatal conductance، أو الحد من معدل استطالة الأوراق Leaf expansion لتقليل مساحة المسطح الأخضر المعرَّض بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس. وتعد مثل هذه الصفات مهمة جداً في البيئات الجافة حيث تساعد في المحافظة على جهد الامتلاء Turgor potential داخل خلايا الأوراق النباتية، وتوفر في كمية المياه المستهلكة للمراحل المتقدمة من دورة حياة النبات ولكنها تؤثر بالمقابل سلباً في نمو وإنتاجية النباتات. ويعزى انغلاق المسام ضمن ظروف شح المياه نتيجةً لتصنيع هرمون حمض الأبسيسك (ABA) في خلايا الجذور وانتقاله إلى الأوراق، كرد فعل من قبل النبات للمحافظة على جهد الامتلاء داخل خلايا الأوراق (Asama, 2001)، وللحد من فقد الماء بالنتح أو لتقليل الناقلية المسامية التي تتأثر بتركيز حمض الأبسيسك (ABA) ومدى حساسية الخلاياالحارسة له (Hetherington *et al*.,1998)، ولهذا أهمية بالغة في إتاحة المياه للمراحل المتقدمة من دورة حياة النبات ولكنها تؤثر بالمقابل سلباً في تصنيع المادة الجافة (Ritchie, 1983)، حيث يؤدي انغلاق المسامات Stomatal closure أو زيادة المقاومة المسامية Stomatal resistance لدخول غاز الفحم CO_2 إلى الحد من عملية التبادل الغازي Gas exchange، وتراجع معدل انتثار غاز الفحم (CO_2) من الوسط المحيط إلى داخل الأوراق، فتقل كمية (CO_2) المتاحة في مراكز التثبيت ضمن الصانعات الخضراء Chloroplasts، مما يؤدي إلى تراجع معدل تثبيت الكربون CO_2-fixation rate وبالتالي تراجع معدل التمثيل الضوئي Assimilation rate وتصنيع وتراكم المادة الجافة اللازمة لنمو النبات وتطوره وإنتاجيته (Jones,1998;Tardieuetal., 2004). كما يؤدي انغلاق المسامات إلى تراجع فقد الماء بالتبخر – نتح، فترتفع تبعاً لذلك درجة حرارة الأوراق بشكل متزايد نتيجة غياب التأثير المبرد Cooling effect لعملية النتح التي تعمل على تبريد المجموع الهوائي للنبات (Perniola *et al*., 1993)، وقد يؤدي التحميل الحراري الزائد إلى احتراق الأوراق Leaf firing، وإصابتها بالشيخوخة المبكرةPremature senescence ، مما يؤثر سلباً في حجم المسطح الورقي الأخضر الفعال في عملية التمثيل الضوئي المعرَّض بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس (Cechin, 1998)، أو الحد من معدل استطالة الأوراق Leaf expansion مما يؤثر سلباً في معدل التمثيل الضوئي Photosynthesis Rate فتقل كمية المادة الجافة المصنعة.أشار Watson (1952) إلى حقيقة أنّ معدل صافي التمثيل الضوئي Net Assimilation Rate (NAR) لا يقيس التمثيل الضوئي الحقيقي، لأنه يعبر عن صافي الربح التمثيلي بعد اقتطاع كمية المادة الجافة المستهلكة في عملية التنفسRespiration وتبعاً لذلك، يمكن أن تختلف قيمة هذا المعامل مع اختلاف معدلات التنفس.

يتحدد بشكلٍ عام نمو النبات بكمية الأشعة الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي الممتصة Photo synthetically Active Radiation (PAR= 400-700nm)، التي تتوقف على مساحة المسطح الورقي الأخضر. ويتحدد أيضاً نمو النبات بكمية نواتج التمثيل الضوئي المصنَّعة، وتتحدد الأخيرة بكفاءة استخدام الضوء Radiation Use Efficiency (RUE)، أو كفاءة النبات في تحويل الطاقة الضوئية الممتصة إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية المصنعة (السكريات). (Smith *et al*., 1999).

وبالرغم من أنَّ مساهمة معدل التمثيل الضوئي في الغلة الحبية النهائية لا يزال موضع خلاف وجدل (Reynolds *et al*., 2000)، إلاّ أنه يمكن أن يساعدنا في تفسير النمو خلال المراحل المبكرة من حياة النبات. في دراسة للباحث (Matsuura, et al., 1996) أدى تراجع الجهد المائي Water Potential، للتربة بمعدل 0.004− حتى 12.7− MPa، إلى تراجع معدل التمثيل الضوئي في محصول الدخن والذرة البيضاء بحوالي 16 - 456%، ومعدل التمثيل الضوئي الصافي (NAR) بحوالي 17-34%على التوالي.

توجد علاقة ارتباط وثيقة جداً بين معدل فقد الماء بالتبخر– نتح وتراكم المادة الجافة في النباتات، لأنَّ خروج الماء على هيئة بخار ماء عبر المسامات خلال عملية التبادل الغازي يقابله دخول لغاز الفحم (CO_2)، مما يؤدي إلى ارتفاع تركيزه في مراكز التثبيت (Stroma) ضمن الصانعات الخضراء، فيزداد معدل التمثيل الضوئي، وتصنيع وتجميع السكريات (Tanner and Sinclair, 1983; Monteith, 1986).

وجد Wright and Smith (1983) أن الطراز المتحمل من الذرة البيضاء E-57 حافظ على انفتاح المسامات الورقية عند مستوى منخفض من الجهد المائي لأوراقه (2 MPa−) بالمقارنة مع الطراز الحساس (1.4 MPa−). وفي دراسة للباحثين Girma and Krieg (1992) تراجعت الناقلية المسامية ومعدل التمثيل الضوئي في هجن من الذرة البيضاء، ضمن الظروف الحقلية عند استخدام أربع معاملات مائية خلال مرحلتين من عمر النبات هي المرحلة الخضرية قبل الإزهار وأثناء فترة امتلاء الحبوب، أظهرت النتائج أن الهجين المتحمل امتلك قدرة أكبر على زيادة معدلات عملية التمثيل الضوئي والحفاظ على انتباجية خلايا أوراقه عند مستويات منخفضة من محتوى التربة المائي. وقد يعزى التباين في استجابة تلك الطرز للإجهاد المائي نظراً لامتلاك المتحمل منها قدرة عالية على التعديل الحلولي Osmotic adjustment(OA)، نتيجةً للتراكم الفعال للذائبات.

يعد محتوى الماء النسبي في الأوراق Relative leaf water content (RLWC) مؤشر فيزيولوجي لتحمل الجفاف في العديد من الأنواع المحصولية مثل الشعير (Martin *et al*..,1989) والقمح القاسي (Merah ,2001) وقصب السكر (Silva *et al*.,2008)، وإنه بمثابة مؤشر هام يعبر عن درجة انتباج الخلايا النباتية والأنسجة، كما يعد عاملاً هاماً وضرورياً لسير العمليات الاستقلابية وزيادة معدلات نمو النبات. حيث يعد المحتوى المائي النسبي العالي (RWC%) إحدى المؤشرات الدالة على حالة العجز المائي وتحمل الجفاف الخفيف – المتوسط (Jamaux *et al*.,1997;colom and varzzana,2003). ويرتبط انخفاضه في النباتات المجهدة مع انخفاض حيوية النبات ونشاط التمثيل الضوئي وهذا يحدث في العديد من الأنواع النباتية Halder and Burrage,2003;Lopez *et al*., 2002). ويمكن أن يساعد تقدير محتوى الأوراق المائي النسبي في إعطاء فكرة غير مباشرة عن حجم المجموعة الجذرية، أو القدرة على التعديل الحلولي، حيث تساعد هاتين الآليتين في استخلاص وامتصاص كمية أكبر من الماء من التربة لتعويض الماء المفقود بالنتح، مما يساعد في المحافظة على محتوى الأوراق المائي (Reynolds *et al*., 2000).

أشارت العديد من الأبحاث التي نفذت على بعض محاصيل الحبوب إلى أن عملية التعديل الحلولي Osmoregulation بتصنيع مركبات عضوية متوافقة مع السيتوبلاسم، يمكن أن تساهم كإحدى الآليات الفعالة في تحسين تحمل النباتات لظروف العجز المائي (Zhu *et al*., 1997). واعتبر Ludlow and Muchow (1990) صفة القدرة 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 مع الغلة الحبية ومكوناتها في الذرة البيضاء (Ludlow *et al*., 1990; Santamaria *et al*., 1990). وترتبط القدرة على التعديل الحلولي بشكلٍ كبير بزيادة كفاءة النباتات على استخلاص كمية أكبر من مياه التربة (Morgan and Condon, 1986). ويُعتقد أنَّ صفة القدرة على التعديل الحلولي محكومةٌ بمورثٍ واحد في القمح والرز (Morgan, 2000).

تسمح عملية التعديل الحلولي في البيئات المجهدة مائياً حدوث العديد من الوظائف الحرجة المرتبطة بالنمو، مثل تأخر شيخوخة الأوراق Leaf senescence(Hsiao *et al*., 1984)، ومن ثمَّ استمرار استطالة الخلايا النباتية، واستطالة الأوراق Leaf elongation، ويعزى ذلك إلى دورها الهام في المحافظة على امتلاء الخلايا النباتية (Morgan, 1984)، وعلى محتوى الأوراق المائي (Reynolds *et al*., 2000)، مما يضمن دور المساحة الورقية الفعالة في تلقي الأشعة الشمسية بالإضافة إلى تسخير جزءاً من المادة المصنعة بالتمثيل الضوئي إلى الجذور، وبالتالي تأمين سرعة نموها في اختراق طبقات التربة (Jones and Rawson, 1979)، لاستخلاص الماء الضروري لتعويض الفاقد بالنتح (Morgan and Condon, 1986)، كما تساهم في استمرار عملية تطور حبوب الطلع، وتقليل نسبة الإزهار المجهضة (Morgan and King, 1984) ، علاوة على أنها تساعد في استمرار الانفتاح الجزئي للمسامات Patchiness مما يؤدي إلى استمرار عملية دخول غاز الفحم (CO_2)، الضروري لاستمرار عملية التمثيل الضوئي وتثبيت الكربون assimilation (CO_2)، حتى عند مستوياتٍ مثبطة من الإجهاد المائي(Kramer, 1983; Morgan, 1984) و من ثم زيادة معدل تصنيع المادة الجافة وتراكمها، والغلة النهائية للمحصول في البيئات المجهدة مائياً (Boyer, 1982; Blum, 1988).

يعد البرولين $C_5H_9NO_2$ من الذائبات العضوية التوافقية Compatible organic solutes،التي تتراكم في سيتوبلاسم 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). فيضمن بالتالي انتباجها عندما يشتد الجهد المائي المطبق (Hopkins،2003). وبذلك يساهم البرولين في التعديل الحلولي السيتوبلاسمي (Amini and Ehsanpour,2005) في حين تشارك الأيونات المعدنية الممتصة والأحماض العضوية في التعديل الحلولي الفجوي، ويؤدي مثل هذا الحمض الأميني العديد من الوظائف، أهمها تفاعله مع بروتينات الأغشية السيتوبلاسمية والمحافظة على تركيب الأغشية السيتوبلاسمية للخلية (Bonhert and Jensen, 1996). يعزى زيادة المحتوى من البرولين تحت ظروف الجفاف وزيادة تراكمه إلى أكسدته البطيئة في الميتوكوندريا (Samaras *et al*.,1995)، وتراجع نشاط كل من Proline Oxidase & Proline Dehydrogenase أو من خلال زيادة هدم البروتين وتثبيط بنائه وتحوله إلى أحماض أمينية منها البرولين(Kavi Kishor *et al*., 2005)

وقد لوحظ أيضاً علاقة وثيقة بين زيادة تراكم البرولين وزيادة المحتوى من السكريات الذائبة، وخصوصاً السكروز،التي تساعد على ضبط اسموزية الخلايا النباتية مما يؤكد دور الكربوهيدرات في تزويد أنسجة النبات بالهيكل الكربوني لبناء البرولين وتثبيط أنزيمات هدم البرولين مما يؤدي الى زيادة بناء وتراكم البرولين (Yasseen *et al.*,2006)، تشير الأبحاث إلى زيادة معدلات تصنيع الحمض الأميني غلايسين بيتان بالإضافة إلى البرولين في الذرة البيضاء تحت ظروف الإجهاد المائي بمعدل 26 - 108 أضعاف على التوالي، ويشكل الحمض الأميني البرولين ما نسبته 60% من كامل مجموع الأحماض الأمينية الحرة المتشكلة في الخلايا النباتية حيث تساهم في زيادة معدلات التنظيم الحلولي بالمقارنة مع ظروف الشاهد، (Wood *et al.*, 1996). وهنالك العديد من المركبات والذائبات العضوية مثل الأرجينين والغلوتامين والغلايسين، والبروتينات، والسكريات التي تتراكم في أنسجة الأنواع النباتية المختلفة تحت ظروف الإجهاد (Gill *et al.*,2003)، وتعد من الآليات التكيفية الهامة لتحمل تلك الإجهادات وجزء من الاستجابة الفيزيولوجية للإجهاد الشديد (Hare *et al.*,1998). بينت العديد من الدراسات السابقة بأن تزايد محتوى البرولين في الأنسجة النباتية تحت ظروف الإجهاد المائي من المؤشرات الدالة على تحمل الجفاف (Hare and Cress, 1997) وتحمل نباتات الذرة البيضاء للإجهاد المائي (Deshmukh, *et al.*, 2001)، وبالتالي يمكن من خلال استغلال التباين في كفاءة الطرز الذرة البيضاء على تصنيع هذه الذائبات تحت شروط العجز المائي من انتخاب الطرز المتحملة وتطويرها في برامج التربية والتحسين الوراثي لهذا المحصول (Handa *et al.*,1986).

ثانياً: تأثير الإجهاد المائي في الصفات النوعية للنبات:

يثبط العجز المائي من نمو النبات، وتتأثر القيمة الغذائية للعلف (Villalba *et al.*,1991)، بشكل سلبي، ومن خلال بعض الدراسات التي تم فيها تقييم الإنتاج العلفي للذرة البيضاء في كرواتيا (Štafa *et al.*,2009)، خلال ثلاث سنوات متتابعة 2004,2003,2002، حيث أظهرت النتائج أن أدنى نوعية علفية كانت في المراحل المتقدمة من النمو وهذا يعود إلى انخفاض تركيز البروتين الخام والمهضوم وزيادة تركيز الألياف الخام. وقد فسر تراجع الإنتاج العلفي بسبب الشروط المناخية السيئة، وتدني معدلات الهطول المطري، ولوحظ تراجع تركيز البروتين الخام معنوياً في المراحل المتقدمة من النمو (Stordahl *et al.*,1999). وازدياد تركيز الألياف الخام مع تقدم النبات بالعمر(Štafa *et al.*,2004). يعد استخدام الإنتاج العلفي العالي الناتج من حش محصول الذرة البيضاء خلال موسم النمو كقدرة تكيفية جيدة للظروف البيئية المتاحة. وتعتمد الغلة الحبية، والإنتاج العلفي، والقيمة الغذائية، على المرحلة التطورية للنبات التي تم فيها حش النبات.

وقد بين Németh and Izsáki(2005) بأن حوالي 70% من إجمالي المادة الجافة Dry matter تتراكم خلال مرحلة الإزهار. وذلك بسبب الارتباط الايجابي المعنوي مع عدد الأوراق في النبات، وسماكة السوق، وارتفاع النبات، والمساحة الورقية (Chaudhry *et al.*, 1991;Cruz,1995). وقد أعطى الشاهد المروي أعلى إنتاج علفي، ومادة جافة عالية، ومحتوى بروتيني، وزيادة في عدد الأوراق/نبات، وسماكة ساقه، والمساحة الورقية (Chaduhry *et al.*, 1990).

وقد يعزى انخفاض تركيز السيللوز في مرحلة النضج تحت الشروط المروية، إلى زيادة بناء الجدر الثانوية في أنسجة الساق والأوراق، حيث يزداد تراكم السكريات الذوابة في أنسجة الساق التي تؤدي إلى انخفاض محتوى الليغنين في النباتات الطويلة، حيث يتأثر تراكم وتصنيع الليغنين تحت الظروف المناسبة، ونضج الحبوب، عندما يحدث خلال بناء وتشكيل الجدر الثانوية للخلايا النباتية.

يتأثر تركيب ونوعية حبة الذرة البيضاء بالظروف البيئية السائدة، ويختلف التركيب الكيميائي للحبة من منطقةٍ لأخرى، ومن سنةٍ لأخرى حتى ضمن المنطقة نفسها، وقد يفسر ذلك لحدوث تغيرات في تراكم العناصر الغذائية في حبوب الذرة البيضاء، خلال مراحل النمو المختلفة حيث يزداد تراكم المادة الجافة طوال المرحلة المبكرة من المراحل الخضرية، ولكنه ينخفض عند أول الإزهار ويبدأ يتجدد ثانية في مراحل مبكرة من تشكل الحبوب، وتتحدد درجة امتلاء الحبوب، بكمية نواتج التمثيل الضوئي المصنَّعة خلال فترة امتلاء الحبوب Grain filling stage، حيث تسهم نواتج التمثيل الضوئي المصنَّعة خلال تلك الفترة بنحو 70 - 90 % من وزن الحبوب الجافة (Austin *et al.*, 1977). بينت دراسات سابقة بأن تباين محتوى حبوب الذرة البيضاء من البروتين ناجم أولاً عن تأثير العوامل البيئية والوراثية والعمليات الزراعية المختلفة خلال موسم النمو.

بين Rooney and Serna-Saldivar (2000) التركيب الكيميائي لحبوب الذرة البيضاء بأنها تحتوي على نشاء(74.1%)، بروتين(11.6%)، زيت(3.6%)، ألياف (سيللوز وهيموسيللوز) (2.7%)، رماد (2.2%)، ومواد شمعية(0.2 %) لكنها تحتوي على بعض المثبطات الحيوية كالتربسين ومثبطات الأميلاز وحمض الفيتك والتانينات، التي تتداخل مع استقلاب الكربوهيدرات والبروتينات والمعادن، كما يتصف بروتين حبوب الذرة البيضاء بانخفاض محتواه من الأحماض الأمينية الأساسية مثل الليسين والثيرونين والتربتوفان (Murty *et al.*,2001). وأشارت أبحاث سابقة إلى إمكانية تعديل محتوى الحبوب من البروتين بالتسميد والتطبيقات الزراعية. بين Stone ورفاقه (1969) بأنه توجد علاقة ارتباط سلبية خطية مابين محتوى الحبوب النيتروجيني وكمية الماء المتوفرة للمحصول، والغلة الناتجة، قبل وخلال مرحلة النمو الخضري. وبالمقابل حصل Miller ورفاقه (1964) على نتائج مشابهة عندما انخفض محتوى البروتين من 9.5% إلى 8.3% ترافق مع زيادة الغلة، عند استعمال ريات تكميلية. وهذا ما أكدته دراسات أخرى من قبل (Walsh,1971). ومن نواحي تصنيعية يعد محتوى البروتين المنخفض في الحبوب المخصصة لصناعة البيرة مرغوباً. كونه يتفكك جزئياً في المولت، ويتحول إلى حموض أمينية وببتيدات ذوّابة ذات أهمية كبيرة في الخمائر الغذائية، لإنتاج الرغوة الكثيفة (OECD, 2004).

يعد البوتاسيوم K^+ من المعادن الهامة في عملية التنظيم الحلولي Osmo-regulation داخل الخلايا النباتية، حيث يساعد وجود تركيز عالٍ منه في الفجوة الخلوية في المحافظة على التدرج في الجهد المائي بين النبات والوسط المحيط،مما يسمح باستمرار تدفق الماء إلى داخل الخلايا النباتية، والمحافظة على جهد الإمتلاء (عبو والمعري،1998).

ويمكن أن تساعد عملية المحافظة على محتوى الخلايا النباتية من K^+ في الحفاظ على سلامة واستقرار الأغشية السيتوبلاسمية، وخاصة أغشية Thylakoids في الصانعات الخضراء، مما يضمن استمرار عملية التمثيل الضوئي، وتصنيع وتراكم المادة الجافة في النبات (Bonilla and Tsuchiya, 2000). وإن زيادة عنصر البوتاسيوم في الورقة يحمي جزئياً من تضرر عملية التمثيل الضوئي بالإجهاد المائي (Valadabadi *et al*.,2009)، كما له علاقة وثيقة بالأنزيمات، فقد أثبتت البحوث والدراسات العالمية المختلفة أن البوتاسيوم يعمل على تحفيز 70 أنزيماً داخل النبات فهو يعمل على تحفيز الأنزيمات الناقلة للطاقة (ATP) ، وكذلك الأنزيمات المسؤولة عن عمليات فتح وغلق المسامات التي تؤثر في قابلية النبات على تحمل الإجهاد المائي، والأنزيمات المسؤولة عن صناعة البروتين في النبات (كاظم ،2008). بالإضافة إلى أنه يلعب الكالسيوم دوراً تغذوياً وفيزيولوجياً هاماً في عمليات الاستقلابية النباتية. فهو ضروري للمحافظة على سلامة الأغشية الخلوية الوظيفية والتركيبية (Hanson, 1984). ويضمن استقرار وتوازن تركيب جدر الخلايا النباتية، وينظم نقل الشوارد، ويضبط التبادل الأيوني، ويضمن نشاط أنزيمات الجدر الخلوية (Demarty *et al*., 1984).

مواد وطرائق البحث
Methods and Materials

مواد البحث :

المادة النباتية Plant material

تمَّ تقييم استجابة 17 طرزاً وراثياً من الذرة البيضاء للإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة الحقلية في مرحلة النبات الكامل. تمَّ الحصول عليها من وحدة الأصول الوراثية بقسم أبحاث الذرة، في هيئة البحوث العلمية الزراعية بدمشق. روعي عند اختيارها التباعد الجغرافي والتباين في خصائصها النباتية. ويبين الجدول (ا) توصيفاً للطرز الوراثية المدروسة.

جدول (ا): الصفات الفينولوجية والمورفولوجية لطرز الذرة البيضاء المدروسة.

التسلسل	النسب	المصدر	عدد الأيام حتى الإزهار (يوم)	ارتفاع النبات (سم)	طول العثكول (سم)	شكل العثكول	لون الحبة	الإنتاج الحبي طن.هـ$^{-1}$
1	KHARABO-230	محلي	69	240	25	نصف مندمج	أبيض	3.79
2	ICSR-38	الهند	71	135	25	نصف متفرق	كريمي	3.62
3	KHARABO-245	محلي	74	110	25	نصف مندمج	كريمي فاتح	3.31
4	KHARABO-232	محلي	85	220	25	نصف مندمج	كريمي غامق	3.154
5	KHARABO-233	محلي	92	200	25	نصف مندمج	كريمي	3.951
6	KHARABO-234	محلي	92	250	25	نصف متفرق	كريمي	3.583
7	KHARABO-237	محلي	88	230	25	نصف مندمج	أبيض	4.950
8	KHARABO-238	محلي	90	240	25	نصف متفرق	بني فاتح	4.113
9	12779AKADARI	تركيا	81	180	20	نصف متفرق	أبيض	2.74
10	IZRAA-7	محلي	82	130	20	نصف مندمج	كريمي	2.59
11	IZRAA-3	محلي	84	195	20	نصف متفرق	أبيض	2.55
12	SC#36	زيمبابوي	90	220	20	نصف مندمج	أبيض	3.65
13	IS-24278	الهند	91	115	20	نصف مندمج	أحمر	2.4
14	SC#246	زيمبابوي	93	160	20	نصف مندمج	أبيض	4.37
15	LOCAL-26	مصر	94	250	20	مندمج	كريمي	5.36
16	GIZA-123	مصر	97	250	20	مندمج	كريمي	4.33
17	D.W.M	السودان	99	160	20	نصف مندمج	أبيض	5.26

المصدر :تجارب اختبارية لمحطة أبحاث الذرة لعام 2005

موقع تنفيذ التجارب Sites of Experiments

نفذت التجربة في مزرعة المعهد الزراعي (خرابو)– جامعة دمشق للموسم الزراعي 2009 ، والتي تقع في ريف دمشق في الغوطة الشرقية على بعد /20 كم/ عن مركز مدينة دمشق، وترتفع عن سطح البحر بمقدار /700 م/، خط الطول 36.28ْ، وخط العرض33.3ْ، وتقع ضمن منطقة الاستقرار الرابعة. في تربة طينية القوام، متوسطة القلوية، عالية المحتوى من كربونات الكالسيوم، ، وجيدة محتوى الآزوت، والبوتاس والفوسفور وذات ملوحة خفيفة جداً. أي أنها تقع ضمن رتبة ترب المناطق الجافة Aridisoils. وتحت رتبة الترب الكلسية Calcids. يبين الملحق (5) البيانات المناخية لموقع الزراعة خلال موسم النمو، حيث نلاحظ ارتفاع في معدلات درجات الحرارة العظمى، والصغرى خلال شهر تموز من عام 2009، ومعدلات انخفاضها الأقل نسبياً، عندما تم البدء بتطبيق معاملات الري، حتى شهر تشرين الأول، مع الإشارة إلى أن كميات الأمطار الهاطلة، في الشهر المذكور، كانت في الثلث الآخير منه، وبعد الحصاد. كما يبين الملحق (4) نتائج التحليل الكيميائي والميكانيكي للتربة قبل زراعتها. تم تقدير المؤشرات النوعية (محتوى الحبوب من البروتين الخام%، محتوى العلف الأخضر من الألياف والبروتين الخام%، محتوى الأوراق من بعض الشوارد المعدنية %)، في مخبر تكنولوجيا الحبوب في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مخبر التغذية التابع لإدارة بحوث الثروة الحيوانية – قرحتا، ومخابر كلية الزراعة، جامعة دمشق (قسم الإنتاج الحيواني، قسم علوم التربة). وقد تم تحضير العينات، وأخذ القراءات المطلوبة للدراسة، في مخابر المعهد الزراعي– دمشق (قسم الصناعات الغذائية، والإنتاج الحيواني).

طرائق البحث :

نفذت الدراسة تحت الظروف الحقلية، في مرحلة النبات الكامل خلال مرحلتين فينولوجيتين من عمر النباتات، هما مرحلة الإزهار، والإمتلاء الحبي وهي الأطوار الأكثر حساسية، التي يتعرض خلالها المحصول، لظروف الجفاف عند زراعته في القطر.

طريقة ومخطط الزراعة layout and Planting method

تمت زراعة بذار الطرز المدروسة يدوياً، بعد حراثة الأرض بشكل جيد، في تربة خالية من الأعشاب، مستوية، جيدة الصرف، خلال الثلث الأول من شهر حزيران، في خطوط بمساحة تقدر(16.8 م^2) لكل قطعة تجريبية، بواقع أربعة خطوط لكل طراز، طول الخط (6 م)، وتركت مسافة(70سم) بين الخط والآخر، ومسافة(25 سم) بين النبات والآخر ضمن الخط الواحد، مع مراعاة توزع الطرز بشكل عشوائي، على القطع التجريبية، وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD)، في ثلاث مكررات.

قسمت الأرض المعدة للزراعة إلى (153) قطعة تجريبية، وترك فاصل مناسب(6) خطوط (25.2 م^2)، بين معاملات الري، لمنع رشح المياه من القطع المروية إلى القطع المجهدة. أما في معاملة الشاهد، فقد رويت النباتات فيها بطريقة الري بالراحة، خلال كامل مرحلة النمو من الإنبات وحتى النضج التام، وذلك حسب حاجة المحصول، شكل (1).

نطـــاق		
R3	***R2***	***R1***
V16	**V4**	**V1**
V17	**V5**	**V2**
V11	**V6**	**V3**
V12	**V1**	**V4**
V13	**V2**	**V5**
V14	**V3**	**V6**
V15	**V11**	**V7**
V7	**V12**	**V8**
V8	**V13**	**V9**
V9	**V14**	**V10**
V10	**V15**	**V11**
V4	**V7**	**V12**
V5	**V8**	**V13**
V6	**V9**	**V14**
V1	**V10**	**V15**
V2	**V16**	**V16**
V3	**V17**	**V17**
نطـــاق		

حيث: v الطراز المدروس. R المكرر.

شكل(1): مخطط زراعة، كل من تجربتي المعاملة المائية، والشاهد، لطرز الذرة البيضاء المدروسة.

نفذت جميع العمليات الزراعية اللازمة حسب (استمارة التعليمات العامة لزراعة محصول الذرة البيضاء،2008).

أضيف السماد الآزوتي بنسبة 8 كغ وحدات نقية أزوت N للدونم، أي ما يعادل (17.5 كغ) من سماد اليوريا بتركيز(46%). أضيف كامل السماد الفوسفوري (6 كغ P_2O_5 أو ما يعادل 13 كغ سوبر فوسفات ثلاثي 48 %)

قبل الفلاحة الأخيرة. أضيفت الدفعة الأولى من السماد الآزوتي (6.5 كغ يوريا 46 %) بعد عشرة أيام من الزراعة. تم تفريد النباتات عندما كانت البادرات بطول(12-20 سم) حيث أبقي على نباتين في الجورة الواحدة، بينما أضيفت الدفعة الثانية والأخيرة من السماد الآزوتي بعد مرور 20 يوماً من تاريخ إضافة الدفعة الأولى. وتمَّ تعشيب القطع التجريبية المزروعة بصورة منتظمة في المراحل الأولى من النمو، بواسطة اليد العاملة، وتمَّ ري نباتات الشاهد بالراحة، خلال كامل مرحلة النمو من الإنبات وحتى النضج التام، حسب احتياجات المحصول المائية، بحوالي (6) ريات.

تمَّ تعريض النباتات للإجهاد المائي وذلك بإيقاف عملية الري عن القطع التجريبية المخصصة لدراسة الإجهاد المائي في مرحلة الإزهار، عند وصول النباتات لمرحلة ظهور العثكول Heading (ظهور العثكول من غمد الورقة القمية للنبات بعد 40-45 يوماً من الزراعة) (Vanderlip,1972) لفترة زمنية تقدر بـ 29 يوماً، كما تم تّعريض القطع المخصصة لدراسة الإجهاد المائي في مرحلة الإمتلاء الحبي، بإيقاف عملية الري عند وصول النباتات لبدء الامتلاء الحبي لفترة زمنية تقدر بـ 29 يوماً، الشريحة (1). كما تمَّ تقدير السعة الحقلية FC%، خلال مرحلتي الإجهاد، وذلك بأخذ عدة عينات ترابية عند عمق (60،30) سم، لمقطع التربة، من كل مكرر ولكل معاملة، فكانت القيم المسجلة للسعة الحقلية للتربة على النحو الآتي: في معاملة الشاهد (85 %)، والإزهار (50%)، وفي معاملة الإمتلاء الحبي (60%). ثم رويت كافة القطع التجريبية بكميات كافية من المياه، مدة /15/ يوماً، ليسمح للنباتات باستعادة نموها Recovery growth .

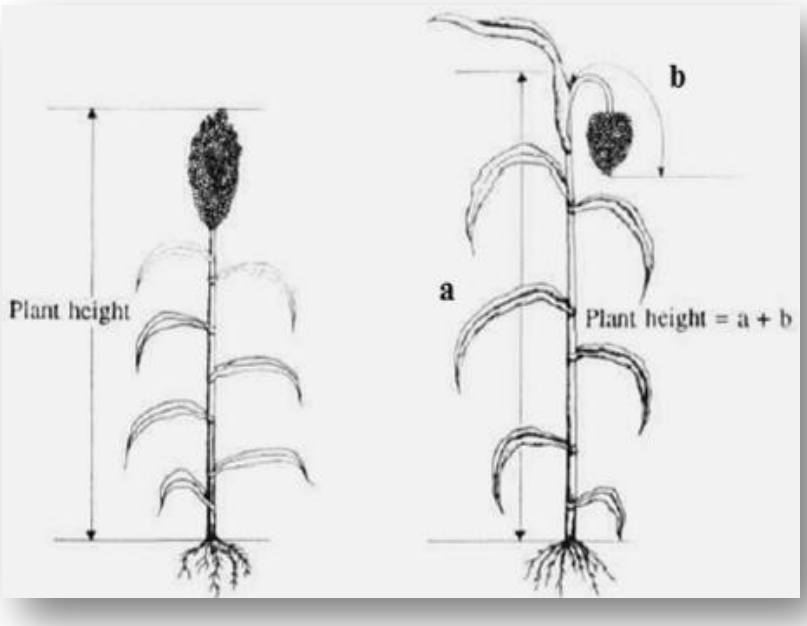
الشريحة (1): تقدير السعة الحقلية (FC%) لتجربتي المعاملة المائية، والشاهد

الصفات المدروسة Investigated Traits

أخذت عينات عشوائية لخمسة نباتات وذلك لكل طراز وراثي في كل قطعة تجريبية للمعاملات خلال مرحلتي الإجهاد، والشاهد، وذلك بأخذ القراءات على الشكل التالي:

أولاً – الصفات المورفولوجية (الشكلية) والفيزيولوجية: Morpho-physiological traits

1-1 ارتفاع النبات (سم) Plant height : تم قياس ارتفاع النبات بواسطة المسطرة بعد اكتمال إزهار نباتات القطعة التجريبية الواحدة، وذلك من قاعدة النباتات عند سطح الأرض، حتى نهاية العثكول (IBPGR and ICRISAT , 1993)، الشريحة (2).



الشريحة (2): طريقة قياس ارتفاع نبات الذرة البيضاء.

2-1- ثخانة الساق (سم) Stem thickness: تم قياسه باستخدام شريط مدرج يلف على ساق النبات عند السلامية الثانية من قاعدة الساق بعد التخلص من غمد الورقة.

3-1- عدد الأوراق/النبات: وذلك بتعداد الأوراق الكلي ابتداء من أول ورقة عند سطح التربة إلى ورقة العلم.

4-1- المساحة الورقية (سم^2) Leaf Area: تمَّ حساب المساحة الورقية بعد قياس الطول والعرض الأعظمي للورقة، بواسطة مسطرة مدرجة، للحصول على المساحة الورقية النظرية،

وحسبت المساحة الورقية الفعلية لكل نبات وفق العلاقة التالية (Bueno and Atkins, 1981):

المساحة الورقية (سم^2) = $\sum_{i}^{1}$ (الطول الأعظمي للورقة × العرض الأعظمي للورقة ×K)

حيث : I : عدد الأوراق في النبات الواحد.
K : معامل التصحيح الخاص يعادل 0.75 في محصول الذرة البيضاء.

1-5-دليل المساحة الورقية Leaf Area Index (LAI):

وهي عبارة عن متوسط المساحة الورقية لجميع نباتات وحدة المساحة التي تشغلها من الأرض. وقد تم قياس دليل المساحة الورقية عند بداية ونهاية فترة الإجهاد، لكل طراز من الطرز الوراثية المدروسة، (حسن ،1995).

$$LAI = \frac{A}{P}$$

حيث:

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

P: مساحة القطعة التجريبية (م^2).

ويقدر متوسط دليل مساحة الورقة خلال فترة زمنية $\overline{LAI}$ بالمعادلة التالية:

$$\overline{LAI} = \frac{(F_2 - F_1)}{(Log_e F_2 - Log_e F_1)}$$

حيث: F_1 وF_2 هما مساحة الأوراق/ وحدة المساحة من الأرض، في بداية ونهاية الفترة الزمنية.

1-6- الوزن الجاف للأجزاء الهوائية (غ): فصلت أوراق النبات بواسطة مشرط حاد، عن سوقها، ثم وضعت في أكياس ورقية صغيرة كتب عليها اسم الطراز، والمكرر، ومرحلة النمو، ثم نقلت إلى مجفف سخن مسبقاً على درجة حرارة 105 م° لمدة 30 دقيقة، وضبطت الحرارة إلى 85 م° ، وسجلت أوزان الأجزاء الهوائية بعد ثبات وزنها، باستخدام ميزان كهربائي حساس.

1-7- الوزن النوعي للورقة Specific leaf weight (SLW): وهو نسبة الوزن الجاف للأوراق إلى مساحة المسطح الورقي للنبات ويعبر عنه غ نمو/ سم^2، (حسن ،1995).

$$SLW = \frac{LW}{LA}$$

حيث:

LW: الوزن الجاف للأوراق (غ).

LA: المساحة الورقية (سم^2).

8-1- نسبة المساحة الورقية (سم^{2}.غ$^{-1}$) (Leaf Area Ratio (LAR :

تمثل النسبة مابين المساحة الورقية إلى وزن النبات الجاف عند زمنٍ معين. وتعطى بالمعادلة الرياضية الآتية (حسن ,1995):

$$LAR = \frac{L}{W}$$

حيث:

L : المساحة الورقية(سم^{2}).

W: الوزن الجاف الكلي للنبات(غ).

وتحسب الزيادة في نسبة المساحة الورقية خلال فترة زمنية محددة وفق العلاقة الرياضية التالية:

$$LAR = \frac{(L_2 - L_1)(Log_e W_2 - Log_e W_1)}{(W_2 - W_1)(Log_e L_2 - Log_e L_1)}$$

حيث: L_1 و L_2 هما مساحة الأوراق، و W_1 , W_2 هما وزن النبات الجاف في بداية ونهاية فترتين زمنيتين، ويعبر عنها سم^2/غ من المادة الجافة باليوم، أو الأسبوع، أو الشهر .

9-1- معدل النمو النسبي للنبات Relative Growth Rate (RGR): وهو مقدار الزيادة في الوزن الجاف لكل وحدة من الوزن الأصلي للنبات خلال وحدة الزمن، ويحسب وفق المعادلة الرياضية التالية (Fisher, 1921):

$$RGR = \frac{\Delta W}{W \times t}$$

حيث:

ΔW : الفرق في الوزن الجاف للنبات في وحدة الزمن.

W: الوزن الجاف للنبات في القراءة الأولى. t: الزمن.

أو يمكن أنَّ يقدَّر من العلاقة الرياضية التالية:

$$RGR = \frac{Log_e W_2 - Log_e W_1}{t_2 - t_1}$$

حيث: W_1 , W_2 هما الوزن الجاف للنبات في بداية ونهاية فترتين زمنيتين t_1 و t_2 ويعبرعنه غ نمو/غ من المادة الجافة /اليوم، أو الأسبوع، أو الشهر ..... الخ.

1-10- المحتوى المائي النسبي (RWC%) Relative Water Content:

يعبر هذا المؤشر عن كفاءة النباتات في المحافظة على جهد الامتلاء داخل خلايا الأوراق المساهم في استطالتها. تمَّ تقدير المحتوى النسبي للماء في الأوراق، بقص ورقتين كاملتي الاستطالة Fully expanded leaves عند قاعدة النصل من قمة النبات في ساعات الصباح وقطعت إلى أجزاء صغيرة، وخلطت معاً، حتى نحصل على عينة متجانسة. ثم وضعت الأجزاء الورقية لكل طراز وراثي على حده في أكياس بلاستيكية محكمة الإغلاق للحد من فقد الماء بالتبخر – نتح، ونُقلت مباشرةً إلى المخبر، ثم تم أخذ 100 ملغ من الوزن الرطب للعينة Fresh Weight (FW)، غُمرت الأجزاء الورقية بعدها في طبق بتري يحوي ماء مقطر، مدة 24 ساعة عند درجة حرارة الغرفة (20 مْ) والإضاءة الخافتة في المخبر. وجُففت بلطف بورق نشاف في نهاية فترة النقع لإزالة الماء الزائد العالق على سطوحها، وسُجل الوزن الرطب المشبع Turgid Weight (TW)، ثم وضعت الأجزاء الورقية في أكياس ورق، ونُقلت إلى مجفف مسخَّن بشكلٍ مسبق على درجة حرارة (105 م ْ) لمدة 30 دقيقة، ثم خُفضت درجة حرارة المجفف إلى (85 مْ) وتركت العينات فيه مدة 72 ساعة، إلى حين ثبات الوزن الجاف Dry Weight (DW) للعينة. وحسب محتوى الماء النسبي (RWC%) من المعادلة الرياضية الآتية (Mata Schonfeld *et al*., 1988; and Lamattima,2001):

$$RWC\% = \frac{Fw - Dw}{Tw - Dw} \times 100$$

1-11– معدل صافي التمثيل الضوئي Net Assimilation Rate (NAR): وهو مقدار الزيادة في الوزن الجاف للنبات، في وحدة المساحة الورقية، والتي هي محصلة الفرق بين التمثيل الضوئي الإجمالي والتنفس. ويعبر صافي التمثيل الضوئي عن كفاءة النبات في زيادة الوزن الجاف من خلال زيادة كفاءة المسطح الورقي الأخضر الفعال في عملية التمثيل الضوئي، أي يعبر بشكل عام عن كفاءة النبات التمثيلية، وعادة ما يستعمل لتحليل استجابة نمو النبات للظروف البيئية السائدة. ويحسب وفق المعادلة الرياضية التالية (Gregory, 1917):

$$NAR = \frac{\Delta W}{L \times t}$$

$$NAR = \frac{(Log_e L_2 - Log_e L_1)(W_2 - W_1)}{(t_2 - t_1)(L_2 - L_1)} \qquad (\text{غ .سم}^{-2}\text{. شهر}^{-1})$$

حيث: L_2, L_1: المساحة الورقية للنبات (غ)، عند الزمنين T1، T2 على التوالي.

W_2, W_1: الوزن الجاف للنبات (غ)، عند الزمنين T1، T2 على التوالي.

ويعبر عنه بـ غ /سم^2 من المساحة الورقية /اليوم، أو الأسبوع، أو الشهر.

ثانياً– الغلة الحبية والعلفية Grain and fodder yield:

تم تغليف الخطين الوسطيين من كل قطعة تجريبية، لكل طراز وراثي بعد الإزهار باستعمال أكياس ورقية وقماشية لمنع وصول الطيور إلى الحبوب في العثاكيل، ولتقدير الإنتاجية للعثاكيل المحصودة من كل قطعة تجريبية، في كل مكرر على حده، لكل من معاملتي الإجهاد والشاهد. وبعد النضج التام، وذلك عند اصفرار كافة أجزاء النبات، وعدم إمكانية خدش الحبوب (مشنطط ,1991)، وضعت العثاكيل المحصودة في أكياس قماشية مع الحفاظ على النسب، حيث تم تقدير الإنتاج الكلي من الحبوب ، لكل طراز وراثي على حده، في كل من معاملتي الري والشاهد. وبالاعتماد على المعايير السابقة تم تحديد المؤشرات الإنتاجية التالية:

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

تم تقديرها حسب (استمارة التعليمات الفنية لزراعة محصول الذرة البيضاء,2008):

$$\text{الغلة الحبية} = \frac{48 \times \text{وزن العثاكيل الرطب (كغ.بالقطعة}^{-1}) \times 2.38 \times \text{التصافي}}{\text{عدد النباتات المحصودة}}$$

حيث:

$$2.38 \text{ تحويل إلى طن.هـ}^{-1} = \frac{10000}{1000} = \frac{10}{(0.7X\ 6)4.2}$$

وزن العثاكيل الرطب: تم تقديره لكل قطعة تجريبية بواسطة الميزان مباشرة في الحقل.

التصافي: وهو حاصل قسمة وزن الحبوب على وزن العثكول، كنسبة مئوية.

عدد النباتات المحصودة: عدد النباتات والعثاكيل المحصودة بالقطعة التجريبية.

2-2- الإنتاج العلفي الأخضر (طن.هـ$^{-1}$) Fooder Yield:

تم تقديره بعد تحويل الإنتاج العلفي للقطعة التجريبية الواحدة كغ.قطعة$^{-1}$، إلى طن.هـ$^{-1}$.وذلك بوزن العلف الأخضر الناتج من كل قطعة تجريبية على حده (كغ.قطعة$^{-1}$) ، بعد حشها، بواسطة ميزان حقلي مباشرة.

2-3- دليل الحصاد Harvest Index(HI %): يعبر دليل الحصاد عن النسبة المئوية بين وزن الحبوب إلى الوزن الجاف الكلي للنبات. وذلك بقطع النباتات الجافة عند مستوى سطح الأرض لحساب الكتلة الحية الكلية Total biomass في وحدة المساحة. ثم جففت الحبوب والنباتات، قبل وزنها.

وحسب دليل الحصاد وفق المعادلة الآتية (Joshi *et al*.,2005):

دليل الحصاد (%)= وزن الحبوب/الوزن الجاف الكلي للنبات x 100

2-4- معامل الحساسية للجفاف Drought stress susceptibility (DSI):

يحسب معامل الحساسية للجفاف من المعادلة التالية وفق (Naserian *et al*.,2007)

$$DSI = [\ 1- (Y_s) / (Y_p)\ ] / SI$$

حيث:

Y_s غلة الطراز المدروس تحت ظروف الإجهاد.

Y_p غلة الطراز المدروس تحت ظروف الشاهد.

SI شدة الإجهاد.

2-5- شدة الإجهاد stress intensity (SI):

$$SI = [\ 1- (Y_s) / (Y_p)\ ]$$

حيث:

Y_s المتوسط العام لغلة جميع الطرز تحت ظروف الإجهاد.

Y_p المتوسط العام لغلة جميع الطرز تحت ظروف الشاهد، حسب (Fischer and Muarer, 1978).

2-6- الإنتاج النسبي Relative yield (RY%):

$$RY(\%) = \frac{Ys}{Yp} \times 100$$

حيث:

Y_s غلة الطراز المدروس تحت ظروف الإجهاد.

Y_p غلة الطراز المدروس تحت ظروف الشاهد، حسب (Frey, 1981).

ثالثاً– المؤشرات البيوكيميائية والنوعية Biochemical and Qualitative parameters:

3-1- تقدير محتوى البرولين Proline content (ميكروغرام .ملغ$^{-1}$ مادة خضراء)

حسب المحتوى من الحمض الأميني البرولين في نباتات المعاملات المجهدة والشاهدة وفقاً لطريقة (Bates *et al*., 1973). بأخذ عينات ورقية بوزن (100 ملغ) من كل طراز من الطرز المدروسة، ووضعت كل على حده في هاون زجاجي، وأضيف إليها قليل من المحلول المائي لحمض سلفوساليسيليك Sulfosalicylic acid Aqueous بتركيز(3%) وسحقت العينات، ثم فُصل المستخلص بواسطة جهاز الطرد المركزي (3000 دورة /دقيقة) مدة عشرة دقائق، ثم جُمع محلول الاستخلاص وتمَّ إكمال حجمه إلى (5 مل) باستخدام حمض سلفوساليسيليك بتركيز (3 %)، وأخذ 2 مل من مستخلص العينة السابقة وأضيف إليه (2 مل) من محلول النينهيدرين لتنشيط التفاعل (يتألف المحلول المنشط للتفاعل من1.25غ نينهيدرين + 30 مل حمض الخل الثلجي +20 مل حمض N6 أورثوفوسفوريك)، و(2 مل) من حمض الخل الثلجي (Glacial acetic acid). وضعت الأنابيب في حمام مائي

عند درجة الغليان مدة ساعة واحدة، ثم رفعت الأنابيب وبُرّدت بشكلٍ مفاجئ وذلك بوضعها في وعاء يحتوي على الماء المثلج. أضيف فيما بعد 4 مل من التولوين (Toluene) لكل أنبوب اختبار، وتمَّ رج الأنابيب مدة عشرة ثوانٍ، ثمّ قيست درجة الامتصاص الضوئي أو الشدة اللونية باستخدام جهاز قياس الطيف الضوئي (UV spectrophotometer – HITACHI -U- 2900) عند طول موجة nm (520) ولتحديد كمية البرولين في العينة النباتية تمّ تحضير منحنى معياري وذلك باستخدام كمياتٍ معروفة من البرولين. وحسبت بناءً على ذلك كمية البرولين بالعينة باستخدام الحاسب الآلي.

تحضير المنحنى المعياري للبرولين Preparation of Standard Curve:

حضر محلول أصلي (Stock solution) بتركيز (100 ميكروغرام /مل) من البرولين. أخذ 0.1 غ من مسحوق البرولين في (1000 مل) ماء مقطر. حضرت سلسلة من التركيزات (5،10،20،30،40،50) ميكروغرام/مل. أخذ (2 مل) من محلول البرولين + (2 مل) من خليط النينهدرين الحمضي (Acid-Ninhydrine)+ (2 مل) من حمض الخل الثلجي (Glacial acetic acid). وضعت أنابيب الاختبار في حمام مائي يغلي Boiling water bath عند درجة حرارة 100مْ لمدة ساعة واحدة . أنهي التفاعل داخل أنابيب الاختبار في حمام ثلجي Ice bath . جهز أنبوب اختبار يحوي (2 مل) ماء مقطر مع إضافة ذات المكونات السابقة باعتبارها معاملة مقارنة. أضيف(4 مل) من التولوين (Toluene) لكل أنبوب اختبار، وتمَّ رج الأنابيب مدة عشرة ثوانٍ، ثمّ قيست درجة الامتصاصية (Absorbance) عند طول موجة 520 نانومتر. ضبط جهاز مقياس الطيف الضوئي باستعمال معاملة المقارنة المذكورة سابقاً.

عمل منحنى معياري ملحق الأشكال (3) وفق المعادلة (عباس ، 2008):

$Y=0.015 +0.0418\ X(\mu g ml^{-1} Proline)$ ومعامل الارتباط $r =0.999$

حيث :

Y: الإمتصاصية Absorbance X: التركيز

واستعملت هذه المعادلة لتحديد تركيز البرولين في العينات النباتية المدروسة.

2-3- تقدير محتوى الحبوب من البروتين الخام Grain crude Protein content (GPC%):

قدر محتوى الحبوب من البروتين باستخدام جهاز Infratec/1241/Grain Analyser حيث وضعت كمية (500)غ من الحبوب في الجهاز، الذي يقسمها تلقائياً إلى (10) مكررات، تحدد في كل منها نسبة البروتين، ثم يقدر المتوسط العام لها.

3-3- تقدير محتوى العلف من البروتين الخام (CP%) Fodder crude Protein content:

تم تقدير البروتين الخام في العلف الأخضر كمادة جافة حسب طريقة كلداهل Kjeldahl method الموصوفة في A.O.A.C (2000)، وحولت نسبة الآزوت إلى بروتين بعد ضربها بمعامل التحويل الخاص بالذرة البيضاء الذي يعادل(6.25) .

4-3- تقدير محتوى العلف من الألياف الخام (CF%) Fodder crude fibre content:

تعرف الألياف الخام، بأنها المواد الخام في المادة العلفية التي لا تذوب بعد معاملتها بالحمض والقلوي المضاف إليها بتركيز معين، وتبقى كراسب. تم تقدير الألياف الخام في العلف الأخضر كمادة جافة حسب (A.O.A.C,2000).

5-3- تقدير محتوى العلف من بعض العناصر المعدنية (%) Fodder Minerals content:

تم تقدير المحتوى من بعض الشوارد المعدنية K^{+},Na^{+},Ca^{++} في أوراق الذرة البيضاء المجففة باستخدام جهاز مطيافية اللهب (Flame photometer) حسب طرق التحليل المعتمدة (A.O.A.C.,1984).

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي Experimental design and Statistical Analysis :

نفذت التجارب وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD). وحللت البيانات إحصائياً بعد تبويبها باستخدام برنامج SPSS.15 و GENESTAT.7 وتم تقدير قيم أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية (5%) لتحديد معنوية القيم المدروسة ولمقارنة الفروقات بين المتوسطات. بالإضافة إلى استخدام برنامج Minitab لتحليل معامل الارتباط البسيط Simple correlation (r) بين صفات وخصائص الطرز المختبرة.

النتائـج والمناقشـة
Results and Discussion

نستعرض في هذا الفصل، نتائج التجارب المنفذة، بهدف تقييم استجابة بعض طرز محصول الذرة البيضاء للإجهاد المائي المتزامن مع مرحلتي النمو النباتي الأكثر حساسية لقلة الماء وهي مرحلة الإزهار Flowering Stage(GS II)، والإمتلاء الحبي Grain Filling Stage (GS III)، عند مرحلة النبات الكامل Adult plant stage، تحت ظروف الزراعة الحقلية في غوطة دمشق عام 2009. وعلى ضوء النتائج المتحصل عليها نستطيع التوصل إلى فهم، وتحديد بعض الآليات التكيفية التي يمتاز بها محصول الذرة البيضاء، مقارنةً مع غيره من المحاصيل، وتحديد الصفات المورفو. فيزيولوجية والبيوكيميائية، المسؤولة عن تحمل طرز هذا المحصول للإجهاد الجفافي. ومن ثم عزل الطرز المقاومة عن الحساسة للإستفادة منها إما بشكل مباشر، بزراعتها في البيئات المجهدة. أوباعتمادها كآباء في عملية التهجين، لتدخل في برامج التربية والتحسين الوراثي لهذا المحصول مستقبلاً، ثم انتخاب الأصلح منها عبر الأجيال الإنعزالية.

أولاً – تقييم استجابة الذرة البيضاء للإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الإزهار

1-1– تأثير الإجهاد المائي في بعض الصفات المورفو. فيزيولوجية للنبات:
Effect of Drought Stress on Some Morphophysiological Traits

1-1-1ارتفاع النبات (سم)Plant height:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية($P\leq0.01$)، في صفة ارتفاع النبات بين الطرز المدروسة تحت ظروف الشاهد. فقد كان متوسط هذه الصفة الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرازين LOCAL-26 ، KHARABO-230 (283.7 ،268.0 سم) على الترتيب، تلاه الطرز KHARABO-238 ، KHARABO-237، KHARABO-232 ،KHARABO-234 ،SC#36 بحدود (237.0،230.0،224.0،216.0،210.7 سم) على الترتيب. في حين امتلكت الطرز IZRAA-7 ،KHARABO-245 ،IS-24278 (103.3،122.0، 117.5 سم) على الترتيب، جدول(1). نشير مما سبق، إلى أهمية توافر الماء خلال مرحلة الإزهار بوفرة، لضمان النمو الأمثل لنباتات المحصول، والدور الذي يؤديه في تحديد الطول النهائي للنبات.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة ارتفاع النبات بين الطرز الوراثية المجهدة مائياً. فقد كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز LOCAL-26 (268.0 سم)، تلاه KHARABO-234 ،KHARABO-232 ،KHARABO-238 ،KHARABO-237 ،KHARABO-230 بحدود (213.3، 212.7، 203.3، 190.3 ، 187.0 سم) على الترتيب.

حققت الطرز KHARABO-234، KHARABO-232، LOCAL -26 أقل معدلات تراجع في أطوال نباتاتها بالمقارنة مع الشاهد بحدود (1.25، 5.04، 5.53%) على الترتيب. وتأثرت بعض الطرز بشدة تحت ظروف الإجهاد المائي إذ ترافقت مع أعلى نسبة انخفاض في ارتفاع نباتاتها مثل IZRAA-3، SC#36 (34.46، 33.41 %)على الترتيب. يتضح لنا مما سبق، أهمية توافر محتوى مائي كافي في منطقة انتشار الجذور، حيث يؤدي تراجع جهد التربة المائي Soil water potential (Ψ_{soil}) إلى تراجع معدل تدفق الماء ثم امتصاصه من قبل الجذور، ومع استمرار فقد الماء بعملية النتح Transpiration تتراجع كمية الماء الممتصة وتصبح غير كافية لتعويض الماء المفقود، وهذا مايفسر تراجع جهد الإمتلاء Turgor potential داخل خلايا السلاميات الساقية مما يؤدي إلى تراجع معدل انقسام واستطالة الخلايا النباتية، ومن ثم طول السلاميات الساقية، وارتفاع النبات النهائي. حيث يُعد جهد الامتلاء بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع جدر الخلايا النباتية المنقسمة على الاستطالة .وهذا يتطابق مع ما توصل إليه الباحث (Bressan *et al.*,1990).

إذاً يعزى تفوق الطرزLOCAL-26، KHARABO-230،KHARABO -234 في هذه الصفة، إلى امتلاكها لمجموع جذري متعمق ومتشعب، مما مكنها من الحصول على أكبر قدر ممكن من ماء التربة المتاح، لتعويض الماء المفقود بالتبخر– نتح، ثم المحافظة، بشكل مستمر، على جهد الإمتلاء داخل خلايا الساق مما ساعد على استمرار استطالة السلاميات الساقية، وبالتالي ازدياد طول الساق النهائي والنبات، وذلك بالمقارنة مع بقية الطرز IZRAA-7،IS-24278، KHARABO-245 التي أبدت تراجعاً في أطوال نباتاتها كون هذه الصفة تتعلق بالصنف بالدرجة الأولى، ومن ثم التأثير السلبي للجفاف في تقصير طول الساق وطول السلاميات والنبات بشكل عام. وقد يعود ذلك إلى تزامن تراجع ارتفاع النبات وتقليل المسافات العقدية Internodes بين الأوراق المتشكلة تباعاً على طول الساق أي إلى تقصير طول السلاميات مما يؤدي إلى تقارب الأوراق من بعضها البعض، وهذا يؤثر سلباً في كفاءة توزيع الطاقة الضوئية Light distribution بين أجزاء النبات الهوائية المختلفة، وهذا ينسجم مع ما توصل إليه الباحث (Hethernigton, 2001).

2-1-1 محيط الساق (سم) Stem diameter:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة محيط الساق بين الطرز الوراثية المدروسة فقد تفوق الطرازان IZRAA-7، IS-24278 (9.57، 8.83 سم) على الترتيب، تلاه الطرز ICSR-38 ، KHARABO-245،KHARABO-233، GIZA-123، KHARABO-232 (7.83 ، 7.67 ، 7.67، 7.57، 7.25 سم) على الترتيب.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (1)، وجود فروقات معنوية في صفة محيط الساق تحت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار. وكان متوسط هذه الصفة الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز KHARABO-245،KHARABO-238،IZRAA-7،KHARABO-232، LOCAL-26 (7.50، 7.10، 6.80، 6.40، 6.33 سم) على الترتيب. في حين كان متوسط محيط الساق الأدنى معنوياً في الطراز IZRAA-3 (4.00 سم)، تلاه GIZA-123، SC#246 (4.47 ، 4.40 سم) على الترتيب.

لوحظ عدم تأثر محيط ساق الطراز LOCAL-26 (6.33 سم) خلال الإجهاد المائي في حين امتلك الطرازان KHARABO-238،KHARABO-245 أدنى نسبة انخفاض معنوياً في هذه الصفة (0.42،2.22%) على التوالي. في حين كانت أعلى نسبة انخفاض معنوياً في محيط الساق لدى نباتات الطراز GIZA-123 (40.95%)، تلاه ICSR-38 (37.04%).

يتبين مما تقدم، أهمية صفة زيادة سماكة الساق النباتية، لأنها ترتبط مع زيادة كفاءتها التخزينية خلال مرحلة الإجهاد، وتعتبر من المعايير المهمة المرتبطة بتحمل الإجهاد المائي، مع المحافظة على غلة المحصول الحبية، وبالتالي تتناسب بعلاقة طردية مع صلابة الساق ومتانتها، ومقاومتها للرقاد، كما تقدم دليلاً على زيادة عدد وحجم الحزم الوعائية وهذا ما أشارت إليه دراسة بكتاش ووهيب (2004) في محصول الذرة الصفراء.

3-1-1 المساحة الورقية (سم^2) leaf area:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة المساحة الورقية بين طرز الشاهد. كان متوسط المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرازين GIZA-123 ،LOCAL-26 (4829 ،4048 سم^2) على الترتيب، تلاها KHARABO–238 ،KHARABO-234 ،KHARABO-7 ،IZRAA-38 ،ICSR ، KHARABO-233 ،KHARABO-230 ،KHARABO-232 (3875، 3652، 3396،3333 ،3232 ،3231 ،3162 سم^2) على الترتيب. في حين كان متوسط المساحة الورقية الأدنى معنوياً لدى IZRAA-3، 12779AKADARI، D.W.M (1720، 1729، 2235 سم^2) على الترتيب، جدول (1). تأثرت الطرز بشدة تحت ظروف الإجهاد الجفافي، حيث كان متوسط المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى الطرز KHARABO-238 ، LOCAL-26 ، KHARABO-232،ICSR-38 (3780 ،3322 ،3017 ،2455 سم^2) على الترتيب. في حين كانت أدنى مساحة ورقية لدى الطراز IZRAA-3 (580 سم^2)، تلاه SC#246، D.W.M ، 12779AKADARI،KHARABO-237 ، KHARABO-233، KHARABO-234 ، KHARABO-245 (1302،1315 ،1331 ،1519 ،1523 ، 1658،1791 سم^2) على الترتيب. حقق الطراز KHARABO-238 أدنى نسبة انخفاض في مساحته الورقية بمعدل (2.45%)، تلاه KHARABO-232، LOCAL-26 ، SC#36 بمعدل (4.59،17.93،20.15%). في حين تراجعت معدلات استطالة أوراق الطرز IZRAA-3، GIZA-123،SC#246، KHARABO-234 بمعدل(66.28، 61.40 ،55.52، 54.60 %) على الترتيب. وهذا يعزى إلى تراجع محتوى التربة المائي وكمية الماء الحر المتاح في منطقة انتشار الجذورنتيجة إيقاف عملية الري واختلال التوازن المائي النباتي، واستمرار فقد الماء بالنتح Transpiration مما أدى إلى تراجع جهد الامتلاء Turgor potential (Ψ_p) داخل خلايا الأوراق وبالتالي تعرضت إلى عجز مائي Water deficit(Roger,2004). وبالتالي توقف استطالة الخلايا النباتية Cell elongation وتراجع المساحة الورقية.

عموماً، يعزى تفوق الطرز KHARABO-238، LOCAL-26 ، KHARABO-232 في تشكيل مساحة ورقية أكبر تحت ظروف الإجهاد إلى كفاءتها في توريد نسبة أكبر من المادة الجافة لزيادة نمو وامتداد الجذور، أولتفعيل آلية التعديل الحلولي Osmotic adjustment (OA)، أي القدرة على تجميع وتصنيع كمية أكبر من الذائبات العضوية التوافقية (برولين، جلايسين بيتين، والسكريات الذوابة في الكحول وغيرها) ضمن سيتوبلاسما خلاياها، مما يساعد في زيادة كمية الماء الممتصة عن طريق المجموعة الجذرية والواصلة إلى خلايا الاوراق، والمحافظة على جهد الإمتلاء وهذا ينسجم مع ما توصل إليه الباحث (Zhang *et al.*,1999). ويعزى تراجع المساحة الورقية لدى الطرازين IZRAA-3،12779AKADARI إلى تراجع جهد الإمتلاء المؤدي إلى الاستطالة وذلك بسبب تراجع محتوى التربة المائي وكمية الماء الحر المتاح في منطقة انتشار الجذور، وبسبب انغلاق المسامات وما ينجم عنها من تعطيل التأثير المبرد Cooling effect لعملية النتح، ما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأوراق بشكل كبير وحدوث ما يسمى الشيخوخة المبكرة للأوراق، أو احتراقها Leaf firing مسبباً بذلك تراجع مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعال في عملية التمثيل الضوئي (Yeo and Flowers,1989).

4-1-1 دليل المساحة الورقية Leaf Area Index (LAI):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة دليل المساحة الورقية بين الطرز الوراثية المدروسة للشاهد، فقد تفوق الطراز GIZA-123 (2.853)، تلاه الطرز LOCAL-26، ICSR-38 ، KHARABO-234(2.247، 2.036، 1.961) على الترتيب. في حين كان متوسط دليل المساحة الورقية الأدنى معنوياً لدى IZRAA-3، 12779AKADARI، SC#246، SC#36(1.09، 1.14، 1.165، 1.197)على الترتيب، جدول (1). كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في هذه الصفة بين الطرز الوراثية تحت ظروف الإجهاد. وكان متوسط دليل المساحة الورقية الأعلى معنوياً في الطرز LOCAL-26، KHARABO-238،GIZA-123 (1.99، 1.89، 1.68) على الترتيب، تلاها ICSR-38 (1.64). في حين كان متوسط دليل المساحة الورقية الأدنى معنوياً لدى الطراز IZRAA-3 (0.66) ثم الطرازين SC#246، 12779AKADARI (0.85، 0. 90) على الترتيب، جدول (1).

امتلكت الطرز KHARABO-238، KHARABO-232، LOCAL-26، SC#36، ICSR-38 أدنى نسبة انخفاض بمعدل (1.41 ، 2.65 ، 11.48 ، 16.04 ، 19.50%) على الترتيب. بينما تأثرت بعض الطرز بشدة إذ امتلكت نسبة انخفاض عالية مثل GIZA-123 (41.25%)، تلاه IZRAA-3 (40.13 %). وأخيراً الطرز KHARABO-234، KHARABO-233، SC#246 التي أعطت (31.46، 31.39، 27.12%) على الترتيب.

ويعزى بشكلٍ عام، انخفاض حجم المصدر Source size (المساحة الورقية، ودليل المساحة الورقية) في الإزهار والإمتلاء الحبي إلى تراجع محتوى التربة المائي وكمية المياه الحرة المتاحة للنباتات نتيجة انقطاع الري وما رافق ذلك من ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط وارتفاع معدل فقد الماء بالتبخر– النتح Evapo-transpiration بسبب ازدياد فرق الضغط بخار الماء بين الأوراق والوسط المحيط Leaf to air vapor pressure difference (VPD). ويؤدي هذين العاملين إلى تعرض الخلايا النباتية في الأجزاء الهوائية إلى العجز المائي، أو تراجع جهد الامتلاء الضروري لاستطالة الخلايا النباتية Cell elongation، مما يؤدي الى تثبيط استطالة الاوراق، وتراجع دليل المساحة الورقية ، ويؤدي التراجع الحاصل في دليل المساحة الورقية الناجم عن تراجع حجم المسطح الورقي الأخضر الفعال في عملية التمثيل الضوئي إلى تراجع كمية الطاقة الضوئية الممتصة Intercepted light energy والمحولة إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية المصنعة (السكريات) مما يؤدي إلى تراجع تصنيع وتراكم المادة الجافة اللازمة لنمو النبات وتطوره. تحدد صفة دليل المساحة الورقية كفاءة اعتراض الطاقة الضوئية الممتصة وتعكس الحد الأمثل من المساحة الورقية التي يتم عندها إنتاج الحد الأعظمي من المادة الجافة فتزداد المادة الجافة بزيادة دليل المساحة الورقية إلى أن تصل إلى حدها الأمثل، بعده يبدأ حاصل المادة الجافة بالانخفاض نتيجة زيادة المساحة الورقية نسبة إلى مساحة الأرض التي يشغلها فيزداد التظليل وتنخفض عملية التمثيل الضوئي نتيجة انخفاض كمية الطاقة الضوئية المستلمة.

عموماً، يعزى التباين بين الطرز الوراثية في دليل المساحة الورقية إلى التباين في كفاءة الطرز في تشكيل مساحة ورقية أكبر نظراً لتكوينها عدداً أكبر من الأوراق قبل وصولها إلى مرحلة الإزهار التي تعرض فيها للإجهاد ونقص محتوى التربة المائي ومن كفاءة الطرز في المحافظة على جهد الامتلاء أوالاختلاف في مطاطية أو مرونة جدران الخلايا النباتية وهذا يتناول ماذكره (Bressan *et al*., 1990).

جدول(1) تأثير الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الإزهار في بعض المؤشرات المورفو–فيزيولوجية لطرز الذرة البيضاء.

الطراز الوراثي	ارتفاع النبات (سم)			محيط الساق(سم)			المساحة الورقية(سم^2)			دليل المساحة الورقية		
	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)
KHARABO-230	268.0 a	187.0 bc	30.22 c	6.33 c-f	5.97 b-d	5.69 l	3231 b-f	2060 cd	36.24 j	1. 896 c-e	1.449 c-e	23.58 ef
ICSR-38	139.7 hi	119.0 ef	14.82 f	7.83 bc	4.93 c-f	37.04 b	3333 b-e	2455 b-d	26.34 k	2.036 bc	1.639 b-d	19.50 i
KHARABO-245	122.0 ij	104.7 fg	14.18 f	7.67 bc	7.50 a	2.22 n	2951 d-g	1791 d	39.31 h	1.678 d-f	1.322 d-f	21.22 h
KHARABO-232	224.0 b-d	212.7 b	5.04 j	7.25 b-d	6.40 a-c	11.72 j	3162 b-f	3017 a-c	4.59 o	1.432 f-h	1.394 c-e	2.65 l
KHARABO-233	170.3 fg	141.5 de	16.91 e	7.67 bc	5.30 c-f	30.90 d	3232 b-f	1523 de	52.88 e	1.529 fg	1.049 f-h	31.39 c
KHARABO-234	216.0 b-d	213.3 b	1.25 k	6.57 c-e	4.83 d-f	26.48 g	3652 b-d	1658 de	54.60 d	1.961 b-d	1.344 c-f	31.46 c
KHARABO-237	230.0 bc	190.3 bc	17.26 e	5.33 ef	4.80 d-f	9.94 k	2609 e-h	1519 de	41.78 f	1.344 g-i	1.021 f-h	24.03 e
KHARABO-238	237.0 b	203.3 b	14.22 f	7.13 cd	7.10 ab	0.42 o	3875 bc	3780 a	2.45 p	1.920 cd	1.893 ab	1.41 m
12779AKADARI	152.7 gh	137.0 e	10.28 h	5.47 ef	5.20 c-f	4.94 m	1729 h	1331 de	23.02 l	1.143 i	0. 897 hi	21.52 h
IZRAA-7	103.3 j	84.0 g	18.68 d	9.57 a	6.80 ab	28.94 f	3396 b-e	2117 cd	37.66 i	1.628 e-g	1.284 ef	21.13 h
IZRAA-3	177.0 e-g	116.0 ef	34.46 a	4.83 f	4.00 f	17.18 h	1720 h	580 e	66.28 a	1.094 i	0.655 i	40.13 b
SC#36	210.7 b-d	140.3 de	33.41 b	5.30 ef	4.53 d-f	14.53 i	2387 f-h	1906 cd	20.15 m	1.197 hi	1.005 f-h	16.04 j
IS-24278	117.5 ij	98.0 fg	16.60 e	8.83 ab	5.77 b-e	34.65 c	3084 c-g	1859 cd	39.72 h	1.628 e-g	1.258 e-g	22.73 g
SC#246	201.0 c-e	187.7 bc	6.62 i	6.27 c-f	4.40 ef	29.82 e	2927 d-g	1302 de	55.52 c	1.165 hi	0.849 hi	27.12 d
LOCAL-26	283.7 a	268.0 a	5.53 j	6.33 c-f	6.33 a-c	0.00 o	4048 ab	3322 ab	17.93 n	2.247 b	1.989 a	11.48 k
GIZA-123	194.7 d-f	169.5 cd	12.94 g	7.57 bc	4.47 ef	40.95 a	4829 a	1864 cd	61.40 b	2.853 a	1.676 a-c	41.25 a
D.W.M	124.0 h-j	101.3 fg	18.31d	5.83 d-f	5.13 c-f	12.01 j	2235 gh	1315 de	41.16 g	1.224 hi	0.937 g-i	23.45 f
المتوسط العام	186.56	157.27	15.93	6.81	5.50	18.08	3082.35	1964.65	36.53	1.63	1.30	22.36
$L.S.D._{0.05}$	29.40	31.96	0.7272	1.652	1.487	0.5523	921.5	1202.4	0.5523	0.2886	0.3435	0.5523
قيمة F(المحسوبة)	28.26^{**}	21.6^{**}	1418.71^{**}	5.13^{**}	3.99^{**}	5136.04^{**}	6.29^{**}	3.67^{**}	9534.52^{**}	21.97^{**}	9.88^{**}	3166.45^{**}

***، ** المتوسطات التي تتبع نفس الحرف الأبجدي لا يوجد بينها فروق معنوية على مستوى 5% أو 1 % على التوالي .**

NS الفروقات غير معنوية

5-1-1 الوزن الجاف للنبات (غ) Plant dry weight:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة الوزن الجاف للنبات خلال مرحلة الإزهار، في الشاهد لدى نباتات الطرز GIZA-123 ، KHARABO-238، LOCAL-26، KHARABO-234 (167.4، 148.7، 140.3، 132.7 غ) على الترتيب، تلاها KHARABO-230، ICSR-38 ، KHARABO-232، KHARABO-233 (130.6،123.7،116.4،114.1 غ) على الترتيب. وكان متوسط الوزن الجاف للنبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرازين IZRAA-3، KHARABO-237 (75.5، 77.0غ) على الترتيب، تلاه نباتات الطرازين D.W.M، IS-24278 (79.0، 80.9غ)على الترتيب. بالمقابل فقد تفوق الطراز KHARABO-238 (146.8غ) في صفة الوزن الجاف للنبات، تلاه الطرازان LOCAL-26، KHARABO-232 (113.8،102.1غ) على الترتيب، في حين كانت متوسطات قيم الوزن الجاف للنبات الأدنى IZRAA-3 (35.5 غ)، تلاه نباتات الطرازين KHARABO-237، IS-24278 (39.0 ، 45.0 غ) على الترتيب. سجلت أدنى نسبة انخفاض بدلالة إحصائية في صفة الوزن الجاف للنبات لدى نباتات الطراز KHARABO-238 (1.28%)، يليه KHARABO-232 (12.29%)، وكانت أعلى نسبة انخفاض لدى نباتات الطرازين IZRAA-3 ، GIZA-123(52.89 ،51.43%) على الترتيب، جدول (2).

ويعزى بشكل عام، التراجع الحاصل في الوزن الجاف للنبات إلى تراجع المساحة الورقية، مما يؤثر سلباً في حجم المسطح الورقي الأخضر الفعال في عملية التمثيل الضوئي، حيث تقل كمية الطاقة الضوئية الممتصة والمحولة إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية (الكربوهيدرات) المصنعة، أي تتراجع جراء ذلك كفاءة النبات التمثيلية، أو كفاءة استخدام الضوء Radiation Use Efficency. وبالمقابل فإن كفاءة الطراز في امتلاكه أعلى معدل لارتفاع النبات وأكبر ثخانة للساق سوف ينعكس إيجابيًا في زيادة المادة الجافة للنبات. وقد يعمد النبات كأجراء احترازي للحد من فقد الماء بعملية التبخر– نتح، والمحافظة على محتوى الماء داخل الخلايا النباتية إلى إغلاق المسامات، أو زيادة المقاومة المسامية لتدفق الماء عبرها، مما يقلل من كمية انتشار غاز الفحم (Co_2) من الوسط المحيط إلى داخل الأوراق، فتقل كمية غاز الفحم الواصلة إلى مراكز التثبيت في الصانعة الخضراء (Stroma)، فيتراجع معدل تثبيت الكربون في حلقة إرجاع الكربون الرباعية، أي يتراجع معدل تحويل الكربون المعدني (Co_2) إلى كربون عضوي (كربوهيدرات)، ويتدنى معدل التمثيل الضوئي، وتصنيع وتراكم المادة الجافة Dry matter، وهذا يتطابق مع (Tsuji *et al*.,2003).

6-1-1 الوزن الجاف للأوراق (غ) Leaves dry weight:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة الوزن الجاف للأوراق بين الطرز الوراثية KHARABO-238، GIZA-123، IZRAA-7، KHARABO-234 ، LOCAL-26 إذ أعطت (29.93، 28.57، 25.93، 25.53، 24.40 غ) على الترتيب، تلاها ICSR-38، KHARABO-230، KHARABO-232 (22.77، 22.43، 22.14 غ) على الترتيب. بينما امتلكت الطرز IZRAA-3، 12779AKADARI ، D.W.M،SC#36 أدنى معدلات لتراكم المادة الجافة في أوراقها (12.23، 13.17 ، 14.38، 14.93غ) على الترتيب. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (2) وجود فروقات معنوية في زيادة المادة الجافة بين الطرز الوراثية المجهدة للطرازين KHARABO-238 ، LOCAL-26 (27.33،22.70غ) على الترتيب. تلاها KHARABO-232 (15.77غ). وتراجعت الأوزان الجافة لأوراق الطراز IZRAA-3 (3.5 غ)، تلاه الطرز SC#246، IS-24278، SC#36، D.W.M، KHARABO-233، KHARABO-234، KHARABO-237 (8.03، 10.50 ، 9.97، 8.97، 9.00، 9.60، 8.77 غ) على الترتيب. تفوق الطراز LOCAL-26 في معدلات تراكم المادة الجافة بالمقارنة مع الشاهد بحدود (6.97%)، يليه KHARABO-238، KHARABO-232 (8.69، 15.22%) على الترتيب. تأثرت نباتات الطراز IZRAA-3 بدرجة أكبر في مدى استنفاذ المادة الجافة المتراكمة في أوراقها، حيث أعطت (71.38%) يليها KHARABO-234، SC#246 (62.40، 51.92%) على الترتيب. وقد يرجع ذلك إلى قدرتها العالية في تحقيق معدلات استطالة ومساحة ورقية أكبر في النبات الواحد، مما انعكس إيجابيًا في زيادة كمية المادة الجافة المتراكمة. في حين افتقدت الطرز IZRAA-3، SC#36، D.W.M لهذه الميزة مما أدى امتلاكها لأقل أوزان جافة في أوراقها. وهي من الآليات التي تتيح للنباتات مواجهة شروط الجفاف القاسية (Jones *et al.*,1980). وبالتالي الطرز التي حققت أعلى قيمة للوزن الجاف لأوراقها، هي التي حققت تكيفاً جيداً من أجل تحمل الجفاف. وبالتالي يحقق زيادة في كمية المادة الجافة المختزنة في الحبوب وهذا يتطابق مع ما ذكره الباحث (Fisher and Wood,1979).

7-1-1 الوزن النوعي للورقة (غ .سم$^{-2}$) Specific leaf weight (SLW):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروقات معنوية($P\leq0.01$)، في صفة الوزن النوعي لأوراق الطرز الوراثية تحت كل من الظروف المناسبة والمجهدة، جدول (2). سجلت نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية في هذه الصفة بين الطرزالمجهدة عند مقارنتها مع الشاهد حيث كانت أدنى نسبة انخفاض معنوياً في الوزن النوعي للورقة لدى نباتات الطرز المحلية KHARABO-237، KHARABO-230 (1.56، 1.74%)، يليها نباتات الطراز SC#246 (3.33%). وكانت أعلى نسبة انخفاض بصورة معنوية لدى نباتات الطراز IZRAA-7 (24.84%)، يليها SC#36 (16.48%). تأتي أهمية هذه الصفة من خلال مساهمة الأوراق في عملية التمثيل الضوئي ومدى اختراق الأشعة الشمسية خلالها إذ يحدد وزن الورقة النوعي والمساحة الورقية بالنسبة للوزن الجاف للأوراق ثخانة وسماكة الورقة الناتجة فكلما كانت المساحة الورقية أصغر ووزن الورقة الجاف أكبر أدى إلى ثخانة ورقية أكبر والعكس بالعكس وهذا ينسجم مع نتائج (Amal *et al.*,,2005) في محصول الذرة البيضاء .

8-1-1 نسبة المساحة الورقية (سم^{2}.غ$^{-1}$. شهر$^{-1}$) Leaf Area Ratio (LAR):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة نسبة المساحة الورقية بين الطرز الوراثية المدروسة. فقد كان متوسط نسبة المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى نباتات الشاهد KHARABO-238، KHARABO-245، IS-24278، SC#246،KHARABO-237 ، KHARABO-234، D.W.M، IZRAA-7، ICSR-38،GIZA-123 (36.24، 36.08، 36.05، 34.35، 32.13، 31.75، 30.35، 29.98، 29.90، 29.27 سم^{2}.غ$^{-1}$. شهر$^{-1}$)، تلاها SC#36(28.72 سم^{2}.غ$^{-1}$. شهر$^{-1}$). في حين كان متوسط نسبة المساحة الورقية الأدنى معنوياً لدى KHARABO-232، 12779AKADARI (23.73، 24.14 سم^{2}.غ$^{-1}$.شهر$^{-1}$)، تلاها IZRAA-3، KHARABO-233 (26.94، 24.76 سم^{2}.غ$^{-1}$. شهر$^{-1}$). جدول (2).
كان متوسط نسبة المساحة الورقية الأعلى معنوياً تحت الظروف المجهدة لدى الطرز KHARABO-238 ، KHARABO-245، IS-24278، SC#246، SC#36، ICSR-38 (32.04، 26.43، 24.59، 24.39، 23.93، 20.07 سم^{2}.غ$^{-1}$. شهر$^{-1}$) على الترتيب. في حين كان متوسط هذه الصفة متدني في نباتات الطراز IZRAA-3 (15.03 سم^{2}.غ$^{-1}$. شهر$^{-1}$).

يبين الجدول(2) معدلات انخفاض في هذه الصفة لدى نباتات الطرز KHARABO-232، KHARABO-238، SC#36، ICSR-38 (2.74 ،11.59، 16.68، 20.07%) على الترتيب. بالمقارنة مع الطرز IZRAA-3،GIZA-123، KHARABO-233 (44.21، 44.11، 36.11%) على الترتيب. وقد يعزى ذلك الإنخفاض إلى تراجع المساحة الورقية بدرجة أكبر من مقدار التراجع الحاصل في الوزن الجاف، نتيجة ردود فعل النباتات تجاه الإجهاد الذي تجلى بإغلاق المسامات بشكل تدريجي مع ازدياد كل من طول فترة وشدة الاجهاد الجفافي، الأمر الذي قلل من دخول أي كميات إضافية من غاز الفحم (CO_2)عبر المسامات لزيادة مقاومتها المسامية لانتشار CO_2 من الوسط المحيط الى داخل الاوراق، مما أدى إلى حدوث تراجع ملحوظ في معدل التمثيل الضوئي، مما يشير الى حساسية مسامات الطرز العالية لظروف العجز المائي. ويمكن أن يعزى ذلك إما الى كفاءة هذه الطرز في تصنيع كمية أكبر من حمض الأبسيسك (ABA) أو زيادة حساسية المستقبلات المرتبطة بأغشية الخلايا الحارسة السيتوبلاسمية لحمض الابسيسك وهذا يتطابق مع (Beardsell and Cohen,1975).

جدول(2) تأثير الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الإزهار في بعض المؤشرات المورفو–فيزيولوجية لطرز الذرة البيضاء.

الطراز الوراثي	نسبة المساحة الورقية(سم^2/غ/شهر)			الوزن الجاف للأوراق(غ)			الوزن الجاف للنبات(غ)			الوزن النوعي للورقة(غ/سم^2)		
	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)
KHARABO-230	27.37 c-e	19.59 b-e	28.43 f	22.43 b-e	12.97 cd	42.18 g	130.6 bc	78.9 c-e	39.59 h	0.00634	0.00623	1.74 l
ICSR-38	29.90 a-e	23.90 a-d	20.07 k	22.77 b-e	15.77 b-d	30.74 l	123.7 b-d	70.9 c-f	42.68 f	0.00669	0.00636	4.93 i
KHARABO-245	36.08 ab	26.43 ab	26.75 h	18.33 d-g	10.87 c-e	40.70 h	93.5 d-g	47.0 e-g	49.73 c	0.00625	0.00593	5.12 hi
KHARABO-232	23.73 e	23.08 b-e	2.74 n	22.14 b-e	18.77 bc	15.22 m	116.4 b-e	102.1 bc	12.29 n	0.00702	0.00623	11.25d
KHARABO-233	24.76 de	15.82 de	36.11 b	20.20 c-f	9.00 de	55.45 d	114.1 b-f	57.7 d-g	49.43 c	0.00626	0.00589	5.91 g
KHARABO-234	31.75 a-d	21.00 b-e	33.86 c	25.53 a-c	9.60 de	62.40 b	132.7 a-c	69.6 d-f	47.55 d	0.00683	0.00579	15.23c
KHARABO-237	32.13 a-d	22.73 b-e	29.26 e	14.73 fg	8.77 de	40.46 hi	77.0 g	39.0 fg	49.35 c	0.00578	0.00569	1.56 l
KHARABO-238	36.24 a	32.04 a	11.59 m	29.93 a	27.33 a	8.69 n	148.7 ab	146.8 a	1.28 o	0.00792	0.00706	10.86 d
12779AKADARI	24.14 e	17.52 c-e	27.42 g	13.17 g	8.67 de	34.17 j	86.5 e-g	60.4 d-g	30.17 j	0.00674	0.00635	5.79 g
IZRAA-7	29.98 a-e	22.29 b-e	25.65 i	25.93 a-c	12.30 cd	52.56 e	102.7 c-g	69.5 d-f	32.33 i	0.00777	0.00584	24.84 a
IZRAA-3	26.94 de	15.03 e	44.21 a	12.23 g	3.50 e	71.38 a	75.5 g	35.5 g	52.98 a	0.00605	0.00554	8.43 f
SC#36	28.72b-e	23.93 a-d	16.68 l	14.83 fg	9.97 de	32.77 k	84.2 e-g	61.7 d-g	26.72 k	0.00637	0.00532	16.48 b
IS-24278	36.05ab	24.59 a-c	31.79 d	18.10 d-g	10.50 de	41.99 g	80.9 fg	45.0 fg	44.38 e	0.00587	0.00554	5.62 gh
SC#246	34.35 a-c	24.39 a-c	29.00 e	16.70 e-g	8.03 de	51.92 f	84.5 e-g	49.2 d-g	41.78 g	0.00601	0.00581	3.33 k
LOCAL-26	27.41 c-e	21.42 b-e	21.85 j	24.40 a-d	22.70 ab	6.97 o	140.3 ab	113.8 b	18.89 m	0.00666	0.00604	9.31e
GIZA-123	29.27 a-e	16.36 c-e	44.11 a	28.57ab	11.77 cd	58.80 c	167.4 a	81.3 cd	51.43 b	0.00632	0.00599	5.22 hi
D.W.M	30.35 a-e	22.67 b-e	25.30 i	14.93 fg	8.97 de	39.92 i	79.0 fg	59.1 d-g	25.19 l	0.00690	0.00662	4.06 j
المتوسط العام	29.95	21.93	26.75	20.29	12.32	40.37	108.10	69.85	36.22	0.007	0.006	8.216
$L.S.D._{0.05}$	7.387	8.474	0.5523	6.846	8.056	0.5523	35.37	32.34	0.5523	NS	NS	0.5523
قيمة F(المحسوبة)	2.52^{*}	2.08^{*}	2998.93^{**}	5.29^{**}	4.40^{**}	8912.88^{**}	5.44^{**}	6.56^{**}	6252.67^{**}	1.07	1.15	996.15^{**}

***، ** المتوسطات التي تتبع نفس الحرف الأبجدي لا يوجد بينها فروق معنوية على مستوى 5% أو 1 % على التوالي .**

NS الفروقات غير معنوية .

9-1-1 معدل صافي التمثيل الضوئي (غ. سم$^{-2}$. شهر $^{-1}$) Net Assimilation Rate (NAR):

أبدت نباتات الطراز ICSR-38 تفوقاً معنوياً ($P\leq0.01$)، تحت ظروف الشاهد، بالمقارنة مع بقية الطرز المدروسة بحدود (8.150 غ. سم$^{-2}$. شهر $^{-1}$)جدول (3).

كان متوسط صافي التمثيل الضوئي الأعلى معنوياً تحت الظروف المجهدة لدى الطرز LOCAL- 26 ، KHARABO-238، ICSR-38، IZRAA-7، SC#36، KHARABO-232،GIZA-123،IS-24278،D.W.M (7.905،7.872،7.727،7.540،7.359،7.07،6.892،6.780،6.757 غ. سم$^{-2}$. شهر$^{-1}$) على الترتيب، في حين كانت هذه الصفة أقل ما يمكن في SC#246 (4.730 غ. سم$^{-2}$. شهر $^{-1}$)، تلاه الطراز KHARABO- 245 (6.186 غ. سم$^{-2}$. شهر $^{-1}$). كانت أدنى نسبة انخفاض معنوياً في صافي التمثيل الضوئي لدى نباتات الطرز LOCAL-26، KHARABO-238 (0.49، 0.91%) على الترتيب. تلاها الطراز IZRAA-7 (5.08%). أما أعلى نسبة انخفاض معنوياً في صافي التمثيل الضوئي خلال مرحلة الإزهار فهي لدى نباتات الطرز IZRAA-3،SC#246 ، KHARABO-245 بحدود (19.26، 40.46، 22.13%)على الترتيب. وهذا يطابق مع (Gollan *et al.*,1992) الذين أكدوا انخفاضاً في التمثيل الضوئي في النباتات المجهدة بالمقارنة مع المعدلات الملحوظة للنباتات المروية جداً. كما بين Miyashitai ورفاقه (2005) بأنه ينخفض معدل التمثيل الضوئي في نباتات الأنواع المحصولية كنتيجة لانخفاض جهد الورقة المائي .

10-1-1 معدل النمو النسبي للنبات (غ. غ$^{-1}$. شهر $^{-1}$) Relative Growth Rate (RGR):

أبدى الطرازان KHARABO-238، SC#246 تفوقاً معنوياً ($P\leq0.01$)، بالمقارنة مع بقية الطرز الوراثية المدروسة تحت ظروف الشاهد بحدود (0.023، 0.024غ. غ$^{-1}$. شهر $^{-1}$) على الترتيب. بينما لم يلاحظ أية فروقات معنوية في هذه الصفة تحت الظروف المجهدة، إذ لم تصل إلى المستوى المعنوي، جدول (3). في حين تأثرت بعض الطرز سلباً مع الظروف المجهدة مثل IS-24278 (81.7%)، تلاه الطراز LOCAL-26 (78.49%). وتفوقت الطرز الاخرى في معدل النمو النسبي مثل: SC#36، KHARABO-232، KHARABO-234 (7.0، 25.07، 25.56%)، جدول (3). يُلاحظ مما تقدم، زيادة معدلات نمو نباتات المحصول لدى معظم الطرز الوراثية، وبالتالي حافظت على معدل عالٍ نسبياً لصافي التمثيل الضوئي، حيث يُعبر الأخير عن كفاءة النبات التمثيلية وكمية المادة الجافة المفقودة بالتنفس (تنفس النمو، وتنفس الصيانة، والتنفس الضوئي) ومن ثمَّ كمية المادة الجافة المتاحة لنمو أجزاء النبات المختلفة وتطورها. في حين يعزى التراجع الحاصل في المؤشرات السابقة الذكر (معدل النمو النسبي وصافي التمثيل الضوئي) تحت ظروف الإجهاد المائي إلى تراجع معدل انقسام واستطالة الأوراق، وتراجع حجم المسطح الورقي الأخضر الفعال في عملية التمثيل الضوئي، ما ينعكس سلباً على كمية الطاقة الضوئية الممتصة Intercepted Light energy والمحولة إلى طاقة كيميائية مخزونة في المركبات المصنعة (السكريات)، بالإضافة إلى زيادة معدلات التنفس وأكسدة المادة الجافة، تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد، مما يؤثر سلباً في معدل تنفس النمو Growth Respiration، ثم تراجعاً حاداً في معدل

صافي التمثيل الضوئي (NAR)، وكمية المادة الجافة المتبقية المستخدمة في تشكيل أجزاء نباتية جديدة. وقد يعزى تراجع كمية المادة الجافة المصنعة بفضل عملية التمثيل الضوئي تحت ظروف الإجهاد الجفافي، إلى تراجع الناقلية المسامية كوسيلة تكيف هامة للمحافظة على حالة الامتلاء داخل الخلايا النباتية، مما يؤثر سلباً في كمية غاز الفحم CO2 الداخلة عبر المسامات والواصلة إلى مراكز التثبيت في الصانعات الخضراء، فيتراجع معدل التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة. لذلك تعد حساسية المسامات لقلة الماء وسرعة استجابتها بالإنغلاق ودرجة الانغلاق من الصفات الفيزيولوجية التكيفية الهامة والمحددة لكفاءة طراز وراثي ما على تحمل الاجهاد البيئي بشكل عام . وهذا يتطابق مع (Karamanos and Papatheohari, 1999).

تميزت الطرز المتفوقة بمقدرة أكبر نسبياً على المحافظة على الناقلية المسامية (لايحدث فيها انغلاق تام وإنما جزئي للمسامات)، واستمرار عملية التبادل الغازي بالمقارنة مع الطرز الأخرى. ويمكن أن يعزى ذلك إما إلى امتلاكها مجموعاً جذرياً أكثر نمواً وتشعباً وتطوراً، أو قدرة أكبر على تصنيع كمية أكبر من الذائبات العضوية، أو الاستفادة من الذائبات المعدنية الممتصة والمحتجزة داخل الفجوات لزيادة كفاءة التعديل الحلولي Osmotic adjustment. يسمح كل ذلك بامتصاص كمية أكبر من الماء، وغالباً ما تكون إلى حد ما كافية لتعويض الماء المفقود بالتبخر – نتح، مما يسمح بالمحافظة على علاقات النبات المائية واستمرار انفتاح المسامات، والحصول على غاز الفحم الضروري لعملية التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة، وهذا ينسجم مع ما ذكره الباحث Gill ورفاقه (2001).

1-1-11 محتوى الماء النسبي(%) Relative Water Content (RWC):

أبدى الطراز D.W.M تفوقاً معنوياً تحت الظروف المجهدة بحدود (54.24%)، تلاه الطرازان KHARABO-233، KHARABO-232 (41.95، 41.04%)على الترتيب. في حين كان متوسط محتوى النبات من الماء النسبي الأدنى معنوياً في نباتات الطرازين SC#36، KHARABO-237 المجهدة مائياً (19.58، 22.08%) على الترتيب، جدول (3). بينما وجدت نسب انخفاض مرتفعة في محتوى النبات من الماء النسبي لدى SC#36 (69.94%)، تلاه 12779AKADARI (54.35 %). أما أدنى نسبة انخفاض معنوياً لدى نباتات الطراز D.W.M (9.89%)، تلاه الطراز GIZA-123 (10.45 %). وتعزى زيادة نسبة الانخفاض في RWC في الطرز إلى زيادة معدل فقد الماء بالتبخر– نتح الذي أدى إلى زيادة معدل انتشار غاز الفحم من الوسط المحيط إلى داخل الأوراق نتيجة زيادة الناقلية المسامية مما أدى إلى زيادة معدل التمثيل الضوئي والوزن الجاف ومعدل نمو النبات المتمثل بزيادة نسبة المساحة الورقية وطول النبات. وهذا يتطابق مع ما وجده Barerra and Smith(2009) في النباتات بشكل عام .

أبدت الطرز KHARABO-233، KHARABO-232، D.W.M، GIZA-123 قيماً عالية لمحتوى المائي النسبي ويعزى ارتفاع هذه الصفة لدى الطراز KHARABO-233 إلى كفاءته في تصنيع وتجميع كمية أكبر من الذائبات العضوية التوافقية مثل البرولين، حيث يلاحظ من الجدول(3) أن نسبة الزيادة في كمية البرولين

المصنَّعة كانت في الصنف المذكور حوالي (131.5%). تساعد مثل هذه الحافظات الحلولية Osmoprotectents في خفض قيمة الجهد المائي داخل الخلايا النباتية، وزيادة حدة فرق التدرج في الجهد المائي مع محلول التربة، مما يؤدي إلى زيادة معدل تدفق وامتصاص الماء من قبل المجموعة الجذرية ومن ثم امتصاص كمية من الماء كافية الى حد ما لتعويض الماء المفقود بالنتح، والمحافظة على قيمة جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية. ويمكن أن يعزى التباين الوراثي في كفاءة الطرز في المحافظة على محتوى الماء النسبي في خلايا الأوراق إمّا إلى التباين في حجم المجموع الجذري، أو القدرة على التعديل الحلولي Osmotic adjustment (كمية الذائبات العضوية المصنَّعة)، أو التباين في درجة انغلاق المسامات (الناقلية المسامية) استجابةً لظروف الإجهاد المائي. ويعزى ارتفاع محتوى الماء النسبي إلى حقيقة أنَّ النباتات عادةً ما تعمد تحت ظروف الإجهاد المائي الشديد إلى إغلاق مساماتها بشكلٍ كامل للحد من فقد الماء بالنتح وهذا يعود إلى كفاءة الطرز في تصنيع كمية أكبر من حمض الأبسيسك (ABA) أو أن حساسية الخلايا الحارسة لحمض الأبسيسك أكبر، مما يؤدي إلى الانغلاق التام للمسامات بهدف الحد من فقد الماء بالنتح ومن ثم المحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية أو محتوى الماء النسبي داخل الأوراق. ويبقى تبعاً لذلك محتوى الماء النسبي عالٍ نسبياً حتى وإن أصبحت كمية الماء الممتصة من قبل المجموعة الجذرية كافية إلى حدٍ ما لتعويض الماء المنتوح بكمياتٍ قليلة، بشكلٍ أكبر أو الانغلاق التام للمسامات، حيث يمكن أن تكون الناقلية المسامية للنباتات المروية الأكثر رطوبة معنوياً أكبر، مما يؤدي إلى فقد كمية أكبر من الماء، وهذا يؤثر سلباً في محتوى الماء النسبي في الأوراق. ولكن يعد ذلك مفيداً من وجهة نظر اقتصادية ومن الصفات التكيفية الهامة المرتبطة بتحمل الجفاف مع المحافظة على كفاءة الطراز الإنتاجية، حيث يساعد استمرار انفتاح المسامات ولو بشكلٍ جزئي Patchiness في الحد وبشكلٍ كبير من فقد بخار الماء عبر المسامات واستمرار انتثار غاز الفحم(CO_2) واتاحته في مراكز التثبيت ضمن الصانعة الخضراء(Stroma)، مما يساعد في استمرار عملية التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة لنمو أجزاء النبات المختلفة وتطورها، ويحسن من كفاءة استخدام الماء Water Use Efficiency. و ويساعد استمرار انفتاح المسامات وفقد الماء بالنتح بتبريد أجزاء النبات الهوائية والحيلولة دون حدوث احتراق الأوراق Leaf firing، والشيخوخة المبكرة لها، مما يساعد في المحافظة على استدامة اخضرار الأوراق وتطورها، وذلك استناداً إلى (Chaves *et al*.,2002).

ولذلك لوحظ أن مساحة المسطح الورقي الأخضر ودليل المساحة الورقية كانتا معنوياً أعلى لدى الطراز LOCAL-26 بالمقارنة مع باقي الطرز.

12-1-1 محتوى البرولين (ملغ .غ$^{-1}$مادة خضراء) Proline content:

تباينت استجابة الطرز المدروسة في مدى كفاءتها في تصنيع وتراكم الحمض الأميني البرولين تحت الظروف المجهدة، فقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في هذه الصفة حيث كان متوسط محتوى النبات من البرولين الأعلى معنوياً في الطرز IZRAA-7، KHARABO-232، IS-24278، KHARABO-238، SC#36 (28.7، 28.46، 27.51 ، 26.45، 26.44 ملغ .غ$^{-1}$) على الترتيب، تلاها SC#246، 12779AKADARI، KHARABO-245 (25.08، 25.43، 25.77 ملغ .غ$^{-1}$) على الترتيب. كان متوسط محتوى النبات من البرولين الأدنى معنوياً في الطرز GIZA-123، D.W.M (20.50، 20.05 ملغ .غ$^{-1}$) على الترتيب، تلاها الطرزICSR-38، KHARABO-233، KHARABO-234،KHARABO-237 (21.84، 21.14، 20.92، 21.42 ملغ .غ$^{-1}$) على الترتيب، جدول (3). سجلت أدنى نسبة زيادة معنوياً في محتوى النبات من البرولين لدى نباتات الطرز KHARABO-237، GIZA-123 (1%)، تلاهاالطراز IZRAA-3 (2.5%). أما أعلى نسبة زيادة فكانت لدى الطرازKHARABO-238 (0 .165%)، تلاه LOCAL-26 (157.7%). تشير النتائج إلى أنَّ معدل تصنيع وتراكم البرولين يزداد بازدياد وطأة الإجهاد المائي. ويساعد في تحسين تحمل النباتات للإجهاد المائي، حيث يعمل على خفض قيمة الجهد المائي داخل الخلايا النباتية (يصبح الجهد المائي أكثر سلباً) نتيجة شد جزيئات الماء، مما يزيد من فرق التدرج في الجهد المائي بين النبات والوسط المحيط، فيزداد معدل امتصاص الماء من قبل النبات، مما 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. وتشير النتائج إلى أنَّ التباين في معدل تصنيع وتجميع البرولين هو أحد الأسباب المهمة لتباين الطرز الوراثية في تحمل الإجهاد المائي. ولكن هل يرتبط فعلاً تراكم البرولين بدرجة التحمل أم بمقدار الضرر؟ 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 تستخدمه الخلايا النباتية في استعادة نموها عند زوال العامل البيئي (الجفاف) المحدد للنمو (AL-Ouda, 1999).

جدول(3) تأثير الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الإزهار في بعض المؤشرات المورفو–فيزيولوجية لطرز الذرة البيضاء.

الطراز الوراثي	صافي التمثيل الضوئي(غ/سم^2/شهر)			معدل النمو النسبي(غ/غ/شهر)			محتوى الماء النسبي(%)			البرولين(ملغ/غ)		
	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الزيادة (%)
KHARABO-230	7.994 b	7.336 a-d	8.23 i	0.00900 b	0.0047	47.77 h	44.94	36.07 c	19.74 o	9.94 e	22.71 d-f	128.5 d
ICSR-38	8.150 a	7.727 ab	5.19 k	0.01100b	0.0063	42.72 j	62.50	30.16 e	51.74 d	13.3 d	21.84 ef	64.2 f
KHARABO-245	7.944 b	6.186 d	22.13 b	0.01067b	0.0073	31.78 k	68.91	36.21 c	47.45 f	20.9 ab	25.77 bc	23.3 k
KHARABO-232	7.944 b	7.071 a-d	10.99 h	0.01167b	0.0087	25.07 m	61.66	41.04 b	33.4 k	15.22c	28.46 a	86.9 e
KHARABO-233	7.944 b	6.566 b-d	17.35 d	0.00733b	0.0030	58.9 d	56.42	41.95 b	25.65 n	9.13 e	21.14 ef	131.5 c
KHARABO-234	7.944 b	6.414 cd	19.26 c	0.00900 b	0.0067	25.56 m	50.56	30.85 e	38.98 h	14.54 d	20.92 ef	43.9 i
KHARABO-237	7.944 b	6.648 b-d	16.31 e	0.00867 b	0.0037	57.47 f	34.76	22.08 h	36.48 i	21.25 ab	21.42 ef	1 n
KHARABO-238	7.944 b	7.872 a	0.91 l	0.02333a	0.0167	28.33 l	59.17	35.58 c	39.9 g	9.98e	26.45 ab	165. 0 a
12779AKADARI	7.944 b	6.686 b-d	15.83 e	0.00833b	0.0027	67.47 c	61.93	28.27 f	54.35 b	22.3 ab	25.43 bc	14.0 l
IZRAA-7	7.944 b	7.540 a-c	5.08 k	0.00900 b	0.0047	47.78 h	54.40	25.52 g	53.09 c	20.82 ab	28.7a	37.8 j
IZRAA-3	7.944 b	6.414 cd	19.26 c	0.00833b	0.0040	51.81 g	55.59	27.81 f	49.97e	22.93 a	23.5 c-e	2.5 m
SC#36	7.944 b	7.359 a-d	7.36 j	0.01000b	0.0093	7.0 n	65.14	19.58 i	69.94 a	18.2 c	26.44 ab	45.3 h
IS-24278	7.944 b	6.780 a-d	14.65 f	0.00933 b	0.0017	81.72 a	50.59	32.80 d	35.17 j	17.77 c	27.51 ab	54.5 g
SC#246	7.944 b	4.730 e	40.46 a	0.02433a	0.0103	58.33 e	38.52	26.14 g	32.14 l	20.32 a-c	25.08 b-d	23.4 k
LOCAL-26	7.944 b	7.905 a	0.49 l	0.00933 b	0.0020	78.49 b	42.78	29.91e	30.1 m	9.14 e	23.55 c-e	157.7 b
GIZA-123	7.944 b	6.892 a-d	13.24 g	0.00733b	0.0040	45.21 i	40.19	35.99 c	10.45 p	20.14 bc	20.50 f	1 n
D.W.M	7.944 b	6.757 a-d	14.94 f	0.01033 b	0.0070	32.03 k	60.19	54.24 a	9.89 q	17.89 c	20.05 f	14. 5 l
المتوسط العام	7.96	6.88	13.63	0.011	0.006	46.319	53.43	32.60	37.56	16.69	24.09	54.37
$L.S.D._{0.05}$	0.0646	1.1783	0.5523	0.0044	NS	0.5523	NS	1.307	0.5523	2.614	2.683	0.5523
قيمة F(المحسوبة)	5.12^{**}	3.52^{**}	2445.45^{**}	10.60^{**}	1.29	10843.68^{**}	-	3.47^{**}	6971.92^{**}	32.66^{**}	9.47^{**}	83671.65^{**}

***، ** المتوسطات التي تتبع نفس الحرف الأبجدي لا يوجد بينها فروق معنوية على مستوى 5% أو 1 % على التوالي .**

NS الفروقات غير معنوية .

2-1- تأثير الإجهاد المائي في بعض المؤشرات الإنتاجية Productivity parameters:

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

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة الغلة الحبية بين الطرز المدروسة. وكان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً تحت ظروف الشاهد لدى IZRAA-7، KHARABO-233، KHARABO-237، 12779AKADARI، D.W.M (6.20 ، 5.48 ، 5.21، 5.14 ، 4.89 طن.هـ$^{-1}$) على الترتيب، تلاها الطرز ICSR-38، GIZA-123، LOCAL-26 (4.77، 4.73، 4.27 طن.هـ$^{-1}$) على الترتيب، وكان متوسط الغلة الحبية الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز KHARABO-238، SC#246، IS-24278، IZRAA-3، KHARABO-232، SC#36 (3.11، 3.17 طن.هـ$^{-1}$) على الترتيب، تلاها KHARABO-230، KHARABO-233 (4.72، 4.47 طن.هـ$^{-1}$) على الترتيب، تلاها الطرز ICSR-38، KHARABO-245، KHARABO-237، LOCAL-26 (3.906، 4.006، 3.860، 3.777 طن.هـ$^{-1}$) على الترتيب. كان متوسط الغلة الحبية الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز SC#36 (1.83طن.هـ$^{-1}$)، تلاه الطراز IS-24278 (2.008 طن.هـ$^{-1}$).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة الغلة الحبية بين الطرز الوراثية تحت ظروف الإجهاد. وكان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز KHARABO-230 ، KHARABO- 233 (4.72، 4.47 طن.هـ$^{-1}$) على الترتيب، تلاها الطرز ICSR-38، KHARABO-245، KHARABO-237، KHARABO-26، LOCAL-26 (3.906، 4.006، 3.860، 3.777 طن.هـ$^{-1}$) على الترتيب. كان متوسط الغلة الحبية الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز SC#36 (1.83طن.هـ$^{-1}$)، تلاه الطراز IS-24278 (2.008 طن.هـ$^{-1}$).

يبين الجدول (4) تفوق بعض الطرز المدروسة من الذرة البيضاء مثل SC#246، KHARABO-245، KHARABO-230، LOCAL-26، ICSR-38، KHARABO-233 في غلتها الحبية الناتجة، وبالتالي أظهرت ثباتاً في هذه الصفة، وحافظت على غلة جيدة نسبياً تحت الظروف المجهدة، بمعدل (1.46، 2.05، 3.5، 11.55، 18.11، 18.36 %) على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد. مع الإشارة إلى اعتبار بقية الطرز مثل KHARABO-237، KHARABO-234، KHARABO-232، KHARABO-238 متوسطة القدرة الإنتاجية من الحبوب، حيث حققت معدلات تراجع بحدود(25.91، 26.5، 28.59 ، 33.61 %) على الترتيب، جدول (4). ويعزى بشكل عام تراجع الغلة الحبية الى العديد من العوامل، أهمها وحسب ما تبين لنا من خلال هذه الدراسة تراجع دليل المساحة الورقية (LAI)، وارتفاع النبات، مما يؤثر سلباً في عدد الحبوب المتشكلة في العثكول الواحد، وتراجع حجم ودرجة امتلاء الحبوب، ومعدل نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر Source إلى المصب Sink، بسبب قلة كمية المياه المتاحة في التربة خلال الطور الإنتاجي للمحصول، وهذا ما يفسر التباين بين الطرز الوراثية المدروسة نتيجة الاختلافات فيما بينها في المحافظة على تلك الصفات أو بعضاً منها ضمن ظروف الإجهاد المائي، لاسيما إذا تزامن الجفاف مع مرحلة الإزهار التي سببت انخفاضاً كبيراً في عدد الحبوب المتشكلة ووزنها النهائي كما أشارت إليه نتائج الباحثEastin ورفاقه (1999) وبالتالي يؤدي التراجع الحاصل في مكونات الغلة الحبية إلى تراجع الحاصل النهائي من الحبوب وهذا يتطابق مع ما توصل إليه الباحث (Araus,2002).

2-2-1 الإنتاج العلفي (طن.هـ$^{-1}$) Fodder Yield:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة الإنتاج العلفي بين الطرز الوراثية المدروسة المروية خلال مرحلة الإزهار. وكان متوسط الإنتاج من العلف أعلى معنوياً تحت ظروف الشاهد للطرز LOCAL-26، KHARABO-234 (83.88، 70.72 طن.هـ$^{-1}$)، تلاها الطراز KHARABO-230 (62.86 طن.هـ$^{-1}$).

بينما كان متوسط الإنتاج العلفي الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز SC#246 (21.43 طن.هـ$^{-1}$)، تلاه الطراز IZRAA- 3 (25.71 طن.هـ$^{-1}$).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة الإنتاج العلفي بين الطرز الوراثية المدروسة تحت الظروف المجهدة. وكان متوسط الإنتاج العلفي الأعلى معنوياً لدى LOCAL-26 (62.86 طن.هـ$^{-1}$)، تلاه الطراز KHARABO-238 (51.43 طن.هـ$^{-1}$). وكان متوسط الإنتاج العلفي الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز IZRAA-3، IZRAA-7 (10.00، 12.86 طن.هـ$^{-1}$) على الترتيب، تلته الطرز SC#36 ، SC#246 (17.14، 14.29 طن.هـ$^{-1}$)على الترتيب، جدول (4). امتلكت الطرز KHARABO- 245، IS-24278 أدنى نسبة انخفاض في صفة الإنتاج العلفي إذ أعطت (5.05، 9.10%)على الترتيب. بينما وجدت أعلى نسبة انخفاض في صفة الإنتاج العلفي لدى الطرازين IZRAA-3 ، IZRAA-7 (61.10، 60.86 %) على الترتيب، تلاه الطراز KHARABO-234(51.51%). جدول(4).

3-2-1 معامل الحصاد(%) Harvest Index (HI):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة معامل الحصاد بين الطرز المدروسة تحت ظروف الشاهد. لدى الطرز IZRAA-7، IZRAA-3، SC#246 ، KHARABO-245(42.48 ، 36.52،34.26، 32.96%) على الترتيب. وتراجعت هذه النسبة في استجابة نباتات الطرز LOCAL-26 ، KHARABO-238(22.34، 23.27 %) على الترتيب، جدول(4). حقق متوسط معامل الحصاد معدلات عالية لدى نباتات الطرز 12779AKADARI، SC#246، IZRAA-3، KHARABO-245، D.W.M (33.75،32.84،31.49، 30.45، 30.04%) على الترتيب تحت الظروف المجهدة، تلاه الطراز KHARABO-232 (27.54 %). وكان متوسط معامل الحصاد الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز KHARABO-238 (10.28%)، تلاه IS-24278 (16.34 %). جدول(4). سجلت أدنى نسبة انخفاض في هذه الصفة لدى الطراز D.W.M (0.60%)، تلاه 12779AKADARI (1.72%). بينما تأثرت بعض الطرز سلباً بالاجهاد المائي مثل KHARABO-238، IZRAA-7 (55.82، 41.60%) على الترتيب.

بالاعتماد على النتائج السابقة ما يمكننا أن نصنف بشكل أولي طرز الذرة المدروسة إلى طرز حبية: وهي الطرز التي حققت معدلات عالية في هذه الصفة مثل (D.W.M،12779AKADARI ،SC#246 ،IZRAA-3 ، KHARABO-245). وطرز علفية: وهي الطرز التي تراجعت فيها قيم معامل الحصاد % وبالتالي امتلكت معدلات عالية في الكتلة الحيوية الناتجة مثل (KHARABO-238 ،LOCAL-26 ،IZRAA-7). جدول(4). وهذا يتطابق مع ما ذكره الباحث Gamparwar *et al.* (2002) في أهمية اعتماد بعض الصفات النباتية مثل معامل الحصاد، الغلة الحبية، والغلة العلفية في تصنيف الطرزالمختلفة من الذرة البيضاء.

عموماً، تبين قيمة معامل الحصاد المرتفعة نسبياً كفاءة الغلة البيولوجية المحولة إلى الغلة الحبية الإقتصادية. مما يشير إلى أهمية تصنيع ونقل كمية أكبر من المادة الجافة باتجاه الأجزاء الاقتصادية (الحبوب) لزيادة كلٍ من عدد الحبوب، وحجمها Sink size ودرجة امتلائها، مما يؤدي إلى زيادة قيمة معامل الحصاد، الذي تتحدد قيمته بشكلٍ أساسي بوزن الحبوب، أو الوزن الجاف الكلي للنبات، حيث تزداد قيمة دليل الحصاد بزيادة وزن الحبوب، أوبتراجع الوزن الجاف الكلي للنبات، لذلك تؤدي زيادة مكونات الغلة الحبية العددية إلى تحسين الغلة الحبية النهائية من خلال زيادة قيمة دليل الحصاد. وهذا ينسجم مع ما ذكره الباحث (Kusalkar *et al*.,2003).

يعزى ارتفاع قيمة معامل الحصاد لدى الطرز تحت ظروف الإجهاد المائي رغم انخفاض غلتها الحبية إلى حقيقة أنَّ الإجهاد المائي قد أثر سلباً في كل من الكتلة الحية والغلة الحبية، ولكن كان مقدار الانخفاض في الكتلة الحية أكبر منه في الغلة الحبية. وقد يعزى تراجع قيمة هذا المعامل إلى قيام الإجهاد المائي بتحريض الطرز إلى تشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب لاستخلاص كمية أكبر من الماء من طبقات التربة العميقة الرطبة، فتؤدي زيادة نمو الجذور الى تسخير جزء أكبر من نواتج التمثيل الضوئي المحدودة نحو نمو المجموعة الأرضية (المجموعة الجذرية) على حساب الأجزاء الهوائية Shoot وبخاصة تحت ظروف الجفاف عندما يكون حجم المصدر محدوداً Limited-source size، مما يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة المتاحة لنمو الأجزاء الهوائية Shoot والأجزاء الاقتصادية Fruits، مما يؤدي إلى تقليل نسبة المادة الجافة المسخرة لمرحلة النمو الثمري Reproductive growth stage مما قد يؤثر سلباً في دليل الحصاد(Donald,1962; Gifford *et al*., 1984).

جدول(4) تأثير الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الإزهار في المؤشرات الإنتاجية لطرز الذرة البيضاء.

الطراز الوراثي	الغلة الحبية(طن/هـ)			الإنتاج العلفي(طن/هـ)			معامل الحصاد(%)		
	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الإنخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الإنخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الإنخفاض (%)
KHARABO-230	4.89 a-c	4.719 a	3.50m	62.86 ab	38.57 ef	38.64 f	27.54 e-h	23.92 c-f	13.14 j
ICSR-38	4.77 bc	3.906 bc	18.11k	32.86 gh	28.57 h	13.06 m	27.22 e-i	21.11 e-h	22.45e
KHARABO-245	4.09 cd	4.006 b	2.05n	28.57 g-i	27.14 h	5.05 o	32.96 b-d	30.45 ab	7.62 l
KHARABO-232	3.11 de	2.221 fg	28.59g	55.00 bc	42.86 d	22.07 i	28.68 d-g	27.54 bc	3.97 m
KHARABO-233	5.48 ab	4.474 a	18.36k	43.57 de	24.29 i	44.25 d	27.86 d-h	23.11d-g	17.04 h
KHARABO-234	4.28 b-d	3.146 d	26.50h	70.72 a	34.29 g	51.51 b	31.06 c-e	18.57hi	40.21 c
KHARABO-237	5.21 a-c	3.860 bc	25.91i	41.43 ef	35.72 fg	13.78 l	29.64 c-f	23.12 d-g	22.00 e
KHARABO-238	2.16 e	1.434 i	33.61f	62.86 cd	51.43 b	18.18 k	23.27 hi	10.28 j	55.82 a
12779AKADARI	5.14 a-c	2.430 f	52.72c	42.86 e	24.29 i	43.33 e	34.34 bc	33.75a	1.72 n
IZRAA-7	6.20 a	2.278 f	63.26a	32.86 gh	12.86 kl	60.86a	42.48 a	24.81 c-e	41.60 b
IZRAA-3	2.62 e	1.141 j	56.45b	25.71 hi	10.00 l	61.10a	36.52 b	31.49ab	13.77 i
SC#36	3.17 de	1.834 h	42.15d	34.29 fg	17.14 j	50.01c	30.71 c-e	25.21 cd	17.91 g
IS-24278	2.61 e	2.008 gh	23.07j	31.43 gh	28.57 h	9.10n	23.65 g-i	16.34 i	30.91 d
SC#246	2.53 e	2.240 fg	11.46l	21.43 i	14.29 jk	33.32g	34.26 bc	32.84 a	4.14 m
LOCAL-26	4.27 b-d	3.777 bc	11.55l	83.88 a	62.86 b	38.89f	22.34 i	20.45 f-h	8.46 k
GIZA-123	4.73 bc	3.659 c	22.64j	60.00 b	48.57 c	19.05j	24.54 f-i	19.51 g-i	20.50f
D.W.M	4.89 a-c	2.861 e	41.49e	41.43e	28.57 h	31.04h	30.22 c-e	30.04 ab	0.60 o
المتوسط العام	4.13	2.94	28.32	45.40	31.18	32.54	29.84	24.27	18.93
$L.S.D._{0.05}$	1.334	0.2540	0.5523	7.912	3.851	0.5523	5.172	3.96	0.5523
قيمة F(المحسوبة)	6.82^{**}	152.80^{**}	8745.25^{**}	30.66^{**}	276.18^{**}	8756.78^{**}	8.52^{**}	21.2^{**}	6583.18^{**}

***، ** المتوسطات التي تتبع نفس الحرف الأبجدي لا يوجد بينها فروق معنوية على مستوى 5% أو 1 % على التوالي .**

NS الفروقات غير معنوية .

4-2-1 معامل الحساسية للجفاف(%) Drought stress susceptibility(DSI):

حققت بعض الطرز مثل KHARABO-232، KHARABO-230، LOCAL-26، KHARABO-238 ، KHARABO-245،ICSR-38 ، SC#246 ، KHARABO-233 أقل معدلات حساسية للإجهاد بحدود (0.30،0.31،0.31،0.33،0.43، 0.63،0.90،0.93%)على الترتيب، بينما امتلكت بعض الطرز الأخرى معدلات حساسية لظروف الإجهاد عالية مثل IS-24278، KHARABO-234، D.W.M،IZRAA-3،IZRAA-7،AKADARI12779بحدود (1.31،1.35،1.44،1.59،1.68،1.79%) على الترتيب، جدول (5).

تشير هذه النتائج الى أهمية توافر الماء خلال موسم النمو للحد من التراجع الحاصل في غلة المحصول الحبية. وتزداد حساسية النباتات للاجهاد المائي بازدياد شدة الاجهاد المائي. كما تختلف حساسية النباتات للاجهاد المائي بإختلاف النوع المدروس، والطراز ضمن نفس النوع، ومرحلة النمو التي تتعرض خلالها النباتات لإجهاد الجفاف.

يعد معامل الحساسية للجفاف مؤشر انتخابي هام للتمييز بين الطرز الحساسة والمقاومة للإجهاد وذلك استناداً لدراسة الباحث Malala (2010) الذي اعتمد معامل الحساسية للجفاف (DSI) كمعيار غربلة وعزل الطرز المقاومة (DSI < 1)عن الحساسة (DSI > 1) مع الإشارة إلى أن شدة الإجهاد في مرحلة الإزهاركانت بحدود (SI=0.3).

5-2-1 الإنتاج النسبي (%) Relative yield (RY):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية (P≤0.01)، في صفة الإنتاج النسبي بين الطرز الوراثية المدروسة خلال مرحلة الإزهار، وكان متوسط معامل الإنتاج النسبي الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز KHARABO-245،KHARABO-230، LOCAL-26 ، SC#246 (97.93، 94.67، 87.93، 87.23 %) على الترتيب. في حين كان متوسط معامل الإنتاج النسبي الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز IZRAA-3، IZRAA-7 (37.17، 35.63%) على الترتيب، جدول (5). تتفق هذه النتائج مع ما وجده Ahmed *et al.* (2003) الذين انتخبوا الطرز المتحملة للجفاف بالاعتماد على قيم متدنية لمعامل الحساسية للجفاف وإنتاج نسبي عالي، كما بينوا بأن الطرز الوراثية ذات الإنتاج النسبي العالي قد تكيفت مع شروط الجفاف وذات أداء جيد.

جدول(5) تأثير الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الإزهار في معامل الحساسية للجفاف(DSI)، ومعامل الإنتاج النسبي(RY)، ضمن ظروف شدة إجهاد(SI=0.3)، لطرز الذرة البيضاء.

الطراز الوراثي	معامل الحساسية للجفاف (%)	معامل الإنتاج النسبي (%)
KHARABO-230	0.31 h	94.67 a
ICSR-38	0.63 f-h	81.33 bc
KHARABO-245	0.43 gh	97.93 a
KHARABO-232	0.30 h	69.33 de
KHARABO-233	0.93 ef	81.17 bc
KHARABO-234	1.35 a-e	72.43 cd
KHARABO-237	1.15 c-e	73.43 cd
KHARABO-238	0.33 h	60.27 ef
12779AKADARI	1.79 a	45.93 gh
IZRAA-7	1.68 ab	35.63 h
IZRAA-3	1.59 a-c	37.17 h
SC#36	0.99 d-f	54.77 fg
IS-24278	1.31 a-e	74.27 cd
SC#246	0.90 e-g	87.23 ab
LOCAL-26	0.31 h	87.93 ab
GIZA-123	1.19 b-e	76.67 b-d
D.W.M	1.44 a-d	57.33 f
المتوسط العام	0.98	69.85
$L.S.D._{0.05}$	0.49	9.7
قيمة F(المحسوبة)	8.99^{**}	22.98^{**}

***، ** المتوسطات التي تتبع نفس الحرف الأبجدي لا يوجد بينها فروق معنوية على مستوى 5% أو 1 % على التوالي .**

NS الفروقات غير معنوية .

3-1– تأثير الإجهاد المائي في بعض المؤشرات النوعية للنبات Qualitative parameters

1-3-1 محتوى الحبوب من البروتين الخام (%) Grain crude Protein content(GPC):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروقات معنوية($P\leq0.01$)، في صفة محتوى الحبوب من البروتين الخام بين الطرز تحت كل من ظرفي الزراعة الشاهدة والمجهدة خلال مرحلة الإزهار، مما يشير إلى تأثر صفة محتوى الحبوب من البروتين الخام بالإجهاد المائي بدرجة طفيفة خلال مرحلة الإزهار ولم تصل للمستوى المعنوي. وهذا يعني أنها صفة وراثية عائدة للطراز المختبر، في محصول الذرة البيضاءعامةً، والطرز الوراثية المدروسة خاصةً. جدول (6). يلاحظ بشكل عام، عند مقارنة معدلات الإنخفاض في هذه الصفة مع الشاهد وجود فروقات معنوية،حيث كانت أدنى نسبة انخفاض في هذه الصفة لدى نباتات الطرز KHARABO-230 ، SC#246 (0.50 ،0.48 %) على الترتيب. وكانت أعلى نسبة انخفاض لدى KHARABO-238 ،IZRAA-7 ، KHARABO-232 (5.66 ، 5.56 ،5.64%) على الترتيب.

تؤدي ظروف الجفاف إلى حدوث خلل في معدلات نقل نواتج التمثيل الضوئي (السكريات)، والمركبات الآزوتية من الأوراق إلى الحبوب، ولكنه يؤدي بالمقابل إلى تسريع اصفرار الأوراق وشيخوختها، ومن ثمّ تراجع كفاءتها التمثيلية، مما يؤدي إلى تراجع المساهمة الكلية للأوراق رغم ارتفاع نسبة مساهمتها، ولكن يبدو أنَّ تلك المساهمة كانت محدودة بالزمن (طول فترة امتلاء الحبوب، واستدامة اخضرار الأوراق)، أو بحجم المصدر. وهذا يتطابق مع ما توصل إليه الباحث Groene (2008).

2-3-1 محتوى العلف من البروتين الخام (%) Fodder Crude Protein content(CP) :

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية($P\leq0.01$)، في صفة محتوى النبات من البروتين الخام تحت ظروف الشاهد. وكان متوسط محتوى النبات من البروتين الخام الأعلى معنوياً في الطرز ICSR-38 ، SC#246 (23.30 ،23.30%) على الترتيب. والأدنى معنوياً في الطراز SC#36 (16.23%). جدول (6).
كان متوسط محتوى النبات من البروتين الخام الأعلى معنوياً في الطرز المجهدة مثل: KHARABO-238 (21.70%)، والأدنى معنوياً في الطرز المجهدة مائياً LOCAL-26 ، SC#36 (12.17 ،12.20%)على الترتيب. سجلت أدنى نسبة انخفاض معنوياً خلال مرحلة الإزهارفي محتوى النبات من البروتين الخام لدى نباتات الطرازالمحلي IZRAA-3 (0.16%) وأعلى نسبة انخفاض معنوياً لدى نباتات الطرازين ICSR-38 ،LOCAL- 26 (26.05 ،26.55%) على الترتيب. جدول (6).

3-3-1 محتوى العلف من الألياف الخام(%) Fodder Crude fibre content (CF):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة محتوى النبات من الألياف الخام بالمادة الجافة بين الطرز الوراثية المروية خلال مرحلة الازهار. كان متوسط محتوى النبات من الألياف الخام الأعلى معنوياً في الطرز المروية LOCAL-26، KHARABO-245 (23.63 ، 23.52%) على الترتيب، والأدنى معنوياً في الطراز المروي IS-24278 (14.10%). جدول (6).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة محتوى النبات من البروتين الخام بين الطرز الوراثية المجهدة مائياً خلال مرحلة الإزهار حيث كان متوسط محتوى النبات من الألياف الخام الأعلى معنوياً عند GIZA-123 (30.53%)، في حين كان الأدنى معنوياً في الطراز SC#36 (18.27%). سجلت أدنى نسبة زيادة معنوياً خلال مرحلة الإزهار عند محتوى النبات من الألياف الخام لدى نباتات الطرز D.W.M (6.60%)، تلاه نباتات الطراز IZRAA-7 (8.08%)، وأعلى نسبة زيادة معنوية في المحتوى النباتي من الألياف الخام لدى الطراز IS-24278 (52.98%). جدول (6).

تؤثر الألياف الخام على قابلية الهضم من قبل الحيوانات المجترة المنتجة زراعياً (Laurer *et al*.,2001) في علف الذرة الصفراء، ولكونها مادة علفية مالئة وطاقة غير فعالة في انتاجية الحيوان (Oba and Allen,1999). تتضمن الألياف الخام السيللوز، الليغنين، والهيموسيللوز والتي تدخل في تركيب الجدر الخلوية النباتية (McDonald *et al*. ,2002).

عموماً، تسرع الظروف المجهدة مائياً من معدلات تراكم الألياف الخام في النبات وهذه النتائج تتطابق مع ما ذكره الباحث Randall (2009) في دراسة على علف الذرة الصفراء.

جدول(6) تأثير الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الإزهار في بعض المؤشرات النوعية لطرز الذرة البيضاء.

الطراز الوراثي	محتوى الحبوب من البروتين الخام(%)			محتوى النبات من البروتين الخام(%)			محتوى النبات من الألياف الخام(%)		
	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الزيادة (%)
KHARABO-230	9.95	9.90	0.50 h	20.13 h	17.50 k	13.07f	18.10 h	22.10 g	22. 1 d
ICSR-38	10.30	10.15	1.46 g	23.30 a	17.23 l	26.05a	21.53 c	24.10d	11.94 j
KHARABO-245	10.30	10.10	1.94 fg	21.50 d	20.83 b	3.12 jk	23.63 a	25.80 b	9.18 lm
KHARABO-232	9.75	9.20	5.64 a	21.73 c	19.80 cd	8.88 h	20.30 f	24.37 c	20.04 f
KHARABO-233	10.10	9.60	4.95 b	18.20 j	17.70 jk	2.75 kl	17.37 i	24.00 d	38.17c
KHARABO-234	10.20	9.80	3.92 d	20.60 g	19.50 ef	5.34 i	19.87 g	21.90 h	10.22 k
KHARABO-237	10.20	9.95	2.45 ef	20.93 f	17.93 ij	14.33 d	18.00 h	21.87 h	21.5 e
KHARABO-238	10.60	10.00	5.66 a	22.20 b	21.70 a	2.25 l	21.00 d	22.83 f	8.71m
12779AKADARI	10.50	10.30	1.90 fg	21.17e	18.27 h	13.70 e	17.17 i	20.53 j	19.57 f
IZRAA-7	10.80	10.20	5.56 a	20.73 g	20.03 c	3.38 j	18.07 h	19.53 k	8.08 n
IZRAA-3	10. 50	10.35	1.43 g	18.20 j	18.17 hi	0.16 n	16.87 j	19.10 l	13.21 h
SC#36	10.50	10.00	4.76 bc	16.23 l	12.20 m	24.83b	16.00 k	18.27 m	14.19 g
IS-24278	10.60	10.30	2.83 e	21.47 d	19.30 fg	10.11g	14.10 l	21. 57 i	52.98 a
SC#246	10.45	10.40	0.48 h	23.30 a	19.50 ef	16.31c	20.62 e	23.20 e	12.51 i
LOCAL-26	10.30	9.85	4.37 cd	16.57 k	12.17 m	26.55a	23.52 a	25.80 b	9.69 kl
GIZA-123	10.00	9.55	4.50 bc	19.40 i	19.20 g	1.03 m	21.80 b	30.53 a	40.0b
D.W.M	9.85	9.70	1.52 g	20.30 h	19.60 de	3.45 j	21.78 b	23.23 e	6.66o
المتوسط العام	NS	NS	0.5523	20.35	18.27	10.31	19.40	22.95	18.74
$L.S.D._{0.05}$	0.86	1.29	92.28^{**}	0.196	0.236	0.5523	0.225	0.175	0.5523
قيمة F(المحسوبة)	9.95	9.90	0.50 h	919.69^{**}	996.21^{**}	2173.30^{**}	1196.15^{**}	2330.70^{**}	4700.44^{**}

***، ** المتوسطات التي تتبع نفس الحرف الأبجدي لا يوجد بينها فروق معنوية على مستوى 5% أو 1 % على التوالي .**

NS الفروقات غير معنوية .

4-3-1 محتوى العلف من بعض العناصر المعدنية (K^+,Na^+,Ca^{++}):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة محتوى النبات من البوتاسيوم تحت ظروف الشاهد. وكان متوسط محتوى النبات من البوتاسيوم الأعلى معنوياً في الطراز المروي KHARABO-230 (1.00%) وبفرق معنوي، والأدنى معنوياً في الطراز المروي D.W.M (0.45%). جدول (7). كما لوحظت فروقات معنوية في هذه الصفة بين الطرز الوراثية المجهدة مائياً خلال مرحلة الإزهار. وكان متوسط محتوى النبات من البوتاسيوم الأعلى معنوياً في الطراز IS-24278(1.37%)، في حين كان الأدنى معنوياً في الطراز KHARABO-238(0.76%). جدول (7). في حين سجلت أدنى نسبة زيادة معنوية في محتوى النبات من البوتاسيوم لدى نباتات الطرز KHARABO-230 (9.0%) وأعلى نسبة زيادة معنوية لدى نباتات الطراز D.W.M (175.56%).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروقات معنوية في صفة محتوى النبات من الصوديوم والكالسيوم بين الطرز الوراثية المروية والمجهدة مائياً خلال مرحلة الإزهار. كانت أدنى نسبة زيادة معنوية في محتوى النبات من الصوديوم لدى نباتات الطراز GIZA-123 (100%) وأعلى نسبة زيادة معنوياً لدى نباتات الطراز KHARABO-237 (1329%). في حين كانت أعلى نسبة زيادة معنوية في محتوى النبات من الكالسيوم لدى نباتات الطراز IS-24278 (33.33%) وأدنى نسبة زيادة معنوية لدى نباتات الطراز KHARABO-233 (0%)، تلاها نباتات الطراز KHARABO-237 (6.25%) بين الطرز الوراثية. تتفق النتائج التي توصلت إليها في أهمية الشوارد المعدنية في المساهمة بعملية التعديل الحلولي واستمرار امتصاص الماء تحت ظروف الجفاف. وهذا ينسجم مع (Borell *et al*.,2001).

جدول(7) تأثير الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الإزهار في محتوى النبات من العناصر المعدنية لطرز الذرة البيضاء.

الطراز الوراثي	البوتاسيوم(%)			الصوديوم(%)			الكالسيوم(%)		
	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الزيادة (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الزيادة (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الزيادة (%)
KHARABO-230	1.00 a	1.09 g	9.0 p	0.010	0.06	500 h	1.90	2.40	26.32 e
ICSR-38	0.80 d	1.04 i	30.0 k	0.013	0.04	207.69 k	1.20	1.40	16.67 j
KHARABO-245	0.65 f	1.04 i	60.0 e	0.010	0.08	700 f	1.00	1.20	20.0 i
KHARABO-232	0.87 b	1.00 k	14.9 n	0.010	0.07	600 g	1.40	1.70	21.43 h
KHARABO-233	0.63 fg	1.01 j	58.73 f	0.010	0.08	700 f	1.50	1.50	0 o
KHARABO-234	0.71 e	1.02 j	43.66 g	0.010	0.06	500 h	1.40	1.80	28.57 c
KHARABO-237	0.80 d	0.89 l	11.25 o	0.007	0.10	1329 a	1.60	1.70	6.25 n
KHARABO-238	0.61 fg	0.76m	24.59 l	0.007	0.08	1042.8 c	1.00	1.30	30.0 b
12779AKADARI	0.79 d	1.06 h	34.18 j	0.007	0.04	471.42 i	1.50	1.80	20 i
IZRAA-7	0.81 d	1.10 f	35.8 h	0.010	0.10	900 d	1.30	1.60	23.08 f
IZRAA-3	0.70 e	1.29 b	84.29 c	0.010	0.12	1100 b	1.10	1.40	27.27 d
SC#36	0.81 cd	1.09 g	34.57 ij	0.013	0.06	361.54 j	1.30	1.50	15.38 k
IS-24278	0.61 g	1.37 a	124.59 b	0.010	0.08	700 f	1.20	1.60	33.33 a
SC#246	0.70 e	1.17 e	67.14 d	0.007	0.06	757.14 e	0.90	1.10	22.22 g
LOCAL-26	0.89 b	1.20 d	34.83 i	0.010	0.06	500 h	1.30	1.50	15.38 k
GIZA-123	0.85 bc	1.02 j	20.0 m	0.050	0.10	100 l	1.30	1.40	7.69 m
D.W.M	0.45 h	1.24 c	175.56 a	0.010	0.06	500 h	1.10	1.20	9.09 l
المتوسط العام	0.75	1.08	50.77	0.01	0.07	645.27	1.29	1.54	18.98
$L.S.D._{0.05}$	0.038	0.0093	0.5523	NS	NS	0.5523	NS	NS	0.5523
قيمة F(المحسوبة)	98.68^{**}	2013.98^{**}	51484.94^{**}	-		2.728^{**}	-		2305.45^{**}

***، ** المتوسطات التي تتبع نفس الحرف الأبجدي لا يوجد بينها فروق معنوية على مستوى 5% أو 1 % على التوالي .**

NS الفروقات غير معنوية.

ثانياً– تقييم استجابة الذرة البيضاء للإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الإمتلاء الحبي:

2-2– تأثير الإجهاد المائي في بعض المؤشرات المورفو–فيزيولوجية بطور النبات الكامل:

Effect of Drought stress on Some Morphophysiological Traits

1-2-2 ارتفاع النبات (سم)Plant height:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة ارتفاع النبات بين الطرز الوراثية المروية خلال مرحلة الإمتلاء الحبي. فقد كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز GIZA-123 ، KHARABO-234 ،LOCAL-26 (255.0، 249.7، 241.7 سم) على الترتيب، تلاه نباتات الطراز KHARABO-230 (219.7 سم). في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز IZRAA-7، KHARABO-245 (118.5، 117.8 سم) على الترتيب، تلاه نباتات الطرز IS-24278 ، D.W.M (129.0، 123.3 سم) على الترتيب.

عموماً، يمكن أن تساعد صفة ارتفاع النبات في تحسين كفاءة الطراز الإنتاجية في البيئات المجهدة مائياً نتيجة تقليل كمية المادة الجافة المسخرة لنمو الأجزاء الخضرية وتوفير كمية أكبر لنمو الأجزاء الأرضية (الجذور) وتطور الثمار، مما يؤدي إلى زيادة درجة تحمل الطراز للجفاف مع المحافظة على كفاءته الإنتاجية. مع الإشارة إلى أنه تبرز صفة ارتفاع النبات كونها أحد العوامل التي تساهم في زيادة كمية المادة العلفية، كما وجد من خلال هذه الدراسة وما يتطابق مع ما ذكره الباحث جنيدان (2009) .

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة ارتفاع النبات بين الطرز الوراثية عندما طبق الإجهاد المائي خلال مرحلة الإمتلاء الحبي. حيث كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرازين GIZA-123، LOCAL-26 (247.5، 226.3 سم) على الترتيب، تلاه نباتات الطرز KHARABO-234 ، KHARABO-237،KHARABO-238 (205.3، 195.3، 194.7 سم) على الترتيب. وكان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز IS-24278، KHARABO-245 (107.8، 107.3 سم) على الترتيب. ثم نباتات الطرز IS-24278، ICSR-38 (107.8، 119.7 سم) على الترتيب. جدول (8).

كانت أدنى نسبة انخفاض في هذه الصفة لدى نباتات الطرازين D.W.M، IZRAA-7 (0.81، 1.27 %) على الترتيب، يليها نباتات الطراز GIZA-123 (2.94%). في حين كانت أعلى نسبة انخفاض لدى نباتات الطرازان IZRAA-3 ، ICSR-38 (21.85، 21.09%) على الترتيب.

عموماً، يعزى التباين الوراثي في كفاءة طرز الذرة البيضاء المدروسة في المحافظة على متوسط ارتفاع النبات ضمن الحدود المثلى تحت ظروف الجفاف، رغم حقيقة أن الجفاف لم يؤثر سلباً في عدد السلاميات الساقية المتشكلة، وإنما لتأثيره السلبي في طول السلاميات إما نتيجة التباين في الإحتياجات المائية نتيجة التباين في الفواقد النتحية الناجمة بشكل رئيس عن التباين في حجم المسطح الورقي الأخضر المتعرض بشكل مباشر لأشعة

الشمس، مما يؤدي إلى امتصاص كمية أكبر من الطاقة الضوئية الممتصة التي تؤدي إلى رفع درجة حرارة الأوراق، وازدياد فرق التدرج في ضغط بخار الماء بين الأجزاء الهوائية والوسط المحيط وبالتالي زيادة معدل فقد الماء بالتبخر– النتح أو التباين في كفاءة الطرز في المحافظة على جهد الإمتلاء Turgor potential في خلايا الأنسجة النباتية من خلال تشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب قادر على امتصاص أكبر كمية ممكنة من الماء المتاح في طبقات التربة العميقة والمجهدة أو عبر تصنيع الذائبات العضوية التوافقية Compatible organic solutes (البرولين) ومن ثم القدرة على التعديل الحلولي Osmoregulation (OA)، أو من خلال ضبط الناقلية المسامية Stomatal Conductance أو إغلاق المسامات كوسيلة تكيفية لظروف الإجهاد نتيجة تأثير هرمون ABA للحد من فقد الماء بالتبخر– نتح Evapo-Transpiration، أو نتيجة تباين قدرتها على امتصاص العناصر المعدنية المغذية الداخلة مع تيار الماء. وهذا يتطابق مع ما ذكره العديد من الباحثين (Vazzana *et al*.,1993).

2-2-2 محيط الساق (سم) Stem diameter:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية($P\leq0.01$)، في صفة محيط الساق بين الطرز الوراثية. وكان متوسط ثخانة الساق الأعلى معنوياً للشاهد المروي خلال مرحلة الإمتلاء الحبي لدى نباتات الطراز KHARABO-232 (9.3 سم)، تلاه نباتات الطرز GIZA-123، KHARABO-234 ، IS-24278 ، LOCAL-26 ، IZRAA-7، D.W.M (7.67 ، 7.00، 6.90 ، 6.83 ، 6.60 ،6.57 سم) على الترتيب. في حين كان متوسط محيط الساق الأدنى معنوياً في ظروف الشاهد لدى نباتات الطرز KHARABO-245، SC#36، KHARABO-230، (5.00، 5.23 ،4.83 سم) على الترتيب. جدول (8).

كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة محيط الساق بين الطرز الوراثية المجهدة مائياً خلال مرحلة الإمتلاء الحبي، حيث كان متوسط هذه الصفة الأعلى معنوياً في نباتات الطرز IZRAA-7 ، GIZA-123، KHARABO-238، KHARABO-234، ICSR-38 ، IS-24278، LOCAL-26 (6.30، 5.90 ، 5.73، 5.50 ، 5.50 ، 6.23 ،6.17 سم) على الترتيب، تلاه KHARABO-233، KHARABO-232، (5.27 ،5.23 سم) على الترتيب، في حين كان متوسط محيط الساق الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز SC#36 (3.73 سم) ، يليها نباتات الطراز IZRAA-3 (4.00 سم). تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول رقم (8) عدم تغير صفة محيط الساق في نباتات الطراز ICSR-38 ما بين الظروف المروية والمجهدة، مع الإشارة إلى أنه يلاحظ وجود أدنى نسبة انخفاض معنوية في محيط الساق لدى نباتات الطراز KHARABO-245 (2.66%). في حين كانت أعلى نسبة انخفاض معنوية في محيط الساق لدى نباتات الطراز KHARABO-232 (43.73 %)، يليها D.W.M (29.98%).

3-2-2 المساحة الورقية (سم^2) leaf area:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة المساحة الورقية بين الطرز المروية. وكان متوسط المساحة الورقية الأعلى معنوياً للشاهد المروي خلال مرحلة الإمتلاء الحبي لدى نباتات الطراز الوراثي GIZA-123 (5053 سم^2)، تلاه نباتات الطرز المروية LOCAL-26، KHARABO-238، KHARABO-234،ICSR-38 (3432،3222، 2964، 2928 سم^2) على الترتيب. في حين كان متوسط المساحة الورقية الأدنى معنوياً في ظروف الشاهد لدى نباتات الطراز KHARABO-245 (1136 سم^2)، تلاه نباتات الطرز KHARABO-232،KHARABO-230،SC#246،KHARABO-233،SC#36، 12779AKADAR (1853 ، 1786،1676، 1675، 1640، 1558 سم^2) على الترتيب.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة المساحة الورقية بين الطرز الوراثية المجهدة مائياً. وكان متوسط المساحة الورقية الأعلى معنوياً في الطرز المجهدة مائياً خلال مرحلة الإمتلاء الحبي لدى الطراز LOCAL-26 (3367 سم^2)، تلاه نباتات الطرز GIZA-123، KHARABO-238، KHARABO-234، KHARABO-245،IZRAA-7، KHARABO-237، IS-24278 (2352، 2212، 2204، 911، 2063 ، 1936،1878 سم^2) على الترتيب، وكان متوسط المساحة الورقية الأدنى معنوياً لدى الطراز IZRAA-3 (701 سم^2). ثم نباتات الطرز SC#246، SC#36، KHARABO-245 (822 ، 764 ،911 سم^2) على الترتيب .

لوحظت أدنى نسبة انخفاض معنوية في المساحة الورقية لدى نباتات الطراز LOCAL-26 (1.89%)، يليها نباتات الطراز 12779AKADARI (6.87%). في حين وجدت أعلى نسبة انخفاض معنوية في المساحة الورقية لدى نباتات الطراز IZRAA-3 (68.18 %)، يليها نباتات الطرازين GIZA-123، SC#36 (53.45، 53.41%) على الترتيب. جدول (8).

تعد المساحة الورقية حساسة للعجز المائي بسبب تثبيط استطالة وانقسام الخلايا النباتية للورقة من قبل العجز المائي، وقد يعزى ذلك نتيجة الدور الذي يؤديه جهد الإمتلاء في استطالة الخلايا النباتية وبسبب التفاف الورقة Leaf rolling والشيخوخة المبكرة أيضاً مما يخفض من معدل تثبيت الكربون. وهذا يتطابق مع ما ذكره العديد من الدراسات (O'Toole and Baldia, 1982; Schulze ,1986). وقد يعود التباين الملحوظ بين الطرز المدروسة في مساحتها الورقية لامتلاكها آلية التعديل الحلولي من خلال تراكم الذائبات بشكل خاص في السيتوبلاسم ودورها الهام في حماية الأغشية الخلوية، والبروتينات وآليات الاستقلاب فينخفض الجهد الحلولي في الخلية النباتية مما يسمح بالحفاظ على جهد الامتلاء فيها ويقلل من التأثيرات الضارة الناجمة عن تجفاف الخلية Cell dehydration وباستمرار تدفق واستخلاص الماء water extraction من التربة مما يزيد من فرق التدرج في الجهد المائي بين النبات والتربة الذي يساهم في استمرار العمليات الفيزيولوجية مثل انفتاح المسامات والتبادل الغازي والتمثيل الضوئي، ويحسن من مقاومة النبات للجفاف. وهذا ينسجم مع بعض النتائج التي ذكرت في دراسات (Zhang *et al*.,1999 ; Rathinasapathia *et al*.,2000).

قد يؤدي تشكيل مساحة ورقية أكبر إلى زيادة السطح المعرض بشكل مباشر لأشعة الشمس، فترتفع حرارتها بشكل كبير، ويزداد فرق ضغط بخار الماء بين الأوراق والوسط المحيط فيزداد معدل فقد الماء بالتبخر– النتح، وتقل كفاءة استخدام الماء فيها. ويمكن أن تتراجع غلة المحصول الحبية بشكل كبير جراء ذلك نظراً لاهمية الماء في نقل نواتج التمثيل الضوئي Photo-assimilates من المصدر (الأوراق والساق) إلى المصب (الحبوب) خلال فترة امتلاء الحبوب، لذلك يأتي الاعتماد على بعض المؤشرات الهامة خلال هذه المرحلة من النمو مثل صفة استدامة الإخضرار للنبات Stay-green كمؤشر لتحمل الجفاف في الذرة البيضاء (Blum,1986;Rosenow,1997)، وإن الطرز الوراثية التي تمتلك صفة استدامة الإخضرار تستمر في النمو لملء حبوبها بشكل طبيعي تحت ظروف الجفاف (Borell *et al*.,,2003)، وإن الطرزالتي تتمتع بصفة استدامة الإخضرار تنتج مستويات عالية من السكريات، والغلوكوز، والفركتوز، والنشاء في النبات وسوقها بالمقارنة مع الطرز التي لا تملك هذه الصفة، والتي ترتبط لاحقاً مع زيادة الغلة وهذا ينسجم مع ما ذكره (McBee,1984).

4-2-2 دليل المساحة الورقية Leaf Area Index (LAI):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة دليل المساحة الورقية بين الطرز الوراثية المدروسة المروية خلال مرحلة الإمتلاء الحبي. وكان متوسط دليل المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز GIZA-123 (2.85)، تلاه LOCAL-26 (2.25). في حين كان متوسط دليل المساحة الورقية الأدنى معنوياً لدى النباتات المروية للطرازين IZRAA-3 ، 12779AKADARI (1.09 ،1.14) على الترتيب. جدول (8).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة دليل المساحة الورقية بين الطرز الوراثية تحت الظروف المجهدة. وكان متوسط دليل المساحة الورقية الأعلى معنوياً في الطرز LOCAL-26 ، GIZA-123،KHARABO-238 (1.99، 1.89 ،1.68) على الترتيب، تلاها نباتات الطراز ICSR-38(1.64)، في حين كان متوسط دليل المساحة الورقية الأدنى معنوياً في الطراز IZRAA-3 (0.66)، ثم الطرز SC#246، 12779AKADARI (0.85 ،0. 90) على الترتيب. جدول (8). في حين سجلت أعلى نسب انخفاض معنوياً في هذه الصفة لدى نباتات الطراز IZRAA-3 (48.13 %)، تلاه SC#36 (45.09 %). وكانت أدنى نسبة انخفاض في دليل المساحة الورقية خلال مرحلة الإمتلاء الحبي لدى نباتات الطرز KHARABO-237،KHARABO-233 SC#246، (6.15 ،6.12 ،6.11 %) على الترتيب، يليها نباتات الطرازين IZRAA-7 ،12779AKADARI (7.04،7.39%) على الترتيب.

نلاحظ مما سبق تباين الطرز في هذه الصفة وحقق البعض منها معدلات عالية في دليل المساحة الورقية إذ تعد المحافظة على المساحة الورقية من العوامل المهمة المحددة لدرجة امتلاء الحبوب خلال فترة امتلاء الحبوب، حيث تجف تقريباً جميع الأوراق، وتبقى فقط الورقة العلمية وأحياناً الورقة مادون العلمية خضراء وفعّالة في عملية التمثيل الضوئي، مما يساعد في تصنيع المادة الجافة، ومدِّ الحبوب بنواتج عملية التمثيل الضوئي.وهذا ينسجم مع (Khaliq *et al*.,2008) .

يتبين مما تقدم، أنَّ حجم المسطح الورقي الأخضر كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الذرة البيضاء المجهدة مائياً(الازهار و الإمتلاء الحبي) بالمقارنة مع الشاهد (المروي)، مما يشير إلى أهمية توافر الماء وقوام التربة كعوامل محددة لحجم المصدر (الأوراق) في نباتات الذرة البيضاء.

حيث يعد تراجع دليل المساحة الورقية من الاليات التكيفية المهمة المرتبطة بتجنب الجفاف من خلال الحد من فقد الماء بالتبخر– النتح. ويعد تبعاً لذلك تقليص مساحة المسطح الورقي الأخضر من خلال تقليل عدد الأوراق المتشكلة، أو تقليل معدل استطالة الأوراق Leaf expansion rate، أو التخلي عن بعض الأوراق المتشكلة بفعل هرمون الإثيلين بمنزلة خط الدفاع الشكلي الأول لتجنب الجفاف.

يعزى تفوق الطراز LOCAL-26 في صفة دليل المساحة الورقية إلى طول فترة نموه الخضري مؤدياً إلى إنتاجه لعدد أكبر من الأوراق مما أدى إلى زيادة مساحته الورقية فانعكس ذلك في زيادة دليل مساحته الورقية. تساعد زيادة قيمة دليل المساحة الورقية وخاصة خلال المراحل المبكرة من حياة النبات في تحسين كفاءة استعمال المياه (WUE) من خلال تقليل مساحة الأرض المعرضة بشكل مباشر لأشعة الشمس، مما يساعد في تقليل معدل فقد الماء بالتبخر Evaporation، أو من خلال تثبيط نمو الأعشاب الضارة نتيجة حجب الضوء عنها، ومن ثم الحد من منافستها لنباتات المحصول على المتطلبات الأرضية (الماء والعناصر المعدنية المغذية) وهذا يطابق مع ما ذكره (O'Toole, De Datta, 1986) في الرز. يساعد ذلك في المحافظة على محتوى التربة المائي وزيادة كمية المياه المتاحة للنبات. وهذا ينسجم مع نتائج رويلي (2008) في محصول الذرة الصفراء .وقد أشارت بعض الدراسات إلى توخي الحذر عند الانتخاب لمثل هذه الصفة في البيئات الشحيحة بالمياه، بحيث تُنتخب الطرز التي تشكل النسبة الأكبر من دليل المساحة الورقية تماماً قبل بدء مرحلة الطلب على نواتج التمثيل الضوئي (20– 30 يوماً قبل الإزهار) (Fisher,1985). ولا تفضل الطرز الوراثية التي تشكل الجزء الأكبر من دليل المساحة الورقية خلال المراحل المبكرة من حياة النبات، حيث يؤدي ذلك إلى زيادة مساحة المسطح القابل للنتح، مما قد يؤدي إلى استهلاك كمياتٍ كبيرة من المياه المتاحة بشكلٍ محدود في التربة، وقد يؤدي ذلك إلى استنفاد Depletion محتوى التربة المائي خلال المراحل الحرجة من حياة النبات (الإزهار وامتلاء الحبوب)، وذلك عند الإنتخاب لهذه الصفة كما ذكره الباحث (علي،2006) .

بالمقابل يعزى التباين الوراثي بين الطرز المدروسة في صفة المساحة الورقية وتكيفها لظروف الإجهاد عن طريق تقليل كمية المياه المنتوحة وذلك من خلال تقليص حجم المسطح الورقي الاخضر القابل للنتح، أواغلاق المسامات الورقية أي الى التباين في كمية الإشارة الكيميائية (ABA) المُصنَّعة 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. ويعد تبعاً لذلك تقليل مساحة المسطح الورقي الأخضر القابل للنتح والمعرّض بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس من الصفات المورفولوجية التكيفية الهامة لتجنب التأثيرات الضارة الناجمة عن الإجهاد المائي من خلال الحد من فقد الماء بالتبخر – نتح بهدف المحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية، وكمية المياه المتاحة في التربة لفترةٍ زمنيةٍ أطول إلى أنْ تتمكن النباتات من إنهاء دورة حياتها . وهذا يطابق مع ما توصل إليه الباحثين Prasad وزملاؤه (2008) لتأثير الإجهاد القاسي في استطالة أوراق نباتات المحاصيل.كما أشار البحاثة Moussa and Abdel-Aziz (2008) بأنه يؤثر الإجهاد المائي في قدرة النباتات على النمو واكمال دورة حياتها الطبيعية من خلال تأثيرها المباشر على العمليات الفيزيولوجية للنبات واستجابة الغلة.

جدول(8) تأثير الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الامتلاء الحبي في بعض المؤشرات المورفو–فيزيولوجية لطرز الذرة البيضاء.

الطراز الوراثي	ارتفاع النبات (سم)			محيط الساق(سم)			المساحة الورقية(سم^2)			دليل المساحة الورقية		
	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)
KHARABO-230	219.7 b-d	182.7 c-f	16.84 d	4.83 g	4.667 d-g	3.37 j	1786 ef	1348 e-h	24.52 g	1.257 c-e	0.95 b-f	24.42 f
ICSR-38	151.7 hi	119.7 hi	21.09 b	5.50 c-g	5.500 a-d	0.00 l	2964 b-d	2121 b-e	28.44 f	1.541 b-d	1.31 b	14.99 h
KHARABO-245	117.8 j	107.3 i	8.91 h	5.00 g	4.867 c-g	2.66 k	1136 f	911 gh	19.81 i	1.055 de	0.74 e-g	29.86 e
KHARABO-232	210.0 d-f	183.7 c-f	12.52 g	9.30 a	5.233 b-e	43.73a	1853 ef	1431d-h	22.77 h	1.852 a-c	1.23 b-d	33.59 d
KHARABO-233	187.3 e-g	160.3 d-g	14.42 e	5.43 d-g	5.267 b-e	3.00 jk	1675ef	1520c-g	9.25 l	0.927 de	0.87 b-f	6.15 m
KHARABO-234	249.7 ab	205.3 bc	17.78 c	7.00 bc	5.500 a-d	21.43f	2928 b-d	2204b-d	24.73g	1.269 c-e	1.10 b-f	13.32 i
KHARABO-237	206.0 d-f	195.3 b-d	5.19 k	5.50 c-g	4.967 c-f	9.69 h	2206 de	1936b-f	12.24k	0.980 de	0.92 b-f	6.12 m
KHARABO-238	210.7 c-e	194.7 b-e	7.59 i	5.93 c-g	5.733 a-c	3.32 j	3222 bc	2212 bc	31.35e	2.244 a	2.02 a	9.98 j
12779AKADARI	169.0 gh	168.3 c-f	0.41 n	5.60 c-g	4.900 c-f	12.50 g	1558 ef	1451c-h	6.87 m	0.853 e	0.79 d-g	7.39 l
IZRAA-7	118.5 j	117.0 hi	1.27 m	6.60 b-f	6.300 a	4.55 i	2388 c-e	2063 b-f	13.61 j	1.377 c-e	1.28 bc	7.04 l
IZRAA-3	189.0 d-g	147.7 f-i	21.85 a	5.43 d-g	4.000 gh	26.34 d	2203 de	701 h	68.18 a	0.694 e	0.36 g	48.13 a
SC#36	186.0 e-g	154.5 e-h	16.94 d	5.23 fg	3.733 h	28.62 c	1640 ef	764 gh	53.41b	1.202c-e	0.66 fg	45.09 b
IS-24278	129.0 ij	107.8 i	16.43d	6.90 b-d	6.233 a	9.67 h	2419 c-e	1878b-f	22.36 h	1.211c-e	1.10 b-f	9.17 k
SC#246	179.0 f-h	155.0 d-h	13.41f	5.30 e-g	4.167 f-h	21.38 f	1676 ef	822 gh	50.95c	0.884 de	0.83 c-f	6.11 m
LOCAL-26	241.7 a-c	226.3 ab	6.37 j	6.83 b-e	6.167 a	9.71 h	3432b	3367a	1.89 n	2.11ab	1.90 a	9.95 j
GIZA-123	255.0 a	247.5 a	2.94 l	7.67 b	5.900 ab	23.08 e	5053 a	2352b	53.45 b	1.815 a-c	1.19 b-e	34.44 c
D.W.M	123.3 ij	122.3 g-i	0.81 mn	6.57 b-f	4.600 e-h	29.98 b	2097 de	1302f-h	37.91d	0.951 de	0.75 e-g	21.14 g
المتوسط العام	184.91	164.44	10.87	6.15	5.16	14.88	2366.82	1669.59	28.34	1.31	1.06	19.23
$L.S.D._{0.05}$	31.43	40.47	0.6535	1.557	0.8988	0.6535	945.6	780.6	0.6535	0.6841	0.4622	0.6535
قيمة F(المحسوبة)	17.07^{**}	8.86^{**}	1008.71^{**}	4.53^{**}	6.23^{**}	3040.59^{**}	8.20^{**}	6.65^{**}	6832.12^{**}	3.73^{**}	6.88^{**}	3903.62^{**}

***، ** المتوسطات التي تتبع نفس الحرف الأبجدي لا يوجد بينها فروق معنوية على مستوى 5% أو 1 % على التوالي .**

NS الفروقات غير معنوية

5-2-2 الوزن الجاف للنبات (غ) Plant dry weight:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة الوزن الجاف للنبات بين الطرز الوراثية المدروسة. كان متوسط الوزن الجاف للنبات الأعلى معنوياً خلال مرحلة الإمتلاء الحبي لدى نباتات الشاهد GIZA-123 (170.4 غ)، والأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز SC#36 (49.9 غ). جدول (9) .

لوحظت فروقات معنوية في صفة الوزن الجاف للنبات بين الطرز الوراثية المجهدة مائياً. وكان متوسط الوزن الجاف للنبات الأعلى معنوياً خلال الإمتلاء الحبي لدى LOCAL-26، GIZA-123 (115.2، 100.0 غ) على الترتيب. كان متوسط الوزن الجاف للنبات الأدنى معنوياً خلال الإمتلاء الحبي لدى SC#246، SC#36 ، IZRAA-3(35.4، 28.1، 31.4 غ) على الترتيب. في حين كانت أدنى نسبة انخفاض معنوية لدى LOCAL-26 (5.19%)، يليها IS-24278 (8.37 %). وكانت أعلى نسبة انخفاض معنوياً لدى IZRAA-33(54.23 %)، يليها SC#246 (47.48 %). جدول (9).

ويؤثر تراجع محتوى التربة المائي خلال تلك الفترة الحرجة من حياة النبات(امتلاء الحبوب) سلباً في كفاءة النبات التمثيلية، ومن ثم معدل تصنيع وتراكم المادة الجافة Dry matter. لأن الماء هو المعطي الأولي للالكترونات إذ يؤدي تراجع المحتوى المائي لخلايا النسيج المتوسط Mesophyll cells إلى تراجع وتيرة انتقال الإلكترونات في سلسلة نقل الالكترونات من النظام الضوئي الثاني PS II إلى المستقبل النهائي للإلكترونات (المركب $NADP^+$) في النظام الضوئي الأول PS I، فيتراجع معدل تصنيع المركبات الغنية بالطاقة مثل NADPH و ATP خلال تفاعلات الضوء اللازمة لارجاع الكربون المعدني الى سكريات فيتراجع معدل تثبيت الكربون Co_2-Fixation rateأثناء تفاعلات الظلام، ما يؤدي إلى تراجع معدل التمثيل الضوئي Assimilation rate(A) وتصنيع المادة الجافة، ويؤثر ذلك سلباً في نمو أجزاء النبات المختلفة. (Dahse *et al.*,1990).

6-2-2 الوزن الجاف للأوراق (غ) Leaves dry weight:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة الوزن الجاف للأوراق بين الطرز الوراثية المدروسة. كان متوسط الوزن الجاف للأوراق الأعلى معنوياً خلال مرحلة الإمتلاء الحبي لدى النباتات المروية للطراز GIZA-123 (35.20 غ). وكان متوسط الوزن الجاف للأوراق الأدنى معنوياً خلال الإمتلاء الحبي لدى نباتات الطرز المروية KHARABO-233، SC#36(10.47، 11.20 غ) على الترتيب. كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة الوزن الجاف للأوراق بين الطرز الوراثية المجهدة. كان متوسط الوزن الجاف للأوراق الأعلى معنوياً للنباتات المجهدة مائياً خلال الإمتلاء الحبي لدى GIZA-123، LOCAL-26 ، KHARABO-238، KHARABO-234، ICSR-38 (21.05، 19.07، 15.90 ، 13.43،16.36 غ) على الترتيب. أما متوسط الوزن الجاف للأوراق الأدنى معنوياً خلال الإمتلاء الحبي فكانت لدى نباتات الطراز SC#36 (3.70 غ). جدول (9).

يلاحظ بشكل عام، أن الاجهاد المائي قد أدى الى حدوث تراجع معنوي في الوزن الجاف للأوراق في جميع الطرز الوراثية المدروسة. كانت أدنى نسبة انخفاض معنوياً لدى نباتات مرحلة الإمتلاء الحبي للطراز IS-24278 (2%)، تليها نباتات الطراز KHARABO-232 (3.3%)، وكانت أعلى نسبة انخفاض معنوياً لدى IS-24278 (2.00%)، يليها نباتات الطراز KHARABO-245 (3.31%).

2-2-7 الوزن النوعي للورقة Specific leaf weight(SLW):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروقات معنوية في صفة الوزن النوعي للورقة بين الطرز الوراثية المروية والمجهدة مائياً، وقد أدى الإجهاد المائي إلى حدوث تراجع معنوي في هذه الصفة بالمقارنة مع الشاهد، خلال مرحلة الإمتلاء الحبي،حيث كانت أدنى نسبة انخفاض لدى نباتات الطراز LOCAL-26 (1.00%)، نباتات الطرازين KHARABO-233 ،IZRAA-7 (1.80، 1.28%) على الترتيب. وأعلى نسبة انخفاض لدى نباتات الطراز IZRAA-3 (64.08%)، تلاها نباتات الطرازين KHARABO-232 ،KHARABO-245 (56.34 ، 56.13%) على الترتيب. جدول (9).

2-2-8 نسبة المساحة الورقية (سم^{2}. غ$^{-1}$) Leaf Area Ratio (LAR):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروقات معنوية في صفة نسبة المساحة الورقية بين الطرز الوراثية المدروسة المروية والمجهدة مائياً خلال مرحلة الإمتلاء الحبي. وقد أدى الإجهاد المائي إلى معدلات متدنية في هذه الصفة لدى نباتات الطراز KHARABO-238 (1.25%) يليه الطرازينKHARABO-237 ، IZRAA-7 (3.83،4.14%) على الترتيب. كما لوحظت أعلى نسبة انخفاض معنوية في نسبة المساحة الورقية لدى نباتات الطراز SC#246 (31.09%) تلاها نباتات الطراز SC#36 (29.83%)، جدول (15). يعزى بشكل عام تفوق الطرز في نسبة المساحة الورقية إلى تراجع الوزن الجاف للنبات بدرجة أكبر بالمقارنة مع مقدار التراجع الحاصل في المساحة الورقية، في حين يعزى التراجع في نسبة المساحة الورقية إلى تراجع كل من المساحة الورقية والوزن الجاف للنبات معاً ، إلا أن مقدار التراجع في الوزن الجاف للنبات كان أقل بالمقارنة مع المساحة الورقية. ويمكن أن تعزى الزيادة في نسبة المساحة الورقية أو تفوق الطرزKHARABO-238 ،KHARABO-237 إلى استجابة نباتات هذه الطرز لظروف الاجهاد المائي في امتلاكها لمساحة ورقية ووزن جاف للنبات مرتفع نسبياً، في حين يعزى انخفاض المساحة الورقية في باقي الطرز إلى الانغلاق التام للمسامات stomatal closure. حيث يؤدي انغلاق المسامات إلى تراجع معدل انتشار غاز الفحم(CO_2)، وتعطيل التأثير المبرد لعملية فقد الماء بالنتح، مما قد يسبب تراجعاً في مساحة المسطح التمثيلي بسبب الشيخوخة المبكرة للأوراق.وهذا يتفق مع نتائج التمو (2007).

جدول(9) تأثير الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الامتلاء في بعض المؤشرات المورفو–فيزيولوجية لطرز الذرة البيضاء.

الطراز الوراثي	نسبة المساحة الورقية(سم^2/غ/شهر)			الوزن الجاف للأوراق(غ)			الوزن الجاف للنبات(غ)			الوزن النوعي للورقة(غ/سم^2)		
	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)
KHARABO-230	31.0	27.52	11.23 g	13.60 c-f	8.90 d-g	34.56e	68.3 d-f	56.3 ef	17.57 i	0.0067	0.00629	6.12 k
ICSR-38	34.9	33.06	5.27 i	20.27 b-d	13.43 a-e	33.74f	93.1 b-e	59.4 de	36.20 e	0.0068	0.00625	8.09 i
KHARABO-245	36.4	28.97	20.41 d	6.93 f	6.23 e-g	10.10m	56.9 ef	42.5 fg	25.31 f	0.0075	0.00329	56.13 b
KHARABO-232	30.7	23.24	24.30 c	12.10 d-f	11.70 b-f	3.31n	85.5 b-f	58.1 ef	32.05 f	0.0082	0.00358	56.34 b
KHARABO-233	27.3	22.29	18.35 e	10.47 ef	9.07 c-g	13.37l	105.4 b-d	61.9 c-e	41.27 d	0.0061	0.00599	1.80 l
KHARABO-234	28.9	27.34	5.40 i	21.80 bc	16.63 a-c	23.72g	115.3 bc	74.2 b-d	35.65 e	0.0077	0.00726	5.71 k
KHARABO-237	35.0	33.66	3.83 j	16.80 b-e	12.97 b-e	22.80h	80.4 b-f	65.5 c-e	18.53 h	0.0075	0.00674	10.13 g
KHARABO-238	32.9	32.49	1.25 k	18.67 b-e	15.90 a-d	14.84k	97.8 b-e	82.9 b	15.24 j	0.0052	0.00484	6.92 j
12779AKADARI	29.1	25.09	13.78 f	17.33 b-e	11.23 c-g	35.20e	58.9 ef	52.6 ef	10.70 k	1.0030	0.00680	47.69 d
IZRAA-7	32.6	31.25	4.14 j	12.93 d-f	11.17c-g	13.61l	76.0 c-f	60.0 c-e	21.05 g	0.0047	0.00464	1.28 lm
IZRAA-3	26.8	21.34	20.37 d	16.30 b-e	8.80 d-g	46.01c	68.6 d-f	31.4 g	54.23 a	2.0006	0.00740	64.08 a
SC#36	40.6	28.49	29.83 b	11.20 ef	3.70 g	66.96a	49.9 f	28.1 g	43.69 c	0.0057	0.00517	9.30 h
IS-24278	42.6	36.65	13.97 f	13.47 c-f	13.20 b-e	2.00o	60.9 ef	55.8 ef	8.37 l	0.0066	0.00589	10.76 g
SC#246	36.8	25.36	31.09 a	12.25 d-f	5.13 fg	58.12b	67.4 d-f	35.4 g	47.48 b	0.0073	0.00369	49.45c
LOCAL-26	35.4	32.37	8.56 h	24.10 b	19.07 ab	20.87i	121.5 b	115.2 a	5.19 m	0.0060	0.00594	1.00 m
GIZA-123	29.9	26.35	11.87g	35.20 a	21.05 a	40.20d	170.4 a	100.0 a	41.31 d	0.0089	0.00699	21.46 f
D.W.M	22.5	19.94	11.38 g	14.63 c-f	12.23 b-f	16.40j	95.0 b-e	75.2 bc	20.84 g	0.0093	0.00676	27.31 e
المتوسط العام	32.55	27.97	13.83	16.36	11.79	26.81	86.55	62.03	27.92	0.183	0.006	22.563
$L.S.D._{0.05}$	NS	NS	0.6535	8.543	7.688	0.6535	41.69	15.65	0.6535	NS	NS	0.6535
قيمة F(المحسوبة)	0.48	1.47	1591.83**	17.78**	3.08**	6597.45**	4.32**	11.60**	4228.12**	0.77	1.66	9953.15**

***، ** المتوسطات التي تتبع نفس الحرف الأبجدي لا يوجد بينها فروق معنوية على مستوى 5% أو 1 % على التوالي .**

NS الفروقات غير معنوية .

9-2-2 معدل صافي التمثيل الضوئي (غ. سم$^{-2}$. شهر $^{-1}$) Net Assimilation Rate (NAR):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة صافي التمثيل الضوئي بين الطرز الوراثية المروية خلال مرحلة الإمتلاء الحبي. وكان متوسط صافي التمثيل الضوئي الأعلى معنوياً لدى نباتات الشاهد للطراز LOCAL-26(8.508 غ. سم$^{-2}$. شهر $^{-1}$). في حين كان متوسط هذه الصفة الأدنى معنوياً لدى الطراز SC#36(6.615 غ. سم$^{-2}$.شهر $^{-1}$).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروقات معنوية في صفة صافي التمثيل الضوئي بين الطرز الوراثية التي تعرضت للعجز المائي خلال الإمتلاء الحبي. وكانت أدنى نسبة انخفاض معنوية في صافي التمثيل الضوئي خلال مرحلة الإمتلاء الحبي بالمقارنة مع الشاهد لدى نباتات الطرازين ICSR-38، KHARABO-233 (1.04، 1.56%) على الترتيب، يليها نباتات الطرازين SC#36 ، IZRAA-7 (2.39، 2.55%) على الترتيب. وأعلى نسبة انخفاض معنوية في صافي التمثيل الضوئي خلال مرحلة الإمتلاء الحبي لدى نباتات الطراز LOCAL-26(18.97%)، يليها نباتات الطراز KHARABO-245 (13.81%). جدول (15).

وما يفسر تفوق بعض الطرز المدروسة في هذه الصفة نتيجة الحفاظ على مستوى جيد لعملية التمثيل الضوئي خلال مرحلة الإمتلاء الحبي، لما لها من بالغ الأهمية في إنتاج الكربوهيدرات لاسيما في محصول الذرة البيضاء والتي تأتي من انتخاب الطرز التي تتمتع بصفة استدامة الإخضرار، التي ترتبط إيجابياً بمقدرة الطراز الوراثي من الذرة البيضاء في تحمل الجفاف وتحسين الغلة الناتجة الحبية والعلفية وهذا يتطابق مع ما وجده العديد من الباحثين (Xu *et al*.,2000) و(Gambin and Borras,2007). وقد يعزى تراجع معدلات الكسب الصافي من المادة الجافة، نتيجة اضطراب عملية التمثيل الضوئي وبالتالي ضعف كفاءة النبات التمثيلية الذي سينعكس سلباً على الغلة الحبية والعلفية وهذا يتطابق مع ما ذكره الباحث (Kumudini *et al*.,2002).

وإن حدوث الإجهاد المائي خلال فترة امتلاء الحبوب يخفض من سير عملية التمثيل الضوئي وبالتالي سوف تزداد حاجة النبات لاستهلاك ونقل المدخرات الغذائية من الساق إلى الحبوب وما يؤكد هذه النتيجة هي ملاحظة انخفاض وزن الساق والنبات تحت ظروف الإجهاد المائي المتزامن خلال مرحلة امتلاء الحبوب وهذا يتطابق مع(Nikolas and Turner,1993; Bdukli *et al*.,2007).

10-2-2 معدل النمو النسبي للنبات (غ. غ$^{-1}$. شهر $^{-1}$)Relative Growth Rate(RGR) :

لوحظ وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة معدل النمو النسبي بين الطرز المروية خلال مرحلة الإمتلاء الحبي.

كان متوسط معدل النمو النسبي الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز GIZA-123، KHARABO-232، KHARABO-237 ، KHARABO-234 ، SC#36، KHARABO-233، KHARABO-238 (0.033، 0.031، 0.027، 0.025، 0.024، 0.022، 0.021 غ. غ$^{-1}$. شهر $^{-1}$)على الترتيب. في حين كان متوسط معدل النمو النسبي الأدنى معنوياً لدى نباتات 12779AKADARI، IZRAA-3، KHARABO-245، LOCAL-26، KHARABO-230 (0.0039، 0.004، 0.0043، 0.0044، 0.0051 غ. غ$^{-1}$.شهر $^{-1}$) على الترتيب. جدول (10).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة معدل النمو النسبي بين الطرز الوراثية التي تعرضت للعجز المائي خلال الإمتلاء الحبي. كان متوسط معدل النمو النسبي الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز KHARABO-237 (0.026 غ. غ$^{-1}$. شهر $^{-1}$). في حين كان متوسط معدل النمو النسبي الأدنى معنوياً لدى النباتات المجهدة 12779AKADARI (0.0017 غ. غ$^{-1}$.شهر $^{-1}$). ويبين الجدول (10) أعلى معدلات انخفاض في هذه الصفة لدى الطراز SC#36 (91.25%)، تلاه KHARABO-233(88.63%). وكانت أدنى نسبة انخفاض معنوية في معدل النمو النسبي في مرحلة الإمتلاء الحبي لدى نباتات الطراز KHARABO-237 (4.7%)، يليها LOCAL-26 (6.82%) على الترتيب. جدول (10).

جدول(10) تأثير الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الامتلاء الحبي في المؤشرات الفيزيولوجية والإنتاجية لطرز الذرة البيضاء.

الطراز الوراثي	صافي التمثيل الضوئي(غ/سم^2/شهر)			معدل النمو النسبي(غ/غ/شهر)			الإنتاج العلفي(طن/هـ)			الغلة الحبية(طن/هـ)		
	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)
KHARABO-230	7.629 bc	7.159	6.16f	0.0051d-e	0.0016 d-f	68.62c	62.86 ab	32.86 f	47.73a	4.89 a-c	4.86 a	0.61 o
ICSR-38	7.605 bc	7.526	1.04k	0.009b-e	0.0058 a-d	35.56i	32.86 gh	28.57 g	13.06 i	4.77 bc	3.93 bc	17.61 h
KHARABO-245	7.572 b-d	6.526	13.81b	0.0043d-f	0.0037 b-e	13.95n	27.14 g-i	15.72 m	42.10 b	4.09 cd	4.07 bc	0.49 o
KHARABO-232	7.674 bc	7.289	5.02g	0.031ab	0.019 f	38.71g	55.00 bc	51.43 c	6.49 l	3.11 de	2.44 e	21.54 g
KHARABO-233	7.391 b-e	7.276	1.56k	0.022a-c	0.0025 b-e	88.63b	43.57 de	40.00 d	8.19 k	5.48 ab	5.08 a	7.30 n
KHARABO-234	7.564 b-d	7.032	7.03e	0.025a-c	0.019 ab	24k	70.72 a	58.57 a	17.18 g	4.28 b-d	3.90 bc	8.88 m
KHARABO-237	7.195 b-f	6.900	4.10h	0.027ab	0.026 a	4.7p	41.43 ef	37.14 e	10.35 j	5.21 a-c	3.75 c	28.02 c
KHARABO-238	7.682 bc	6.949	9.54d	0.021a-c	0.015 ab	28.57j	51.43 cd	51.43 c	0.00 n	2.16 e	1.67 f	22.69 f
12779AKADARI	7.173 c-f	6.457	9.98d	0.0039d-f	0.0017 fg	56.41d	42.86 e	37.14 e	13.34 i	5.14 a-c	4.25 b	17.32 h
IZRAA-7	7.763 b	7.565	2.55j	0.0090b-e	0.0010b-g	88.88b	32.86 gh	21.43 j	34.79 c	6.20 a	3.09 d	50.16 a
IZRAA-3	6.843 ef	6.414	6.27f	0.004d-g	0.0025b-e	37.5h	25.71 hi	18.57 k	27.76 d	2.62 e	1.97 ef	24.81 e
SC#36	6.615 f	6.457	2.39j	0.024a-c	0.0021b-e	91.25a	34.29 fg	25.72 i	25.01 e	3.17 de	2.11 ef	33.44 b
IS-24278	7.493b-d	6.572	12.29c	0.011c-e	0.0089b-g	20.91l	31.43 gh	27.14 h	13.64 hi	2.61 e	2.24 e	14.18 j
SC#246	7.017 d-f	6.783	3.33i	0.012c-e	0.0099b-f	17.5m	21.43 i	17.14 l	20.00f	2.53 e	2.22 e	12.25 k
LOCAL-26	8.508 a	6.894	18.97a	0.0044d-f	0.0041b-e	6.82o	62.86 ab	54.29 b	13.64hi	4.27 b-d	3.82 bc	10.54 l
GIZA-123	7.446 b-d	7.175	3.64hi	0.033a	0.015ab	54.55e	60.00 b	51.43 c	14.28 h	4.73 bc	3.96 bc	16.28 i
D.W.M	7.225 b-e	6.313	12.62c	0.017b-d	0.0099a-e	41.76f	28.57 g-i	27.14 h	4.99 m	4.89 a-c	3.599 c	26.40 d
المتوسط العام	7.44	6.90	7.08	0.015	0.009	42.254	42.65	35.04	18.39	4.13	3.35	18.38
$L.S.D._{0.05}$	0.5874	NS	0.6535	1.549	0.027	0.6535	7.912	1.0130	0.6535	1.334	0.4720	0.6535
قيمة F(المحسوبة)	4.29^{**}	1.13	496.59^{**}	11.47^{**}	3.02^{**}	15674.08^{**}	30.66^{**}	1603.27^{**}	3365.53^{**}	6.82^{**}	41.22^{**}	2957.49^{**}

***، ** المتوسطات التي تتبع نفس الحرف الأبجدي لا يوجد بينها فروق معنوية على مستوى 5% أو 1 % على التوالي.**

NS الفروقات غير معنوية .

2-2 تأثير الإجهاد المائي في بعض المؤشرات الإنتاجية Productivity parameters:

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

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة الغلة الحبية بين طرز الشاهد المروية. وكان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز D.W.M, 12779AKADARI, KHARABO-237, KHARABO-233, IZRAA-7 KHARABO-230،(6.20 ،5.48 ،5.21 ،5.14 ،4.89 ،4.89 طن.هـ$^{-1}$) على الترتيب. وكان متوسط الغلة الحبية الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز KHARABO-238، SC#246، IS-24278 (2.16 ،2.53 ،2.61 طن.هـ$^{-1}$)على الترتيب. جدول (10).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة الغلة الحبية بين الطرز الوراثية المجهدة مائياً خلال مرحلة الإمتلاء الحبي، وكان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز KHARABO-233،KHARABO-230(5.08 ،4.86 طن.هـ$^{-1}$). وكان متوسط الغلة الحبية الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز KHARABO-238 (1.67 طن.هـ$^{-1}$) على الترتيب.

تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (10)، وجود فروقات معنوية في نسبة الانخفاض في الغلة الحبية بين الطرز الوراثية المدروسة خلال مرحلة الإمتلاء الحبي حيث كانت أدنى نسبة انخفاض معنوياً في صفة الغلة الحبية لدى الطراز KHARABO-245، KHARABO-230(0.49 ،0.61%)، تلاه الطرز KHARABO-233 ،KHARABO-234،LOCAL-26 (7.30 ،8.88 ،10.54%) على الترتيب، وأعلى نسبة انخفاض معنوياً في صفة الغلة الحبية لدى الطراز IZRAA-7 (50.16%)، تلاه الطراز SC#36 (33.44%). ومن استعراض نتائج التحليل الاحصائي جدول (15) يمكننا أن نصنف بقية الطرز مثل: KHARABO-237، KHARABO-238 ، KHARABO-232،12779AKADARI،IS-24278، SC#246، GIZA-123 كمتوسط الانتاجية الحبية بحوالي (28.02 ،22.69 ،21.54 ،17.32 ،14.18 ،12.25 ،16.28%)على الترتيب. يشير تباين الطرز المدروسة في إنتاجيتها تحت ظروف الإجهاد المتزامن مع مرحلة الإمتلاء الحبي إلى أهمية توافر الماء بالإضافة إلى استجابة النبات لظروف العجز المائي خلال هذه المرحلة الهامة في تحديد الغلة الحبية النهائية. ويتناسب مقدار الإنخفاض في الغلة الحبية طرداً مع تراجع محتوى التربة المائي، ويعتمد الأخير بدوره على توافر مياه الري، والعوامل البيئية السائدة خلال موسم النمو، وكفاءة الطرز الوراثية المزروعة في استخدام المياه، وطبيعة التربة المزروعة. (Zaman *et al*.,2003) . وإن زيادة المساحة الورقية وشدة التنافس بين المجموع الهوائي والأرضي تقلل من كمية المادة الجافة المتاحة لتشكل وتطور الزهيرات في العثكول، فتزداد نسبة الزهيرات العقيمة Sterile Flowers، ويقل عدد الحبوب المتشكلة في العثكول. فضلاً عن ذلك تؤدي زيادة المساحة الورقية خاصة خلال فترة الإزهار وامتلاء الحبوب إلى حجب الطاقة الضوئية عن الأوراق السفلية، مما يؤثر سلباً في كفاءتها التمثيلية، وتصنيع المادة الجافة. وبالتالي ليس من الضروري أن يكون اعطاء الغلة الحبية العالية مرتبط بتطورالمساحة الورقية، وهذا يطابق مع (Karamanosand Papatheohari, 1999.).

2-2-2 الإنتاج العلفي (طن.هـ$^{-1}$) Fodder Yield:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة الإنتاج العلفي بين الطرز الوراثية المدروسة المروية. وكان متوسط الإنتاج العلفي الأعلى معنوياً لدى لطرز KHARABO-234 ، KHARABO-230،LOCAL-26 (70.72، 62.86 ،62.86 طن.هـ$^{-1}$). وكان متوسط الإنتاج العلفي الأدنى معنوياً لشاهد الإمتلاء الحبي المروي للطراز SC#246 (21.43 طن.هـ$^{-1}$)، جدول (10).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة الإنتاج العلفي بين الطرز الوراثية المدروسة المجهدة. وكان متوسط الإنتاج العلفي الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز KHARABO-234 (58.57 طن.هـ$^{-1}$). و كان متوسط الإنتاج العلفي الأدنى معنوياً خلال مرحلة الإمتلاء الحبي لدى نباتات الطراز KHARABO-245 (15.72 طن.هـ$^{-1}$). وسجلت أدنى نسبة انخفاض معنوية في صفة الإنتاج العلفي لدى الطراز KHARABO-238 (0.00%)، تلاه الطراز D.W.M(4.99%). أما أعلى نسبة انخفاض معنوية في صفة الإنتاج العلفي لدى الطراز KHARABO-230(47.73%)، تلاه الطراز KHARABO-245(42.10%). جدول (10).

3-2-2 معامل الحصاد (%) Harvest Index (HI):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة معامل الحصاد بين الطرز الوراثية المروية. وكان متوسط معامل الحصاد الأعلى معنوياً للشاهد المروي لدى نباتات الطراز IZRAA-7 (42.48%)، تلاه نباتات الطرز IZRAA-3 ،SC#246 ،KHARABO-245 (36.52 ،34.26 ،32.96%) على الترتيب. وكان متوسط معامل الحصاد الأدنى معنوياً لشاهد الإمتلاء الحبي المروي لدى نباتات الطراز KHARABO-234 (18.57%).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروقات معنوية في صفة معامل الحصاد بين الطرز الوراثية المدروسة المجهدة مائياً.

تشير نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في نسبة الانخفاض في معامل الحصاد خلال مرحلة الإمتلاء الحبي فكانت أدنى نسبة انخفاض معنوياً في صفة معامل الحصاد لدى الطراز KHARABO-245(1.12%)، تلاها الطراز KHARABO-237 (3.85%). أعلى نسبة انخفاض معنوية في صفة معامل الحصاد لدى الطراز IZRAA-7(49.22%)، تلاه IZRAA-3(41.95%). جدول (10).

تشير هذه النتائج إلى أهمية صفة معامل الحصاد في طرز الذرة البيضاء المدروسة في برامج التربية والتحسين الوراثي لتحسين إنتاجية هذا المحصول تحت الظروف البيئية المجهدة، وبخاصة في البيئة التي تتعرض للإجهاد المائي والحرارة المرتفعة خلال المراحل المتقدمة في حياة النبات Terminal stresses. وهي مناطق انتشار زراعة الذرة البيضاء في القطر، حيث تعد صفة معامل الحصاد بالإضافة إلى كفاءة استخدام الماء من الصفات المهمة المحددة لغلة محاصيل الحبوب المزروعة في تلك المناطق وهذا يتطابق مع ما ذكره (Passioura, 1983).

4-2-2 معامل الحساسية للجفاف (%) Drought stress susceptibility (DSI):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة معامل الحساسية للجفاف بين الطرز الوراثية المدروسة. وكان متوسط معامل الحساسية للجفاف الأعلى معنوياً خلال مرحلة الإمتلاء الحبي لدى نباتات الطرز IZRAA-7 ، SC#36، GIZA-123 ، KHARABO-237، SC#246، IZRAA-3 ، 12779AKADARI، IS-24278، D.W.M (2.230، 1.760، 1.710، 1.527، 1.527، 1.520، 1.497 ، 1.483،1.407%) على الترتيب، لتصنف كطرز حساسة للجفاف، وكان متوسط معامل الحساسية للجفاف الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز KHARABO-238 ، KHARABO-232 ، KHARABO-245 (0.300 ، 0.433 ،0.647%) على الترتيب، لتصنف كطرز مقاومة للجفاف. جدول (11).

5-2-2 الإنتاج النسبي (%) Relative yield (RY):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة الإنتاج االنسبي بين الطرز الوراثية المدروسة خلال مرحلة الإمتلاء الحبي، وكان متوسط معامل الإنتاج النسبي الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرازين KHARABO-245، KHARABO-230 (99.47، 97.63 %) على الترتيب، تلاه الطراز KHARABO-233 (92.50%)، وكان متوسط معامل الإنتاج النسبي الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز-IZRAA 7(48.90%)، تلاه الطراز SC#36 (64.13%). جدول (11).

جدول(11) تأثير الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الامتلاء الحبي في معامل الحساسية للجفاف(DSI)، ومعامل الإنتاج النسبي(RY)، ضمن ظروف شدة إجهاد(SI=0.2)، لطرز الذرة البيضاء.

الطراز الوراثي	معامل الحساسية للجفاف (%)	معامل الإنتاج النسبي (%)
KHARABO-230	0.877 c-e	97.63 ab
ICSR-38	0.933 c-e	81.77 fg
KHARABO-245	0.647 ef	99.47 a
KHARABO-232	0.433 f	76.93 gh
KHARABO-233	1.030 b-e	92.50 bc
KHARABO-234	1.203 b-e	90.53 cd
KHARABO-237	1.527 a-c	71.27 h
KHARABO-238	0.300 f	73.07 h
12779AKADARI	1.497 a-d	82.23 fg
IZRAA-7	2.230 a	48.90 j
IZRAA-3	1.520 a-c	72.47 h
SC#36	1.760 ab	64.13 i
IS-24278	1.483 a-d	84.20 d-f
SC#246	1.527 a-c	86.53 c-f
LOCAL-26	0.750 c-e	89.00 c-e
GIZA-123	1.710 ab	83.23 e-g
D.W.M	1.407 a-d	72.83 h
المتوسط العام	1.23	80.93
$L.S.D._{0.05}$	0.7599	6.707
قيمة F(المحسوبة)	3.83^{**}	29.69^{**}

***، ** المتوسطات التي تتبع نفس الحرف الأبجدي لا يوجد بينها فروق معنوية على مستوى 5% أو 1 % على التوالي .**

NS الفروقات غير معنوية .

3-2 تأثير الإجهاد المائي في بعض المؤشرات النوعية Qualitative parameters

1-3-2 محتوى الحبوب من البروتين الخام (%) Grain crude Protein content (GPC):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية($P\leq0.01$)، في صفة محتوى الحبوب من البروتين الخام بين الطرز الوراثية المروية خلال مرحلة الإمتلاء الحبي فقد كان متوسط محتوى الحبوب من البروتين الخام الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز المروية IS-24278، SC#246، IZRAA-3 (10.60، 10.45، 10.35 %) على الترتيب. في حين كان متوسط محتوى الحبوب من البروتين الخام الأدنى معنوياً لدى النباتات المروية للطرز KHARABO-230، GIZA-123 (9.60، 9.55%) على الترتيب. جدول (12).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة محتوى الحبوب من البروتين الخام بين الطرز الوراثية المجهدة خلال مرحلة الإمتلاء الحبي. وكان متوسط محتوى الحبوب من البروتين الخام الأعلى معنوياً في الطرز المجهدة KHARABO-245،KHARABO-234، IZRAA-3، IS-24278، SC#246، ICSR-38 (10.15،10.15،10.10، 10.10 ،10.00، 10.00 %) على الترتيب، وكان الأدنى معنوياً في نباتات الطراز المجهدة IZRAA-7 (8.0%). كانت أعلى نسبة انخفاض في محتوى الحبوب من البروتين الخام في مرحلة الإمتلاء الحبي لدى نباتات الطراز IZRAA-7 (21.57%)، تلاه نباتات الطراز D.W.M (6.60%)، وكانت أدنى نسبة انخفاض معنوياً لدى نباتات الطرازين KHARABO-234، KHARABO-245، KHARABO-230، GIZA-123 (0.00، 0.00، 0.50، 0.52%) على الترتيب.

ويُلاحظ من النتائج ارتفاع متوسط محتوى حبوب الطرز المدروسة من البروتين (%) مما يؤكد على عدم حساسية معامل حصاد الآزوت لظروف الإجهاد المائي والحرارة المرتفعة التي تتعرض لها نباتات الذرة البيضاء خلال فترة امتلاء الحبوب ضمن ظروف التجربة.

2-3-2 محتوى العلف من البروتين الخام (%) Crude Protein content (CP):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية($P\leq0.01$)، في صفة محتوى النبات من البروتين الخام بين الطرز الوراثية المروية. وكان متوسط محتوى النبات من البروتين الخام الأعلى معنوياً خلال مرحلة الإمتلاء الحبي في نباتات الطراز IZRAA-7 (20.80%)، والأدنى معنوياً في ذات المرحلة للطراز GIZA-123 (12.17%).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة محتوى النبات من الألياف الخام بين الطرز الوراثية المجهدة مائياً. وكان متوسط محتوى النبات من البروتين الخام الأعلى معنوياً خلال مرحلة الإمتلاء الحبي في الطراز المحلي المجهد مائياً IZRAA-7 (18.87%)، وكان الأدنى معنوياً في الطراز LOCAL-26 المجهد مائياً (6.30%).

كانت أدنى نسبة انخفاض معنوياً في محتوى النبات من البروتين الخام لدى نباتات الطرز KHARABO-237،IZRAA-3 (0.22 ،0.65%) على الترتيب، تلاه نباتات الطراز KHARABO-234 (2.10%)، وأعلى نسبة انخفاض معنوياً لدى نباتات الطراز LOCAL-26 (55.85%)، تلاه نباتات الطراز SC#246 (48.07%)، كما يبين الجدول (12).

3-3-2 محتوى العلف من الألياف الخام(%)Crude fibre content(CF):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية($P\leq0.01$)، في صفة محتوى النبات من الألياف الخام بين الطرز الوراثية المروية. كان متوسط محتوى النبات من الألياف الخام الأعلى معنوياً في نباتات الطراز LOCAL-26 (29.03%)، والأدنى معنوياً في الطراز KHARABO-234 (21.10%).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة محتوى النبات من البروتين الخام بين الطرز الوراثية المجهدة مائياً. وكان متوسط محتوى النبات من الألياف الخام في مرحلة الامتلاء الحبي الأعلى معنوياً في الطراز KHARABO-237 (31.60%)، في حين كان الأدنى معنوياً في الطراز SC#246 (23.57 %). جدول (12).

كانت أدنى نسبة زيادة معنوياً لدى نباتات الطراز ICSR-38 (1.51%)، تلاه نباتات الطرز LOCAL-26 ، D.W.M،GIZA-123 (2.55، 3.04 ،3.18%)على الترتيب. وأعلى نسبة زيادة معنوياً في محتوى النبات من الألياف الخام لدى نباتات الطراز 12779AKADARI(33.88%)، تلاه نباتات الطرازين KHARABO-234 ، KHARABO-237(20.71 ، 20.61%) على الترتيب.

جدول(12) تأثير الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الامتلاء في المؤشرات النوعية لطرز الذرة البيضاء.

الطراز الوراثي	معامل الحصاد(%)			محتوى الحبوب من البروتين الخام(%)			محتوى النبات من البروتين الخام(%)			محتوى النبات من الألياف الخام(%)		
	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الانخفاض (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الزيادة (%)
KHARABO-230	27.54 d-f	23.90	13.22k	9.95 d-f	9.90 a-c	0.50g	19.27 b	15.87 e	17.64g	22.20 l	25.10 k	13.06e
ICSR-38	27.22 d-g	22.17	18.55i	10.15 c-e	10.00 ab	1.48ef	16.00 g	12.73 h	20.44f	26.50 f	26.90 h	1.51k
KHARABO-245	32.96 bc	32.59	1.12p	10.15 c-e	10.15 a	0.00g	18.33 c	16.63 c	9.27i	25.37 h	29.00 e	14.31d
KHARABO-232	27.54 d-f	25.26	8.28m	9.75 fg	9.30 bc	4.62c	13.87 j	12.97 h	6.49k	23.47 k	25.73 i	9.63g
KHARABO-233	23.11 f-h	19.65	14.97j	9.60 g	9.30 bc	3.12d	16.93 f	15.30 f	9.63i	26.87 e	30.17 b	12.28f
KHARABO-234	18.57 h	11.06	40.04c	10.15 c-e	10.15 a	0.00g	14.30 i	14.00 g	2.10l	21.10 o	25.47 j	20.71b
KHARABO-237	29.64 c-e	28.50	3.85o	9.95 d-f	9.50 a-c	4.52c	18.27 c	18.23 b	0.22m	26.20 g	31.60 a	20.61b
KHARABO-238	23.27 f-g	18.63	19.94h	10 d-f	9.8 a-c	2.00ef	17.77 d	14.10 g	20.65f	28.13 b	29.60 c	5.23i
12779AKADARI	34.34 bc	21.55	37.25d	10.50 ab	9.00 a-c	4.76c	13.30 k	11.40 i	14.29h	18.00 p	24.10 l	33.88a
IZRAA-7	42.48 a	21.57	49.22a	10.20 b-d	8.0 d	21.57a	20.80 a	18.87 a	9.28i	27.93 c	30.33 b	8.59h
IZRAA-3	36.52 b	21.20	41.95b	10.35 a-c	10.10 a	2.42e	15.50 h	15.40 f	0.65m	21.80 m	23.77 m	9.03gh
SC#36	30.71 cd	20.28	33.96f	10 d-f	9.80 a-c	2.00ef	17.43 e	16.17 d	7.23j	24.70 j	29.37 d	18.91c
IS-24278	23.65 f-h	21.61	8.63m	10.60 a	10.10 a	4.72c	19.03 b	11.17 i	41.30c	25.03 i	27.20 g	8.67h
SC#246	34.26 bc	30.35	11.41l	10.45 a-c	10.00ab	4.31c	17.33 e	9.00 k	48.07b	21.50 n	23.57 n	9.63g
LOCAL-26	22.34 gh	15.58	30.26g	9.85 e-g	9.5 a-c	3.55d	14.27 i	6.30 l	55.85a	29.03 a	29.77 c	2.55j
GIZA-123	24.54 e-g	15.85	35.41e	9.55 g	9.50 a-c	0.52g	12.17 l	8.90 k	26.87d	27.63 d	28.47 f	3.04j
D.W.M	30.22 cd	28.22	6.62n	9.85 e-g	9.20 c	6.60b	13.30 k	10.23 j	23.08e	26.10 g	26.93 h	3.18j
المتوسط العام	28.76	22.23	22.04	10.06	9.61	3.92	16.35	13.37	18.42	24.80	27.48	11.46
$L.S.D._{0.05}$	5.172	NS	0.6535	0.319	0.5139	0.6535	0.2980	0.2604	0.6535	0.1801	0.1927	0.6535
قيمة F(المحسوبة)	8.52^{**}	-	4507.12^{**}	7.39^{**}	4.29^{**}	475.27^{**}	579.89^{**}	1495.96^{**}	5280.78^{**}	2341.08^{**}	1436.61^{**}	1364.96^{**}

***، ** المتوسطات التي تتبع نفس الحرف الأبجدي لا يوجد بينها فروق معنوية على مستوى 5% أو 1 % على التوالي**

NS. الفروقات غير معنوية.

4-3-2 محتوى العلف من بعض العناصر المعدنية (K^+,Na^+,Ca^{++}):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.01$)، في صفة محتوى النبات من البوتاسيوم بين الطرز الوراثية المروية خلال مرحلة الامتلاء الحبي. كان متوسط محتوى النبات من البوتاسيوم الأعلى معنوياً في الطراز KHARABO-245 (2.00%)، يليها نباتات الطراز ICSR-38 (1.60%) وبفرق معنوي والأدنى معنوياً في الطراز KHARABO-232 (0.75%)، يليها نباتات الطرز KHARABO-230، LOCAL-26 (0.80، 0.81%)على الترتيب.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة محتوى النبات من البوتاسيوم بين الطرز الوراثية المجهدة. وكان متوسط محتوى النبات من البوتاسيوم الأعلى معنوياً في الطرز ICSR-38 ، KHARABO-238،KHARABO-245 (2.61 ، 2.61 ، 2.59%) على الترتيب، في حين كان الأدنى معنوياً في الطراز GIZA-123 ، KHARABO-230 (0.90، 0.90 %) على الترتيب، يليها نباتات الطراز LOCAL-26 (1.00)، جدول(13). كانت أدنى معدل زيادة معنوي في محتوى النبات من البوتاسيوم لدى نباتات الطراز GIZA-123 (1.12%)، تلاه IZRAA-7، SC#246 (7.1، 7.27%) على الترتيب، وأعلى نسبة زيادة معنوية في محتوى النبات من البوتاسيوم لدى نباتات الطراز KHARABO-232 (90%)، تلاه D.W.M (84.17 %)، جدول (13).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة محتوى النبات من الصوديوم بين الطرز الوراثية المروية والمجهدة مائياً خلال مرحلة الامتلاء الحبي. وكان متوسط محتوى النبات من الصوديوم الأعلى معنوياً في نباتات الطرز KHARABO-230، 12779AKADARI(0.61، 0.67%) على الترتيب، والأدنى معنوياً في الطراز KHARABO-237 (0.11%). وكان متوسط محتوى النبات من الصوديوم الأعلى معنوياً في الطرز KHARABO-232،12779AKADARI (1.18، 1.17%) على الترتيب، في حين كان الأدنى معنوياً في الطراز المجهد مائياً KHARABO-245 (0.31%). كانت أدنى نسبة زيادة معنوياً في محتوى النبات من الصوديوم لدى الطراز KHARABO-245 (3.33%)، تلاه الطراز KHARABO-230 (31.15%)، وأعلى نسبة زيادة معنوياً في محتوى النبات من الصوديوم لدى الطراز KHARABO-232 (290%)، تلاه الطراز KHARABO-237 (254.55%). جدول(13).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة محتوى النبات من الكالسيوم بين الطرز الوراثية المروية والمجهدة مائياً خلال مرحلة الامتلاء الحبي. كان متوسط محتوى النبات من الكالسيوم الأعلى معنوياً في نباتات الطرز المروية KHARABO-232، IS-24278 (2.50، 2.50%) على الترتيب، والأدنى معنوياً في الطرز المروية IZRAA-7 ، KHARABO-238، KHARABO-237 (0.90، 1.00 ، 1.00 %) على الترتيب. وكان متوسط محتوى النبات من الكالسيوم الأعلى معنوياً في الطرز المجهدة IS-24278 (4.61 %)، تلاه نباتات الطراز KHARABO-230 (3.99 %)، في حين كان الأدنى معنوياً في الطراز IZRAA-7 (1.49%).

سجلت أدنى نسبة زيادة معنوية في محتوى النبات من الكالسيوم لدى نباتات الطراز KHARABO-232 (3.6%)، تلاها نباتات الطراز D.W.M (18.01%)، وأعلى نسبة زيادة معنوية في محتوى النبات من الكالسيوم لدى نباتات الطراز KHARABO-238 (170%)، تلاها نباتات الطراز KHARABO-230 (166%). جدول (13)

وقد يعزى التأثير السلبي للإجهاد المائي على معدل النمو واستطالة النبات وذلك بسبب تراجع العناصر المعدنية المغذية الممتصة الداخلة مع تيار الماء. حيث تقل في ظروف الجفاف قدرة العناصر المعدنية على الحركة في التربة الجافة بالمقارنة مع التربة الرطبة نتيجة استبدال جزيئات الماء بين حبيبات التربة بالهواء فيصبح الطريق من منطقة انتشار الجذور الى سطح الجذور أقل مباشرة، فيقل تبعاً لذلك معدل نمو النبات، لأن معدل انتشار العناصر المعدنية من حبيبات التربة الى المجموع الجذري يعد بمثابة الخطوة الرئيسة المحددة لامتصاص العناصر المعدنية المغذية أو التأثير غير المباشر لمحتوى التربة المائي في امتصاص العناصر المعدنية المغذية الذي يمكن أن يساوي في الأهمية تأثيرات الاجهاد المائي في نمو النبات. وهذا يطابق مع ما ذكره الباحث (Nye and Trinker, 1977; Chapin, 1991).

جدول(13) تأثير الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الامتلاء الحبي في محتوى النبات من العناصر المعدنية لطرز الذرة البيضاء

الطراز الوراثي	البوتاسيوم(%)			الصوديوم(%)			الكالسيوم(%)		
	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الزيادة (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الزيادة (%)	الظروف المناسبة (الشاهد)	الظروف المجهدة (المعاملة)	نسبة الزيادة (%)
KHARABO-230	0.80i	0.90 m	12.50 l	0.61 a	0.80 d	31.15o	1.50 f	3.99 b	166b
ICSR-38	1.60 b	2.61 a	63.13 c	0.31 d-f	0.70 i	125.81h	1.20 h	1.60 k	33.33l
KHARABO-245	2.00 a	2.59 a	29.5 h	0.30 f	0.31i	3.33p	2.20 c	2.99 e	35.91k
KHARABO-232	0.75 j	1.20 j	90 a	0.30 f	1.17a	290a	2.50 a	2.59 g	3.6p
KHARABO-233	1.60 b	2.08 c	30 h	0.30 f	1.00 c	233.3c	1.10 i	2.60 g	136.36 d
KHARABO-234	1.49 c	1.99 d	33.56 g	0.40 bc	1.10 b	175f	1.31 g	2.70 f	106.11e
KHARABO-237	1.38 d	1.69 f	22.46 j	0.11 g	0.39 h	254.55 b	1.00 j	1.70 j	70g
KHARABO-238	1.61 b	2.61 a	62.11 d	0.41 b	0.81 d	97.56j	1.00 j	2.70 f	170a
12779AKADARI	1.01 g	1.11 k	9.9m	0.67a	1.18a	76.12l	2.30 b	3.50 c	52.17i
IZRAA-7	1.41 d	1.51 h	7.1n	0.37c	0.81d	118.92i	0.90 k	1.49 l	65.56h
IZRAA-3	1.39 d	1.60 g	15.11k	0.38 c	0.69 e	81.58k	1.90 d	2.31 h	21.58n
SC#36	1.00 g	1.40 i	40e	0.32 d-f	0.81 d	153.13g	1.2 h	2.99 e	149.17c
IS-24278	1.39 d	1.89 e	35.97 f	0.32 d-f	0.50 g	56.25m	2.5 a	4.61 a	84.4f
SC#246	1.10 f	1.18 j	7.27n	0.41 b	0.50 g	219.5e	2.30b	3.00 e	30.43m
LOCAL-26	0.81 i	1.00 l	23.46i	0.31 ef	1.00 c	222.58d	1.31 g	2.70 f	106.11e
GIZA-123	0.89 h	0.90 m	1.12o	0.33 de	0.50 g	51.52n	2.30 b	3.30 d	43.48j
D.W.M	1.20 e	2.21 b	84.17b	0.33 d	0.60 f	81.82k	1.61 e	1.90 i	18.01o
المتوسط العام	1.26	1.67	33.37	0.36	0.76	133.65	1.65	2.75	76.01
$L.S.D._{0.05}$	0.03277	0.02821	0.6535	0.02649	0.02390	0.6535	0.011290	0.01897	0.6535
قيمة F(المحسوبة)	962.25^{**}	3727.06^{**}	13994.37^{**}	189.88^{**}	1070.40^{**}	1.419^{**}	22254.46^{**}	15869.70^{**}	56656.23^{**}

***، ** المتوسطات التي تتبع نفس الحرف الأبجدي لا يوجد بينها فروق معنوية على مستوى 5% أو 1 % على التوالي.**

NS الفروقات غير معنوية .

علاقات الارتباط (r) بين الصفات المدروسة Simple Correlation:

يُلاحظ من خلال استعرض قيم علاقات الارتباط لمرحلتي النمو المدروستين (جدول14،15)، وجود علاقات ارتباط متباينة بين المؤشرات المدروسة، وبين الصفات النباتية الأكثر أهمية المرتبطة بالغلة الحبية والعلفية للطرز الوراثية، وذلك من أجل الاستفادة منها عبر برامج التربية والتحسين الوراثي لهذا المحصول، التي تتجه نحو رفع الغلة الحبية والعلفية لمحصول الذرة البيضاء وذلك بانتخاب وعزل الطرز الوراثية التي أبدت غلة حبية وعلفية جيدة ومقبولة في الظروف المجهدة. وهي أحد الأهداف التي تركز عليها أعمال التربية لدى الجهات المتخصصة، وهذا يتطابق مع توجهات العديد من الدراسات (Khan *et al*.,2003;2004)، مع التركيز على سلوك الصفات النوعية الهامة للذرة البيضاء المرتبطة بصفات نباتية أخرى. ولكن هذا لا يستوجب بالضرورة أن تكون الطرز التي أعطت غلة عالية هي أيضاً ذات نوعية عالية (Neylon and Kung,2003)، وتختلف القيمة العلفية حسب شدة الإجهاد ومرحلة النمو النباتي، وحينما يقل وزن الحبوب سوف ينخفض إنتاج ونوعية المادة الجافة. وكذلك تتحدد قوة الإرتباط سلباً أو إيجاباً على شدة الإجهاد المائي المحدث، والظروف البيئية السائدة خلال موسم النمو بشكل عام، والمراحل الحرجة من حياة النبات بشكل خاص.

يُلاحظ من دراستنا لجدول الارتباط وجود علاقة ارتباط موجبة وعالية المعنوية r = (0.726**,0.817**)، بين صفة ارتفاع النبات، والإنتاج العلفي خلال مرحلتي الإزهار والإمتلاء الحبي على الترتيب، مما يشير إلى أن الأصناف العلفية من الذرة البيضاء هي من الأصناف طويلة الساق، ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة وعالية المعنوية r = (0.733**,0.690**)، بين صفة المساحة الورقية والإنتاج العلفي خلال مرحلتي الإزهار والإمتلاء الحبي وهذا يعود لأهمية زيادة المسطح الورقي الأخضر الفعال في التمثيل الضوئي من جهة، وفي زيادة الكتلة الحية من جهة أخرى، يُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة وغير معنوية (r=0.364) بين صفة سماكة الساق والإنتاج العلفي خلال مرحلتي الإزهار ومعنوية في الإمتلاء الحبي(r=0.483*). وهذا ينسجم مع دراسة الباحث Hussain(1995) الذي وجد ارتباطاً إيجابياً ومعنوياً للإنتاج العلفي مع ارتفاع النبات، مكونات الغلة الحبية، عدد الأوراق والمساحة الورقية، مما يشير إلى أهمية الصفات المورفولوجية في انتخاب الطرز العلفية. ووجدنا في دراستنا أنه يرتبط الإنتاج العلفي أيضاً معنوياً مع المساحة الورقية، سماكة الساق، ارتفاع النبات، والمادة الجافة الأكبر وهذا يتفق مع نتائج دراسة (cruz *et al*.,1995).

أعطت الأصناف العلفية مادة جافة Dry matter أقل بالمقارنة مع الأصناف الحبية التي تعكس حجم النبات الكبير ونسبة وزن الأوراق إلى الساق وما يؤكد ذلك ملاحظة الارتباط السلبي والمعنوي ما بين معامل الحصاد والإنتاج العلفي في الإزهار (r=- 0.591*) والسلبي والمعنوي جداً في الإمتلاء الحبي (r=- 0.680**).

عموماً، توسع استخدام الأصناف الطويلة الساق والتي تمتلك وزن جاف أكبر كأصناف علفية وهذا مهم في تحسين نوعية العلف الأخضر للذرة البيضاء (Miron *et al*.,2005)، وهذا يتحقق من خلال زيادة نسبة المادة الجافة وتقليل محتواها من الليغنين أو الألياف الخام، ورفع نسبة البروتين الخام وذلك عن طريق الإنتخاب

والتقنيات الوراثية واختيار مرحلة الحصاد المثالية (Casler *et al*.,2000)، وتحسين شروط النمو مثل الري والكثافة النباتية (Abunyewa,2008).

ارتبطت صفة زيادة ارتفاع النبات إيجابياً مع الغلة الحبية، والإنتاج النسبي في مرحلتي الإمتلاء الحبي r = (0.185,0.162)، والإزهار r = (0.392, 0.178)، ويعد ذلك نتيجة طبيعية لزيادة دليل المساحة الورقية مع زيادة ارتفاع النبات، ومن ثمَّ حجم المسطح الورقي الأخضر الفعال في عملية التمثيل الضوئي، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة كمية الطاقة الضوئية الممتصة، والمحولة إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية (السكريات)، المصنعة بفضل عملية التمثيل الضوئي، مما يؤدي إلى زيادة معدل تصنيع وتراكم المادة الجافة، ومن ثم زيادة كمية المادة الجافة المتراكمة خلال فترة تشكل الأزهار وتطورها، مما يؤدي إلى زيادة نسبة الإخصاب والعقد، ومن ثم عدد الحبوب المتشكلة في العثكول، في النبات في وحدة المساحة من الأرض، مما يؤكد على حقيقة أنَّ المسطح الورقي الأخضر يساهم بالدرجة الأولى في تصنيع المركبات العضوية التي تؤدي إلى زيادة كمية المادة الجافة المصنعة وبالتالي زيادة الغلة الحبية النهائية الناتجة بشكل خاص، وتباينت العلاقات الإرتباطية لصفة الغلة ومكوناتها حسب شدة الإجهاد، والتطبيقات الزراعية المستخدمة وهذا يتطابق مع ما ذكره (Maman *et al*.,2004).

وجدت علاقة إرتباط موجبة ضعيفة r = (0.159, 0.102)، ما بين الغلة الحبية ومحيط الساق في الإزهار وفي الإمتلاء الحبي على الترتيب، مما يدل على دور سماكة الساق في نقل المدخرات الغذائية من المصدر إلى المصب، وترتبط زيادة سماكة الساق بزيادة غلة المحصول الحبية ضمن ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب.

كانت علاقة الإرتباط موجبة ضعيفة r = (0.228, 0.020)، ما بين الغلة الحبية، والمساحة الورقية في الإزهار (r =0.020)، وفي الإمتلاء الحبي على الترتيب، مما يؤكد أهمية المساحة الورقية وديمومة اخضرارها Stay-green في زيادة كفاءتها التمثيلية من أجل إنتاج المادة الجافة. حيث تؤدي زيادة حجم المسطح الورقي الأخضر إلى زيادة كمية الاشعة الضوئية الفعالة في عملية التمثيل الضوئي الممتصة Intercepted light energy وبالمحصلة زيادة كمية المادة الجافة المصنعة المتاحة خلال مرحلة الطلب Demand stage (مرحلة الإزهار وتشكيل الحبوب وتطورها)، وبالتالي زيادة متوسط عدد الحبوب المشكلة في وحدة المساحة ووزن الحبوب في العثكول ووزن العثكول في كل نبات. ومن ثم الغلة الحبية النهائية Grain yield، تتفق مع نتائج (Henzell *et al*.,1992). لذلك تعد الهندسة النباتية لأوراق الذرة البيضاء Canopy architecture ضرورية لغلة حبية مثالية ضمن الشروط المتاحة، ويمكن أن يتحقق ذلك من خلال ضبط الكثافة النباتية.

تتحدد طاقة المحصول الإنتاجية بكفاءة النبات التمثيلية، ومن ثم معدل تصنيع المادة الجافة وتراكمها Dry matter accumulation المتاحة خلال مختلف مراحل النمو، والتي تتحدد الأخيرة بكمية الطاقة الضوئية الممتصة في عملية التمثيل الضوئي Intercepted light energy وكفاءة الصانعات الخضراء، في تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية المصنعة Radiation use efficiency،

وتتحدد كمية الطاقة الضوئية الممتصة بحجم المسطح الورقي الأخضر، حيث تتناسب كمية الطاقة الضوئية الممتصة، والمادة الجافة المصنعة طرداً مع زيادة دليل المساحة الورقية حتى حدٍ معين، وبهندسة النبات الورقية التي تفيد في تحسين توزيع الطاقة الضوئية وحصول أوراق النباتات التي بقيت خضراء خلال المراحل الحرجة، على كمية كافية من الطاقة الضوئية تضمن القيام بعملية التمثيل الضوئي بالشكل الكافي مما يضمن زيادة كفاءة النبات التمثيلية وإنتاج المادة الجافة.

إذاً تعد المحافظة على صفة استطالة الأوراق وتوزيعها الهندسي ضمن ظروف الزراعة المجهدة، من الصفات المهمة المرتبطة بإعطاء غلة حبية عالية تحت ظروف الإجهاد المائي.

في حين لوحظ وجود علاقة ارتباط سلبية r = (-0.254 ,-0.133)، بين الغلة، ونسبة المساحة الورقية خلال الإزهار، والإمتلاء الحبي على الترتيب. مما يشير إلى الآلية التكيفية التي يتميز بها محصول الذرة البيضاء عند مواجهة الظروف المجهدة في الحد من استطالة المسطح الورقي والتخفيف من فقدان الماء. كانت علاقة الإرتباط موجبة ما بين الغلة الحبية، والوزن النوعي للورقة خلال الإزهار (r=0.058) وفي الإمتلاء الحبي (r=0.335) وهذا يشير إلى أهمية اعتبار الوزن النوعي للورقة في تحديد سماكتها وليس امتدادها، واعتبار المؤشرات (وزن الورقة النوعي، المساحة الورقية، دليل المساحة الورقية، ثخانة الساق) كمعايير انتخاب مرتبطة بزيادة غلة محصول الذرة البيضاء الحبية في نظم الزراعة المجهدة. وتتفق مع Bangrew(1989) الذي وجد ارتباط الغلة الحبية للذرة البيضاء، إيجابياً مع محيط الساق، عدد الأوراق، ووزن الورقة النوعي.

ارتبطت الغلة الحبية بشكل سلبي وضعيف مع معامل الحصاد في الإزهار (r=-0.066)، وفي الإمتلاء الحبي (r=-0.058) ومع معامل الحساسية للجفاف في الإزهار (r=-0.352) وفي الإمتلاء الحبي (r=-0.076)، وما قد يفسر ذلك هو تباين الطرز المدروسة تحت ظروف الإجهاد المائي إلى طرز علفية أو ثنائية الغرض حيث اتجهت العلاقة الإرتباطية لمعامل الحصاد نحو الإنتاج العلفي، بدلالة إحصائية قوية سلبية، بالمقارنة مع العلاقة بالغلة الحبية، التي ارتبطت بصورة موجبة عالية المعنوية، مع الإنتاج النسبي للطرز تحت الظروف المجهدة، جدول (14، 15). أما علاقة الارتباط السلبية أو الإيجابية ما بين الغلة الحبية، ومعامل الحساسية للجفاف، يعتمد على شدة الإجهاد المطبق وهذا ينسجم مع ما ذكره الباحث (Talebir *et al*.,2009).

تشير علاقة الارتباط الموجبة بين صفة محتوى الماء النسبي، وكل من الغلة الحبية في r = (0.277, 0.235)، والإنتاج العلفي r = (0.183, 0.276)، في مرحلتي الإزهار والإمتلاء الحبي على الترتيب. إلى أهمية المحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية مع استمرار الانفتاح الجزئي للمسامات للمحافظة على كفاءة النبات التمثيلية، لأن الماء هو المعطي الأولي للإلكترونات ضمن سلسلة نقل الإلكترونات خلال تفاعلات الضوء Light reactions، لذلك يرتبط معدل تصنيع المركبات الغنية بالطاقة (ATP,NADPH) ومن ثم معدل تثبيت الكربون Co_2-fixation rate وتصنيع المركبات العضوية (السكريات) بكمية الماء المتاحة في التربة، والممتصة من قبل النبات، وتساعد أيضاً المحافظة على محتوى مائي نسبي داخل خلايا الأوراق في استمرار استطالة خلايا الأوراق ونموها، حيث يعد جهد الإمتلاء بمثابة القوة الفيزيائية التي تدفع جدر الخلايا النباتية على الاستطالة.

يُلاحظ وجود علاقة ارتباط سلبية بين ارتفاع النبات ومحتوى المائي النسبي في مرحلتي الإزهار والإمتلاء الحبي r = (-0.092, -0.078)، على الترتيب، ويعزى ذلك إلى أنَّ زيادة ارتفاع النبات تؤدي إلى زيادة النمو الخضري، وزيادة مساحة الأجزاء الهوائية المعرضة بشكل مباشر لأشعة الشمس، فتزداد تبعاً لذلك كمية الطاقة الضوئية الممتصة وسطوح التبادل الحراري مع الوسط المحيط مما يؤدي إلى زيادة حدة فرق التدرج في ضغط بخار الماء بين الأوراق والوسط المحيط، الذي يعد بمثابة القوة المحركة لتدفق الماء من الأوراق إلى الوسط المحيط وزيادة معدل فقد الماء بالتبخر – نتح، ثم تراجع محتوى خلايا الأوراق المائي.

تعزى علاقة الارتباط الموجبة ما بين صفة محتوى الماء النسبي، ودليل المساحة الورقية (LAI) في مرحلتي الإزهار (r=0.157) والإمتلاء الحبي (r=0.052) إلى أنَّ زيادة ارتفاع النبات تؤدي إلى زيادة عدد الأوراق المتشكلة على طوله، ويؤدي بالمقابل ازدياد طول المسافات العقدية Internodes إلى تحسين توزيع الطاقة الضوئية إلى جميع الأوراق، وبخاصة السفلية منها، تكفي لإقلاع عملية التمثيل الضوئي، ومن ثم زيادة كفاءة استخدام الماء في جميع الأوراق مما يؤدي إلى ازدياد معدل تثبيت الكربون Co_2- fixation rate، وتصنيع كميات أكبر من المادة الجافة اللازمة لنمو أجزاء النبات المختلفة، مما يؤدي إلى ازدياد معدل نمو الأوراق ومساحتها، ومن ثمَّ دليل المساحة الورقية.

تعزى علاقة الارتباط السالبة بين صفة محتوى الماء النسبي، ونسبة المساحة الورقية، وصافي التمثيل الضوئي، خلال مرحلة الإمتلاء الحبي r = (-0.483*, -0.019)، على الترتيب. إلى أن ازدياد مساحة المسطح الورقي المعرض بشكل مباشر لأشعة الشمس يؤدي إلى زيادة فرق التدرج في ضغط بخار الماء بين الأوراق، والوسط المحيط، ولأن كمية المياه المتاحة غير كافية خلال مرحلة الإمتلاء لتأمين التوازن المائي النباتي Plant water balance فيلجأ النبات إلى انغلاق المسامات Stomatal clousure كوسيلة دفاعية للتكيف مع شروط الجفاف، للتقليل من فقد الماء بالتبخر– نتح، أو اللجوء إلى تفعيل آلية التعديل الحلولي للحفاظ على جهد الامتلاء أو تشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب للحصول على أكبر قدر ممكن من الماء المتاح مما يؤدي إلى استهلاك كميات كبيرة من المادة الجافة المصنعة على حساب كمية المادة الجافة المخصصة للأجزاء الهوائية، ومرحلة النمو الثمري، وهذا بدوره يؤثر سلباً في كفاءة النبات التمثيلية، وفي كمية المادة الجافة المتاحة خلال المراحل الحرجة من حياة النبات (الإزهار وامتلاء الحبوب)، مما يؤدي إلى تراجع عدد الحبوب المتشكلة، ووزن الحبوب في النبات، وفي النهاية يؤثر سلباً في الغلة الحبية النهائية نتيجة الحد أيضاً من انتشار غاز الفحم اللازم لعملية التمثيل الضوئي، وتعطيل التأثير المبرد للنتح، وما ينتج عنه من احتراق للأوراق، وتراجع في مساحة المسطح التمثيلي. وهذا يتطابق مع Bangrew(1989) الذي لاحظ علاقات ارتباط للمادة الجافة، في الذرة البيضاء إيجابية مع محيط الساق، عدد الأوراق، ووزن الورقة النوعي، واقترح بذلك أن يتم الانتخاب للمادة الجافة بالاعتماد على ارتفاع النبات، وعدد الأوراق العريضة، وبالتالي المساحة الورقية الأكبر. ويعزى ذلك إلى ارتباط تراكم المادة الجافة في الخلايا مع سير العمليات الحيوية والتشريحية الطبيعية للخلايا النباتية .

يُلاحظ وجود علاقة ارتباط سلبية ($r = -0.57^{*}$) بين معدل تراكم البرولين، ودليل المساحة الورقية في مرحلة الإزهار. ويعزى ذلك إلى استهلاك كمية أكبر من نواتج التمثيل الضوئي لتصنيع البرولين، بالإضافة إلى إمكانية الاستفادة من السكريات المصنعة بشكلٍ مباشر في آلية التعديل الحلولي، مما يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة المسخرة لنمو الأجزاء الهوائية. يؤدي زيادة معدل تصنيع البرولين إلى قلَّة كمية المادة الجافة المتاحة خلال مرحلة النمو الثمري مما يؤثر سلباً في عدد الحبوب المتشكلة والغلة الحبية النهائية. ويؤكد هذا الاستنتاج علاقة الارتباط السلبية بين معدل تصنيع وتراكم البرولين مع الغلة الحبية المعنوية خلال مرحلة الإمتلاء الحبي ($r = -0.43^{*}$) والسلبية المعنوية خلال مرحلة الإزهار ($r = -0.43^{*}$)، وعلاقة الارتباط السلبية بين معدل تصنيع وتراكم البرولين، والإنتاج النسبي خلال مرحلتي الإزهار والإمتلاء الحبي r = (-0.285, -0.365)، على الترتيب. بالمقابل لوحظ وجود علاقة الارتباط موجبة بين معدل تراكم البرولين، وصفة معامل الحصاد خلال مرحلتي الإزهار والإمتلاء الحبي، مما يدل على أن تراكم البرولين يؤثر كمياً وليس نوعياً في زيادة وزن الحبوب.

يُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً ما بين محتوى المائي النسبي، وتراكم البرولين، مما يشير إلى لجوء النبات عند العجز المائي إلى تفعيل الية التعديل الحلولي وتصنيع الحافظات الحلولية ومنها البرولين، مما يؤدي إلى استهلاك كميات كبيرة من المادة الجافة، وهذا يؤثر سلباً في معدل نمو المحصول، وغلته النهائية. ومن جهة أخرى تلعب هذه المركبات دوراً أساسياً في جذب جزيئات الماء إليها وتحسين الحالة المائية للخلايا النباتية ومنها محتوى المائي النسبي في الأوراق وهذا ما قد يفسر علاقة الإرتباط الموجبة بين هاتين الصفتين وهذا يتطابق مع ما ذكره (Blum,1996).

يُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين معدل صافي التمثيل الضوئي(NAR) ودليل المساحة الورقية، خلال مرحلتي الإمتلاء الحبي والإزهار r = (0.488^{*}, 0.543^{*})، على الترتيب. مما يشير إلى أهمية زيادة حجم المسطح الورقي الأخضر الفعَّال في عملية التمثيل الضوئي لزيادة كفاءة النبات التمثيلية، من خلال امتصاص كميةٍ أكبر من الطاقة الضوئية الفعَّالة في عملية التمثيل الضوئي، وهذا يؤدي إلى زيادة معدل تصنيع المركبات الغنية بالطاقة (NADPH، ATP)، ومن ثمَّ زيادة معدل تثبيت الكربون CO_2-fixation rate ضمن حلقة إرجاع الكربون الرباعية، فيزداد جرّاء ذلك صافي التمثيل الضوئي (NAR) الذي يعبر عن كمية المادة الجافة المتبقية بعد طرح ما يمكن أنْ يُفقد بالتنفس. وتشير تبعاً لذلك ارتفاع قيم معدل صافي التمثيل الضوئي إما إلى كفاءة النباتات في المحافظة على معدل تمثيل ضوئي عالٍ نسبياً، أو معدل تنفس منخفض نسبياً ضمن ظروف الإجهاد المائي. مما يشير إلى أهمية زيادة دليل المساحة الورقية لزيادة كفاءة النبات التمثيلية، وتقليل معدل فقد المادة الجافة بعملية التنفس لزيادة معدل صافي التمثيل الضوئي، ومن ثم كمية المادة الجافة المتاحة للنمو.

يُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة بين معدل نمو المحصول وصافي التمثيل الضوئي، ودليل المساحة الورقية خلال مرحلتي الإزهار والإمتلاء الحبي على الترتيب. ويعزى ذلك إلى توافر كمية أكبر من نواتج التمثيل الضوئي لنمو أجزاء النبات المختلفة وتطورها. كما ارتبط معدل نمو المحصول، بشكلٍ موجب مع الوزن الجاف للأوراق والوزن الجاف للنبات خلال مرحلتي الإزهار r = (0.455^{*}, 0.497)، وامتلاء الحبوب r = (0.321, 0.445)، على

الترتيب. كأحد أهم مكونات غلة محصول الذرة البيضاء الفيزيولوجية، مما أدى إلى تقليل الانخفاض في الغلة الحبية تحت ظروف عجز التربة المائي. ويؤكد هذا الاستنتاج علاقة الارتباط السلبية بين صفة معدل نمو المحصول ومعامل الحصاد.

يُلاحظ وجود علاقة ارتباط سلبية ومعنوية بين صفة ارتفاع النبات، ومعامل الحصاد في مرحلة الامتلاء الحبي ($r=-0.546^{*}$) وسلبية بدون معنوية في مرحلة الإزهار ($r=-0.313$) وهذا يتفق مع نتائج Can and Yoshilda (1999,) في الظروف المجهدة. ويؤكد ذلك وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية ما بين ارتفاع النبات، والوزن الجاف للأوراق والنبات في مرحلة الإزهار r = (0.534^{*}, 0.596)، على الترتيب، ومعنوية جداً في الامتلاء الحبي r = (0.606^{**}, 0.632^{**})، على الترتيب. حيث تؤدي زيادة ارتفاع النبات بشكلٍ كبير إلى استهلاك كمياتٍ إضافية من المادة الجافة من أجل زيادة النمو الخضري والبقاء الأخضر في ظروف الجفاف على حساب كمية المادة الجافة المُسخَّرة لمرحلة النمو الثمري، مما يؤثر سلباً في كمية نواتج التمثيل الضوئي المسخرة للأجزاء الإقتصادية، فتتراجع قيمة معامل الحصاد.

وقد يعزى التباين في ارتباطات معامل الحصاد مع بقية الصفات إلى تأثر الكتلة الحيوية للنبات نتيجة يباس وتساقط جميع الأوراق عند الحصاد، بالإضافة إلى التراجع الكبير في متوسط وزن الساق نتيجة انتقال جميع نواتج التمثيل الضوئي المخزونة من المصدر إلى المصب فتزداد نسبة الأجزاء الإقتصادية إلى الكتلة الحية. مما يدل على أنه لا تتحدد الغلة الحبية بحجم المصدر الفعَّال في التمثيل الضوئي فقط، وإنَّما أيضاً بكفاءة توزيع نواتج التمثيل الضوئي Partitioning efficiency بين أجزاء النبات المختلفة، وخاصةً مرحلة النمو الثمري Reproductive stage، بالإضافة إلى كفاءة النبات في نقل نواتج التمثيل الضوئي Translocation efficiency من المصدر إلى المصب.

يلاحظ وجود علاقة ارتباط سلبية ومعنوية ما بين دليل المساحة الورقية، مع معامل الحصاد في مرحلة الإزهار ($r =-0.740^{**}$) وسلبية غير معنوية في الإمتلاء الحبي ($r =-0.425$) حيث يؤدي زيادة دليل المساحة الورقية إلى زيادة الكتلة الحية الكلية للنبات، مما يؤثر سلباً في قيمة معامل الحصاد، ولكن يؤدي بالمقابل زيادة دليل المساحة الورقية حتى حد معين إلى زيادة الغلة الحبية، وبخاصة في حال وجود هندسة ورقية مناسبة، نتيجة ازدياد كمية الطاقة الضوئية الممتصة والمحولة إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية المصنعة.

يُلاحظ وجود علاقة ارتباط سلبية بين محتوى الحبوب من البروتين، والمساحة الورقية خلال مرحلتي الإزهار والإمتلاء الحبي r = (-0.347, -0.215)، على الترتيب. ويعزى ذلك إلى أنَّ زيادة معدل النمو الخضري تؤدي إلى زيادة حجم الجهاز التمثيلي (المسطح الأخضر والصانعات الخضراء)، الأمر الذي يستدعي زيادة كمية الأنزيمات المهمة في عملية التمثيل الضوئي، مثل الأنزيم Rubisco الذي يشكل أكثر من 40% من كمية البروتينات الذوّابة الكلية في الأوراق، مما يؤدي إلى زيادة معدل استهلاك المركبات الآزوتية في الأوراق، الذي يعد الأساس في تصنيع الأحماض الأمينية اللازمة لتشكيل الببتيدات ومن ثم البروتينات. مما يؤثر سلباً في كمية المركبات

الآزوتية (البروتين) المتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب. ويرتبط محتوى الحبوب من البروتين، عكسياً مع حجم الأجزاء الهوائية والأرضية، واستمرار فعّالية الأجزاء الهوائية التمثيلية (استدامة اخضرار الأوراق). هذا ما تؤكده وجود علاقات الارتباط السلبية ما بين محتوى الحبوب من البروتين مع الوزن الجاف للأوراق وللنبات ومع صافي التمثيل الضوئي، حيث تؤدي ظروف الجفاف عادةً، إلى زيادة معدل نمو المجموعة الجذرية وتطورها، مما يؤدي إلى استهلاك كمية كبيرة من نواتج التمثيل الضوئي على حساب الكمية المسخرة للنمو الخضري، جدول (14، 15). كما لوحظ أيضاً وجود علاقة ارتباط سلبية بين محتوى الحبوب من البروتين، والغلة الحبية في مرحلتي الإجهاد، الإزهار والإمتلاء الحبي r = (0.345- ,0.163-)، على الترتيب. ويعزى ذلك إلى زيادة المنافسة على نواتج التمثيل الضوئي عامةً، والمركبات الآزوتية خاصةً مما يحول دون حصول جميع الحبوب على كمية كافية من المدخرات الغذائية اللازمة لملء جميع الخلايا التخزينية Storage cells داخل الحبة، مما يؤثر سلباً في درجة امتلاء الحبوب. كما يلاحظ وجود علاقة ارتباط سلبية ما بين محتوى المائي النسبي، ومحتوى الحبوب من البروتين. يعزى ذلك إلى أن تراجع محتوى الأوراق المائي تحت ظروف الإجهاد المائي يؤدي إلى تسريع معدل نقل المركبات الازوتية من الأوراق إلى البذور، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة معامل حصاد البروتين .

جدول (14) يبين قيم معامل الارتباط(r)، بين صفات وخصائص الطرز المدروسة خلال مرحلة الإزهار.

V	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22
V2	0.043																					
V3	0.517*	0.649**																				
V4	0.534*	0.635**	0.985**																			
V5	0.596*	0.507*	0.907**	0.939**																		
V6	0.426	0.450	0.771**	0.748**	0.666**																	
V7	0.081	0.550*	0.588*	0.578*	0.407	0.411																
V8	0.115	0.396	0.684**	0.662**	0.628**	0.543*	0.171															
V9	0.179	0.404	0.513*	0.615**	0.653**	0.232	0.368	0.349														
V10	0.189	0.237	0.424	0.455	0.497*	0.242	0.723**	0.006	0.469													
V11	0.726**	0.364	0.733**	0.760**	0.750**	0.703**	0.203	0.496*	0.454	0.072												
V12	0.178	0.102	0.020	0.004	-0.068	0.289	-0.254	0.068	0.058	-0.408	0.335											
V13	-0.313	-0.253	-0.631**	-0.615**	-0.577*	-0.740**	-0.374	-0.564*	-0.210	-0.192	-0.591*	-0.066										
V14	-0.415	-0.125	-0.347	-0.315	-0.413	-0.385	0.142	-0.255	-0.214	-0.050	-0.554*	-0.345	0.206									
V15	-0.278	0.293	-0.078	-0.029	-0.006	-0.056	0.249	-0.331	0.382	0.328	-0.115	-0.166	-0.023	0.013								
V16	0.328	0.148	0.296	0.328	0.391	0.529*	-0.051	-0.012	0.277	-0.032	0.626**	0.530*	-0.195	-0.523*	0.149							
V17	-0.372	-0.275	-0.454	-0.462	-0.491*	-0.269	-0.327	-0.245	-0.469	-0.518*	-0.369	-0.196	0.361	0.344	-0.245	-0.224						
V18	-0.192	-0.019	-0.225	-0.221	-0.199	0.055	-0.205	-0.084	-0.380	-0.131	-0.134	-0.214	-0.095	0.007	0.277	-0.004	0.012					
V19	0.239	0.054	0.046	-0.007	0.058	-0.036	-0.317	0.303	-0.055	-0.364	0.171	0.318	-0.118	-0.166	-0.170	-0.258	-0.082	-0.150				
V20	-0.541*	-0.498*	-0.706**	-0.695**	-0.581*	-0.678**	-0.461	-0.279	-0.328	-0.404	-0.590*	-0.352	0.305	0. 363	0.135	-0.432	0.363	0.251	-0.042			
V21	0.392	0.193	0.224	0.207	0.071	0.467	0.165	-0.179	0.027	-0.036	0.437	0.720**	-0.171	-0.225	-0.074	0.613**	-0.102	-0.299	0.058	-0.697**		
V22	-0.092	0.253	0.086	0.145	0.207	0.157	-0.025	0.025	0.537*	0.072	0.276	0.235	-0.004	-0.570*	0.397	0.448	0.053	-0.107	-0.124	-0.182	0.192	
V23	-0.145	0.530*	0.343	0.277	0.188	-0.037	0.449	0.117	-0.090	0.270	-0.185	-0.581*	0.049	0.260	0.122	-0.382	0.054	0.051	-0.012	-0.102	-0.285	0.996**

*، ** **معنوية قيمة معامل الارتباط على مستوى احتمالية 5% أو 1 % على التوالي .**

V الصفة المدروسة
V1 ارتفاع النبات
V2 ثخانة الساق
V3 المساحة الورقية
V4 الوزن الجاف للأوراق
V5 الوزن الجاف للنبات
V6 دليل مساحة الأوراق
V7 نسبة المساحة الورقية
V8 صافي التمثيل الضوئي
V9الوزن النوعي للورقة
V10معدل النمو النسبي
V11 الإنتاج العلفي
V12 الغلة الحبية
V13 معامل الحصاد
V14 محتوى الحبوب من البروتين
V15 محتوى العلف من البروتين
V16 محتوى العلف من الألياف
V17 محتوى الحبوب من البوتاسيوم
V18 محتوى الحبوب من الصوديوم
V19 محتوى الحبوب من الكالسيوم
V20 معامل الحساسية للجفاف
V21 الإنتاج النسبي
V22 محتوى الماء النسبي
V23 المحتوى من البر ولين

r_{tab} **at o.o5=0.482**
0.01=0.606

جدول (15) يبين قيم معامل الارتباط(r)، بين صفات وخصائص الطرز المدروسة خلال مرحلة الإمتلاء الحبي .

V	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22
V2	0.179																					
V3	0.511*	0.844**																				
V4	0.606**	0.747**	0.878**																			
V5	0.632**	0.704**	0.895**	0.905**																		
V6	0.410	0.745**	0.830**	0.669**	0.740**																	
V7	-0.039	0.554*	0.532*	0.280	0.218	0.548*																
V8	0.215	0.545*	0.470	0.321	0.313	0.488*	0.230															
V9	0.305	0.025	0.259	0.449	0.292	-0.167	-0.112	-0.124														
V10	0.457	0.167	0.262	0.445	0.321	0.236	0.140	0.131	0.066													
V11	0.817**	0.483*	0.690**	0.758**	0.750**	0.626**	0.063	0.342	0.266	0.517*												
V12	0.162	0.159	0.228	0.167	0.303	-0.086	-0.133	0.289	0.335	-0.166	0.189											
V13	-0.546*	-0.448	-0.598*	-0.617**	-0.508*	-0.425	-0.122	-0.273	-0.509*	-0.014	-0.680**	-0.058										
V14	0.029	-0.327	-0.215	-0.112	-0.213	-0.145	0.120	-0.330	0.060	0.148	-0.043	-0.163	0.019									
V15	-0.330	-0.202	-0.365	-0.454	-0.501*	-0.310	0.096	0.176	-0.114	-0.042	-0.320	0.027	0.210	-0.150								
V16	0.091	0.415	0.434	0.217	0.387	0.392	0.475	0.255	-0.123	0.138	0.166	0.132	-0.069	-0.326	0.314							
V17	-0.509*	0.092	-0.047	-0.053	-0.090	0.085	0.189	-0.037	-0.104	0.083	-0.170	-0.058	0.158	0.260	0.296	0.267						
V18	0.317	0.130	0.227	0.158	0.169	0.251	-0.269	0.254	0.118	-0.129	0.563*	0.131	-0.561*	-0.313	-0.097	-0.217	-0.262					
V19	0.109	0.016	-0.113	-0.049	-0.078	-0.065	0.114	-0.316	-0.021	-0.172	0.063	-0.002	-0.114	0.398	-0.302	-0.327	-0.339	0.001				
V20	-0.189	-0.110	-0.169	-0.148	-0.250	-0.462	-0.039	-0.125	0.306	-0.170	-0.415	-0.076	-0.038	-0.397	0.138	0.010	-0.332	-0.233	-0.105			
V21	0.185	-0.015	0.022	0.048	0.128	-0.030	-0.081	-0.064	0.019	-0.044	0.187	0.527*	0.024	0.597*	-0.335	-0.279	0.025	-0.021	0.530*	-0.541*		
V22	-0.078	0.122	-0.006	0.196	0.319	0.052	-0.483*	-0.019	0.010	0.064	0.183	0.277	0.134	-0.067	-0.272	-0.078	0.273	0.055	0.029	-0.419	0.305	
V23	-0.342	0.116	-0.175	-0.334	-0.365	0.168	0.290	-0.013	-0.696**	-0.208	-0.238	-0.590*	0.182	-0.225	0.197	-0.002	-0.091	0.137	0.210	-0.025	-0.365	0.99**

***، ** معنوية قيمة معامل الارتباط على مستوى احتمالية 5% أو 1 % على التوالي .**

V الصفة المدروسة
V1 ارتفاع النبات
V2 ثخانة الساق
V3 المساحة الورقية
V4 الوزن الجاف للأوراق
V5 الوزن الجاف للنبات
V6 دليل مساحة الأوراق
V7 نسبة المساحة الورقية
V8 صافي التمثيل الضوئي
V9 الوزن النوعي للورقة
V10 معدل النمو النسبي
V11 الإنتاج العلفي
V12 الغلة الحبية
V13 معامل الحصاد
V14 محتوى الحبوب من البروتين
V15 محتوى العلف من البروتين
V16 محتوى العلف من الألياف
V17 محتوى الحبوب من البوتاسيوم
V18 محتوى الحبوب من الصوديوم
V19 محتوى الحبوب من الكالسيوم
V20 معامل الحساسية للجفاف
V21 الإنتاج النسبي
V22 محتوى الماء النسبي
V23 المحتوى من البر ولين

r_{tab} **at o.o5=0.482**
0.01=0.606

الاستنتاجات Conclusions

1-سبب العجز المائي تراجعاً معنوياً، في جميع الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية المدروسة وذلك بالمقارنة مع الظروف المروية، باستثناء بعض المؤشرات النوعية المتعلقة بمواصفات العلف الناتج، إذ ازدادت بصورة معنوية تحت الظروف المجهدة.

2- تباينت استجابة طرز الذرة البيضاء المدروسة بشدة عندما تعرضت لعجز مائي، تبعاً لاختلاف مرحلة النمو النباتي الأكثر احتياجاً للماء. وبالتالي صنّفت مرحلة الإزهار بأنها الأكثر حساسية لقلة مياه الري بالمقارنة مع مرحلة الامتلاء الحبي وفقاً لمؤشرات النمو المدروسة.

3- أبدت بعض طرز الذرة البيضاء نموات خضرية تحت الظروف المروية، أعلى من الظروف المجهدة، بصورة عالية الدلالة الإحصائية، وتمكنت الطرز KHRABO-232، LOCAL-26، KHRABO-238 من الحفاظ على أقل معدلات تراجع في أطوال نباتاتها، ثخانة سوقها، والمساحة الورقية، مما انعكس بشكل ايجابي على زيادة كميات المادة الجافة المتراكمة في الأوراق والنباتات. في حين تأثر الطرازان IZRAA-3، IZRAA-7 سلباً نتيجة الظروف المجهدة بتراجع معدل انقسام واستطالة خلاياهما نتيجة انخفاض ضغط الامتلاء مما أدى إلى الحصول على أوراق صغيرة، ويتمخض عن تراجع ارتفاع النبات تراجعاً في عدد الأوراق المتشكلة، فنحصل على نباتات متقزمة محدودة النمو والمسطح الورقي.

4- تعد مؤشرات دليل ونسبة المساحة الورقية (LAI،LAR)، ووزنها النوعي(SLW)، وصافي التمثيل الضوئي(NAR)، من الدلائل الفيزيولوجية الهامة تحت ظروف الجفاف، كونها ارتبطت بصورة ايجابية مع زيادة معدلات تراكم المادة الجافة في أجزاء النبات، نتيجة محافظة النبات على الحالة المائية، التي تجسدت بارتفاع نسبة المحتوى المائي للخلايا، مما مكن النبات من متابعة عمليات الاستقلاب، والتمثيل الضوئي بكفاءة عالية، وبالتالي تراكم المادة الجافة في الأجزاء الهوائية ثم انتقالها إلى الحبوب.

5- تتحدد غلة محصول الذرة البيضاء الحبية والعلفية بشكل رئيس بكمية الماء المتاحة خلال المراحل الحرجة من النمو(الإزهار و الإمتلاء الحبي)، وبكفاءة الطراز الوراثي في المحافظة على استطالة أوراقه، ومعدل انقسام خلاياه، نتيجة تمتعه بضغط امتلاء مناسب، لضمان عمليات إنتاج وتوزع المادة الجافة بين الأعضاء النباتية، ثم الأجزاء الاقتصادية، وبالتالي الحصول على غلة حبية أكبر تحت الظروف المجهدة،

وهذا ما تؤكده النتائج التي توصلنا إليها من خلال دراسة علاقات الإرتباط بين مجمل الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية، والحالة المائية للخلايا، بالمقارنة مع الغلة الحبية والعلفية.

6- تأثرت الصفات النوعية للعلف زيادةً ونقصاناً بصورة معنوية بظروف العجز المائي، فقد تراجع محتوى الحبوب والأوراق من البروتين الخام، نتيجة زيادة نشاط إنزيمي DNAse و RNAse مما قلل المحتوى من البروتين النباتي، وبالتالي تراكم الأحماض الأمينية الحرة. مع الإشارة، إلى تباين قدرة الطراز على الحيلولة دون تخريب البروتينات الموجودة مسبقاً، واستمرار استخدام الأحماض الأمينية، في تصنيع بروتينات جديدة تحت ظروف الإجهاد، مثل: KHRABO-232، KHRABO-238، KHRABO-245 بالإضافة إلى امتلاكها معدلات تراكم أقل نسبياً من الألياف الخام وهذا ما يرفع من القيمة الغذائية للعلف الناتج.

7- سببت الظروف المجهدة مائياً، زيادة في معدلات امتصاص وتراكم الشوارد المعدنية في أوراق النبات، بالمقارنة مع الظروف المروية، وبالتالي ارتبطت زيادة معدلات تراكم البوتاسيوم بدرجة أكبر مع الزيادة في معدلات تراكم الحمض الأميني برولين تلاه عنصر الصوديوم في خلايا الأوراق، وبالتالي زيادة معدلات امتصاص الشوارد المعدنية، لمساعدة الخلية على الاحتفاظ بميزانها المائي، وتفعيل خاصية التعديل الحلولي، وامتصاص الماء الضروري لسير العمليات الإستقلابية الخلوية، خلال المراحل الأكثر حساسية لقلة الماء (الإزهار).

8-يمكن توظيف التباين بين الطرز المدروسة من الذرة البيضاء، من حيث محتواها المائي النسبي، في تقييم تحمل طراز ما للإجهاد المائي، بغية اعتمادها كتراكيب وراثية جديدة. وقد تعزى زيادة قدرة الأصناف على تحمل الإجهاد المائي، لامتلاكها مجموع جذري كبير، أو إلى تفعيل آلية التعديل الحلولي، بزيادة معدلات تصنيع الحمض الأميني برولين. وكل هذا يسمح بامتصاص كمية أكبر من الماء والمحافظة على جهد الإمتلاء.

9- اختلف معدل تصنيع الحمض الأميني برولين، باختلاف الطراز الوراثي، ولوحظ أن محتواه كان معنوياً أكبر في النباتات المجهدة مائياً، بالمقارنة مع النباتات المروية، وبالتالي فإن مقدار محتوى طراز ما من الحمض الأميني برولين، يمكن أن تعتبر كإحدى الآليات التي يمكن أن تساهم في تخفيف الضرر الناتج عن زراعة طرز الذرة تحت ظروف ندرة المياه.

10- تتحدد قدرة الطراز الوراثي على مواجهة ظروف ندرة المياه، بدرجة كفاءته في المحافظة على المسطح الورقي (LA) الفعال في عملية التمثيل الضوئي، بالإضافة إلى محتوى الأوراق من المادة الجافة (LDW)، وهي من المؤشرات المورفولوجية التي ارتبطت بقوة مع زيادة الناتج الصافي من المادة الجافة المصنعة (NAR)، ودليل المساحة الورقية (LAI)، وبالتالي رفع قدرة الطراز على تحمل الإجهاد المائي، بإعطاء غلة حبية وعلفية جيدة تحت مثل تلك الظروف. ثم مقدار التراجع الحاصل في مؤشر الحساسية للجفاف (DSI).

11- تباينت استجابة الطرز المدروسة في صفة معامل الحصاد، والإنتاج الحبي والعلفي، وبالتالي يمكننا أن نصنف الطرز المدروسة، حسب الهدف من استخدامها إلى طرز حبية (LOCAL-26، KHRABO-230، KHRABO-245)، وعلفية (IS-24278، KHRABO-238) وطرز ثنائية الغرض(GIZA-123،KHRABO-232)، وبالتالي يمكن زراعتها بنجاح، في المناطق التي تعاني من قلة الموارد المائية المتاحة.

12- تعد مؤشرات الحساسية للجفاف (DSI)، والإنتاج النسبي (RY)، من الدلائل الهامة في تقييم كفاءة الطرز تحت ظروف الإجهاد، والتي تفيد في تمييز الطرز الحساسة عن المتحملة، كونها تشير إلى ثباتية أداء الصنف تحت كلا ظرفي الزراعة المروية والمجهدة. وبالتالي يمكن الاعتماد على مؤشر الحساسية للجفاف، كونه ارتبط بصورة معنوية عالية، مع الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية المدروسة، التي انعكست بصورة ايجابية على الغلة الحبية والعلفية. في حين ارتبط مؤشر الإنتاج النسبي، بصورة ايجابية عالية الدلالة الإحصائية، مع الغلة الحبية، ومعامل الحساسية للجفاف.

13- اعتبار مؤشر الإنتاج النسبي (RY)، من المعايير الكمية المحددة لغلة طراز وراثي ما، فضلاً عن إمكانية غربلة طرز الذرة البيضاء لتحمل ظروف العجز المائي.

المقترحات Suggestions

1-استخدام بعض الصفات المورفو- فيزيولوجية مثل المساحة الورقية، الوزن الجاف للورقة، معدل صافي التمثيل الضوئي، الوزن النوعي للورقة، كمعايير انتخابية، يمكن بواسطتها غربلة الطرز الوراثية من هذا المحصول، للمحافظة على غلة حبية وعلفية جيدة في ظروف الجفاف.

2- يتوجب علينا إجراء المزيد من الدراسات التي تتناول صفات فيزيولوجية وتشريحية أخرى (توزع الأوبار أو الزغب، الطبقة الشمعية، التفاف الأوراق)، كاستجابة لهذا المحصول لظروف العجز المائي.

3- الإستفادة من الطرز الوراثية المبشرة من الذرة البيضاء،الأكثر كفاءة في استعمال المياه، من خلال هذه الدراسة إما مباشرةً، أو بنقل المزيد من الصفات الجيدة إليها بعمليات التهجين، والانتخاب عبر الأجيال الانعزالية لكي نتمكن من الحصول على مادة علفية تتميز بمردود جيد، ومواصفات نوعية عالية، فضلاً عن استخدامها كآباء في برامج التربية والتحسين الوراثي، وذلك باعتمادها حسب الغرض من استخدامها (حبية، علفية، ثنائية الغرض).

4- استخدام الطرز المتفوقة في غلتها الحبية، بزراعتها في المناطق الهامشية، في القطر، ثم استعمال حبوبها في تحضير خلطات علائق الدواجن، عند عدم توفر حبوب الذرة الصفراء، وزراعة الطرز التي صنفت من حيث استخدامها كمحاصيل علفية لإنتاج المادة الخضراء، بشكل دريس أو سيلاج، لاسيما في موسم الصيف أثناء شح هذه المادة.

5- نعتقد أنه من الضروري تنفيذ تحليل المسار Path analysis، الذي يتناول الصفات المدروسة بمجملها، وذلك لدراسة مدى مساهمتها في الغلة الحبية والعلفية، ثم اعتمادها كمؤشرات حقيقية، أعلى دقة لغربلة طرز هذا المحصول.

6- تعميق النتائج التي توصلنا إليها من خلال دراسة ثباتية أداء الطرز المبشرة من هذه الدراسة، بإعادة زراعتها في سنوات وبيئات متباينة، للحكم على الطراز بشكل دقيق وأكثر واقعية.

المراجع العربية:

– التعليمات العامة لتنفيذ تجارب الذرة البيضاء .(2008). الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إدارة المحاصيل، قسم أبحاث الذرة.

– التمو، منور. (2007). دراسة خصائص بعض التراكيب الوراثية من الشعير (Hordeum spontaneum) وتقويم أهميتها كمصادر وراثية لتحمل الجفاف. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

– المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. (2008). الجمهورية العربية السورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية التخطيط، الجدول (39).

– بكتاش، فاضل يونس وكريمة محمد وهيب. (2004) ، استجابة الذرة الصفراء لمستويات من السماد النتروجيني والكثافات النباتية، مجلة العلوم الزراعية العراقية 23(1):85-96.

– حسن عبد المنعم أحمد.(1995). الأساس الفيزيولوجي للتحسين الوراثي في النباتات (التربية لزيادة الكفاءة الإنتاجية وتحمل الظروف البيئية القاسية). المكتبة الأكاديمية، جمهورية مصر العربية، القاهرة. الصفحات: 167– 216.

– جبور إلياس.(2003).الكوارث المناخية - الجفاف -الجمهورية العربية السورية. الصفحات:177-288

– جنيدان، محمد عامر(2009).. دراسة ديناميكية توزع بعض أنواع القمح البرية في موائلها شمال حلب – سوريا والتوصيف الجزيئي باستخدام تقانة AFLP. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة حلب، الجمهورية العربية السورية.

– رويلي ، ماجدة (2008).تحديد المراحل الحرجة لدى بعض أصناف الذرة الصفراء (Zea mays.L) ضمن ظروف العجز المائي في محافظة دير الزور.رسالة ماجستير مقدمة إلى قسم المحاصيل الحقلية ، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية. الصفحات 163

– صبوح محمود، جابر بدر، كيال حامد ، عزام حسن(2000) . التحسين الوراثي للنباتات. منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة.الصفحات:32-25 .

– كاظم صادق. (2008). البوتاسيوم العنصر الذي يملك مفاتيح 70 أنزيماً في داخل النبات ، مجلة الصباح ، دار نشر الكويت.

– كيال حامد. (2000).إنتاج محاصيل الحبوب والبقول. منشورات جامعة دمشق، الصفحات 214-225.

– محمود أحمد محمود. (1991). الذرة البيضاء – أصلها– إنتاجها وأهميتها – استخداماتها، ورشة تدريب على تربية الذرة البيضاء، الصفحات 1–9، واد مدني– السودان.

– عباس رجاء التوم أحمد (2008). التغيرات في السكريات الذوابة والبرولين في حبوب الشعير النابتة تحت ظروف الملوحة والحرارة. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة آل البيت، السودان.

– عبو فؤاد والمعري خليل. (1998).أساسيات الفيزيولوجيا النباتية ، منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة. الصفحات:136-139

– 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.

– مشنطط، أحمد . (1991). بيئة المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، منشورات جامعة حلب، الصفحات 27-32.

References:

1-Abdoulaye, T.; Sanders, J.; and B. Ouendeba. (2006). Which grain for poultry feed in West Africa: sorghum or corn? Bulletin N°4, Marketing-Processing Project. INTSORMIL/USAID West Africa, Niamey, Niger. 24p.

2-Abdulai,A.L;Asch,F; and Van De Giesen ,N.,(2004). physiological and morphological responses of *Sorghum bicolor* to static and dynamic drought conditions .*Rural poverty reduction through research for development* .Deutcher Tropentage ,Berlin.

3-Abunyewa, A. A, (2008). Efficient Utilization of Water and Nitrogen Resources for Grain Sorghum under Rainfed Conditions Doctor of Philisophy Thesis . University Nebraska, Lincoln, p 214.

4-Ali,M.A.;Naize,S.;Abbas,A.,Sabir,W , and Jabran ,K.,(2009).Genetic diversity and assessment of drought tolerant sorghum landraces based on morph-physiological traits at different growth stages Plant Omics J.2(5),214-27.

5-Ali MA; Nawab NN; Rasool G and Saleem M (2008). Estimates of variability and correlations for 225 quantitative traits in Cicer arietinum L. *J. Agric Social Sci* p: 4: 177-179.

6-Amal, G. Ahmed and A.K.M. Salem,(2005).Response of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.Moench) potassium fertilizers pales and omittingone irrigation.

7-Amanullah, S.P. and Khanzada, P.S. (2004). Growth characters and productivity of forage oats varieties at Peshawar Sarhad J. of Agric. Vol. 20, No.1, P: 5-10. Pakistan.

8-Amini,F and Ehsanpour A. A.,(2005). Soluble Proteins, Proline, Carbohydrates and Na+/K+ Changes in Two Tomato(*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cultivars under in vitro Salt Stress. American Journal of Biochemistry and Biotechnology 1 (4): 212-216

9-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.

10-A.O.A.C.(2000). Association of Official Analytical Chemists International,17th Ed. Inc, USA

11-A.O.A.C. (1984).Association of official analytical chemistry 14 th edition William Horwitz.Editor ,p.o.Box 540.Franklin Station,Washington,D.C.20044.

12-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.

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

14-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.

15-Bangrawa ,K.S; R.P.S. Grewal ; G.P. Lohdi and N.K. Thakral, (1989). Association analysis for some quantitative traits in forage sorghum.India. *J.Herd*.,21:25-28..

16-Barerra, E.D;L, and Smith ,W. (2009). Perspectives in Biophysical Ecophysiology.,USA Plant.http//www.unam.edu//.257-283.

17-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.

18-Bdukli E; Celik N; Turk M; Bayram G and Tas B (2007) Effects of post anthesis drought stress on the stem– reserve mobilization supporting grain filling of tworowed barley cultivars
at different levels of nitrogen. J Bio Sci. 7: 949-953.

19-Beardsell, M.F and Cohen, D.(1975).Relationships between leaf water status, absisic acid Levels and stomatal resistance in Maize and Sorghum. *Plant Physiol.56:207-212.*

20-Beltrano J and Ronco MG. (2008) Improved tolerance of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) to drought stress and rewatering by the arbuscular mycorrhizal fungus Glomus claroideum: Effect on growth and cell membrane stability. Braz J Plant Physiol 20:29-37

21-Bennett, J.M. (1975). The effect of light and water stress on yield and yield components of grain sorghum. M.S. Thesis. Texas Tech University.

22-BleinR; B.G. SOULÉ; B. G. SOULÉ; B. F. DUPAIGRE, and B.YÉRIMA.(2009), Agricultural Potential of West Africa(ECOWAS).

http://www.farm-foundation.com/IMG/pdf/potentialites_rapport_ang_mp.pdf.

23-Blum, A. (2005). Drought resistance, water use efficiency, and yield potential- are they compatible,dissonant, or mutually exclusive, Aust. J. of Agric. Res., Vol. 56 . P: 1159- 1168.

24-Blum A., Munns R., Passioura J.B. & Turner N.C. (1996) Genetically engineered plants resistant to soil drying and salt stress: How to interpret osmotic relations? *Plant Physiology* 110, 1051.

25-Blum, A. (1988). Drought resistance. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA. pps 1-223. 43–77.

26-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.

27-Blum, A.(1983). Breeding programs improving drought resistance to water stress. In C.D. Jr, Raper and P.J. Kramer (eds.), Crop reaction to water and temperature stresses in humid, temperate climates. Westview Press, Boulder, Colorado, USA, pp. 263-275

28-Bonhert, H.J., and R.G. Jensen.(1996).Strategies for engineering water stress tolerance in plant. Trends Biotechnol.,14:89-97.

29-Bonilla,P.S., and Tsuchiya,M. (2000).Induction of salt tolerance in rice by silica treatment .Philippine.J of Crop Sci [Philippines].V.23:1,P.35-44.

30-Borell, A.K. ; E.J.V. Oosterom; G.L. Hammer;D. Jordan and A. Douglas. (2003). The physiology of staygreen in sorghum. Proceedings of the 11th Australian Agronomy Conference. http://www.regional.org.au/au/asa/2003/c/i/bor rell.htm.

31-Borrell, A., G. Hammer and E. Oosterom.(2001). Stay-green: A consequence of the balance between supply and demand for nitrogen during grain filling? *Ann. Appl*. Biol. 138:91-95.

32-Borrell, A.K., and Hammer, G.L.,(2000). Nitrogen dynamics and the physiological basis of stay-green in sorghum. Crop Science 40, 1295–1307.

33-Boyer J.S.(1982). Plant productivity and environment. Science 218: 44-88

34-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.

35-Bryden, W. L. ; P. H. Selle; D. J. Cadogan; X. Li, N. D. Muller; D. R. Jordan; M. J. Gidley, and W. D. Hamilton. (2009). A review of the nutritive value of sorghum for broilers. Rural Industries Research and Development Corporation. Kingston, Aust. No of pages 68.

36-Bueno, A. and Atkins, R.E. (1981). Estimation of individual leaf areas in grain Sorghum. Iowa State J. of Res., Vol. 55, P: 341–349.

37- Can, N.D. and T. Yoshida, (1999). Genotypic and phenotypic variances and covariances in early maturing grain sorghum in a double cropping. *Pl. Prod. Sci.*, 2: 67–70

38-Casler M. D. ; K. P. Vogel; J. A. Balasko; J. D. Berdahl; D. A. Miller; J. L. Hansen, and J. O. Fritz (2000). Genetic Progress From 50 Years of Smooth Bromegrass Breeding. Crop Sci . 40:13–22

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

40- Ceccarelli, S. ;A cevedo,E.,and Grando, S.(1991). Breeding for yield stability in unpredictable environments: single traits, interaction between traits, and architecture of genotypes. Kluwer Academic Puplishers. *Euphytie.* 56: 169-185.

41-Cechin, I. (1998). Photosynthesis and chlorophyll fluorescence in two hybrids of sorghum under different nitrogen and water regimes. Photosynthetica, Vol. 35, P: 233-240.

42-Chahal, C. S., and Gosal,. S. S. (2002). Principales and procedures of plant Alpha Science International . United Kingdom.

43-Chapin,F.S. (1991).Effect of multiple environmental stresses on nutrients availability and use.Responses of plant to multiple stresses (Mooney ,H.A.et al).Academic Press ,San Chapin, F.S. Diego.Pp.67.

44-Chaudhry, A.R. ; A.A. Ghani and A.M. Mukhtar. (1991). Evaluation of two new high yielding varieties of berseem. Pak. J. Agric. Res.,12(1):35-39.

45-Chaudhry, A.R. ; A.A. Ghani and R.Nadeem. (1990). Variability for fodder yield and its components in sorghum. J. Agric. Res. 28(4):378-383.

46-Chaves , M.M. ;Pereira, J.S. ;Maroco,J.;Rodrigues,M.L; Ricardo, C.P.P; Osories,M.L; Carvalho,I.,Faria,T.;Pinheiro,C.(2002).How plants cope with stress in the field : photosynthesis and growth.Annals of Botany,Oxford,V.89,p.907-16.

47-Colom, M.R. and C. Vazzana, (2003). Photosynthesis and PSII functionality of drought-resistant and droughtsensitive weeping lovegrass plants.Environ. *Exp. Bot*., 49: 135–144

48- Condon, A.G. (2004). Breeding for high water-use efficiency. *J. Exp. Bot*. pp 55, 2447-2460.

49-Condon A.G., Richards; R.A., G.J. Rebetzke, and A.F. van Herwaar den. (2000) . Breeding opportunities for increasing efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. Crop Sci. (in press)

50-Cruz, R; M. Garcia and J.R. Anala. (1995). Evaluation and selection of forage sorghum varieties. Morphological and production traits. Cuban J. Agric. Sci. 29(2):233-238.

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

52-Demarty,M.;Morvan,C.;Thellier,M. (1984). Calcium and the cell wall.Plant Cell Environ. P 7: 441-448.

53-Deshmukh, R. N.; Laware, S. L.; Dhumal, K. N. (2001). Metabolic alterations in sorghum under water stress, J. of Maharashtra- Agric. Uni., Vol. 26, P: 50-53.

54-Dhanda SS; Sethi GS, and Behl RK (2004) Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. J Agron Crop Sci 190:6-12.

55-Donald, C.M.,(1962). In search of yield. *J. Aust. Inst. Agric. Sci*., 28: 171–8.

56-Eastin, J. D. ; C. L. Petersen; F. Zavala-Garcia; A. Dhopte; P. K. Verma; V. B. Ounguela;M. W. Wit; V. Gonzalez Hernandez; M. Livera Munoz; T. J. Gerik, G. I. Gandoul; M. R. A. Hovney, and L. Mendoza Onofre. (1999). Potential heterosis associated with developmental and metabolic processes in sorghum and maize, p. 205–229. In J.G. Coors and S. Pandey (ed.) The genetics and exploitation of heterosis in crops. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

57-El-Hoda, N. ; M. Taha; M.M. El-Kolley and A.S Gergawy. (2000). Influence of cut-off irrigation practices on the sweet sorghum production yield and juice quality. Assoc. J. Agric. Sci. 31:119-130.

58-El-Monayeri, A. ; M. Hagazi; N.H. Izzat, Saleem and M. Tohaum. (1984). Growth and yield of some wheat and barley grown under different moisture stress level. Field Crop Absts. 38:1092.

59-Ejeta G and Knoll JE (2007) Marker-assisted selection in sorghum In: Varshney RK and Tuberosa R (ed.) Genomic-assisted crop improvement: Vol. 2: Genomics applications in crops, 187-205

60-Ejeta , G. , and C. Grenier . (2005) . *Sorghum and its weedy hybrids*. *In* J. Gressel [ed.], Crop ferality and volunteerism, 123 – 135. Taylor and Francis, Boca Raton, Florida, USA.

61-FAO,(2007). FAOSTAT Database .Statistics of Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. http//www.faoorg/faostat.

62-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.

63-Fischer RA and Wood JT .(1979). Drought resistance in spring wheat cultivars. III. Yield association with morpho- physiological traits. Aust J Agric Res.30:1001-1020

64-Fischer, R. A. and Muarer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars I. Grain yield response, Aust. J. of Agric. Res., Vol. 29, P: 897-907.

65-Fisher, (1921). Principles and practices of Agronomy- Crop Identification and Judging ,Kalyani Publishers, P:267-309 New Delhi.

66-Frey, K. J. 1981. Apabilities and limitations of convential plant breeding. In K.O. Rachie and J. M.L yman, Genetic Engineering for crop improvement, The Rockefeller Foundation. P: 15- 62.

67- Gambin .BL and Borras. L (2007) Plasticity of sorghum kernel weight to increased assimilate availability. Field Crops Res. 100: 272-284.

68-Gampawar, A.S. ; R.M. Zinjarde and A.S. Ingole, (2002). Evaluation of sorghum cultivars for forage production under rain-fed conditions. *J. Soils Crops*, 12: 145–6

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

70-Gill,P.K.,Sharma,A.D.,Singh,P.&Bhullar,S.S.,(2001).Effect of various abiotic stresses on the growth ,soluble sugars and water relations of sorghum seedling grown in light and darkness. Bul.J.Plant Physiol.27(1-2),72-84.

71-Girma, F. S. and Krieg, D. R. (1992). Osmotic adjustment in sorghum. II. Relationship to gas exchange rates, Plant- Physiol., Vol. 99, P: 583-588.

72-Gollan .T;Schurr .U and Schuzie E-D,(1992). Stomatal response to drying soil in relations to changes in the xylem sap composition of Helianthus annuss .1.The concentration of cations ,anions,amino acid in,and PH of , the xylem sap.Plant,Cell and Environ.15: 551- 559.

73-Graham, D. and K. J. Lessman. (1966). Effect of height on yield and yield components of two isogenic lines of Sorghum vulgare Pers. Crop Science 6:372-374.

74-Grain Counical,(2008) US Grains Council website. http://www.grains.org/. 2008.

75-Gregory, 1917. Principles and practices of Agronomy- Crop Identification and Judging ,*Kalyani Publishers*, New Delhi. P: 267-309.

76 -Groene, G, A.(2008). Evaluating sorghum and maize germplasm for post-anthesis drought tolerance. Master Thesis. B.S., Kansas State University, pp:132.

77- Halder KP and Burrage SW (2003) Drought stress effects on water relations of rice grown in nutrient film technique. Pakistan J Biol Sci 6: 441-444.

78- Handa S., Handa A.T., Hasegawa P.M. and Bressen R.A., (1986). Plant physical. 80: 938 – 94.7

79-Hanson,J.B. (1984).The functions of calcium in plant nutrition, Advances in plant nutria. (P.B) Tinker and A.Lauchli eds .vol.1,p:149-208,Preager,New York.

80-Hare, P.D., Cress, W.A., Van Staden, J., (1998). Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress. Plant Cell Environ. 21, 535–553.

81-Hare P.D. & Cress W.A. (1997) Metabolic implications of stressinduced proline accumulation
in plants. *Plant Growth Regulation***.**21, 79–102

82-Henzell , R. G. ; R.L. Brengman; D.S. Fletcher, and A.N. McCosker. 1992.
Relationships between yield and non-senescence (stay-greenin some grain sorghum hybrids grown under terminal drought stress, p. 355–358., Melbourne. Occasional Publication No. 68.

83-Hetherington, A.M. (2001). Guard cell signaling cell. 107, 711-714.

84-Hetherington A. M. ; Julie E. G; Calum P. L; Martin R. M; Carl N.g, Christophe P. ;Alistair J. P; Irina S. and Alex A. R. W. (1998).The control of specificity in guard cell signal. Transduction Department of Molecular Biology and Biotechnology, University of, UK Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.

85- Hopkins W.G.,(2003). Ed. de Boeck et Larcier, 514 p

86-House, L.R. (1980): Sorghum uses in ‘‘A guide to sorghum breeding: p. 1.ICRAST. Palancheru, India.

87-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.

88-Hsiao, T.C. (1973). Plant responses to water stress. Annual Reviews in Plant Physiology 24:519-570.

89-Hussain ,A. ;M.D.Sartaj and M.B.Bhatti,(1995).Performance of various cultivars of forage (Sorghum bicolor L.Moench) under rainfed conditions .J.Agric.Res.33:413-419.

90-IBPGR and ICRISAT . (1993). Descriptors for sorghum (sorghum bicolor (L.) monech .International Board for plant GENETIC Resources,Rome,Italy .International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics ,Patancheru,India.

91-ICRISAT and FAO. (1996): The World Sorghum Economies; Facts, Trends and Outlook. FAO, Rome, Italy and ICRISAT, Andhra Pradesh, India. ISBN 92-5-103861-9.p68. Part I, sorghum, pp. 5-27.

92-ICRISAT, (1991). Sorghum Research and Development Network for Asia. Report of the Consulatative Meeting to Consider the Establishment of Sorghum Research and Development Network for Asia. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh 502324,India. 16-19 Sept.

93-Jamaux, I. ; A. Steinmertz and E. Belhassen, (1997). Looking for molecular and physiological markers of osmotic adjustment in sunflower. New Phytol, 137: 117–127.

94- Jones, H.G. (1998). Stomatal control of photosynthesis and transpiration. J. Exp. Bot. 49, 387-398.

95- Jones, M.M. ; C.B. Osmond and N.C. Turner, (1980). Accumulation of solutes in leaves of sorghum and sunflower in response to water deficits. Australian J. Plant Physiol., 7: 193–205

96- Jones, M.M. and Rawson, H.M. (1979). Influence of the rate of development of leaf water deficits upon photosynthesis, leaf conductance, water use efficiency, and osmotic potential in sorghum. Physiol. Plant., Vol.45, P: 103 – 111.

97- Jordan, W.R. and Sullivan, C.Y. (1982).Reaction and resistance of grain sorghum to heat and drought. In 'Sorghum in the Eighties, Vol 1,' (J.V. Mertin, ed), ICRISAT, Patancheru, India, pp 131-142.

98- Jorgenson,J.A;O.T.Rosenow ,and H.T .Ngyuen.(1993).Genotypic comparison of heat shock protein.Synthesis in Sorghum.Crop Science.33:638-641.

99- Joshi,A.K. ;Marviya,G.V ,and Dangaria,C.J.,(2005).Identification of drought – tolerant inbred lines of Peral millet.International sorghum and Millet Newsletter 46,100-102.

100-Kannangara ,T., and Simpson,G.M.(1978). Drought resistance of Sorghum bicolor: : water stress effects on drought. URI: http://idl-bnc.idrc.

101-Karamanos, A.J. and A.Y. Papatheohari, 1999. Assessment of drought resistance of crop genotypes by means of the water potential index. *Crop Sci.*, 39: 1792–1797.

102-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

103-Kebede H; Subudhi PK; Rosenow DT and Nguyen HT (2001) Quantitative trait loci influencing drought tolerance in grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. moench). Theor Appl Genet 103:266-276

104-Kebede, Y. 1991. The role of Ethiopian sorghum germplasm resources in the national breeding programme. In: J.M., Engels, J.G. Hawke and M. Worede, (Eds.), Plant Genetic Resources of Ethiopia. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 315-322

105-Khan, M.D., I.H. Khalil, M.A. Khan and Ikramullah, (2004). Genetic divergence and association for yield and related traits in mash bean. Sarhad J. Agric., 20: 555–61.

106-Khan, M.U., Chowdhry ,M.A ,Khaliq ,I,and Ahmad ,R. (2003). Morphological response of various genotypes to drought condititions.Asian J.Plant Sci.2(4),392-94.

107-Khaliq, I. ; A. Irshad and M. Ahsan, 2008. Awns and flag leaf contribution towards grain yield in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cer. Res. Commun.*, 36: 65–76.

108-Klopfenstein, C.F., and R.C. Hoseney, (1995). Nutritional Properties of Sorghum and the Millets, in Sorghum and the Millets—Chemistryand Technology, edited by D.A. Dendy, American Associationof Cereal Chemists, St. Paul, pp. 125–168.

109-Kramer, P. J. 1983.water relations of plants.Academic press,UK.pp 352-74.

110-Kramer, P. J.(1959). Transpiration and the water economy of plants. In: Plant Physiology, Vol. II. F. C.Steward (ed.). Academic Press. New York. pp. 707-730

111-Kumudini .S; Hume .D.J and Chu .G (2002) Genetic improvement in short-season soybeans: II. Nitrogen accumulation, remobilization, and partitioning. Crop Sci. 42:141-145.

112- Kusalkar, D.V. ; V.R. Awari; V.Y. Pawar and M.S. Shinde, 2003. Physiological parameters in relation to grain yield in rabi sorghum on medium soil. *Adv. Pl. Sci*., 16: 119–22.

113-Lauer, J.G. ; J.G. Coors, and P.J. Flannery. (2001). Forage Yield and Quality of Corn Cultivars in Different Eras. Crop Sci. 41:1449-1455

114-Leeton, B. S. (1978). Photosynthetic variation in sorghum genotypes. M. S. Thesis, Plant and Soil Science Department, Texas Tech University, Lubbock, Texas.

115-Lewis, R.B. ; E.A. Hiler, and W.R. Jordan. (1974). Susceptibility of grain sorghum to water deficit at three growth stages. Agron. J. 66:589-591.

116-Lopez CML; Takahashi H and Yamazaki S (2002) Plant water relations of kidney bean plants treated with NaCl and foliarly applied glycinebetaine. *J Agron Crop Sci* 188: 73-80

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

118-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.

119-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.

120-Maas, E. V. ; J. A. Poss, and G. J. Hoffman. (1986). Salinity sensitivity on sorghum at three growth stages. Irrig. Sci. 7: 1 – 1

121-Malala,T.J.(2010).Evaluation and selection of 20 Sorghum(*Sorghum bicolor* (L.) Moench gentotypes for drought tolerance . M.Inst.University of Pretoria.

122-Maman, N. ; Mason, S. C., Lyon, D. J., and Dhungana, P.(2004). Yield Components of Pearl Millet and Grain Sorghum across Environments in the Central Great Plains. Society of Crop Sci,USA.44:2138–2145

123-Maredia, M.K. ; Byerlee, D. ; Pee, P., (2000). Impacts of food crop improvement research: Evidence from sub-Saharan Africa. Food Policy 25, 531–559.

124-Maredia, M. ; Byerlee, D., Pee, P., (1998). Impacts of food crop improvement research in Africa. SPAAR Occasional Papers Series No. 1, Washington, D.C., 34 p. (Web: http:// www.worldbank.org).

125-Martin MA; Brown JH and Ferguson H (1989) Leaf water potential, relative water content, and diffusive resistance as screening techniques for drought resistance in barley. Agron J81: 100-105

126-Mata, C.G. and L. Lamattina,(2001). Nitric oxide induces stomatal closure and enhances the adaptive plant responses against drought stress. Plant Physiol., 126: 1196–1204.

127-Matsuura, A.; Inanaga, S.; Sugimoto, Y. (1996). Mechanism of interspecific differences among four gramineous crops in growth response to soil drying. Japanese, J. of crop Scie., Vol. 65, P: 352-360.

128-Maunder, B. (2005). Sorghum: The global grain of the future. Date assessed online: Dec.2006. www.sorghumgrowers.com/Sorghum. National Grain Sorghum Producers Assoc. Lubbock, TX.

129 - Maunder, A. B. (2002). Sorghum worldwide. PP. 11-18 in Sorghum and Millet Diseases. J. F. Lesile (ed.). Iowa State Pres, Blackwell Publ. Comp. Ames, Iowa

130-McBee, G.G. (1984). Relation of senescence, nonsenescence, and kernelmaturity to carbohydrate metabolism in sorghum, p. 119–129. InL.K. Mughogho (ed.) Sorghum root and stalk diseases, a critical review. Proc. Consultative group discussion of research needs and strategies for control of sorghum root and stalk diseases. Bellagio Italy. 27 Nov.–2 Dec. 1983. ICRISAT, Patancheru, A.P., India.

131-McCormick, M. E.; Morris, D. R.; Ackerson, B. A. and Blouin, D. C. (1995). Rato on cropping forage sorghum for silage: yield, fermentation and nutrition. Agronomy Journal, 87: 952-957.

132-McDonald. P.;R.A. Edwards;J.D. Greenhalgh, and C.A. Morgan.(2002). Animal Nutrition, Sixth Edition. Prentice Hall Publishing.

133-McKree, K. J. and S. D. Davis. (1974). Effect of water stress and temperature on leaf size and number of epidermal cells in grain sorghum. Crop Science 14:751-755

134-Merah O. (2001). Potential importance of water stress traits for durum wheat improvement under Mediterranean conditions. J Agric Sci 137: 139-145

135 - Miller, G. 0., C. W. Deyoe, T. L. Walter, and F. W. Smith. (1964). Variations in protein levels in Kansas sorghum grain. Agron. J. 56:302-304**.**

136-Miron,J ;ZuckermanE ;Sadeh,D,and Adin ,G.,(2005).Yield,Composition and in vitro digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilage characteristics.Animal feed science .

137-Misra, A.N.; A.K. Biswal and M. Misra, (2002). Physiological, biochemical and molecular aspects of water stress responses in plants and the biotechnological applications. Proc. Nat. Acad. Sci. India, 72B: 115–134

138-Misra, A.N. and M. Misra, (1991). Physiolgocal responses of pearl millet to agroclimatic conditions. In: Prakash, R. and A. Ali (eds.), Environmental Contamination and Hygien, pp: 165–175. Jagmandir Books, New Delhi, India.

139-Mitra J. (2001). Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants Current Sci. 80: 758-763.

140-Miyashita, K.; Tanakamaru S., Maitani T. and Kimura K. (2005). Recovery responses of photosynthesis, transpiration, and stomatal conductance in kidney bean following drought stress. Environ. Exp. Bot. 53:205-214.

141-Moghaddam,H.;Chaichi,M.R;Mashhadi,H.R.;Firozabady,G.S,andZadeh,A.H,(2007). Effect of method and time of nitrogen fertilizer application on growth development and yield of grain sorghum.Asian J.Plant Sci 6(1),93-97.

142-Monteith, J.L. (1986). How do crops manipulate water supply and demand? Philos. Trans. R. Soc. London, Ser.A, 316: 245-259.

143-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.

144-Morgan, J.M. and Condon, A.G. (1986). Water use, grain yield, and osmoregulation in wheat. Australian Journal of Plant Physiology. 13, 523–532.

145-Morgan, J.M. (1984). Osmoregulation and water stress in higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 35: 299-319.

146-Moussa, I. and S.M. Abdel-Aziz. (2008). Comparative response of drought tolerant and drought sensitive maize genotypes to water stress.[Online]. Australian Journal of Crop Science 1:31.

147- Murty,D.S.and Renard ,C.(2001).Sorghum . *In crops in tropical Afric*a .Raemaekers. ,R.H9(ed) pp68-96.Brussels.Belgium.

148-NaserainB.;AsadiA.A;Rahimi,M.and Ardakani,M.R.,(2007).Evaluation of wheat cultivars and mutants for morphological and yield traits and comparing of yield components under irrigated and rain fed conditions.Asian J.Plant Sci.6(2),214-24.

149-Németh T., and Izsáki Z. (2005). Effect of N-supply on the dry matter accumulation and nutrient uptake of silage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Cereal research communications 33: 81-84.

150-Neumann, P.M. (1997). Salinity resistance and plant growth revisited. Plant, Cell and Environment 20,1193–98.

151-Neumann,PM.(1995) The role of cell-wall adjustment in plant-resistance to water deficits.Crop Science,35:1258-1266.

152-Neylon, J. M. and L. Kung, Jr. 2003. Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. J. Dairy Sci. 86:2163-2169.

153-Nikolas ME and Turner NC (1993) Use of chemical desiccants and senescing agents to select wheat lines maintaining stable grain size during post-anthesis drought. Field Crops Res. 31: 155- 171.

154- Nye,P.H and Trinker,P.B.H (1977).Solutes movement in the soil-root system .Black well Oxford.

155-Oba M. and M.S. Allen. (1999). Evaluation of the Importance of the Digestibility of Neutral Detergent Fiber: Effects on Dry Matter Intake and Milk Yield of Dairy Cows. J. Dairy Sci. 82:589-596.

156-Ober, E, S. and Luterbacher,M,C.(2002). Genotypic Variation for Drought Tolerance in Beta vulgaris. Ann. of Botany Vol. 89, P:917-924.

157-OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development). (2004). Series on the Safety of Noval Foods and Feeds No.12, Consensus Document on Compositional Considerations for New Varieties of Barley (Hordeum Vulgare L.), OECD, Paris, France

158-Osman, M.A. (2004): Changes in sorghum enzyme inhibitors, phytic acid, tannins and in vitro protein digestibility occurring during Khamir (local bread) fermentation. Food Chemistry, 88, 129–134

159-O'Toole, J.C., De Datta, S.K., (1986). Drought resistance in rainfed lowland rice, In: Progress in rainfed lowland rice, International Rice Research Institute, Makati city, the Philippines.

160-O'Toole, J.C., Baldia, E.P., (1982). Water deficits and mineral uptake in rice. Science. 22: 1144-1150.

161-Paes-de-Camargo, M.B. and K.G. Hubbard. (1999). Drought sensitivity indices for a sorghum crop. J. Prod. Agric. 12:312-316.

162-Parthasarathy, P. R.; K. R. Gurava; V. S. Reddy, and C. L. Gowda. 2005. Linking producers and processors of sorghum for poultry feed: A case study from India. Int. lnst. Crop. Res. Inst. Semi Arid Trop. (ICRISAT), www.globalfoodchainpartnerships.org.

163-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

164-Passioura JB (1983) Roots and drought resistance. Agric. Water Manage. 7:265-280.

165-Pauli, A. W.; F. C. Stickler, and J. R. Lawless. (1964). Developmental phases of grain sorghum (Sorghum vulgare Pers.) as influenced by variety, location, and planting date. CropScience 4:10-13

166-Perniola, M.; Pardo, A.; Rivelli, A. R. (1993). Determination of pression- volum curve in sorghum vulgare var saccarifera L. under different water conditions, Rivista- di- Agron., Vol. 27, P: 574-577.

167-Plaut,Z.,A.Blum and I.Arnon (1969).Effect of soil moisture resime and row spacing on grain sorghum production.Agron.J.61:344-347.

168-Prasad, P.V.V.; S.A. Staggenborg, and Z. Ristic. (2008). Impacts of drought and/or heat stress on physiological, developmental, growth, and yield processes of crop plants. P. 1-55. *In* Advances in agricultural systems modeling. Ser. 1. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

169-Premachandra, G.S.; Hahn, D.T., and Joly, R.J., (1994). Leaf water relations and gas exchange in two grain sorghum genotypes differing in their pre- and post-flowering drought tolerance. Journal of Plant Physiology 143, 96–101.

170-Randall Montgomery, B. S. (2009). Influence of Corn Hybrids and Water Stress on Yield and Nutritive Value.Master thesis, Graduate Faculty, TexasTecUniversity,p:55.

171-Rathinasabapathia B. (2000) Metabolic engineering for stress tolerance: installing osmoprotectant synthesis pathways. Annals of Botany 86, 709–716.

172-Reddy,A.R.;Chaitanya,K.v and Vivekanandan,M.(2004).Drought –induced responses of photosynthesis and antioxidant in higher plants.J.Plant Physiol .161(11),1189-1202.

173-Retta, A.; Vanderlip, R. L.; Higgins, R. A.; Moshier, L. J. (1996). Application of Sorkam to simulate shattercane growth using forage sorghum, Agron. J., Vol. 88, P: 569-601.

174-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.

175-Ritchie, J.T. (1983). Efficient water use in crop production: discussion of the generality of relations between biomass production and evapotranspiration. In: H.M. Taylor, W.R. Jordan and T.R. Sinclair (Editors), Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. ASA, CSSA, SSSA Monograph, pp. 29-44.

176-Roger,S.(2004).How soybeans respond to drought stress? Wisconsin Crop Management ,Department of Agronomy ,University of Wisconsin Extention ,Moore Hall ,1575 London – Madi 804,WI 53706.

177-Rooney, L.W. and Waniska, R.D. Sorghum food and industrial utilization. (2000a) In 'Sorghum: Origin, History, Technology, and Production', (C. Wayne Smith and R.A. Frederiksen, eds), John Wiley & Sons, New York pp 689-729.

178-Rooney, L. W. and Serna-Saldivar, S O. (2000 b). Sorghum. In: Kulp K and Ponte J (ed). Handbook of Cereal Science and Technology, 2nd edn, New York: Marcel Dekker, pp 149-175.

179-Rosenowe DT;Ejeta G;Clark LE;Gilbert ML;Henzell RG;Borell AK,and Muchow RC,1997.Breeding for pre-and post-flowering drought stress resistance in sorghum."Proceedings of the International Conference on Genetic Improvement of Sorghum and Peral Millet ".INSTROMIL,Lincoln,NE.Pp.400-411.

180-Samaras Y;Bressan RA;Csonka LN;Garcia-Rios M;Paino D'Urzo M,Rhodes D.(1995). Proline accumulation during water deficit.

181-Sandhu, B.S., and M.L. Horton. (1977). Response of oats to water stress effects: growth and yield characters. Agron. J. 69:361-364.

182-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. *Australian Journal of Agricultural Research*. 41, 51–65. doi: 10.1071/AR9900051

183-Satin, M. (1988) Bread without wheat. Novel ways of making bread from cassava and sorghum could reduce the Third World's dependence on imported wheat for white bread. New Scientist (28 April),pp. 56–59.

184-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.

185-Schober, T.J.; S.R. Bean and D.L. Boyle. 2007. Gluten-free sorghum bread improved by sourdough fermentation: Biochemical, rheological, and microstructural background. J. Agric. Food Chem. 55:5137-5146.

186-Schulze,Z.V.I.(1991).Effect of water stress with phasic development on yield of wheat grown in a semi-arid environment .Field crops Res.,5:55-67.

187-Schulze, E.D., (1986). Whole- plant responses to drought. Aust. J. Plant Physoil. 13: 873-876.

188-Shannon, M. C. (1984). Breeding, Selection, and the genetics of salts tolerance in: R.C. Staples and G.H. Toeniessen, Salinity tolerance in plant; strategies for crops improvement. P: 231-254, John Wiley. New York.

189-Silva MA, Jifon JL; Da Silva JAG and Sharma V(2007) Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. *Braz J Plant Physiol* 19:193-201.

190-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.

191-Smith, D.L.; Dijak, M.; Bulman, P.; Ma, B.L. and Hamel, C. (1999). Barley: physiology of yield. In: Smith, D.L., Hamel, C. (Eds.), Crop Yield, Physiology and Processes. Springer-Verlag, Berlin, pp. 67–107.

192-Snowden, J. D. (1955). The wild fodder sorghums of the genus Eusorghum, J.Linn.Soc.Lond. P:55-191

193-Snowden, J. D. (1936). The Cultivated Races of sorghum. Adlard. Tropical Agri. Series. (Sorghum).John Wiley and Sons, P: 13-33. London, UK. pp. 273

194-Stickler, F. C. and A. W. Pauli. (1961). Leaf removal in grain sorghum. I. Effects of certain defoliation treatments on yield and components of yield. Ag. J. 53:99-102.

195-Štafa Z.; Uher D.; Maćešić D.; Pospišil A.; Jantol Z.; Gal S.; Mužinić G.; Knežević M.,and Pavlak M. (2009). Yield and Quality of Forage Sorghum and Diff erent Amaranth Species (Amaranthus spp.) Biomass. Arch. University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Forage and Grasslands, Svetosimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia

196-Štafa Z.; Uher D.; Maćešić D.; Pospišil A.;Jantol Z.; Gal S.; Mužinić G.; Knežević M.;Pavlak M. (2004). Productivity and quality of fodder sorghum hybrids S. Sioux and Grazer N grown on family farms. Mljekarstvo 54: 109-117

197-Stone, J. F. and B. B. Tucker. (1969). Nitrogen content of grain as incluenced by water supplied to the plant. Agron. J. 61:76-78.

198-Stordahl J.L.; Sheaff er C.C.,and DiCostanzo A. (1999). Variety and maturity affect amaranth forage yield and quality. Journal of Production Agriculture 12: 249-253

199-Stoskopf, C. N. (1985). Sorghum. In cereal crops, P: 369 – 38

200-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(1-2),46-74.

201-Tanner, C.B. and Sinclair, T.R. (1983). Efficient water use in crop production: research or re-search? In: H.M. Taylor, W.R. Jordan and T.R. Sinclair (Editors), Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. ASA, CSSA, SSSA Monograph, pp. l-27.

202-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.

203-Taylor, J.R.N.,(2010).Overview: Importance of Sorghum in Africa: Department of Food Science, University of Pretoria, Pretoria, South Africa.
http://www.afripro.org.uk/papers/Paper01Taylor.pdf Accessed on 30th234-January.

204-Tsuji, W.; M.E.K. Ali; S. Inanaga and Y. Sugimoto. (2003). Growth and gas exchange of three sorghum cultivars under drought stress. Biol. Plant. 46:583-587.

205-Tuinstra MR, Grote EM, Goldsbrough PB and Ejeta G .(1997). Genetic analysis of post-flowering drought tolerance and components of grain development in *sorghum bicolor* (L.) Moench. Mol Breed 3:439-448

206-Turner, N.C. and M. E. Nicolas, (1987). Drought resistance of wheat for light textured climate. In J. P. Srivastava, E. Proceddu, E. Acevedo, and S. Varma (eds.), Drought tolerance in winter cereals. John Wiley and Sons, New York, PP. 203-219.

207-Valadabadi , S., A; Farahani, H. Al, Khalvati, M. A; branch, , 2009. Evaluation of Grain Growth of Corn and Sorghum under K2O Application and Irrigation According. Asian Journal of Agricultural Sciences 1(1): 19-24. ISSN: 2041-3890.

208-Vanderlip, R.L. (1972). How a sorghum plant develops. Cooperative extension service, Kansas state Univ. contribution No. 1203. Manhattan, Kansas, U.S.A.

209-Vavilov, N.I. (1951). The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants.Chron. Bot., 13: 1-366

210-Vazzana, C.; Zienna, P.; Lombardi, A. (1993). Leaf demography growth and ecophysiological characteristics of two sorghum genotypes under stress conditions, Rivista- di-Agron., Vol. 27, P: 342-349.

211-Villalba ,j.j;H.M.Arelovich and H.E Laborde .(1991).Effect of water deficit upon the cell wall components in Sorghum and wepping lovegrass forages.Arch.Zootec .40:283-291.

212-Walsh, L. M. (1971). You should be fertilizing for quality. Crops and Soils. Aug.--Sept., 1971. p. 12-14.

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

214-Wood, A. J.; Saneoka, H.; Rhodes, D.; Joly, R. J.; Goldsbrogh, P.B. (1996). Betaine aldehyde dehydrogenase in sorghum. Molecular cloning and expression of two related genes. Plant physiol., Vol. 110, P:1301-1308.

215-Wright, G.C. and Smith, R.C.G. (1983). Differences between two grain sorghum genotypes in adaptation to drought stress. II. Root water uptake and water use. Aust J. Agric. Resour., Vol.34, P: 627 – 636.

216-Xu, W., D.T. Rosenow and H.T. Nguyen. (2000). Stay green trait in grain sorghum: Relationship between visual rating and leaf chlorophyll concentration. Plant Breed., 119: 365-367.

217-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.

218-Yeo ,Aand Flowers,T.J.(1989).Salinity resistance in rize (oryza sativa L.) and a pyramiding approach to breeding varities for saline soils.Aust.J.Plant Physiol.,13:161-173.

219 -Zaman , Q.; Hussain, N.; Hayat, Kh,and Khan, F. U.(2003). Effect of irrigation levels in sorghum. Sarhad J. Agric. Vol.19, No.4.

220-Zulfirqar,A.M,and Asim ,M.,2002.Fodder yield and quality evaluation of the sorghum varieties.*Agron*.1,60-63.

221-Zhang ,B.;F.M. Li ;G. Huang ;Z.y.Cheng and Y.Zhang,(2006).Yield performance of spring wheat improved by regulated deficit irrigation in an arid area.Agric.Water Manage,79.28-42.

222-Zhang J.; Nguyen H.T. and Blum A. (1999) Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. Journal of Experimental Botany.50, 291–302.

223-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.

Abstract

A field experiment was conducted at the farm of the Agricultural Institue, faculty of Agriculture ,Damascus university, at the region (Kharabo),During the growing season 2009, to evaluate the response of seventeen Sorghum genotypes at adult plant stage under drought stress conditions, coincident to two phonological stages of plant age, which they are flowering stage and grain filling stage, by controlling the date of irrigation during the studied stage of the plant age, by stopping irrigation until reaching a field capacity estimated by 50% for flowering stage and 60% for grain filling stage.

The experiment was designed according to the complete randomized block design (RCBD), with three replicates for each treatment.

The research aims to evaluate some of the Morpho-Physiological, Qualitative and Productivity traits associated with drought tolerance to determinate drought tolerance – grain and fodder genotypes, and then isolate them to be used later as Parents in the breeding and genetic improvement programms for a sorghum crop.

The results showed high Significant genetic variation ($P \leq 0.01$), in the response of studied genotypes under drought stress conditions, reflected in increasing rates of in Morpho-Physiological and Productivity traits, compared to irrigated conditions,due to the negative role achieved by water deficit during critical stages in growth inhibition and reduction of dry matter accumulated and distributed between plant organs and disorder that happen in bio-process of the plant such as Transpiration, Respiration and Photosynthesis. Which directly or non directly depend on availability of water in the soil and the water balance inside the plant organ ,consequently sensitive genotypes which greatly affected by drought stress conditions,esp coincident with the flowering stage and that reflected as adwarf plants and low green leaf area and that combined with absence of Physiological mechanism adapted to harsh conditions ,which led to the reduction in the efficiency of photosynthesis process and the production of limited quantities of dry matter which negatively reflected on the final grain and fodder yield.

These genotypes Kharabo-232،Kharabo-238 ،Local-26 were able to keep on the least rates of reduction in their Morphoogical traits (plant height(cm), Stem diameter (cm),leaf area (cm^2),which is positively reflected on the increasing of accumulated dry matter in the leaves and the plant. Whereas, both of genotypes (IZRAA-3، IZRAA-7) has been negatively affected by stress farming conditions

There was positive correlation between Leaf area index(LAI),Leaf area ratio(LAR), Specific Leaf area (SLW) and Net Assimilation Rate (NAR) with dry matter accumulation. In the parts of the plant ,hence it considers as important Physiological parameter under dry conditions.

The qualitative traits of fodder has been Significant affected by water deficit conditions. There was reduction in the crude protein content(%) of grains and leaves and increasing in the crude fibre content (%).Some of the genotypes such as Kharabo-245,Kharabo-238, Kharabo-232 were able to keep the Least reduction of the crude fibre content and the crude protein content.

The water stress caused increasing in the rates of absorption and accumulation of icons in the leaves of the plant ,comparing to irrigated conditions to help the cell for maintaining its water balance and to active Osmoregulation and water absorption that is necessary for celluar metabolic process during the most critical stages (Flowering stage).

The response of studied genotypes varied in Harvest Index(%) trait and grain and fodder yield (ton.ha^{-1}).the drought stress which occured at Flowering stage caused great reduction in grain and fodder yield comparing with grain filling stage.

We can divide the studied genotypes of Sorghum bicolor according to its response to drought stress conditions into : grain genotypes (Local-26, Kharabo-245, Kharabo-230) which its productivity ranged between among (3.8 ، 4.04 ، 4.79 ton.ha^{-1}) respectively, and fodder genotypes (Kharabo-238, IS-24278) with production ranged between (51.43, 27.86 ton.ha^{-1}) ,respectively, and dual purpose genotypes (Kharabo-232، Giza-123) with production of grain ranged between (3.81،2.33ton.ha^{-1}) and production of fodder ranged between (50،47.15 ton.ha^{-1}) respectively, hence its able to planted successfully in the areas which suffered of reduction in the available water resources or by using them as parents in hybrizdation ,and then selection across segregating offspring.

Results indicate that the Productivity traits related to the yield of genotype are Leaf area, Dry matter of leaf ,Net assimilation rate , Specific Leaf area and Relative yield ,and hence we will able to screen successfully the drought stress – genotypes of sorghum.

جدول (1) مساحة وإنتاج وغلة محصول الذرة البيضاء خلال السنوات العشرة الأخيرة في القطر العربي السوري.

المساحة: هكتار الإنتاج : طن الغلة : كغ / هكتار

السنوات	سقي **Irrigated**			بعل **Non- Irrigated**			المجموع **Total**		
	مساحة	إنتاج	غلة	مساحة	إنتاج	غلة	مساحة	إنتاج	غلة
Years	Area	Production	Yield	Area	Production	Yield	Area	Production	Yield
2000	103	285	2756	3419	2087	610	3522	2372	673
2001	145	145	1000	3567	2462	690	3712	2607	702
2002	312	286	917	3267	2496	764	3579	2782	777
2003	144	131	912	4989	4150	832	5133	4281	834
2004	233	698	2991	3756	2532	674	3990	3230	810
2005	840	906	1079	3445	3084	895	4285	3990	931
2006	559	647	1158	3607	3810	1056	4165	4457	1070
2007	1129	1409	1248	2688	2724	1013	3817	4133	1083
2008	293	374	1276	1682	1102	655	1975	1476	747
2009	1682	3271	1945	1002	679	678	2684	3950	1472

المصدر: وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، المجموعة الإحصائية السنوية،2009.

جدول (2) مساحة وإنتاج وغلة محصول الذرة البيضاء حسب المحافظات في القطر العربي السوري لعام2009.

المساحة: هكتار الإنتاج : طن الغلة : كغ / هكتار

المحافظة	السقي			البعل			المجموع		
	مساحة	إنتاج	غلة	مساحة	إنتاج	غلة	مساحة	إنتاج	غلة
السويداء	-	-	-	-	-	-	-	-	-
درعا	-	-	-	328	156	476	328	156	476
القنيطرة	-	-	-	80	72	900	80	72	900
ريف دمشق	-	-	-	-	-	-	-	-	-
حمص	-	-	-	240	96	400	240	96	400
حماة	-	-	-	118	83	706	118	83	706
الغاب	154	200	1299	9	9	1059	163	209	1286
إدلب	28	71	2536	228	263	1154	256	334	1305
طرطوس	-	-	-	-	-	-	-	-	-
اللاذقية	-	-	-	-	-	-	-	-	-
حلب	1500	3000	2000	-	-	-	1500	3000	2000
الرقة	-	-	-	-	-	-	-	-	-
دير الزور	-	-	-	-	-	-	-	-	-
الحسكة	-	-	-	-	-	-	-	-	-
المجموع	-	-	-	-	-	-	-	-	-

المصدر: وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، المجموعة الإحصائية السنوية،2009.

جدول(3)المساحة المزروعة والإنتاج والغلة لمحصول الذرة البيضاء على مستوى الوطن العربي لعام 2007

المساحة المزروعة: ألف هكتار الإنتاج : ألف طن الغلة: كغ/هكتار

	الدولـة العربيـة								
	الأردن	مصر	عمان	موريتانيا	المغرب	السعودية	سورية	السودان	اليمن
المساحة المزروعة	0.5	141	2.1	133	17	177	4.5	6700	475.6
الانتاج	6.8	806	8.9	58	12	243	4.2	5048	429.9
الغلة	13600	5680.8	4238.1	436	705.8	1372.8	933.3	753.4	903.9

صادر عن منظمة الاغذية والزراعة (FAO,2007).

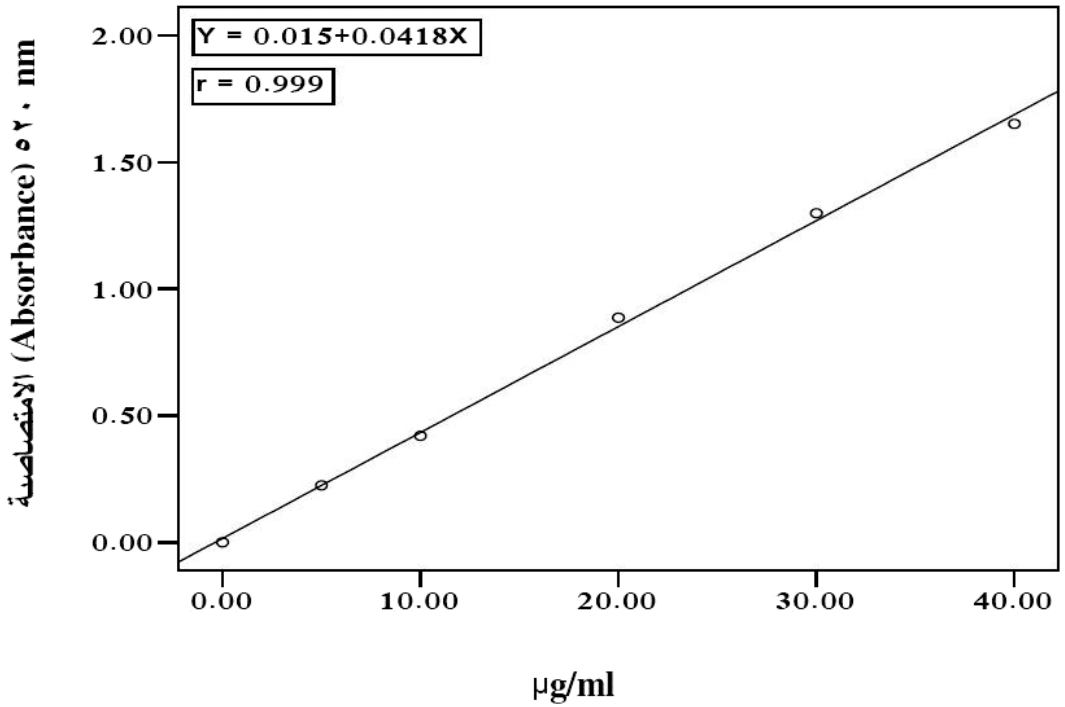
جدول رقم (4): الخصائص الكيميائية والتحليل الميكانيكي لتربة موقع خرابو (المعهد التقاني الزراعي) عام 2009.

العينة	PH عجينة مشبعة	EC $dS.m^{-1}$	مادة عضوية %	Ca CO3 %	N %	P mg/kg	K mg/kg	رمل %	سلت %	طين %
1	8.06	1.651	1.693	65.6	0.119	61.25	165.5	26	26	48
2	7.86	2.61	1.881	67.86	0.128	85.1	204.2	26	24	50
3	8	3.65	2.351	66.96	0.123	182.5	143.7	30	24	46
4	8.09	2.04	1.22	66.5	0.102	145.9	165.5	28	24	48

جدول (5) يبين المعطيات المناخية للموسم الزراعي 2009 في موقع خرابو.

أشهر موسم النمو		متوسط درجات الحرارة (م°)			الرطوبة الجوية النسبية (%)			سرعة الرياح	السطوع الشمسي	متوسط الهطول	معدل التبخر
		العظمى	الصغرى	المعدل	العظمى	الصغرى	المعدل	(م/ثا)	كا/ سم٢/د	المطري (مم)	(مم)
حزيران	الثلث الأول	36.60	15.20	25.90	49.10	28.30	38.70	0.83	12.88	0.00	74.40
	الثلث الثاني	37.60	15.60	26.60	63.50	29.00	46.25	0.74	12.52	0.00	69.47
	الثلث الثالث	38.35	15.90	27.13	61.00	29.30	45.15	0.71	12.46	0.00	81.60
المعدل الإجمالي		37.52	15.57	26.54	57.87	28.87	43.37	0.76	12.62	0.00	225.47
تموز	الثلث الأول	37.75	16.50	27.13	63.40	28.60	46.00	0.86	12.70	0.00	78.95
	الثلث الثاني	36.95	18.35	27.65	62.80	30.80	46.80	0.96	12.50	0.00	91.24
	الثلث الثالث	39.41	17.86	28.64	65.18	27.55	46.36	0.69	12.41	0.00	133.79
المعدل الإجمالي		38.04	17.57	27.80	63.79	28.98	46.39	0.84	12.53	0.00	303.98
آب	الثلث الأول	38.75	17.90	28.33	64.30	25.60	44.95	0.70	12.16	0.00	129.19
	الثلث الثاني	38.75	16.60	27.68	67.90	24.40	46.15	0.51	11.98	0.00	60.01
	الثلث الثالث	35.50	16.00	25.75	72.73	27.45	50.09	0.58	11.59	0.00	59.10
المعدل الإجمالي		37.67	16.83	27.25	68.31	25.82	47.06	0.60	11.91	0.00	248.30
أيلول	الثلث الأول	36.00	16.45	26.23	73.70	28.00	50.85	0.64	10.21	0.00	43.26
	الثلث الثاني	33.20	15.00	24.10	76.40	38.80	57.60	0.80	9.74	1.00	39.77
	الثلث الثالث	30.80	11.50	21.15	70.90	34.20	52.55	0.56	9.95	0.00	35.00
المعدل الإجمالي		33.33	14.32	23.83	73.67	33.67	53.67	0.66	9.97	1.00	118.03
تشرين أول	الثلث الأول	31.0	11.6	21.28	65.5	33.0	49.25	0.56	7.43	0.00	35.45
	الثلث الثاني	33.95	12.90	23.43	69.60	29.10	49.35	0.47	7.37	0.00	31.99
	الثلث الثالث	25.95	13.32	19.64	90.55	53.82	72.18	0.74	4.91	14.50	23.60
المعدل الإجمالي		30.29	12.61	21.45	75.22	38.64	56.93	0.59	6.57	14.50	91.04

المصدر: الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث النشابية (2009)



شكل(3)المنحنى المعياري للبرولين

تمثل النقاط : متوسط ثلاث مكررات لامتصاص البرولين . يمثل الخط البياني : خط الانحدار .