



المجلد الثالث: العدد الثاني، تشرين الثاني/نوفمبر، 2010

المَجَلَّةُ العَرَبِيَّةُ لِلْبَيِّنَاتِ الجَافَةِ

مجلة دورية علمية محكمة
يصدرها المركز العربي
لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة - أكساد

أكساد



المحتويات

الجزء العربي:

- 3 الافتتاحية
- 4..... تقييم استجابة بعض طرز الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) لتحمل الإجهاد المائي خلال مراحل النمو المختلفة
م. ماجدة رويلي و د. أيمن الشحادة العودة
- 19..... تأثير بعض معقمات البذار الفطرية في الإنبات، والنمو الخضري، وإنتاجية القمح (صنف شام 3) في المخبر والحقل
د. زكريا الناصر و د. دعاس عز الدين
- 30..... تقييم بعض الصفات الكمية للسلالات الطافرة في الجيل الثالث عند الشعير
م. جمال رفيق صالح و د. مخلص شاهري و د. سلام لاوند
- Phoenix dactylifera L.* (صنف البرحي) cv. Barhi
40.....
د. عبد الباسط عودة إبراهيم و د. عبد الحسين ناصر خلف
- استعمال تقنيات الاستشعار عن بعد في حساب المساحة المحصولية للقطن (*Gossypium hirsutum L.*) وتقدير تكاليفها بالمقارنة مع الطريقة التقليدية في محافظة الحسكة (دائرة القحطانية)
46.....
م. جلال محمد غزالة و د. سمعان العطوان و د. إياد أحمد الخالد
- تقييم درجة تعرض الأراضي للانجراف الريحي حسب تقييم (Janpeisov, 1977) باستعمال نظام المعلومات الجغرافي لأراضٍ في البادية السورية (سهول قصر الحير الشرقي)
57.....
م. لبنى البشي و د. محمود عسكر و د. يونس ادريس
- 71..... تغيرات الهطل في منطقة الجزيرة السورية و آثارها الكامنة في الغطاء النباتي و إنتاجية المزروعات
د. ميشيل سكاف و م. شفا منبوت

الجزء الأجنبي:

- Evaluation the Performance of Two Hydrological Models for the Estimation of Surface Run-off 1
Ihab Jnad
- Effects of Water Deficit on the Growth and Physiological Performance of *Conocarpus erectus* and *Eucalyptus microtheca* Trees under Field Conditions..... 8
Loutfy I. El-Juhany, I. M. Aref and A. A. Al-Harby
- The Role of cFLIP as Anti-Apoptotic Protein in the Bovine Corpus Luteum..... 22
Muhammad Omar Al-zi'abi
- Evaluation of Photosynthetic Parameters in Recombinant Inbred Lines of Barley (*Hordeum vulgare L.*) in Relation to Grain Yield under Water-stress Conditions..... 34
Hayat Touchan, Marwan Haj Hussein, Abdel Naser Aldarir, Michael Baum and Tawffiq Istanbuli

Journal Address

- Materials to be published have to be sent by registered mail to:
P.O. Box 2440, Damascus, Syria.

- Manuscripts may be submitted directly to the Editorial Board at this address:

The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD)
4th Floor, Douma- Damascus -Syria

- Alternatively, the material could be emailed to:

عنوان المجلة

- ترسل المادة العلمية المراد نشرها بالبريد المسجل إلى العنوان الآتي:
ص.ب: -2440 دمشق، الجمهورية العربية السورية.

- يمكن تسليم النسخ المطلوبة من المادة العلمية مباشرة إلى مدير تحرير
المجلة في العنوان الآتي:

سورية - ريف دمشق - دوما بناء المركز العربي لدراسات المناطق الجافة
والأراضي القاحلة (أكساد) - الطابق الرابع .

- أو ترسل الكترونياً على البريد الإلكتروني:

<http://www.acsad.org>
[E-mail:journalAE@acsad.org](mailto:journalAE@acsad.org)

التنضيد وأمانة السر : الأنسة رنا الحاجي بكر
الإخراج الفني: م. فرج محمد شفيق الشوا



الإفتتاحية

لم يكن التقدم البشري يوماً تلقائياً ولا حتمياً، وعلينا أن نتقبل حقيقة أننا اليوم نعيش الغد، وعلينا في ظل المستجدات المتمخضة عن المشاكل البيئية، وما نجم عنها من أزماتٍ غذائية، وكوارث طبيعية باتت تهدد أمن المجتمعات، وخاصةً في الدول الفقيرة، أن نتحلى بحس عميق من العجلة وضرورة التحرك حتى لا نتأخر في أداء ما يتوجب علينا عمله، لأنَّ الوقت أصم ولا يمكن أن يتوقف حتى وإن صرخنا بشدة.

وأمت قضية التنمية البشرية منوطة من وجهة نظر زراعية بتقييم حجم المشكلة، وتحديد مستوى التحسين، وتهيئة متطلبات التطوير، ولا يتأتى ذلك إلا من خلال العمل الميداني، والأفكار التطبيقية الخلاقة النابعة من كوادرات تتسم بحس عالٍ ببعدها المشكلة وحجم الضرر الحالي والمستقبلي. وقد تفهم المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) معنى التنمية بالمفهوم المطلق، فعمل على فتح أبواب المعرفة والبحث العلمي على مصراعيها، بهدف تطوير الإمكانيات البشرية، وزيادة هامش الحرية الإنسانية، ورفع سقف الطموح، وتوسيع دائرة العمل، بما يضمن وضع الأطر السليمة لأبعاد المشاكل الزراعية التي تؤثر سلباً في كفاءة النظم البيئية الزراعية والطبيعية الإنتاجية، وتحسين عوامل إدارة الموارد الطبيعية، لتحقيق الأمن الغذائي للأجيال الحالية، وضمان حق الأجيال اللاحقة فيها، حيث تقتضي فلسفة الحياة أن نحيا بأنفاس أولادنا وأحفادنا.

وتبعاً لذلك تعدُّ المجلة العربية للبيئات الجافة بمنزلة النافذة الواسعة التي يطلُّ منها الباحثون، ليحيكوا من خيوط النور قصص النجاح، ويصيغوا من خلال تلاحح الأفكار وتكاملها أسس العيش الرغيد، وبناء مستقبل أكثر إشراقاً من الماضي.

رئيس التحرير

الأستاذ الدكتور رفيق علي صالح



تقييم استجابة بعض طرز الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) لتحمل الإجهاد المائي خلال مراحل النمو المختلفة

Evaluation the Response of Some Corn (*Zea mays* L.) Genotypes for Water Stress at Different Growth Stages

م. ماجدة رويلي⁽¹⁾ و د. أيمن الشحاذة العوده⁽²⁾

(1) : مهندسة باحثة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – سورية.

(2) : أستاذ في قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة دمشق، وخبير بيئة وفسيولوجيا المحاصيل الحقلية (أكساد).

المُلخَص

نفذت دراسة حقلية في محطة بحوث المربعية بدير الزور، التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية-هيئة البحوث العلمية الزراعية، خلال الموسمين الزراعيين 2005 و 2006 لتقييم استجابة أربعة طرز وراثية من الذرة الصفراء (غوطة₁، وغوطة₂، وباسل₁، وباسل₂) لظروف الإجهاد المائي المطبق خلال المراحل الفينولوجية المختلفة من حياة المحصول، من خلال إيقاف عملية الري بشكل كامل فقط خلال المرحلة المدروسة من حياة النبات. وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة المنشقة (RCBD)، بمعدل ثلاثة مكررات لكل من المعاملات والشاهد.

أثرت ظروف الإجهاد المائي، وخاصةً خلال مرحلة الإزهار سلباً في جميع الصفات الكمية المدروسة. ولوحظ وجود تباين وراثي في استجابة الطرز المدروسة لظروف شح المياه. ولوحظ أن متوسط عدد الصفوف في العرنوس يتحدد بدرجة أكبر بقطر العرنوس بالمقارنة مع طوله، حيث كان متوسط قطر العرنوس الأعلى معنوياً لدى الصنفين غوطة₂ وغوطة₁ (3.84، 3.74 سم على التوالي)، الذين شكلاً معنوياً عدداً أكبر من الصفوف (15.58، 15.31 صفاً على التوالي) بالمقارنة مع الهجينين باسل₂ وباسل₁ (14.15، 13.64 صفاً على التوالي). وكان متوسط وزن المائة حبة الأعلى معنوياً لدى الهجين الزوجي باسل₂، ثم الصنف غوطة₂ (30.33، 29.17 غ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الهجين الفردي باسل₁ (27.92 غ). وكان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً لدى كل من الهجين الزوجي باسل₂، والصنف غوطة₂ (857.47، 843.9 كغ. دونم⁻¹ على التوالي) بالمقارنة مع الطرازين الوراثيين الآخرين. وكانت الغلة الحبية الأدنى معنوياً لدى جميع الطرز الوراثية عندما تعرضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار خلال الموسمين الزراعيين (648.7 كغ. دونم⁻¹ بالمقارنة مع باقي مراحل النمو. وسبب عموماً الإجهاد المائي تراجعاً في الغلة الحبية مقداره 23.78% خلال مختلف مراحل النمو. وارتبطت الغلة الحبية بدرجة أكبر بصفة متوسط وزن المائة حبة ($r = 0.85^*$) بالمقارنة مع متوسط عدد الحبوب في الصف ($r = 0.71$)، وعدد الصفوف في العرنوس ($r = 0.24$).

الكلمات المفتاحية: الإجهاد المائي، المراحل الفينولوجية، مكونات الغلة، الذرة الصفراء.

Abstract

A field experiment was conducted in AL-Meraia Research Station in Deir Ezzor, which belongs to the

©2010 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

Scientific Agricultural Research Commission, during two growing seasons (2005, 2006), to evaluate the response of four maize genotypes (two varieties, Gouta₁, Gouta₂, and two hybrids, Basel₁ and Basel₂) for water stress conditions applied during different phenological stages of the crop life cycle by the complete cease of irrigation. The experiment was laid according to the randomized complete block design (RCBD), with three replications for each treatment.

Water stress conditions, particularly during the anthesis adversely affected on all the yield related components, but there was a genetic variation in the response of the studied genotypes. It has been found that the number of rows per head was highly determined with the head diameter rather than the head length, where the head diameter was significantly higher in the two corn varieties, Gouta₁ and Gouta₂ (3.84 and 3.74 cm respectively), which formed significantly higher number of rows per head (15.58 and 15.31 respectively) compared with the other two hybrids (14.15 and 13.64 rows for Basel₂ and Basel₁ respectively).

The 100-kernel weight was significantly higher in the hybrid Basel₂ followed by the variety Gouta₂ (29.17, 29.11 g respectively), while it was the least in the single hybrid Basel₁ (27.95 g).

The mean grain yield was significantly higher in the hybrid Basel₂ and the variety Gouta₂ (857.6, 843.2 kg . dounnem⁻¹ respectively) compared with the other two genotypes. The grain yield was significantly lower in the plants exposed to water stress during the flowering stage for both the seasons (648.7 kg . dounnem⁻¹) compared with the other growth stages. In general, drought caused an estimated reduction of 23.78% in the grain yield during different growth stages.

The correlation between grain yield and 100-kernel weight was higher ($r = 0.85^*$) compared with number of grains per row ($r = 0.71$), and number of rows per head ($r = 0.24$).

Key words: Water stress, Phenological stages, Yield components, Corn.

المائية العذبة المتاحة، وتماشياً مع سياسة ترشيد استهلاك المياه، وتحسين كفاءة استعمالها، كان لابد من تحديد الحد الأدنى من الريات الذي يضمن تحقيق الطاقة الإنتاجية الكاملة للمحصول.

يعد الماء من العوامل المهمة المحددة لإنتاجية النبات. وتتناسب معدلات نمو النباتات مع كمية المياه المتاحة خلال موسم النمو. ونظراً لأهمية الماء ودوره الحيوي في استقلاب النبات على المستويين الخلوي والنبات الكامل، فإن أي تراجع في إتاحة المياه سيؤثر سلباً في نمو النبات وتطوره، والعديد من العمليات الحيوية، ابتداءً من عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis وانتهاءً بعملية التنفس Respiration، ونقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر Source إلى المصب Sink (Loboda, 2002). تتباين الأنواع النباتية بشكل كبير في قدرتها على تحمل الإجهادات اللاحيائية Abiotic stresses، ويوجد تباين وراثي كبير في استجابة الأنواع النباتية المختلفة، وحتى الأصناف التابعة للنوع نفسه للإجهادات اللاحيائية. ويمكن أن تختلف استجابة النباتات ضمن الصنف نفسه باختلاف مرحلة

مقدمة Introduction

يعد محصول الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) من محاصيل الحبوب المهمة، ويأتي عالمياً في المرتبة الثالثة بعد محصولي القمح، والرز من حيث المساحة والإنتاج. وتتجلى الأهمية الاقتصادية لمحصول الذرة الصفراء في كونه محصولاً غذائياً وصناعياً، وعلفياً، حيث تستعمل نباتاته وحبوبه كعلف أخضر ومركز في تغذية الدواجن والأبقار (الفارس، 1981). توسعت زراعة محصول الذرة الصفراء في القطر العربي السوري بشكل ملحوظ خلال السنوات العشر الأخيرة. وصلت المساحة الروية إلى 45214 هكتاراً، والإنتاج 158940 طناً، والإنتاجية 3515 كغ . هكتار⁻¹، في حين لم تتجاوز المساحة المزروعة بعبء 18 هكتاراً، والإنتاج 30 طناً، والإنتاجية 1685 كغ . هكتار⁻¹ (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2008). يلاحظ مما تقدم أن، الإنتاجية قد تراجعت بنسبة 52.06% تحت ظروف الزراعة البعلية بالمقارنة مع الزراعة الروية، ما يشير إلى أهمية تأمين كميات كافية من مياه الري، وخاصةً خلال المراحل الحرجة من حياة النبات. ونظراً لقلّة الموارد

النمو (Ribaut وزملاؤه، 2002). وتحد الإجهادات اللاحيائية بشكلٍ ملموس من إنتاجية الأنواع المحصولية، ولا يزال هناك نقص في توصيف الية/آليات التحمل في العديد من الأنواع النباتية. ويعد كل من الجفاف وقلة خصوبة التربة من المسببات الرئيسية لتراجع الغلة الحبية في البلدان النامية (Beck وزملاؤه، 1996). وقد أمكن من خلال برامج التربية التقليدية تحقيق تقدم وراثي ملحوظ في تحسين إنتاجية محصول الذرة الصفراء تحت ظروف الإجهاد المائي، ولكن لا تزال هناك طاقة وراثية كامنة كبيرة لم يستفد منها بعد، ويمكن استغلالها في تحقيق تقدم وراثي أكبر لتحمل الإجهاد المائي، مع المحافظة على غلة المحصول الحبية تحت ظروف شح المياه، المترافقة مع ارتفاع درجات الحرارة (Edmeades و Heisey، 1999). تعتمد غلة محصول الذرة الصفراء الحبية بشكلٍ كبير على كمية المياه المتاحة خلال الفترة الفاصلة بين ظهور النورات المذكرة والنورات المؤنثة Tasseling-to-Silking وحتى فترة أسبوعين بعد ظهور الحرائر (Shaw، 1974). ويتحدد خلال هذه المرحلة عدد الحبوب الكلي في النبات. ولوحظ أن تقليل كفاءة النبات التمثيلية بتأثير الإجهاد المائي خلال تلك المرحلة يؤثر سلباً في عقد البذور Seed set، حيث لوحظ أن حقن سوق النباتات المجهد مائياً بالسكروز خلال هذه الفترة قد حسّن كثيراً من عدد الحبوب المتشكلة في العرنوس. تشير هذه النتائج إلى أن نجاح المرحلة الثمرية في الذرة الصفراء المعرضة للجفاف خلال مرحلة الإزهار Anthesis مرتبط بشكلٍ قوي بالنمو (Boyle وزملاؤه، 1991). بسبب وجود كمية غير كافية من الماء خلال فترة نمو النباتات وتطورها تراجعاً ملحوظاً في غلة المحصول الحبية. ويؤثر شح المياه، وتراجع محتوى التربة المائي سلباً في كمية العناصر المعدنية الغذائية المتاحة للنبات، وامتصاص العناصر المعدنية الغذائية ونقلها ضمن أجزاء النبات المختلفة، كما يؤثر سلباً في معدل نمو النباتات وتطورها (Carter و Hesterman، 2002). ويؤدي مرور أربعة أيام متتالية على ذبول أوراق نباتات الذرة الصفراء خلال مرحلة النمو الخضري نتيجة انقطاع مياه الري إلى تراجع غلة المحصول الحبية بمقدار 5 - 10 %، في حين يؤدي تعرض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار، والإخصاب مدة أربعة أيام متتالية إلى تراجع غلة المحصول الحبية بمقدار 40 - 50 %. حيث يسبب الإجهاد المائي خلال تلك المرحلة من حياة النبات انعدام توافق ظهور الأزهار المذكرة والمؤنثة، ما يؤثر سلباً في نجاح عملية التلقيح، والإخصاب. ومن ثم العقد (Paul وزملاؤه، 2001، Westgate و Bassetti، 1990). عموماً، يؤدي تعرض نباتات الذرة الصفراء لفتراتٍ طويلة أو متوسطة من الإجهاد المائي خلال مرحلة التلقيح إلى إعطاء عرائيس فارغة Barren tips، وذلك إما نتيجة عدم تلقيح الأزهار القمية الخصبة، أو أنها أجهضت بعد التلقيح. ويؤدي حدوث الإجهاد المائي

قبيل تشكل الأزهار المذكرة، والنورات المؤنثة إلى تشكل عرائيس صغيرة الحجم. ويؤدي حدوث الجفاف خلال مرحلة 10 - 12 ورقة حقيقية، وهي الفترة التي يتحدد خلالها عدد الصفوف في العرنوس، وخلال مرحلة 12-17 ورقة حقيقية، التي يتحدد خلالها عدد الحبوب في الصف إلى تراجع كل من طول العرنوس، وعدد الحبوب فيه، وإن التراجع الحاصل في حجم العرنوس خلال هذه الفترة لا يمكن تصحيحه بتأمين كميات كافية من الماء خلال المراحل اللاحقة من موسم النمو. ويؤدي حدوث الجفاف ولو لفترة زمنية وجيزة بعد التلقيح، والإخصاب إلى إجهاد الأزهار الملقحة، أو في أحسن الأحوال ضعف امتلاء الحبوب المتشكلة، ما يؤثر سلباً في وزن المائة حبة، كأحد المكونات العددية المهمة للغلة الحبية (Edmeades و Bolanos، 1990). وأشار الباحث Cakir (2004) أن تعرض نباتات الذرة الصفراء خلال مختلف مراحل النمو للإجهاد المائي الشديد يؤثر سلباً في طول النبات، وحجم المسطح الورقي، وعدد الحبوب في الصف، وعدد الصفوف في العرنوس، ووزن المائة حبة، والغلة الحبية. ولاحظ أن تعريض نباتات الذرة الصفراء للجفاف خلال مرحلة النمو الخضري قد أضر بشكلٍ أكبر في ارتفاع النبات ومساحة المسطح الورقي الأخضر بالمقارنة مع باقي الصفات المدروسة، الأمر الذي أدى إلى تراجع معدل تصنيع وتراكم المادة الجافة بنسبة 28 - 32 %. ووجد أن تعريض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب قد أدى إلى انخفاض الغلة الحبية بنحو 66 - 93 %.

أهداف البحث

1. تقييم استجابة بعض أصناف، وهجن الذرة الصفراء للإجهاد المائي عند مراحل مختلفة من حياة النبات.
2. تقييم بعض المؤشرات الكمية المرتبطة بتحمل الجفاف مع المحافظة على كفاءة المحصول الإنتاجية.

مواد البحث وطرائقه

المادة النباتية Plant material:

تمت الدراسة على أربعة طرز وراثية من الذرة الصفراء (الصنفان غوطة⁸²، وغوطة¹، والهجينان: الهجين الفردي باسل¹، والهجين الزوجي باسل²). تم الحصول على البذار من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية- مركز البحوث العلمية الزراعية بدير الزور.

موقع التجربة Experimental site:

نفذت التجربة في محافظة دير الزور، بمحطة المربية التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية. وحُضرت الأرض المعدة للزراعة بإجراء فلاحتين متعامدتين (بعمق 30 سم)، ثم تمت عملية تنعيم التربة وتسويتها وتخطيطها. وأضيفت قبل الزراعة الأسمدة العضوية Manure بمعدل 4 م³ / دونم¹، وأضيفت كامل الأسمدة الفوسفورية (8 كغ وحدة نقية P₂O₅ / دونم)، وتبادل 17.5 كغ سماد السوبر فوسفات الثلاثي) قبل الفلاحة الأخيرة، وأضيفت نصف كمية الأسمدة الأزوتية (6.5 كغ وحدة نقية N/دونم، وتبادل 14 كغ من سماد اليوريا 46 %) عند الزراعة تكبشاً على بعد 5 سم إلى جانب وأسفل الجور، في حين أضيفت الكمية المتبقية من الأسمدة الأزوتية (6.5 كغ وحدة نقية N/دونم، وتبادل 14 كغ من سماد اليوريا 46 %) بعد شهر من تاريخ الزراعة، أي عند ظهور الورقة الحقيقية السابعة إلى التاسعة، وذلك حسب الطراز الوراثي. وقُسمت الأرض المعدة للزراعة إلى 15 قطعة تجريبية بمساحة (57.5 م²) لكل قطعة، وبواقع ثلاثة مكررات. وتركت فواصل بنحو 2 م بين القطع التجريبية، وبينها وبين قنوات الري، للحد من رشح الماء الأرضي إلى القطع التجريبية خلال فترة تطبيق الإجهاد المائي. وروعي أن تظهر جميع الطرز الوراثية المدروسة في كل قطعة تجريبية، حيث زرع كل طراز بمعدل أربعة خطوط، وتركت مسافة 70 سم بين الخط والآخر، ومسافة 25 سم بين النباتات ضمن الخط نفسه. ووزعت الطرز في كل قطعة تجريبية بشكل عشوائي.

المعاملات Treatments:

تم تقييم استجابة طرز الذرة الصفراء للإجهاد المائي خلال مراحل مختلفة من حياة النبات بهدف تحديد المرحلة/المراحل الحرجة لنقص الماء. وتمت دراسة تأثير الإجهاد المائي في نمو النباتات وتطورها خلال المراحل التطورية الآتية:

1 - مرحلة البادرة الفتية Juvenile seedling: طُبِق الإجهاد المائي خلال هذه المرحلة (البادرات بعمر ستة أيام من تاريخ الإنبات)، وذلك بإيقاف الري عن جميع القطع التجريبية (المكررات) الخاصة بهذه المرحلة، واستمرت عملية التعطيش حتى تشكل الورقة الحقيقية الخامسة (بداية مرحلة النمو الخضري النشط)، ثم رويت القطع التجريبية في نهاية فترة الإجهاد المائي، واستمرت عملية الري حتى نهاية موسم النمو، واكتمال النضج.

2 - مرحلة النمو الخضري النشط Vegetative growth

stage: تم إيقاف عملية الري للقطع التجريبية الثلاث الخاصة بهذه المرحلة عندما كانت النباتات بمرحلة 5 أوراق حقيقية ولغاية تشكل عشرة أوراق حقيقية، ثم رويت هذه القطع التجريبية بشكل طبيعي من نهاية فترة الإجهاد وحتى نهاية موسم النمو.

3 - مرحلة الإزهار Flowering stage: تم إيقاف سقاية القطع التجريبية الثلاث المطابقة لهذه المرحلة، وذلك عندما كانت النباتات بمرحلة عشر أوراق حقيقية، واستمر الإجهاد المائي حتى نهاية مرحلة الإزهار والتلقيح والإخصاب، ثم رويت هذه القطع التجريبية من نهاية فترة الإجهاد وحتى نهاية موسم النمو.

4 - مرحلة النضج وامتلاء الحبوب Grain filling and maturity stage: تم إيقاف الري عن القطع التجريبية المطابقة لهذه المرحلة ابتداءً من نهاية الإخصاب وحتى النضج الفيزيولوجي التام (اكتمال امتلاء الحبوب).

وروعي أثناء تنفيذ التجربة ترك ثلاث قطع تجريبية، رويت من بداية التجربة وحتى نهايتها حسب احتياجات المحصول المائية، واعتمدت كشاهد حُسبت على أساسه نسب الانخفاض في المؤشرات الكمية المدروسة خلال فترة الإجهاد المائي، ولكل مرحلة من مراحل نمو النباتات وتطورها لجميع الطرز الوراثية المدروسة.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي

Experimental design and statistical analysis

نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة المنشقة، حيث شغلت القطع الرئيسية معاملات الجفاف، وشغلت الطرز الوراثية القطع الثانوية من الدرجة الأولى، ومراحل النمو القطع الثانوية من الدرجة الثانية. وحُللت البيانات بعد تبويبها باستخدام برنامج التحليل الإحصائي MSTAT-C، وذلك لحساب معامل التباين (%CV)، وقيم أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى المعنوية 0.05 بين المعاملات، والطرز الوراثية المدروسة، ومواسم النمو، والتفاعلات المتبادلة بينها، وقيم معامل الارتباط البسيط Simple correlation بين الصفات المدروسة (الجدول 7). ونفذت التجربة خلال الموسمين الزراعيين 2005 و 2006.

الصفات الكمية المدروسة

Investigated quantitative traits

1. طول العرنوس (سم): تم قياس طول العرنوس باستعمال المسطرة.

معنوية بينها (16.33، 15.90، 15.75 سم على التوالي)، في حين كان متوسط طول العرنوس الأدنى معنوياً لدى الهجين الفردي باسل₁ (14.42 سم). ولم تبد نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية ($p \leq 0.05$) في صفة طول العرنوس بين السنوات. وكان متوسط طول العرنوس الأعلى معنوياً لدى نباتات الصنف غوطة₂، والصنف غوطة₁، والهجين الزوجي باسل₂ خلال موسمي الزراعة وبدون فروقات معنوية بينها (16.42، 16.25، 15.96، 15.88، 15.54 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجين الفردي باسل₁ خلال موسمي الزراعة الثاني والأول تباعاً (14.00، 14.83 سم على التوالي). ولم تظهر نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية في متوسط طول العرنوس بين مراحل النمو، ما يشير إلى أن صفة طول العرنوس من الصفات الكمية التي لا تتأثر بالتبدلات المناخية من موسم زراعي لآخر، وهذا يمنحها ثباتاً أكبر عبر السنين والمواقع، ولا تتأثر بمحتوى التربة المائي خلال مختلف مراحل النمو. لا تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Westgate و Bassetti (1990)، و Paul وزملاؤه (2001)، اللذين بينوا أن إيقاف عملية الري خلال مرحلة النمو الخضري (وهي المرحلة من حياة النبات التي يتحدد فيها عدد الصفوف في العرنوس) مدة أربعة أيام متتالية قد أدت إلى تراجع متوسط طول العرنوس. وتلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل الطرز مع مراحل النمو، ومراحل النمو مع السنوات، وتفاعل المتغيرات الثلاثة بعضها ببعض. وكان متوسط طول العرنوس الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية المدروسة خلال مختلف مراحل النمو وموسمي الزراعة تحت ظروف توافر الماء (16.25 سم) بالمقارنة مع ظروف الإجهاد المائي (14.95 سم). ويلاحظ أن متوسط طول العرنوس كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الصنفين غوطة₂ وغوطة₁ تحت ظروف الزراعة المروية وبدون فروقات معنوية بينهما (17.33، 16.50 سم على التوالي)، تلاهما الهجين الزوجي باسل₂ تحت ظروف الزراعتين المروية والجافة (16.17، 15.63 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الهجين الفردي باسل₁ في النباتات المجهدة مائياً والمروية تباعاً (13.83، 14.99 سم على التوالي). ويلاحظ المنحى نفسه بالنسبة إلى باقي التفاعلات.

ويلاحظ بشكل عام، أن نسبة الانخفاض في متوسط طول العرنوس كانت الأعلى معنوياً عندما تعرضت نباتات مختلف الطرز الوراثية للإجهاد المائي خلال مرحلة النمو الخضري (15.16، 13.68 % على التوالي خلال موسمي النمو) بالمقارنة مع باقي المراحل. ويلاحظ أن متوسط نسبة الانخفاض في طول العرنوس كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجين باسل₂ (5.60، 1.06 % على التوالي خلال موسمي النمو).

لكل طراز وراثي ومعاملة ومرحلة نمو، ومكرر، وبواقع خمسة نباتات من كل مكرر.

2. قطر العرنوس (سم): تمّ قياس قطر العرنوس باستعمال البياكوليس (قدم قنوية)، لكل الطرز الوراثية المدروسة، والعاملات، ومراحل النمو، والمكررات، وبواقع خمسة نباتات من كل مكرر.

3. عدد الصفوف في العرنوس: تمّ حساب عدد الصفوف في العرنوس لكل طراز وراثي وبواقع خمسة نباتات من كل مكرر، ولكل مرحلة نمو، ومن كلتا المعاملتين المجهدة والشاهد.

4. عدد الحبوب في الصف: تمّ عدّ الحبوب في الصف الواحد لكل طراز وراثي، ولكل مرحلة نمو، ومن كلتا المعاملتين المجهدة والشاهد وبواقع خمسة عرانييس.

5. متوسط وزن المائة حبة (غ): تمّ أخذ من كل مكرر وبشكل عشوائي مائة حبة، ووزنت باستعمال ميزان حساس. كررت العملية خمس مرات من كل مكرر، ولكل طراز وراثي ومعاملة، ومرحلة نمو.

6. الغلة الحبية (كغ . دونم⁻¹): تمّ في نهاية موسم النمو حصاد (24) نباتاً من كل طراز وراثي، وعند كل مرحلة من مراحل النمو، ومن كل معاملة. ووزنت عرانييسها مع القوالب وسجل الوزن الرطب، ثمّ فرطت الحبوب عن القوالب، وحسبت نسبة التصافي (وزن الحبوب / وزن الحبوب مع القوالب × 100)، وقدّرت الرطوبة في الحبوب باستعمال جهاز قياس الرطوبة الإلكتروني. وحسبت الغلة الحبية وفق المعادلة الرياضية الآتية:

الغلة الحبية (طن. هكتار⁻¹) = وزن العرانييس الرطب × (100 - الرطوبة الماسة) × 0.028 × نسبة التصافي

حيث: $0.028 = 10000 \text{ م}^2 (1 \text{ هكتار}) / (100 - 15) \times \text{المساحة الفعلية المحصودة} (4.2 \text{ م}^2) \times 1000$ للتحويل من كغ إلى طن وقدّرت الغلة الحبية عند الرطوبة النسبية (15 %) في الحبوب.

النتائج والمناقشة Results and discussion

طول العرنوس (سم) Ear length:

يلاحظ من الجدولين (a,b1)، أن متوسط طول العرنوس كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية غوطة₂، وباسل₂، وغوطة₁ وبدون فروقات

الجدول a1. يبين متوسط طول العرنوس (سم) خلال مراحل النمو المختلفة لدى بعض طرز الذرة الصفراء، ونسبة انخفاضه بالمقارنة مع الشاهد خلال الموسم الزراعي 2005.

المرحلة الطرز	الشاهد	البادرة	نسبة الانخفاض (%)	النمو الخضري	نسبة الانخفاض (%)	الإزهار	نسبة الانخفاض (%)	النضج	نسبة الانخفاض (%)	المتوسط	
										مرحلة النمو	نسبة الانخفاض (%)
غوة 82	17.66	16.00	9.39	16.33	7.53	12.00	32.04	16.33	7.53	15.17	14.12
غوة 1	16.00	16.33	-2.06	14.66	8.38	15.33	4.19	14.00	12.50	15.08	5.75
باسل 1	15.33	15.33	0.00	13.00	15.20	15.00	2.15	14.00	8.70	14.33	6.51
باسل 2	16.33	15.00	8.14	16.66	-2.02	15.00	8.14	15.00	8.14	15.42	5.60
المتوسط	16.33	15.66	3.87	15.16	7.27	14.33	11.63	14.83	9.21	15.00	8.00

الجدول b1. يبين متوسط طول العرنوس (سم) خلال مراحل النمو المختلفة لدى بعض طرز الذرة الصفراء، ونسبة انخفاضه بالمقارنة مع الشاهد خلال الموسم الزراعي 2006.

المرحلة الطرز	الشاهد	البادرة	نسبة الانخفاض (%)	النمو الخضري	نسبة الانخفاض (%)	الإزهار	نسبة الانخفاض (%)	النضج	نسبة الانخفاض (%)	المتوسط	
										مرحلة النمو	نسبة الانخفاض (%)
غوة 82	17.00	17.33	-1.94	16.33	3.94	13.00	23.52	15.33	9.82	15.50	8.84
غوة 1	17.00	15.33	9.82	15.33	15.71	15.66	7.88	14.33	15.71	14.91	12.28
باسل 1	14.66	13.66	6.82	11.66	20.46	14.33	2.25	13.66	6.82	13.33	9.09
باسل 2	16.00	17.33	-8.31	13.66	14.63	16.00	0.00	16.33	-2.06	15.83	1.06
المتوسط	16.17	15.91	1.60	14.00	13.68	14.75	8.41	14.91	7.57	14.89	7.82

قطر العرنوس (سم) Cob diameter :

معنوية مرحلة الإزهار (3.67 سم) بالمقارنة مع مرحلتى الباردة والنضج، حيث لم تظهر نتائج التحليل الإحصائي فروقات معنوية بينهما (3.75، 3.71 سم على التوالي). إذاً، يؤثر الإجهاد المائي خلال مرحلة النمو الخضري سلباً في قطر العرنوس. ويُلاحظ أن متوسط قطر العرنوس كان الأعلى معنوياً في النباتات غير المجهد مائياً خلال مختلف مراحل النمو، ولدى جميع الطرز، وخلال موسمي الزراعة (3.87 سم) بالمقارنة مع النباتات المجهد مائياً (3.46 سم). عموماً، تلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى باقي التفاعلات، حيث يُلاحظ أن متوسط قطر العرنوس كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الصنف غوة₁ خلال الموسم الزراعي الثاني وعند مختلف مراحل النمو وفق تسلسلها الزمني الطبيعي، وتحت ظروف توافر المياه بكميات كافية (4.16 سم للجميع)، تلاه الصنف غوة₂ خلال الموسم الزراعي الأول، وعند مختلف مراحل النمو وتحت ظروف الري الكامل (4.00 سم للجميع)، في حين كان متوسط قطر العرنوس الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجينين باسل₁ وباسل₂ خلال السنة الأولى، وعند مرحلة النمو الخضري، وتحت ظروف الإجهاد المائي (3.00، 3.06 سم على التوالي).

يُلاحظ من الجدولين (a,b2)، أن متوسط قطر العرنوس كان الأكبر معنوياً لدى صنفى الذرة الصفراء غوة₁ وغوة₂ وبدون فروقات معنوية بينهما (3.84، 3.74 سم على التوالي)، تلاهما وبفروقات معنوية الهجينين باسل₁ وباسل₂ وبدون فروقات معنوية بينهما (3.56، 3.56 سم على التوالي). وكان متوسط قطر العرنوس الأكبر معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول (3.72، 3.63 سم على التوالي). ويُلاحظ أن متوسط قطر العرنوس كان الأعلى معنوياً لدى الصنفين غوة₁ خلال موسمي الزراعة الثاني والأول، وغوة₂ خلال موسمي الزراعة الأول والثاني وبدون فروقات معنوية بينهما (3.92، 3.76، 3.76 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الهجينين باسل₁ وباسل₂ خلال الموسم الزراعي الأول. ويُلاحظ أن متوسط قطر العرنوس كان الأدنى معنوياً في النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي خلال مرحلة النمو الخضري النشط (3.58 سم)، تلاها وبدون فروقات

الجدول a2. يبين متوسط قطر العرنوس (سم) خلال مراحل النمو المختلفة لدى بعض طرز الذرة الصفراء، ونسبة انخفاضه بالمقارنة مع الشاهد خلال الموسم الزراعي 2005.

المرحلة		نسبة الانخفاض (%)	النضج	نسبة الانخفاض (%)	الإزهار	نسبة الانخفاض (%)	النمو الخضري	نسبة الانخفاض (%)	البادرة	الشاهد	الطرز
نسبة الانخفاض (%)	مرحلة النمو										
11.93	3.52	16.75	3.33	10.00	3.60	16.00	3.36	5.00	3.80	4.00	غوطة 82
11.81	3.52	4.25	3.83	16.00	3.36	18.50	3.26	8.50	3.66	4.00	غوطة 1
13.89	3.23	9.57	3.40	16.75	3.13	18.61	3.06	10.63	3.36	3.76	باسل 1
12.06	3.28	12.60	3.26	8.84	3.40	19.57	3.00	7.23	3.46	3.73	باسل 2
12.42	3.38	10.79	3.45	12.89	3.37	18.17	3.17	7.84	3.57	3.87	المتوسط

الجدول رقم b2. يبين متوسط قطر العرنوس (سم) خلال مراحل النمو المختلفة لدى بعض طرز الذرة الصفراء، ونسبة انخفاضه بالمقارنة مع الشاهد خلال الموسم الزراعي 2006.

المرحلة		نسبة الانخفاض (%)	النضج	نسبة الانخفاض (%)	الإزهار	نسبة الانخفاض (%)	النمو الخضري	نسبة الانخفاض (%)	البادرة	الشاهد	الطرز
نسبة الانخفاض (%)	مرحلة النمو										
3.81	3.65	6.31	3.56	0.00	3.80	8.94	3.46	0.00	3.80	3.80	غوطة 82
11.77	3.67	12.01	3.66	12.74	3.63	16.82	3.46	5.52	3.93	4.16	غوطة 1
7.24	3.48	3.45	3.63	11.43	3.33	6.11	3.53	7.97	3.46	3.76	باسل 1
9.53	3.43	4.47	3.63	7.10	3.53	17.63	3.13	8.94	3.46	3.80	باسل 2
8.08	3.55	6.56	3.62	7.81	3.57	12.37	3.39	5.60	3.66	3.88	المتوسط

وبفروقاتٍ معنوية الهجين الزوجي باسل₂ (14.15 صفاً)، في حين كان متوسط عدد الصفوف الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجين الفردي باسل₁ (13.64 صفاً). ويُلاحظ مما تقدم، أنّ متوسط عدد الصفوف يتحدد بقطر العرنوس، حيث كان متوسط قطر العرنوس الأعلى معنوياً لدى الصنفين غوطة₈₂، وغوطة₁، وشكلاً تبعاً لذلك عدداً أكبر معنوياً من الصفوف بالمقارنة مع الهجينين باسل₂، وباسل₁. وتعد تبعاً لذلك صفة قطر العرنوس من الصفات المهمة المحددة لعدد الحبوب في العرنوس الواحد. وكان متوسط عدد الصفوف في العرنوس الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول (14.81 صفاً) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني (14.53 صفاً). وتُلاحظ النتائج نفسها بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع السنوات. ولم تُشر نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقات معنوية في متوسط عدد الصفوف في العرنوس خلال مختلف مراحل النمو. ولكن كان متوسط عدد الصفوف في العرنوس الأعلى معنوياً في النباتات غير المهجنة مائياً (الشاهد) (14.91 صفاً) بالمقارنة مع النباتات المهجنة (14.41 صفاً)، ما يشير إلى أهمية توافر الماء في تحديد العدد النهائي من الصفوف.

يتبين مما سبق، أنّ متوسط قطر العرنوس يتحدد بكمية المياه المتاحة خلال مرحلة النمو الخضري، أو بمدى كفاية نواتج التمثيل الضوئي المصنعة خلال مرحلة النمو الخضري (Cakir, 2004).

ويلاحظ بشكل عام، أنّ نسبة الانخفاض في متوسط قطر العرنوس كانت الأعلى معنوياً عندما تعرضت نباتات مختلف الطرز الوراثية للإجهاد المائي خلال مرحلة النمو الخضري (18.17، 12.37 % على التوالي خلال موسمي النمو) بالمقارنة مع باقي المراحل. ويلاحظ أنّ متوسط نسبة الانخفاض في قطر العرنوس كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غوطة₈₂ (11.93، 3.81 % على التوالي خلال موسمي النمو).

عدد الصفوف في العرنوس (صفاً/عرنوس) Number of rows per cob

يُلاحظ من الجدولين (3 a,b)، أنّ متوسط عدد الصفوف في العرنوس كان الأعلى معنوياً لدى صنفَي الذرة الصفراء غوطة₈₂، وغوطة₁ وبدون فروقات معنوية بينهما (15.58، 15.31 صفاً على التوالي)، تلاهما

الجدول a3. يبين متوسط عدد الصفوف/العرنوس خلال مراحل النمو المختلفة لدى بعض طرز الذرة الصفراء، ونسبة انخفاضه بالمقارنة مع الشاهد خلال الموسم الزراعي 2005.

المرحلة		نسبة الانخفاض (%)	النضج	نسبة الانخفاض (%)	الإزهار	نسبة الانخفاض (%)	النمو الخضري	نسبة الانخفاض (%)	البادرة	الشاهد	المرحلة	الطرز
نسبة الانخفاض (%)	مرحلة النمو											
1.06	15.83	0.00	16.00	-8.31	17.33	8.37	14.66	4.18	15.33	16.00	غوطة 82	
7.30	14.83	4.18	15.33	4.18	15.33	12.50	14.00	8.37	14.66	16.00	غوطة 1	
2.40	13.33	-2.48	14.00	2.41	13.33	-2.48	14.00	12.15	12.00	13.66	باسل 1	
-5.90	14.82	-9.50	15.33	-4.71	14.66	-4.71	14.66	-4.71	14.66	14.00	باسل 2	
1.21	14.70	-1.95	15.16	-1.60	15.16	3.42	14.33	4.99	14.16	14.91	المتوسط	

الجدول b3. يبين متوسط عدد الصفوف/العرنوس خلال مراحل النمو المختلفة لدى بعض طرز الذرة الصفراء، ونسبة انخفاضه بالمقارنة مع الشاهد خلال الموسم الزراعي 2006.

المرحلة		نسبة الانخفاض (%)	النضج	نسبة الانخفاض (%)	الإزهار	نسبة الانخفاض (%)	النمو الخضري	نسبة الانخفاض (%)	البادرة	الشاهد	المرحلة	الطرز
نسبة الانخفاض (%)	مرحلة النمو											
1.09	15.16	0.00	15.33	-2.15	15.66	6.52	14.33	0.00	15.33	15.33	غوطة 82	
13.77	14.08	12.24	14.33	12.24	14.33	18.37	13.33	12.24	14.33	16.33	غوطة 1	
5.99	13.58	0.00	14.00	0.00	14.00	2.42	13.66	9.57	12.66	14.00	باسل 1	
1.81	13.74	2.42	13.66	0.00	14.00	2.42	13.66	2.42	13.66	14.00	باسل 2	
5.66	14.14	3.66	14.33	2.52	14.49	7.43	13.74	6.05	13.99	14.91		

صفاً/عرنوس على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجين الفردي باسل₁ خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني، وعند مرحلة البادرة الفتية في النباتات المهجنة مائياً، والصنف غوطة₁ خلال الموسم الزراعي الثاني، وعند مرحلة النمو الخضري تحت ظروف الإجهاد، والهجين الفردي باسل₁ خلال الموسم الزراعي الأول، وعند مرحلة الإزهار تحت ظروف الإجهاد (12.00، 12.66، 13.33، 13.33، صفاً/عرنوس على التوالي). تشير هذه النتائج إلى تفوق الصنفين غوطة₈₂، وغوطة₁ في عدد الصفوف في العرنوس على الهجينين باسل₁، وباسل₂. ويعد الصنف غوطة₈₂ أكثر كفاءة في المحافظة على عدد أكبر من الصفوف عند تعرض نباتاته لظروف شح المياه عند مختلف مراحل النمو بالمقارنة مع الصنف غوطة₁ وباقي الطرز الوراثية المدروسة. عموماً، لا تتحدد الغلة الحبية في النبات بطول العرنوس وعدد الصفوف فيه فقط، وإنما بمتوسط عدد الحبوب في الصف الواحد ومتوسط وزن المائة حبة. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Cakir (2004).

ويلاحظ فيما يتعلق بتفاعل الطرز مع المعاملات، أن متوسط عدد الصفوف كان الأعلى معنوياً لدى الصنفين غوطة₁، وغوطة₈₂ تحت ظروف الري الكامل (15.67، 16.17 صفاً على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، تلاهما الصنف غوطة₈₂ تحت ظروف نقص المياه (15.50 صفاً)، في حين كان متوسط عدد الصفوف في العرنوس الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجين الفردي باسل₁ وتحت ظروف الزراعتين المهجنة والمروية (13.83، 13.46 صفاً/عرنوس على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل المتغيرات الأربعة المدروسة أن متوسط عدد الصفوف في العرنوس كان الأعلى معنوياً لدى الصنف غوطة₈₂ خلال الموسم الزراعي الأول وعند مرحلة الإزهار في النباتات المهجنة مائياً، تلاه وبدون فروقات معنوية الصنف غوطة₁ خلال الموسم الزراعي الثاني، وخلال مراحل البادرة، والنمو الخضري، والإزهار، والنضج، تحت ظروف الري الكامل، والصنف غوطة₈₂ خلال الموسم الزراعي الأول عند مراحل النضج، والبادرة، والنمو الخضري، والإزهار، تحت ظروف الإجهاد والزراعة المروية (17.33، 16.00، 16.00، 16.00، 16.00، 16.33، 16.33، 16.33، 16.33

الحبوب وتطورها، ما يؤدي إلى انخفاض نسبة الزهيرات الخصبة Fertile florets، ونسبة العقد Setting، ومن ثمّ عدد الحبوب المتشكلة في الصف الواحد، والعرنوس/النبات. ويؤدي أيضاً الجفاف خلال فترة الإزهار Anthesis إلى اختلال التوافق بين تشكل النورات المذكورة Tassling والمؤنثة Silking، فيزداد طول الفاصل الزمني بين نضج المبر والحرائر Silks فتفشل عملية الإخصاب بسبب فقد حبوب الطلع Pollen grains لحيويتها (Otegui وزملاؤه، 1995). ويسبب الجفاف أيضاً تجفافاً للمياسم، ما يقلل من فرص تثبت حبوب الطلع عليها، فتفشل بذلك عملية التلقيح (Shaw و Newman، 2004). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع مراحل النمو أنّ متوسط عدد الحبوب/صف كان الأعلى معنوياً لدى الهجين الزوجي باسل₂، والصنف غوطة₈₂ عند تعرض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة البادرة والنضج ولكل منهما على التتابع (36. 67، 35. 83 حبة /صف)، تلاهما الهجين الزوجي باسل₂، والصنف غوطة₈₂ عند تعرض النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلة البادرة الفتية (33. 35، 34. 83 حبة /صف على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف غوطة₈₂، والهجين الفردي باسل₁ عند تعرض النباتات للجفاف خلال مرحلتي الإزهار، والنمو الخضري لكل منهما على التوالي (83. 29، 67. 30 حبة/صف على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما. تشير هذه النتائج إلى أنّ مرحلتي النمو الخضري، والإزهار من المراحل المهمة المحددة لعدد الحبوب في العرنوس/النبات، ومن أشدّ المراحل حساسيةً لظروف نقص المياه، في حين لا يتأثر عدد الحبوب بشكل كبير إذا ما تعرضت النباتات للجفاف خلال مرحلة البادرة، بسبب امتلاك النبات الوقت الكافي للتعويض عند توافر المياه خلال المراحل اللاحقة. ويكون عدد الحبوب قد تحدد قبل مرحلة النضج، لذلك فإنّ تعرض النباتات للجفاف خلال مرحلة النضج يمكن أن يؤثر سلباً في درجة امتلاء الحبوب، ومتوسط وزن المائة حبة، ولكن ليس له أي تأثير في عدد الزهيرات الخصبة المتشكلة، ومن ثمّ عدد الحبوب. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Begg و Turner (1976)، وكذلك Otegui وزملاؤه (1995). ويُلاحظ أنّ متوسط عدد الحبوب في الصف الواحد كان الأعلى معنوياً لدى النباتات المروية بكميات كافية من المياه خلال مجمل مراحل النمو (35.25 حبة/صف) بالمقارنة مع النباتات المجهدّة مائياً (31.81 حبة/صف كقيمة متوسطة لجميع الطرز وخلال موسمي الزراعة). تشير هذه النتائج إلى أهمية توافر الماء خلال مراحل النمو المختلفة، وخاصةً مرحلتي النمو الخضري والإزهار لزيادة عدد الحبوب المتشكلة في النبات الواحد. إذاً، يتحدد متوسط عدد الحبوب في الصف الواحد، والعرنوس بدرجة أكبر بكمية المياه المتاحة، وخاصةً خلال مرحلتي النمو الخضري والإزهار، وكمية المادة الجافة المتاحة خلال فترة الإزهار وتشكل الحبوب، وبدرجة أقل بالطراز الوراثي، والتباينات المناخية من موسم زراعي لآخر، وخاصةً إذا كانت طفيفة جداً. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Cakir (2004).

ويلاحظ بشكل عام، أنّ نسبة الانخفاض في متوسط عدد الصفوف في العرنوس كانت الأعلى معنوياً عندما تعرضت نباتات مختلف الطرز الوراثية للإجهاد المائي خلال مرحلتي البادرة (4.99، 6.05 % على التوالي لكلا الموسمين)، والنمو الخضري (3.42، 7.43 % على التوالي خلال موسم النمو) بالمقارنة مع باقي المراحل. ويلاحظ أنّ متوسط نسبة الانخفاض في عدد الصفوف في العرنوس كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجين الزوجي باسل₂ (- 5.90، 1.81 % على التوالي خلال موسم النمو)، والصنف غوطة₈₂ (1.06، 1.09 % على التوالي خلال موسم النمو).

عدد الحبوب في الصف (حبة/صف) Number of grains per row

يُلاحظ من الجدولين (a,b4)، عدم وجود فروقات معنوية في صفة متوسط عدد الحبوب في الصف بين الطرز الوراثية المدروسة. ولم تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في متوسط عدد الحبوب/صف بين موسمي الزراعة. وبالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع المواسم الزراعية، فقد كان متوسط عدد الحبوب في الصف الأعلى معنوياً لدى الصنف غوطة₈₂ خلال الموسم الزراعي الأول والهجين الزوجي باسل₂ خلال موسمي الزراعة (35. 04، 34. 54، 34. 50 حبة /صف على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، وكذلك الحال بالنسبة إلى تفاعلات باقي الطرز مع مواسم الزراعة. ولكن كان متوسط عدد الحبوب/صف الأدنى معنوياً في الصنف غوطة₈₂ خلال الموسم الزراعي الثاني (32. 12 حبة /صف)، ما يشير إلى أنّ هذه الصفة من الصفات التي تتأثر بشكل كبير بالتبدلات المناخية، وإن كانت طفيفة من موسم زراعي لآخر، وخاصةً في حال وجود فروقات واضحة في درجات الحرارة خلال فترة الإزهار، التي يمكن أن تؤثر سلباً في حيوية حبوب الطلع ومن ثمّ الإخصاب والعقد. ويؤكد ذلك حقيقة أنّ متوسط عدد الحبوب في الصف كان الأعلى ظاهرياً خلال الموسم الزراعي الأول (34. 06 حبة /صف) الأقل حرارة (34. 53 م°) خلال شهر الإزهار والعقد بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني (32.99 حبة /صف)، الذي كانت فيه درجة الحرارة خلال شهر الإزهار أعلى بنحو (1. 13 م°) (35. 40 م°). ويُلاحظ أنّ متوسط عدد الحبوب في الصف كان الأعلى معنوياً لدى النباتات (متوسط جميع الطرز وخلال موسمي الزراعة) التي تعرضت لظروف الإجهاد المائي خلال مرحلتي الباردة الفتية والنضج وبدون فروقات معنوية بينهما (35. 21، 34. 29 حبة /صف على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي خلال مرحلتي النمو الخضري، والإزهار (32. 23، 32. 38 حبة /صف على التوالي). ويعزى ذلك إلى تراجع كفاءة النباتات التمثيلية عند تعرضها للجفاف خلال مرحلة النمو الخضري، ما يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة Dry matter المصنّعة، والمتاحة خلال مرحلة الإزهار وتشكل

الجدول a4. يبين متوسط عدد الحبوب/الصف خلال مراحل النمو المختلفة لدى بعض طرز الذرة الصفراء، ونسبة انخفاضه بالمقارنة مع الشاهد خلال الموسم الزراعي 2005.

المرحلة الطرز	الشاهد	البادرة	نسبة الانخفاض (%)	النمو الخضري	نسبة الانخفاض (%)	الإزهار	نسبة الانخفاض (%)	النضج	نسبة الانخفاض (%)	المتوسط	
										مرحلة النمو	نسبة الانخفاض (%)
غوطة 82	38.66	34.00	12.05	32.00	17.23	24.00	37.92	35.66	7.76	31.42	18.74
غوطة 1	34.33	34.33	0.00	30.00	12.61	32.33	5.83	30.00	12.61	31.67	7.76
باسل 1	35.33	34.00	3.76	27.33	22.64	33.66	4.73	33.00	6.59	32.00	9.43
باسل 2	35.66	35.00	1.85	34.00	4.66	31.66	11.22	33.00	7.46	33.42	6.30
المتوسط	36.00	34.33	4.42	3.83	14.29	30.41	14.93	32.92	8.61	32.13	10.56

الجدول b4. يبين متوسط عدد الحبوب/الصف خلال مراحل النمو المختلفة لدى بعض طرز الذرة الصفراء، ونسبة انخفاضه بالمقارنة مع الشاهد خلال الموسم الزراعي 2006.

المرحلة الطرز	الشاهد	البادرة	نسبة الانخفاض (%)	النمو الخضري	نسبة الانخفاض (%)	الإزهار	نسبة الانخفاض (%)	النضج	نسبة الانخفاض (%)	المتوسط	
										مرحلة النمو	نسبة الانخفاض (%)
غوطة 82	33.66	33.00	1.96	31.00	7.90	23.00	31.67	35.33	-4.96	30.58	9.14
غوطة 1	34.33	35.00	-1.95	29.00	15.53	27.33	20.39	31.00	9.70	30.58	10.92
باسل 1	34.00	36.00	-5.88	26.00	23.53	33.00	2.94	32.00	5.88	31.75	6.62
باسل 2	36.00	40.00	-11.11	24.33	32.42	31.00	13.89	36.66	-1.83	33.00	8.34
المتوسط	34.50	36.00	-4.25	27.58	19.85	28.58	17.22	33.75	2.20	31.48	8.76

وزن المائة حبة (غ) Kernel weight -100:

في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الهجين الفردي باسل₁ خلال موسمي الزراعة الأول والثاني (27.38، 28.46 غ على التوالي). ويلاحظ أن متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً عندما تعرضت النباتات للإجهاد المائي خلال مرحلتي النمو الخضري والبادرة الفتية وبدون فروقات معنوية بينهما (30.32، 29.66 غ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً في النباتات التي تعرضت لظروف العجز المائي خلال مرحلتي النضج والإزهار وبدون فروقات معنوية بينهما (27.80، 28.80 غ على التوالي). ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الطرز مع مراحل النمو أن متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجين الزوجي باسل₂ التي تعرضت لظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة النمو الخضري، ونباتات الصنف غوطة₈₂ التي تعرضت للإجهاد المائي خلال مرحلة النمو الخضري، تلاها وبدون فروقات معنوية الهجين الزوجي باسل₂ عند مرحلة البادرة الفتية، والصنف غوطة₁ عند مرحلتي النمو الخضري، والبادرة الفتية، ثم الصنف غوطة₈₂ عند مرحلة البادرة الفتية (31.54، 31.33، 31.24،

ويلاحظ من الجدولين (a,b5)، أن متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً لدى الهجين الزوجي باسل₂ (30.33 غ)، تلاه وبفروقات معنوية الصنفين غوطة₈₂ وغوطة₁ وبدون فروقات معنوية بينهما (29.17، 29.11 غ على التوالي)، في حين كان متوسط وزن المائة حبة الأدنى معنوياً لدى الهجين الفردي باسل₁ (27.92 غ). ويلاحظ أن وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول (28.76، 29.51 غ على التوالي). ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الطرز مع السنوات أن متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الهجين الزوجي باسل₂ خلال موسمي الزراعة الثاني والأول، والصنف غوطة₁ خلال الموسم الزراعي الثاني وبدون فروقات معنوية بينها (30.78، 29.89، 29.61 غ على التوالي)، تلاها الصنف غوطة₈₂ خلال موسمي الزراعة الثاني والأول وبدون فروقات معنوية بينهما (29.16، 29.18 غ على التوالي)،

الضوئي (دليل المساحة الورقية) وكمية المادة الجافة المصنعة والمتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب، ومعدل نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر (الأوراق والساق) إلى المصب (الحبوب) (مؤشرات مدروسة ضمن العمل البحثي ككل)، وعدد الحبوب المتشكلة وحجمها. ويعزى تفوق الطرازين الوراثيين غوطة₈₂، وباسل₂ في متوسط وزن المائة حبة إلى امتلاكهما دليل مساحة ورقية معنوياً أكبر (2.00، 1.78 على التوالي) بالمقارنة مع باقي الطرز الوراثية (1.30، 1.48 لكل من الطرازين الوراثيين غوطة₁ وباسل₂ على التوالي)، حيث يساعد ذلك في امتصاص كمية أكبر من الطاقة الضوئية الفعالة في عملية التمثيل الضوئي، وخاصة في حال وجود هندسة ورقية مناسبة. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى زيادة معدل تثبيت الكربون وتصنيع المادة الجافة إذا كانت كفاءة استخدام الضوء عالية لدى هذين الطرازين، ما يؤدي إلى إتاحة كمية أكبر من المادة الجافة خلال فترة امتلاء الحبوب، كافية للمجموع الحبوب المتشكلة، ما يؤدي إلى زيادة درجة امتلاء الحبوب، ومن ثم متوسط وزن المائة حبة (Lizaso وزملاؤه، 2003).

30.16، 30.10، 30.06، 29.90 غ على التوالي كقيمة متوسطة لموسم الزراعة وفي كلتا المعاملتين). ويلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى باقي التفاعلات (سنوات × مراحل، طرز × سنوات × مراحل). ويلاحظ أن متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً في النباتات غير المجهدة مائياً (شاهد) (30.82 غ) بالمقارنة مع النباتات المجهدة (27.45 غ كقيمة متوسطة لجميع الطرز الوراثية وعند مختلف مراحل النمو وخلال موسمي الزراعة). ويلاحظ أن متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الصنف غوطة₁ والهجين الزوجي باسل₂، والصنف غوطة₈₂ تحت ظروف الزراعة المروية وبدون فروقات معنوية بينها (31.83، 31.66، 31.00 غ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف غوطة₁، والهجين الفردي باسل₁، والصنف غوطة₈₂ تحت ظروف شح المياه (26.39، 27.06، 27.35 غ على التوالي). وتلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى باقي التفاعلات. عموماً، يعزى التباين في متوسط وزن المائة حبة بين الطرز الوراثية إلى التباين في حجم المسطح الورقي الأخضر الفعال في عملية التمثيل

الجدول a5. يبين متوسط وزن المائة حبة (غ) خلال مراحل النمو المختلفة لدى بعض طرز الذرة الصفراء، ونسبة انخفاضه بالمقارنة مع الشاهد خلال الموسم الزراعي 2005.

المرحلة الطرز	الشاهد	البادرة	نسبة الانخفاض (%)	النمو الخضري	نسبة الانخفاض (%)	الإزهار	نسبة الانخفاض (%)	النضج	نسبة الانخفاض (%)	المتوسط	
										مرحلة النمو	نسبة الانخفاض (%)
غوطة ₈₂	31.57	29.29	7.22	31.27	0.95	23.80	24.61	22.65	28.25	26.75	15.26
غوطة ₁	31.25	27.77	11.14	28.34	9.31	24.07	22.98	23.68	24.22	25.97	16.91
باسل ₁	28.71	27.59	3.90	27.77	3.27	24.64	14.18	24.18	15.78	26.04	9.28
باسل ₂	31.25	28.44	8.99	30.86	12.48	30.69	1.79	24.10	22.88	28.52	11.54
المتوسط	30.70	28.28	7.81	29.56	6.50	25.80	15.85	23.65	22.78	26.82	13.25

الجدول b5. يبين متوسط وزن المائة حبة (غ) خلال مراحل النمو المختلفة لدى بعض طرز الذرة الصفراء، ونسبة انخفاضه بالمقارنة مع الشاهد خلال الموسم الزراعي 2006.

المرحلة الطرز	الشاهد	البادرة	نسبة الانخفاض (%)	النمو الخضري	نسبة الانخفاض (%)	الإزهار	نسبة الانخفاض (%)	النضج	نسبة الانخفاض (%)	المتوسط	
										مرحلة النمو	نسبة الانخفاض (%)
غوطة ₈₂	30.42	28.33	6.87	31.70	-4.21	28.87	5.09	22.90	24.72	27.95	8.12
غوطة ₁	32.41	28.83	11.05	28.40	12.37	24.80	23.48	25.20	22.25	26.81	17.29
باسل ₁	28.83	28.83	0.00	28.23	2.08	26.10	9.47	29.60	-2.67	28.08	2.22
باسل ₂	32.06	28.90	9.86	32.00	0.19	31.30	2.37	25.80	19.53	29.50	7.99
المتوسط	30.93	28.72	6.95	30.08	2.61	27.77	10.10	25.88	15.96	28.09	8.91

الغلة الحبية (كغ . دونم⁻¹) Grain yield

يُلاحظ من الجدولين (a,b6)، أن متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى كلٍ من الهجين الزوجي باسل²، والصنف غوطة⁸² وبدون فروقات معنوية بينهما (843.09، 857.47 كغ . دونم⁻¹ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الهجين الفردي باسل¹، والصنف غوطة¹ وبدون فروقات معنوية بينهما (622.0، 655.6 كغ . دونم⁻¹ على التوالي). ويُلاحظ أن متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول (788.8 كغ . دونم⁻¹) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني (701.2 كغ . دونم⁻¹). ويُلاحظ أن متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى الهجين الزوجي باسل² والصنف غوطة⁸² خلال الموسم الزراعي الأول وبدون فروقات معنوية بينهما (885.5، 905.4 كغ . دونم⁻¹ على التوالي)، تلاهما الهجين الزوجي باسل²، والصنف غوطة⁸² خلال الموسم الزراعي الثاني وبدون فروقات معنوية بينهما (800.68، 809.49 كغ . دونم⁻¹ على التوالي)، في حين كان متوسط الغلة الحبية الأدنى معنوياً لدى الهجين الفردي باسل¹، والصنف غوطة¹، خلال الموسم الزراعي الثاني وبدون فروقات معنوية بينهما (615.4، 579.3 كغ . دونم⁻¹ على التوالي). ويُلاحظ أن الغلة الحبية كانت الأدنى معنوياً عندما تعرّضت نباتات مختلف الطرز وعند موسمي الزراعة للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار (648.7 كغ . دونم⁻¹). في حين لم تلحظ فروقات معنوية في الغلة الحبية عندما تعرّضت النباتات للجفاف خلال مراحل البادرة، والنمو الخضري، والنضج (772.6، 773.5، 783.7 كغ . دونم⁻¹ على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل الطرز الوراثية مع مراحل النمو أن متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى الهجين الزوجي باسل² الذي تعرّضت نباتاته للإجهاد المائي خلال مرحلة النمو الخضري، والصنف غوطة⁸² خلال مرحلة النضج، والهجين الزوجي باسل² خلال مرحلة البادرة، والصنف غوطة⁸² خلال مرحلتَي البادرة والنمو الخضري وبدون فروقات معنوية بينها (950.5، 928.8، 905.7، 881.5، 879.6 كغ . دونم⁻¹ على التوالي)، في حين كان متوسط الغلة الحبية الأدنى معنوياً لدى الصنف غوطة¹ الذي تعرّضت نباتاته للجفاف خلال مرحلة الإزهار والهجين الفردي باسل¹ خلال مراحل النمو الخضري، والنضج، والإزهار وبدون فروقات معنوية بينها (617.4، 615.7، 609.4، 577.4 كغ . دونم⁻¹ على التوالي)، ويُلاحظ الاستجابة نفسها بالنسبة إلى تفاعل السنوات مع مراحل النمو والطرز مع السنوات ومراحل النمو. وسبب الإجهاد المائي تراجعاً في الغلة الحبية مقداره 23.78 % كقيمة متوسطة لمتوسط مراحل النمو. يُلاحظ مما تقدم، تفوق الطرازين الوراثيين باسل²، وغوطة⁸² معنوياً في متوسط الغلة الحبية، ويعزى ذلك إلى زيادة متوسط عدد الحبوب المتشكلة في العرنوس/وحدة المساحة، وزيادة متوسط وزن المائة حبة. ويُلاحظ فعلاً أن متوسط عدد الحبوب في الصف الواحد كان الأعلى معنوياً لدى الهجين الزوجي باسل²،

والصنف غوطة⁸² (52، 34، 58، 33 على التوالي)، في حين كان الأدنى لدى الصنف غوطة¹، والهجين الفردي باسل¹ (32.73، 27، 33 حبة/ صف على التوالي). وكان أيضاً متوسط عدد الصفوف في العرنوس الواحد معنوياً أكبر (15.58 صفاً) في الصنف غوطة⁸² بالمقارنة مع باقي الطرز. ويُلاحظ أيضاً أن متوسط وزن المائة حبة كان الأعلى معنوياً لدى الهجين الزوجي باسل² (30.33 غ)، تلاه وبفروقات معنوية الصنف غوطة⁸² (29.17 غ)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الهجين الفردي باسل¹ (27.91 غ). عموماً، تتحدد الغلة الحبية بالعديد من المكونات العددية. وتعد صفتي متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة، ومتوسط وزن المائة حبة من أهم هذه المكونات. ومن الملفت للانتباه أن متوسط الغلة الحبية لدى الهجين الزوجي باسل² كان أعلى (857.47 كغ . دونم⁻¹) بالمقارنة مع الصنف غوطة⁸² (843.09 كغ . دونم⁻¹)، علماً أن متوسط وزن المائة حبة كان معنوياً أعلى في الهجين الزوجي باسل² (30.33 غ) بالمقارنة مع الصنف غوطة⁸² (29.17 غ)، ولكن كان متوسط عدد الحبوب في العرنوس (عدد الحبوب / الصف × عدد الصفوف) معنوياً أعلى في الصنف غوطة⁸² (523 حبة/عرنوس) بالمقارنة مع الهجين الزوجي باسل² (488.11 حبة/عرنوس)، ما يشير إلى أن الغلة الحبية في محصول الذرة الصفراء عامةً، والطرز الوراثية المدروسة خاصةً، تتحد بدرجة أكبر بصفة متوسط وزن المائة حبة بالمقارنة مع صفة عدد الحبوب في النبات/وحدة المساحة. يشير هذا الأمر إلى أهمية الانتخاب لصفة وزن المائة حبة لتحسين الغلة الحبية في محصول الذرة الصفراء وأهمية إيجاد آباء من الذرة الصفراء تمتاز بكفاءتها في تشكيل عدد أكبر من الحبوب لتحقيق زيادة تراكمية في الغلة الحبية.

علاقات الارتباط البسيط Simple correlations:

يُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين الغلة الحبية ووزن المائة حبة ($r = 0.85^*$). ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين متوسط عدد الحبوب في الصف ووزن المائة حبة ($r = 0.92^*$)، ما يشير إلى أن زيادة متوسط عدد الحبوب في الصف في الذرة الصفراء لا يؤثر سلباً في درجة امتلاء الحبوب، ويعزى ذلك إلى كفاية حجم المصدر Source size بالنسبة إلى حجم المصب Sink size. يُلاحظ وجود علاقة ارتباط سلبية بين عدد الحبوب في الصف وعدد الصفوف في العرنوس ($r = -0.52$)، وقطر العرنوس ($r = -0.81$)، ما يشير إلى أن زيادة عدد الصفوف يمكن أن يؤثر سلباً في معدل تطور الزهيرات الخصبية بسبب ازدياد حدة المنافسة على نواتج التمثيل الضوئي، ما يؤثر سلباً في عدد الحبوب المتشكلة في الصف الواحد. ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة بين قطر العرنوس وعدد الصفوف المتشكلة فيه ($r = 0.72$)، ويزداد أيضاً عدد الصفوف بازدياد طول العرنوس ($r = 0.81$)، (الجدول 8).

الجدول a6. يبين متوسط الغلة الحبيبة (كغ . دونم⁻¹) خلال مراحل النمو المختلفة لدى بعض طرز الذرة الصفراء، ونسبة انخفاضه بالمقارنة مع الشاهد خلال الموسم الزراعي 2005.

المتوسط		نسبة الانخفاض (%)	النضج	نسبة الانخفاض (%)	الإزهار	نسبة الانخفاض (%)	النمو الخضري	نسبة الانخفاض (%)	البادرة	الشاهد	المراحل الطرز
نسبة الانخفاض (%)	مرحلة النمو										
34.34	702.00	18.31	873.30	64.27	382.00	26.57	785.00	28.19	767.70	1069	غوصة 82
17.38	629.58	8.00	701.00	40.38	454.30	16.23	638.30	4.90	724.70	762	غوصة 1
11.94	622.58	12.69	617.30	13.72	610.00	15.52	597.30	5.84	665.70	707	باسل 1
19.45	807.93	19.51	807.30	45.59	545.70	2.39	979.00	10.30	899.70	1003	باسل 2
20.78	690.52	14.63	750.00	41.00	498.00	15.18	750.00	12.31	764.45	885.25	المتوسط

الجدول b6. يبين متوسط الغلة الحبيبة (كغ . دونم⁻¹) خلال مراحل النمو المختلفة لدى بعض طرز الذرة الصفراء، ونسبة انخفاضه بالمقارنة مع الشاهد خلال الموسم الزراعي 2006.

المتوسط		نسبة الانخفاض (%)	النضج	نسبة الانخفاض (%)	الإزهار	نسبة الانخفاض (%)	النمو الخضري	نسبة الانخفاض (%)	البادرة	الشاهد	المراحل الطرز
نسبة الانخفاض (%)	مرحلة النمو										
38.13	612.07	20.82	783.30	70.69	290.00	31.77	675.00	29.24	700.00	989.30	غوصة 82
22.47	537.50	13.46	600.00	42.30	400.00	24.52	523.30	9.61	626.70	693.30	غوصة 1
17.05	525.25	20.25	505.00	18.00	519.30	21.04	500.00	8.93	576.70	633.30	باسل 1
20.75	715.68	21.03	713.30	53.87	416.70	-1.48	916.70	9.59	816.70	903.30	باسل 2
24.60	597.63	18.89	650.40	46.22	406.50	18.96	653.75	14.34	680.02	804.80	المتوسط

معنوياً قطر عرنوس، وعدد صفوف أكبر بالمقارنة مع الهجينين المدروسين.

الاستنتاجات Conclusions:

3. يتحدد متوسط عدد الحبوب في الصف بدرجة أكبر بكمية المياه المتاحة، وخاصةً خلال مرحلة النمو الخضري والإزهار، وبدرجة أقل بالتراز الوراثي والتبدلات المناخية من موسم زراعي لآخر.

4. تباينت الطرز الوراثية في إنتاجيتها، وكانت الغلة الحبيبة لدى الطرازين الوراثيين باسل₂ وغوصة₈₂ الأعلى معنوياً وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كانت الغلة الحبيبة الأدنى معنوياً لدى الهجين الفردي باسل₁ والصنف غوصة₁. وارتبطت الغلة الحبيبة بدرجة أكبر بصفة متوسط وزن المائة حبة بالمقارنة مع متوسط عدد الحبوب في النبات/وحدة المساحة.

1. تباينت الطرز الوراثية بشكل طفيف في صفة متوسط طول العرنوس. ولوحظ أن العوامل الوراثية المسؤولة عن صفة طول العرنوس أقل تأثراً بالتبدلات البيئية خلال موسمي الزراعة والمرحلة التطورية من حياة النبات.

2. تباينت الطرز الوراثية في متوسط قطر العرنوس وعدد الصفوف في العرنوس الواحد. وارتبط متوسط عدد الصفوف في العرنوس طرماً مع قطر العرنوس. وارتبط كل من قطر العرنوس وعدد الصفوف فيه بكمية المياه المتاحة خلال مرحلة النمو الخضري. وأبدت الأصناف غوصة₈₂ وغوصة₁

الجدول 7. يبين نتائج التحليل الإحصائي للصفات المدروسة ولجميع التغيرات المعتمدة.

C.V (%)	LSD (5%)												الصفة			
	(ABCD)	(BCD)	(ACD)	(CD)	(ABD)	(BD)	(AD)	معاملات (D)	(ABC)	(BC)	(AC)	مراحل (C)		(AB)	سنوات (B)	أصناف (A)
10.13	2.554	1.277	1.806	0.9031	1.277	0.6386	0.9031	0.4515	1.806	0.9031	1.277	0.6386	0.9031	0.4515	0.6386	طول العرنوس (سم)
7.72	0.4599	0.2299	0.3252	0.1626	0.2299	0.115	0.1626	0.08129	0.3252	0.1626	0.2299	0.1150	0.1626	0.0812	0.115	قطر العرنوس (سم)
6.26	1.484	0.7422	1.050	0.5248	0.7422	0.3711	0.5248	0.2624	1.050	0.5248	0.7422	0.3711	0.5248	0.2624	0.3711	عدد الصفوف/العرنوس
12.04	6.523	3.261	4.612	2.306	3.261	1.631	2.306	1.153	4.612	2.306	3.261	1.630	2.306	1.153	1.631	عدد الحبوب/الصف
8.90	4.191	2.096	2.964	1.482	2.096	1.048	1.482	0.7409	2.964	1.482	2.096	1.048	1.482	0.7409	1.048	وزن المائة حبة (غ)
15.74	189.4	94.68	133.9	66.95	94.68	47.34	66.95	33.47	133.9	66.95	94.68	47.34	66.95	33.47	47.34	الغلة الحبية (كغ/دونم) ¹

الجدول 8. علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة.

الغلة الحبية	وزن المائة حبة	عدد الحبوب/الصف	عدد الصفوف/العرنوس	قطر العرنوس	طول العرنوس	الصفة
0.412	- 0.130	- 0.234	0.806*	0.733*		طول العرنوس
- 0.311	0.766	- 0.806	0.719*			قطر العرنوس
0.238	- 0.230	- 0.517				عدد الصفوف/العرنوس
0.709*	0.922**					عدد الحبوب/الصف
0.849**						وزن المائة حبة
						الغلة الحبية

المراجع

- Lizaso, J.I.; Batchelor, W.D. and Westgate, M.E. 2003. A Leaf area model to simulate cultivar-specific expansion and senescence of maize leaves. *Field Crops Research* 80, 1-17.
- Loboda, T. 2002. Gas exchange of spring barley and wheat grown under mild water shortage. *Photosynthetic (Czech Republic)*, Vol. 38 (3), P. 429 – 423.
- Otegui, M.E.; Andrade, F.H. and Suero, E.E. 1995. Growth, water use, and kernel abortion of maize subjected to drought at silking. *Field Crops Res.* 40, 87–94.
- Paul, G.; Isabella, C.E.D. and Kurt, T. 2001. Assessing drought stress effect on corn yield. *Electronic publications*.
- Ribaut, J.M.; Banzger, M. and Hoisington, D. 2002. Genetic dissection and plant improvement under abiotic stress conditions: drought tolerance in maize as an example. *JIRCAS Working Report*, 85-92.
- Shaw, R.H. 1974. A weighted moisture-stress index for corn in Iowa. *Iowa State J. Res.*, 49: 101-114.
- Shaw, R.H. and Newman, J.E. 2004. *Weather Stress in Corn Crop*. National Corn Handbook, Climate and Weather, Purdue University Cooperative Extension Service, West Lafayette, in 47907.
- Wastgate, M.E. and Bassetti, P. 1990. Heat and drought stress in corn: What really happens to corn plants at pollination? In: Wilkinson, D. (Ed.) *Proceedings of the 45th Annual Corn and Sorghum Research Conference*, ASTA, Washington, pp. 12-28.
- الفارس، عباس (1981). إنتاج المحاصيل الحقلية، منشورات جامعة حلب.
- المجموعة الإحصائية السنوية (2006). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.
- Beck, D.; Betran, J.; Banziger, M.; Edmeades, G.O.; Ribaut, J.M.; Willcox, M.; Vasal, S.K. and Ortega, A. (1996). Progress in developing drought and low soil nitrogen tolerance in maize. In: Wilkinson, D. (Ed). *Proceedings 51st Annual Corn and Sorghum Research Conference*, Chicago, 10-11 Dec. 1996. Washington, D.C. (USA): ASTA. Pp. 85-111.
- Begg, J.E. and Turner, N.C. 1976. Crop water deficits. *Adv. Agron.* 28, 161–217.
- Bolans, J. and Edmeades, G.O. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in low-land tropical maize. II. Responses in reproductive behavior. *Field Crop Research* 31: 253-268.
- Boyle, M.G.; Boyer, J.S. and Morgan, P.W. 1991. Stem infusion of liquid culture medium prevents reproductive failure of maize at low water potential. *Crop Sci.*, 31: 1246-1252.
- Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different developmental stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research* 89 (1): 1 – 16.
- Edmeades, G.O.; Bolaños, J.; Chapman, S.C. Lafitte, H.R. and Bänziger, M. 1999. Selection improves tolerance to mid late season drought in tropical maize populations. I. Gain in biomass, grain yield and harvest index. *Crop Sci.* 39, 1306-1315.
- Heisey, P.W. and Edmeades, G.O. 1999. Maize production in drought stressed environments: Technical options and research resource allocation. In: CIMMYT (Eds), *World Maize Facts and Trends, 1997/98*. CIMMYT, Mexico, D.F., Mexico, pp. 1-36.
- Hesterman, O.B. and Carter, P.R. 2002. Utilizing drought-damaged corn. *National Corn Handbook*.



تأثير بعض معقمات البذار الفطرية في إنبات، والنمو الخضري، وإنتاجية القمح (صنف شام₃) في المخبر والحقل

Effect of Seed Treatment with Fungicides on Emergence, Growing, and Yield of Wheat (var. cham₃) in Laboratory and Field.

د. زكريا الناصر⁽¹⁾ و د. دعاس عز الدين⁽¹⁾

(1) : جامعة دمشق - كلية الزراعة - قسم وقاية النبات

المُلخَّص

تم تقييم تأثير استعمال اربعة معقمات بذار: Vita Flo و Dividend و Raxil و Pennncol بثلاث تراكيز هي التركيز الموصى به (1X) ، والتركيز المضاعف (2X) و اربع اضعاف التركيز الموصى به (4X) في نسبة الإنبات والنمو الخضري، ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل والغلة لصنف القمح شام₃ في ظروف المخبر، والحقل للموسم الزراعي 2007/2008.

أظهرت النتائج أن استعمال معقمات البذار الفطرية المدروسة بالتركيز (1X) أدى إلى زيادة معنوية لنسبة الإنبات مقارنة مع الشاهد؛ بالمقابل أدى استعمال المبيدين Vita Flo و Pennncol بالتركيز (2X) إلى تخفيض معنوي لنسبة الإنبات بالمقارنة مع الشاهد. من جهة أخرى، أدى استعمال معقمات البذار بالتركيز (4X) إلى تخفيض معنوي في نسبة الإنبات في كل المعاملات بالمقارنة مع الشاهد.

أدى استعمال معقمات البذار المختبرة إلى تأثيرات مختلفة في طول بادرات القمح صنف شام₃ باختلاف التركيز المستعمل. كما أعطى استعمال المبيدات VitaFlo و Dividend و Raxil بالتركيز (1X) إلى زيادة معنوية في طول البادرة؛ حيث كانت 22 سم، 23 سم، 23 سم على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد.

من جهة أخرى، سبب استعمال معقمات البذار بالتركيز (4X) إلى تخفيض معنوي في الوزن الجاف للجذور بالمقارنة مع الشاهد، في حين لم تظهر فروقات معنوية بين المعاملات.

بينت النتائج وجود تأثيرات متباينة لمعقمات البذار في محتوى الأوراق من كلوروفيل a و b والنسبة a/b. وكذلك زيادة معنوية في وزن الألف حبة لمحصول القمح عند التركيزين 1X و 2X بالمقارنة مع الشاهد، في حين سبب استعمال المبيدات بالتركيز 4X انخفاضاً معنوياً في وزن الألف حبة، والغلة الحبيبة بالمقارنة مع الشاهد.

الكلمات المفتاحية: معقمات البذار، القمح، اليخضور، الغلة الحبيبة.

Abstract

This experiment was carried out in 2007 /2008 under laboratory and field conditions to study the

©2010 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

effect of seed treatment with fungicides: Vita Flo, Dividend, Raxil and Pennconol at three concentrate : recommendations concentration (1X), (2X) and (4X) on emergence, growth, content of chlorophyll and yield of wheat (var. cham₃)

Data indicate that the seed treatment with fungicides at the recommended concentration(1X) significantly increased the percent emergence compared with control. On the contrary, showed Vita Flo and Pennconol at (2X) significantly reduced percent emergence compared with control. On the other hand, The present result recorded that used fungicides at (4X) significantly reduced the percent emergence in all treatments compared with control.

Results indicated that different treatments, gave different effects on seedling length of wheat var. cham₃ with different concentrations. Vita Flo, Dividend and Raxil at 1X significantly increased on seedling length: (22cm, 23cm and 23 cm respectively), compared with the control.

On the other hand, data indicated that used seed treatment at 4X significantly reduced the dry weight of roots compared with control, no significant differences were found among treatments.

Data indicated that the application of fungicides as seed treatment of at 1X significantly increased the concentration of the photosynthetic pigments, i.e. chlorophyll a, b, and the ratio a/b as compared with the control.

Data indicated that seed treatment with fungicide at 1X and 2 X significantly increased 1000 - kernel weight and grain yield compared with the control. In contrast, fungicides at 4X significantly reduced 1000 - kernel weight and grain yield compared with the control.

Key words: Seed treatment, Wheat, Chlorophyll, Grain yield.

المقدمة

الغذائية، مثل الخبز والمعجنات، والمعكرونة، بالإضافة إلى استعماله في المجالات الصناعية، مثل: صناعة النشاء والمشروبات الكحولية. وفي سورية يغطي القمح قرابة 50 % من المساحة المزروعة بمحاصيل الحبوب؛ حيث بلغت المساحة المزروعة بهذا المحصول قرابة 1904 ألف هكتاراً، وإنتاج 4669 ألف طنناً، والإنتاجية 2452 كغ. هكتار⁻¹، (المجموعة الإحصائية السنوية، 2005). وقد تزايدت المساحة المزروعة بالقمح، وخاصة المروية، ولاسيما خلال العقدین الأخيرین.

أدى انتشار الزراعة المروية للقمح مع استعمال التقنيات الحديثة بالري والتسميد إلى انتشار الأمراض وخاصة الفطرية منها لذا فإن لمعاملة البذار بالمبيدات الفطرية المختلفة قبل الزراعة مهمة جداً في الحد من الإصابات الفطرية للبذور خلال عملية الانتاش سواءً من الفطريات المحمولة عن طريق البذار، أو التي تتواجد في التربة. وتسهم المبيدات الفطرية المستخدمة في معاملة البذار، وخاصة الجهازية منها بحماية البادرات خلال عملية الإنبات وذلك خلال مرحلة ما قبل وبعد الانبثاق. كما تؤدي خلائط المبيدات إلى زيادة كفاءة المبيدات تجاه عدد أكبر من الأمراض النباتية وتخفيض من ظهور صفة المقاومة (Lyr، 1987).

لا يزال إنتاج الغذاء في كثير من دول العالم غير كافٍ نظراً للزيادة المستمرة في أعداد السكان. وهذا الأمر يفرض على العالم ككل العمل بجهد لمواجهة الاحتياجات الحالية، والمستقبلية المتزايدة من الغذاء خصوصاً في ظل زيادة السكان، والتي بلغت في عام 2008 ثمانية مليارات، ويعاني مليار منهم من سوء التغذية والفقر. ويتم سد الاحتياج الغذائي عن طريق زيادة الإنتاج العالي من المحاصيل الزراعية، وذلك باستعمال الزراعة التكتيفية، وزراعة أصناف عالية الإنتاج، ووقاية المزروعات من الآفات، وذلك باستعمال طرائق المكافحة المختلفة، وخاصة الكيماوية، ومنها معاملة البذور بالمبيدات لحمايتها من الآفات. وخاصة المرزقات، على اعتبار أن هذه الطريقة من الطرائق الآمنة على البيئة وذات كفاءة عالية وغير مكلفة اقتصادياً.

يعد القمح المحصول الغذائي الأول في كافة أنحاء العالم وفي سورية؛ حيث يعتبر الغذاء الرئيس لأكثر من ثلاثة أرباع سكان الكرة الأرضية، ويتوقف استقرار أي بلد وأمنه الغذائي على كفاءته في زراعة وإنتاج وتخزين هذا المحصول الاستراتيجي. ويستعمل القمح كمادة أولية في العديد من الصناعات

الميثيل، وبروسيميديون لمرّة أو مرتين بالتركيز الموصى به لم يكن له تأثيرات سلبية في الوزن الجاف، ومساحة الورقة لنباتات البندورة والخيار، بل على العكس أدى إلى زيادة معنوية بالمقارنة مع الشاهد. درس الباحث Sharma وزملاؤه (1990) تأثير مبيد Carbendazim في المحتويات من الكلورفيل والفينولات والعناصر المعدنية في نباتات الفليفلة وتوصلوا إلى أن تطبيق مبيد الكربندازيم كعامل ورقية، وإضافته إلى التربة بتركيز مختلفة أدى إلى زيادة كلورفيل a ، b في النباتات. وسجلت الزيادة في الفينولات، وتراكم النتروجين والفوسفور.

وجد Southwell وزملاؤه (1999) أن استعمال خليط من Carboxin + Thiram كمعاملات بذار يؤدي إلى زيادة نسبة الإنبات وظهور البادرات فوق سطح التربة.

وجد Jones (2000) أنّ معاملة بذار القمح قبل الزراعة بمبيدي Benomyl و Tebuconazole قد خفضا حدوث مرض جرب السنابل وشدته على القمح، و زادوا وزن السنابل ووزن الألف حبة . وجد Gerhard وزملاؤه (1999) عند قياس تغيرات نتاج عمليات التركيب الضوئي ومستويات الهرمونات في القمح الشتوي نتيجة استعمال -Azoxys trobin ان المبيد عمل على تثبيط إنتاج الـ Ethylene في الأوراق وحسّن حيوية النبات.

درس Ashley وزملاؤه (2003) تأثير استعمال معاملة بذار القمح بثلاثة مبيدات فطرية هي: (Raxil MD, Charter PB, Vitavax) عند ثلاث معدلات (1X, 5X, 10X) فوجد ان نسبة إنبات البذار انخفضت بنسبة 50 % أقل من الشاهد ، عند استعمال المبيدات بتركيز 5X و 10X بعد اكتمال عملية الإنبات. واستعمل خليط المبيدين Vitavax 200+ Floproimz بتركيز 5X و 10X أوقف نمو النباتات بالمقارنة مع الشاهد. وكان تطور الورقة منخفضاً عند استعمال Raxil MD بتركيز 10X.

وفي دراسة Cromey وزملاؤه (2004) لاختبار تأثير الرش الورقي للمبيدين Azoxystrobin و Tebuconazole في المجموع الخضري للقمح بمرحلة 39 ، لمكافحة فطر *Didymella exitialis* . ويبيّن أن كلا المبيدين قد أدبا إلى احتفاظ الأوراق الخضراء لمدة أطول بالمقارنة مع الشاهد؛ وكانت أطول بـ 4 أيام في حالة الرش بمبيد -Azoxys trobin مع زيادة للإنتاج بنسبة 6.1 %، في حين كانت في حالة المبيد Tebuconazole أطول بـ 2.3 يوم ، مع زيادة للإنتاج بنسبة 5.3 % مقارنة مع الشاهد. وقد أشار أنّ تأثير المبيدات الفطرية في العمليات الحيوية في الأوراق معقد، وقد يكون له تأثير في الوسط الحيوي.

تقوم وزارة الزراعة في كل عام بشراء كميات كبيرة من معقمات البذار لصالح مؤسسة إكتار البذار، تستعمل في تعقيم بذار القمح والذرة وغيرها،

من المبيدات الفطرية التي استخدمت في تعقيم البذار في الفترة الأخيرة هي مركبات عضوية ، والتي منها ما هو ذو تأثير تلامسي تبقى على سطح البذار، وتحمي البذار من الفطريات المحمولة سطحياً، ومنها مبيدات جهازية تعمل على حماية البذرة و البادرة من الفطريات المحمولة داخلياً، لذلك غالباً ما تستخدم المبيدات الفطرية بشكل خلائط والتي تحتوي على مبيدات تلامسية ومبيدات جهازية لكي تفي بالغرض كاملاً (Sinha وزملاؤه، 1993). ووجد Tonkin (1987) أن أعراض السمية النباتية التي تحدثها معقمات البذار بشكل عام تظهر على هيئة تقزم البادرات. قام Harris و Stapper (1989) بتقييم محصول القمح في أربع مناطق في شمال سورية امتازت بهطول مطري تراوح بين 280 - 480 ملم سنوياً، باستعمال طرز من القمح المحسن محلياً. فوجد أنه عند التأخير لمدة أسبوع في الإنبات أو الازهار تنخفض الغلة بمقدار 4.2 % و 9.3 % على التوالي. وجد Ku-mar وزملاؤه (1991) ان طول النبات له تأثير موجب وكبير في الإنتاج الحي في البيئة العادية وذلك في دراسة لـ 15 صنفاً من القمح في الهند. أشار الباحثان Pan و Yan (1992) ان استعمال مبيد Traidimefon عند تركيز 100 - 300 جزء بالمليون على التربة، قد ثبت عملية استطالة الساق الرئيسية لشتلات الفول السوداني ، وخفض مساحة الورقة، ولكن زاد الوزن الجاف بنسبة 32.8 – 39.4 % على الترتيب.

وجد Soliman و Gowily (1994) ان استعمال مبيد Benomyl في معاملة بذار الفول، أعطى زيادة في طول النبات والوزن الطازج والجاف لكل من الساق والجذور.

سجل Radwan (1995) ان استعمال مبيد Benomyl في معاملة شتلات البندورة عند تركيز 25 جزء في المليون أدى إلى زيادة معنوية في طول الساق والجذور للنباتات المعاملة بالمقارنة مع الشاهد.

ووجد El-Korash و Shalaby (1996) أن معاملة بذور السمسم بالمبيدات الفطرية Benlate أو Vitavax قبل الزراعة في تربة معدية بفطور التربة *Fusarium spp* و *Kühn Rhizoctonia solani* أدت إلى زيادة معنوية في محتوى الكلورفيل a ، والكاروتينات وعصارة الخلية ومعدل التنفس لأوراق السمسم، في حين انخفض محتوى الأوراق من كلورفيل b ، والسكريات في النباتات المعاملة بالمقارنة مع الشاهد.

وجد Genc و Jarrah (1997) ان الغلة الحبية ذات علاقة قوية بلون الورقة الغامق والوزن النوعي ، وذلك عند دراسة 49 صنفاً محلياً، ومحسناً من القمح القاسي من منطقة البحر الأبيض المتوسط في تركيا. ووجد Mohamed (1999) ارتباطاً إيجابياً بين ارتفاع النبات والغلة الحبية لـ 18 طرازاً وراثياً من القمح القاسي تحت ظروف النمو الطبيعية، وظروف الإجهاد في السودان.

ووجد Al-Naser (1999) أنّ رش المبيدات الفطرية ثيوفانات

ومن هنا تأتي أهمية هذا البحث في معرفة التأثيرات الجانبية لمعقمات البذار في النبات.

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم التأثيرات الجانبية لمعقمات البذار الشائعة الاستعمال في سورية على نباتات القمح:

1 - دراسة تأثير معقمات البذار بتركيز مختلفة في إنبات البذور، وطول البادرات، والوزن الجاف للمجموع الخضري، والجذري لحصول القمح تحت ظروف المخبر والحقل.

2 - دراسة تأثير معقمات البذار بتركيز مختلفة في تركيز كلورفيل a و b لنباتات القمح تحت ظروف المخبر.

3 - دراسة تأثير معقمات البذار بتركيز مختلفة في الإنبات، وطول النبات، ووزن الألف حبة والغلة الحبية لنباتات القمح تحت ظروف الحقل.

مواد البحث وطرائقه

- المبيدات الفطرية المستعملة:

الجدول 1. المبيدات الفطرية المستعملة ومعدلاتها.

اسم المبيد التجاري	المادة الفعالة	معدل الاستعمال على البذار
Vita Flo 280 FS	+ Carboxin 15% thiram 13%	2 ل/طن
Dividend FS 030g/l	Difenconazole	2 ل/طن
Raxil FS 025 g/l	Tebuconazole	2 ل/طن
Pennconol 60% WP	Mancozeb 60%	2 كغ/طن

(المصدر: وزارة الزراعة الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية - دوما، 2007)

- بذور القمح: بذار صنف قمح قاسي شام 3.

اعتمد عام 1987، نتج عن برنامج التعاون الوطني مع ايكاردا يتميز بتحملة الجيد للجفاف. المصدر هيئة البحوث العلمية الزراعية - دمشق.

- أصص بلاستيكية: قطر 25 سم معقمة بالفورمالين بنسبة 5% ومهواة بشكل جيد. ملئت بخلطة من التربة والرمل بنسبة (2 تربة : 1 رمل) لتحسين صرف التربة.

- الموازين: وتشمل الميزان الحساس.

- طرائق البحث:

- استعملت معقمات البذار الفطرية المدروسة بالتركيز الموصى به من قبل وزارة الزراعة 2 ل/طن بذور (1X)، وبالتركيز المضاعف 4 ل/طن بذور

(2X)، وأربع أضعاف التركيز 8 ل/طن بذور (4X).

- معاملة البذار بالمبيدات الفطرية المختبرة: وضع 1 كغ من البذور لكل معاملة في كيس نايلون، ثم تمّ المزج بمحلول المبيد حسب الجرعة المناسبة، وتحرك لمدة دقيقتين ليتم توزيع المبيد بشكل متجانس على البذور وتركت بعدها لتجف هوائياً على ورق نشاف، ثم زرعت مباشرةً. أما الشاهد فقد مزج بالماء المقطر والمعقم فقط.

التجارب المخبرية:

تمت الزراعة كالتالي: تم زراعة عشرة بذور لكل أصيص وبواقع خمس مكررات لكل معاملة. ووزعت كالتالي:

1 - معاملة بذور القمح صنف شام 3 بالمبيدات المذكورة بالجدول 1 بالتركيز الموصى به (1X) كلاً على حده.

2 - معاملة بذور القمح بالمبيدات المذكورة بالجدول 1 بالتركيز المضاعف (2X) كلاً على حده.

3 - معاملة بذور القمح بالمبيدات المذكورة بالجدول 1 بأربع أضعاف التركيز الموصى به (4X) كلاً على حده.

4 - معاملة بذور القمح بالماء المقطر المعقم لتخدم كشاهد. تمت إضافة سماد متوازن N:P:K (20:20:20) عند تحضير التربة، وتمت عملية الري حسب الحاجة.

المؤشرات المدروسة:

1 - نسبة الإنبات (%): تم تقدير نسبة الإنبات بعد 15 يوماً من زراعة البذور.

2 - طول البادرة (سم): تم قياس طول البادرة من منطقة التاج حتى نهاية الورقة الأولى لعشر نباتات، ثم أخذ المتوسط.

3 - قياس الوزن الجاف للمجموع الجذري (غ): تم أخذ المجموع الجذري بعد 15 يوماً من الزراعة، حيث تم قلع النباتات بجذر. أخذ كامل المجموع الجذري، ثم فصل المجمع الجذري عن المجموع الخضري من منطقة التاج.

غُسلت الجذور بجذر تحت ماء الصنبور للتخلص من التربة العالقة بها، أخذت 10 جذور من كل معاملة ووضعت ضمن أوراق ترشيح، وضعت في فرن تجفيف على درجة حرارة 70 م° لمدة 24 ساعة، ثم وزنت بالميزان الحساس، وبواقع ثلاثة مكررات.

4 - الوزن الجاف للمجموع الخضري (غ): أخذ المجموع الخضري لعشرة نباتات من كل معاملة ووضعت ضمن أوراق ترشيح، وضعت في افران تجفيف على درجة حرارة 70 م° لمدة 24 ساعة، ثم وزنت بالميزان الحساس. وبواقع ثلاثة مكررات.

5 - محتوى الأوراق من كلورفيل أ، وكلورفيل ب: تمّ تقدير

الفوسفورية بمعدل 150 كغ/هكتار¹ سوبر فوسفات 46 % للزراعة المروية. تمت إضافة الأسمدة الفوسفورية دفعة واحدة عند إعداد الأرض للزراعة، بينما تمت إضافة الأسمدة الأزوتية على ثلاث دفعات متساوية الأولى عند الزراعة والثانية عند الإشطاء والثالثة عند بداية التسنبل. موعد الزراعة: تمت الزراعة في 3 كانون الأول 2007.

وقدمت جميع الخدمات الزراعية قبل الزراعة وبعدها وفقاً للطرق العلمية المتبعة والمنصوح بها لحصول القمح. وتم الري وفقاً للاحتياج.

صممت التجربة حسب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة كالتالي:

- 1 - معاملة بذور القمح صنف شام₃ بالمبيدات المذكورة بالجدول 1 بالتركيز الموصى به (IX) كلاً على حده.
- 2 - معاملة بذور القمح بالمبيدات المدروسة بالتركيز المضاعف (2X) كلاً على حده.
- 3 - معاملة بذور القمح بالمبيدات المدروسة بأربع أضعاف التركيز الموصى به (4X) كلاً على حده.
- 4 - معاملة بذور القمح بالماء المقطر المعقم كشاهد.

المؤشرات المدروسة:

1. نسبة الإنبات (%): تم حساب عدد البادرات بعد 20 يوماً من الزراعة.
2. طول النبات (سم): قياس ارتفاع الساق الرئيسية عند النضج من سطح التربة إلى قمة السنبل دون قياس السفا لعشر نباتات مختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.
3. وزن الألف حبة (غ): أخذ متوسط ثلاث قراءات لوزن الـ 1000 حبة من غلة كل قطعة تجريبية.
4. الغلة: تم حساب الغلة من حصاد 2 م² من القطعة التجريبية، وحولت إلى طن. هكتار⁻¹.

التحليل الإحصائي :

تم تحليل النتائج إحصائياً وفقاً لبرنامج SPSS على الحاسب وحساب قيم L.S.D (أقل فرق معنوي) عند مستوى معنوية 0.05

النتائج والمناقشة

أولاً: الدراسة المخبرية:

- تأثير معقمات البذار في نسبة الإنبات وطول البادرات لصنف القمح القاسي شام₃ :
تظهر البيانات في الجدول (3) تأثير معقمات البذار الفطرية المختبرة

الصبغات (تركيز الكلورفيل) بأخذ 0.25 غ من المجموع الخضري على أن تمثل هذه الكمية العينة المختبرة. سحقت الكمية المأخوذة بـ 5 مل من المحلول الأسيتوني 80 % في هاون خزفي مع إضافة قليل من CaCO₃ و قليل من الرمل الطبيعي للمساعدة في عملية السحق واستمرت العملية حتى فقدت الأنسجة النباتية لونها بشكل كامل. وبعد ذلك أضيف القليل من المحلول الأسيتوني إلى الهاون الخزفي ثم نقلت كافة محتويات الهاون إلى قمع زجاجي فيه ورقة ترشيح حيث يتم استقبال المستخلص الأسيتوني في دورق زجاجي مدرج ونتابع عملية إضافة المحلول الأسيتوني إلى الكأس حتى يصبح حجم المستخلص النهائي في الدورق 50 مل، وبعد الانتهاء من كافة المعاملات مع الشاهد، تم تقدير الكلورفيل (A ، B) وذلك باستخدام جهاز سبكتروفوتوميتر عند أطوال الموجات التالية:

645 - 652 - 663 nm . تم حساب تركيز كل من المكونات على أساس مغ/ 100 غرام من نسيج الورقة. وتم حساب كمية الكلوروفيل A و B وذلك وفقاً لطريقة Arnon (1949)، و Villanueva وزملاؤه (1985).

التجارب الحقلية:

- مكان وتاريخ التجربة:

* أجريت التجربة خلال الموسم الزراعي (2007 - 2008) في مزرعة قمح على بعد 8 كم شمال محافظة حمص. يسود منطقة البحث مناخ البحر الأبيض المتوسط ذو الشتاء البارد الماطر والصيف الحار الجاف، ويبلغ معدل الهطول المطري السنوي قرابة 439 مم سنوياً.
* استخدم بذار قمح صنف شام₃.

- تحليل التربة :

تم أخذ عينة تربة من الحقل المعد للزراعة بمعدل 1 كغ بعد أن تمت إزالة التربة السطحية على عمق 5 سم ، وتم نقلها إلى مخبر تحليل التربة في كلية الزراعة - قسم الأراضي - جامعة دمشق.
وكانت نتائج التحليل:

الجدول 2. تحليل التربة في حقل التجربة.

نوع التربة	النقلية الكهربائية E _c ميكروموز/سم	pH	نسبة المادة العضوية
طينية	0.19	8.3	2.17

تمت الزراعة يدوياً بمعدل عشرة خطوط بطول 5 م، المسافة بينهما 25 سم لكل معاملة وبمعدل بذار 180 كغ/هكتار¹. وضيفت الأسمدة الأزوتية بمعدل 300 كغ/هكتار¹ يوريا 46 %. وضيفت الأسمدة

بمعدلات مختلفة في نسبة الإنبات وطول البادرة. فقد أدى استعمال معقمات البذار بالتركيز الموصى به (1X) إلى زيادة معنوية (عند مستوى معنوية 5%) لنسبة الإنبات بالمقارنة مع الشاهد، حيث أعطى كلا من المبيدات Vita Flo و Dividend و Raxil نسبة إنبات 100% وأعطى مبيد Penncnol (96.67%). بينما كانت نسبة الإنبات في الشاهد 93.33%.

بالمقابل أدى استعمال Vita Flo و Penncnol بالتركيز المضعف (2X) إلى تخفيض معنوي (عند مستوى معنوية 5%) لنسبة الإنبات بالمقارنة مع الشاهد، حيث كانت نسبة الإنبات 90% لكلا المبيدين. بينما في حالة كل من المبيد Dividend و Raxil لم تخفص نسبة الإنبات، حيث كانت 93.33% وهي مساوية لنسبة الإنبات في الشاهد. من جهة أخرى، أدى استعمال معقمات البذار المدروسة بأربع أضعاف التركيز الموصى به (4X) إلى تخفيض معنوي في نسبة الإنبات بالمقارنة مع الشاهد وفي كل المعاملات. وسبب مبيد Penncnol أعلى نسبة تخفيض في نسبة الإنبات (63.33%)، يليه Vita Flo (66.67%)، ثم Dividend (73.33%)، وأخيراً Raxil (80%).

ولوحظ وجود فروقات معنوية بين المعاملات عند التركيز (4X)، ويمكن ترتيب المبيدات تنازلياً وفقاً لتأثيرها في نسبة الإنبات كالتالي: Penncnol > Vita Flo > Dividend > Raxil يعزى التأثير السلبي لمعقمات البذار في نسبة الإنبات عند التركيز 2X و 4X إلى التأثيرات السامة للمبيدات في حيوية البذور كلما زاد التركيز، وتختلف هذه التأثيرات باختلاف التركيب الكيميائي للمبيد والمجموعة الكيميائية التابع لها المبيد، وهذا يتوافق مع ما ذكره Tonkin (1987) أن أعراض السمية النباتية التي تحدثها معقمات البذار بشكل عام، تظهر على هيئة تقزم البادرات. وكما وجد Ashley وزملاءه (2003) أن نسبة إنبات بذار القمح انخفضت بنسبة 50% أقل من الإنبات في الشاهد، وذلك عند استعمال المبيدات Raxil MD, Charter PB, Vitavax 200+ بتركيز 5X و 10X بعد اكتمال عملية الإنبات. كما أن استعمال خليط المبيد Floproimz و Vitavax 200+ بتركيز 5X و 10X أوقف نمو النباتات بالمقارنة مع الشاهد. وأن تطور الورقة كان منخفضاً عند استعمال Raxil MD بتركيز 10X.

تظهر البيانات في الجدول (3) أن استعمال معقمات البذار المخترة أدى إلى تأثيرات مختلفة على طول بادرات القمح صنف شام₃ باختلاف التركيز المستعمل. فقد أدى استعمال كلا من مبيد VitaFlo و Dividend و Raxil بالتركيز (1X) إلى زيادة معنوية في طول البادرة بالمقارنة مع الشاهد؛ حيث كان طول البادرات 22 سم، 23 سم، 23 سم على الترتيب، في حين كان طول البادرة في الشاهد قرابة 20 سم. ولم يعط استعمال المبيد

Penncnol أي زيادة بالمقارنة مع الشاهد عند التركيز (1X).

بالمقابل، أدى استعمال معقمات البذار المدروسة بالتركيز (2X) إلى زيادة في طول البادرة بالمقارنة مع الشاهد، ولكن دون فروق معنوية. ما عدا مبيد Penncnol الذي سبب انخفاضاً معنوياً في طول البادرة بالمقارنة مع الشاهد عند التركيز (2X)؛ حيث كان طول البادرة 17 سم. من جهة أخرى أدى استعمال المبيدات المذكورة عند التركيز (4X) إلى تخفيض معنوي لطول البادرة بالمقارنة مع الشاهد، في حين لم تكن هناك فروقات معنوية للتخفيض بين المعاملات. وهذا يعود إلى التأثيرات العقدية للمواد الكيميائية في حيوية البذار والنبات بشكل عام، حيث أشار Cromey وزملاؤه (2004) أن تأثير المبيدات الفطرية في العمليات الحيوية في الأوراق معقد، وقد يكون له تأثير في الوسط الحيوي. وكذلك يتوافق مع ما ذكره Ashley وزملاؤه (2003).

الجدول 3. تأثير العامل بمعقمات البذار في نسبة الإنبات وطول البادرة على صنف القمح شام³ تحت ظروف المخبر.

اسم المبيد التجاري	معدل الاستعمال (ل/طن)	نسبة الإنبات (%)	طول البادرة (سم)
شاهد غير معامل	معامل بالماء	93.33	20
Vita Flo FS280	1X	100	22
	2X	90	21
	4X	66.67	14
Dividend FS030	1X	100	23
	2X	93.33	20
	4X	73.33	15
Raxil FS025	1X	100	23
	2X	93.33	21
	4X	80	15
Penncnol WP60%	1X	96.67	20
	2X	90	17
	4X	63.33	14
L.S.D (0.05)			

- تأثير العامل بمعقمات البذار في الوزن الجاف للجذور والمجموع الخضري لصنف القمح شام₃.

عند دراسة تأثير معقمات البذار على الوزن الجاف للجذور، والمجموع الخضري لبادرات القمح صنف شام₃ تحت ظروف المخبر (الجدول 4)، وجد أنها أدت إلى زيادة معنوية في الوزن الجاف للمجموع الجذري، والمجموع

Dividend > Vita Flo > Penncnol > Raxil

تعزى هذه النتائج إلى التأثيرات المختلفة لمعقمات البذار التي تكون ايجابية في حيوية النبات ونشاطه عندما تستعمل بالتراكيز الموصى بها، ولكن تصبح سلبية على النبات، مثل تشوه الجذور وانخفاض الكتلة الحيوية للمجموع الجذري، والمجموع الخضري عند زيادة التركيز، و تتباين هذه الاختلافات بين مبيد وآخر وفقاً لسميته وتركيبه الكيميائي. هذا يتوافق مع ما ذكره Tonkin (1987)، ومع Yan و Pan (1992) أن استعمال مبيد Traidimefon على التربة، قد ثبتت عملية استطالة الساق الرئيسية لشتلات الفول السوداني، وخفض مساحة الورقة لكن زاد الوزن الجاف بنسبة 32.8 – 39.4 % على الترتيب، في حين وجد Soliman و Gowily (1994) أن استعمال مبيد Benomyl كعامل بذار للفول، قد أعطى زيادة في طول النبات والوزن الطازج والجاف لكل من الساق والجذور.

تظهر البيانات في الجدول (5) أن استعمال معقمات البذار المدروسة أدى إلى تغيرات مختلفة في تركيز الكلورفيل a و b وكذلك في النسبة بين a/b. حيث أعطى مبيد Dividend أعلى زيادة في محتوى كلورفيل a (224.71 و 211.34 مغ/ 100 غرام نسيج نباتي)، يليه مبيد VitaFlo (208.7 و 206.23 مغ/ 100 غرام نسيج نباتي)، ثم مبيد Raxil (207.44 و 205.33 مغ/ 100 غرام نسيج نباتي) عند التراكيز 1X و 2X على الترتيب، وكانت هذه الفروقات معنوية بالمقارنة مع الشاهد. وقد أعطى مبيد Dividend زيادة معنوية في محتوى الأوراق من كلورفيل a مقارنة مع باقي المبيدات.

أدى بالمقابل استعمال مبيد penncnol إلى تخفيض محتوى الأوراق من كلورفيل a عند التركيز 1X بالمقارنة مع الشاهد، دون فروقات معنوية. وأدى التركيز 2X إلى تخفيض معنوي مقارنة مع الشاهد وباقي المعاملات.

وكذلك تشير النتائج إلى أن المبيدات عند التركيز 4X أدت إلى تخفيض معنوي بالمقارنة مع الشاهد بمحتوى الأوراق من كلورفيل a. وكذلك توجد فروقات معنوية بين المعاملات. وأعطى مبيد Raxil أعلى نسبة تخفيض، يليه مبيد Vita Flo، ثم Penncnol، وأخيراً مبيد Dividend.

بيّنت النتائج في الجدول (5) أن استعمال معقمات البذار أدى إلى تأثيرات متباينة في محتوى الأوراق من كلورفيل b. فقد أعطى مبيد Dividend عند التركيز (1X) زيادة غير معنوية بمحتوى كلورفيل b بالمقارنة مع الشاهد، في حين كانت الزيادة معنوية مع باقي المبيدات. وقد كان لزيادة تركيز المبيدات تأثيرات سلبية في محتوى الأوراق من كلورفيل b. فقد انخفض محتوى الأوراق من كلورفيل b مع زيادة التركيز، ماعدا مبيد Vita Flo الذي أعطى زيادة بمحتوى كلورفيل b مقارنة مع باقي

الخضري عند التركيز (1X) والمضاعف (2X). وأعطى مبيد Vita Flo أعلى زيادة بالوزن الجاف للمجموع الجذري (0.46 غ، 0.46 غ). يليه Dividend (0.44 غ، 0.43 غ)، ثم مبيد Raxil (0.44 و 0.42 غ)، وأخيراً penncnol (0.43 غ، 0.42 غ)، لكلا التركيزين (1X و 2X) على الترتيب. في حين لم تلحظ فروقات معنوية بين المعاملات.

الجدول 4. تأثير المعاملة بمعقمات البذار في الوزن الجاف للجذور والمجموع الخضري لبادرات القمح صنف شام₃ تحت ظروف المخبر.

اسم المبيد التجاري	معدل الاستعمال (ل/طن)	الوزن الجاف للمجموع الجذري (غ/10 نباتات)	الوزن الجاف للمجموع الخضري (غ/10 نباتات)
شاهد غير معامل	معامل بالماء	0.36	1.51
Vita Flo FS280	1X	0.46	1.65
	2X	0.46	1.64
	4X	0.29	1.20
Dividend FS030	1X	0.44	1.63
	2X	0.43	1.63
	4X	0.31	1.17
Raxil FS025	1X	0.44	1.66
	2X	0.42	1.64
	4X	0.30	1.55
Penncnol WP60%	1X	0.43	1.63
	2X	0.42	1.58
	4X	0.32	1.40
L.S.D (0.05)		0.042	0.081

من جهة أخرى، أدى استعمال معقمات البذار بالتركيز (4X) إلى تخفيض معنوي في الوزن الجاف للجذور بالمقارنة مع الشاهد. ولم تلحظ أيضاً فروقات معنوية بين المعاملات.

وكان الوزن الجاف للمجموع الخضري (1.66 غ و 1.64 غ) لمبيد Raxil و (1.65 غ و 1.64 غ) لمبيد Vita Flo و (1.63 غ و 1.63 غ) لمبيد Dividend و (1.63 غ و 1.58 غ) لمبيد Penncnol عند التراكيز 1X و 2X على الترتيب. ولم تلحظ فروقات معنوية بين المعاملات.

أدى بالمقابل استعمال المبيدات بالتركيز (4X) إلى تخفيض معنوي في الوزن الجاف للمجموع الخضري، ويمكن ترتيب المبيدات تنازلياً وفقاً للتأثير في الوزن الجاف للمجموع الخضري كالتالي:

المعاملات. ولوحظت فروقات معنوية بين المبيدات.

ثانياً- الدراسة الحقلية:

- تأثير معاملة البذار بالمبيدات الفطرية في نسبة الإنبات وطول النبات لـ صنف القمح شام₃:

تظهر البيانات في الجدول (6) ان استعمال المعقات الفطرية لبذور القمح صنف شام₃، أدى إلى زيادة معنوية في نسبة الإنبات عند التركيز 1X و 2X بالمقارنة مع الشاهد تحت الظروف الحقلية. وكان المبيد Vita Flo قد أعطى أعلى زيادة بنسبة الإنبات (97.20%) عند التركيز 1X، وبفرق معنوي مع Raxil و Penncnol، في حين لم يلحظ فرق معنوي مع المبيد Dividend. لم يكن هنالك فروقاً معنوية بين المعاملات عند التركيز 2X. بالمقابل أدى استعمال المبيدات عند التركيز 4X إلى انخفاض معنوي في نسبة الإنبات بالمقارنة مع الشاهد تحت ظروف الحقل، أيضاً توجد فروقات معنوية بين المعاملات؛ حيث يمكن ترتيب المبيدات تنازلياً وفقاً لتخفيض نسبة الإنبات كالتالي:

Vita Flo > Raxil > Dividend > Penncnol

يدل ذلك على أهمية معقات البذار في الحماية من الأمراض المحمولة مع البذار أو الموجودة بالتربة، خاصة عند استعمالها بالتركيز الموصى بها، حيث يؤدي استعمال المبيدات الفطرية التلامسية والجهازية إلى التخلص من العديد من الأمراض النباتية المحمولة على البذار أو الموجودة بالتربة (Lyer, 1987). وهذا يتوافق مع ما وجدته Ashley و Zmlawh (2003) و Southwell و Zmlawh (1999). وكانت تأثيرات معقات البذار سلبية عند زيادة التركيز عن الموصى به نتيجة تضرر البذور.

تظهر البيانات في الجدول (6) ان المبيدات أدت إلى زيادة في طول النبات عند التركيز 1X، فقد أعطى كلاً من VitaFlo و Dividend زيادة معنوية بطول النبات مقارنة مع الشاهد وباقي المعاملات، حيث كان طول النبات (84 سم و 86 سم) على الترتيب، في حين أعطى كلاً من مبيد Raxil و Penncnol زيادة غير معنوية بالمقارنة مع الشاهد، حيث كان طول النبات (80 سم) لكلا المبيدين عند التركيز 1X، وكان طول النبات في الشاهد (79 سم).

من جهة أخرى لم يؤد استعمال المبيدات بالتركيز 2X إلى زيادة معنوية في طول النبات مقارنة مع الشاهد، وكذلك لم تلحظ فروقات معنوية بين المعاملات. باستثناء مبيد Raxil الذي أعطى انخفاضاً معنوياً في طول النبات عند التركيز 2X وبنسبة (13.41%).

وأخيراً، أدى استعمال المبيدات بالتركيز 4X إلى انخفاض معنوي بطول النبات بالمقارنة مع الشاهد. وسبب مبيد Raxil أعلى نسبة انخفاض في طول النبات (16.45%)، تلاه المبيد Penncnol (13.92%)، ثم Dividened (12.65%)، تلاه مبيد VitaFlo (3.80%)، وهذا يتوافق مع Gowily و Soliman (1994)، ومع Radwan (1995).

أخيراً، عند حساب نسبة a/b وجد ان استعمال المبيدات أدى إلى تغير في نسبة كلورفيل a/b، وفقاً للتركيب الكيميائي والتركيز المستخدم. ولكن هذه التغيرات لم تكن معنوية مع الشاهد، ماعدا في حالة مبيد VitaFlo عند التركيز 4X حيث انخفضت النسبة إلى 1.93.

تعود هذه التأثيرات إلى تداخلات المبيدات الفطرية في العمليات الحيوية للنبات داخل الأوراق كما ذكر Cromey و Zmlawh (2004) ان تأثير المبيدات الفطرية في العمليات الحيوية في الأوراق معقدة، وقد يكون تأثيرها مباشراً في الوسط المحيط. ووجد Shalaby and El-Korash (1996) ان معاملة بذور السمسم بالمبيدات الفطرية Benlate أو Vitavax قبل الزراعة أدت إلى زيادة معنوية في محتوى الكلورفيل a لأوراق السمسم، في حين انخفض محتوى الأوراق من كلورفيل b في النباتات المعاملة بالمقارنة مع الشاهد. كما تتوافق مع Sharma و Zmlawh (1990).

الجدول 5. تأثير معاملة بذار القمح بتركيز مختلفة من معقات البذار في محتوى الكلورفيل a, b ونسبة a/b تحت ظروف المخبر (مغ/ 100 غ نسيج نباتي).

اسم المبيد التجاري	معدل الاستخدام (ل/طن)	كلورفيل a	كلورفيل b	نسبة a/b
شاهد غير معامل	معامل بالماء	202.58	83.13	2.44
Vita Flo FS280	1X	208.70	81.13	2.57
	2X	206.23	75.14	2.74
	4X	158.51	82.33	1.93
Dividend FS030	1X	224.71	84.13	2.67
	2X	211.34	74.21	2.85
	4X	176.70	62.13	2.84
Raxil 25FS0	1X	207.44	77.56	2.67
	2X	205.33	73.77	2.78
	4X	144.56	57.55	2.51
Penncnol 60%WP	1X	200.10	80.13	2.50
	2X	189.34	65.89	2.87
	4X	166.91	64.89	2.57
L.S.D(0.05)		3.70	2.78	0.42

الجدول 6. تأثير المعاملة بمعقمات البذار الفطرية في نسبة الانبات وطول النبات لصنف القمح شام₃ تحت ظروف الحقل.

اسم المبيد	معدل الاستخدام	نسبة الإنبات (%)	طول النبات (سم)	نسبة الإنخفاض أو زيادة طول الساق (%)
شاهد غير معامل	معاملة بالماء	90.45	79	-
Vita Flo 280FS	1X	97.20	84	+ 6.33
	2X	94.56	80	+ 1.27
	4X	70.89	76	- 3.80
Dividend 30FS0	1X	96.36	86	+ 8.86
	2X	93.56	81	+ 2.53
	4X	87.88	69	- 12.65
Raxil 025FS	1X	95.52	80	+ 1.27
	2X	92.91	73	- 13.41
	4X	77.7	66	- 16.45
Penncnol WP 60%	1X	95.33	80	+ 1.27
	2X	93.61	79	0
	4X	88.89	68	- 13.92
L.S.D (0.05)	-	1.32	2.87	

تلاه المبيد Dividend بنسبة (29.2 - %)، ثم مبيد Penncnol بنسبة (19.16 - %)، واخيراً المبيد Raxil بنسبة (10.99 - %).

يمكن تفسير هذه الاختلافات أن المبيدات الفطرية المدروسة زادت نسبة الإنبات وكذلك طول النبات عند استعمالها بالتركيز الموصى به نتيجة حمايتها من الفطور المسببة للأعفان الموجودة في التربة أو المحمولة على البذار، وكذلك حماية المجموع الخضري من أمراض النبات حيث أن المبيدات المستخدمة جهازية أو خلطات من المبيدات الجهازية والتلامسية VitaFlo، ما عدا مبيد Penncnol. وكذلك تزيد محتوى الأوراق من تركيز الكلورفيل، في حين تؤدي زيادة التركيز للمبيدات المستخدمة إلى تخفيض نسبة الإنبات نتيجة تضرر البذور وبالتالي تشوه الجذور والسويقة الناتجة عن معاملة المبيدات، وتؤدي إلى انخفاض طول النبات وبالتالي انخفاض الغلة الحبية ووزن الألف حبة حيث أشار Stapper و Harris (1989) أن الغلة انخفضت بمقدار 4.2% لكل تأخير في الإنبات، و9.3% لكل تأخير في الإزهار لمدة أسبوع. كما وجد Kumar وزملاؤه (1991) أن طول النبات له تأثيراً موجباً وكبيراً في الإنتاج الحي في البيئة العادية وذلك في دراسة لـ 15 صنفاً من القمح في الهند. وهذا يتوافق مع ما وجد Cromey وزملاؤه (2004) أن المبيدات المدروسة أدت إلى احتفاظ الأوراق الخضراء لمدة أطول مقارنة مع الشاهد، وكانت أطول بـ 4 أيام في حالة الرش بمبيد Azoxystrobin مع زيادة للإنتاج بنسبة 6.1%، بينما كانت في حالة المبيد Tebuconazole أطول بـ 2.3 يوم، مع زيادة للإنتاج بنسبة 5.3% بالمقارنة مع الشاهد.

- تأثير معاملة البذار بالمبيدات الفطرية في وزن الألف حبة، والغلة الحبية لصنف القمح شام₃ :

تشير النتائج في الجدول (7) إلى أن المبيدات المستعملة في تعقيم البذور أدت إلى زيادة معنوية في وزن الألف الحبة عند التركيزين 1X و 2X بالمقارنة مع الشاهد، في حين لم تكن هناك فروقات معنوية بين المعاملات، ما عدا مبيد Penncnol. وقد أعطى مبيد Raxil أعلى زيادة في وزن الألف حبة بنسبة 18.18%، يليه مبيد VitaFlo 17.5%، في حين أدى استعمال المبيدات بالتركيز 4X إلى تخفيض بوزن الألف حبة بفرق معنوي مع الشاهد، وأعطى مبيد Vita Flo أعلى نسبة تخفيض (30.30 - %) يليه مبيد Dividend بنسبة (9.09 - %)، ثم مبيد Raxil بنسبة (6.06 - %) واخيراً مبيد Penncnol بنسبة (3.03 - %). من ناحية أخرى أدى استعمال المبيدات بالتركيز 1X إلى زيادة معنوية للغلة الحبية مقارنة مع الشاهد، في حين لم تكن هناك فروقات معنوية بين المعاملات. في حين أدى استعمال المبيدات بالتركيز 2X إلى زيادة غير معنوية بالغلة بالمقارنة مع الشاهد. يمكن تفسير هذه النتائج لتأثير المبيدات على زيادة نسبة الإنبات وطول النباتات وكذلك لدورها باحتفاظ النباتات بالاختصاص لفترة طويلة وهذا له علاقة موجبة بزيادة وزن الألف حبة وزيادة الغلة الحبية كما ذكر Harris و Stapper (1989) و Kumar وزملاؤه (1991). أدى استعمال المبيدات بالتركيز 4X إلى انخفاض معنوي بالغلة بالمقارنة مع الشاهد. وأعطى المبيد VitaFlo أعلى نسبة تخفيض (31.88 - %).

الجدول 7. تأثير معاملة البذور بمعقمات البذار الفطرية على وزن الألف حبة والغلة لصنف قمح شام³ تحت ظروف الحقل خلال موسمي عام 2006-2007.

اسم المبيد التجاري	معدل الاستخدام	وزن الألف حبة (غ)	% للتخفيض أو الزيادة	الغلة (طن. هكتار ⁻¹)	% التخفيض أو الزيادة
شاهد غير معاملة	معامل بالماء فقط	33	-	5.48	
Vita Flo FS280	1X	40	+ 17.5	6.40	+ 16.79
	2X	36	+ 9.09	5.50	+ 0.36
	4X	23	- 30.30	3.44	- 31.88
Dividend 030FS	1X	38	+ 15.15	6.85	+ 25
	2X	38	+ 15.15	5.85	+ 6.75
	4X	30	- 9.09	3.88	- 29.2
Raxil 025FS	1X	39	+ 18.18	6.35	+ 15.88
	2X	39	+ 18.18	6.10	+ 11.31
	4X	31	- 6.06	4.88	- 10.99
Penncoln 60%WP	1X	37	+ 12.12	5.98	+ 9.12
	2X	36	+ 9.09	5.80	+ 5.84
	4X	32	- 3.03	4.43	- 19.16
L.S.D (0.05)		2.67	-	0.78	-

المراجع

- (Eds.), 1999. The impact of strobilurins on plant vitality of winter wheat under field conditions. In: Modern fungicides and antifungal compounds II. Twelfth International Reinhardt Symposium, Friedrichroda, Thuringia, Germany. Andover, Intercept, pp. 197-208.
- Gowily, A. M. and G. I. Soliman. 1994. Effect of seed dressing with some fungicides and some agricultural practices on controlling broad bean root diseases caused by *Rhizoctonia solani*. *Annals of Agri. Sci. Moshtohor*, 32 (4): 1811-1822.
- Jarrah, M., and I. Genc. 1997. Variability of morphophysiological traits of Mediterranean durum cultivars. *Rachis*. 16 (1-2): 52- 57.
- Jones, P. 2000 "Assessments of fusarium head blight of wheat and barley in response of fungicides treatment . *Plant Disease*. (9). pp. 1021-1030.
- Kummar, D., S. C. Sharma, and S.C. Gupta. 1991. Correlation and path studies in wheat under normal and saline conditions. *Wheat Information Service*.
- Al-Naser, Z. A. 1999. Detection and elimination of certain fungicides residues in vegetables. Ph.D. Thesis, Fac. Agric., Ain Shams Univ.
- Arnon, D. L. 1949. Copper enzyme in isolated chloroplasts, poly-phenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24 (1): 1-15.
- Ashley, R. O., M. P. McMullen, E. Eriksmoen, and G. Martin. 2003. Winter Wheat Seed Treatment Demonstration- Dickinson, N. D. 2004. Annual Report Agronomy Section.
- Cromey, M.G., R.C. Butler, M. A. Mace, A. L. J. Cole. 2004. Effects of the fungicides azoxystrobin and tebuconazole on *Didymella exitialis*, leaf senescence and grain yield in wheat. *Crop Protection* 23 (2004) 1019-1030
- Gerhard, M., Habermeyer, J., Zinkernagel, V., Lyr, H. (Eds.); Russel, P.E., Dehne, H.W., Sisler, H.D.

- in germination teste on wheat and barley. In application to seed and soil official seed testing station, national institute of an Agricultural Botany, Cambridge.
- Villanueva, M. I. C.; B. F. Muniz and R. S. Tames. 1985. Effect of glyphosate on growth and the chlorophyll and carotenoid levels of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*). *Weed Sci.*, 33 (6): 751-754.
- Yan, X. H. and R. Z. Pan. 1992. Effects of triadimefon on the growth, photosynthesis and respiration of groundnut seedlings. *Oil Crops of China*, 4: 57-60.
- 72:35-41.
- Lyr, H. 1987. *Modern Selective Fungicides*, ed. H. Lyr. Longmans, Harlow John Wiley, New York, 1987.
- Mohamed, A.I.S. 1999. Promising durum wheat genotypes under normal and stress growing conditions in Northern Sudan. *Rachis*. 18(2): 64-66.
- Radwan, M. A. 1995. Evaluation of different types of pesticides against *Meloidogyne incognita* in relation to their effect on growth in relation to their effect on growth and nutrient contents of tomato plants. *Alex. J. Agric.Res.*,40 (1): 215.
- Shalaby, I. M. S. and M. El-Korashy. 1996. Effect of Benlate and Vitavax-thiram fungicides on the physiochemical composition of infected or uninfected sesame plants with the causal organism of root- rot disease. *Annals of Agric. Sci. Moshtohor*, 34 (2): 597-609.
- Sharma, S. S.; M. P. Sharma and G. Rajamani. 1990. Effect of carbendazim on chlorophyll, total phenols and mineral content in chilli plants (*Capsicum annum* L.). *Indian J. of Mycology and Plant Pathology*, 20 (3) :229-233.
- Sinha, A. P.; K. Singh and A. N. Mukhopadhyay. 1993. Interactions between fungicides and soil microorganisms. In: *Soil Fungicides*, Vol. II. Indian. 73-108.
- Southwell , Moore, W. Manning and P. T. Hayman, 1999, An outbreak of *Fusarium* head blight of durum wheat on the Liverpool plains in Northern New South Wales in 1999. *Australasian Plant Pathology* 32(4) 465- 471.
- Stapper, M., and H. Harris. 1989. Assessing the productivity of wheat genotypes in a Mediterranean climate, using a crop simulation model. *Field Crops Research*. 20 (2): 129-152.
- Tonkin, J. H. B.1987. Idicated effects of some treatment



تقييم بعض الصفات الكمية للسلاطات الطافرة في الجيل الثالث عند الشعير

Evaluation of Some Quantitative Traits of Barley Mutated Strains in the Third Generation

م. جمال رفيق صالح⁽¹⁾ و د. مخلص شاهري⁽²⁾ و د. سلام لاوند⁽³⁾

(1) : طالب ماجستير- قسم المحاصيل الحقلية-كلية الزراعة- جامعة دمشق.

(2) : أستاذ مساعد- قسم المحاصيل الحقلية-كلية الزراعة- جامعة دمشق.

(3) : مدرس - قسم المحاصيل الحقلية-كلية الزراعة- جامعة دمشق.

المُلخَص

نفذ البحث في مزرعة أبي جرش وفي مخابر قسم المحاصيل الحقلية في كلية الزراعة بجامعة دمشق خلال الموسم الزراعي 2008 - 2009م. شجعت حبوب صنفين من الشعير، فرات 1 وهو صنف سداسي الصفوف، وعربي أسود، وهو صنف ثنائي الصفوف بأشعة غاما بالجرعات (5-10-15 كيلو راد) في هيئة الطاقة الذرية عام 2006. انتخبت خمس سلالات طافرة حدثت فيها تغيرات نوعية في الجيل الثاني (2008)، و زرعت في العام التالي بهدف تقييم صفاتها الكمية، بالإضافة إلى دراسة علاقات الارتباط البسيط بين الصفات الكمية المدروسة. تفوقت السلالات الطافرة بالمقارنة مع الشاهد في أغلب الصفات الكمية المدروسة وبفروقاتٍ معنوية، وخاصةً المتعلقة بمكونات الغلة. أعطت الجرعة 5Kr أكبر عدد من السلالات الطافرة بالمقارنة مع الجرعات الأخرى 10Kr و 15Kr، و كان الصنف فرات 1 أكثر تأثراً بالأشعة من الصنف عربي أسود، وكانت أغلب علاقات الارتباط معنوية وموجبة بين معظم الصفات المدروسة وخاصةً عناصر الإنتاج. الكلمات المفتاحية: التطهير - الصفات الكمية- الشعير .

Abstract

The investigation was carried out in Abo Jarsh Farm and in the laboratory of Agronomy Department-Faculty of Agriculture, Damascus University during the growing season 2008 - 2009. Seeds of barley Forat 1 (Six-rowed) and Arabic Aswad (two-rowed) varieties were previously exposed to Gamma Rays at 5, 10 and 15 Kilorads dose at the Atomic Energy Commission in 2006. The third generation of the exposed seed for five mutated barley lines were quantitatively evaluated for different traits, the lines were selected in the second generation according to specific characters. Simple correlation between the studied traits was computed.

©2010 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

The mutated lines performed significantly better in all the studied traits as compared to the control especially for the yield components.

Treating with the low dose of 5 kilorads resulted in higher number of mutant lines compared to the other doses (10 kilorad and 15 kilorad) However, Forat1 was more sensitive to Gamma irradiation than the Arabic Aswad and almost all the correlation results were positive between the studied traits, especially yield components.

Key words: Mutation, Quantitative traits, Barley.

على إنتاجية عالية، لذلك لجأ الربون إلى الطرائق الأخرى لتحسين خصائص وصفات وإنتاجية الشعير، ومن هذه الطرائق التطهير Mutation سواء باستعمال المواد الكيميائية أو الطفرات الفيزيائية، أو باستعمال التقنيات الحيوية والهندسة الوراثية. ومن خلال تطبيق الطرق الحديثة في تحسين الشعير أمكن توجيه الطفرات الصناعية بحيث لم تعد تنفذ بشكل عشوائي وإنما بشكل علمي ومنطقي وتعتمد على القوانين الوراثية بحيث أمكن تحديد درجة القرابة الوراثية ورسم الخرائط الوراثية وإجراء البصمة الوراثية وتحديد مواقع المورثات المتأثرة، ما يمكن من عزل هذه المورثات وإدخالها بطرق مختلفة في نباتات جديدة والحصول على ما يسمى بالنباتات المعدلة وراثياً.

وينتج عموماً عن استعمال المواد الطفرة على اختلاف أنواعها تبدلات وراثية واسعة في النبات، ينعكس سلباً أو إيجاباً على الموصفات الشكلية، والوظيفية، والبيوكيميائية جراء حدوث تبدل في تركيب المادة الوراثية (DNA) (Zoshchuk1 و زملاؤه، 2003) وخلاً صغياً (شاهري والعودة، 2002).

انتجت وطورت أصناف في (48) بلداً معظمهم في آسيا وأوروبا، وكانت أكثر من 90% من هذه الأصناف طفرات نتجت عن طفرات إشعاعية (استعمال التقنيات النووية في تحسين الإنتاج النباتي، 1995).

تعد الطفرات من إحدى العوامل الأساسية في التطور وإحداث تباين وراثي، أخذت النجيليات الاهتمام الأكبر من حيث الحصول على طفرات لتحسين مقاومة الأمراض ونوعية الحبوب (بروتين)، وزيادة الإنتاجية، ومقاومة الضججان (ساق قصيرة وقاسية) (Lundqvist و زملاؤه، 1991).

تم الحصول على طفرات متحملة للملوحة في الشعير من الصنف Golden promis، وذلك اعتماداً على اختلافات محتوى الأوراق من الصوديوم (Förster و زملاؤه، 1994).

تؤثر المواد الطفرة في سير العمليات الحيوية في الحبوب (تحلل المواد الغذائية، نشاط الأنزيمات)، وتسبب خللاً في عمليات انتقال المواد من الأنسجة الخازنة إلى المحور الجنيني، وقد ينشأ نتيجة لذلك مركبات جديدة تؤثر في حيوية الخلايا النباتية (Chen، 1996).

المقدمة

يعد الشعير Barley المحصول الحي الأول بعد القمح في الدول العربية، ويحتل المرتبة الرابعة ضمن لائحة المحاصيل الحبية في العالم، بعد القمح، والرز، والذرة الصفراء. وتقدر المساحة المزروعة عالمياً بمحصول الشعير بنحو 53.139.210 هكتاراً، والإنتاجية قرابة 2576 كغ/هـ، والإنتاج نحو 136.872.180 طناً (FAO، 2006). ويستعمل نحو 85% من الشعير كعلف للحيوانات. ويمكن أن تستعمل حبوب الشعير أيضاً في صناعة المولت Malt، وإنتاج النشاء، وبعض الصناعات الكيميائية والغذائية (Fischbeck، 2002).

تقدر المساحة الإجمالية المزروعة بمحصول الشعير في الدول العربية بنحو 12552.43 ألف هكتاراً، والإنتاجية 2036 كغ/هكتار، والإنتاج 25556.52 ألف طناً (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2006). ويلاحظ أن نسبة الانخفاض في إنتاجية محصول الشعير في الدول العربية بالمقارنة مع الإنتاجية العالمية قرابة 21%. ويعزى ذلك بشكل رئيس إلى عدم توافر المادة الوراثية المحسنة ذات الطاقة الإنتاجية العالية التي تتسم بمرونة بيئية واسعة وعالية التحمل للإجهادات الأحيائية والأحيائية المختلفة، حيث تعتمد زراعة الشعير بشكل أساسي على الزراعة المطرية (Ceccarelli، 1994).

تقدر الكمية الكلية المستوردة من حبوب الشعير عربياً بنحو 9482.32 ألف طناً بقيمة 1389.92 مليون دولاراً أمريكياً (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2006) وازدادت الكمية المستوردة من حبوب الشعير بالمقارنة مع العام 2005 بنسبة 33.62% وارتفعت القيمة المدفوعة بنحو 35.44% (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2006). ويشير وجود الفجوة الإنتاجية من غلة محصول الشعير بالمقارنة مع الإنتاجية العالمية، والتباين الكبير في متوسط إنتاجية الشعير بين الدول العربية نفسها، إلى وجود إمكانية كبيرة لزيادة إنتاجية هذا المحصول الغذائي العلفي المهم جداً على مستوى الوطن العربي. يعد الإدخال والانتخاب والتهجين من الطرق التقليدية لتربية الشعير، وأصبحت هذه الطرق لا تليي حلم المربي ولا المزارع للحصول

- 1 - سلالة تحورت فيها السنابل من ثنائية الصف إلى متعددة الصفوف في الصنف عربي أسود تحت تأثير الجرعة (15 كيلوراد).
- 2 - سلالة تحورت فيها السنابل من متعددة الصفوف إلى ثنائية الصف في الصنف فرات 1 تحت تأثير الجرعة (5 كيلوراد).
- 3 - سلالة متوسطة الطول في الصنف فرات 1 تحت تأثير الجرعة (10 كيلوراد).
- 4 - سلالة مبكرة النضج في الصنف فرات 1 تحت تأثير الجرعة (5 كيلوراد)، حيث انتخبت بناءً على موعد التسنيل.
- 5 - سلالة متأخرة النضج في الصنف فرات 1 تحت تأثير الجرعة (5 كيلوراد)، حيث انتخبت بناءً على موعد التسنيل.

طريقة الزراعة:

درست نباتات السلالات الطافرة السابقة الذكر بالإضافة للشواهد في الجيل الثالث وزرعت نباتات كل سلالة على حدة في الحقل على سطور، طول كل سطر 1 م، وزرعت البذور على مسافة 5 سم بين البذرة والأخرى ضمن السطر الواحد، والمسافة بين السطر والأخر 20 سم، وعمق الزراعة 2-3 سم، وتركت مسافة 40 سم بين القطع التجريبية.

حضرت الأرض بإجراء فلاحات متعددة من أجل التخلص من الأعشاب الضارة، وأضيفت الأسمدة المعدنية (NPK) حسب الكميات الموصى بها من قبل وزارة الزراعة. و تم خلال مراحل النمو والتطور مراقبة النباتات وتسجيل القراءات والملاحظات حتى موعد النضج الكامل و أعطيت رياً تكملياً عند الحاجة لضمان تأمين احتياجات نباتات الشعير المائية، وخاصة خلال المراحل الحرجة من حياة النبات (الإزهار، وامتلاء الحبوب).

المؤشرات المدروسة:

- تمت دراسة متوسط كل صفة على 10 نباتات أخذت بشكل عشوائي من السطور الوسطية من كل سلالة و هي :
- ارتفاع الساق (سم): و يمثل المسافة من نقطة تماس الساق مع التربة و حتى قاعدة السنبل.
- عدد الأشطاءات الكلية.
- عدد الأشطاءات الثمرة.
- طول السنبل (سم): و يمثل المسافة من قاعدة السنبل و حتى أعلى نقطة فيها.
- عدد الحبوب في السنبل الرئيسية.
- وزن الحبوب في السنبل الرئيسية (غ).
- عدد الحبوب في النبات (حبة/نبات).
- وزن الحبوب في النبات (غ).

عوملت بذور نقية لعدة أصناف من القمح الطري بجرعات مختلفة من أشعة غاما مصدر الكوبالت المشع ^{60}Co (100، 200، 300، 400 Gy)، درست نسبة الإنبات، والأشطاءات، وعدد الأيام حتى التسنيل، وطول السنبل، وعدد البذور في السنبل، ووزن الحبوب في وحدة المساحة. وجد أن هناك تناقص تدريجي لكل الصفات المدروسة مع زيادة الجرعة ما عدا عدد الأشطاءات (Maluszynski و زملاؤه، 1987؛ Irfaq و Nawab، 2003) لاحظ Koksel و زملاؤه (1998) ان المعاملة بأشعة غاما بين KGy 5-0.05 لم تؤد إلى أي تأثير في عملية تخمير البذور في الشعير. هدفت الدراسة إلى :

- تقييم بعض الصفات الكمية لنباتات السلالات التي حصل فيها بعض التغيرات في الجيل الثالث.

- دراسة علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة.

مواد البحث وطرائقه

مكان تنفيذ البحث :

نفذ البحث في مخابر قسم المحاصيل الحقلية في كلية الزراعة-جامعة دمشق وفي مزرعة أبي جرش للموسم الزراعي 2008 - 2009 م.

المادة النباتية: استخدم في هذا البحث صنفين محليين من الشعير تم الحصول على بذارهما من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية و هما:

صنف الشعير العربي الأسود: صنف محلي قديم، ثنائي الصف، لون حبوبه سوداء ناتجة عن تركيز صبغة الأليرون في أغلفتها، طوله بحدود 55 سم، السنابل طويلة، متحمل للجفاف والصقيع، يصاب بالرقاد في حال زيادة الرطوبة وذو إنتاجية متوسطة.

صنف الشعير فرات 1: سداسي الصفوف، انتج محلياً من قبل الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إنتاجه جيد وبخاصة للمناطق عالية الهطول، متوسط القدرة على الأشطاء، متوسط التحمل للجفاف، متوسط المقاومة للأمراض لون حبوبه بيضاء مصفرة.

انتخبت النباتات الطافرة الناتجة عن الجيل الثاني (عام 2008) نتيجة التشعيع في عام 2006 بأشعة غاما بالجرعات (5-10-15 كيلو راد) في صنف الشعير فرات 1 وعربي أسود. عوملت البذور في هيئة الطاقة الذرية لكل من الصنفين المذكورين وبمعدل جرعة (2174) غراي/سا من منبع الكوبالت المشع ، ذي النشاط الإشعاعي للمنبع (3.69) كيلو كوري، حيث ظهرت عدة تغيرات وتبدلات في الجيل الثالث منتخبة من الجيل الثاني بالمقارنة مع الشاهد أهمها:

الرقاد و الضجعان عند الصنف عربي أسود الذي يتعرض للرقاد عند زيادة محتوى التربة المائي.

- وزن الألف حبة (غ): تمَّ عدَّ ووزن الحبوب في النبات ومنها تم حساب وزن الألف حبة.

الجدول 1. الصفات الكمية في السلالة التي تحولت السنبلة فيها من ثنائية الصنف إلى سداسية الصنف في الصنف عربي أسود و تحت تأثير الجرعة (15 كيلوراد).

أجري التحليل الإحصائي باستخدام برنامج Genestate لحساب قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D). عند المستوى المعنوية (5%)، أما بالنسبة لدراسة علاقات الارتباط بين الصفات المدروسة فقد استخدم البرنامج SPSS . 17.

النتائج والمناقشة

الصفة	الشاهد	العاملة (15 كيلوراد)	دليل المعنوية
طول الساق (سم)	113.4	101.53*	0.008
عدد الاشطاءات الكلية	21.4	38.1*	0.001
عدد الاشطاءات المثمرة	16.7	32.1*	0.004
طول السنبلة الرئيسية (سم)	15.07	18.47*	0.005
عدد الحبوب في السنبلة الرئيسية (غ)	26.1	60.7*	0.016
وزن الحبوب في السنبلة الرئيسية (غ)	1.12	1.4*	0.004
عدد الحبوب في النبات	263	1095*	0.000
وزن الحبوب في النبات (غ)	9.8	25.43*	0.002
وزن الألف حبة (غ)	37.1	23.2*	0.004

يعد الجيل الثالث من الأجيال المهمة في برامج الطفرات، فهو الجيل الذي نستطيع من خلاله تحديد مسار وتطور الصفات التي تم الحصول عليها في الجيل الثاني. يعود ظهور أي صفة إلى نوعين من العوامل هما العامل البيئي (E) والعامل الوراثي (G) والتغيرات التي تظهر نتيجة للعوامل البيئية تزول بزوال المسبب، أما التغيرات التي تظهر نتيجة للعوامل الوراثية فإنها تستمر في الظهور، وتنتقل من جيل إلى آخر. وقد نجد بعض الصفات التي تحافظ على ظهورها بنسبة 100%، وهذا مرده إلى تأثير العوامل الوراثية، حيث تكون الصفات في هذه الحالة أصيلة وراثياً (AA - aa)، مثل صفة تحول عدد الصفوف من ثنائي الصنف إلى سداسي الصنف في الصنف عربي أسود. وقد تحدث بعض الإنعزالات الوراثية حيث تظهر الصفة عند بعض نباتات السلالة ولا تظهر عند النباتات الأخرى وهذا مرده إلى أن العوامل الوراثية لهذه الصفة في الجيل الثاني كانت متخالفة للواقع (Aa)، مثل صفة تحول عدد الصفوف في الشعير سداسي الصنف إلى شعير ثنائي الصنف في الصنف فرات 1.

كما يلاحظ أن وزن الألف حبة قد انخفض بشكل كبير من 37.1 غ في نباتات الشاهد إلى 23.2 غ في نباتات السلالة الطافرة وهذا يعود إلى الزيادة الكبيرة في عدد الحبوب في السنبلة التي ازدادت من 26.1 في نباتات الشاهد إلى 60.7 في نباتات السلالة الطافرة، حيث أن معامل الارتباط بين عدد الحبوب في السنبلة الرئيسية ووزن الألف حبة كان قوياً ومعنوياً و سلبياً (-0.91) (الجدول 2).

1 - السلالة التي تحولت فيها السنايل من ثنائية الصنف إلى سداسية الصنف في الصنف عربي أسود و تحت تأثير الجرعة (15 كيلوراد):

وكان للأشعة تأثيراً مثبطاً في طول الساق نتيجة انخفاض استطالة خلايا الساق و في حجم الحبوب، مما انعكس ذلك سلباً على وزن الألف حبة، حيث انخفض طول الساق ووزن الألف حبة في المعاملة بشكلٍ معنوي بالمقارنة مع الشاهد (الجدول 1).

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين النباتات المعاملة والشاهد في صفة عدد الاشطاءات الكلية والمثمرة المتشكلة وطول السنبلة الرئيسية وعدد ووزن الحبوب في السنبلة الرئيسية وعدد ووزن الحبوب في النبات، وذلك نتيجة التأثير المرحض للجرعات العالية (15 كيلوراد) في الصفات السابقة. وكانت الزيادة الكبيرة في عدد الحبوب في النبات المطفر مقارنة بالنبات الشاهد بسبب تحول السنبلة من ثنائية الصنف إلى سداسية الصنف و إلى الزيادة الكبيرة في عدد الاشطاءات المثمرة (100%). وبلغت نسبة الزيادة في عدد الحبوب في المعاملة 416.3%. وتعد صفة عدد الحبوب في السنبلة من الصفات المهمة في زيادة الإنتاجية و تحسين الغلة في الشعير.

علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة:

يتبين من الجدول (2) الذي يلخص قيم معامل الارتباط بأنه كان لصفات عدد الاشطاءات الكلية والمثمرة وطول السنبلة الرئيسية وعدد ووزن الحبوب في النبات والسنبلة الرئيسية ارتباط موجب ومعنوي فيما بينها (الجدول 2)، في حين ارتبطت الصفات المذكورة ارتباطاً معنوياً وسلبياً مع كل من صفة طول الساق ووزن الألف حبة (الجدول 2).

يلاحظ من الجدول (1) أن متوسط طول الساق في نباتات السلالة الطافرة (عربي أسود ثنائي الصنف) قد انخفض من 113.4 سم في نباتات الشاهد إلى 101.5 في نباتات السلالة الطافرة، وهذا يفيد في تحسين صفة مقاومة

في حين كان الارتباط معنوياً وموجباً بين طول الساق ووزن الألف حبة (r = 0.83).

الجدول 2 . علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة في الصنف عربي أسود تحت تأثير الجرعة (15 كيلوراد).

الصفات المدروسة	طول الساق	عدد الاشطاء الكلية	عدد الاشطاء المثمرة	طول السنبل	عدد الحبوب في السنبل الرئيسية	وزن الحبوب في السنبل الرئيسية	عدد الحبوب في النبات	وزن الحبوب في النبات	وزن 1000 حبة
طول الساق	1								
عدد الاشطاء الكلية	-0.89*	1							
عدد الاشطاء المثمرة	-0.89*	0.97*	1						
طول السنبل	-0.89*	0.98*	0.98*	1					
عدد الحبوب في السنبل الرئيسية	-0.93*	0.82*	0.77	0.77	1				
وزن الحبوب في السنبل الرئيسية	-0.88*	0.88*	0.90*	0.85*	0.85*	1			
عدد الحبوب في النبات	-0.91*	0.97*	0.96*	0.94*	0.88*	0.95*	1		
وزن الحبوب في النبات	-0.85*	0.97*	0.98*	0.97*	0.78	0.91*	0.97*	1	
وزن 1000 حبة	0.83*	-0.87*	-0.80	-0.79	-0.91*	-0.91*	-0.94*	-0.86*	1

الجدول 3. الصفات الكمية لسلالة متوسطة الطول في الصنف فرات 1 وتحت تأثير الجرعة (10 كيلوراد).

الصفة	الشاهد	المعاملة (10 كيلوراد)	دليل المعنوية
طول الساق (سم)	121.2	81.6*	0.000
عدد الاشطاء الكلية	13.1	19*	0.040
عدد الاشطاء المثمرة	8.8	10.67	0.368
طول السنبل الرئيسية (سم)	6.53	7.2	0.252
عدد الحبوب في السنبل الرئيسية (غ)	46	26.1*	0.027
وزن الحبوب في السنبل الرئيسية (غ)	1.4	0.63	0.067
عدد الحبوب في النبات	246	225	0.742
وزن الحبوب في النبات (غ)	5.1	5.47	0.777
وزن الألف حبة (غ)	21.03	24.53	0.125

علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة:

ارتبطت صفة طول الساق ارتباطاً معنوياً وموجباً مع عدد الحبوب في السنبل الرئيسية (0.86). وارتبط طول السنبل الرئيسية ارتباطاً معنوياً وقوياً وسلبياً مع وزن الحبوب في السنبل الرئيسية (-0.83). وارتبط عدد الحبوب في السنبل الرئيسية ارتباطاً معنوياً وموجباً مع وزن الحبوب في السنبل الرئيسية (0.97). وارتبط عدد الحبوب في النبات ارتباطاً معنوياً وموجباً مع وزن الحبوب في النبات (0.87) (الجدول 4).

2 - السلالة متوسطة الطول في الصنف فرات 1 تحت تأثير الجرعة (10 كيلوراد).

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة عدد الاشطاء الكلية بين المعاملة (10 كيلوراد) والشاهد. كان للأشعة تأثير مثبت في طول الساق وسلي في عدد الحبوب في السنبل الرئيسية، حيث بلغت نسبة الانخفاض في الطول 32.7% وبالنسبة لعدد الحبوب في السنبل الرئيسية 43.3% وبشكل معنوي بالمقارنة مع الشاهد (الجدول 3). وتعد صفة قصر النبات من الصفات المهمة في برامج التربية والتحسين الوراثي لاستنباط الأصناف المقاومة للرقاد.

وقد نتج عن هذه الطفرة زيادة غير معنوية في وزن الألف حبة (من 21.03 غ في الشاهد إلى 24.53 غ في السلالة الطافرة)، وقد تعود هذه الزيادة في وزن الألف حبة إلى الانخفاض الكبير في عدد الحبوب في السنبل الرئيسية.

لم تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة عدد الاشطاء المثمرة وطول السنبل الرئيسية ووزن الحبوب في السنبل الرئيسية وعدد ووزن الحبوب في النبات ووزن الألف حبة، فقد كانت الفروقات ظاهرية بين المعاملة (10 كيلوراد) والشاهد.

الجدول 4. علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة في الصنف فرات 1 وتحت تأثير الجرعة (10 كيلوراد).

الصفات المدروسة	طول الساق	عدد الاشطاءات الكلية	عدد الاشطاءات المثمرة	طول السنبله	عدد الحبوب في السنبله الرئيسية	وزن الحبوب في السنبله الرئيسية	عدد الحبوب في النبات	وزن الحبوب في النبات	وزن 1000 حبة
طول الساق	1								
عدد الاشطاءات الكلية	-0.78	1							
عدد الاشطاءات المثمرة	-0.60	0.22	1						
طول السنبله	-0.48	0.23	-0.01	1					
عدد الحبوب في السنبله الرئيسية	0.86*	-0.50	-0.49	-0.78	1				
وزن الحبوب في السنبله الرئيسية	0.77	-0.46	-0.41	-0.83*	0.97*	1			
عدد الحبوب في النبات	0.11	-0.62	0.10	0.02	-0.05	0.04	1		
وزن الحبوب في النبات	-0.23	-0.39	0.46	0.27	-0.39	-0.27	0.87*	1	
وزن 1000 حبة (غ)	-0.72	0.67	0.61	0.43	-0.64	-0.66	-0.54	-0.08	1

لم تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة عدد الاشطاءات الكلية وطول السنبله الرئيسية وعدد الحبوب في السنبله الرئيسية وعدد الحبوب في النبات ووزن الألف حبة، فقد كانت الفروقات ظاهرية بين المعاملة (10 كيلوراد) والشاهد. ويعزى السبب في زيادة عدد الحبوب في النبات في المعاملة (ثنائي الصنف) بالمقارنة مع الشاهد (سداسي الصنف) إلى الزيادة الكبيرة في عدد الاشطاءات المثمرة في نباتات السلالة المعاملة بجرعة (10Kr) إلى ما يقارب (100 %) بالمقارنة مع الشاهد.

وكان هناك زيادة غير معنوية في عدد الحبوب في السنبله و وزن الألف حبة، أي أن هناك تحسناً وراثياً جرى بهذه الطفرة بعكس علاقات الارتباط المتعارف عليها بين عناصر الإنتاج الرئيسية (عدد السنابل/م²، عدد الحبوب /السنبله، وزن الحبة)، حيث يلاحظ في الجدول (6) أن علاقات الارتباط كانت ايجابية بين عناصر الإنتاج الرئيسية لكنها غير معنوية.

كما تبين لنا أن هذه السلالة هي الوحيدة التي استمرت فيها الانعزالات الوراثية حيث لوحظ في هذا الجيل نباتات ثنائية و سداسية الصنف.

علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة:

كان لصفة طول الساق ارتباطاً معنوياً وسلبياً مع كل من عدد الاشطاءات الكلية والمثمرة وعدد الحبوب في السنبله الرئيسية

3 - السلالة التي تحولت فيها السنابل من سداسية الصنف إلى ثنائية الصنف في الصنف فرات 1 وتحت تأثير الجرعة (10 كيلوراد).

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود زيادة وبفروقات معنوية في صفة عدد الاشطاءات المثمرة ووزن الحبوب في السنبله الرئيسية وفي النبات بين المعاملة (10 كيلوراد) والشاهد في الصنف فرات 1. وكان للأشعة تأثير مثبت في طول الساق، حيث انخفض الطول في المعاملة بشكل معنوي عنه في الشاهد (الجدول 5).

الجدول 5. الصفات الكمية للسلالة التي تحولت فيها السنابل من سداسية الصنف إلى ثنائية الصنف في الصنف فرات 1 تحت تأثير الجرعة (10 كيلوراد).

الصفة	الشاهد	المعاملة (5 كيلوراد)	دليل المعنوية
طول الساق (سم)	121.2	112.73*	0.012
عدد الاشطاءات الكلية	13.1	38	0.053
عدد الاشطاءات المثمرة	8.8	16.97*	0.001
طول السنبله الرئيسية (سم)	6.53	6.73	0.723
عدد الحبوب في السنبله الرئيسية	46	67.2	0.052
وزن الحبوب في السنبله الرئيسية (غ)	1.4	2.13*	0.089
عدد الحبوب في النبات	246	393	0.056
وزن الحبوب في النبات (غ)	5.1	8.97*	0.009
وزن الألف حبة (غ)	21.03	25.5	0.143

وتفيد صفة التبيكر بالنضج في استنباط أصناف مبكرة النضج و متحملة للجفاف، وذلك نتيجة نضجها المبكر والهروب من فترات الجفاف وانحباس الأمطار خلال المراحل المتقدمة من حياة النبات (الإزهار، وامتلاء الحبوب)، وخاصة إذا ما تراقق ذلك مع ارتفاع درجات الحرارة، كما تفيد في الهروب من الإصابات المرضية والحشرية، وخاصة إصابة الصدا إذ تصل إلى مرحلة النضج قبل أن تصبح الظروف البيئية ملائمة لنمو وتكاثر أبواغ الفطور المسببة للصدا التي تنتشر خلال المراحل المتقدمة من النمو، حيث لوحظ أن الفرق في موعد التسنبل بين الشاهد والمعاملة هو 9 أيام.

يلاحظ من الجدول (7) أن هناك زيادة ملحوظة ومعنوية في عناصر الإنتاج الثلاثة حيث ازداد عدد السنابل في وحدة المساحة (عدد الأشطاءات المثمرة) من 8.8 إلى 23.4 وازداد عدد الحبوب في السنبل من 46 حبة إلى 62.6 حبة، كما ازداد وزن الألف حبة من 21 إلى 29 غ بالمقارنة مع الشاهد على الرغم من أن السلالة مبكرة كما أن علاقات الارتباط بين عناصر الغلة كانت متوسطة إلى عالية (الجدول 8) و تبشر هذه النتائج بولادة صنف جديد.

لم تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة طول السنبل الرئيسية و صفة وزن الحبوب في السنبل الرئيسية، فقد كانت الفروقات ظاهرية بين المعاملة (5 كيلوراد) والشاهد.

(-0.95، -0.92، -0.83) على التوالي، وارتبط عدد الأشطاءات الكلية ارتباطاً معنوياً وموجياً مع عدد الحبوب في السنبل الرئيسية (0.91). وارتبطت عدد الأشطاءات المثمرة ارتباطاً معنوياً وموجياً مع كل من عدد ووزن الحبوب في النبات (0.88، 0.94) على التوالي، وكان لصفة عدد الحبوب في السنبل الرئيسية ارتباطاً معنوياً وقوياً مع وزن الحبوب في السنبل الرئيسية (0.95). وارتبط عدد الحبوب في النبات ارتباطاً معنوياً وإيجابياً مع وزن الحبوب في النبات (0.90)، أما صفة وزن 1000 حبة و صفة طول السنبل فلم تظهر أي ارتباط معنوي مع الصفات المدروسة الأخرى (الجدول 6).

4 - سلالة مبكرة بالنضج في الصنف فرات 1 وتحت تأثير الجرعة 5 كيلوراد.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود زيادة وبفروقات معنوية في كل من الصفات: عدد الأشطاءات الكلية والمثمرة، وعدد الحبوب في السنبل الرئيسية، عدد ووزن الحبوب في النبات، ووزن الألف حبة في المعاملة (5 كيلوراد) بالمقارنة بالشاهد. في حين انخفض بفروقات معنوية في صفة طول الساق (الجدول 7). وتعزى الزيادة في وزن الألف حبة في المعاملة بالمقارنة مع الشاهد إلى زيادة حجم الحبوب، كما أن الزيادة في عدد الحبوب في النبات مردها إلى الزيادة الكبيرة في عدد الأشطاءات المثمرة.

الجدول 6. علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة في الصنف فرات 1 وتحت تأثير الجرعة (10 كيلوراد).

الصفات المدروسة	طول الساق	عدد الأشطاءات الكلية	عدد الأشطاءات المثمرة	طول السنبل	عدد الحبوب في السنبل الرئيسية	وزن الحبوب في السنبل الرئيسية	عدد الحبوب في النبات	وزن الحبوب في النبات	وزن 1000 حبة
طول الساق	1								
عدد الأشطاءات الكلية	-0.95*	1							
عدد الأشطاءات المثمرة	-0.92*	0.81	1						
طول السنبل	-0.43	0.39	0.35	1					
عدد الحبوب في السنبل الرئيسية	-0.83*	0.91*	0.75	0.04	1				
وزن الحبوب في السنبل الرئيسية	-0.67	0.75	0.64	-0.25	0.95*	1			
عدد الحبوب في النبات	-0.75	0.59	0.88*	0.32	0.53	0.43	1		
وزن الحبوب في النبات	-0.77	0.57	0.94*	0.22	0.54	0.49	0.90*	1	
وزن 1000 حبة	-0.14	0.05	0.22	-0.16	0.11	0.18	-0.12	0.31	1

الجدول 7. الصفات الكمية لسلالة مبكرة بالنضج في الصنف فرات 1

وتحت الجرعة 5 كيلوراد.

الصفة	الشاهد	العاملة (5 كيلوراد)	دليل المعنوية
طول الساق (سم)	121.2	111.17*	0.002
عدد الاشطاءات الكلية	13.1	28.3*	0.016
عدد الاشطاءات المثمرة	8.8	23.4*	0.012
طول السنبله الرئيسية (سم)	6.53	6.63	0.816
عدد الحبوب في السنبله الرئيسية (غ)	46	62.6*	0.073
وزن الحبوب في السنبله الرئيسية (غ)	1.4	1.97	0.159
عدد الحبوب في النبات	246	1082*	0.019
وزن الحبوب في النبات (غ)	5.1	31.7*	0.016
وزن الألف حبة (غ)	21.03	29.13*	0.005

علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة:

كان لصفة طول الساق ارتباطاً معنوياً وسلبياً مع كل من عدد الاشطاءات الكلية والمثمرة وعدد ووزن الحبوب في النبات ووزن الألف حبة في النبات (-0.93، -0.94، -0.96، -0.97، -0.92) على التوالي. وكان لصفة عدد الاشطاءات الكلية ارتباطاً معنوياً وإيجابياً مع كل من عدد الاشطاءات المثمرة وعدد ووزن الحبوب في النبات ووزن الألف حبة (0.97، 0.98، 0.87) على التوالي، وارتبطت صفة عدد الاشطاءات المثمرة ارتباطاً معنوياً مع كل من عدد ووزن الحبوب في النبات

ووزن الألف حبة (0.98، 0.98، 0.86) على التوالي، وكان لصفة عدد الحبوب في السنبله الرئيسية ارتباطاً معنوياً وقوياً مع وزن الحبوب في السنبله الرئيسية (0.97).

و ارتبطت صفة عدد الحبوب في النبات ارتباطاً معنوياً وقوياً وإيجابياً مع كل من وزن الحبوب في النبات ووزن الألف حبة (0.99، 0.87) على التوالي، وكان لصفة وزن الحبوب في النبات ارتباطاً معنوياً مع وزن الألف حبة (0.87) على التوالي. أما صفة طول السنبله فلم تبدي أي ارتباط معنوي مع الصفات المدروسة الأخرى كما هو موضح في الجدول (8).

5 - نباتات سلالة متأخرة بالنضج في الصنف فرات 1 وتحت تأثير الجرعة 5 كيلوراد:

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود زيادة معنوية في كل من الصفات التالية :

عدد الاشطاءات الكلية والمثمرة، طول السنبله ووزن الحبوب في السنبله الرئيسية، عدد ووزن الحبوب في النبات، وزن الألف حبة بين العامله (5 كيلوراد) والشاهد. وتعزى الزيادة الكبيرة في عدد الحبوب في النبات في العامله مقارنة مع الشاهد إلى الزيادة الكبيرة في عدد الاشطاءات المثمرة. وأما الزيادة الكبيرة في وزن الألف حبة في العامله بالمقارنة مع الشاهد فمردها إلى زيادة طول فترة النمو والنضج، مما يتيح للنباتات المتأخرة بالنضج في زيادة فترة تصنيع وتخزين المركبات العضوية في الحبوب، ما أدى إلى زيادة في حجم الحبوب. وتتميز النباتات المتأخرة بالنضج عادة بإعطاء مجموع خضري كبير وهذا ما انعكس في العدد الكبير للاشطاءات الكلية والمثمرة وعادة ما تعطي مثل هذه الطرز كمية كبيرة من التبن مفيدة لرعي المواشي. حيث لوحظ أن الفرق في موعد التسنبل بين الشاهد والعامله هو 17 يوماً.

الجدول 8. علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة في الصنف فرات 1 تحت تأثير الجرعة (5 كيلوراد).

الصفة المدروسة	طول النبات	عدد الاشطاءات الكلية	عدد الاشطاءات المثمرة	طول السنبله	عدد الحبوب في السنبله الرئيسية	وزن الحبوب في السنبله الرئيسية	عدد الحبوب في النبات	وزن الحبوب في النبات	وزن 1000 حبة
طول النبات	1								
عدد الاشطاءات الكلية	-0.93*	1							
عدد الاشطاءات المثمرة	-0.94*	0.97*	1						
طول السنبله	-0.17	0.04	0.20	1					
عدد الحبوب في السنبله الرئيسية	-0.62	0.61	0.48	-0.39	1				
وزن الحبوب في السنبله الرئيسية	-0.50	0.56	0.41	-0.57	0.97*	1			
عدد الحبوب في النبات	-0.96*	0.97*	0.98*	0.12	0.43	0.44	1		
وزن الحبوب في النبات	-0.97*	0.98*	0.98*	0.14	0.53	0.44	0.99*	1	
وزن 1000 حبة	-0.92*	0.87*	0.86*	0.34	0.64	0.50	0.85*	0.87*	1

كما كان للأشعة تأثير مثيراً في كل من طول الساق وعدد الحبوب في السنبلية الرئيسية حيث أنخفض العدد في المعاملة بشكلٍ معنوي عنه في الشاهد (الجدول 9).

على التوالي. في حين كان الارتباط معنوياً وقوياً بين طول الساق وعدد الحبوب في السنبلية الرئيسية حيث بلغ (0.89).

و كان لصفة عدد الاشطاء الكلية ارتباطاً معنوياً وقوياً مع كل من عدد الاشطاء المثمرة، طول السنبلية الرئيسية، عدد ووزن الحبوب في النبات، وزن الألف حبة (0.99، 0.92، 0.96، 0.98، 0.92) على التوالي، في حين كان الارتباط معنوياً وقوياً وسلبياً بين عدد الاشطاء الكلية وعدد الحبوب في السنبلية الرئيسية حيث بلغ (-0.83).

الجدول 9. الصفات الكمية لسلالة متأخرة بالنضج في الصنف فرات 1 وتحت تأثير الجرعة 5 كيلوراد.

الصفة	الشاهد	المعاملة 5 كيلوراد	دليل المعنوية
طول الساق (سم)	121.2	113.5*	0.003
عدد الاشطاء الكلية	13.1	57*	0
عدد الاشطاء المثمرة	8.8	44.8*	0
طول السنبلية الرئيسية (سم)	6.53	8.83*	0.005
عدد الحبوب في السنبلية الرئيسية	46	25.6*	0.024
وزن الحبوب في السنبلية الرئيسية (غ)	1.4	1.13*	0.435
عدد الحبوب في النبات	246	800*	0.006
وزن الحبوب في النبات (غ)	5.1	29.6*	0.001
وزن الألف حبة (غ)	21.03	37.4*	0.002

وكان لصفة عدد الاشطاء المثمرة ارتباطاً معنوياً وقوياً وإيجابياً مع كل من طول السنبلية الرئيسية، عدد ووزن الحبوب في النبات، وزن الألف حبة (0.94، 0.97، 0.99، 0.92) على التوالي. وارتبطت صفة عدد الاشطاء المثمرة ارتباطاً معنوياً وقوياً وسلبياً مع عدد الحبوب في السنبلية الرئيسية حيث بلغ (-0.87)، وكان لصفة طول السنبلية الرئيسية ارتباطاً معنوياً وقوياً وإيجابياً مع كل من عدد ووزن الحبوب في النبات، وزن الألف حبة (0.94، 0.89، 0.94) على التوالي، في حين كان لصفة طول السنبلية الرئيسية ارتباطاً معنوياً وقوياً وسلبياً مع عدد الحبوب في السنبلية الرئيسية فكان ارتباطها معنوياً وقوياً وسلبياً مع كل من عدد ووزن الحبوب في النبات، وزن الألف حبة (-0.84، -0.87، -0.85) على التوالي. وكان لصفة عدد الحبوب في النبات ارتباطاً معنوياً وقوياً وإيجابياً مع كل من وزن الحبوب في النبات ووزن الألف حبة (0.82، 0.98) على التوالي. كان لصفة وزن الحبوب في النبات ارتباطاً معنوياً وقوياً وإيجابياً مع وزن الألف حبة (0.90) كما هو مبين في الجدول (10).

علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة:

كان لصفة طول الساق ارتباطاً معنوياً وقوياً وسلبياً مع كل من عدد الاشطاء الكلية والمثمرة وطول السنبلية وعدد ووزن الحبوب في النبات ووزن الألف حبة (-0.92، -0.91، 0.89، -0.84، -0.88، -0.91).

الجدول 10. علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة في الصنف فرات 1 و تحت تأثير الجرعة (5 كيلوراد).

الصفة المدروسة	طول الساق	عدد الاشطاء الكلية	عدد الاشطاء المثمرة	طول السنبلية	عدد الحبوب في السنبلية الرئيسية	وزن الحبوب في السنبلية الرئيسية	عدد الحبوب في النبات	وزن الحبوب في النبات	وزن 1000 حبة
طول الساق	1								
عدد الاشطاء الكلية	-0.92*	1							
عدد الاشطاء المثمرة	-0.91*	0.99*	1						
طول السنبلية	-0.89*	0.92*	0.94*	1					
عدد الحبوب في السنبلية الرئيسية	0.89*	-0.83*	-0.87*	-0.95*	1				
وزن الحبوب في السنبلية الرئيسية	0.49	-0.33	-0.40	-0.64	0.79	1			
عدد الحبوب في النبات	-0.84*	0.96*	0.97*	0.89*	-0.84*	-0.37	1		
وزن الحبوب في النبات	-0.88*	0.98*	0.99*	0.94*	-0.87*	-0.40	0.98*	1	
وزن 1000 حبة	-0.91*	0.92*	0.92*	0.94*	-0.85*	-0.46	0.82*	0.90*	1

- Förster, N. M., R, Doyon., D, Nadeau., and N, Rowlands. 1994. Infrared Astronomy with Arrays: the Next Generation, ed. I. S. McLean (Dordrecht: Kluwer), 509
- Irfaq, M. and K, Nawab. 2003. A study of determine the proper dose of gamma radiation for inducing beneficial genetic variation in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Asian Journal of plant sciences* 2 (13): 999-1003.
- Koksel, H., C, Celik., and R, Ozkara. 1998. Effects of gamma irradiation of barley and malt on malting quality. *Journal of the Institute of brewing*, vol. 104, n2, pp. 89-92.
- Lundqvist, U., J, Meyer., and A, Lundqvist. 1991. Mutagen specificity for 71 lines resistant to barley powdery mildew race-D1 and isolated in 4 highbred barley varieties. *Hereditas* 115:227-239.
- Maluszynski, M., A, Micke., B, Sigurbjörnsson., I, Szarejko. , and A ,Fuglewicz. 1987. The use of mutants for breeding and for hybrid barley. In: *Barley Genetics V. Proc.5th Int.Barley Genetics Symposium, Okayama (Japan) 1986*. pp.969-977.
- Zoshchuk1, N. V., E. D, Badaeva1., and A. V, Zeleninl. 2003. History of Modern Chromosomal Analysis. Differential Staining of Plant Chromosomes Staining of Plant Chromosomes. *Russian Journal of Developmental Biology*, 34:(1), 1-13.
- 1 - تفوقت بشكل عام السلالات الطافرة في الجيل الثالث بالمقارنة مع الشاهد في أغلب الصفات الكمية المدروسة وبفروقات معنوية واضحة وخاصة تلك الصفات المتعلقة بمكونات الغلة.
- 2 - أعطت الجرعة المنخفضة (5Kr) ثلاث سلالات طافرة في الصنف فرات 1، في حين لم تعط الجرعات المتوسطة (10Kr) والعالية (15Kr) سوى سلالة طافرة واحدة لكل منها.
- 3 - تأثر الصنف فرات 1 بالأشعة بدرجة أكبر مقارنة مع الصنف عربي أسود، وتجلت ذلك من خلال عدد السلالات الطافرة الأكبر في الصنف فرات 1 بالمقارنة مع الصنف عربي أسود.
- 4 - تميزت بشكل عام علاقات الارتباط بين الصفات المدروسة عند السلالات الطافرة بقيم ارتباط عالية ومعنوية.

المراجع

- التقرير السنوي الإحصائي للمنظمة العربية للتنمية الزراعية. (2006).
- شاهري، مخلص، و العودة، أيمن (2002). تأثير بعض الطفرات الفيزيائية والكيميائية في نسبة الإنبات والتبدلات الصيفية في صنفين من الشعير، مجلة باسل الأسد للعلوم الزراعية، دمشق العدد 19، الصفحات-122 137.
- الدورة التدريبية حول استخدام التقنيات النووية في تحسين الإنتاج النباتي، 1995، الهيئة العربية للطاقة الذرية بالاشتراك مع هيئة الطاقة الذرية السورية- دمشق.
- Ceccarelli, S. 1994. Specific adaptation and breeding for marginal conditions. *Euphytica* 77:205–219.
- Chen, Y. 1996. Anther and pollen culture of rice,. In: *Haploids of Higher Plants In Vitro*. Hu, H., Yang, H. (Eds.). Springer-Verlag, Berlin p. 3–25.
- F.A.O, 2006. Quarterly bulletin of statistics.
- Fischbeck, G. 2002. Contribution of barley to agriculture: a brief overview. In: “Barley science: recent advances from molecular biology to agronomy of yield and quality” G. A. Slafer, J. L. Molin-Cano, R. Savin, J. L. Araus, I. Romagosa (eds.) Haworth, New York, pp



مستوى المواد الشبيهة بالأوكسينات الداخلية خلال نمو ونضج ثمار نخيل التمر البذرية والبكرية
(صنف البرحي) *Phoenix dactylifera* L. cv. Barhi

Levels of Endogenous Auxins – like Substances During Growth and
Maturity Stages of Seeded and Seedless Date Palm Fruits
(*Phoenix datylifera* L.), CV. Barhi variety

د. عبد الباسط عودة إبراهيم⁽¹⁾ و د. عبد الحسين ناصر خلف⁽²⁾ *

(1): المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)

(2): جامعة البصرة – مركز أبحاث النخيل والتمور * مستل من أطروحة دكتوراه للباحث الثاني.

المُلخَص

أجريت هذه الدراسة في محافظة البصرة جنوبي العراق، حيث اختيرت ست أشجار من نخيل التمر (صنف البرحي)، وأخذت أسبوعياً عينات بوزن 5 غم، بدءاً من تفتح الأزهار وحتى نضج الثمار سواءً البذرية أو البكرية، وبتاريخ من الأسبوع السابع بعد التلقيح وحتى النضج بالنسبة للبذور وذلك لتقدير المواد الشبيهة بالأوكسينات.

حضرت المحاليل الخاصة باستخلاص المواد الشبيهة بالأوكسينات، وتم قياسها باستعمال جهاز الفلورة Spectroflurometry على طول موجه 365 نانومتر، وحسبت التراكيز اعتماداً على منحني قياسي استعمل فيه الأوكسين الطبيعي أندول حمض الخل (IAA). لوحظ أن تراكيز المواد الشبيهة بالأوكسينات كانت عالية في الأزهار غير الملقحة، حيث بلغ التركيز 344 ميكرو غرام / كغ وزن طازج من الأزهار. حدثت في الأسبوع الأول من عقد الثمار زيادة معنوية بالتركيز، حيث بلغ تركيز المواد الشبيهة بالأوكسينات 426 ميكرو غرام / كغ وزن طازج في الثمار البذرية، وانخفض التركيز إلى 333 ميكرو غرام / كغ وزن طازج في الثمار البكرية.

انخفض تركيز المواد الشبيهة بالأوكسينات في الأسبوع السادس بعد التلقيح ليصل إلى 98 ميكرو غرام / كغ وزن طازج في الثمار البذرية، وفي الأسبوع التاسع في الثمار البكرية ليصل إلى 110 ميكرو غرام / كغ وزن طازج من الثمار، وارتفع التركيز في فترة النمو السريع للثمار خلال الأسبوع (14) بعد التلقيح ليصل إلى 225 و 171 ميكروغرام / كغ وزن طازج في الثمار البذرية، والبكرية على التوالي.

انخفض مستوى المواد الشبيهة بالأوكسينات عند اكتمال النمو للثمار واستمر حتى مرحلة الشيخوخة، حيث بلغ التركيز 11 مايكروغرام / كغ، في حين لم يسجل أي وجود لها في مرحلة الشيخوخة في الثمار البكرية. ولوحظ وجود فرق معنوي بين محتوى الثمار البذرية والبكرية من المواد الشبيهة بالأوكسينات خلال مرحلة النمو السريع. أما بالنسبة للتغيرات في تراكيز المواد الشبيهة بالأوكسينات في لب الثمار البذرية والبذور فكان محتواها في لب

الثمار قرابة 220 مايكرو غرام / كغ وزن طازج، و125 ميكرو غرام / كغ وزن طازج بذور في الأسبوع السابع بعد التلقيح. واستمرت الزيادة في التراكيز حتى الأسبوع الرابع عشر بعد التلقيح. وكان محتوى الأوكسينات في لب الثمار أعلى من البذور في مرحلة النمو السريع وبفرق معنوي.

الكلمات المفتاحية: نخيل التمر، صنف البرحي، المواد الشبيهة بالأوكسينات، الثمار البذرية، الثمار البكرية، لب الثمرة، البذرة.

Abstract

This study was conducted in Basra province located in southern Iraq. Six trees of date palm cv. Barhi were selected for the study. Five gram –samples of flowers and developing fruits were weekly collected starting from time of anthesis until fruit maturity to estimate the levels of auxin –like substances.

Extraction solutions for the auxin-like substances were prepared and determined using spectrofluorimetry at 365 nm wave length, and concentrations were estimated by standardized curve using IAA. Results showed that level of auxin - like substances were high in the non-pollinated flowers, i.e 344 micrograms/kg fresh weight of the auxin-like substances. However, a significant increase in the concentration was observed in the seeded fruits, as it reached 426 micrograms/kg fresh weight. The concentration tended to decrease in the seedless fruits to a level of 333 micrograms/kg fresh weight.

After six weeks from pollination, the concentration was decreased to reach 98 micrograms/kg fresh weight; whereas the reduction in concentration in the seedless fruits occurred in the 8th week to reach /110/ micrograms/kg fresh weight. However, the concentration began to increase in the 14th week to the levels of /225/ and /171/ micrograms/kg fresh weight in the seeded and seedless fruits respectively.

Throughout the period from complete maturity to fruit senescence, the concentration dropped down to /11/ micrograms/kg fresh weights, although, these substances were never recorded to exist at senescence in the seedless fruits. A significant difference in the auxin like substances content was found between the seeded and seedless fruits at the growth acceleration stage. The auxin - like substances contents were 220 micrograms/kg fresh weight in the fruits as compared with 125 micrograms/kg fresh weight at the 7th week after pollination. These levels continued to increase until the 14th week after pollination, although they were higher in the fruits during the growth acceleration stage.

Key words: Date palm (*Phoenix dactylifera*), Cv.Barhi, Auxin-like substances, Seeded fruits, Seedless fruits, Fruit, Seed.

وجد AL Salih وزملاؤه (1975) في دراستهم على صنف الزاهدي أن محتوى الأزهار من المواد الشبيهة بالأوكسينات كان عالياً عند التفتح، وارتفع تركيزها بعد يوم واحد من التلقيح بالمقارنة مع الأزهار غير الملقحة، ولم تلحظ أية فروقات معنوية بين الأزهار الملقحة وغير الملقحة من اليوم الثاني حتى الأسبوع الرابع بعد التلقيح من حيث محتواها من المواد الشبيهة بالأوكسينات.

وأشار Mawlood (1980) إلى أن مستوى الأوكسينات كان عالياً خلال المراحل الأولى من عمر الثمرة في صنف البلح (السماني والزغلول)، وانخفض التركيز مع تقدم نضج الثمرة. ولاحظ إبراهيم (1995) وجود

المقدمة

الهرمونات النباتية Phyto-hormones هي مركبات عضوية غير غذائية، تنتج من قبل النبات، ويمكنها بتركيز قليلة أن تحفز Promote، أو تثبط Inhibit أو تحور Modify الفعاليات الفسيولوجية في النبات. وتمثل الأوكسينات المجموعة الأولى من الهرمونات النباتية وأكثرها تأثيراً في نمو الثمار ونضجها، وتتمثل أهم تأثيراتها في التحكم في حجم الخلايا وعددها أثناء النمو، كما أنها تؤدي دوراً مهماً في نمو الثمار، وخاصةً خلال مرحلة النمو السريع.

تراكيز عالية من المواد الشبيهة بالأوكسين في أزهار نخيل التمر (صنف الحلاوي) غير الملقحة، ثم انخفض تركيزها بعد التلقيح بأسبوعين، وكان لهذه التراكيز المرتفعة علاقة مباشرة بعملية تطور الأزهار وعقد الثمار. ووجد المختون وآخرون (1989) أن محتوى ثمار صنف السماني من الأوكسينات كان عالياً خلال المراحل الأولى من عمر الثمرة وفي الأسبوع الأول بعد التلقيح، ثم تناقص خلال فترة نمو الثمار وتطورها. ولاحظوا وجود مرحلتين من عمر الثمار حدث خلالهما ارتفاع في محتوى الثمار من الأوكسينات، هما بعد التلقيح بثلاثة أسابيع وثمانية عشر أسبوعاً. وأشار عبد الواحد (2002) أن مستوى المواد الشبيهة بالأوكسينات كان عالياً في ثمار الموز عند عقد الثمار، وقد يكون للتراكيز المرتفعة لهذه المواد علاقة بالعقد البكري لثمار الموز، ويزداد التركيز عند وصول الثمار مرحلة النمو السريع، وينخفض عند اكتمال نمو الثمار. هدفت الدراسة إلى معرفة التغيرات في مستوى المواد الشبيهة بالأوكسينات في الأزهار في كل من الثمار البذرية والبكرية خلال نمو ثمار نخيل التمر (صنف البرحي) ونضجها وفي لب الثمار البذرية وفي البذور.

مواد البحث وطرائقه

أجريت الدراسة في أحد البساتين في قضاء أبي الخصيب - محافظة البصرة، وذلك لمعرفة التغيرات في تركيز (الأوكسينات) أثناء نمو ثمار نخيل التمر (البذرية والبكرية) ونضجها من صنف البرحي. اختيرت ست أشجار من نخيل التمر (صنف البرحي) متماثلة قدر الإمكان من حيث النمو والعمر (20 سنة)، وأجريت لها كافة عمليات الخدمة من حراثة وتسميد وري ومكافحة بصورة متماثلة. ترك على كل شجرة ستة طلعات لغرض تجانس الوحدات التجريبية، ثم علمت طلعتان بمعلمات معدنية Labels لتميزها وتركت بدون تلقيح، وتم بعد ذلك تكييفها جميعاً بأكياس ورقية محكمة الإغلاق.

ورفع في اليوم التالي الكيس عن الطلعات المدروسة وشقت بواسطة سكين حاد، ولقحت يدوياً باستعمال ثلاثة شماريخ زهرية من لقاح الغنامي الأخضر، ثم أعيد تكييفها ثانية بعد عملية التقيح مباشرة بالكيس الورقي نفسه. أجريت عملية التلقيح في السادس والعشرين من آذار، وأزيلت الأكياس بعد أسبوعين عن جميع الطلعات.

استخلاص المواد الشبيهة بالأوكسين IAA:

جُمعت العينات على فترات أسبوعية، وذلك بدءاً من مرحلة تفتح الأزهار وحتى النضج بالنسبة للثمار البذرية والبكرية، ومن الأسبوع السابع بعد التلقيح وحتى النضج بالنسبة للبذور. وكان وزن العينة 5 غم وزن طازج.

وأجريت طريقة الاستخلاص حسب (Abbas وزملاءه، 1995).

تم استخلاص العينات باستعمال مذيب الميثانول تركيز 80 % (حجم / حجم) بإضافة 50 مل منه إلى العينة مدة 24 ساعة على درجة حرارة 4 م° في الظلام. كررت العملية بهدف إتمام عملية الاستخلاص وبعد ذلك جمعت المستخلصات (100 مل)، ثم أجريت عملية التبخير باستخدام المبخر الدوار Rotary evaporator RE-120 على درجة حرارة 35 م° وحتى الوصول إلى الطور المائي Aqueous phase (5 مل تقريباً). بعد انتهاء عملية التبخير تم إكمال الجزء المائي إلى الحجم 50 مل باستخدام الماء المقطر.

أجريت على المستخلصات بعد ذلك عملية التزويق (التسيب) باستعمال 3 مل من 40 % خلات الرصاص القاعدية وتم التخلص من الراسب باستعمال جهاز الطرد المركزي لمدة 5 دقائق، أضيف بعدها 3 مل من 22 % أوكزالات البوتاسيوم، وتم التخلص من الراسب كما ذكر أعلاه. أخذ الراشح (الرائق) وعدلت درجة حموضته (pH) إلى 2.5 باستعمال محلول 2 عياري حامض الهيدروكلوريك.

أجريت بعدها عملية الفصل بهدف نقل الجزء العضوي (الجزء المحتوي على الهرمونات النباتية ذات الطبيعة الحامضية) باستعمال قمع فصل سعة 250 مل ومذيب ثاني اثيل ايثر Diethylether بحجم 50 مل، كررت العملية ثلاث مرات بوضع الراشح في قمع الفصل ويضاف إليه في كل مرة 50 مل من ثاني اثيل ايثر. جمع بعدها الطور العضوي (الطور الايثري) في دورق مخروطي سعة 250 مل. تم تبخير المستخلص الايثري تحت ضغط مخلخل وعلى درجة حرارة 35 م° باستعمال المبخر الدوار إلى أن وصل الحجم المتبقي إلى نحو 3 مل، ثم وضع في انابيب Vials سعة 10 مل، ووضعت في الظلام لحين تبخر الايثر تماماً أضيف بعدها إلى كل أنبوبة 5 مل ميثانول وأحكم إغلاقها، وحفظت في التجميد لحين إجراء عملية التقدير.

قُدرت تراكيز المواد الشبيهة بالأوكسين IAA بطريقة تقنية الفلورة Spectrofluorimetry، إذ أن الأوكسين أندول حامض الخل IAA وكذلك المركبات الأندولية القريبة له هي مواد متفلورة طبيعياً Naturally fluorescent، تمتلك أقصى إجابة وانبعثات على الأطوال الموجية 280 و 365 نانو متر على التوالي. وقد استخدمت هذه الخاصية في التقدير الكمي لها وتمتاز تقنية الفلورة بأنها متخصصة جداً وحساسة إذ تبلغ حساسيتها 10⁻¹² غم (Crozier وزملاؤه، 1980).

استعمل في التقدير الكمي للمواد الشبيهة بالأوكسين IAA جهاز تفلور نوع Shimadzu موديل RF-540 وهو مزود بمسجل Integrator نوع DR-3. تمت اهاجة المستخلصات بطول موجي 280 نانوميتر ثم سجلت شدة الانبعثات على طول موجه قدره 365 نانوميتر. حسبت التراكيز

الثمار (Davies, 1995). تتفق هذه النتائج مع ما وجدته كل من Al-Salih وزملاؤه (1975) في ثمار نخيل التمر (صنف الزهدي)، وعبد الوهاب (1999) في أصناف الأشرسي والزهدي والخستاي والخضراوي والميراج.

تشير الزيادة في تركيز المواد الشبيهة بالأوكسينات بعد التلقيح إلى أن حبوب اللقاح إما أنها أدت إلى تحفيز أنسجة المبيض على إنتاج الأوكسينات، أو أن حبوب اللقاح تحتوي على جزء من هذه الأوكسينات التي تسهم أيضاً بدور مهم في معدل نمو المبيض (Kojima, 1996).

حدث بعد ذلك انخفاض في تركيز المواد الشبيهة بالأوكسينات حتى وصلت إلى نحو 98 مايكرو غرام لكل كيلوغرام وزن طازج من الثمار البذرية عند الأسبوع السادس بعد التلقيح، و103 مايكرو غرام لكل كيلوغرام وزن طازج من الثمار البكرية عند الأسبوع التاسع بعد التلقيح، وقد يعزى هذا الانخفاض في مستوى الأوكسينات في الثمار إلى استعمالها في عملية انقسام الخلايا وتطورها (Wareing وPhillips, 1983).

عند دخول الثمار في مرحلة النمو السريع بدأت مستويات المواد الشبيهة بالأوكسينات في الثمار بالزيادة حتى وصلت إلى أقصى قيمة لها وهي قرابة 225 و171 مايكرو غرام لكل كيلوغرام وزن طازج من الثمار البذرية والبكرية على التوالي عند الأسبوع الرابع عشر بعد التلقيح، يتضح من النتائج أيضاً أن الفرق بين أقصى مستوى للأوكسينات عند مرحلة النمو السريع وأقل مستوى لها عند مرحلة النمو البطيء هو 127 مايكرو غرام لكل كيلو غرام وزن طازج من الثمار البذرية، في حين كان الفرق 68 مايكرو غرام لكل كيلو غرام وزن طازج من الثمار البكرية، ما يؤكد أن البذرة تعد مصدراً رئيساً للأوكسينات في الثمار البذرية، كما أن سبب تشجيع نمو الثمرة أثناء مرحلة النمو السريع قد يعود إلى زيادة إنتاج المواد الشبيهة بالأوكسينات في البذور وانتشارها إلى لب الثمرة مسببة الزيادة السريعة في نمو الثمار عن طريق تأثيرها في عمليتي انقسام الخلايا واستطالتها، أما بالنسبة للثمار البكرية فمن المحتمل أن يكون مصدر الأوكسينات فيها هو البويضات الصغيرة التي تكون ذات قابلية على إنتاج كميات كبيرة من الأوكسينات تكفي لنمو أنسجة الثمرة في المرحلة الأولى من النمو، تعتمد بعد ذلك الثمرة في نموها وتطورها على الأوكسينات المنتجة في اللب، إذ أن الخلايا التي هي في حالة انقسام واستطالة لها قابلية على إنتاج الأوكسينات (Weaver, 1972).

تبين نتائج التحليل الإحصائي وجود فرقاً معنوياً بين محتوى الثمار البذرية والثمار البكرية من المواد الشبيهة بالأوكسينات عند مرحلة النمو السريع.

أما عند مرحلة النمو فقد حدث انخفاضاً معنوياً في مستوى المواد الشبيهة بالأوكسينات، واستمر الانخفاض حتى مرحلة الشيخوخة، التي بلغ عندها

اعتماداً على منحنى قياسي استخدم فيه الأوكسين الطبيعي IAA المجهز من قبل شركة (BDH Chemical Pool England) وبتراكي (من 0.01-10 جزء بالمليون).

نُفذت التجارب حسب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Block Design بثلاثة مكررات وبقواقع شجرتين لكل مكرر. وبتجربة عاملية Factorial Experiment بعاملين، الأول يمثل نوع الثمرة (بذرية وبكرية)، ويمثل الثاني الفترة الزمنية (عدد الأسابيع بعد التلقيح). تم تحليل النتائج باستخدام تحليل التباين، ثم قورنت الفروق بين المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي المعدل (Revised-LSD) عند مستوى معنوية 0.01 حسب الراوي وخلف الله (1980).

النتائج والمناقشة

المواد الشبيهة بالأوكسينات في الثمار:

يُوضح الشكل (1) التغيرات بمستويات المواد الشبيهة بالأوكسين IAA أثناء نمو ثمار نخيل التمر (صنف البرحي) ونضجها، إذ يُلاحظ أن تركيز المواد الشبيهة بالأوكسينات كان عالياً في الأزهار غير الملقحة، حيث بلغ نحو 344 مايكرو غرام لكل كيلو غرام وزن طازج من الأزهار، وهذا قد يفسر ظاهرة العقد البكري لأزهار نخيل التمر عند عدم تلقيحها، إذ يحدث العقد في النباتات التي لها القدرة على إنتاج ثمار بكرية دون الحاجة إلى التلقيح لوجود تراكيز عالية من الأوكسينات في مبايض أزهارها، أما النباتات التي ليس لها القدرة على العقد البكري فإن التلقيح يحفز تصنيع الأوكسينات في مبيض الزهرة، وبذلك يصل تركيز الأوكسين في المبيض إلى الحد الذي يساعد الزهرة على العقد (Kim وزملاؤه، 1992). إن وجود تراكيز عالية من المواد الشبيهة بالأوكسينات في مرحلة تفتح أزهار نخيل التمر (صنف البرحي) يتفق مع ما وجدته Al-Salih وزملاؤه (1975) في أزهار نخيل التمر (صنف الزهدي)، وفي أزهار نخيل التمر (صنف الحلوي) حسب إبراهيم (1995).

أما بعد التلقيح بأسبوع (الأسبوع الأول لعقد الثمار) فقد حدثت زيادة معنوية في تركيز المواد الشبيهة بالأوكسينات في الثمار البذرية، إذ وصل التركيز إلى نحو 426 مايكرو غرام لكل كيلو غرام وزن طازج من الثمار، في حين انخفض تركيز المواد الشبيهة بالأوكسينات إلى نحو 333 مايكرو غرام لكل كيلو غرام وزن طازج من الثمار البكرية، ما يؤكد دور عمليتي التلقيح والإخصاب في تحفيز تخليق الأوكسينات من قبل الأجنة النامية Developing embryos التي تعد مراكز إنتاج الأوكسينات في

غرام لكل كيلو غرام وزن طازج، وبدون فرق معنوية.

حدثت أثناء مرحلة النمو السريع زيادة في تركيز المواد الشبيهة بالأوكسينات في كل من لب الثمرة والبذرة واستمرت هذه الزيادة حتى الأسبوع الرابع عشر بعد التلقيح، حيث أصبح عنده مستوى المواد الشبيهة بالأوكسينات في لب الثمرة نحو 270 ميكرو غرام لكل كيلو غرام وزن طازج، وفي البذور نحو 220 مايكروغرام لكل كيلو غرام وزن طازج، يتضح من تلك النتائج أيضاً أن أعلى معدل للزيادة بمستوى المواد الشبيهة بالأوكسينات في لب الثمرة هو قرابة 20 ميكرو غرام لكل كيلو غرام وزن طازج عند الأسبوع العاشر بعد التلقيح، في حين كان أعلى معدل للزيادة في البذور قرابة 28 ميكرو غرام لكل كيلو غرام وزن طازج عند الأسبوع الحادي عشر بعد التلقيح، وهذا يتطابق مع أعلى معدل للزيادة في نمو كل من لب الثمرة والبذرة.

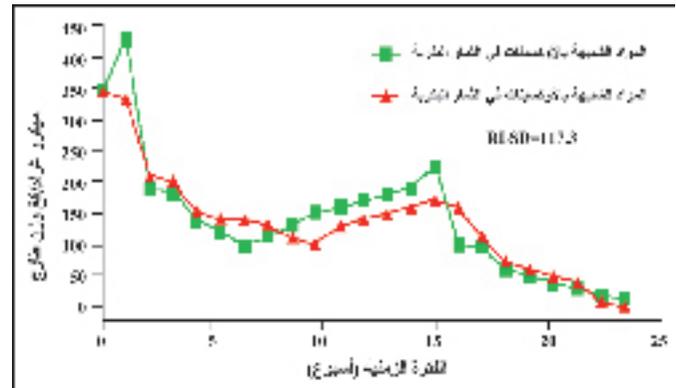
يتضح من نتائج التحليل الإحصائي أن البذور تفوقت معنوياً بمحتواها من المواد الشبيهة بالأوكسينات عند مرحلة النمو السريع عما هو عليه في لب الثمرة، بعد ذلك حدث انخفاضاً في محتوى لب الثمرة والبذرة من المواد الشبيهة بالأوكسينات، وقد يكون لذلك علاقة بدخول الثمار مرحلة اكتمال النمو، وعند اكتمال نمو البذور عند الأسبوع السابع عشر بعد التلقيح وحتى الأسبوع الحادي والعشرين بعد التلقيح (منتصف مرحلة النضج). لوحظ تفوق غير معنوي في محتوى لب الثمرة من المواد الشبيهة بالأوكسينات عما هو عليه في البذرة، استمر الانخفاض في المواد الشبيهة بالأوكسينات في كل من لب الثمرة والبذرة حتى مرحلة الشيخوخة، التي أصبح عندها مستوى المواد الشبيهة بالأوكسينات في لب الثمرة قرابة 10/ ميكرو لكل كيلو غرام وزن طازج، وفي البذرة قرابة 14/ ميكرو غرام لكل كيلو غرام وزن طازج.

وهنا يظهر أن مستوى المواد الشبيهة بالأوكسينات يرتبط بسرعة نمو كل جزء من أجزاء الثمرة، ففي الوقت الذي تكون فيه سرعة نمو البذرة عالية عند مرحلة النمو السريع نجد أن مستوى المواد الشبيهة بالأوكسينات في البذرة أعلى مما هي عليه في لب الثمرة، أما عند نهاية مرحلة النمو السريع وفي أثناء مرحلة اكتمال النمو نجد أن مستوى المواد الشبيهة بالأوكسينات في اللب أعلى مما هو عليه في البذرة، وعند نضج الثمار تفوقت البذور في محتواها من المواد الشبيهة بالأوكسينات مقارنةً مع لب الثمرة الذي أصبح نسيجاً ميتاً، وهذا يتفق مع ما أشار إليه Weaver (1972).

يتضح مما تقدم، أن البويضات الصغيرة تبدأ بإنتاج الأوكسينات اللازمة لنمو الثمار عند المرحلة الأولى من النمو، تليها بذلك البذور الصغيرة النامية التي تعد مركز إنتاج الأوكسينات في الثمرة، وتنتشر الأوكسينات من البذور إلى لب الثمرة، ما يسبب زيادةً في سرعة النمو عند المرحلة الثانية، أما بعد بلوغ البذور فيكون مركز إنتاج الأوكسينات هو لب الثمرة.

مستوى المواد الشبيهة بالأوكسينات في الثمار البذرية قرابة 11 مايكرو غرام لكل كيلو غرام وزن طازج من الثمار، في حين لم يسجل أي وجود للمواد الشبيهة بالأوكسينات عند مرحلة الشيخوخة في الثمار البكرية، إن انخفاض مستويات المواد الشبيهة بالأوكسينات عند دخول الثمار في مرحلة اكتمال النمو يتطابق مع دورها الفسيولوجي في كونها من مشجعات النمو التي تؤدي دوراً أساسياً في عمليتي انقسام الخلايا واستطالتها، ولذلك تنخفض مستوياتها مع دخول الثمار مرحلة اكتمال النمو واستعدادها للدخول في مرحلة النضج المسيطر عليها من قبل هرمونات نباتية أخرى، ويمكن أن يعزى هذا الانخفاض بمستويات المواد الشبيهة بالأوكسينات إلى اكتمال نمو البذور (المصدر الرئيس للأوكسينات) في حالة الثمار البذرية، أو إلى زيادة مستويات الأنزيمات المؤكسدة للأوكسينات عند مرحلتها اكتمال النمو والنضج، وخاصة أنزيم IAA-Oxidase، ما يؤدي إلى انخفاض مستويات الأوكسينات في الثمار بدرجة كبيرة (Valpuesta وزملاؤه، 1989).

إن هذا النمط من التغيرات في مستويات المواد الشبيهة بالأوكسينات في أثناء نمو ثمار نخيل التمر صنف البرحي ونضجها مشابه تقريباً لما وجدته Abbas وزملاؤه (2000) في ثمار نخيل التمر (صنف الحلوي)، وتتفق النتائج أيضاً مع ما وجدته عبد الواحد (2002) في ثمار الموز.



الشكل 1. التغيرات بمستويات المواد الشبيهة بالأوكسين في الثمار البذرية والبكرية أثناء نمو ثمار نخيل التمر صنف البرحي ونضجها.

المواد الشبيهة بالأوكسينات في لب الثمرة وفي البذرة:

يبين الشكل (2) التغيرات بمستويات المواد الشبيهة بالأوكسينات في لب الثمرة البذرية وفي البذرة أثناء نمو ثمار نخيل التمر صنف البرحي ونضجها وجد خلال الأسبوع السابع بعد التلقيح (بداية مرحلة النمو السريع) أن مستوى المواد الشبيهة بالأوكسينات في لب الثمرة كان 220 ميكرو غرام لكل كيلو غرام وزن طازج، في حين كانت في البذور بحدود 125 ميكرو

AL- Salih, A. A.; Al- Saadwi, I.S.; Al-Ani, B.A. and N.D. Benjamin. 1975. Influence of pollination on the quantitative level aspect of endogenous Auxin- Anti auxin in the date palm flower and fruit. Bull. Coll. Sci. 16 (2): 255-273.

Abbas, M. F; Jasim; A.M. and A.O. Ibrahim. 1995. Effect of pollen endogenous hormones on the fruit of date palm. cv Hillawi. Basrah. J- Agric. Sci. 8: 22 – 41.

Crozier, A.; Loferski, K. Zaerr, B. and R.O. Morris 1980. Analysis of pictogram of Indole- 3 acetic acid by high performance liquid chromatography fluorescence procedures. Planta, 150: 366-370.

Kim, S.; Okubo, H. and K. Fujieda. 1992. Endogenous levels of IAA in relation to parthenocarpy in cucumber (Cucumis Sativus L.) Scientia Horticulturae Vol. S2 (1-2)pp: 1-8.

Davies, P. J. 1995. Plant hormones: Physiology, Biochemistry, and Molecular Biology. Academic Publisher, Dordrecht. Boston. London.

Kojima, K. 1996. Changes of abscisic acid (ABA), indole-3-acetic acid and gibberellin-like substances in the flowers and developing fruitlets of citrus. Scientia Horticulturae, 65:263-272.

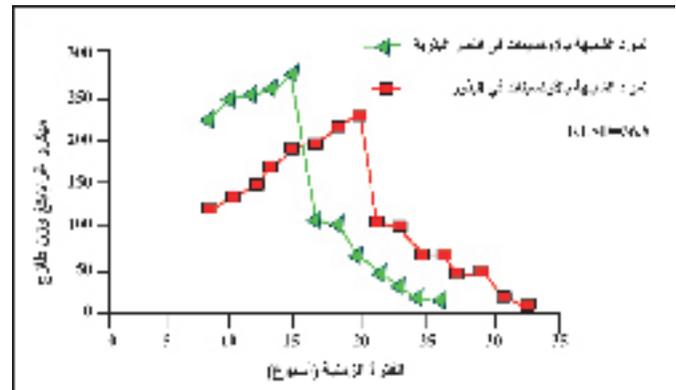
Mawlood, E. A. 1980. Physiological studies on fruit development of samani and Zaghloul date palm cultivars. Ph. D. thesis. Cairo Univ. Egypt.

Vlapuesta, V.; Quesada, M. A. and M. J. Bukovac. 1989. Changes in Indole-3-acetic acid oxidase and peroxidase isoenzymes in the seeds of developing peach Fruit. J. Plant. Regul. 8: 225-261.

Wareing, P. F. and I.D.J. Phillips 1983. Growth and differentiation in plants. 3rd ed. Pergamonpres. Oxford. U.K.

Weaver, R. J. 1972. Plant Growth Substances in Agriculture. Freeman Company. San Francisco. U.S.A. 59410.

يستنتج من هذه الدراسة أن تركيز المواد الشبيهة بالأوكسينات كان مرتفعاً في الأزهار غير الملقحة، ويرتفع التركيز في الأزهار الملقحة بعد عقد الثمار عنها في غير الملقحة. وتحتوي الثمار البذرية تركيزاً أعلى معنوياً من المواد الشبيهة بالأوكسين بالمقارنة مع الثمار البكرية، ويكون التركيز عالي في لب الثمار بالمقارنة مع البذور خلال مرحلة النمو السريع وبفارق معنوي.



الشكل 2. التغيرات بمستويات المواد الشبيهة بالأوكسين IAA في اللب والبذور أثناء نمو ثمار نخيل التمر صنف البرحي ونضجها.

المراجع

إبراهيم، عبد الباسط عودة. 1995. العلاقة الفسلجية بين منظمات النمو وصفات ثمار نخلة التمر صنف الحلاوي. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق (98) صفحة.

الراوي، خاشع محمود، وعبد العزيز محمد خلف الله . 1980. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. مطبعة جامعة الموصل. (488) صفحة.

المختون، فايق محمد بدوي، وسليم حسن حسني، والسيد إبراهيم بكر. 1989. تأثير طرق التلقيح والرش ببعض منظمات النمو على الخصائص الكيميائية لثمار البلح صنف السمانى. المنظمة العلمية للتنمية الزراعية. ندوة إكثار ورعاية النخيل في الوطن العربي: 143-157.

عبد الواحد، محمود شاكر. 2002. دراسات حول زراعة وإنتاج الموز Musa spp.L في محافظة البصرة. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق (88) صفحة.

عبد الوهاب، نبيل إبراهيم. 1999. تأثير مصادر حيوب اللقاح في التوافق وتساقط الثمار في بعض أصناف نخيل التمر. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد. (92) صفحة.



استعمال تقنيات الاستشعار عن بعد في حساب المساحة المحصولية للقطن (*Gossypium hirsutum* L.)
وتقدير تكاليفها مقارنة مع الطريقة التقليدية في محافظة الحسكة (دائرة القحطانية)

Using Remote Sensing Techniques in the Estimation of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Area With their Cost Compared With Traditional Methods in Al- Hassaka Governorate (Kahtanya Departmente)

م. جلال محمد غزالة⁽¹⁾ و د. سمعان العطوان⁽²⁾ و د. إياد أحمد الخالد⁽³⁾

(1) : مشروع مسح الموارد الطبيعية والزراعية (سنارز) - مديرية الإحصاء والتخطيط - وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي - دمشق- سورية.

(2) : قسم الاقتصاد الزراعي- كلية الزراعة- جامعة دمشق- سورية

(3) : مديرية الدراسات الزراعية والبيئية والعمرانية- الهيئة العامة للاستشعار عن بعد- دمشق- سورية

المُلخَص

تُعد تقنية الاستشعار عن بعد من أهم الوسائل المستعملة حالياً لحساب مساحة المحاصيل الإستراتيجية في العديد من دول العالم، لما لها من مزايا عديدة. يتضمن البحث محاولة لدراسة تكاليف، ودقة استعمال طريقة الاستشعار عن بعد في حساب مساحة محصول القطن في دائرة القحطانية بمحافظة الحسكة، ومقارنتها مع تكاليف ودقة الطريقة التقليدية المتبعة لحساب مساحة هذا المحصول. أظهرت نتائج الدراسة إمكانية الحصول على دقة عالية في حساب مساحة محصول القطن باستعمال تقنيات الاستشعار عن بعد، التي وصلت إلى 97.7 %، و 90.4 % لعامي 2006 و 2008 على التوالي. كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية عند مستوى ثقة 0.01 % و 0.05 % لبنود التكاليف الرئيسية المكونة لكلا الطريقتين، وهي: رواتب المهندسين، ورواتب الفنيين، ورواتب العمال، ورواتب السائقين، وتكلفة الوقود، حيث بلغ إجمالي تكاليف طريقة استعمال تقنيات الاستشعار عن بعد في حساب مساحة محصول القطن لعامي 2006 و 2008 في دائرة القحطانية قرابة 100300 ل.س، في حين بلغ إجمالي تكاليف الطريقة التقليدية للدائرة نفسها قرابة 819002 ل.س، أي بزيادة في التكاليف تقدر بنحو 8 أضعاف بالمقارنة مع تكاليف طريقة الاستشعار عن بعد. أظهرت النتائج عند تحليل عامل الزمن وجود فرق معنوي بين كلا الطريقتين، وإجمالي عدد أيام العمل الحقلية للطريقة التقليدية (178 يوماً) بالمقارنة مع (9 أيام) عمل حقلية لطريقة الاستشعار عن بعد، الأمر الذي يؤدي إلى الحصول على نتائج سريعة، إضافة إلى توفير في تكاليف العمل الحقلية بالمقارنة مع الطريقة التقليدية.

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد، تقدير المساحة المحصولية، قطن.

Abstract

Remote sensing is considered as one of the most important technique in many world countries, for the

©2010 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

estimation of crop area, because of the advantages of this technique. This study is a trial to calculate the costs and the accuracy of using remote sensing technique in cotton crop area estimation in Al Kahtanya department in Al Hassaka governorate, and compare it with the traditional method.

The results showed the possibility of getting high accuracy using remote sensing techniques in cotton crop area estimation. The accuracy was about 97.7% and 90.4% during 2006 and 2008 seasons respectively.

Statistical analysis of the cost elements (1- Engineers> salaries, 2- Technicians> salaries, 3- Workers salaries, 4- Driver salaries, and 5- Fuel) showed significant differences at the levels of confidence 0.01 % and 0.05%, between the two methods. During 2006 and 2008 seasons, The total cost of using remote sensing techniques were 100300 s.p, while the total costs of using the traditional method was 819002 s.p, during 2006 and 2008 seasons, in Al Kahtanya department. The increment in the costs for the traditional method was eight times more than using remote sensing technique.

The results revealed significant differences in the total days of labor, it was 178 days for the traditional method, while for the remote sensing method it was 9 days. We concluded that the remote sensing technique provides fast and accurate results, and saves money when compared with the traditional method.

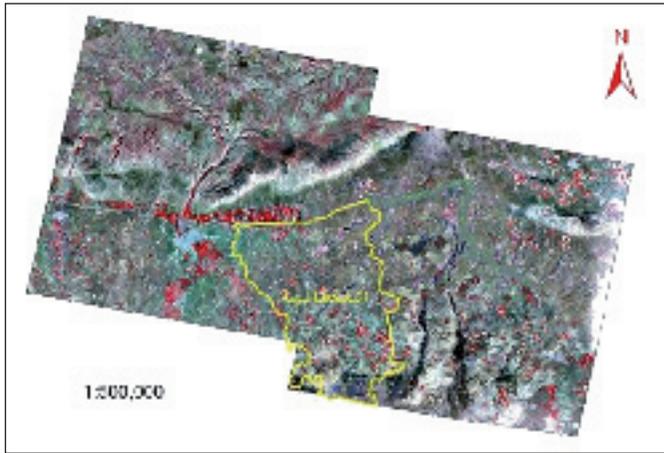
Key words: Remote sensing, Crop area estimation, Cotton.

استطاع كل من Zhang (1986) و Zewen و Denghuai (1990) باستعمال تقنيات الاستشعار عن بعد، تقدير المساحة المزروعة بالقطن بإحدى مقاطعات الصين، من خلال التصنيف المراقب بطريقة الاحتمالية العظمى (Supervised Classification Maximum Likelihood) للصور الفضائية المأخوذة من التابع الصناعي (LANDSAT). وتمّ التأكيد على أنّ استعمال تقنيات الاستشعار عن بعد في تقدير المساحة المزروعة بالقطن تميزت بالكفاءة والسرعة العالية والتكلفة المنخفضة بالمقارنة مع الطريقة التقليدية. وطبق Quarmby وآخرون (1992) موديل رياضي خطي لتقدير مساحة وإنتاجية محاصيل الرز Rice، والقطن Cotton، والذرة Corn في شمال اليونان باستعمال صور الأقمار الصناعية. وقام Rao و Mohan Kumar (1994) بتحديد وتمييز المحاصيل الرئيسية وتقدير مساحة هذه المحاصيل من الصور الفضائية عن طريق التفسير البصري لهذه الصور، ووجدوا أنّ التكلفة في تقدير مساحة المحاصيل الرئيسية باستعمال تقنيات الاستشعار عن بعد كانت أقل من ضعفين إلى خمسة أضعاف من تكاليف الطرق التقليدية المتبعة، وبدقة وصلت إلى 89%. وفي إيطاليا قام Gallego (1999) من خلال مشروع (MARS) بتقدير المساحة المحصولية لبعض المحاصيل الحقلية باستعمال تقنيات الاستشعار عن بعد. ووجد من

المقدمة

يُعد الرقم الإحصائي في جميع البلدان المتطورة حجر أساس لتطورها وتقدمها من خلال رسم سياسات اقتصادية سليمة تسهم في نموها الاقتصادي. ويُعد القطاع الزراعي في البلدان النامية من أهم القطاعات التي تسهم في الدخل القومي. وتأتي هنا أهمية الرقم الإحصائي الزراعي السليم والدقيق في رسم السياسات الزراعية والتسويقية التي تسهم إلى حد كبير في تحقيق الأمن الغذائي لهذه البلدان، وبناءً عليه كان لابد من البحث عن أساليب وطرق حديثة في الحصول على هذا الرقم الإحصائي الدقيق بأقل التكاليف والوقت والجهد بالمقارنة مع الطرق التقليدية المتبعة. ومن هنا جاءت فكرة البحث التي تهدف إلى حساب مساحة محصول القطن في محافظة الحسكة (دائرة القحطانية) باستعمال طريقة الاستشعار عن بعد كطريقة حديثة بالمقارنة مع الطرق التقليدية المتبعة، وتقدير تكاليف كل منهما، وذلك نتيجةً للتوسع الكبير بالمساحات المزروعة، وتشتتها، والتعامل مع الكم الهائل من المعطيات والبيانات. ومن هنا جاءت أهمية الاستشعار عن بعد في تحقيق هذه الأهداف حسب Al-Khaled (2005) لما تتميز به المعطيات الفضائية من شمولية، وتعددية طيفية، وتكرارية زمنية، ودقة تمييز مكاني عالية.

ظهر بكثرة في صيف 2006، وذلك نتيجة الطلب عليه في جمهورية العراق. يوضح الشكل (1) حدود منطقة الدراسة لدائرة القحطانية على صورة فضائية للمنطقة ملتقطه في صيف عام 2008 (شهر آب) بواسطة التابع الصناعي Aster.



الشكل 1. الحدود الإدارية لمنطقة الدراسة عن صورة فضائية من Aster.

ثانياً- البيانات الفضائية:

من أهم الخصائص والميزات التي يجب أن تتوفر في البيانات الفضائية المخصصة لمنطقة الدراسة من حيث قدرة التمييز المكاني بين الـ 10 والـ 25 م أما من حيث قدرة التمييز الطيفي، فكان المطلوب توافر المجالين الطيفيين المرئيين الأخضر، والأحمر، إضافة إلى المجال الطيفي تحت الأحمر القريب بشكل أساسي. أما من حيث قدرة التمييز الزمني فكلما حقق القمر دورته بسرعة كان أفضل (من 10 إلى 20 يوماً). لتتوافق مع بيانات المستشعر Aster لتوافرها لدى الهيئة العامة للاستشعار عن بعد في سورية، وتحقيقها لكافة معايير الدراسة من حيث التاريخ المطلوب والخصائص والميزات الأخرى.

ثالثاً- تقدير المساحة باستعمال تقنيات الاستشعار عن بعد:

يعتمد تقدير المساحة المحصولية بشكل أساسي على تحديد الموعد الأمثل لالتقاط الصورة الفضائية، التي تتم عليها عملية التصنيف لتمييز المحاصيل عن بعضها. فقد أشار كل من Al-Khaled (2005) في جمهورية مصر، والخالد وياغي (2007) في سورية إلى أن أفضل فترة تظهر فيها الفروقات الطيفية للمحاصيل (القطن، الذرة، الجبس البذري) مجتمعة من 20 تموز إلى 30 آب، بناءً على الدراسات الراديومترية، وبالتالي هي الفترة المناسبة لطلب الصورة الفضائية التي يكون تمييز المحاصيل عندها أفضل ما يمكن؛ لحساب مساحة المحاصيل المستهدفة التي تمت وفق ما يلي:

خلال هذه الدراسة أن استعمال الصورة الفضائية تحسّن من سرعة ودقة التقدير بالمقارنة مع الطريقة التقليدية. كما استطاع Hanna وآخرون (2004) في مصر تقدير مساحة المحاصيل باستعمال تقنيات الاستشعار عن بعد و باستخدام الصور الفضائية بالمقارنة مع الطريقة التقليدية، وأكدت النتائج أن استعمال تقنيات الاستشعار عن بعد في حساب المساحة المحصولية جيدة من حيث الدقة، حيث وصلت إلى 84 % ، كما كانت فعالة جداً من حيث التوفير في الوقت، والتكاليف، التي قدرت لمساحة المشهد الواحد 60 كم X 60 كم بنحو 25 ألف جنيه مصري، أما التكاليف بالطريقة التقليدية للمساحة نفسها فقد بلغت 13 مليون جنيه مصري. استعمل Traoré و De Groot (2005) طريقة ذات منهجية جديدة أجريت في جنوب مالي لتقدير الدقة وكلفة حساب المساحة المحصولية المباشرة باستعمال تطبيقات الاستشعار عن بعد مقارنةً بالطريقة التقليدية، فوجد أن الكلفة كانت (\$370) لطريقة الاستشعار عن بعد مقارنةً مع (\$2328) للطريقة التقليدية.

مواد البحث وطرائقه

أولاً- منطقة الدراسة:

تم تطبيق هذه الدراسة على دائرة القحطانية حسب هيكلية وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، التي تتبع لمحافظة الحسكة، وذلك لتحديد المساحة المحصولية لحصول القطن فيها. تقع هذه الدائرة في الشمال الشرقي من محافظة الحسكة ضمن منطقة الاستقرار الأولى، وبما يسمى في المنطقة (بخط العشرة). يحدهما من الشمال مباشرة تركيا، ومن الشرق، والغرب دائرتي الجوادية، والقامشلي على التوالي، اللتان تقعان في منطقة الاستقرار الأولى، والتي تقسم إلى منطقتين:

أ- منطقة معدل أمطارها فوق (600) ملم سنوياً.

ب- منطقة معدل أمطارها بين (350 - 600) ملم سنوياً. وجنوباً دائرتي اليعربية وتل حميس اللتان تقعان ضمن منطقة الاستقرار الثانية والثالثة، ومعدل الأمطار السنوية لكل منهما (250 - 350) ملم، (250) ملم على التوالي. وتبلغ مساحة دائرة القحطانية قرابة 90340.77 هكتاراً، يشكل القطن المحصول الصيفي الرئيس في تلك المنطقة، إضافة إلى بعض المحاصيل التي تظهر من حين لآخر لأسباب اقتصادية منها الجبس البذري (*Citrus vulgaris* L.)، الذي يزرع لإنتاج البذور، حيث

الفضائية (لمنطقة الدراسة) من نوع ASTER لاستخراج مساحة محصول القطن، وتم تحديد أي القنوات الطيفية المناسبة لعملية التصنيف المراقب التي كانت تحت الأحمر القريب، والأحمر، والأخضر، الموافقة للنطاقات الطيفية 3 و 2 و 1 على الترتيب في البيانات الفضائية للمستشعر (ASTER) ومن ثم البدء بعملية التصنيف بإسقاط نتائج عملية التوصيف الحقلية على الصورة الفضائية باستعمال أدوات Area Of Interest (AOI) في برنامج (ERDAS)، وذلك حسب جدول التوصيف الحقلية المرفق لكل قطعة تجريبية في القرى التي وقع الاختيار عليها.

ج- تقييم دقة التصنيف:

وهي تعتمد بشكل أساسي على التحقق الحقلية أي النزول إلى الحقل بعد إجراء عملية التصنيف، واختيار عدد من النقاط أو الحقول المرجعية (Reference Data) ومقارنتها مع مثيلاتها المصنفة (Classified data) للموقع نفسه على الصورة الفضائية، وملاحظة تطابقها من عدمه، حيث تم توزيع (80) نقطة على مساحة دائرة القحطانية لكل من عامي 2006 و 2008 على حد، لملاحظة مدى تطابق هذه النقاط المرجعية مع ما هو مصنف على الصورة الفضائية باستعمال معادلات خاصة بتقدير الدقة، حسب Congalton و Green (1999).

د- حساب المساحة المحصولية:

وتلخصت عملية حساب المساحة المحصولية للقطن بتطبيق الخطوات التالية: مساحة الصف الناتج أو المراد = عدد وحدات البيكسل x مساحة البيكسل الواحد.

عدد وحدات البيكسل: وهي عدد الوحدات الناتجة عن عملية التصنيف للصف المراد حساب مساحته.

مساحة البيكسل الواحدة: مساحة البيكسل للصورة الفضائية المصنفة، والتي تساوي في بيانات ASTER (15م x 15م) ضمن المجال المرئي وتحت الأحمر القريب أي القنوات الطيفية الثلاث الأولى المستخدمة.

رابعاً- تقدير المساحة المحصولية بالطريقة التقليدية:

تم من خلال الاعتماد على بيانات العينة العشوائية لتقدير مساحة وإنتاج محصول القطن التي تقوم بها مديرية الإحصاء والتخطيط بوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي وفق المراحل الآتية:
- المرحلة التحضيرية (إعداد الإطار واختيار قرى العينة).

يعد من أهم خطوات حساب المساحة المحصولية، فهو حجر الأساس في عملية التصنيف المراقب Supervised classification التي تمت وفق الأسس الآتية:

1 - العشوائية التامة Randomization في توزيع القطع التجريبية (ال Segments) على المشهد (الصورة الفضائية)، والواقع الحقلية.

2 - التحقق الحقلية أو التوصيف الحقلية لكامل المساحة داخل القطعة التجريبية (ال Segment) التي قد تتغير نتيجة التغير في كبر أو صغر مساحة الحيازة .

3 - مساحة (ال Segment) المنفذة (600×600 م²) حتى (1000×1000 م²) حسب طبيعة الأرض والظروف المحيطة (بال Segment).

4 - نسبة التوصيف الحقلية المنفذة 2.8 % من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.

5 - تم استعمال استمارة لتمثيل كل (Segment) برسم تخطيطي يتضمن الحدود الخارجية لل (Segment) والحدود الداخلية للحقول المختلفة المتواجدة به وتوصيفها.

6 - تسمية القطع التجريبية.

تم تحديد منطقة الدراسة على الصورة الفضائية باستعمال شريحة الحد الإداري لدائرة القحطانية. وتم قطع منطقة الدراسة باستخدامها، ثم العمل على نشر القطع التجريبية والتي عددها 32 في دائرة القحطانية وتحديد وتوصيفها من خلال الاختيار العشوائي للقرى من شريحة الحدود الإدارية للقرى، ثم تم التوجه إلى القرية ضمن حدودها الإدارية واختيار قطعة تجريبية مناسبة فيها ذات معالم واضحة على الأرض مثل أطراف القرية أو حدود نهر أو تقاطع طريقين. وباستعمال أجهزة تحديد الإحداثيات ال GPS تم تحديد الزوايا الخارجية للقطع التجريبية وإعطائها رقمها التسلسلي المميز لها، والبدء بتحديد الصفوف أو الهيئات الأرضية المختلفة داخل هذه القطعة التجريبية وإعطائها أرقام أو رموز خاصة ورسومها ضمن استمارة خاصة لوصف الحقول التجريبية.

ب- التصنيف:

وهي العملية التي تم تنفيذها بناءً على أعمال التوصيف الحقلية للقطع التجريبية والتي تم فيها فصل الهيئات الأرضية بالاعتماد على الفروقات في القيم الطيفية لهذه الهيئات (Digital Number)، باستعمال برنامج معالجة الصور الفضائية (ERDAS) الإصدار 9.1 لتصنيف الصورة

- مرحلة القياس الفعلي لحقول القطن المزرعة.

- مرحلة الجني (القطف).

خامساً- التحليل الإحصائي:

تم تقسيم منطقة الدراسة (دائرة القحطانية) إلى أربع مسارات أو قطاعات تكون منسجمة مع مسارات واتجاهات الأعمال الحقلية المنفذة بطريقة الاستشعار عن بعد، التي تم إسقاط بيانات الطريقة التقليدية عليه. فعلى أساس هذا التقسيم تمت عملية التحليل الإحصائي لمقارنة التكاليف بين طريقتي الاستشعار عن بعد والتقليدية في حساب مساحات محصول القطن في دائرة القحطانية لعامي 2006 و2008 باستعمال برنامج SPSS الإصدار رقم 16، حيث تم استعمال اختبار T-Test للمقارنة بين تكاليف كلا الطريقتين وتحليل عامل الزمن.

النتائج والمناقشة

أولاً- تقدير المساحة:

أ - تقدير المساحة المحصولية باستعمال الاستشعار عن بعد:

من خلال تطبيق الخطوات السابقة الموضحة في مواد وطرائق البحث، أظهرت نتائج التصنيف ظهور خمس صفوف رئيسية وهي:

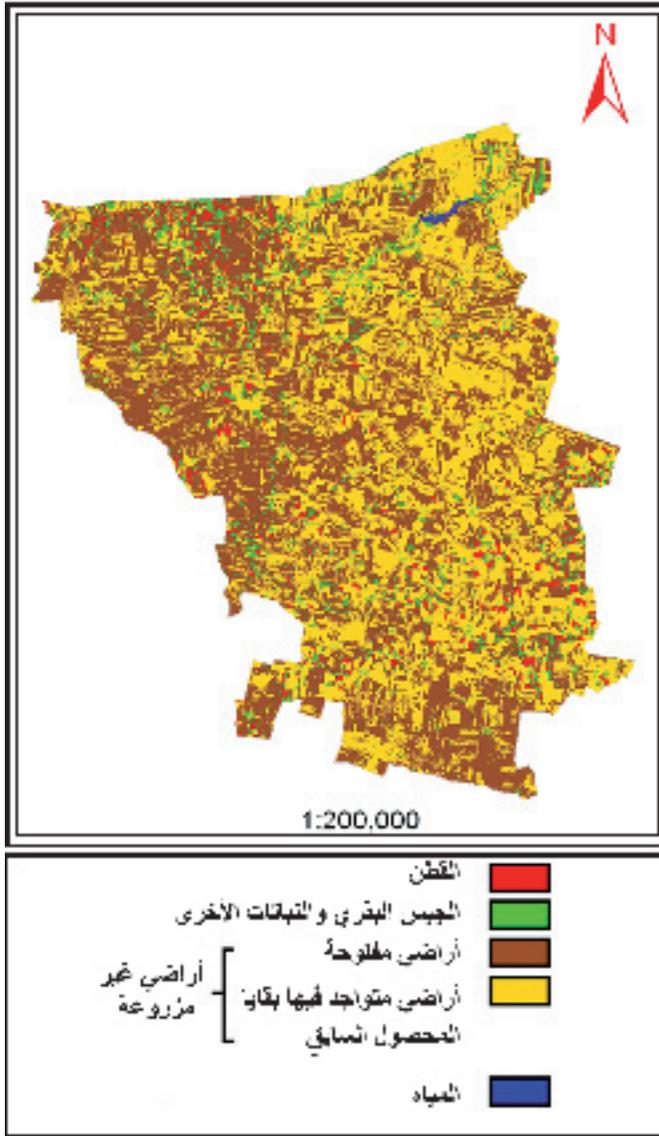
1 - القطن: وهو المحصول الرئيس المستهدف من الدراسة.

2 - الجبس البذري والنباتات الأخرى: التي تضم جميع المحاصيل والنباتات الأخرى الموجودة عدا القطن، والتي أظهرت الدراسة أن نسبتها كانت قليلة جداً أو شبه معدومة.

3 - أراضٍ مفلوحة: وهي الأراضي التي يقوم الفلاح بفلاحتها خلال هذه الفترة تجهيزاً لزراعتها في الموسم الشتوي الذي يلي الموسم الصيفي.

4 - أراضٍ متواجدها بقايا المحصول السابق: وهي الأراضي التي يوجد فيها بقايا المحصول الذي سبق محصول (القطن) مثل العدس *Lentil*، والقمح *Wheat*، والشعير *Barley*، وتم دمج البندين 3 و4 ضمن صف الأراضي غير المزروعة.

5 - المياه: وهي جميع المسطحات المائية الموجودة من سدود ومجارٍ مائية. يشير الشكلين (2) و(3) إلى الصفوف التي ظهرت من عملية التصنيف لدائرة القحطانية لعامي 2006 و2008. ويشير الجدول (1) إلى نتائج التصنيف، فقد تناقصت مساحة القطن المزروع بمقدار 454.7 هكتاراً، من 3036.7 هكتاراً عام 2006 إلى 2582.01 هكتاراً عام 2008، أي بنسبة 15 %.



الشكل 2 . نتائج عملية التصنيف للصورة الفضائية لدائرة القحطانية لعام 2006 والصفوف الناتجة عنه.

كما أشارت النتائج إلى تناقص مساحة الجبس البذري والنباتات الأخرى عام 2008 عنه في عام 2006 للدائرة نفسها بمقدار 2914 هكتاراً. ويعزى هذا التناقص الشديد إلى عزوف المزارعين عن زراعة محصول الجبس البذري عام 2008 بالمقارنة مع عام 2006 الذي كان رابحاً نتيجة تصديره إلى بعض البلدان المجاورة. ويلاحظ من الجدول (1)، التراجع في مساحة المسطحات المائية في دائرة القحطانية من 99.4 هكتاراً عام 2006 إلى 61.5 هكتاراً عام 2008. وقد يعود ذلك إلى سنتي الجفاف (2007 و2008) التي مرت بالمنطقة.

الجدول 1. نتائج تصنيف الصورة الفضائية لدائرة القحطانية لعامي 2006 و2008 والمساحة المتحصل عليها لكل صف .

القحطانية 2006	الصف	عدد وحدات البيكسل البيكسلات	مساحة البيكسل (م ²)	المساحة (هكتار)	نسبتها من الصورة (%)
القحطانية 2006	قطن	134966	225	3036.7	3.36
	أراضي مفلوحة	1863204		41922.1	46.4
	أراضي متواجد فيها بقايا المحصول السابق	1835549		41299.9	45.7
	مياه	4417		99.4	0.11
	حبس بذري ونباتات أخرى	177011		3982.7	4.41
القحطانية 2008	قطن	114756	225	2582.01	2.9
	أراضي مفلوحة	3148567		70842.76	78.3
	أراضي متواجد فيها بقايا المحصول السابق	701567		15785.3	17.5
	مياه	2735		61.5	0.07
	حبس بذري ونباتات أخرى	47522		1069.2	1.19

وتدل النتائج الموضحة في الجدول (1)، إلى التراجع في مساحة أراضي بقايا المحاصيل المزروعة من الموسم السابق وتزايد مساحة الأراضي المفلوحة في عام 2008 بالمقارنة مع عام 2006. وقد يعود السبب أيضاً إلى سنين الجفاف التي مرت بها المنطقة التي أدت إلى تناقص مساحة المحاصيل الشتوية البعلية مثل القمح والشعير والعدس، وبالتالي عدم ظهور بقايا هذه المحاصيل على الصورة الفضائية خلال الموسم الصيفي من عام 2008 .

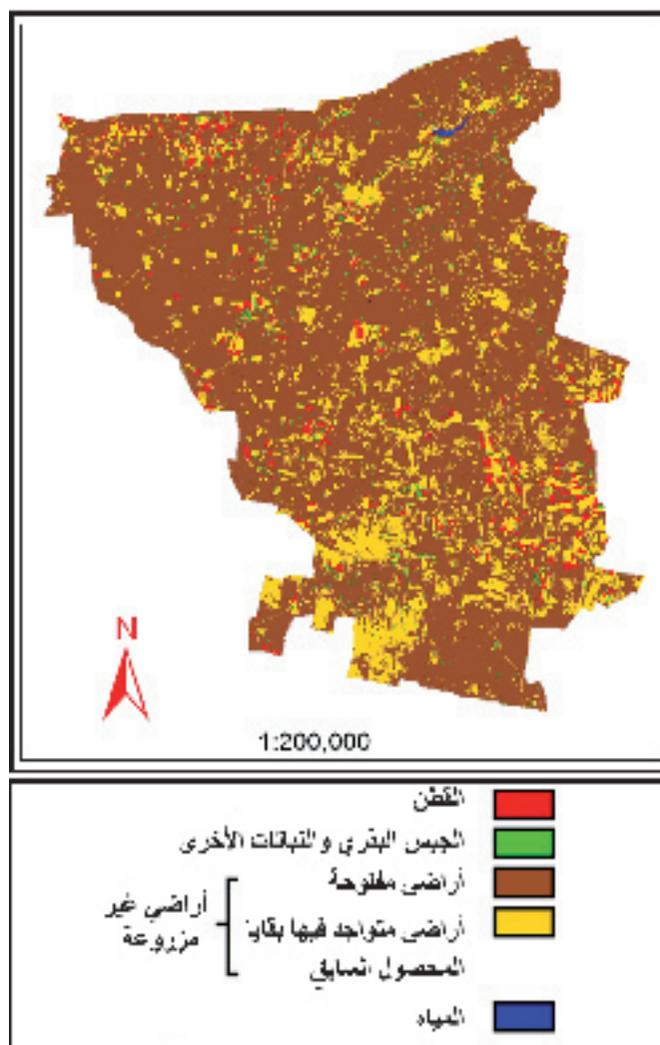
تمت مناقشة دقة النتائج من عملية التصنيف للصور الفضائية لدائرة القحطانية لعامي 2006 و2008، حسب Congalton و Green (1999) المعتمدة على نتائج عملية التحقيق الحقل في منطقة الدراسة. يبين الجدول (2)، نتائج تقدير الدقة لدائرة القحطانية لعامي 2006 و2008.

الجدول 2. نتائج دقة تصنيف القطن والتصنيف الكلي لدائرة القحطانية لعامي 2006 و2008.

المنطقة	السنة	دقة تصنيف القطن (%)	دقة التصنيف الكلي (%)
القحطانية	2006	97.7	89.3
	2008	90.4	87.2

ب - تقدير المساحة المحصولية باستعمال الطريقة التقليدية:

أظهرت نتائج الدراسة التقليدية لحساب مساحة القطن والمعتمدة على البيانات الواردة من وزارة الزراعة ومديرية زراعة الحسكة، إلى أن إجمالي مساحة القطن المزروعة فعلاً في دائرة القحطانية لعامي 2006 و 2008



الشكل 3. نتائج عملية التصنيف للصورة الفضائية لدائرة القحطانية لعام 2008 والصفوف الناتجة عنه.

كانت 2556.5 هكتاراً و1968.3 هكتاراً على التوالي. يُلاحظ اختلاف كبير في نتائج تقديرات المساحة المزروعة بمحصول القطن بين طريقتي الاستشعار عن بعد والطريقة التقليدية في دائرة القحطانية.

ثانياً- دراسة التكاليف:

أ- دراسة تكاليف تقدير المساحة المحصولية للقطن باستعمال تقنية الاستشعار عن بعد:

تعتمد هذه الطريقة في تنفيذها على مرحلتين: الأولى مكتبية والثانية حقلية. وعند دراسة متطلبات المرحلة المكتبية، وجد ضرورة توافر مشهد فضائي لدائرة القحطانية لكل من عامي 2006 و2008 بتكلفة وقدرها 20000 ل.س. للمشهد الواحد حسب تقديرات فنيي الهيئة العامة للاستشعار عن بعد. وتحتاج هذه المرحلة إلى معالجة الصور الفضائية وتحليلها التي قدرت تكاليفها حسب المصدر نفسه بنحو 4000 ل.س. لدائرة القحطانية عام 2006. وبلغت 2000 ل.س. في عام 2008. كما هو موضح في الجدول (3). أما في المرحلة الحقلية أو الدراسة الميدانية فقد تبين أن عدد أيام العمل الحقلية اللازمة من عام 2006 كانت (6) أيام وفي عام 2008 كانت (3) أيام فقط ضمن فريق عمل مكون من مهندس بالإضافة إلى فني مساعد وسائق سيارة فقط في عام 2006.

في هذه التقنية كان لابد من تمييز كل من البنود الآتية الموضحة (الجدول 3)، وهي: رواتب وأجور القائمين بالعمل الحقلية من سائق سيارة ودراجة نارية وفني مساعد والمهندس المختص، بالإضافة لتكلفة الوقود التي تتوقف على المسافات المقطوعة، والتي بلغت 17000 ل.س. في عام 2006، كما بلغت 14500 ل.س. في عام 2008. أما إجمالي التكاليف لعام 2006 لدائرة القحطانية فكانت 59000 ل.س.، في حين كان إجمالي التكاليف لعام 2008 للدائرة نفسها 41300 ل.س.، أي تناقصت التكاليف في 2008 عن سابقتها 2006 بهذه الطريقة، ويعزى ذلك كما ذكرنا سابقاً لتناقص الحاجة لعدد العاملين بالعمل الحقلية بين عامي 2006 و2008 بهذه الطريقة، بالإضافة لتناقص أهمية السيارة بين عامي 2006 و2008 واستبدالها بالدراجات النارية للقيام بالأهداف المرجوة، ليكون بذلك إجمالي التكاليف الكلي لتقدير المساحة المحصولية في دائرة القحطانية للعامين 2006 و2008 وباستعمال تقنية الاستشعار عن بعد (100300) ل.س.

ب- دراسة تكاليف تقدير المساحة المحصولية للقطن بالطريقة التقليدية:

تمّ ذلك بالاعتماد على البيانات المتحصل عليها من مديرية الزراعة في الحسكة- دائرة الإحصاء- شعبة العينة العشوائية، ووزارة الزراعة- مديرية

الإحصاء والتخطيط - قسم الإحصاء. وهنا تمّ تمييز كل من البنود الآتية والمتوافقة مع بنود طريقة الاستشعار والموضحة (الجدول 3)، وهي: رواتب وأجور القائمين بالعمل الحقلية من سائق سيارة، ودراجة نارية، وفني مساعد، والمهندس المختص، بالإضافة لتكلفة الوقود التي تتوقف على المسافات المقطوعة، والتي بلغت في عام 2006 للقحطانية 200200 ل.س. وتكررت تكاليف الوقود عام 2008 وبقية تفاصيل تكاليف البنود موضحة (الجدول 3). وأما إجمالي التكاليف لعام 2006 لدائرة القحطانية 409501 ل.س. وتكرر إجمالي التكاليف عام 2008؛ ليكون بذلك إجمالي التكاليف الكلي لتقدير المساحة المحصولية في دائرة القحطانية للعامين 2006 و2008 وباستعمال الطريقة التقليدية (819002) ل.س. وحسب المصدر نفسه فإن التكاليف التفصيلية لهذه البنود تمت من خلال ثلاث مراحل لتقدير المساحة المحصولية للقطن، ومراقبة إنتاجيته في القحطانية وهي: مرحلة القياس، مرحلة القطف، مرحلة حصر القطن. وتبين من خلال الدراسة البحثية وجود ثلاث لجان تقوم بمرحلة الحصر للقطن وهي لجنة الوحدة الإرشادية، ولجنة الدائرة، ولجنة الوزارة، وبلغ إجمالي التكاليف في مرحلة القياس ومرحلة القطف ومرحلة حصر القطن للدائرة وفي العامين 2006 و2008 قرابة 149068 ل.س.، و75800 ل.س.، و594134 ل.س. على التوالي (الجدول 4)، ليكون بذلك إجمالي التكاليف الكلي لتقدير المساحة المحصولية في دائرة القحطانية للعامين 2006 و2008 وباستعمال الطريقة التقليدية (819002) ل.س.

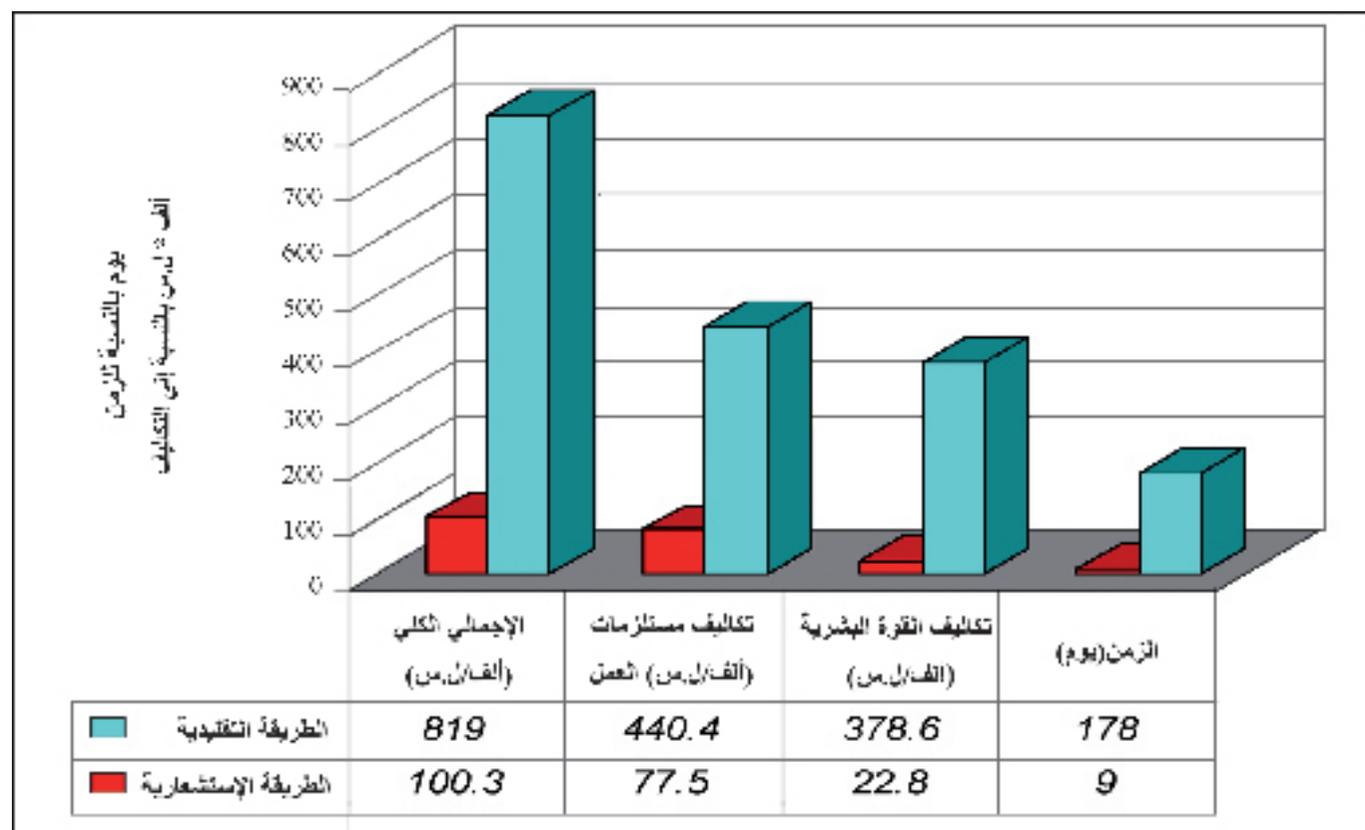
ثالثاً- مقارنة تفصيلية لتكاليف الطريقتين الاستشعار عن بعد والطريقة التقليدية في حساب مساحة محصول القطن:

1 - تحليل بيانات الدراسة اقتصادياً:

تمّت هنا مقارنة تكاليف كلا الطريقتين من الناحية الاقتصادية وفقاً لعناصر التكاليف والزمن (الجدول 3)، حيث يعد عامل الزمن من أهم العوامل في هذه الدراسة كونه عامل أساسي في سرعة الحصول على النتائج، من ثمّ سرعة وضعها أمام متخذ القرار للوصول إلى سياسة زراعية مناسبة من حيث التسويق عند وجود الفائض من المحصول أو الاستيراد عند الحاجة. فعند دراسة عامل الزمن من هذه الناحية نجد أنّ طريقة الاستشعار عن بعد تحتاج إلى عمل حقلية خلال فترة طلب الصورة الفضائية لحساب مساحة القطن والمقدرة كما ذكر سابقاً بين 20 آب و20 تموز إلى 6 أيام على الأكثر لأول مرة، والتي تتناقص في السنوات اللاحقة إلى 3 أيام. وعند وصول الصورة تكون الحاجة إلى 4 أيام فقط للمعالجة للوصول إلى حصر مساحة القطن بالدقة المقبولة، ومنه توقع الإنتاجية ورسم سياسة زراعية سليمة فيما يتعلق بالاستيراد والتصدير.

لملاحظة: (اعتبر التوفير في الوقت والجهد والوصول إلى الدقة الكبيرة، عبارة عن منافع تعود على القطاع الزراعي، وهي تظهر الجدوى الاقتصادية لطريقة الاستشعار عن بعد). على الوجه المقابل في حالة الطريقة التقليدية لا يتم التأكد من سلامة تنفيذ الخطة الموضوعية من قبل وزارة الزراعة إلا بعد المرور بالمرحل الثلاث المذكورة سابقاً في تكاليف الطريقة التقليدية أي مع نهاية موسم الزراعة في نهاية شهر أيلول، وبداية شهر تشرين الأول، عدا عن الوقت اللازم لعملية تفريغ البيانات. أما عند دراسة الزمن من ناحية دراسة تكاليف الجدول (3)، والشكل (4)، فإن عدد أيام العمل الحقلية المنفذ به كلا الطريقتين، وجد أن دائرة القحطانية لعام 2006 قد احتاجت إلى 89 يوماً حقلية لتنفيذ الأعمال المرتبطة بالطريقة التقليدية في مجموع المراحل (القياس، والقطف، وحصر مساحة القطن). واحتاجت لعدد الأيام الحقلية نفسه في عام 2008. أما بالنسبة لطريقة الاستشعار عن بعد، فقد احتاجت هذه الطريقة إلى 6 أيام عمل حقلية لدائرة القحطانية، وتناقصت هذه المدة إلى 3 أيام في عام 2008 (الجدول 3). أما من ناحية عناصر التكاليف الأخرى، والتي يمكن تقسيمها إلى تكاليف القوة البشرية والتي تضم تكاليف القائمين بالعمل من (مهندسين وفنيين وسائقين وعمال)، وتكاليف مستلزمات، والتي تضم (تكاليف المحروقات والتكاليف الإضافية). نجد من الجدول (3)، والشكل (4) أن إجمالي تكاليف القوة البشرية

للطريقة التقليدية لدائرة القحطانية لعام 2006 بلغت 189301 ل.س، والتي تكررت في عام 2008 ليكون المجموع العام 378600 ل.س. أما في طريقة الاستشعار فقد كانت تكاليف القوة البشرية لدائرة القحطانية 18000 ل.س لعام 2006، وقد تناقص هذا المبلغ في عام 2008 ليصل في دائرة القحطانية إلى 4800 ل.س، وبمجموع عام وقدره 22800 ل.س، أي بفارق عن الطريقة التقليدية وصل إلى 355800 ل.س. وهذا يدل ويظهر الفارق الكبير في التكاليف للطريقة التقليدية بالمقارنة مع طريقة الاستشعار عن بعد من ناحية تكاليف القوة البشرية. أما فيما يتعلق بتكاليف مستلزمات العمل، والتي تدل على (تكاليف المحروقات والمستلزمات الإضافية) والتي يدخل فيها بالطريقة التقليدية: تكاليف القرطاسية، وبطريقة الاستشعار عن بعد: تكاليف الصور الفضائية. فقد أظهرت البيانات الموضحة في الجدول (3)، والشكل (4) أن هذه التكاليف قدرت للطريقة التقليدية في دائرة القحطانية لعامي 2006 و2008 بمبلغ 440400 ل.س في حين كانت هذه التكاليف لطريقة الاستشعار عن بعد ولنفس الدائرة والعامين 77500 ل.س، وبفارق وصل إلى 362900 ل.س لصالح طريقة الاستشعار عن بعد، وعند مقارنة إجمالي التكاليف لكلا الطريقتين نجد أن الفرق بين هذه التكاليف قد وصل إلى قيمة 718702 ل.س، ما يدل على ارتفاع تكاليف الطريقة التقليدية بالمقارنة مع طريقة الاستشعار عن بعد بنحو 8 أضعاف.



الشكل 4. المقارنة بين الطريقتين التقليدية وطريقة الاستشعار من ناحية إجمالي التكاليف وتكاليف مستلزمات العمل وتكاليف القوة البشرية والزمن لعامي 2006 و 2008.

بين متوسطي التكاليف لكل من رواتب المهندسين ورواتب الفنيين ورواتب السائقين ورواتب العمال وتكلفة الوقود وإجمالي التكاليف وعامل الزمن إلى: 23100 ل.س، و9200 ل.س، و9130 ل.س، و2800 ل.س، و46000 ل.س، و87000 ل.س، 20 يوماً على التوالي. وبالتالي يمكننا القول: أن طريقة الاستشعار عن بعد أقل تكلفة من الطريقة التقليدية في حساب مساحة القطن.

تم استعمال برنامج التحليل الإحصائي SPSS الإصدار 16 لهذا الغرض من خلال تحليل الـ T- Test للبيانات المتوافرة المستمدة من الأربعة مسارات أو القطاعات المقسمة لها دائرة القحطانية أثناء تنفيذ الأعمال الحقلية والمشار لها في فصل مواد وطرق البحث، كما تم خلال هذه الدراسة الإحصائية تجزئة بنود التكاليف إلى ستة بنود رئيسة موضحة بالجدول (5).

الجدول 5. نتائج تحليل T- Test لبنود التكاليف لطريقتي

الاستشعار عن بعد والتقليدية في حساب مساحة محصول القطن حسب

المسارات الحقلية

المراجع

الخالد، إياد، وأحمد ياغي. 2007. تقرير القراءات الراديومترية الصيفية. الهيئة العامة للاستشعار عن بعد- دمشق- سورية 2007.

مديرية زراعة الحسكة. بيانات دائرة الإحصاء. شعبة العينة العشوائية. (2008).

المكتب المركزي للإحصاء. 2008

وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية الإحصاء والتخطيط. إحصائيات (2008)، (2007)، (2006).

Al-khaled, E.A. 2005. Spectral Reflectance of Some Field Crops In Relation to Growth and Yield. Ph.D. Thesis. Ain Shams University, Cairo, Egypt, 1- 137.

De Groote, H. and Traoré, O. 2005. The cost of accuracy in crop area estimation International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), P.O. Box 25171, Nairobi, Kenya. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, BP 320 Bamako Volume 84, Issue 1, April 2005, Pages 21-38 .

Gallego, F. J. 1999. Crop Area Estimation In the MARS Project (Monitoring Agriculture with Remote Sensing) Agriculture and Regional Information Systems Space Applications Institute JRC, tp. 262 / 21020 Ispra (Va) / Italy.

Hanna, R. F. B.; Deif, M A.; Allah; El Berry, A. M.; Sharobeem, Y. F. 2004. Crop Estimation Using

بنود التكاليف	الطريقة	متوسط التكاليف (ل.س) متوسط الزمن (يوم)	المنوية
رواتب المهندسين (ل.س)	التقليدية	24000	*، **
	الاستشعار	900	
رواتب الفنيين (ل.س)	التقليدية	10200	*، **
	الاستشعار	1000	
رواتب السائقين (ل.س)	التقليدية	10000	*، **
	الاستشعار	870	
رواتب العمال (ل.س)	التقليدية	2800	*، **
	الاستشعار	0	
تكلفة الوقود (ل.س)	التقليدية	50000	*، **
	الاستشعار	4000	
إجمالي التكاليف (ل.س)	التقليدية	100000	*، **
	الاستشعار	13000	
الزمن(يوم)	التقليدية	22	*، **
	الاستشعار	2	

*، ** معنوي على مستوى دلالة 0.05، 0.01 على الترتيب

نجد من خلال نتائج التحليل لجميع بنود التكلفة وجود فروقات معنوية بين جميع متوسطات بنود التكلفة لكلا الطريقتين وفي العامين 2006 و2008 عند مستوى ثقة 0.01 و0.05. وقد وصل هذا الفرق

- project using satellite data. *Int. J. Rem. Sens.* 15 (6): 1295-1305.
- Zhang, C. 1986. The estimation of cotton-growing areas by Remote Sensing Beijing Municipal Academy of Agriculture & Forestry Science Gis development. ACRS 1986. Pp(3).
- Zewen, L.; Dong, J and Denghuai, L. 1990. The estimation of cotton-growing areas by Remote Sensing China Institute of Land Survey & Planning. Gis development .ACRS 1990. Pp(1).
- Satellite – Based and Ground – Based Surveys) Comparative Study) Paper number 041121, ASAE Annual Meeting.
- Quarmby, N. A.; Townshend J.R.G.; Settle J. J.; White K.H.; Milnes M.; Hindle T.L. and N. Silleos. 1992. Liner mixture modeling applied to AVHRR data for crop area estimation. *Int. J. Rem. Sens.* 13 (3): 415-425.
- Rao, P. P. N. and Mohankumar, A. 1994. Cropland inventory in the command area of Krishnarajasagar



تقييم درجة تعرض الأراضي للانجراف الريحي حسب تقييم (Janpeisov, 1977) باستعمال نظام المعلومات الجغرافي لأراضٍ في البادية السورية (سهول قصر الحير الشرقي)

Assessment of Soil Erodibility by Wind Erosion Using the Method of (Janpeisov,1977) and Geographic Information System in Syrian Badia (Oriental Al Heer Palace Plains)

م. لبنى البشي⁽¹⁾ و د. محمود عسكر⁽²⁾ و د. يونس ادريس⁽³⁾

(1) : طالبة دكتوراه في قسم التربة واستصلاح الأراضي - جامعة الفرات

(2) : استاذ في قسم التربة واستصلاح الأراضي كلية الزراعة - جامعة الفرات

(3) : مدير الدراسات الزراعية والعمرائية والبيئية الهيئة العامة للاستشعار عن بعد

المُلخَص

تناول البحث محاولة أولية لتقييم درجة تعرض التربة للانجراف الريحي، للأراضي الواقعة في شرق البادية السورية باستعمال تقييم (Janpeisov,1977) الذي يعتمد على بعض المؤشرات المتعلقة بالتربة مثل معامل التحبب، ونسبة الرمل الفيزيائي، بالإضافة إلى كثافة الغبار المحمول بالرياح وذلك من خلال دراسة (114) موقعاُ امتدت من منطقة كباجب وحتى قصر الحير الشرقي. وتمت الاستعانة بنظام المعلومات الجغرافي (برنامج ArcView3.2) في إدخال بيانات التقييم للحاسب وعرض نتائج التقييم على شكل شرائح.

بيّنت نتائج التقييم أنّ درجة تعرض التربة للانجراف الريحي حسب نسبة الرمل الفيزيائي في التربة السطحية كانت شديدة في أغلب المواقع المدروسة، وتشكل مساحتها قرابة 99 % من المساحة المدروسة. أما بالنسبة لمعامل التحبب، فتبين وجود ثلاث مستويات لدرجة تعرض التربة للانجراف الريحي في الأراضي المدروسة موزعة على النحو الآتي: 57 % معرضة للانجراف الريحي بدرجة شديدة، 39 % معرضة للانجراف الريحي بدرجة متوسطة، 4 % معرضة للانجراف الريحي بدرجة خفيفة من مجموع المساحة المدروسة. ولبيان العلاقة بين معياري معامل التحبب ونسبة الرمل الفيزيائي ودرجة تعرض التربة للانجراف الريحي، تم إجراء عملية تقاطع بين معطيات الرمل الفيزيائي ومعامل التحبب باستعمال نظام المعلومات الجغرافي. وتبين من خلال ذلك أنّ مساحة الأراضي المدروسة تتوزع حسب درجة تعرضها للانجراف الريحي على النحو الآتي 57 % معرضة للانجراف الريحي بدرجة شديدة، 42 % معرضة للانجراف الريحي بدرجة متوسطة، 1 % معرضة للانجراف الريحي بدرجة خفيفة. أما بالنسبة للتقييم حسب كثافة الغبار المحمول بالرياح، فقد أظهرت القياسات الحقلية أثناء ظهور عمليات الانجراف الريحي للتربة لبعض المواقع وعند سرعاتٍ مختلفة من 8 - 14 م.ثا⁻¹ أنّ الأراضي المعرضة للانجراف بدرجةٍ شديدةٍ تشكل قرابة 83 % من مجموع المساحة المدروسة.

الكلمات المفتاحية : نظام المعلومات الجغرافي، نسبة الرمل الفيزيائي، معامل التحبب، الغبار المحمول بالرياح، الشريحة .

Abstract

The study deals with the assessment of soil erodibility by wind erosion in east of the Syrian Badia, using the method of Ganpeisov, 1977, and Geographic Information System, The assessment depends on aggregation coefficient and percentage of physical sand, in addition to the eolion diposts by wind.

This study includes (114) observation points distributed in Syrian Badia from Kabgeb to Oriental Al Heer Palace plains. Data were fed to computer and the results were shown as themes using Geographic Information System, Arc View3.2 program.

The assessment showed that soil erodibility by wind erosion are strong according to the percentage of physical sand in all observation points (accounted for 99%). While aggregation coefficient, showed that there were three levels of soil erodibility distributed in the following: 57% of area, the erodibility of soil was strong, 39% of area, the erodibility of soil was moderate, and 4% of area, the erodibility of soil was slight. Considering the relationship between percentage of physical sand and aggregation coefficient, We are able to intersect between two themes, percentage of physical sand and aggregation coefficient using Geographic Information System, and then the results showed that: 57% of area, the erodibility of soil was strong, 42% of area, the erodibility of soil was moderate, and 1% of area, the erodibility of soil was slight. In the issue of quantity of eolion diposts, field measurement in some observation points showed that 83% of area, the erodibility of soil was strong, at a wind velocity between (8 - 14) m.s⁻¹.

Key words: Geographic Information System, Percentage of physical sand, Aggregation coefficient, Eolion diposts, Theme.

تتصف البادية السورية بطبيعة المناخ الجاف. ويذكر Tavernier وزملاؤه (1981) ان الترب الجافة تشكل 50% من المساحة الإجمالية لسورية. تشغل البادية نحو 55.5% من المساحة الكلية لسورية، وهي منطقة المراعي الطبيعية وتشكل احتياطياً إستراتيجياً للاقتصاد الوطني بمواردها الطبيعية المتنوعة. لقد بدأت عمليات التدهور بالتفاقم والتسارع خلال العقود الأخيرة من القرن الماضي، حيث تعرضت الموارد الطبيعية في البادية إلى الضغط المتزايد لتلبية الحاجات المتزايدة للسكان. وكانت أهم الممارسات الخاطئة الرعي الجائر للغطاء النباتي في البادية، إضافة إلى السماح بحراثة بعض المواقع وزراعتها بالشعير أو القمح في مناطق ذات ظروف غير مستقرة، حيث معدل الأمطار السنوي فيها لا يتجاوز 150 مم، مما يجعل الظروف غير ملائمة لأي نوع من أنواع الزراعة. أدت هذه الممارسات البشرية غير المرشدة (رعي جائر، حراثة، احتطاب، وقلع نباتات وغيرها) إلى تدهور البادية بسبب القضاء على الغطاء النباتي من جهة، وتفكك الطبقة السطحية للتربة من جهة ثانية، وجعلها عرضة للرياح وحدوث العواصف الغبارية وزيادة وتيرة تكرارها. تعد العواصف الغبارية النوع الأخطر لتدهور الترب في البادية السورية، ويتأثر بها 73% من إجمالي الترب المعرضة للتدهور (عليوي، 1991)، (Askar و Ilaoui، 1997)، (عسكر، 1998). وقد ترواح عدد العواصف الغبارية في الأعوام (2006-2007-2008)

المقدمة

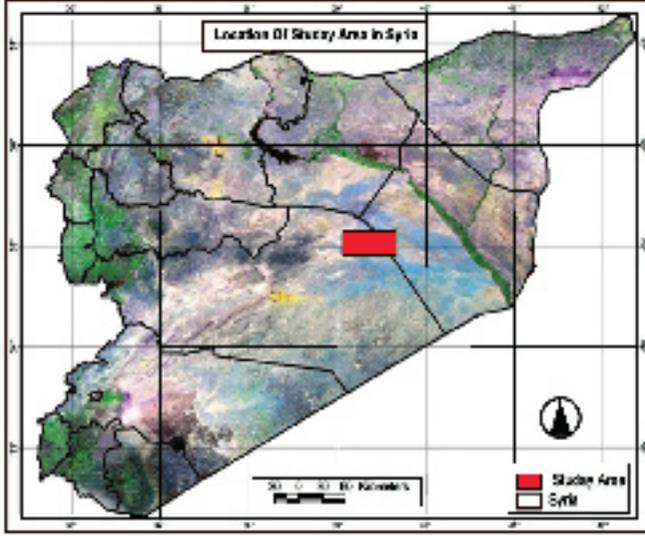
يُعد تدهور الأراضي مشكلة اقتصادية واجتماعية وبيئية كبيرة تثير قلق بلدان كثيرة في جميع اقاليم العالم، ومنها المنطقة العربية التي تقع اراضيها في المنطقتين الجافة وشبه الجافة وتهدد الأمن الغذائي لهذه الدول (الجيلاني وآخرون، 2000).

يُعرف تدهور الأراضي بأنه العملية التي تؤدي إلى انخفاض الإنتاجية أو فقدان التنوع الحيوي لأراضي الحاصيل البعلية والمروية وأراضي المراعي الطبيعية (Oldeman، 1994).

أخذ تدهور الأراضي يزداد حدة في السنوات الأخيرة مهدداً الإنتاج الزراعي بالتناقص وملايين البشر بالجوع والفقر. ويؤكد Lal (2001) أن تدهور الأراضي يعتبر مشكلة خطيرة وستبقى مستمرة حتى خلال القرن 21.

تعد عملية الانجراف الريحي عملية طبيعية إذا كانت أقل من (0.1) من درجة التشبع الأعظمي البالغة (3.62) كغ.سم⁻¹ سا⁻¹، أو دون الحد المسموح به لفقد التربة (Asorov و Shayati، 1975)، لكن يمكن اعتبارها كارثة طبيعية عندما تحدث بشكل يسبب الضرر في مناطق التوسع الزراعي ومناطق المراعي الطبيعية (Jie وزملاؤه، 2002).

وحمص، وتمتد من منطقة كباجب إلى قصر الحير الشرقي، على يمين طريق دير الزور - دمشق. تمت دراسة (114) موقعاً بمسافة نحو 2 كم بين الموقع والآخر. بلغ طول منطقة الدراسة 55 كم وعرضها 27 كم وتشكل مساحة قدرها (1485) كم² (الشكل 1).



الشكل 1 . حدود المنطقة المدروسة.

1 - 2 - التربة:

للتعرف على الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة قمنا بتنفيذ ثلاثة مقاطع ترابية، حددت مواقعها حسب المواصفات الشكلية والطبوغرافية والتغطية النباتية، وقسمت إلى مجموعات متشابهة، حيث تمت دراسة ثلاثة مقاطع ترابية (الشكل 2) توزعت في المنطقة المدروسة على النحو الآتي:

- قطاع تربة في منطقة كباجب الواقعة ضمن منطقة معرضة للانجراف.
- قطاع تربة في منطقة الهريشة ضمن موقع تراكم للرمال المنقولة.
- قطاع تربة في منطقة سهل قصر الحير الواقعة ضمن منطقة معرضة للانجراف.

تم وصف المقاطع الترابية حسب الإرشادات لوصف التربة (FAO، 1999) واستخدام نظام التصنيف الأمريكي (Soil Survey Staff، 2006) لتصنيف التربة. وحسب هذا النظام تتبع المقاطع الثلاثة إلى رتبة التربة الجافة Aridisols وتنضوي ضمن تحت ربتين من رتبة التربة الجافة هي:

1 - التربة الجبسية Gypsisds

2 - التربة الكلسية Calsids

بين (54 - 115) عاصفة غبارية في السنة (تقارير المعطيات المناخية، 2006-2007-2008) (الجدول 1)

الجدول 1. عدد العواصف الغبارية خلال الأعوام 2006، 2007، 2008.

عدد العواصف الغبارية	العام
54	2006
84	2007
115	2008

ونظراً للأهمية الاقتصادية والاجتماعية لأراضي المراعي في البادية السورية، كان لا بد من التشخيص الدقيق لأهم مشاكل هذه الأراضي، الذي يتجلى بتدهور التربة بالانجراف الريحي وتعاظم مسببات هذا التدهور. يتطلب الحد من عملية تدهور التربة تطبيق منهجيات تبين درجة تعرض التربة للانجراف الريحي في المنطقة المدروسة، لمساعدة أصحاب القرار بوضع الحلول المناسبة للحد من تدهور الأراضي .

بما أنّ قوام التربة ودرجة ثباتية بنيتها من أهم العوامل المحددة لمقاومة التربة للانجراف الريحي، فقد اعتمد في هذه الدراسة إلى اختيار تقييم Janpeisov (1977) لتقييم أراضي البادية السورية الذي يعتمد على الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للتربة (قوام، معامل التحبب) كمعايير للتقييم، بالإضافة إلى كمية التربة المنقولة عند سرعات مختلفة من الرياح. لقد تم استعمال المنهجية المتبعة بالدراسة في ظروف بيئية وأرضية مشابهة للظروف التي تمت فيها دراستنا. ولعرض نتائج التقييم على شكل خرائط تحدد درجة تعرض التربة للانجراف والمساحة التي تقابل كل مستوى، تم استعمال نظام المعلومات الجغرافي.

الهدف من البحث:

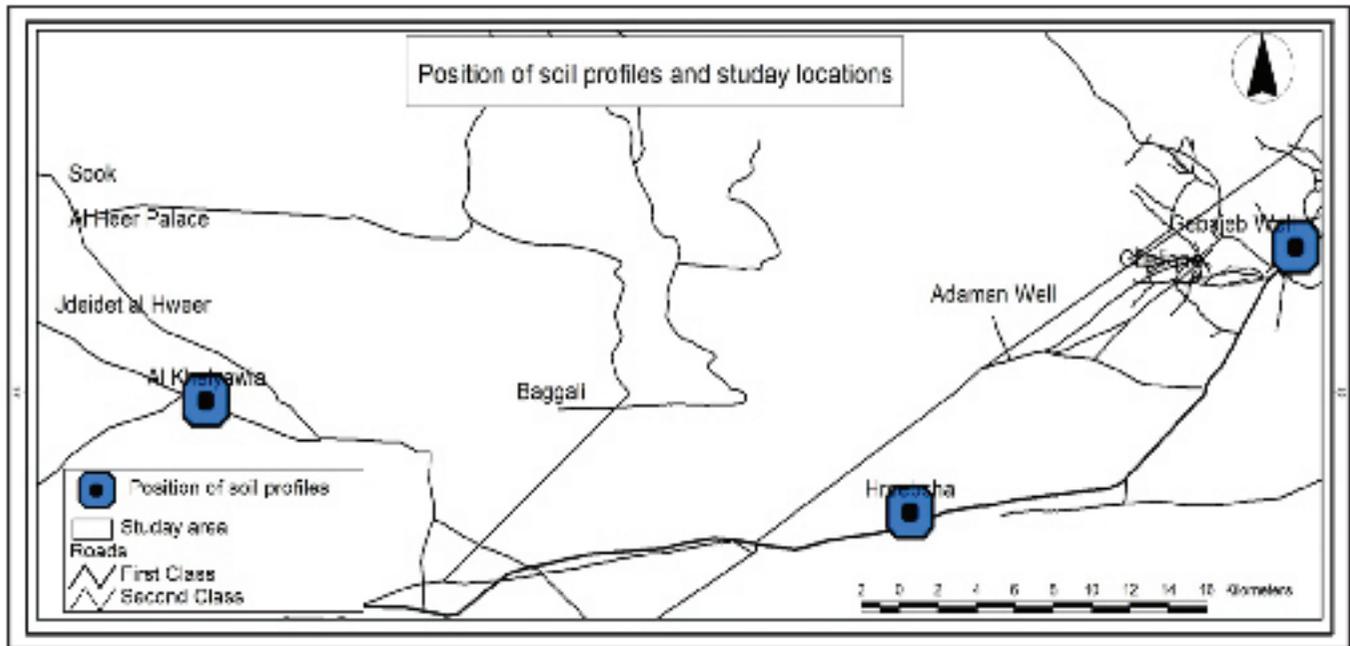
- 1 - تقييم حالة تدهور الأراضي بالانجراف الريحي حسب تقييم العالم (Janpeisov, 1977).
- 2 - إعداد خريطة لدرجة تدهور المنطقة المدروسة بالانجراف الريحي حسب المنهجية المتبعة باستعمال نظام المعلومات الجغرافي.

مواد البحث وطرائقه

1 - الظروف الطبيعية:

1 - 1 - الموقع الجغرافي :

تقع المنطقة المدروسة في شرق البادية السورية بين محافظتي دير الزور



الشكل 2 . أماكن القطاعات الأرضية.

الأم، لذلك فإن المقطع المنفذ في (منطقة الهريبيشة) يتبع للمجموعة العظمى Haplocalcids.

وقد ظهر الأفق الكلسي في منطقة قصر الحير ابتداءً من سطح التربة، ولم يلحظ وجود للكربونات الثانوية فيه، أما الأفق الجبسي فظهر على عمق 60 سم على شكل طبقة قاسية جداً يمكن اعتبارها أيضاً الصخرة الأم، ما يدل على ضحالة التربة. و يتبع بذلك المقطع للمجموعة العظمى Calcigypsids كما تتميز التربة في القطاعات المدروسة بانخفاض نسبة المادة العضوية، حيث لا تتجاوز نسبتها 0.5 %، وارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم حيث تراوحت بين 11.8-37.1 %.

بيّنت الدراسة المورفولوجية للقطاعات الأرضية ونتائج التحليل الكيميائي لأفاق التربة أن تربة المنطقة تتميز بوجود الآفاق الجبسية والكلسية، حيث ظهر الأفق الكلسي على عمق 15 سم مع وجود الكربونات الثانوية (منطقة كجاجب)، كما ظهر الأفق الجبسي على عمق 50 سم مع تواجد الجبس الثانوي فيه (الجدول 2) وبذلك فإن المقطع المنفذ في (منطقة كجاجب) يتبع للمجموعة العظمى Calcigypsids.

أما في القطاع المنفذ في (منطقة الهريبيشة) فظهر الأفق الكلسي والكربونات الثانوية على عمق نحو 60 سم، ولم يظهر الجبس الثانوي إلا على عمق 100 سم على شكل طبقة قاسية يمكن أن تمثل الصخرة

الجدول 2. بعض الخصائص الكيميائية للتربة في منطقة الدراسة.

العمق (%)			العمق (سم)	العمق (%)			العمق (سم)	العمق (%)			العمق (سم)
CaSO ₄	O.M.	CaCO ₃		CaSO ₄	O.M.	CaCO ₃		CaSO ₄	O.M.	CaCO ₃	
قطاع قصر الحير				قطاع الهريبيشة				قطاع كجاجب			
6.19	0.39	37.1	30 - 0	2.23	0.53	11.87	39-0	-	0.49	12.5	15-0
6.8	0.26	37.1	60 - 30	0.68	0.40	14.5	46-39	-	0.37	15	18-15
75			60	1.72	0.26	12.5	60-46	-	0.35	15	48-18
				1.72	0.26	22	95-60	10.9	0.35	15.5	51-48
				3.44	0.13	25.12	100-95	41.28	0.25	14.4	81-51
				70.7			110-100	48.16	0.25	13.25	111-81
								46.96	0.06	13.9	121-111

لأغلب المواقع المدروسة، وتتراوح وسطياً بين 10-20 %.

2 - استعمال أجهزة Bagnold (1941) في جمع المادة الترابية المنجرفة للأهداف المدروسة. وتقدير نسبة المادة العضوية وكميات الفوسفور والآزوت والبوتاس للمادة الترابية المنجرفة والتربة الخاضعة لعمليات الانجراف الريحي لبعض المواقع المدروسة.

3 - استعمال جهاز قياس سرعة الرياح يدوياً Anemo meter أثناء جمع المادة الترابية المنجرفة باستعمال أجهزة Bagnold.

4 - جمع عينات ترابية سطحية على عمق حوالي 10 سم من جميع المواقع التي بلغ عددها 114 موقعاً. أجريت عليها التحاليل الفيزيائية التالية: تحديد نباتية البناء بطريقة الغرلة الجافة، تحليل ميكانيكي بطريقة الماصة (Hilgard، 1973). كما تم تقدير كل من نسبة المادة العضوية وكربونات الكالسيوم لجميع العينات المدروسة.

5 - استعمال نظام المعلومات الجغرافي GIS وبرنامج ArcView 3.2 في إخراج البيانات على شكل خرائط لتقييم المنطقة المدروسة، وتحديد المساحة المقابلة للتقييم (بهجت و ادريس، 2006). كما تم تنفيذ المعالجة المكانية التي تسمح بإظهار العلاقات المكانية بين الأهداف والظواهر المنتشرة في حيز جغرافي معين، والعملية المنطقية المستخدمة (AND)، وتعني حاصل تقاطع شريحتين تمثلان ظاهرتين منفصلتين تنتشران في حيز جغرافي واحد. وبالتالي فإن التحليل المكاني بالاعتماد على AND يظهر المساحات التي تنتشر فيها الظاهرتين معاً (بهجت و ادريس، 2006).

3 - النتائج والمناقشة

تعتمد منهجية Janpeisov (1977) في تقييم الترب حسب درجة تعرضها للانجراف الريحي على بعض الخصائص الأرضية مثل معامل التحبب وكمية الرمل الفيزيائي (نسبة الحبيبات ذات الأقطار < 0.01 مم)، أما معامل التحبب = مجموع نسبة الحبيبات ذات الأقطار < 1 مم / مجموع الحبيبات ذات الأقطار > 1 مم (الجدول 5).

الجدول 4. متوسط سرعة الرياح الشهرية م. ثا⁻¹ خلال عام (2006-2005).

السنة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	أيلول	تشرين الثاني	تشرين الأول
2006-2005	7	8	13	11	10	13	14	13	9.3	3	5

تتصف البادية السورية بقلة أمطارها وعدم انتظامها، حيث يبلغ المعدل السنوي للأمطار 163.2 - 200 مم، أما خلال تنفيذ البحث فكانت الأمطار دون المعدل العام، ما عمل على زيادة معدلات الانجراف الريحي (الجدول 3) (تقارير المعطيات المناخية، 2006-2007-2008).

الجدول 3. معدلات الأمطار لأعوام الدراسة.

العام	2006-2005	2007-2006	2008-2007
معدل الأمطار (مم. سنة ⁻¹)	137.5	138.5	37

'يعد عنصر الرياح من أهم عناصر المناخ المؤثرة في عملية الانجراف الريحي، حيث تسود الرياح الغربية والشمالية الغربية في شهر أيار وحتى أيلول، في حين تسود الرياح الشرقية في فصل الشتاء. ووصلت السرعة العظمى للرياح في المنطقة لنحو 14 م. ثا⁻¹ خلال عام 2006-2005 (تقارير المعطيات المناخية، 2006-2005) (الجدول 4).

4-1 - الغطاء النباتي :

1 - أن كثافة ونوعية الغطاء النباتي تأثرت كثيراً وخاصة في فترة الثلاثينيات من القرن الماضي، وأخذت تسود النباتات الجفافية مثل النيميص *Carex stenophylla* ، والقبأ السينائي *Poa sinaica* ، والحاذ الشوكي *Cornulaca setifera*، والقتاد الشوكي *Astragalus spinosus* ، والصر *Noeae micronata* (سنكري، 1981). وقد لاحظنا من خلال المسح الحقلّي وجود الرمث *Haloxylyon salicornicum* في غالبية المواقع المدروسة، وخاصة الموجودة في منطقة كباجب والهريشة وهو من الأنواع الرعوية العمرة. واختفى الشيح الأبيض *Artimisia herba alb* ، والرونا *Salsala vermiculata* ، والهريك *Achillea mambranace*، والنيتون *Haloxylyon articulatum* ، أما عند الانتقال لمنطقة قصر الحير فبدأ ظهور السلماس *Artimisia scoparia*، والقتاد الشوكي، بالإضافة لوجود الرمث أيضاً. كما بين المسح الحقلّي أنّ نسبة التغطية النباتية منخفضة

الجدول 5. تقييم الترب حسب درجة تعرضها للانجراف الريحي.

كمية التربة المنقولة بالرياح (كغ. سا ⁻¹ *)			نسبة الرمل الفيزيائي* (%)	معامل التحجب	درجة التعرض للانجراف
16	12	8			
م.ثا ⁻¹					
11-20	3-10	2	10	1-0.6	1 - خفيفة
21-50	6-20	5	11-20	0.6-0.3	2 - متوسطة
101-200	51-100	50	20	0.3-0	3 - شديدة

* % الرمل الفيزيائي : مصطلح مستخدم في مدرسة الأراضي الروسية .

** كمية التربة المنقولة حسب على أساس جبهة عرضها 100م وتم قياس سرعة الرياح على ارتفاع 150 سم .

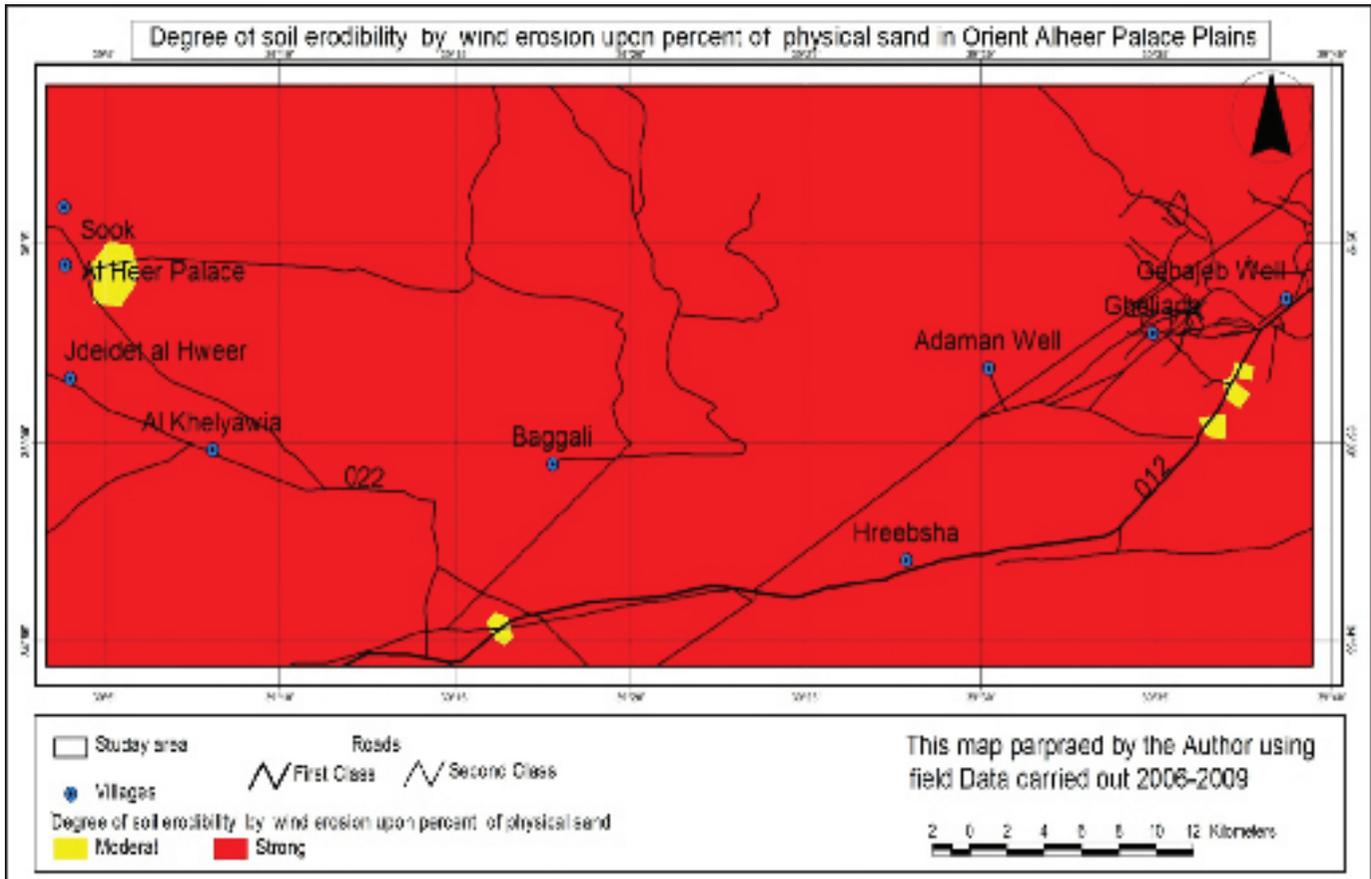
شديدة حسب نسبة الرمل الفيزيائي تشكل 99 % والدرجة متوسطة 1 % من مجموع المساحة المدروسة (الشريحة 1).

الجدول 6 . متوسط نتائج التحليل الميكانيكي للمناطق المدروسة.

الموقع	رمل (%)	سلت (%)	طين (%)
كباحب	64.94	19.96	15.1
الهريشة	76.81	11.89	11.3
قصر الحير	78.92	8.6	12.48

لقد بيّنت نتائج التحليل الميكانيكي للعينات التي تم جمعها من الطبقة السطحية للتربة في المواقع المدروسة بعد توقيع النسب المئوية لكل من الرمل والصلت والطين على مثلث القوام أن قوام التربة السائد هو لومي رملي ثم لومي. ويبين الجدول (6) متوسطات نتائج التحليل الميكانيكي لمناطق كباحب و الهريشة وقصر الحير الشرقي.

كما بيّنت نتائج التحليل الميكانيكي أيضاً أن نسبة الرمل الفيزيائي (الحبيبات ذوات الأقطار < 0.01 مم تتراوح بين 16.22-95.22 % (الجدول 7). واطلقت نتائج التقييم أن المناطق المعرضة للانجراف بدرجة



الشريحة 1. درجة تعرض التربة للانجراف الريحي حسب نسبة الرمل الفيزيائي في المنطقة المدروسة.

الجدول 7 . نتائج تحليل الترب المدروسة وفق المعايير الفيزيائية.

معامل التحبيب	نسبة الرمل الفيزيائي (%)	الرقم	معامل التحبيب	نسبة الرمل الفيزيائي (%)	الرقم	معامل التحبيب	نسبة الرمل الفيزيائي (%)	الرقم
0.12	77.19	003	0	95.22	002	0.18	74.33	001
0.22	71.75	006	0.78	52.46	005	0.27	69.76	004
0.25	77.2	009	0.16	78.2	008	0.01	89.53	007
0.09	85.33	012	1<	43.1	011	1<	43.39	010
0.16	78.2	015	1<	17.48	014	1<	19.05	013
0.28	69.53	018	0.22	73.6	017	1<	17.1	016
0.21	68.85	021	0.22	73.09	020	0.13	78.34	019
0.64	58.54	024	0.77	49	023	0.03	89.66	022
0.73	37.6	027	1<	37.07	026	0.7	53.42	025
0.01	88.14	030	0.17	74.54	029	0.1	87.21	028
0.58	54.17	033	0.76	52.1	032	1<	43.68	031
0.77	54.22	036	1<	38.31	035	1<	40.38	034
0.06	84.24	039	0.78	59.93	038	0.38	72.93	037
0.83	55.41	042	0.01	82.01	041	0.33	67.5	040
0.13	77.56	045	0.82	61.01	044	0.19	74.94	043
0.2	69.29	048	0.19	73.32	047	0.09	85.93	046
0.15	76.72	051	0.27	69.68	050	0.23	70.93	049
1<	19.39	054	1<	16.22	053	0	90.85	052
1<	46.03	057	0.3	60.27	056	1<	45.33	055
0.51	64.57	060	0.72	59.63	059	0.19	68.57	058
0.72	51.25	063	0.3	62.17	062	0.67	56.13	061
0.33	70.32	066	0.45	68.89	065	0.33	74.14	064
0.39	65.37	069	1<	45.17	068	0.23	72.43	067
0.98	58.13	072	0.28	70.51	071	0.58	63.78	070
0.3	65	075	1<	33.41	074	0.36	65	073
0.4	66.84	078	0.25	70.92	077	0.17	72.93	076
0.23	70.56	081	1<	51.04	080	1<	19.2	079
0.04	86.02	084	0.12	76.98	083	0.03	92.74	082
0.18	74.17	087	0.21	74.17	086	1<	34.15	085
0.18	69.69	090	0.12	65.15	089	0.19	70.05	088
0.27	69.4	093	0.81	52.19	092	0.38	63.97	091
1<	30.68	096	0.21	70.56	095	1<	26.97	094
0.27	70.8	99	0.62	65.07	98	0.94	49.1	97
0.26	68.23	102	0.44	68.78	101	0.35	69.18	100
0.28	69.15	105	0.21	70.48	104	0.35	67.34	103
0.21	71.02	108	0.22	71.42	107	0.2	71.21	106
0.09	83.66	111	0.26	68.69	110	0.12	78.69	109
0.11	73.66	114	0.41	67.93	113	0.15	75.74	112

الإنجراف الريحي تؤدي في الوقت نفسه دوراً أساسياً في إحداث تغيرات في قوام التربة وتحويلها إلى تربة رملية، كما هو الحال في الترب المدروسة، حيث أن عملية الانجراف الريحي تحمل الحبيبات الدقيقة في التربة من الحقول المنجرفة أكثر من الحبيبات الخشنة، وعليه فإن هناك عملية فرز تكون نتيجتها أن تبقى الحبيبات الخشنة قرب الموقع الأصلي في الحقل، في حين تنتقل الحبيبات الدقيقة بعيداً عنه.

كما بيّنت نتائج الغرلة الجافة للعينات المأخوذة من الطبقة السطحية لجميع المواقع أن قيمة معامل التحب تتراوح بين $0 < I < 1$ (الجدول 7). وأظهرت نتائج التقييم حسب قيمة معامل التحب وجود ثلاث مستويات لدرجة التعرض للانجراف الريحي تتوزع مساحاتها في المنطقة المدروسة كالآتي: تشكل الأراضي المعرضة للانجراف بدرجة شديدة مساحة 57 %، وبدرجة متوسطة نحو 39 %، وبدرجة خفيفة قرابة 4 % من مجموع المساحة المدروسة (الشريحة 2).

وقد بينت نتائج التحليل الميكانيكي لعينات التربة المدروسة أن المواقع التي تكون فيها درجة التعرض للانجراف خفيفة وتكون فيها قيمة معامل التحب مرتفعة وتصل لأكثر من 1 فإن نسبة الطين { الحبيبات ذوات الأقطار > 0.001 ملم } تتراوح بين 24-53 % (الجدول 9).

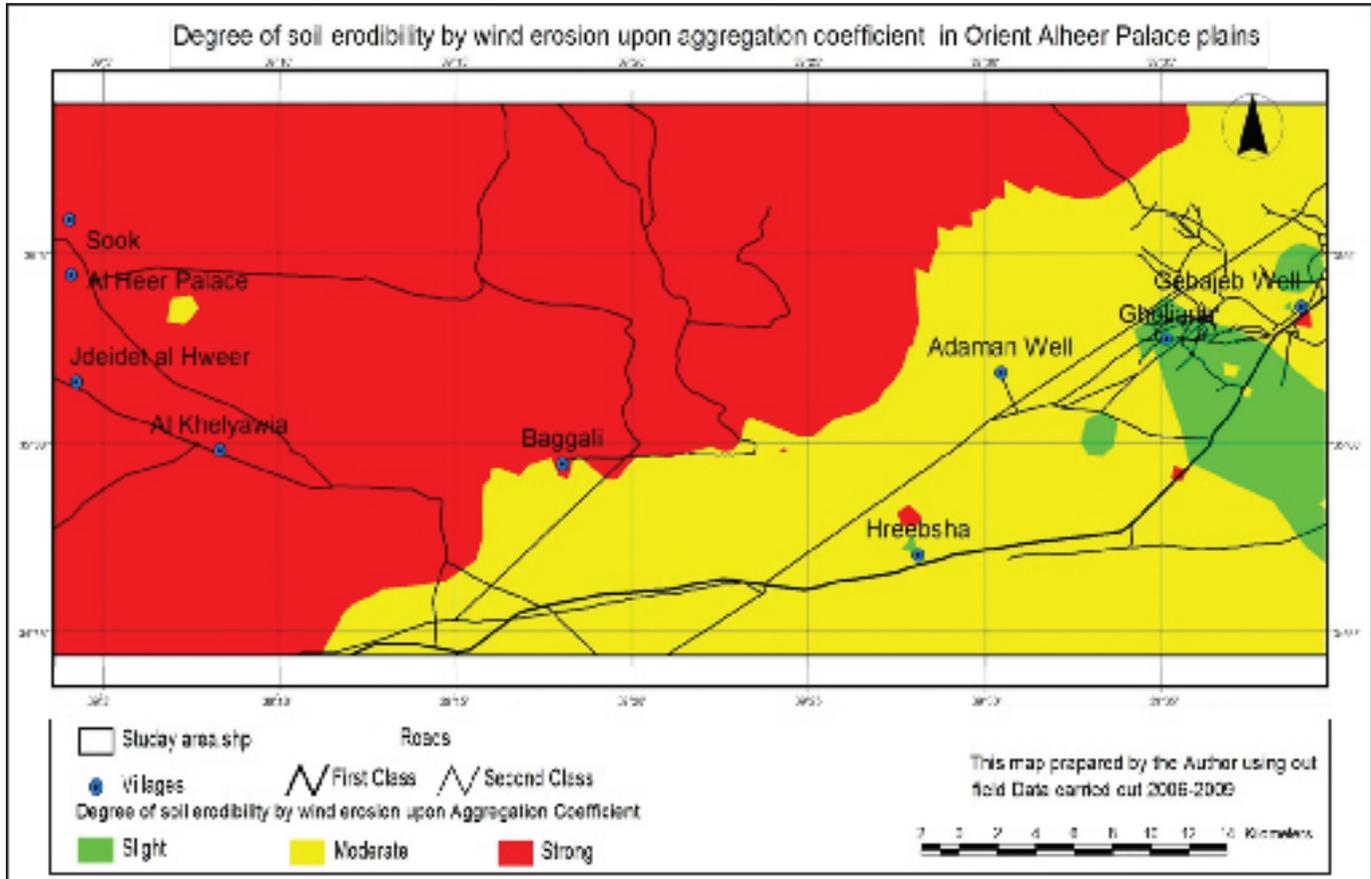
تبين الدراسات السابقة للتربة التي قامت بها الشركة الروسية (SELHOZPROMEXPOORT, 1987) لمنطقة سهل قصر الحير الشرقي أن قوام التربة كان لومياً أو لومياً طينياً رملياً، وأن نسبة الرمل الفيزيائي في خمسة مواقع مأخوذة من الطبقة السطحية (0 - 10) سم يتراوح بين 57 - 83 %.

وبالمقارنة مع نتائج دراستنا نجد أن قوام التربة في أربعة مواقع تمت دراستها في المنطقة نفسها يكون لومياً رملياً أو رملياً لومياً (الجدول 8). وأن نسبة الرمل الفيزيائي مرتفعة، وتتراوح بين 70 - 92 % (الجدول 8).

الجدول 8 . نتائج التحليل الميكانيكي لبعض عينات التربة الواقعة في منطقة سهل قصر الحير الشرقي.

رقم عينة التربة	الرمل (%)	السلت (%)	الطين (%)
81	69.69	18.18	12.13
82	90.35	2.77	6.88
83	78.92	8.6	12.48
84	67.07	24.25	8.68

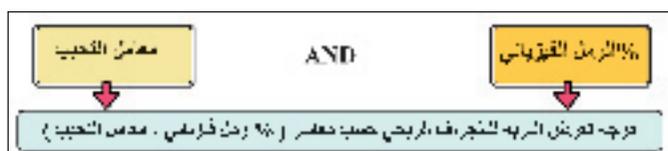
وعلى اعتبار أن قوام التربة يؤثر في عملية الانجراف الريحي، فإن عملية



الشريحة 2 . درجة تعرض التربة للانجراف الريحي حسب قيمة معامل التحب في المنطقة المدروسة.

الجدول 9 . معامل التحبب و نسبة الطين والمادة العضوية لبعض الترب المدروسة.

الرقم	معامل التحبب	الطين (%)	المادة العضوية (%)	الرقم	معامل التحبب	الطين (%)	المادة العضوية (%)
010	> 1	25.6	0.5	011	> 1	24.3	0.5
013	> 1	38.88	2.4	014	> 1	41.2	1.87
016	> 1	44.3	0.4	031	> 1	26.6	1.57
034	> 1	35.27	0.71	053	> 1	53.07	1.43
054	> 1	46.15	2.49	055	> 1	29.17	0.4
057	> 1	30.07	0.77	068	> 1	25	2.01
074	> 1	30.2	1.07	079	> 1	37.22	2.55
085	> 1	32.66	0.8	080	> 1	27.32	2.28



الشكل 3 . خطوات استخدام تعليمة AND.

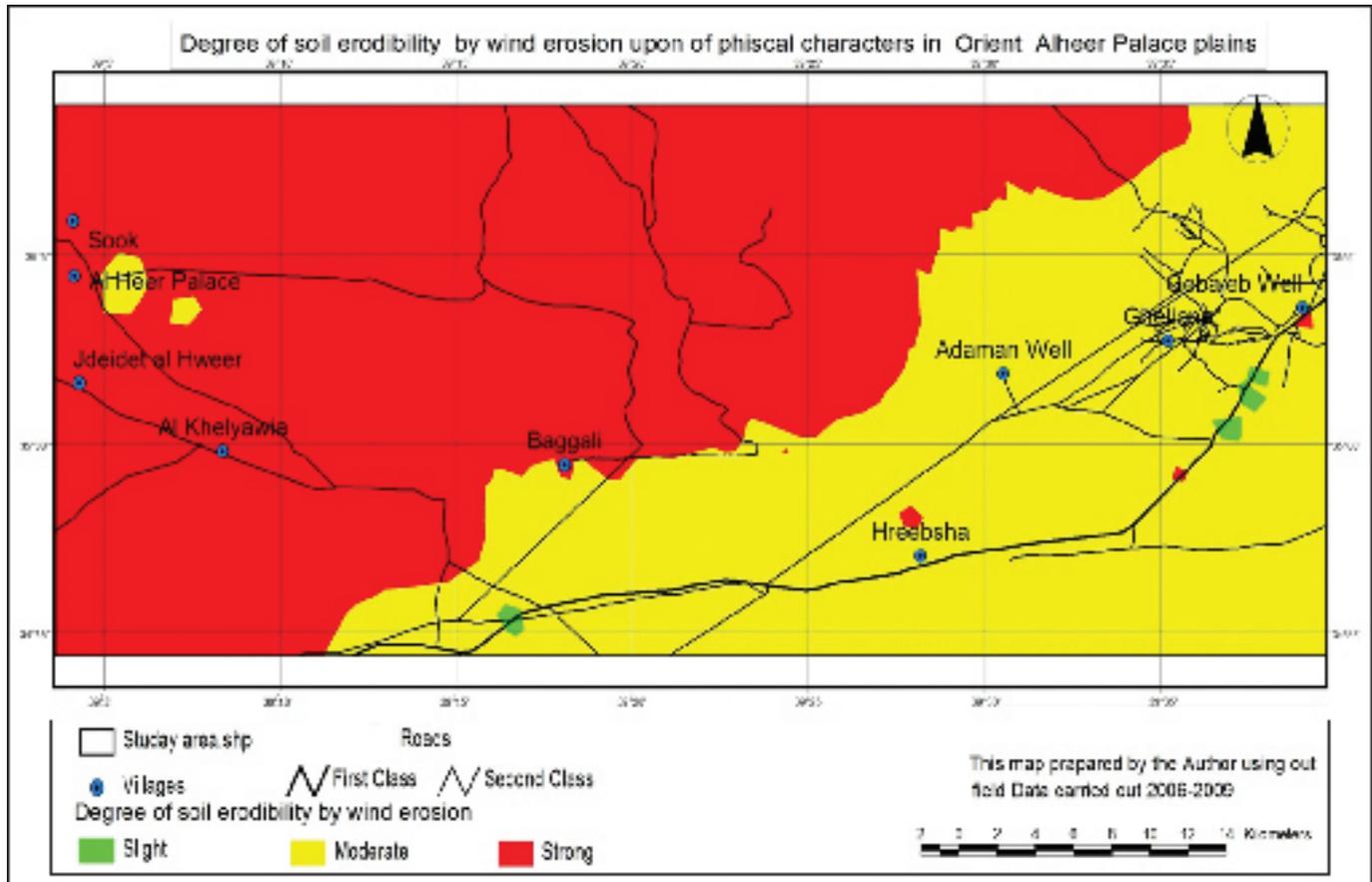
تبين الشريحة (3) درجات تعرض التربة للانجراف الريحي حسب المعايير الفيزيائية المؤثرة على عملية الانجراف الريحي في التربة. ويبين الجدول (11) مساحات الأراضي المعرضة للانجراف الريحي في المنطقة المدروسة حسب المعايير الفيزيائية:

- 57 % من المساحة المدروسة معرضة للانجراف الريحي بدرجة شديدة.
- 42 % من المساحة المدروسة معرضة للانجراف الريحي بدرجة متوسطة.
- 1 % من المساحة المدروسة معرضة للانجراف الريحي بدرجة خفيفة.

الجدول 10 . طريقة تنفيذ عملية التقاطع بين شريحتي نسبة الرمل الفيزيائي و معامل التحبب.

3	2	1	2	1	درجة التعرض للانجراف الريحي حسب معامل التحبب +
2	2	2	1	1	درجة التعرض للانجراف الريحي حسب نسبة الرمل الفيزيائي ++
3	3	2	2	1	درجة التعرض للانجراف الريحي حسب المعايير الفيزيائية للتربة (% رمل فيزيائي ، معامل التحبب) * وتشكل درجة التعرض الخفيفة نسبة لا تتجاوز نسبة (1) % وتتواجد في الأودية ، ودرجة التعرض المتوسطة نسبة (2) % محيطة بالمواقع الأولى أما الدرجة الشديدة فتشكل نسبة (13) %، والدرجة الشديدة جدا فتغطي غالبية المساحة المدروسة وتشكل نسبة (85) % من مجموع المساحة المدروسة .

+ يدل الرقم 1 على الدرجة الخفيفة والرقم 2 على الدرجة المتوسطة والرقم 3 على الدرجة الشديدة.
 ++ يدل الرقم 1 على الدرجة المتوسطة والرقم 2 على الدرجة الشديدة.
 * يدل الرقم 1 على الدرجة الخفيفة والرقم 2 على الدرجة المتوسطة والرقم 3 على الدرجة الشديدة.



الشريحة 3 . درجة تعرض التربة للانجراف الريحي حسب المعايير الفيزيائية للتربة.

الجدول 11 . المساحات المعرضة للانجراف الريحي حسب المعايير الفيزيائية في المنطقة المدروسة.

المجموع	درجة التعرض للانجراف الريحي حسب المعايير الفيزيائية للتربة (% رمل فيزيائي ، معامل التحبب)			
	شديدة	متوسطة	خفيفة	
1485	837.25	639.54	3.82	المساحة (كم ²)
100	57	42	1	المساحة (%)

وقد وصلت التربة المنقولة في البادية السورية (منطقة جبل البشري) إلى 2.636 طنناً.ساً¹ على جبهة عرضها 100 متر عند سرعة رياح 15 م. ثاً¹ (عسكر، 1998) .
بينت نتائج التقييم (الجدول 12) أن غالبية المواقع المدروسة معرضة للانجراف بدرجة شديدة، أما الدرجة المتوسطة فاقترضت على المواقع (003 - 004 - 005 - 006 - 012).
ويبين الجدول (13) المساحات المعرضة للانجراف الريحي حسب كمية التربة المنقولة بالرياح في المنطقة المدروسة، حيث نجد أن المساحات المعرضة للانجراف بدرجة شديدة تشكل 83 % و بدرجة متوسطة 17 % من مجموع المساحة المدروسة.

كما تضمنت هذه الدراسة اختيار بعض المواقع لتقدير كمية التربة المنقولة بالرياح باستعمال أجهزة Bagnold عند سرعة الرياح تتراوح بين 8 إلى 14 م. ثاً¹ (الجدول 12). تظهر النتائج أن كمية التربة المنقولة ترتبط مع سرعة الرياح. ويذكر Bagnold (1953) أن قدرة الرياح على حمل الحبيبات تزداد بزيادة سرعة الرياح، كما يؤكد كلاً من Baldwin و Shelton (2003) أن سرعة الرياح وقدرتها هي التي تحدد مدى مقاومة التربة للانجراف. وقد وصلت كمية التربة المنقولة بالرياح إلى 2.305 طنناً. ساً¹ على جبهة عرضها 100 م في الموقع رقم (17)، حيث تم جمع العينة أثناء عاصفة غبارية شديدة بلغت فيها سرعة الرياح 14 م. ثاً¹.

الجدول 12. كمية التربة المنقولة باستخدام أجهزة Bagnold.

رقم العينة	مكرر 1	مكرر 2	مكرر 3	الزمن (سا)	سرعة الرياح (م / ثا)	التاريخ	كمية التربة المنقولة (كغ / سا / 100 متر)	درجة التعرض للانجراف
2006								
003	22.97	12.13	17.55	2	8	12/7/2006	43.86	متوسطة
004	11.38	12.2	11.79	1.9	8	12/7/2006	29.94	متوسطة
005	3.65	2.78	3.21	2.35	8	6/8/2006	11.28	متوسطة
006	2.49	3.87	3.18	2.85	8	6/8/2006	11.15	متوسطة
012	18.8	19.6	19.2	0.96	10	20/12/2006	97.9	شديدة
013	23	7.77	15.38	1.23	10	20/12/2006	125.08	شديدة
2007								
027	71.9	70.4	71.15	2	10	20/6/2007	359.5	شديدة
013	23	7.77	15.38	1.23	10	20/6/2007	78.33	شديدة
014	225	325.96	275.48	1.95	10-8	9/7/2007	531.41	شديدة
017	105.52	85	95.26	1.35	10-9	9/7/2007	705.62	شديدة
020	108.44	155.91	132.17	1.15	10-11	9/7/2007	1149.34	شديدة
039	42.3	62.41	33.08	3.05	8	9/8/2007	150.59	شديدة
012	21	18.08	15.04	3	8	9/8/2007	16.11	متوسطة
022	70.8	79.25	75.25	4.1	8	30/8/2007	70.95	شديدة
026	111.44	100.9	106.17	3.95	8	30/8/2007	106.98	شديدة
2008								
*017	387.78	381.97	384.87	0.83	14	18/4/2008	2305.6	شديدة
*018	668.06	660.39	664.22	2.02	14	18/4/2008	1509.6	شديدة
*092	203.6	263.07	233.33	0.85	14	18/4/2008	1451.9	شديدة
106	53.38	55.1	54.24	2.1	10	28/4/2008	127.09	شديدة
002	90.38	59.57	79.52	1.8	8	8/5/2008	251	شديدة
003	58.33	100.71	28.32	1.55	8	8/5/2008	256	شديدة

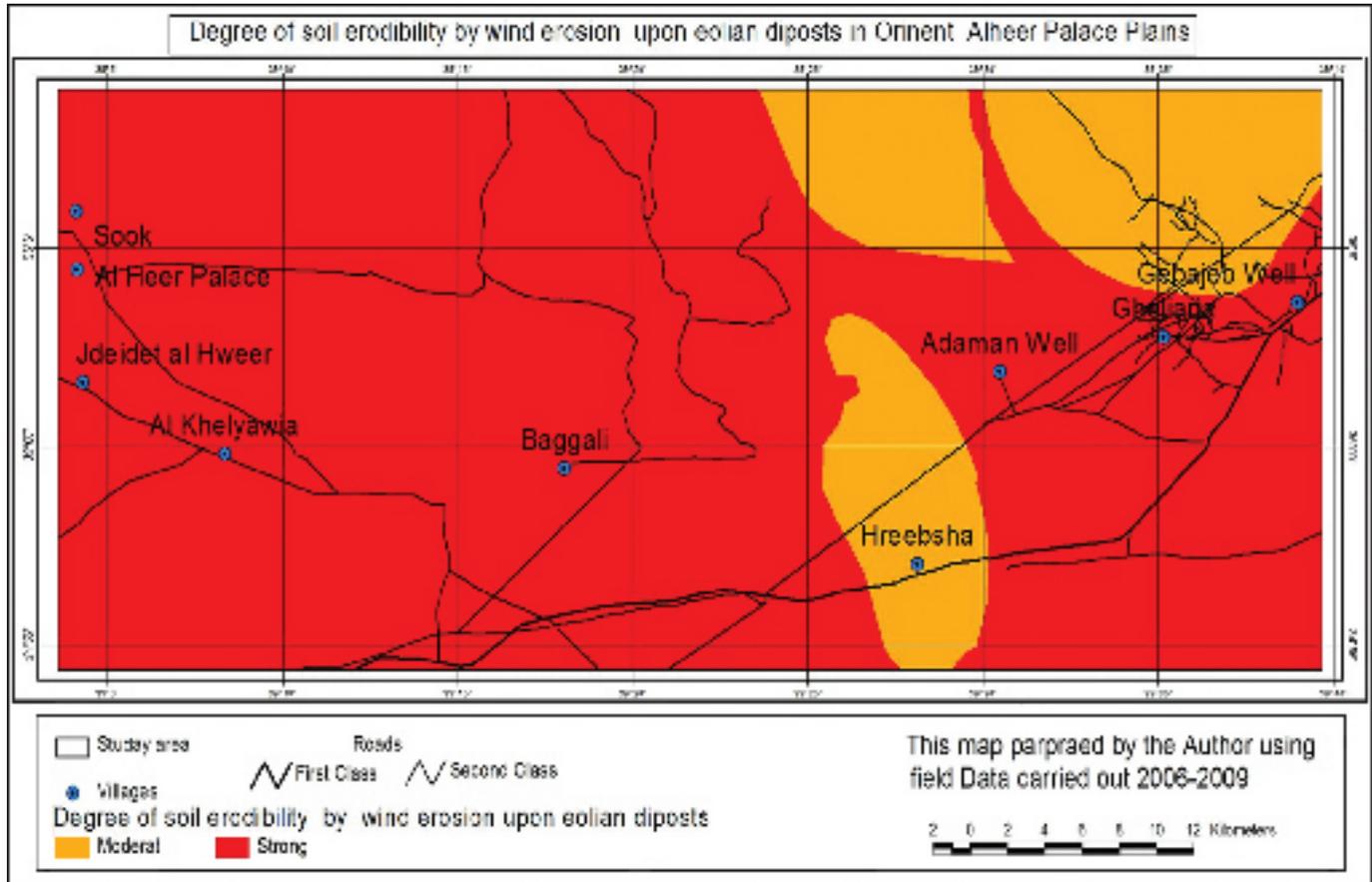
* العينات تم جمعها أثناء عاصفة غبارية بلغت سرعة الرياح فيها 14 م. ثا¹

أما الشريحة (4) . فتبين درجة تعرض التربة للرياح حسب كمية التربة المنقولة بالرياح.

ان معدلات التربة المحمولة بالرياح التي تم تقديرها باستخدام أجهزة Bagnold التي وصلت لـ (2.305) طنًا. سا¹ على جبهة عرضها 100 متر تظهر تأثيرات سلبية على خصوبة التربة. و تؤكد دراسات الأبحاث لكل من Follett و Stewart (1985) ، Lason و زملاؤه (1990) ، Larney و زملاؤه (1995) ، Lal (1988) ، عسكر (1991) ان التأثيرات الضارة للانجراف الريحي تشمل فقد التربة والمواد العضوية.

الجدول 13. المساحات المعرضة للانجراف الريحي حسب كمية التربة المنقولة بالرياح في المنطقة المدروسة.

المجموع	درجة التعرض للانجراف الريحي حسب كمية التربة المنقولة بالرياح		المساحة (كم ²)
	شديدة	متوسطة	
1447.71	1227.89	257.11	
100	83	17	المساحة (%)



الشريحة 4 . درجة تعرض التربة للرياح حسب كمية التربة المنقولة بالرياح.

نسبة المادة العضوية بين 0.36 - 0.99 و كمية الفوسفور بين 4.2 - 10.8 mg k⁻¹ g. و بتقدير معامل الشراء: { هو نسبة المادة الدبالية في التربة المنجرفة مقسمة على نسبتها في التربة الأصلية } يكون بين 0.46-3.03 بالنسبة للمادة العضوية وللنفسفور بين 0.85-3.29. نستنتج من ذلك أن هناك فقداً كبيراً للمادة العضوية والنفسفور والعناصر الغذائية الأخرى للترب المدروسة. ويذكر Zobeck (2001) أن كمية الفوسفور في التربة المعرضة للانجراف تكون أقل من التربة غير المعرضة للانجراف .

لذلك توجهنا لدراسة الخصائص النوعية للمادة الترابية المنجرفة (الجدول 14) والتربة الخاضعة لعمليات الانجراف الريحي وخاصة الخصائص الخصبية (الجدول 15).

حيث يظهر أن نسبة المادة العضوية للمادة الترابية المنجرفة تتراوح بين 0.33-3.0 % وكميات الأزوت (5.99-45.8 mg k⁻¹ g) و الفوسفور (6.3 - 35.6 mg k⁻¹ g) والبوتاس (100.2-895.7 mg k⁻¹ g). أما بالنسبة للتربة الخاضعة لعملية الانجراف الريحي فقد تراوحت

الجدول 14. نتائج التحليل الكيماوي للمادة الترابية المنجرفة بالرياح المجمع بأجهزة Bagnold.

رقم مصيدة أجهزة Bagnold	مادة عضوية (%)	NH ₄ ⁺ (g ⁻¹ mg k)	فوسفور متاح (g ⁻¹ mg k)	بوتاس متاح (g ⁻¹ mg k)
004	0.37	10.87	6.3	107.5
006	0.58	13.6	7.5	100.5
018	3.0	45.8	35.6	895.7
092	1.17	23.15	25.45	557.5
106	0.52	8.87	8.5	199.1
110	0.33	5.99	11.2	100.2

رقم موقع التربة الخاضعة لعملية الانجراف الريحي	مادة عضوية (%)	فوسفور متاح (g ⁻¹ mg k)	معامل التراء	
			مادة عضوية	فوسفور
004	0.36	4.2	1.02	1.5
006	0.4	8.77	1.45	0.85
018	0.99	10.8	3.03	3.29
092	0.91	10.2	0.77	2.49
106	0.56	10.1	0.92	0.84
110	0.71	6.71	0.46	1.66

1. يوصى بأخذ الحذر في التعامل مع هذه الأراضي، وتجنب عملية الحراثة والحركة العشوائية للأليات التي تؤدي الى تخريب بناء التربة وتحطيمه.
2. للمحافظة على طبقة التربة السطحية الغنية بالمغذيات نقتح المحافظة على النظم البيئية الطبيعية، وخاصةً الغطاء النباتي الطبيعي وإدارتها تحت نظم المراعي الطبيعية، وإعادة تأهيل الأراضي المتدهورة و الغطاء النباتي الذي يعد أفضل وسيلة لحماية التربة من عوامل التعرية.

المراجع

- الجيلاني، عبد الجواد، وحسن حبيب، و عبد الرحيم لولو. 2003. دليل تقييم الأراضي المتدهورة في الوطن العربي. الدورة التدريبية حول مكافحة التصحر وإعادة تأهيل الأراضي المتدهورة، أكساد، المفرق الأردن.
- بهجت، محمد، ويونس ادريس. 2006. نظم المعلومات الجغرافي GIS المجلد الاول المفاهيم ودليل استخدام Arc View GIS 3.2. دمشق، الطبعة الاولى، 280.
- بهجت، محمد، ويونس ادريس. 2006. نظم المعلومات الجغرافي GIS المجلد الثاني دليل استخدام المتقدمين Arc View GIS 3.2. دمشق، الطبعة الاولى، 170.
- تقارير العطيات المناخية. 2005، 2006. مديرية الأرصاد الجوية، قسم المناخ.
- تقارير العطيات المناخية 2008، 2007، 2006، 2005. مديرية البحوث العلمية الزراعية، مركز دير الزور، محطة دير الزور.
- سنكري، نذير 1981. بينات ونباتات مراعي المنطقة الجافة وشديدة الجفاف السورية. منشورات جامعة حلب، الطبعة الثالثة، 793.
- عسكر، محمود 1991. الانجراف الريحي في البادية السورية. مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، العدد 19 (17): 180 - 161.
- عسكر، محمود 1998. دراسة الفقد الكمي بالانجراف الريحي والخصائص النوعية للمادة الترابية المنجرفة في ظروف البادية السورية. اسبوع العلم الثامن والثلاثون. المجلس الأعلى للعلوم، وزارة التعليم العالي.
- عسكر، محمود 1999. دراسة تكرارية العواصف الغبارية وعوامل ظهورها في البادية السورية. مجلة بحوث جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 15 (8): 165-157.

الاستنتاجات:

- 1- يتبين من خلال هذه الدراسة أن ترب البادية غير مقاومة للانجراف الريحي نظراً لطبيعة بنائها الهش وقوامها الخفيف. وبينت نتائج الدراسة أن نسب درجة تعرض الأراضي للانجراف الريحي حسب المعايير الفيزيائية المؤثرة على عملية الانجراف الريحي (معامل التحبب، نسبة الرمل الفيزيائي) للتربة تتوزع في المنطقة المدروسة كالآتي:
 - * 57 % من المساحة المدروسة معرضة للانجراف الريحي بدرجة شديدة.
 - * 42 % من المساحة المدروسة معرضة للانجراف الريحي بدرجة متوسطة.
 - * 1 % من المساحة المدروسة معرضة للانجراف الريحي بدرجة خفيفة.
- 2 - بينت نتائج التقييم أن الأراضي المعرضة للانجراف الريحي حسب كثافة الغبار المنقول بالرياح تتوزع في المنطقة المدروسة كالآتي:
 - * 83 % من المساحة المدروسة معرضة للانجراف الريحي بدرجة شديدة.
 - * 17 % من المساحة المدروسة معرضة للانجراف الريحي بدرجة متوسطة.
- 3 - وصلت كميات التربة المفقودة نتيجة عملية الانجراف الريحي المقدرة باستخدام أجهزة Bagnold لـ (2.305) طن.سا⁻¹ على جبهة عرضها 100 م عند سرعة الرياح 14 م.ثا⁻¹.
- 4 - أكدت التحاليل المخبرية للمادة الترابية المنجرفة أن هناك فقداً للمادة العضوية والعناصر الغذائية وقد وصل معامل التراء لـ (3.03) بالنسبة للمادة العضوية وللنفسور لـ (3.29) ما يؤثر سلباً في القدرة الإنتاجية للأراضي المعرضة للانجراف.

- Degradation & Development, Volume 12 Issue 6: 519 - 539 . عليوي ، محمد 1991 . خريطة تدهور التربة في الجمهورية العربية السورية . أسبوع العلم الواحد والثلاثون . المجلس الأعلى للعلوم . وزارة التعليم العالي .
- Larney, F. J., R. C. Izaurre, H. H. Janzen, B. M. Olson, E.D. Solberg, C. W. Solberg, and M. Nyborg. 1995; Soil erosion-crop productivity relationships for six Alberta soil. *J. Soil and Water Cons.*, 50:87-91.
- Lason, W. E., G. R. Foster, R. R. Allmaras, and C. M. Smith 1990. (eds.) Proceedings of soil and productivity workshop . Univ. Minn., St. Paul, 142.
- SELHOZPROMEXPOORT. 1987. Water Resources Use in the Syrian Desert ,Syrian Arab Republic ,for Pasture Water Supply .USSR, Moscow,Volume1,book4,Appendix2, 220 .
- Oldeman, L. R. 1994. The global extent of soil degradation. Pp99-118 in 'Soil resilience and sustainable land use' (Eds. D. J. Greenland & I. Szabolcs), CAB International, Wallingford, UK.
- Tavernier, R. A., A. Osman, and M. Ilaoui, 1981. Soil Taxonomy and soil of Syria and Lebanon . Proceeding of the International Classification Workshop, ACSAD, Damascus, Syria, 10 : 83-93.
- Shayati, E. I. and N. K. Asorov. 1975. Assessment Potential Risk appearance wind erosion on Territory of North Kazakhstan . Volume ,agro, Soil Science and Meleeration ,Tselinograd.
- Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy- (10th ed). USDA, NRCS.
- Zobeck, T. M. and J. D. Bilbro. 2001. (eds) Crop Productivity and Surface Soil Properties of a Severely Wind-Eroded Soil. Selected papers from the International Soil Conservation Organization Meeting held ,Purdue University and the USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, 617-622 .
- Baldwin, C. S. and I. J. Shelton. 2003. Soil Erosion –Causes and Effects. Ministry of Agriculture Food & Rural Affairs. Ontario, Original Factsheet , Order 3, 40-87 .
- Bagnold, R. A. 1941. The physics of Blown Sand and Desert Dunes. London.
- Bagnold, R. A. 1953. Forms des dunes sable et régime des Vents . in: Colloques interationaux CNRS. XXXV, S. (10) : 23-32.
- Follett, R. F. and B. A. Stewart. 1985. (eds) Soil erosion and crop productivity. ASA, CSSA and SSSA Inc. Pub., Madison, WI, 533.
- FAO. 1999. Guidelines for soil profile description .Land and water Development Division, Rome, 53.
- Hilgard, E. W. 1973. On the silt analysis of soils and clays. *Am. Jour. Sci.*, ser. 3, v. 6, 288-296, 333-339.
- Ilaoui, M. and M. Askar. 1997. Dust, dust storms and environmental degradation in the Syrian steppe . First LAS / WMO international symposium on sand and storms (ISSDS-I), ACSAD, Damscus, Syrian Arab Republic, 2-7 November.
- Janpeisov, R. 1977. Erosion and deflation of soil Kajahsam. Alma-Ata. Science, c, 232
- Jie, C., C. Jing-zhang, T. Man-zhi , and G. Zi-tong. 2002. Soil degradation: a global problem endangering sustainable. *Journal of Geographical Sciences*, Volume 12, Number 2: 243-252.
- Lal, R. 1988. Monitoring soil erosions impact on soil productivity. In: R. Lal (ed.) Soil erosion research methods .Soil Water Cons. Soc. Ankeny, Iowa, 187-200.
- Lal, R. 2001. Soil degradation by erosion. *Land*



تغيّرات الهطل في منطقة الجزيرة السورية و آثارها الكامنة في الغطاء النباتي و إنتاجية المزروعات

Precipitation Change, and Its Potential Effects on Vegetation and Crop Productivity in Syrian Al Jazerah Region

د. ميشيل سكاف⁽¹⁾ و م. شفا ميثوت⁽²⁾

(1): جامعة تشرين - كلية الزراعة - قسم الحراج و البيئة .

(2): مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية.

المُلخَص

أشارت تقارير لجنة تغيرات المناخ (IPCC) إلى وجود تغيّر واضح في الدورة الهيدرولوجية نتيجةً للتسخين العام على مستوى سطح الأرض، تتنبأ النماذج الحديثة للدورة العامة للغلاف الجوي (GCMs) بحدوث تغيّرات ملحوظة في كميات و توزيعات الهطل ذات انعكاسات مباشرة على النظم البيئية و الزراعية و الموارد المائية.

استُخدمت خطوط الاتجاه Trends و توزّع غاما Gamma Distribution، إضافةً إلى المتوسط المتحرّك Moving Average تحليل قيم الهطل الفصلية و السنوية لثلاث محطات (القامشلي - تل أبيض - الحسكة) تمثّل منطقة الجزيرة و لفترة امتدت من عام 1960 و حتى 2006 و ذلك لتحديد اتجاه التغيّر و تقدير قيمته ، كما استعمل مؤشر تركّز الهطل (PCI) لدراسة التغيّر في موسمية الهطل، وقد أشارت نتائج البحث إلى تناقص حاد في كميات الأمطار السنوية ناتج عن تراجع أمطار الربيع و الشتاء، إضافةً إلى زيادة تركّز الهطل و خاصةً في القامشلي.

الكلمات المفتاحية: تغيّر الهطل، تغيّرات المناخ، الدورة الهيدرولوجية، المناخ الزراعي، مؤشر تركّز الهطل، توزّع غاما.

Abstract

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) reports indicate that an observed change in Hydrological cycle has been occurred as a result to a global warming in land surface. The recent General Circulation Models predict that an observed changes in precipitation quantities and distributions will occur which have direct results on Agro ecosystems and water resources. Trends, Gamma distribution and Moving average have been used for analyzing seasonal and annual rainfall values for the period (1960 - 2006) in three stations (Kamishli ,tel-Abiad- Hassakah) which represent AL Jazerah region to determined the trend of change and estimate its value . Precipitation Concentration Index (PCI) has been also used to study the rainfall seasonality. The study

©2010 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

showed that there was a sever decrease in annual rainfall quantities related to the decreasing in Spring and Winter rainfall quantities , and an increase in rainfall seasonality, especially in Kamishli station.

Key words: Precipitation Change, Climate change, Hydrological cycle, Agro-climatology, Precipitation Concentration Index, Gamma distribution.

يتضح ممّا تقدّم أهمية تقدير التغيّر في كميات الهطل و توزيعها و قيمها المتطرفة في منطقة الجزيرة، التي تعدّ من أهم مناطق إنتاج الحبوب في سوريا- في تخطيط الإنتاج الزراعي و إدارة الموارد المائية بما يضمن تحقيق التنمية الزراعية المستدامة لهذه المنطقة .

تركّزت أهداف البحث في تقدير التغيرات في كلّ من كمية وموسمية الهطل باستعمال أدق طرق الإحصاء الرياضي وأحدثها و ما قد يترتب عليها من انعكاسات على النظم البيئية الطبيعية و الزراعية.

المعطيات و طرائق البحث

تمّ إنجاز البحث باستخدام القيم الشهرية للأمطار لثلاث محطات تمثّل منطقة الجزيرة لفترة رصد امتدت من عام 1960 و حتى عام 2006. تمّ الحصول عليها من المديرية العامة للأرصاد الجوية في دمشق، (الجدول 1).

الجدول 1. إحدائيات المحطات المدروسة.

المحطة	خط الطول	خط العرض	الارتفاع (م)
القامشلي	14° 12' 41"	37° 01' 54"	449
الحسكة	58° 42' 40"	36° 31' 14"	307
تل أبيب	00° 57' 38"	36° 42' 00"	348

جرت معالجة المعطيات باستعمال المؤشرات الإحصائية المعروفة كالتوسط الحسابي (Average) والانحراف المعياري (Standard Deviation) ومعامل التباين (Coefficient of Variation). و قد تمّت دراسة تغيّرات الأمطار باستعمال عدّة طرق:

1) خطوط الاتجاه - Trends:

تمّ تحليل سلاسل الأمطار الفصلية و السنوية لكامل فترة الدراسة باستعمال المعادلات الخطية التي تسمح بتحديد اتجاه التغيّر وتقدير قيمته:

$$Y = a + bX$$

حيث أنّ:

مقدّمة

تعدّ التغيرات المناخية من أهم التحديات التي تواجه المجتمعات البشرية، حيث يتوقع أن تؤثر في النظم البيئية لمختلف مناطق العالم (Vitousek، 1994، IPCC، 2001، IPCC، 2007).

فبالإضافة إلى ارتفاع الحرارة السطحية وزيادة تركيز CO₂ فإن التسخين العام سوف يغيّر نماذج الحركة العامة للغلاف الجوي والدورة الهيدرولوجية الأمر الذي سيؤدي إلى تغيرات عميقة في نماذج الهطل لمعظم المناطق (Karl و Trenberth، 2003، Dore، 2005).

تعدّ المناطق الجافة و شديدة الجفاف من أكثر المناطق حساسية لتبدّل الظروف المناخية (Schlesinger و زملاؤه، 1990، Nicholson و زملاؤه، 1998، Evans و Geerken، 2004)، وخاصة فيما يتعلّق بكمية وطبيعة و توزّع الهطل (Ehleringer و زملاؤه، 1999، Huxman و زملاؤه، 2004) و ذلك بسبب الدور الرئيس والمحدّد الذي تؤديه رطوبة التربة بالنسبة لمختلف العمليات في النظام البيئي (Noy-Meir، 1973، Le Houérou، 1988، Weltzin و زملاؤه، 2003؛ Fay، 2009) التي تشمل التنوع النباتي الوظيفي (Paruelo و زملاؤه، 1996، Ehleringer و Knapp، 2001، Schwining و Ehleringer، 2002) لذلك يتوقع أن يكون لتغيرات الهطل آثاراً أكبر في ديناميكية النظم البيئية بالمقارنة مع التأثيرات المفردة أو التفاعلية لارتفاع الحرارة وزيادة تركيز CO₂ في مثل هذه المناطق (Knapp و زملاؤه، 2002؛ Weltzin و زملاؤه، 2003؛ Potts و زملاؤه، 2006).

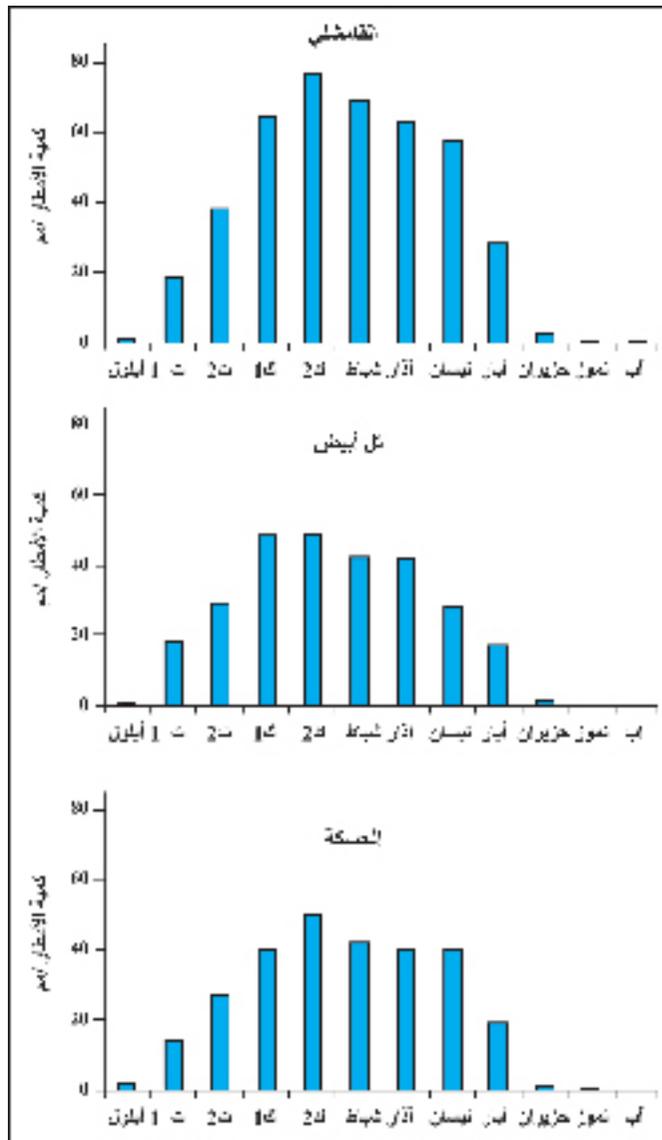
إن التغيرات في كلّ من موسمية و تذبذبات الهطل و التي تتنبأ بها نماذج الدورة العامة للغلاف الجوي (General Circulation Models (GCMs) (Easterling و زملاؤه، 2000؛ Groisman و زملاؤه، 2005؛ IPCC، 2007) يمكن أن تؤثر و بشكل كبير في التوزعات المكانية و الزمنية لرطوبة التربة و بالتالي يمكن أن تبدّل في درجة تأقلم الأنواع المختلفة و علاقتها للتبادل مع بعضها و مع الأحياء الأخرى (Weltzin و زملاؤه، 2003؛ Huxman و زملاؤه، 2004).

يعدّ حوض المتوسط منطقة مناخية انتقالية حيث يتوقع أن يكون لتغيرات المناخ تأثيرات عميقة للغاية و خاصة فيما يتعلّق بالنظم البيئية الزراعية و الموارد المائية (Lavorel و زملاؤه، 1998).

النتائج و المناقشة

* دراسة المسارات العامة للأمطار و تبايناتها :

تمّ حساب المعدّلات الشهرية و الفصلية و السنوية لقيم الأمطار في المحطات الثلاث مع تبايناتها، وقد استعملت المعدّلات الشهرية لتوضيح مسارات الهطل في كلّ محطة كما هو مبين في الشكل (1)، ويلاحظ أنّ كانون الثاني هو الشهر الأكثر هطولاً في جميع المحطات، كما أنّ كميات الأمطار خلال شهري آذار و نيسان مرتفعة نسبياً بالمقارنة مع أشهر الشتاء، الأمر الذي يعدّ بالغ الأهمية بالنسبة لتغطية الاحتياجات المائية للمحاصيل ونباتات المراعي، حيث تتوافق هذه الفترة مع مرحلتي استطالة الساق و الإنبال بالنسبة للحبوب، و مرحلة استئناف النمو بالنسبة للأنواع النباتية العمرة.



الشكل 1. مسارات الأمطار في القامشلي و تل أبيب و الحسكة وفق المعدّلات المحسوبة من (1960-2006).

Y القيمة المحسوبة بالترند.

a القيمة الابتدائية.

b معدّل النمو المطلق (السنوي).

X الزمن (السنوات).

(2) توزّع غاما Gamma Distribution:

تحدث تغيرات أي عنصر مناخي وفق ثلاثة أنماط : تغير في المعدّل، أو تغير في المعدّل مترافق مع حدوث تغير في الانحرافات (التذبذب)، أو ثبات في المعدّل مع حدوث تغير في التذبذب.

لذلك استعمل توزّع غاما من أجل التقدير الدقيق لتغيرات كميات الهطل وتوزّعها الاحتمالي بعد تقسيم السلاسل الزمنية للأمطار إلى مرحلتين:

تبدأ الأولى من عام 1960 وحتى عام 1983، أما الثانية فتمتدّ من عام 1984 حتى عام 2006.

تعدّ توزّعات غاما إحدى التوزّعات الأكثر أهمية و استعمالاً في الدراسات الهيدرولوجية (Yue، 2001؛ Shiau و زملاؤه، 2007) و يعدّ توزّع غاما غير الكامل Distribution Incomplete Gamma الأكثر دقة في تمثيل بيانات الأمطار (Redmond، 2000).

يأخذ توزّع غاما غير الكامل الشكل التالي:

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad ; x > 0$$

تمّ حساب مؤشر تركّز الهطل Precipitation Concentration Index لكل موسم لتحديد الاختلافات في طبيعة توزّع الأمطار بين المواسم المختلفة في كل محطة و الذي يأخذ الشكل التالي:

$$PCI = 100 \frac{\sum p_i^2}{P^2}$$

Pi الهطول الشهري (مم).

P الهطول السنوي (مم).

و قد استعملت خطوط الاتجاه في تحديد اتجاه و مقدار تغير قيم المؤشر للإحاطة بجميع التبدّلات في موسمية الهطل إن وجدت.

(3) المتوسط المتحرّك Moving Average:

استعمل المتوسط المتحرّك المحسوب لكل خمس سنوات لتحديد المسار العام للتغير في كمية الأمطار السنوية و ذلك بمقارنة قيمه المحسوبة لكامل الفترة مع معدّل أمطار الفترة الأولى (1960-1983).

الجدول 3. ثوابت معادلات الاتجاه التي تظهر اتجاه ومقدار التغير في كميات الأمطار الفصلية و السنوية في القامشلي و تل أبيض و الحسكة للفترة (1960-2006).

المحطة	الفترة	ثوابت المعادلة		قيمة التغير (مم)	%
		a	b		
القامشلي	الخريف	58.99	-0.01	-0.7	-1.18
	الشتاء	229.40	-0.81	-37.2	-16.2
	الربيع	199.10	-2.11	-97.1	-48.8
	الموسم الماطر	487.50	-2.93	-135.0	-27.7
تل أبيض	الخريف	39.89	0.375	+17.3	+43.4
	الشتاء	157.60	-0.759	-34.9	-22.1
	الربيع	108.90	-0.89	-41.4	-38.0
	الموسم الماطر	306.40	-1.28	-59.0	-19.3
الحسكة	الخريف	32.79	+0.43	+19.6	+59.8
	الشتاء	149.00	-0.76	-35.0	-23.5
	الربيع	132.60	-1.45	-66.5	-50.2
	الموسم الماطر	314.40	-1.78	-81.9	-26.1

يتضح من خلال الرجوع إلى المعادلات الفصلية (الجدول 3) أن التناقص الحاد في قيم الأمطار السنوية ناتج عن تناقص أمطار الربيع بالدرجة الأولى يليه تناقص أمطار الشتاء، فعلى الرغم من تزايد أمطار الخريف في الحسكة (4.2 مم/عقد) و تل أبيض (3.7 مم/عقد) إلا أن هذا التزايد لا يقارن بالتناقص الكبير في فصلي الشتاء والربيع. ولا شك أن هذه التغيرات سوف تمتلك تأثيرات ملحوظة على إنتاجية محاصيل الحبوب و الغطاء النباتي الرعوي، فمن المعروف أن المرحلة الحرجة بالنسبة لاستهلاك النجيليات للماء تتوافق مع الفترة من استتالة الساق و حتى الإزهار، حيث يتطلب النبات في هذه المرحلة أكثر من 40% من الاحتياجات الكلية لكامل دورة حياته (Ivanov, 1971). لذلك ترتبط إنتاجية المزرعات إلى حد كبير بكمية الماء المتاح في قطاع التربة (0-100 سم) خلال هذه الأطوار، حيث تعدّ الرطوبة جيدة إذا كانت أكثر من 120 مم و مقبولة إذا كانت قريبة من 100 مم، و سيئة إذا قلت عن 80 مم، (Verigo و Razomova، 1963؛ Razomova، 1975).

تعدّ أمطار الشتاء الأكثر أهمية في إغناء طبقات التربة بالماء المتاح حتى أعماق ملحوظة، والتي يستفيد منها الغطاء النباتي في الفترات اللاحقة (Schwining و Sala، 2004). وذلك لتدني مستويات التبخر نتج خلال هذه الفترة.

يبين الجدول (2) المعدلات الفصلية والسنوية المحسوبة لكامل فترة الدراسة مع معامل التباين و منها نلاحظ أن نظام الهطل في المنطقة متوسطي نموذجي من الشكل شتاء- ربيع- خريف، حيث أن أمطار الشتاء هي الأعلى وتشكل تقريباً نصف أمطار الموسم تليها أمطار الربيع فالخريف. تزيد أمطار الربيع عن ضعف أمطار الخريف في القامشلي و الحسكة و تقرب من الضعف في تل أبيض، و لهذا الأمر أهمية كبيرة من الناحيتين البيئية و الزراعية حيث يعدّ فصل الربيع فترة النمو الأعظمي في المناطق المتوسطة نظراً لتوافر درجات الحرارة المناسبة مع توافر مخزون كافٍ من الماء المتاح في التربة خلال هذه الفترة.

الجدول 2. المعدلات الفصلية و السنوية للأمطار تبايناتها في القامشلي و تل أبيض و الحسكة المحسوبة للفترة 1960-2006.

المحطة	الفترة				المعدل	CV%
	الخريف	الشتاء	الربيع	الموسم الماطر		
القامشلي	58.6	210.4	149.5	418.6		
	64.6	40.6	51.2	33.0		
تل أبيض	48.7	139.8	87.8	276.3		
	63.9	38.0	59.8	31.2		
الحسكة	42.8	131.2	98.6	218.1		
	82.3	43.5	61.2	37.6		

يتضح من الجدول (2) أيضاً وجود تفاوت كبير بين المواسم وهذا يظهر من خلال القيم المرتفعة لمعامل التباين (CV%) التي تزيد عن 30% في المحطات الثلاث. يلاحظ أيضاً أن التباين يكون أكبر خلال الفصول حيث بلغ أعلى قيمة في الخريف ثم الربيع فالشتاء.

* دراسة تغيّرات الهطل في منطقة الجزيرة:

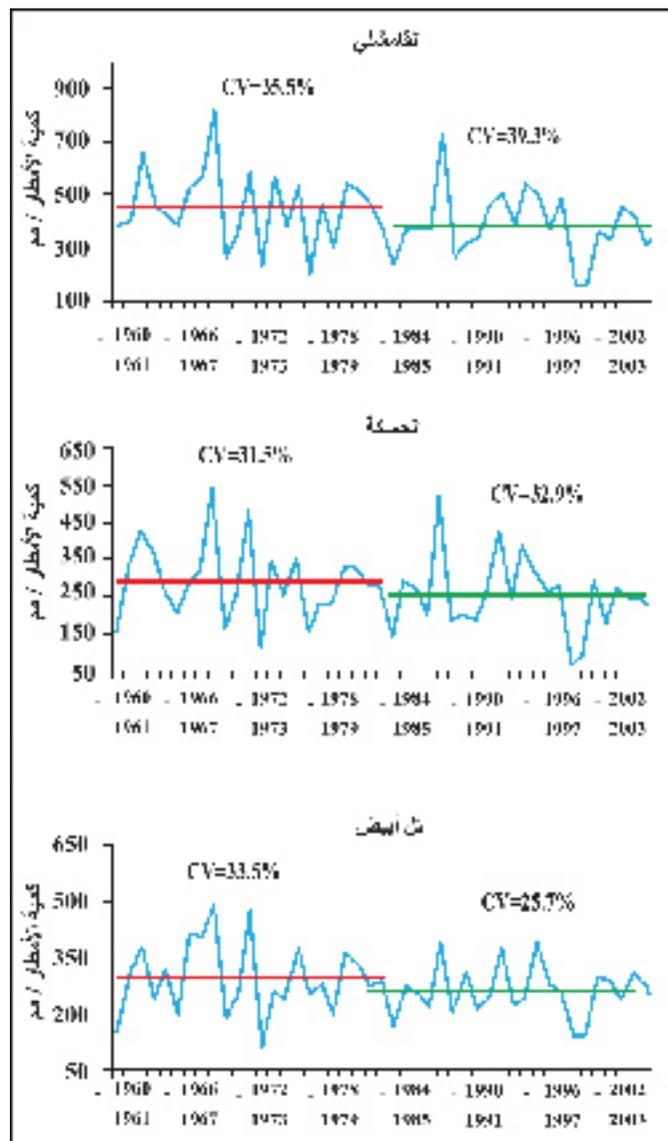
1) باستعمال خطوط الاتجاه Trends:

تبين من خلال تحليل سلاسل الهطل الفصلية والسنوية لكامل فترة الدراسة باستخدام المعادلات الخطية وجود تناقص حاد في كميات الأمطار السنوية في المحطات الثلاث كما هو موضح في الشكل (2) والجدول (3)، حيث تراجعت كميات الأمطار في القامشلي بمقدار 29 مم لكل عقد، وفي الحسكة بمقدار 17.7 مم لكل عقد، أما في تل أبيض فقد تراجعت بمقدار 12.8 مم لكل عقد، الأمر الذي أدى إلى تناقص كميات الأمطار السنوية خلال فترة الدراسة بمقدار 27.7% في القامشلي، و 26% في الحسكة، و 19.2% في تل أبيض.

الحمولات الحيوانية أو كليهما معاً.

2) بمقارنة الفترتين الأولى والثانية :

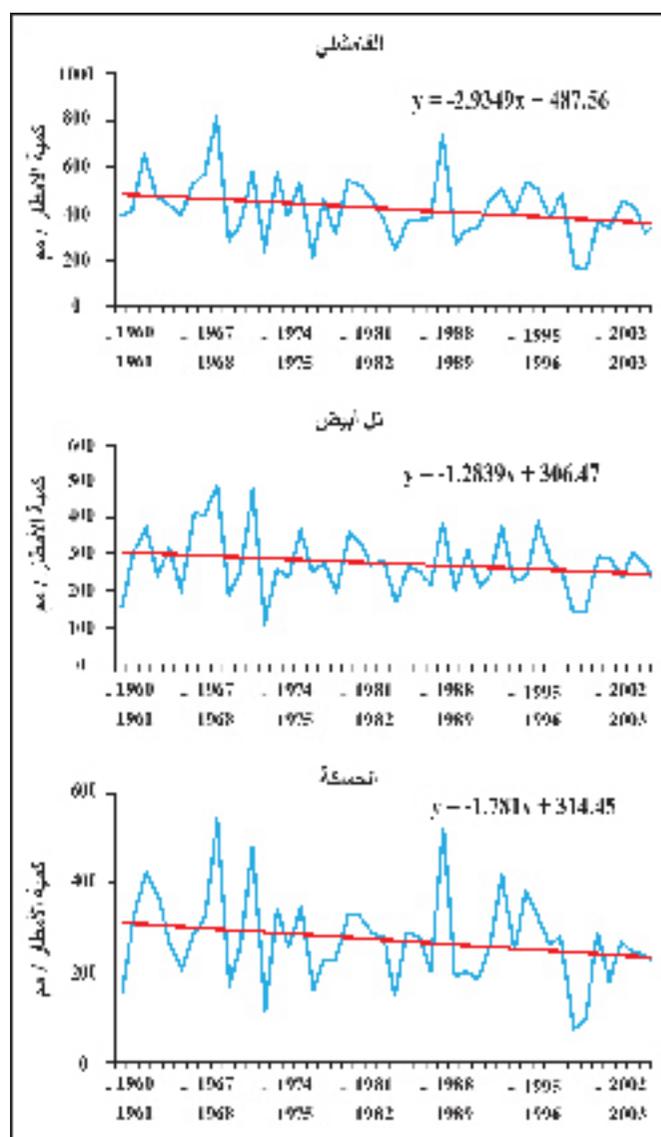
لقد سمح تقسيم فترة الدراسة بإظهار الفروق الواضحة بين المرحلتين الأولى والثانية سواء باستخدام الطرق الإحصائية البسيطة في المقارنة (الشكل 3)، أو باستخدام تَوَزَع غاما (الشكل 4).



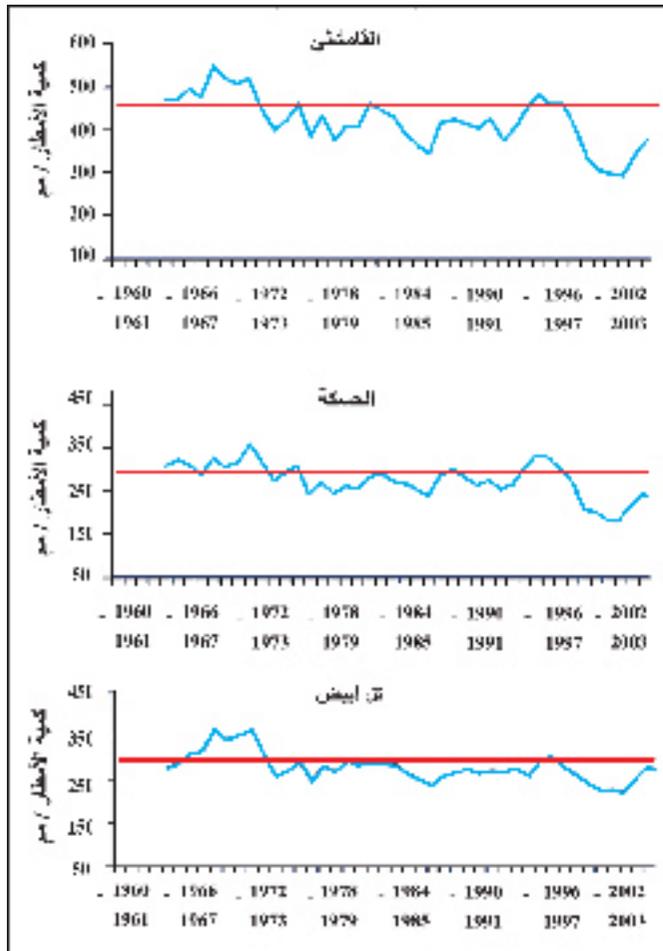
الشكل 3. التغيير في المعدلات السنوية للأمطار و تبايناتها في القامشلي و تل أبيب و الحسكة خلال الفترتين (1960-1983) و (1984-2003).

يتضح من الشكل (3) وجود تناقص واضح في معدلات الأمطار خلال الفترة الثانية في المحطات الثلاث و يترافق ذلك مع تزايد قيمتي معامل التغيير في القامشلي و الحسكة أي أن هناك تغييراً في كل من المعدل و القيم المتطرفة لهاتين المحطتين، و خاصة القامشلي.

إنّ التناقص الكبير في أمطار الشتاء في المنطقة سيكون له انعكاس واضح على توافر الرطوبة المتاحة في القطاع المتري بالنسبة للمزروعات والغطاء النباتي الطبيعي، وخاصة إذا استمر هذا النقص في عام معين خلال فصل الربيع. تتوافق المرحلة الحرجة لاحتياجات النجيليات للماء و كذلك استنناف العديد من الشجيرات التابعة للعائلة الرمامية Chenopodiaceae و المركبة Asteraceae للنمو، إضافة إلى نمو الكثير من الحوليات الربيعية و الصيفية مع فصل الربيع لذلك فإن التناقص الحاد في أمطار الربيع سيؤدي إلى تدني إنتاجية و نوعية الحبوب وإلى نقص التغطية و تراجع الإنتاجية الأولية للغطاء النباتي الطبيعي، الأمر الذي يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار في تأمين مياه الري بالنسبة للمحاصيل إذا أمكن و إدارة المراعي الطبيعية بحيث يتم تخفيض درجة استغلال المرعى أو



الشكل 2. التباينات الموسمية في كميات الأمطار و الاتجاه العام للتغيير في القامشلي و تل أبيب و الحسكة للفترة (1960-2003).



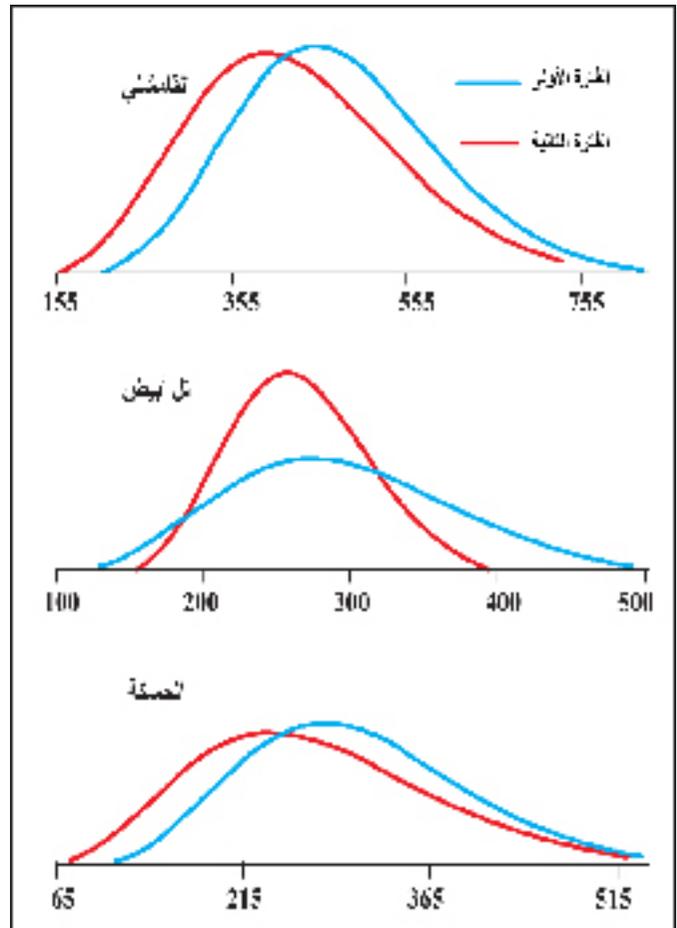
الشكل 5. الاتجاه العام لقيم المتوسطات المتحركة المحسوبة لكامل فترة الدراسة بالنسبة إلى معدل أمطار الفترة (1960-1983) في القامشلي و الحسكة و تل أبيض.

* دراسة تغيرات موسمية الهطل في منطقة الجزيرة :

أظهرت قيم مؤشر تركيز الهطل (PCI) المحسوبة للمحطات الثلاث خلال فترة الدراسة تبايناً واضحاً بين عام و آخر، حيث تراوحت بين (13.6 و 35.2) في القامشلي، و (13.3 و 27) في الحسكة، و (13.9 و 28.3) في تل أبيض .

و بتحليل السلسلة الزمنية لهذه القيم يتضح وجود تزايد ملحوظ في قيم المؤشر في القامشلي بلغ 5.2% و تزايد بسيط في تل أبيض و الحسكة لم يتجاوز 1% (الشكل 6).

يشير هذا التزايد في القامشلي إلى حدوث تغير واضح في موسمية الهطل يتجلى بتركز الأمطار خلال فترة زمنية أقل بالمقارنة مع السابق ولهذا الأمر أهمية بيئية كبيرة، حيث أنه مع تزايد طول الفترة الجافة الخالية من الأمطار يزداد الإجهاد المائي بالنسبة للغطاء النباتي و المزروعات.



الشكل 4. الاختلافات في التوزيع الاحتمالي لقيم الأمطار السنوية المحسوب بطريقة غاما ما بين الفترتين الأولى و الثانية في القامشلي و تل أبيض و الحسكة

يظهر من الشكل (4) وجود انزياح واضح في معدلات الأمطار باتجاه التناقص في المحطات الثلاث خلال الفترة الثانية من الدراسة، و يتوافق ذلك مع تغير واضح في التوزيع الاحتمالي للقيم بما فيها القيم المتطرفة، حيث يلاحظ تراجع الاحتمالية في كميات الهطل المرتفعة، و تزايدها بالنسبة للكميات المنخفضة في القامشلي و الحسكة، أما في تل أبيض فيلاحظ تراجع احتمالية كل من القيم المرتفعة و المنخفضة لكن هذا التراجع يكون أكبر بالنسبة للقيم المرتفعة.

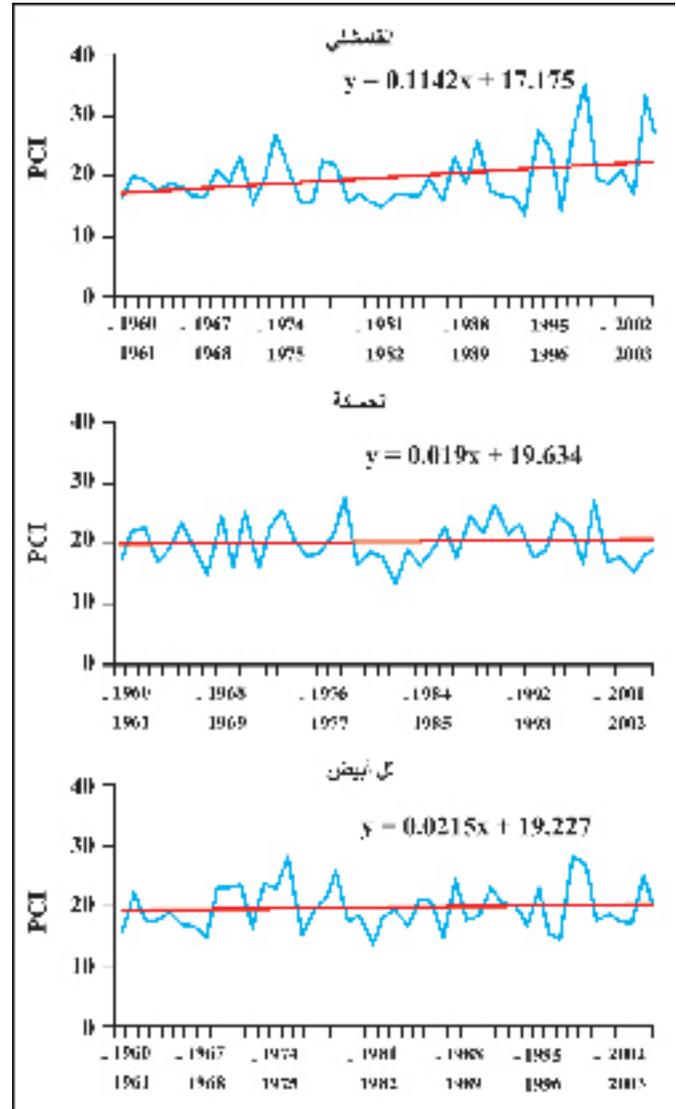
(3) باستعمال قيم المتوسط المتحرك:

تمت مقارنة قيم المتوسط المتحرك المحسوب لكل خمس سنوات لسلاسل الأمطار السنوية في المحطات الثلاث مع معدلات الفترة الأولى كما هو مبين في الشكل (5) . و منه نلاحظ أن مسار هذه القيم يتجه نحو الانخفاض مبتعداً عن مستوى المتوسط العام للفترة الأولى مما يؤكد الاتجاه الواضح نحو تناقص الأمطار خلال السنوات الأخيرة .

- 3 - بيّنت الدراسة وجود زيادة واضحة في تركّز الهطل في القامشلي، إلا أنّ هذه الزيادة كانت طفيفة في تل أبيب و الحسكة.
- 4 - أشارت دراسة تغيّرات الأمطار باستعمال المتوسط المتحرّك إلى اتجاه واضح نحو التناقص خلال العقود الثلاثة الأخيرة.

المراجع

- Dore, M. H. I. 2005. Climate change and changes y global precipitation patterns: What do we know?. Environment. International. 31: 1167-1181.
- Easterling, J; L. Evans, P. Ya. Groisman, T. R. Karl; K. E. Kunkel; and P.Ambenje. 2000. Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review. Bull. American Meteorology Society. 81: 417- 42.
- Ehleringer, J. R; S. Schwinning; R. Gebauer. 1999. Water use in arid land ecosystems. In: Press, M.C., Scholes, J. D., Barker, M. G. (Eds.), Physiological Plant Ecology. Blackwell Science. Boston.:347-365.
- Evans, J., R, Geerken. 2004. Discrimination between climate and human-induced dry land degradation. Journal of Arid Environments .57:535-554.
- Fay, P. 2009. Precipitation variability and primary productivity in water-limited ecosystems: how plants 'leverage' precipitation to 'finance' growth. New Phytologist.181:5:8
- Groisman, P. Y; R.W. Knight; D. R. Easterling; T. R. Karl ;G.C. Hegerl; and V. Razuvaev. 2005. Trends in intense precipitation in the climate record. Journal of Climate. 18: 1326-1350.
- Huxman, T. E; J. M. Cable; D. D. Ignace,; A. J. Eilts; N. B. English; J. Weltzin; and D. G. Williams. 2004. Response of net ecosystem gas exchange to a simulated precipitation pulse in a semi-arid grassland: the role of native and non-native grasses and soil texture. Oecologia .141, 295-305.
- IPCC. 2001. Climate change 2001: the scientific basis. Contribution of Working Group I in the Third



الشكل 6. الاتجاه المتزايد لقيم مؤشر تركّز الهطل في القامشلي و الحسكة و تل أبيب.

الاستنتاجات:

- 1 - يلاحظ وجود تناقص حاد في كميات الأمطار السنوية خلال فترة الدراسة في المحطات الثلاث، بلغ 27.7 % في القامشلي و 26 % في الحسكة و 19.2 % في تل أبيب. و يعود هذا التناقص بالدرجة الأولى إلى تراجع كميات الأمطار في الربيع ثم الشتاء، و على الرغم من وجود زيادة ملحوظة في أمطار الخريف في الحسكة و تل أبيب إلا أنها لا تتناسب مع التناقص الكبير لكلا الفصلين الآخرين.
- 2 - أظهرت دراسة تغيّر الأمطار باستعمال توزّع غاما الناقص وجود انزياح واضح في المعدّلات مع اختلاف ملحوظ في التوزّع الاحتمالي لقيم الأمطار في المحطات الثلاث.

- D. C. Goodrich. 2006. The sensitivity of ecosystem carbon exchange to seasonal precipitation and woody plant encroachment. *Oecologia*. 150: 453–463.
- Redmond, K. T. 2000: Integrated climate monitoring for drought detection, in *Drought.: A Global Assessment*, edited by Wilhite, D. A., Routledge, 145–158.
- Shiau, J. T; S. Feng, and S. Nadarajah. 2007. Assessment of hydrological droughts for the Yellow River, China using copulas. *Hydrological Processes*. 21: 2157–2163.
- Schlesinger, W. H, J. F, Reynolds, G. L. Cunningham, L. F, Huenneke, W. M, Jarrell, R. A, Virginia, and W.G, Whitford. 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science* 247: 1043–1048.
- Schwinning, S. and O. E. Sala. 2004. Hierarchy of responses to resource pulses in arid and semi-arid ecosystems. *Oecologia* 141: 211-220
- Schwinning, S; J. R. Ehleringer. 2001. Water use trade-offs and optimal adaptations to pulse-driven arid ecosystems. *Journal of Ecology* . 89: 464–480.
- Ulanova, E. S. 1975. Agrometeorological conditions and productivity of Wheat L: Hydro – Meteo press ,302 pp.
- Verigo, S.A. and L. A. Razomova. 1963. Soil moisture and its role in Agricultural production. L: Hydro – Meteo press , 289 pp.
- Vitousek, P. M. 1994. Beyond global warming—ecology and global change. *Ecology*, 75: 1861–1876.
- Weltzin, J. F; M. E. Loik; S. Schwinning; D. G. Williams; P. Fay; B. Haddad; J. Harte; T. E. Huxman ; A. K. Knapp ; G. Lin; W. T. Pockman; M. R. Shaw ; E. Small; M. D. Smith; S. D. Smith; D. T. Tissue; and J. C. Zak. 2003. Assessing the response of terrestrial ecosystems to potential changes in precipitation. *Bio Science*. 53: 941–952.
- Yue, S. 2001. A bivariate gamma distribution for use in multivariate flood frequency analysis. *Hydrological Processes*. 15: 1033–1045.
- Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Houghton JT, Ding Y, Griggs DJ, et al (eds). Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC. 2007. Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon S, Qin D, Manning M, et al., (eds). Cambridge, UK and New York: Cambridge University Press.
- Ivanov. P. K. 1971. Spring Wheat. M: Kolos-press. 1971. 262pp.
- Karl, T. R and K. E. Trenberth, 2003. Modern global climate change. *Science*. 302: 1719–1723.
- Knapp, A. K; P. A. Fay; J. M. Blair; S. L. Collins; M. D. Smith; J. D. Carlisle; C. W. Harper; B. T. Danner; M. S. Lett; and J. K. McCarron. 2002. Rainfall variability, carbon cycling, and plant species diversity in a mesic grassland. *Science*. 298: 2202–2205.
- Lavorel, S.; J. Candell; S. Rambal; and J. Terradas. 1998. Mediterranean terrestrial ecosystems : research priorities on global change effect . *Global Ecology and Biogeography Letters* 7 : 157-166 .
- Le Houérou, H. N; R. L. Bingham ; Skerbek . W. 1988. Relationship between the variability of primary production and the variability of annual precipitation in world arid lands. *Journal of Arid Environment*. 15: 1–18.
- Nicholson, S. E; C. J. Tucker; M. B. Ba. 1998. Desertification, drought and surface vegetation: an example from the west African Sahel. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 79: 815–829.
- Noy-Meir, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 4: 25–51.
- Paruelo, J. M; W. K. Lauenroth . 1996. Relative abundance of plant functional types in grasslands and shrublands of North America. *Ecological Applications*, 6, 1212–1224.
- Potts, D. L; T. E. Huxman; R. L. Scott; D. G. Williams;

القسم الإنكليزي

English Section



تقييم أداء النموذجين الهيدرولوجيين في تقدير الجريان السطحي

Evaluation the Performance of Two Hydrological Models for the Estimation of Surface Run-off

Ihab Jnad

The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD) - Water Resources Dept.

المُلخَص

نُفذت الدراسة بهدف تقييم أداء النموذجين الرياضيين HEC-1 وHYDROMED لتقدير منحنى التصريف للأحواض الساكنة باستعمال المعطيات الهيدرولوجية لإحدى الأحواض الساكنة الصغيرة في سورية. استعملت عاصفة مطرية واحدة لمعايرة النموذجين الرياضيين، وثلاث عواصف مطرية من أجل تقييمهما. تم استعمال دليل المنحنى (CN) وزمن التأخير (T_{lag}) كمعلمات في معايرة النموذج HEC-1، أما بالنسبة للنموذج الرياضي HYDROMED، فقد تم استعمال معدل التسرب الأعظمي (Z_{max})، ومعدل التسرب الأصغري (Z_{min}) وزمن التأخير (T_{lag}) كمعلمات معايرة. كانت نتائج النموذج الرياضي HEC-1 مقبولة بالنسبة لتقدير حجم الجريان السطحي، وزمن الذروة، وشكل منحنى التصريف، حيث كان الخطأ في تقدير حجم الجريان أقل من 32%. أما الخطأ في تقدير ذروة الجريان فقد كان مرتفعاً، حيث وصل إلى 55%. وقد لوحظ أن الفارق بين ذروة الجريان المقدرة والمقاسة قد ازداد بزيادة كمية الهطل المطري. تراوح الخطأ المتوسط التربيعي بين القيمة المقاسة والمقدرة لحجم الجريان بين 56 و 102. أما بالنسبة لنتائج النموذج الرياضي HYDROMED فقد كانت مقبولة بالنسبة لتقدير حجم الجريان السطحي، حيث كان الخطأ في تقدير حجم الجريان الناتج عن العواصف المطرية الثلاث المستعملة في التقييم أقل من 28%. ولكن لم تكن نتائج النموذج جيدة بالنسبة لتقدير ذروة الجريان وشكل منحنى التصريف، حيث وصل خطأ تقدير ذروة الجريان إلى 74%. وتراوح الخطأ المتوسط التربيعي بين القيمة المقاسة والمقدرة لحجم الجريان بين 61 و 119.

الكلمات المفتاحية: الحد الفاصل، حجم الجريان، ذروة الجريان، نموذج هيدرولوجي، هيدروميد، نموذج رياضي.

Abstract

The main objective of this study was to evaluate the performance of the HEC-1 and HYDROMED models to predict run-off hydrograph using hydrological data collected from a small watershed in Syria. One storm was used for calibrated of the two models and three storms for evaluating them. The calibration parameters for the HEC-1 model were curve number (CN) and lag time (T_{lag}). The calibrated parameters for the HYDROMED model were maximum infiltration rate (Z_{max}), minimum infiltration rate (Z_{min}), and lag time. The HEC-1 model produced satisfactory results for of estimation run-off volume, time to peak, and

shape of the hydrograph. The error in the estimation of run-off volume was less than 32%. The discrepancy between estimated and predicted peak discharge increased as storm depth increased. Error in estimating peak discharge was as high as 55 %. The root mean square error between measured and predicted values of the hydrograph ranged from 56 to 102. The HYDROMED model reasonably estimated the run-off volume. The error in estimating the run-off volume from the three storms used for the model evaluation was less than 28 %. However, the model did not produce satisfactory result using the calibrated parameter for estimation of the peak discharge and the shape of the hydrograph. The error in estimation of the peak discharge was as high as 74 %. The root mean square error between measured and predicted values of the hydrograph ranged from 61 to 119.

Keywords: Watershed, Run-off, Peak discharge, Hydrograph, Hydrological model

Introduction

In arid and semi-arid regions, interests are growing in using water harvesting technology to provide additional water sources. However, watersheds in such regions typically are ungaged and no measured data of surface run-off are available. Therefore, a good estimation of run-off is needed for site selection and engineering design of water harvesting systems and other hydraulic structures.

There are several model which are capable of predicting storm water run-off (CREAMS, EPIC, HEC-1, HYDROMED). The main objective of this study is to evaluate the performance of the two hydrological models: HEC-1 and HYDROMED in assessing run-off volume and peak discharge for a small watershed in Syria.

HYDROMED is a conceptual model developed for semi-arid regions. The model is described in detail in Ragab et al.2001)9) and only a brief description will be given here. In this model the infiltration access was estimated using Pitman's approach (Pitman , 1973). In this approach the predicted run-off from a given input of rainfall (r) is given by the following equation:

$$\text{For } Z_{min} \leq r \leq Z_{mean} : Q = \frac{2(r - Z_{min})^3}{3(Z_{max} - Z_{min})^2}$$

$$\text{For } Z_{mean} \leq r \leq Z_{min} : Q = r - Z_{mean} + \frac{2(r - Z_{min})^3}{3(Z_{max} - Z_{min})^2}$$

$$\text{For } r \geq Z_{max} : Q = r - Z_{mean} \quad (1)$$

Where Z_{max} , Z_{min} , and Z_{mean} are maximum, minimum, and mean infiltration rate, r rainfall depth (mm), and Q run-off volume (mm)

Z_{max} and Z_{min} can be estimated from infiltration test or alternatively they can be determined by calibration.

The time delay of runoff was calculated using Muskingham equation given as:

$$O_{T+1} - O_T = \frac{\Delta t(I_t - O_T)}{T_{lag} + 0.5\Delta t} + \frac{\Delta t(I_{t+1} - I_t)}{2(T_{lag} + 0.5\Delta t)} \quad (2)$$

where O_t and I_t are the flow and lagged flow, respectively at time t ($m^3.s^{-1}$),

Δt is time step in the model, and T_{lag} is the lag time.

HEC-1 model was developed by the US army corps of engineers as single event model to simulate the rainfall –run-off relationship (Hydrologic Engineering Center, 1990). The model is based on the unit hydrograph method to transform infiltration access to run-off hydrograph. HEC-1 has several options for unit hydrograph and for estimating infiltration access. In this study, rainfall access was calculated using the NRCS curve number method (USDA-SCS,1972). The standard NRCS unit hydrograph was used to produce the runoff

hydrograph. The initial estimate of lag time was determined using the NRCS lag equation.

Methodology

The two models were evaluated using data obtained from the Syndiane reservoir which is located approximately 30 km west of Homs - Syria. Syndiane reservoir, was built in 1967, has maximum capacity of 400,000 m³ and collects runoff water from a 330 ha catchment area. In 1997, meteorological station's equipments were installed next to the reservoir. These equipments included tipping bucket rain gage, air temperature sensor, and water level sensors. Data from these sensors were recorded in 5 minutes interval and stored using a data logger. Evaporation was measured manually using a class A evaporation pan. Rainfall depths, water level in the reservoir, and evaporation data are available for the period 1997-2003. A 1:25000 topographic map was digitized and converted to a digital elevation map using ArcGIS software.

Using the digital elevation map, the Syndiane watershed boundary and characteristics were determined using WMS software package (Figure 1). The watershed area is 3.3 km², the length of the main channel is 3.9 km, and the average slope of the watershed is 7.4%.

The pipe spillway in the body of the dam becomes operational when storage reaches its maximum. Since the release from this pipe was not recorded, the storms which were used for the models calibration and evaluation were chosen at times when the storage in the reservoir is minimum (at all events the storage at the beginning of the storms was less than 30% of the maximum capacity of the dam).

The 4 February, 1999 storm was used to calibrate the models. The calibrated parameters for the HEC-1 model were CN and lag time (T_{lag}). The calibrated

parameters for the HYDROMED were Z_{max} , Z_{min} , and lag time. Table 1 shows the value of calibrated parameters for the HEC-1 and HYDROMED models.

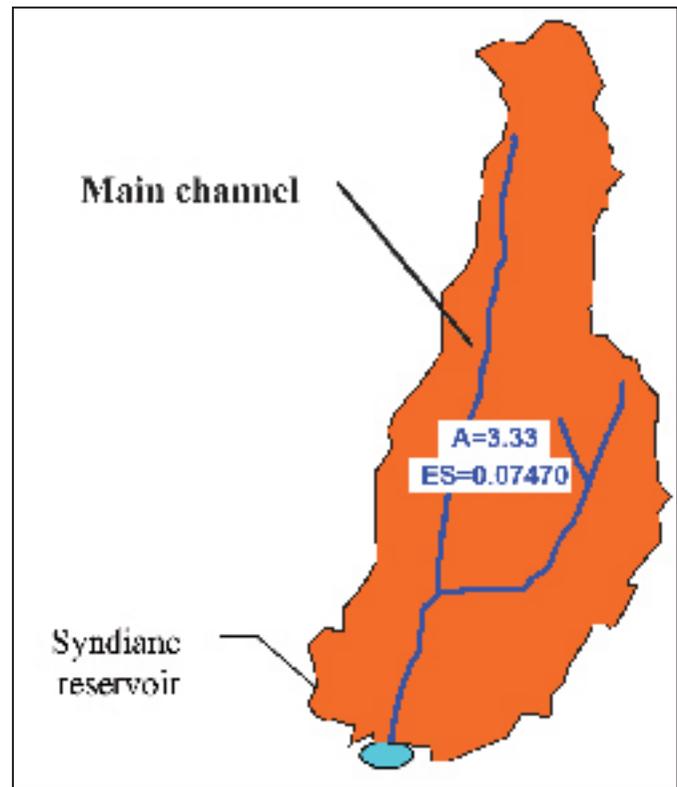


Figure 1. The Syndiane watershed boundary

Table 1. Values of calibrated parameters for HEC-1 and HYDROMED models.

HEC-1		HYDROMED		
CN	T_{lag} (hr)	Z_{max} (mm/hr)	Z_{min} (mm/hr)	T_{lag} (hr)
75.63	2.16	3.21	2.59	10.5

Three storms were used to evaluate the performance of two models: 7/1/1998, 27/1/1999, and 19/12/2001 storms. The two models were evaluated by comparing the simulated hydrographs with the measured hydrographs estimated from the changes in the reservoir volume.

The agreement between measured and predicted runoff hydrograph was quantified using the root

mean square error (RMSE) as a statistical measures of goodness of fit (Loague and Green, 1991):

$$RMSE = \left[\frac{\sum (P_i - O_i)^2}{N} \right]^{0.5} \times \left(\frac{100}{\bar{O}} \right) \quad (3)$$

where, P_i is the simulated value, O_i is the observed value, \bar{O} is the observed mean, and N is number of observation. RMSE is a measure of the deviation of simulated values from measured values. Ideally it should be equal to zero.

Results and Discussion

HEC-1 model:

Comparison of predicted run-off volume using HEC-1 model with the measured one (Table 2) shows that HEC-1 model always underestimated the run-off volume. The difference between measured and observed run-off volume ranged from 1% to 32%. The deviation between measured and predicted run-off volume increased as the storm depth increased (Table 2). This could be due to the fact that the curve number value increases as the soil moisture increases. Hawkins et al., (1985) indicated change of CN value during rainfall event. However, in the HEC1 model CN was fixed during simulation.

It has been found a good match between the measured and predicted time to peak discharge (Figure 2); however, there was some discrepancy between the measured and predicted peak discharge values. In general, the deviation in peak flow increased as the storm depth increased. The error in peak discharge ranged from 24% underestimation to 55% overestimation (Table 2). In NRCS unit hydrograph method the peak discharge is calculated using the following equation :

$$Q_p = \frac{0.208A}{T_{lag} - 0.5tr} \quad (4)$$

where Q_p is the peak discharge (m³/sec), A is the watershed area (km²), T_{lag} is lag time (hr), and tr unit hydrograph duration. Equation 4 indicates that for specific watershed Q_p decreased as lag time increased. Lag time is defined as the difference in time between the center of mass of rainfall excess and the center of mass of run-off (or peak rate of flow) (Gupta, 2001).

In term of physical meaning, lag time is related to the travel time of a water particle along the main channel and is a function of watershed characteristics and in some cases rainfall intensity and volume. Since the rainfall intensity and volume and some of the watershed characteristics were not the same for all storms used in the evaluation, it is expected to have variable values for lag time. Therefore, using

Table 2. Comparison of measured and simulated run-off volume and peak discharge using HEC-1 model.

Event	Rainfall (mm)	Run-off volume (m ³)			Peak flow (m ³ /sec)				RMSE		
		Measured	Predicted*	Error (%)	measured	predicted	Error (%)				
4-2-1999	48.5	32000	34524	3	1.19	1.22	2.5		56		
27-1-1999	44.5	28064	28438	1	0.87	1.35	55		102		
19-12-2001	89	159134	122099	24	2.5	2.8	2.3	2.1	6	24	51
7-1-1998	102	229128	145775	32	6.0	8.4	2.3	4.3	61	48	99

* Rainfall on reservoir was added

fixed value of lag time is expected to result in some discrepancy in estimating peak discharge values. Mccuen (1998) reported that as much as 75% of the total error in the estimation of the peak discharge can result from errors of lag time.

There was a reasonable match in the shape of measured and simulated hydrograph (Figure 2). The root mean square error between measured and predicted values of the hydrograph ranged from 56 to 102.

HYDROMED model:

In general, there was a high deviation between the shape of the measured and observed hydrograph for all events (Figure 2). However, the error in estimating run-off volume for the three storms used in the model evaluation was less than 28 % (Table 3).

HYDROMED consistently underestimated peak discharge (Figure 2 and Table 3). The difference between measured and simulated peak discharge ranged from 15 to 74 %. The deviation between measured and simulated peak discharge was more pronounced in double peak events such as the 7/1/1998, and 19/12/2001 events. As indicated by equation 2, the reduction in peak discharge could be due to large value of calibrated lag time (T_{lag}). Value of $T_{lag} = 10.5$ hr is much higher than the lag time calculated from different empirical equation based on watershed characteristics (Table 4). This indicates that the values of calibrated parameters do not have much physical meaning and they are viewed as being empirical constants. Using measured infiltration parameters and calculated lag time based on the watershed characteristics could improve the model performance.

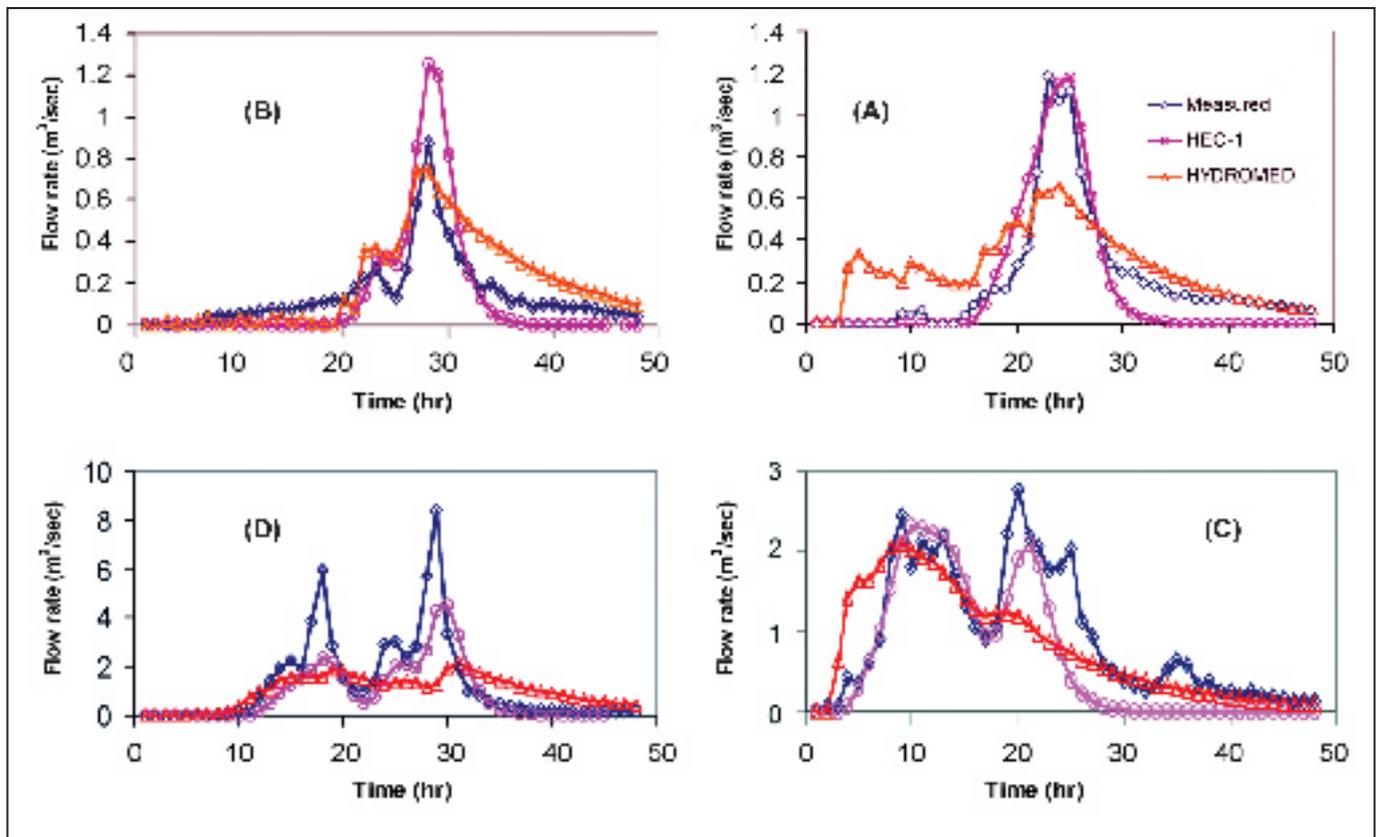


Figure 2. Comparison of measured hydrograph and simulated hydrograph using HEC-1 and HYDROMED models: (a) 4 /2 /1999 storm (used for calibration), (b) 27 /1 /1999 storm, (c) 19 /12 /2001 storm, and (d) 7 /1 /1998 storm.

Table 3. Comparison of measured and simulated run-off volume and peak discharge using HYDROMED model

Event	Rainfall (mm)	Runoff volume (m ³)			Peak flow (m ³ /sec)				RMSE		
		Measured	predicted	Error (%)	measured		predicted			Error (%)	
4-2-1999	48.5	32000	46531	45	1.19		0.66		44	94	
27-1-1999	44.5	28064	35863	28	0.87		0.74		15	85	
19-12-2001	89	159134	140548	12	2.5	2.8	2.0	1.2	18	57	61
7-1-1998	102	229128	175706	22	6.0	8.4	1.9	2.2	68	74	119

The root mean square error between measured and predicted values of the hydrograph ranged from 61 to 119.

Table 4. Lag time calculated from different equations.

Method	Equation	Lag time (hr)
Taylor method	$k = \frac{0.6}{\sqrt{s}} (LL_{ca})^m$ *	4.25
TNRC method	$k = \frac{L^{0.8}}{1900\sqrt{y}} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$ **	1.01

* s is watershed slope = 0.034, L is watershed length = 2.398 mi, Lca is length to centroid = 1.035 mi, m is power coefficient = 0.3

** L is watershed length = 12662.8 ft, CN is curve number = 75.65, and Y is watershed slope in percent = 7.404%.

Conclusion

The main objective of this study was to evaluate the HEC-1 and HYDROMED models using hydrological data collected from a small watershed in Syria. HEC-1 produced satisfactory result for estimation run-off volume, time to peak, and shape of the hydrograph. Using a fixed value of curve

number during the simulation could be the cause of the deviation between measured and simulated run-off volumes. In general, the discrepancy between estimated and predicted peak discharge increased as storm depth increased. The lag time should be varied as the storm depth and intensity change.

HYDROMED reasonably estimated the run-off volume; however, the model did not produce satisfactory result using the calibrated parameter for the estimation of peak discharge and the shape of the hydrograph. This could be mainly due to non realistic values of lag time resulting from calibration. More evaluating for the model is needed using measured infiltration parameters rather than calibrated values.

References

- Gupta, S. G. 2001. Hydrology and hydraulic systems. Waveland Press, Inc.
- Hawkins, H. R., A. T. Hjelmfelt, Jr. and A. W. Zevenberger. 1985. Run-off probability, storm depth and curve numbers. J. of Irrigation and Drainage. Div., Vol. III, No. IR4:330-340.
- Hydrologic Engineering Center, 1990. Hec-1 flood hydrograph package user's manual : U. S. Army Corps of Engineers, Davis, California.

- Loague, K. and Green, R. E. 1991. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: Overview and application. *J. Cont. Hydr.* 7:51-73.
- Mccuen, R. H., 1998. Hydrologic analysis and design. Prentice Hall, New Jersey.
- Pitman, W. V. 1973. A mathematical model for generating monthly river flows from metrological data in South Africa. Hydrological research Unit. University of the Witwatersrand. Johannesburg, South Africa.
- Ragab, R., B. Austin, and D. Moidinis. 2001. The HYDROMED model and its application to semi-arid Mediterranean catchments with hill reservoirs – 1: the rainfall-runoff model using genetic algorithm for optimization. *Hydrology and Earth System Science*, 5(4).
- UnitedStatesDepartmentofAgriculture-SoilConservation Services. 1972. Soil conservation service national engineering hand book – section 4. Hydrology, U. S. Department of Agriculture, Washington, D. C.



تأثير نقص ماء الري في النمو و الأداء الفسيولوجي لأشجار *Conocarpus erectus* و *Eucalyptus microtheca* تحت ظروف الحقل

Effects of Water Deficit on the Growth and Physiological Performance of *Conocarpus erectus* and *Eucalyptus microtheca* Trees under Field Conditions

Loutfy I. El-Juhany⁽¹⁾, I. M. Aref⁽²⁾ and A. A. Al-Harby⁽³⁾

(1): Prince Sultan Research Centre for Environment, Water and Desert, P. O. Box 2454 Riyadh 11451.

(2): Plant Production Department, Faculty of Food Sciences and Agriculture, P. O. Box 2460 Riyadh 11451.

(3): Afforestation Directorate, P. O. Box 2454 Riyadh 11451,

King Saud University, Saudi Arabia

المُلخَص

درس نمو اشجار *Conocarpus erectus* L و *Eucalyptus microtheca* Mull. و اداؤها الفسيولوجي تحت تأثير نقص ماء الري من خلال تجربة حقلية استمرت مدة عام كامل. كانت المعاملات المستعملة في هذه التجربة هي الري عند 100 و 200 و 400 ملليمتر بخر طبقاً لقراءات وعاء البخر من طراز Class-A، تمثل ري كافٍ و نقص ماء متوسط و نقص ماء شديد على التوالي. أجريت التجربة في محطة الأبحاث والتجارب الزراعية التابعة لكلية علوم الأغذية والزراعة بديراب، 50 كم جنوب مدينة الرياض. نفذت التجربة باستعمال تصميم قطاعات عشوائية كاملة ذي أربع قطاعات في ترتيب عاملي شمل نوعين من الأشجار وثلاث معاملات ري.

أظهرت النتائج أن الري عند 400 ملم بخر سبب انخفاضاً معنوياً في معظم صفات النمو لأشجار *Conocarpus erectus* و *Eucalyptus microtheca* بالمقارنة مع الري عند 100 ملم بخر. من جهة أخرى، تسبب الري عند 200 ملم بخر نقصاً في الوزن الجاف لكل من الفروع و الجذور و نسبة وزن الفروع و المحتوى المائي النسبي للأوراق و المحتوى المائي للتربة فقط بالمقارنة مع الري عند 100 ملم بخر. و قد نقص الجزء من الوزن الجاف المخصص للفروع بسبب نقص ماء الري، في حين ازداد الجزء المخصص للجذور. ازدادت كذلك نسبة الجذور إلى المجموع الخضري مع نقص الماء المتاح للري. و انخفض معدل النمو النسبي مع نقص ماء الري نتيجة انخفاض المساحة الورقية النوعية SLA. انخفض أيضاً كل من المحتوى المائي النسبي للأوراق و المحتوى المائي للتربة مع نقص ماء الري. في معظم صفات النمو المقاسة، كانت القيم الأقل لأشجار *Conocarpus erectus* بالمقارنة مع قيم الصفات لأشجار *Eucalyptus microtheca* نفسها. يبدو أن اشجار *Eucalyptus microtheca* كانت تحافظ على الماء من خلال زيادة معدل امتصاصه إلى داخل النبات لكي تؤجل عملية التجفيف خلال فترة نقص الماء، في حين استجابت اشجار *Conocarpus erectus* لنقص الماء بزيادة الجزء من الوزن

Abstract

The growth and physiological performance of *Conocarpus erectus* and *Eucalyptus microtheca* trees under deficit of irrigation water were studied through a field experiment lasted for a year. The treatments used in this experiment were three irrigation levels mainly at 100 mm evaporation (sufficient irrigation), at 200 mm evaporation (moderate water stress) and, at 400 mm evaporation (severe water stress) according to accumulation evaporation readings of a Class-A evaporation pan.

The results showed that irrigation at 400 mm evaporation caused significant reductions in most of the growth characteristics of *C. erectus* and *E. microtheca* trees comparing with irrigation at 100 mm evaporation. On the other hand, irrigation at 200 mm evaporation only decreased branch and root dry weight, branch weight ratio, relative leaf water content and soil water content comparing with irrigation at 100 mm evaporation. The fraction of dry weight partitioned to the branches decreased due to water deficit while that partitioned to the roots increased. Root to shoot dry weight ratio increased with decreasing water availability. Relative growth rate decreased with increasing water deficit due to decreasing both specific leaf area and leaf area ratio.

Both Relative leaf water content and soil water content were decreased with increasing water deficit. In most of the growth characteristics measured, *C. erectus* trees had lower values comparing with those of *E. microtheca* trees.

Keywords: *Conocarpus erectus*, *Eucalyptus microtheca*, water deficit, growth

Introduction

As a result of its location within the arid and semi-arid area, Saudi Arabia has harsh environmental conditions represented in high summer temperatures, scarcity of rain and warm wind all consequently cause aridity. Therefore, efforts regarding planting trees for protection purposes were accelerated and expanded during the last three decades. Unfortunately, these efforts comprise changing in the tree species selected for planting during a short period without attributes. For instance, *C. erectus* tree was spread overall the country through the last ten years, while other species like *Eucalyptus* were disappeared. *Eucalyptus microtheca* showed excellent adaptation to the environmental conditions at the different regions of Saudi Arabia where it succeeded in

Riyadh City with 96-100% survival percentage (Mana *et al.*, 1996). Moreover, it tolerated drought more than other eucalypt specie (Zoghet, 1997). *Eucalyptus sp.* has been extensively planted during the early afforestation programmes in a way similar to planting *C. erectus* now.

Recently, any more water supplies have become difficult to be secured in Saudi Arabia. Thus, only tree species with low watering requirement should be adopted. The right tree species for the local environment have known with emphasizing must be directed to endemic ones. However, some exotic species are promising to be adapted, so that evaluation of their growth under local environmental conditions should be done through elaborated experiments. Studies on the exotic tree species and their performance and adaptation to the prevailing

environmental conditions are limited.

The present study was designated to evaluate the growth and physiological performance of *C. erectus* and *Eucalyptus microtheca* trees under deficit of irrigation water in the field. This comprises the effects of water stress upon the growth of both species, defining the mechanisms by which each species facing drought and, conducting growth analysis.

Materials and methods

Site description:

The experiment was carried out at the experiments and Research Station of The Faculty of Food Sciences and Agriculture 50 km south of Riyadh City. The site where the experiment was carried out has the following characters: 24° 6' N, latitude; 46° 5' E, longitude, 650 m above sea level; temperature ranged between 10°C in winter and 37°C in summer

(as an average of season); and 50 mm rainfall, annually. The soil of the site was sandy loam with average content of 61, 23 and 15% for sand, silt and clay, respectively (Aref, 1987). Meteorological information of the site where the experiment was carried out is presented in Table (1).

Plant material:

Six months-old seedlings of *C. erectus* (L.) produced from terminal cuttings and *Eucalyptus microtheca* Mull. produced from seeds, all were collected from local vigorous trees.

Experimental design:

The experiment was carried out in the field using a randomized complete block design in factorial arrangement (Steel and Torrie, 1986) included tree species with two levels and irrigation treatments with three levels. The land area devoted to the experiment was divide into four blocks each includes six experimental units of 14 m² and has six trees; three from each species.

Table1. Temperature, precipitation and accumulative evaporation in the location of the experiment

Season/year	month	mean temperature (°C)		precipitation (mm)		accumulative evaporation (mm)	
		monthly	seasonally	monthly	seasonally	monthly	seasonally
Summer 2004	June	33.86	34.64	00.00		209.94	654.85
	July	35.24		00.00	00.00	226.36	
	Aug.	34.81		00.00		218.55	
Autumn 2004	Sept	30.77		00.00		183.87	
	Oct.	25.46	25.89	00.00	00.00	143.60	433.5
	Nov.	21.45		00.00		106.03	
Winter 2005	Dec.	14.34		10.67		65.01	
	Jan.	14.34	14.92	8.12	61.46	78.77	229.28
	Feb.	16.09		42.67		85.50	
Spring 2005	Mars	21.18		5.59		130.88	
	Apr.	27.75	26.78	0.25	5.84	169.94	492.44
	May	31.42		0.00		191.62	

Source: Meteorology unit, Research and Experiments Station (Dirab), Faculty of Food Sciences and Agriculture, King Saud University.

Treatments:

The treatments used in this experiment were three irrigation levels according to accumulation evaporation readings of a Class-A evaporation pan from June 2004 and lasted for a year. The irrigation treatments comprise irrigation at 100 mm evaporation (sufficient irrigation), at 200 mm evaporation (moderate water stress) and, at 400 mm evaporation (severe water stress). Table (2) shows the number of irrigation times and the season of application throughout the course of the experiment.

Planting technique:

Six months-old seedlings of both *C. erectus* L. and *E. microtheca* (Dehn) were planted in pits of 1 × 1 m and with 3 m apart in the field. The seedlings were distributed randomly over the treatments plots as six trees (three from each species) in each treatment. Just before planting, primary measurements (*i. e.* stem diameter and height, dry weight of tree components and leaf area) of five seedlings of each species were carried out.

Harvesting and measurements:

All the trees in the experiment were harvested after 12 month from the date of applying the treatments. The trees were severed at soil surface then the root system was extracted from a circle with one meter diameter and 60 cm deep. Stem height and diameter of all the fallen trees were measured. Stem diameter of all trees in the experiment was measured using a steel caliper and, stem height of each tree was also

measured from soil surface to the top of the tree using a hypsometer.

Fresh weight of leaf, branches, stem and roots of each tree was measured separately and samples were taken from the leaves of each tree and weighed then used for scaling total leaf area. Samples from each tree component were taken to determine dry weight. Length of the tallest root and diameters of all the secondary roots >0.5 cm of each tree were measured.

Total leaf area of each tree was scaled through taking a sample with known fresh weight within a few hours from the time of harvesting and determining its area using an automatic area meter (Model AAC-400, Hayshai Denkoh Co., LTD. Tokyo, Japan) and drying it, then calculated total tree leaf area as the following:

Total leaf area ($\text{cm}^2 \text{ tree}^{-1}$) = [total leaf dry weight (g tree^{-1}) × (sample leaf area (cm^2))] / sample leaf dry weight (g)

For determining dry weight of each tree components (*i. e.* leaves, branches, stem and roots), samples with known fresh weights of leaves were dried in the oven at 70°C and others of branches, stem and roots were dried at 105°C until constant weight. Dry weight of each component was measured to the nearest 0.1 g. Dry weight percentage in the samples of each component was calculated and multiplied by the total fresh weight of the component to produce its dry weight. Total tree dry weight was gained by adding dry weights of all components together.

Table 2. Number of irrigation times and the season of application

Treatment	Season				Total number of irrigation times per year
	Winter	Spring	Summer	Autumn	
100 mm	3	3	6	4	16
200 mm	1	2	3	2	8
400 mm	1	1	1	1	4

The proportion of each component (leaf, branch, stem and root weight ratio) was calculated as its dry weight divided by total tree dry weight multiplying by 100.

Soil water content (SWC) at 20 cm under each tree in the experiment was estimated for each sample separately through the gravimetric method according to Kramer (1969). SWC was measured before each watering time, where the soil samples were taken and enclosed immediately in aluminum cans, weighted then placed in the oven at 105°C until constant weight and their dry weight was estimated. Soil water content (SWC) of each sample was calculated as: $SWC = (\text{wet weight} - \text{oven dry weight}) / \text{oven dry weight}$. Measurements were expressed as $g (H_2O) g (\text{dry soil})^{-1}$.

Determining leaf relative water content (RWC) was done for each tree in the experiment before each watering time according to Barrs (1968), through taking three leaves and quantifying their fresh weight then placed them in distilled water for 24 hours to saturation. Thereafter, saturated leaves were weighed and placed in the oven at 70°C for 48 hours then their dry weight was measured. Leaf relative water content was calculated as following:

$$RWC = (FW - DW) / (SW - DW) \times 100$$

where RWC = leaf relative water content, FW = leaf fresh weight, SW = leaf saturated weight and, DW = leaf oven dry weight

Growth analysis:

Just before starting the experiment, five seedlings of *C. erectus* and other five of *E. microtheca* were harvested and divided into leaves, stems and roots. Total leaf area of each seedling was scaled. Leaves, stem and roots of each seedling were oven dried and weighed then total plant dry weight was calculated. Relative growth rate, RGR (the increase in plant material per unit of material present per unit time)

was calculated over a period of four weeks. RGR was calculated from the conventional formula:

$$RGR = \log_e W_2 - \log_e W_1 / t_2 - t_1,$$

Where: W_1 and W_2 are initial and final total dry weight of the tree at t_1 and t_2 .

Leaf area ratio (LAR) (which characterizes the relative size of the assimilatory apparatus) was calculated by dividing total leaf area of the tree by total tree dry weight. Specific leaf area (SLA) (the ratio between of the leaf area related to leaf dry weight) was calculated through dividing total leaf area of the tree by leaf dry weight (Evans 1972). Net assimilation rate (NAR) as the increase in plant material per unit of assimilatory material per unit of time was calculated from the conventional formula:

$$NAR = (W_2 - W_1 / L_2 - L_1) \times (\log_e L_2 - \log_e L_1 / t_2 - t_1)$$

Where L_1 and L_2 are the total leaf areas and W_1 and W_2 are the total dry weights of tree at times t_1 and t_2 .

Statistical analysis:

The obtained data were analyzed through analysis of variance procedure using the SAS (SAS Institute 2001) computer programme. Means were compared by L.S.D. test ($P < 0.05$). Data were log or arcsine transformed when necessary (Steel and Torrie, 1986).

Results

Growth of tree stem:

Analysis of variance procedure shows that stem diameter was significantly affected by irrigation treatment ($P=0.0003$). Across species, mean stem diameter of the trees irrigated at 400 mm evaporation had the least value ($3.34 \text{ cm tree}^{-1}$) comparing with

those of the trees irrigated at 100 and 200 mm evaporation, (3.44 and 4.25 cm tree⁻¹, respectively) (Table 3). *Eucalyptus* trees had stem diameter with 4.6 cm tree⁻¹ which was significantly greater than that of *C. erectus* trees (2.77 cm tree⁻¹) across treatments ($P<0.0001$) (Table 3). Irrigation treatments had no effect on tree height but, *Conocarpus* trees had mean stem height across treatments that was only 36% of that of *Eucalyptus* trees ($P<0.0001$) (Table 3).

Total leaf area:

Total leaf area was affected significantly by water deficit ($P<0.0001$). Across species, leaf area of the trees irrigated at 400 mm evaporation was 29,783 cm² tree⁻¹ comparing with 56,481 and 59,774 cm² tree⁻¹ for those grown under irrigation at 200 and 100 mm evaporation, respectively (Table 3).

The two species of the experiment differed significantly in their mean total leaf area across treatments ($P<0.0001$), where that of *Eucalyptus* trees was 2.8 folds that of *Conocarpus* trees. There was a species × treatment interaction indicating changing the magnitude of treatment effects on total leaf area due to species ($P=0.0023$).

Growth of the roots:

Irrigation treatments had significant effects on mean root length of the trees across species ($P=0.0322$). The trees grown under severe water stress treatment (irrigated at 400 mm evaporation) had mean root length was lower than those of the trees grown in the other two treatments. *C. erectus* trees had mean root length (77 cm² tree⁻¹) and was significantly lower than that of *E. microtheca* trees (95 cm² tree⁻¹) ($P<0.0001$) (Table 4). On the other hand, irrigation treatments had no effect on the number or diameters of the woody roots with diameters more than 0.5 cm. However, the two species differed significantly in these two traits where *C. erectus* trees had lower number ($P<0.0001$) and mean diameter ($P=0.0027$) of woody roots >0.5 cm than those of *E. microtheca* trees (Table 4).

Dry weight production:

Analysis of variance procedure showed that leaf, branch, stem, root and consequently total dry weight of the trees was significantly reduced due to water deficit treatments ($P<0.0001$), ($P=0.0002$), ($P=0.0057$),

Table 3. Means of stem diameter, stem height and total leaf area of *C. erectus* and *E. microtheca* grown under irrigation at 100, 200 and 400 mm evaporation for 12 month in the field.

Trait	Species	Irrigation treatments at mm evaporation			Species mean
		100	200	400	
Stem diameter (cm tree ⁻¹)	<i>C. erectus</i>	2.42	3.241	2.638	2.77 ^b
	<i>E. microtheca</i>	4.47	5.282	4.057	4.60 ^a
Treatment mean		3.445 ^b	4.262 ^a	3.347 ^b	
Stem height (m tree ⁻¹)	<i>C. erectus</i>	1.14	1.058	0.85	1.02 ^b
	<i>E. microtheca</i>	2.787	2.929	2.742	2.82 ^a
Treatment mean		1.964 ^a	1.994 ^a	1.796 ^a	
Total leaf area (cm ² tree ⁻¹)	<i>C. erectus</i>	28195.7	33958.5	15843.8	25999 ^b
	<i>E. microtheca</i>	91353	83508.9	43722.5	72861 ^a
Treatment mean		59774 ^a	56481 ^a	29783 ^b	

($P=0.0069$) and ($P<0.0001$), respectively. However, there was a cognation between the values of dry weigh of the trees in the will-watered treatment (irrigated at 100 mm evaporation) and those in the

medium stressed one (200mm evaporation); except for roots where the cognation was between those in the middle and in the severe water stressed (irrigated at 400 mm evaporation) treatments (Table 5).

Table 4. Mean root length, number and diameter of the woody roots (>0.5 cm) of *C. erectus* and *E. microtheca* trees grown under irrigation treatments at 100, 200 and 400 mm evaporation for 12 month in the field.

Trait	Species	irrigation treatments (at mm evaporation)			Species mean
		100	200	400	
Root length	<i>C. erectus</i>	87.9	71.7	71.3	77.0 ^b
	<i>E. microtheca</i>	96.7	96.3	91.7	95.0 ^a
Treatment mean		92.3 ^a	84.0 ^{ab}	81.5 ^b	
Number of woody roots	<i>C. erectus</i>	9.0	7.3	7.2	7.8 ^b
	<i>E. microtheca</i>	10.0	10.3	10.8	10.4 ^a
Treatment mean		9.5 ^a	9.0 ^a	8.8 ^a	
Diameter of woody roots	<i>C. erectus</i>	1.402	1.325	1.223	1.3 ^b
	<i>E. microtheca</i>	1.485	1.588	1.545	1.5 ^a
Treatment mean		1.44 ^a	1.46 ^a	1.38 ^a	

Table 5. Dry weight production of *C. erectus* and *E. microtheca* trees grown under irrigation treatments at 100, 200 and 400 mm evaporation for 12 month in the field.

Trait	Species	irrigation treatments (at mm evaporation)			Species mean
		100	200	400	
Leaf dry weight (g tree ⁻¹)	<i>C. erectus</i>	409.41	567.95	311.95	433.38 ^b
	<i>E. microtheca</i>	2059.66	1782.27	1004.96	1660.03 ^a
Treatment mean		1309.5 ^a	1175.1 ^a	678.8 ^b	
Branch dry weight (g tree ⁻¹)	<i>C. erectus</i>	350.45	371.86	200.63	313.20 ^b
	<i>E. microtheca</i>	1782.69	1268.18	832.80	1343.37 ^a
Treatment mean		1131.7 ^a	820.0 ^b	535.3 ^c	
Stem dry weight (g tree ⁻¹)	<i>C. erectus</i>	164.11	232.42	93.60	165.99 ^b
	<i>E. microtheca</i>	941.07	1120.94	633.95	902.89 ^a
Treatment mean		676.68 ^a	587.91 ^a	379.67 ^b	
Root dry weight (g tree ⁻¹)	<i>C. erectus</i>	514.08	398.36	347.31	426.09 ^b
	<i>E. microtheca</i>	1347.23	981.12	983.28	1128.21 ^a
Treatment mean		968.53 ^a	689.74 ^b	684.00 ^b	
Total dry weight (g tree ⁻¹)	<i>C. erectus</i>	1438.05	1570.59	953.50	1338.7 ^b
	<i>E. microtheca</i>	6130.64	5152.51	3455.00	5034.5 ^a
Treatment mean		3997.6 ^a	3361.6 ^a	2277.8 ^b	

E. microtheca trees produced greater dry weights for leaves, branches, stem, roots and consequently total dry weights comparing with those produced by *C. erectus* trees ($P<0.0001$). Leaf, branch, stem, root and total dry weight of *E. microtheca* were 3.8, 4.3, 5.4, 2.6 and 3.7 as much as those of *C. erectus* trees, respectively. There were species \times treatment interactions indicating changing the magnitude of treatment effects on leaf ($P=0.0003$), branch ($P=0.0057$) and total ($P=0.011$) dry weight due to species (Table 5).

Partitioning of dry weight:

Reducing the amount of irrigation water caused significant alteration in partitioning of dry weight into different tree parts. The trees grown under moderate water stress treatment (irrigated at 200 mm evaporation) had significantly greater leaf weight ratio

(LWR) and stem weight ratio (SWR) across species comparing with those of the other two treatments ($P=0.0004$) and ($P=0.0003$) which almost had similar values. The fraction of dry weight partitioned to branches (branch weight ratio, BWR) decreased significantly ($P=0.0015$) due to reducing irrigation water, where it was 26.6, 23.7 and 22.2% for the trees grown in well-watered, moderate and severe water stressed treatment, respectively (Table 6).

Root weight ratio (RWR) and root: shoot ratio (RSR) increased markedly in the trees grown under severe water stressed treatment ($P<0.0001$). Across treatments, *E. microtheca* trees had greater BRW ($P=0.129$) and SWR ($P<0.0001$) but had lower RWR ($P<0.0001$) and RSR ($P<0.0001$) than those of *C. erectus* trees (Table 6). There was a species \times treatment interaction indicating changing the magnitude of treatment effects on LWR ($P=0.005$) due to species (Table 6).

Table 6. Partitioning of dry weight into different tree parts of *C. erectus* and *E. microtheca* trees grown under irrigation treatments at 100, 200 and 400 mm evaporation for 12 month in the field.

Trait	Species	irrigation treatments (at mm evaporation)			Species mean
		100	200	400	
Leaf weight ratio (LWR)	<i>C. erectus</i>	27.67	36.23	31.86	31.76 ^a
	<i>E. microtheca</i>	33.69	35.49	28.95	32.81 ^a
Treatment mean		30.95 ^b	35.86 ^a	30.32 ^b	
Stem weight ratio (SWR)	<i>C. erectus</i>	12.04	15.20	9.02	12.20 ^b
	<i>E. microtheca</i>	15.26	21.36	17.69	17.82 ^a
Treatment mean		13.80 ^b	18.28 ^a	13.61 ^b	
Branch weight ratio (BWR)	<i>C. erectus</i>	23.63	23.36	20.86	22.72 ^b
	<i>E. microtheca</i>	29.05	23.97	23.33	25.81 ^a
Treatment mean		26.59 ^a	23.66 ^b	22.17 ^b	
Root weight ratio (RWR)	<i>C. erectus</i>	36.66	25.21	38.25	33.32 ^a
	<i>E. microtheca</i>	22.00	19.19	30.02	23.56 ^b
Treatment mean		28.66 ^b	22.20 ^c	33.90 ^a	
Root: shoot ratio (RSR)	<i>C. erectus</i>	0.58	0.34	0.64	0.52 ^a
	<i>E. microtheca</i>	0.28	0.24	0.45	0.32 ^b
Treatment mean		0.42 ^b	0.29 ^c	0.54 ^a	

Growth analysis:

Growth analysis was carried out by means of calculating relative growth rate and its components (*i. e.* leaf weight ratio; LWR, specific leaf area; SLA, leaf area ratio; LAR and net assimilation rate; NAR). Analysis of variance procedure showed that SLA of the trees grown under severe water-stressed treatment (irrigated at 400 mm evaporation) was significantly lower than that of the trees grown either under well-watered or moderate water stressed treatments ($P<0.001$) (Table 7). SLA of *C. erectus* trees was significantly greater than that of *E. microtheca* trees ($P<0.0001$).

There was a species \times treatment interaction indicating changing the magnitude of treatment effects on SLA ($P=0.0048$) due to species. Water

stress treatment had no effects on LAR and NAR, but *C. erectus* trees had significantly lower values than those of *E. microtheca* trees ($P<0.0001$) and ($P<0.001$), respectively (Table 7).

The trees grown under irrigation at 400 mm evaporation had relative growth rate (RGR) was significantly lower than those of the trees grown at the other two treatments ($P<0.0001$). *C. erectus* trees had significantly lower mean RGR across treatments than that of *E. microtheca* trees ($P<0.0001$) (Table 7).

Soil water content (SWC):

Irrigation at 400 mm evaporation significantly reduced soil water content (SWC) comparing with those of soil irrigated at either 100 or 200 mm evaporation ($P<0.0001$) (Table 8).

Table (7): Means of relative growth rate and its components of *C. erectus* and *E. microtheca* trees grown under irrigation treatments at 100, 200 and 400 mm evaporation for 12 month in the field.

Trait	Species	irrigation treatments (at mm evaporation)			Species mean
		100	200	400	
Leaf weight ratio (LWR)	<i>C. erectus</i>	27.67	36.23	31.86	31.76 ^a
	<i>E. microtheca</i>	33.69	35.49	28.95	32.81 ^a
Treatment mean		30.95 ^b	35.86 ^a	30.32 ^b	
Specific leaf area (cm ² Leaf dry weight g ⁻¹)	<i>C. erectus</i>	71.18	69.39	55.88	65.48 ^a
	<i>E. microtheca</i>	44.51	45.84	44.1	44.76 ^b
Treatment mean		57.85 ^a	58.68 ^a	49.99 ^b	
Leaf area ratio (cm ² total dry weight g ⁻¹)	<i>C. erectus</i>	10.31	15.29	12.07	12.31 ^b
	<i>E. microtheca</i>	53.88	39.97	37.25	44.06 ^a
Treatment mean		31.06 ^a	28.35 ^a	26.23 ^a	
Net assimilation rate (g cm ² month ⁻¹)	<i>C. erectus</i>	0.012	0.01	0.011	0.011 ^b
	<i>E. microtheca</i>	0.018	0.017	0.028	0.021 ^a
Treatment mean		0.015 ^a	0.014 ^a	0.019 ^a	
Relative growth rate (g g ⁻¹ month ⁻¹)	<i>C. erectus</i>	0.245	0.246	0.226	0.239 ^b
	<i>E. microtheca</i>	0.347	0.345	0.327	0.340 ^a
Treatment mean		0.296 ^a	0.295 ^a	0.276 ^b	

Table 8. Means values of leaf relative water content (RWC) and soil water content (SWC) of *Conocarpus erectus* and *E. microtheca* trees grown under irrigation treatments at 100, 200 and 400 mm evaporation for 12 month in the field.

Trait	Species	irrigation treatments (at mm evaporation)			Species mean
		100	200	400	
Leaf relative water content (RWC) (%)	<i>C. erectus</i>	80.42	50.18	53.73	61.44 ^a
	<i>E. microtheca</i>	72.23	68.64	63.37	68.07 ^a
Treatment mean		76.33 ^a	59.41 ^b	58.55 ^b	
Soil water content (SWC) g (H ₂ O) g (dry soil) ⁻¹	<i>C. erectus</i>	2.857	0.698	1.194	1.58 ^a
	<i>E. microtheca</i>	2.574	0.529	1.414	1.51 ^a
Treatment mean		2.72 ^a	0.61 ^b	1.30 ^b	

Leaf relative water content (RWC):

Relative water content of the leaves of the trees grown under irrigation at 400 mm evaporation was significantly lower than that of those of the trees grown under irrigation at 100 mm evaporation but, did not differ from those of the trees grown under irrigation at 200 mm evaporation ($P=0.0021$). The two species did not vary significantly in their RWC. There was a species \times treatment interaction indicating changing the magnitude of treatment effects on RWC ($P=0.051$) due to species (Table 8).

Discussion

Decreasing growth of trees due to water deficit has been well-documented (e. g. Kozlowski, 1982). Analysis of variance procedure revealed that irrigation at 400 mm evaporation (severe water stress) caused significant reductions in most of the growth characteristics of *C. erectus* and *E. microtheca* trees comparing with irrigation at 100mm evaporation (sufficient irrigation). On the other hand, irrigation at 200 mm evaporation (moderate water stress) only decreased some growth characteristics (e. g. branch and root dry weight, branch weight ratio, relative

leaf water content and soil water content) comparing with irrigation at 100 mm evaporation (sufficient irrigation). Stem diameter of the trees irrigated at 400 mm evaporation (severe water stress) decreased while stem height did not change. Decreasing the growth of stem diameter of woody species due to water deficit has been previously proven (e. g. Linder *et al.*, 1987; Roden *et al.*; 1990; El-Juhany and Aref, 1999; Leustahner *et al.* 2001). Stem diameter of *C. erectus* seedlings decreased in low water treatment by 17% (El-Juhany and Aref, 2005). *C. erectus* trees had diameter and height were 60 and 36% of those of *E. microtheca* trees, respectively.

Total leaf area of the trees grown in severe water deficit treatment (across species) decreased by 50% comparing with that of those grown at sufficient irrigation one. *E. microtheca* trees had mean total leaf area (across treatment) was only 36% of that of *C. erectus* trees, however, this is not surprising as the former had relative growth rate was only 30% of the later. Under severe water deficit, the reduction in total leaf area of *E. microtheca* was greater than that of *C. erectus* trees. This may a result of dropping larger leaves of *E. microtheca* acrobatically. El-Juhany and Aref (2005) reported 78% reduction in total leaf area of *C. erectus* seedlings subjected to low water supply.

Decreasing root length of trees due to water deficit in the present study by 12% concurs with the finding of Ibrahim (1995). *E. microtheca* trees had greater root length and more woody roots with larger diameter comparing with those of *C. erectus* trees. This variation may reflect an inherent difference between the two species.

Decreasing stem diameter, total leaf area, root length of the trees in water deficit treatment resulted in reductions in total tree dry weight and its components. These reductions accounted for by 48, 53, 44, 29 and 43% of those of the trees in sufficient irrigation treatment for leaf, branch, stem, root and total dry weight, respectively. Many authors reported decreases in total plant dry weight and/or its components (*e. g.* El-Juhany and Aref, 1999 and 2005, Aref and El-Juhany, 1999 and 2005).

Across treatments, *E. microtheca* trees produced leaf, branch, stem root and total dry weights were 26, 23, 18, 38 and 27% greater than those of *C. erectus* trees. Interactions for leaf, branch and total dry weight indicated changing the magnitude of treatment effect due to species. Irrigation at 400 mm evaporation cause reductions in these traits were 24, 43 and 34% for *C. erectus* and 51, 53 and 44% for *E. microtheca* trees. Li *et al.* (2000) found that drought decreased total biomass of *Eucalyptus microtheca*.

Water stress not only decreases the total dry matter production but also alters the partition of dry matter between the different plant organs (Ibrahim 1995). In the present study, water deficit increased the fraction of dry weight partitioned to the roots (RWR) at the expense of those partitioned to the leaves (LWR), branches (BWR) and stem (SWR). This result concurs with other findings (*e. g.* Khalil and Grace, 1992, Ibrahim 1995, El-Juhany and Aref, 2005). Contradictory, some results showed that there was no effect of water deficit on dry matter partitioning of woody species (*e. g.* Aref and El-Juhany 2005). On the other hand, increasing root

to shoot ratio by almost 100% in the trees grown under irrigation at 400 mm evaporation concurs with the well established phenomenon that plants invest more in their roots and less in their shoots when soil resources are growth-limiting (Brouwer, 1963 and 1983, Bradshaw *et al.*, 1964).

Similar results were obtained for other woody species at seedling stage (*e. g.* Steinberg *et al.*, 1990, El-Juhany and Aref, 1999). A shift in the allocation of assimilates from shoot to root is considered as one of the mechanisms of acclimation to soil drying (Khalil and Grace, 1992). Both low water supply and high salt concentration treatments caused doubling the ratio of root to shoot dry weight. Hsiao and Acevedo (1974) stated that when water supply is limiting allocation of assimilates tends to be modified in favour of root growth which leads to increased root weight and consequently to root to shoot ratio increases.

Comparing to *E. microtheca* trees, *C. erectus* trees partitioned more dry weight to their roots and less to their stems and branches and vice versa, the former had root to shoot ratio was only 0.32 comparing with 0.52 for the later.

Water deficit caused a significant reduction in mean relative growth rate of the trees. Decreasing relative growth rate under water stress conditions has been reported by other authors (*e. g.* Mayers and Landesberg 1989, Ibrahim 1995 and El-Juhany and Aref, 1999). In the present study, the reduction in RGR may resulted mainly from decreasing specific leaf area as both leaf area ratio and net assimilation rate were not affected in water deficit treatments. Poorter and Remkes (1990) concluded that SLA was the parameter which best explained that differences in RGR. Decreasing SLA in the present study due to water deficit concurs with the results of Ibrahim, 1995, El-Juhany and Aref, 1999, Khurana and Singh 2000, Rodriguez *et al.*, 2005 and Wu *et al.*, 2008). Galmés *et al.* (2005) concluded that the decrease in

RGR caused by water deficit was mainly explained by decreases in SLA.

Growth analysis showed that *C. erectus* trees had lower mean RGR comparing with *E. microtheca* trees. This increase in RGR of *E. microtheca* was accompanied with increases in NAR and LAR over those of *C. erectus* which had greater SLA in turn. It appears to be a crucial attribute determining the potential RGR of a species (Poorter *et al.*, 1990).

Decreased relative water content due to water deficit in our study is in agreement with the results of Alberdi *et al.* (2007). RWC decreased by 30 and 27% in the leaves of *C. erectus* trees grown at 200 and 400 mm evaporation while decreased by only 3.6 and 8.9% in those of the *E. microtheca* trees grown in the same treatments. Maintenance of high RWC has been considered to be a drought-resistance rather than drought-escape mechanism, and it is a consequence of adaptive characteristics such as osmotic adjustment and/or bulk modulus of elasticity (Grashoff and Ververke, 1991). Therefore, the rapid recovery of RWC in *E. microtheca* leaves and maintaining somewhat high RWC values after re-irrigation may reflect an efficient mechanism to take up water from the soil and transport it to the leaves.

Across species, RWC decreased similarly in both water deficit treatments and by 17% with decreases of 77.5 and 52% in SWC. de Pereira *et al.* (1999) asserted that RWC of water stressed plants dropped from 96 to 78%, following a reduction in SWC from 0.25 to 0.17 g (H₂O)/g (dry soil)⁻¹.

The growth of *C. erectus* trees in the present study was affected due to water deficit more than that of *E. microtheca* trees. In other words, *E. microtheca* exhibited greater drought tolerance than *C. erectus*. This may be because *E. microtheca* is drought tolerant species (Arizona Department of Water Resources,

2005) while *C. erectus* is not (El-Juhany and Aref, 2005). Many *Eucalyptus* species are renowned for tolerance to aridity (Merchant *et al.*, 2007). It seems that the mechanism adopted by *E. microtheca* trees was conserving water through increasing the rate of water uptake into the plant in order to postpone desiccation during a drought. On the other hand *C. erectus* trees responded to water deficit by reducing their leaf area and allocated more growth to their roots at the expense of stem and leaves (*i. e.* increased root to shoot ratio). Reduction in leaf area appears to be largely affected by soil water status (Termaat *et al.*, 1985). when water supply is limiting allocation of assimilates tends to be modified in favour of root growth which leads to increased root weight and consequently the root to shoot ratio increases (Hsiao and Acevedo, 1974).

References

- Alberdi, M.; M. Álvarez; E. Valenzuela; R. Godoy; E. Olivares and M. Barrientos. 2007. Response to water deficit of *Nothofagus dombeyi* plants inoculated with a specific (*Descolea antarctica* Sing) and non-specific (*Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch) ectomycorrhizal fungi. *Revista Chilena de Historia Natural*, 80: 479-491.
- Aref, I. M. 1987. "Provenance trail of *Casuarina sp.* in Riyadh region of Saudi Arabian Kingdom." M. Sc. Thesis, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia.
- Aref, I. M. and L. I. El-Juhany. 1999. "Effects of water deficit on the growth of *Acacia asak* (Forsk.), *A. tortilis* (Forsk.) and *A. gerrardii* (Benth) ssp. *negevensis* (Zoh.)." *Mansoura University Journal of Agricultural Sciences*, 24(10): 5627-5636.
- Aref, I.M. and L.I. El-Juhany. 2005. "Growth response of *Acacia seyal*, *Acacia negrii* and *Acacia asak* seedling

- to water stress under field conditions.” Journal of King Saud University, Agriculture Sciences, 17(2): 75-83.
- Barrs, H.D. 1968. Determination of water deficits in plant tissues pp. 235-368. In T.T. Kozlowski (Ed). Water deficits and plant growth. Academic Press, New York, U.S.A.
- Bradshaw, A.D, M.J. Chadwick, D. Jowett and R.W. Snaydon. 1964. “Experimental investigations into the mineral nutrition of several grass species.” IV. Nitrogen level. Journal of Ecology, 52: 665-676.
- Brouwer R. 1963. “Some aspects of the equilibrium between overground and underground plant parts.” Jaarb IBS 1963, Wageningen, pp. 31-39.
- Brouwer R. 1983. “Functional equilibrium: sense or nonsense.” Netherlands Journal of Agricultural Sciences 31: 335-348.
- Chunyang L., F. Berninger, J. Koskela and E. Sonninen. 2000. “Drought responses of *Eucalyptus microtheca* provenances depend on seasonality of rainfall in their place of origin.” Australian Journal of Plant Physiology, 27(3): 231–238.
- Arizona Department of Water Resources. 2005. Low Water Use Drought Tolerant Plant List, Official Regulatory List for the Arizona Department of Water Resources, Santa Cruz Active Management Area, Arizona, USA. 14 p.
- de Pereira-Netto, A.B., A.C.N. de Magalhães and H.S. Pinto. 1999. “Effects of soil water depletion on the water relations in tropical kudzu.” Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34(7): 1361-1365.
- El-Juhany, L.I. and I.M. Aref. 1999. “Growth and dry matter partitioning of *Leucaena leucocephala* (lam.) de Wit. trees as affected by water stress.” Alexandria Journal of Agriculture Research, 44(2): 237-259.
- El-Juhany, L.I. and I.M. Aref. 2005. “Interactive effects of low water supply and high salt concentration on the growth and dry matter partitioning of *Conocarpus erectus* seedlings.” Saudi Journal of Biological Sciences 12(2): 147-157.
- Evans, G.C. 1972. “The Quantitative Analysis of Plant Growth.” Blackwell Scientific Publication, Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.
- Grashoff, C., D.R. Ververke. 1991. “Effect of pattern of water supply on *Vicia faba* L. 3. Plant water relations, expansive growth and stomatal reactions.” Netherlands Journal of Agriculture Sciences, 39: 247–262.
- Hsiao, T.C. and E. Acevedo. 1974. “Plant response to water deficits, water-use efficiency, and drought resistance.” Agricultural Meteorology, 14: 59-84.
- Ibrahim, L. 1995. “Effects of nitrogen supply, water stress, and the interaction between water and nitrogen on assimilate partitioning in poplar.” A Ph.D. thesis, University of Aberdeen, UK.
- Galmés, J., J. Cifre, H. Medrano and J. Flexas. 2005. “Modulation of relative growth rate and its components by water stress in Mediterranean species with different growth forms.” Oecologia, 145(1): 21-31.
- Khalil, A.A.M. and J. Grace 1992. “Acclimation to drought in *Acer pseudoplatanus* L. (Sycamore) seedlings.” Journal of Experimental Botany, 43(275): 1591- 1602.
- Khurana, E. and J.S. Singh. 2000. “Influence of Seed Size on Seedling Growth of *Albizia procera* Under Different Soil Water Levels.” Annals of Botany, 86: 1185-1192,
- Kozlowski, T.T. 1982. “Water supply and tree growth, Part I. Water deficits (review article).” Forestry Abstracts, 43(2): 57- 95.
- Kramer, P.J. 1969. “Plant and soil water relationships: a modern synthesis.” New York: McGraw-Hill, 482p.
- Leustahner, C., K. Backes, D. Hertel, F. Schipka, U. Schmitt, O. Terborg and M. Runge. 2001. “Drought responses at leaf, stem and fine root levels of

- competitive *Fagus sylvatica* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Trees in dry and wet years.” *Forest Ecology and Management*, 149: 33-46.
- Linder, S., M.L. Benson, B.J. Myers and R.J. Raison. 1987. “Canopy dynamics and growth of *Pinus radiata*. I. Effect of irrigation and fertilization during drought.” *Canadian Journal of Forest Research*, 17: 1157-1165.
- Mana, F.A., M.F. Zoghrt, and A.A. Abo-Hasan. 1996. “Studies on the suitability of some exotic tree species to planting in Riyadh Region. Research Bulletin No. 59: 5-19 (In Arabic).” Agricultural Research Centre, Faculty of Food and Agriculture Sciences, King Saud University, Saudi Arabia.
- Mayers, B.J. and J.J. Landsberg. 1989. “Water stress and seedling growth of two eucalyptus species from contrasting habitats.” *Tree Physiology*, 5(2): 207-218.
- Merchant, A., A. Callister, S. Arndt, M. Tausz and M. Adams. 2007. “Contrasting Physiological Responses of Six *Eucalyptus* Species to Water Deficit.” *Annals of Botany*, 100(7): 1507-1515.
- Poorter, H., C. Remkes. 1990. “Leaf-area ratio and net assimilation rate of 24 wild-species differing in relative growth rate.” *Oecologia*, 83: 553–559.
- Roden, J., E. Van Valkenburge and T.M. Hinckley. 1990. “Cellular basis for limitation of poplar leaf growth by water deficit.” *Tree Physiology*, 6(2): 211-220.
- Rodríguez, P., A. Torrecillas, M.A. Morales, M.F. Ortuño and M.J. Sánchez-Blanco. 2005. “Effects of NaCl salinity and water stress on growth and leaf water relations of *Asteriscus maritimus* plants.” *Environmental and Experimental Botany*, 53: 113-123
- SAS. 2001. SAS/STAT User’s Guide Release 6.03 ed. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie, 1986. “Principle and Procedure of statistics. A Biometrical Approach, 2nd edition.” Mc. Graw Hill Books Co. New York.
- Steinberg, S.L, J.R. Miller Jr. and M.J. McFarland. 1990. “Dry matter partitioning and vegetative growth of young peach trees under water stress.” *Australian Journal of Plant Physiology*, 17: 23-36.
- Termaat, A., J.B. Passioura and R. Munns. 1985. “Shoot turgor does not limit shoot growth of NaCl-affected wheat and barley”. *Plant Physiology*, 77: 869- 872.
- Wu, F., W. Bao, F. Li and N. Wu. 2008. “Effects of drought stress and N supply on the growth, biomass partitioning and water use efficiency of *Sophora davidii* seedlings.” *Environmental and Experimental Botany*, 63: 248-255.
- Zoghet, M.F. 1997. “The introduced Eucalyptus species to the research Station of the Centre for Desert Studies and their suitability to grow in Riyadh Region.” Technical Bulletin No. 7 (In Arabic), 52 p. Desert Research Studies Centre, King Saud University, Saudi Arabia.



دراسة دور بروتين الـ cFLIP كعامل مضاد للموت الخلوي في الجسم الأصفر عند الأبقار

The Role of cFLIP as Anti-Apoptotic Protein in the Bovine Corpus Luteum

Muhammad Omar Al-zi'abi

Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine, Al-ba'ath University, Hama - Syria

Tel. 0096333 510 181 Fax: 0096333 510 514

Email: dralziabi@hotmail.com

المُلخَص

يعد موت الخلايا المبرمج آلية أساسية في التحلل اللوتيني للجسم الأصفر. إن زيادة المعرفة في العوامل المساعدة و المضادة لموت الخلايا في الجسم الأصفر يمكن أن تساعد في تطوير استراتيجية جديدة في التحريض على التحلل اللوتيني للجسم الأصفر. هدفت هذه الدراسة لمعرفة دور cFLIP، كبروتين مضاد للموت الخلوي، في الحياة الوظيفية للجسم الأصفر عند الأبقار. تم جمع عينات من الجسم الأصفر البقري في مراحل مختلفة من الدورة التناسلية لدراستها باستعمال المناعة الكيميائية النسيجية. كما تمت معالجة مزارع خلوية للخلايا اللوتينية بـ $IFN\gamma/TNF\alpha$ لإحداث موت صناعي في الخلايا اللوتينية. تركز وجود cFLIP في سيتوبلازما الخلايا اللوتينية وغير اللوتينية بما فيها البطانية الوعائية و المناعية في المراحل مختلفة من الدورة التناسلية. لوحظت زيادة في كثافة الصبغة المناعية في المراحل المبكرة المتطورة و المتوسطة من الدورة التناسلية، في حين كان هناك انخفاض ملحوظ في المرحلة المتأخرة و المتكسدة ($P<0.05$). أظهرت خلايا شبيهة بالخلايا البالغة في المرحلة المتكسدة كثافة في الصبغة المناعية. يؤدي إحداث الموت الصناعي باستعمال $IFN\gamma/TNF\alpha$ الى انخفاض نسبة الخلايا الإيجابية لـ cFLIP و ازدياد الخلايا الميتة والإيجابية لإختبار TUNEL. بالمقارنة مع الشاهد ($P<0.01$). تبين من خلال هذه النتائج ان نسبة cFLIP تنخفض أثناء التحلل اللوتيني للجسم الأصفر ما يشير الى وجود دور انعاشي لـ cFLIP في الحياة الوظيفية للجسم الأصفر عند الأبقار في المراحل التطور و النضوج و يمنع الموت الخلوي ويحمي الجسم الأصفر من التحلل.

الكلمات المفتاحية: corpus luteum، الجسم الأصفر، الموت الخلوي.

Abstract

Apoptosis, programmed cell death, is a key mechanism in luteal regression. Improving our understanding of pro- and anti-apoptotic factors during luteolysis can advance our knowledge and may lead to a new strategy

in manipulating luteolysis. This study aimed to elucidate the role of cellular Fas like interleukin converting enzyme (FLICE) inhibitory protein {cFLIP} an anti-apoptotic protein, in the bovine corpus luteum function. Corpora lutea were collected at different stages throughout the estrous cycle for immunolocalization of cFLIP. Additionally, cultured mid luteal cells were treated with IFN γ /TNF α (tumor necrosis factor alpha/ interferon gamma) to induce apoptosis and examine cFLIP expression. Immunostaining was found predominantly in the cytoplasm of luteal and non-luteal cells, including endothelial and immune cells. The density of cFLIP immunostaining was high during the early, developing and mid luteal stages and then decreased significantly ($P < 0.05$) at the late and regressed luteal stages. Macrophage like cells were the only type of cells immunostained in the regressing CL. However, cultured mid luteal cells showed higher percentage of cFLIP positive cells with lower percentage of TUNEL (terminal deoxynucleotidyl transferase- mediated dUTP nick-end labelling) positive cells compared with treated luteal cells with cytokines ($P < 0.01$). The above results suggested regulation of cFLIP during structural luteal regression and cFLIP plays a crucial role in the bovine CL.

Keywords: Apoptosis, cFLIP, Bovine, Corpus Luteum.

Introduction

Apoptosis is a crucial mechanism in the ovarian function through its significant contribution to cell deletion during follicular atresia (Tilly *et al.*, 1996) and luteal regression (Juengel *et al.*, 1993). It is generally accepted that apoptosis is the main type of cell death during structural luteolysis in many species (Davis and Reuda, 2002). Apoptosis is a highly regulated process and various factors are known to be involved in apoptosis in the corpus luteum (CL), such as hormones (progesterone), cytokines such as tumor necrosis factor alpha (TNF α) interferons (INF γ), interleukins (IL), nitric oxide (NO) and others (Bcl2 family, Fas and Fas ligand system, caspase family and reactive oxygen species) (review see, Sugino and Okuda 2007). Better understanding of pro- and anti-apoptotic factors can advance our knowledge and may improve manipulation techniques of luteolysis which is a key element in oestrous cycle control in clinical bovine reproduction. Since the role of some gene-encoded

proteins have been demonstrated to orchestrate the apoptotic cascade process during luteolysis such as, members of Bcl2 family, Fas and Fas ligand system and members of caspase family (Sugino and Okuda 2007), little information is available on the role of anti-apoptotic factor, cellular Fas like interleukin converting enzyme (FLICE), inhibitory protein {cFLIP} in the bovine CL.

cFLIP is an important regulator of death receptor-mediated apoptosis (Irmeler *et al.*, 1997). At mRNA level, cFLIP exists as multiple splice variants, but at protein level two endogenous forms, cFLIP long (cFLIP_L) and c-FLIP short (cFLIP_S) have been detected (Djerbi *et al.*, 2001). cFLIP_S consists of two DEDs (death effect domains) and is highly homologous to the N-terminus of caspase-8. While cFLIP_L is similar to the short form but lacks enzymatic activity (Thome *et al.*, 1997), both cFLIP_{L/S} can inhibit apoptosis mediated by TNF receptor gene superfamily members such as Fas, tumour necrosis factor receptor-1 (TNFR-1), by interacting with Fas-

associated death domain (FADD) and procaspase-8. Fas-induced death involves clustering of Fas at the cell membrane and recruitment of the FADD to the trimerized intracellular death domain of the receptor (Chinnaiyan *et al.*, 1995). FADD recruits procaspase-8 leading to the formation of death-inducing signaling complex (DISC) (Boldin *et al.*, 1996). After the formation of the DISC, activated caspase 8 activates caspase 3 directly or indirectly by the truncation of Bid. The truncated form of Bid (tBid) translocates to mitochondria leading to cytochrome C release and activation of caspase 9 (Boldin *et al.*, 1996). C-FLIP_{SL} inhibits caspase 8 activation by interfering with the recruitment and the processing of pro-caspase 8 within the DISC and blocking its function (Krueger *et al.*, 2001; Thome and Tschopp, 2001).

Both intrinsic and extrinsic apoptotic pathways have been demonstrated during luteolysis in many species including cattle (Sugino and Okuda 2007; Yadav *et al.* 2005). Moreover, the activation of mitochondrial apoptotic pathway cascade preceded the activation of Fas-mediated apoptosis in the bovine CL (Yadav *et al.*, 2005). Since cFLIP suppresses extrinsic apoptotic pathway induced by TNF receptor gene superfamily members, we hypothesized, that cFLIP plays a role in the apoptotic cascade during luteolysis in cattle. This study was designed to elucidate the role of cFLIP in the bovine CL function by examining mRNA and protein expression and immunolocalization of cFLIP in the bovine CL throughout the oestrous cycle in luteal tissue and in cultured luteal cells treated with TNF α /IFN γ .

Materials and Methods

Collection of bovine CL:

Forty Ovaries were collected from Holstein cows at a local slaughterhouse within 10–20 min after exsanguination in Okayama city. The stage of the estrous cycle was defined as described in previous study (Miyamoto *et al.* 2000). Ovaries with CL were classified as early (Days 2–3 after ovulation, n=3), developing (Days 5–6, n=3), mid (Days 8–12, n=3), late (Days 15–17, n=3), and regressed (Days 19–21, n=3) luteal stages. After determination of these stages, CL tissues were immediately separated from the ovaries. For immunohistochemistry pieces of CL tissue were fixed in 10% (v/v) neutral formalin (pH 7.4) for 20-24h and then embedded in paraffin. For cell culture 25 ovaries with CL in the mid luteal stage were submerged in ice-cold physiological saline and transported to the laboratory.

Cell isolation and apoptosis induction:

Only those CLs classified in the mid luteal stage were collected for the cell culture. Luteal tissue was enzymatically dissociated and luteal cells were cultured as described previously (Okuda *et al.* 1992). Dissociated luteal cells from CLs were pooled. The luteal cells were suspended in a culture medium, DMEM, and Ham's F-12 medium [D/F; 1:1 (v/v); Sigma-Aldrich, MO, USA, D8900] containing 5% fetal calf serum (Life Technologies, NY, USA, 16170-078) and 20 μ g/ml gentamicin (Sigma, G1397). Cell viability was greater than 85% as assessed by trypan blue exclusion. The cells in the cell suspension consisted of about

70% small luteal cells, 20% large luteal cells, 10% endothelial cells or fibrocytes, and no erythrocytes. The dispersed luteal cells were seeded at 2.0×10^5 viable cells in 1 ml, cultured on sterilized coverslips in 6 well microplates for immunofluorescence then incubated in a humidified atmosphere of 5% CO₂ in air at 38°C in a N₂-O₂-CO₂-regulated incubator (ESPEC CORP., Osaka, Japan, BNP-110). After 12 h of culture, the medium was replaced with fresh medium containing 0.1% BSA (Sigma, A7979), 5 ng/ml sodium selenite and 5 µg/ml transferrin, and apoptosis was induced by 2.9 nM TNFα (kindly donated by Dainippon Pharmaceutical Co., Ltd., Osaka, Japan) and 2.5 nM IFNγ (kindly donated by Dr. S. Inumaru, NIAH, Ibaraki, Japan). After 48 h culture, total RNA was prepared from the cells and the coverslips subjected to cFLIP and TUNEL immunofluorescence.

Immunohistochemistry:

Sections of 4 µm thick were mounted on glass slides, sections were immersed in antigen retrieval buffer (0.01M citrate acid, pH 6) at 95 °C for 10 min, then the sections were incubated with rabbit anti-human cFLIPS/L antibody (Santa Cruz Biotechnology, sc-8347) diluted 1:100 with PBS containing 1% (w/v) BSA overnight at 4 °C, while negative control sections were incubated with PBS. Sections were incubated with biotinylated anti-rabbit IgG (Vector Laboratories, Burlingame, CA, USA, 1:200) for 30 min, then incubated for 30 min at room temperature with VectaStain avidin-biotin-peroxidase complex (Vector Laboratories, PK-6100) according to the manufacturer's instructions. The sections were visualized with 0.05% (w/v) 3,3'-diaminobenzidine (Dojindo, Kumamoto, Japan,

7411-49-6) in 0.01M PBS, pH 7.4, and 0.01% (v/v) H₂O₂. To estimate the density of staining, 3 animals from each luteal stage and 3 sections from each animal were examined at light microscope. 5 digital micrographs were taking randomly from each section at 400x magnification. The density of the immunostaining was quantified as described in (Lehr et al., 1997) using Photoshop program software. The system was optimised for each individual section based on the density of the stain. The data were expressed as arbitrarily unit mean ± SEM.

Double immunofluorescence TUNEL (terminal deoxynucleotidyl transferase- mediated dUTP nick-end labelling) and cFLIP:

Cultured cells on coverslips were washed 3 times in PBS then fixed with 4% paraformaldehyde at 4°C for 10 min followed by 3 times wash in PBS. The coverslips were treated with blocking buffer 1% BSA in PBS for 30 min at room temperature, subsequently incubated with rabbit anti-human cFLIPS/L antibody diluted 1:100 with PBS containing 1% BSA overnight at 4°C and followed by three times washing in PBS. Coverslips were incubated with secondary antibody (donkey anti-rabbit Cy3 labeled, Jackson ImmunoResearch, PA, USA, 711-165-152) diluted 1:400 in blocking buffer for 1 h at room temperature, then washing three times in PBS. For double staining, apoptotic cells were detected using MEBSTAIN Apoptosis Kit Direct (MBL International Corporation, MA USA, 8445) according to manufactures instructions. Briefly, coverslips were incubated with TdT buffer II for 5-10 min at room temperature, then

incubated with (mixture of 45 μ l of TdT buffer II, 2.5 μ l of FITC-dUTP, and 2.5 μ l of TdT) for 60 min at 37°C, followed by immersion in TB buffer for 15 min and washed 3 times in PBS. The coverslips were mounted with VECTASHIELD mounting medium DAPI (Vector Laboratories, H-1500) on slide glass and were examined at x400 magnification using fluorescence microscope. The number of positive cells for TUNEL and cFLIP were counted in 20 random microscopic fields. The percentage of immuno-positive cells for TUNEL and cFLIP was calculated as follows: number of positive cells/total number of the cells X100, for each individual microscopic field and expressed as mean \pm SEM (Alziabi *et al.*, 2002).

Statistical analysis:

All experimental data are shown as the mean \pm SEM. Statistical significance of differences immunostaining density or percentage of cells in cultured cells between control and treated groups were assessed by ANOVA followed by the Fisher protected least-significant difference procedure as a multiple comparison test using Minitab statistical package.

Results

Immunohistochemistry:

Positive immunostaining for cFLIP was found predominantly in the cytoplasm of luteal cells and

non-luteal cells, including endothelial and immune cells. No positive staining was observed in negative control sections (Fig. 1A).

Luteal and non luteal cells were immunostained during the early (Fig. 1B) and developing (Fig. 1C) luteal stages.

At the mid luteal stage more intense immunostaining was seen (Fig. 1D).

Pale immunostaining was found in few luteal cells during the late luteal stage (Fig. 1E); by the regressed stage most of the luteal and endothelial showed no immunostaining. However, immune cells, probably, macrophage like cells were immunostained (Fig. 1F).

The density of cFLIP immunostaining was high during the early, developing and mid luteal stages and then decreased significantly ($p < 0.01$) by the late and regressed stages compared with the early, developing and mid luteal stages (Fig. 2).

Double immunofluorescence of TUNEL and cFLIP_{L/S} in cultured luteal cells:

Untreated cultured luteal cells showed immunofluorescence for cFLIP (Fig 3A), with few cells were positive for TUNEL (Fig. 3B), while luteal cells treated with TNF α /IFN γ were positive for cFLIP (Fig. 3C).

The majority of the cells showed positive immunostaining for TUNEL (Fig. 3D).

However, cultured mid luteal cells showed higher percentage of cFLIP positive cells with lower percentage of TUNEL positive cells compared with treated luteal cells with cytokines ($P < 0.01$) (Fig. 3 E-F).

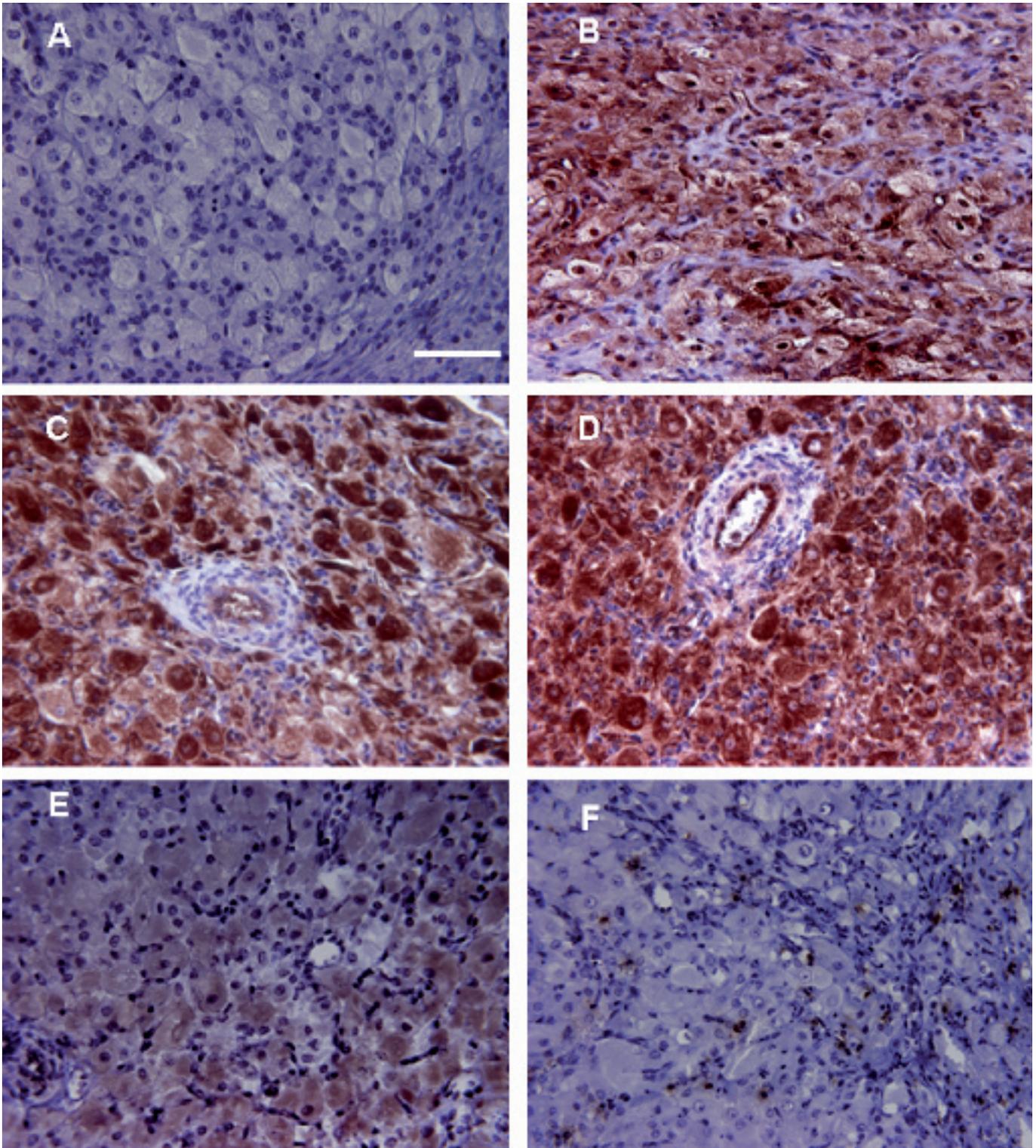


Fig.1. Immunolocalization of cFLIP throughout the luteal stages. The immunostaining were predominantly found in the cytoplasm of luteal cells and non-luteal cells, including endothelial and immune cells. A) negative control showed no immunostaining. B) luteal cells showed cytoplasmic immunostaining during early luteal phase. C-D) luteal cells and blood vessels showed intense immunoreactivity during developing and mid luteal phase respectively. E) pale immunostaining were seen during late luteal stage. F) luteal cells and blood vessels showed no immunostaining, however, macrophage like cells show positive immunostaining. Scale bar = 50 μ m.

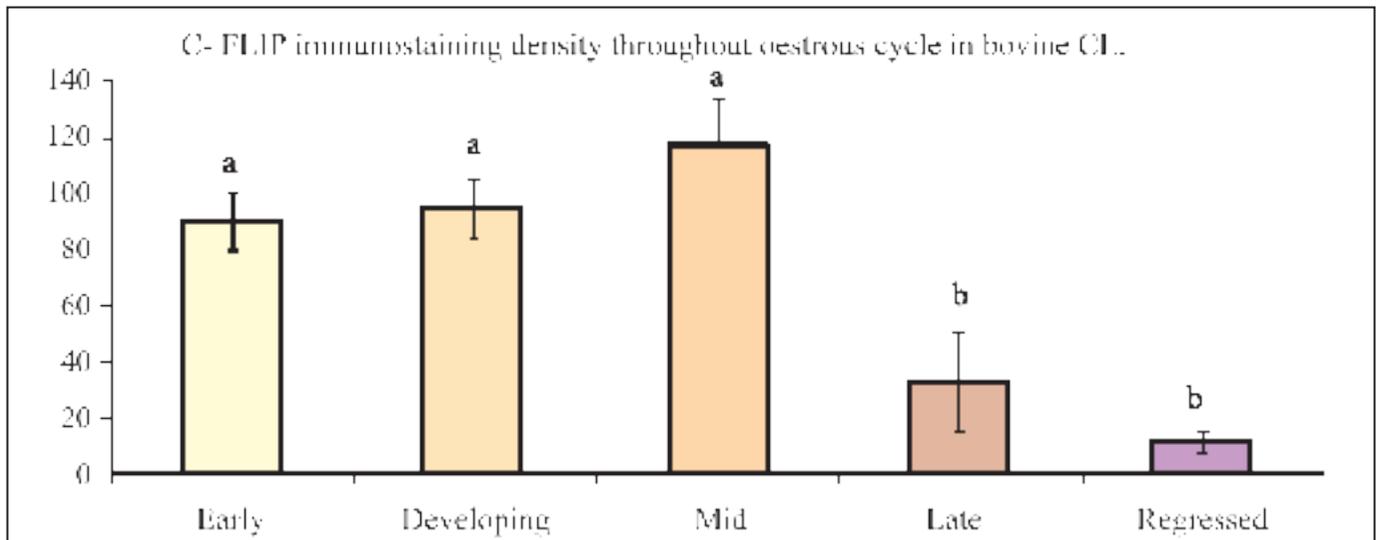


Fig. 2. Quantitative analysis of cFLIP immunostaining density throughout the luteal stages. 15 micrographs of cFLIP immunostaining from each stage were quantified as reported by [21] using Photoshop software. All data are expressed as mean \pm SEM, different letters indicate significant difference ($P < 0.05$) within each luteal stages.

Discussion

The present study investigated the expression and localization of cFLIP in the bovine CL and showed a down-regulation of cFLIP during structural luteolysis. Apoptosis mediated by death receptors of TNF superfamily can be blocked by several mechanisms, including the production of soluble Fas and the over-expression of inhibitory proteins such as cFLIP (Irmler *et al.*, 1997). cFLIP is more efficient than other anti-apoptotic genes such as, TRAF1, TRAF-2, cIAP-1, and cIAP-2, in preventing cell death induced by death receptors (Wang *et al* 1998).

Fas-mediated apoptosis system was demonstrated in the human CL (Quirk *et al.*, 1995), rat (Kuranaga *et al* 1999, 2000), mouse (Komatsu *et al* 2003) and bovine (Taniguchi *et al.*, 2002, Yadav *et al.*, 2005). Fas was found to be elevated during luteal regression in bovine (Taniguchi *et al* 2002; Yadav *et al* 2005) and

rat (Roughton *et al* 1999). The increase in Fas was the first step in the initiation of extrinsic pathway followed by Fas/FasL system activation and thereby apoptotic cascade proceeded forward (Roughton *et al* 1999). Based on the assumption that TNF α and IFN γ produced by immune cells during luteal regression contributed to the increased levels of Fas (Sugino and Okuda 2007), it is possible that the decline in cFLIP levels during luteal regression observed in the present study coincides with high levels of Fas. In contrast, the overexpression of cFLIP protein during the early, developing, mid and late luteal stages in this study may be directly or indirectly compromised by low levels of Fas during these stages (Taniguchi *et al* 2002). Therefore, the down regulation of cFLIP during luteal regression can facilitate the extrinsic apoptotic cascade to proceed without disturbance at the DISC site. Moreover, in the present study, TNF α /IFN γ -induced apoptosis in cultured luteal cells resulted in a reduction in cFLIP

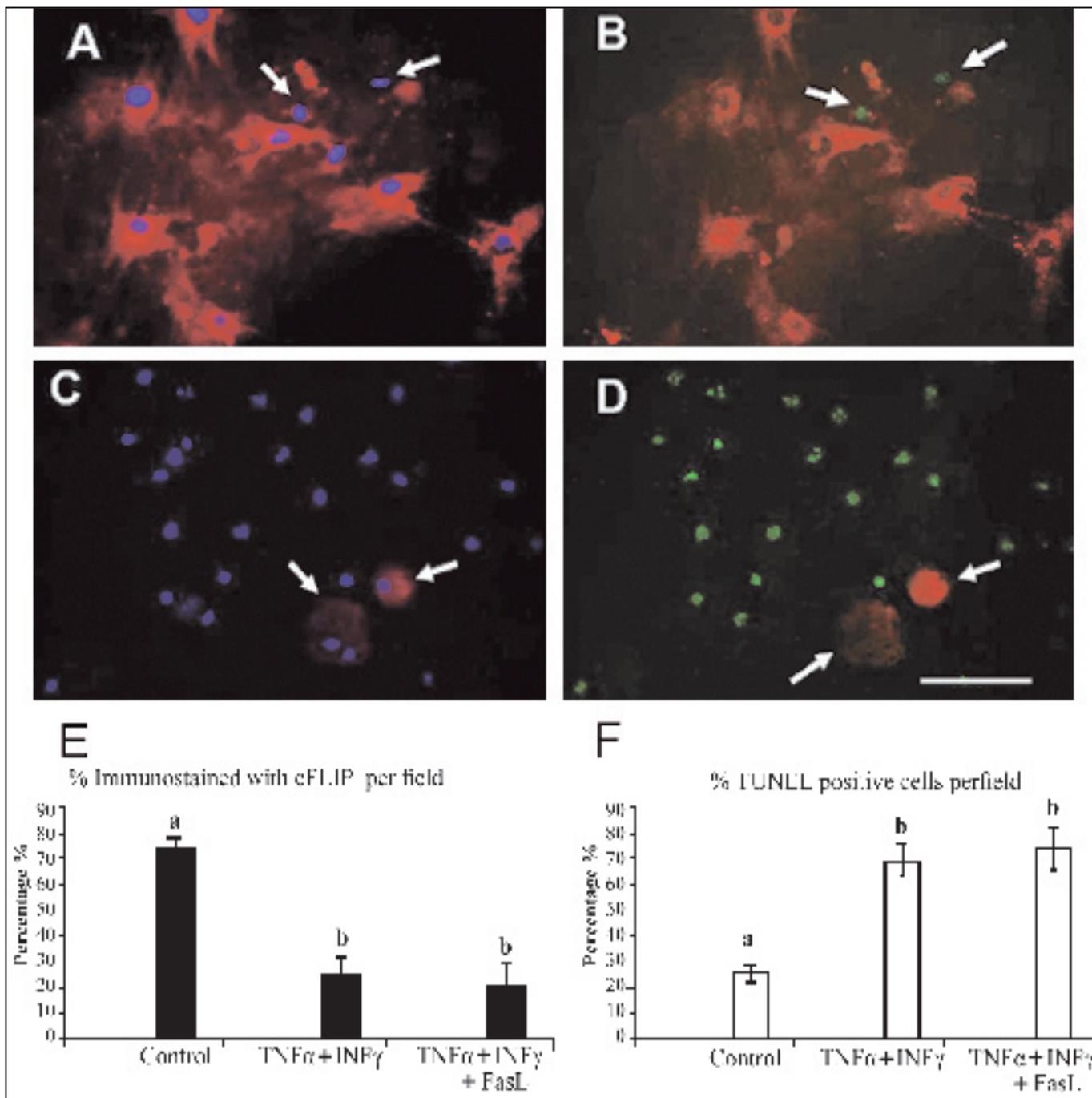


Fig. 3. Immunofluorescence staining of cFLIP and TUNEL in cultured luteal cells. A) untreated luteal cells showed positive immunofluorescence for cFLIP. B) the same macroscopic field of A, few numbers of untreated cultured cells was positive for TUNEL (white arrows). C) few numbers of luteal cells treated with IFN and TNF α showed immunofluorescence for cFLIP (white arrows), D) same macroscopic field of C, the majority of the cells were positive for TUNEL and few cells stained with cFLIP (white arrows). E) Percentage of positive cells for cFLIP were significantly higher ($P < 0.01$) in the control than in treated luteal cells. F) the percentage of positive cells for TUNEL were significantly lower ($P < 0.01$) in the control compared with treated cells with TNF α /INF γ . Three separate experiments were carried out and all data are shown as means \pm SEM, different letters indicate significant difference ($P < 0.01$). Scale bar = 50 μ m.

positive cells and an increase in TUNEL positive cells, confirming our present data in luteal tissue. However, apoptosis induced by death receptors is tightly regulated by genes that are activated by the transcription factor nuclear factor- Kappa B (NF- κ B) (Wang *et al.*,1998). There is evidence that cFLIP is one of several anti-apoptotic genes that are under the control of the NF- κ B (Micheau *et al.*,2001). Moreover, protein kinase C delta (PKC δ) (Wang *et al.*,2006), phosphatidylinositol 3-kinase, mitogen-activated protein kinase (MAPK) (Panka *et al.*,2001) and p53 (Fukazawa et al 2001) have been reported to play a critical role in regulating cFLIP expression in various cell types. Further studies are needed to elucidate the regulatory mechanism of cFLIP expression in the bovine CL.

Both short and long isoforms of cFLIP have been shown to prevent apoptosis (Irmeler et al., 1997). In this study, polyclonal antibody cFLIP (short and long) was used. A previous report (Mastsuda-minehata et al., 2005) demonstrated that cFLIP_L is the most abundant isoform to be expressed in the porcine granulosa cells at protein levels. Moreover, porcine granulosa cell line JC-410 was shown to express cFLIP_S at 28 kDa but only traces of cFLIP_S was found in granulosa tumor cell line KGN and granulosa cells from healthy follicles (Mastsuda-minehata et al., 2005, 2007). Another study demonstrated that over-expression of cFLIP_S but not cFLIP_L prevented apoptosis induced by TNF α in the rat's granulosa cells (Xiao et al 2002). The discrepancy of cFLIP isoforms expression may highlight inter-species differences and/or differences in experimental approaches used in the above studies.

cFLIP is expressed in virtually all cells

irrespective of their sensitivity to death-receptor-mediated apoptosis (Peter, 2004). It is well known that luteal and endothelial cells in the CL preserve their physiological function and structural integrity during the early, developing and mid luteal stages in many species including sheep (Jablonka-Shariff et al 1993), horse (Al-zi'abi et al 2002) and cow (Zheng et al 1994). In the present study, the overexpression of cFLIP in both luteal and endothelial cells during the early, developing and mid luteal stages prevents these cells from undergoing apoptosis. In contrast, when apoptosis took place during structural regression at the regressed stage, cFLIP was under-expressed in luteal and endothelial cells. The down-regulation of cFLIP appears to be a cell death feature in both luteal and endothelial cells. The same scenario was also observed in cultured luteal cells from the mid luteal stage where cFLIP was overexpressed in the control group and down-regulated when apoptosis was induced by IFN γ , TNF α . These findings indicate that overexpression of cFLIP is a promoter of cell survival in the bovine CL. However, during luteal regression, luteal and endothelial cells were not immunostained, but macrophage like cells were positively stained to cFLIP. This phenomenon suggests that cFLIP plays a role as survival factor for these cells. However, immune cells including macrophages tended to increase in numbers during luteolysis in bovine corpus luteum (Penny et al 1999) and showed immunostaining for Ki67 proliferation marker during luteal regression in bovine (Bauer et al 2001) and equine (Al-zi'abi et al 2003). The relevance of cFLIP overexpression in macrophages like cells during luteolysis may highlight their significant role in clearing up cellular debris and apoptotic cells (Al-zi'abi et al 2002) as well as

cytokine production such as IFN γ /TNF α which are assumed to magnify the Fas-mediated apoptosis system in the bovine CL (Taniguchi et al 2002).

In conclusion, the present study showed a downregulated cFLIP during structural luteal regression, suggesting that cFLIP plays a crucial role in the bovine CL.

Acknowledgment:

This research was carried out in Japan and funded from the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS). M.O. A. was a JSPS Associate Research Fellow.

References

- Al-zi'abi M.O., H.M. Fraser and E.D. Watson. 2002. Cell death during natural and induced luteal regression in mares. *Reproduction*. 123: 67-77.
- Al-zi'abi, M.O., E.D. Watson and H.M. Fraser. 2003. Angiogenesis and vascular endothelial growth factor expression in the equine corpus luteum. *Reproduction*, 125: 259-270.
- Bauer, M., I. Reibiger, K and Spanel-Borowski. 2001. Leucocyte proliferation in the bovine corpus luteum. *Reproduction*, 121: 297-305.
- Boldin, M.P., T.M. Goncharov, Y.V. Goltsev, D. Wallach. 1996. Involvement of MACH, a novel MORT1/FADD-interacting protease, in Fas/APO-1- and TNF receptor-induced cell death. *Cell*, 8: 803-815.
- Chinnaiyan, A.M., K. O'Rourke, M. Tewari and V.M. Dixit. 1995. FADD, a novel death domain-containing protein, interacts with the death domain of Fas and initiates apoptosis. *Cell*, 181: 505-512.
- Davis, J.S and B.R. Rueda. 2002. The corpus luteum: an ovarian structure with maternal instincts and suicidal tendencies. *Front. Biosci*, 7: 1949-1978.
- Djerbi M, Darreh-Shori T, Zhivotovsky B, Grandien A, 2001: Characterization of the human FLICE-inhibitory protein locus and comparison of the anti-apoptotic activity of four different flip isoforms. *Scand. J. Immunol.* 54 180-189.
- Fukazawa, T., T. Fujiwara, F. Uno, F. Teraishi, Y. Kadowaki, T. Itoshima, Y. Takata, S. Kagawa, J.A. Roth, J. Tschopp and N. Tanaka. 2001. Accelerated degradation of cellular FLIP protein through the ubiquitin-proteasome pathway in p53-mediated apoptosis of human cancer cells. *Oncogene*, 23: 5225-5231.
- Imanishi, T., T. Hano, I. Nishio, W.C. Liles, S.M. Schwartz and D.K. Han. 2000. Transition of apoptotic resistant vascular smooth muscle cells to troptotic sensitive state is correlated with downregulation of c-FLIP. *J. Vasc. Res*, 37: 523-531.
- Irmeler, M., M. Thome, M. Hahne, P. Schneider, K. Hofmann, V. Steiner, J.L. Bodmer, M. Schröter, K. Burns, C. Mattmann, D. Rimoldi, L.E. French and J. Tschopp. 1997. Inhibition of death receptor signals by cellular FLIP. *Nature*, 388: 190-195.
- Jablonka-Shariff, A., A.T. Grazul-Bilska, D.A. Redmer and L.P. Reynolds. 1993. Growth and cellular proliferation of ovine corpora lutea throughout the estrous cycle. *Endocrinology*, 133: 1871-1879.
- Juengel, J.L., H.A. Garverick, A.L. Johnson, R.S. Young and M.F. Smith. 1993. Apoptosis during luteal regression in cattle. *Endocrinology*, 132: 249-254.
- Komatsu K, N. Manabe, M. Kiso, M. Shimabe and H. Miyamoto. 2003. Soluble Fas (FasB) regulates luteal cell apoptosis during luteolysis in murine ovaries. *Mol. Reprod. Dev*, 65: 345-352.
- Krueger, A., I. Schmitz, S. Baumann, P.H. Krammer, S.

- Kirchhoff. 2001. Cellular FLICE-inhibitory protein splice variants inhibit different steps of caspase-8 activation at the CD95 death-inducing signaling complex. *J. Biol. Chem*, 276: 20633-20640.
- Kuranaga, E., H. Kanuka, M. Bannai, M. Suzuki, M. Nishihara and M Takahashi. 1999. Fas/Fas ligand system in prolactin-induced apoptosis in rat corpus luteum: possible role of luteal immune cells. *Biochem. Biophys. Res. Commun*, 60: 167–173.
- Kuranaga, E., H. Kanuka, K. Hirabayashi, M. Suzuki, M. Nishihara and M. Takahashi. 2000. Progesterone is a cell death suppressor that downregulates Fas expression in rat corpus luteum. *FEBS. Lett*, 466: 279-282.
- Lehr, H.A., D.A. Mankoff, D. Corwin , G. Santeusanio and A.M. Gown. 1997. Application of photoshop-based image analysis to quantification of hormone receptor expression in breast cancer. *J. Histochem. Cytochem*, 45: 1559-1565.
- Matsuda-Minehata, F., Y. Goto , N. Inoue and N. Manabe. 2005. Changes in expression of anti-apoptotic protein, cFLIP, in granulosa cells during follicular atresia in porcine ovaries. *Mol. Reprod. Dev*, 72: 145-151.
- Matsuda-Minehata, F., Y. Goto , N. Inoue and N. Manabe. 2007. Anti-apoptotic activity of porcine cFLIP in ovarian granulosa cell lines. *Mol. Reprod. Dev*. 74: 1165-11670.
- Micheau, O., S.Lens, O.Gaide, K. Alevizopoulos and J. Tschopp. 2001. NF-kappaB signals induce the expression of c-FLIP. *Mol. Cell. Biol*, 21: 5299-5305.
- Miyamoto, Y., D.J. Skarzynski and K. Okuda. 2000. Is tumor necrosis factor a a trigger for the initiation of endometrial prostaglandin F2a release at luteolysis in cattle? *Biol. Reprod*, 62: 1109–1115.
- Okuda, K., A. Miyamoto, H. Sauerwein, F.J. Schweigert, D. Schams. 1992. Evidence for oxytocin receptors in cultured bovine luteal cells. *Biol. Reprod*, 46: 1001-1006.
- Panka, D.J., T. Mano, T. Suhara, K. Walsh and J.W. Mier. 2001. Phosphatidylinositol 3-kinase/Akt activity regulates c-FLIP expression in tumor cells. *J. Biol. Chem*, 276 6893-6896.
- Penny, L.A., D. Armstrong, T.A. Bramley, R. Webb, R.A. Collins and E.D. Watson.1999. Immune cells and cytokine production in the bovine corpus luteum throughout the oestrous cycle and after induced luteolysis. *J. Reprod. Fertil*, 115: 87-96.
- Peter, M.E., 2004. The flip side of FLIP. *Biochem. J*, 382: 1-3.
- Quirk, S.M., R.G. Cowan, S.G. Joshi and K.P. Henrikson. 1995. Fas antigen-mediated apoptosis in human granulosa/luteal cells. *Biol. Reprod*, 52: 279–287.
- Roughton, S.A., R.R. Lareu, A.H. Bittles, A.M. Dharmarajan. 1999. Fas and Fas ligand messenger ribonucleic acid and protein expression in the rat corpus luteum during apoptosis-mediated luteolysis. *Biol. Reprod*, 60: 797–804.
- Sugino, N. and K. Okuda, 2007: Species-related differences in the mechanism of apoptosis during structural luteolysis. *J. Reprod. Dev*, 53: 977-986.
- Taniguchi, H., Yokomizo, Y., K. Okuda. 2002. Fas-Fas ligand system mediates luteal cell death in bovine corpus luteum. *Biol. Reprod*, 66: 754-759.
- Thome, M., P. Schneider, K. Hofmann, H. Fickenscher, E. Meinl, F. Neipel, C . Mattmann, K. Burns, J.L. Bodmer, M. Schröter, C. Scaffidi, P.H. Krammer, M.E. Peter and J. Tschopp. 1997. Viral FLICE-inhibitory proteins (FLIPs) prevent apoptosis induced by death receptors. *Nature*, 386: 517-521.
- Thome, M., and J. Tschopp. 2001. Regulation of lymphocyte proliferation and death by FLIP. *Nat. Rev. Immunol*, 1: 50-58.

- Tilly, J.L.1996. Apoptosis and ovarian function. *Rev. Reprod*, 3: 162-172.
- Wang, Q., X. Wang, Y. Zhou and B. M. Evers. 2006. PKC delta-mediated regulation of FLIP expression in human colon cancer cells. *Int. J. Cancer*, 118: 326-334.
- Wang, C.-Y., M. W. Mayo, R. G. Korneluk, D. V. Goeddel, and A. S. Baldwin, Jr. 1998. NF-kappaB antiapoptosis: induction of TRAF1 and TRAF2 and c-IAP1 and c-IAP2 to suppress caspase-8 activation. *Science*, 281: 1680-1683.
- Wang, J., A. A. Lobito, F. Shen, F. Hornung, A. Winoto, and M. J. Lenardo. 2000. Inhibition of Fas-mediated apoptosis by the B cell antigen receptor through c-FLIP. *Eur. J. Immunol*, 30: 155-163.
- Xiao, C.W., E. Asselin and B.K. Tsang. 2002. Nuclear factor kappa B-mediated induction of Flice-like inhibitory protein prevents tumor necrosis factor alpha-induced apoptosis in rat granulosa cells. *Biol. Reprod*, 67: 436-44.
- Yadav, V.K., G. Lakshmi and R. Medhamurthy.2005. Prostaglandin F2alpha-mediated activation of apoptotic signaling cascades in the corpus luteum during apoptosis: involvement of caspase-activated DNase. *J. Biol. Chem*, 280: 10357-10367.
- Yeh, W.C., A. Itie, A.J. Elia, H.B. Shu, A. Wakeham, C. Mirtsos, N. Suzuki, M. Bonnard, D.V. Goeddel and T.W. Mak. 2000. Requirement for Casper (c-FLIP) in regulation of death receptor-induced apoptosis and embryonic development. *Immunity*, 12: 633-642.
- Zheng, J., P.M. Fricke, L.P. Reynolds and D.A. Redmer. 1994. Evaluation of growth, cell proliferation, and cell death in bovine corpora lutea throughout the estrous cycle. *Biol. Reprod*, 5: 623-632.



تقييم معايير التمثيل الضوئي وعلاقتها بالغلة الحبية لعدد من سلالات الشعير
(*Hordeum vulgare* L.) الموسومة (RILs) تحت ظروف الإجهاد المائي

Evaluation of Photosynthetic Parameters in Recombinant Inbred Lines
of Barley (*Hordeum vulgare* L.) in Relation To Grain Yield
under Water-stress Conditions

Hayat Touchan ⁽¹⁾, Marwan Haj Hussein ⁽²⁾, Abdel Naser Aldarir ⁽²⁾,
Michael Baum ⁽³⁾ and Tawffiq Istanbuli ⁽⁴⁾

(1): Dept. Field Crops, Faculty of Agriculture, University of Aleppo, Syria

(2): Rural Engineering Department Faculty of Agriculture, University of Aleppo, Syria

(3): Researcher in International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)

(4): Postgraduate Student (MSc.), Dept Rural Engineering Faculty of Agriculture, University of Aleppo

المُلخَص

يعد الجفاف أحد العوامل الرئيسية المحددة لإنتاج الشعير في العديد من الدول النامية في كافة أنحاء العالم. أجريت تجربة في البيت البلاستيكي لدراسة معايير التمثيل الضوئي وعلاقتها بالغلة الحبية تحت ظروف الجفاف المتباينة لنحو 40 سلالة موسومة (RILs) ناتجة عن تهجين الطرازين الوراثيين Arta و Keel. عرضت النباتات إلى ثلاث معاملات مائية خلال فترة امتلاء الحبوب وحتى النضج: (1) معاملة الري الجيد Well-watered (70%) من الماء المتاح في التربة، (2) معاملة إجهاد الجفاف المعتدل Mild stress (35%) من الماء المتاح في التربة، (3) معاملة الإجهاد المائي الشديد Severe stress (10%) من الماء المتوافر في التربة. أخذت جميع القياسات في اليوم السابع من المعاملة. سببت ظروف الإجهاد المائي خلال مرحلة امتلاء الحبوب تراجعاً معنوياً في كل من معدل التمثيل الضوئي (Pn)، والغلة الحبية (GY). كان معدل التمثيل الضوئي، ومحتوى الماء النسبي (RWC)، والغلة الحبية للنباتات المروية بشكل جيد أعلى منها في النباتات المعرضة لظروف الإجهاد المعتدل، والشديد، باستثناء الطراز الوراثي Keel، الذي كان يمتلك قيمة أقل من تركيز ثاني أكسيد الكربون داخل الأوراق (Ci) في معاملة الإجهاد المعتدل بالمقارنة مع معاملة الري والإجهاد المائي الشديد. كان التباين لجميع المؤشرات المدروسة معنوياً بين الطرز الوراثية (G)، والمعاملات (T) والتفاعل (GxT)، ولكن لم تكن هناك فروقات معنوية في محتوى الماء النسبي، والغلة الحبية في التفاعل بين الطرز والمعاملات. وكانت الفروقات معنوية بين متوسط معاملات إجهاد الجفاف لجميع المؤشرات المدروسة باستثناء تركيز CO₂ في السلالات، و معدل النتج (E)، والناقلية المسامية (gs)، وتركيز CO₂ في الطراز الوراثي Arta؛ حيث لم تكن هناك فروقات معنوية بين ظروف الإجهاد المائي المعتدل والشديد. سبب ازدياد شدة الجفاف انخفاضاً في الغلة الحبية بمقدار 24% و 56% تحت معاملة الإجهاد المائي المعتدل والشديد على التوالي، في حين انخفضت غلة الأبوبين (Arta و Keel) بنسبة 31% لكليهما تحت معاملة الإجهاد المائي المعتدل، و 61% و 46% تحت معاملة الإجهاد الشديد لكل من الأبوبين Arta

و Keel على التوالي. ارتبط معدل التمثيل الضوئي معنوياً مع الغلة الحبية تحت ظروف إجهاد الجفاف المتباينة. ولوحظ أن أعلى قيمة لمعامل الارتباط معاملة الإجهاد الشديد. انخفضت كفاءة التمثيل الضوئي بالعلاقة مع الغلة الحبية بتقليل كميات المياه المضافة للنباتات. الكلمات المفتاحية: معايير التمثيل الضوئي، الغلة الحبية، محتوى الماء النسبي، الشعير، الإجهاد المائي.

Abstract

Drought stress is one of the major factors limiting barley yields in many developing countries worldwide. A greenhouse experiment was conducted to study the photosynthetic parameters in relation to grain yield under water stress conditions on 40 recombinant inbred lines (RILs) developed from the cross between the cultivars Arta and Keel. Plants were exposed to three water treatments during the period of grain filling until grain maturity as follow: (1) well-watered at 70% available water in the soil, (2) mild stress at 35% available water in the soil, and (3) severe stress at 10% available water in the soil. All measurements were taken after 7 days of treatment. Water stress conditions during grain filling significantly decreased photosynthesis (P_n) and grain yield (GY). Well-watered plants of RILs and two parents had higher photosynthetic activity, (GY) and relative water content (RWC) than plants in mild and severe stress treatments; only intercellular CO_2 concentration (C_i) for genotype Keel under mild stress treatment had smaller value comparing with well-watered and severe stressed plants. The differences among genotypes (G), treatments (T) and (GxT) interaction were significant in all studied traits but were not significant in relative water content and grain yield when genotypes and treatments had been interacted. In all studied traits there were significant differences among the three water stress treatment for the parameter C_i for mean of RILs and C_i , transpiration (E), stomatal conductance (gs) of Arta; In which differences between mild and severe stress conditions were not significant. By increasing the severity and duration of drought stress, grain yield of RILs decreased 24% and 56% under mild and severe stress treatments respectively, while for the parents decreased 31% for both of them under mild stress and 61%, 46% in Arta and Keel respectively under sever stress condition. Photosynthesis was found to be significantly correlated to grain yield under water stress conditions and the higher correlations were found for severe stress treatment. Photosynthetic activity in relation to grain yield decreased by limiting the quantities of water supplied to plants.

Keywords: Photosynthetic parameters, Grain yield, Relative water content, Barley, Water stress.

Introduction

Barley (*Hordeum vulgare* L.) is one of the most important cereal crops in many countries including Syria. In many developing countries it is a typical crop of marginal, low input, stressful environments because it is adapted to a severe stress water regime compared with other cereals (Ceccarelli, 1984). In many of these countries, barley is often the only possible rainfed crop that farmers can grow, and it is often subjected to extreme water deficit during the dry season (Ceccarelli et al., 2007). The effect of water deficit has been investigated on physiological

mechanisms, such as net photosynthesis, leaf water status (Basnayke et al., 1996). Although there is no consensus on the utility of water relation parameters as drought tolerance selection criteria (Sinha, 1987), selection criteria must be identified that are associated with improved yield under drought stress, have a high heritability and that can be measured simply and accurately in large populations. Water stress limits grain yield in many crops including cereals (Iqbal et al., 2005), reducing average yields by 50% and more. Like other cereals barley is also affected by water stress since its grain yield (Urchei and Rodrigues, 1994) and

net photosynthesis rate are reduced significantly by intense dry developmental stage. Therefore, drought stress is a serious challenge for barley in these areas, because it affects simultaneously many traits through morphological, physiological and metabolic modifications occurring in all plant organs leading to a decrease in yield (Cochard et al. 2002). According to Katerji et al., (2009), drought affected barley water status during the ear formation and flowering stages. It reduced the grain (37%) and straw (18%) yields. These reductions were not related to the soil salinity levels. There were fewer ears per plant, explaining the decrease in crop productivity and water use efficiency in drought conditions.

Photosynthesis is an essential process to maintain crop growth and development. It is well known that photosynthetic systems in higher plants are more sensitive to drought stress (Falk et al., 1996), as well as the limitation of photosynthetic carbon metabolism has been analyzed in certain crop plants (Griffiths and Parry, 2002). According to Xu & Shen, (1994) photosynthesis capacity during the reproductive stage is positively correlated with crop yield. Chen et al., (1995) summarized the studies on the relation between photosynthesis and yield, and deduced that elevating photosynthetic rate is beneficial to dry matter production and yield. Relative water content is closely related to cell volume, and it may closely reflect clearly the balance between water supply to the leaf and transpiration rate (Farquhar et al., 1989). The effect of water stress on photosynthesis has been a subject of controversy among plant physiologists for many years, and conflicting results have been reported depending on the plant material, and plant procedures used for investigations (Cornic and Massacci, 1996). The effect of water stress could be due to different events, such as an inhibition of electron transport activity limiting the generation

of reducing power or limitation in the metabolic activity (Guo and Al-Khatib, 2003). When the water deficit in plant tissue increases and develops, it will lead to a significant inhibition of photosynthesis, and consequently the photosynthesis activity is hampered. In such condition one of the earliest plant responses includes stomatal closure, which limits CO₂ diffusion to chloroplast (Muller and Whisitt, 1996) and reduced photosynthetic activity substantially causes yield reduction. However, the relative importance of stomatal conductance (gs) in restricting the supply of CO₂ to metabolism (stomatal limitation), and of metabolic impairment which decreases the potential of photosynthesis rate (Pn). Stomatal limitation is considered to decrease both Pn and CO₂ concentrations in the intercellular spaces of the leaf (C_i), which inhibits metabolism (Cornic, 2000). For instance, restricted CO₂ availability could lead to increased susceptibility to photo-damage (Valentini et al., 1995), controversially other studies (Epron et al., 1992; Gamon and Pearcy, 1990) found that photo-damage does not generally occur during water stress under natural conditions. Despite the fact that photosystem II (PSII) is highly drought resistant (Yordanov et al., 2003). Under water stress, photosynthetic electron transport to O₂ and increased quenching of excitation energy in the PSII may be unable to dissipate the excess excitation energy in the PSII and thus causes photodamage of PSII, consequently, increased dissipation of this energy as heat occurs in order to minimize photodamage to PSII reaction centers (Baker, 1993). Although many studies on PSII have been done, the mechanism by which water stress affects its photosynthetic activity remains to be elucidated. It has been shown that plants in drying soil can have reduced rates of growth and gas exchange while showing no clear perturbation in leaf water relation (Kutschera and Kohler, 1993).

The present study aims to determine the performance of photosynthesis rate in relation to grain yield under three water conditions in forty recombinant inbred lines (RILs) derived from the cross between Arta and Keel in which the parents differ for drought tolerance.

Material and Methods

Plant material and growth conditions:

Forty randomly chosen lines of 501 F7 recombinant inbred lines (RILs) of the cross Arta/Keel were used for this experiment. The population was developed by single-seed descent at ICARDA. Arta is a high yielding pure line selected from the Syrian white-seed landrace 'Arabi Abid', is well adapted to Syrian conditions, and combines high number of tillers and high kernel weight, but is susceptible to lodging under high yielding conditions and becomes very short under dry conditions. Keel is an Australian breeding line resistant to lodging, combines early flowering, high yielding, and plant height and with adaptation to severe drought stress. Both parents are well adapted to low rainfall conditions (250-375 mm) and are characterized by high yield stability. The main objective of this cross was to develop lines combining tillering ability of the Arta with plant height and the adaptation to severe drought stress conditions of Keel (Grando et al., 2001).

A greenhouse experiment including 40 F7 RILs and two parents was arranged in a randomized incomplete-block design with three treatments (well-water, mild stress and severe stress) and four replicates for each one under controlled conditions in a greenhouse at the International Center for Agriculture Research in the Dry Areas (ICARDA) (Tel Hadya, Aleppo, Syria).

Three seedlings each of three-four weeks vernalized seedlings of the same entry were transplanted into a 2.5 kg pot (15 cm in height and 16 cm in diameter) filled with 2 kg of sterilized soil, which contain about 6% of water. Field capacity, wilting point and available water content (AWC) of the soil were measured at ICARDA soil laboratory according to protocol described by Ryan et al., (2001). At the beginning of the grain-filling period plants were subjected to three drought stress conditions, the values: 70%, 35% and 10% of AWC in the soil were considered for barley as well-water, mild stress and severe stress conditions, respectively (Doorenbos and Pruitt, 1977). For one treatment one RILs and its parents were planted in four pots with a total of twelve plants; all plants were grown with 16 h/ 8 h day/night at 27 °C/18 °C day/night under control conditions. Drought treatments were imposed from the beginning of grain filling. Pots were weighed daily and maintained at the desired soil moisture content. The days for drought stress were counted after the AWC in the soil reached the desired percentage to allow measurements at precise determined intervals.

Measurements of photosynthetic activity:

Photosynthetic activity like Photosynthetic rates (pn), stomatal conductance (gs), transpiration (E) and intercellular CO₂ concentrations (Ci) were measured starting from the 7th day after water stress on fully expanded flag leaf for one plant per pot per treatment for all replicates as a total four plants for each RILs and two parents using CIRAS 2 infrared gas analyzer system manufactured by PP-system (UK). According to PP-system company the equipment was calibrated with the following specifications/adjustments: leaf surface area 4.50 cm², ambient CO₂ concentration (Cref) 360 μmol mol⁻¹, temperature of leaf chamber

(Cuvette) varied from 19.9 to 25.2 °C, temperature of leaf varied from 21.4 to 25.9, leaf chamber gas flow rate (v) 288 ml min⁻¹. Ambient pressure ranged from 967-973 m bar, PAR (Qleaf) at leaf surface was maximum up to 1003 l mol m⁻² s⁻¹.

Relative water content:

Relative water content (RWC) was measured using leaf pieces that were taken from the flag leaf of one plant per one pot per treatment for all replicates as a total four plants for each RILs and two parents after imposing drought conditions. Immediately after cutting the base of lamina, leaves were sealed within plastic bags and transferred quickly to the laboratory. Fresh weights (FW) were determined within 2 h after excision. Turgid weights were obtained after soaking leaves in distilled water in test tubes for 24 h in the fridge at 4°C and in the dark. After soaking leaves were quickly and carefully blotted dry with tissue paper in preparation for determining turgid weight. Dry weights were obtained after oven drying the leaf sample for 48 h at 80°C (Molnár et al., 2004). The relative water content was calculated according to (Barrs and Wetherley, 1968) as in the following formula:

$$\text{RWC} = [(\text{FW}-\text{DW}) / (\text{TW}-\text{DW})]*100$$

Data analysis:

Mean and standard errors were calculated according to the standard statistical procedure laid down by Gomez and Gomez, (1984). Analysis of variance (ANOVA) was performed to examine treatment effects on genotype by using GENSTAT software v. 11.1 to determine the significance of variation for all traits measured for this study. A mixed model, with genotypes as random effects and

treatments as fixed effects was used. Correlation analysis was performed to express the relationship among variable of interest.

Result

Phenotypic variation among genotypes:

All source of variation for 40 genotypes and their parents (Arta and Keel) showed a highly significant ($P > 0.001$) genotype (G) and water stress treatment (T) effects for all the studied traits (Table 1). 'GxT' interaction was also significant for all traits except for stomatal conductance (g_s) was found significant ($P > 0.05$) and not significant in grain yield (GY) and Relative water content (RWC) indicating a difference among RILs in the responses to drought, these differences displayed in (Fig 1) depending on the five highest yielding genotypes (HYGs) under three water stress. The variations among HYGs were high under well-watered (WW) condition and low under mild (MS) and severe stress (SS) condition except C_i parameter, which was high under MS condition. Under WW condition, genotype (AK-9) had highest value in GY comparing to others genotypes, while the genotype AK-12 should superiority in remnant traits, which were RWC 66%, 72% for genotypes AK- 9 and AK-12 respectively. GY increased by coinciding with RWC under MS and SS condition for genotypes AK-2 and Keel respectively. Photosynthesis parameters were the highest in genotype (AK-6) compare to other genotypes under MS and SS s Phenotypic performance of photosynthetic parameters in relation to grain yield for RILs and the two parents under three water regimes after 7th days after withholding water are summarized in (Table 2). The differences

between two parents Arta and Keel at the same treatment were not significant for all traits except intercellular CO₂ concentration (Ci), photosynthesis

rate (Pn), gs, GY under well-watered condition; Ci under mild stress condition and RWC, GY, Ci under severe stress condition.

Table 1. Mean Square values for different parameters of 40 RILs and their two parents grown under three water stress treatments.

S.O.V	d.f	Photosynthetic rate	Stomatal conductance	Transpiration	intercellular CO ₂ concentrations	Relative water content	Grain yield
Geno (G)	41	2.0428***	1201***	0.16746***	11302***	0.012794***	0.4244 ***
Treatment (T)	2	628.3862***	230530.2***	23.84405***	215037***	1.960677***	63.8114***
G x T	82	1.4781***	890.4*	0.12308***	6221***	0.004436 ns	0.2274 ns
Error	375	0.7557	627.9	0.04402	2314	0.005842	0.1956
Total	500						

ns: no significant; * P < 0.05; *** P < 0.001

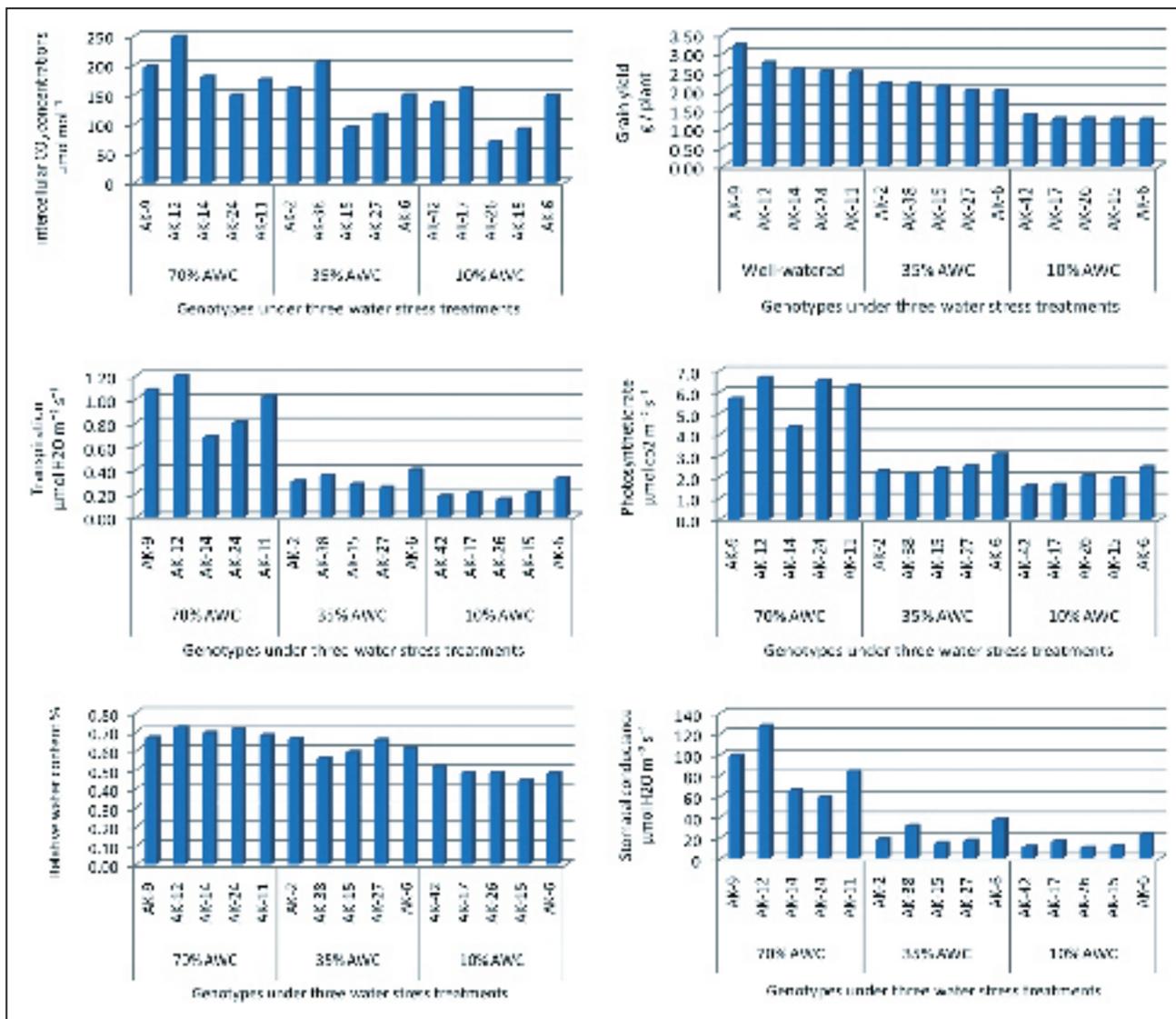


Fig. 1. Phenotypic differences among five highest grain yield genotypes under three water stress treatments.

Table 2. Means, standard deviation and ranges of the 40 RILs and their parents for Pn, gs, E, Ci, RWC and GY in the 7 day after beginning of treatment for barely plants under three water stress treatments imposed during the period of grain filling until grain maturity

Traits	Treatment	Parents			RILs		
		Arta	Keel	^e significance	Mean	Max	Min
Pn	WW	5.5 ± 0.88 a ‡	4.2 ± 1.28 a	*	5.60 ± 0.78 a	7	4.15
	MS	2.8 ± 0.22 b	2.8 ± 1.43 b	ns	2.93 ± 0.67 b	4.45	1.48
	SS	2.2 ± 0.55 c	1.6 ± 0.58 c	ns	1.84 ± 0.43 c	2.68	1.1
GS	WW	37.8 ± 11.87 a	66.8 ± 58.03 a	*	83.55 ± 25.47 a	139.5	37.8
	MS	16.5 ± 3.70 b	22.8 ± 9.39 b	ns	25 ± 8.50 b	55.3	12.5
	SS	12 ± 1.83 b	10.8 ± 4.11 c	ns	14.97 ± 4.90 c	30.3	6.3
E	WW	0.60 ± 0.35 a	0.70 ± 0.23 a	ns	0.95 ± 0.29 a	1.55	0.55
	MS	0.25 ± 0.06 b	0.38 ± 0.15 b	ns	0.38 ± 0.11 b	0.75	0.2
	SS	0.25 ± 0.06 b	0.18 ± 0.05 c	ns	0.24 ± 0.07 c	0.4	0.08
Ci	WW	116 ± 34.04 a	167.5 ± 127.11 a	*	196.08 ± 49.17 a	278.8	102
	MS	81.8 ± 74.09 b	179.8 ± 9.15 b	*	130.71 ± 36.09 b	204	74
	SS	81.8 ± 94.55 b	133.8 ± 23 c	*	138.2 ± 47.05 b	255.5	69.3
RWC	WW	0.69 ± 0.07 a	0.70 ± 0.04 a	ns	0.70 ± 0.03 a	0.76	0.55
	MS	0.65 ± 0.09 b	0.63 ± 0.04 b	ns	0.62 ± 0.03 b	0.7	0.56
	SS	0.45 ± 0.21 c	0.51 ± 0.07 c	*	0.48 ± 0.05 c	0.56	0.26
GY	WW	1.979 ± 0.43 a	2.477 ± 0.94 a	*	2.21 ± 0.28 a	3.18	1.69
	MS	1.374 ± 0.29 b	1.713 ± 0.39 b	ns	1.67 ± 0.30 b	2.19	0.97
	SS	0.778 ± 0.43 c	1.349 ± 0.16 c	*	0.98 ± 0.22 c	1.35	0.39

‡ Treatment means followed by letter a, b and c in the same column indicate significant differences according to the Least Significant Difference (LSD) test probability level 0.05.

^e Significant differences between two parents Arta and Keel
ns, not significant; * $P < 0.05$

Mean values for RILs and their parents were significant differences for all discussed traits under three water stress conditions except Ci for mean of RILs and Ci, transpiration (E), gs of Arta; there were no significant differences between mild

and severe stress conditions .In general, the range

of variation was higher for the well-watered RILs compared to the stressed one. The values obtained for all traits are higher for well-watered RILs compared to mild and severe stressed ones. As an example, the mean of Pn was 5.60 in well-watered RILs when was RWC 70%, while the Pn, RWC in mild stress

and severe stress were 2.93, 62% and 1.84, 48% respectively (Table 2). By increasing the severity and duration of drought stress after 7 days from drought, RWC of RILs decreased around 11% under mild stress and 49% under severe stress conditions comparing to well-watered treatment, while in the two parents Arta and Keel they decreased around 7%, 10% under mild stress and 35%, 27% under severe stress conditions respectively.

Decreasing RWC caused a decrease of g_s and P_n

in parallel, approximately, by the resulted decreasing E and C_i , although at small values of RWC, g_s reached a minimum but P_n may continue to decrease. However, when stomata closed, to protected the plant against water loss they simultaneously restricted carbon assimilation by the plant (Fig. 2).

The differences in net photosynthetic rate values influenced on grain yield. Water stress treatments during grain filling significantly decreased GY and P_n (Fig. 2).

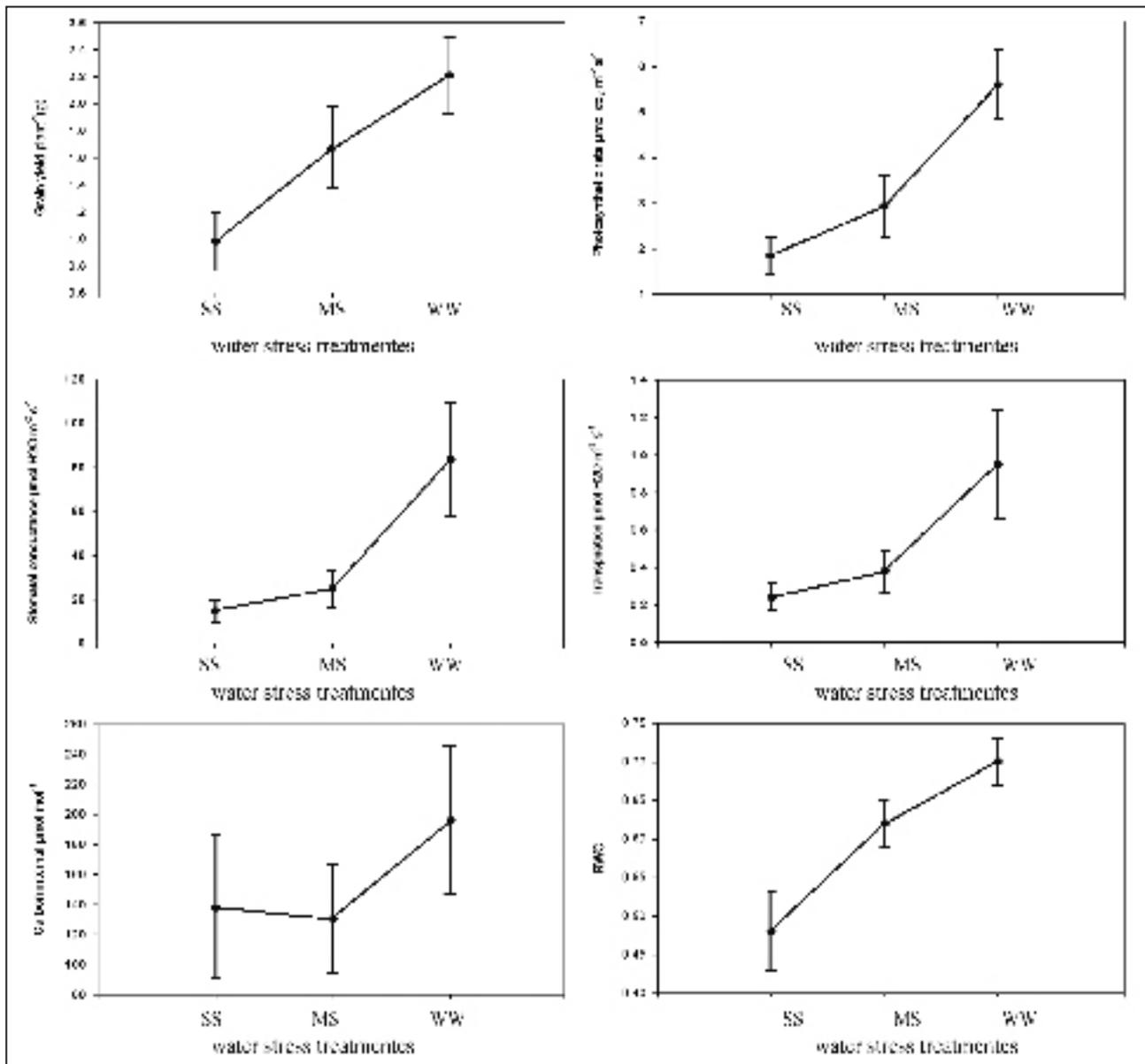


Fig. 2. means of grain yield and photosynthesis activity for 40 RILs and two parents in barley exposed to three water treatment. Bars indicate the standard error of the mean.

The percentage of decreasing grain yield of RILs was 24% under mild stress and 56% under severe stress conditions comparing to well-watered condition, while the parents Arta and Keel decreased by 31% for both of them under mild stress and 61%, 46% respectively under severe stress condition for (Fig 3).

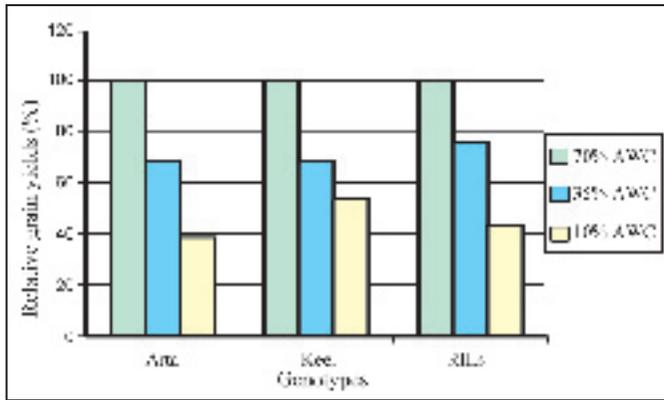


Fig. 3. Relative grain yields of two parents (ArtaKeel) and 40 RILs under three water stress treatments.

Relationship among photosynthesis activity and grain yield:

Photosynthesis was found to be positively correlated to grain yield under water stress, however the greatest value of correlation between photosynthesis and grain yield ($r = 0.62$) was found in severe stress condition.

In the present study the correlations among C_i , E , g_s , GY , P_n and RWC were positively and highly significant ($P > 0.01$), except the relationship between RWC and C_i was found significant ($P > 0.05$) under mild stress conditions and not significant under severe stress conditions (Table 3).

Table 3. phenotypic correlation coefficients between photosynthesis activity and grain yield for 40 RILs and two parents under three water conditions

Treatments	Traits	C_i	E	GS	GY	PN
70%	C_i					
	E	0.6165 **				
	GS	0.6129 **	0.9624 **			
	GY	0.3038 **	0.5181 **	0.4725 **		
	PN	0.2700 **	0.8409 **	0.8090 **	0.5719 **	
	RWC	0.2617 **	0.4766 **	0.4334 **	0.4367 **	0.4683 **
35%	C_i					
	E	0.7585 **				
	GS	0.7386 **	0.8277 **			
	GY	0.2684 **	0.2279 **	0.4164 **		
	PN	0.5677 **	0.8083 **	0.8022 **	0.3453 **	
	RWC	0.2010 *	0.2891 **	0.3260 **	0.2134 **	0.3960 **
10%	C_i					
	E	0.5464 **				
	GS	0.5101 **	0.9015 **			
	GY	0.2828 **	0.6264 **	0.6027 **		
	PN	0.2517 **	0.8367 **	0.8324 **	0.6211 **	
	RWC	0.1291 ns	0.5707 **	0.5697 **	0.5309 **	0.6491 **

ns, not significant; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

Discussion

Photosynthesis is an important factor controlling growth and yield production in plants. Photosynthetic rate, transpiration rate, stomatal conductance and intercellular CO₂ concentration got reduced under lower water regime conditions (Fig. 2). The present findings are in agreement with the results reported by Bakhtenko, (2001). Plant growth depend on photosynthesis is sensitive to both biotic and a biotic streses. Water stress influences the sensitivity of the photosynthetic apparatus to photoinhibition (Ferrari and Osmond, 1986; Osmond, 1994), probably because of the induced stomatal closure and consequent reduction of CO₂ uptake (Ludlow and Powles, 1988). The differences in all studying traits among genotypes, treatments and their interaction were significant, but it is not the case in relative water content and grain yield (Ashraf et al., 2006) (Table 1).

The variation among five highest genotypes in grain yield was high under well-water condition and low under mild and severe stress conditions (Fig 1). Under well-water condition tolerant genotypes with high grain yield have high photosynthesis activity and relative water content. Ashraf et al., (1994) found that wheat genotypes with higher RWC were more drought tolerant.

The highest values of photosynthesis activity under mild and severe stress conditions for tolerant genotype was found with less value of grain yield comparing to highest grain yield genotypes, because these genotypes are more flexible for maintaining a higher PSII activity at similar RWC during dehydration. There is unanimous agreement for the facts that yield of the plant in the drying soils get reduced even in the tolerant genotype (Ashraf, 1998b; Iqbal et al., 2005).

In this study, there were significant differences in mean of RILs and two parents for all traits under three water stresses except mildly stressed plants that were not significantly different in the total of Ci for RILs and Ci, E, gs for Arta to severely stressed plants, this attributed to the role of gs in restricting the supply of CO₂ to metabolism, and impairment metabolic. The variations were bigger in well-watered than mild and severe stress treatments (Table 2). However the importance of stomatal closure in regulating photosynthesis under water stress was recognized by the numerous findings of parallel reduction of Pn and E as drought develops (Kozłowski, 1982). Metabolic limitation is correlated with loss of ATP content, which starts to decrease with mild stress (Flexas and Medrano, 2002). In additional, when drought is moderate stomatal responses can be more closely linked to soil drying rather than to leaf water status (Zhang and Davies, 1989). Therefore, analyses of photosynthetic parameters are considered as an important approach to evaluate the health or integrity of the internal apparatus during photosynthesis process within a leaf (Abbate et al., 2004).

The reduction in RWC under mild and severe stress conditions affect the photosynthesis and other metabolic activity (Ashraf et al., 1994). Photosynthetic metabolism is more sensitive to changing RWC and cellular conditions in some types of plants than the others (Lawlor, 2002).

(Urchei and Rodrigues, 1994) showed that grain yield is reduced significantly under water stress. The percentages of decreasing grain yield of RILs were less than those of the two parents under mild stress, while they were lower than Arta and higher than Keel under sever stress conditions comparing to well-watered condition (Fig 3). As consequence, 40 RILs are more suitable for high grain production under mild stress conditions than other treatments. Arta is

affected by drought more than Keel, where the later can tolerate drought for long time (Grando et al., 2001). Many reports indicated that a short duration water deficit cycle reduce the plant growth and yield (Ashraf et al., 1992; Azhar et al., 2005). Reduction in growth and yield may be due to disturb in nutrient uptake efficiency and photosynthetic translocation within plant (Iqbal et al., 1999). Photosynthesis was found to be positively correlated to grain yield under water stress, which's corresponding to the results as with indicated by (Xu and Shen, 1994). According to Ashraf et al., (2006) the correlations among photosynthetic activity, grain yield and relative water content were significant and positive, except the relationship between RWC and C_i was found significant not significant under severe stress conditions (Table 3).

Conclusion

Drought stress during the grain filling period reduced photosynthesis and grain yield. There were significant differences for all parameters that were examined in this experiment between genotypes, treatments and considering the relationship between genotype and treatment interaction, except for grain yield and relative water content when genotype interacted to treatment. The variations among five highest grain yield genotypes under well-water treatment were higher than mild and severe stress treatments. Also the values of photosynthesis and grain yield under well-water treatment were higher than mild severe stress treatments as a consequence of increased relative water content, stomatal conductance, transpiration and intercellular CO_2 concentration for plants under normal condition. Photosynthesis was related to grain yield under

water stress conditions. In all studying traits there were significant differences under three water stresses except intercellular CO_2 concentration for mean of RILs and intercellular CO_2 concentration, transpiration, stomatal conductance of Arta; that were not significantly different between mild and severe stress conditions. The performance of photosynthesis in relation to grain yield decreased by limiting of supplied water amount for plants. The percentages of decreasing grain yield of RILs were less than the two parents under mild stress, but lower than Arta and higher than the tolerant genotype Keel under sever stress conditions comparing to well-watered condition. In present experiment the correlation between photosynthesis and grain yield was significant and the higher value of correlation were found in severe stress treatment. Photosynthetic activity in relation to grain yield decreased by limiting the amounts of water to plants.

Reference

- Abbate, P.E., Dardanelli, J.L., Cantarero, M., Maturano, M., Melchiori, R.J.M., Suero, E.E., 2004. Climatic and water availability effects on water-use efficiency in wheat. *Crop Science* 44, 474–483
- Ashraf, M.Y., Azhar, N., Hussain, M., 2006. Indole acetic acid (IAA) induced changes in growth, relative water contents and gas exchange attributes of barley (*Hordeum vulgare* L.) grown under water stress conditions. *Plant Growth Regul* 50:85–90
- Ashraf, M.Y., Azmi, A.R., Khan, A.H., Naqvi, S.S.M., 1994. Water relations in different wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under water deficits. *Acta Physiol Plant* 16:231–240
- Ashraf, M.Y., Khan, A.H., Azmi, A.R., 1992. Cell membrane stability and its relation with some physiological process in wheat. *Acta Agron Hung*

- 41:183–191
- Ashraf, M.Y., 1998. Photosynthetic efficiency of wheat under water stress conditions. *Pak J Sci Indust Res* 41:156–163
- Azhar, N., Hussain, M., Ashraf, M.Y., Mahmood, S., Alam, S.S., 2005. Response of barley (*Hordeum vulgare* L.) to Indole Acetic Acid under varying soil environment. *Int J Biol Biotech* 2:975–980
- Baker, N.R., 1993. Light use efficiency and photoinhibition of photosynthesis in plants under environmental stress. In: Smith, J.A.C., Griffiths, H., eds water deficits: plant responses from cell to community. Oxford: Bios Scientific Publishers 221-235
- Bakhtenko, E.Y., 2001. Significance of the hormone balance in water exchange regulation in plants with inadequate & excess soil moisture. *Agrokhimiya* 77–81
- Barrs, H.D., and Wetherley, P.E., 1968. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. *Aust J Biol Sci* 15:413–428
- Basnayake, J.M., Cooper, M., Henzell, R.G., and Ludlow, M.M., 1996. Influence of rate of development of water deficit on the expression of maximum osmotic adjustment and desiccation tolerance in three grain sorghum lines. *Field Crop Res* 49: 65–76
- Ceccarelli, S., Grando, S., Baum, M., 2007. Participatory plant breeding in water-limited environments. *Experimental Agriculture* 43, 1–25
- Ceccarelli, S., 1984. Utilization of landraces and *H. spontaneum* in barley breeding for dry areas. *Rachis* 3 (2): 8-11
- Chen, W.F., Xu, Z.J., and Zhang, B.L., 1995. Physiological Bases of Super High Yield Breeding in Rice. Liaoning Science and Technology Publishing Company, Shenyang, China
- Cochard, H., Coll, L., Roux, X.L., Améglio, T., 2002. Unraveling the effects of plant hydraulics on stomatal closure during water stress in walnut. *Plant Physiology* 128:282–290
- Cornic, G., 2000. Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture-not by affecting ATP synthesis. *Trends in plant sciences* 5: 187-188
- Cornic, G., Massacci, A., 1996. In: Baker, N. R., ed. *Advances in Photosynthesis, V.5, Photosynthesis and the Environment*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht V Bostod London, pp 347-366
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O., 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper no. 24. Food Agric Org UN, Rome
- Epron, D., Dreyer, E., and Breda, N., 1992. Photosynthesis of oak trees (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. during drought under field conditions: diurnal course of net CO₂ assimilation and photosynthesis chemical efficiency of photosystem II. *Plant Cell Environ* 15: 809–820
- Falk, S., Maxwell, D.P., Laudenbach, D.E., Huner, N.P.A., Baker, N.R., 1996. In *Advances in Photosynthesis, V.5, Photosynthesis and the Environment*. Kluwer Academic Publishers Dordrecht Boston London, pp 367-385
- Farquhar, G.D., Wong, S.C., Evans, J.R., and Hubic, K.T., 1989. Photosynthesis and gas exchange. In: Jones, H.G., Flowers, T.J., and Jones, M.B., (Eds.), *Plant under Stress*, pp 47–69. Cambridge University Press, Cambridge
- Ferrar, P.J., and Osmond, C.B., 1986. Nitrogen supply as a factor influencing photoinhibition and photosynthetic acclimation after transfer of shade grown *Solanum dulcamara* to high light. *Planta* 168: 563–570
- Flexas, J., Medrano, H., 2002. Drought – inhibition of photosynthesis in C₃ plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Annals of Botany* 89: 183-189
- Gamon, J.A., and Pearcy, R.W., 1990. Photoinhibition in *Vitis californica*: interactive effects of sunlight, temperature and water status. *Plant Cell Environ* 13: 191–200
- Grando, S., von Bothmer, R., Ceccarelli, S., 2001. Genetic diversity of barley: use of locally adapted germplasm to enhance yield and yield stability of barley in dry

- areas. In: Cooper HD, Spillane C, Hodgink T (eds) Broadening the genetic base of crop production. CABI/FAO/IPGRI, pp 351–372
- Griffiths, H., and Parry, M.A.J., 2002. plant responses to water stress. *Ann. Bot.* 89: 801-802
- Guo, P., Al-Khatib, K., 2003. Temperature effects on germination and growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) Palmer amaranth (*A. almeri*) and common waterhemp (*A. rudis*). *Weed Science* 51:869-875
- Iqbal, M.K., Sadiq, A.M., Ashraf, M.Y., 1999. Yield and yield components of durum wheat as influenced by water stress at various growth stages. *Pak J Biol Sci* 2: 11–14
- Iqbal, N., Ashraf, M., Ashraf, M.Y., Azam, F., 2005. Effect of exogenous application of glycinebetain on capitulum size and achene number of sunflower under water stress. *Int J Biol Biotech* 2:765–771
- Katerji, N., Mastrorilli, M. J.W., van Hoorn, F.Z., Lahme, R.D.d., Hamdy, A., and Oweis, T., 2009. Durum wheat and barley productivity in saline–drought environments *European Journal of Agronomy* 31(1): 1-9
- Kerst, Res Reports Biotech. Faculty Univ Ljubljana, Agric Issue Supp 23:92–103
- Kozłowski, T.T., 1982. Water supply and tree growth. I. water deficits. *Forestry Abstracts*, 43, 57-95
- Kutschera, U., and Kohler, K., 1993. Turgor pressure and elongation growth in developing sunflower hypocotyls. *J. Plant Physiol* 69: 1145–1149
- Lawlor, D., 2002. Limitation to photosynthesis in water-stress leaves: stomata vs. metabolism and role of ATP. *Annals of Botany* 89: 871-885
- Ludlow, M.M., and Powles, S.B., 1988. Effects of photoinhibition induced by water stress on growth and yield of grain sorghum. *Aust J Plant Physiol* 15: 179–19
- Molna'r, I.L., Ga'spa'r, E., Sa'rv'a'ri, S., Dulai, B., Hoffmann, M., Molna'r-La'ng and Galiba, G., 2004. Physiological and morphological responses to water stress in *Aegilops biuncialis* and *Triticum aestivum* genotypes with differing tolerance to drought. *Funct Plant Biol* 31:1149–1159
- Muller, J.E., Whitsitt, M.S., 1996. Plant cellular response to water deficit. *Pl Growth Regul* 2:41–46
- Osmond, C.B., 1994. What is photoinhibition ? Some insights from comparisons of shade and sun plants. In: Baker NR and Bowyer JR (eds), *Photoinhibition of photosynthesis, from molecular mechanism to the field.* Bios, pp 1–24
- Ryan, J., Estefan, G., Rashid, A., 2001. Soil and plant analysis laboratory manual. 2nd edn. Jointly published by the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) and the National Agricultural Research Center (NARC), Aleppo, Syria
- Sinha, S.K., 1987. Drought resistance in crop plants: a critical physiological and biochemical assessment. In: Srivastava, J.P., Poreceddu, E., Acevedo, E., and Varma, S., (Eds.), *Drought Tolerance in Winter Cereals*, pp 349–364. John Wiley & Sons, New York.
- Urchei, M.A., Rodrigues, J.D., 1994. Effect of soil water potential at different phenological stages of barley (*Hordeum vulgare* L). *Scientia Agricola* 51:533–540
- Valentini, R., Epron, D., De Angelis, P., Matteucci, G., and Dreyer, E., 1995. In situ estimation of net CO₂ assimilation, photosynthetic electron flow and photorespiration in Turkey oak (*Q. cerris* L.) leaves: diurnal cycles under different levels of water supply. *Plant Cell. Environ* 18: 631–640
- Xu, D.Q., and Shen, Y.G., 1994. Progress on Physiology of Crop High Production and High Efficiency. Science Publishing Company, Beijing, China, pp 17–23
- Yardanov, I.V, Velikova, T., Tsonev, 2003. plant responses to drought and stress tolerance. *Bulg.j plant Physiol Special issue*, 187-206
- Zhang, J., and Davies, W.J., 1989. Abscisic acid produced in dehydrating roots may enable the plant to measure the water status of the soil. *Plant Cell and Environment* 12: 73-81



Volume 3, No. 2, November, 2010

The Arab Journal for Arid Environments

Scientific, Refereed, Journal

Published by

The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD)

ACSAD