



UFAS – SETIF 1

Revue semestrielle – Université Ferhat Abbas Sétif 1

REVUE AGRICULTURE



## فعالية استعمال مؤشرات تحمل الجفاف في انتخاب أصناف القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) في المناطق شبه الجافة

قندوز علي<sup>1\*</sup>، بادري ياسين<sup>2</sup> و حفصي ميلود<sup>2</sup>

<sup>1</sup> المعهد الوطني الجزائري للبحث الزراعي- وحدة البحث سطيف-

<sup>2</sup> جامعة فرحات عباس – سطيف 1- كلية علوم الطبيعة و الحياة، قسم العلوم الفلاحية.

E-mail \*: guendouz.ali@gmail.com

### ARTICLE INFO

Reçu : 05/02/2016

Accepté : 15/07/2106

الكلمات المفتاحية : القمح

الصلب، الجفاف، مؤشرات

التحمل، مؤشر تحمل الجفاف.

### الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار مدى فعالية مؤشرات تحمل الجفاف في انتخاب أصناف متحملة في ظروف بيئية مختلفة ضمن المناطق شبه الجافة. أُستعمل خلال هذه الدراسة عشرة أصناف من القمح الصلب زرعت وفق التصميم العشوائي بالأجنحة حيث ضم أربعة أجنحة و في ظروف الري التكميلي و الإجهاد المائي. أُستعملت خلال هذه التجربة ستة مؤشرات تحمل الجفاف حيث يتم تقدير هذه المؤشرات اعتمادا على قيم المردود الحبي في ظروف الإجهاد المائي و الري التكميلي. نتاج هذه الدراسة أظهرت أن المردود الحبي في ظروف الري التكميلي لم يرتبط معنويا مع المردود الحبي في ظروف الإجهاد المائي، قيم مؤشر الحساسية للجفاف -SSI- العالية ارتبطت معنويا و قيم المردود الحبي المنخفضة في ظروف الري التكميلي، و بالتالي لا يمكن لهذا المؤشر أن يُحدد أو يميز الأصناف ذات القدرات العالية في ظروف الري التكميلي و الإجهاد المائي معا. الارتباط المعنوي و الايجابي بين المردود الحبي في ظروف الري التكميلي (GYp) و MP، GMP و STI يوجي بفعالية هذه المؤشرات في تحديد الأصناف عالية المردود في ظروف رطوبة مختلفة. يُعتبر كل من المؤشرين تحمل الجفاف -STI- و متوسط الإنتاجية الهندسي -GMP- جد فعالين مقارنة بمؤشر الحساسية للجفاف -SSI- في انتخاب أصناف ذات مردود حبي عالي في ظروف إجهاد مائي مختلفة؛ ما يمكن استنتاجه من نتائج دراستنا هو أن الانتخاب في ظروف الري التكميلي أفضل بكثير من الانتخاب في ظروف الإجهاد المائي من أجل مردود حبي عالي، لذلك كان لا بد من مربي النبات أن يأخذوا في الحسبان شدة الإجهاد من أجل اختيار مؤشر تحمل الجفاف اللازم للانتخاب في ظروف الجفاف.

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the ability of several selection indices to identify drought tolerant cultivars under varying environmental conditions. Ten durum wheat cultivars were evaluated under both moisture stress and non-stress field environments using a randomized complete block design for each of the environment. Six drought tolerance indices were used, the indices were adjusted based on grain yield under drought and normal conditions. Yields in the normal condition were not correlated with yields in the stress condition, better stress susceptibility index (SSI) was associated with low yield under normal conditions, and therefore this index could not identify cultivars with good performance in both stress and non-stress condition. The significant and positive correlation of GYp and MP, GMP and STI showed that these indices were more effective in identifying high yielding cultivars under different moisture conditions. Stress tolerance index (STI) gave identical cultivar classification with the geometric mean (GMP), both being better than SSI in identifying top yielders in contrasting water availability

**Key words:** durum wheat, drought, tolerances indices, stress tolerance index.

conditions. The results of calculated gain from indirect selection from moisture stress environment would improve yield in moisture stress environment than selection from non moisture stress environment. Wheat breeders should, therefore, take into account the stress severity of the environment in choosing an index.

## 1- مقدمة

يعتبر القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) من بين المحاصيل الأكثر زراعة في حوض البحر الأبيض المتوسط، حيث يمثل الجفاف واحد من بين الاجهادات اللاحيوية الأكثر تأثيرا في إنتاجه؛ عموما زراعة القمح في هذه المناطق تتم في الظروف البعلية، يشكل كل من الإجهاد المائي و الحراري كابحا للقدرة الإنتاجية خلال مرحلة ملء الحب (Simane et al., 1993). يُخفف العجز المائي المسجل خلال مرحلة ملء الحب المردود الحبي وبشكل جد ملحوظ، من بين الأعراض الظاهرية الناتجة عن تعرض النبات للعجز المائي خلال المرحلة الخضرية ذبول الأوراق، تناقص كل من طول النبات، عدد و مساحة الأوراق و تأخر ظهور البراعم و الأزهار (Boyer, 1982; Passioura et al., 1993). أثبتت العديد من الدراسات أن التأثير السلبي للجفاف على المردود الحبي يعتبر المشكل الرئيسي في العديد من الدول النامية و السائرة في طريق النمو (Guo et al., 2004; Passioura, 2007). عموما تنتشر زراعة القمح في المناطق الجافة و شبه الجافة، يعتبر القمح المحصول الأكثر استهلاكاً من طرف الإنسان سواء في المناطق المنتجة له أو غير المنتجة. ما يقارب 95% من القمح المزروع عالميا هو عبارة عن قمح لين (Dixon et al., 2009).

يعتبر القمح الصلب و مع إنتاج كلي يقدر بـ 30 مليون طن المحصول الأكثر تأقلا مع ظروف الجفاف خاصة ضمن مناطق البحر الأبيض المتوسط حيث يتم إنتاج ما يقارب 75% من الإنتاج العالمي ضمن هذه المنطقة (Araus et al., 2004; Condon et al., 2002). الإستراتيجية الأمثل لرفع المردود و/أو ثباته هي تطوير أو استنباط أصناف متحملة للعجز المائي (Siddique et al., 2000).

يعتبر استنباط أنماط وراثية مقاومة للجفاف جد صعب و ذلك لنقص تقنيات الانتخاب الملائمة، و عدم القدرة على تكرار ظروف إجهاد مائي روتيني لتقييم سلوك الأصناف ذات التركيب الوراثية المختلفة و اختبار مدى مقاومة كل صنف للإجهاد المائي (Ramirez and Kelly, 1998). يعتبر الحصول على أنماط وراثية تتميز بمردود حبي عالي ضمن ظروف العجز المائي جد صعب، حيث أن الربح الوراثي في المردود يكون أحسن في الظروف الملائمة (Richards et al., 2002). أُستعمل لتقدير الجفاف مؤشرات يُعتمد في قياسها على الفرق في المردود بين ظروف نمو مجهد و أخرى عادية لانتخاب أصناف متحملة للجفاف (Mitra, 2001)، تعتمد هذه المؤشرات أيضا على مدى حساسية و/أو مقاومة الأصناف للجفاف (Fernandez, 1992).

عرف Hall (1993) تحمل الجفاف على أنه المردود النسبي لصنف ما مقارنة بأصناف أخرى نمت في نفس ظروف الإجهاد. تُقاس حساسية صنف ما للجفاف اعتمادا على الانخفاض في المردود الحبي في ظروف الجفاف (Blum, 1988). Rosielle and Hamblin (1981) عرّفوا مؤشر تحمل الجفاف (TOL) على أنه الفرق في المردود بين ظروف الإجهاد (GYs) و الظروف العادية (GYp) و متوسط الإنتاجية (MP) على أنه متوسط المردود في ظروف الإجهاد و الظروف العادية. Fischer and Maurer (1978) اقترحوا مؤشرا جديد هو مؤشر الحساسية للجفاف (DSI). Fernandez (1992) طور مؤشرا جديد سماه مؤشر تحمل الجفاف (STI) و الذي يمكن استعماله لتحديد الأصناف ذات المردود العالي في كلتا الظروف المجهد و العادية. أُستعمل مؤشر آخر لتقدير تحمل الجفاف هو متوسط الإنتاجية الهندسي (GMP)، هذا الأخير يستعمله مربوا النبات ضمن البيئات التي تعاني تغير في شدة الإجهاد من سنة لأخرى (Ramirez and Kelly, 1998).

Clark et al. (1992) استعملوا مؤشر الحساسية للجفاف (SSI) لتقييم تحمل الجفاف في أصناف من القمح الصلب، أثبتت النتائج تغيرا في قيم هذا المؤشر من سنة لأخرى و من صنف لأخر. أثبتت دراسة تمت على أصناف من القمح اللين أُستعمل خلالها مؤشر الحساسية للجفاف (SSI) أن قيم هذا المؤشر و التي تتجاوز قيمة 1 تعني حساسية فوق المتوسط لهذا الصنف (Guttieri et al., 2001).

انتخاب أصناف متحملة للجفاف في القمح يكون من خلال اختيار الأصناف التي سجلت قيم قصوى لكل من مؤشرات تحمل الجفاف التالية: MP, GMP, STI (Golabadi et al., 2006).

Fernandez (1992) قسم الأنماط الوراثية بناء على رد فعلها تحت ظروف الإجهاد و الظروف العادية إلى أربعة مجموعات هي: المجموعة A- تضم الأصناف ذات المردود العالي في كلتا الظروف، المجموعة B- تضم الأصناف ذات المردود الحبي العالي فقط في الظروف العادية (غير المجهد)، المجموعة C- الأصناف ذات المردود الحبي الجيد في ظروف الإجهاد و أخيرا المجموعة D- و تضم الأصناف ذات المردود المنخفض في كلتا الظروف. يعتبر انتخاب أصناف مختلفة في ظروف إجهاد

مختلفة بالنسبة لمربي النبات الواجب الأهم لاستثمار تلك التغيرات الوراثية في تحسين تحمل الجفاف (Clark et al., 1984). تهدف هذه الدراسة إلى اختبار فعالية مؤشرات تحمل الجفاف في الانتخاب في المناطق شبه الجافة، و اختيار الأصناف الأكثر تحملا للجفاف في هذه المنطقة بناء على هذه المؤشرات.

## 2- مواد و طرق العمل

أستعمل خلال هذه الدراسة 10 أصناف من القمح الصلب أنبنت اختلافا في مردودها الحبي في ظروف الإجهاد و الري التكميلي الجدول 3-1. زرعت الأنماط الوراثية بتاريخ 30 نوفمبر 2010 على مستوى الحقول التجريبية التابعة للمعهد التقني للمحاصيل الكبرى (ITGC) سطيف، حيث تمت التجارب في ظروف الري التكميلي و الظروف البعلية. أعتد خلال هذه الدراسة التصميم العشوائي بالأجنحة حيث ضم أربعة أجنحة، قدرت أبعاد كل قطعة أرضية جزئية بـ 2.5 x 1.5 م، ضمت كل قطعة ستة خطوط المسافة العرضية بين خط و آخر قدرت بـ 20 سم و عدلت كثافة الزرع لتساوي 300 بذرة/م<sup>2</sup>.

الجدول 3-1. اسم و أصل الأصناف العشرة المستعملة خلال هذه الدراسة

Origin	Name	Cultivar	Origin	Name	Cultivar
CIMMYT	Altar <sub>84</sub>	6	ICARDA/CIMMYT	Bousselem	1
CIMMYT	Dukem	7	Espagne	Hoggar	2
CIMMYT	Kucuk	8	Algeria	Oued Zenati	3
CIMMYT	Mexicali <sub>75</sub>	9	Algeria	Polonicum	4
CIMMYT	Sooty	10	ICARDA/CIMMYT	Waha	5

تم إضافة السماد SULFAZOT (26% N, 35% S) عند مرحلة الأشاء بتركيز 120 كغ/هـ، أضيف إلى ذلك فإن إزالة الأعشاب الضارة كان بإضافة كل من المبيد TOPIC (0.75 L/ha) الخاص بالأعشاب أحادية الفلقة، و المبيد GRANSTAR (15 g/ha) الخاص بالأعشاب ثنائية الفلقة. عملية الري التكميلي كانت خلال مرحلة التطاول و مرحلة ما بعد التسنبل، في حين التجربة غير المروية فنمت في الظروف البعلية. المردود الحبي لكل صنف وراثي تم تقديره مباشرة بعد النضج الفيزيولوجي للمحصول و ذلك في كلتا الظروف المجهد و المروية. تم حساب مؤشرات تحمل الجفاف وفق العلاقات التالية:

1- متوسط الإنتاجية التوافقية (HMP) (Kristin et al., 1997):

$$HMP = 2 (GYp * GYs) / (GYp + GYs)$$

حيث: GYp و GYs المردود الحبي لكل صنف في ظروف الري التكميلي و الإجهاد المائي على التوالي.

2- مؤشر الحساسية للجفاف (DSI) (Fisher and Maurer, 1978):

$$SSI = 1 - (GYs / GYp) / D$$

حيث:  $D = 1 - (GYs / GYp)$ ، يُعرف D على أنه شدة الإجهاد، و يمثل كل من  $G\hat{Y}s$  و  $G\hat{Y}p$  متوسط مردود جميع الأصناف في ظروف الإجهاد و الري التكميلي على التوالي.

3- متوسط الإنتاجية الهندسية (GMP) و مؤشر تحمل الجفاف (STI):

$$GMP = (GYp * GYs)^{1/2}; STI = (GYp * GYs) / (G\hat{Y}p)^2 \text{ (Fernandez, 1992; Kristin et al., 1997)}$$

4- مؤشر ثبات المردود (YSI) (Bousslama and Schapaugh, 1984):

$$YSI = GYs / Gyp$$

5- متوسط الإنتاجية (MP) (Hossain et al., 1990):

$$MP = (GYp + GYs) / 2$$

التحليل الإحصائي كان باستعمال البرنامج SAS و مقارنة المتوسطات كانت وفق اختبار Fisher's LSD.

## 3- النتائج و المناقشة

قدرت شدة الإجهاد D- خلال هذه الدراسة بـ 14.72%. إن هذا المؤشر يشير فقط إلى شدة الإجهاد في الوسط البيئي وليس إلى شدة الإجهاد في الصنف الوراثي (Fisher and Maurer, 1978).

النتائج المتحصل عليها من خلال حساب مؤشرات تحمل الجفاف (الجدول 3-2) أظهرت أن الأصناف التي سجلت قيم قصوى في كل من مؤشر متوسط الإنتاجية (MP)، مؤشر متوسط الإنتاجية الهندسي (GMP) و مؤشر تحمل الجفاف

(STI) تُبدي تحملا للجفاف. تعتبر كل من الأصناف Waha، Dukem و Sooty والتي سجلت قيم مردود حبي تراوحت ما بين 6.46 و 6.31 طن/هـ تحت ظروف الإجهاد أصنافا مُتأقلمة مع الجفاف. يعتبر الصنف Sooty والذي سجل مردود حبي في ظروف الإجهاد قُدر بـ 6.31 طن/هـ و مردود قُدر بـ 7.55 طن/هـ في ظروف الري التكميلي الصنف الأكثر تحملا للجفاف من بين الأصناف العشرة المختبرة. أثبتت قيم مؤشرات تحمل الجفاف أن كل من الصنفين المحليين Oued Zenati و Polonicum والذين سجلا مردود حبي قُدر بـ 5.22 و 5.64 طن/هـ على التوالي أكثر حساسية للإجهاد مقارنة بباقي الأصناف المختبرة تحت ظروف الجفاف. الأصناف التي تسجل قيم مؤشر الحساسية للجفاف (SSI) أقل من الواحد هي أصناف ذات تحمل عالي للجفاف (Choukan et al., 2006)؛ استنادا إلى ما ذُكر يعتبر الصنفين Waha و Hoggar (مردود حبي قدر بـ 6.46 و 6.00 طن/هـ، على التوالي) الأكثر تحملا للجفاف في كلتا الظروف، يعتبر الصنفين Kucuk و Bousselem مع مردود حبي قُدر بـ 5.39 و 5.60 طن/هـ على التوالي الصنفين الأكثر حساسية للجفاف في كلتا الظروف.

يسمح مؤشر الحساسية للجفاف (SSI) من تصنيف الأنماط الوراثية إلى أنماط وراثية متحملة للجفاف و أخرى حساسة للجفاف بغض النظر عن مردودها الحبي (Naderi et al., 2000). يُعتبر مؤشر تحمل الجفاف (STI) المؤشر الأفضل في انتخاب أصناف متحملة للجفاف حيث و بالاعتماد على هذا المؤشر يمكن أن نميز أصناف المجموعة A ذات المردود العالي في كلتا الظروف عن أصناف المجموعة B و المجموعة C والتي تتميز بمردود حبي عالي في ظروف الري التكميلي و مردود حبي عالي في ظروف الإجهاد على التوالي (Fernandez, 1992). نتائج الارتباط بين مؤشرات تحمل الجفاف يمكن تطبيقها في اختيار المؤشرات الأكثر فعالية في انتخاب أصناف متحملة للجفاف الجدول 3-3. سُجلت تحت ظروف الري التكميلي علاقة ارتباط معنوية و إيجابية بين كل من المردود الحبي و مؤشر متوسط الإنتاجية (MP) ( $r = 0.88^{***}$ )، مؤشر متوسط الإنتاجية الهندسي (GMP) ( $r = 0.86^{**}$ )، مؤشر تحمل الجفاف (STI) ( $r = 0.86^{**}$ ) و متوسط الإنتاجية التوافقي (HMP) ( $r = 0.78^{*}$ ) عند عتبة معنوية 0.1%، 1% و 5% على التوالي؛ توافقت هذه النتائج مع نتائج (Roisselle and Hamblin, 1981).

### الجدول 3-2. تقدير حساسية عشرة أصناف من القمح باستعمال مؤشرات تحمل الجفاف في ظروف الري التكميلي و الإجهاد المائي

	GYs	GYp	HMP	DSI	YSI	STI	GMP	MP
Oued Zenati	5,22d	5,74b	5,60ef	0,995abc	0,865ab	0,671e	5,46e	5,48e
Altar	5,59bcd	6,91ab	6,15cd	1,13abc	0,825ab	0,87bcd	6,20bcd	6,25bcd
Sooty	6,31abc	7,55a	6,82a	0,994abc	0,843ab	1,065a	6,88a	6,93a
Polonicum	5,64abcd	6,01ab	5,51f	0,775bc	0,87ab	0,758de	5,79de	5,83de
Waha	6,46a	6,59ab	6,67abc	0,4213c	0,938a	0,955abc	6,52abc	6,52abc
Dukem	6,39ab	7,27ab	6,74ab	0,855bc	0,875a	1,039ab	6,80ab	6,83ab
Mexicali	5,96abcd	6,34ab	6,27bcd	0,779bc	0,901a	0,849cd	6,14cd	6,15cd
Kucuk	5,39d	7,35a	6,20bc	1,758a	0,742b	0,891abcd	6,29abcd	6,37abcd
Hoggar	6,00abcd	6,23a	5,93def	0,528bc	0,916a	0,828cde	6,05cde	6,12cde
Bousselem	5,50cd	6,77ab	6,06de	1,38ab	0,813b	0,833cde	6,09cd	6,13cd
Mean	5,85	6,68	6,19	0,961	0,859	0,876	6,22	6,26
Min	5,22	5,74	5,51	0,421	0,742	0,671	5,46	5,48
Max	6,46	7,55	6,82	1,758	0,938	1,065	6,88	6,93
LSD (5%)	0,815	0,977	0,549	0,889	0,137	0,175	0,632	0,651

Means followed by the same letter are not significantly different at  $p < 0.05$ ; **GYs**: Yield under stress condition (tons/ha), **GYp**: Yield under non-stress condition (tons/ha), **HMP**: Harmonic mean productivity, **DSI**: Drought susceptibility index, **YSI**: Yield Stability Index, **STI**: Stress tolerance index, **GMP**: Geometrie mean productivity and **MP**: Mean productivity.

إعتمادا على نتائج العديد من الدراسات التجريبية فإن متوسط الإنتاجية (MP) ارتبط معنويا و إيجابيا مع كل من المردود الحبي في ظروف الري التكميلي GYp و المردود الحبي في ظروف الإجهاد المائي GYs. أضف إلى ذلك فإن المردود الحبي في ظروف الإجهاد المائي سجل ارتباطا معنويا و إيجابيا مع كل من مؤشر متوسط الإنتاجية (MP) ( $r = 0.77^{**}$ )، مؤشر متوسط الإنتاجية الهندسي (GMP) ( $r = 0.79^{**}$ )، مؤشر تحمل الجفاف (STI) ( $r = 0.79^{**}$ ) و متوسط الإنتاجية التوافقي (HMP) ( $r = 0.79^{**}$ ) عند عتبة معنوية 1%؛ لكن المردود الحبي في ظروف الإجهاد المائي سجل علاقة ارتباط معنوية و سلبية مع مؤشر الحساسية للجفاف (DSI) ( $r = -0.64^{*}$ ) عند عتبة 5%.

الجدول 3-3. معاملات الارتباط بين المردود الحبي في ظروف الجفاف و الري التكميلي و مؤشرات تحمل الجفاف

	GYs	GYp	HMP	DSI	YSI	STI	GMP	MP
GYs	1							
GYp	0,37	1						
HM	0,79**	0,78*	1					
DSI	-0,64*	0,46	-0,09	1				
YSI	0,6	-0,5	0,08	-0,98***	1			
STI	0,79**	0,86**	0,95***	-0,05	-0,00	1		
GMP	0,79**	0,86**	0,96***	-0,04	-0,00	1,00***	1	
MP	0,77**	0,88***	0,94***	-0,01	-0,04	1,00***	1,00***	1

\*; \*\* and \*\*\* significantly at  $p < 0.05$ ,  $< 0.01$  and  $< 0.001$ , respectively. **GYs**: Yield under stress condition (tons/ha), **GYp**: Yield under non-stress condition (tons/ha), **HMP**: Harmonic mean productivity, **DSI**: Drought susceptibility index, **YSI**: Yield Stability Index, **STI**: Stress tolerance index, **GMP**: Geometrie mean productivity and **MP**: Mean productivity.

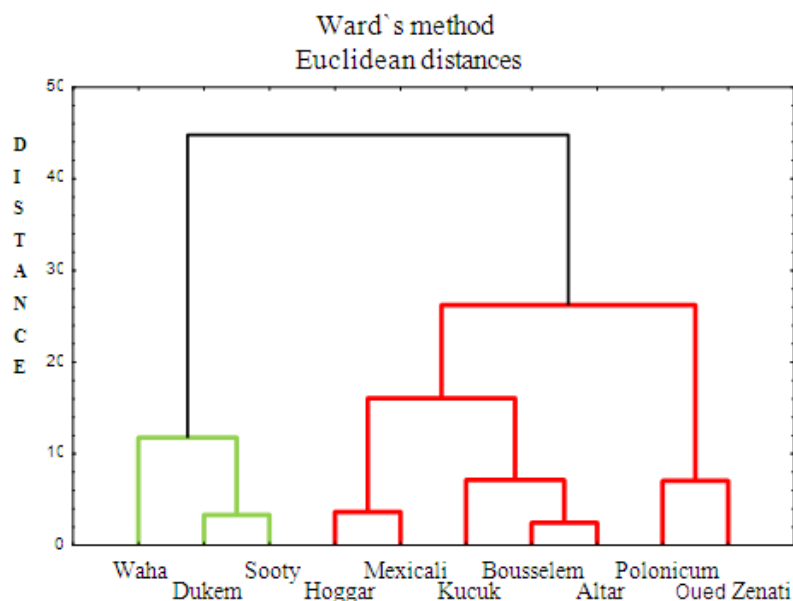
أثبتت دراسات Choukan et al. (2006) أن المؤشر الأكثر فعالية لانتخاب أصناف متحملة للجفاف هو المؤشر الذي يظهر ارتباطا معنوياً مع المردود الحبي في كلتا الظروف (المجهدة و العادية). كما توضحه نتائج دراستنا و من خلال الجدول 3-3 فإن المؤشرات التي أظهرت ارتباطاً معنوياً مع المردود الحبي في كلتا الظروف هي كالتالي متوسط الإنتاجية التوافقي (HMP)، مؤشر تحمل الجفاف (STI)، مؤشر متوسط الإنتاجية الهندسي (GMP) و متوسط الإنتاجية (MP). Farshadfar et al. (2001) أثبتوا من خلال دراستهم على البازلاء أن المردود الحبي في ظروف الجفاف يرتبط إيجابياً و معنوياً مع جميع مؤشرات تحمل الجفاف، لكن Fernandez (1992) وجد ومن خلال دراسة دامت ثلاث سنوات في ظروف الإجهاد و الري التكميلي أن المردود الحبي يرتبط معنوياً و سلبياً مع مؤشر الحساسية للجفاف (DSI) هذه النتائج تتوافق و ما سجلناه في دراستنا (الجدول 3-3). كما ذكرنا سابقاً فإن المؤشرات GMP، STI و MP ارتبطت معنوياً و إيجابياً مع المردود الحبي في ظروف الري التكميلي هذه النتائج توافقت و نتائج دراسة Shafazade et al. (2004) التي تمت في القمح الصلب. توجي نتائج هذه الدراسة و التي أثبتت من خلالها الارتباط المعنوي بين مؤشرات تحمل الجفاف و المردود الحبي في كلتا الظروف فعالية هذه المؤشرات في انتخاب أصناف متحملة للجفاف. أثبت Bahmaram et al. (2006) من خلال دراستهم التي تمت على القمح اللين أن مؤشر تحمل الجفاف (STI) أكثر فعالية في انتخاب أصناف متحملة للجفاف مقارنة بمؤشر الحساسية للجفاف (SSI).

أثبتت دراسة تمت في الشعير أن مؤشر متوسط الإنتاجية (MP) يرتبط معنوياً و إيجابياً مع مؤشر متوسط الإنتاجية الهندسي (GMP) (Choukan et al., 2006). Rosielle and Hamblin (1981) أثبتوا من خلال دراسة مقارنة للعديد من التجارب أن متوسط الإنتاجية (MP) يرتبط معنوياً و إيجابياً مع المردود الحبي في كلتا الظروف، استناداً إلى ذلك فإن الانتخاب إعتقاداً على مؤشر متوسط الإنتاجية سوف يؤدي حتماً إلى انتخاب أصناف تُعطي مردود حبي عالي في كلتا الظروف (المجهدة و العادية). Fernandez (1992) أظهر أن مؤشر متوسط الإنتاجية الهندسي (GMP) أقل حساسية لتغيرات المردود الحبي في الظروف العادية و المجهدة مقارنة بمؤشر متوسط الإنتاجية (MP) و بناءً على ذلك يعتبر GMP أكثر فعالية في التمييز بين الأصناف مقارنة بالمؤشر MP. عموماً تعتبر المؤشرات GMP، STI و MP الأكثر فعالية في انتخاب أصناف تتميز بمردود عالي في كلتا الظروف (المجهدة و العادية). كما توضحه الوثيقة 3-1 و إعتقاداً على قيم مؤشرات تحمل الجفاف لكل صنف و كذا قيم المردود في كلتا الظروف فإنه يمكن تقسيم الأصناف العشرة المختبرة ضمن هذه الدراسة إلى مجموعتين؛ المجموعة الأولى تضم Waha، Dukem و Sooty في حين المجموعة الثانية ضمت الأصناف التالية Bousselem، Oued Zenati، Altar، Polonicum، Mexicali، Kucuk، Hoggar و Bousselem. عموماً تميزت أصناف المجموعة الأولى بقيم قصوى في كل من مؤشرات تحمل الجفاف التالية STI، GMP و MP. تحليل المركبات الرئيسية (Principal component analysis - PCA) أظهر أن المحور الرئيسي الأول يفسر 66.14% من التغيرات و هو ممثل بالمؤشرات التالية GYs، GYp، HM، STI، GMP و MP، في حين المحور الرئيسي الثاني يفسر 32.51% من التغيرات و كان ممثلاً بالمؤشرات التالية SSI و YSI (الجدول 3-4 و الوثيقة 2-3).

الجدول 3-4. معاملات ارتباط مؤشرات تحمل الجفاف مع المحاور الثلاثة لتحليل المركبات الرئيسية

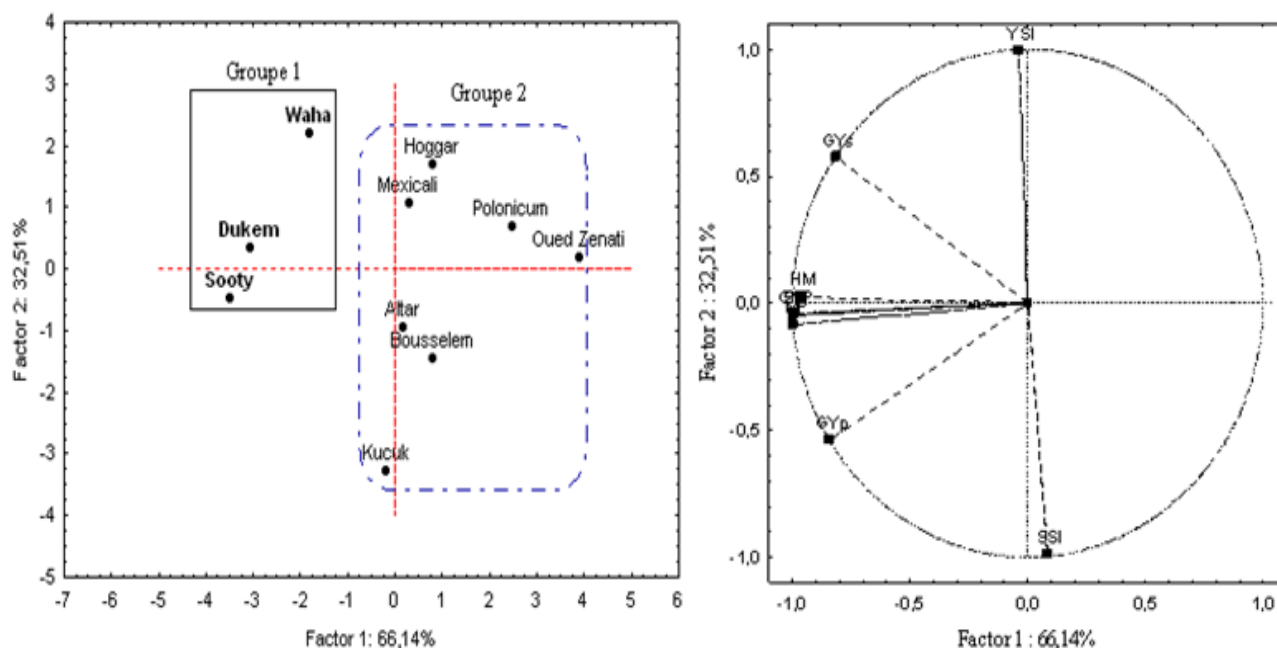
Component	Proportion of total variation (%)	Variables							
		GYs	GYp	HMP	DSI	YSI	STI	GMP	MP
Factor 1	66,14	-0,814	-0,839	-0,968	0,083	-0,041	-0,998	-0,998	-0,994
Factor 2	32,51	0,574	-0,538	0,027	-0,99	0,995	-0,04	-0,044	-0,081
Factor 3	1,11	-0,056	-0,055	0,249	0,087	0,074	-0,045	-0,034	-0,066

**GYs:** Yield under stress condition (tons/ha), **GYp:** Yield under non-stress condition (tons/ha), **HMP:** Harmonic mean productivity, **DSI:** Drought susceptibility index, **YSI:** Yield Stability Index, **STI:** Stress tolerance index, **GMP:** Geometrie mean productivity and **MP:** Mean productivity.



الوثيقة 3-1. تجميع الأصناف العشرة المدروسة اعتماداً على مؤشرات تحمل الجفاف تحت ظروف الري التكميلي و الإجهاد المائي

اعتماداً على ما يوضحه الجدول 3-4 و الوثيقة 3-2 المحور الرئيسي الأول (PCA1) يمكن أن يسمى بمحور القدرة الإنتاجية و تحمل الجفاف و ذلك لارتباطه الجيد مع المؤشرات التالية GYs، GYp، HM، STI، GMP و MP؛ بناءً على ذلك فإن جميع الأصناف التي تسجل قيم قصوى في هذه المؤشرات تمتلك مردود حبي عالي في كلتا الظروف الري التكميلي و الإجهاد المائي. المحور الرئيسي الثاني (PCA2) يمكن أن يسمى بمحور تحمل الجفاف و ذلك لارتباطه بالمؤشرين SSI و YSI. (الوثيقة 3-2).



الوثيقة 2-3. توزيع مؤشرات تحمل الجفاف و الأصناف العشرة المختبرة وفق المحورين الرئيسيين 1 و 2

نتائج دراستنا و دراسات أخرى أثبتت أن الأصناف التي تنتمي إلى المجموعة A و التي تتميز بمردود حبي عالي في كلتا الظروف تسجل قيما عالية في كل من المؤشرين GMP و STI. عموما، معظم النتائج المسجلة خلال هذه الدراسة توافقت و نتائج العديد من الدراسات السابقة و التي أثبتت فعالية مؤشرات تحمل الجفاف في انتخاب أصناف متحملة للجفاف و ذات مردود معتبر خاصة في ظروف الجفاف (Farshadfar and Sutka, 2003; Golabadi et al., 2006).

#### 4- الخاتمة

خلال هذه الدراسة الإجهاد المائي أثر سلبا في بعض الأصناف لكن أصناف أخرى أظهرت نوعا من التحمل مم يعني و جود اختلافات وراثية فيما بين الأصناف اتجاه تحمل الإجهاد المائي. خلال هذه الدراسة الأصناف Waha ،Dukem و Sooty أثبتت فعاليتها في تحمل الجفاف من خلال مردودها الحبي العالي في كلتا الظروف العادية و المجهدة. توحي علاقات الارتباط المعنوية و الايجابية بين المردود الحبي في ظروف الري التكميلي و المؤشرات MP ،GMP و STI أن هذه المؤشرات هي الأكثر فعالية في انتخاب و تمييز أصناف تتميز بمردود حبي معتبر في ظروف رطوبة مختلفة. اعتمادا على ما سجل خلال هذه الدراسة و دراسات سابقة فإن الاعتماد في انتخاب أصناف متحملة للجفاف على المؤشرين متوسط الإنتاجية الهندسي (GMP) و مؤشر تحمل الجفاف (STI) جد فعال في ظروف بيئية مختلفة الرطوبة. أضف إلى ذلك فإن الانتخاب ضمن الظروف البيئية المعتدلة (غير المجهدة) يعتبر أكثر فعالية في انتخاب أصناف ذات قدرات إنتاجية عالية مقارنة بالانتخاب في ظروف بيئية مجهد. لا بد من الأخذ بعين الاعتبار أن اختيار مؤشر تحمل الجفاف المناسب من أجل انتخاب أصناف متحملة للجفاف يعتمد أو متعلق مباشرة بشدة الإجهاد.

#### المراجع

- Araus, J.L., G.A. Slafer, M.P. Reynolds and Royo, C. 2002. Plant Breeding and Drought in C3 Cereals: Annals of Botany, 89: 925-9 29.
- Behmaram, R.A., A. Faraji and Amiri Oghan, H. 2006. Evaluation of drought tolerance of spring varieties (*Brassica napus*). Summary of essays in 9<sup>th</sup> Iranian congress of agricultural sciences and plant breeding. University of Tehran. Pardis Abu-Reyhan, pp. 496.
- Blum, A. 1988. Physiological selection criteria for drought resistance .In: Wittmer, G.(eds.) The future of cereals for human feeding and development of biological research. Int. fair of Agric., 39<sup>th</sup>, FOGGIA, Italy, p. 191-199.
- Blum, A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. Plant Growth Regul., 20: 135-148.
- Bousslama, M. and Schapaugh, W.T. 1984. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Sci., 24, 933-937.
- Boyer, J.S. 1982. Plant productivity and environment. Science, 218: 443-448.
- Choukan, R., T. Taherkhani, M.R. Ghannadha and Khodarahmi, M. 2006. Evaluation of drought tolerance maize lines by drought stress tolerance indices. Iranian J. Agric. Sci., 8: 2000-2010.

- Clarke, J.M., T.M. Townley-Smith, T.N. McCaig and Green, D.G. 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. *Crop Sci.*, 24: 537-541.
- Clarke, J.M., De Pauw, R.M. and Townley-Smith, T.M. 1992. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. *Crop Sci.*, 32: 732-728.
- Condon, A.G., R.A. Richards, G.J. Rebetzke and Farquhar, G.D. 2004. Breeding for high water use efficiency. *Journal of Experimental Botany*, 55: 2447-2460.
- Dixon, J., H.J. Braun, P. Kosina and Crouch, J. 2009. Wheat Facts and Futures. Mexico, D.F. CIMMYT.
- Farshadfar, A., M. Zamani, M. Matlabi and Imam Jome, A. 2001. Selection for drought tolerance in pea lines. *Iranian Agric. Sci. J.*, 32: 65-77.
- Farshadfar, E. and Sutka, J. 2003. Screening drought tolerance criteria in maize. *Acta Agronomica Hungarica.*, 50: 411-416.
- Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: C.G. Kuo, (Ed), *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress*. Tainan Publication, Taiwan.
- Fischer, R.A. and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield response. *Aust. J. of Agric. Res.*, 29: 897-912.
- Golabadi, M., A. Arzani, S.A. and Maibody, M. 2006. Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. *Afr J Agric Res.*, 5: 162-171.
- Guo, T.C., W. Feng and Zhao, H.J. 2004. Photosynthetic characteristics of flag leaves and nitrogen effects in two winter wheat cultivars with different spike type. *Acta Agronomica Sin.*, 30: 115-121.
- Guttieri, M.J., J.C. Stark, K. Brien and Souza, E. 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. *Crop Sci.*, 41, 327-335.
- Hall, A.E. 1993. Is dehydration tolerance relevant to genotypic differences in leaf senescence and crop adaptation to dry environments In, Close TJ, Bray EA (Eds.), *Plant Responses to cellular Dehydration during environmental stress*. pp. 1-10.
- Hossain, A.B.S., A.G. Sears, T.S. Cox and Paulsen, G.M. 1990. Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. *Crop Sci.*, 30: 622-627.
- Khalilzadeh, G.R. and Karbalae Khiavi, H. 2002. Effects of drought and heat stress to advanced lines of durum wheat. Summary of essays in the 7 Iranian congress of agronomy science and plant breeding. Research institute of reformation and seed and plant production in Karaj, pp. 563-564.
- Kristin, A.S., R.R. Senra, F.I. Perez, B.C. Enriquez, J.A.A. Gallegos, P.R. Vallego, N. Wassimi and Kelley, J.D. 1997. Improving common bean performance under drought stress. *Crop Sci.*, 37: 43-50.
- Mitra J, 2001. Genetics and genetic improvement of drought tolerance in crop plants. *Curr Sci.*, 80: 758-762.
- Naderi, A., E. Majidi-Hevan, A. Hashemi-Dezfoli and Nourmohammadi, G. 2000. Efficiency analysis of indices for tolerance to environmental stresses in field crops and introduction of a new index. *Plant and Seed Journal*, 15: 390-402.
- Passioura, J.B., A.G. Condon and Richards, R.A. 1993. Water deficits, the development of leaf area and crop productivity. In: Smith J.A.C., Griffiths H. (eds). *Water deficits plant responses from cell to community*. BIOS Scientific Publishers limited, Oxford, p. 253-264.
- Passioura, J.B. 2007. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives, *Journal of Experimental Botany*, 58: 113-117.
- Ramirez, P and Kelly, J.D. 1998. Traits related to drought tolerance in common bean. *Euphytica*, 99: 127-136.
- Richards, R.A., Rebetzke, G.J., Condon, A.G. and Herwaarden, A.F. 2002. Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Sci.*, 42: 111-121.
- Rosielle, A.A and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Sci.*, 21: 943-946.
- Royo, C., Michelena, A., Carrillo, J.M., Garcí'a, P., Juan-Aracil, J and Soler, C. 1998. Spanish durum wheat breeding program. In: Nachit MM, Baum M, Porceddu, Monneveux, Picard E (eds). *SEWANA (South Europe, West Asia and North Africa) durum research network. Proceedings of the SEWANA durum network workshop, 20-23 March 1995. ICARDA: Aleppo, Syria*, p. 80-87.
- Shafazade, M., A. Yazdan Sepas, A. Amiini and Ghannadha, M.R. 2004. Study of end-season drought tolerance in preferential genotypes of winter wheat by sensitive and tolerance indices. *Seed and Plant Journal*, 20: 57-71.
- Siddique, M.R.B., A. Hamid and Islam, M.S. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. *Bot. Bull. Acad. Sin.*, 41: 35-39.
- Simane, B., P. C. Struik., M. M. Nachit and Peacock, J. M. 1993. Ontogenetic analysis of yield components and yield stability of durum wheat in water-limited environments. *Euphytica*, 71:211-219.