اتحاد المهندسين الزراعيين العرب
الأمانة العامة
دمشق - ص.ب : ٣٨٠٠
فاكس : ٣٣٣٩٢٢٧
هاتف : ٣٣٣٥٨٥٢

المؤتمر الفني الدوري الحادي عشر
التكامل العربي
في مجال استخدام التقنيات
الحديثة في الزراعة العربية

# تربية محاصيل الحبوب من أجل المقاومة للاجهادات البيئية ( الجفاف والملوحة )

اعداد

الدكتور بدر جابر و المهندس سليم بصل

المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والاراضي القاحلة

الرباط ١١ - ١٥ / ١٢ / ١٩٩٥

# تربية محاصيل الحبوب
# من أجل المقاومة للاجهادات البيئية -(الجفاف والملوحة)
# في المناطق الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي

## الحالة الراهنة للمناطق الجافة في الوطن العربي:

تغطي الأقطار العربية ما يزيد عن (14) مليون كم$^2$، وتختلف هذه الأقطار في مساحتها، فهي تتراوح بين أقل من (600) كم$^2$ في البحرين وتصل إلى حوالي (2.5) مليون كم$^2$ في السودان(1).

ويقدر عدد سكان الوطن العربي بحوالي (250) مليون نسمة، يسكن (50٪)-منهم في الريف. ويتفاوت عدد سكان هذه الأقطار بين (0.5) مليون نسمة في جيبوتي ويصل إلى حوالي (65) مليونا في مصر. ويبلغ معدل النمو السكاني حوالي (3٪) سنويا. وإذا ما استمر النمو السكاني على هذا الحال، فسيقارب عدد سكان البلدان العربية (300) مليون نسمة في نهاية هذا القرن، وحوالي (600) مليون نسمة في العام (2030). إن تضاعف عدد السكان في الوطن العربي يتطلب العمل الجدي والسريع لمجابهة التزايد المستمر في الطلب على المواد الغذائية عن طريق رفع كفاءة القطاع الزراعي ليحقق الكفاية المطلوبة.

وعلى الرغم من أن غالبية السكان تعيش في الريف وتعتمد على الزراعة في حياتها، فإن التطور الزراعي لم يحتل إلا المكان الثاني بعد الصناعة، حتى تاريخه. فإذا وضعنا في الاعتبار النمو الاقليمي، واستخدام القوى العاملة، والاستقرار السياسي، فإن ذلك يحتم على البلدان العربية، إعطاء أهمية أكبر لنمو وتطور القطاع الزراعي.

ويسيطر على غالبية البلدان العربية مناخ متوسطي، يتميز بالجفاف، وبشتاء بارد، وصيف حار إلى حار جدا. وتعاني بعض المواقع من كلتا الظاهرتين بقوة. وتتراوح معدلات الأمطار السنوية بين أقل من (50) ملم وتصل إلى أكثر من (1200) ملم وفقا للمناطق، وتتباين في تطابقها مع فترة نمو النباتات بين (0و200) يوما. ويتحدد استخدام الأراضي والاستثمار الزراعي، إلى مدى بعيد في هذه الخصائص المناخية.

وتشير الاحصائيات (1) (2) إلى أن استخدام الأراضي يتوزع كما يلي:

| | | |
|---|---|---|
| محاصيل مستديمة (أشجار فاكهة) | 6 | مليون هكتار |
| محاصيل موسمية (محاصيل حقلية) | 54 | مليون هكتار |
| غابات | 78 | مليون هكتار |
| مراعي | 379 | مليون هكتار |

وتشكل هذه المساحة الخضراء حوالي (517) مليون هكتار من أصل مساحة الوطن العربي البالغة (1.4) بليون هكتار تقريبا، أي حوالي (37٪) من الرقعة العربية. تحتل المحاصيل المستديمة (1.16٪) من المساحة الخضراء و(0.43٪) من مجمل مساحة الوطن العربي، بينما تحتل المحاصيل الموسمية (10.4٪) من الأراضي المزروعة و(3.9٪) من المساحة الكلية للوطن العربي، وتصل نسبة المناطق الهامشية إلى (27٪) من المساحة الكلية.

يخضع (15٪) من الأراضي الزراعية الصالحة لزراعة المحاصيل لعمليات الري، بينما يعتمد (85٪) من هذه المساحة على هطول الأمطار، فهي مناطق جافة وشبه جافة. وتصل مساحة الأراضي الصالحة لزراعة المحاصيل الموسمية، والمهملة (متروكة) حوالي (17٪) من مساحة المحاصيل الموسمية.

ويتضح لنا، أن الأراضي المخصصة للزراعات الاقتصادية والغابات، قليلة، ويشكل ما تبقى منها بواد وصحار وأراض مبوره، تربتها صخرية مالحة غير صالحة للزراعة إن لم تتعرض لعمليات اصلاح مكثفة ومكلفة للغاية. ولهذا فهذه الأراضي هشة فقيرة، تخضع للضياع بمعدل (0.5٪) سنويا. إن العناية بهذه المصادر، وحفظ خصوبتها، من الأمور الملحة، ويجب أن تحتل المواقع الأولى في سلم الاهتمامات.

لقد كانت الدول العربية من الدول المصدرة للمواد الغذائية منذ حوالي أربعين سنة سالفة لكنها أصبحت من الدول الأكثر استيرادا فيما بعد بسبب الطلب المتزايد على المواد الغذائية الناجم عن التزايد السريع بمعدل نمو السكان. ولقد بلغ معدل الاكتفاء الذاتي من مجمل الحبوب عام 1992 (59.86٪) ومن القمح (58.47٪) ومن الشعير (71.59٪) ومن الذرة الصفراء (57.91٪) والرز (67.66٪).

ويزداد استيراد البلدان العربية للمنتجات الزراعية، فقد وصلت الواردات الزراعية إلى (25٪) من مجمل الواردات، وإلى أكثر من (40٪) من الواردات الغذائية لمجمل الدول النامية. وإذا ما استمر الوضع التجاري على هذا الحال، فستصل واردات البلدان العربية في نهاية هذا القرن إلى حوالي:

| | |
|---|---|
| 34 | مليون طن من القمح |
| 20 | مليون طن من الشعير |
| 11 | مليون طن من السكر |
| 1.5 | مليون طن من اللحوم |
| 11.5 | مليون طن حليب |

وستتضاعف، بالمفهوم الاقتصادي، الزيادة بتكاليف الواردات الغذائية في الوطن العربي إلى ما يقارب ستة أضعاف، بينما تتناقص نسبة الاكتفاء الذاتي بالمواد الغذائية بمعدل 1٪ سنويا.

وإذا استثنينا الدول العربية المصدرة للنفط، ذات العدد القليل من السكان، فإن المنطقة العربية ستكون عاجزة عن مجابهة هذه التكاليف الباهظة. وقد يكون من الممكن زيادة الانتاج الغذائي عن طريق تطوير زراعة الأراضي القابلة للزراعة. وترى منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO) أن (7٪) من زيادة الانتاج الغذائي، يمكن أن يتحقق عبر التوسع الافقي في المساحة القابلة للزراعة. كما يمكن أن يتحقق زيادة في الانتاج الغذائي مقدارها (21٪) عن طريق التكثيف الزراعي، لا سيما، باستبدال البور بزراعة البقوليات العلفية، والزراعات المطرية الأخرى. ويتوقف (72٪) من الانتاج الغذائي على رفع مستوى الانتاجية (الغلة) للمحاصيل المزروعة.

ويتطلب الأمن الغذائي العربي، رفع مستوى النمو في الانتاج الزراعي (5٪) سنويا لهدم الفجوة الغذائية والعلفية، ولم يتحقق مثل هذه الزيادات في معدلات النمو في تاريخ الزراعة الحديثة مطلقا. ولذلك يجب على جميع البلدان العربية، أن تضع هدفا لسياستها التغذائية الذاتية، معتمدة على الاكتفاء الذاتي، في غياب التكامل العربي الذي لم تنجح جميع الجهود المبذولة لتحقيقه في القرن الحالي على الأقل. ويتطلب ذلك، العمل على تحقيق عدد من الأمور المشتركة، كاستخدام التكنولوجيا الحديثة، وتحسين العمليات الزراعية، ووضع سياسات حكومية زراعية منشطة ومشجعة، من أجل الاستخدام العلمي الأفضل للأراضي الزراعية والموارد الطبيعية.

## الواقع الراهن للاستثمار الزراعي في المناطق الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي ومشكلاته:

تحدد الظروف المناخية لحوض البحر الأبيض المتوسط نوعية الاستثمار الزراعي المعتمد في القسم الأعظم من الوطن العربي، وقد فرضت الظروف الجافة والأراضي الفقيرة زراعة محاصيل الحبوب بشكل أساسي.

وتشير الاحصاءات الزراعية (1) الموضحة في الجدول رقم (1) إلى مساحة وانتاج كل من القمح والشعير والذرة البيضاء والدخن والذرة الشامية، خلال الأعوام 1990–، 1991 و1992.

*جدول رقم (1):* مساحة (بالألف هكتار)، وانتاج (بالألف طن)، محاصيل الحبوب في الوطن العربي خلال الأعوام 1990–1992، (الأرقام مدورة).

| المحصول | 1990 | | 1991 | | 1992 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | المساحة | الانتاج | المساحة | الانتاج | المساحة | الانتاج |
| القمح | 9609 | 17752 | 11680 | 21858 | 9988 | 18648 |
| الشعير | 9353 | 6947 | 8682 | 8345 | 8102 | 5555 |
| الذرة البيضاء والدخن | 6880 | 3310 | 4727 | 2672 | 7446 | 5528 |
| الذرة الشامية | 1680 | 6057 | 1601 | 6203 | 1584 | 5805 |
| حبوب أخرى | 681 | 3568 | 1771 | 3855 | 812 | 4276 |
| المجموع | 28203 | 37634 | 28461 | 42933 | 27932 | 39848 |

يحتل محصولي القمح والشعير الأهمية الأولى من حيث المساحة والانتاج، إذ تحتل زراعتهما (65–72٪) من المساحة المخصصة لزراعة الحبوب، ويصل انتاجهما إلى (60–70٪) من مجمل انتاج الحبوب وفقا للسنوات.

وتصل مردودية القمح إلى ما يقارب (1.9) طن/هـ فهو ما يزال دون متوسط المردود العالمي البالغ (2.5) طن/هـ وأقل بكثير من متوسط المردود في أوروبا والذي يقارب (4.5) طن/هـ.

ويحتل الشعير الموقع الثاني بعد القمح، وتبلغ مردوديته بالمتوسط (0.7–1) طن/هـ حسب السنوات، وهو أدنى من المتوسط العالمي (2.2) طن/هـ وأقل بكثير من متوسط المردودية في أوروبا (3.6) طن/هـ. ويعود ذلك إلى زراعة الشعير في الأراضي الأكثر جفافا، والأقل خصوبة.

وتبلغ مردودية الذرة البيضاء والدخن (0.48–0.74) طن/هـ حسب السنوات، بينما يصل المتوسط العالمي إلى حوالي (1.5) طن/هـ، وفي أوروبا (4.8) طن/هـ.

أما البقوليات (جملة)، فهي ذات مردود مختلف من سنة إلى أخرى (0.8–1.2) طن/هـ، وتقارب بذلك المتوسط العالمي (0.93) طن/هـ، والمتوسط الأوروبي (1.1) طن/هـ.

إن تذبذب المردودية وانخفاضها، ظاهرة يمكن ملاحظتها من مكان إلى آخر ومن موسم إلى آخر في الوطن العربي، ويعود ذلك إلى الخصائص البيئية لحوض البحر الأبيض المتوسط. ويشكل التبخر–نتح Evapotranspiration العامل الأساسي في تحديد غلة المحاصيل (3) وهو يبدأ في الربيع ثم يزداد بعد ذلك. ويشكل طول موسم النمو، وتوزيع الأمطار لا سيما في الربيع، وحرارة الربيع، عوامل هامة تلعب دورا أساسيا في تحديد الكفاءة الانتاجية. ويساهم في ذلك، أيضا، نوعية التربة، واحتفاظها بالرطوبة، وتوفيرها للنبات عند الضرورة. كما تلعب درجات الحرارة المنخفضة والصقيع الذي تتعرض له بعض مناطق الوطن العربي شتاءا وربيعا دورا هاما في تخفيض مستوى الانتاجية، وذلك عبر الأذى الذي تتعرض له الحبوب، لا سيما إذا ما توافق ذلك مع مرحلة الالقاح والاخصاب في النباتات. كما تلعب درجات الحرارة المرتفعة دورا

كبيرا بإحداث اللفحة البيئية في مرحلة الالقاح والاخصاب في الحبوب مما يؤدي إلى خسارة كبيرة في الانتاج. وتضيع أيضا عند الحصاد نسبة عالية من الحبوب، بسبب الانفراطية وتكسر السنابل واللفحة البيئية، والضجعان الناتجة عن رياح السيركو والخماسين لا سيما في شمال افريقيا.

ويتباين أثر الأمراض الفطرية من سنة إلى أخرى، ويتوقف ذلك على الظروف المناخية. وتزداد شدة الاصابات المرضية في السنوات ذات الشتاء والربيع الممطر واللطيف.

وتتميز الأراضي الجافة، في بعض المناطق بملوحتها، مما يفرض البحث عن أصناف مقاومة للملوحة، وتسمح بالاستثمار الأمثل لمثل هذه المساحات.

ويشير بعض الباحثين (4) أن ثلث مساحة اليابسة هي أراض جافة وشبه جافة ويعتبر نصف هذه المساحة أراض مالحة. ويرى آخرون (5) أن (381) مليون هكتار في العالم واقعة تحت تأثير الملوحة.

وتعتبر الملوحة والقلوية مألوفة في البلدان العربية لا سيما في الأراضي المروية، والزراعات المطرية (الجافة). ويمكن للملح أن يتراكم في الفصول الجافة، في أية تربة عندما يرتفع الماء الأرضي إلى مستوى سطح التربة باتباع أساليب الري الخاطئة.

وفي المناطق شبه الجافة والجافة في الشرق الأوسط، يشكل الري أحد أهم العوامل المحددة لزيادة الانتاج. ولم تبلغ المساحة المروية وفقا لاحصاءات FAO عام 1962 سوى (27.2) مليون هكتار، أي (36٪) من المساحة الصالحة للزراعة. ولقد زادت هذه المساحة لتبلغ (40.7) مليون هكتار عام 1985.

وتزداد مشكلات الري والملوحة في مصر والعراق والمملكة العربية السعودية، كونها بلدان تعتمد في زراعتها على الري لزيادة الانتاج. ولقد أدى الري السيء إلى تراكم الأملاح وتزايدها حتى وصلت المساحة المملحة في مصر لوحدها (2) مليون فدان.

وتؤثر الملوحة على الضغط الاسموزي لمحلول التربة، وبالتالي على امتصاص الجذور للماء. وتترافق الملوحة عادة مع زيادة الصوديوم أو القلوية التي تجعل التربة غير نفوذة للماء إما عن طريق تشتت حبيبات الطين، أو عن طريق انتفاخ معادن الطين. وتمنع القلوية هجرة الملح الزائد من منطقة الجذور. وتساهم معدلات الصوديوم العالية برص التربة مما يجعل انبات البذور واختراق غمد الانبات للتربة، أمرا صعبا.

وحيث أن تكاليف استصلاح الأراضي المالحة، مرتفعة جدا، لا بد من اللجوء إلى اتباع تقنيات زراعية خاصة، وانتخاب أصناف مقاومة أو متحملة لظروف الأراضي المالحة.

وتشير الدراسات أنه بازدياد معدلات الملوحة في التربة، تنخفض معدلات النمو الخضري والانتاج الحبي في محاصيل الحبوب. حيث تنخفض نسبة الانبات (4) و(6)، ويتأخر بزوغ غمد الانبات من التربة، ويقل ارتفاع النبات (7)، وينخفض انتاج الحب والقش (6) (8) (9) (10). وتلعب الاصناف القديمة، وأصناف المناطق الجافة دورا هاما في التربية من أجل مقاومة الملوحة.

ولقد تبين عند اختبار (70) محصولا لتحمل الملوحة، أن الشعير أكثر تحملا (10) (11). وانتج بعض الباحثين شعيرا ينتج (1190) كغ/هـ عند زراعته في الرمل النقي، وريه بماء البحر. ويشكل هذا الانتاج خمس معدل انتاج الشعير عند زراعته في الحقل في كاليفورنيا.

وتبين الدراسات أن أصناف الشعير المتحملة للملوحة تستطيع انتاج الحبوب بشكل كاف حتى ولو رويت بماء يحتوي (20.000) PPM من الملح (أي 60٪ مما يحتويه ماء البحر من الملح)، (10) و(11).

## استراتيجيات التربية للاجهادات المختلفة (الجفاف والملوحة):

إذا كان الهدف الأساسي من العمل التربوي هو زيادة الغلة، وتحقيق ثباتها، فإن الظروف البيئية غير المناسبة (جفاف وملوحة) تؤدي إلي نقص الغلة.

ويدفعنا ذلك إلى التساؤل؟ هل من الضروري أن ننتخب السلالة المقاومة أو المتحملة للجفاف، تحت الظروف البيئية نفسها؟ أم هل من الممكن أن يتم الانتخاب تحت الظروف البيئية الجيدة ثم يجري اختبار السلالات المنتخبة تحت الظروف البيئية السيئة؟ لقد افترضت ثلاث استراتيجيات لتحقيق هذا الهدف:

***الاستراتيجية الأولى:***

تفترض أن الصنف الذي يعطي غلة جيدة تحت الظروف البيئية الجيدة المناسبة، سوف يعطي حتما انتاجا جيدا إلى حد ما، تحت ظروف الاجهادات البيئية. مما لا شك فيه، أن الانتخاب تحت الظروف الجيدة، يسمح بممارسة الانتخاب بسهولة، وذلك لأن الصفات الوراثيةتعبر عن نفسها بشكل جيد ضمن أفضل الشروط الملائمة للنمو، ويكون، بالتالي، معامل التوريث أكبر.

وتفترض هذه الاستراتيجية، أيضا، أن الانتاجية العالية للسلالات المنتخبة تحت ظروف الاجهادات، ستكون منخفضة تحت الظروف الجيدة المناسبة.

***الاستراتيجية الثانية:***

تفترض ضرورة الانتخاب من أجل المقاومة للاجهادات تحت الظروف البيئية نفسها (جفاف وملوحة). ويرى مؤيدو هذه الاستراتيجية، أنه ليس من المرغوب فيه، التربية من أجل المقاومة للاجهادات تحت الظروف البيئية المواتية والجيدة.

ولكن المشكلة الاساسية للتربية تحت الظروف غير المناسبة، هو تحديد شدة الاجهادات عند الزراعة في حقول التجارب. إن ذلك يقود إلى الحصول على نتائج متعاكسة ومتناقضة من سنة إلى أخرى ومن منطقة إلى أخرى وفقا لتباين شدة ودرجة الاجهادات. ويفرض ذلك على المربي اختيار حقول تجاربه في مناطق متعددة ذات تنوع بيئي واسع للجفاف والملوحة، كما يجب اتباع تقنيات حقلية خاصة.

ويجب على المربي فهم الخصائص النباتية التي تؤدي إلى مقاومة الجفاف والملوحة في النوع الذي يعمل عليه، سواء كانت هذه الخصائص فسيولوجية أو كيميائية – حيوية.

***الاستراتيجية الثالثة:***

تفترض أن الغلة العالية، وثباتها، صفتان تختلفان عن بعضهما. فإذا ما تم انتخاب سلالة عالية الغلة تحت الظروف المناسبة للنمو، يمكن أن ندخل إليها صفة مقاومة الجفاف، فتصبح السلالة عالية الغلة ومقاومة للجفاف بآن واحد، والعكس صحيح، فإن سلالة مقاومة للجفاف، يمكن أن ندخل إليها صفة الانتاجية العالية لتحقق الهدف نفسه.

إن فهم الآليات الفسيولوجية والكيميائية–الحيوية والوراثية التي تتحكم بمقاومة أو تحمل السلالة أو الصنف للاجهادات البيئية، تجعل عمليات الانتخاب أكثر فعالية وجدوى.

وتتطلب عملية تحديد الصفات الفسيولوجية الهامة التي تتدخل في تحديد الغلة لأي صنف من الأصناف تحت الظروف البيئية غير المناسبة، اتباع الاسلوب التالي:

1– تقويم التباين الوراثي للصفة الفسيولوجية المعنية، وغربلة الأصناف التي تنطوي على مثل هذه الصفة.

2- تحديد الارتباط بين الصفة الفسيولوجية المعنية ومقاومة الجفاف.

3- التأكد من امكانية ممارسة الانتخاب على الصفة الفسيولوجية المشار إليها تحت الظروف البيئية المطلوبة.

4- اتباع طرق التربية المناسبة، مثل الانتخاب الاجمالي، والتهجين الرجعي، والانتخاب المتكرر، واستخدام الاصول الوراثية البرية، والطفرات، وزراعة الانسجة، الخ ...

وتحتاج التربية لمقاومة الاجهادات، كونها عملية متكاملة، إلى تعاون المختصين بالتحسين الوراثي والفسيولوجيا، والتربة والأراضي، والبيئة الخ ... ، فالمقاومة للاجهادات، هي محصلة لاجتماع صفات كثيرة وعمليات معقدة.

ونظرا لعدم توفر المعلومات الكافية حول الأسس المظهرية والفسيولوجية والبيوكيميائية لمقاومة الجفاف والملوحة، يصبح من الأفضل تقويم وانتخاب الأجيال الانعزالية المبكرة تحت الظروف البيئية الجافة والمالحة. حيث تؤخذ القراءات على الانبات، وقوة نمو البادرات، وتعمق الجذور وانتشارها، وامتلاء الحبوب، والباكورية في النضج، ومجمل الصفات المورفولوجية التي يعزى إليها مقاومة النبات لتلك الاجهادات.

## رفع كفاءة التحسين الوراثي لمحاصيل الحبوب:

يتأثر برنامج التحسين الوراثي لأصناف القمح والشعير في البلدان العربية، بالواقع البيئي لهذه البلدان. ويتطلب برنامج التحسين الوراثي عددا من المتطلبات كي يحقق أهدافه (12).

***أولا:*** **تأمين المادة الوراثية اللازمة للعمل التربوي:**

لقد تطور هذا الموضوع تاريخيا منذ سنوات طويلة، وتحقق ذلك عبر الوسائل التالية:

1- تبادل الأصول الوراثية التي تحمل خصائص ومواصفات هامة كالمقاومة للأمراض، والرقاد، والجفاف، والملوحة، والصقيع، والحرارة العالية، والمحتوى البروتيني المرتفع، والمحتوى المرتفع من بعض الحموض الآمينية الهامة كاللايسين وغيرها ...

2- تبادل الأصناف المحسنة وراثيا والمستنبطة حديثا في مختلف مناطق العالم.

3- طلب المصادر الوراثية Germplasm من البنوك الوراثية العالمية.

ولكي تصبح المادة الوراثية، مفيدة للمربي، يجب تحقيق ما يلي:

أ) إجراء عملية غربلة Screening وتقويم Evaluation محلي للمادة الوراثية من قبل المربي.

ب) أن لا تحتاج إلى تجهيزات مخبرية مكلفة، وعناصر فنية عالية الكفاءة والتدريب.

جـ) أن توفر المادة الوراثية، التراكيب الوراثية الجديدة.

د ) أن تشكل مصدرا للنباتات ذات الخصائص والصفات عالية التعبير المظهري ليسهل انتخابها.

هـ) أن لا تكون مكلفة، من أجل تحقيق التحسين الوراثي المستمر، وذلك عن طريق اعطائها لتراكيب وراثية جديدة يرغبها المربي، وتحقق هدف برنامج التربية.

ولكي تصبح المادة الوراثية أكثر فائدة، يجب أن تتحقق بعض الشروط والترتيبات ومنها ما يلي:-

أ ) يجب استخدام التباين الوراثي الموجود في البنوك الوراثية العالمية إلى أقصى الحدود، وذلك بهدف جمع كل التباينات الوراثية الممكنة لصفة أو خاصية ما (كالمقاومة للأمراض، والجفاف، والملوحة الخ ...).

ب) يجب انتهاز فرصة وجود عدد كبير من المورثات في المخزون الوراثي للأصناف والسلالات الموجودة في مواطن النشوء والتطور، والتي لم يسمح لها حتى الآن بالتعبير الكامل عن نفسها مظهريا، ولم تستخدم حتى الآن. ويتطلب ذلك، استنباط تراكيب وراثية جديدة عن طريق تجميع تلك المورثات الموجودة في المجموعات العالمية من المصادر الوراثية، بحيث تظهر الخصائص والصفات في التراكيب الوراثية الجديدة معبرة عن نفسها مظهريا إلى أقصى درجة. وقد يعود ذلك إلى اجتماع المورثات الصغرى Minor genes أو المورثات ذات الأثر المتعدد Pleiotropic gene effects، أو إلى خلق علاقات ارتباط جديدة New Linkage ليست موجودة في الأصناف المستنبطة حديثا.

جـ) تقليل الحساسية للاجهادات Stresses الطبيعية: ويتضمن ذلك تقليل الحساسية للأمراض والجفاف والملوحة والرقاد والصقيع وخصوبة التربة ... الخ... وهذا يتطلب اتباع أحد الاسلوبين التاليين:

- التجميع الهرمي للمورثات الكبرى Major genes.
- تجميع المورثات الصغرى Minor genes.

د ) الاعتماد على مبدأ أن متوسط الجماعة النباتية لجميع الصفات والخصائص المرغوبة في المصادر الوراثية المستخدمة في التربية، سيكون قريبا قدر الامكان من متوسط الصنف المثالي Ideal variety تحت ظرف بيئي محدد. ويمكن أن يتحقق ذلك بانتقاء الآباء الداخلة في التهجين بحرص، وممارسة التهجين القمي Top cross، والتهجين الرجعي Back-cross، أو الانتخاب ضمن نباتات الجماعة الانعزالية Segregation population قبل استثمارها.

هـ) يجب أن يوضع في الاعتبار جمع كافة الصفات الكبرى المرغوبة من أجل الحصول على أعلى فعالية من برنامج التربية. ويشكل ذلك هدفا يحتاج إلى مدة زمنية طويلة لتحقيقه، لا سيما إذا ما وضع في الاعتبار جمع صفات المقاومة المختلفة، والنوعية، والنضج، والخصائص الزراعية وغيرها مع بعضها بعضا في صنف واحد.

***ثانيا:*** **الاعتماد على أكثر الأساليب المناسبة والممكنة لاستثمار المصادر الوراثية المتوفرة:**

ويتحقق ذلك من خلال:

1- الاعتماد على غربلة مجتمعات كبيرة جدا، على أساس الانتخاب الفردي لنباتات تحمل أكبر عدد ممكن من الخصائص المرغوبة.

2- جمع المعلومات عن التأثيرات المتعددة للمورثات المتحكمة بالصفات الهامة التي يجب انتخابها.

3- اتباع الطرق المناسبة من أجل تحقيق الاصالة الوراثية بأقصى سرعة ممكنة في الأجيال المبكرة. ويفضل عدم اللجوء إلى التقنيات المكلفة كانتاج النباتات احادية الصيغة الصبغية (1n) ومضاعفتها، أو زراعة الأنسجة مخبريا in vitro وغيرها...

4- عدم استخدام المادة الوراثية التي تتطلب باستمرار اجراء عمليات التنقية واستبعاد الأنماط الوراثية غير المرغوبة (مثل مورثات العقم الذكري المتنحية).

## متطلبات احراز التقدم في تربية المحاصيل لمقاومة الاجهادات:

مهما كانت مقاومة الجفاف معقدة، فهي حقيقة، ويمكن أن تكون مرتبطة مع وجود جهاز جذري عميق، وباكورية عالية، وتطور فيزيائي أكثر تكيفا، وتمثيل ضوئي عالي الكفاءة، ومعدل تبخر-نتح منخفض. وقد تكون المقاومة مرتبطة مع كل هذه العوامل، وعوامل أخرى.

إننا لا نعرف بشكل كاف كل هذه المعايير المرتبطة مع المقاومة للجفاف وثبات الغلة، ولكن التعاون القوي بين المختصين بالتربية والوراثة والفسيولوجياوالبيئة سيؤدي إلى استنباط الأنماط الوراثية الأكثر تكيفا مع شروط الجفاف بالمقارنة مع الأصناف المزروعة حاليا. وسيتطلب الأمر حينذاك وضع برامج تبدأ بتحديد الآباء التي تحمل صفة أو أكثر من الصفات المرتبطة بمقاومة الجفاف وثبات الغلة، ثم تجري عملية التهجين، وتبدأ عملية انتخاب أفضل التراكيب الوراثية، من الأجيال الانعزالية، التي يجب أن تكون مزروعة في ظروف المناطق الجافة وشبه الجافة التي نسعى إلى التربية من أجل مقاومتها أو تحملها.

ويتطلب الأمر، لتحقيق ذلك، اتخاذ القرارات العلمية السليمة على كافة مستويات ومراحل العمل التربوي (13) من أجل رفع كفاءته وإحراز التقدم في تحسين المحاصيل لمقاومة الاجهادات، من أهمها:

1- **اتخاذ القرار حول اختيار الخصائص والصفات:**

يوضع في الاعتبار، عند بداية العمل التربوي، اختيار الصفات التي يجب أن تكون موضوع التحسين الوراثي. ولذلك فإن حسن اتخاذ القرار باختيار الصفات المعنية يؤدي إلى رفع كفاءة العمل التربوي.

إن اختيار الصفات والخصائص، أمر صعب للغاية، وتزداد الصعوبة عند تعدد تلك الصفات التي تشكل هدفا للعمل التربوي. ويتباطأ التطور في تحسين الصفة، بازدياد الصفات المضافة إلى قائمة أهداف المخطط التربوي، ولذلك يجب اختيار الصفات بحرص شديد.

فإذا ما أعطيت الأولوية لتحسين الانتاجية، يمكننا تحديد الاختيار وفقا لطريقة أو أسلوب التربية والانتخاب:

أ) فإذا كانت التربية معتمدة على انتخاب الانعزالات الوراثية المتفوقة Transgressive segregation فإن الغاية هي الحصول على غلة عالية في السلالات المراد استنباطها. ويتم ذلك عن طريق تجميع ***المورثات*** الخاصة بصفة الغلة في صنف واحد نتيجة تهجين آباء تحمل تلك المورثات.

ب) وإذا كانت التربية معتمدة على خلق تراكيب جديدة Combining breeding يكون الهدف تجميع ***صفتين أو أكثر*** من صنفين أو أكثر في صنف واحد عن طريق التهجين. ولذلك تختار الآباء التي يحمل كل منها صفة من صفات الغلة لتجتمع بعد التهجين في تراكيب يسهل انتخابها وتحقق انتاجية مرتفعة.

2- **دراسة الأصول الوراثية وتقويمها:**

لكي تتحقق الاستفادة القصوى من الأصول الوراثية، يجب تقويمها وغربلتها وفقا للصفات والخصائص المرغوبة لادخالها في برامج التربية. وتضم البنوك الوراثية العالمية عشرات الآلاف من المدخلات المتضمنة لتنوع هائل في المورثات.

تتمتع الأصناف المحلية Land races والتي تزرع في المناطق شبه الجافة، بصفات وخصائص جيدة من حيث تحمل الجفاف واستقرار الانتاج رغم انخفاضه، وهي تحمل خصائص تكنولوجية جيدة، وقيمة غذائية مرتفعة. ويمكن الاستفادة منها في برامج التربية لمقاومة الاجهادات بتهجينها مع الأصناف الحديثة ذات الانتاجية العالية بهدف الحصول على انعزالات وراثية عالية الانتاج متحملة للجفاف.

ويجب الاستفادة من الأنواع البرية في برامج التربية الهادفة، كونها تحمل صفات جيدة من أجل التكيف البيئي مع شروط الاجهادات البيئية والحيوية كالشعيرالبري Hordeum spontaneum المنتشر في الشرق الأوسط.

3- **اتخاذ القرار حول اختيار الأصناف والسلالات الأبوية:**

يعتبر اختيار الأصناف الأبوية أحد أهم القرارات المتخذة في برامج التربية. فإجراء التهجينات عملية مكلفة في المال والزمن. وتفرض الآباء حدودا وراثية للتقدم المتوقع عبر الانتخاب. ويتم اختيار الآباء وفقا لنمط التهجين أو اسلوب التربية.

ففي التربية من أجل الحصول على التراكيب الوراثية المتفوقة، يجب انتقاء الآباء التي يحمل كل منها ***بعض المورثات*** المسؤولة عن الصفة المراد الانتخاب من أجلها. وباجتماع المورثات الآتية من الآباء، عبر عملية التهجين، تتحدد الصفة المتفوقة والتي يمكن الانتخاب من أجلها في الانسال الانعزالية.

أما في التربية من أجل انتخاب التراكيب الوراثية الجديدة، فيتم انتقاء الآباء التي يحمل كل منها ***صفة*** من الصفات المراد اجتماعها في التراكيب الوراثية الجديدة. وباجتماع الصفات الآتية من الآباء تتحدد التراكيب الوراثية الجديدة الحاملة للصفات الجيدة والتي يمكن انتخابها في الأجيال الانعزالية بدءا من الجيل الثاني (F2)، ولتحقيق ذلك يجب أن تختار الآباء التي يحمل كل منها صفة مظهرية واضحة التعبير، ليسهل تجميعها عبر التهجين في تراكيب وراثية جديدة سهلة الانتخاب.

وفي جميع الحالات، يجب أن يعطى اهتمام كبير للتباعد الوراثي. أو الجغرافي بين الآباء.

4- **اختيار طرق التربية:**

يعود الفضل في انتاج غالبية الأصناف الحديثة إلى:

- الادخالات Introductions.
- الانتخاب بطريقة تسجيل النسب Pedigree selection.
- الانتخاب بطريقة التجميع Bulk selection.
- التربية بالتهجين الرجعي Back crossing.

لقد لعبت الادخالات وما زالت تلعب دورا كبيرا في التربية. ويجب على المربي أن لا يتردد في استخدام الأصناف الجديدة أو الأصول الوراثية الأبوية أو كليهما والتي انتجها مربون آخرون.

وإذا ما توفرت فرص الانتخاب بشكل جيد في كل جيل، فإن الانتخاب بطريقة تسجيل النسب ستكون أكثر جدوى. أما إذا كانت فرص الانتخاب في كل جيل ضعيفة أو قليلة فإن استخدام طريقة الانتخاب التجميعي ستكون أفضل.

وتعتبر طريقة الانتخاب بتسجيل النسب مكلفة بالزمن والمصاريف، ولذلك فقد أدخل عليها تعديلات مختلفة، لزيادة كفاءتها وتقليل تكاليفها.

وعادة ما يمارس الانتخاب في الاجيال الانعزالية المبكرة وفق طريقة التجميع المعدلة بهدف تحديد التهجينات المرغوبة من أجل الانتخاب ضمنها. وتخضع المجتمعات النباتية بعد ذلك لانتخاب شديد، مفترضة أن الانتاج العالي للاجيال في عدة مواقع ولعدة مواسم، يشكل دليلا على وجود نسبة عالية من التراكيب الوراثية المرغوبة.

5- **تسريع آلية العمل التربوي:**

يبحث كل مربي عن الطرق والوسائل التي تقلل من الزمن اللازم للحصول على صنف جديد. ويؤدي التأخر في الحصول على الصنف الجديد، إلى ضياع في فرصة الحصول على الانتاج من قبل المزارع. إن مدة (10-15) سنة اللازمة للحصول على صنف جديد، كما تشير النتائج، هي مدة غير مقبولة. لذلك نجد أنه من الضروري تقصير الزمن اللازم للحصول على صنف جديد، ويكون ذلك عن طريق:

- زراعة أكثر من جيل واحد في السنة.
- تسريع عمليات الحصول على الصنف الجديد عن طريق إلغاء بعض المراحل.

لقد أصبحت عملية زراعة أكثر من جيل واحد في السنة، تقنية معروفة في بعض برامج التربية. إذ يستطيع المربي في المناطق ذات المناخ البارد والفصل القصير أن يزرع مشاتله الشتوية في الطقس الحار. بينما يستطيع المربي في المناخ الحار أن ينتج موسمين في السنة. وتتطلب المشاتل الصيفية اهتماما خاصا، إذ لا يكون النمو نموذجيا، ومع ذلك تسمح بالحصول على جيل اضافي، وحبوب متزايدة، كما يمكن ممارسة بعض عمليات الانتخاب.

ويرى بعض المربين، أنه من المفضل استخدام-بيوت زجاجية (زراعة محمية) في أشهر الشتاء، من أجل الحصول على أجيال متقدمة. ففي مينيسوتا في الولايات المتحدة الامريكية يتم الحصول على ثلاثة أجيال في السنة، باتباع هذا الاسلوب.

ويمكن رفع كفاءة العمل التربوي وتسريعه عن طريق تقليل عدد الأجيال المستخدمة في برامج الانتخاب بطريقة النسب أو التجميع. فإذا كان الانتخاب لصفة ما (أو لصفات ما) في الجيلين الثاني والثالث، فعالا، يمكن ممارسة الانتخاب النهائي في الجيلين الثالث والرابع. ومما لا شك فيه، أن صنفا منتخبا بهذه الطريقة سيكون غير نقي وراثيا. ولكن، كما يشير البعض (13) لا توجد حقائق تثبت أن الصنف النقي وراثيا سيكون أكثر جودة أو افضل من غيره. وعلى المربي أن يوازن بين المدة اللازمة للحصول على الصنف الجديد وبين الجدوى الاقتصادية من زراعته.

## البحث عن الصفات الممكنة لتحمل المحاصيل للجفاف والتكيف البيئي الواسع والنمط المثالي Ideotype:

لا يمكن تحديد مفهوم التكيف ببساطة، فهو مصطلح غير ثابت، وينتج عن اجتماع عدد من الصفات. ويمكن قياسه بشكل غير مباشر، ويعتبر انتاج صنف معين من الحبوب في عدد كبير من المواقع، أفضل معيار.

ولتحديد مقدرة صنف ما على التكيف البيئي الواسع، يمكن أن يزرع في مناطق مختلفة عن بعضها في توضعها عند خطوط عرض متباعدة، وبدراسة غلة الصنف في تلك المواقع، نستطيع القول إن هذا الصنف واسع التكيف البيئي إذا أعطى غلة مرتفعة في أكبر عدد من المواقع المشار إليها. ويمكن اعتماد هذه النتائج في برامج التربية تحت عنوان "**تركيب وراثي نموذجي**" للتكيف البيئي الواسع. ويمكن بعد ذلك أن نحسن فيه صفات استقرار الانتاج والنوعية (14).

وبالمثل، نستطيع القول أن تحديد مفهوم "**النمط الزراعي المتفوق**" Superior agronomic type ليس أسهل من سابقه. ولا يتحدد النمط الزراعي المتفوق بصفة أو خاصية مفردة، بل يتحدد بسلسلة من الخصائص التي تساهم في تشكيل نمط وراثي محدد. وهنا أيضا يمكن قياس الخصائص والصفات الفردية، كل منها مستقل عن الآخر، باستخدام مقاييس مختلفة. ولكن قياس بعض الصفات ذو أهمية ضئيلة بالنسبة للمربي. حيث أن كل مربي يسعى أن يضع في ذهنه صفات وخصائص مثالية عن النبات التام المتفوق (النمط المثالي) Ideotype عندما يريد أن يصل إلى النمط الزراعي المتفوق. ومع ذلك، توجد بعض الصفات والخصائص في النبات، تستخدم كدليل في البحث عن النمط الزراعي المتفوق منها:

1- الامكانية الجيدة على الاشطاء.
2- المقاومة للضجعان أو الرقاد.
3- المقاومة للأمراض.
4- تطور السنبلة الجيد.
5- المقاومة للجفاف.

ولكن يجب أن نضع في الاعتبار عند انتخاب الانماط الزراعية المتفوقة بعض العوامل التي تحول دون تحقيقه ومنها:

أ- وجود أنماط زراعية عديدة فقيرة في صفاتها وخصائصها من الصعب العمل عليها، تورث خصائصها السيئة لأنسالها (كارتباط المورثات الجيدة مع المورثات السيئة ارتباطا سلبيا).

ب- الانتخاب من أجل الباكورية، يؤدي إلى عدم الحصول على أنماط زراعية متفوقة. ويعود ذلك إلى أن عمر الآلة النباتية الخضراء قصير إلى درجة لا يسمح بتطور جيد لعوامل الغلة ومركباتها مما يؤدي إلى انخفاض انتاجها.

أما في المناطق الجافة وشبه الجافة، فيجب أن لا يغيب عن ذهن المربي عموما، حقيقة أن الجفاف، هو العامل الرئيسي الذي يحد من انتاج الحبوب الصغيرة في أغلب مناطق العالم. كما يجب أن لا يغيب عن الذهن، أن معظم انتاج الغذاء عالميا، يجب أن يأتي من المناطق شبه الجافة، حيث يكون الري محدودا أو بلا ري، لكي يتحقق الهدف العالمي في انتاج الغذاء. ولذلك نجد أن برامج تربية النبات المهتمة خصوصا في زيادة تحمل الجفاف وتحسين العوامل النباتية المتحكمة بزيادة كفاءة استهلاك الماء Water use efficiency في المحاصيل صغيرة الحبوب، هي برامج قليلة جدا.

ولذلك يجب على المربين: (15) و(16)

- تسريع العمل في التربية من أجل مقاومة الجفاف.
- تسريع العمل في زيادة العوامل النباتية المسؤولة عن رفع كفاءة استهلاك الماء فيه.
- الاستفادة من معطيات العلوم الاخرى كالفسيولوجيا والفيزياء وغيرها في تحقيق ذلك.

ويجب أن تقدم لنا المجموعة الأخيرة، تحديد ردود الفعل الخاصة الصفات المورفولوجية المتاحة، واقتراح التقنيات البسيطة لغربلة وانتقاء صفات تحمل الجفاف الممكنة في النبات. ولقد حقق المربون تقدما جيدا في التربية لمقاومة الجفاف، وزيادة كفاءة استهلاك الماء، وما زالت الحاجة ملحة إلى اجراء أبحاث معمقة لتحديد الصفات والخصائص المسؤولة عن ذلك.

وسنتفحص في هذا الموضوع الأساليب التي تعدل بها بعض الخصائص والصفات المورفولوجية المتاحة، تفاعل المحصول مع الوسط البيئي، وبالتالي زيادة مقاومته للجفاف، ورفع كفاءته لاستهلاك الماء.

## الصفات المورفولوجية:

يمكن للصفات المورفولوجية المختلفة أن تعدل بشدة من تفاعل النبات مع البيئة (17) (18) (19) (20)، ويشكل ذلك العامل الأساسي في بقاء النبات حيا في الظروف القاسية.

ولقد ساعدت مجموعات الأصناف المتماثلة وراثيا Isogenetic أو شبه المتماثلة بمواصفات نباتية خاصة على الدراسة الجيدة للصفات المورفولوجية التي تسمح بمقاومة الجفاف. لقد سمحت بعزل وتقويم خصائص نوعية معروفة ذات علاقة بتحمل الجفاف منها:

### 1- درجة تكون السفا:

أشارت الملاحظات العامة المبكرة، أن سنابل المحاصيل ذات السفا تتلاءم بشكل خاص مع ظروف المناطق شبه الجافة، أكثر من تلاؤم النباتات عديمة السفا. وتعطي السلالات ذات السفا غلة أكبر، وحبوب ذات وزن نوعي أعلى من السلالات عديمة السفا (21).

وتبين الدراسات، أن للسفا دورا في تخفيض درجة حرارة النبات، وتمتص في الوقت نفسه طاقة أكثر، بالمقارنة مع غياب السفا. ويعود انخفاض درجة الحرارة إلى زيادة التبخر-نتح Evapotranspiration . ويلعب السفا دورا كبيرا في القيام بعملية التمثيل الضوئي، وبالتالي في انتاج الحبوب وامتلائها في ظروف المناطق شبه الجافة.

### 2- لون النبات:

يقود لون النبات الباهت إلى زيادة امكانية النبات على عكس الاشعاع الضوئي، مما يقلل من الاشعاع الصافي الذي يستقبله النبات (17) (22) (23)، ويؤدي ذلك بدوره إلى انخفاض في معدل النتح-تبخر في النبات، وانخفاض حرارته، وترتفع فيه كفاءة استهلاك الماء.

إن الانخفاض النسبي في استهلاك الماء في بداية الموسم، يؤدي إلى زيادة كمية الماء المتاح خلال المرحلة الحرجة، وهي مرحلة امتلاء الحبة.

ولكن احدى مشاكل السلالات باهتة اللون، أنها عالية العكس للاشعاعات، وتميل إلى احتوائها على نسبة أقل من الكلوروفيل، وبالتالي فإنتاجيتها أدنى. ومع ذلك فلقد وجدت سلالات باهتة اللون، فاقت بانتاجيتها السلالات قاتمة اللون (السلالة ليبرتي).

### 3- تفرع الجذور:

يعتبر اكتظاظ الجذور ودرجة امتدادها في التربة، من العوامل الهامة في بقاء النباتات حية، وفي زيادة انتاجيتها تحت الظروف البيئية شبه الجافة. وقد تحقق نجاحا كبيرا في التربية من أجل الحصول على مجموع جذري أكثر امتدادا وانتشارا (24) في الأقماح الربيعية، وتم الحصول على أصناف أعطت غلة عالية تحت الظروف شبه الجافة، ومع ذلك فهنالك تباينات صنفية واضحة في مقدرتها على استخلاص الماء من التربة على اعماق مختلفة تصل حتى (2م) لا سيما في المنطقة الحرجة تحت (60) سم (25). ولقد تميزت مثل هذه الأصناف، عموما، بأنها الأصناف الأفضل للزراعة في المناطق شبه الجافة في مونتانا في الولايات المتحدة الامريكية. ولقد وجد أن صنف القمح المتحمل للجفاف المثالي، يتميز بمجموع جذري متعمق وسبع أوراق افقية مرتبة وعدد كبير من السنيبلات الممتلئة جيدا بالحبوب (22).

4- خصائص مورفولوجية أخرى:

أ) *مسام الورقة:*

يمر الجزء الأكبر من الماء المفقود عن طريق النتح عبر المسام المفتوحة، ولذلك اعتبرت المسام مفتاحا لتطوير الأصناف المتحملة للجفاف. ومع ذلك فإن أغلب الأعمال المهتمة بهذا الموضوع كانت ذات نتائج متعاكسة. ولقد أبدت عوامل البيئة، غالبا، أنها أكثر تأثيرا على عدد وحجم المسام بالمقارنة مع العوامل الوراثية. ويحتاج هذا الموضوع لبحث أوسع مع أنه لا يعد، كما يبدو، بتقدم واضح.

ب) *حجم الورقة:*

يعتبر حجم الورقة، عاملا هاما في توزيع الحرارة. ونجد، عموما، أن أفضل أصناف المناطق الجافة من الشعير في مونتانا، تحمل أوراقا ضيقة. وتسمح الأوراق الضيقة بالاختراق الأفضل للضوء، بحيث يصل إلى الأجزاء السفلى من النبات، وهكذا تبقى الأوراق السفلى وظيفية لمدة أطول من الزمن. ولقد تبين أن السلالات ذات الأوراق الضيقة ونصف الضيقة في الشعير، كانت ذات كفاءة أعلى في استهلاك الماء، وتميل إلى كونها أكثر برودة.

جـ) *الأوبار الورقية:*

تعد الأوبار الورقية بنجاحات هامة على مستوى مقاومة الجفاف فهي تلعب دور المنظم في تعديل تحمل النبات للجفاف، وتزيد من فعالية استهلاك الماء فيه (26).

## تقنيات غربلة الصفات المقاومة للجفاف:

يجب أن تكون تقنيات اختبار الصفات المساهمة في رفع كفاءة استهلاك الماء في النبات، بسيطة، وسريعة لتطبيقها على آلاف النباتات الفردية في وقت قصير جدا (27). وليس هنالك، بالتأكيد، اختبار فريد صالح لهذه الغاية حتى الآن. ويجب على المربي أن يتجنب الاعتماد على اختبار فسيولوجي واحد أو اثنين، فقط، مهما كانت متطورة أو متميزة (28). ولذلك فإنه ينصح بتوفير عدد من الاختبارات الفسيولوجية البسيطة للنباتات، مما يسرع بقوة من عملية تربية النباتات في المناطق شبه الجافة، منها:

1- قياس الكمون المائي في النبات (السعة المائية) **Plant water potential**:

تعتبر السعة المائية الكلية للنبات، عظيمة الأهمية في تحديد نمو النبات، واستجابته الفسيولوجية، ورد فعل مسام الورقة، امتصاص الجذور للماء. ويمكن دراسة هذه السعة باستخدام:

أ) حجرة الضغط Pressure bomb.
ب) المزدوجة الحرارية Thermocouple psyehrometer.

ويختلف الكمون المائي باختلاف الظروف البيئية، بحيث لا نستطيع الاعتماد عليه، لوحده، كما يبدو في انتخاب السلالات المتحملة للجفاف.

2- قياس الكمون الاسموزي (الحلولي) للنبات **Plant osmotic potential**:

يعتبر الكمون الاسموزي للنبات، أكثر محافظة من الكمون المائي. وذلك يعني أنه لا يرتبط بشدة مع الظروف البيئية. ويبدو أنه ناتج عن تحكم وراثي أكثر من سابقة. ولقد وجد الباحثون، اختلافات ثابتة وذات دلالة في الكمون الاسموزي لأصناف الشعير المختلفة. ويعتبر هذا الكمون، العامل الأساسي في

مقاومة للجفاف.

ويقاس الكمون الاسموزي بسهولة بجهاز المزدوجة الحرارية Thermocouple psychrometer ويبدو أنه أحد القياسات الواعدة في انتخاب السلالات المتحملة للجفاف.

3- **القياسات الفسيولوجية والاستقلابية:**

يتعرض نمو النباتات لتبدلات صغيرة تحدث بسرعة عند تعرضها للجفاف (28). ولكن العمليات المهتمة بقياس هذه التبدلات يجب أن تقود إلى الوصول إلى تقنيات غربلة سريعة وواسعة الطيف.

يعود تراكم الحمض الأميني (برولين) Proline إلى تعرض النباتات للجفاف (29). ويمكن لتراكم البرولين في النبات، أن يميز بين السلالات النباتية المقاومة أو الحساسة للجفاف.

4- **قياسات مسام الورقة:**

لم ترتبط قياسات مسام الورقة، المتضمنة لعددها، وحجمها وانفتاحها وانغلاقها، بسهولة مع تحمل الجفاف. ومع ذلك، نرى أن تلك القياسات يمكن أن تكون هامة في جميع الحالات، لما للمسام من أهمية في عملية النتح.

ويعتبر جهاز قياس طرح المسام للرطوبة Pyrometer مفيدا في دراسة تأثير الجفاف على رد فعل تلك المسام (30).

5- **قياسات نمو الجذور:**

استخدم الباحثون حجرات ذات أنماط محددة لدراسة كتلة الجذور وطولها (24)، وتعتبر مثل هذه التجهيزات مفيدة لكنها مكلفة.

واستخدمت حتى وقت قريب، تقنية استخلاص ماء التربة من مقاطع التربة الجافة، لتقدير نمو الجذور. وتعطي هذه الطريقة مقياس تقريبي متكامل لاكتظاظ الجذور وطولها، يسمح بالتمييز بين الاصناف. ويمكن قياس محتوى التربة من الماء، عن طريق جمع العينات فيزيائيا، وباللجوء إلى تجهيزات استخدام النيوترون Neutron equipment.

6- **قياسات التجفيف:**

يعتبر قياس المحتوى المائي للنباتات أو الأوراق المستأصلة منها، أحد القياسات الأبسط التي يمكن اللجوء إليها، وهي مفيدة في انتخاب الأصناف المتحملة للجفاف. وتتضمن هذه الطريقة القياس الوزني للمحتوى المائي للنبات وفقا لمرور الزمن. ولقد تمكن بعض الباحثين التمييز بين الأصناف المقاومة والحساسة للجفاف باستخدام هذه التقنية (31) (32).

وتعتبر طريقة قياس المرور الكهربائي Electrical conductivity ، من الطرق الواعدة. للتمييز بين الأصناف، وفقا لمقاومتها للجفاف، وبالتالي لتحمل الجفاف، بعد تعرض النبات للصدمة الحرارية المؤثرة على نقص الايونات في الخلايا. ولقد أبدت هذه التقنية نجاحها في التمييز بين الأصناف المتحملة للحرارة في الذرة البيضاء (الرفيعة) وأثبتت أنها طريقة سريعة يمكن استخدامها لغربلة عدد كبير من النباتات (33).

# Bibliography


1. **AOAD, (1993),**
   Agricultural statistics Year Book. Vol. (13).

2. **FAO, (1993),**
   Production Year Book. Vol. (47).

3. **SPARROW, D. H. B.,(1977),**
   Barley Improvement in Australia and its Potential contribution to the Mediterranean Region. 4th Regional Winter Cereal Workshop-Barley. Vol. II, Pub. and Prin. by ICARDA and CIMMYT, (1978), p. 32-54.

4. **EPESTIEN, E., (1976),**
   Genetic potential for solving of soil mineral stress: Adaptation of crop to salinity in Plant, Adaptation to mineral stress in problem soils (Wright, M. J., ed), Cornell University, Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, U.S.A.

5. **PONNAMPERMA, F. N., (1977),**
   Varietal tolerance for salt in rice. p. 32, in response to salinity and water stress (Downton, W.J.S. and Pitman, M.G. eds.). Association for sciences cooperation in Asia, Melborne, Australia.

6. **EPESTIEN, E., NORLYN, J.D., RUSH, D.W., KINGSBURY, R.W., KELLEY,D.B. GUNNINGHAM, G.A. and WRONA, A.F., (1980),**
   Saline Culture of crops: a genetic approach. Science, 210, p. 399-404.

7. **ASANA, R.D. and KALE, V.R., (1965),**
   A study of salt tolerance of four varieties of wheat. Indian J. Pl. Physiol. 8, 5-22.

8. **RANA, R.S. (1977),**
   Plant adaptation to soil salinity and alkalinity. Proc. Indo-Hungarian Sem. Management salt affected soils. Karnal, p.176-91.

9. **JOSHI, Y.C., (1976),**
Effect of different levels of ESP on the yield attributes of seven wheat varieties. Indian, J.Pl. Physiology. 19, 190-3.

10. **AYERS, A.D., BROWN, J.W. and WADLEIGH, C.H., (1952),**
Salt tolerance of Barley and Wheat in soil plots receiving several salinization regimes. Agron. J., 44, 307-10.

11. **AYERS, A.D., (1953),**
Germination and emergence of several varieties of Barley in salinized soil cultures. Agron. J. 45, 68-71.

12. **ROBERT, F. ESLICK, (1977),**
Barley improvement around the World. 4th, Regional Winter Cereal Workshop-Barley. Vol. II, Pub. by ICARDA and CIMMYT, (1978), p. 26-31.

13. **DONALD, C. RASMUSSON, (1977),**
Obtaining greater progress in Barley breeding. 4th. Regional Winter Cereal Workshop-Barley. Vol. II, Pub. by ICARDA and CIMMYT, (1978), p. 63-69.

14. **CAMPOS, E.R. (1977),**
Breeding for wide adaptability and superior agronomic types in Barley. Fourth Regional Winter Cereal Workshop-Barley. Vol. II, Pub. by ICARDA and CIMMYT, (1978), p. 55-62.

15. **BURTON, GLENN, W., (1964),**
The geneticists role in improving water use efficiency by crops. Research on water, ASA special publication. 4:95-103.

16. **IRVING, George, W., Jr. (1966),**
Frontiers of agricultural research to meet U.S. needs. Winter meeting of the American Soc. of Agric. Engineers, Chicago, Illinois. December 9.

17. **GATES, D.M., (1965),**
Radiant energy, it's receipts and disposal. Meteor Monographs, 6: 1-26.

18. **WOLPERT, A., (1962),**
Heat transfer analysis of factors affecting plant leaf temperatures. Significance of leaf hair. Plant phys. 37: 113-120.

19. **LOOMIS, W.E., (1965),**
Absorption of radiant energy by leaves. Ecology. 46: 14-17.

20. **REITZ, L.P., (1974),**
Breeding for more efficient water-use. Is it real or a mirage? Agric. Meteorol. 14: 3-11.

21. **SUNESON, C.A., BOYLES, B.B. and FIFIELD, C.C., (1948),**
Effects of awns on yield and market qualities of wheat. USDA circular, No. 283.

22. **SEGINER, I., (1969),**
The effect of albedo on evapotranspiration rate. Agric. Meteorol. 6: 5-31.

23. **DORAISWAMY, P.C. and ROSENBERG, N.J., (1974),**
Reflectant induced modification of soybean canopy radiation balance. I. Preliminary tests with a kaolinite reflectant. Agron. J., 66: 224-228.

24. **HURD, E.A., (1974),**
Phenotype and drought tolerance in Wheat. Agric. Meteorol. 14:39-55.

25. **FERGUSON, H., BROWN, P.L. and FRYREAR, D.W., (1970),**
Evapotranspiration and root growth. Great plains Agricultural Council Publication, No. 50: 255-274.

26. **MOSS, D.N., WOOLLEY, J.T., and STONE, J.F., (1974),**
Plant modification for more efficient water-use. The challenge. Agric. Meteorol., 14: 311-320.

27. **ESLICK, R.F., and HOCKETT, E.A., (1974),**
Genetic engineering as a key to water-use efficiency. Agric. Meteorol., 14:13-23.

28. **HSIAR, T.C., and ACEVEDO, E., (1974),**
Plant response to water dificits, water-use efficiency and drought resistance. Agric. Meteorol, 14: 59-84.

29. **BOGGESS, S.F., STEWART, C.R., DAN OSPINALL and PALEG, L.G., (1976),**
Effect of water stress on proline synthesis from radioactive precursors. Plant physiol., 58:398-401.

30. **KANEMASU, E.T., THURTELL, G.W., and TANNER, C.B., (1969),**
Design calibration and field use of a stomatal diffusion pyrometer. Plant physiol. 44: 881-885.

31. **SALIM, M.H., TODD, G.W., and STUTLE, C. A., (1969),**
Evaluation of techniques for measuring drought avoidance in cereal seedling. Agron. J. 61: 182-185.

32. **DEDIO, W., (1975),**
Water relations in wheat leaves as screening tests for drought resistance. can. J. Plant, Sci., 55:369-378.

33. **SULLIVAN, C.V., and EASTIN, J.D., (1974),**
Plant physiological responses to water stress. Agric. Meteorol. 14:113-127.