التى تُعطى معًا — خاصية التحمل؛ ومن ثم لا يمكن الاعتماد على خاصية واحدة فى الانتخاب للتحمل، ولابد من دمج مجموعة الصفات فى دليل انتخاب واحد متكامل؛ الأمر الذى يتطلب جهدًا كبيرًا، وتكلفة عالية، واهتمامًا أكبر من القائمين على برنامج التربية، فضلاً عما يواجه ذلك الدليل الانتخابى المتكامل من مشاكل تنفيذية.

٤- نظرًا لأن كثيرًا من الصفات التى قد تُسهم فى تحمل الظرف البيئى القاسى قد تؤدى إلى خفض المحصول (مثل صفتى التبكير فى النضج وحساسية الثغور)، فإن الأمر قد يتطلب مزيدًا من جهود التربية لتحسين المحصول فى الأصناف المتحملة التى تم إنتاجها.

٥- يلزم الانتخاب للعامل البيئى القاسى تحت ظروف الشدّ، بينما يتعين الانتخاب للمحصول العالى — بالتبادل — فى الظروف الطبيعية.

٦- لا يمكن فى كثير من الأحيان الاعتماد على الأنواع البرية فى التربية بسبب ما تحمله من صفات كثيرة غير مرغوب فيها، والتى قد يكون بعضها مرتبطًا بصفة التحمل (Singh ١٩٩٣).

المعادلات المستخدمة فى دراسات الشدّ البيئى

معادلات التنبؤ بالمحصول تحت ظروف الشدّ

وضع Fischer & Maurer (١٩٧٨) المعادلة التالية للمحصول تحت ظروف الشدّ:

$$Y = Y_p (1 - S \times D)$$

حيث إن:

Y = المحصول المتوقع تحت ظروف الشدّ.

Y_p = المحصول فى الظروف الطبيعية (potential yield).

S = الحساسية لمستوى معين من ظروف الشدّ البيئى.

D = مستوى أو مدى الشدّ.

علمًا بأن:

$$D = (1 - X/X_p)$$

حيث إن:

X = متوسط محصول كل الأصناف تحت ظروف الشدّ.

X_p = متوسط محصول كل الأصناف تحت الظروف الطبيعية.

وبالمعالجة الجبرية نجد أن:

$$S = (1 - Y)\bar{Y}_p/D$$

$$= (Yp - Y)/(\bar{Y}p \times D)$$

وبما أن D تكون ثابتة بالنسبة لكل اختبار معين، فإن S تصبح مقياسًا للنقص فى المحصول الذى تحدثه حالة الشدّ، مقارنة بالمحصول الطبيعى، وتكون القيمة المنخفضة لـ S هى المفضلة، وبذا .. فإن S تكون معكوس التحمل.

هذا .. إلاّ أن S لا تكون ذات أهمية إذا كان الصنف ذا $\bar{Y}_p$ منخفضة بطبيعته.

معادلات قياس تحمل الشدّ أو الحساسية له

دليل الحساسية للشدّ

يقدر دليل الحساسية (أو قابلية الإصابة) للشدّ stress susceptability index (اختصارًا: SSI) بالمعادلة التالية (Fischer & Maurer ١٩٧٨):

$$SSI = (1 - \bar{Y}_{Si} / \bar{Y}_{Pi})/ SI$$

حيث إن:

Y_{si} = محصول الصنف تحت ظروف الشدّ.

Y_{Pi} = محصول الصنف تحت الظروف الطبيعية.

SI يقدر بالمعادلة التالية: $SI = (1 - \bar{Y}_s)/ \bar{Y}_P$

حيث إن:

$\bar{Y}_S$ = متوسط المحصول الكلى (لجميع الأصناف المختبرة) تحت ظروف الشدّ.

$\bar{Y}_P$ = متوسط المحصول الكلى (جميع الأصناف المختبرة) تحت الظروف الطبيعية.

دليل تحمل الشدِّ:

يقدر دليل تحمل الشدِّ stress tolerance index (اختصارًا: STI) بالمعادلة التالية (Fernandez ١٩٩٢):

$$STI = (Y_{Pi} \times Y_{Si}) / (\bar{Y}_P)^2$$

دليل التحمل:

يقدر دليل التحمل tolerance index (اختصارًا: TOL) بالمعادلة التالية (Rosielle & Hamblin ١٩٨١):

$$TOL = Y_{Pi} - Y_{Si}$$

دليل المتوسط الهندسي:

يقدر دليل المتوسط الهندسي geometric mean index (اختصارًا: GMI) بالمعادلة التالية:

$$GMI = \sqrt{Y_{Pi} \times Y_{Si}}$$

متوسط الإنتاجية:

يقدر متوسط الإنتاجية mean productivity (اختصارًا: MP) بالمعادلة التالية:

$$MP = Y_{Pi} + Y_{Si})/2$$

دليل تحمل الشدِّ المحور:

يقدر دليل تحمل الشدِّ المحور modified stress tolerance (اختصارًا: MSTI) بالمعادلة التالية (Naderi وآخرون ١٩٩٩):

$$MSTI = K \times [(Y_{Pi} \times Y_{Si})]/\bar{Y}_P$$

وتقدر K بالمعادلة التالية:

$$K = Y_{Si}^2 / \bar{Y}_S^2$$

معادلات كفاءة استخدام المياه

تقدر كفاءة استعمال الماء water efficiency (اختصارًا: WUE) — في البطاطس على سبيل المثال — بالمعادلة التالية:

$$WUE = TY / TWU$$

حيث إن:

TY = محصول الدرنات TY (أو الجزء الاقتصادى الذى يزرع من أجله أى محصول).

TWU = كمية الماء الكلية المستعملة total water used بالمتر المكعب/هكتار.

التربية لتحسين صفات وثيقة الصلة بتحمل ظروف بيئية متباينة

سرعة إنبات البذور

يعد إسراع إنبات البذور وسيلة فعالة لتجنب احتمالات تعرضها لظروف بيئية غير مناسبة، ولتقصير الفترة التى تظل البذور معرضة خلالها لهذه الظروف إن وجدت.

لقد لوحظت اختلافات واضحة بين أصناف الطماطم فى سرعة إنبات بذورها ووجد Whittington & Fierelanger (١٩٧٢) أن سرعة الإنبات صفة وراثية تتميز بما يلى:

١- أغلب التأثير الجينى فيها إضافى.

٢- تتأثر بالتركيب الوراثى للنبات الأم.

٣- ترتبط إيجابيًا بوزن البذرة.

كما تبين من دراسات Pet & Garretsen (١٩٨٣) وجود اختلافات وراثية بين أصناف الطماطم فى حجم بذورها؛ حيث ظهرت صفة البذور الكبيرة فى هجين الطماطم إكستيز Extase. ويستدل من دراستهما على أن هذه الصفة يتحكم فيها عوامل سيتوبلازمية. وقد أكدت الدراسة أن البذور الكبيرة تنبت بسرعة أكبر من الصغيرة، وتنتج بادرات ذات أوراق فلقية أكبر حجمًا، ونباتات أقوى نموًّا. إلاّ أن تأثير حجم البذرة يختفى — غالبًا — فى النباتات الكبيرة.

التخلص من غطاء البذرة شبه الصلد

تعرف البذور شبه الصلدة فى الفاصوليا بأنها البذور الجافة التى لا تمتص الماء خلال الأربع والعشرين ساعة الأولى من النقع فى الماء، ولكنها تكتسب الرطوبة — بسرعة —