الفصل الثالث

انتخاب النَسَبْ

تتبع التربية بطريقة انتخاب النَسَبْ Pedigree Selection فى تحسين كل من النباتات الذاتية التلقيح، والنباتات الخلطية التلقيح التى لا تتدهور بالتربية الداخلية - كالقرعيات -، لأن التلقيح الذاتى ضرورى فى جميع مراحل التربية. ويجرى برنامج التربية بتلقيح صنفين أو سلالتين - أو أكثر - معًا - بغرض جمع صفات مرغوب فيها فى تراكيب وراثية جديدة، مع تسجيل نَسَبْ النباتات فى جميع الأجيال التالية للتلقيح الأول.

خطوات برنامج التربية

نبين - فيما يلى - الخطوات التفصيلية لمراحل التربية بهذه الطريقة.

اختيار الآباء

يعنى بالآباء: الأصناف أو السلالات التى تهجن - معًا - لبدء برنامج التربية. ويتعين لاختيارها تحديد الهدف من برنامج التربية، والصفات التى يرغب المربى فى تجميعها - معًا - فى الصنف الجديد. ويكون أحد الآباء - عادة - هو الصنف الشائع فى الزراعة التجارية، ويكون الأب الثانى مكملاً له فى الصفة - أو الصفات - التى يُرغب فى تحسينها فى الصنف التجارى. وقد يتطلب الأمر إدخال أب ثالث، أو رابع فى التلقيحات، لإضافة الصفات المرغوب فيها، وهذا هو الأمر الغالب بالنسبة لمعظم الأصناف المنتجة حديثًا. ولا يدل مظهر الآباء - عادة - على قدرتها على التآلف وتكوينها لانعزالات جيدة مرغوب فيها عند تهجينها معًا؛ لذا .. فإن تحديد الهجن التى تعطى انعزالات جيدة يعد أولى مهام المربى فى برنامج التربية.

تهجين الآباء وزراعة الجيل الأول

قد يبدأ برنامج التربية بتهجين فردى (فى حالة استعمال سلالتين فقط كآباء)، أو

هجين ثلاثى (فى حالة استعمال ثلاث سلالات)، أو هجين زوجى (فى حالة استعمال أربع سلالات)، أو هجين متعدد السلالات Composite ناتج من تلقيح متعدد multiple cross (عندما يزيد عدد السلالات المستعملة على ست).

وقد يرغب المربى فى إجراء التحسين المطلوب على مرحلتين بدلاً من محاولة تجميع عدد كبير من الصفات المرغوب فيها مرة واحدة؛ حيث يكتفى - فى هذه الحالة - بتهجين عدد أقل من الآباء، ثم تُهجن السلالات الناتجة من برنامج التربية مع سلالات أخرى تحتوى على بقية الصفات المرغوب فيها.

ولا يلزم تسجيل أرقام النباتات المستعملة فى كل تلقيح إذا كانت هذه النباتات من سلالة نقية واحدة، ولكن نظرًا لأن عشائر النباتات الذاتية التلقيح تتكون - عادة - من خليط من السلالات النقية المختلفة وراثيًا؛ لذا .. يلزم إجراء عدد كبير من التلقيحات، مع تسجيل رقم كل نبات فى هذه التلقيحات الأولية؛ ليمكن الاحتفاظ بنَسَب كل تلقيح منفصلاً عن الآخرين.

هذا .. ويلزم إنتاج كمية من بذور الجيل الأول، تكفى للحصول على العدد اللازم من نباتات الجيل الثانى، ولعمل مخزون من بذور الجيل الأول يكفى لإعادة الزراعة فى حالة فشل الزراعة الأولى.

تزرع بذور الجيل الأول للحصول على بذور الجيل الثانى. وتجب مقارنة نباتات الجيل الأول بالآباء؛ للتأكد من كونها هجنًا فعلاً.

الجيل الثانى

يزرع عدد من نباتات الجيل الثانى يقدر بنحو ١٠-١٠٠ مثل عدد العائلات، التى ينتظر انتخابها فى الجيل الثالث، ويتوقف ذلك على مدى سهولة إجراء عملية التقييم فى الجيل الثانى؛ حيث يزيد العدد كلما كان التقييم أسهل. كما تزيد النسبة كلما ازدادت الاختلافات بين الآباء المهجنة معًا .. مع العلم أنه تنتخب - عادة - ٥٠ سلالة على الأقل فى الجيل الثالث. وتجدر الإشارة إلى أن الجيل الثانى هو الجيل الذى يحدث فيه القدر الأكبر من الاختلافات الوراثية، وأن كل ما يظهر من اختلافات - بعد ذلك - ما هو إلا تكرار لما يظهر فى الجيل الثانى.

تزرع نباتات الجيل الثانى على مسافات واسعة نسبيًا؛ ليمكن ملاحظة كل نبات وتقييمه منفردًا. كما يزرع خط من صنف اختبارى check variety كل ١٠ خطوط للمقارنة. ويعد الصنف التجارى الشائع فى الزراعة هو أفضل الأصناف الاختبارية.

وإذا كان اختيار الآباء الداخلة فى التهجين الأول يحدد الحد الأقصى للتحسين الممكن فى الصنف الجديد .. فإن انتخاب النباتات التى تحمل الصفات المرغوب فيها – خاصة فى الأجيال الانعزالية الأولى – يكون ذا تأثير أكيد على إمكان الوصول إلى هذا الهدف من عدمه؛ لذا .. فإن المربى يجب أن يكون على دراية تامة بالصفات الطبيعية والفسيولوجية للمحصول الذى يقوم بتحسينه، ويعرف مدى تأثرها بالعوامل البيئية، بحيث يمكنه تمييز الاختلافات الوراثية المرغوب فيها التى يؤمِّل فيها خيرًا، بمجرد الفحص المظهرى.

ويفيد الانتخاب فى الجيل الثانى فى التنبؤ بمحصول الأجيال التالية فى بعض المحاصيل كالقمح، والشعير، وغيرها من الحبوب الصغيرة، بينما لم يمكن التوصل إلى علاقة كهذه فى محاصيل أخرى كفول الصويا. ويستنتج من ذلك أن الانتخاب فى الأجيال الانعزالية الأولى ليس قاعدة للتميز بين الهجن الممتازة فى كل المحاصيل.

وكقاعدة عامة .. فإنه لا يمكن الاعتماد على مظهر النباتات فى الجيل الثانى للتنبؤ بالمحصول فى الأجيال التالية، خاصة أنها تكون مزروعة على مسافات واسعة. ويجرى الانتخاب فى هذا الجيل للصفات ذات درجات التوريث المرتفعة، مثل الصفات النوعية والمقاومة للأمراض. ويمكن – بعد ذلك فى الجيلين الثالث والرابع – الانتخاب بفاعلية للصفات ذات درجات التوريث المتوسطة. أما الانتخاب للمحصول .. فلا يجرى بفاعلية إلا بعد الجيل الرابع.

ولا تسمح الظروف البيئية – فى أغلب الأحيان – بظهور الصفات المرغوب فيها، وتمييزها عن الصفات غير المرغوب فيها، مثل صفات المقاومة للأمراض، والحشرات، والصقيع، والرقاد ... إلخ؛ حيث يلزم فى هذه الحالات تعريض النباتات للظروف التى تسمح بظهور الصفات المرغوب فيها؛ كأن تعرض للعدوى الصناعية بالآفات بدلاً من الاعتماد على الإصابة الطبيعية التى ربما لا تحدث فى الوقت المناسب، أو بالشدة

الكافية، أو بالسلالة المطلوبة. وقد يجرى الانتخاب فى ظروف يمكن التحكم فيها داخل البيوت المحمية (الصوبات)، ويعيب ذلك قلة عدد النباتات التى يمكن اختبارها، إلا إذا أجرى الاختبار على النباتات وهى فى طور البادرة؛ وبذا .. يمكن تقييم عدد كبير منها فى وقت قصير نسبيًا.

تُزال نباتات الجيل الثانى التى تبدو غير مرغوبة – مظهريًا – بمجرد ملاحظتها، وتنتخب من النباتات المتبقية ما يتميز منها بقوة النمو وبالصفات المرغوبة. ورغم أن حالة الخلط (عدم التماثل) الوراثى heterozygosity تؤثر فى الانتخاب فى هذه المرحلة .. إلا أن اختبارات النسل فى الجيل الثالث تؤدى إلى التخلص من حالات قوة النمو التى يكون مردها إلى الخلط الوراثى. هذا .. وتكون بداية الانتخاب فى الحقل، ثم يُستبعَد مزيد من النباتات بعد الاختبارات المعملية.

يجب أن يكون الانتخاب فى هذه المرحلة حاسمًا، ويعتمد على الاختبارات، والخبرة الشخصية للمربى، وقدرته على الملاحظة الدقيقة. ويجب على المربى المبتدئ أن يتغلب على الشعور بأن النباتات المرغوب فيها قد تظهر فى نسل النباتات التى يجرى استبعادها فى الجيل الثانى؛ لأن عدم التخلص من هذا الشعور يعنى زيادة حجم العمل المطلوب بشدة فى الأجيال التالية إلى درجة تستنفذ معها كل وقت المربى وجهده.

يُحتفظ فى هذا الجيل – وكذلك فى الأجيال التالية – بسجلات كاملة للنسب، تدون فيها أرقام النباتات المنتخبة فى الجيل الثانى (وأرقام العائلات والسلالات المنتخبة فى الأجيال التالية)، بحيث يمكن تتبع نَسَبْ أى نبات فى أى جيل. ويجب أن تتضمن السجلات بيانات عن كل الصفات الهامة؛ مثل قوة النمو، وموعد النضج، والمقاومة للآفات .. إلخ، مع تسجيل لكمية المحصول فى الأجيال المتأخرة.

الأجيال الثالث والرابع والخامس

تزرع بذور الجيل الثالث (وكذلك بذور الجيل الرابع بعد ذلك) على مسافات أوسع مما فى الزراعة التجارية، ولكن أضيق مما فى الجيل الثانى. ويزرع – عادة – من ١٠–٣٠ نباتًا – أو أكثر – من نسل كل نبات منتخب فى الجيل الثانى، ويكون كل نسل فى خط واحد. وتعد هذه الخطوط عائلات الجيل الثالث F_3 families. ويراعى أن يكون

عدد النبات فى كل عائلة بالقدر الذى يسمح بتحديد درجة الخلط الوراثى فيها. كما يزرع خط من أحد الأصناف الاختبارية فى مقابل كل ١٠ خطوط للمقارنة.

وتتحدد فى الجيل الثالث قيمة التلقيح؛ فإن لم تظهر فيه نباتات تحمل جميع الصفات المرغوب فيها .. فإنه يكون من المفضل إعادة البرنامج من جديد.

يتم الانتخاب فى الجيل الثالث على أساس أفضل النباتات فى أفضل العائلات؛ فتُحدد – أولاً – أفضل العائلات، ثم تنتخب منها أحسن النباتات. كما يجب أن تؤخذ فى الحسبان كذلك النباتات الممتازة، التى قد توجد فى عائلات ضعيفة. ويستبعد جزء آخر من النباتات بعد الفحص المختبرى؛ بحيث لا يزيد عدد النباتات المنتخبة على عدد عائلات الجيل الثالث.

تعامل نباتات الجيل الرابع معاملة نباتات الجيل الثالث. وإذا ظهر أن بعض عائلات الجيل الرابع قد نشأت من نبات واحد مشترك فى الجيل الثانى، وكان سلوك العائلات متشابهًا فى الجيلين الثالث والرابع .. فإنه يمكن فى هذه الحالة استبعاد بعض هذه العائلات مادامت متماثلة.

وتعامل نباتات الجيل الخامس معاملة نباتات الجيل الرابع. إلا أنها تزرع على مسافات مشابهة لتلك المتبعة فى الزراعة التجارية، وتكون المساحة المخصصة لكل عائلة أكبر حتى يمكن الانتخاب لصفة كمية المحصول. وجدير بالذكر .. أن الانتخاب حتى هذه المرحلة يجرى على أساس النباتات الفردية؛ أى على أساس اختبار أفضل النباتات من أحسن العائلات ، وزراعة بذورها منفصلة.

زراعة الجيل السادس إلى الجيل الثانى عشر

يبدأ من الجيل السادس الانتخاب على أساس السلالات؛ لأنها تكون قد وصلت إلى درجة عالية من التجانس الوراثى، وذلك بعد أن أجرى الانتخاب على أساس النباتات الفردية مع التلقيح الذاتى للنباتات المنتخبة من الجيل الثانى إلى الجيل السادس. ويتم تحديد أفضل العائلات، ثم تحصد بذور جميع نباتات كل عائلة معًا، وهى التى يطلق عليها – من الآن فصاعدًا – اسم سلالة line (يعتبر البعضُ العائلة

مجموعة من السلالات، تمثل أنسال نباتات، انتخبت من نسل نبات واحد فى الجيل السابق).

وتكون زراعة سلالات الجيل السادس (أنسال النباتات الفردية المنتخبة من الجيل الخامس) فى مساحات كبيرة نسبيًا، بدرجة تسمح بدراستها دراسة وافية. ويفضل أن تكون زراعتها فى مكررات إذا وجدت كميات كافية من البذور لذلك. ويبدأ – فى هذا الجيل تسجيل بيانات وافية عن كمية المحصول، وتؤخذ بيانات وافية عن الصفات الاقتصادية الهامة فى كل من الحقل والمختبر، يتم على أساسها تخفيض عدد العائلات المنتخبة إلى ١٥ عائلة كحد أقصى. وهى التى تحصد بذورها معًا؛ لتعطى سلالات الجيل السابع.

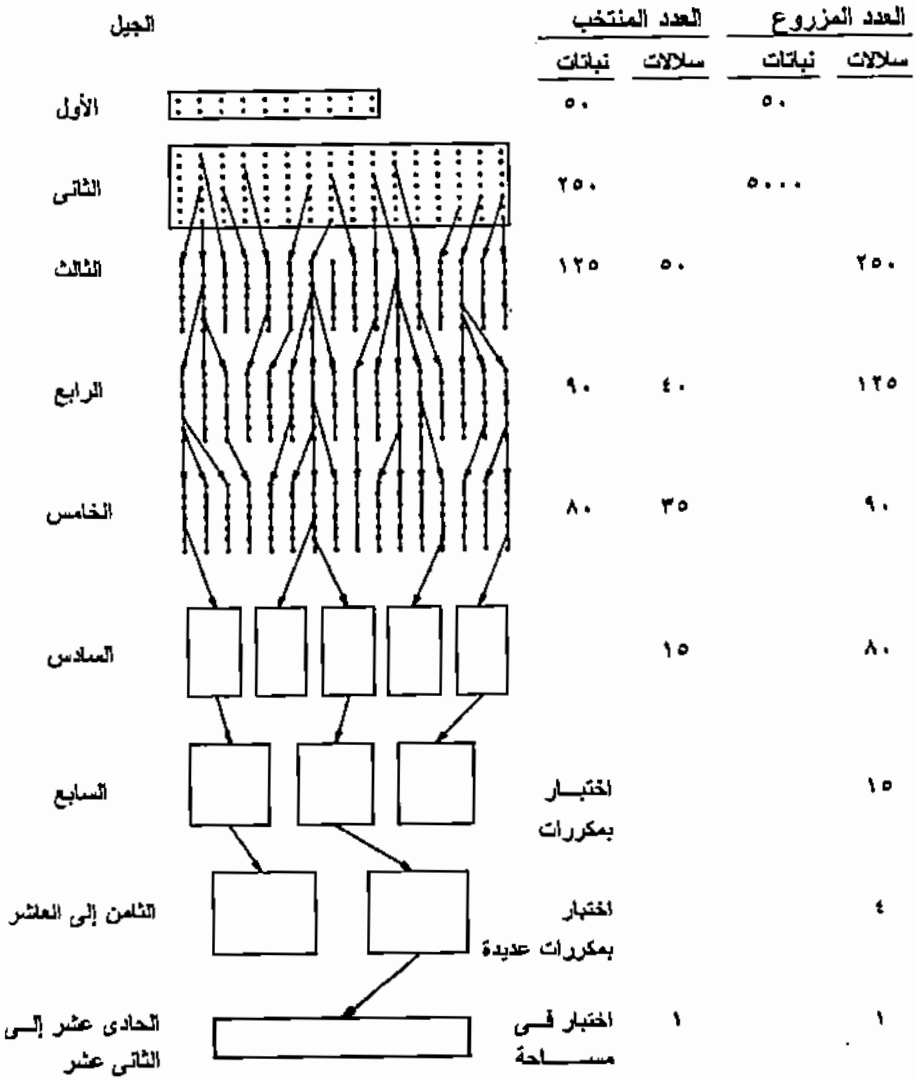
وتزرع سلالات الجيل السابع فى مكررات، مع مقارنتها بالأصناف التجارية الهامة. وتؤخذ بيانات عن المحصول وجميع الصفات الاقتصادية الهامة، وتحلل النتائج إحصائيًا. وبناء على النتائج المحققة .. تخفض عدد السلالات المنتخبة إلى ٤–٥ سلالات فقط.

وتعامل الأجيال من الثامن إلى العاشر معاملة الجيل السابع، مع امتداد الاختبارات إلى مناطق الإنتاج المختلفة. وبناء على النتائج المُحققة .. تخفض عدد السلالات المنتخبة إلى سلالة واحدة أو سلالتين فقط.

يزرع الجيلان الحادى عشر والثانى عشر فى تجارب موسعة على مساحة فدان أو أكثر (الفدان = ٤٢٠٠م^{٢} = ٠.٤٢ هكتار) بالطرق المتبعة فى الزراعة التجارية، مع مقارنتها بالأصناف الهامة. وبناء على النتائج المُحققة .. يتم الاختبار النهائى لسلالة واحدة، تعطى اسمًا؛ لتصبح بذلك صنفًا جديدًا (شكل ٣–١).

التقييم النهائى

يجرى التقييم النهائى للصنف الجديد فى عدة مناطق، وعلى مدى عدة سنوات، إلى أن يتأكد المربى من تفوقه على الأصناف المستعملة فى الزراعة التجارية. ويكتفى المربى – عادة – بتقييم الصنف الجديد فى خمس مناطق رئيسية من مناطق إنتاج المحصول، وعلى مدى خمس سنوات.



شكل (٣-١): تخطيط لخطوات برنامج التربية بطريقة انتخاب النسب.

سجلات النسب

يجب أن تكون سجلات النسب بسيطة ودقيقة. وعمومًا .. فإن كل تلقيح يعطى كودًا خاصًا به، يشير الرقمان الأول والثانى منه إلى سنة إجراء التلقيح، بينما ترمز بقية الأرقام إلى الرقم التسلسلى للتلقيح فى ذلك العام؛ فمثلاً يشير الكود 9906 إلى التلقيح السادس فى عام ١٩٩٩.

أما فى الأجيال الانعزالية .. فتتم المحافظة على سجلات النسب بإحدى الطريقتين التاليتين:

أولاً: سجلات تعتمد على موقع خطوط النسل فى الحقل

يتم فى هذا النظام إعطاء نسل كل نبات فى كل جيل رقمًا يتفق مع موقعه فى الحقل، كما أن كل نسل فى الجيل الرابع والأجيال التالية له يعطى رقم الخط الخاص بالنسل فى الجيل السابق الذى أفرزه (الذى انتخب منه). فمثلاً .. يعطى كل نسل جيل ثالث مستمد من أحد نباتات الجيل الثانى رقمًا يتفق مع رقم خط هذا النسل فى الحقل الذى زرع فيه الجيل الثالث. وتميز النباتات التى تُنتخب من أحد أنسال الجيل الثالث برقم الخط فى ذلك النسل. وعندما تزرع أنسال الجيل الرابع يعطى كل نسل – كذلك – رقم الخط الذى يقع فيه هذا النسل فى حقل الجيل الرابع، بالإضافة إلى رقم الخط الذى كان يوجد فيه النبات المنتخب فى الجيل الثالث. وبالمثل .. فإن النباتات المنتخبة من نسل نبات ما فى الجيل الرابع تعطى رقم الخط الخاص بهذا النسل فى الجيل الرابع. وبعد زراعة أنسال الجيل الخامس تضاف أرقام خطوط الأنسال فى الجيل الخامس إلى رقم الخط فى الجيل الرابع، ويتبع الأسلوب ذاته فى الأجيال التالية (جدول ٣-١)؛ وبذا .. يمكن تتبع نسب كل نسل حتى الجيل الثالث (أو حتى نبات الجيل الثانى) الذى نشأ منه، ولكن يتعين لتحديد النسب أن يقوم المربى بمراجعة سجلات السنوات السابقة.

ثانياً: سجلات تعتمد على الرقم التسلسلى للنباتات المنتخبة

يتم فى هذا النظام – فى كل جيل – إعطاء النباتات المنتخبة أرقامًا متسلسلة داخل كل نسل؛ حيث يحمل كل نسل أو نبات فردى منتخب الرقم التسلسلى لكل النباتات فى الأجيال السابقة فى النسب. وبذا .. يعطى كل نبات منتخب من الجيل الثانى رقمًا متسلسلاً، وتعطى أنسال الجيل الثالث المتحصل عليها ذات الأرقام المتسلسلة التى أعطيت لنباتات الجيل الثانى التى أنتجتها. وتعطى النباتات المنتخبة من نسل ما فى الجيل الثالث رقم ذلك النسل بالإضافة إلى رقم آخر متسلسل فى حدود هذا النسل، حيث يمثل هذان الرقمان – معًا – الرقم الكودى لنسل هذا النبات فى الجيل الرابع. وبالمثل .. فإن النباتات التى تنتخب من أحد أنسال الجيل الرابع تعطى رقم ذلك

النسل فى الجيل الرابع بالإضافة إلى رقم جديد يمثل الرقم التسلسلى للنبات المنتخب من هذا النسل (جدول (٣-٢).

يتبين من هذا النظام أن بالإمكان التتبع الفورى لنسب كل نسل دونما حاجة إلى الرجوع إلى سجلات الأعوام السابقة. وفى المقابل .. تزداد احتمالات حدوث الأخطاء فى هذا النظام نظرًا لكثرة الأرقام التى يتعين تسجيلها (عن Singh ١٩٩٣).

جدول (٣-١): نظام الاحتفاظ بسجلات للنسب تعتمد على أرقام لخطوط الأنسال المعنية فى كل جيل من برنامج التربية.

الجيل	الرقم الكودى	وصف الرقم الكودى
F_3	9906-8	النسل الذى يوجد فى الخط الثامن من حقل الجيل الثالث
F_4	9906-8-5	النسل الذى يوجد فى الخط الخامس من حقل الجيل الرابع، وهو الذى انتخب من النسل الذى كان موجودًا فى الخط الثامن من حقل الجيل الثالث
F_5	9906-8-5-12	النسل الذى يوجد فى الخط الثانى عشر من حقل الجيل الخامس، وهو الذى انتخب من النسل الذى كان موجودًا فى الخط الخامس من حقل الجيل الرابع.
F_6	9906-8-5-12-4	النسل الذى يوجد فى الخط الرابع من حقل الجيل السادس، وهو الذى انتخب من النسل الذى كان موجودًا فى الخط الثانى عشر من حقل الجيل الخامس.

جدول (٣-٢): نظام الاحتفاظ بسجلات للنسب تعتمد على إعطاء أرقام خاصة بالنباتات المنتخبة.

الجيل	الرقم الكودى	وصف الرقم الكودى
F_3	9906-7	النسل المتحصل عليه من النبات رقم ٧ فى الجيل الثانى
F_4	9906-7-4	النسل المتحصل عليه من النبات رقم ٤ المنتخب من نسل الجيل الثالث المتحصل عليه من نبات الجيل الثانى المنتخب رقم ٧
F_5	9906-7-4-2	النسل المتحصل عليه من النبات رقم ٢ المنتخب من نسل الجيل الرابع المتحصل عليه من النبات رقم ٤ المنتخب من نسل الجيل الثالث المتحصل عليه من نبات الجيل الثانى رقم ٧
F_6	9906-7-4-2-8	النسل المتحصل عليه من النبات رقم ٨ المنتخب من نسل الجيل الخامس المتحصل عليه من النبات رقم ٢ المنتخب من نسل الجيل الرابع للنبات المنتخب رقم ٤ فى الجيل الثالث وهو المتحصل عليه من نبات الجيل الثانى المنتخب رقم ٧

وعند تسجيل الأنساب يسجل - كذلك - وصفًا مختصرًا للصفات المميزة لكل نسل.

ومن أهم ما تجب مراعاته بشأن توصيف الأنسال، ما يلى:

١ – لا تسجل سوى الصفات الهامة المميزة، وإلاَ أصبح تسجيل الأنساب عبئًا ثقيلاً.

٢ – يجب قصر السجلات على الأنسال المتميزة فقط، مع الاستغناء عن كافة الأنسال الأخرى.

٣ – يجب أن تكون سجلات النسب دقيقة للغاية، لأن السجلات غير الدقيقة تسبب إرباكًا للمربى (عن Singh ١٩٩٣).

مزايا طريقة التربية بانتخاب النَّسَب وعيوبها

تتميز التربية بطريقة انتخاب النَّسَب بما يلى:

١ – يمكن عن طريقها إجراء مقارنة دقيقة بين السلالات من واقع سجلات النسب. ويمكن الاستفادة من ذلك فى توسيع رقعة الاختلافات الوراثية بين السلالات خلال مراحل الانتخاب.

٢ – يكون التقييم والانتخاب على أساس سلوك النباتات والعائلات والسلالات فى الأجيال السابقة، وهى التى يمثل كل منها موسمًا زراعيًا مختلفًا، مما يسمح بظهور الاختلافات الوراثية للصفات الهامة.

٣ – تمكن هذه الطريقة المربى من استعمال مهارته وخبراته فى انتخاب النباتات المرغوب فيها، وخاصة فى الأجيال الانعزالية الأولى.

٤ – تناسب هذه الطريقة تحسين الصفات التى يمكن التعرف عليها بسهولة والتى تكون بسيطة فى وراثتها.

٥ – تسمح هذه الطريقة بالتخلص من معظم التراكيب الوراثية غير المرغوب فيها فى الأجيال الأولى لبرنامج التربية وقبل الوصول إلى مراحل التقييم الموسعة للسلالات التى يتم انتخابها.

٦ – قد يمكن العثور على انعزالات فائقة الحدود فى الصفات الكمية.

٧ – تأخذ وقتًا أقل من طريقة انتخاب التجميع لإنتاج صنف جديد.

٨ – يمكن استبعاد النباتات والأنسال التى تظهر بها عيوب واضحة خلال المراحل الأولى من البرنامج.

٩ – تسمح هذه الطريقة – كذلك – بدراسة وراثة بعض الصفات النوعية الهامة من واقع البيانات المتجمعة فى سجلات النسب.

أما عيوب التربية بطريقة انتخاب النسب .. فهى كما يلى:

١ – يستغرق حفظ سجلات النسب قدرًا كبيرًا من وقت المربى وجهده؛ بما لا يسمح له بالعمل فى تلقيحات أو برامج أخرى.

٢ – يعتمد نجاح هذه الطريقة على مهارة المربى، حيث لا يكون للانتخاب الطبيعى مكانًا فيها.

٣ – لا يكون الانتخاب للمحصول فى الجيلين الثانى والثالث فعّالاً، وإذا لم يحتفظ بعدد كاف من النباتات والأنسال فإن بعض التراكيب الوراثية القيمة قد تفقد فى الأجيال الانعزالية الأولى.

٤ – زيادة مساحة الأرض التى تلزم لإجراء برنامج التربية.

٥ – لا تسمح بزراعة بعض أجيال التربية فى غير المواسم الزراعية المعتادة التى تظهر فها صفات المحصول، وهو ما يعنى زيادة برنامج التربية عدة سنوات بالنسبة لطرق التربية الأخرى.

طرق التربية المحورة من طريقة انتخاب النسب

أدخل بعض المربين تحورات – بعضها جذرى – على التربية بطريقة انتخاب النسب. وتهدف هذه التحورات إما إلى إبطاء الوصول إلى حالة الأصالة الوراثية، مع زيادة الفرصة لظهور الانعزالات المرغوب فيها، وإما إلى تسهيل عملية الوصول إلى الأصالة الوراثية قبل بدء عملية الانتخاب. ونذكر – فيما يلى – أهم هذه التحورات.

انتخاب النسب المتكرر

يجرى انتخاب النسب المتكرر Recurrent-Pedigree Selection فى الحالات التى يسهل فيها إجراء التلقيحات، وعندما يعطى كل تلقيح عددًا كبيرًا من البذور. لا تختلف هذه الطريقة عن انتخاب النسب العادى إلا فى الأجيال المبكرة لعملية الانتخاب حيث تلقح النباتات المنتخبة مع بعضها بصورة منظمة، أو بشكل عشوائى، ثم يستمر

برنامج التربية بطريقة انتخاب النسب بشكل عادى بعد ذلك. وتؤدى عملية تلقيح النباتات المنتخبة – معًا – إلى إبطاء الوصول إلى حالة الأصالة الوراثية، مع زيادة فرصة ظهور انعزالات فائقة.

انتخاب النسب الرجعى

يجرى انتخاب النسب الرجعى Backcross-Pedigree Selection عندما يفوق أحد الأصناف التى يبدأ بها برنامج التربية بدرجة ملحوظة الأصناف الأخرى، حيث يفضل – حينئذٍ – تلقيح الجيل الأول والجيل الثانى – وربما الجيل الثالث أيضًا – رجعيًّا إلى الأب الفائق، بغرض استرجاع أكبر قدر من صفاته، ويستمر برنامج التربية – بعد ذلك – بطريقة انتخاب النسب بشكل عادى؛ لإعطاء الفرصة لظهور انعزالات فائقة الحدود.

التحدر من بذرة واحدة

كل Goulden هو أول من اقترح هذه الطريقة لتحسين القمح فى عام ١٩٤١؛ كبديل لطريقة انتخاب النسب العادية، ولكنه لم يسمها بهذا الاسم. ولم يظهر الإسم الذى عرفت به هذه الطريقة – وهو التحدر من بذرة واحدة – إلا فى سنة ١٩٦٢؛ بواسطة Johnson & Bernard. وكان Brim هو أول من استعملها فى برنامج للتربية (لتحسين فول الصويا) فى عام ١٩٦٦، ولكنه أشار إليها كطريقة انتخاب نسب محورة modified pedigree method (عن Fehr ١٩٨٧).

تناسب هذه الطريقة كلا من النباتات الذاتية التلقيح والخلطية التلقيح (التى لا تتدهور بالتربية الداخلية)، مع إخضاعها – بطبيعة الحال – للتلقيح الذاتى الصناعى.

وتعد هذه الطريقة من أسهل الطرق للوصول إلى الأصالة الوراثية بأقل جهد. كما يمكن اختصار الوقت بزراعة جيلين أو أكثر فى كل عام، يكون أحدهما فقط تحت ظروف الحقل، وتكون الأجيال الأخرى فى البيوت المحمية، دونما اعتبار لتأثير الظروف البيئية على الشكل الظاهرى. ويمكن اختصار الوقت اللازم للوصول إلى الأصالة الوراثية بحصاد البذور أو الثمار، بعد تكون الأجنة مباشرة، ثم فصل الأجنة منها

وزراعتها فى بيئات خاصة. ويعقب الوصول إلى الأصالة الوراثية الاستمرار فى التربية بأى نظام للانتخاب.

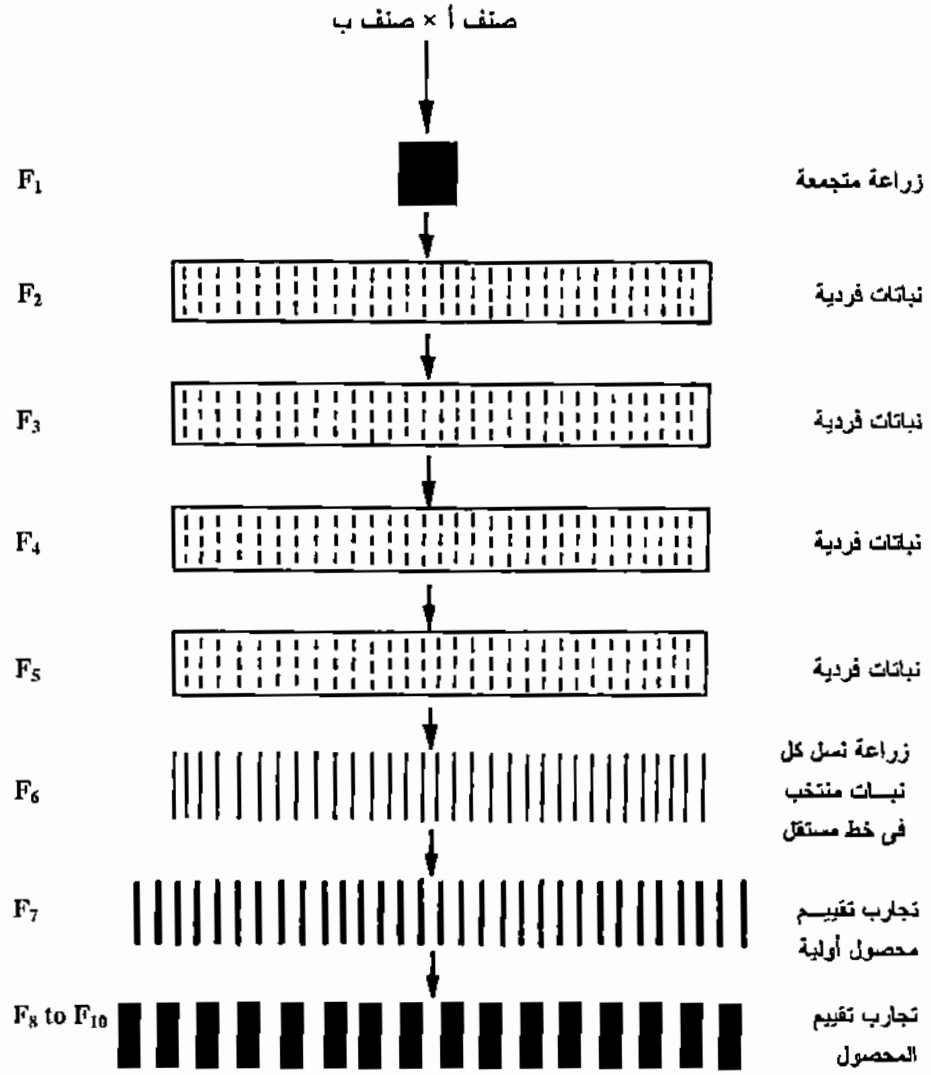
تتلخص الطريقة الكلاسيكية للتحدر من بذرة واحدة Single Seed Descent كما اقترحها Brim فى عام ١٩٦٦ (عن Gritton ١٩٨٦) لتحسين فول الصويا فى زراعة عدد من نباتات الجيل الأول يكفى لإنتاج ٥٠٠ بذرة أو أكثر من الجيل الثانى. تحصد بذرة واحدة من كل نبات من الجيل الثانى، وتخلط معًا وتزرع لإنتاج الجيل الثالث. وتكرر هذه العملية حتى الجيل السادس. حينئذٍ تستبعد النباتات التى تبدو غير مرغوبة من شكلها الظاهرى، وتنتخب النباتات التى تبدو فائقة مظهريًا لمزيد من التقييم بعد ذلك. هذا .. علمًا بأن السلالات الرديئة جدًا .. يمكن أن يجرى استبعادها أولاً بأول، قبل الوصول إلى الجيل السادس.

توجد ثلاث طرق رئيسية لتطبيق مبدأ التحدر من بذرة واحدة للوصول إلى الأصالة الوراثية، وهى كما يلى:

١ - طريقة البذرة الواحدة:

عند إجراء برنامج التربية بطريقة البذرة الواحدة single seed procedure، يتم الاحتفاظ ببذرة واحدة من كل نبات من نباتات الجيل الثانى والأجيال التالية لزراعتها فى الجيل التالى. ولأسباب عملية، فإنه يتم - عادة - فى محاصيل البقول حصاد قرن واحد من كل نبات، ولكن تزرع منه بذرة واحدة كذلك. وعند الوصول إلى الدرجة المرغوب فيها من الأصالة الوراثية تبدأ عملية التقييم لأنسال النباتات والانتخاب فيما بينها.

يتم فى الجيل الخامس أو السادس انتخاب نحو ١٠٠-٥٠٠ نبات وتزرع أنسالها فى الجيل التالى، حيث يجرى الانتخاب بين الأنسال مع خفض عددها إلى القدر الذى يسمح بتقييم العدد المنتخب فى تجربة بمكررات فى الموسم التالى، كما قد يمكن انتخاب النباتات الفردية، إلا أن ذلك يكون قاصرًا - فقط - على العائلات المتميزة التى تظهر فيها انعزالات. ويعنى ذلك أن تجارب تقييم المحصول الأولية واختبارات الجودة تبدأ فى الجيل السابع أو الثامن، وتجرى التجارب الموسعة فى الجيل الثامن أو التاسع (شكل ٣-٢).



شكل (٣-٢): تخطيط لبرنامج التربية بطريقة التحدر من بذرة واحدة.

يجب أن يراعى - عند اتباع هذه الطريقة - أن عدد النباتات المزروعة يقل - تدريجيًا - جيلاً بعد جيل، إما بسبب عجز بعض النباتات عن عقد البذور، وإما لعدم قدرة بعض البذور على الإنبات. لذا .. فإن هذا الأمر يجب أن يؤخذ فى الحسبان منذ البداية، بحيث يتوفر للمربى فى نهاية الأمر العدد المطلوب من السلالات الأصيلة التى يرغب فى تقييمها.

ولحساب عدد البذور التى ينبغى زراعتها فى كل جيل يلزم أن نبدأ بالجيل الأخير، ثم نعود إلى الخلف حتى الجيل الثانى، كما يتطلب الأمر افتراض نسبة معينة لبذور النباتات التى تنبت وتعطى نباتاتها بذرة واحدة على الأقل فى كل جيل. فلو فرض أن كانت هذه النسبة ٨٠٪، وكان المطلوب هو توفر ٢٠٠ سلالة فى الجيل الخامس .. فإن ذلك يعنى ضرورة زراعة ٢٥٠ بذرة (٢٠٠ ÷ ٠,٨ = ٢٥٠) فى الجيل الخامس، و ٣١٣ بذرة (٢٥٠ ÷ ٠,٨ = ٣١٢,٥) فى الجيل الرابع، و ٣٩٢ بذرة (٣١٣ ÷ ٠,٨ = ٣٩١,٢) فى الجيل الثالث، و ٤٩٠ بذرة (٣٩٢ ÷ ٠,٨ = ٤٩٠) فى الجيل الثانى.

ويلزم حصاد عينة أخرى إضافية (بذرة إضافية) من كل نبات فى كل جيل، تخلط – معًا – للاحتياط فى حالة فشل الزراعة. ويمكن – فى حالة فول الصويا مثلاً – حصاد قرن واحد به ٢–٣ بذرات من كل نبات؛ حيث تستعمل من كل قرن بذرة واحدة، ويحتفظ ببقية البذور كاحتياطى.

وتجدر الإشارة إلى أن طريقة البذرة الواحدة تعنى أن كل نبات فى الجيل الأخير ينتسب إلى نبات مختلف من نباتات الجيل الثانى، إلا أنها لا تسمح بتمثيل كل نبات من الجيل الثانى فى الجيل الأخير؛ لأن عدم إنبات أية بذرة فى أى جيل يعنى استبعاد نبات الجيل الثانى الذى انحدرت منه هذه البذرة تلقائيًّا. وتسمح هذه الطريقة بمزاولة الانتخاب فى أى جيل، لاستبعاد النباتات التى تحمل صفات غير مرغوب فيها.

٢ – طريقة الجورة الواحدة Single-Hill Procedure:

تزيد طريقة الجورة الواحدة – كثيرًا – من فرصة تمثيل كل نبات من الجيل الثانى فى كل جيل من أجيال التربية الداخلية. وقد اقترح هذه الطريقة Jones & Singleton فى عام ١٩٣٤، وفيها يزرع نسل كل نبات – فى أى جيل – كسلالة مستقلة. ويجرى ذلك بزراعة ٣–٤ بذور من كل نبات فى جورة واحدة، وتحصد منها البذور الناتجة من التلقيح الذاتى، لتزرع ٣–٤ بذور منها فى جورة أخرى فى الجيل التالى .. وهكذا. وتحصد بذور النباتات الفردية مستقلة، حينما تصل العشيرة إلى الدرجة المرغوبة من الأصالة الوراثية.

ويمكن بهذه الطريقة تتبع نسب أى نبات من أى جيل حتى الجيل الثانى، ولكن

يلزم فى هذه الحالة الاحتفاظ بسجلات للنسب، وهو مالا يعمل به فى طريقة البذرة الواحدة.

٣ – طريقة البذور المتعددة Multiple-Seed Procedure:

يتطلب اتباع طريقة البذرة الواحدة زراعة عدد كبير من البذور فى الجيل الثانى عما فى الأجيال التالية، مع جمع عينة إضافية من البذور فى كل جيل، تستعمل كاحتياطى فى حالة فشل الزراعة. ولتجنب ذلك .. تتبع طريقة البذور المتعددة، وفيها تحصد ٣-٤ بذور من كل نبات، وتخلط معًا، ثم يزرع جزء من البذور، ويحتفظ بالباقى كاحتياطى. ويتوقف عدد البذور التى تزرع وتحصد فى كل جيل على عدد السلالات التى يرغب فى الحصول عليها من العشيرة لتقييمها، وعلى نسبة الإنبات المتوقعة للبذور.

وعلى خلاف طريقة البذرة الواحدة .. فإن عدد البذور التى تزرع فى طريقة البذور المتعددة يمكن أن يبقى ثابتًا فى كل جيل. فلو فرض أن رغب المربى فى الحصول على ٢٠٠ سلالة فى الجيل الخامس، وكانت نسبة الإنبات المتوقعة ٨٠٪ .. فما عليه سوى زراعة ٢٥٠ بذرة (٢٠٠ ÷ ٠,٨ = ٢٥٠) فى الجيل الثانى؛ لكى يحصل منها على ٢٠٠ نبات، ثم يحصد ثلاث بذور من كل نبات منها؛ ليتجمع لديه ٦٠٠ بذرة جيل ثالث. وتزرع ٢٥٠ من بذور الجيل الثالث؛ لكى يحصل منها على ٢٠٠ نبات، ثم تحصد ثلاث بذور من كل نبات منها؛ ليتجمع لديه ٦٠٠ بذرة جيل رابع ... وهكذا إلى أن يصل إلى المستوى المطلوب من التربية الداخلية. وقد أطلق على هذه الطريقة أسماء مختلفة، منها طريقة التحدر المحورة من بذرة واحدة Modified Single-Seed Descent، وطريقة القرون المجمعة pod-bulk method، نسبة إلى تجميع بذور قرن واحد من كل نبات؛ كما يتبع فى فول الصويا.

وتتميز جميع الطرق – التى شرحت آنفًا لتطبيق مبدأ التحدر من بذرة واحدة – بما يلى:

١ – سهولة إدامة العشائر والمحافظة عليها، خلال مراحل التربية الداخلية.

٢ – لا يؤثر الانتخاب الطبيعى فى العشائر إلا إذا اختلفت التراكيب الوراثية فى قدرتها على إنتاج بذرة واحدة على الأقل.

٣ – تناسب جميع الطرق الزراعية فى البيوت المحمية فى غير المواسم العادية، وبذلك ... يمكن تقصير الفترة التى تلزم للوصول إلى الأصالة الوراثية.

ويعاب على هذه الطرق ما يلى:

١ – يعتمد الانتخاب الصناعى على مظهر النباتات الفردية، وليس على اختبارات النسل.

٢ – لا تسمح هذه الطرق بأن يأخذ الانتخاب الطبيعى مجراه فى التأثير الإيجابى فى العشائر.

وتتميز طريقة البذرة الواحدة بما يلى:

١ – تتطلب هذه الطريقة وقتًا أقل ومساحة أقل بكثير من طريقة الجورة الواحدة.

٢ – ينتسب كل نبات فى الجيل النهائى إلى نبات مختلف من الجيل الثانى، وبذلك .. تزيد الاختلافات الوراثية فى العشيرة.

ولكن يعاب على طريقة البذرة الواحدة ما يلى:

١ – ربما لا يُمثَّل نبات من نباتات الجيل الثانى بنبات فى الجيل النهائى؛ بسبب فشل بعض النباتات فى إنتاج بذرة واحدة على الأقل فى كل من أجيال التربية الداخلية.

٢ – يجب تعديل عدد البذور التى ينبغى زراعتها فى كل جيل تبعًا لنسبة الإنبات.

٣ – تتطلب هذه الطريقة وقتًا أطول عند الحصاد عن طريقة البذور المتعددة لتحضير عينتين من البذور واحدة للزراعة، والأخرى تترك كاحتياطى.

وتتميز طريقة الجورة بأن كل نبات فى العشيرة ينتسب إلى نبات مختلف فى الجيل الثانى؛ مما يزيد الاختلافات الوراثية فى العشيرة. ولكن يعيب هذه الطريقة أنها تتطلب وقتًا أطول عند الزراعة والحصاد، ومساحة أكبر للزراعة عن الطريقتين الأخريين (Fehr ١٩٨٧).