الفصل الأول

طرق التربية بالانتخاب المباشر

نتناول فى هذا الفصل طرق التربية التى تعتمد على الانتخاب المباشر فى الاختلافات الوراثية المتوفرة، دون أن يقوم المربى بإجراء أية تلقيحات، وهى التى تعد من أبسط طرق التربية. وتجدر الإشارة إلى أن الانتخاب لا يؤدى إلى إحداث تغيرات وراثية، ولكنه يجرى فى وجودها. كما أن الانتخاب لا يكون مجديًا إلا إذا كانت الاختلافات المتوفرة وراثية.

تعتبر عملية الانتخاب selection هى الركيزة الأساسية للتحسين فى أى برنامج للتربية، وتعتمد جميع طرق التربية بالانتخاب المباشر على توفر الاختلافات الوراثية بين أفراد العشيرة النباتية بصورة طبيعية؛ وكل ما يفعله المربى هو انتخاب التراكيب الوراثية المناسبة التى تتوفر فيها الصفات المرغوبة وإكثارها؛ لتصبح صنفًا جديدًا قائمًا بذاته. أما طرق التربية التى تعتمد على التهجين مع الانتخاب – وهى التى تشكل الجزء الأكبر من هذا الكتاب – فإن المربى يسعى بنفسه لتأمين الاختلافات التى تتكون كانعزالات وراثية عقب قيامه بالتهجين بين أفراد تختلف – وراثيًا – عن بعضها البعض.

انتخاب الصفات البسيطة فى العشائر الذاتية التلقيح

تعتبر عملية انتخاب الصفات البسيطة فى عشائر النباتات الذاتية التلقيح سهلة وميسورة. فسواء أكانت الصفات المرغوبة سائدة، أم متنحية .. فإنها توجد – دائمًا – بحالة أصيلة فى عشائر النباتات الذاتية التلقيح؛ ويكون من السهل تمييز الأفراد الحاملة للجينات التى تتحكم فى هذه الصفات، خاصة عندما تكون درجات توريثها مرتفعة، وهو ما تتميز به غالبية الصفات البسيطة.

ويؤدى انتخاب الأفراد الحاملة للصفات المرغوبة إلى تكوين عشائر جديدة محسنة.

وتكون مهمة المربى – بعد ذلك – مقارنة العشائر الجديدة بالعشيرة الأصلية، وبالأصناف التجارية الشائعة فى الزراعة؛ للتأكد من تفوق إحداها أو بعضها قبل إطلاق زراعتها كصنف جديد.

انتخاب السلالة النقية

تعرف السلالة النقية Pure Line بأنها: نسل نبات واحد ذاتى التلقيح، وتكون جميع أفرادها أصيلة وراثيًا homozygous، بنسبة ١٠٠٪، كما تكون متجانسة homogenous وراثيًا تمامًا. ويتبين من تعريف السلالة النقية أنها لا تتوفر إلا فى النباتات الذاتية التلقيح؛ لذا .. فإن التربية بطريقة انتخاب السلالة النقية Pure Line Selection لا تتبع إلا مع هذه الفئة من النباتات.

وتكون بداية برنامج التربية – عادة – فى عشيرة تكثر فيها الاختلافات الوراثية كالأصناف البلدية أو الأصناف القديمة غير المعتنى بها، والتى تكون قد تراكمت فيها الاختلافات الوراثية؛ نتيجة للتلقيح الاعتباطى مع أصناف أخرى، أو نتيجة لحدوث الطفرات بها.

وتتلخص خطوات برنامج التربية بانتخاب السلالة النقية، فيما يلى:

١ – يُنتخبُ عدد كبير من النباتات من عشيرة الأساس. وتعد هذه الخطوة غاية فى الأهمية، لأن النباتات المنتخبة تمثل الحد الأقصى للاختلافات الوراثية التى يمكن الحصول عليها؛ وذلك لأن كلا منها يعطى نسلاً عبارة عن سلالة نقية، تتماثل جميع أفرادها – وراثيًا – مع بعضها البعض، ومع النبات الذى نشأت منه؛ وعليه .. فإن كانت النباتات المنتخبة عديمة الجدوى .. فإن الانتخاب فيها لن يقود إلى أى تقدم.

٢ – يزرع نسل كل نبات منتخب على حدة فى الموسم التالى؛ للاحظته، والتخلص من أية سلالة نقية تظهر فيها عيوب واضحة. وتستمر هذه الخطوة – عادة – لعدة مواسم زراعية؛ بغرض التخلص من أكبر عدد من السلالات قبل البدء فى المرحلة الثالثة والأخيرة من برنامج التربية، والتى تكون على نطاق اسع. ويمكن – عن طريق العدوى الصناعية بالحشرات ومسببات الأمراض الهامة – التخلص من عدد آخر من السلالات.

وتجدر الإشارة إلى أن التلقيح الذاتى الطبيعى – فى هذه الفئة من النباتات – يُسهِّل كثيرًا من مهمة المربى الذى يكتفى بتعليم السلالات المرغوبة، ثم حصاد بذورها دونما حاجة لتكييسها أو عزلها؛ نظرًا لعدم حدوث خلط وراثى بين السلالات بعضها ببعض. كما أن استمرار التلقيح الذاتى يعمل على استمرار احتفاظ كل سلالة بصفاتها؛ مما يجعل من الممكن خلط بذور كل سلالة – معًا – منذ البداية.

٣ – تجرى الخطوة الأخيرة بعد أن يعجز المربى عن التخلص من أية سلالات أخرى بمجرد الملاحظة، حيث يقوم – حينئذ – بمقارنة السلالات المتبقية بالأصناف التجارية الشائعة فى الزراعة فى تجارب موسعة، يقدر فيها المحصول والصفات الاقتصادية الهامة. ويتم – فى النهاية – انتخاب سلالة واحدة، تكون هى أساس الصنف الجديد.

وتجدر الإشارة إلى أن الأصناف الجديدة التى تنتج بهذه الطريقة تنشأ من تراكيب وراثية ، توجد منذ البداية فى العشيرة الأصلية، وأن كل ما يتم خلال سنوات التربية هو التعرف على هذه التراكيب، وإثبات أنها أفضل من التراكيب الوراثية الأخرى، ومن الأصناف التجارية المستعملة فى الزراعة.

وتستعمل السلالات النقية فى المجالات التالية:

١ – كأصناف جديدة.

٢ – كآباء فى برامج التربية بالتهجين.

٣ – فى دراسات استحداث الطفرات، حيث يمكن ارجاع أى تباينات وراثية جديدة فى السلالة النقية إلى الطفرات المستحدثة.

ولطريقة انتخاب السلالة النقية أهمية كبيرة فى تحسين الأصناف البلدية، وقد اتبعت فى تحسين جميع المحاصيل الاقتصادية الهامة الذاتية التلقيح؛ كالقمح، والأرز، والفاصوليا، والبسلة؛ فأمكن فى البسلة – على سبيل المثال – انتخاب نباتات مقاومة للسلالة رقم ٦ من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* المسبب لمرض الذبول الفيوزارى. وقد وجدت النباتات المقاومة بنسبة تقل عن ٠,٢٪. كما وجدت اختلافات وراثية بين النباتات – فى عدد من الأصناف التجارية – فى صفات: موعد الإزهار، وعدد العقد حتى الزهرة الأولى، وطول النبات. وقد تمكن Haglund & Anderson

(١٩٨٧) من انتخاب سلالات نقية من الصنفين إيرلى فروستى Early Frosty، ودارك سكن برفكشن Dark Skin Perfection، اختلفت -- جوهريًا -- عنهما فى صفات: عدد الأيام حتى الإزهار، وعدد السلاميات حتى أول زهرة، والمحصول، كما وجد لدى مقارنة سلالة منتخبة من كل صنف مع الصنف الأصلى الذى انتخبت منه -- لمدة خمس سنوات -- أن محصولهما كان أعلى من محصول الصنفين الأصليين بمتوسط قدره ٤٤٪ لإحداهما، و ٥٦٪ للأخرى. هذا .. بينما لم تختلف السلالات المنتخبة عن الصنف الأصلى الذى نشأت منه فى الصفات المورفولوجية العامة المميزة للصنف، وهو ما يدل على أنها لم تكن راجعة إلى خلط ميكانيكى لبذور الصنف مع صنف آخر.

ومن أهم مزايا انتخاب السلالات النقية، ما يلى:

١ – يحقق أكبر تقدم وراثى ممكن فى الصنف الأصلى لأننا ننتخب أفضل ما فيه.

٢ – التجانس التام.

٣ – سهولة التعرف على الصنف فى برامج تسجيل الأصناف بسبب تجانسه التام.

أما أهم عيوب انتخاب السلالة النقية، فهى كما يلى:

١ – لا يكون الصنف الجديد على نفس القدر من التأقلم على التقلبات البيئية كالصنف الأصلى الذى انتخب منه.

٢ – تتطلب الطريقة وقتًا وجهدًا أكبر من المربى عن طريقة الانتخاب الإجمالى وتكون أكثر منها تكلفة.

٣ – يتحدد الحد الأقصى للتحسين الوراثى بمدى توفر الاختلافات المرغوب فيها فى العشيرة الأصلية (عن Singh ١٩٩٣).

هذا .. وتظهر بالسلالات النقية المنتخبة تغيرات وراثية بعد فترة من انتخابها، ومن أهم مصادر تلك التغيرات، ما يلى:

١ – التهجينات الطبيعية التى قد تحدث بنسبة ضئيلة بين مختلف السلالات والأصناف التى تزرع متجاورة.

٢ – التحورات الكروموسومية التى تحدث طبيعيًا من آن لآخر.

٣ – الطفرات الطبيعية.

الانتخاب الإجمالى فى النباتات الذاتية التلقيح

تتشابه طريقة الانتخاب الإجمالى Mass Selection فى النباتات الذاتية التلقيح مع طريقة انتخاب السلالة النقية فى المرحلتين الأولى والثانية من برنامج التربية؛ حيث يتم انتخاب عدد كبير من نباتات عشيرة تكثر فيها الاختلافات الوراثية، ثم زراعة نسل كل نبات على حدة لعدة مواسم زراعية؛ لاستبعاد السلالات التى تكون صفاتها غير مرغوبة، كما سبق بيانه فى طريقة انتخاب السلالة النقية. ويلى ذلك .. خلط بذور السلالات النقية ذات الصفات المرغوبة معًا، ومقارنتها بالأصناف التجارية الشائعة فى الزراعة فى تجارب موسعة، تستمر لثلاثة مواسم زراعية، ويقدر فيها المحصول والصفات الاقتصادية الهامة. ويتم فى النهاية .. اعتماد مخلوط السلالات كصنف جديد، إذا ثبت أنه يفوق الأصناف التجارية المعروفة.

يتضح مما تقدم أن طريقة الانتخاب الإجمالى لا تختلف - فى جوهرها - عن طريقة انتخاب السلالة النقية، سوى فى كون الصنف الجديد يتألف فى هذه الطريقة من مجموعة من السلالات النقية الممتازة، بينما يتكون من سلالة نقية واحدة فى طريقة انتخاب السلالة النقية. وتعد هذه الطريقة - كسابقتها - ذات أهمية كبيرة فى تحسين الأصناف البلدية، كما تفيد - أيضًا - فى تحسين الأصناف الجديدة المستوردة إذا كانت بها عيوب ظاهرة.

ويجرى الانتخاب الإجمالى فى النباتات الذاتية التلقيح - عادة - بطريقة أخرى، تتشابه مع تلك التى تتبع مع النباتات الخلطية التلقيح، وذلك بانتخاب عدد كبير من النباتات التى تظهر بها الصفات المرغوبة. وحصادها، ثم خلط بذورها - معًا - وزراعتها فى دورة أخرى من الانتخاب. وتكرر هذه العملية إلى أن يتوقف التحسين مع الانتخاب، ثم تقارن العشيرة المنتخبة مع الأصناف التجارية الشائعة فى الزراعة. وتعتبر هذه الطريقة مناسبة لإجراء تحسين وراثى سريع فى صفات معينة؛ مثل: ارتفاع النبات، وموعد النضج، وحجم البذور، ومقاومة الآفات، والقدرة على تحمل الظروف البيئية القاسية؛ حيث يكفى استئصال النباتات التى لا تحمل الصفات المرغبة، وحصاد البذور من النباتات المتبقية فى الحقل. ويمكن اتباع طرق خاصة تزيد من كفاءة عملية الانتخاب لمثل هذه الصفات؛ مثل: العدوى الصناعية بمسببات

الأمراض، والزراعة فى الأراضى الملحية أو الجيرية ... إلخ، وتقليم النباتات على الارتفاع المرغوب، ثم حصاد العشرة سنتيمترات القمية فقط (كما فى الشوفان)، واستعمال الغرابيل فى انتخاب البذور الكبيرة الحجم (كما فى الفاصوليا وفول الصويا).

وتكون خطوات برنامج التربية بطريقة الانتخاب الإجمالى فى النباتات الذاتية التلقيح - عادة - كما يلى:

١ - السنة الأولى:

ينتخب عدد كبير من النباتات المتشابهة مورفولوجيا فى الصفات الهامة، مثل قوة النمو، وطبيعة النمو، والمقاومة للأمراض وغير ذلك من الصفات المرغوب فيها. وقد يتراوح عدد النباتات المنتخبة من ٣٠٠ إلى ٣٠٠٠، علمًا بأن زيادة عدد النباتات المنتخبة يكون - عادة - على حساب التقدم الذى يمكن حدوثه، بينما يؤدى التقليل كثيرًا من عدد النباتات المنتخبة إلى احتمال فقد القدرة على التأقلم. تخلط البذور المتحصل عليها من النباتات المنتخبة لزراعة الجيل التالى.

٢ - السنة الثانية:

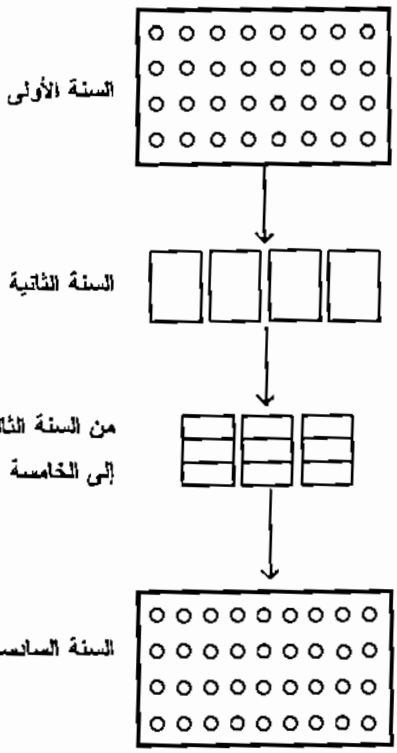
تزرع البذور المخلوطة للنباتات المنتخبة فى تجربة أولية لتقييم المحصول مع مقارنة المخلوط بالأصناف القياسية الشائعة فى الزراعة، بما فى ذلك الصنف الذى أجرى عليه الانتخاب لتحديد ما إذا كان قد حدث فيه أى تقدم بالانتخاب، وتلاحظ بدقة الصفات المورفولوجية للمخلوط المنتخب.

٣ - السنوات الثالثة إلى الخامسة:

يقيم المخلوط المنتخب فى تجارب بمكررات فى عدة واقع تمثل تلك التى يمكن أن تنتشر فيها زراعة الصنف الجديد، مع مقارنته بالأصناف القياسية. وتتدرج تلك التجارب فى الاتساع سنة بعد أخرى حسبما تبين نتائج دراسات الأعوام السابقة، فإذا ما ثبت تفوقه تبدأ عملية الإكثار.

٤ - السنة السادسة:

يبدأ إكثار المخلوط تمهيدًا لنشر زراعته كصنف جديد (شكل ١-١).

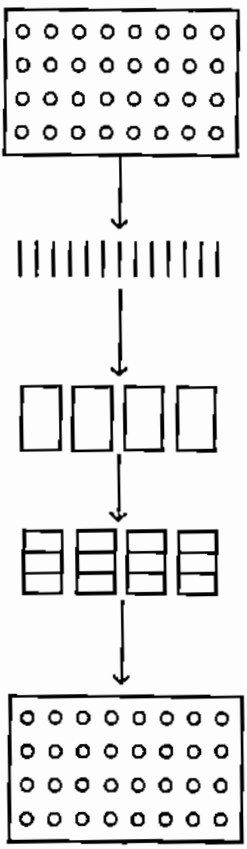


شكل (١-١): التربية بطريقة الانتخاب الإجمالى **mass selection**، كما تستعمل فى إنتاج الأصناف الجديدة من المحاصيل الذاتية التلقيح. وللمحافظة على نقاوة أصناف السلالات النقية تكرر عمليات السنة الأولى سنويًا، أو كل عدد قليل من السنوات.

هذا .. وقد يجرى اختبار النسل على النباتات المنتخبة ابتداءً، حيث تزرع أنسالها - كل على انفراد - فى العام الثانى للبرنامج، ويتم استبعاد الأنسال الضعيفة، والتى لا يرجى منها فائدة، وتلك التى تظهر فيها انعزالات، على ألاّ تزيد النسبة المستعبدة عن ٢٠-٢٥٪ من الأنسال. ويلى ذلك خلط بذور الأنسال المتبقية لتشكل معًا المخلوط الجديد الذى يخضع لعمليات التقييم المعتادة. وإذا ما كان الهدف من البرنامج هو تحسين صنف محلى، فإن عمليات التقييم لا تستمر لفترة طويلة؛ باعتبار أن الصنف الأصلى معروف ومنتشر فى الزراعة (شكل ١-٢).

كما قد تتبع طريقة الانتخاب الإجمالى فى تنقية الأصناف التى تتكون من سلالات نقية، وفى تلك الحالة يقتصر الانتخاب فى السنة الأولى على نحو ٢٠٠-٣٠٠ نبات

تمثل السلالات النقية التى يتكون منها الصنف، وتزرع أنسالها مستقلة فى العام الثانى للبرنامج، ثم تستبعد الأنسال التى لا تبدو ممثلة لسلالات الصنف، ويلى ذلك خلط بذور الأنسال المتبقية معًا لتكون بذور الأساس الجديدة لصنف قديم معروف. ولا يحتاج الأمر إلى أى تجارب تقييم، ولكن تلك العملية قد تتكرر كل عدة سنوات للمحافظة على نقاوة بذور الأساس التى تستعمل فى إكثار الصنف.



أ - ينتخب حوالى ٢٠٠-٢٠٠٠ نبات ذات صفات متميزة،على أن تكون متجانسة مظهريًا.
ب - تحصد بذور كل نبات على حده.

أ - تزرع أنسال النباتات المنتخبة منفردة.
ب - تستبعد الأنسال المتعزلة وغير المتفوقة.
جـ - تحصد بذور النباتات المتبقية معًا.

أ - تجرى تجربة تقيم أولية للمحصول، تتضمن أحد الأصناف القياسية للمقارنة.
ب - إذا تفوقت .. تدخل السلالة الجديدة فى تجارب تقييم فى عدة مواقع

أ - تجارب لتقييم المحصول فى عدة مواقع.
ب - إذا تفوقت .. تسجل كصنف جديد.

إكثار البذور لأجل التوزيع.

شكل (١-٢): التربية بطريقة الانتخاب الإجمالى فى النباتات الذاتية التلقيح، مقرونة باختبار النسل.

ومن أهم مزايا الانتخاب الإجمالي في النباتات الذاتية التلقيح، ما يلي:

١ - نظرًا لأنه يتم انتخاب أعداد كبيرة من النباتات؛ فإن تأقلم الصنف الأصلى على الظروف البيئية السائدة لا يتغير. ومن المعروف أن مخلوطًا من عدد من السلالات النقية يكون أكثر ثباتًا فى سلوكه - فى مختلف البيئات - عن السلالة النقية الواحدة؛

ولذا .. فإن الأصناف المنتخبة بطريقة الانتخاب الإجمالى تكون أكثر تأقلمًا عن تلك التى تتكون من سلالات نقية فردية.

٢ – لا يلزم فى كثير من الأحيان إجراء تجارب التقييم لفترات طويلة.

٣ – يُبقى الانتخاب الإجمالى على كثير من الاختلافات الوراثية فى الصنف الجديد؛ وبذا .. يمكن بإجراء دورة جديدة من الانتخاب الإجمالى فى الصنف الجديد بعد عدد من السنوات تحقيق مزيدًا من التحسين.

٤ – لا تتطلب تلك الطريقة وقتًا وجهدًا كبيرين من المربى؛ مما يوفر له الوقت لإجراء برامج تربية أخرى.

ومن أهم عيوب الانتخاب الإجمالى فى النباتات الذاتية التلقيح ما يلى:

١ – لا تكون الأصناف المنتخبة بطريقة الانتخاب الإجمالى على ذات الدرجة من التجانس كتلك التى تظهر فى السلالات النقية.

٢ – يكون التحسين فى تلك الأصناف أقل – بصورة عامة – من ذلك الذى يحدث عند انتخاب السلالات النقية؛ وذلك لأن بعض مكونات الصنف الناتج بطريقة الانتخاب الإجمالى (بعض السلالات النقية) أقل فى جودتها من أفضل السلالات التى يمكن انتخابها منفردة.

٣ – يكون من المستحيل فى غياب اختبار النسل التعرف على ما إذا كانت السلالات المنتخبة أصيلة أم خليطة. وحتى الأنواع الذاتية التلقيح، فإنه تحدث بها – غالبًا – نسبة بسيطة من التلقيح الخلطى؛ الأمر الذى يعنى أن بعض النباتات المنتخبة قد تكون خليطة وراثيًا. كذلك لا يعرف ما إذا كان سبب التفوق المظهرى المشاهد للنباتات المنتخبة يرجع إلى تركيبها الوراثى، أم إلى الظروف البيئية. ويتم التغلب على العيوب التى وردت أعلاه باختبار النسل.

٤ – نظرًا لكون السلالات النقية أكثر قبولاً، فإن طريقة الانتخاب الإجمالى ليست شائعة الاستعمال فى تحسين النباتات الذاتية التلقيح.

٥ – صعوبة تحديد هوية الأصناف المنتجة بطريقة الانتخاب الإجمالى عند تسجيل الأصناف، مقارنة بالسلالات النقية.

٦ – يعتمد مدى التحسين الممكن فى الصنف الجديد على مدى توفر التباينات

الوراثية فى الصنف القديم؛ ذلك لأن هذه الطريقة لا تُحدث تباينات جديدة (عن Singh ١٩٩٣).

الانتخاب الإجمالى فى النباتات الخلطية التلقيح

اتبعت طريقة الانتخاب الإجمالى فى تحسين كثير من المحاصيل الخلطية التلقيح، خلال النصف الأول من القرن العشرين، ومازالت مستعملة فى بعض المحاصيل. ورغم اختلاف تفاصيل هذه الطريقة فى النباتات الخلطية التلقيح عما سبق بيانه بالنسبة للنباتات الذاتية التلقيح .. إلا أن مضمونها واحد فى كل منهما؛ إذ يكون الهدف هو تحديد التراكيب الوراثية المرغوبة، وخلطها – معًا – لتكون أساسًا للصنف الجديد.

يبدأ برنامج التربية بانتخاب عدد كبير من النباتات التى تبدو صفاتها جيدة، من عشيرة تكثر فيها الاختلافات الوراثية، ويكون الانتخاب على أساس الشكل الظاهرى. يتبع ذلك .. خلط البذور الناتجة من النباتات المنتخبة – معًا – ثم زراعتها فى الموسم التالى؛ لإجراء دورة أخرى من الانتخاب، وهكذا .. تستمر دورات الانتخاب إلى أن يتحقق التحسين المطلوب، أو إلى أن يصبح الانتخاب غير مُجْدٍ. ويستغرق إنتاج الصنف الجديد بهذه الطريقة نحو ثمانى سنوات.

وتكون هذه الطريقة أكثر فاعلية، ويكون الانتخاب أكثر جدوى لو أمكن الانتخاب للصفات المرغوبة قبل الإزهار؛ حيث يمكن – حينئذ – إزالة النباتات غير المرغوبة من العشيرة، وترك النباتات المرغوبة فقط؛ ليحدث التلقيح فيما بينها. أما إن لم يمكن الانتخاب للصفات المرغوبة إلا بعد حدوث التلقيح – كما فى جميع الصفات التى تعتمد على الثمار العاقدة، التى منها صفة المحصول فى النباتات الثمرية – فإن النباتات التى تُنتخب تكون قد لقّحت بنباتات أخرى، قد تكون ذات صفات مرغوبة، أو غير مرغوبة؛ أى إن نصف الجينات التى توجد فى النباتات المنتخبة تكون قد حصلت عليها من آباء غير معلومة، وهو ما يؤدى إلى بطء التحسن الوراثى. هذا .. ويمكن بالنسبة للنباتات ذات الحولين – كبنجر السكر – والمعمرة إجراء التقييم والانتخاب فى موسم نمو، وإنتاج البذور فى الموسم التالى.

وتبعًا لتوازن هاردى–فينبرج، فإنه يمكن التخلص من الآليلات السائدة غير المرغوبة

كلية فى جيل واحد من الانتخاب، بينما تبقى الآليلات المتنحية غير المرغوب فيها مستترة فى الحالة الخليطة. ويكون التقدم الحادث بالانتخاب أعلى بكثير عندما تكون نسبة الآليل المتنحى غير المرغوب فيه مرتفعة فى عشيرة الأساس عما لو كانت نسبته منخفضة.

ومن أهم مزايا الانتخاب الإجمالى فى النباتات الخلطة التلقيح، ما يلى:

١ – تفيد طريقة الانتخاب الإجمالى فى النباتات الخلطية التلقيح فى إنتاج أصناف جديدة من السلالات البرية، وفى تحسين الأصناف البلدية، ومخاليط الأصناف، والأصناف المستوردة التى توجد بها عيوب ظاهرة، وفى المحافظة على نقاوة الأصناف التى لا تلقى عناية خاصة عند إنتاج بذورها.

٢ – تعد أسهل طرق التربية وأسرعها؛ لأنها لا تحتاج إلى تلقيحات متُحكَّم فيها لإنتاج الصنف، ولعدم الحاجة إلى إجراء اختبارات خاصة للصنف المنتج.

٣ – تعد هى الطريقة الوحيدة الممكنة لتحسين الأصناف البلدية والسلالات البرية من المحاصيل الخطية التلقيح.

٤ – أعطت هذه الطريقة نتائج جيدة بالنسبة للصفات ذات درجات التوريث المرتفعة، والصفات التى يمكن التعرف عليها بسهولة؛ فهى قد اتبعت بنجاح فى إنتاج أصناف جديدة من الذرة، تختلف فى لون الحبوب، وحجم الكوز، وموقعه على الساق، وموعد النضج، ونسبة الزيت والبروتين فى الحبوب.

ولكن يُعاب على الانتخاب الإجمالى فى النباتات الخلطة التلقيح، ما يلى:

تعتبر طريقة الانتخاب الإجمالى بطيئة، عندما يرغب فى تحسين المحصول، والصفات الكمية فى النباتات الخلطية التلقيح، ويرجع ذلك إلى الأسباب التالية:

١ – عدم القدرة على تمييز التراكيب الوراثية الجيدة على أساس الشكل المظهرى فقط؛ نظرًا لتأثر الصفات الكمية بشدة بالعوامل البيئية.

٢ – حصول النباتات المنتخبة على حبوب لقاح من نباتات غير منتخبة؛ بسبب التلقيح الخلطى المفتوح.

٣ – يؤدى الانتخاب الشديد إلى صغر حجم العشيرة؛ مما يُحْدِث نوعًا من التربية الداخلية، ويتسبب – بالتالى – فى ضعف قوة نمو النباتات.

٤ – تبقى – دائمًا – نسبة من الجينات المتنحية غير المرغوب فيها فى العشيرة مستترة فى التراكيب الوراثية الخليطة.

العوامل المؤثرة فى درجة الاستجابة للانتخاب

تتأثر درجة الاستجابة للانتخاب بالعوامل التالية:

١ – مدى توفر الاختلافات الوراثية فى العشيرة الأصلية:

يكون أثر الانتخاب واضحًا فى السلالات البرية، والأصناف البلدية التى تكثر فيها الاختلافات الوراثية، ولكن يقل التحسن الوراثى بعد بضع دورات انتخابية؛ نتيجة لثبات الصفات. ويعمل الانتخاب فى هذه الحالة على الاختلافات الوراثية الحرة Free Variability، التى تتوفر فى العشيرة.

٢ – مدى توفر الاختلافات الوراثية الكامنة:

يعُنَى بالاختلافات الكامنة Potential Variability تلك التى يمكن أن تظهر فى أى وقت، بعد حدوث عبور فى مناطق معينة من الكروموسومات؛ مما يؤدى إلى ظهور انعزالات وراثية جديدة هى التراكيب العبورية، ولذلك أهمية كبيرة فى تحسين الصفات الكمية، التى يتحكم فى وراثتها عدد كبير من العوامل الوراثية؛ حيث يحدث – عادة – تقدم سريع فى الانتخاب بعد كل حالة عبور.

٣ – درجة توريث الصفات:

تزداد سرعة الاستجابة للانتخاب بزيادة درجة توريث الصفات المنتخبة.

٤ – درجة التربية الداخلية:

يؤدى الانتخاب الشديد للصفات إلى اختيار عدد قليل من النباتات الى تتوفر فيها الصفات المرغوبة لتكوين الجيل التالى، وهو ما يؤدى إلى حدوث نوع من التربية الداخلية، التى يكون لها أثر سلبى على قوة النمو. وكذلك يُحدثُ الانتخاب الشديد تغيرًا فى الهيكل الوراثى للعشيرة genetic drift، يكون مُصَاحَبًا بتغير فى نسب الاليلات المختلفة بها؛ مما يؤثر على صفاتها العامة المميزة؛ ويكون لذلك كله انعكاساته السلبية على درجة الاستجابة للانتخاب.

بعض التعديلات المدخلة على طريقة الانتخاب الإجمالى

تجرى بعض التعديلات على طريقة الانتخاب الإجمالى، بغرض زيادة كفاءتها فى تحسين النباتات الخطية التلقيح، ومن هذه التعديلات ما يلى:

١ - اختبار النسل:

يُجرى اختبار النسل Progeny Testing بتقييم ١٠-١٥ نباتًا من نسل كل نبات منتخب. ويفيد اختبار النسل فى التأكد من أن النباتات المتميزة المنتخبة تورث صفاتها المرغوبة للنسل. ولهذا الاختبار أهمية خاصة بالنسبة للصفات الكمية والصفات ذات درجات التوريث المنخفضة، كما يفيد فى التأكد من جودة نسل النباتات التى انتخبت بعد الإزهار، ولقحت بنباتات غير منتخبة. ويفضل - دائمًا - إجراء اختبار النسل فى مكررات.

وتنتج الأنسال لاختبارها بإحدى الطرق التالية:

(أ) بحصاد بذور النباتات المنتخبة التى تركت للتلقيح الخلطى المفتوح.

(ب) بحصاد بذور النباتات المنتخبة بعد تلقيحها ذاتيًا.

(جـ) بحصاد بذور التلقيح القمى top cross بين كل من النباتات المنتخبة - التى تستعمل كأب - وصنف تجارى ناجح يستعمل كأم، ويعرف باسم الصنف الاختبارى Tester Variety. كما يلقح - أيضًا - كل نبات منتخب ذاتيًا، وتحصد هذه البذور كذلك. وبناء على نتيجة تقييم التلقيح القمى .. يتم تحديد النباتات ذات الصفات المرغوبة، وهى التى تخلط بذورها الناتجة من التلقيح الذاتى معًا؛ لبدء دورة جديدة من الانتخاب.

٢ - خلط السلالات المرباة داخليًا:

تربى بعض السلالات بالتلقيح الذاتى لعدة أجيال، ثم تخلط بذور السلالات المنتخبة معًا؛ لتكون أساسًا للصنف الجديد، وتعرف هذه الطريقة باسم line breeding، وهى تفيد فى التخلص من بعض الآليلات المتنحية غير المرغوبة، ولكنها نادرًا ما تتبع فى تحسين النباتات الخلطية التلقيح لما يصاحبها من نقص فى قوة النمو بسبب التربية الداخلية؛ الأمر الذى يجعل من الصعب تقييم السلالات التى يُراد إدخالها فى الصنف الجديد. هذا .. فضلاً عن أن هذه الطريقة تشجع على ظهور سلالات تزداد فيها نسبة

التلقيح الذاتى، بينما يكون من المرغوب فيه زيادة نسبة التلقيح الخلطى بين السلالات التى تشكل الصنف الجديد، للحصول على أكبر قدر من قوة الهجين. ويفضل - عند اتباع هذه الطريقة - أن يكون عدد السلالات التى تدخل فى تكوين الصنف الجديد كبيرًا، حتى لا تكون قريبة من بعضها البعض، ولزيادة فرصة ظهور قوة الهجين فى الصنف الجديد.

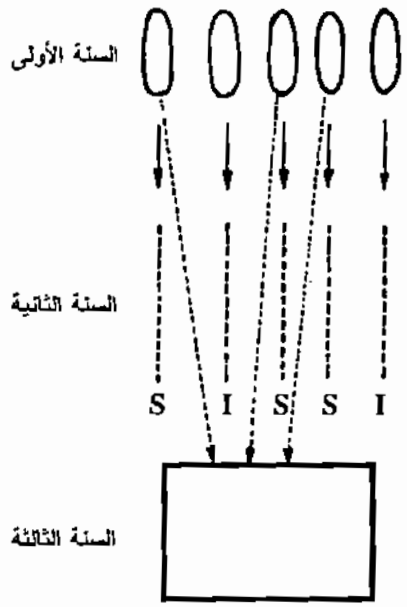
٣ - الانتخاب الإجمالى المبنى على تمثيل كافة الظروف البيئية

يعرف الانتخاب الإجمالى المبنى على تمثيل كافة الظروف البيئية فى الحقل باسم Stratified Mass Selection. ويجرى بتقسيم الحقل الذى تجرى فيه عملية الانتخاب إلى عدة أقسام متساوية، ثم ينتخب من كل منها عدد متساو من النباتات، وهى التى تحصد بذورها وتخلط معًا، لبدء دورة جديدة من الانتخاب. وتفيد هذه الطريقة فى تقليل تأثير البيئة إلى أدنى مستوى ممكن، نظرًا لأنها تضمن تمثيل كل الظروف البيئية فى منطقة الدراسة.

٤ - طريقة الكوز للخط ear-to-row method:

تعرف طريقة تقييم نسل النباتات المنتخبة التى تُركت للتلقيح الخلطى الطبيعى (شكل ١-٣) عند تطبيقها على الذرة باسم طريقة الكوز للخط. وقد أدخلت هذه الطريقة بواسطة G. G. Hopkins فى عام ١٨٩٧، وفيها تحصد الكيزان الممتازة من النباتات التى تعرضت للتلقيح الخلطى العشوائى، ويزرع فى العام التالى جزء من بذور كل كوز فى خط مستقل، بينما يحتفظ ببقية البذور. وبعد أن ينتهى التقييم .. تخلط البذور المتبقية من الكيزان التى ظهر تفوقها معًا، لبدء دورة جديدة من الانتخاب فى الموسم التالى. وبذا .. فإن كل دورة انتخاب تستمر موسمين زراعيين.

وقد أفادت هذه الطريقة فى تحسين الذرة فى محتواه من الدهون والبروتين فى سنوات قليلة، واستمر التحسين مع استمرار الانتخاب. ولكن النتائج كانت مخيبة للآمال بالنسبة للمحصول، ويرجع السبب فى ذلك إلى أنها لا تفيد فى تقييم التركيب الوراثى للنباتات المنتخبة بصورة جيدة (حيث لا يُقيَّم كل نسل سوى فى خط واحد فى منطقة واحدة). فضلاً على أن النباتات المنتخبة (التى تقيم أنسالها) .. تتلقى دائمًا حبوب لقاح من نباتات غير منتخبة.



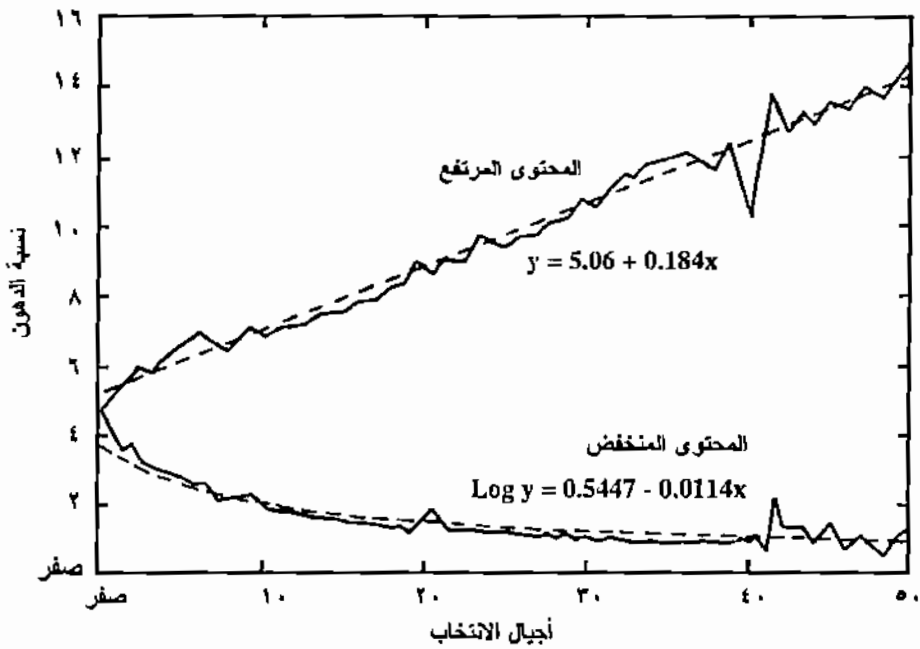
شكل (١-٣): طريقة الكوز للخط لتربية الذرة.

تحسين نسبتا الدهون والبروتين فى الذرة بطريقة الانتخاب الإجمالى

يعد برنامج تحسين نسبتا الدهون والبروتين فى حبوب الذرة – بالانتخاب الإجمالى – من الدراسات الكلاسيكية فى تربية النبات. وقد بدأ الانتخاب فى الصنف المفتوح التلقيح برزهوايت Burr's White فى جامعة إلينوى بالولايات المتحدة الأمريكية فى عام ١٨٩٦، واستمر لأكثر من ٧٠ جيلاً. وكان الهدف هو إنتاج أربع سلالات من الذرة مرتفعة – أو منخفضة – فى نسبة كل من الدهون والبروتين فى الحبوب. واتبعت طريقة الكوز للخط خلال الأجيال الثمانية والعشرين الأولى منها. أما بعد ذلك .. فكان يؤخذ ٦٠ كوز من كل من السلالات الأربع للتقييم، ثم تخلط معًا حبوب أكثر ١٢ كوزًا من كل سلالة إظهارًا للصفة المنتخبة.

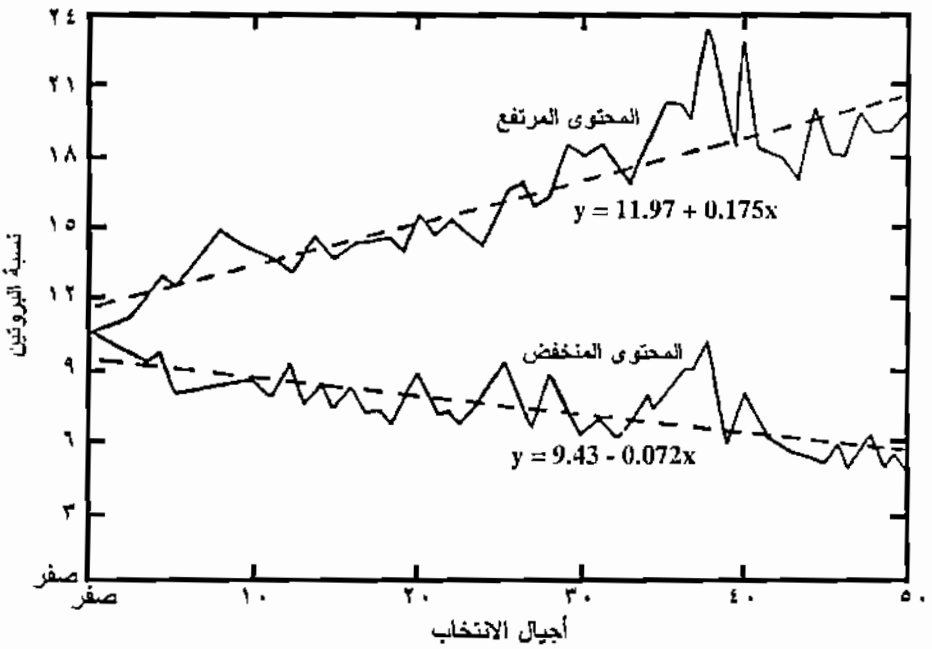
وقد أعطى الانتخاب لنسبة البروتين المرتفعة تحسنًا مستمرًا، حيث ارتفعت النسبة

من ١٠,٩٪ فى عشيرة الأساس إلى ١٣,٧٪، و ١٦,١٪، و ١٩,٣٪، و ٢٦,٦٪ فى الأجيال: الخامس، والعشرين، والخمسين، والسبعين على التوالى. وبالمقارنة .. فقد استمرت الاستجابة كذلك للانتخاب لنسبة البروتين المنخفضة؛ حيث انخفضت النسبة إلى ٩,٦٪، و ٧,٣٪، و ٤,٩٪، و ٤,٤٪ فى نفس الأجيال السابقة الذكر على التوالى. كذلك ارتفعت نسبة الدهون بانتظام من ٤,٧٪ إلى أن وصلت إلى أكثر من ١٥٪، بينما توقفت الاستجابة للانتخاب للمستوى المنخفض من الدهون عند حوالى ١٪ بعد ثلاثين عامًا من الانتخاب (شكلا ١-٤، و ١-٥). وفضلاً على ذلك .. فإن الانتخاب فى الاتجاه العكسى - لصفة نسبة البروتين أو الدهون بعد ٥٠ جيلاً من الانتخاب فى اتجاه ما - أحدث تغيرًا كبيرًا وسريعًا فى الصفة. حدث ذلك فى السلالات الأربع (العالية والمنخفضة من حيث نسبة البروتين أو الدهون)؛ مما يدل على أن العشيرة الأصلية كانت تحتوى على اختلافات وراثية أكثر مما كان متوقعًا.



شكل (١-٤): تأثير خمسون جيلاً من الانتخاب على نسبة الدهون فى حبوب الذرة. يمثل الخط المتصل النتائج الحقيقية، بينما يمثل الخط المتقطع القيم المتوقعة على أساس معادلات الارتباط المبينة (عن Allard ١٩٦٤).

ولسوء الحظ .. فإن سلالة الذرة المرتفعة فى نسبة البروتين كان غناها بالبروتين مرده إلى ارتفاع محتواها من البرولامينات prolamines (أو الزيين zein) وهى بروتينات فقيرة بالحامضين الأمينيين الضروريين ليسين lysine، وتربتوفان tryptophan؛ لذا .. فإن هذه السلالة لم تستعمل فى أى برنامج للتربية لتحسين نسبة البروتين فى الذرة. وقد كان محصول هذه السلالة منخفضًا؛ حيث لم يزدْ على نحو ثلث متوسط محصول الذرة بولاية إلينوى. ويبدو أن ذلك كان مرده إلى وجود علاقة سالبة بين المحصول ونسبة البروتين (عن Alexander ١٩٧٥).



شكل (١-٥): تأثير خمسون جيلاً من الانتخاب على نسبة البروتين فى حبوب الذرة. يمثل الخط المتصل النتائج الحقيقية، بينما يمثل الخط المتقطع القيم المتوقعة على أساس معادلات الارتباط المبينة.

طرز الاستجابة للانتخاب

يذكر Allard (١٩٦٤) خمسة طرز للاستجابة للانتخاب فى طريقة الانتخاب الإجمالى فى النباتات الخلطية التلقيح، يمكن إيجازها فيما يلى:

الطراز الأول .. يحدث فيه تقدم سريع مع الانتخاب، يليه بطء واضح. يحدث ذلك فى حالات الانتخاب لصفات خاصة، مثل طول النبات، واللون، والمقاومة لبعض الأمراض، وهى صفات يتحكم فيها جينات رئيسية major، ذات تأثير كبير على الصفة، وأخرى ثانوية minor ذات تأثير ضعيف. ويرجع التقدم السريع – فى البداية – إلى انتخاب الجينات الرئيسية، بينما يحدث التقدم البطئ الذى يعقب ذلك نتيجة لانتخاب الجينات الثانوية.

الطراز الثانى .. تحدث فيه استجابة بطيئة ومستمرة للانتخاب؛ ويحدث ذلك فى حالات الانتخاب للصفات التى يتحكم فيها عدد كبير من الجينات التى تتركز ببطء – وبصفة تدريجية – مع استمرار الانتخاب، ومن أمثلتها .. صفات المحتوى المرتفع – أو المنخفض – من البروتين، والمستوى المرتفع من الدهون فى الذرة.

الطراز الثالث .. تحدث فيه استجابة بطيئة ومستمرة لفترة، ثم تتوقف بعدها الاستجابة للانتخاب كلية. حدث ذلك فى حالة الانتخاب لصفة المحتوى المنخفض من الدهون فى الذرة؛ حيث استمر الانخفاض البطئ فى نسبة الدهون لنحو ٣٠ جيلاً، ثم توقف بعد ذلك. ورغم أن هذه الصفة يتحكم فيها آليلات أخرى من نفس الجينات التى تتحكم فى صفة المحتوى المرتفع من الدهون .. إلا أن الانخفاض فى نسبة الدهون كان مَصَاحَبًا بنقص مستمر فى حجم جنين الحبة، واستمر الانخفاض فى نسبة الدهون إلى أن أصبح الجنين صغيرًا للغاية؛ الأمر الذى أدى إلى ظهور عقبة فسيولوجية أمام الانتخاب رغم استمرار توفر الاختلافات الوراثية لتلك الصفة.

الطراز الرابع .. لا تحدث فيه أية استجابة للانتخاب. يحدث ذلك عند محاولة تحسين الصفات ذات درجات التوريث المنخفضة؛ مثل صفة المحصول بطريقة الكوز للخط؛ لأن مثل هذه الصفات تتطلب إجراء اختبار النسل الناتج من التلقيح الذاتى، بينما يستحيل ذلك بطريقة الكوز للخط.

الطرز الخامس .. تحدث فيه استجابة سريعة، ثم تتوقف الاستجابة، ثم تتكرر مرحلتا الاستجابة السريعة والتوقف مرة أخرى. يحدث ذلك فى الحالات التى توجد فيها اختلافات كامنة، لا تظهر إلا بعد حدوث عبور مناسب، يؤدى إلى ظهور تراكيب وراثية جديدة، تفيد فى عملية الانتخاب.