الفصل الخامس

الانتخاب المتكرر

كان Hayes & Garber هما أول من اقترح التربية بطريقة الانتخاب المتكرر فى عام ١٩١٩. كما اقتراحها – أيضًا – بدون علم سابق East & Jones فى عام ١٩٢٠. وكان Jenkins هو أول من وصف هذه الطريقة بالتفصيل فى عام ١٩٤٠، وكان Hull هو الذى اقترح لها الاسم الذى تعرف به، وهو الانتخاب المتكرر Recurrent Selection، وكان ذلك فى عام ١٩٤٥ (عن Briggs & Knowles ١٩٦٧).

وتتبع التربية بطريقة الانتخاب المتكرر فى تحسين المحاصيل الخلطية التلقيح، مثل الذرة، والبرسيم الحجازى؛ لأن إكثار الصنف الناتج يعتمد على التلقيح الخلطى العشوائى بين نباتاته، بينما يؤدى التلقيح الذاتى إلى فقدان خصائص الصنف. تناسب هذه الطريقة كثيرًا من المحاصيل الخلطية التلقيح، مثل السبانخ، والبنجر، والجزر.

ولقد حققت تلك الطريقة نجاحًا كبيرًا فى تحسين النباتات الخلطية التلقيح، حيث يسمح التلقيح الخلطى العشوائى الطبيعى بعمل التزاوجات المرغوب فيها بين الأفراد المتميزة التى يُبقى عليها بينما تُزال الأخرى من الحقل. وفى المقابل .. فإن تطبيق طريقة الانتخاب المتكرر على النباتات الذاتية التلقيح يتطلب جهدًا كبيرًا فى إجراء التلقيحات اللازمة يدويًّا، إلا أن ذلك لم يمنع الحصول على نتائج جيدة عند اتباع هذه الطريقة مع النباتات الذاتية التلقيح كذلك (عن Poelham & Sleper ١٩٩٥).

ويعد الانتخاب المتكرر recurrent selection وسيلة لتحسين العشائر صممت لأجل زيادة تكرار الآليلات الخاصة ببعض الصفات الكمية بتكرار إجراء التزاوجات بين التراكيب الوراثية المتميزة فى العشيرة. يتم تحديد وعزل التراكيب المتميزة بعد كل دورة من التزاوجات وإجراء التلقيحات فيما بينها لإنتاج الجيل التالى.

توجد أربعة أنواع رئيسية للانتخاب، هى: الانتخاب المتكرر للشكل الظاهرى،

والانتخاب المتكرر للقدرة العامة على التآلف، والانتخاب المتكرر للقدرة الخاصة على التآلف، والانتخاب المتكرر المتبادل.

الانتخاب المتكرر للشكل الظاهرى

يطلق على طريقة التربية بالانتخاب المتكرر للشكل الظاهرى Recurrent Selection for Phenotype – أيضًا – اسم الانتخاب المتكرر البسيط Simple Recurrent Selection.

وتكون خطواته كما يلى:

١ – ينتخب عدد من النباتات التى تحمل الصفات المرغوب فيها من أحد الأصناف التجارية الهامة الذى قد يكون مفتوح التلقيح، أو هجينًا فرديًا، أو هجينًا زوجيًا، أو صنفًا تركيبيًا. ويكون انتخاب النباتات على أساس الشكل الظاهرى للصفات المرغوب فيها.

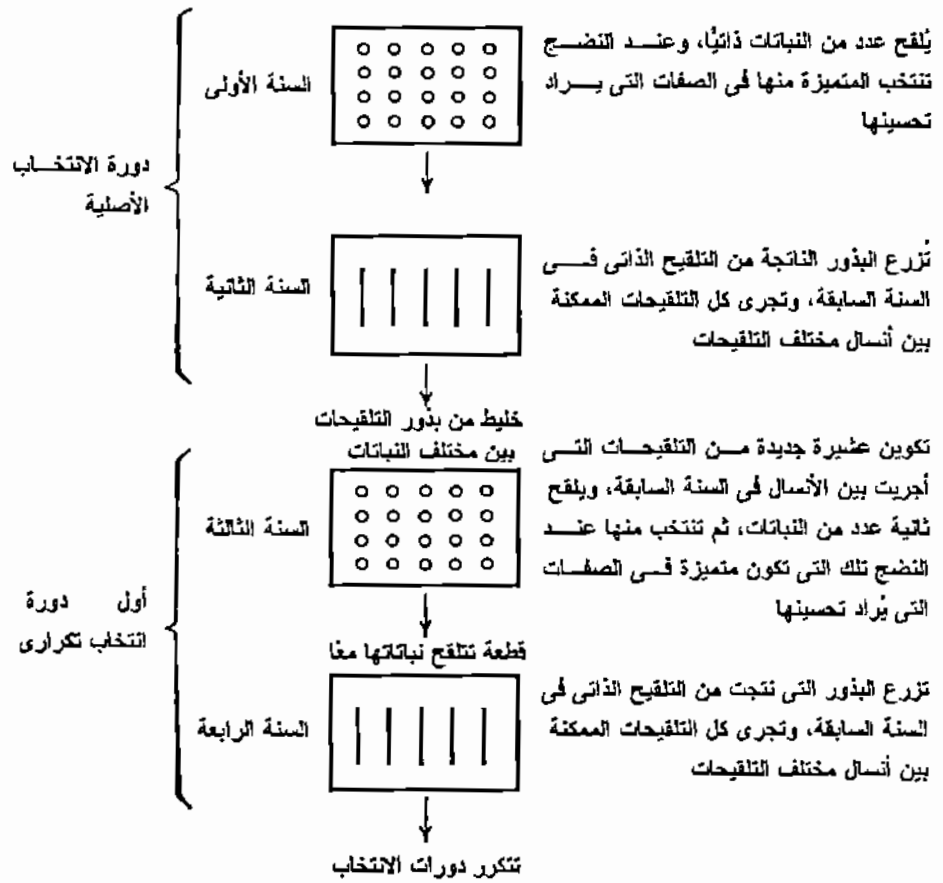
٢ – يلقح كل نبات من النباتات المنتخبة ذاتيًا. وتخلط البذور – معًا – لتكون ما يعرف باسم بذور الأساس لدورة الانتخاب الأولى Syn-I-0.

٣ – تزرع بذور الأساس لدورة الانتخاب المتكرر الأولى فى العام التالى، وتجرى بينها كل التلقيحات الممكنة – يدويًا – ثم تخلط كميات متساوية من بذور كل تلقيح؛ لتكون بذور الجيل الأول لدورة الانتخاب المتكرر الأولى Syn-I-1.

٤ – تبدأ الدورة الثانية للانتخاب بزراعة بذور الجيل الأول لدورة الانتخاب الأولى، ثم تنتخب منها أفضل النباتات، وتلقح ذاتيًا، وتخلط البذور الناتجة – معًا – لتكون بذور الأساس لدورة الانتخاب المتكرر الثانية Syn-II-0.

٥ – تزرع بذور الأساس لدورة الانتخاب المتكرر الثانية؛ لإنتاج بذور الجيل الأول لدورة الانتخاب المتكرر الثانية Syn-II-1 ... وهكذا (شكل ٥–١).

تستكمل كل دورة فى موسمين زراعيين، وتستمر الدورات إلى أن يصبح الانتخاب غير مُجْدٍ. يقتصر استعمال هذه الطريقة فى التربية على تحسين الصفات ذات درجات التوريث المرتفعة، التى يمكن تمييزها على أساس الشكل الظاهرى. أما صفة المحصول والصفات الكمية الأخرى .. فلا يمكن إحراز تقدم كبير فى تحسينها باتباع هذه الطريقة.



شكل (٥-١): تخطيط لبرنامج الانتخاب المتكرر للشكل الظاهرى.

إن الميزة الأساسية لهذه الطريقة فى التربية – مقارنة بطرق التربية الأخرى – أن كل دورة انتخاب تسمح بظهور تراكيب وراثية جديدة .. يكون من بينها تراكيب أفضل من تلك التى كانت موجودة فى الجيل السابق؛ ذلك لأنه يتم انتخاب أفضل النباتات فى كل دورة انتخاب، وهى نباتات خليطة – وراثيًا – بطبيعتها (لأنها من عشيرة محصول خلطى التلقيح)، ويؤدى تلقيحها – ذاتيًا – إلى المحافظة عليها من التلقيح مع نباتات أخرى غير منتخبة، بينما يؤدى تلقيح أنسالها – معًا – إلى ظهور انعزالات وراثية كثيرة جديدة، يكون من بينها انعزالات فائقة الحدود Transgressive Segregations، تجمع الصفات الممتازة من أبويها؛ وبذا .. توجد فى كل دورة للانتخاب فرصة لظهور تراكيب وراثية أفضل مما ظهر فى الدورة السابقة لها.

وتستمر الحال على هذا الوضع إلى حين الوصول إلى أفضل حالة توازن بين آليلات الصفات المرغوب فيها .. حينئذ .. يتوقف الانتخاب، ويبدأ إكثار العشيرة النهائية التى تصبح بعدها صنفًا جديدًا .. ويستمر ثبات خصائص هذا الصنف على حالة التوازن الوراثى التى وصلت إليها العشيرة فى آخر دورة للانتخاب، وبعد جيل واحد من التلقيح الخلطى العشوائى حسب قانون هاردى–فينبرج.

لا تتبع هذه الطريقة – عادة – فى تحسين المحاصيل الذاتية التلقيح، إلا أنها استعملت من قِبَل Lyons وآخرين (١٩٨٧) فى تحسين صفة المقاومة لفطر *Sclerotinia sclerotiorum*، المسبب لمرض العفن الأبيض فى الفاصوليا، بنسبة نحو ٥٠٪ فى خلال دورتين فقط من الانتخاب. وقد اعتمد الباحثون على إجراء تلقيحات يدوية بين ٢٠ تركيبًا وراثيًا منتخبًا فى كل دورة انتخاب.

الانتخاب المتكرر للقدرة العامة على التآلف

كان Jenkins هو الذى اقترح طريقة الانتخاب المتكرر للقدرة العامة على التآلف Recurrent Selection for General Combining Ability، حينما أوضح طريقة التقييم المبكر للقدرة العامة على التآلف. وتختلف هذه الطريقة عن الانتخاب المتكرر للشكل الظاهرى فى أن الانتخاب يجرى فى كل دورة جديدة على أساس قدرة النباتات المنتخبة على التآلف مع أحد الأصناف الاختبارية Tester Variety فى تلقيح قمى Top Cross، ويقود البرنامج إلى تحديد التأثيرات الوراثية الإضافية بصفة أساسية.

وتكون خطوات برنامج التربية كما يلى:

١ – ينتخب عدد من النباتات التى تحمل الصفات المرغوب فيها من أحد الأصناف التجارية الهامة، وهى التى يطلق عليها بذور الأساس لبرنامج التربية الداخلية (S_0).

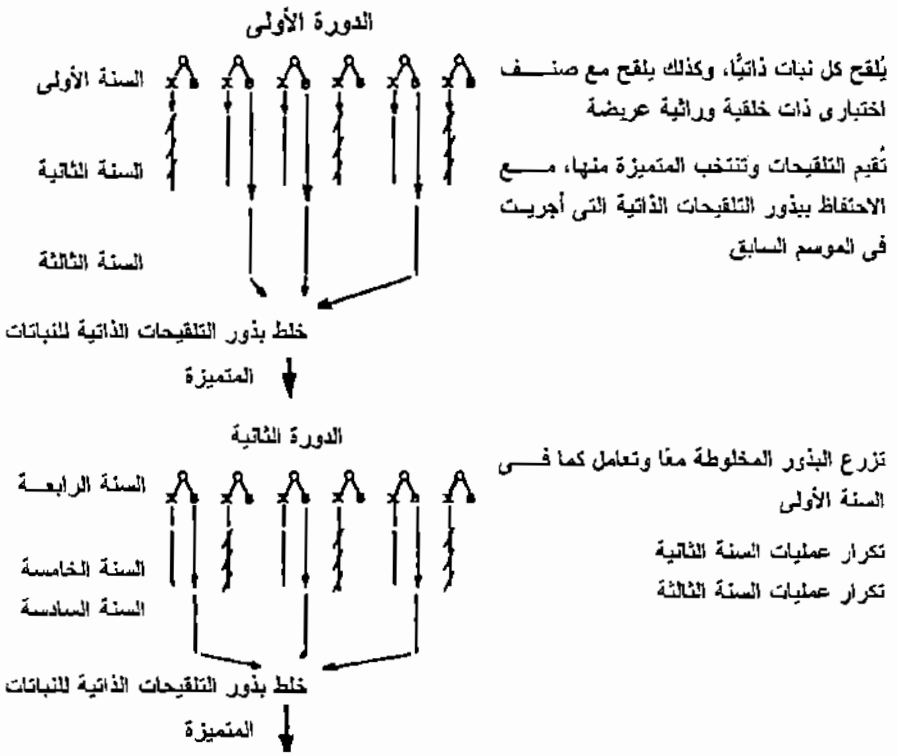
٢ – يلقح كل نبات من النباتات المنتخبة – ذاتيًا – لإنتاج بذور جيل التلقيح الذاتى الأول (S_1)، كما يُلقح كل نبات منها فى الوقت ذاته مع صنف اختبارى يستخدم كأم.

٣ – يحتفظ فى العام التالى ببذور جيل التلقيح الذاتى الأول، بينما تزرع البذور الناتجة من التلقيح القمى، ويُقيَّم محصولها. ويستفاد من نتائج هذا التقييم فى معرفة أفضل النباتات التى كانت ذات قدرة عالية على التوافق مع الصنف الاختبارى. وتخلط

بذور التلقيح الذاتى الأول لهذه النباتات معًا؛ لتشكل بذور الأساس لدورة الانتخاب المتكرر الأولى Syn-I-0.

٤ – تزرع بذور الأساس لدورة الانتخاب المتكرر الأولى فى العام الثالث، وتجرى بينها كل التلقيحات الممكنة يدويًا، ثم تخلط كميات متساوية من بذور كل تلقيح؛ لتكوّن بذور الجيل الأول لدورة الانتخاب المتكرر الأولى Syn-II-1 ... وهكذا.

تستكمل كل دورة فى ثلاثة مواسم زراعية، وتستمر الدورات إلى أن يتوقف التحسين فى القدرة العامة على التآلف (شكل ٥–٢).



شكل (٥–٢): تخطيط لبرنامج الانتخاب المتكرر للقدرة العامة على التآلف.

هذا .. ويمكن– فى حالة توفر الإمكانات البشرية والمادية – زراعة البذور الناتجة من التلقيح الذاتى فى كل دورة انتخاب مع البذور الناتجة من التلقيح القمى – معًا – فى نفس الموسم؛ فتزرع – على سبيل المثال – بذور جيل التلقيح الذاتى الأول (S_1) مع

البذور الناتجة من التلقيح القمى فى العام الثانى لدورة الانتخاب الأولى. وتلقح نباتات جيل التلقيح الذاتى – ذاتيًا – لإنتاج بذور جيل التلقيح الذاتى الثانى (S_2)، فى الوقت الذى تقيّم فيه النباتات الناتجة من التلقيح القمى. وبناء على نتائج هذا التقييم .. تخلط بذور التلقيح الذاتى الثانى لأفضل النباتات التى كانت ذات قدرة عالية على التوافق مع الصنف الاختبارى؛ لتكوّن معًا بذور الأساس لدورة الانتخاب المتكرر الثانية.

الانتخاب المتكرر للقدرة الخاصة على التآلف

اقترح Hull طريقة الانتخاب المتكرر للقدرة الخاصة على التآلف Recurrent Selection for Specific Combining Ability فى عام ١٩٤٥، وهى تتشابه مع طريقة الانتخاب المتكرر للقدرة العامة على التآلف من جميع الوجوه، فيما عدا أن سلالة أصيلة (مرباة داخليًا) تستعمل فى التلقيح القمى، بدلاً من الصنف المفتوح التلقيح. وأفضل سلالة لهذا الغرض هى التى يتوقع استعمالها فى هجن فردية مع السلالات التى تنتج من البرنامج. وقد يستعمل هجين فردى معين كصنف اختبارى إذا كان الغرض من البرنامج هو إنتاج سلالات أصيلة، يمكن أن تتآلف معه بدرجة عالية فى هجين زوجى. ويقود هذا البرنامج إلى تحديد كلاً من التأثيرات الإضافية وغير الإضافية للجينات.

ويجب العناية باختيار السلالة الأصيلة التى تستعمل فى التلقيح القمى. مع المحافظة عليها من أى تغير وراثى؛ ذلك لأن البرنامج كله يبنى على أساس إيجاد سلالات متوافقة معها؛ فيجب أن تكون هذه السلالة جيدة أصلاً، وأن تستمر المحافظة عليها دون أى تغير وراثى، وإلا فقد البرنامج قيمته. أما إذا ظهرت فى أثناء البرنامج سلالة أخرى أفضل منها .. فإنه تلزم إعادة العمل من جديد، ويعد ذلك من أكبر عيوب هذه الطريقة للتربية.

الانتخاب المتكرر المتبادل

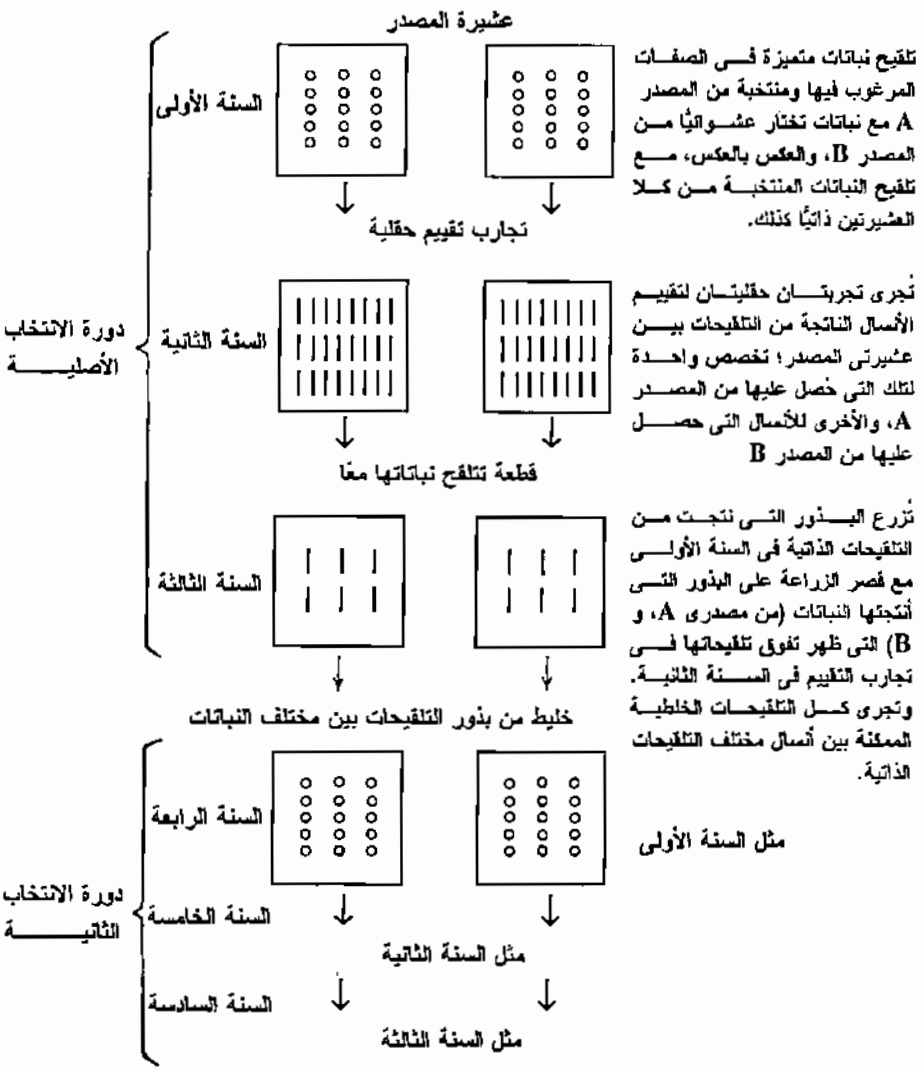
تفيد التربية بطريقة الانتخاب المتكرر المتبادل Reciprocal Recurrent Selection فى تحسين عشيرتين – فى آن واحد – فى كل من القدرة العامة والقدرة الخاصة على التآلف. تتضمن الطريقة وجود عشيرتين من العشائر الوراثية التى تكون على درجة

عالية من الخلط (عدم التماثل) الوراثي، مثل الأصناف المفتوحة التلقيح، على ألا يكون بينهما صلة قرابة. تستعمل العشيرتان في برنامجين منفصلين للتربية، يتشابه كل منهما مع برنامج الانتخاب المتكرر للقدرة العامة على التآلف، مع استعمال كل من العشيرتين – في الدورة الأولى للتربية – كصنف اختباري للعشيرة الأخرى في تلقيحات قمية؛ كما تستعمل النباتات التي تبدأ بها كل دورة تالية من الانتخاب المتكرر في أي من البرنامجين كصنف اختباري في البرنامج الآخر.

وعليه .. فإذا كانت العشيرتان هما A، و B .. فإن أحد البرنامجين يبدأ بتلقيح بعض النباتات من العشيرة A ذاتيًا، مع تلقيحها – في الوقت ذاته – مع عينة من نباتات العشيرة B، بينما يبدأ البرنامج الآخر بتلقيح بعض النباتات من العشيرة B ذاتيًا مع تلقيحها – في الوقت ذاته – مع عينة من نباتات العشيرة A. ويحتفظ – في موسم الزراعة التالي – ببذور جيل التلقيح الذاتي الأول (S_1) لكل من العشيرتين، بينما تزرع البذور الناتجة من التلقيحات القمية، ويُقيّم محصولها. ويستفاد من هذا التقييم في معرفة أفضل نباتات كل عشيرة، التي كانت ذات قدرة عالية على التوافق مع العشيرة الأخرى. تخلط بذور التلقيح الذاتي الأول – معًا – بالنسبة لكل عشيرة على حدة؛ لتشكل بذلك بذور الأساس لدورة الانتخاب الأولى (Syn A-I-0 بالنسبة للعشيرة A، و Syn-B-I-0 بالنسب للعشيرة B). وتزرع هذه البذور في موسم الزراعة الثالث، وتجرى بين نباتات كل منهما كل التلقيحات الممكنة يدويًا، ثم تخلط كميات متساوية من بذور كل تلقيح معًا بالنسبة لكل عشيرة على حدة؛ لتكون بذلك بذور الجيل الأول لدورة الانتخاب المتكرر الأولى (Syn-A-I-1 بالنسبة للعشيرة A، و Syn-B-I-1 بالنسبة للعشيرة B).

تستمر دورات الانتخاب المتكرر بعد ذلك مع الاستمرار في استعمال النباتات التي تبدأ بها كل دورة انتخاب – في أي من البرنامجين – كصنف اختباري في البرنامج الآخر. ويلزم انتخاب عدد كاف من النباتات في كل دورة انتخاب؛ لتلقيحها ذاتيًا بغرض الحد من التربية الداخلية وما يصاحبها من تدهور في قوة النمو. كما يجب – قدر الإمكان – ألا تكون النباتات المنتخبة للتلقيح الذاتي في كل دورة ذات أصل مشترك، وذلك لأجل تحقيق الهدف نفسه.

وتستخدم السلالات من برنامجى التربية – فى نهاية الأمر – فى إنتاج هجن فردية، أو هجن زوجية، تكون على درجة عالية من التآلف. وتكون الهجن الزوجية بين هجن فردية استخدم فى إنتاجها سلالات من نفس العشيرة؛ فبينما تكون الهجن الفردية هكذا: $A_1 \times B_1$، أو $A_2 \times B_2$ .. فإن الهجين الزوجى يكون هكذا .. $(A_1 \times A_2) \times (B_1 \times B_2)$ علمًا بأن A_1، A_2 ... إلخ .. هى سلالات منتخبة من برنامج العشيرة A، وأن B_1، و B_2 ... إلخ ... هى سلالات منتخبة من برنامج العشيرة B.



شكل (٥–٣): خطوات برنامج الانتخاب المتكرر المتبادل.