الفصل الأول

# تعريف بعلم تربية النبات

## تعريف تربية النبات

يُعرَّف علم تربيـة النبات Plant Breeding بأنـه: العلـم الـذى يمكّـن الإنسـان مـن تحسين نباتاته المزروعة، واستنباط أصناف وسلالات جديدة، تتلاءم مع احتياجات منتجى المحصول، ومستهلكيه، والقائمين على تصنيعه.

فيهتمّ المنتج أن تكون الأصناف الجديدة عالية المحصول، ومقاومـة للآفات الهامـة، ومتلائمة مع الاتجاهات الجديدة فى العمليات الإنتاجية التـى تطبـق لـدواع اقتصاديـة، وأن تكون أكثر تأقلما على الظروف البيئية السائدة فى منطقة الإنتاج

ومن البديهى أن يـكون للصنف الجديد صفات جودة مقبولـة لـدى القـاعدة العريضـة من المستهلكين؛ من حيث الشكل، والحجم، واللون، والطعم، والقيمـة الغذائيـة – إلخ. وتتنوع رغبات المستهلك بالنسـبة لهـذه الصفـات مـن دولـة إلى أخـرى، وداخـل الدولـة الواحدة فى بعض الأحيان.

كما يجـب أن تتوفـر فـى الصنـف الجديـد الصفـات التـى تجعلـه صالحـا لأغـراض التصنيع، ليمكن امتصاص فائض الإنتاج.

ولكن . نظرًا للفارق الكبير بين متطلبات الاستهلاك الطازج، ومتطلبات التصنيـع فإن الأغلب هو الاتجاه نحو إنتاج أصنـاف خاصـة بـالتصنيع، تختلـف مواصفاتـها مـن محصول إلى آخر؛ فأصناف طماطم التصنيع مثلاً يجـب أن تكـون ذات نضـج مُركـز؛ ليمكن قطف المحصول مرة واحدة، أو حصـاده آليًّا؛ بغـرض خفـض نفقـات الحصـاد، ويجب أن تكون ثمارها عالية الصلابة؛ ليمكنها البقاء عل النبات بحالة جيـدة – وهـى حمراء ناضجة – لمدة أسبوعين أو ثلاثة، لحين نضج بقية المحصول، وليمكـن نقلـها إلى مصانع الحفظ فى شاحنات كبيرة، دونمـا حاجـة إلى اسـتعمال العبـوات الصغـيرة. كمـا يجب أن تكون ثمارها مكعبة (square round)، أو بيضاوية الشكل، أو كمثرية الشكل؛

لكى تتحمل الضغط الواقع عليها، وأن تكون قليلة الحجرات، حمراء قانية اللون، مرتفع فيها نسبه المواد الصلبة الذائبة الكلية، وأن يكون عصيرها عالى اللزوجة، وألاّ يزيد رقمه الأيدروجينى (pH) على ٤٠.

## أهمية علم تربية النبات

يعد علم تربية النبات الأساس الذى يعتمد عليه التوسع الرأسى فى الإنتاج الزراعى، كما يومل عليه كثيرا فى التوسع الأفقى مستقبلاً، وهما أمران ضروريان لتوفير الطلب المتزايد على الغذاء اللازم للجنس البسرى، والحيوانات الزراعية.

ولقد كان لتربية النبات فضل كبير فى التوسع الرأسى فى مجال الإنتاج النباتى، كما أسهم العلم بشكل جوهرى فى الحد من استعمال مبيدات الآفات وخفض الحاجه إلى الأيدى العاملة اللازمه للعملية الإنتاجية، وتقليل الفاقد بعد الحصاد وقد تحقق ذلك من خلال الأصناف الجديدة المحسنة التى تتفوق فى صفاتها الاقتصادية الهامه، خاصة فيما يتعلق بارتفاع محصولها كمًا وكيفًا، ومقاومتها للآفات، وصلاحيتها للحصاد الآلى، وتحملها لعمليات التداول بعد الحصاد وكان من نتيجة ذلك أن تحققت فى الدول المتقدمة زياده كبيرة فى الإنتاج الزراعى، مع نقص فى عدد المتغلبن بالزراعة

ولقد كان للتعاون الدولى فى مجال تربية النباتات وتحسينها فضل كبير فى إنقاذ البشرية من المجاعات التى كانت تهددها، خاصة فى أمريكا اللاتينية، ودول جنوب شرق آسيا، من خلال ما أنتجته المعاهد والمؤسسات الدولية المتخصصة من أصناف جديدة محسنة ذات إنتاجية عالية ويمكن الرجوع إلى Stakman وآخرين (١٩٦٧)، للاطلاع على تفاصيل قصة تطوير الإنتاج الزراعى بالمكسيك بواسطة مؤسسه روكفلر، وكيف عممت التجربة فى آسيا وأمريكا الجنوبية، مع نبذة عن معهد بحوث الأرز الدولى. الذى يقوم على أساس من التعاون بين مؤسستى فورد، وروكفلر، وهى قصة شائقة للغاية، تعد مثلاً لما يمكن أن ينجزه الإنسان إذا ما توفرت لدية الرغبة الصادقة فى العمل، مع تذليل العوائق الإدارية والمادية من طريق الباحثين كما استعرضت مؤسسة روكفلر The Rockefeller Foundation (١٩٦٦) إنجازاتها بالتعاون مع غيرها من المؤسسات فى مجال تربيه وتحسين القمح. والذرة، والأرز، والبطاطس، والدره

الرفيعة ويعد Moseman (١٩٦٦) مرجعًا للتقدم الذى أحرزه التعاون الدولى فى مجال تربية النبات ويسرد Thompson (١٩٧٢) موجزًا لإنجازات التعاون الدولى فى مجال تحسين إنتاجية القمح، والأرز، وفول الصويا، مع نبذة عن المعاهد الدولية المتخصصة فى هذه المحاصيل

ولقد اعترف العالم بفضل تربية النبات فى توفير الغذاء للعالم، بحصول عالم تربية النبات دكتور بورلاج N. E. Borlaug على جائزة نوبل للسلام فى عام ١٩٧٠، بفضل جهوده فى المركز الدولى لتحسين إنتاج الذرة والقمح (CIMMYT) فى المكسيك، التى تُوِّجت بإنتاج أصناف عالية الإنتاجية، ومقاومة للأمراض من هذين المحصولين، انتشرت زراعتها فى عدد كبير من دول العالم الثالث وأسهمت فى تجنب ويلات المجاعات فيها.

أما عن دور تربية النبات فى مجال التوسع الأفقى فى الزراعة .. فهو دور تعقد عليه آمال كبيرة فى المستقبل القريب، وذلك من خلال التوسع فى الرقعة الزراعية، لتشمل الزراعة فى الأراضى العالية الملوحة، والرى بالمياه المالحة، واستغلال الصحارى الشاسعة المجاورة لسواحل البحار والمحيطات فى الزراعة، مع الرى بمياه البحر مباشرة ويعمل مربو النبات على تحقيق ذلك، باستنباط أصناف جديد من المحاصيل الزراعية أكثر تحملاً للملوحة، واستئناس نباتات محبة للملوحة Halophytes، واستغلالها لصالح الإنسان، إما بصورة مباشرة كغذاء له، وإما بصورة غير مباشرة كغذاء لحيواناته، وإما باستخلاص مركبات معينة منها (Toenniessen ١٩٨٤)

وقد لخص Burton (١٩٨١) إسهامات تربية النبات فى توفير حاجة الإنسان للغذاء فى الماضى، وبين الآفاق المستقبلية فى هذا الشأن

**وعلى الرغم من الطفرة الكبيرة التى أحدثتها تربية النبات فى مجال الإنتاج النباتى .. فإن ذلك لم يكن بغير تبعات غير مرغوب فيها، والتى تضمنت ما يلى:**

١ – التعرية الوراثية genetic erosion.

أدى نجاح زراعة الأصناف الجديدة محسنة العالية المحصول والعالية الجودة من

مختلف المحاصيل الزراعية إلى انتشار زراعتها على نطاق واسع، الأمر الذى أدى – تدريجيًا – إلى اختفاء الطرز المحلية، والتباينات الوراثية، والأنواع البرية من مساحات شاسعة من الأراضى وهو ما يعرف بالتعرية الوراثية

٢ – تضييق القاعدة الوراثية narrowing genetic base:

بسترك كثير من الأصناف المحصولية الهامة – كما فى الأرز والقمح والذرة فى واحد أو أكثر من آبائها، الأمر الذى أدى – تدريجيًا – إلى ضيق القاعدة الوراثية للأصناف المنتشرة فى الزراعة على مستوى العالم، مما جعلها عرضة للإصابات المرضية والحشرية وللتقلبات الحادة فى الظروف البيئية

٣ – زيادة القابلية للإصابة بالأمراض القليلة الأهمية

أدت زيادة الاهتمام بالتربية لمقاومة الأمراض الهامة إلى بقاء النباتات بحالة جيدة لفترة طويلة، ومن ثم أصبحت أكثر عرضة للإصابة بأمراض لم تكن ذات شأن من قبل (Singh ١٩٩٣).

٤ - انتقال مسببات مرضية من مناطق جغرافية إلى مناطق أخرى لم تكن تعرف فيها تلك المسببات من قبل، وذلك مع الجيرمبلازم المنقول، الأمر الذى سبب أحيانا انتشارا لبعض الأمراض النباتيه بصوره وبائية، ومن أبرز الأمثلة على ذلك، ما يلى

أ مرض سجرة الدردار الهولندى Dutch Elm Disease

فتك مرض شجره الدردار الهولندى بالدردار الأمريكى *Ulmus americana* منذ بداية ثلاثينيات القرن العشرين، ولم يعثر على أى مصدر لمقاومة هذا المرض فى أمريكا الشمالية، إلا أن المقاومة وجدت فى بعض الأنواع الأوروبية، وهى التى استعملت فى هولندا فى إنتاج أصناف مقاومة وفى ولاية أوهايو الأمريكية إجرى تلقيح بين سلالة هولندية منتخبة من الدردار وبين شجرة دردار من سيبيريا نتج عنه فى عام ١٩٧٢ – صنف الدردار المقاوم Urban

ب - لفحة الكستناء Chestnut Blight:

أدخل الفطر *Cryptophonectria parasitica* المسبب لمرض لفحة الكستناء إلى الولايات المتحدة فى بدايات القرن العشرين، حيث أتى على الكستناء الأمريكى *Castanea dentata* بحلول عام ١٩٥٠. وقد استعمل أكثر الأنواع القريبة مقاومة – وهو

*C. mollissima* – فى تلقيحات نتج عنها طراز أمريكى مقاوم من الكستناء (عن Ryder ٢٠٠٣).

## علاقة تربية النبات بالعلوم الأخرى

### تربية النبات كعلم ومهارة

يميل أغلب المتغلين بتربية النبات إلى اعتبار أنها تجمع ما بين العلوم Sciences، والمهارات Arts (وهى ضرب من الفنون). وهم يؤيدون هذا الرأى بأن الإنسان الأول قام منذ أقدم العصور بتحسين نباتاته المزروعة، وأن كثيرا من الهواة أنتجوا أصنافا محسنة من بعض المحاصيل، دون أدنى دراية بالقواعد الأساسية للوراثة، التى لم يعرفها العالم إلا فى عام ١٩٠٠، حينما اكتشفت دراسات مندل ولعل أبلغ الأمثله على ذلك أصناف القمح التى أنتجها قدماء المصريين، وأصناف الأرز التى أنتجها قدماء الصينيين، وأصناف الذرة التى أنتجها الهنود الحمر، وعديد من أصناف الفاصوليا الخضراء، والبطاطس، ونباتات الزينة التى أنتجها الهواة خلال القرن التاسع عشر، دون دراية بعلم الوراثة.

ويعد لوثر بربانك Luther Burbank (١٨٤٩–١٩٢٦) أحد أبرز مربى النبات الذين حققوا تقدمًا كبيرا فى مجال تحسين النباتات حتى من قبل اكتشاف قوانين مندل (Dale ١٩٩١)

وبهذا .. فإن تربية النبات بدأت كمهارة ولكنها أصبحت علما قائمًا بذاته، بعد اكتشاف القواعد الأساسية للوراثة

ويتعين على المربى – لكى يتمكن من تحقيق أهدافه – أن يتبع الطريقة العلمية فى دراسته، وأن يعتمد على علوم أخرى كثيرة، سوف يرد ذكرها، ولا يزل مربو النبات يستفيدون من كل تقدم فى العلوم الأخرى، بتطويعها لخدمة أغراض التربية، وكان آخرها التقدم الهائل الذى حدث منذ ثمانينيات القرن العشرين فى علوم زراعة الأنسجة، وتقنيات الدنا، والهندسة الوراثية.

وعلى الرغم من كل هذا التقدم العلمى . فإن جانب المهارة فى تربية النبات يظل

عاملا مهمًا، يؤثر في قدرة المربى في انتخاب النباتات، وتقييم القيمة المحتملة للصفات غير الظاهرة، والتعرف على الانعزالات الهامة، وتخيل الصفات العامة للنبات المرغوب فيه، والتنبؤ بالتغيرات في رغبات منتجي المحصول ومستهلكيه، ومصنعيه، وتوجيه برنامج التربية بما يسمح بتحقيق أهدافه على أكمل وجه في أقصر فترة ممكنة

## العلوم ذات الصلة بتربية النبات

يتعين على مربى النبات أن يكون ملمًا بعدد من العلوم الاخرى التى تساعده على تحقيق أهدافه، وهى كما يلى

١ الوراثة والعلوم المتفرعة منها والمتصلة بها، مثل علم الخلية، والوراثة، والوراثة الستولوجية والوراثة الفسيولوجية، والوراثة الكمية، وهى العلوم التى تقوم عليها الدعائم الاساسية لتربية النبات

٢ علوم إنتاج المحاصيل الاقتصادية المختلفة، مثل الخضر، والفاكهة، ومحاصيل الحقل، وزهور ونباتات الزينة، والنباتات الطبية والعطرية، والغابات، حتى يكون المربى على دراية بالمحصول الذى يعمل على تحسينه، وصفاته المهمة، وطرق زراعته، ومشاكل إنتاجه

٣ – علم فسيولوجيا النبات، لكى يكون المربى على دراية بفسيولوجيا نمو وتطور النبات، وبالأساس الفسيولوجى للصفات التى يرغب فى تحسينها

٤ علوم الحشرات، وأمراض النبات بفروعه المختلفة، وهى لا غنى عنها فى حالات التربية لمقاومة الافات والأمراض التى تصيب المحصول

٥ علوم النبات بفروعه المختلفة من تقسيم، وتشريح، ومورفولوجى وميكروبيولوجى، لأن الفهم الصحيح للتركيب التشريحى والمورفولوجى للنبات، ووضعه التقسيمى الصحيح يساعد مربى على تحقيق أهداف التربية بيسر وسهولة

٦ – علم زراعة الأنسجة والخلايا، لما له من استخدامات كثيرة مهمة فى مجال تربية النبات، وطرق إكثاره وزراعته فى البيئات الصناعية

٧ – علم الهندسة الوراثية الذى يؤمل عليه كأداة ووسيلة مهمة فى مجال تربية النبات

تجدر الإشارة فى هذا المقام إلى أن التقدم الهائل الذى حدث فى مجال الهندسة الوراثية، والذى مكن العلماء من نقل أى جين من أى كائن حى إلى أى كائن آخر لن يلغى دور الطرق العادية لتربية النبات التى تعتمد على التهجينات الجنسية بين الأصناف، وتحت الأنواع، والأنواع، والأجناس من أجل نقل الجينات المختلفة وإعادة توزيعها فى صورة انعزالات متنوعة، بينما نجد أن طرق الهندسة الوراثية لا تسمح إلاّ بنقل جين واحد أو عدد قليل فقط من الجينات فى المرة الواحدة. وعلى الرغم من السرعة التى يتم بها نقل الجينات بطريق الهندسة الوراثية، إلا أن تحقيق ذلك يتطلب توفر أصناف أثبتت جودتها ولإنتاج أصناف جديدة متميزة من حيث المحصول، وصفات الجودة، والتأقلم على الظروف البيئية السائدة ووسائل الإنتاج المتبعه، والمقاومة للأمراض والآفات الهامة .. فإنه لا غنى عن إجراء التهجينات الجنسية من أجل الحصول على الانعزالات الوراثية بكثرة وإعادة توزيع الجينات بأعداد كبيرة، مع حتمية تقييم تلك الانعزالات تحت ظروف الحقل كذلك فإن التحولات الوراثية تعتمد على طول شريط الدنا الذى يمكن نقله، وعلى الموضع الذى يتم انتقاله إليه . الأمر الذى يتم بطريقة عشوائية تمامًا، وما يترتب على ذلك من عدم ضمان ظهور الصفات التى نقلت جيناتها المرغوب فيه، وعدم ضمان ثباتها الوراثى (عن Ahloowalia & Khush ٢٠٠١).

٨ – علم الإحصاء وتصميم التجارب؛ لكى يتمكن المربى من اختبار الأصناف الجديدة وتقييمها تحت ظروف الحقل قبل التوصية بإدخالها فى الزراعة.

٩ – علم الحاسوب.

يتضح مما تقدم أن مربى النبات يجب أن يكون على دراية بعلوم أخرى كثيرة، ونظرًا لأنه لا يمكنه الإلمام بكل دقائق هذه العلوم وتفاصيلها، فقد ظهرت الحاجة إلى التعاون والتخصص فى مجالات تربية النبات، فنجد – مثلا – أن كثيرًا من مربى النباتات يتعاونون مع المتخصصين فى علوم أخرى (مثل أمراض النبات، والحشرات، وفسيولوجيا النبات، والميكنة الزراعية .. الخ)؛ لتحقيق أهداف تربية معينة. ويجب ألا يقتصر دور المربى فى هذه الحالة على إجراء التلقيحات، بل يجب عليه أن يكون ملمًّا بالأمر كله؛ حتى يمكنه توجيه برنامج التربية، ومن هنا .. كانت الحاجة إلى

التخصص فى جوانب معينة من التربية، مثل تربية الخضر لصلاحيتها للحصاد الآلى، أو تربية المحاصيل الحقلية لتحمل الظروف البيئية القاسية، أو تربية الفاكهة لمقاومتها للأمراض إلخ

## العلاقة بين تربية النبات والتطور

توجد علاقة وثيقة بين تربية النبات والتطور، إلا أنهما علمان مختلفان يجب عدم الخلط بينهما

فالتطور يحدث تلقائيًا فى الطبيعة من خلال الطفرات التى تحدث بصورة طبيعية، والانعزالات الوراثية التى تحدث نتيجة للتلقيح الخلطى الطبيعى بين النباتات المختلفة وراثيا بعضها ببعض، سواء أكانت من نفس النوع أم من أنواع مختلفة. وما يتبعهما من انتخاب طبيعى للطرز الوراثية الأكثر قدرة على التكاثر والبقاء تحت الظروف الطبيعية وغالبا ما تكون هذه الطرز بعيدة كل البعد عن أن تصلح للزراعة، كما أن كثيرا من الصفات التى تعمل الطبيعة على الإبقاء عليها لا تناسب الزراعة التجارية

**ومن أمثلة الصفات التى تحافظ عليها الطبيعة، ولا تناسب الإنسان - ما يلى (عن Hawkes ١٩٨٣):**

١ - البذور الصغيرة، لأن النبات الذى تكون بذوره صغيرة الحجم ينتج - عادة عددا أكبر من البذور، ويكون - من ثم أكبر قدرة على التكاثر والبقاء

٢ النبات البذور البطئ وغير المتجانس، لأن هذه الصفة تعطى النبات الفرصة لأن تنبت بذوره على مدى فترة زمنية طويلة، فتزيد فرصه للبقاء مما لو أنبتت كل بذوره مرة واحدة ثم تعرضت البادرات الصغيرة لظروف بيئية قاسية، يمكن أن تؤدى الى موتها

٣ الثمار المنسقه وهى صفة تساعد على انتشار البذور على مساحة كبيرة من الأرض، مما يعطى فرصه أكبر لحفظ النوع

٤ - التراكيب الدفاعية، كالشعيرات الغزيرة والأشواك التى تحمى النبات من الآفات المختلفه

أما علم تربيه النبات فهو كما ذكر N Vavilov "تطور توجهه رغبة الإنسان وقدرته"، فهو – أى الإنسان يعمل على تحسين النباتات الاقتصادية وتطويرها (وليس كل الأنواع كما فى التطور)، لتصبح أكثر ملاءمة للزراعة والاستهلاك، ويتحكم فى ذلك نوعية الصفات التى يرغب فيها الإنسان، وقدرته على جمعها فى تركيب وراثى واحد

ويستفيد الإنسان عند قيامه ببرنامج التربية لتطوير نباتاته الاقتصادية من صفات كثيرة مهمة، تعمل الطبيعة على المحافظة عليها دائمًا، لارتباطها بالقدرة على البقاء فى البيئة التى تتوطن فيها هذه النباتات؛ مثل القدرة على تحمل ظروف الحرارة المنخفضة، أو الحرارة العالية، والرطوبه الزائدة، والجفاف، والملوحة، والمقاومة للآفات الهامة المنتشرة فى المنطقة إلخ ويتم ذلك من خلال جمع مربى النبات للطرز النباتية المنتشرة فى أماكن نشأة الأنواع النباتيه المختلفة، وتطورها

وبالإضافة إلى ما تقدم فإن مربى النبات يهتم بصفات أخرى، لا علاقه لها بالقدرة على البقاء تحت الظروف الطبيعيه؛ مثل النمو الخضرى الغزير، والألوان غير العادية من الثمار والبذور، والصفات التى تجعل المحصول مستساغًا عند الأكل إلخ، كما يهتم بصفات لا تتوافق مع متطلبات الانتخاب الطبيعى؛ مثل الثمار البكرية، والنمو الحوى إلخ (عن Briggs & Knowles ١٩٦٧).

ولمزيد من التفاصيل عن موضوع التطور والتأقلم ومنشأ الأنواع .. يمكن الرجوع إلى Darwin (١٨٧٢)، و Srb & Wallace (١٩٦٤)، و Ehrlich وآخرين (١٩٧٤)، و Dobzhansky وآخرين (١٩٧٧)، وغيرها من الكتب المتخصصة.

## تاريخ تربية النبات

يعد مقال Smith (١٩٦٦) من أفضل ما كتب فى موضوع تاريخ تربية النبات. ونلخص عنه – فيما يلى - أهم الإنجازات فى هذا المجال. مسلسلة حسب تاريخ حدوثها (علما بأن المرجع الأصلى يذكر كثيرًا من الإنجازات والأحداث الأخرى الهامة)

١ – لاحظ Millington – فى عام ١٦٧٦ – أن المتوك تقوم بعمل أعضاء التذكير فى النبات، وأقترح Grew فى العام ذاته – دور البويضات وحبوب اللقاح فى التكاثر.

٢ أوضح Camerarius – فى عام ١٦٩٤ – دور الجنس فى النباتات، واقترح فكرة التلقيحات

٣ – لاحظ Mather – فى عام ١٧١٦ – تأثير التلقيح الخلطى على نبات الذرة

٤ – يرجع الفضل فى إنتاج أول نبات هجين إلى Fairchild، فى عام ١٧١٩

٥ أنشئت شركه فيلموران Vilmorin للبذور فى فرنسا فى عام ١٧٢٧، ويرجع إليها الفضل فى إحداث تقدم كبير فى تربية النبات

٦ – نشرت أهم دراسات Linneaus فى أعوام ١٧٣٥، و ١٧٣٧، و ١٧٥١، و ١٧٥٣، وهى التى أرست القواعد الأساسية لتقسيم النباتات

٧ - نشر Kolreuter أبحاثه فى عامى ١٧٦١، و ١٧٦٦، وقد أوضح فيها ظاهره العقم فى التهجين بين النوعين *Nicotiana paniculata*، و *N. rustica*، وتوصل منها إلى أن التهجين لا يكون ناجحا إلا إذا كان بين النباتات القريبة من بعضها وقد وصف Kolreuter حبوب اللقاح، ويرجع إليه الفضل فى اكتشاف طبيعة عملية التلقيح، ودور الهواء والحشرات فيها.

٨ نشرت أبحاث Lamarck عن وراثة الصفات المكتسبة فى عام ١٨٠١

٩ - لاحظ Knight - فى عام ١٨٢٣ – وجود اختلافات بين أصناف القمح فى مدة إصابتها بمرض الصدأ، وذكر احتمال توريث المقاومة، كما أجرى أول تلقيح بين أصناف القمح، ويرجع إليه الفضل فى تعرف أن الأبوين يشتركان معا فى تكوين الجيل الأول وتحديد صفته فى البسلة، وأن الانعزالات فى الصفات تظهر فى الجيل الثانى

١٠ - استعمل Sargaret اللفظ سائد dominant لأول مرة فى عام ١٨٢٦

١١ تتبع Amici - فى عام ١٨٣٠ –، و Hofmeister - فى عام ١٨٤٩ – مسار أنبوبة اللقاح خلال الميسم والقلم حتى وصولها إلى البويضة، وكان ذلك فى الجنس *Portulaca*

١٢ – اكتشفت نواة الخلية بواسطة Schleiden فى عام ١٨٣٧، و Schwann فى عام ١٨٣٨

١٣ - لاحظ Hofmeister الكروموسومات فى نواة الخلية فى عام ١٨٤٨، إلا أن ملاحظته لم تكتشف إلاّ فيما بعد.

١٤ قدم Strasburger فى عام ١٨٧٥ – أول شرح صحيح للكروموسومات. وكان لدراساته المتتالية هو، و Flemming، و Bovari الفضل فى اكتشاف نبات عدد الكروموسومات فى كل نوع من النباتات

١٥ – اقترح Strasburger لفظة جاميطة gamete فى عام ١٨٧٧، واقترح Waldeyer لفظ كروموسوم Chromosome فى عام ١٨٨٨.

١٦ اقترح Weismann موضوع اختزال عدد الكروموسومات خلال الفترة من ١٨٨٥ الى ١٨٨٨. ثم تأكد ذلك من أبحاث Bovari خلال عامى ١٨٨٧، و ١٨٨٨

١٧ – شرح Strasburger عملية الانقسام الاختزالى فى النباتات فى عام ١٨٨٨

١٨ اكتشف Navashin عملية الإخصاب المزدوج فى النباتات فى عام ١٨٩٨. ثم استعان Correns، و Devris – كل على حدة – بهذه الظاهرة فى تفسير ظاهرة الزينيا Xenia فى النباتات

١٩ - نشر كتاب Darwin عن "منشأ الأنواع بوسائل الانتخاب الطبيعى" Origin of Species by Means of Natural Selection فى عام ١٨٥٩، وقد انتشرت أراء دارون وسادت الأفكار الأخرى حتى عام ١٩٠٠

٢٠ – ظهر الكتاب الثانى لدارون عن "تأثير التلقيح الذاتى والخلطى فى المملكه النباتية" Effect of Self and Cross Fertilization in the Vegetable Kingdom فى عام ١٨٨٩

٢١ – شرح Hopkins طريقة الكوز للخط ear-to-row لتحسين الذرة فى عام ١٨٩٩

٢٢ – اكتشف دراسات Mendel فى عام ١٩٠٠ بواسطة Correns. و Devris. و Tschermak كل على حدة

٢٣ – اقترح Bateson فى عام ١٩٠٠ الألفاظ آليلى allelomorph، وأصيل homozygote. وخليط heterozygote، والجيل الأول $F_1$، والثانى $F_2$، وأضاف إليها اللفظ وراثة genetics فى عام ١٩٠٦

٢٤ – يرجع إلى Nilsen فى السويد – فى عام ١٩٠١ الفضل فى تأكيد دور الانتخاب فى تحسين أصناف القمح، والشعير، والشوفان

٢٥ - نشرت نظرية Devris عن الطفرات ودورها فى التطور فى عام ١٩٠٢

٢٦ اكتشف Punnet & Bateson أول حالة ارتباط فى عام ١٩٠٢. وكان ذلك أثناء دراستهم على البسلة

٢٧ - توصل Johannsen إلى نظرية السلالة النقية Pure Line Theory فى عام ١٩٠٣

٢٨ نشر Biffen فى عام ١٩٠٣ أيضا نتائج أبحاثه عن وراثة صفة المقاومة للصدأ المخطط Stripe Rust فى القمح، التى توصل منها إلى أن صفة المقاومه يتحكم فيها عامل وراثى واحد متنح، وكانت تلك أول دراسة تنشر عن وراثة المقاومة للأمراض

٢٩ يرجع إلى Haming – فى عام ١٩٠٤ الفضل فى استخدام بيئات الأجنه

٣٠ - اقترح Winkler لفظ "هيئة كروموسومية" Genome فى عام ١٩٠٦

٣١ – اقترح Harris فكرة مربع كاى $\chi^2$ فى عام ١٩١٢، وبين أوجه استعمالها فى التأكد من نسب الانعزالات الوراثية

٣٢ – كتب McFadden عن التهجين بين القمح والشيلم فى عام ١٩١٧، وقد كان معروفا - قبل ذلك بفتره طويلة أن هذا الهجين يحدث طبيعيًا

٣٣ قسَّم Sakamura أنواع القمح على أساس عدد الكروموسومات فى عام ١٩١٨، ونشرات أبحاث Kihara حول الموضوع نفسه فى عامى ١٩٢١، و ١٩٢٤

٣٤ – اشتغل كل من East، و Shull بالتربية الداخلية فى الذرة، ونشر East نتائج أبحاثه فى عام ١٩٠٤ ثم من عام ١٩٠٧ إلى عام ١٩١٢؛ بينما نشر Shull أبحاثه فى عام ١٩٠٥ ثم من ١٩٠٨- ١٩١١ وقد توقف Shull عن الدراسة فى هذا الموضوع بعد ذلك، بينما استمر East فى دراساته فى محطة الأبحاث بكونيكتكت، إلى أن خلفه هناك Hayes ويرجع إلى هؤلاء العلماء الأربعة الفضل فى وضع التفاصيل الكاملة لتربية الذرة آنذاك.

٣٥ – اقترح Shull – فى عام ١٩١٦ – الاصطلاح "قوة الهجين" Heterosis

٣٦ – قدم Jones – فى عام ١٩١٧ – نظريته المعروفة لتفسير قوة الهجين. وأنتج أول صنف ذرة هجين فى عام ١٩١٧ أيضًا، واقترح الهجن الزوجية فى عام ١٩٢٠.

٣٧ – أوضح كل من Hayes & Stakman فى عام ١٩٢١ أهمية اختبار المقاومة للصدأ فى القمح، لكل سلالة من الفطر المسبب للمرض على حدة.

٣٨ – وصف Stadler التأثير المطفر للأشعة السينية على الشعير فى عام ١٩٢٨

٣٩ – اكتشف Dustin الكولشيسين فى عام ١٩٣٤، واستعمله Blakeslee & Avery، و Nebel & Ruttle فى عام ١٩٣٧ فى مضاعفة كروموسومات عدد كبير من الأنواع النباتية

٤٠ – نشرت دراسات Vavilov عن نشأة الأنواع والتباين وتربية النباتات فى عام ١٩٣٥ فى تقرير من ٢٥٠٠ صفحة تحت اسم "الأساس العلمى لتربية النباتات"، وترجم هذا التقرير إلى الإنجليزية بواسطة Chester فى عامى ١٩٤٩، و ١٩٥٠.

٤١ – شرح Harlan & Pope – فى عام ١٩٢٢ – طريقة التلقيح الرجعى لتحسين محاصيل الحبوب الصغيرة

٤٢ – شرح Richey – فى عام ١٩٢٧ – طريقة التحسين المتجمِّع Convergent Improvement لسلالات الذرة المرباة داخليًا.

٤٣ – اكتشف Rhodes العقم السيتوبلازمى فى الذرة فى عام ١٩٣٣.

٤٤ – اقترح Atkins & Mangelsdorf – فى عام ١٩٤٢ – استخدام السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة isogenic lines فى دراسة التأثير الكلى للجين فى النبات.

٤٥ – شرح Jones & Clarke – فى عام ١٩٤٣ – وراثة العقم الذكرى الوراثى السيتوبلازمى فى البصل، وبينا كيفية الاستفادة منه فى إنتاج البذرة الهجين. وكان ذلك أول استخدام للعقم الذكرى فى إنتاج الهجن التجارية.

٤٦ – اقترح Stadler – فى عام ١٩٤٤ – طريقة الانتخاب الجاميطى gamete selection لتحسين سلالات الذرة المرباة داخليًا.

٤٧ – اقترح Hull – فى عام ١٩٤٥ – طريقة الانتخاب المتكرر recurrent selection لتحسين النباتات.

٤٨ اقترح Comstock وآخرون فى عام ١٩٤٩ طريقة الانتخاب المتكرر المتبادل reciprocal recurrent selection

٤٩ - أوضح Chase – فى عام ١٩٤٩ – أيضا طريقة استخدام النباتات الأحادية فى الحصول على نباتات ثنائية أصيلة بدلا من التربية الداخلية

٥٠ استخدم Sears الإشعاع فى عام ١٩٥٦ كأداة لنقل الجينات المسئولة عن مقاومة لصدأ الأوراق من النوع البرى *Aegilops umbellulata* إلى القمح

**ويمكن إيجاز التاريخ المبكر للتقدم الذى أحرز فى تربية النبات، فيما يلى (عن Agrawal ١٩٩٨):**

١ مارس الأقدمون الانتخاب فى النباتات - كفن وخبرة منذ عهود بعيدة، ويظهر ذلك فى أعمال ثيوفراستس Theophrastus (٣٧٢–٢٨ قبل الميلاد)، وفرجل Virgil (٧٠–١٩ قبل الميلاد)، وكوليوميللا Columella (القرن الأول الميلادى)

٢ اكتشف قدماء المصريون والبابليون الجنس فى نخيل البلح منذ سنة ٨٦٠ قبل الميلاد، ووضح نقوسهم قيامهم بعملية التلقيح وأعاد كاميراريس Camerarius اكتشاف الجنس سنة ١٦٩٤ حينما نشر دراساته فى هذا الموضوع. وأعقب ذلك قيام توماس فيرشيلد Thomas Fairchild فى ١٧١٩ بتهجين نوعين من الجنس *Dianthus*

٣ نشر Linnaeus دراسته "Species Plantarium" فى عام ١٧٥٣، وهى التى قدمت أساسا لتقسيم النباتات

٤ – أوضح كولريتر Kolreuter فى دراساته التى نشرها خلال الفترة من ١٧٦١ إلى ١٧٦٥ أهمية التهجين بين النباتات، وبعد دراساته على التهجين بين أنواع الجنس *Nicotiana* رائدة فى هذا المجال واستخدم Thomas Andrew Night (١٧٥٩- ١٨٣٨) التهجين الصناعى فى إنتاج عديد من أصناف الفاكهة، وأصبح معروفا بأبحاثه على البسلة التى توصل منها – فى عام ١٨٢٣ – إلى الاستنتاجات التالية

أ – يسهم الأبوان المذكر والمؤنث بالتساوى فى إنتاج الجيل الأول الهجين

ب – تحدث الانعزالات فى الجيل الثانى

وقد أشار عرضا إلى النمو القوى للجيل الأول الهجين

وأجرى Von Gartner (١٨٤٩) ١٠٠٠٠ هجين فى ٧٠٠ نوع. و ٨٠ جنسا حصل منها على ٢٥٠٠ هجين، أظهر العديد منها قوة هجين، كما لاحظ العلاقة بين كل من الجيل الأول، والجيل الثانى، والآباء

**أما التاريخ المبكر للتقدم فى الدراسات الوراثية - وهى التى كانت ضرورية للتقدم فى دراسات تربية النبات - فيمكن إيجازها - كذلك - فيما يلى (عن Agrawal ١٩٩٨):**

١ - اللاماركية Lamarckism

اقترح Jean Babtiste Lamarck (١٧٤٤-١٨٢٩) نظرية وراثة الصفات المكتسبة، والتى تنص على ما يلى:

أ - تحدث التغيرات فى الأفراد بسبب جهد مبذول، أو استجابة لشدّ بيئى، وبفعل الاستعمال أو عدم الاستعمال.

ب - تنقل الوراثة تلك التغيرات المكتسبة خلال فترة حياة الفرد.

ولقد أثبت Weismann - فيما بعد - عدم صحة هذه النظرية

٢ - الداروئية Darwinism:

اقترح تشارلس دارون Charles Darwin (١٨٠٩-١٨٨٢) نظرية الانتخاب الطبيعى فى كتابه الشهور "Origin of Species" كما أنه اعتقد خطأ - كذلك - فى صحة وراثة الصفات المكتسبة وتنص نظريته على ما يلى.

أ - تعد التغيرات دائمة الحدوث فى الطبيعة.

ب - بسبب كثرة النسل تحدث منافسة بين الأفراد على البقاء.

جـ - يكون البقاء للأصلح بفعل الانتخاب الطبيعى.

د - يستمر بقاء الأفراد المنتخبة طبيعيًا من خلال التوارث.

وقد حاول دارون تفسير انتقال الصفات المكتسبة بافتراض أن المواد الوراثية يُتحصّل عليها من كل أجزاء الكائن الحى لتكون الخلايا الجنسية التى تعطى الأفراد الجديدة كما وصف دارون التغيرات التى تحدث تلقائيًّا. وفى عام ١٨٧٦ ظهر كتابة "Cross and Self-fertilization in the Vegetable Kingdom"، والذى أوضح فيه أن التلقيح الخلطى مفيد بصورة عامة، بينما التلقيح الذاتى ضار بالنسل.

٣ - الوايزمانية Weismannism

كان August Weismann (١٨٣٤-١٩١٤) من أتباع دارون، وقد قام بقطع ذيول الفئران وهى صغيرة لمدة جيلا. ولكنها استمرت فى إنتاج أفراد بذيول، وتوصل من ذلك إلى رفض نظرية وراثة الصفات المكتسبة واقتراح - بديلاً عنها - نظرية الجيرمبلازم germplasm theary، التى تنص على ما يلى

أ تنفصل المادة الوراثية فى الجيرمبلازم فى مرحلة مبكرة جدًا من تكوين الفرد، بينما يعد باقى جسم الفرد (الـ somatoplasm) مجرد مسكنًا للجيرمبلازم

ب - إذا حدث أى تغير يؤثر فى الـ somatoplasm دون أن يصل إلى الجيرمبلازم فإنه لا يورث

جـ - بينما يموت الـ somatoplasm بموت الفرد، فإن الجيرمبلازم يستمر فى النسل

وقد وضعت نظرية الجيرمبلازم الأساس العلمى للفكر الوراثى الحديث

٤ المندلية Mendelism

نشر جريجور يوحان مندل Gregor John Mendel (١٨٢٢-١٨٨٤) بحثه الشهير "Mendel's Laws of Inheritance" فى جمعية التاريخ الطبيعى فى برن فى عام ١٨٦٦، والذى أقر مبدأ جديد مؤداه أن الكائن الحى يتكون من عدد كبير من الصفات التى تسلك سلوكا مستقلا عن بعضها البعض

ولسوء الحظ فإن الأهمية الكبيرة لدراسات مندل لم تكتشف إلاّ بعد مرور ٣٥ عاما من نشرها، حينما أعاد اكتشافها - فى عام ١٩٠٠ - العلماء: دى فريز de Vries، وكورنز Correns، وتشر ماك Tschermak .. كل على انفراد. وقد أعقب اكتشاف قوانين مندل الوراثية ظهور حقبة جديدة من التقدم السريع فى علم الوراثة

٥ - الوراثة Genetics

وضع باتسون Bateson مصطلح الوراثة genetics فى عام ١٩٠٦ ليشمل كل ما يتعلق بتوارث الصفات والتباينات، وفى عام ١٩٠٦ - كذلك - أوضح Bateson & Punnet أن الصفات تميل أحيانًا إلى التوارث معا ولا تنعزل بسهولة عن بعضها البعض

٦ – الارتباط ونظرية الكروموسومات للوراثة:

وضع مورجان Morgan فى عام ١٩٠٢ نظرية الارتباط ونظرية الكروموسومات لوراثة الصفات

٧ – السيتولوجى Cytology

توصل شليدن وشوان Schleiden & Schwann إلى نظرية الخلية فى عام ١٨٣٩، ثم فى عام ١٨٥٨ وضع فيرشو Virchow نظرية نَسَب (أو خلط) الخلايا cell lineage، والتى تنص على أن الخلايا تنحدر دائمًا من خلايا سبقتها إلى التواجد إلى أن تصل فى نسبها إلى أولى الخلايا تكونًا فى خط نسب مستمر

وقد وُصفت النواة وبينت أهميتها فى الانقسام بواسطة كل من ستراسبورجر Strasburger، وفان بنيدن Van Beneden، وفلمنج Flemming، وهم الذين وضعوا مصطلح الانقسام الميتوزى Mitosis وقد استنتج هرتوج Hertwig (١٨٨٤)، وستراسبورجر، (١٨٨٤)، وفايزمان Weismann (١٨٩٢) من دراساتهم أن الدقة التى تتم بها عملية الانقسام وتوزيع الكروموسومات تؤكد علاقتها الوثيقة بانتقال المادة الوراثية وقد اقترح سترا سبورجر (١٨٧٧)، ووالدير Waldeyer (١٨٨٨) المصطلحين الجاميطات gametes، والكروموسومات chromosomes. وفى عام ١٩٠٢ لفت ستون، وبوفرى Sutton & Boveri الانتباه إلى التوازى بين مسلك العوامل المندلية وسلوك الكروموسومات أثناء الانقسام الميوزى meiosis، الأمر الذى أوضح الأساس الفيزيائى للوراثة

٨ – الوراثة السيتولوجية Cytogenetics

باكتشاف علاقة الكروموسومات بالتوارث تطورت علاقة وثيقة بين دراسات السيتولوجى والوراثة بحيث أصبح من الصعب الفصل بينهما. وبذا ظهر علم جديد هو الوراثة السيتولوجية cytogenetics. وقد أدخل ونكلر Winkler فى عام ١٩١٦ المصطلح جنيوم genome لوصف الهيئة الكروموسوميه وفى عام ١٩١٧ اقترح ونجى Winge نظرية الأصل المتضاعف للأنواع النباتية. حيث ذكر أنها تنشأ بتضاعف هيئات كروموسومية كاملة وتتبع ذلك دراسات Sakamura & Kihara (١٩١٨–١٩٢١) على تقسيم أنواع الاقماح على أساس عدد الكروموسومات ومجموعاتها

٩ – الطفرات Mutations

اكتشف دى فريز de Vries فى عام ١٩٠٢ ظاهرة وراثية هامة أخرى، هى الطفرات mutations، وأوضح أهميتها فى تطور الأنواع الجديدة وفى عام ١٩٢٨ وصف ستادلر Stadler تأثير المطفر لأشعة إكس فى الشعير

١٠ الإحصاء البيولوجى Biometry

درس جالون Galton ومساعدوه (١٨٨٩) التباينات المستمرة فى الكائنات الحية وأوضحوا أنها تورث جزئيًا على الأقل

وفى عام ١٩٠٦ نشر يول Yule بحثه عن وراثة الصفات الكمية على أساس قوانين مندل، وتلى ذلك – فى عام ١٩٠٨ - اقتراح نظرية العوامل المتعددة التى افترضت أن الصفات الكمية يتحكم فى كل منها سلسلة من الجينات المستقلة ذات التأثير المتجمع، وهى النظرية الافتراضية التى أيدتها دراسات إيست East على الذرة فى عام ١٩١٠

وقد توصل هاردى فى عام ١٩٠٨، وفينبرج فى عام ١٩٠٩ - كل على انفراد إلى قانون أساسى فى وراثة العشائر عرف باسم قانون هاردى–فاينبرج ونشر فشر Fisher فى عام ١٩١٨ دراساته عن الوراثة الكمية والارتباطات بين الصفات، والتى تضمنت تعريف التباين الوراثى وتجزئته إلى تباين إضافى، وتباين السيادة، وتباين التفاعل وطريقة حساب كل منها

١١ التطور Evolution

كانت أبرز الدراسات على تطور ونشأة الأنواع خلال تلك الحقبة هى تلك التى توصل إليها Vavilov عام ١٩٣٥ والتى نشرها فى ٢٥٠٠ صفحة تحت عنوان "Scientific Basis of Plant Breeding". وفى عام ١٩٣٧ نشر Dobzhansky كتابه عن "Genetics and the Origin of Species".

١٢ التضاعف Polyploidy

اكتشف دستن Dustin الكولشيسين colchicine فى عام ١٩٣٤، وأوضح كل من Blakeslee & Avery عام ١٩٣٦، و Nebel & Ruttle عام ١٩٣٧ إمكان استعماله فى مضاعفة أعداد الكروموسومات

١٣ – العقم الذكرى السيتوبلازمى Cytoplasmic Male Sterility:

اكتشف رودس Rhodes فى عام ١٩٣٣ العقم الذكرى السيتوبلازمى فى الذرة.

## الأمور التى يجب أخذها فى الحسبان قبل بدء برنامج التربية

يتطلب أى برنامج للتربية مدة لا تقل عن خمس سنوات، وقد تصل هذه المدة إلى خمسة وعشرين عاما أو أكثر، وهو ما يستلزم من المربى التفكير فى بعض الأمور الهامة قبل أن يبدأ فى برنامج التربية؛ حتى لا يقضى سنوات طويلة من العمل بغير داع، أو فيما لا طائل من ورائه. ويمكن تلخيص أهم الأمور التى يجب أخذها فى الحسبان، فيما يلى

١ يتعين على المربى أن يتعرف على احتياجات المنتج والمستهلك ومتطلبات مصانع الحفظ، وأن يأخذ رأى المزارعين، والمرشدين الزراعيين، ومنتجى البذور، والعاملين فى مجالى الشحن والتسويق بشأن الصفات التى يرونها ضرورية فى الصنف الجديد

٢ – يجب أن يأخذ المربى – فى الاعتبار – المؤشرات الدالة على التغير فى ذوق المستهلك، فلا يبدأ برنامج تربية لإدخال صفة معينة، يعلم – سلفًا – أنه توجد بدايه تغير فى ذوق المستهلك بشأنها، كما حدث عندما تغير الطلب على الكرفس الأصفر، وأصبح المستهلك يفضل الكرفس الأخضر.

٣ – وينطبق الشئ ذاته على المؤشرات الدالة على التغيرات المحتملة فى طرق الحصاد، نظرا لأن الدواعى الاقتصادية كثيرًا ما تستلزم إجراء الحصاد آليًا، وهو ما يتطلب أصنافًا ذات مواصفات خاصة.

٤ – ويجب على المربى أن يأخذ – أيضًا – فى الاعتبار التغيرات المحتملة فى السلالات الفسيولوجية للمسببات المرضية عند التربية لمقاومة الأمراض، وهو أمر يختلف من مرض إلى آخر، ويكون معروفًا سلفًا.

٥ – وعلى المربى أن يضيف صفات واضحة؛ مثل اللون، والحجم، والشكل المرغوب فيه من المستهلك، عند التربية لتحسين صفات لا يشعر بها المستهلك؛ مثل القيمة الغذائيه العالية.

٦ – يتعين على المربى – أيضًا – أن يكون واقعيًا بشأن أهداف التربية؛ فمن الصعب

نتاج أصناف تكون مبكرة، وعالية المحصول، وكبيرة الثمار في آن واحد؛ لأن الأصناف عالية المحصول، الكبيرة الثمار غالبًا ما تكون متأخرة

٧ - كما يجب أن يفاضل المربي بين الطرق المختلفة للوصول إلى نفس الهدف. ويختار أبسرها وأسرعها، فمثلا أمن الأفضل التربية لزيادة محتوى ثمار الماوون من السكر، أم جعل النبات أكثر مقاومة للأمراض؟. وهو ما يعني بقاء النبات نامية بصورة جيدة إلى نهاية موسم الحصاد، مما يؤدى إلى نقص عدد الثمار التي يحمل بها نسبة السكر. وكمثال آخر فإن المربي يمكن أن يفاضل بين التربية لتحسين صفة الطعم في الصناطم، والتربية لمقاومة التشقق. وارتفاع صلابة الثمار، وهو ما يعني إمكان تأخير الحصاد، إلى أن يصبح الثمار أكثر نضجا، وأفضل طعما

٨ - كما يتعين على المربي قبل أن يبدأ برنامج التربية أن يفاضل بين التربية والوسائل الأخرى الممكنة لتحقيق الهدف نفسه، وعلى سبيل المثال فإنه لا توجد صعوبة كبيرة في مكافحة بعض الأمراض والحشرات بوسائل أخرى غير التربية، كما أن إنتاج خضروات صغيرة الحجم – بتضييق مسافة الزراعة - أمر أسهل من إنتاج أصناف جديدة أصغر حجما

## الخطوات الأساسية في برنامج تربية النبات

يلخص Burton (١٩٦٦) الخطوات الأساسية في برنامج التربية فيما يلي

١ إحداث اختلافات بين النباتات

↓

٢ – التعرف على النباتات ذات الصفات المرغوب فيها وانتخابها ٤ – إجراء تلقيحات فيما بينها

↓

٣ - تقييم النباتات المنتخبة

↓

٥ – إكثار النباتات المنتخبة

↓

٦ – نشر زراعة النباتات المنتخبة كصنف جديد

يربط هذا التلخيص لبرنامج التربية بين العمليات التى يقوم بها المربى، خاصة بالنسبة للعملية الرابعة، والتى يقصد بها الانتخاب المتكرر recurrent selection، حيث توضح الأسهم مكان الانتخاب المتكرر من برنامج التربية وتدور جميع اهتمامات المربى نحو هذه الأمور الستة ووسائل تحقيقها وقد يعترض البعض على أن الخطوة الخمسة – الخاصة بإكثار النباتات المنتخبه – ليست من اختصاص المربى، ولكن منْ ذا الذى يمكن أن تتوفر لديه الرغبة فى المحافظة على الصنف الجديد وإكثاره أكثر من المربى نفسه الذى يقضى – فى المتوسط – من ٥–٢٥ سنة من عمره فى إنتاج أى صنف جديد.

ويفصل Singh (١٩٩٣) فى شكل (١–١) الخطوات الأساسية فى برامج التربية – وهى التى أسلفنا إيجازها – وخاصة فيما يتعلق بخطوة إحداث الاختلافات بين النباتات، سواء أكانت هذه الاختلافات من بين تلك التى تتواجد طبيعيًا، أم أنها تستحدث بواسطة المربى.

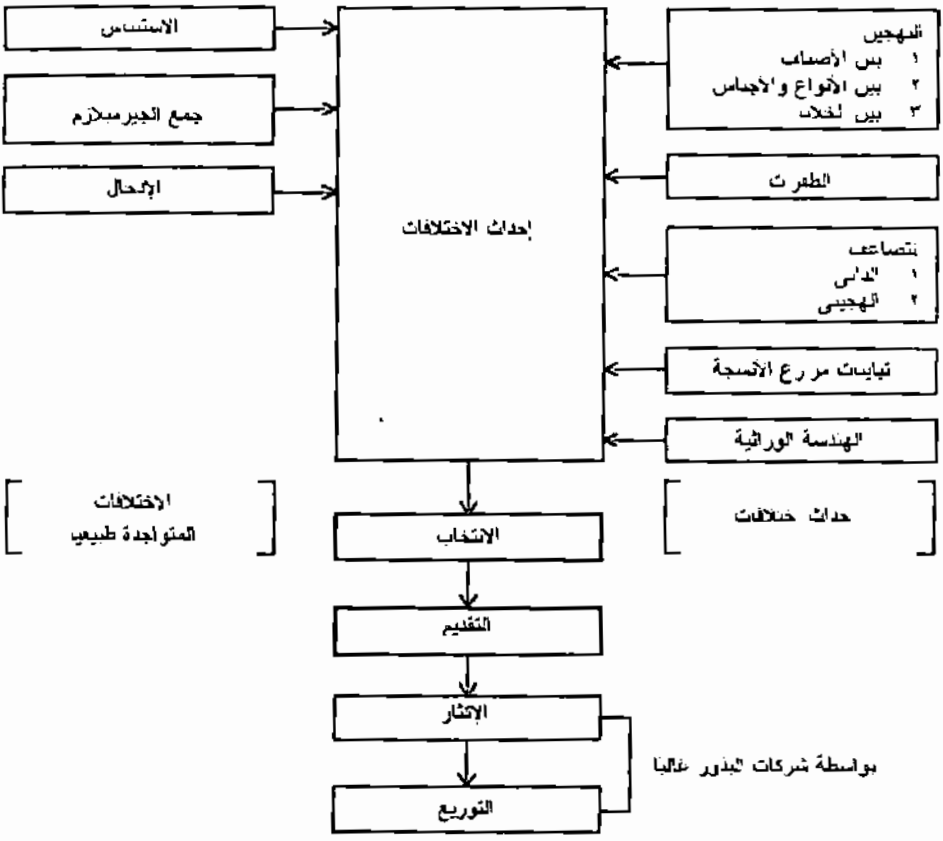
يقوم المربى بجميع الخطوات التى سبق بيانها، سواء أكان يعمل فى المؤسسات العلمية الحكومية، أم فى القطاع الخاص كشركات إنتاج البذور، وهما مجالان يربط بينهما التعاون الوثيق والدعم المتبادل؛ للوصول إلى الهدف المنشود من التربية. ولمزيد من التفاصيل عن دور المربى فى كلتا الحالتين . يراجع Ryder (١٩٨٤)

## مصادر الجيرمبلازم اللازم لبدء برنامج التربية

يعرف الجيرمبلازم germplasm بأنه أى مصدر لصفة معينة، أو لمجموعه من الصفات الوراثية المحددة، وهو اصطلاح واسع الاستعمال؛ فعلى سبيل المثال .. يطلق على المجموعة العالمية لأصناف القمح وسلالاته – وهى تزيد على ٤٠ ألفًا – بأنها جيرمبلازم القمح العالمى، ويطلق اسم جيرمبلازم الطماطم المقاوم للحرارة العالية على مجموعة الأصناف، والسلالات التى تتوفر فيها هذه الصفة، كما تطلق كلمة جيرمبلازم على مجموعة الأصناف والسلالات، التى تتوفر لدى المربى الذى يعمل على تحسين صفة ما أو مجموعة من الصفات فى محصول معين.

وقد استعمل – منذ ثمانينيات القرن العشرين – مصطلح تعزيز الجيرمبلازم germplasm enhancement (Ryder ١٩٨٤)، للدلالة على عملية تربية النباتات ذاتها وتحسينها، وهى – فى جوهرها – عملية تجميع مستمرة لصفات مرغوب فيها فى

صنف ناجح، أو فى مجموعة من الأصناف من محصول ما. تمثل الجيرمبلازم المرغوب فيه من هذ المحصول




شكل ( ١-١ ) الخطوات الأساسية فى برنامج التربية

**ويمكن إيجاز مصادر الجيرمبلازم اللازم لبدء برنامج التربية فيما يلى: (عن Fehr ١٩٨٧):**

١ - الأصناف التجارية المحسنة

تعد الأصناف التجارية المحسنة أهم أنواع الجيرمبلازم التى يمكن أن يبدأ بها المربى برنامج التربية، وكلما ازداد اختلاف هذه الأصناف فى صفاتها ازدادت الفرصة لحصول المربى على تراكيب وراثية جديدة، تجمع الصفات المرغوبة فيها معا ويفضل استعمال الأصناف الحديثة المستخدمة فى الزراعة التجارية سواء أكنت

محلية، أم مستوردة - على الأصناف القديمة التى لم تعد مستخدمة فى الزراعة ويحصل على الأصناف التجارية من سركات البذور المخصصة

٢ -- صفوة سلالات التربية Elite Breeding Lines

يمكن أن يبدأ برنامج التربية معتمدًا على سلالات التربية المتازة التى تمثل الصفوة المنتخبة من برامج تربية أخرى، بعد أن تكون قد قطعت شوطا طويلا فى عمليات التقييم ولكنها لم تعتمد بعد أو لا يرغب فى اعتمادها كصنف جديد يتم تداول هذه السلالات عادة بين مربى المحصول الواحد. خاصه بعد أن يعلن عنها فى المجلات العلمية المتخصصة

٣ – سلالات التربية المحسنة الفائقة فى صفة أو أكثر:

يمكن أن يبدأ برنامج التربية بسلالات تربية محسنة لم تصل إلى مستوى الصفوة، ولكنها تفوق غيرها فى صفة ما، أو فى صفات قليلة يرغب المربى فى إدخالها ضمن برنامج التربية ويمكن اعتبار الأصناف التجارية القديمة – التى لم تعد مستعملة تجاريًا – من هذه الفئة، لأنها قد تكون مصدرًا لبعض الصفات المرغوب فيها ويطلق على هذه النوعية من الجيرمبلازم اسم الأصول الوراثية genetic stocks، أو سلالات الجيرمبلازم germplasm lines.

٤ – النباتات المُدخلة أو المستوردة plant Introductions من الأنواع المزروعة

تسمل هذه الفئة من الجيرمبلازم كل السلالات التى تُجمع من مختلف دول العالم بما فى ذلك السلالات التى تجمع محليًا، أو تعد مصدرًا مهمًا لعديد من الصفات، ويبحث فيها مربو النبات – دائما -- عن مصادر لمقاومة الآفات المختلفة، التى لا تتوفر فى الأصناف التجارية، وهى تشمل الأصناف البلدية، والطرز البرية من المحصول، وطرز "الحشائش" المحصولية.

٥ – الأنواع القريبة

يلجأ المربى – أحيانًا – إلى الأنواع القريبة من المحصول المزروع، لنقل صفات معينة منه، لا تتوفر فى المحصول الذى يسعى إلى تحسنه، وتُتبع – فى هذه الحالة – طرق شتى لإجراء التهجين النوعى أو الجنسى المطلوب.

أما مصادر المعلومات عن الجيرمبلازم - الذى يمكن أن يبدء به المربى برنامج التربية - فإنها تتوفر فيما يلى:

١ الدوريات العلمية المتخصصة

٢ - كتيبات سركات البذور العالمية

٣ - تقارير تعاونيات المهتمين بوراثة مختلف المحاصيل، وهى جمعيات تضم المشتغلين بوراثة محاصيل معينة، وتحسينها، وتهتم بجمع جيرمبلازم هذه المحاصيل، ودراسته وراثيًا، وتُنشر تقارير دورية عن نتائج دراساتهم فى هذه المجالات، ومن أمثلتها ما يلى (عن Rick ١٩٧٠)

- تعاونية مربى التفاح Apple Breeders Cooperative
- تعاونية تحسين الفاصوليا Bean Improvement Cooperative
- تعاونية تحسين الصليبيات Crucifer Improvement Cooperative
- تعاونية وراثة القرعيات Cucurbit Genetics Copperative
- مؤتمر مربى العنب Grape Breeders Conference
- تعاونية برنامج تربية الجزر الوطنية National Cooperative Carrot Breeding Program
- اجتماع عمل الخس الوطنى National Lettuce Workshop
- مؤتمر مربى الخوخ الوطنى National Peach Breeders Conference
- رابطة مربى الذرة السكرية الوطنية National Sweet Corn Breeders Association
- تعاونية مربى الكمثرى Pear Breeders Cooperative
- رابطه وراثة البسلة Pisum Genetics Association
- المشتغلون بالثمار الصغيرة Small Fruit Workers
- برنامج تبادل الطماطم الجنوبى Soulthern Tomato Exhange Program
- المائدة المستديرة لمربى الطماطم Tomato Breeders Round Table
- تعاونية وراثة الطماطم Tomato Genetics Cooperative.
- الرسالة الإخبارية لتحسين الخضر Vegetable Improvement Newsletter
- خدمة معلومات القمح Wheat Information Service

وبالرغم من أن غالبية الجمعيات التى ورد ذكرها أمريكية، وتختص بالمحاصيل البستانية إلا أنه توجد جمعيات أخرى أوروبية، وجمعيات تهتم بالمحاصيل الحقلية.

٤ – بالاتصال الشخصى مع مربى النبات فى مختلف دول العالم

## معاهد ومراكز البحوث الدولية المهتمة بتربية النباتات

برزت معاهد البحوث الدولية كمؤسسات تهتم بتربية المحاصيل الرئيسية الهامة لأجل إنتاج أصناف عالية المحصول يتم توزيعها فى الدول النامية. وتتلقى تلك المعاهد دعمًا ماليًا من جهات عديدة، مثل الأمم المتحدة، الدول المانحة، والمؤسسات الخاصة المانحة

**وفيما يلى قائمة بأسماء المعاهد البحثية الدولية، ومواقعها، والمحاصيل التى تهتم بتربيتها:**

١ – مركز بحوث وتنمية الخضر الآسيوى Asian Vegetable Research and Development Center (اختصارًا AVRDC) يوجد المركز فى شانهو Shanhua بتايوان Taiwan، ويهتم بكل من الكرنب الصينى، وفاصوليا المنج. والفلفل، والطماطم، وفول الصويا

٢ – المركز الدولى للبحوث الزراعية فى المناطق القاحلة International Center for Agricultural Research in Dry Areas (اختصارًا: ICARDA): يوجد المركز فى حلب Aleppo بسوريا، ويهتم بكل من: الشعير، والحمص، والفول، ومحاصيل المراعى الاستوائية، والعدس، والقمح

٣ المركز الدولى لتحسين الذرة والقمح International Center for Maize and Wheat Improvement (اختصارًا CIMMYT): يوجد المركز فى Mexico City بالمكسيك، ويهتم بالذرة، والترتيكيل triticale، والقمح.

٤ - المركز الدولى للزراعة الاستوائية International Center for Tropical Agriculture (اختصارا CIAT) يوجد المركز فى كالى Cali بكولومبيا Colombia، ويهتم بكل من الفاصوليا الجافة، والكاسافا، والقمح، ومحاصيل المراعى الاستوائية

٥ المعهد الدولى لبحوث المحاصيل فى المناطق الاستوائية سبه القاحلة International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (اختصارًا ICRISAT) يوجد المعهد فى الهند (Patancheru, Andhra Pradesh, India)، ويهتم بكل من الحمص، والدُخن millet، والفول السودانى، وبسلة بيجون

٦ المعهد الدولى للزراعة الاستوائية International Institute of Tropical Agriculture (اختصارًا IITA) يوجد المركز فى إبادن Ibadan بنيجيريا Nigeria، ويهتم بكل من الكاسافا، واليام cocoyam، واللوبيا، وفاصوليا الليما، والذرة، وبسلة بيجون، والأرز، وفول الصويا، والبطاطس، والفاصوليا المجنحة، واليام yam

٧ – مركز البطاطس الدولى International Potato Center (اختصارًا CIP) يوجد المركز فى ليما Lima – ببيرو Peru، ويهتم بكل من البطاطس والبطاطا.

٨ – المعهد الدولى لبحوث الأرز International Rice Research Institute (اختصارا IRRI) يوجد المعهد فى لوس بانيوس Los Banos بلاجونا Laguna بالفيليبين Philippines، ويهتم بالأرز (عن Poehlman & Sleper ١٩٩٥).

ولقد تكونت فى عام ١٩٧١ ما يعرف باسم "المجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية" The Consulative Group on International Agricultural Research (اختصارًا CIGAR)، وهى منظمه فريدة فى تكوينها، فليس لها كيان قانونى، وليس لها ميثاق مكتوب، وليس لها متطلبات رسمية للعضوية، وتعمل كوسط للمناقشة والتعاون ولقد أثبتت المجموعة كفاءة عالية فى تحقيق أهدافها وهى تتشكل (حتى عام ٢٠٠٠) من ٥٣ عضوا حكوميًّا خاصًّا تدعم ١٦ مركزًا بحثيًا دوليًا. وللمجموعة داعمين مشاركين Co-sponsors، هم منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (الفاو) FAO، وبرنامج التنمية التابع للأمم المتحدة United Nation Development Program، وبرنامج البيئة التابع للأمم المتحدة United Nation Environment Program ويترأس المجموعة أحد كبار المسئولين بالبنك الدولى، كما يوفر البنك الدولى سكرتارية لجهاز المجموعة فى واشنطن وتبلغ ميزانية المجموعة حوالى ٣٠٠ مليون دولار أمريكى سنويًا ويساعد المجموعة مجلسا استشاريًا يعرف باسم Technical Advisory Committee يقدم

استشارته فيما يتعلق بالأمور العلمية والدعم المالى للمراكز البحثية التى تدخل ضمن مسئوليته

ويعطى Chopra (٢٠٠٠) مزيدًا من التفاصيل عن المراكز والمعاهد البحثية الزراعية الدولية الستة عشرة التى تتبع الـ CIGAR (تتضمن القائمة الثمانى مراكز ومعاهد التى أسلفنا بيانها)، وهى كما يلى:

1 International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, Colombia
2 Center for International Forestry Research (CIFOR), Jakarta, Indonesia.
3 International Center for the Improvement of Maize and Wheat (CIMMYT), Mexico City, Mexico
4 International Potato Center (CIP), Lima, Peru.
5. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syrian Arab Republic.
6. International Center for Research in Agroforestry (ICRAF), Nairobi, Kenya.
7 International Crops Research Institute for the semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, Andhra Pradesh, India.
8. International Institute of Tropical Agriculture (ITTA), Ibadan, Nigeria.
9. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy.
10. International Rice Research Institute (IRRI), Manila, The Philippines.
11. West Africa Rice Development Association (WARDA), Bouake, Cote d'Ivoire.
12. International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Makati City, The Philippines.
13. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, D. C., USA.
14. International Management Institute (IMI), Colombo, Sri Lanka.
15. International Livestock Research Institute (TLRI), Nairobi, Kenya.
16. International Service for National Agricultural Research (ISNAR), The Hague, The Netherlands.

## دوريات المستخلصات المهتمة ببحوث تربية النبات

تُرصد الأبحاث التى تتناول مختلف أوجه وأنشطة تربية النباتات والتى تنشر فى

جميع أنحاء العالم ترصد فى دوريتين رئيسيتين من دوريات المستخلصات Abstracting Periodical، هما

١ - دورية Plant Breeding Abstracts

وهى دورية تصدر شهريًا عن الـ Commonwealth Agricultural Bureau (اختصارا CAB)، وتحوى قرابة ١٣ ١٥ ألف مستخلص بحثى سنويًا فى مجالات تربية النبات، والوراثة، والوراثة الجزيئية، والتكاثر، والتقسيم والتطور، والمقاومة، والسيتولوجى

٢ – دورية Plant Genetic Resources Abstracts

وهى دورية تصدر بالتعاون بين الـ CAB، والمعهد الدولى للثروة الوراثية النباتية International Plant Genetic Resources Institute، وتحوى أكثر من ٢٥٠٠ مستخلص بحثى سنويًا فى مجالات التربية، وشبكات المعلومات، والتقسيم والتطور، والأنواع الجديدة، والتباينات الوراثية داخل العشائر النباتية وبنيها، وحصر الجيرمبلازم، وحفظ الجيرمبلازم وتقييمه وتسجيله وتحسينه واستعماله وتبادله (عن Practak & Hobbs ١٩٩٥)

## برامج التربية بالمشاركة

بدأ منذ سبعينيات القرن العشرين اتجاه نحو إشراك المهتمين بتحسين وتربية النباتات فى تنفيذ برامج التربية بالتعاون مع المربين، فيما يعرف باسم participatory plant breeding، حيث يشارك فى تنفيذ البرامج – إلى جانب مربى النبات – المزارعون، والمستهلكون، والمرشدون الزراعيون، والتجار، والقائمون بتصنيع المحصول، والجمعيات الريفية

ولقد أطلق على برامج التربية التى تجرى بالمشاركة Participatory Plant Breeding عديدا من المسميات، منها

١ – تربية النبات التعاونى Collaborative Plant Breeding

٢ – التربيه بمشاركة المزارع Farmer Participatory Breeding.

٣ – التحسين المحصولى بالمشاركه Participatory Crop Improvement

٤ انتخاب الأصناف بالمشاركة Participatory Variety Selection

## أنواع برامج التربية بالمشاركة

يجرى عادة نوعان من برامج التربية بالمشاركة. نوع استشارى consultative، وآخر تعاونى collaborative ويتم فى النوع الاستشارى استشارة المزارعين فى جميع مراحل البرنامج بداية من تحديد الأهداف واختيار الآباء حتى اتخاذ القرار النهائى، ولكن البرنامج ذاته يقوم به المربين أما فى النوع التعاونى فإن المزارعين يقومون أنفسهم بزراعة الأجيال الانعزالية الأولى، وينتخبون أفضل النباتات فى حقولهم، ويستمر التعاون قائمًا خلال الأجيال التالية كذلك

## إسهامات المشاركون فى برامج التربية بالمشاركة

يسهم المشاركون فى برامج التربية فى عملية البحث ذاتها من عدة وجوه، كما يلى

١ - تحديد أهداف البرنامج.

٢ - تحديد الأولويات.

٣ إجراء التلقيحات.

٤ – تقييم الجيرمبلازم فى المراحل الأولى للبرنامج.

٥ – إجراء التقييم النهائى على النطاق الواسع

٦ – الإسهام فى عملية إكثار البذور

٧ – المشاركة فى نشر زراعة الأصناف الجديدة

٨ – كذلك فإن حفظ الجيرمبلازم فى مكانه بالطبيعة *In situ* conservation من أنسب طرق الحفظ؛ الأمر الذى يمكن تحقيقه بواسطة المزارعين أنفسهم من خلال برامج التربية بالمشاركة، حيث يستمرون فى زراعة عشائر نباتية تكثر فيها الاختلافات الوراثية وتستمر فيها الانعزالات.

## المجالات التى تفضل فيها التربية بالمشاركة

إن التربية بالمشاركة تركز أساسًا على ما يلى:

١ – المحاصيل الذاتية التلقيح، مثل الأرز، والشعير، والفاصوليا.

٢ - تحمل الظروف البيئية القاسية وظروف الزراعة غير المثالية.

٣ – التوسع فى استعمال السلالات المحلية كآباء فى برامج التربية

٤ - الانتخاب للتأقلم على ظروف بيئية معينة

٥ التركيز على لامركزية عمليتى الاختبار والتقييم

## دواعى التربية بالمشاركة

إن من أهم الأسباب التى دعت مربى النبات إلى الاتجاه نحو التربية بالمشاركة، ما يلى

١ تؤدى إجراء الانتخاب فى محطات التجارب إلى إنتاج أصناف متفوقة على الأصناف والسلالات المحلية تحت الظروف المثلى فقط، بينما قد لا تكون تلك الأصناف متفوقة أو متميزة تحت ظروف الزراعة البدائية لدى المزارع الصغير

٢ – يعمد صغار المزرعين فى الظروف البيئية القاسية إلى المحافظة على أكبر قدر من الأنواع النباتية والتباينات الوراثية كعامل أمان ضد الانحرافات الحدة فى العوامل البيئية، ويدخل ضمن تلك الإجراءات زراعة المحاصيل المختلطة، والأصناف المخلطة، والعشائر المتباينة وراثيًا

٣ حينما يشارك المزارعون فى عملية الانتخاب فإن الأسس التى يبنون عليها الانتخاب تختلف كثيرا عن تلك التى يعتمد عليها المربين، حيث يتأثر المزارعون بقوة باحتياجاتهم الخاصة واحتياجات الأسواق المحلية على حساب احتياجات الأسواق البعيدة

٤ – نجد فى برامج التربية العادية أن السلالات التى تكون جيدة فى بعض المواقع ولكنها لا تكون بنفس المستوى تحت ظروف الزراعة المثلى هذه السلالات يتم استبعادها لأنها تكون قليلة المحصول، على الرغم من انها تكون هى المطلوبة تحت ظروف الزراعة غير المثلى (عن Chopra ٢٠٠٠)

## متطلبات التربية بالمشاركة

يناسب التربية بالمشاركة إجراء عدد قليل من التلقيحات التى يستخدم فيها آباء منتقاة بعناية، على أن تجرى التربية بطريقة الانتخاب الإجمالى أو بالتحدر من بذرة واحدة، كذلك يتعين الحد من أعداد السلالات والعائلات التى يتم تقييمها مقارنة بما

يحدث فى طرق التربية التقليدية، بينما يزداد حجم العشائر النباتية المستخدمة، أى تتم زيادة أعداد النباتات المزروعة من كل عشيرة منها

ويعد تقييم الأصناف بالمشاركة أولى خطوات انتخاب الآباء المرغوب فيها، حيث يتحدد مدى قبول المزارعين للجيرمبلازم المحلى والمستورد. ويتم التعرف على الصفات الهامة

وعلى الرغم من أن البرنامج يجب أن يبدأ بعدد قليل من التلقيحات، فإن أعدادها تزداد بمرور الوقت إذا ما أضيف تلقيح أو أكثر سنويًا، الأمر الذى يحافظ على استمرار اهتمام المزارعين بالبرنامج من خلال إمدادهم - سنويًا - بعشائر وراثية جديدة من برنامج التربية المركزى.

ويتعين فى هذه البرامج ألا تتضخم أعداد السلالات والعشائر التى يحتفظ بها أى مزارع على حدة، وإن كان من المناسب زيادة أعداد النباتات فى كل واحدة من العشائر المحتفظ بها، خاصة وأن التكاليف الإضافية لتلك الزيادة فى أعداد النباتات تعد قليلة نسبيًا (عن Sperling وآخرين ٢٠٠١، و Almekinders & Elings ٢٠٠١، و Witcombe & Virk ٢٠٠١)

وتعد طريقة الانتخاب الإجمالى أكثر طرق التربية مناسبة للتطبيق فى برامج التربية بالمشاركة نظرًا لإمكان تطبيقها من قبل المزارعين دونما مشاكل.

## مزايا التربية بالمشاركة

تحقق برامج التربية بالمشاركة المزايا التالية:

١ - الوصول إلى المزارع الصغير، وتحقيق احتياجاته بطريقة أكثر كفاءة عما فى برامج التربية العادية التى يقوم بها المربى فقط.

٢ - التربية للقدرة على تحمل الظروف القاسية والبيئات غير المتجانسة، حيث يكون أحد الآباء - على الأقل - فى كل تلقيح - متوافقًا مع البيئة المحلية.

٣ - يقل كثيرًا التفاعل بين التركيب الوراثى والبيئة، لأن الانتخاب يجرى تحت الظروف البيئية المعنية.

٤ – يكون سلوك الأب المحلى ثابتًا من سنة لأخرى

٥ - لا يحتاج برنامج تربيه إلى إجراء تهجينات كثيره، مما يسمح بإمكان زياده اعداد نباتات عشائر الجيلين الثانى والثالث التى يمكن زراعتها واختبارها، الأمر الذى يزيد من احتمالات الحصول على الانعزالات الوراثيه المرغوب فيها

٦ تزداد كثيرا كفاءة الانتخاب للصفات التى يفضلها المستهلك (Chopra ٢٠٠٠)

## قائمة ببعض الكتب المرجعية فى مجال أساسيات وطرق تربية النبات

نقدم - فيما يلى قائمه بعدد من الكتب المرجعية الهامه التى تتناول بعض أوجه أساسيات وطرق تربية النبات

| المرجع | الموضوع |
|---|---|
| Hayes وآخرون (١٩٥٥) | أسس وطرق تربية النبات |
| Allard (١٩٦٤) | أسس وطرق تربية النبات |
| Brewbaker (١٩٦٤) | الأسس العامه مبسطة |
| Williams (١٩٦٤) | الأسس الوراثيه وتربيه النبات |
| Frey (١٩٦٦) | مقالات مراجعات متنوعة فى مواضيع مختلفه |
| Briggs & Knowles (١٩٦٧) | أسس وطرق تربية النبات |
| Chaudhari (١٩٧١) | المبادئ العامة لتربية النبات |
| Ledoux (١٩٧٥) | جوانب متنوعة لأسس التربيه متقدم |
| Simmonds (١٩٧٩) | مبادئ تحسين النباتات |
| Mayo (١٩٨٠) | أسس تربية النبات |
| Sneep & Hendriksen (١٩٧٩) | أسس تربية – متقدم |
| على والجلبى (١٩٨١) | المبادئ العامة مختصرة ومبسطه |
| Welsh (١٩٨١) | أسس تربية النبات مبسطة |
| Frey (١٩٨١) | جوانب متنوعة لأسس التربية متقدم |
| Vose & Blixt (١٩٨٤) | أسس تربية – متقدم |
| Russell (١٩٨٥) | مواضيع متنوعة فى تربية النبات |

| المرجع | الموضوع |
|---|---|
| إلياس ومحمد (١٩٨٥) | الأسس العامة مبسطة |
| Fehr (١٩٨٧) | أسس وطرق تربية النبات |
| الخشن وآخرون (١٩٨٨) | أسس وطرق تربية النبات |
| Stalker & Murphy (١٩٩٢) | مقالات مراجعات متنوعة فى مواضيع مختلفة |
| Callaway & Francis (١٩٩٣) | التربية لأجل الزراعة المتواصلة |
| Singh (١٩٩٣) | أسس وطرق تربية النبات |
| Poehlman & Sleper (١٩٩٥) | أساسيات وطرق التربية وتطبيقاتها على المحاصيل الحقلية |
| Agrawal (١٩٩٨) | أساسيات تربية النبات |
| Allard (١٩٩٩) | تعد هذه الطبعة مكملة للطبعة الأولى من الكتاب وليست بديلاً عنها |
| Simmonds & Smartt (١٩٩٩) | أساسيات وطرق تربية النبات .. مكمل للطبعة الأولى (Simmonds ١٩٧٩). |
| Chopra (٢٠٠٠) | أسس وطرق تربية النبات |
| Chahal & Gosal (٢٠٠٢) | أسس وطرق تربية النبات |