(١) تربية وتحسين أشجار الغابات

مقدمة :

ان علم تربية وتحسين أشجار الغابات من العلوم الزراعية الهامة ونظراً للحاجة المتزايدة على الخشب يوم بعد يوم في كثير من دول العالم وخاصة الدول النامية وكذلك تحفيز النبات على النمو بشكل اسرع وتحسين صفاته ، فقد برزت الحاجة الى استخدام الوسائل المتنوعة بغية تحسين الصفات والتقليل من دورات القطع فلم يكن للإنسان إلا اللجوء الى طرق تربية النبات لاستغلال التغيرات بين الأصناف والانواع المختلفة وإيجاد تغيرات جديدة تمكن الباحثين من انتاج أصناف جديدة تمتلك صفات وراثية جديدة ذات كفاءة اعلى في استغلال عوامل النمو وتحويل اكبر قدر من الطاقة الضوئية الى طاقة كيمياوية ممثلة بالكربوهيدرات او البروتين او مواد أخرى .

فمن هذا يمكننا تعريف علم تربة النبات بشكل عام او علم تربية وتحسين أشجار الغابات بأنه الضبط الوراثي والمعالجة الجينية والهندسة الكرموسومية للنبات لخدمة الانسان والذي يمكن ان يفسر ايضاً بأنه تحسين الاتجاه الوراثي للنبات فيما يخص الاستعمال الاقتصادي .

اذ ان هذا التحسين يكون اما في زيادة الحاصل او زيادة قيمته الغذائية او الزيادة في المقاومة للأمراض والآفات او التحمل للظروف البيئية غير الملائمة او التقليل من دورات القطع بالنسبة لأشجار الغابات .

تاريخ علم تربية وتحسين النبات وتطوره :

المقصود بتربية النبات قبل اكتشاف قوانين مندل عام ١٩٠٠ م انه الفن الذي يهتم بنقل حبوب اللقاح من الأعضاء الذكرية الى الأعضاء الانثوية كذلك الاهتمام بانتخاب النباتات الجيدة ، اذ كانت الطبيعة هي العامل المهم والمربي الأول في انتخاب النباتات فلا يوجد نبات مزروع في أي مكان من الأرض إلا ويلائم ظروفها البيئية واستمر الحال على هذا المنوال حيث كانت الطبيعة تقوم بدورها من انتخاب وتأقلم الأصناف او الأنواع الصالحة لكل بيئة دون الحاجة لتدخل الانسان ، إلا انه بعد ظهور علم الوراثة Genetics تحول علم تربية النبات الى علم وفن .

فمن أولى الدراسات التي ظهرت بعد اكتشاف القوانين المندلية هي ما توصل اليه كل من Shull و East على انفراد للفترة من ١٩٠٧ – ١٩٠١٢ بخصوص انتاج سلالات نقية من نبات الذرة الصفراء عن طريق التلقيح الذاتي ولعدة أجيال وملاحظة تدهور الصفات المظهرية للنبات كما لاحظوا تفوق نباتات الجيل الأول (F_1) من تلقيح سلالتين نقيتين ومتباعدتين وراثيا غالباً مقارنةً بأبائهما ، وتعتبر ابحاثهما

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

ونتائج تجاربهم الخطوة الأولى لإنتاج الهجن الفردية Single cross في الذرة الصفراء ، وفي عام ١٩١٨ م اقترح Jones انتاج الهجن الزوجية Double cross في الذرة الصفراء ايضاً للتغلب على قلة انتاج البذور في الجيل الأول عند انتاج الهجن الفردية ، ومن طرق التربية الأخرى التي استخدمها الانسان هي الادخال (الاستيراد) والتي سيتم التطرق لها لاحقاً .

اهداف برامج التربية والتحسين :

١- زيادة الإنتاج : من الأهداف الأساسية التي يسعى اليها مربو النبات هو زيادة الإنتاج مثل زيادة الحاصل او زيادة انتاج البذور او زيادة المادة الخضراء .

٢- التربية لتحسين النوعية : يهدف مربي النبات الى تحسين النوعية عن طريق رفع نسبة البروتين او الزيوت او المحتوى من المعادن والفيتامينات والاحماض الامينية الضرورية للتغذية النباتية ، اذ نلاحظ انه بالإمكان زيادة الإنتاج عن طريق اجراء الاعمال التنموية المختلفة كخدمة التربة او التسميد والري وموعد طريقة الزراعة إلا انه من الصعب تحسين النوعية باستخدام العوامل المذكورة بنفس كفاءة طرق التربية .

٣- التربية لمقاومة الامراض والحشرات : حيث يعتبر الحصول على نباتات مقاومة للأمراض والحشرات من الأهداف المهمة لمربي النبات نظراً للخسائر الكبيرة الناتجة عن هذه الآفات كماً ونوعاً .

٤- توفير الوقت والتكاليف بتقصير برنامج التربية : تحتاج برامج التربية والتحسين لأشجار الغابات وقتاً طويلاً لإنتاج أصناف جديدة بالإضافة الى احتياجاتها لمصاريف كبيرة للحصول على الأصناف الممتازة والمرغوب فيها ، فبدراسة الظواهر الوراثية يمكن لمربي النبات من اختصار الوقت وتوفير المال الكثير فإن دراسة الظواهر الوراثية في النبات البالغ وارتباطها بالصفات الأخرى الموجودة في طور البادرة يسهل المهمة .

٥- التربية لصفات خاصة : يهدف مربي النبات الى انتاج أصناف جديدة مقاومة للبرودة المنخفضة او الحرارة العالية او الجفاف بالإضافة الى انتاج أنواع او أصناف جديدة لم تكن موجودة عن طريق عملية التهجين او زراعة الانسجة لإنتاج نباتات مقاومة للتلوث البيئي .

استراتيجية تربية النباتات في الوقت الحاضر :

نستطيع تقسيم استراتيجية تربية النبات الى خمسة اقسام هي :

١- معرفة النواقص في الأصناف الموجودة حالياً وتحديد الأهداف .

٢- جمع الاختلافات والفروقات بين الأصناف المختلفة ودراستها او اجراء عملية التهجين عليها .

٣- بعد التهجين تنتخب الصفات المرغوب فيها .

٤- تقسيم الأنواع او الأصناف الناتجة من عملية التهجين ومقارنتها بالأصناف المحلية .

العلوم المرتبطة بتربية وتحسين النبات :

يعتمد علم تربية وتحسين النبات على العلوم الأساسية والتطبيقية ذات العلاقة المباشرة وغير المباشرة والتي يستفيد منها مربي النبات ، وان مقدار التطور الذي يطرأ على هذا العلم مرتبط بمقدار التطور الحاصل ببقية العلوم الأخرى ومن اهم هذه العلوم :

١- الوراثة وعلم الخلية

٢- فسلجه النبات

٣- علم النبات

٤- علم الامراض النباتية والحشرات

٥- علم الكيمياء الحياتية

٦- علم الإحصاء الحياتي

ان المام مربي النبات بجميع العلوم السابقة الذكر يعتبر امراً صعباً لذا اتجه الباحثون في الوقت الحاضر في برامج التربية والتحسين الى البرامج الفرقية Team Work التي تضم باحثين من مختلف الاختصاصات ويقومون بأعمال مرحلية كل حسب تخصصه وهنا يبرز دور مربي النبات كباحث يعمل في جميع مراحل البرنامج وكموجه يقوم بجمع وتنسيق وتفسير المعلومات بما يخدم اهداف التربية والتحسين ، كما يتطلب من مربي النبات ان يكون له المام بعلم الوراثة وعلم تصميم وتحليل التجارب إضافة الى خبرته في طرق واسس تربية النبات .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

برامج التربية والتحسين لأشجار الغابات :

لتنفيذ أي برنامج للتربية والتحسين لأشجار الغابات يجب اولاً معرفة ما هو حجم مساهمة قطاع الغابات في اقتصاد البلد وهل هذه المساهمة تعتبر معنوية بحيث انها تشكل ضرورة اقتصادية لصالح ذلك البلد . والامر الاخر ما هو حجم مشاجر الغابات الاصطناعية بالقياس الى حجم الغابات ككل .
فمثلاً لو ان بلد صغير المساحة وذو كثافة سكانية عالية لا يستطيع إقامة نظام الغابات الكثيفة فلا مجال لإقامة برامج التربية والتحسين في مثل هذه البلدان ، وبالعكس لو ان البلد قليل الكثافة السكانية مع توفر مساحات كبيرة من الغابات الطبيعية والتي لها القدرة على التجديد الطبيعي فمثل هذه الدول ايضاً لا يوجد مبرر لإقامة برامج تربية وتحسين لأشجار الغابات اذ ان العمليات التنموية المبسطة تكون كافية للحماية والمحافظة على هذه الغابات .

متطلبات برامج التربية والتحسين لأشجار الغابات :

١- توفر الأراضي وحرية التصرف بها : ان المبالغ الكبيرة التي تشتمل عليها عمليات التشجير يجب ان تبرر فقط عندما يكون هنالك ضمان ان الغابات المؤسسة ستكون موضع إدارة غاباتيه ولدورة واحدة على الأقل كذلك يجب ان يكون للإدارة حرية التصرف خلال زمن الدورة . كما يجب ان يكون هنالك ضمانه على استمرار المشاجر لذا يفضل إقامة مثل هكذا برامج على أراضي هي ملك للدولة .
٢- معرفة مدى أو سعة عمليات التشجير : ان مدى او سعة عمليات التشجير بالشتلات المرباة يجب ان تتناسب مع ما متوقع من زيادة الإنتاجية للهكتار الواحد وكذلك حجم المساحة المشجرة .
٣- توفر الاسواق لتصريف المنتجات : اذ يجب توفر سوق لتصريف المنتج إما في الاسوق المحلية او عن طريق التصدير الى الخارج مع مراعاة ان المادة المسوقة يجب ان يكون تصريفها في حدود المسافات الاقتصادية بين موقع الإنتاج والسوق او محل الاستهلاك ، لذا قد نلحظ ان قسم من المشاجر ذات مردودات إنتاجية عالية لكن عملية الاستثمار غير اقتصادية بسبب ان كلف النقل تكون عالية ومتقلبة .
٤- توفر الكادر والاعتمادات المالية الضامنة لعمليات الصرف على البرامج التحسينية ، فعندما لا تتوفر الطاقة البشرية مثلاً او القدرة المالية فلا حاجة للبدء بمثل هكذا برامج .
٥- اعتماد نتائج وتحليلات البرامج التحسينية المنفذة في البلدان والمناطق المتشابهة بيئياً .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

عند وضع أي برنامج لتحسين أشجار الغابات على المخططين ان يحددوا الهدف او الأهداف من هذا المشروع اذ غالباً ما يكون اكثر من هدف واحد بالنظر الى طبيعة الاستثمار الغاباتي الطويل الأمد ، فالأهداف هي التي تحدد طبيعة البرنامج فمثلا عند تشجير اليوكالبتوس بكثافة عالية في وحدة المساحة تتفوق هذه المشاجر على المشاجر ذات الكثافة الواطئة عندما يكون الهدف انتاج خشب الوقود والفحم والعكس صحيح عندما يكون الهدف انتاج العجينة السليلوزية قصيرة الالياف .

الأهداف في برامج التربية والتحسين لأشجار الغابات تنقسم الى ثلاثة أنواع هي :

١- اهداف انية .

٢- اهداف قصيرة الأمد .

٣- اهداف طويلة الأمد .

معوقات برامج التربية والتحسين لأشجار الغابات :

١- عند محاولة تأسيس مشاجر ذات إنتاجية عالية في ظروف شبه جافة فالتحقيق ذلك يجب ان تكون الأنواع المشجرة سريعة النمو او مقاومة للجفاف ونادراً ما يكون هنالك أنواع سريعة النمو ومقاومة للجفاف بنفس الوقت ، ويمكن التغلب على ذلك عن طريق ادخال نظام للري .

٢- عند محاولة تحسين الأنواع المدخلة باستخدام مشاجر صغيرة ذات قاعدة وراثية ضيقة او غير معروفة الأسس الوراثي ، في مثل هذه الحالات يجب القيام بالعديد من التجارب المسبقة عن هذه الأنواع وعم مصادرها .

٣- عند محاولة استخدام بذور أشجار الأنواع الأجنبية في عمليات التشجير والتي قد تكون الكميات المجهزة غير كافية او قد تفشل هذه الأنواع في البيئة الجديدة .

٤- عندما تكون الفترة الزمنية اللازمة من الانبات لحين انتاج البذور في أشجار الغابات حائلاً خطيراً دون تحقيق الأهداف ، ففي حالة حاجتنا الى بذور محسنة خلال فترة خمسة سنوات من احد الأنواع وان هذا النوع يحتاج على الأقل الى عشرة سنوات لإنتاج البذور .

تحسين أشجار الغابات وعلاقته إدارة الغابات

يعتبر فن تحسين أشجار الغابات احد الأدوات المتاحة لإدارة الغابات ولا يمكن تخيله بمعزل عنها فدراسات أبحاث التربية والتحسين يجب ان تتكامل مع الدراسات والأبحاث في المجالات الأخرى ، كالتربة و البيئة وغيرها ، فالسياسة الغاباتية يجب ان تعمل من اجل تهيئة كافة مستلزمات التكامل بين جميع القطاعات البحثية وتوظيفها في العمليات التنموية والخدمية للغابة .

ان نتائج التحسين الناجحة قد تحور من أساليب وطرق إدارة الغابة فمثلاً التوصل الى أشجار جيدة واكثر انتظاماً ومقاومة للمرض والآفات كلها عوامل تمهد منذ بدء عمليات التشجير من خلال الزراعة بمسافات متباعدة .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

(٢) الخلية

الخلية الوحدة التركيبية والوظيفية الأساسية للحياة . وفي الكائنات وحيدة الخلية تعتبر الخلية كائن حي كامل بينما في الكائنات الراقية عديدة الخلايا فأنه يوجد تجمع لعدد كبير من الخلايا المختلفة والتي تنظم بكل دقة لتكون نسيجا والأنسجة المختلفة تكون عضوا ، والأعضاء المختلفة تكون الكائن الحي سواء كان نبات او حيوان من خلال عملية النمو Growth والتطور Development أو التغير الشكلي Morphogenesis والتي يحدث خلالها تفاعلات كيماوية وتخصصات وظيفية .

بالرغم من تعدد النواتج التخصصية والوظيفية للخلايا إلا أن الخلايا متشابه الي حد كبير في احتوائها علي عديد من العضيات التي يتم فيها التفاعلات الكيماوية كذلك تتشابه في الأغشية البلازمية والأحماض النووية DNA و RNA التي تعمل كمكونات أساسية في ميكانيكية نقل المعلومات في جميع الخلايا.

وعلى هذا فالكائنات الأولية ذات الخلايا غير المحتوية علي إنويه محددة عادة ما تشترك في الكثير من الخصائص العامة مع الكائنات ذات الخلايا المحتوية علي إنويه محددة.

نظرية الخلية والصفات العامة للمادة الحية:

تشترك كل الكائنات الحية في انها تتكون من خلايا وبعد أن علمنا أن الخلية الحية تستطيع بمفردها ان تكرر موادها الوراثية وان تستخدم المعلومات الوراثية بها لبناء البروتين وان تستهلك وتنتج الطاقة بها . وهكذا تكون الخلية هي الأساس لكل صور الحياة بالرغم من ان لكل خلية دور ووظيفة حيوية تختص بها . لهذا تعرف الخلية بأنها وحدة النشاط الحيوي والتي تحاط بغشاء حي شبة منفذ ويمكنها ان تكرر نفسها بالانقسام الخلوي عندما تعزل علي بيئة غذائية مناسبة . او تعرف بانها اصغر جزء من الكائن الحي والذي يحوي الخواص والصفات المميزة للمادة الحية . والفكرة الشائعة ان الخلية هي الوحدة الاساسية للحياة .

الخلية النباتية النمطية Cell Typical Plant :

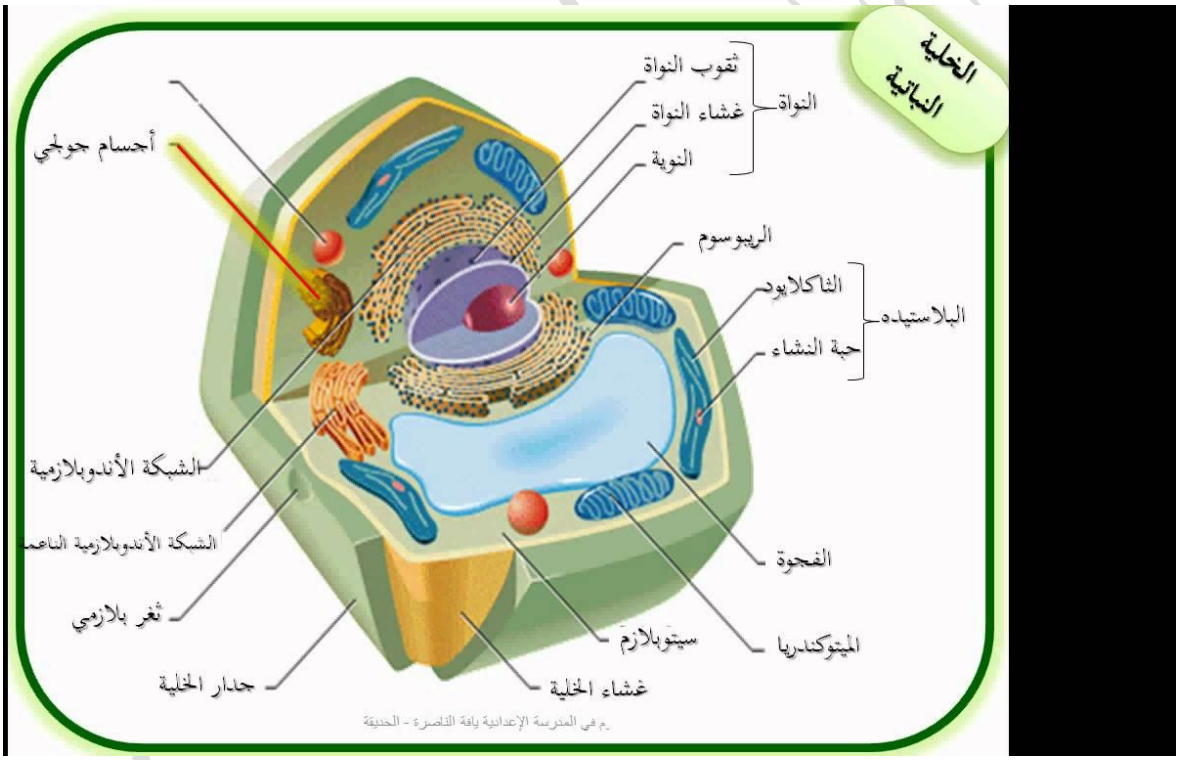
لا وجود للخلية النباتية النمطية إلا أن الخلايا النباتية الحية تتشابه فتركيب الخلية الحية يتميز بوجود جدار خلوي يحيط بمساحة داخلية تحتوي علي البروتوبلازم والذي يتكون من سيتوبلازم ونواة ويطلق

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

علي تلك المكونات البروتوبلازمية داخل الغشاء البلازمى اسم البروتوبلاست وعادة ما يقوم العلماء بفصل البروتوبلاست عن الجدر الخلوية واستعماله في الدراسات الفسيولوجية والبيوكيماوية.

تحاط النواة بغشاء معقد يعرف بالغلاف النووي Nuclear envelope . ويوجد داخل السيتوبلازم العضيات السيتوبلازمية مثل الميتوكوندريا والبلاستيدات والريبوزومات وتراكيب غشائية تعرف بالشبكة الاندوبلازمية وجهاز كولجي الذي يجاور في العادة النواة .

ويتميز البروتوبلازم بطبيعته الغروية علي الرغم من وجود كثير من المواد الذائبة فيه وترجع هذه الطبيعة الغروية للبروتوبلازم لوجود البروتينات حيث تتيح البروتينات سطوح مساحية غير محدودة والتي تساعد علي وجود الظروف الضرورية للأدمصاص Adsorption والحركة الكيماوية ومن ثم التفاعلات اللازمة للحياة وعلي هذا يعتبر النظام الغروي أساس لمظاهر المادة الحية.



تركيب الخلية النباتية

أولا: جدار الخلية Cell Wall :

تحتاج الكائنات الحية الي دعامات ميكانيكية لكي يكون لها شكلها المحدد ففي عالم الحيوان أعطى الله الصلابة لتلك الكائنات عن طريق الجهاز العظمى آما في النباتات ونتيجة عدم احتوائها على مثل ذلك

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

الجهاز وإنها اقل رقيا من الحيوان فالتدعيم لا يكفى أن يكون من خلال ضغط الامتلاء المائي داخل الخلايا والذى يساعد بالطبع على التدعيم الميكانيكى لذلك يعتمد النبات في التدعيم بشكل أساسي في بناء الجدار الخلوي الصلب السليولوزى ولا يقتصر دور الجدار في التدعيم فقط بل يتعداه للقيام بوظائف أخرى فالجدار يشترك في امتصاص وانتقال الماء والمعادن وفي الإفراز وفي بعض النشاط الأنزيمي كما يعتقد علماء أمراض النبات أن الجدر الخلوية ومكوناتها تلعب دورا هاما في مقاومة المرض بإعاقة اختراق الطفيليات.

مكونات الجدار الخلوي :

١ـ الصفيحة الوسطى :

يبدأ تكون الصفيحة الوسطى في الطور النهائي للانقسام المباشر للخلية وتتكون من مادة بكتات الكالسيوم وبكتات المغنيسيوم بالإضافة الى كميات بسيطة من البروتوبكتين وهذه الاملاح هي التي تعطي الصلابة المميزة للصفيحة الوسطى .

٢- الجدار الاولي Primary Wall :

بمجرد تكوين الصفيحة الوسطي تزداد الخلية في الحجم وتستطيل ويصحب هذه الاستطالة ويتبعها تشرب الصفيحة الوسطي بثلاث أنواع من المركبات هي:

١ .السيليلوز ٢ .الهيميسيليلوز ٣ .الكليكوبروتين (تجمع كربوهيدرات + بروتين) وينتج عن هذا الترسيب طبقة رقيقة سمكها ١- ٣ ميكرون ويطلق علي هذه الطبقة التي تقع علي السطح الداخلي للصفيحة الوسطي والسطح الخارجي للغشاء البلازمي بالجدار الابتدائي او الاولي .

وهناك العديد من الخلايا النباتية تحتوي فقط علي الجدار الابتدائي مثل الخلايا الميرستيمية وخلايا البشرة والخلايا المشتركة في التمثيل الغذائي . والجدر الابتدائية تتميز بمطاطيتها نتيجة لمرونة تركيبها ولكن عندما يرسب عليها مكونات جديدة للجدر تفقد جزءا من مطاطيتها.

٣- الجدار الثانوي Secondary Wall :

بمجرد تكوين الجدار الثانوي في الخلايا البارنشيمية تتوقف الخلية عن الاستطالة . بينما في خلايا أخرى مثل القصيبات فان الجدار يستمر في تغليظه بعد توقف استطالة الخلايا وذلك

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

بترسيب طبقات من السيليلوز واللجنين لتكوين الجدار الثانوي ويتراوح سمك الجدار الثانوي ٥ - ١٠ ميكرون .

وبنهاية ترسيب الجدار الثانوي يفقد الجدار الكثير من مرونته ويصبح في النهاية غير مطاط تماما. وقد يؤدي تغلظ الجدار الثانوي الي امتلاء معظم حجم الخلية ويسبب هذا موت وتحلل البروتوبلازم . وكثير من الجدر الثانوية تحتوي علي اللجنين وهي مادة كحولية مبلمرة مشتقة من مركبات الفينيل بروبان وتوجد في الجدار مع الهيميسيليلوز ومركبات اخري ترتبط بالسيليلوز.

اللكنين يحتل المركز الثاني من حيث السيادة بعد السيليلوز بين مركبات النبات وترجع أهميته الي انه يضيف ويزيد من صلابة التراكيب التي يكونها ، الا انه في بعض النباتات قد يغلب ترسيب السيليلوز النقي في طبقات الجدار الثانوي مثل الياف القطن. وبعض جدر الخلايا النباتية قد تغطي بالكيوتين او تتشبع بالسوبرين او الشموع وذلك للحماية من فقد الماء.

ثانياً :البروتوبلاست :

١- الغشاء البلازمي (غشاء الخلية) Plasma lemma :

رغم ان الغشاء الخلوي يبدو انه يفصل الخلية عن الوسط الخارجي إلا إن العديد من المواد تنتقل خلاله عن طريق المسام والبلازموديزماتا او عن طريق الفعل التشربي للماء . ويتاخم هذا الجدار الخلوي غشاء رقيق مرن يعرف بالغشاء السيتوبلازمي او الغشاء البلازمي الخارجي وهو يغلف السيتوبلازم ويكسو المكونات الخلوية وينظم عبور المواد من والي الخلية . ونظرا لتشابه الغشاء السيتوبلازمي والسيتوبلازم يصعب التميز بينهما بالميكروسكوب الضوئي ولكن باستعمال صبغات معينة وباستعمال الميكروسكوب الالكتروني يمكن رؤية الغشاء السيتوبلازمي.

٢- السايتوبلازم Cytoplasm :

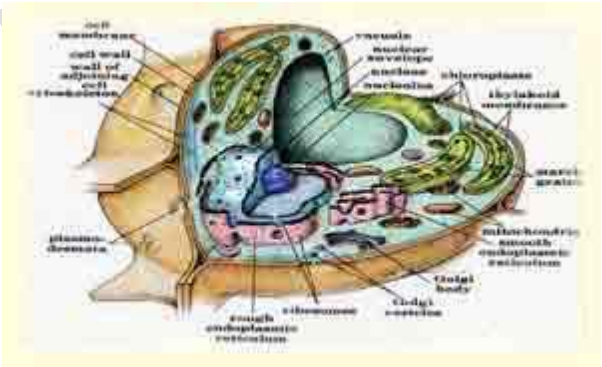
عبارة عن سائل غروي هلامي رائق ومتجانس يتكون اساساً من مواد عضوية ذائبة بالماء والذي يشكل نسبة ٨٠-٩٠ % ومواد غير عضوية ، وظيفته تنفيذ التعليمات المرسلة من النواة ويحتوي على الكثير من الأعضاء المختلفة التي لها القدرة على القيام بالعمليات الحيوية .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

أجزاء السيتوبلازم :

١- الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic Reticulum (ER)

يتشابك سيتوبلازم الخلية بنظام غشائي مرتبط متقن يعرف بالشبكة الاندوبلازمية وتظهر الحويصلات كفجوات محاطة ممتلئة وتسمي السسترنات Cisternae وعندما تلتصق الريبوزومات بالشبكة الاندوبلازمية فإنها تكون جزءا من الشبكة يعرف بالشبكة الخشنة Rough Endoplasmic Reticulum وفي هذه المصاحبة فان الريبوزومات تشترك في تمثيل البيبتيدات العديدة اي تمثيل البروتينات ، وعندما لا تصاحب الريبوزومات الشبكة الاندوبلازمية تسمي بالشبكة الاندوبلازمية الملساء وهي تلعب دورا أساسيا في تمثيل وتجميع الكليكوليبيدات (وهي المركبات التي تتكون من كحولات واحماض دهنية وكربوهيدرات) وطبقا لملاحظات عديد من العلماء فان تجويف الشبكة الاندوبلازمية تتصل بالغلاف النووي وتمتد لتصل لسطح الخلية وقد وجد ان هناك أغشية من هذا النظام موجودة في الجدر الابتدائية لبعض الخلايا بل وتمتد الي الخلايا المتجاورة . كما ذكر بعض العلماء ان اتصال الغشاء النووي مع الشبكة الاندوبلازمية يزيد من سطوح الاتصال بين المكونات النووية وسيتوبلازم الخلية . وعندما تمتد الشبكة الاندوبلازمية الي الخلايا المتجاورة فهذا يعني اتصالا مباشرا بين إنويه الخلايا المتجاورة وهذا قد يفسر انتظام عمل النسيج الواحد في الكائن الحي واذا تصورنا الشبكة الاندوبلازمية وتفرعها داخل السيتوبلازم فهذا يعني تقسيم سيتوبلازم الخلية الي حجرات عديدة وصغيرة . وداخل هذه الحجرات ربما تتراكم أنزيمات معينة وأيضا مركبات معينة وسوف نري ان هذا التقسيم يؤدي الي إمكان حدوث تفاعلات عديدة داخل سيتوبلازم الخلية بدون حدوث تداخل علاوة علي ان هذا يمكن أن يوجه اتجاه التفاعل الرجعي للحدوث في الاتجاه المطلوب عن طريق حجز بعض المركبات داخل هذه الحجرات او اخراج بعضها.



اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

٢- أجهزة كولجي Golgi Apparatus (Dictyosomes) :

تبدو أجسام كولجي في الميكروسكوب الالكتروني إنها عبارة عن كومة مكدسة من- ٥-١٠ من الأغشية المرتبطة والمفلطحة والمنبسطة وعديد من الحويصلات الكروية الصغيرة تظهر كمجموعة حول هذه الأغشية ويطلق علي هذه الأوعية والحويصلات أجهزة كولجي . وتتشابه أغشية اجسام كولجي مع أغشية الشبكة الاندوبلازمية . وتحوي الحويصلات علي منشئات الجدار الخلوي (مثل عديدات التسكر وبروتينات ومركبات اخري) وهذه المركبات تتراكم داخل الحويصلات ثم تنتقل عند إتمام الانقسام الميتوزي الي الصفيحة الوسطي او سطح الخلية وترسب مواد الجدار الخلوي على السطح البيني . وعلي ذلك تلعب اجسام كولجي والشبكة الاندوبلازمية دورا هاما في تكوين الجدار الخلوي .

٣- الميتوكوندريا Mitocondria :

الميتوكوندريا مفردها Mitochondrion أجسام لها عديد من الأشكال والصور محاطة بوحدتين غشائيتين يضمان بداخلهما الحشوة و الـ RNA وأنزيمات دورة كربس ومركبات عديدة من نواتج التفاعلات الأنزيمية والسيتوكرومات مما يبين ان وظيفتها هي القيام بعملية التنفس . وهكذا فهي تختص بإنتاج الطاقة المستخدمة في الخلية ولذلك يلاحظ كثافة الميتوكوندريا في الخلايا النشطة مثل الخلايا الميرستيمية حيث تسود بها الميتوكوندريا . ويعني ان الميتوكوندريا تمد الخلايا بالطاقة ، ونظراً لاحتواء الميتوكندريا على DNA فان لها القدرة على الانقسام دون الاعتماد النواة .

٤- البلاستيدات Plastids :

البلاستيدات هي عضيات مميزة للنبات وهي عادة مستديرة او بيضيه او قرصية الشكل قطرها حوالي ٤-٦ ميكرون وتحاط بغشاء مزدوج وبداخلها حشوة تحاط البلاستيدات بغشاء مزدوج يسمي الغلاف Envelope مع تراكيب أخري في الحشوة او الاستروما Stroma تسمي الجرانات ، ويوجد ثلاث أنواع من البلاستيدات هي :

١- البلاستيدات الخضراء التي تقوم بعملية التركيب الضوئي
٢- البلاستيدات الملونة التي تعطي اللون للثمار
٣- البلاستيدات عديمة اللون والمسؤولة عن خزن النشا

٣- النواة Nucleus :

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

اكتشفت النواة سنة ١٨٣٥ ومنذ ذلك الحين نالت كماً هائلاً من البحوث لدراسة دورها المؤثر المتحكم في التوريث والنشاط الخلوي ، فالنواة تتحكم وتدير تمثيل جميع البروتينات التي تتضمن الانزيمات التي تساعد على معظم ان لم يكن جميع التفاعلات التمثيلية في الخلية .

النواة في الخلية الصغيرة عبارة عن جسم كروي منغمس في السيتوبلازم ، وفي الخلية الناضجة تسكن النواة في احد جوانب الخلية بتأثير تكون الفجوة العصارية .

قطر النواة ٥-١٠ ميكرون وتحاط النواة بغشاء مزدوج يعرف بالغلاف النووي وهو كنصل بالشبكة الاندوبلازمية كما يحوي هذا الغلاف مسام او ثقوب ويظهر اتصال بين السيتوبلازم والعصير النووي وتوجد في النواة كميات أساسية من الـ DNA و RNA واللبيدات والفوسفولبيدات وبروتين معين يسمى هستون بالإضافة الى بعض الانزيمات .

دورة الخلية

Cell division

تخضع الخلية لدورة حياة تتضمن مراحل متعاقبة تمر بها خلال نموها وتضاعفها. ويمكن التعبير عن دورة حياة الخلية بأنها الفترة الزمنية من عمر الخلية الممتدة من انقسام خلوي إلى الانقسام الخلوي التالي الذي يعقبه.

يشكل طور الانقسام النووي حوالي ١٠ % فقط من دورة حياة الخلية، بينما يمثل القسم المتبقي ما يسمى بالطور البينيinterphase وهي الفترة الزمنية الممتدة بين انقسامين نوويين متعاقبين . أن الطور البيني يشكل مرحلة راحة للخلية لذلك كان يدعى بطور الراحة phase rest حيثً لم يلاحظ فيه أي نشاط أو تطورات تطرأ على النواة عند مراقبتها بالمجهر الضوئي .

لكن اكتشافات العلماء بينت ان تضاعف المادة الوراثية (DNA) في الخلية الحية يمكن ان يحدث خلال هذا الطور ، كما بينت دراسات مختلفة ان كثيراً من البروتينات والأحماض النووية الضرورية لاستقلاب الخلية بشكل طبيعي مثل النمو والانقسام تحدث أيضا ، ينقسم الطور البيني إلى ثالث مراحل هي :

١- المرحلة التحضيرية G1 : تعد هذه المرحلة غاية في الأهمية لأجل تضاعف الحمض النووي DNA اذ يجري خلالها تهيئة وتصنيع المركبات الضرورية لتضاعف DNA كتصنيع الرايبوسومات والحمض النووي RNA بأشكاله الثلاثة .

٢- مرحلة تضاعف المادة الوراثية S : يحدث خلال هذه المرحلة تضاعف الـ DNA اذ يجري خلالها نسخ شريطي الـ DNA كنسختين متممتين بشكل متوافق تماماً مع الشريطين الأصليين

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

٣- مرحلة صنع بروتينات المغزل G2 : يجري خلال هذه المرحلة صنع بروتينات المغزل تحضيراً لانفصال الكروموسومات خلال الانقسام الخيطي او غير الاختزالي .

الانقسام الخلوي

يعتبر من الخطوات الأساسية في التكاثر والنمو وتلعب النواة الدور الأساسي في هذه العملية ، وهنالك نوعين من الانقسامات الخلوية كل منها مختص بنوع خاص من الخلايا وهما :

أولا : الانقسام الاعتيادي (المباشر) Mitosis

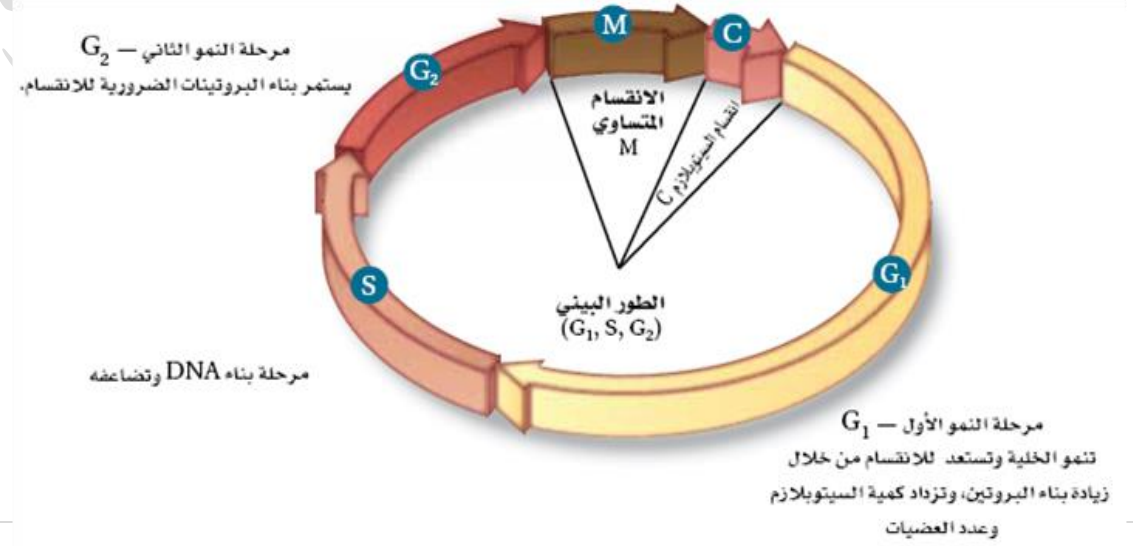
يسمى بالانقسام غير الاختزالي ايضاً ويحدث في الخلايا الجسمية وتكون نتيجته الحصول على خلايا جديدة تحمل نفس العدد الأصلي من الكروموسومات الذي كان متواجداً في الخلية قبل انقسامها وهذا سيؤدي الى تواجد نفس التركيب الوراثي للخلية الام في الخلايا الجديدة .

يمر هذا الانقسام بأربع مراحل رئيسية هي :

١- **الطور التمهيدي Prophase :** تظهر الكروموسومات في هذا الطور على شكل كتلة كثيفة ملتوية غير متميزة ويبدأ تكثيف المادة البروتينية عليها الى ان تتميز الى خيوط رفيعة وفي نهاية هذا الطور فان الكروموسوم ينشطر الى شطرين كل شطر يسمى الكروماتيد Chromatid .

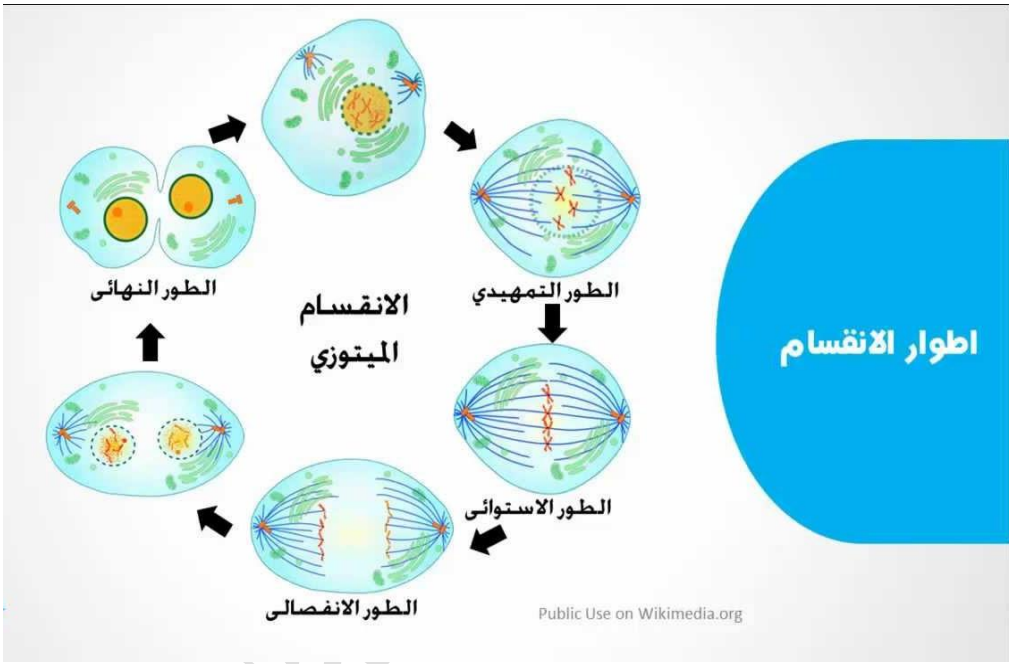
٢- **الطور الاستوائي Metaphase :** في هذا الطور تتميز الكروموسومات بسمكها وقصر طولها ويلاحظ ايضاً اضمحلال الغلاف النووي وتحرك الكروموسومات الى منتصف الخلية وترتبط مع اجسام في اقطاب الخلية بواسطة خيوط تسمى خيوط المغزل وتكون عندها الكروموسومات مرتبة ضمن مستوى واحد وسط الخلية .

٣- **الطور الانفصالي Anaphase :** في هذا الطور تبدأ الخيوط المغزلية بسحب الكروماتيدات (التي تم تضاعفها وتحولت الى كروموسومات متماثلة للكرموسومات الاصلية) الى اقطاب الخلية . وتتكون الكروموسومات ويزداد طولها ويقل سمكها في نهاية هذا الطور .



اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

٤- **الطور النهائي Telophase :** في بداية هذا الطور تبدأ الصفيحة الوسطى التي تفصل بين الخليتين الجديدتين بالتكون والتي تكون بعد الجدار الخلوي ويتكون ايضاً الغلاف النووي حول الكروموسومات التي يصعب تمييزها بعد ذلك لأنها كونت مادة النواة للخلية ، وفي نهاية هذا الطور تتكون خليتين كاملتين كل واحدة منهما مشابه تماماً للخلية الأخرى من حيث عدد الكروموسومات .



ويمكن تمييز الانقسام الجسمي الاعتيادي بالمراحل التالية :

١- مرحلة التضاعف الطولي لكل كروموسوم مكوناً اثنان من الكروماتيدات .

٢- مرحلة اختفاء الغلاف النووي وتكوين الخيوط المغزلية Spindle Fibers .

٣- مرحلة حركة الكروماتيدات الى الأقطاب المختلفة في الخلية .

٤- مرحلة تكوين اغلفة جدارية خلوية للخليتين الجديدتين

ثانياً : الانقسام الاختزالي Meiosis :

يسمى بالانقسام غير المباشر (الجنسي) ويعمل هذا الانقسام على توزيع الكروموسومات بانتظام في الخلايا الجسمية حيث ان كل خلية جسمية في أي كائن حي تحوي على عدد ثابت من الكروموسومات وكل خلية تحتوي على العدد الأصلي من الكروموسومات لآبائها وسبب هذا يعود الى اختزال عدد الكروموسومات الى النصف وعند اتحادها خلال عمليتي التلقيح والاخصاب يؤدي ذلك الى رجوع العدد

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

الأصلي للكروموسومات في الجيل الناتج ويختص هذا الانقسام في الكائنات التي تتكاثر جنسياً . فعدم حصول الانقسام الاختزالي يؤدي الى تضاعف الكروموسومات في الأجيال وبصورة غير محدودة وهذا مخالف لقوانين الطبيعة .

ان الانقسام الاختزالي عبارة عن انقسامين متتاليين الأول يعمل على اختزال عدد الكروموسومات الى النصف بينما يؤدي الثاني الى توزيع كروماتيدتي كل كروموسوم الى الخلية الجديدة وهذا الانقسام الثاني يشابه الانقسام المباشر (Mitosis) إضافة الى اختزال العدد الأصلي من الكروموسومات في هذا الانقسام .

ويمر هذا النوع من الانقسام بالمراحل التالية :

أولا : الطور التمهيدي الأول Prophase I :

١- الطور القلادي Leptotene : يبدأ هذا الطور في الخلايا المتخصصة الى خلايا جنسية حيث يمكن تمييز الكروموسومات على شكل خيوط رفيعة وتظهر عليها بقع بلون غامق وتكون متساوية لكل كروموسوم وتدعى الكروموميرات .

٢- الطور التزاوجي Zygotene : هذا الطور اكثر اطوار الانقسام الجنسي أهمية حيث يبدأ كل كروموسومين متماثلين في الاقتراب من بعضهما جنباً الى جنب ويكون التزاوج على اشده في مناطق الكروموميرات .

٣- الطور الضام Pachytene : يبدأ هذا الطور عند انتهاء اقتران زوجي الكروموسومات المتماثلة وعندها تكون الكروموسومات على شكل وحدة ثنائية الكروموسوم تسمى bivalent حيث يلاحظ ان كل كروموسومين في كل وحدة ثنائية قد التفا حول بعضهما وهذا يسمى الالتفاف الداخلي coiling بعد ذلك يزداد قعر الكروموسومات ويحصل انشقاق طولي لكل كروموسوم الى كروماتيدتين وتصبح كل وحدة ثنائية مكونة من أربعة كروماتيدات كل اثنين متصلة بالسنترومير بعد ذلك تحصل ظاهرة مهمة جداً وهي ظاهرة العبور Crossing over وهي عبارة عن تبادل أجزاء متساوية من كروماتيدين مختلفين وهذا سيسبب حصول اختلافات وراثية جديدة في الجيل الناتج بسبب نقل جينات من كروماتيد اخر لم تكن موجودة عليه سابقاً .

٤- الطور الانفراجي Diplotene : بعد حصول عملية العبور يتنافر الكروموسومين المتماثلان في الوحدة الثنائية ولا يكون هذا التنافر تاماً بل تبقى الكروموسومات متصلة في المناطق التي حصلت فيها ظاهرة العبور وهذه المناطق تسمى Chiasamata .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

٥- الطور التشتتي Diakinesis : يتميز هذا الطور بزيادة سمك الوحدات الثنائية وانتقال مناطق الالتحام الكيازمات الى اطراف كل كروموسوم وينتهي هذا الطور بالانفصال التام بين الكروموسومات .

ثانياً : الطور الاستوائي الأول Metaphase I : في هذا الطور تترتب الكروموسومات بصورة متقابلة مع بعضها في وسط الخلية ويلاحظ ان كل كروموسوم قد حصل على قطعة من كروموسوم اخر في المناطق التي حصل فيها العبور .

ثالثاً : الطور الانفصالي الأول Anaphase I : يبدأ ظهر الاجسام المغزلية وخيوط المغزل في نهاية الطور السابق وبداية هذا الطور تبدأ الكروماتيدات بالانفصال عن بعضها الى اقطاب الخلية ، وفي هذه الحالة يتجه نصف عدد الكروموسومات الى قطب كل خلية .

رابعاً : الطور النهائي الأول Telophase I : في هذا الطور تبدأ الكروموسومات بالاستطالة ويقل سمكها وتتكون صفيحة خلوية تفصل بين الخليتين الجديدتين ثم يظهر الغلاف النووي الذي يحيط بالكروموسومات التي ستكون فيما بعد مادة النواة .

خامساً : الطور الابتدائي الثاني Prophase II : في هذا الطور والاطوار التي تليه يحصل انقسام مباشر للخلايا للحفاظ على نصف عدد الكروموسومات في كل خلية ويحصل هذا الانقسام فقط لزيادة عدد الخلايا التي تكونت نتيجة الانقسام الاختزالي الغير المباشر حيث يلي هذا الطور الاستوائي الثاني ثم الطور الانفصالي الثاني واخيراً الطور النهائي الثاني والذي يؤدي الى الحصول على أربعة خلايا كل خلية حاوية على نصف العدد الأصلي من الكروموسومات .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

ويمكن تمييز الانقسام الجنسي بالمراحل التالية :

١- مرحلة تضاعف كل كروموسوم طولياً مكوناً اثنان من الكروماتيدات

٢- مرحلة انتقال الكروموسومات المتناظرة (Homologous) الى المركز مع بقاء الكروماتيدات متصلة مع بعضها البعض في المناطق المسماة السنترومير .

٣- مرحلة انفصال الكروموسومات المتناظرة بحيث ان كل كروموسوم من الكروموسومات المزدوجة ينتقل الى القطب المواجه مع بقاء الكروماتيدات متصلة .

٤- مرحلة تكوين خيوط مغزلية جديدة في اقطاب الخلية ثم ترتب مرة ثانية الكروماتيدات المتحدة على الخط المركزي للخلية .

٥- مرحلة انقسام السنترومير وانتقال الكروماتيدات الى الأقطاب ويمكن ربط هذه الحقائق عن عملية انقسام الخلايا الجنسية بالقوانين المندلية .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

الوراثة المندلية

بدأ علم الوراثة الحديث عندما إكتشف كريكور مندل Gregor Mendel عام ١٨٦٦م بأن الصفات الوراثية تتعين بوحدات أطلق عليها العوامل Factors والتي تنتقل بين الأجيال بطريقة منتظمة قابلة للتنبؤ . وأطلق باتسون Bateson في عام ١٩٠٥م على هذا العلم الناشئ أسم علم الوراثة Genetics المشتق من كلمة إغريقية معناها توليد . ثم اطلق جوهانسن Johannsen عام ١٩٠٩م على هذه الوحدات الجينات Genes والتي ثبت وجودها بمختلف الكائنات الحية من الفايروسات إلى الإنسان .

تجارب مندل :

اطلع مندل على تجارب تهجين النباتات التي قام بها الباحثون الذين سبقوه ، ولكن سبب نجاح مندل لإكتشاف قوانينه يعود إلى اختياره الحكيم لمادة وطرق الدراسة . حيث اختار مندل البزاليا *Pisum sativum* لإجراء تجاربه وذلك بسبب كونها نبات حولي ولها صفات واضحة ويمكن تنميتها وتضريبها بسهولة ، بالإضافة إلى ذلك فإن البزاليا تحمل أزهاراً كاملة حاوية على أعضاء التأنيث والتذكير وبذا فإنها طبيعياً تتلقح ذاتياً . أما التلقيح الخلطي فإنه نادر جداً ولكن يمكن إجراؤه من قبل القائم بالتجربة . وخلال العديد من الأجيال الناتجة من التلقيح الذاتي الطبيعي فإن البزاليا أعطت خطوطاً نقية Pure lines ممثلة بالضروب النقية ذات الصفات المختلفة .

إن الأزهار البيضاء تعطي بذوراً بيضاء أما الأزهار البنفسجية فإنها تعطي بذوراً رمادية . يمكن ملاحظة لون المادة الغذائية والسطح الخارجي للبذرة الناضجة على بذور الجيل الأول بعد التضريب مباشرة ، ولكن يمكن ملاحظة بقية الصفات على نباتات الجيل الأول النامية من بذور الجيل الأول .

تجنب مندل التعقيدات التي كدرت نتائج ما قبله من الباحثين بتبسيط الدراسة إلى أبعد حد في تجاربه الأولى ، وذلك بتحكيمه الجيد في عمل التضريبات Crosses بين الآباء التي تختلف في صفة واحدة فقط ، كسطح البذرة مثلاً ، وبعد أن ثبت سلوك كل صفة لوحدها ، انتقل إلى دراسة وراثة صفتين بنفس الوقت ، كسطح البذرة ولون المادة الغذائية للبذور الناضجة . كذلك حسب وسجل أعداد كل نمط في الذرية الناتجة من كل تضريب .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

أجرى مندل تضريباته بصورة دقيقة عندما كانت البزاليا في حالة التزهير ، ويطلق على التضريب الأولي بين أي ضـــربين نقيين مختلفين بصـــفة واحدة أو عدة صـــفات بالجيل الأبوي Parental generation أو P_1 ولمنع التلقيح الذاتي في الأزهار المستعملة في التجربة ، ترفع متوكها قبل نضجها التام ، ثم تغطى بأكياس ورقية خاصة وفي الوقت المناسب تنقل حبوب اللقاح من النبات المعتبر ذكري إلى ميسم الزهرة المغطاة والمعتبرة أنثوية وتترك البذور لتنضج على النبات . وعند زراعة هذه البذور (الهجينة) فإنها تنمو إلى نباتات تعرف بذرية الجيل الأول first Filial generation أو F_1 generation التي تتلقح ذاتياً بصورة طبيعية لإنتاج بذور والتي عند زراعتها تنمو إلى نباتات تعرف بذرية الجيل الثـاني Second filial generation أو F_2 generation وهكـذا تنتج بقيـة الأجيـال . تـابع منـدل تجارب التهجين لأجيال متعددة ، كما أجرى تضـــريبات خلفية back crosses بين الهجن F_1's وبين ضروب الآباء النقية . ولاحظ مندل إن ظروف البيئة كالتربة والحرارة والضوء تؤثر في نمو البزاليا ، إلا إن العوامل الوراثية كانت هي العامل المحدد للصفات التي درسها في تجاربه . قدم مندل فرضيات لنتائجه والتي تعرف الآن بقوانين مندل الوراثية ، والتي تشمل مبدأين أساسيين هما الانعزال والانعزال المستقل للجينات مع ظاهرات أقل أساساً مثل السيادة والتنحي للصفات في الهجين .

مبدأ الانعزال Principle of Segregation

ضرب مندل في إحدى تجاربه نباتات بزاليا نقية طويلة الساق بأخرى قصيرة الساق فكانت جميع نباتات الجيل الأول طويل الســاق ، حيث اختفت صــفة القصــر في نباتات الجيل الأول . وعندما ترك مندل النباتات الطويلة الساق الهجينة للتلقيح الذاتي ومن ثم صنف ذريتها في الجيل الثاني كان قسم منها طويل السـاق والقسم الآخر قصـير السـاق ، ولأجل الدقة لاحظ مندل ١٠٦٤ نباتاً في الجيل الثاني كان منها ٧٨٧ نباتاً طويلاً و٢٧٧ نباتاً قصيراً ، وهذا يقرب من النسبة ٤/٣ للنباتات الطويلة و٤/١ للنباتات القصيرة .

حصـل مندل على نفس النتائج للصـفات الأخرى التي درسـها على نباتات البزاليا من حيث سـيادة إحدى الصـفات المتضـادة في الجيل الأول وظهور الصـفة المتنحية في الجيل الثاني وبتردد يقارب ٤/١ مجموع الأفراد .

وضـع مندل الفرضـية التالية لتفسـير النتائج التي حصـل عليها من هذه التجارب : تتعين الصـفات المتضــادة كطول الســاق وقصــره في البزاليا بوحدات أو عوامل Factors تنتقل من الآباء الى الأبناء بواسطة الأمشاج Gametes . إن العوامل المختلفة لارتفاع الساق لا تمتزج ولا يؤثر واحد على الآخر

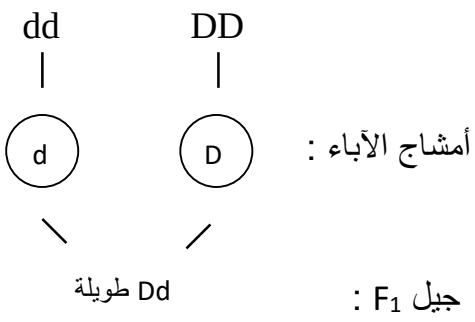
اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

في الهجين أو F_1 ، ولكنها تنعزل Segregate وتذهب الى الأمشـــاج المختلفة التي يكونها الهجين ، وهذه الأمشاج تتحد عشوائياً لتكون أبناء الهجين أو F_2 .

ولتوضـيح هذه الفرضـية تسـتعمل الحروف الهجائية كرموز للعوامل أو الجينات ، ولكل عامل من عوامل الصـــفات صـــورتان Allelomorphs تحتل كل منهما نفس الموقع على الكروموســـومين المتماثلين . ويســـمى كل فرد من هذه الصـــور أليل Allele . حيث يشـــير الحرف الكبير الى الســـائد والصغير الى المتنحي ، وتعتبر العوامل وحدات مطلقة إذ ان كلا منها يمكن الرمز له بـ A أو B أو اي حرف آخر . وتعتبر الصـفة الناتجة عن الطفرة أسـاسـاً للرمز التي تنشـأ عادة من الأليل المتنحي وذلك لأن أغلب الطفرات تكون متنحية . وبالنسـبة للصـفتين المتضـادتين (الطول والقصـر) لنباتات البزاليا ، أيهما نتج من الطفرة؟ يتطلب الإجابة على هذا الســؤال دراســة نماذج انواع البزاليا من مختلف أنحاء العالم التي أوضـحت عدم وجود صـفة قصـر السـاق في العشـائر الطبيعية وتوجد البزاليا قصـيرة السـاق في بعض السـلالات التي نماها الأنسـان فقط . وما دام من المحتمل أن يكون السـاق القصـير dwarf طفرة بينما يكون الساق الطويل من النمط البري فإن d تستعمل كرمز لأليل القصر و D لأليل الطول .

بما إن كل نبات ينشأ من إتحاد مشيجين فيرمز للنبات النقي طويل الساق بـــ DD وينتج نوع واحد من الأمشاج يرمز لها بـــ D ، كما يرمز للنبات النقي قصير الساق بـــ dd وينتج نوعاً واحداً من الأمشاج يرمز لها بـ d . وعندما ضرب الأبوين فالأمشاج D خصبت مع الأمشاج d أو على العكس ، ونتجت الزيجات Zygotes الهجينية في جيل F_1 الحاوية على D و d ويرمز لها بـ Dd وكانت نباتات F_1 طويلة الساق لأن الأليل D سائد على الأليل d . وحسب فرضية الإنعزال لمندل فإن العوامل في نباتات F_1 لم تمتزج ولم تتأثر ببعضـها ولكنها تنعزل وتدخل الى أمشـاج مختلفة التي يكونها الهجين وتكون بنسب متساوية (١/٢ d و ١/٢ D) والتي يحصل بينها إخصاب بصورة عشوائية لتكون نباتات الجيل الثاني كما موضح بالشكل (٣-١) . وعليه تكون النتائج الفرضية مطابقة للنتائج التجريبية

الآباء (P_1) : طويلة الساق × قصيرة الساق



اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

$F_1 \times F_1$: طويلة × طويلة

Dd Dd

أخصاب ذاتي

أمشاج F_1 : D d D d

F_1♂ \ F_1♀	D	d
D	DD طويلة	Dd طويلة
d	Dd طويلة	dd طويلة

جيل F_2 :

٣ طويلة : ١ قصيرة

تضريب أحادي الهجين بين نباتات البزاليا طويلة وقصيرة الساق .

لم يكتفي مندل بهذه التجارب بل قام بتجارب أخرى لدعم فرضيته وذلك بإجراء التضريب الخلفي back cross . حيث ضرب نبتات طويلة الساق بنباتات قصيرة الساق وأنتجت ذرية نصفها طويلة الساق ونصفها الآخر قصيرة الساق . أستعمل مندل فرضية الانعزال لتفسير نتائج التضريب الخلفي الذي يزيد في إيضاح مبدأ الانعزال لأن انفصال العوامل يمكن اختباره فقط في الأب Dd الذي ينتج نوعين من الأمشاج D و d . أما الأب القصير الساق dd فينتج نوعاً واحداً من الأمشاج d . وتضريب أفراد متباينة الزيجة Heterozygote أو أفراد مجهولة التركيب الوراثي مع أفراد مماثلة الزيجة Homozygote للجين التنحي المعني أطلق عليه تضريب الاختبار Cross Test الذي يعتبر ذا أهمية عالية جداً وله استعمالات كثيرة في علم الوراثة ، وكذلك يستعمل تضريب الاختبار في برامج التربية العملية لتعيين النمط الوراثي لفرد ما الذي قد يحمل أليلات متنحية والتي يختفي تعبيرها بأليلات سائدة .

كذلك قام مندل بتنمية نباتات الجيل الثالث F_3 من نباتات الجيل الثاني الطويلة الساق فلاحظ إن ثلثها أعطى نباتات طويلة الساق والباقي أعطت نباتات طويلة الساق وقصيرة الساق فقط في F_3 . أما نباتات الجيل الثاني قصيرة الساق فإنها أعطت نباتات قصيرة الساق فقط في F_3 . وعند استعمال

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

فرضـية الانعزال والرموز لتفسـير هذه النتائج تكون النتائج التجريبية مطابقة للنتائج الفرضـية مما يدل على صحة الفرضية .

أطلق مندل على الشـيء المسـؤول عن تعيين كل صـفة بالعامل Factor الذي أطلق عليه فيما بعد الجين Gene ومن الأدلة في الأجيال F_1 و F_2 والأجيال الأخرى يتضـح إن العامل الذي يعين مظهر إحدى الصـفتين يمكنه أن يختفي ولكنه لا يتلف في F_1 ويطلق على هذه الظاهرة بالسـيادة أو التغلب Dominance . وكانت استنتاجات مندل مبنية على فكرة الصفات كوحدات Unit Characters التي تميزت بعكس الاعتقاد السـابق حول الوراثة الخلطية . ومعتمداً على الدليل التجريبي . صـور مندل العناصـر الفيزياوية بأنها توجد على شـكل أزواج أو أليلات alleles (وهي الأشـكال البديلة لجين معين) . كما أطلق مندل على عملية الانفصال أو الانعزال "بانفصال الهجين " .

وبعد اكتشـاف أعمال مندل قام علماء الوراثة بتجارب التهجين مسـتعملين فيها نباتات وحيوانات مختلفة وكانت فرضية انفصال الهجين صحيحة لتفسير نتائج تلك التجارب . ولذا عرفت فكرة الانعزال هذه بقانون مندل الأول أو قانون الانعزال الذي ينص على :

" انفصال أزواج الجينات (الأزواج الليلية) عن بعضها وتوزيعها الى خلايا جنسية مختلفة" .

ويعتبر مبدأ الانعزال الحجر الأساس لتطور علم الوراثة الحديث . أن رموز الجين الممثلة بصورة زوجية تعبر عن الزيجات والنباتات التي تنتج من هذه الزيجات ، أما رموز الجين الممثلة بصـورة فردية تعبر عن الخلايا الجرثومية الناضـجة (الأمشـاج) وتدل الدوائر أو الأقواس الموضـوعة حول رموز الأمشـاج على الخلايا الجرثومية الناضـجة تمييزاً لها عن النباتات أو الحيوانات ويتحد المشـيج الذكري مع المشيج الأنثوي أثناء الإخصاب لإنتاج الزيجات وبذلك فإن الزيجات أو الكائنات الحية التي تحمل وحدتين لأليل واحد (مثل dd أو DD) تكون متماثلة الزيجة (نقية) Homozygous وتلك التي تحمل أليلين مختلفين (مثل Dd) تكون متباينة الزيجة (هجينة) Heterozygous تتكون الهجن من تضـريب فردين مختلفين وراثياً ، فالتضـريبات (مثل AA x aa) المتضـمنة آباء مختلفة بزوج واحد من الأليلات يطلق عليها تضريبات أحادية الهجين Monohybrid crosses وعليه يكون أحادي الهجين ، متباين الزيجة لزوج واحد من الأليلات . وتعتبر هذه التضريبات أساساً للوراثة المندلية .

مبدأ التوزيع الحر (المستقل) Principle of Independent Assortment

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

أوضــحت دراســة الانعزال لمندل كيفية انتقال زوج واحد من العوامل من الآباء الى الأبناء . وبما إن كل كائن حي يحمل أكثر من زوج واحد من العوامل بل عدد كبير منها التي تعين الصـــفات العديدة للكائن الحي صمم مندل اكتشاف طريقة وراثة العوامل المختلفة . ولمعرفة كيفية انتقال العوامل العديدة ضـــرب مندل نباتات البزاليا النقية التي تحمل زوجين مختلفين من العوامل اللذين يعينان صـــفتين مختلفتين . ففي إحدى تجاربه ضـرب نباتات نقية ذات بذور مسـتديرة وصـفراء مع نباتات ذات بذور مجعدة وخضـراء . وتكون ابناء الجيل الأول F_1 الناتجة من مثل هكذا تضـريب هجناً (متباينة الزيجة) لزوجين من الجينات ، اي هجناً ثنائية ويطلق على مثل هذا التضـــريب بالتضـــريب ثنائي الهجين Dihybrid cross . لقد عرف مندل من دراســـاته الســـابقة بأن أليلات كل من البذور المســـتديرة والصـفراء بأنها سـائدة على نظائرها من الأليلات التي تنتج بذوراً مجعدة وخضـراء . ولذا لاحظ بأن جميع بذور الجيل الأول F_1 الناتجة من التضريب مستديرة وصفراء كما هو متوقع . وعندما ترك هجن الجيل الأول F_1 لتتخصـــب ذاتياً لاحظ ظهور أربعة أنماط ظاهرية في F_2 اثنان منها مثل التراكيب الأبوية والإثنين الآخرين تركيبين جديدين وبنسـب خاصـة . حيث نتج من مجموع ٥٥٦ بذرة التوزيع التالي : ٣١٥ مستديرة صفراء و١٠٨ مستديرة خضراء و١٠١ مجعدة صفراء و٣٢ مجعدة خضراء .

وضـع مندل الفرضـية التالية لتفسـير هذه النتائج : " تنعزل العوامل (الجينات) المختلفة بصـورة مستقلة (حرة) " . ولتوضيح هذه الفرضية تستعمل الرموز للعوامل في شكل التالي الذي يمثل تخطيطاً لتضـــريب مندل الثاني الهجين بين نباتات ذات بذور مســـتديرة وصـــفراء وأخرى ذات بذور مجعدة وخضراء .

الآباء (P_1) : بذور مستديرة وصفراء × بذور مجعدة وخضراء

wwgg WWGG

wg WG

جيل F_1 : WwGg

$F_1 \times F_1$ مستديرة وصفراء

(إخصاب ذاتي) WwGg × WwGg

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

♂ \ ♀	WG	wg	wG	wg
WG	WWGG مستديرة وصفراء	WWGg مستديرة وصفراء	WwGG مستديرة وصفراء	WwGg مستديرة وصفراء
Wg	WWGg مستديرة وصفراء	WWgg مستديرة وخضراء	WwGg مستديرة وصفراء	Wwgg مستديرة وصفراء
wG	WwGG مستديرة وصفراء	WwGg مستديرة وصفراء	wwGG مجعدة وصفراء	wwGg مجعدة وصفراء
wg	WwGg مستديرة وصفراء	Wwgg مستديرة وخضراء	wwGg مجعدة وصفراء	Wwgg مجعدة وخضراء

جيل F_2 :

٩ : ٣ : ٣ : ١

٩ مستديرة وصفراء

٣ مستديرة وصفراء

تضـــريب مندلي ثنائي الهجين بين نباتات البزاليا ذات البذور المســـتديرة والصـــفراء مع المجعدة والخضراء .

يكون رمز بذور الجيل الأول WwGg ، وحسب فرضية الأنعزال المستقل فإن إنعزال W يكون مع G الى مشـيج WG أو يكون مع g الى مشـيج آخر وهو Wg وكذلك فإن إنعزال w يكون مع g الى مشيج آخر وهو wg أو يكون مع G الى مشيج آخر wG وبذا تتكون أربعة أنواع من الأمشـاج الأنثوية وأربعة أنواع من الأمشاج الذكرية (مشابهة للأنثوية) وبأعداد متقاربة وبنسبة ٤/١ لكل نوع . ويكون الإخصاب عشوائياً بين هذه الأمشاج التي ينتج عنها ١٦ إحتمال في الجيل الثاني F_2 . ولتسهيل وتوضـيح الحصـول على هذه الاحتمالات ، أسـتعمل المربع المسـمى بمربع بونت Punnett square الذي يشبه رقعة الداما أو الشطرنج وهو رسم هندسي يساعد في تصور جميع الأتحادات المحتملة بين الأمشـاج الأنثوية والذكرية ، ويشـاهد في أعلى المربع الأربعة أنواع من الأمشـاج الأنثوية وعلى يسـار المربع بصـف عمودي الأربعة أنواع من الأمشـاج الذكرية ، وتمثل رموز الحروف في الـــ١٦ مربع ضـمن مربع بونت في اتحادات لجينات مسـتقلة جلبت معاً من اندماج الأمشـاج . وبسـبب السـيادة فإن بعض الأنمـاط الجينيـة (الوراثيـة) Genotypes المختلفـة تنتج نفس النمط الظـاهري phenotype . يعتبر مربع بونت نموذج يمكن اســتعماله في تحليل تضــريبات أخرى ، ولهذا المربع أهمية كتمرين

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

تعليمي الا انه يمكن الاستعاضة عنه بطريقة التتشعب التي تحتاج الى جهد ووقت أقل . ويمكن تلخيص نتائج الجيل الثاني F_2 من بونت بما يأتي :

الأنماط الجينية	نسبتها	الأنماط الظاهرية	نسبتها
WWGG	١/١٦	بذور مستديرة وصفراء	٩/١٦
WWGg	٢/١٦		
WwGG	٢/١٦		
WwGg	٤/١٦		
WWgg	١/١٦	بذور مستديرة وخضراء	٣/١٦
Wwgg	٢/١٦		
wwGG	١/١٦	بذور مستديرة وصفراء	٣/١٦
wwGg	٢/١٦		
wwgg	١/١٦	بذور مجعدة وخضراء	١/١٦

كذلك قام مندل بتجربة أخرى لدعم فرضـية الانعزال المسـتقل وذلك بإجراء تضـريب الاختبار الثنائي الهجين Dihybrid test cross حيث ضـرب نباتات F_1 ذات البذور الملسـاء والصـفراء مع النباتات الأبوية التي تحمل الصـفتين المتنحيتين (بذور مجعدة وخضـراء) وحصـل على النتائج التالية في جيل الاختبار :

٢٤ ملسـاء وصـفراء و٢٥ ملسـاء وخضـراء و٢٢ مجعدة وصـفراء و٢٧ مجعدة وخضـراء وعند اختصار هذه الأعداد إلى أبسط حالاتها نحصل على النسبة ١:١:١:١ تقريباً .

وبعد اكتشـاف أعمال مندل أجرى علماء الوراثة تضـريبات ثنائية الهجين مسـتعملين فيها نباتات وحيوانات مختلفة وكانت فرضية الانعزال المستقل صالحة لتفسير نتائج تلك التجارب ، لذا عرفت هذه الفرضية بقانون مندل الثاني أو قانون الانعزال المستقل أو مبدأ الانعزال المستقل الذي ينص على : "

كل زوج من العوامل (الجينات) ينعزل بصورة مستقلة عن انعزال بقية الأزواج أثناء تكوين الأمشاج " . ولكن في تجارب أخرى على البزاليا الحلوة وذبابة الفاكهة وجد العلماء بأن بعض أزواج العوامل لا تخضع إلى قانون الانعزال المستقل مما أدى إلى اكتشاف ظاهرة الارتباط Linkage .

طريقة التشعب للمسائل الوراثية

Branching Method for Genetic Problems

تعتبر هذه الطريقة أســـهل من طريقة مربع بونت (رقعة الشـــطرنج أو الداما) لتعيين الأنماط الوراثية والظاهرية ونســبها في الجيل الثاني F_2 لتضــريبات بين آباء تختلف بعدة أزواج من الجينات . وتستعمل هذه الطريقة كما يلي :

١. تعيين أنواع ونســـب الأمشـــاج التي ينتجها أفراد الجيل الأول F_1 أو أي كائن حي ذو نمط وراثي معلوم :

إذا كان النمط الوراثي إلى F_1 هو AaBb ، فيمكن معرفة أنواع الأمشـــاج ونســـبها التي ينتجها AaBb بالطريقة التالية :

يجزأ النمط الوراثي AaBb إلى Aa و Bb وبعد ذلك يكون من الســـهل معرفة ناتج كل زوج ونسبته على إنفراد بموجب مبدأ الإنعزال .

وبموجب مبدأ الانعزال المستقل فإن A قد تنعزل مع B في مشيج أو تنعزل مع b في مشيج آخر كذلك a قد تنعزل مع B في مشيج أو تنعزل مع b في مشيج آخر وبعد ضم ما ينتج من Bb إلى كل من A و a وضرب الكسور (النسب) أمام كل أليل يتكون أربعة أنواع من الأمشاج وبالنسب التالية :

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

1/2 < 1/2 B = 1/4
1/2 b = 1/4 Ab

1/2 < 1/2 B = 1/4
1/2 b = 1/4

وبنفس الطريقة يمكن تعيين الأمشاج ونسبها التي تنتج من أي كائن حي متباين الزيجة لأكثر من زوجين من الجينات .

٢. تعيين الأنماط الوراثية Genotypes ونسبها في الجيل الثاني F_2 :

إذا كان النمط الوراثي إلى F_1 هو AaBb الناتج من تضريب ثنائي الهجين ، فتعين الأنماط الوراثية ونسبها في الجيل الثاني (F_2) بالطريقة التالية :

يجزأ التضريب ثنائي الهجين إلى تضريبين أحاديي الهجين وهما : (Aa x Aa) و(Bb x Bb) وبعده يكون من السهل معرفة الأنماط الوراثية ونسبها الناتجة في F_2 من كل تضريب أحادي الهجين وهي :

Aa X Aa < 1/4 AA, 2/4 Aa, 1/4 aa

Bb X Bb < 1/4 BB, 2/4 Bb, 1/4 Bb

ثم تضـم الأنماط الوراثية من التضـريب Bb X Bb الى كل نمط وراثي من التضـريب Aa X Aa وتنتج الأنماط الوراثية المختلفة في F_2 وبالنسب التالية بعد ضرب الكسور (النسب) الموجودة أمام كل نمط وراثي :

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

1/4 AA ⟵ 1/4 BB = 1/16 AABB
2/4 Bb = 2/16 AABb
1/4 bb = 1/16 AAbb

2/4 Aa ⟵ 1/4 BB = 2/16 AaBB
2/4 Bb = 4/16 AaBb
1/4 bb = 2/16 Aabb

1/4 aa ⟵ 1/4 BB = 1/16 aaBB
2/4 Bb = 2/16 aaBb
1/4 bb = 1/16 aabb

وتتبع نفس الطريقة إذا كان F_1 متباين الزيجة لأكثر من زوجين من الجينات .

٣. تعيين الأنماط الظاهرية ونسبها في الجيل الثاني F_2 :

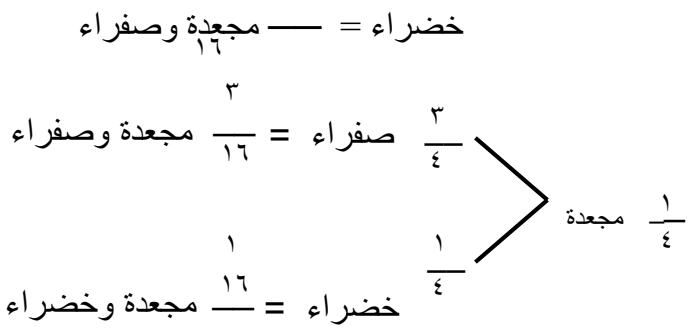
إذا كانت السيادة كاملة بين الصفات المتضادة كما في التضريب ثنائي الهجين المتضمن نباتات البزاليا النقية الأنثوية ذات البذور المستديرة والصفراء والنباتات النقية الذكرية ذات البذور المجعدة والخضراء .

وعند إتباع طريقة التشعب لتعيين الأنماط الظاهرية ونسبها في F_2 ، يقسم هذا التضريب الى تضربين أحادي الهجين وهما الأول ملساء X مجعدة والثاني صفراء X خضراء ، وينتج من التضريب الأول الأنماط الظاهرية التالية في F_2 : ٣/٤ ملساء و ١/٤ مجعدة وينتج من التضريب الثاني ٣/٤ صفراء و ١/٤ خضراء .

تضم الأنماط الظاهرية مع نسبها من التضريب الثاني الى كل نمط ظاهري من التضريب الأول ثم تضرب الكسور (النسب) وتضم الأنماط الظاهرية الواقعة على نفس الخط للحصول على الأنماط الظاهرية التالية في F_2 من التضريب ثنائي الهجين :

٣/٤ ملساء ⟵ ٣/٤ صفراء = ٩/١٦ ملساء وصفراء
٣/٤ ملساء ⟵ ١/٤ خضراء = ٣/١٦ ملساء وخضراء

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات



أما إذا كانت السيادة غير كاملة بين الصفات المتضادة في تضريب أحادي الهجين ، فينتج ثلاثة أنماط ظاهرية في F_2 وبنسبة $\frac{١}{٤} : \frac{٢}{٤} : \frac{١}{٤}$ وبذا سوف يزداد عدد الأنماط الظاهرية في F_2 الناتج من تضريب ثنائي الهجين عما هو متوقع بحالة السيادة الكاملة .

ويمكن إتباع نفس الطريقة بحالة التضريبات بين الآباء المختلفة بأكثر من زوجين من الصفات المتضادة .

ونستنتج مما سبق ذكره إمكانية استعمال الصيغ التالية للتوصل الى معرفة عدد الأنواع المختلفة من الأمشاج التي ينتجها الهجين وعدد الأنماط الظاهرية المختلفة وعدد الأنماط الوراثية وعدد الاتحادات في الجيل الثاني :

١. عدد الأنواع المختلفة من الأمشاج = $٢^{ن}$
٢. عدد الأنواع المختلفة من الأنماط الظاهرية = $٢^{ن}$ (بوجود السيادة الكاملة)
٣. عدد الأنواع المختلفة من الأنماط الوراثية = $٣^{ن}$
٤. عدد الأنواع المختلفة من الاتحادات المختلفة = $٤^{ن}$

مع العلم إن ن تمثل عدد أزواج من العوامل المتضادة المستقلة المشتركة في تزاوج ما .

أنواع السيادة Types of Dominance

إن الصفات المتضادة التي درسها مندل في البزاليا كانت إحداها سائدة سيادة كاملة على الأخرى ولكن بعد اكتشاف أبحاث مندل وجد الباحثون أنواع أخرى من السيادة التي أدت إلى ظهور نسب للأنماط الظاهرية تختلف عن النسب المندلية في F_2 . إلا إن عوامل هذه الصفات خضعت إلى مبدأ

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

الانعزال . وكذلك اكتشفت السيادة المتأثرة بالجنس Sex-Influenced Dominance ، والسيادة الكاذبة Pseudodominance .

١. السيادة الكاملة Complete (Simple) Dominance

يكون متباين الزيجة في السيادة الكاملة نفس النمط الظاهري لمتماثل الزيجة (أي إن AA تشابه Aa) بالرغم من وجود الجين المتنحي لكنه مخفي وظيفياً . وبتعبير آخر يكون النمط الظاهري لـــ F_1 مشابهاً إلى النمط الظاهري لأحد الأبوين النقي . والأمثلة على السيادة الكاملة كثيرة في مختلف الكائنات الحية ، فالصفات التي درسها مندل في نباتات البزاليا ظهرت السيادة الكاملة وأدت إلى ظهور النسبة الكلاسيكية ٣:١ في F_2 من تضريبات أحادية الهجين وعلى النسبة الكلاسيكية ٩ : ٣ : ٣ : ١ في F_2 من تضريبات ثنائية الهجين والإنعزال المستقل لزوجين من الجينات .

٢. السيادة غير الكاملة Incomplete (Partial) Dominance

بعد اكتشاف أبحاث مندل حصل العلماء في حالات كثيرة على أنماط ظاهرية لا يمكن تفسيرها بموجب السيادة الكاملة . فمثلاً في نبات حلق السبع Snapdragon عند تضريب نبات ذي أزهار حمراء مع نبات آخر ذي أزهار بيضاء ، نتج جيلاً هجيناً (F_1) ذا أزهار حمراء وردية Pink ونتج في الجيل الثاني (F_2) على ١ أزهار حمراء : ٢ أزهار حمراء وردية : ١ أزهار بيضاء وبذا تكون النسبة ١ : ٢ : ١ نسبة محورة عن النسبة المندلية ٣ : ١ بسبب السيادة غير الكاملة .

٣. السيادة الفوقية Overdominance

يكون متباين الزيجة في السيادة الفوقية ذو نمط ظاهري عند قياسه كمياً أكثر من كلا الأبوين المتماثلين الزيجة . فمثلاً في ذبابة الفاكهة يسبب متباين الزيجة للون العين Ww زيادة في كمية الصبغات التألقية عن كل من متماثل الزيجة البري WW والأبيض ww . كذلك تظهر السيادة الفوقية في الحالات المتعلقة بالصلاحية الحيوية مثل الحجم والأنتاجية والحيوية . فالتضريبات بين أفراد متماثلة الزيجة الضعفاء في صفات الصلاحية الحيوية أنتجت في كثير من الحالات ذرية ذات سيادة فوقية بالنسبة لكلا الأبوين ، وبسبب السيادة الفوقية ينتج في F_2 النسبة ١ : ٢ : ١ في التضريبات أحادية الهجين .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

٤. السيادة المشتركة **Codominance**

تكون السيادة المشتركة عندما يعبر كلا الأليلين بصورة كاملة عن تأثيرهافي متباين الزيجة . فمثلاً في الأنسان يكون الأليل I^A لمجموعة الدم A سائداً مشتركاً مع الأليل I^B وعليه يعبر متباين الزيجة I^A I^B عن صفتي كل من المجموعة A والمجموعة B . وبما إن الأليلين يسيطران على نواتج بروتينية مختلفة في كريات الدم الحمراء فإن التزاوج بين فرد متماثل الزيجة I^A I^A مع آخر متماثل الزيجة I^B I^B ينتج أبناء متباينة الزيجة I^A I^B . وينتج التزاوج بين أفراد متباينة الزيجة (I^A I^B X I^A I^B) أبناء بنسبة ١ مجموعة A : ٢ مجموعة AB : ١ مجموعة B ، وبذا تكون النسبة ١ : ٢: ١ نسبة محورة عن النسبة المندلية ٣ : ١ بسبب السيادة المشتركة .

الأساس الخلوي للوراثة المندلية

Cytological Base of Mendelian Genetics

استنتج العلماء بأن الوراثة تنتقل بنوى الخلايا التناسلية (البيضة والحيمن) قبل اكتشاف أبحاث مندل . وأستنبط هذا الاستنتاج من الملاحظات عن سلوك النوى والكروموسومات أثناء انقسام الخلية والإخصاب . وأوضح مندل على إن المادة الوراثية تتألف من وحدات سميناها جينات التي تنعزل أثناء تكوين الأمشاج . يمكن مشاهدة الكروموسومات وبالأخص تحت المجهر أثناء انقسام الخلية بينما نستدل على وجود الجينات من ملاحظة سلوك الصفات الناتجة من تأثير هذه الجينات في تجارب التهجين . وبعد اكتشاف أعمال مندل كان من الطبيعي طرح السؤال التالي : ماهي العلاقة بين الكروموسومات وبين الجينات ؟ إن الإجابة على هذا السؤال قدمت بصورة مستقلة من قبل كل من بوفرى Boveri وصتون Sutton عام ١٩٠٢م اللذين توصلا بأن الكروموسومات تحتوي على الجينات من دراسة السلوك المتوازي بين الكروموسومات والجينات أثناء الانقسام الخلوي والإخصاب .

وتنعزل الجينات بسبب انفصال الكروموسومات التي تحمل هذه الجينات أثناء تكوين الأمشاج . وعرفت هذه الفكرة بنظرية الكروموسومات الوراثية Chromosome theory of heredity وبتطور علم الوراثة وعلم الخلية وظهور علم الوراثة الخلوية Cytogenetics قدمت الأدلة الكثيرة والدعم الى هذه النظرية .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

التركيب الوراثي والتركيب المظهري

Genotype & Phenotype

ان جميع خطوات تربية وتحسين أشجار الغابات تهدف الى معرفة وتحديد التراكيب المظهرية والوراثية لذلك فالتركيب المظهري Phenotype يعرف بانه الشجرة كما ترى وهذا الشكل او مشهد الشجرة يكون ناتجاً من تأثير العوامل الوراثية والمحيطية معاً (Phenotype = Genotype + Environment) .

اما التركيب الوراثي Genotype يعرف بأنه الزخم الوراثي للشجرة وهذا الزخم لا يمكن مشاهدته مباشرةً لكن يمكن تحديده ومعرفته من خلال اختبار تجريبي مصمم بشكل جيد ، فالتركيب الوراثي يمكن تحديده من خلال الجينات المتواجدة على الكروموسومات داخل النواة الخلوية لكل خلية في الشجرة .

إن المجموع الكلي للعوامل غير الوراثية المؤثرة على نمو وتكاثر الأشجار تكون عوامل محيطية Environmental وهذا مصطلح عام يطلق على جميع أنواع العوامل (عوامل التربة ، الرطوبة ، الطقس او عوامل أخرى ناجمة عن تأثيرات الآفات واحياناً عوامل ناتجه عن تدخلات الانسان .

التلقيح في أشجار الغابات والتربية الداخلية

تقسم أنظمة التلقيح الى قسمين :

الأول : التلقيح الذاتي Self-pollination : عبارة عن اتحاد حبة اللقاح مع الميسم اما من الزهرة نفسها ، او من ازهار أخرى على النبات نفسه .

الثاني : التلقيح الخلطي Cross pollination : يحصل من اتحاد حبة لقاح من احد النباتات مع زهرة نبات مختلف .

النباتات الخلطية التلقيح ذو أهمية خاصة للمربى ، لأنها لا تتأثر كثيرا وربما لا تتأثر مطلقا بالتربية الداخلية inbreeding (وهى عملية التلقيح الذاتي الصناعي الذي يقوم به المربى) .

التلقيح الذاتي والعوامل المؤثرة عليه

يعرف التلقيح الذاتي self-pollination ايضاً أنه انتقال حبوب اللقاح من متوك الزهرة إلى ميسم الزهرة نفسها. ومن جهة نظر المربى.. فان التلقيح الذاتي يتسع ليضم- أيضا"- حالات انتقال حبوب اللقاح ، من متوك الزهرة إلى ميسم آية زهرة أخرى على نفس النبات ، أو أية زهرة من أي نبات اخرمن

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

السلالة الخضرية ذاتها ، لان جميع نباتاتها تكون متماثلة تماما في تركيبها الوراثي . يتطلب حدوث التلقيح الذاتي آن تحتوى الزهرة على أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث معا ، وان تنضج أعضاؤها الجنسية في وقت واحد .

اهم الظواهر التي تساعد على حدوث التلقيح الذاتي :

١- عدم تفتح الازهار : حيث تبقى مغلقة ولا يمكن لحبوب لقاح غريبة ان تدخل الى مياسم هذه الازهار فيكون التلقيح ذاتياً
٢- قد تنفتح الازهار وتكون غير ملقحة ذاتيا ولكن لا يمكن ان تتلقح خلطياً بسبب حدوث تطورات معينة في الإزهار فعلى سبيل المثال قد يفرغ المتك محتوياته من حبوب اللقاح قبل أن يبرز من الزهرة وبذا فإنها تكون فارغة فلا تتوفر آية فرصة لحدوث تلقيح خلطي .

أهمية التلقيح الذاتي التام :

١- يمنع التلقيح الذاتي التام حدوث خلط وراثي بين التراكيب الوراثية وبذا يساعد على حفظ صفات الأصناف ، والسلالات، والنباتات المنتجة .
٢- يؤدى التلقيح الذاتي إلى الإبقاء على الطفرات الضارة ، محصورة في نسل النبات الذي ظهرت فيه الطفرة فقط .
٣- كما يؤدى التلقيح الذاتي المستمر إلى سرعة اختفاء الطفرات الضارة المتنحية.

التلقيح الخلطى والعوامل المؤثر عليه :

يعرف التلقيح الخلطى cross-pollination بأنه انتقال حبوب اللقاح من متك إلى ميسم زهرة على نبات أخر . وتوجد أربع وسائل رئيسية لانتقال حبوب اللقاح من المتوك إلى المياسم.
حالات التلقيح الخلطى ، هي الانتقال بالماء في النباتات المائية ، وبالحيوانات ، وبالهواء وبالحشرات وتعد الوسيلتان الأخيرتان أهم وسائل التلقيح الخلطى في النباتات .

الظواهر التي تحتم حدوث التلقيح الخلطى:

يكون من المحتم حدوث التلقيح الخلطى في الحالات التالية ؛ نظرا لاستحالة حدوث التلقيح الذاتي في أي منها :

١- عندما يكون النبات وحيد الجنس ثنائي المسكن ، أي توجد منه نباتات مذكرة وأخرى مؤنثة .
٢- عندما توجد ظاهرة العقم الذكرى sterility male ، حيث لا يكون النبات قادرا على إنتاج حبوب لقاح ، أو انه ينتج حبوب لقاح ضامرة وعديمة الحيوية .
٣- عندما توجد ظاهرة عدم التوافق الذاتي حيث ينتج النبات حبوب لقاح خصبة ، إلا أنها تكون غير قادرة على إخصاب بويضات الزهرة نفسها أو أية زهرة أخرى على النبات نفسه.
٤- وجود عائق ميكانيكي في الزهرة يمنع التلقيح الذاتي .
٥- ظاهرة اختلاف مواعيد نضج أعضاء الزهرة الجنسية Dichogamy ، كأن تنضج المتوك وتنثر حبوب اللقاح قبل استعداد المياسم لاستقبالها ،ونعرف هذه الظاهرة باسم Protandary ، او ان المياسم تصبح صالحة لقبول حبوب اللقاح قبل ان ينفتح متك الزهرة protogyny . وعلى الرغم من أن التلقيح الذاتي للزهرة الواحدة غير ممكن في كلتا الحالتين إلا انه لا يوجد ما يمنع من حدوث التلقيح بين أزهار مختلفة من النبات نفسه.

بالنسبة لأشجار الغابات نجد ان نوعية التلقيح بين الأشجار له اثر رئيسي في الحصول على افراد ذات تباين وراثي كبير والتلقيح الخلطي هو الغالب والشائع في معظم أشجار الغابات والذي ينتج عنه في اغلب الأحيان مجتمع نباتي ذو تباينات وراثية كبيرة Heterozygous .
فعند حدوث التلقيح الخلطي بين النباتات ذات التراكيب الوراثية المختلفة فإن نسبة النجاح تكون عالية في حين ان قليل من التلقيحات الذاتية Selfing تحصل في نفس الشجرة وكذلك الحال بين الأشجار ذات صلة القرابة الكبيرة ، من جهة أخرى نجد ان التلقيح الذاتي يكون ذو أهمية رئيسية عند تأسيس حدائق البذور النباتية .
إشارة الى ما تقدم فإن أهمية التلقيح الخلطي في أشجار الغابات كبيرة ويعتبر مربو أشجار الغابات محظوظين كون غالبية الأشجار الغابية المهمة ذات تلقيح خلطي وان هذه الأهمية الكبيرة تتأتى من ان الافراد الناتجة تكون متباينة وراثياً الى درجة كبيرة مما تتيح فرصة واسعة وجيدة للانتخاب ، وبالعكس نلحظ ان التباينات الناتجة بين افراد ناتجة عن تلقيحات ذاتية تكون قليلة مع ملاحظة ان استمرار عملية التلقيح الذاتي يؤدي الى فقدان القوة الوراثية وهذا ما يدعى بقوة الهجين المعاكسة .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

ان دراسات عديدة أوضحت التأثير السلبي للتلقيح من ذوي القربى في أشجار الغابات وذلك لتأثيراتها العكسية ومن اهم هذه التأثيرات هي اختزال في مجموعة البذور كذلك حدوث انخفاض في انبات البذور الناتجة عن التلقيح الذاتي او بين افراد ذات صلة قربى كذلك لاحظوا حدوث تدهور للنمو بمرور الزمن بسبب خفض سرعة النمو ، بصورة عامة يمكن القول ان نتائج التلقيح الذاتي يمكن ان تختلف حسب النوع الواحد والأشجار الأمهات في النوع الواحد ايضاً ومن هذه النتائج المعرفة ما يلي :

١- عدم تكون بذور .
٢- تتكون البذور لكنها لا تستنبت .
٣- البذور تستنبت ولكن تكون الشتلات غير طبيعية وغالباً ما تعيش لفترة قصيرة وتموت .
٤- الشتلات تعيش ولكن تبقى صغيرة الحجم او ضعيفة النمو غالباً وتكون مصفرة اللون وتنمو ببطأ
٥- الشتلات تنمو نمو بطيئاً بدرجة اكبر من الأشجار الاعتيادية النمو لكنها لا تعرف و لا تظهر عليها علامات مرضية وهذه الحالة تكون اخطر لعدم إمكانية تشخيص الضعف في النمو وبالتالي تنمو الأشجار في المشاجر وتكون انتاجيتها ضعيفة .
٦- الشتلات تنمو بشكل جيد واحياناً احسن من الشتلات الناتجة عن التلقيح الخلطي ، وهذه الشتلات تكون نادرة .

التربية الداخلية Inbreeding System :

من نتائج التلقيح الذاتي وكما تم ذكره في النقطة السادة من نتائج التلقيح الذاتي هو حصولنا على شتلات جيدة واحسن نمواً من بقية الافراد في المجتمع النباتي ، فانتخابنا لهذه الافراد وادخالها ضمن برنامج تربية داخلية وتلقيحها تلقيحاً خلطياً فنحصل على نتائج جيدة جداً ومثل هذه الطريقة تستعمل بشكل واسع عند تربية المحاصيل الحقلية المختلفة حيث تنتج خطوط مرباه تربية داخلية نتيجة للتلقيح الذاتي فتعزل هذه الخطوط ويتم بعد ذلك تلقيحها خلطياً وبذلك يتم المحافظة على قوة الصفات الوراثية الجيدة والاهم من كل ذلك حصولنا على مجتمع نباتي ذو صفات منتظمة ومتشابهة الى حد كبير .

التباين في العدد الكروموسومي :

تبنى حقيقة نظم التوارث في الجزء الكبير منها على ثبات عدد الكروموسومات وتعتبر عملية الانقسام المايتوزي و الانقسام المايوزي هي الوسيلة العملية لميكانيكية مضاعفة الكروموسومات ، وتعطي الدراسات السيتولوجية معلومات غنية عن اعداد الكروموسومات التي تحويها خلاياها وتكون هذه الكرموسومات ثابتة العدد في النوع الواحد من النباتات وقد تحصل تضاعفات للأعداد الكروموسومية

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

في الخلية الواحدة Polyploidy فيزداد نشاط نمو هذه النباتات حيث تكون خلاياها حاوية على مضاعفات (n) من الكروموسومات ، هذا التضاعف يمكن ان يحصل كطفرة طبيعية او صناعية تؤدي الى حصول التباين الوراثي .

بالنسبة لأشجار الغابات فإن استخدام الوراثة لتحسينها تكون غير ناجحة او مرهونة بالفشل اذا لم يكن هنالك تباين وراثي كافي للنوع المحدد للدراسة ، لذلك فأول عمل يمكن القيام به عند البدء ببرنامج للتحسين هو تحديد كمية وسبب التباين او الاختلافات إضافة الى معرفة طبيعية هذا التباين او التغاير في الأنواع ذات العلاقة مع وجوب التعلم والاستفادة من كيفية استخدام هذا التباين .

النشاطات المتعلقة بتحليل هذه التباينات وتفسيرها تأخذ وقتاً طويلاً من مربي ومحسني هذه الأنواع علاوة على ما مطلوب من جهد مكثف ومتواصل .

ان الحقيقة المسلم بها هي ان التباين متواجد بين الأنواع والسلالات والافراد داخل النوع الواحد وبشكل عام ليس من الصعب اثبات ذلك ولكن لكي نحدده او بعبارة أخرى إيجاد مسببات هذا التباين يكون مكلفاً من الناحية الاقتصادية إضافة الى احتياجه للوقت الطويل .

لذا نجد انه من الصعب معرفة أي التباينات يمكننا السيطرة عليها وراثياً او بعبارة أخرى أي التغايرات الأخرى سببها وراثياً ومع هذه الصعوبة فإن معرفة هذه الأسباب تعتبر أساسية وضرورية للتمكن من التحكم والسيطرة عليها من خلال اكتشافها واستخدامها لأغراض برامج التربية والتحسين لأشجار الغابات وبالتالي نحصل على غابات احسن حالاً مع إنتاجية اعلى كماً ونوعاً .

هنالك حقيقة هي ان أشجار الغابات تمتلك تباينات اكبر من الاحياء الأخرى وهذه الحقيقة قد وثقت بدراسات علمية على انها غالباً ما تكون ضعف التباينات في النباتات الأخرى .

التباين والاختلاف في أشجار الغابات

في المحاضرات السابقة ذكرنا ان علم تربية النبات يعتمد على عدة علوم اساسية تمكن المشتغلين فيه من اتمام عملية التحسين الوراثي، ويعتبر علم الوراثة على رأس هذه العلوم، فعلى مربي النبات ان يكون ملما الماما تاما بالمعلومات الوراثية الاساسية ومنها كيفية انتقال الجينات من جيل لأخر، وعلاقة هذه الجينات مع بعضها البعض واثرها على الشكل المظهري للنبات Phenotype .

ان التركيب الوراثي Genotype هو عبارة عن مجموع الجينات التي تنتقل من الاباء الى الابناء وهو ثابت طول فترة حياة النبات .ان التمييز بين النباتات يتم عن طريق المظهر الخارجي وليس على اساس التركيب الوراثي الذي لا يمكن تحديده مباشرة وانما يمكن تحديده عن طريق دراسة نسل الفرد واختبار

النسل The progeny test كما تم ذكره سابقاً ، لأنه قد يتشابه فردين(نباتين) من حيث الشكل المظهري لكنهما مختلفين وراثيا، فالتركيب الوراثي AA يشبه مظهريا التركيب الوراثي Aa فيما اذا كانت هناك سيادة تامة للاليل A على الاليل a ، ومن جهة اخرى غالبا ما يعطي نفس التركيب الوراثي عدد من الاشكال المظهرية عند وضعه في ظروف بيئية متباينة ، ويطلق على مثل هذه الحالة بمدى الاستجابة Rang of reaction .

ان التغايرات الوراثية Variation في الكائنات الحية تعتبر اساسية لنجاح عملية التحسين الوراثي في النبات، لان النباتات تختلف فيما بينها، وهذه الاختلافات قد تأخذ مديات واسعة وواضحة جدا، ، وقد تكون الاختلافات ضيقة .

ان التغايرات بين النباتات (التباين) ترجع الى احد المصادر الاتية:

١- الاختلافات الوراثية Genetics Variation -

٢- الاختلافات البيئية Environments Variation -

٣- التداخل بين العوامل الوراثية والبيئية G×E interaction -

ان بعض العوامل الوراثية معروفة تكون مفيدة للاستخدام في حين عوامل أخرى تكون عشوائية ومن الصعوبة استخدامها من قبل مربي الأشجار .

توجد في أشجار الغابات عدد من مرتبات التباين والاختلاف وهذه التباينات يمكن وضعها في مجاميع من الأنواع species ، المصادر الجغرافية Provenances ، المشاجر stands ، المواقع sites الأشجار المفردة .

ان الاختلافات بين الأشجار تكون موضع تكون موضع اهتمام وبحث ودراسة ضمن برامج التربية والتحسين من اجل تحقيق النجاح في هذا المجال .

١- الاختلافات الوراثية Genetics Variation

ان الاختلافات الوراثية تعني اختلاف الجينات المكونة لتركيب وراثي معين عن تركيب وراثي اخر، كما نلاحظ ذلك في اختلاف عدد الافرع او عدد الازهار بين صنف واخر او نوع واخر.

ويمكن معرفة التغايرات (التباين) الذي يكون سببه وراثي وذلك بزراعة نباتات معينة تحت ظروف بيئية واحدة متشابهة ومتحكم بها، فان الفروق التي ستظهر بين النباتات يكون سببها راجع الى التراكيب الوراثية المكونة او المسيطرة على صفات كل مجموعة من هذه النباتات.

ان التباين او الاختلاف بين النباتات يعتبر المادة الاساس التي يعمل عليها مربي النبات، فالتباين هو المادة الخام التي يقوم عليها الانتخاب على اساس الصفات الظاهرية ولمعظم الصفات المدروسة، عليه ولأجل نجاح برنامج التربية والتحسين علي مربي النبات ان يعرف مدى اعتماد الصفة التي ينتخبها

على العوامل الوراثية ومدى تأثرها بالبيئة، ان بعض الاختلافات الوراثية قد تكون واضحة وسهلة الملاحظة كألوان البذور والثمار مثلا .

كذلك نجد ان الاختلافات الوراثية معقدة ولكن اذا ما عرفت درجة ونوع هذه التباينات واستخدمت بشكل جيد فالتباينات الوراثية هذه يمكن توظيفها للحصول على فائدة كبيرة في بعض الخواص الشجرية .

ان التباينات الوراثية بشكل عام يمكن ان نقسمها الى اختلافات مضافة Additive واختلافات غير مضافة Non additive لذلك فالتغاير الوراثي يساوي التغاير المضاف + التغاير غير المضاف .

Genetic Variance = Additive Variance + Non additive Variance

وبتعبير مبسط التغاير المضاف يكون من خلال التأثير المتجمع من الاليلات في جميع المواقع الجينية والمؤثرة في الصفة المحددة .

اما التغاير غير المضاف يمكن ان يقسم الى نوعين :

الأول : التغاير السائد .Dominance var والذي يكون بسبب التداخل في تأثير الاليلات المعينة في الموقع الجيني الواحد .

الثاني : التغاير المتفوق .Epistasis var الناتج من تأثير التداخل بين المواقع الجينية المختلفة

ان التغاير المضاف ذو أهمية كبيرة في برامج تحسين المجتمع النباتي ، اما التغاير غير المضاف يمكن استغلاله فقط بواسطة برامج إنتاجية متخصصة اكثر والذي يجب ان يشتمل على تزاوجات (تضريبات) crosses او باستخدام التكثير الخضري في هذه البرامج .

في معظم برامج التربية والتحسين لأشجار الغابات يلقى التغاير غير المضاف للتباين الوراثي اهتماماً اقل وذلك بسبب ان التغاير المضاف اسهل للاستخدام .

ان معظم الصفات ذات الأهمية الاقتصادية لأشجار الغابات تكون تحت بعض درجات السيطرة من قبل العوامل الوراثية المضافة ، وهذا من محاسن الصدف لان التغاير المضاف هذا سيكون بالإمكان استخدامه في نظام الانتخاب البسيط مما يجعل الافراد المنتخبة اكثر ملائمة للاستخدام في برامج التحسين . فالصفات مثل الوزن النوعي ، استقامة جذع الشجرة وصفات النوعية الأخرى لها مميزات التغاير المضاف بدرجة اقوى من صفات النمو الأخرى .

ان الاختلافات الوراثية تنشأ نتيجة عدة عوامل منها

١- الانتخاب Selection

٢- التهجين Hybridization

٣- الطفرات الوراثية Mutations

٤- التضاعف الكروموسومي Polyploidy

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

٢-الاختلافات البيئية Environments Variation

الاختلافات البيئية معروفة من قبل مربي النبات والسيطرة عليها يمكن من خلال أسس تنمية الغابات مثلاً او اساسيات العمليات الغابية المختلفة ، اما بعض العوامل الأخرى لا يمكن السيطرة عليها . فمثلاً التباين الناتج عن التنافس بين الأشجار يمكن إصلاحه من خلال السيطرة على مسافات الزراعة او بالتخفيف وفي مجال التنافس على الغذاء يمكن السيطرة عليه بالتسميد وهكذا . اما بالنسبة لتأثير عامل مقد التربة فلا يمكن تغييره بشكل عام ولكن الاهتمام بتحضيرات الموقع يمكن ان يغير من تركيب مقد التربة الى حد معين وبفترة زمنية طويلة لذا فان عمليات معالجة ما تحت سطح التربة احياناً تكون مفيدة لتهيئة محيط احسن حالاً لنمو وتطور المجموعة الجذرية .

التحضيرات الموقعية ومكافحة الادغال بالمبيدات غالباً ما تستخدم لتقليل التنافس واذا تركت هذه العمليات من دون تدقيق ومراقبة قد تقلل او تحدد من نمو الأشجار .

العوامل الأخرى مثل كميات الامطار ، درجات الحرارة ، تأثيرات الرياح ، عمق التربة وعوامل بيئية أخرى يكون للإنسان تأثير بسيط عليها وكل العوامل المؤثرة الأخرى يكون تأثيرها على التراكيب المظهرية للأشجار .

لذا فالتباين الناتج من العوامل البيئية لا يمكن استخدامه في برامج تطوير وتحسين أشجار الغابات على الرغم من ان العوامل البيئية تتسبب بتباينات كبيرة بين الأشجار في بعض الصفات وخاصة تلك الصفات الراجعة الى طبيعة نمو الشجرة وخاصةً الشكل وقد تتأثر بعض الصفات النوعية .

ان الطريقة الوحيدة التي بواسطتها يستطيع الغاباتيون فيها من التغلب على العوامل البيئية المختلفة هي انتاج أصناف من الأشجار من خلال برامج التربية والتحسين او بواسطة استخدام تلك الأشجار الموجودة في الطبيعة اصلاً والتي تكون اكثر قدرة على تحمل الظروف البيئية الصعبة والمختلفة .

٣- التداخل بين العوامل الوراثية والبيئية G×E interaction

تعتمد التفسيرات العلمية لعملية توارث الصفات في برامج تربية النبات على دقة القيم الوراثية ، هذه القيم يجب ان تدون استناداً الى الصفات المظهرية التي تعكس التأثيرات الوراثية والبيئية ولسوء الحظ فان مربي النبات لا يمكنه ان يفصل التأثيرات الوراثية عن التأثيرات البيئية .

التباين في المشاجر الطبيعية

نجد\ ان المربون الغاباتيون يعملون في ظروف جيدة من التباينات الطبيعية العالية والمتكونة من امد بعيد ، فالدراسات المكثفة للتباين في النوع الواحد مهمة جداً لبرامج التربية والتحسين لأشجار الغابات .

ان تحديد درجة التباين والاختلاف ونوعيتها مهمة كبيرة جداً وتحتاج ان تنفذ بعناية شديدة في النوع الواحد ، ففي أشجار الغابات بشكل عام تكون العمليات لتحديد الاختلافات الموجودة بين المرتبات التالية

١- التباين الجغرافي
٢- تباين المواقع ضمن المناطق الجغرافية
٣- تباين المشاجر ضمن المواقع
٤- تباين الأشجار ضمن المشاجر
٥- التباين في الأشجار المفردة

واشارة الى ما تقدم وعند دراسة التباين الطبيعي في نوع محدد يجب ان نحدد التباين الجغرافي اولاً ثم يلي ذلك تحديد التباين في بقية مراتب الاختلافات والتباين

المحافظة واستخدام التباين

احد الضروريات في تحسين الأشجار هو ادامة وزيادة التباينات الوراثية في أشجار الغابات ومجتمعها النباتي لاستخدامها فإن لم تستخدم وتطبق بشكل ملائم فإن الانتخاب المكثف سوف يقلل الاختلافات والتباين في الصفات المشمولة بالدراسة والتحديد . ان جميع برامج التربية والتحسين الناجحة سوف تغير من نسبة الاختلافات الجينية واذا لم يحدث ذلك فان البرنامج يكون فاشلاً ، جميع أشجار الغابات تحتوي على اختلافات واسعة لكثير من الصفات الجيدة اقتصادياً مثل استقامة الشجرة او الوزن النوعي لمادة الخشب او مقاومة الأشجار للآفات او اقلمتها على مقاومة الجفاف والبرد وكذلك جودتها من حيث سرعة النمو ، فإدامة وزيادة التباينات في مجتمع التربية النباتية هدف رئيسي للتطور النباتي والأبحاث العلمية لبرامج تحسين الأشجار .

القوى المشكلة للتباين الوراثي

جميع التباينات في المشاجر الطبيعية البرية (غير المطروقة) تحدث نتيجة القوى الطبيعية ، وتكون متاحة للاستخدام اذا ما عرفت وادرجت ضمن شجرة واحدة على شكل تركيب وراثي محسن . فمصادر الحدود النهائية لجميع الاختلافات تكون على شكل طفرات وراثية ولكن القوى الأخرى تستمر بالعمل لزيادة الاختلاف او نقصانه في المشجر الواحد .

بالإضافة الى الاختلافات الموجودة والملاحظة في المشاجر الطبيعية فان الانسان يمكن ان يتدخل ويساعد على إيجاد تباينات جديدة بجمع اكثر من تركيب وراثي للحصول على تركيب وراثي مشترك جديد .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

التباين في المشاجر الطبيعية له أربعة أسباب رئيسية (أربعة قوى رئيسية) اثنين منها تزيد درجة التباين واثنين تقللان منه ، فالقوى العاملة على زيادة درجة التباين هي الطفرات وسيل الجينات اما القوى العاملة على نقصان درجة التباين هما الانتخاب الطبيعي والقصور الوراثي .

١- **الطفرات Mutation :** هي المصدر النهائي في حصول التباين ، والطفرة تغير موروث للمكونات الجينية في الكائن الحي . ان وجود هذه التباينات ضروري للتحسين في اية صفة من الصفات والطفرات يمكن ان تنشأ ذاتياً او يمكن احداثها صناعياً وتعد من المصادر المفيدة للتغيرات الوراثية التي يحتاجها مربي النبات ، وان التغير الحاصل بسبب الطفرة هو تغير متوارث عبر الأجيال مما يعطي الطفرة أهمية كبيرة في مجال التربية والتحسين لكونها تعتبر مصدر لا ينضب للتغايرات الوراثية كذلك فهي تعطي الأساس لانتخاب وإنتاج الأصناف الجديدة والطفرة اما تكون طبيعية او يمكن استحداثها صناعيا بواسطة المطفرات مثل الاشعاع والمواد الكيمياوية ودرجات الحرارة وغيرها .

الطفرات الوراثية تحدث في مكان ما في الكائن الحي وبنسب مختلفة ولكن هذه لا تحدث دائماً في كل جين او مجموعة مركبة من الجينات ، وعند الحديث عن الطفرات الوراثية ونسبها (أي نسب تكرارها او حدوثها) فالحقيقة لا تعدوا شيئا يذكر فيما عدا كونها تجارب اكاديمية ، فالطفرة بسبب كونها تختلف والى درجة كبيرة جداً تبعاً للنوع والموقع الجيني .

٢- **الهجرة الجينية Gene flow :** الفعل الثاني الذي يساعد على زيادة التباين في مجتمع الأشجار بعد الطفرات هو الهجرة الجينية وهي هجرة الاليلات من مجتمع نباتي اومن أنواع نباتية الى مجتمع وأنواع نباتية أخرى والتي قد تكون متغيبة او غير ظاهرة او ظاهرة بتكرارات مختلفة .

أسباب هذه الهجرة تكون متعددة ومن الأسباب الأكثر شيوعاً هي حركة حبوب اللقاح او البذور ، واحياناً هجرة الجينات او انتقالها يحدث على مستوى الأنواع بطريقة تدعى introgression والذي غالباً ما يحصل بين نوعين بعد عملية التهجين ، فالتهجين عملية جلب تركيبين وراثيين معقدين لأبوين غير متناظرين معاً في فرد جديد ذو تركيب وراثي جديد .

هذا الفرد الجديد قد لا يمكنه التعايش مع نوع الابوين بشكل جيد ولكن احياناً قد يجد ظروف بيئية خاصة ملائمة له تمكنه من النمو والتكاثر . لذا يمكننا استغلال هذه الظاهرة أي ظاهرة الهجرة الجينية في برامج تربية وتحسين الأشجار ومثال على ذلك صنوبر *Pinus coultrie* يمتاز بامتلاكه قشرة سميكة وبالتالي فهو مقاوم لمرض القشرة Weevil لكن يعتبر اقل جودة من صنوبر جفري *Pinus jeffery* فلو هجنا هذين النوعين من الصنوبر للحصول على هجين جديد والذي يهجن

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

مرة أخرى تهجين رجعي مع صنوبر جفري لعدة مرات ثم ننتخب الافراد المرغوبة من حيث الحصول على شجرة ذات تكوين جيد إضافة الى مقاومتها لمرض القشرة Weevil فالتركيب الوراثي المعقد من صفة القشرة السميكة تم انتقالها الى صنوبر جفري من صنوبر كولتري . اذاً الهجرة الجينية تكون ذات أهمية كبيرة في المجتمع النباتي الطبيعي والتي تتسبب في اختلافات وتباينات وراثية واضحة .

٣- **الانتخاب Selection :** الانتخاب الطبيعي قوة عظيمة عادةً ما تعمل على الاقلال من التباين وذلك لسبب انها تتحد بأي من الأشجار التي ستنمو وتتكاثر (أي ظاهرة المحافظة على البقاء والتكاثر) وهذا الاتجاه الواحد المحدد في الطبيعة يؤثر على صنع التكوينات الوراثية الجديدة للأشجار في المجتمع ، فالطبيعة تفضل ظاهرة الأكثر ملائمة ، أي الأشجار ذات التركيب الجيني المتداخل يجعلها الأكثر ملائمة للبيئة من حيث الاستمرار في النمو والتكاثر .

٤- **القصور الوراثي Genetic drift :** عبارة عن ميكانيكية معقدة تعمل من خلال تقلبات الصدفة وليس من خلال التقلبات الناتجة من تأثير الانتخاب في نسب تكرار الاليلات في المجتمع مثل هذه الظواهر تحصل في الطبيعة كتلك العينات التي تكون صفاتها المظهرية مختلفة عن الابوين نتيجة لفقدان وانحراف في نسب تكرار الجينات ومثل هذه الصفات او الخواص الظاهرة في مجتمع نباتي ، تكون مجموعة من الافراد فيها تميل الى المحافظة الاليل المسبب لهذا الاختلاف او تعمل على فقدان الاليل الذي يكون سبباً لحدوث هذه الميزة (القصور الوراثي) لذا فان القصور الوراثي يعمل على الاقلال من التباين من خلال تثبيت هذه الاليلات او العمل على فقدان الاليلات المكونة للتباين. هذا القصور الوراثي يحصل عادة ضمن مجتمع صغير من الأشجار لا تتعدى ٢٥ شجرة بل اقل من هذا العدد والحالة هذه غالباً ما تحصل كنتيجة لكوارث طبيعية وبتأثير الانسان .

بالإضافة الى العوامل السابقة الذكر المؤثرة على التباين يمكن إضافة عامل اخر وهو الانسان مثل قيامه بعملية الانتخاب الاختياري حيث تقطع الأشجار الجيدة وتترك الضعيفة والرديئة للنمو والتكاثر وهذا العمل سيؤدي الى قصور او انحراف في تكرار الجينات وبالتالي في نظام التباين والاختلاف . ففعل الانسان قد يحدث تغيرات سريعة جدا في التباين عندما يطبق الانتخاب المكثف والقيام بالعمليات الغابية بهدف التربية .

مشاجر البذور Seed Stands :

مشاجر البذور هي المساحات المنتخبة من الغابات الطبيعية او المشاجر الاصطناعية وذلك لضمان تجهيز البذور لعمليات التشجير المختلفة وهذه البذور تكون معروفة المصدر الجغرافي والاباء .
ان مشاجر البذور توفر مصدراً مقبولا من البذور الجيدة وراثياً والمتباينة نوعياً تبعاً لظروف تكوينها وذلك لحد الوقت الذي تكتمل فيه حدائق البذور وتثبت أهميتها وتصبح جاهزة للإنتاج ، وطالما هذه المشاجر البذرية تمثل مصدراً موقعياً للتشجير ضمن المنطقة او بالقرب منها وهذه المناطق القريبة منها قد مرت بعملية انتخاب طبيعي معين لأشجارها وشجيراتها فهي توفر بذلك فائدة تجهيز البذور الأكثر قبولاً من الناحية الوراثية لنفس المواقع بالمقارنة مع البذور المجلوبة من خارج المنطقة او من بيئات مختلفة لذا فان مشاجر البذور هذه تمثل مرحلة أولية لتجهيز البذور قبل اكتمال حدائق البذور . فالمساحات المنتخبة كمشاجر بذرية لا تتشابه مع المساحات المعدة كحدائق بذرية لا سيما انها لم تعد لهذا الغرض لسبب ان مشاجر البذور لها ميزة وظيفية معينة وهي تغطية حاجة برنامج التشجير من البذور الأكثر ملائمة .

انتخاب الموقع Selection of site :

ان احسن المشاجر الطبيعية او الاصطناعية ولأي نوع هي تلك المشاجر ذات المواقع المتشابهة ضروفها المحيطية مع المساحات المنوي استخدام بذورها لأغراض التشجير . فعند انتخاب هذه المشاجر يجب الاخذ بنظر الاعتبار نوعية الأشجار والطاقة الإنتاجية لمساحة الأشجار المتاحة من البذور بحيث تكفي وتغطي الحاجة لتنفيذ برنامج او برامج التشجير ، وفي حالة المشاجر الاصطناعية وخاصة تلك التي تكون من الأنواع المستوردة يكون عامل العمر مهم جداً عند انتخاب الموقع لاسيما ان الأشجار يجب ان تكون ناضجة والى الحد الكافي وذلك لضمان انتاج بذور بحيوية عالية وبكميات مقبولة ولفترة زمنية مقبولة ايضاً ولكن يجب ان تمتلك هذه الأشجار ايضاً تيجان عريضة ومخضرة بهدف الحصول على اعلى انتاج بذري في المستقبل . لكن غالباً ما نجد مساحات من الأراضي تحوي أشجار ناضجة اوقريبة من النضوج فسلجياً والمتوفرة للإنتاج البذري قليلة مقارنة مع المساحات الواسعة خاصة وانها قد شجرت حديثاً . اما بالنسبة للمساحات ذات النسب العالية من الأشجار الميتة فعادةً ما تهمل ولا تنتخب منها المشاجر البذرية . اما بالنسبة لقسم من الأنواع المستوردة والتي تنمو في البيئات الصعبة (مثل الارتفاعات الشاهقة ، درجات الحرارة الواطئة ، الترب الفقيرة او القليلة الامطار) نجد ان اشجارها

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

تتأثر والى حد خطر من الناحية التكاثرية على الرغم من النمو الاعتيادي وهذا ما يشكل احد المحددات في استحداث مشاجر للبذور في مثل هكذا بيئات .

تحليلات المساحة (مساحة المشجر) Assessment of Area :

عند انتخاب مساحة المشجر البذري نوعية التركيب المظهري للأشجار والمعدل الاولي لإنتاج البذور يتم تحليلها من الناحية المورفولوجية والكمية بالإضافة لهذا يتم وضع معايير محددة لانتخاب هذه المساحات واستحداث المشاجر البذرية فيها الامر الذي يمكننا من وضع قواعد لحسابات التقدم الوراثي المتوقع في المشاجر النامية من البذور المنتجة في هذه المشاجر ، فالتحليل المورفولوجي يستند على عدد من الصفات (٣-٥) صفات والتي يعتقد انها ستكون ذات أهمية بالغة لكي نستخدم انتاج المشجر كاستقامة الجذع ، التفرعات الشوكية وعادة ما تستخدم مثل هكذا صفات بمقاييس وتدرجات مختلفة . اما بعض الصفات الأخرى تكون قاطعة الاستخدام بالرفض او القبول مثل الأشجار الواضحة الإصابة بالحشرات او الامراض فأنها ترفض كليا وذلك بسبب سهولة انتقال الإصابة والحساسية الموروثة في بقية الأشجار لذا تعتبر مثل هكذا صفة مهمة وقاطعة في نجاح المشاجر المزمع انشائها .

حجم وكثافة المشجر Size & Density of Stand :

نظراً لكمية البذور المخطط احتياجها في برنامج ما ، فان حجم المساحة لمشجر البذور تعتمد على إنتاجية النوع وكثافة المشجر المستخدم من الأشجار . وان إنتاجية النوع تتحدد بعدد البذور الحية لكل شجرة وهذا بدوره يعتمد على عدد الثمار لكل شجرة وعدد البذرات في كل ثمرة وحيوية البذور وعلية يجب ان يتم تخمين وتقدير الإنتاجية قبل اخذ العينات .

بالنسبة لكثافة المشجر فهذا يعتمد على عمر المشجر او تطوره ففي المشاجر التي يكون فيها من (١٠٠ – ٣٠٠) شجرة / هكتار فغالباً ما تستخدم هذه المشاجر لإنتاج البذور وهذا يعتمد على النوع والضروف المحيطة . ولابد من الإشارة الى ان التنافس بين التيجان دائماً ما ينصح تجنبه وذلك ليتسنى لنا التأكد من الحصول على اكبر عدد من البراعم المنتخبة .

ان إمكانية تأسيس مشاجر بذرية في المساحات الاستوائية الطبيعية الغابات تكون محدودة وذلك تبعاً لوجود اختلافات واسعة في مثل هذه المشاجر والعدد المحدود من أشجار النوع الواحد / هكتار ما عدا في بعض الأنواع المحددة من الغابات .

المشاجر البذرية تتميز بخاصية الأحادية Monospecific لاسيما وان حركة حبوب اللقاح بين أشجار النوع الواحد تكون متيسرة فيما اذا ازيلت الأنواع الأخرى ومع هذا ففي المشاجر الطبيعية يحب الاخذ

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

بالاعتبار إمكانية دمج نوعين او ثلاثة أنواع مختلفة تصنيفياً اذا يساعد هذا على تجنب المشاكل المرتبطة بالتهجين . عليه يمكن القول ان حجم مساحة مشجر البذور تعتمد على الاحتياجات المخطط لها في البرنامج ، المساحة الاصلية والمغطاة بالأنواع وتوفر المصادر للإدارة .

المردودات الوراثية Genetic gains :

ان القيمة الأساسية لمشاجر البذور تتأتى من كونها توفر مصدر محلي من البذور وعلى درجة من الكفاية والنوعية والكمية وبذلك فهي تقلل او تلغي الاعتماد على المصادر الخارجية والتي تكون بذورها اقل ثقة من حيث النوعية والكمية . ان أي مردود وراثي قد يتحقق فهو بذلك يعتمد على نوعية وتماثل المشجر البذري . فالتوزيع النوعي للبذور الأكثر اعتدالاً ضمن المشجر يعطي الفرصة الأكبر للانتخاب الذي يقود الى التحسين الوراثي الأكثر أهمية لأشجار الغابات . ففي مشاجر الجيل الأول ومن الأنواع المستوردة بشكل خاص وتحت بعض الظروف المحيطية المحددة غالباً ما يلاحظ على التوزيع النوعي لها ميلاً نحو النوعية الرديئة مع وجود بعض الافراد القليلة ذات النوعية الجيدة ففي مثل هذه الحالة المردود الوراثي المتوقع يكمن في نسبة النجاة مع تحسين معتدل الى خفيف من حيث تطور النوعية الأفضل

تحديد او رسم حدود مساحة المشجر على الأرض Layout of Area :

تتكون مشاجر البذور من المساحة المنتخبة (الفعالة) ومساحة الحماية (الوقاية)

المساحة المنتخبة Production Area هي المساحة التي تجمع منها البذور والتي تطبق عليها الفعاليات التنموية الاستثنائية والتي قد تشجع الإنتاج .

المساحة الوقائية (الحماية) Buffer Area هي المساحة التي تؤدي دور الحماية الوقاية للمساحات المنتجة من التلوث بحبوب اللقاح من مصادر خارجية وغير مسيطر عليها وذلك الى اقل ما يمكن لاسيما ان مشاجر البذور تستحدث ضمن منطقة المشاجر

شكل المشجر Conformation of Stand :

بعد اختيار مساحة المشجر والقيام بتحليلات الموقع تؤسس وتؤشر الحدود لغرض عزل المشاجر وتشكيل الشكل النهائي لمشجر البذور ، مع مراعاة ان الأشجار المفردة يجب ان تتوزع بالتساوي على المساحة الكلية مع وجود ادنى حد ممكن للمسافات البينية بين هذه الأشجار والضرورية لتجنب خطر التنافس ويمكن ان تكون بقدر ١,٥ * المسافات الاصلية للمشجر عندما كان فتياً . على اية حال المسافات البينية تعتمد على شكل الأشجار المجاورة وكثافتها المقررة . في المشاجر الاصطناعية يمكن القيام بتنفيذ العمل

بشكل منتظم من خلال إعادة ترتيب الصفوف لاسيما ان هدف التخفيف النوعي هو ترك ربع الى سدس عدد الأشجار في الهكتار وهذا يتم خلال مراحل وعلى مدى من ٢-٤ سنوات . لذا فان أي تعديل يكون ضروري القيام به فيما بعد . ان الوقت اللازم لأنشاء مشجر عادة يعتمد على المساحة التي ستغطى بالأشجار وتكوينات الشكل الأساسي (الكثافة وحجم الأشجار) .

الادامة والعناية بالمشجر :

من الفعاليات الرئيسية في إدارة مشاجر البذور هي التخفيف ، الحماية من الحرائق والوقاية من الحشرات والامراض فأدامه مصدات الحرائق ووجود طرق مواصلات جيدة وكافية للحركة المؤثرة عند اندلاع الحرائق ، إزالة الأعشاب والادغال من ارض المشجر والسيطرة على القرم كل هذه الأمور تساعد على منع الإصابات كذلك يجب الاستفادة من نتائج البحوث البيولوجية والوراثية وكذلك استخدام الأسمدة والوسائل الأخرى المساعدة على التزهير والاثمار في مشاجر البذور .

تباين السلالات Racial Variation :

السلالة Race يستخدم مصطلح السلالة عندما يتم شرح مجتمع نباتي طبيعي والسلالات تطورت استجابة الى القوى التطورية مثل الانتخاب الطبيعي .

المجتمع المتطور يرينا فروقات كبيرة وصغيرة عندما يحصل النمو للمجتمع في محيط واحد منتظم ، وهذا الاختلاف هو الاختلاف السلالي والتعرف الشامل للسلالة في أشجار الغابات والذي جاءنا من الباحث Wakeley الأكثر فائدة والبعض من شروحاته وتعاريفه ندرجها فيما يلي :

١- السلالة الجغرافية : قسم من اقسام النوع وتختلف فيما بينها بالتجربة ويمكن عرضها وملاحظتها وذلك ضمن النوع الواحد .

٢- السلالة الجغرافية : ناتجة عن التطور ضمن الأنواع والتي هي جزء منها ومن خلال عملية الانتخاب الطبيعي ، علماً ان مجموعة الافراد المكونة للسلالة منحدرة عن صلة قرابه او مجموعة ذات صلة قربى .

٣- الصفات التي تميز السلالات عن بعضها يكون مسيطر عليها وراثياً وتورث للأبناء من خلال عملية التكاثر .

٤- السلالة الجغرافية : تتواجد طبيعياً في بيئة محددة والتي تتأقلم عليها وبشكل جيد كنتيجة للانتخاب ويكون لها القدرة على البقاء والتكاثر .

من هذه النقاط الأربعة السابقة فقد عرف Wakeley السلالة الجغرافية بأنها قسم من اقسام النوع ومكونة من افراد متشابه وراثياً وعلى صلة قرابه معروفة وتحتل منطقة معينة قد تأقلمت على ظروفها البيئية من خلال الانتخاب الطبيعي .

اذا كانت السلالة متأقلمة على بيئة او منطقة تضاريسية معينة (قد تكون منطقة مرتفعات او مقاطعة ذات تربة فقيرة او محدودة) فعند ذلك تدعى بسلالة مناخ الارتفاعات ، لكن الاختلافات بين السلالات نتيجة للمناخ او التربة لا تدخل ضمن حساب سلالات محدودة بل يطلق عليها عموماً سلالة جغرافية وهذه تحصل غالباً في الأنواع النباتية ذات مدى طبيعي واسع بحيث تشتمل على بيئات مختلفة وكثيرة وهذه السلالات تتحد بعوامل كثيرة من حيث الفروقات بين تلك السلالات النامية في المنخفضات والمرتفعات وكمية السواقط المختلفة او ظروف مناخية أخرى حيث تتعرض الأشجار الى اختلافات وتباينات مثل الاختلاف في درجات الحرارة ، الرطوبة ، التربة ، طول النهار (فترة الإضاءة) او أي من العوامل البيئية المختلفة .

ان معظم أشجار الغابات لها سلالات جغرافية واضحة فالأنواع المحتوية على تباينات جغرافية واسعة يمكن ان تكون حصيلة جيدة للتباينات الوراثية وبالتالي يمكن استخدام هذه التباينات الجغرافية او السلالات الجغرافية في برامج تحسين وتربية الأشجار لنوع معين من خلال الانتخاب على ضوء المقاطعات المختلفة .

بالإشارة الى ما سبق قد يكون تباين السلالات الجغرافية اكبر من التباين بين نوعين مختلفين فمثلاً جنس الصنوبر في المكسيك لوحظ ان التباين ضمن النوع الواحد كبير تبعاً لاختلاف الارتفاعات في حين مثل هذا التباين بين نوعين مختلفين من الصنوبر اقل عندما ينموان في نفس الظروف والبيئة وعلى نفس الارتفاعات ، لذا فمعظم الأنواع النامية في المرتفعات العالية تكون اشجارها ذات نمو بطيء وذات سيقان اسطوانية وتفرعاتها رفيعة ومقاومة للبرد في حين الأشجار النامية من نفس النوع او الأنواع في المنخفضات تكون اسرع نمواً وشكلها غير جيد وتفرعاتها اغلظ إضافة الى عدم مقاومتها للظروف الباردة وقد تموت نتيجة تعرضها للبرد والانجماد المماثل على سلالات من نفس النوع تنمو في المرتفعات.

حدود السلالات الجغرافية غالباً ما يكون من الصعب تحديده لذا فالتدرج في الاختلاف يكون واضح عندما يكون هنالك فراغات بين هذه السلالات كوجود صحاري او جبال فاصلة وعازلة في حين يكون التدرج هذا تدريجي وبفروقات بسيطة عندما ينتشر النوع بشكل مستمر ومتواصل مثل الانتشار من المنخفضات والى الارتفاعات الشاهقة بدون عوازل .

ان الشيء المهم هو فهم هذه الاختلافات والتباينات في السلالات واستخدامها بشكل جيد في برامج التحسين وهذا يعني ان الاعتماد على التركيب المظهري فقط للحكم على السلالات قد يقودنا الى خطأ كبير ، لذلك دراسة التركيب الوراثي Genotype مهم جداً علماً انه قد وجد لظاهرة الاستقامة في الأشجار النامية في المرتفعات وظاهرة السيقان الملتوية في المنخفضات لسلالتين من نفس النوع سببها التركيب الوراثي .

الكلن والنوع البيئي Clines and Ecotype

سلسلة من المراتب قد اقترحت واستخدمت لشرح التباينات الوراثية واساليبها ومن هذه المراتب واهماها التنوع البئي والكلن .

An Ecotype : هي مجموعة من النباتات متشابهة في تركيبها الوراثي وتحتل رقعة بيئية محددة .

ففي الغابات الـ Ecotype تستخدم كمرادف للسلالة Race احياناً ولكن تختلف عنها كونها تمثل مجتمع نباتي اصغر وذات مميزات اكثر وضوحاً . وغالباً ما تكون الايكوتايب غير متميزة من خلال صفاتها المورفولوجية ولكن يمكن عزلها فقط اعتماداً على الصفات الفيزيولوجية وهذه عادةً ما تتعلق بصفات القابلية على البقاء او المحافظة على العيش

العالم Turesson 1922 اقترح للايكوتايب تعريفاً يقول فيه : هو عبارة عن استجابة التراكيب الوراثية في النوع لحاله حياتية او عادة معينة . لذلك فان الفكرة من الموضوع تتعلق بالتأقلم لبيئة خاصة .

الكلن Cline : اول ما عرفت من قبل الباحث Huxley 1938 حيث اعتبرها كدرجة معينة من مجموع الصفات المقاسة ، وتبع هذا التعريف إضافات أخرى من قبل الكثير من الباحثين واصبح التعريف كما يلي :

الـ Cline هي درجة الصفة المفردة من مجموع الدرجات المقاسة والتي تتبع التدرج البيئي .

والكلن من تعريفه يتبع قاعدة الصفة المفردة والتي لها تباين مستمر وقد يكون هذا التباين ثابت وغير ثابت لذلك قد يكون هنالك سلسلة من الكلنات لمجموع صفات في مجتمع نباتي معين ومعرفة او التعرف على الكلن في تحسين الأشجار مهم جداً ومثال على ذلك مقاومة الجفاف او البرودة غالباً ما تتبع نظام الكلن ، وطالما كان الكلن يتبع صفة واحدة مميزة فان الايكوتايب يكون ذو فائدة اكبر عند الاستخدام من قبل المربين مع ذلك فان المربي الناجح يحتاج الى تفهمهما بشكل جيد لما لهما من فائدة واسعة الانتشار في الغابات لسبب شيوع مشاهدة التباين الجغرافي المستمر .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

ت	مواضيع المقارنة	Cline	Ecotype
١	عدد الصفات	صفة واحدة	عدد من الصفات
٢	النظام Pattern	نظام مستمر	مجتمعات أشجار واضحة
٣	وراثياً Genetics	قد يمكن او لا يمكن السيطرة وراثياً	مسيطر عليها وراثياً
٤	الأسباب Causes	تتبع تدرجات البيئة	التأقلم على بيئة محددة
٥	الاستخدام او الفائدة Use	قابلة للتعريف والشرح	قابلة للتعريف والشرح وتستخدم كوحدة تربية مثلها مثل السلالة Race

اين يتطور تكوين السلالة بشكل افضل :

من المهم معرفة الظروف التي بموجبها سلالات مختلفة يمكن مشاهدتها او يمكن تطورها ومنها :

١- في ظروف الأنواع ذات المديات الواسعة الانتشار وفي مختلف الظروف البيئية وعادة تكون لهذه الأنواع عدد اكبر من السلالات .

٢- في ظروف الأنواع النامية في مدى واسع من الارتفاعات وعادة يكون لها سلالات مختلفة

٣- في ظروف الأنواع النامية في مناطق ذات اختلافات كبيرة في التربة .

اين ومتى ننتخب When and Where to select :

المشكلة التي تواجه مربي أشجار الغابات هي هل يتم استخدام بذور أشجار الأنواع المحلية الاصيلة ام نستخدم بذور الأشجار من الأنواع المستوردة Exotics وتفضيلها على الأنواع الاصلية Native . من الأفضل هو استخدام بذور الأنواع الاصلية او المحلية لحين ثبوت صلاحية استخدام البذور من المصادر الخارجية وغالبا ما تكون نتائج استخدام البذور المحلية هي الأفضل مع ذلك هنالك مصادر توكد على ان المصادر البذرية الخارجية هي الأفضل والمتفوقة .

ان النقاشات السائدة والمستمرة تدور حول السؤال التالي (هل ان الانتخاب يجب ان يتم من مراكز ام من اطراف مجال انتشار النوع (المدى) وان النقاشات في مثل هكذا مواضيع تقودنا الى مواضيع أخرى تدعى مراكز نشوء الأنواع او يقودنا الى نظرية المراكز الجينية ومن هذا يتضح ان اغنى مركز وراثي Genetic Pool موجود في المراكز .

مما تقدم يظهر انه لا يوجد إجابة كاملة وصحيحة على التساؤل من اين يتم الانتخاب ، لذلك فان الإجابة الصحيحة والتقليدية تعتمد على الكثير من الأمور فاذا ما رغب المربي من ادخال مجتمع أشجار محدد

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

الى بيئة خاصة او محيط ذو تقلبات حادة ففي هذه الحالة غالباً ما تكون الأشجار المنتخبة مع مجتمع أشجار في اطراف الغابة الأكثر ملائمة او الاحسن اذا كانت البيئة او المحيط النامية فيه هذه الأشجار متشابهة مع المحيط والبيئة للمنطقة المنوي ادخال الأنواع المستوردة فيها .

اما في حالة الرغبة في تشجير الأنواع المستوردة في بيئة او محيط ليس ذو تقلبات حادة والحصول على تباينات كبيرة (اعلى حد ممكن) لذلك فمن المفضل انتخاب من مركز مدى انتشار النوع المعين حيث تكون التباينات الوراثية كبيرة .

فكرة السلالات الأرضية The land Race Concept :

ان فكرة السلالات الأرضية بسيطة وذات أهمية رئيسية عند العمل مع مقاطعات شجرت خارج بيئتها المعتادة .

فالسلالة الأرضية : هي مجتمع افراد اصبح متأقلماً على بيئة محددة شجرت فيه تلك الافراد وان الخطوة المؤثرة في تطور السلالة الأرضية تتكون من زراعة الأشجار في بيئة جديدة وترك الطبيعة تعمل على عزل الافراد تبعاً لتأقلمهم على هذه البيئة الجديدة من خلال الانتخاب الطبيعي ، وتتبع هذه الخطوة اختيار احسن الأشجار (المنتخبة طبيعياً) ومن ثم استخدامها كمصدر للبذور لإعادة تشجير المنطقة (الأشجار الموجبة والأشجار الأمهات (elite trees) Plus trees & Mother trees وهذه العملية يمكن القيام بها بعد جيل واحد فقط ولكن احسن السلالات الأرضية يمكن الحصول عليها بعد عدد من الأجيال المتعاقبة والانتخاب في البيئة الجديدة .

ان تطور وتكوين السلالة الأرضية يكون بسيط ويمكن القيام به اذا ما اجتمعت الشروط التالية :

١- عندما تكون سلالات المقاطعات المعينة متأقلمة بشكل جيد ولحد معقول على البيئة الجديد المنوي تشجيرها ، وهذا العمل يمكن ان ينجح اذا ما اخذت الاعتبارات المختلفة علة محمل الجد والعناية الفائقة كالاعتبارات المناخية المتشابهة بين البيئة الجديدة وبيئة نمو الأشجار الاصلية المأخوذة منها.

٢- ان يكون المجتمع المنتخبة منه السلالة الأرضية ذات قاعدة تباين وراثي واسع وعادة تؤخذ البذور من عدة مئات من الإباء في السلالة المحددة والمنتخبة .

٣- المشاجر التي يتم منها انتخاب السلالة يجب ان تكون ذات مساحة كبيرة ومقبولة وبشكل عام تكون بحدود ٤٠٠ هكتار او اكثر ، لكن المشاجر الصغيرة ليس بها العدد الكافي من الأشجار لكي تعطي كثافة انتخابية عالية .

٤- عدد كافي من الأشجار الأمهات او الموجبة المحلية فان ما يقارب ٣٠ شجرة يمكن استخدامها لتأسيس حديقة انتاج البذور Seed Orchards ، لكن نحتاج من ٢٠٠ – ٣٠٠ شجرة او اكثر من الأشجار

الموجبة لغرض تطوير برنامج تحسيني مع ملاحظة ان العدد الأقل من الأشجار قد يتسبب في مشاكل من جانب تأثيرات التلقيح لذوي القربى وبذلك سوف تتحدد القاعدة الوراثية والضرورية لتطور الأجيال المتقدمة .

٥- ان نظام الانتخاب المستخدم لاختيار الإباء في تكوين السلالة الأرضية يجب ان يكون مبتكراً وبشكل جيد للتأكد من ان الانتخاب تم كمحصلة نهائية لمجموعة الأشجار الممثلة للصفات الجيدة والمرغوبة.

الطرق العامة لتربية الأشجار

ان الهدف الأساسي من طرق تربية النبات المختلفة هو الحصول على أصناف جديدة تمتاز بصفات قد تتفوق على الأصناف المحلية المتوفرة من حيث الحاصل والنوعية او قد تكون فيها صفة المقاومة للأمراض والحشرات او صفات أخرى .

ان استنباط أصناف اقتصادية جديدة هي جزء من برنامج خاص بتربية النبات يهدف للحصول على تراكيب وراثية جديدة او تحوير التركيب الوراثي للصنف مع ممارسة الانتخاب ثم التقييم لهذه الأصناف او السلالات المنتخبة وتكثير الصنف الجديد بعد ثبوت نجاحة تحت ظروف بيئية معينة .

ان طرق التربية للنباتات تشترك جميعها بهذا الهدف ولكنها تختلف من حيث الأسلوب والوسائل المستخدمة بالإضافة الى الأهداف الرئيسية من التربية والتي يضعها مربي النبات .

وتعتمد الطرق العامة للتربية لأشجار الغابات على

١- جمع اكبر عدد من الأصول او التصنيفات الوراثية

٢- القيام بعملية غربلة او تصفية باستبعاد من لا فأئده منه وإبقاء ما هو اقرب الى الهدف الذي يسعى اليه المربي . بالنسبة للخواص المطلوبة .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

٣- تقييم ما تم انتخابه واستبقاءه واختيار الاحسن على صورة سلالات يتم اكثارها وتحويلها الى صنف او ضرب جديد ممتاز ومن ثم يعمل على نشر زراعته .

طرق التربية والتحسين تشترك كلها في هذه الخطوات وان اختلفت فيما بينها في وسائل وتقنيات التنفيذ وهذا الاختلاف يرجع الى طبيعة النبات واختلاف طريقة تكاثره لذلك نجد ان تفاصيل التربية تختلف في الأشجار ذاتية التلقيح عنها في الأشجار خلطيه التلقيح ، ويمكن القول ان النتيجة النهائية لعملية التربية هي عملية انتخاب لنموذج ممتاز ثم تعميمه بواسطة المربي لكي يلبي طلبات الغابتيين والمصانع والمستهلك ، لذلك فان المسميات التي تعطى لطرق التربية سوف يكون مفهومها هو الوسيلة الوحيدة التي بواسطتها امكن الحصول على التصنيفات الوراثية ثم الخطوات التي اتبعت في غربلتها أي الانتخاب الى ان يصل المربي في النهاية الى النموذج الذي يرغب فيه .

بناءً على ما تقدم يمكن تقسيم الطرق العامة للتربية الى أربعة طرق رئيسية هي :

١- الاستيراد (ادخال) الأشجار Exotic trees introduction

٢- الانتخاب Selection

٣- التهجين Hybridization

٤- جمع الأصول الوراثية Genetic Sources Collection

الاستيراد (ادخال) الأشجار Exotic trees introduction

يعد استيراد النباتات الاقتصادية او نقلها من مكان الى اخر احد أسباب تقدم الزراعة في العالم ، وقد كانت هذه العملية في البداية غير منظمة وعشوائية ، وتتوقف على قوة الملاحظة للمربي في تمييز النباتات البرية ذات الصفات الاقتصادية ، وانتخاب هذه النباتات الممتازة وجمع بذورها ونقلها الى مكان اخر لغرض اكثارها . ان دخول الأصناف الجديدة واجراء التجارب عليها ودراستها سيجعل منها مصدراً لأصناف جديدة ومن ثم الاستفادة منها في التربية من خلال التهجين مثلاً مع الأصناف المحلية والتي قد تنقصها بعض الصفات المهمة .

بعد استيراد المادة الوراثية والتي قد تكون بذور او عقل او شتلات من مناطق زراعتها الاصلية الى المناطق الجديدة يجب دراسة القلمتها للمنطقة والقلمة تعني تكيف او تطبع هذه النباتات الجديدة على المناخ الجديد والتي ستزرع به المادة الوراثية المستوردة .

هنالك خطوات يجب اتباعها عند الاستيراد من دول او مناطق أخرى هي :

١- يفضل استيراد المادة الوراثية (بذور او عقل او شتلات) من دول او مناطق لها مناخ مشابه او مقارب الى ظروف البلد حيث ان هذه العملية سوف تسهل اقلمه النباتات المستوردة .

٢- يتم الاستيراد رسمياً من الجهات المختصة في الدول الحاوية على المادة الوراثية
٣- تفحص المادة الوراثية قبل دخولها الى البلد من قبل سلطات الحجر الزراعي ويسمح بادخالها اذا وجدت خالية من الآفات الزراعية كالحشرات والامراض او بذور الادغال الخطرة كذلك يجب ان تكون مطابقة للشروط المتفق عليها عند استيرادها .
٤- يعطى الصنف المستورد رقماً ويدون تاريخ استيراده ومصدره وصفاته الأساسية ليمكن متابعته في مراحل التربية المختلفة .
٥- تقوم معاهد البحوث والتجارب بزراعة الأصول الوراثية المستوردة لغرض معرفة مدى اقلمتها للظروف الجديدة قبل تكثيرها او استعمالها في أغراض التربية المختلفة .

الانتخاب Selection

الانتخاب عامل أساسي في تطور وتربية الأشجار فالانتخاب سواء كان طبيعيا Natural Selection او صناعيا Artificial Selection فهو عملية يمكن بواسطتها عزل الأشجار فردياً او على شكل مجاميع من مجموع مكون من خليط من افراد او مجموعات مختلفة الصفات الوراثية ، ولكي يكون الانتخاب ناجحاً يجب ان يتوفر مدى واسع من التباين ضمن النوع او الأنواع حيث ان فعالية الانتخاب تكون معدومة اذا ما جرى الانتخاب في مجتمع نباتي خالي من التصنيفات أي تكون الأشجار متماثلة وراثياً .

لفهم عملية الانتخاب يجب ان نتذكر نقطتين أساسيتين هما :

١- التأثير الفعال للانتخاب يظهر فقط عند وجود التباينات الوراثية .
٢- الانتخاب لا يخلق الاختلافات ولكن يؤثر على ما موجود منها في السابق .

ان الاختلافات الوراثية موجودة وبكميات كبيرة في معظم المجتمعات النباتية وخاصة مجتمع الأشجار والشجيرات الغابية حتى وان كانت تظهر وكأنها متشابهة ، ان هذه الاختلافات والتباينات في المجتمع غير المتماثل تثبت بالوسائل التالية :

١- الطفرة
٢- الانتخاب الطبيعي
٣- التهجين
٤- الشذوذ الوراثي

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

ان اختيار نوع وطريقة الانتخاب تعتمد على الأهداف المرجوة منها ، إضافة الى ان الانتخاب الناجح عادة ما يعتمد على مهارة وسرعة ادراك القائم بالتربية اكثر من اعتماده على الأساليب والفهم النظري لوحده وكذلك يجب ان ينحصر على الصفات الرئيسية المهمة .

تعتمد كمية الانتخاب وفترته على العوامل التالية

١- كمية الاختلافات الوراثية المتوفرة

٢- عدد الجينات التي تسيطر على الصفة وهذه تؤثر في فترة الاستجابة . فاذا كانت الصفة مسيطر عليها من قبل الجينات الرئيسية Major genes فان فترة الانتخاب تكون قصيرة ، اما اذا كان الانتخاب لغرض زيادة الحاصل مثلاً فتكون فترة الانتخاب طويلة لان الحاصل يتأثر بعدد كبير من الجينات Polygenes .

٣- كثافة الانتخاب والتي يمكن تعريفها بانها الفرق بين متوسط النباتات المنتخبة ومتوسط العشيرة او المجتمع الأصلي .

نظم او طرق الانتخاب

هنالك طرق رئيسية تستخدم على نطاق واسع في مجال الغابات إضافة الى طرق أخرى تعتمد بشكل رئيسي على الهدف من التربية ومن هذه الطرق ما يأتي :

١- الانتخاب الفردي Individual selection

٢- الانتخاب الإجمالي Mass selection

٣- الانتخاب على أساس العائلة Family selection

٤- الانتخاب الخلطي Combination selection

بصورة عامة يمكن القول ان الانتخاب الفردي للأشجار بهدف التربية والتحسين غالباً ما يكون ذو فائدة ولكن المحصلة النهائية له او المكتسب منه يكون محدود او قليل بالمقارنة مع طرق الانتخاب الأخرى التي تعتمد على مجموعات او كتل من الأشجار .

الأساسيات المهمة وذات العلاقة بالانتخاب

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

ان الأساسيات

المهمة والتي لها علاقة بالانتخاب تشتمل على ما يلي :

١- الوراثة المكتسبة

٢- التفاضل الانتخابي

٣- درجة التوريث

بالنسبة للوراثة المكتسبة فان قانونها العام هو

الوراثة المكتسبة = تفاضل الانتخاب × درجة التوريث

فالزيادة التوريث المكتسب يجب زيادة كل من تفاضل الانتخاب ودرجة التوريث

اما تفاضل الانتخاب فهو عبارة عن الفرق بين المعدل العام ومعدل الأشجار المنتخبة كعائلات وسلالات ومثال على ذلك :

اذا كان معدل ارتفاع أشجار قطعة معينة من الغابة هو ٥٠ قدم في حين ان معدل ارتفاع مجموعة من الأشجار المنتخبة من نفس القطعة الغاباتية هو ٥٥ قدم

اذن فان تفاضل الانتخاب = ٥٥ – ٥٠ = ٥ قدم (هذا يعبر عن تفاضل الانتخاب القابل للقياس)

اما بالنسبة لدرجة التوريث : فهي عبارة عن جزء من مجموع التباين الوراثي الكلي ويعبر عنها حسابياً كما يلي :

$$\text{درجة التوريث} = \frac{\text{التباين الوراثي الإضافي}}{\text{التباين البيئي + التباين الوراثي الإضافي + التباين الوراثي غير الإضافي}}$$

ان التباين الوراثي المضاف وغير المضاف يكون ثابت في كل مجتمع نباتي ، وان التباين الإضافي قد يزداد من خلال ما يلي :

١- يزداد بزيادة المساحة الجغرافية للمنطقة او المقاطعة المراد الانتخاب منها

٢- يزداد بزيادة تركيز الانتخاب على الصفات ذات كميات تباين واسعة وهذا لا يمكن معرفته الا بعد القيام باختبارات للأجيال اللاحقة .

٣- يزداد بزيادة التهجينات المختلفة للتراكيب الوراثية المختلفة والمعقدة .

بصورة عامة هنالك نوعين من الانتخاب

١- الانتخاب المباشر Direct selection

٢- الانتخاب غير المباشر In direct selection

عند القيام بانتخاب مباشر لأشجار بالاعتماد على صفة الطول او المقاومة لحشرة معينة فهذا يعني انتخاب الأشجار الأطول او الأقل إصابة بالحشرة المعينة .

اما عند القيام بالانتخاب غير المباشر لصفة الطول مثلاً فهذا يعني انتخاب الأشجار ذات المعدلات العالية في التركيب الضوئي على امل وجود علاقة متينة بين النمو ومعدل التركيب الضوئي .

عموماً يوصى بالانتخاب المباشر لسببين

١- اكثر اقتصادياً : اذ ان القياس المباشر للارتفاع مثلاً او الكثافة النوعية للخشب اسهل بكثير من قياس الصفات التشريحية و الفسلجيه .

٢- اكثر فعالية : لكي يكون الانتخاب غير المباشر فعال يجب ان يكون هنالك سبب واضح ومبرهن عليه .

الانتخاب الإجمالي Mass selection

بصورة عامة الانتخاب الإجمالي يشتمل على انتخاب عدد كبير من نباتات النوع الواحد او الصنف او السلالة والتي تحتوي على الصفات المرغوبة بحيث تكون النباتات او الأشجار والشجيرات المنتخبة لها اشكال مظهرية متشابهة انتخبت على أساسها كاستقامة الساق وغيرها ثم يتم جمع البذور من هذه الأشجار او النباتات وتخلط معاً ثم نستخدمها كتقاوي للحصول على افراد الجيل الثاني وبتكرار نفس العملية جيلاً بعد جيل حتى نصل الى الهدف من الصفات المرغوب الحصول عليها في الذرية الناتجة وبعبارة أخرى يمكن القول ان نسل كل النباتات المنتخبة لا تزرع على حده كما هي الحالة في طريقة الانتخاب الفردي بل تخلط البذور المنتخبة لأي عدد من الأشجار او الشجيرات معاً ثم تزرع معاً للحصول على الجيل الثاني ، وبناءً على ذلك لا يمكن للمربي دراسة صفات النسل لكل شجرة او نبات على حده وانتخاب افضلها ما هو الحال في طريقة الانتخاب الفردي . وبناءً على ذلك فان ناتج الانتخاب الإجمالي للأشجار يحتوي على مجموعة من التراكيب الوراثية الاصلية والمتشابه وعليه فان الضروب الجديدة الناتجة من هذه الطريقة من الانتخاب تكون نقية خاصةً للصفات المظهرية والتي يمكن اعتمادها كمقياس لنقاوة الضرب الجديد مثل لون الازهار ، لون البذور ومعيار النضج وغيرها من الصفات وهذه جميعها تعتبر

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

صفات نوعية . اما بالنسبة للصفات الكمية والتي لا يمكن تمييزها في الحقل او المختبر مثل كمية المحصول ، صفات الجودة ، حجم الإنتاج وغيرها فأنها تحتاج الى وضع برنامج لدراستها وتحديدها . ان نتيجة الانتخاب الإجمالي تتوقف على حالة النوع او الضرب الذي بدأ الانتخاب منه ففي حالة كونه متوسط النقاوة فان مدى التحسين يظهر بسرعة وفي هذه الحالة يكون الانتخاب الإجمالي من اسهل الطرق او الوسائل لرفع مستوى الضرب . اما اذا كان النوع او الضرب على مستوى عالي من النقاوة فان اثر الانتخاب الإجمالي يكون ضئيل لكل جيل وعلى هذه الأساس نحتاج لعدد اكثر من السنوات استمراراً في هذا الانتخاب لحين ظهور تأثير ملموس له في تحسين الصفات وخاصة الصفات الكمية لذلك لا تفضل هذه الطريقة في الأشجار والشجيرات ذاتية الاخصاب وتقتصر أهميتها في إزالة الأشجار ذات التراكيب الوراثية الغريبة .

اهم عيوب استخدام طريقة الانتخاب الإجمالي في الضروب ذاتية الاخصاب

١- ليست هنالك وسيلة او طريقة لمعرفة فيما اذا كانت النباتات المنتخبة اصلية او خلطيه
٢- تؤثر ظروف البيئة على التركيب المظهري فلا يمكن في مثل هذه الحالة معرفة فيما اذا كان تفوق الأشجار حسب الشكل الظاهري راجع الى التركيب الوراثي ام العوامل البيئية المحيطية
٣- لا يتوفر في الأبحاث والدراسات تحديد الى انتخاب عدد مناسب من الأشجار او الشجيرات عند البدء بالانتخاب الإجمالي .

لكن من ناحية أخرى تعتبر طريقة الانتخاب الإجمالي من اقدم الطرق المتبعة في تربية وتحسين النباتات الخلطية التلقيح وعلى هذه الأساس يمكننا القول ان طريقة الانتخاب الإجمالي كانت السبب في نشء الأصناف والضروب التجارية وهي الطريقة التي ينصح باتباعها للمحافظة على ارتفاع مستوى الإنتاج.

يتم اجراء الانتخاب الإجمالي بطريقتين هما :

١- على أساس الشكل المظهري وقد تم شرح هذه الطريقة بإسهاب في أعلاه .
٢- على أساس اختبار النسل : يقصد بهذه الطريقة زراعة البذور الناتجة من الأشجار والشجيرات المنتخبة كل على حده في قطعة ارض مستقله وذلك لمعرفة السلوك الوراثي للنباتات المنتخبة ، وبهذه الطريقة يمكن تمييز الأشجار التي يعود سبب تفوقها الى تركيبها الوراثي عن تللك الأشجار التي كانت متفوقة ايضاً لسبب ظروف بيئية مؤقته فيتم استبعادها

الانتخاب على أساس العائلة Family selection

يتم هذا النوع من الانتخاب على أساس ان الافراد المنتخبة تكون معروفة الابوين او احدهما من حيث صلة القرابة مما يساعد على فهم النسل الناتج ، وهذا يسهل عملية التقييم المستمر للأشجار الموجبة ، هذا النوع من الانتخاب يسمح باستبعاد الأشجار المتنحية وكذلك يسمح بقدر كبير من تفاعل طرق الانتخاب الجديدة مع سابقاتها . ان مثل هذه الممارسات الانتخابية شائعة غالباً في حدائق البذور للإنتاج البذري والسيطرة على التطور النباتي .

مصادر الأشجار المنتخبة Sources of trees for selection

ان مصادر الأشجار المنتخبة تعني من اين ننتخب الأشجار الجيدة وللأغراض المختلفة لذلك فان مصدر الأشجار يتحدد تبعاً للغرض من استخدامها . ففي حالة كون المطلوب تأسيس مشاجر للبذور Seed stands فالانتخاب يتم ضمن مساحات محدودة وعادة تكون هذه المساحات من مشجر معروف الأصل ، ولكن احياناً نجد مشجرا طبيعيا له خواص عامة وصفات جيدة خاصة تلك الصفات المتعلقة بالنمو الخضري الجيد علاوة على تواجده ضمن مساحة كافية يكون فيها انتاج بذري كافي لتحقيق الهدف ، علما ان مثل هذا المشجر الطبيعي يجب ان يقع ضمن المنطقة البيئية التي ستستخدم بذوره فيها .

اما في حالة تأسيس حدائق للبذور Seed orchards يجب ان يتم الانتخاب من احسن المشاجر وفي احسن المقاطعات كبداية ولاحقاً يمكن الاستمرار بالانتخاب للأشجار من بقية المشاجر ومن المقاطعات المختلفة بالاعتماد على مقاييس ثابتة وبدايات عمل جيدة .

الصفات المعتمدة في الانتخاب Selection criteria

توجد هنالك طريقتين عمليتين لتحليل نتائج الانتخاب هما

١- التقييم الفردي للأشجار المنتخبة : تتلخص هذه الطريقة بتقييم كل شجرة بذاتها بالقياس الى مقاييس ثابتة تعطي درجات مختلفة من الأفضلية كالدرجة الأولى فالثانية وهكذا فهذه المراتب المختلفة والتي تعطى لكل شجرة تكون من خلال سلم تدرج تقني معد مسبقاً يخص صفة واحدة معينة بالقياس الى الاختلافات المظهرية الملاحظة في كل منها . هذه الطريقة التقييمية تعد ملائمة للعينات المعدة للاستخدام في تأسيس مشاجر البذور كما تستخدم ايضاً في تقييم المراحل التطورية للنبات في تجارب النسل .

٢- المقارنات التقييمية للأشجار المنتخبة : في هذه الطريقة يتم استخدام مقاييس تقييمية عديدة تتحد هذه المقاييس من الأشجار المتفوقة للانتخاب بالمقارنة مع بقية الأشجار في نفس الموقع او

المنطقة وعادة تمنح درجات إضافية كنسب مئوية او قيم مطلقة من تلك للأشجار المتفوقة ، فالدرجة تعتمد على الوزن المرغوب والذي يعطى لكل صفة .

هذه الطريقة من التقييم تكون مناسبة للصفات الكمية ذو الوحدات القياسية مثل الارتفاع ، القطر والحجم ولكن تستخدم ايضاً في تقييم بعض الصفات النوعية ، على الرغم من كل ذلك هنالك بعض الصفات تكون محدده للأفضلية من عدمها وبشكل قاطع بغض النظر عن الأداة التقييمية مثل صفة المقاومة لمرض او افاه معينة ، فعندما يكون هنالك أي اثر ولو بسيط من الإصابة بالمرض او الافة هذا يعني استبعاد ذلك النبات او الشجرة من عملية الانتخاب وتقبل فقط الأشجار السليمة تماماً ١٠٠ % .

بعض المصطلحات المتعلقة بالانتخاب للأشجار :

١- **Candidate or Preselected الأشجار المرشحة للانتخاب**

وهي الأشجار المرغوبة من الناحية المظهرية وتكون عرضة للتقييم والاختبار وعندما تتم البرهنة على أهميتها التقييمية عندها تدى بالأشجار الموجبة Plus tree او الأشجار المنتخبة Select tree .

٢- **الأشجار الأمهات Mother trees or elite trees**

هي تلك الأشجار الموجبة او المنتخبة والتي تمت البرهنة على أهميتها الوراثية المتفوقة بشكل قاطع من خلال سلسلة من اختبارات النسل .

المعيار الانتخابي لمشاجر البذور

I استقامة الجذع

١- مستقيم

٢- معوج قليلاً

٣- معوج كثيراً

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

II التشعب

١- غير متشعب

٢- متشعب في الثلث الأعلى

٣- متشعب في الوسط او الثلث السفلي

III العيوب

١- بلا عيوب

٢- عيب ملاحظ

٣- عيوب متوسطة الى متطورة

IIV الازهار والثمار

١- مثمر

٢- يزهر فقط

٣- لا يزهر ولا يثمر

ملاحظة : التقييمات او الفقرات الثلاثة الأولى تكون محددة للجودة من عدمها ، الفقرة الثالثة تضاف الى التقييم في الحالات القصوى فقط وفي جميع الحالات تعبر عن حالة المشاجر الرديئة . الفقرة الرابعة الخاصة بالثمار والازهار يمكن ان تستخدم كأساس في تقييم الأشجار ضمن نفس المرتبة بعد تحديدها حسب الفقرات الثلاث الأولى وتبعاً لذلك فالشجرة الرديئة تؤشر وتستبعد .

المعلومات التقييمية الأخرى مثل القطر والارتفاع او اية مؤشرات أخرى يمكن تضمينها في التقييم وذلك حسب النوع والهدف .

توزيع الدرجات على الفقرات يعتمد على الهدف وعلى أهمية كل فقرة بحيث ان المحصلة النهائية او المجموع النهائي هو ١٠٠ % .

التهجين

يعتبر التهجين احد الطرق المهمة لتربية وتحسين أشجار الغابات والذي يعتمده المربون من خلال جمع الصفات المرغوبة من اكثر من نبات وضمها في نبات واحد وذلك عن طريق التهجين الاصطناعي حيث يتم خصي احد النباتات ليكون النبات الام Female Parent وتنقل اليه حبوب اللقاح من الاب الاخر

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

Male Parent وتدعى البذور الناتجة من عملية التهجين ببذور الجيل الأول F_1 seeds او البذور الهجينة وهذه البذور تعبر عن صفات الأبوين الداخلين في عملية التهجين .

ومن خلال التلقيح الذاتي للنباتات النامية من بذور الجيل الأول نحصل على بذور الجيل الثاني وهذه البذور عند زراعتها تعطينا نباتات مختلفة في تراكيبها الوراثية ، قسم منها يشبه الابوين الداخلين في عملية التهجين والقسم الاخر يحتوي على الصفات المرغوبة من كلا الابوين .

بانتخاب النباتات ذات الصفات المرغوبة من الجيل الثاني والمميزة بالتكوينات الوراثية المرغوبة حيث يتم زراعة بذورها الذاتية التلقيح مرة ثانية للحصول على جيل ثالث لتأكيد الصفات الجيدة والمرغوبة وتتوالى هذه العملية لعدة مرات في الأجيال اللاحقة الأخرى ، ومن خلال توالي التلقيح الذاتي والانتخاب يتم الحصول على سلالات نقية للصفات المرغوب جمعها من الابوين .

يعتمد نجاح عملية التربية بواسطة التهجين على الخطوات الأساسية التالية :

١- تحديد الهدف من التربية : يعد تحديد الهدف من اتباع طريقة التهجين في التربية من العناصر المهمة جداً في برامج التربية الحديثة ، ولتحقيق ذلك يجب دراسة الصنف المراد تحسينه لنتعرف على نقاط الضعف التي تحد من الإنتاجية والمحافظة على الصفات المرغوبة .

٢- اختيار الإباء لغرض التهجين : يعتد اختيار الإباء انطلاقاً من مبدأ احدهما يكمل الاخر ، مثال على ذلك يكون احد الابوين عالي الإنتاجية ولكن غير مقاوم للمرض والأب الاخر مقاوم للمرض ولكن انتاجه اقل من الاب الأول ، فعند ذلك تجرى عملية التهجين لنقل الصفة المرغوب فيها انطلاقاً من ان احد الابوين يكمل الاخر .

٣- اجراء التهجينات والحصول على الجيل الأول ومن ثم زراعة الإباء مع الجيل الأول لإمكانية المقارنة وتمييز النباتات الهجينة والجيدة .

٤- الدقة في العمل عند اجراء عملية التهجين

٥- زراعة عدد كبير من نباتات الجيل الثاني يسمح بانتخاب النباتات النقية الحاوية على الصفات المرغوبة .

٦- الدقة في اختيار نباتات الجيل الثاني لانتخاب احسنها واختبار مقاومتها للأمراض والالتفات .

٧- التبكير في اختيار الصفات المرغوبة متى ما تجانست صفات الانسال وتوفرت البذور اللازمة لتجارب المقارنة المصغرة ويمكن البدء في الجيل الثالث والرابع .

للتهجين طرق مختلفة تعتمد على المربي القائم بالعملية ومحيط عمله ومن اهم هذه الطرق

١- التهجين العادي او المستقيم

أ- طريقة النسب

ب- طريقة التجميع

٢- التهجين الرجعي

التهجين العادي او المستقيم

تعتبر هذه الطريقة من اكثر الطرق استخداماً والاساس فيها من خلال انتخاب الابوين اللذان تتوفر فيهما الصفات المرغوب جمعها ، وعند اجراء عملية التهجين يمكن جمع هذه الصفات في الجيل الأول بصورة خلطيه وبالتلقيح الذاتي لهذه النباتات تنعزل التراكيب الوراثية في الجيل الثاني وباستمرار الانتخاب والتلقيح الذاتي تنخفض نسبة التراكيب الخليطه وتزداد نسبة التراكيب النقية . ومن الجدير ذكره في هذا الموضوع انه كلما قلت الصفات المرغوب جمعها وكانت صفات بسيطة وواضحة أي يحكمها عدد قليل من ازواج العوامل الوراثية كلما سهل الحصول على هذه التراكيب الوراثية مبين اعداد مناسبة من نباتات الجيل الثاني في حين كانت الصفات اللازم جمعها كثيرة عند ذلك تزداد العوامل الوراثية التي تحكمها او ان بعض الصفات ترتبط بصفات أخرى غير مرغوبة مما يصعب الحصول على التراكيب المطلوبة وبالتالي يتطلب الامر زيادة في عدد افراد الجيل الثاني .

طريقة النسب :

تستخدم هذه الطريقة مع النباتات المرغوبة من بين انعزالات الجيل الثاني اذ يزرع كل منها في خط او اكثر منفصلاً عن النباتات الأخرى .

النسل (Progeny) هو النباتات الناتجة في الجيل الثالث ومن النباتات المنتخبة من الجيل الثاني) وتختبر نباتات كل نسل على حده وبعد ذلك ينتخب احسن نبات او اكثر في كل نسل ويزرع منفرداً في الجيل الرابع وبعد ذلك يعطى رقماً وهكذا .

هذا يعني زراعة كل نبات منخب بشكل منفصل ابتداءً من الجيل الثاني وتحفظ في سجلات تساعدنا على تتبع أي نبات في الأجيال اللاحقة وبعد ذلك يتم اجراء المقارنة مع صفات نباتات الإباء والتي تزرع بجوارها . وفي نفس الوقت تجرى اختبارات مقاومة هذه النباتات للأمراض والآفات ابتداءً من الجيل الثاني ايضاً حتى يقتصر العمل على النباتات المقاومة في الأجيال اللاحقة . ان نباتات الجيل اكثرها تكون خليطه ثم تزداد نسبة النقاوة في كل جيل وبهذه الطريقة تستمر عملية الانتخاب وزراعة النباتات المنتخبة بشكل منفصل حتى الجيل الخامس حيث تكون النباتات قد وصلت الى درجة كبيرة من النقاوة

فإذا ما اكدت الدراسات الحقلية والمختبرية تجانس الصفات عندها يمكن جمع نباتات كل خط معاً لتشكل سلالة في النسل الناتج من كل نبات من نباتات الجيل الخامس . ثم تجري تجارب مقارنة للسلالات لعدة سنوات مع الاخذ بنظر الاعتبار ضرورة اختبار السلالات في عدة مناطق وتستغرق المقارنة والاكثار لهذه السلالات المنتخبة ما بين ٥-٧ سنوات كما في المحاصيل الحقلية .

عيوب طريقة النسب :

تحتاج هذه الطريقة الى وقت طويل لإنتاج الصنف المحسن ، كما انها تحتاج الى استخدام سجلات بشكل واسع ، ويجب ان يكون الأشخاص القائمون بعملية الانتخاب ذو خبرة وكفاءة عالية بالإضافة الى ذلك فان هذه الطريقة تحتاج الى ارض وعدد من العمال اكثر وجهد كبير مقارنة بالطرق الأخرى للتربية .

طريقة التجميع :

في هذه الطريقة يتم زراعة النباتات المنتخبة من الجيل الثاني معاً في الجيل الثالث وتجمع بذور هذه النباتات معاً لتزرع في الجيل الرابع حتى الجيل السادس وبذلك يجري الانتخاب الطبيعي . وبذلك تكون النباتات المتبقية هي النباتات التي تمكنت من التغلب على ما سواها من النباتات الضعيفة ويفترض ان تكون في حالة نقية نوعاً ما خاصة وانها تتلقح ذاتياً وبصورة طبيعية وعندئذ يبدأ انتخاب نباتات فردية ومقارنة السلالات الناتجة منها . ان عدم اجراء أي انتخاب خلال الأجيال التالية للجيل الثاني يؤدي الى كثرة التراكيب الوراثية غير المرغوبة في الجيل السادس ومن ثم يبدأ بعد ذلك انتخاب النباتات الفردية الممتازة والتي تحتوي على الصفات المرغوبة ، اذ تكون النباتات قد وصلت الى درجة عالية من النقاوة الوراثية في كثير من الصفات .

مزايا طريقة التجميع :

١- البساطة والسهولة لعدم الحاجة الى العزل والتسجيل والاختبار خلال الأجيال الأولى
٢- اتاحة الفرصة لعدد كبير من التراكيب الوراثية بالاستمرار ، اذ قد يؤدي الانتخاب وكثرة الاستبعاد في الأجيال الأولى الى فقدان بعض التراكيب المرغوبة والتي يتعذر الحصول عليها اذا ما استبعدت في الأجيال الأولى .

النقاط الواجب مراعاتها في طريقة التهجين العادي او المستقيم بشكل عام

١- تحديد الهدف من التهجين ثم اختيار انسب الإباء النقية الحاوية على الصفات المرغوبة والمراد جمعها .
٢- الدقة في اجراء التهجين .
٣- زراعة الإباء مع الجيل الأول لإمكانية اجراء المقارنات وتمييز النباتات الهجينة واستبعاد أي نبات من الإباء يشك انه هجين .
٤- زراعة عدد كبير من نباتات الجيل الثاني يسمح بانتخاب النباتات النقية الحاوية على الصفات المرغوبة .
٥- الدقة في اختيار نباتات الجيل الثاني لانتخاب احسنها واختبار مقاومتها للأمراض والآفات .
٦- التبكير باختيار الصفات المرغوبة للنباتات متى ما تجانست صفات الانسال وتوفرت البذور اللازمة لتجارب المقارنة المصغرة ويمكن البدء بذلك اعتباراً من الجيل الثالث او الرابع .

التهجين الرجعي

تستخدم هذه الطريقة عند الحاجة الى نقل صفة او صفتين بسيطتين في وراثتهما ويحكم كل منهما زوج او زوجان من العوامل الوراثية من ضرب معين الى ضرب اخر تتوفر فيه جميع الصفات المرغوبة ما عدا هاتين الصفتين وعادة ما تستخدم هذه الطريقة لإضافة صفة جديدة مرغوبة الى الضروب المحسنة والتي تنقصها صفات بسيطة مثل صفة المقاومة لمرض معين .

تتلخص هذه الطريقة بأجراء التهجين بين الضرب المحسن مثلاً (أ) مع ضرب اخر يتمتع بمستوى عالي من الصفات المرغوب نقلها منه وليكن الضرب (ب) . ثم يعاد التهجين بين نباتات الجيل الأول الخلطي (أ ب) مع الاب المحسن (أ) ثم تنتخب النباتات الحاوية على الصفة المرغوبة ويعاد تهجينها مع الضرب (أ) مرة أخرى وهكذا . فالتهجين مع الاب الرجعي (المحسن اساساً) يؤدي الى استرجاع التركيب الوراثي لهذا الاب بصورة نقية تزداد نقاوته في كل جيل ، والانتخاب يؤدي الى اخذ نباتات تضم عامل الصفة المرغوبة وبذلك تنتهي العملية اخيراً بعد عدة أجيال من التلقيح الرجعي الى نباتات لها التكوين الوراثي للضرب المحسن مضاف اليه عامل الصفة المرغوبة والتي انتقلت من الاب غير الرجعي في التهجين الأول وهذا هو الأساس في هذه الطريقة .

لكن خطوات تنفيذ هذه الطريقة تختلف وتعتمد على :

١- عدد الصفات المراد نقلها من الاب الرجعي
٢- عدد العوامل الوراثية التي تتحكم في كل من هذه الصفات
٣- السلوك الوراثي لكل من هذه الصفات من حيث السيادة والتهجين

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

٤- هل يوجد ارتباط بين عوامل الصفة المرغوب نقلها وصفات أخرى مرغوبة .

مزايا طريقة التهجين الرجعي

١- الاحتفاظ بصفات الاب التجاري كما هي دون فقدانها
٢- برنامج التربية لا يتأثر بالبيئة
٣- التقييم المستمر للأجيال الرجعية ليس ضرورياً
٤- طريقة سهلة وسريعة
٥- لا تحتاج الى عدد كبير من النباتات ، فقط تحتاج بمعدل ١٠ – ٢٠ نبات / جيل ويمكن اجراءها في البيت الزجاجي .
٦- يمكن التنبئ بنتائجها
٧- لها أهمية كبيرة في استنباط أصناف مقاومة للأمراض والحشرات وهي طريقة ملائمة ايضاً لدراسة الصفات المورفولوجية .

قوى الهجين Hybrid Vigor

قوة الهجين : وتعني الإنتاجية للفرد الهجين بالمقارنة مع إنتاجية الابوين ولتوضيح هذه الظاهرة فقد اقترح علماء الوراثة أربعة أسباب هي :

١- السيادة Dominance

قوة الهجين تعود الى غياب الانحدار الناجم من تزاوج ذوي القربى . فالتماثل الوراثي الناتج عن التربية الداخلية يقود الى ظهور الجينات المتنحية وبالتالي الصفات المتنحية والتي هي ضارة بالنبات وهذا ما يدعى بالانحدار للصفات نحو الأسواء . في حين الحالة الهجينة او الخليطة (تباين العوامل الوراثية) للأفراد تغطي الصفات المتنحية من خلال الجينات السائدة .

٢- التفوق Epistasis (الظاهرة الأقوى من السيادة)

تعني ان الجينات الوراثية الخليطة تولد تأثيراً متجمعاً يستحيل حصوله في حالة الجينات المتماثلة

٣- التأثيرات الجينية المضافة

تعني ان الصفة تنتج من خلال تحكم جينات متعددة ومختلفة وذات التأثير الصغير المنفرد لكل منها والتي تجمعت في الهجين لذلك فالتأثير الناجم يكون اكبر .

٤- نظرية موائمة الهجين للبيئة

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

تعني ان القوة الناجمة من الهجين في بيئة محددة كنتيجة لتكيفه الى درجة اكبر من تكيف كلا الابوين وعلى انفراد في هذه البيئة او تلك .

العقم الذاتي وعدم التوافق الذاتي

Male Sterility & Self Incompatibility

لوحظ ان كثير من النباتات تكون أعضائها الذكرية عقيمة او مشوهة التكوين مما يتسبب عنها عدم فعالية حبوب اللقاح التي تكونها . اذا نعتبر عملية تكوين البذور من الأمور المهمة للمربين حيث غالباً ما تلاقيهم صعوبات للحصول على البذور من بعض النباتات والتي تكون عقيمة . لذلك يمكن ارجاع حالات عدم تكوين البذور الى حالتين بصورة عامة .

١- حالة العقم Sterility

في هذه الحالة عدم تكون البذور يعود الى عدم تمكن حبوب اللقاح او البويضات من تأدية وضائفها في عملية الاخصاب وذلك لنقص في تكوينها .

٢- حالة عدم التوافق الجنسي Incompatibility

وهي الحالة التي تكون عندها الأعضاء التناسلية المذكرة والمؤنثة للنبات تامت او كاملة التكوين وسليمة وبنفس الوقت يكون لحبوب اللقاح والبويضات القدرة الكاملة على إتمام عملية الاخصاب ولكن الاخصاب لا يتم لوجود مانع فسيولوجي يوقف او يبطئ من نمو الانبوبة اللقاحية مما يمنع الانبوبة اللقاحية من الوصول الى البويضة لأخصابها في الوقت المناسب .

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات

تربية وتحسين أشجار الغابات

اعداد / د. عمر مظفر عمر
كلية الزراعة والغابات