البذور والمشاتل الحراجية

أولاً– مقدمة في المشاتل الحراجية

1. تعريف المشتل الحراجي:

هو مساحة من الأرض مخصصة لإنتاج وإكثار وتنمية غراس الأنواع الشجرية والشجيرية الحراجية، ورعايتها وصيانتها وتوفير الظروف البيئية والغذائية المثلى لها، حتى تصل إلى عمر وحجم محددين يسمحان بنقلها وزراعتها في الموقع المستديم (مناطق التشجير الاصطناعي، الغابات المتدهورة، الأحزمة الخضراء).

2. الأهمية البيئية والاقتصادية للمشاتل:

- توفير الغراس اللازمة لمشاريع مكافحة التصحر وإعادة التحريج في المواقع التي تدهور فيها التجدد الطبيعي.
- إنتاج غراس ذات صفات وراثية ومورفولوجية ممتازة تضمن نسب نجاح عالية عند النقل.
- الحفاظ على التنوع الحيوي للأنواع الحراجية المحلية والمهددة بالانقراض.

3. تصنيف المشاتل الحراجية:

تُصنف المشاتل الحراجية حسب مدة استثمارها إلى نوعين رئيسيين:

مشاتل مؤقتة Temporary Nurseries – مشاتل دائمة Permanent Nurseries

وجه المقارنة	المشاتل المؤقتة	المشاتل الدائمة (المركزية)

الهدف	تُنشأ لخدمة مشروع تشجير محدد في منطقة معينة.	تُنشأ لإنتاج الغراس بصفة مستمرة ولمناطق واسعة
الموقع	داخل أو قرب موقع التشجير مباشرة.	في مواقع إستراتيجية تتوسط المناطق المستهدفة بالتشجير
التكلفة والبنية	منخفضة التكلفة وتجهيزاتها بسيطة ومؤقتة	عالية التكلفة وتجهيزاتها تشمل شبكات ري ثابتة ومستودعات ودفيئات...
الميزات	تقليل تكاليف النقل تفادي صدمة نقل الغراس لملائمة المناخ	كفاءة إدارية عالية إمكانية إدخال المكننة إنتاج كميات ضخمة

ثانياً: تكنولوجيا البذور الحراجية

تبدأ حلقة الإنتاج في المشتل من البذرة، وتتطلب إدارة البذور دقة علمية لضمان حيوية الجنين ونسبة إنبات مرتفعة.

1. **البذرة**: هي بداءة النبات الجديد أي الخلية الأساسية في التكاثر الجنسي والناتجة عن انقسامات البيضة الملقحة بعد تطور أنسجتها.

تتكون البذرة من:

1- أغلفة: قد تكون ذات نفاذية عالية للماء أو قاسية وغير نفوذة وهنا يجب معالجتها قبل الزراعة كالبقوليات الحراجية.

2- رشيم (جنين): يتكون من: فلقات- سويقة- جذير

3- سويداء (أندوسبيرم): هو القسم الذي يفصل بين الرشيم وأغلفة البذرة وهو نسيج مغذي تعتمد عليه البذور أثناء الإنتاش، وفي حال كانت البذور عديمة السويداء فإن المواد الغذائية تتركز في الفلقات.

2. إنتاج البذور الحراجية

1.2. السنوات البذرية:

هي السنة التي تعطي فيها الأشجار أكبر محصول ممكن من البذور وعندها تكون حيوية البذور ونسبة إنباتها مرتفعة. تتكرر هذه السنوات مرة كل سنتين بالنسبة للأشجار ذات البذور الصغيرة الحجم، ومرة كل 4-6 سنوات بالنسبة للأشجار ذات البذور الكبيرة الحجم، فالكبيرة تحتاج كمية كبيرة من الكربوهيدرات لذلك فإنها تستغرق 4 سنوات كي تكون قوية وتعطي هذا الإنتاج البذري. ولذلك فإن على الحراجي الانتظار حتى السنة البذرية لجمع البذور وزراعتها.

العوامل المؤثرة على الإنتاج البذري:

1- عمر الأشجار: يزداد الإنتاج البذري مع تقدم الشجرة بالعمر لكن الحيوية تضعف، لذلك عند جمع البذور يجب اختيار الأشجار متوسطة العمر.

2- خصوبة التربة

3- العوامل المناخي: تؤثر هذه العوامل على كمية ونوعية البذور، فالبذور التي تجمع من مناطق عالية الارتفاع تحتفظ بحيويتها بشكل أكبر من تلك المجموعة من المناطق المنخفضة.

4- كثافة الأشجار: كلما زادت الكثافة قل الإنتاج البذري.

5- الحالة الصحية للأشجار

2.2. نضج البذور

تختلف الأشجار الحراجية في مواعيد نضج بذورها تبعاً لعاملين هما:

1. النوع: هناك أنواع تنضج ثمارها في نفس سنة تشكل هذه الثمار كالشوح، وهناك أنواع تنضج ثمارها في السنة الثانية من تشكلها كالصنوبر البروتي.

2. الظروف البيئية (مناخ وطبوغرافيا): الأشجار النامية في المعارض الجنوبية تنضج ثمارها قبل التي تنمو في المعارض الشمالية، والأشجار النامية في المنخفضات تنضج ثمارها قبل النامية في المرتفعات.

3.2. جمع البذور

يعتمد جمع البذور على أمرين أساسيين:

- موعد نضج البذور: حيث يجب التأكد من نضج البذور قبل جمعها لأن البذور غير الناضجة ضعيفة الإنبات وحيويتها منخفضة ولا يمكن الاحتفاظ بها لفترة طويلة.
- اختيار أشجار الأمهات البذرية (مصادر البذور):

تُجمع البذور من مجتمعات شجرية متميزة أو مما يُعرف بـ "أشجار النخبة" (Plus Trees)، وهي أشجار تتمتع بمواصفات مورفولوجية ووراثية عالية مثل: استقامة الساق، خلوها من العيوب الميكانيكية، قوة المجموع الخضري، ومقاومتها العالية للأمراض والجفاف المحلي. ويجب الانتباه عند استيراد البذور من الخارج لمعرفة بيئة المنطقة التي جمعت منها وزراعتها في بيئة مشابهة. كما يجب مراعاة الهدف من هذه البذور فإن كان الهدف هو الإنتاج الخشبي فيجب مراعاة استقامة جذع الشجرة الأم وسلامتها، أما إذا كان الهدف هو التشجير لمكافحة التصحر فيجب اختيار أشجار أمهات ذات مجموع جذري قوي.

بعد جمع البذور بطرق مختلفة تتناسب مع طبيعة النوع، يتم استخراج البذور من الثمار تبعاً للإمكانيات المادية المتوفرة وطبيعة النوع أيضاً (نقع في الماء الفاتر أو تجفيفها تحت أشعة الشمس...)، ومن ثم تخزين البذور لحين زراعتها.

4.2. **قبل البدء بزراعة البذور** يجب الإلمام ببعض المعلومات التي تخص البذور للتعامل معها وإجراء **بعض الاختبارات** لضمان الحصول على غراس جيدة:

a) **سكون البذور الحراجية وطرق كسره:**

تواجه البذور الحراجية غالباً ظاهرة "السكون"، وهو عدم قدرة البذرة الحية على الإنبات حتى لو توفرت الظروف الخارجية الملائمة (الرطوبة والحرارة). يُصنف السكون إلى:

أ. السكون الميكانيكي أو الفيزيائي:

السبب: امتلاك البذرة لغلاف خارجي سميك وصلب، غير نفوذ للماء والأكسجين.

أمثلة: بذور الخرنوب، بذور الأكاسيا.

طرق كسره بالمشتل:

الخدش الميكانيكي (Scarification): حك الغلاف الخارجي بأوراق الصنفرة أو بأجهزة دوارة خاصة لتسهيل دخول الماء دون إيذاء الجنين.

المعاملة بالماء الساخن: نقع البذور في ماء مغلي يُرفع مباشرة عن النار، وتُترك البذور لتبترد فيه تدريجياً لمدة 12–24 ساعة.

ب. السكون الفيزيولوجي الداخلي:

السبب: عدم نضج الجنين داخلياً، أو وجود مركبات كيميائية مثبطة للنمو داخل البذرة.

أمثلة: بذور السنديان وبذور الزعرور وبعض الصنوبريات.

طرق كسره بالمشتل:

التنضيد البارد الرطب (Stratification): وضع البذور في طبقات متبادلة مع بيئة رطبة (رمل معقم أو بيتموس) وحفظها في درجات حرارة منخفضة تتراوح بين 3C° إلى 5C° لعدة أسابيع (تختلف المدة حسب النوع)، مما يحاكي ظروف الشتاء الطبيعية ويحفز الأنزيمات الهاضمة للمثبطات.

ج. السكون المزدوج:

السبب: تداخل السكون الفيزيائي (الغلاف القاسي) مع السكون الفسيولوجي (الداخلي).

أمثلة: بعض أنواع العرعر.

طرق كسره بالمشتل: يتم دمج المعاملتين معاً؛ حيث تُخدش البذور أولاً لكسر الصلابة، ثم تُنضد رطباً وبارداً لتنشيط الجنين.

B) اختبارات جودة وحيوية البذور:

قبل المباشرة بزراعة كميات كبيرة من البذور، تُجرى اختبارات لتقدير كمية البذور الواجب زراعتها في وحدة المساحة:

- اختبار الإنبات المخبري: زراعة عينة عشوائية ممثلة (مثلاً 100 بذرة) في ظروف مثالية وحساب نسبة البادرات الناتجة.
- الاختبار الكيميائي السريع (Tetrazolium Test – TZ): يُستخدم للبذور ذات السكون العميق، حيث تُقطع البذرة وتُغمس في محلول التترازوليوم. تتلون الأجنة الحية باللون الأحمر نتيجة النشاط التنفسي للإنزيمات، بينما تظل الأجنة الميتة عديمة اللون.

ثالثاً: عمليات الإنتاج والتربية في المشتل الحراجي

بعد تأمين البذور ومعاملتها لكسر طور السكون، تبدأ مرحلة الإنتاج الفعلي للغراس، والتي تتطلب تهيئة بيئة نمو مثالية ورعاية دورية دقيقة:

1. بيئات النمو (الخلطات الترابية):

تُعد الخلطة الترابية الركيزة الأساسية لتطور المجموع الجذري للبادرات. لا تُستخدم تربة المشتل العادية بمفردها غالباً، بل يتم إعداد خلطات متوازنة تحقق الشروط التالية:

الشروط المطلوبة: التهوية الجيدة، القدرة العالية على تصريف المياه الزائدة ومنع التغدق، والقدرة على الاحتفاظ بالرطوبة والعناصر الغذائية.

الخلطة القياسية الشائعة: تتكون عادةً من نسب أحجام متساوية أو مدروسة مثل:

3 أجزاء تربة نفوذة (تربة طمية أو رملية خفيفة).

1 جزء رمل مغسول (لتحسين الصرف والتهوية).

1 جزء مادة عضوية متخمرة أو بيتموس (لرفع الخصوبة وقدرة حفظ الماء).

2. طرق زراعة وإنتاج الغراس الحراجية:

تُنتج الغراس الحراجية في المشتل عبر نظامين رئيسيين:

- غراس الجذور العارية (الملشاء) (Bare-Root Seedlings)

- الغراس ضمن أوعية (Containerized Seedlings)

وجه المقارنة	غراس الجذور العارية	الغراس ضمن أوعية
طريقة الزراعة	تُزرع البذور مباشرة في أرض المشتل المستديمة المكشوفة	تُزرع البذور في أوعية، أصص، أو أكياس بلاستيكية ممتلئة بالخلطة
طريقة النقل	تُقلع الغراس من الأرض وتُنقل إلى موقع التشجير دون تربة حول جذورها.	تُنقل الغرسة بكامل وعائها وتربتها المحيطة بالجذور
الميزات	منخفضة التكلفة، سهلة النقل والشحن بكميات كبيرة، مجموع	نسب نجاح عالية جداً عند النقل، إمكانية زراعتها في

	جذري طبيعي الاستقامة.	مواسم أطول، تناسب المناطق الجافة
العيوب	حساسة جداً للجفاف أثناء النقل، تقتصر زراعتها على فترة السكون الشتوي فقط.	تكلفة إنتاج ونقل عالية، احتمال حدوث التواء وتشابك للجذور إذا بقيت طويلاً في الوعاء.

عند زراعة البذور يجب مراعاة كثافة البذور وعمق الزراعة. تعتمد الكثافة على النوع النباتي وحجم البذور، كذلك فإن عمق البذر يتناسب طرداً مع حجم البذرة، عموماً يجب ان يكون عمق البذر 1–3 أضعاف قطر البذور المزروعة.

3. عمليات الخدمة والرعاية الدورية:

أ. **الري:** يُعد تنظيم الري عاملاً حاسماً. تحتاج البادرات في مراحلها الأولى إلى ري رذاذي خفيف ومتقارب لمنع جفاف السطح، بينما يتم تقليل التكرار وزيادة كمية المياه مع تقدم عمر الغرسة لتشجيع الجذور على التعمق لأسفل الوعاء.

ب. **التسميد:** تُضاف الأسمدة الكيماوية الذائبة (خاصة NPK) لتلبية احتياجات الغراس:

النيتروجين (N): في المراحل الأولى لتنشيط النمو الخضري.

الفوسفور (P): ضروري جداً لتطوير مجموع جذري قوي ومتشعب.

البوتاسيوم (K): لرفع مقاومة الغرسة للجفاف والأمراض الصقيعية لاحقاً.

ج. تقليم وتقريد الجذور: في غراس الأوعية، تميل الجذور للالتفاف حول قاع الكيس البلاستيكي. يتم قص الجذور التي تخرج من ثقوب الأكياس لمنع التوائها، ولتحفيز الغرسة على إنتاج مجموع جذري ليفي وكثيف بدلاً من جذر وتدي وحيد ملتف.

رابعاً: إدارة الآفات وأمراض المشاتل الحراجية

تتعرض البادرات في المشتل لإصابات قد تسبب خسائر اقتصادية فادحة بسبب كثرة أعداد الغراس في مساحة ضيقة.

1. مرض موت البادرات:

تسببه مجموعة من الفطريات الكامنة في التربة مثل Pythium, Rhizoctonia, Fusarium.

الأعراض: تهاجم الفطريات أنسجة الساق القريبة من سطح التربة للبادرات الغضة، مما يؤدي إلى تعفنها وسقوط البادرة وموتها فجأة (تظهر البادرات وكأنها قُصت عند مستوى سطح التربة).

طرق الوقاية والمكافحة:

- استخدام بيئات نمو ورمل معقم.
- تجنب الكثافة العالية للزراعة في الوعاء الواحد لتأمين التهوية.
- تنظيم الري وعدم السماح بتغدق التربة.
- المعاملة بمبيدات فطرية وقائية عند الحاجة.

2. الآفات الحشرية والقوارض:

مثل الحشرات القارضة لقمم الجذور، والمن، والديدان السلكية. تُكافح عبر برامج الإدارة المتكاملة للآفات (IPM) باستخدام المصائد النظيفة، الفحص الدوري، والرش الموضعي بالمبيدات الحيوية أو الكيميائية المتخصصة.

خامساً: تقسية الغراس وتقييم الجودة

هي المرحلة الأخيرة والأكثر أهمية لضمان نجاح عملية التشجير الاصطناعي في الحقل.

1. عملية التقسية:

التعريف: هي مجموعة من الإجراءات التطبيقية التي يتم تطبيقها على الغراس قبل نقلها إلى موقع الزراعة المستديم بـ (4 – 6 أسابيع)، والهدف منها تحويل الغرسة من حالة النمو الغض السريع إلى حالة تحمل الإجهادات البيئية (الرياح، الجفاف، درجات الحرارة المرتفعة أو المنخفضة في الجبل/البادية).

خطوات التقسية في المشتل:

- تقليل فترات وكميات الري تدريجياً (إجهاد مائي مسيطر عليه).
- إزالة مظلات التظليل وتعريض الغراس لأشعة الشمس المباشرة طوال اليوم.
- إيقاف التسميد النيتروجيني تماماً لتثبيط النمو الخضري الطري، والتركيز على البوتاسيوم لتقوية جدران الخلايا.

2. معايير تقييم جودة الغراس الحراجية:

لا تُنقل كل الغراس إلى الموقع، بل تخضع لعملية فرز بناءً على معايير الجودة لاسيما المعايير المورفولوجية:

- نسبة الساق إلى الجذر: يُفضل أن تكون النسبة متوازنة (مثلاً 1:1 أو 1:2)؛ فوجود مجموع خضري ضخم مع جذر صغير يؤدي لجفاف الغرسة سريعاً في الحقل.
- قطر الساق عند الطوق (منطقة التقاء الساق بالجذر): كلما كان القطر سميكاً، دل ذلك على قوة الغرسة وقدرتها الميكانيكية على مقاومة الرياح.

- خلو الغرسة من التشوهات وعلامات المرض.

سادساً: الإكثار الخضري في المشاتل الحراجية

إلى جانب الإكثار البذري والذي يعد الطريقة الأكثر شيوعاً في الغابات الطبيعية والاصطناعية، فإن الإكثار الخضري (اللاجنسي) يعد ركيزة أساسية في المشاتل الحراجية الحديثة. ويعتمد هذا المبدأ على قدرة الخلايا النباتية الجسدية على الانقسام والتمايز لتشكيل نبات كامل جديد يماثل تماماً النبات الأم وراثياً.

1. مبررات اللجوء للإكثار الخضري في علم الحراج:

- المحافظة على التراكيب الوراثية المتميزة: ضمان نقل الصفات الممتازة للأشجار الأم مثل المقاومة العالية للجفاف أو سرعة النمو أو جودة الأخشاب.
- حل مشكلة بذور بعض الأنواع: بعض الأشجار الحراجية تنتج بذوراً ذات حيوية منخفضة جداً، أو تمر بسنوات فقر بذري طويلة، أو تكون بذورها صعبة الإنبات وسكونها معقداً.
- سرعة الإنتاج: الغراس المنتجة خضرياً تنمو وتصل إلى الحجم المطلوب للنقل الحقلي في وقت أقصر مقارنة بالبادرات البذرية.

2. أهم طرق الإكثار الخضري التطبيقية في المشاتل:

أ. الإكثار بالعُقل:

وهي الطريقة الأكثر شيوعاً وتطبيقاً في قطاع الحراج. تُؤخذ أجزاء من ساق أو أغصان الشجرة الأم وتحفز على تشكيل جذور عرضية. تصنف العقل حسب الجزء النباتي المأخوذة منه إلى:

- ✓ عقل ساقية: وهي الأكثر استخداماً في المشاتل الحراجية.

- ✓ عقل جذرية: ولأنها تخزن كميات كبيرة من الكربوهيدرات ففرصة نجاح نمو البراعم منها عالية وسريعة.
- ✓ عقل ورقية: نادراً ماتستخدم في الأنواع الحراجية.

وتُصنف العُقل الساقية حسب درجة نضج خشبها إلى:

- العُقل الخشبية القاسية: تُؤخذ من أفرع ناضجة ومستقيمة عمرها سنة أو سنتين خلال فترة السكون الشتوي (أثناء تساقط الأوراق). مثال: الحور، الصفصاف والدلب.
- العُقل نصف الخشبية: تُؤخذ في أواخر الصيف من نموات الموسم الحالي التي بدأت تتخشب جزئياً. مثال: الزيتون البري والسرو.
- العقل الغضة: تُؤخذ من القمم النامية الطرية للنموات الربيعية، وتتطلب تأمين ظروف خاصة لأنها تجف بسرعة. تستخدم للأنواع صعبة التجذير إذا أخذت كعقل خشبية مثل العرعر.

ب. الإكثار بالخلفات الجذرية والسرطانات الساقية:

فصل النموات الخضرية الحديثة الناشئة طبيعياً من النبات الأم ونقلها لتنمو كأفراد مستقلة. مثال: الحور الأبيض والحور الفراتي والأكاسيا (خلفات) والقطلب والسنديان (سرطانات).

ج. الإكثار بالتطعيم:

ينحصر استخدام هذه الطريقة غالباً في مشاتل إنتاج البذور الحراجية المتقدمة. يتم تركيب جزء من شجرة النخبة المتميزة (الطعم) على مجموع جذري لغرسة بذرية قوية ومتأقلمة مع التربة المحلية (الأصل). الهدف: إنشاء مجمعات وراثية لإنتاج بذور عالية الجودة، أو لتسريع إزهار الأنواع بطيئة النمو.

د. زراعة الأنسجة الخلوية:

تقنية مخبرية متطورة يتم فيها استزراع أجزاء نباتية صغيرة جداً (قمم نامية، براعم) في بيئات غذائية معقمة وصناعية تحت ظروف مسيطر عليها تماماً.

الميزات: إنتاج ملايين الغراس الخالية من الأمراض والفيروسات في مساحة ضيقة ووقت قياسي، وتُستخدم لإكثار الأنواع الحراجية النادرة أو المهددة بالانقراض.