فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

تکثیر گیاهی به دو روش جنسی و غیر جنسی انجام می‌شود. در تکثیر جنسی [۱] تقسیم میوز اتفاق می‌افتد و بذر یا رویان از رشد یاخته‌ای ایجاد می‌شود که خود از تلاقی گامت نر یعنی گرده و گامت ماده (تخمک) به دست می‌آید، گیاهان حاصله دارای ساختار ژنتیکی جدید بوده و در این نوع تکثیر صفات ژنتیکی دو والد ترکیب می‌شود. در تکثیر غیر جنسی تولید یک گیاه کامل از یک یاخته، بافت، اندام یا اندام‌های گیاه مادری صورت می‌گیرد در تکثیر غیر جنسی تقسیم میوز اتفاق می‌افتد و ساختار ژنتیکی گیاه والد عینا تکرار می‌شود (خوشخوی و شیبانی، ۱۳۷۷).

تکثیر غیر جنسی [۲] ابزاری است که به کمک آن می‌توان پایه‌های سالم و کاملا مشابه با پایه مادری بدست آورد. پایه‌هایی که از تکثیر غیر جنسی حاصل می‌شوند زودتر به مرحله بلوغ و گلدهی می‌رسند و این ویژگی برای گونه‌های جنگلی که اصلاح ژنتیکی آن‌ها نیاز به زمان طولانی دارد بسیار مهم است. تغییر پذیری درختان جنگلی به دلیل دگرگشن بودن، بسیار بالاست. بنابراین برای حفظ صفات برتر درختان جنگلی، تکثیر غیرجنسی می‌تواند نقش مهمی در در حفظ کلون‌های برتر بویژه در فعالیت‌های جنگلکاری و تحقیقات پیشرفته در اصلاح درختان جنگلی ایفا نماید و این موضوع برای گونه‌هایی که مشکلات کم بذری، بی بذری یا کمون طولانی مدت بذر دارند اهمیت بیشتری دارد. امروزه با استفاده از روش‌های مختلف از قبیل کاشت قلمه [۳] و ریز ازدیادی اقدام به تکثیر غیر جنسی گونه‌های جنگلی می‌نمایند (فهیمی، ۱۳۷۶ و میر بادین، ۱۳۸۰).

۱-۲- اهداف

هدف از اجرای این تحقیق در درجه اول تعیین بهترین روش برای تولید نهال گونه دغدغک و هم چنین معرفی یک گونه بومی جدید به فضای سبز شهرهای مناطق خشک می‌باشد. بنابراین نتایج حاصله می تواند به تولید نهال این گونه کمک کرده و گونه بومی جدیدی را به فضای سبز شهری معرفی کند.

---

۱. Sexual propagation

۲. Asexual propagation

۳. Cutting

۱-۳- فرضیات

۱- در مقایسه بین روش تکثیر جنسی و غیر جنسی این گونه، روش تکثیر جنسی بهتر از تکثیر غیر جنسی می‌باشد.
۲- اثر تیمارهای مختلف، روی جوانه‌زنی بذرهای دغدغک، اختلاف معنی‌داری دارد.
۳- اثر هورمون‌های رشد مختلف روی توان ریشه‌زایی قلمه‌ی دغدغک اختلاف معنی‌داری دارد.

۱-۴- کلیات

۱-۴-۱- تکثیر غیرجنسی با استفاده از قلمه

قلمه عبارت است از ساقه، برگ یا ریشه که از گیاه مادری جدا شده و در شرایط مساعد جهت ریشه‌زایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. استعداد باززایی این ساختار گیاهی کامل که از خواص اساسی تمام یاخته‌های زنده گیاهی می‌باشد در سیستم‌های بافتی و یاخته‌ای متفاوتی نشان داده شده است. این استعداد به دو ویژگی بنیانی یاخته گیاهی بستگی دارد. ویژگی totipotency که هر سلول گیاهی بدلیل دارا بودن تمام اطلاعات ژنتیکی قادر به باز سازی تمام اندام‌ها است و نیز توانایی نامتمایز شدن، بدین معنی که یاخته‌های تمایز یافته قادر هستند که در شرایط ویژه به حالت نامتمایز یا مریستمی بازگشت نموده و رشد جدیدی را ایجاد کنند (Hartman et al,۱۹۹۰).

از میان روش‌های مختلف تکثیر غیرجنسی، تکثیر از طریق قلمه، روشی نسبتا ساده‌تر و سریع-تر است و با استفاده از آن می‌توان به تولید انبوه در فضای محدود پرداخت. امروزه از این روش در تولید گونه‌های جنگلی و باغی در سطح وسیع استفاده می‌شود. در افزایش با قلمه از تعداد معدودی گیاه مادری، شمار زیادی گیاه جدید به دست می‌آید. همچنین یکنواختی بیشتری در گیاهان تولید شده ایجاد می‌کند. در این روش هیچ تغییر ژنتیکی بین گیاه مادری و گیاه تولید شده وجود نخواهد داشت. در افزایش با قلمه، بخش‌هایی از ساقه، ریشه یا برگ از گیاه مادری جدا شده و با دستکاری شیمیایی، مکانیکی و یا محیطی به گونه‌ای انگیخته می‌شوند تا ریشه و شاخساره روی آن‌ها تشکیل شود. در بیشتر موارد، گیاهان مستقل جدیدی به صورت همگروه[۱] به وجود می‌آیند که مشابه گیاه مادری هستند. زمان قلمه گیری نیز در موفقیت بسیار مهم است و باید مورد توجه قرار گیرد. قلمه ساقه مهمترین نوع قلمه است. چهار گروه قلمه ساقه [۲] وجود دارد

۱. Clone
۲. Stem cutting

که شامل : قلمه چوب سخت [۱] ، قلمه چوب نیمه سخت [۲]، قلمه چوب نرم [۳] و قلمه علفی [۴] می‌شود (Hartman et al, ۱۹۹۰).

۱-۴-۲- تشکیل ریشه نابجا

در تکثیر به روش قلمه لازم است تا یک سیستم ریشه جدید نابجا ایجاد شود. ریشه‌های نابجا ریشه‌هایی هستند که درغیر از محلی که در شرایط طبیعی، ریشه از آن بوجود می‌آید تشکیل می-شود. این ریشه‌ها به دو صورت ریشه‌های از پیش تشکیل شده و ریشه‌های زخم می‌باشند. ریشه-های از پیش تشکیل شده به طور طبیعی روی ساقه گیاه مادری تشکیل می‌گردند اما تا زمانی که ساقه قطع نشود بیرون نمی‌آیند. ریشه‌های زخم فقط پس از قلمه گیری ایجاد می‌شوند و واکنشی در مقابل اثر زخم در تهیه قلمه می‌باشند (Hartman et al, ۱۹۹۰; Hudson, ۱۹۹۶). وقتی که قلمه گرفته می‌شود سلول‌های زنده در دو سر قلمه آسیب می‌بینند و سلول‌های ارتباطی مرده آوند چوبی باز می‌شوند و جوش خوردن زخم آغاز می‌شود. در فرآیند بهبودی و باززایی که پس از آن صورت می‌گیرد سه مرحله وجود دارد:

۱) در حالیکه سلول‌های آسیب دیده خارجی می‌میرند، یک صفحه بافت مرده تشکیل می-شود و زخم را با ماده‌ای سوبرینی محدود می‌کند و آوند چوبی را با صمغ می‌گیرد. این صفحه سطوح بریده شده را در برابر از دست دادن آب و عوامل بیماری زا محافظت می-کند.

۲) سلول‌های زنده پشت این صفحه پس از چند روز شروع به تقسیم شدن می‌کنند و لایه‌ای از سلول‌های پارانشیمی ممکن است تشکیل شود.

۳) سلول معینی در نزدیکی لایه آوندی و آوند آبکش شروع به تقسیم شدن و ایجاد ریشه‌های نابجا می‌کند.

تغییرات تشریحی را که در ساقه، در فرآیند ظهور ریشه قابل مشاهده است می‌توان به چهار حالت تقسیم کرد:

۱) نامتمایز شدن یاخته‌های تمایز یافته خاص

---

[۱] . Hard wood cutting
[۲] . Semi hard wood cutting
[۳] . Soft wood cutting
[۴] . Herbaceous cutting

۲) تشکیل آغازنده‌های ریشه از برخی از یاخته‌های نزدیک به دسته‌های آوندی و یا بافت آوندکه توسط نامتمایز شدن به صورت مریستمی در آمده است.
۳) نمو بعدی این آغازندهای ریشه به سرآغازه‌های ریشه سازمان یافته
۴) رشد و بیرون آمدن سرآغازه‌های ریشه از میان بافت ساقه بسوی خارج همراه با تشکیل ارتباط‌های آوندی بین سرآغازندهای ریشه و بافت‌های هدایت کننده.

منشا ریشه‌های نابجا در گیاهان علفی و چوبی ممکن است متفاوت باشد (Hartman et al, ۱۹۹۰). در گیاهان علفی ریشه‌های نابجا به طور معمول از نزدیک خارج و از بین دسته‌های آوندی منشا می‌گیرد (Priestley & Swingle, ۱۹۲۹) در گیاهان چند ساله چوبی که در آنها یک لایه یا بیشتر آوند چوبی و آوند آبکش وجود دارد، ریشه‌های نابجا در قلمه‌های ساقه، بطور معمول از سلول‌های پارانشیمی زنده منشا می‌گیرند که بیشتر در آوند آبکش ثانویه جوان وجود دارد اما گاهی منشا آنها از بافت‌های دیگر مانند شعاع آوندی، لایه زاینده، آوند آبکش، عدسک و یا مغز می‌باشد
(Lovell & Whte, ۱۹۸۶). به طور کلی گونه‌هایی که دارای آغازنده‌های ریشه پیش تشکیل شده هستند، سریع و به آسانی ریشه می‌دهند، اما ریشه‌دهی قلمه‌های بسیاری از گونه‌های فاقد این آغازنده‌های ریشه به آسانی انجام نمی‌شود (Hartman et al, ۱۹۹۰).

۱-۴-۳- عوامل موثر بر ریشه‌زایی [۱] قلمه‌ها

۱-۴-۳-۱- اثر جوانه‌ها بر ریشه‌زایی قلمه

یافته‌های بسیاری نشان داد که در صورت جدا کردن جوانه‌ها از قلمه در بسیاری از گونه‌ها حتی اگر قلمه با اکسین تیمار شود، ریشه‌زایی صورت نمی‌گیرد. برای تشکیل ریشه وجود حداقل یک جوانه جانبی در حال رشد فعال، طی سه یا چهار روز اول پس از قلمه‌گیری الزامی است اما پس از چهارمین روز، انتهای شاخساره و جوانه‌ها می‌توانند برداشته شوند بدون اینکه دخالتی در تشکیل ریشه داشته باشند. در برخی از گیاهان حذف جوانه‌های قلمه، ریشه‌دهی را به ویژه در گیاهانی که بدون آغازنده‌های ریشه هستند، بطور کامل متوقف می‌سازند (Hartman et al,۱۹۹۰). بویلین و ونت در سال ۱۹۹۳ موادی در لپه‌ها، برگ‌ها و جوانه‌ها پیدا کردند که ریشه‌زایی را در

۱. Rooting

قلمه‌ها تسهیل می‌کند این مواد، متفاوت از ترکیبات اکسینی بودند و آنها این مواد را ریزوکالین نام نهادند (Bhardwaj & Mishra, ۱۹۹۸).

در برخی از گیاهان اگر حلقه‌ای از پوست درخت درست در زیر یک جوانه برداشت شود، تشکیل ریشه کاهش پیدا می‌کند. این امر نشانگر آنست که ماده‌ای از طریق آوند آبکش از جوانه به پایین قلمه انتقال می‌یابد، این ماده ریزوکالین است که در تسهیل آغازیدن ریشه فعالیت می-کند. البته اگر قلمه‌های چوب سخت در اواسط زمستان که جوانه‌ها در دوره استراحت هستند گرفته شود، جوانه‌ها هیچ اثر محرکی روی ریشه‌زایی نخواهند داشت (Hartman et al, ۱۹۹۰).

۱-۴-۳-۲- اثر برگ بر ریشه‌زایی قلمه

وجود برگ بر روی قلمه اثر محرک زیادی روی آغازیدن ریشه دارد. اثر محرک برگ‌ها بر ریشه‌زایی در قلمه‌های ساقه با پژوهش‌هایی که روی آواکادو انجام گردید به خوبی نشان داده شده است. کربوهیدرات‌هایی که از برگ‌ها انتقال می‌یابد، بدون تردید به تشکیل ریشه کمک می‌کند، اما اثرات آسان کننده زیاد ریشه‌دهی برگ‌ها مربوط به عوامل دیگری است که بطور مستقیم عمل می‌کنند. برگ‌ها و جوانه‌ها جایگاه‌های نیرومند تولید اکسین هستند و اثرات این تولید بطور مستقیم در زیر آنها مشاهده می‌شود و نشانگر آن است که جابجایی از نوک شاخه به طرف پایین صورت می‌پذیرد. تاثیر فعالیت برگ بر ریشه‌زایی در قلمه به حدی است که پیوند بخش برگدار یک همگروه سخت ریشه‌زا و بکار بردن این ترکیب پیوندی به عنوان یک قلمه موجب می‌شود که ترکیب حاصله به آسانی ریشه دهد (Hartman et al, ۱۹۹۰).

۱-۴-۳-۳- تنظیم کننده‌های رشد و هورمون‌ها [۱]

واژه هورمون به مواد معینی اطلاق می‌شود که در بخشی از موجود زنده شناخته شده و پس از انتقال، اثرات فیزیولوژیک محسوسی در دیگر قسمت‌ها بر جای می‌گذارد و در غلظت‌های بسیار کم موثر است. هورمون‌های گیاهی که فیتوهورمون نیز خوانده می‌شوند، در بافت‌های مریستمی جوان ساخته می‌شوند. موادی که ساختار مشابهی مانند هورمون‌های طبیعی دارند ولی به طور طبیعی یافت نمی‌شوند، تنظیم کننده‌های رشد نامیده می‌شوند. این ترکیبات بصورت مصنوعی برای

[۱]. Hormone

استفاده‌های مختلف ساخته می‌شوند (فهیمی، ۱۳۷۶). هورمون‌ها شامل ترکیبات مختلف هستند و تاثیرات متفاوتی بر فرآیندهای گیاهی و از جمله ریشه‌زایی قلمه‌ها دارند.

۱-۴-۳-۳-۱- اکسین‌ها [۱]

کشف هورمون اکسین در حدود ۷۰ سال است که باعث تغییر چشمگیر در بهبود ریشه‌زایی و تکثیر گیاهان است (De Klerk, ۲۰۰۲). ریشه نقش اساسی در در زندگی گیاه، نمو، تامین آب و مواد غذایی برای گیاه از محیط دارد (Schiefelbein et al, ۱۹۹۷). اکسین در بسیاری از مطالعات به عنوان یکی از مهمترین آغازگرهای ریشه‌زایی شناخته شده است (Hyun, ۱۹۶۷). اکسین نقش بازدارندگی نیز در تشکیل ریشه‌های نابجا دارد (De Klerk, ۲۰۰۲).

ساختار همه اکسین‌ها از یک هسته حلقوی (بنزن-ایندول یا نفتالین) با حداقل یک اتصال مضاعف در حلقه، یک زنجیر کناری حاوی COOH یا گروه مولکولی که به سهولت به آن تبدیل می‌شود تشکیل می‌شود به طوری که یک پیوند استری میان هسته حلقوی و گروه COOH یا گروهی که به آن تبدیل می‌شود وجود دارد. اکسین‌ها بطور کلی در رشد و طویل شدن سلول‌ها، ریشه‌زایی، نور گرایی، زمین‌گرایی، تسلط انتهایی و غیره در گیاهان دخالت دارند. در تکثیر انبوه به روش قلمه ترکیبات مصنوعی اکسین مورد استفاده قرار می‌گیرد که به مراتب از اسید ایندول استیک [۲](IAA) موثرتر است (Hartman et al, ۱۹۹۰. فهیمی، ۱۳۷۶).

هدف از تیمار [۳] با اکسین، افزایش درصد قلمه‌های ریشه دار شده، تسریع در آغازیدن ریشه، افزودن به شمار و کیفیت ریشه‌های تولید شده در هر قلمه و سر انجام بالا بردن یکنواختی در ریشه‌دهی می‌باشد. همراه با این تیمار باید دیگر شرایط مناسب برای ریشه‌زایی قلمه‌ها شامل محیط مناسب آب، دما و نور کافی فراهم گردد (Hartman et al, ۱۹۹۰).

مهمترین اکسین‌های معمولی در تکثیر انبوه، ایندول بوتیریک اسید [۴] (IBA) و نفتالین استیک استیک اسید [۵](NAA) هستند (Arteca, ۱۹۹۵; Hartman et al, ۱۹۹۰). اگر چه جستجو برای یافتن اکسین های جدیدی که اثر محرک بر ریشه‌زایی داشته باشند هنوز ادامه دارد اما IBA و NAA معمول ترین اکسین‌هایی هستند که به صورت تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند (Blazich et al, ۱۹۸۹). IBA احتمالا بهترین ماده برای استفاده همگانی است، زیرا در غلظتی

---

۱. Oxine

۲. Indole acetic acid

۳. Treatment

۴. Indole butyric acid

۵. Naphthalene acetic acid

گسترده، غیرسمی بوده و برای تسهیل ریشه‌زایی در بسیاری از گونه‌های گیاهی موثر است (Hartman et al, ۱۹۹۰). آزمایش بر روی قلمه‌های علفی رز نشان داد که کاربرد IBA برتری قابل توجهی نسبت به کاربرد NAA در موفقیت ریشه‌زایی قلمه‌ها داشته است (بنایی محمدی، ۱۳۷۷).

در آزمایش دیگری بر روی قلمه‌های *Acacia nilotica* اثر چهار ترکیب اکسینی شامل IBA، IAA، NAA و ۲،۴-D بر ریشه‌زایی قلمه‌ها بررسی شد نتایج نشان داد که IBA بیشترین تاثیر را بر قلمه‌هایی که در ماه سپتامبر بدست آمده بود داشته است (Gurmurti, ۱۹۹۵).

حاتم زاده در سال ۱۳۶۸در بررسی تاثیر کاربرد IBA و NAA بر روی قلمه‌های چای نشان داد که کاربرد IBA بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده بر استفاده از NAA برتری داشته است

در برخی موارد کاربرد NAA اثر مطلوبی بر ریشه‌زایی قلمه‌ها داشته است. به طور مثال در قلمه‌های *Casuarina sumatraina* کاربرد NAA به صورت فروبری سریع، ریشه‌زایی خوبی ایجاد کرده است (Goh et al, ۱۹۹۵).

۱-۴-۳-۳-۲- جیبرلین‌ها

جیبرلین‌ها بطورکلی باعث طویل شدن میان گره‌ها، تسریع گلدهی، ایجاد پدیده پارتنوکارپی، رشد برگ، سبز شدن بذر و شکستن خواب [۱] بذر می‌شوند، اما در ریشه‌زایی قلمه‌ها تاثیر منفی دارند و به همین دلیل باید از گرفتن قلمه‌ها از شاخه‌هایی که بر روی آنها گل و اندام جنسی وجود دارد خودداری کرد (Hartman et al, ۱۹۹۰; فهیمی، ۱۳۷۶. عرفانیان، ۱۳۷۳).

۱-۴-۳-۳-۳- سیتوکسین‌ها

این هورمون در افزایش تقسیم سلولی (سیتوکنیز)، بزرگ شدن سلول‌ها، ایجاد جوانه و نمو آن، به تاخیر انداختن پیری، شکستن دوره خواب بذر و پارتنوکارپی موثر می‌باشد (عرفانیان، ۱۳۷۳). به طور کلی تحقیقات نشان داده است که نسبت زیاد اکسین به سیتوکینین مساعد تشکیل ریشه نابجا و نسبت کم اکسین به سیتوکینین، مساعد تشکیل جوانه نابجا می‌باشد (Hartman et al, ۱۹۹۰).

[۱]. Seed dormancy

۱-۴-۳-۳-۴- اسید آبسیزیک

این هورمون به عنوان هورمون بازدارنده رشد شناخته شده است که در ریزش برگ‌ها، کمک به خواب جوانه، جلوگیری از سبز شدن بذر، کمک به گل دادن در بعضی گونه‌های روز کوتاه و تاثیر معکوس بر گل‌دهی گیاهان روز بلند موثر است. این هورمون باز دارنده رشد به دو دلیل بر ریشه-زایی قلمه اثر مثبت دارد:

۱) در مقابل فعالیت اسید جیبرلیک ناهمساز است و اثر اسید جیبرلیک را خنثی می‌کند.

۲) رشد شاخساره را کم می‌کند که به رقابت کمتر منجر می‌شود و در نتیجه مواد حاصله از فتوسنتز بیشتری برای ریشه‌زایی در ته قلمه موجود می‌باشد (Davis & Sankhla, ۱۹۸۹).

۱-۴-۳-۳-۵- اتیلن

این هورمون اثر مثبتی بر ریشه‌زایی دارد. زیمرمن و هیچکاک نشان دادند کاربرد ppm ۱۰ اتیلن موجب تشکیل ریشه بر روی ساقه و برگ می‌شود. همچنین این مقدار موجب توسعه ریشه-های نهفته که از پیش روی ساقه وجود دارند، می‌شوند (Zimmerman & Broome, ۱۹۸۱). کاربرد اکسین می‌تواند تولید اتیلن را تنظیم کند و بنابراین پیشنهاد شده است که شروع ریشه‌زایی به وسیله اکسین به خاطر اتیلن است که اکسین را تولید می‌کند (فهیمی، ۱۳۷۶).

۱-۴-۳-۳-۶- تیمار قلمه‌ها با تنظیم کننده‌های رشد

هدف از تیمار قلمه‌ها با تنظیم کننده‌های رشد یا هورمون‌های گروه اکسین عبارت است از افزایش درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده، تسریع در شروع ریشه‌دهی، افزودن به تعداد و کیفیت ریشه‌های تولید شده در هر مرحله قلمه و بالا بردن یکنواختی در ریشه‌زایی می‌باشد (Hartman et al, ۱۹۹۰. میربادین، ۱۳۸۰).

تحقیقات بسیاری نشان داده است که ایندول بوتیریک اسید بیشترین تاثیر را در تحریک تولید ریشه‌های نابجا دارد. البته این ترکیب و سایر ترکیبات اکسینی در غلظت‌های زیاد باعث سمی شدن بافت‌ها و تاثیر معکوس بر زنده‌مانی قلمه‌ها می‌شود. آستانه سمی شدن برای گونه‌های مختلف متفاوت است و موثرترین غلظت تحریک کننده‌های ریشه‌زایی غلظتی است که نزدیک به حد سمی شدن باشد و بیشترین ریشه‌زایی را ایجاد کند بدون اینکه بافت‌های گیاهی را مسموم سازد (Hartman et al, ۱۹۹۰).

۱-۴-۳-۳-۷-۳- روش‌های استفاده از ترکیبات اکسینی برای تیمار

برای استفاده از ترکیبات اکسینی روش‌های زیر معمول می‌باشد:

۱-۴-۳-۳-۷-۱- استفاده از پودر

در این روش ۱ تا ۳ سانتی متر از انتهای قلمه را در مخلوط پودر تالک [۱] و اکسین فرو می‌برند و یا آنرا گرد پاشی می‌کنند. برای تاثیر بهتر باید قاعده قلمه‌ها مرطوب باشد تا پودر به آن بچسبد. مزایای این روش سریع و ساده بودن آن است و از معایب آن این است که در این روش نتایج یکنواخت بدست نمی‌آید. زیرا مقادیر پودری که به قلمه‌ها می‌چسبد متفاوت است (Hartman et al, ۱۹۹۰; Blazich et al, ۱۹۸۹;. میربادین، ۱۳۸۰).

۱-۴-۳-۳-۷-۲- فروبری در محلول رقیق

در این روش ۱ تا ۲ سانتی متر از انتهای قلمه در محلول رقیق ppm ۲۰ برای گونه‌های آسان ریشه‌زا و ppm ۲۰۰ برای گونه‌های سخت ریشه‌زا) به مدت ۲۴ ساعت خیسانده می‌شود و سپس در محیط ریشه‌زایی قرار می‌گیرد. این روش کند و مشکل است و به لوازم خاصی نیاز دارد و از نظر تجاری زیاد به کار برده نمی‌شود. قلمه‌ها بایستی در شرایط محافظت شده قرار گیرند و خطر شیوع بیماری نیز وجود دارد (Hartman et al, ۱۹۹۰، میربادین، ۱۳۸۰).

۱-۴-۳-۳-۷-۳- فرو بری در محلول غلیظ (فرو بری سریع)

در این روش ۱ تا ۲ سانتی متر از انتهای قلمه به مدت ۵ ثانیه در محلول‌های غلیظ به غلظت ۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ ppm، یا بیشتر قرار داده می‌شود. در این روش قلمه‌ها بصورت دسته‌ای در محلول فرو برده می‌شوند. این روش اقتصادی، سریع و ساده بوده و تیمار قلمه‌ها بصورت یکنواخت در یک زمان صورت می‌گیرد و ریشه‌زایی بهتری را نسبت به روش استفاده از پودر تالک موجب می‌شود (Hartman et al, ۱۹۹۰; Blazich et al, ۱۹۸۹; Bonamine, ۱۹۸۳ و میربادین، ۱۳۸۰).

[۱] .Talc

روش‌های دیگری از جمله، قرار دادن تمام قلمه در محلول غلیظ حاوی یک عامل مرطوب کننده، پاشیدن اکسین روی برگساره گیاه پیش از جدا کردن قلمه‌ها (Van Braght, ۱۹۷۶) و همچنین به کارگیری نوارهای سیاه (پی وی سی) که با کریستالهای اسید ایندول بوتیریک پوشش داده شده و آن را پیرامون شاخساره‌های گیاه مادری پیش از گرفتن قلمه می‌بندند نیز موجب زیاد شدن ریشه‌زایی در گیاه می‌شود که در قلمه‌های هلو و گردو نیز باعث افزایش ریشه‌زایی شده است (Preece,۱۹۸۷).

۱-۴-۳-۴- ترکیبات همکار با اکسین

ترکیباتی به طور طبیعی در گونه‌هایی که ریشه‌زایی قلمه‌ها در آنها به سهولت انجام می‌گیرد وجود دارد که به صورت همکار با اکسین طبیعی (IAA) عمل می‌کنند. این ترکیبات همکار با اکسین به میزان کمتری در ارقام سخت‌ریشه‌زا مشاهده می‌شوند. (Hartman et al, ۱۹۹۰). به طور کلی ترکیبات همکار با اکسین ماهیت فنولی دارند. اسیدهای آمینه نیز می‌توانند به عنوان همکار با اکسین عمل کنند. اسید ایندول استیک آسپارتیک بعنوان یک اسید آمینه آمیخته شده با اسید ایندول استیک شناخته شده و در روزهای اولیه انگیزش ریشه‌زایی با غلظت زیاد مشاهده می‌شود و سپس از غلظت آن کاسته می‌شود (Norcini & Heuser, ۱۹۸۸). عدم وجود چنین ترکیباتی در برخی از گونه‌ها می‌تواند یکی از دلایل عدم موفقیت قلمه‌ها باشد.

۱-۴-۳-۵- بازدارنده‌های درون‌زای ریشه‌زایی

در برخی از گونه‌های سخت ریشه‌زا، بازدارنده‌هایی به صورت طبیعی وجود دارد که مانع از ریشه‌زایی می‌شود (Hartman et al, ۱۹۹۰). در گونه‌ای از اکالیپتوس (*Eucalyptus grandis*) که بسیار سخت ریشه زا است سه ترکیب بازدارنده یافت شد که از مشتقات طبیعی ۲،۳- دی اکسابی سیکل دکان بودند. این ترکیبات بازدارنده در بافت‌های نونهال این گونه که آسان ریشه‌زا بودند دیده نشدند و قابلیت ریشه‌زایی در نهال بسیاری از گونه‌ها در مقایسه با حالت بالغ آنها بدلیل وجود بازدارنده‌های رشد در بافت‌های بالغ می‌باشند (Crow et al, ۱۹۷۱). در گونه‌هایی که قلمه-های آنها به آسانی ریشه دار می‌شوند، مقدار بازدارنده‌های رشد بسیار کم است. به طور مثال در قلمه‌های شاه بلوط حضور دو ترکیب بازدارنده و عدم حضور ترکیبات همکار با اکسین عامل اصلی عدم ریشه‌زایی قلمه‌ها شناخته شده است. در ارقام سخت ریشه‌زای کوکب نیز وجود ترکیبات بازدارنده اثبات شده است (Hartman et al, ۱۹۹۰).

۱-۴-۳-۶- انتخاب مواد قلمه‌ای و اثر نوع قلمه

درگیاهان چوبی انواع مختلف چوب از شاخه‌های آبدار انتهایی سال جاری تا چوب‌های سخت شاخه‌های چند ساله قابلیت قلمه‌گیری دارند ولی ممکن نیست یک نوع چوب را برای کلیه گیاهان به عنوان بهترین چوب دانست نوع چوب مطلوب برای یک گیاه ممکن است برای گیاهی دیگر مناسب نباشد با این حال نوع چوبی که برای برخی از گونه‌ها نامطلوب شناخته می‌شوند، ممکن است به گونه‌های خویشاوند آن گیاه تعمیم داده شود (Hartman et al. ۱۹۹۰). در میان پایه‌های مختلف از یک گونه ممکن است تفاوت چشمگیری از نظر قدرت ریشه‌زایی قلمه‌ها وجود داشته باشد. حتی در ریشه‌دار کردن قلمه‌هایی که از پایه‌های مسن گونه‌های نوئل نروژی، کاج سفید و افرای قرمز تفاوت‌های مشخصی بین ظرفیت ریشه‌زایی شاخه‌های مختلف یک درخت دیده شده است (Deuber, ۱۹۴۰).

بطور کلی شاخه‌های جانبی یک پایه در مقایسه با شاخه‌های انتهایی موفقیت بیشتری داشته‌اند. در مورد قلمه‌های زرد آلو برتری قاطع شاخساره‌های جانبی تایید شده است و در گونه‌های کاج سفید و درخت نوئل نروژی در مقایسه با شاخه‌های انتهایی، شاخه‌های جانبی درصد ریشه‌زایی بهتری داشتند (Deuber, ۱۹۴۰). در قسمت‌های مختلف یک شاخساره، نیز تفاوت‌های عمده‌ای وجود دارد. بطور کلی قلمه‌هایی که از شاخساره انتهایی گرفته شده است نتایج بهتری از قلمه‌هایی که از سر شاخه‌ها گرفته شده داشته است. البته در بعضی گونه‌ها چنین نیست، استفاده از سر شاخه‌های آبدار نتیجه بهتری داشته است. در مورد گونه‌های سهل ریشه‌زا، انتخاب قلمه در هر یک از قسمت‌های شاخه‌ها مشکلی ایجاد نمی‌کند و در قلمه‌گیری در مورد گونه‌های سخت ریشه‌زا اهمیت پیدا می‌کند (Hartamen et al, ۱۹۹۰). بطور مثال در مورد زربین گزارش داده است که قلمه‌هایی که از یک سوم پایین تاج درخت جمع آوری شده بود ریشه‌زایی نسبتا بهتری نسبت به قلمه‌هایی که از یک سوم تاج گرفته شده‌اند داشته‌اند (Capuana & Lambardi. ۱۹۹۵). نوع قلمه در گیاهان سهل ریشه‌زا از اهمیت کمتری برخوردار است، اما در گونه‌های سخت ریشه‌زا انتخاب صحیح چوب قلمه، اهمیت بسیاری دارد (Hartman et al, ۱۹۹۰). انواع قلمه از نظر مرحله رشد عبارتند از:

۱-۴-۳-۶-۱- قلمه‌های چوب سخت (خشبی)

این نوع قلمه‌ها از چوب سخت رسیده و در حال استراحت پس از ریختن برگ‌ها و پیش از پدید آمدن شاخه‌های جدید در بهار گرفته می‌شوند. این نوع قلمه‌ها به آسانی آسیب نمی‌بینند. این قلمه‌ها به آسانی به نقاط دور دست حمل می‌شوند و نیازی به سیستم مه‌پاش ندارند. البته تعداد گونه‌هایی که بطور موفقیت آمیزی از طریق این نوع قلمه ازدیاد می‌شوند کمتر از گونه‌های است

که از طریق قلمه‌های چوب نرم و نیمه خشبی ازدیاد می‌شوند (Hartman et al, ۱۹۹۰). به طور مثال قلمه‌های خشبی نوئل نروژی، ریشه‌زایی ضعیفی تنها در حدود ۲۲/۳٪ داشتند (Shaplin, ۱۹۹۱) . در حالی که درختان سهل ریشه‌زا مانند بید و سپیدار توسط قلمه چوب سخت به راحتی تکثیر می‌شوند. این نوع قلمه‌ها می‌توانند در آب و هوای معتدل با زمستان ملایم بی درنگ کاشته شوند و یا در محلی خنک و پس از تیمار با مواد ریشه‌زا انبار شوند و در بهار کشت شوند (Hartman et al, ۱۹۹۰).

۱-۴-۳-۶-۲- قلمه‌های چوب نیمه سخت (نیمه خشبی)

این نوع قلمه بطور کلی در تابستان از شاخه‌های نیمه خشبی که هنوز به طور کامل خشبی نشده‌اند و تقریبا یک دوره رشد را پشت سر گذاشته‌اند گرفته می‌شود. بنابراین معمولا این نوع قلمه‌ها برگدار بوده وبه از دست دادن آب حساس می‌باشند و باید در زیر مه افشان قرار گیرند (Hartman et al, ۱۹۹۰، میربادین، ۱۳۸۰).

۱-۴-۳-۶-۳- قلمه‌های چوب نرم

قلمه‌هایی که از رشد جدید نرم و آبدار سبز از گونه‌های خزان کننده و یا همیشه سبز گرفته می‌شود به عنوان قلمه‌های چوب نرم طبقه بندی می‌شوند. این نوع قلمه‌ها معمولا آسانتر ریشه دار می‌شوند و در مدت زمان کمتری به نتیجه می‌رسند. ولی بدلیل آنکه همیشه برگدار گرفته می-شوند، به مراقبت و ابزار بیشتری نیاز دارند و باید حتما زیر سیستم مه‌افشان قرار داشته باشند. معمولا گونه‌های سخت ریشه‌زا از طریق این نوع قلمه تکثیر پیدا می‌کنند(Hartman et al, ۱۹۹۰، میربادین، ۱۳۸۰).

قلمه‌های نرم گونه زربین (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) ریشه‌زایی خوبی با استفاده از IBA داشته است (Capuana & Lambardi. ۱۹۹۵). تکثیر گونه‌های *Acer giseum*، *Acer rubrum*، *Acer saccharum*، *Quercus.palustris*، *Cornus kousa*، *Quercus alba*، *Quercus ellipsoidalis*، به وسیله قلمه‌های نرم و با استفاده از IBA ممکن شده است (Zaszek, ۱۹۹۷). به طور کلی گونه‌های بلوط بسیار سخت ریشه‌زا هستند. آزمایش بر روی دو گونه از بلوط (*Quercus myrsinifolia , Q. canbyl*) نشان داده است که قلمه‌های خشبی و نیمه خشبی این دو نوع گونه قابلیت ریشه‌زایی ندارند و قلمه‌های نرم با کاربرد IBA موفق به ریشه زایی شدند (Mc Guigan & Blazick, ۱۹۹۶).

۱-۴-۳-۷- زمان قلمه‌گیری

زمان قلمه‌گیری می‌تواند نقش مهمی در ریشه‌زایی داشته باشد. در بسیاری از گونه‌ها یک دوره بهینه از سال برای ریشه‌زایی وجود دارد که باید در قلمه‌گیری لحاظ شود. در گونه‌های خزان کننده قلمه‌های چوب سخت را می‌توان در فصل خفتگی گیاه (از برگریزان تا موقع نمو جوانه‌ها در بهار) گرفت. قلمه‌های چوب نرم یا قلمه‌های چوب نیمه سخت برگدار در طول فصل رشد گرفته می‌شوند. قلمه‌های برخی از گونه‌ها مانند برگ نو را در هر فصل می‌توان گرفت بطوری که ریشه-زایی در آنها بسیار خوب باشد. اما در مورد زیتون قلمه‌گیری در فصل زمستان بسیار ناموفق خواهد بود. بنابراین زمان قلمه‌گیری مناسب برای هر گونه بایستی با آزمایشی جداگانه تعیین شود (Hartman et al, ۱۹۹۰، میربادین، ۱۳۸۰ و خوشخوی و شیبانی، ۱۳۷۷).

حاتم زاده در سال ۱۳۶۸ با بررسی بر روی قلمه‌های چای نشان داد که قلمه‌گیری در ماه‌های تیر و مرداد نتایج بهتری نسبت به قلمه‌گیری در ماه‌های شهریور و مهر داشته است.

بر اساس تحقیقاتی که بر روی زربین صورت گرفته، قلمه گرفتن از زربین در ماه‌های مرداد و مهر ریشه‌زایی برابر با صفر ایجاد می‌کنند در حالیکه قلمه‌گیری در فروردین ماه، ریشه‌زایی قابل قبولی در پی خواهد داشت (Capuana & Lambardi, ۱۹۹۵).

۱-۴-۳-۸- جوان سازی و مرحله رشد گیاه مادری

گیاهان با جوانه زدن بذر وارد مرحله رشد رویشی می‌شوند که در این دوره قدرت تولید مثل را ندارند. در مرحله جوانی رشد رویشی سریع است و از نظر فیزیولوژیکی شاخه‌های جوان غالبا راحت تر از شاخه‌های بالغ ریشه‌دار می‌شوند. پژوهش‌هایی که بر روی سیب، گلابی، اکالیپتوس، بلوط و سایر گونه‌ها انجام شده است نشان می‌دهد که قابلیت تشکیل ریشه‌های نابجا در قلمه‌ها با افزایش سن گیاه پس از کاشت بذر و یا به عبارت دیگر با تغییر گیاه از نونهالی به بالغی کاهش می‌یابد (Hammatt, ۲۰۰۰).

در پژوهش‌هایی که روی ریشه‌زایی قلمه‌های برخی از گیاهان سوزنی برگ و گونه‌های خزان کننده بسیار سخت ریشه‌زا صورت گرفت نشان داد که مهمترین عامل اصلی که برآغازیدن ریشه اثر می‌گذارد، سن درختی است که از آن قلمه‌گیری می‌شود. گرچه سن بیولوژیکی و نه سن تقویمی مواد رویشی مهمترین عامل در ریشه‌زایی است. ارتباط نونهالی با ریشه‌دهی اینگونه توجیه می‌شود که با مسن شدن گیاه، تولید باز دارنده‌های ریشه‌زایی افزایش می‌یابد. قلمه‌های ساقه که از نهال‌های جوان اوکالیپتوس گرفته می‌شود به آسانی ریشه می‌دهند، اما با مسن شدن گیاهان

مادری ریشه‌زایی به شدت کاهش می‌یابد. پژوهش‌ها نشان داده است که در میزان ریشه‌زایی و تولید یک باز دارنده ریشه‌زایی در بافت‌های پایین قلمه، رابطه مستقیم اما ناچیزی وجود دارد. این بازدارنده در ساقه پایه‌های جوان و آسان ریشه‌زا وجود نداشت. با توجه به این موارد شیوه‌هایی در باغبانی و جنگل کاری ابداع شده است که می‌تواند گیاهان مادری، قلمه‌ها و ریز نمونه‌ها را باز جوان سازی کند و موفقیت در ریشه‌زایی را افزایش دهد. از این شیوه‌ها می‌توان به پرچین سازی (سرزنی و نگه داشتن گیاهان به صورت پرچین) و باز جوان سازی از طریق کشت بافت نام برد (Hartman et al, ۱۹۹۰).

۱-۴-۳-۹- شرایط فیزیولوژیک پایه مادری

تغذیه پایه مادری تاثیر زیادی در رشد و نمو شاخه‌ای‌که قلمه از آن تهیه می‌شود دارد. Kraus و Kraybill متوجه شدند چنانچه قلمه از شاخه‌های متمایل به زرد تهیه گردد، بدلیل بالا بودن ذخیره کربوهیدرات و میزان کم ازت ریشه‌های زیاد و شاخه‌های ضعیفی تولید می‌گردد، در حالیکه در ساقه‌های متمایل به سبز بدلیل بالا بودن میزان کربوهیدرات و بالا بودن میزان ازت، ریشه‌های کم و شاخه‌های زیادی تولید می‌گردد و در ساقه‌های آبدار سبز چونکه میزان کربوهیدرات خیلی کم وازت زیاد است، بدون تولید ریشه و ساقه کلا از بین می‌روند، عوامل داخلی زیادی از قبیل اکسین عوامل کمک هورمونی موثر در ریشه‌زایی و ذخیره کربوهیدرات در شروع تشکیل ریشه قلمه می‌تواند موثر باشد. از آزمایشی که بر روی ارقام سهل و سخت ریشه‌زای گیاه داوودی صورت گرفت معلوم شد که میزان ذخیره کربوهیدرات در ارقام سهل ریشه‌زا بالاست و مناسب بودن قلمه تا حدود زیادی به میزان کربوهیدرات مربوط می‌شود و از طریق محکمی ساقه قابل تشخیص است. قلمه‌های نامناسب به علت ذخیره کم کربوهیدرات، نرم و انعطاف پذیر می‌باشند اما در قلمه‌هایی که ذخیره کربوهیدرات آنها بالاست، قلمه‌ها محکم و شکننده هستند و در اثر خم شدن می‌شکنند. این موضوع با خشبی شدن شاخه به علت چوبی شدن فرق می‌کند. قلمه‌های چوبی نرم وقتی در شدت نور کم نگهداری شوند، میزان قند آنها کم شده و این امر در کاهش ریشه‌زایی موثر است (Hartman et al, ۱۹۹۰).

پییرز [۱] در مطالعاتش روی ریشه‌زایی انگور نشان داد که چنانچه گیاهان مادری در شرایط کمبود فسفر، پتاسیم، منیزیم یا کلسیم رشد نمایند، تشکیل ریشه در قلمه‌های تهیه شده از آن‌ها کمتر از گیاهانی است که از تغذیه کافی برخوردارند. اما با کاهش ازت در گیاهان مادری تشکیل ریشه در قلمه افزایش می‌یابد و با کمبود بیشتر ازت ریشه‌زایی بمراتب افزون تر می‌گردد. در شروع

[۱]. Pearse

تشکیل ریشه جهت ساخته شدن اسید نوکلئیک و پروتئین، ازت لازم است و اثر مقدار آن از یک سطح معینی پایین تر رود، ریشه‌زایی کاهش خواهد یافت(Hartman et al, ۱۹۹۰).

۱-۴-۳-۱۰- سن پایه‌های مادری

تحقیقات نشان داده است که قابلیت تشکیل ریشه‌های نابجا در قلمه‌ها با افزایش سن گیاه پس از کاشت بذر و یا با تغییر گیاه مادری از نونهالی به بالغی کاهش می‌یابد (Hartman et al, ۱۹۹۰، میربادین، ۱۳۸۰ و خوشخوی و شیبانی، ۱۳۷۷). در پژوهشی که بر روی ریشه‌زایی قلمه‌های برخی از گیاهان سوزنی برگ و گونه‌های خزان کننده بسیار سخت ریشه‌زا صورت گرفت، نشان داد که مهمترین عاملی که در آغازیدن ریشه اثر می‌گذارد، سن درختی است که از آن قلمه‌گیری می‌شود. با این حال سن بیولوژیکی عامل مهمی در ریشه‌زایی است. کاهش در پتانسیل ریشه‌دهی همراه با سالمند شدن گیاهان ممکن است در نتیجه کم شدن مواد فنولیکی باشد. فنول‌ها به عنوان ترکیبات همکار با اکسین عمل می‌کنند. در بعضی از گیاهان، گیاهان بالغ در مقایسه با گیاه نونهال مقادیر کمتری فنول دارد. همچنین با مسن شدن گیاه، باز دارنده‌های ریشه‌زایی افزایش می‌یابد. قلمه‌هایی که از گیاهان بالغ گرفته می‌شوند ریشه نمی‌دهند مگر اینکه تیمارهایی از قبیل حلقه برداری، کاربرد اکسین و مه پاش دریافت کنند (Hartman et al, ۱۹۹۰).

۱-۴-۳-۱۱- عوامل محیطی موثر در ریشه‌زایی

عوامل محیطی موثر بر ریشه‌زایی شامل نور، دما، آب و بستر ریشه‌زایی هستند.

۱-۴-۳-۱۱-۱- بستر ریشه‌زایی

بستر ریشه‌زایی می‌تواند تاثیر بسیار زیادی بر میزان موفقیت (درصد ریشه‌زایی) و کیفیت سیستم ریشه‌زایی داشته باشد. محیط کشت وظایف زیر را برعهده دارد:

۱) نگه داشتن قلمه‌ها در حین ریشه‌زایی
۲) تامین رطوبت برای قلمه
۳) امکان نفوذ و تبادل در پایین قلمه
۴) ایجاد محیط تاریک برای جلوگیری از نفوذ نور در پایین قلمه

محیط کشت مطلوب باید دارای منافذ کافی (زهکشی مناسب) جهت تهویه باشد و ظرفیت نگه‌داری آب در آن بالا باشد. اکسیژن عامل مهمی در موفقیت ریشه‌زایی می‌باشد و در صورت نبود اکسیژن و زهکشی ضعیف، قلمه‌ها شروع به پوسیدن می‌کنند (Hartman et al, ۱۹۹۰، Hudson, ۱۹۹۶، میربادین، ۱۳۸۰ و خوشخوی و شیبانی، ۱۳۷۷).

بستر کاشت بایستی از ارگانیسم‌ها و نماتدها عاری باشد و میزان شوری بالایی نداشته باشد و بتوان آن را ضد عفونی نمود (Hartman et al, ۱۹۹۰). در تهیه بسترهای ریشه‌زایی از موادی مانند پیت، ماسه، پرلیت، ورمیکولیت و پومیس استفاده می‌شود. البته نوع بستر مورد استفاده برای گونه-های مختلف بسته به توانایی در ریشه‌زایی و نیز در مورد انواع مختلف قلمه (سخت چوب، نرم چوب و نیمه خشبی) متفاوت است (Hartman et al, ۱۹۹۰).

۱-۴-۳-۱۱-۲- نور

نور در فرآیند ریشه‌زایی اثر مهمی دارد. گونه‌های مختلف بدلیل ذخایر کربوهیدراتی متفاوت، واکنش همسانی در مقابل نور ندارند. بعضی از گونه‌ها در مقابل نور کم ریشه‌زایی بهتری دارند. علاوه بر این بسته به نوع قلمه نیز نیاز نوری متفاوت است. قلمه‌های چوب نرم بدلیل کم بودن ذخیره کربوهیدراتی، نیازمند نور کافی برای فتوسنتزهستند ولی قلمه‌های سخت چوب ذخیره غذایی کافی دارند و معمولا برای تشکیل ریشه به نور نیاز زیای ندارند. در بسیاری از مواقع برای حصول ریشه‌زایی مطلوب، سایه دهی قلمه‌ها توصیه می‌شود. به همین دلیل قلمه‌ها را بوسیله سایبان از نور کامل محفوظ می‌کنند تا از تعریق شدید و سوختن برگ‌ها جلوگیری شود (Hartman et al, ۱۹۹۰).

مطالعه انجام شده بر روی قلمه‌های نرم گرفته شده از گونه‌های مختلف چون *Acer giseum*، *A.rubrum*، *A.sacchrum*، *Cornus kousa*، *Quercus alba*، *Q.palustris*، *Q.ellipsoidalis* نشان داد که تیمار سایه دهی اختلاف معنی‌داری در نتایج ایجاد می‌کرد به این معنی که هر چه میزان سایه‌دهی بیشتر می‌شد، قلمه‌ها به تحریک IBA پاسخ بهتری می‌دهند (Zaczek, ۱۹۹۷) سایه‌دهی قلمه‌ها در مورد گونه *Ulmus wallichiana* نیز نتایج مطلوبی داشته است (Wadoo, ۲۰۰۰).

۱-۴-۳-۱۱-۳- آب

از دست دادن آب قبل از آن که سیستم ریشه‌ای پدید آید باعث از بین رفتن قلمه می‌شود.

بنابراین لازم است که رطوبت مورد نیاز قلمه‌ها تامین شود. سیستم‌های مه پاش برای این کار مناسب می‌باشند. این سیستم‌ها آب را به صورت قطرات ریز در محیط پخش می‌کنند و علاوه بر تامین رطوبت هوا در تابستان، دمای محیط را نیز تعدیل می‌کنند. معمولا قلمه‌های برگدار به این سیستم نیازمند هستند. این سیستم برای اولین بار در سال ۱۹۳۶ توسط اسپنسر برای ریشه‌زایی کاکائو مورد استفاده قرار گرفت (Hartman et al, ۱۹۹۰، Hudson, ۱۹۹۶، میربادین، ۱۳۸۰).

البته مه پاش ممکن است در دراز مدت باعث شسته شدن مواد غذایی و شسته شدن بستر شود و این موضوع به قلمه‌های سخت ریشه‌زایی که مدت زمان زیادی برای ریشه‌زایی نیاز دارند بیشتر آسیب می‌زند (Hartman et al, ۱۹۹۰).

۱-۴-۳-۱۱-۴- دما

دما عامل مهمی در ریشه‌زایی قلمه است. محدوده دمای مفید روزانه ۳۰-۲۱ درجه سانتی‌گراد و دمای شبانه ۱۶-۱۵ درجه سانتی‌گراد است. دمای بالا ریشه‌زایی را در بعضی از گونه‌ها تحریک می‌کند، اما برای بسیاری از گونه‌ها توصیه نمی‌شود. زیرا باعث می‌شود که جوانه‌ها قبل از شروع به رشد ریشه‌ها باز شده و آب از طریق برگ‌ها (بخصوص در قلمه‌های علفی و نیمه خشبی) از دست برود. بطور کلی پیشنهاد می‌شود که دمای قسمتی از قلمه که در بستر ریشه‌زایی است به میزان ۲ تا ۵ درجه از قسمت بالایی قلمه گرم‌تر باشد. بنابراین به سیستم پاگرمایی هم غالبا نیاز است. پاگرما بیشتر در مورد قلمه‌های خشبی که در فصل زمستان کاشته می‌شود کاربرد دارد. استفاده از سیستم پاگرما، ریشه‌زایی را در قلمه‌ها تحریک می‌کند (Hartman et al, ۱۹۹۰).

۱-۴-۲- تکثیر جنسی

تکثیر جنسی بیشتر بعنوان تکثیر بذری شناخته شده است. اساس کار در این روش استفاده از بذر گیاه است. بذر از ترکیب یاخته‌های جنسی دانه گرده و یاخته‌های موجود در داخل تخمک به وجود می‌آیند که به دو شکل هموزیگوت و هتروزیگوت وجود دارند. بعد از این ترکیب چنانچه گرده و مادگی از یک جنس باشند بذر حاصل را بذر همگن [۱] می‌نامند و چنانچه بذر بدست آمده از آمیزش دانه‌های گرده غیر از گیاه مادر باشد بذر حاصل را ناهمگن [۲] گویند.

---

۱. Homozygot

۲. Heterozygot

معمولاً این روش برای گیاهانی که ناهمگنی دارند (مثل گل‌های یک ساله که نیاز به تنوع و چند رنگی بیشتری دارند) از دیدگاه تولید کننده بهتر است. وهمچنین در جایی که این روش مقرون به صرفه است (مثلاً در گیاهانی که تکثیر به روش غیر بذری مدت زمان طولانی می‌گیرد) استفاده می‌شود. بنابراین بذر از دیدگاه گیاهشناسی به گیاهچه‌ی کوچک و کاملی گفته می‌شود که تمام اندامهای لازم برای تکثیر را در اختیار دارد. بذرها می‌تواند مانند غده، پیاز، ریزوم، استولن، پاجوش و قلمه، یک عضو رویشی و یا مانند دانه حاصل از فرآیندهای زایشی باشد. بدین ترتیب بذری که حاصل از فرآیندهای جنسی است می‌تواند به شکل یک میوه‌ی خشک مثل گندم *(Triticum vulgare)*، جو *(Hordeum vulgare)*، ذرت *(Zea mays)* و یا اینکه مغز میوه باشد مانند لوبیا *(Phaseolus vulgaris)*، ماش *(Phaseolus mungo)*، سویا *(Glycine max)* و یا ممکن است قسمتی ازپوست میوه باشد. بذردر تکثیر غیرجنسی می‌تواند به شکل غده‌ی زیرزمینی مثل سیب زمینی *(Solanum tuberosum)*، پیاز و یا ساقه‌های هوایی مثل نیشکر *(Saccharom officinarum)* باشد. بنابراین در اصطلاح علمی، بذرگیاهچه‌ای کاملا" رشد نیافته می‌باشد که همانند پلی بین نسل‌ها عمل می‌کند (www.daneshnameh.roshd.ir).

۱-۴-۲-۱- تشکیل بذر

دانه‌های گرده بعد از جوانه زدن بر روی کلاله، لوله گرده را حاصل می‌کنند. لوله گرده پس از عبور خامه وارد تخمدان شده و در نهایت به کیسه جنینی رسیده و عمل لقاح صورت می‌گیرد. لوله گرده حاوی دو هسته جنسی میباشد. یکی از هسته‌ها با تخمزا ترکیب شده و تخم دیپلوئید حاصل می‌شود. هسته دیگر با هسته ثانویه کیسه جنینی ترکیب شده و آندوسپرم ترپپلوئید را بوجود می‌آورد. پوششهای تخمک بعد از لقاح و در حین رشد و نمو بذر ، تغییر حالت داده و پوسته بذر را حاصل می‌کنند. بذر شامل جنین ، مواد غذایی و پوسته بذر می‌باشد (خوشخوی و شیبانی، ۱۳۷۷).

۱-۴-۲-۲- جوانه زدن

جنین سالم دانه خشک، جنینی است که در حالت عادی زندگی، جریانات متابولیسمی آن در حداقل باشد و در شرایط معین و تحت اثر عوامل خارجی مثل آب، حرارت و نور بر روی دانه و نیز در بعضی از دانه‌ها در اثر مکانیسم‌های جلوگیری کننده استراحت دانه، بذر وادار به جوانه زدن می‌شود. در این جریانات با استفاده از مواد آلی مورد نیاز مثل اکسید کربن و آب پس از گذراندن مراحل مختلف تکاملی، دانه در مسیر جوانه زدن می‌افتد. یکی از نشانه‌های جوانه زدن پاره شدن

پوسته دانه و خارج شدن غلاف ریشه‌چه و نیز ظاهر شدن ریشه‌چه است. تا مرحله جوانه زدن در دانه فعل و انفعالات زیادی انجام می‌شود. بطور کلی جوانه زنی شامل انتقال مواد ذخیره‌ای به محور جنین و شروع فعالیت‌های متابولیک و رشد آن است (Mayer & Mayber, ۱۹۷۵). این مرحله از زندگی گیاهان، نقش تعیین کننده‌ای در استقرار مناسب گیاه و عملکرد نهایی آن دارد (Almasouri, ۲۰۰۱). برای شروع فعالیت متابولیک بذور برای جوانه‌زنی، ابتدا باید میزان معینی آب توسط آن‌ها جذب شود که بسته به ترکیب شیمیایی و نفوذپذیری پوسته بذور متفاوت است (Misra & Dwivedi, ۱۹۹۵).

۱-۴-۲-۲-۱- شرایط جوانه زدن

۱-۴-۲-۲-۱-۱- آب

در جریانات و یا فعل و انفعالات جوانه زدن، جذب آب و نیز متورم شدن دانه یکی از نشانه‌های فیزیکی آن محسوب می‌شود. البته متورم شدن دانه به وضع سلامت و زندگی آن بستگی ندارد چرا که دانه‌های مرده هم در اثر جذب آب می‌توانند متورم گردند. در حرارت بالا جذب آب بیش از حرارت پایین است. قدرت و جذب مقدار آب تا حدودی به ساختمان و قابلیت خوب پوسته دانه یا میوه بستگی دارد. با وارد شدن ملکول آب در بین ذرات کلوئیدی و فضای بین سلولی و نیز لوله-های موئین آزاد فشار بین سلولی به Mpa ۱۰ می‌رسد.

از ترکیبات مهم دیگری که آب را جذب می‌کند پروتئین دانه است. غیر از پروتئین، مواد بلغمی مختلف و نیز قسمتی از فیبر خام و پکتین نیز در اثر جذب آب متورم می‌گردد، ولی نشاسته در زمان جوانه زدن در اثر جذب آب متورم نمی‌شود، چرا که این ماده در اثر اسیدیته پائین و حرارت بالا می‌تواند با جذب آب متورم گردد (Mayer & Mayber, ۱۹۷۵).

۱-۴-۲-۲-۱-۲- حرارت

دانه هر نوع گیاهی برای جوانه زدن احتیاج به یک حرارت حداقل دارد. برای مثال: گندم، جو، یولاف، خردل، شلغم، باقلای معمولی، لوبیا، شبدر، یونجه و اغلب گیاهان علف گندمی در حرارت صفر تا ۵ درجه سانتی گراد شروع به جوانه زدن می‌نمایند. گیاهان دیگری مثل ذرت، ارزن، باقلای