دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

دانشکده کشاورزی

گروه باغبانی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته علوم باغبانی

عنوان :

اثر قارچ میکوریز – آربسکولار بر مقاومت به خشکی در نهال های پسته

Pistacia vera L

استاد راهنما :

محمد حسین شمشیری

دانشجو :

واحد باقری حسین آبادی

اسفند 1388

اثر قارچ میکوریز آربسکولار بر مقاومت به خشکی در نهال‌های پسته (*Pistacia vera* L.)

چکیده:

به منظور بررسی اثر دو گونه قارچ میکوریز (*G. mosseae* و *G. intraradices*) بر روی جنبه‌های مختلف رشد دو رقم پسته (بادامی ریز زرند و قزوینی)، آزمایش گلخانه‌ای با سه فاکتور شامل سه سطح میکوریز (بدون میکوریز به عنوان شاهد، *G. mosseae* و *G. intraradices*)، چهار سطح تنش خشکی (۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه به عنوان شاهد، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد) و رقم در دو سطح (بادامی ریز زرند و قزوینی) با سه تکرار انجام پذیرفت. تجزیه داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. بذور جوانه دار شده دو رقم در گلدان‌های پلاستیکی چهار کیلوگرمی کشت شدند و بلافاصله با ۱۰۰ گرم با دو گونه میکوریز مذکور تلقیح شدند، گیاهان شاهد همین مقدار نمونه را به صورت اتوکلاو شده دریافت کردند. گیاهان به مدت ۵ ماه با آب مقطر آبیاری شدند و پس از اطمینان از میزان آلودگی، چهار سطح تنش خشکی به مدت ۳ ماه دریافت کردند. نتایج نشان داد که خصوصیات رویشی مانند ارتفاع و قطر ساقه، سطح و تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه با افزایش خشکی به طور معنی‌داری کاهش یافتند. در اثر خشکی میزان فسفر و پتاسیم گیاهان پسته کاهش یافت در حالیکه غلظت عناصر مس، آهن، منگنز و روی با افزایش سطوح خشکی، افزایش یافتند. روابط آبی تمام گیاهان از جمله محتوای نسبی آب برگ و کارایی استفاده از آب در اثر خشکی به شدت تحت تاثیر قرار گرفت و کاهش یافت. همچنین تنش خشکی باعث کاهش فتوسنتز، تعرق و رنگیزه‌های گیاهی شد. در پاسخ به تنش خشکی، فرایندهای تنظیم کننده اسمزی در گیاهان پسته فعال شد و میزان پرولین و قندهای محلول در برگ گیاهان افزایش یافت. کاربرد میکوریز به طور قابل ملاحظه‌ای رشد و عملکرد گیاهان تحت تیمار را در شرایط خشکی افزایش داد و همین طور باعث افزایش جذب عناصر فسفر، پتاسیم، مس، روی، آهن و منگنز در نهال‌های پسته گردید. گیاهان میکوریز در مقایسه با گیاهان بدون میکوریز بهبود در روابط آبی را نشان دادند. همچنین میزان فتوسنتز و تعرق در گیاهان میکوریز بالاتر از گیاهان بدون میکوریز مشاهده شد. نتایج نشان داد که غلظت پرولین و قندهای محلول در گیاهان میکوریز کمتر از گیاهان بدون میکوریز بود این موضوع نشان دهنده اثر اصلاحی میکوریز در مقابل تنش خشکی است. نتایج این پژوهش نشان داد که رقم بادامی رابطه همزیستی بهتری با هر دو گونه میکوریز به ویژه با *G. intraradices* بر قرار نمود، همین طور رقم بادامی در مقایسه با رقم قزوینی از مقاومت بیشتری در برابر تنش خشکی بر خوردار بود.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- پسته..... ۴

۱-۱-۱- تاریخچه و محل پیدایش پسته ۴

۱-۱-۲- ارزش غذایی ۴

۱-۱-۳- گیاهشناسی پسته ۵

۱-۱-۴- گونه‌های پسته موجود در ایران ۶

۱-۱-۵- مهمترین پایه‌های پسته ۶

۱-۲- همزیستی میکوریز ۶

۱-۲-۱- تاریخچه ۷

۱-۲-۲- طبقه بندی میکوریز ۷

۱-۲-۳- مورفولوژی قارچ‌های AM ۸

۱-۲-۴- گیاهان میزبان ۱۱

۱-۲-۵- شرایط آلودگی میزبان با قارچ ۱۱

۱-۲-۶- بررسی قارچ‌های میکوریز در ایران ۱۲

۱-۳- چشم انداز ۱۳

فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده ۱۴

۲-۱- نقش میکوریز در کشاورزی ۱۵

۲-۱-۱- جذب فسفر ۱۶

۲-۱-۲- سایر عناصر غذایی ۱۹

۲-۱-۳- تاثیر قارچ AM به عنوان کنترل کننده بیولوژیک ۱۹

۲-۱-۴-افزایش مقاومت گیاه در برابر خشکی ۲۰
۲-۱-۴-۱-روابط آبی گیاه ۲۱
۲-۱-۴-۲-افزایش تبادل گازی برگ و میزان فتوسنتز..... ۲۲
۲-۱-۴-۳-تعدیل و تنظیم اسمزی..... ۲۳
۲-۱-۴-۴-حفاظت در برابر خسارات اکسیداسیون حاصل از خشکی..... ۲۵
۲-۱-۵-میزان آلودگی ریشه با قارچ میکوریز ۲۸
۲-۲-بررسی نقش میکوریز آربسکولار بر روی گیاه پسته ۲۸

فصل سوم: مواد و روش‌ها ۳۱

۳-۱- روش انجام پژوهش ۳۲
۳-۱-۱- میکوریز و رقم پسته مورد استفاده.....۳۲
۳-۱-۲- تهیه خاک ۳۳
۳-۱-۳-جوانه زنی بذر و کشت بذر ۳۴
۳-۱-۴- تیمارهای خشکی ۳۵
۳-۲- اندازه‌گیری پارامترها ۳۵
۳-۲-۱-پارامترهای رویشی ۳۵
۳-۲-۲- پارامترهای اکو فیزیولوژیکی ۳۶
۳-۲-۲-۱-پارامترهای فتوسنتزی ۳۶
۳-۲-۲-۲-پارامترهای مربوط به روابط آبی گیاه ۳۶
۳-۲-۳-اندازه‌گیری رنگیزه‌های گیاهی ۳۷
۳-۲-۴- شاخص‌های تنظیم کننده اسمزی ۳۸
۳-۲-۴-۱- پرولین ۳۸
۳-۲-۴-۲-قندهای محلول ۳۸
۳-۲-۵- عناصر غذایی ۳۹
۳-۲-۶- درصد آلودگی ریشه ۳۹
۳-۳- طرح آزمایشی ۴۰

فصل چهارم: نتایج..... ۴۱

۴-۱- پارامترهای رویشی ۴۲
۴-۱-۱- ارتفاع ساقه ۴۲
۴-۱-۲- سطح برگ..... ۴۳
۴-۱-۳- تعداد برگ ۴۵
۴-۱-۴- قطر ساقه ۴۵
۴-۱-۵- وزن تر برگ، ساقه و ریشه ۴۷
۴-۱-۵-۱- وزن تر برگ و ساقه ۴۷
۴-۱-۵-۲- وزن تر ریشه ۴۷
۴-۱-۶- وزن خشک برگ، ساقه و ریشه ۴۹
۴-۱-۶-۱- وزن خشک برگ و ساقه ۴۹
۴-۱-۶-۲- وزن خشک ریشه ۴۹
۴-۲- روابط آبی ۵۶
۴-۲-۱- کارایی استفاده از آب (WUE) ۵۶
۴-۲-۲- پتانسیل فشار آوندهای چوبی ساقه ۵۶
۴-۲-۳- محتوای آب نسبی برگ (RWC) ۵۸
۴-۳- عناصر ۶۰
۴-۳-۱- فسفر ۶۰
۴-۳-۲- پتاسیم ۶۳
۴-۳-۳- مس ۶۵
۴-۳-۴- آهن ۶۷
۴-۳-۵- منگنز ۶۷
۴-۳-۶- روی ۶۹
۴-۴- پارامترهای فتوسنتزی ۷۵
۴-۴-۱- فتوسنتز ۷۵
۴-۴-۲- تعرق ۷۵

۴-۴-۳- غلظت CO_2 درونی برگ ۷۷
۴- ۵- رنگیزه‌های گیاهی ۷۹
۴-۵-۱- کلروفیل (کلروفیلa، کلروفیلb و کلروفیل کل) ۷۹
۴-۵-۲- کارتنوئیدها ۷۹
۴-۶- کلروفیل فلورسانس ۸۲
۴-۷- تنظیم کننده‌های اسمزی ۸۵
۴-۷-۱- پرولین ۸۵
۴-۷-۲- قندهای محلول ۸۵
۴-۸- آلودگی ریشه ۸۷

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری ۹۱

۵-۱-آلودگی میکوریز ۹۲
۵-۲-پارامترهای رویشی ۹۳
۵-۳-روابط آبی ۹۵
۵-۴-عناصر ۹۶
۵-۵-فتوسنتز ۱۰۰
۵-۶-رنگیزه‌های گیاهی ۱۰۱
۵-۷-تنظیم کننده‌های اسمزی ۱۰۳
نتیجه گیری کلی ۱۰۴
منابع ۱۰۶
چکیده انگلیسی

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل۲-۱- تصویر نمایشی چگونگی نفوذ قارچ به داخل سلول میزبان و ساختمان قارچ..... ۹
شکل۲-۲- اسپور قارچ گونه‌ای از گلوموس به همراه ریسه متصل به آن..... ۱۰
شکل۴-۱- اثر آلودگی میکوریز بر ارتفاع و سطح برگ گیاهان پسته..... ۴۴
شکل۴-۲- اثر آلودگی میکوریز بر تعداد برگ و قطر ساقه گیاهان پسته..... ۴۶
شکل۴-۳- اثر آلودگی میکوریز بر وزن تر برگ و ساقه گیاهان پسته..... ۴۸
شکل۴-۴- اثر آلودگی میکوریز بر وزن خشک برگ و ساقه گیاهان پسته..... ۵۰
شکل۴-۵-اثر آلودگی میکوریز بر رشد رویشی گیاهان پسته رقم قزوینی ۵۲
شکل۴-۶-اثر آلودگی میکوریز بر رشد رویشی گیاهان پسته رقم بادامی ۵۳
شکل۴-۷- اثر آلودگی میکوریز بر کارایی استفاده از آب و پتانسیل فشار آوندهای چوبی گیاهان پسته..... ۵۷
شکل۴-۸- اثر آلودگی میکوریز بر میزان فسفر برگ و ساقه گیاهان پسته..... ۶۱
شکل۴-۹- اثر آلودگی میکوریز بر میزان فسفر ریشه گیاهان پسته..... ۶۲
شکل۴-۱۰- اثر آلودگی میکوریز بر میزان روی ساقه و ریشه گیاهان پسته..... ۷۱
شکل۴-۱۱- اثر آلودگی میکوریز بر میزان فتوسنتز و تعرق گیاهان پسته..... ۷۶
شکل۴-۱۲- اثر آلودگی میکوریز بر غلظت CO_2 درونی برگ گیاهان پسته..... ۷۷
شکل۴-۱۳- اثر آلودگی میکوریز بر میزان کلروفیلa و کلروفیلb گیاهان پسته..... ۸۰
شکل۴-۱۴- اثر آلودگی میکوریز بر میزان کلروفیل کل و کارتنوئید گیاهان پسته..... ۸۱
شکل۴-۱۵- اثر آلودگی میکوریز و خشکی بر Fv/Fm گیاهان پسته..... ۸۳
شکل۴-۱۶- اثر میکوریز بر آلودگی ریشه گیاهان پسته..... ۸۷
شکل۴-۱۷- تصویر تشکیل ساختارهای دو گونه میکوریز در ریشه نهال‌هال پسته رقم قزوینی..... ۸۸
شکل۴-۱۸- تصویر تشکیل ساختارهای دو گونه میکوریزدر ریشه نهال‌هال پسته رقم بادامی..... ۸۹

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- ترکیبات غذایی موجود در ۱۰۰ گرم مغز پسته..... ۴
جدول ۳-۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش..... ۳۳
جدول ۳-۲- مقدار عناصری که بعد از آزمایش و تشخیص کمبود به خاک اضافه گردید..... ۳۴
جدول۴-۱- اثر آلودگی میکوریز بر وزن تر و خشک ریشه گیاهان پسته..... ۵۱
جدول (۴-۱-۱) تجزیه واریانس خصوصیات رویشی..... ۵۴
جدول (۴-۱-۱) تجزیه واریانس خصوصیات رویشی..... ۵۵
جدول۴-۲- اثر آلودگی میکوریز بر محتوای نسبی آب برگ گیاهان پسته..... ۵۸
جدول (۴-۲-۱) تجزیه واریانس خصوصیات مربوط به روابط آبی ۵۹
جدول۴-۳- اثر آلودگی میکوریز بر میزان پتاسیم برگ و ساقه گیاهان پسته ۶۴
جدول۴-۴- اثر آلودگی میکوریز بر میزان مس در برگ و ساقه گیاهان پسته..... ۶۶
جدول۴-۵- اثر آلودگی میکوریز بر میزان آهن در برگ گیاهان پسته..... ۶۸
جدول۴-۶- اثر آلودگی میکوریز بر میزان منگنز در ساقه و روی در برگ گیاهان پسته ۷۰
جدول (۴-۳-۱) تجزیه واریانس مربوط به میزان عناصر برگ ۷۲
جدول (۴-۳-۲) تجزیه واریانس مربوط به میزان عناصر ساقه..... ۷۳
جدول (۴-۳-۳) تجزیه واریانس مربوط به میزان عناصر ریشه..... ۷۴
جدول (۴-۴-۱) تجزیه واریانس مربوط به پارامترهای فتوسنتزی..... ۷۸
جدول۴-۷-اثر آلودگی میکوریز بر (Fv/Fm) گیاهان پسته ۸۲
جدول (۴-۵-۱) تجزیه واریانس مربوط به رنگیزه‌های گیاهی و کلروفیل فلورسانس..... ۸۴
جدول۴-۸- اثر آلودگی میکوریز بر پرولین و قندهای محلول گیاهان پسته ۸۶
جدول (۴-۶-۱) تجزیه واریانس مربوط به تنظیم کننده‌های اسمزی و درصد آلودگی ریشه..... ۹۰

فصل اول

مقدمه

فصل اول

پسته یکی از محصولات مهم باغی است که با نام ایران درآمیخته و تولید آن در کشور سابقه تاریخی و طولانی دارد. پسته در کشور ایران با شروع صادرات آن از حدود ۷۰ سال پیش ارزش اقتصادی ویژه‌ای پیدا کرد. ایران به عنوان اولین تولید کننده و صادر کننده پسته در دنیا دارای شهرت جهانی می‌باشد. گسترش این محصول در خیلی از مناطق ایران به دلیل محدودیت شرایط آب و هوایی عملی نیست. بنابراین برای حفظ موقعیت جهانی ایران به عنوان تولید کننده پسته دنیا، باید میزان عملکرد و کیفیت آن افزایش پیدا کند. نیل به این هدف با اعمال صحیح کاشت، داشت و برداشت ممکن می باشد تا بتوان شرایط مناسب را برای تولید حداکثر محصول ایجاد نمود. اهمیت اقتصادی پسته که معروف به طلای سبز می‌باشد بر هیچ‌کس پوشیده نیست. پسته به عنوان یک محصول مهم باغی جایگاه خاصی را در بین تولیدات کشاورزی دارا می‌باشد. این محصول بخش عمده‌ای از صادرات غیر نفتی را تشکیل می‌دهد. در شرایط کنونی حدود ۵۵ درصد از تولید و بیش از ۶۰ درصد از صادرات جهانی پسته در اختیار کشور ایران قرار دارد. درآمد

ارزی حاصل از صادرات پسته بیش از ۸۰۰ میلیون دلار می‌باشد (غیبی و جوادی خسرقی، ۱۳۸۴). نقشی که پسته در اقتصاد کشاورزی کشور دارد، سبب گردیده تا مناطق زیادی که مستعد کشت این محصول می‌باشند، به پرورش آن اختصاص یابد. از طرف دیگر سازگاری با شرایط نامساعد محیطی از جمله شوری آب و خاک و خشکی سبب گردیده تا در مناطقی که شرایط برای کشت سایر محصولات زراعی و باغی مناسب نیست، جایگاه ویژه‌ای پیدا کند. در حال حاضر سطح زیر کشت پسته ایران بیش از ۴۲۲۰۰۰ هزار هکتار می‌باشد که حدود ۸۰ درصد آن در استان کرمان قرار دارد (غیبی و جوادی خسرقی، ۱۳۸۴). استان‌های یزد، خراسان، فارس، سمنان، سیستان و بلوچستان، قزوین، مرکزی، اصفهان و قم سایر استان‌های پسته خیز کشور محسوب می‌شوند. ریشه پسته به صورت راست می‌باشد و تا عمق بیش از دو متر در داخل خاک فرو می‌رود و از آب و مواد غذایی موجود در خاک به خوبی استفاده می‌نماید. از این رو درختان پسته قابلیت سازش با دوره‌های طولانی خشکی را دارند. یکی از چالش‌های مهم در مناطق پسته‌کاری کشور کمبود آب می‌باشد. (پناهی و همکاران، ۱۳۸۲). به دلیل ریزش‌های جوی کم و عدم پراکنش زمانی و مکانی مناسب در ایران، این کشور در زمره کشورهای خشک و نیمه خشک جهان محسوب می‌شود. به طوری که در حال حاضر حدود ۶۹ درصد کل آب تجدیدپذیر کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد که این مقدار در مقایسه با سایر کشورهای جهان، بسیار زیاد به نظر می‌رسد (سلامت و همکاران، ۱۳۸۰). با وجود کمبودهای اشاره شده، کشاورزی ایران به شدت به آب آبیاری وابسته است لذا کمبود منابع آب، علاوه بر کند کردن روند توسعه کشاورزی فعلی، باعث خسارات و زیان‌هایی نیز در آینده خواهد شد. یکی از راهکارهای برون رفت از این مشکل اصلاح نظام بهره‌وری آب از منابع زیرزمینی می‌باشد (زاد احسانی، ۱۳۸۲ و سلامت، ۱۳۸۰). یکی از روش‌هایی که در سال‌های اخیر برای مقابله با کم آبی و تنش‌های خشکی در بسیاری از گیاهان مورد استفاده قرار گرفته، استفاده از قارچ‌های همزیست ریشه (میکوریز) است. مطالعات بوم شناسی و فیزیولوژیکی اثبات کرده که اغلب همزیستی میکوریزایی باعث جذب بهتر آب از خاک می‌شود. اکنون این واقعیت که نقش همزیستی میکوریز باعث تحمل گیاه به شرایط خشکی می‌شود پذیرفته شده که در نتیجه برهمکنش اثرات فیزیکی، تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی این قارچ روی گیاه است. قارچ‌های میکوریز باعث افزایش سطح جذب ریشه می‌شوند که به گیاه میزبان کمک می‌کند تا میزان آب بیشتری از خاک جذب نماید. قارچ‌های میکوریز در گیاهانی که دارای ریشه‌های بدون انشعاب هستند کارایی بیشتری دارند. پسته از جمله گیاهانی است که دارای سیستم ریشه فرعی کمی

می‌باشد، و استفاده از قارچ‌های میکوریز در این گیاه باعث افزایش سطح جذب شده و مقاومت گیاه را به شرایط کم آبی افزایش خواهد داد.

۱-۱-پسته

۱-۱-۱-تاریخچه و محل پیدایش پسته

پسته گیاهی است که از دیرباز در نقاط مختلف ایران مورد کشت و پرورش قرار می‌گرفته است. جنگل‌های وحشی پسته در ناحیه شمال شرقی ایران، مرز ایران و افغانستان پیشینه‌ای باستانی دارد. تصور می‌شود که درخت پسته حدود ۴-۳ هزار سال قبل از میلاد مسیح در ایران اهلی شده و مورد کشت و کار قرار گرفته است. اولین ارقام پسته در ایران حاصل گزینش و اهلی کردن درختان پسته وحشی بوده است که تعداد این ارقام بسیار محدود است. با گذشت زمان پسته کاری در ایران بر اثر جابجایی مکانی و تکنیک پیوند تحول پیدا کرد که منجر به افزایش سطح زیر کشت ارقام برتر گردید. نام گذاری ارقام پسته بر اساس نام مکان، شخص، اندام حیوانات و شکل میوه صورت گرفته است.

۱-۱-۲-ارزش غذایی

دانش امروز برتری‌های پسته را از پاره‌ای جهات از جمله تاثیر آن بر خاصیت ضد سرطانی و تنظیم فشار خون بر بسیاری از مواد غذایی از جمله خاویار، میگو، گوشت قرمز و سفید، تخم مرغ، حبوبات، کنجد، نارگیل، انجیر، کشمش، گردو، فندق، بادام و بادام زمینی به اثبات رسانیده است. میزان ترکیبات غذایی مغز پسته بر اساس نوع رقم، مرحله رسیدن و زمان برداشت متفاوت است (جدول ۱-۱).

جدول(۱-۱): ترکیبات غذایی موجود در ۱۰۰ گرم مغز پسته

آب	پروتئین	چربی	هیدرات‌های کربن	فیبر	عناصر معدنی
۵/۶ گرم	۱۹/۸ گرم	۵۳/۵ گرم	۱۶/۲ گرم	۲/۱ گرم	۲/۸ گرم

فسفر	کلسیم	آهن	پتاسیم	منیزیم	------
۴۳۰ میلی‌گرم	۱۴۰ میلی‌گرم	۷/۷ میلی‌گرم	۹۷۲ میلی‌گرم	۱۵۰ میلی‌گرم	------

۱-۱-۳-گیاهشناسی پسته

پسته اهلی (*Pistacia vera* L.) متعلق به تیره پسته‌سانان (Anacardiaceae) است. جنس *Pistacia* دارای ۱۳ گونه است که همگی آنها از خود، تربانتین ترشح می‌کنند. مهمترین گونه موجود در این جنس ورا می‌باشد. درخت پسته دارای برگ‌های مرکب شانه‌ای است و هر برگ یک جوانه جانبی را در بر می‌گیرد. اکثر جوانه‌های جانبی به گل آذین تبدیل می‌شوند و یک محور اصلی را تشکیل می‌دهند که در سال بعد خوشه پسته را تولید می‌کنند. بنابراین این خوشه‌های پسته به صورت جانبی بر روی شاخه یکساله تشکیل می‌شود. همانطور که اشاره شد، درخت پسته گیاهی دو پایه است و گلهای نر و ماده آن به طور مجزا بر روی درختان ظاهر می‌شود. گل آذین آن خوشه مرکب و به صورت جانبی بر روی شاخه‌های یک ساله ظاهر می‌شود. اختصاصی شدن و انگیزش گل در سال قبل از گلدهی و بر روی شاخه‌های فصل جاری انجام می‌شود. جوانه‌های گل بزرگتر از جوانه‌های رویشی و نوک آنها تقریباً گرد است که این اختلاف در فصل زمستان قابل تشخیص می‌باشد. هر خوشه گل دارای یکصد تا چند صد عدد گل منفرد بوده که تعداد آنها در خوشه‌های گل نر بیشتر می‌باشد. بعد از طی مراحل توسعه و تکامل جوانه‌های گل در طول فصل رشد و زمستان، با ایجاد شرایط محیطی مساعد، گلدهی درختان نر و ماده در فروردین ماه انجام می‌شود. در یک رقم خاص، درختان نر زودتر از درختان ماده همان رقم به مرحله شکوفایی می‌رسند و گرده آزاد می‌نمایند.

از لحاظ گلدهی، ارقام ماده به سه دسته زود گل (کله قوچی، ممتاز، سفید پسته نوق)، متوسط گل (احمدآقایی، اوحدی، بادامی زرند) و دیر گل (اکبری، شاه‌پسند) تقسیم می‌شوند.

گرده افشانی درختان پسته توسط باد انجام می‌شود و زنبور عسل و یا حشرات نقشی در آن ندارند. وجود بادهای ملایم جهت گرده افشانی مناسب ضروری است.

میوه پسته از لحاظ گیاهشناسی شفت محسوب می‌شود که متشکل از برون بر، میان بر، درون بر می‌باشد. تفاوت میوه شفت پسته با سایر میوهای شفت در بخش خوراکی آنها است. در پسته و بادام، مغز خوراکی است، در حالی که سایر میوهای شفت (زردآلو و هلو)، میان بر گوشتی بخش خوراکی میوه را تشکیل می‌دهد.

مرحله نونهالی درخت پسته طولانی است. تا قبل از پنج سالگی، درختان میوه کمی تولید می‌کنند و از ۱۰ تا ۱۲ سالگی باردهی کامل و اقتصادی درخت آغاز می شود. درخت پسته عادت به رشد عمودی دارد،

به نحوی که جوانه انتهائی از رشد جوانه‌های جانبی در درختان جلوگیری می‌کند. این ویژگی‌ها بر نحوه‌ی تربیت نهال‌های جوان، هرس درختان بالغ و جوانسازی درختان مسن تاثیر زیادی دارد.

۱-۱-٤-گونه‌های پسته موجود در ایران

از گونه‌های جنس پسته تنها گونه ورا (*P. vera* L.)، خنجوک (*P. khinjuk* Stocks) و بنه (*P. mutica*) در ایران وجود دارند. خنجوک و بنه پایه‌های مناسبی برای پسته اهلی به شمار می‌روند. گونه ورا تنها گونه‌ای است که به صورت اهلی درآمده و کشت می‌شود.

۱-۱-۵-مهمترین پایه‌های پسته

انتخاب پایه از مهمترین مسائلی است که در زمان احداث هر باغ پسته باید به آن توجه شود. هر چند که ارقام پسته می‌توانند بر روی برخی از گونه‌های پسته به عنوان پایه پیوند شوند، با این وجود در ایران تنها از ۳ گونه ورا، خنجوک و بنه به عنوان پایه پسته استفاده می‌شود. در بیش از ۹۹ درصد باغ‌های پسته از گونه اهلی به عنوان پایه استفاده شده است (ابریشمی، ۱۳۷۳). این گونه در مناطق مختلف ایران دارای تنوع ژنتیکی و فنوتیپی بسیار زیادی است. رشد اولیه آن زیاد و با ارقام مختلف پسته به خوبی سازگاری دارد ولی به نماتد مولد غده ریشه، گموز و ورتیسیلیوم حساس است. پایه بنه به عنوان یکی از پایه‌های مقاوم به نماتد مولد غده ریشه پسته و خنجوک به عنوان پایه‌ای مقاوم به خشکی و کم آبی شناخته شده‌اند.

در سایر کشورها از گونه‌های دیگری همانند تربینتوس (*P. terebinthus*)، آتلانتیکا (*P.atlantica*)، اینتگریما (*P.integerrima*) و هیبدریدهای بین گونه‌ای UCB1، PG1 و PG11 استفاده می‌شود.

۱-۲-همزیستی میکوریز

موجودات زنده با یکدیگر و با محیط پیرامون خود دارای روابط پیچیده و همه جانبه‌ای هستند به طوری که محیط و موجودات زنده تشکیل یک مجموعه مرتبط را می‌دهند و این مجموعه یک سیستم پیچیده اکولوژیکی را به وجود می‌آورد. این گونه روابط در بقا اکوسیستم‌های طبیعی نقش موثری را دارند. بنابراین اگر دو موجود زنده در کنار یکدیگر زندگی کنند و دارای روابط نزدیک باشند به طوری که به

دنبال این روابط، زندگی آنها امکان پذیر و یا بهتر گردد این دو موجود همزی تلقی می‌شوند. به عبارتی در هر موردی که موجودات زنده با یکدیگر روابط نزدیک بر قرار کنند می‌توان به نوعی از همزیستی اشاره نمود. در سطح موجودات زنده انواع گوناگونی از همزیستی وجود دارد که در بین آنها همزیستی از نوع مسالمت‌آمیز (حالتی که هر دو طرف سود می‌برند) از همه فراوان‌تر و از اهمیت اکولوژیکی بیشتری برخوردار است.

از انواع همزیستی مسالمت‌آمیز در طبیعت می‌توان به روابط بین قارچ و جلبک در گلسنگ، رابطه بین باکتری و نهاندگان در گره‌های تثبیت کننده ازت و به ارتباط گیاه و قارچ تحت نام همزیستی میکوریزی اشاره نمود که همگی دارای نقش بسیار مهمی در اکوسیستم‌های طبیعی هستند.

۱-۲-۱-تاریخچه

واژه میکوریز[1] از دو اصطلاح "میکو"[2] به معنی قارچ و "ریزا"[3] به معنی ریشه شکل گرفته است. این واژه برای اولین بار توسط فرانک[4] (۱۸۵۵) به همکاری قارچ و ریشه گیاهان عالی اطلاق گردید. در این مشارکت، بر خلاف قارچ‌های بیماریزا، گیاهان هیچ نوع علائم بیماری نشان نمی‌دهند، بلکه با ایجاد روابط مطلوب بهره مشترک می‌برند.

گر چه فرانک اولین بار از واژه میکوریز استفاده نمود ولی قبل از او تحقیقاتی در این زمینه صورت گرفته بود. به طور مثال ریسیک[5] در سال ۱۸۴۷ وجود ریسه‌هایی را در سلول‌های ریشه نهاندانگان گوناگونی مخصوصاً در تیره ثعلب گزارش نمود. اسجوبرگ[6] (۲۰۰۵) از همکاری ریسه‌های قارچ با گیاه گزارشی ارائه نمود و در گزارش خود لایه‌های کاملی از قارچ را در اطراف ریشه‌ها نشان داده است .

۱-۲-۲-طبقه بندی میکوریز

قارچ‌های میکوریز آربسکولار جزء سلسله Glomeromycota در دسته Glomerales می‌باشند که شامل سه خانواده Gigasporaceae، Glomaceae، Acaulosporaceae می‌باشند که در خانواده اول

1 -Mycorrhiza
2 -Myco
3 -Rrhiza
4 -Frank
5 -Reissek
6 -Sjoberg

جنس‌های *Gigaspora* و *Scutellospora* و درخانواده دوم جنس‌های *Glomus* و *Sclerocystis* و در خانواده سوم جنس‌های *Acaulospora* و *Entrophospora* که مجموعاً شش جنس وجود دارد.

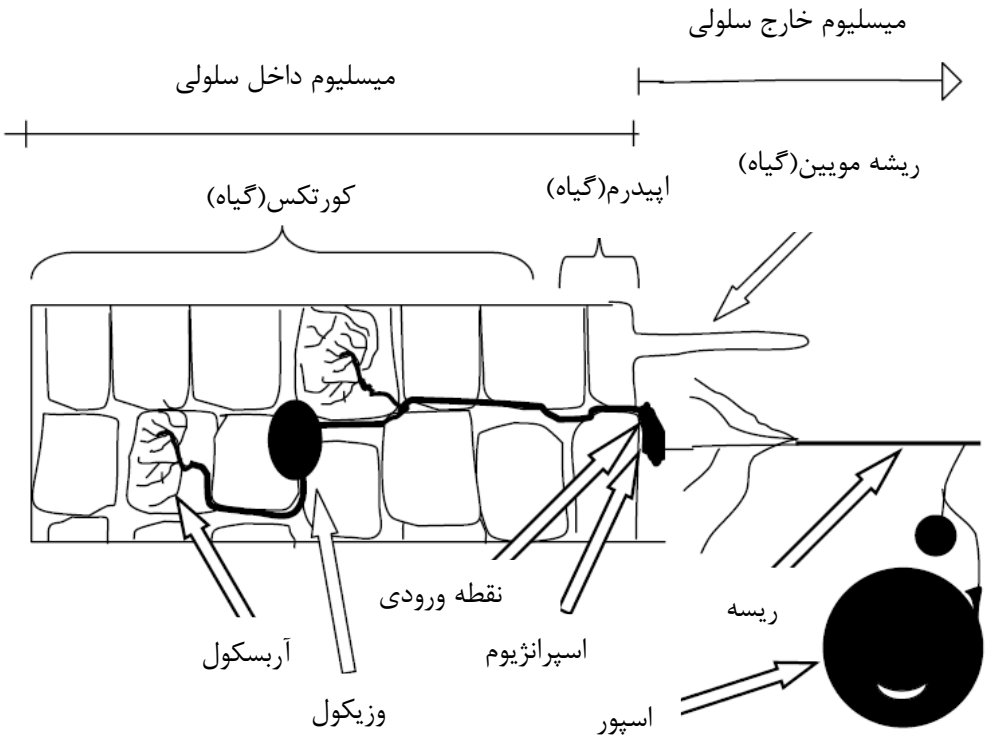
۱-۲-۳-مورفولوژی قارچ‌های AM

دو گروه اصلی میکوریز، میکوریزهای بیرونی و میکوریزهای درونی می‌باشند. تفاوت این دو میکوریز در این است که در میکوریزهای بیرونی ریسه قارچ به درون فضاهای بین سلولی بخش پوست نفوذ می‌کند و در آنجا شبکه‌ای از رشته‌های قارچ (شبکه هارتینگ[1]) و یک پوشش توری در هم بافته پیرامون ریشه تشکیل می‌دهند در میکوریزهای درونی ریسه قارچ به داخل بافت ریشه و سلول‌های پوست نفوذ می‌کند ولی هیچ نوع ریسه‌ای در سطح ریشه مشاهده نمی‌شود در نتیجه ریسه‌ها در داخل یا فضای سلول‌های میزبان قرار می‌گیرند. پس از نفوذ ریسه درون اپیدرم، ریسه به صورت درون سلولی و یا بین سلولی در منطقه کورتکس رشد می‌نماید و بعضی اوقات در سلول‌ها تشکیل کلاف‌های ریسه‌ای را می‌دهد. انشعابات پنجه مانند (آربسکولار[2]) به صورت طبیعی درون سلول‌های کورتکس شکل می‌گیرد. این انشعابات به صورت شاخه‌های جانبی بر روی ریسه‌هایی که از دیواره سلولی به داخل سلول رخنه کرده‌اند تشکیل می‌گردد و سپس توسط غشای سیتوپلاسمی احاطه می‌شوند. بر روی این بخش‌ها انشعابات دو شاخه‌ای مجدداً شکل گرفته و در نهایت ساختمان‌های بوته مانندی را به نام 'آربسکول' ایجاد می‌نمایند. انشعابات ریسه توسط غشای پلاسمایی سلول ریشه احاطه شده و علاوه بر آن یک ماتریکس (ماده زمینه‌ای حد واسط) نیز بین این بخش‌ها و دیواره‌های انشعابات ریسه به وجود می‌آید. به احتمال زیاد، انتقال مواد غذایی سلول میزبان و آربسکول از طریق غشای سیتوپلاسمی احاطه کننده صورت می‌گیرد. عمر متوسط هر آربسکول بین ۱۵-۴ روز می‌باشد. در پایان این زمان، ریسه‌ها تخریب و محتویات آنها ناپدید می‌گردد.

مواد دیواره‌ای ریسه زنده توسط غشای سیتوپلاسمی سلول ریشه احاطه می‌گردد. بیشتر قارچ‌های AM تولید گویچه (وزیکول[3]) نیز می‌نمایند. این اندام در واقع یک بخش انتهایی متورم یا یک ریسه درون و یا برون سلولی متورم است. این بخش در مراحل بعدی بیشتر از آربسکول گسترش می‌یابد و حاوی قطرات چربی است و در واقع یک بخش ذخیره‌ای به حساب می‌آید (شکل۲-۱).

---

1 -Hartinge Net
2 -Arbuscular
3- Vesicle



شکل۲-۱- تصویر نمایشی چگونگی نفوذ قارچ به داخل سلول میزبان و ساختمان قارچ

اندام زایشی قارچها اسپور می‌باشد. اولین باری که جوانه‌زدن قارچهای AM توسط موس[1] در سال ۱۹۵۹ صورت گرفت بیانگر این مطلب بود که در جوانه زدن اسپورهای AM نیازی به سیگنال میزبان نمی‌باشد. گر چه اطلاعات زیادی در مورد تاثیر میزبان روی جوانه‌زدن اسپورهای این نوع قارچ وجود ندارد لیکن تولید اسپور توسط این نوع قارچها به شرایطی مانند رشد گیاه، شدت نور و میزان حاصلخیزی خاک و عوامل دیگر بستگی دارد. دافت و اوکوسانیا[2] (۱۹۷۳) گزارش دادند که افزایش میزان فسفات در محیط کشت گیاه گوجه فرنگی نه تنها میزان تلقیح ریشه با *Endogone macrocorpa* را کاهش می‌دهد، بلکه تعداد اسپورهای همراه هر گیاه نیز پس از ۸۴ روز رشد کاهش می‌یابد.

بر اساس مطالعات انجام گرفته یکی از عوامل موثر بر تعداد اسپور میکوریزهای درونی، بافت خاک می‌باشد. فعالیت‌های بیولوژی انجام گرفته در خاک نیز ارتباط معنی‌داری با تعداد اسپورهای AM موجود

1 -Mosse
2 -Daft and Okusanya

در خاک دارند. از طرفی مشخص گردیده که غلظت بالایی از فسفر قابل استفاده در خاک به عنوان باز دارنده تشکیل قارچ AM به شمار می‌آید ولی همبستگی مثبتی بین فسفر قابل استفاده و تعداد اسپور قارچ در خاک دیده می‌شود.

مطالعات انجام شده برای ارزیابی شرایط رشد و جوانه‌زنی اسپور قارچ AM بیانگر این مطلب است که عوامل موثر بر رشد و جوانه‌زنی اسپور در محیط خاک با محیط کشت آگار متفاوت می‌باشند. به طور مثال اسمیت و رید[1] (۱۹۹۷) گزارش نمودند که دو عنصر روی و منگنز از جوانه زنی اسپور جلوگیری می‌کند، در صورتی که به اعتقاد برخی محققین دیگر وجود مقداری روی در محیط کشت آگار باعث افزایش جوانه زنی اسپور می‌گردد. تلقیح گیاه سویا به قارچ AM در حضور مقدار ۱۸ میلی‌گرم عنصر روی بر کیلوگرم خاک، افزایش می‌یابد، کاربرد غلظت‌های بالاتر روی (۴۵، ۱۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) جوانه زنی اسپور را کاهش می‌دهد (شکل ۲-۲).

شکل۲-۲- اسپور قارچ (*Glomus mosseae*) به همراه هیف متصل به آن

1 -Smith and Read

اسیدیته محیط کشت (پ‌هاش) نیز می‌تواند مستقیم و یا غیر مستقیم بر جوانه زنی اسپور تاثیر بگذارد، این اثر می‌تواند به علت تغییر در حلالیت مواد غذایی و یا مواد سمی موثر بر جوانه زدن با تغییر پ‌هاش صورت گیرد (بیلبی و کایدبی[1]، ۱۹۸۰).

۱-۲-٤-گیاهان میزبان

تعداد وسیعی از گیاهان می‌توانند میزبان قارچ‌های وزیکولار-آربسکولار باشند که گاهی بعضی از آنها با دیگر انواع میکوریزها نیز رابطه بر قرار می‌کنند. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که تعداد گیاهانی که بیش از یک نوع میکوریز را شامل می‌شوند رو به افزایش می‌باشد.

همزیستی قارچ‌های میکوریز در بعضی از خانواده‌های گیاهی همچون شب‌بو[2] و اسفناج[3] به ندرت یافت می‌شوند و یا اصلاً وجود ندارند (واما[4]، ۱۹۹۸). دلیلی که بعضی از گیاهان نمی‌توانند با میکوریزها ارتباط برقرار کنند هنوز به طور کامل شناخته نشده است، اما ممکن است به خاطر ترکیبات ضد قارچی باشد که از ریشه‌ی گیاهان ترشح می‌شود (تاینکر[5]، ۱۹۸۰). مشخص شده که گیاهانی که از نظر ژنتیکی میزان اسید سالیسیلیک بیشتری تولید می‌کنند، ارتباط کمتری با قارچ‌های ریشه برقرار می‌کنند (مدینا و همکاران[6]، ۲۰۰۳).

گیاهانی که دارای ریشه غیرمنشعب هستند نسبت به گیاهانی که دارای ریشه افشان می‌باشند به قارچ‌های AM پاسخ بهتری نشان می‌دهند. در اکثر گیاهان نهاندانه مانند تیره‌های ثلعب، گندمیان، علف هفت‌بند، تیره کاسنی، گل شیپوری و همچنین در تیره نخود و گیاهان مهم زراعی مانند ذرت و سویا این نوع همکاری دیده می‌شود.

۱-۲-۵- شرایط آلودگی میزبان با قارچ

میزان آلودگی تحت تاثیر عواملی نظیر شکل سیستم ریشه گیاه میزبان و شرایط خاک همچون پ‌هاش و دما قرار می‌گیرد. به طوری که خاک‌هایی با پ‌هاش اندکی اسیدی و دمایی در گستره‌ی ۲۵-۲۰

1 -Beilby and Kidby
2 - Brassicaceae
3 - Chenopodiaceae
4 -Vama
5 -Tinker
6 -Medina *et al.*

درجه‌سانتی‌گراد شرایط بهینه برای رشد این قارچ به حساب می‌آید. میزان آلودگی در گیاهان با کمبود نیتروژن، بسیار اندک است و با افزایش میزان نیترات و غلظت نیتروژن ریشه‌ها افزایش می‌یابد (هپر[1]، ۱۹۸۳). همبستگی مثبتی در ارتباط با راندمان قارچ میکوریز برای افزایش رشد گیاهان میزبان و شدت نور و طول روز وجود دارد. شرایط نامطلوب محیطی، مانند سایه‌اندازی و ریزش برگ‌ها، رشد میکوریزها را کاهش می‌دهند (سامه و همکاران[2]، ۱۹۸۳). آشکارترین اثر به وسیله فسفر اعمال می‌شود به طوری که با کمبود فسفر، میزان تراوش قندهای احیاء کننده و اسیدهای آمینه از ریشه افزایش می‌یابد و این فزونی، با آلودگی بیشتر همبسته است. این پدیده ممکن است تا اندازه‌ای الگوی کلی رابطه‌ی وارونه میان کاربرد فسفر و آلودگی ریشه با قارچ‌های میکوریز را توجیه کند (پاول[3]، ۱۹۸۰).

۱-۲-٦-بررسی قارچ‌های میکوریز در ایران

تاکنون در ایران مطالعات بسیار کمی بر روی قارچ‌های میکوریز انجام یافته است. از جمله این بررسی‌ها می‌توان به چند مورد ذیل اشاره نمود:

در مطالعاتی که در سال‌های ۶۰-۱۳۵۹ توسط مهرآوران و میناسیان انجام گرفت قارچ‌های یافت شده در ارتباط با ریشه مرکبات در استان‌های نواحی شمالی، جنوب غربی و جنوب شرقی مورد مطالعه قرار گرفتند و مشخص گردید که این قارچ‌ها عموماً متعلق به سه جنس *Glomus* ، *Gigaspora* و *Sclerocystis* می‌باشند. قارچ‌های جنس *Gigaspora* فقط در نمونه‌های جمع آوری شده از جنوب ایران به دست آمده و دو جنس دیگر در شمال و جنوب یافت شدند. تعدادی از نمونه‌های خاک‌های تهیه شده از نواحی شمالی ایران فاقد اسپور بودند و یا تعداد کمی اسپور در هر نمونه وجود داشت که این کمبود اسپور احتمالاً مربوط به عدم رشد گیاه و قارچ در اثر تغییرات فصلی و کاهش درجه حرارت در فصول سرد بوده است. نمونه‌های خاک‌های جنوب غربی نیز به طور کلی دارای تعداد اسپور کمتری نسبت به نواحی جنوب شرقی بودند. کمبود تعداد اسپور در بعضی نواحی جنوبی ایران احتمالاً به علت وجود قارچ‌های *Phytophtora* و *Phythium* و نیز زیادی آب بوده است زیرا بنا بر گزارشات منگه[4] (۱۹۸۶) وجود قارچ‌های فوق باعث کاهش تعداد اسپور قارچ‌های میکوریزی می‌گردد. از طرف دیگر وفور تعداد اسپور در

1 -Hepper
2 -Same *et al.*
3 -Powell
4 -Menge