دانشکده علوم
گروه زیست شناسی

پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد زیست شناسی در گرایش فیزیولوژی گیاهی

موضوع:

ارزیابی اکوفیزیولوژیکی همزیستی میکوریزا در برخی از گونه های گیاهی دره شهدا استان آذربایجان غربی

استاد راهنما:

دکتر جلیل خارا

نگارش:

سید محسن هاشمی بهمن آباد

بهمن ۱۳۹۱

حق چاپ و نشر مطالب این پایان نامه برای دانشگاه ارومیه محفوظ است

بسم اللّه الرحمن الرحيم

تقدیم به....

آنان که ناتوان شدند تا من به توانایي برسم ...

موهایشان سپید شد تا من در اجتماع رو سپید شوم ...

و عاشقانه سوختند تا روشنگر راهم باشند و گرمابخش وجودم ...

پدر گرامی‌ام

و مادر مهربان‌ام ...

و تقدیم به**همسر عزیزم**

مهربان فرشتگانی که، لحظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربه‌های یکتا و زیبای زندگیم، مدیون حضور سبز آنهاست .....

و ...

تقدیر و تشکر

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

اینجانب از استاد مهربان و دلسوزم جناب آقای دکتر **جلیل خارا** بخاطر راهنمایی‌ها و حمایت های بی دریغشان و هم‌چنین

از جناب آقای دکتر **محمود زاده** و جناب آقای دکتر **سیاوش حسینی** که قبول زحمت فرمودند و داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند و با پیشنهادات سازنده‌ی خویش به پربارتر شدن این اثر کمک کردند تشکر می‌نمایم.

از آقای دکتر رشید جامعی مدیر گروه زیست شناسی، آقای دکتر جلیل خارا سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده‌ی علوم، و بقیه اعضای هیئت علمی گروه زیست شناسی دانشگاه ارومیه و هم چنین خانم کریم نژاد کمال تشکر را دارم.

سید محسن هاشمی بهمن آباد

فهرست:

چکیده..... ۱

فصل اول:

کلیات..... ۲

۱-۱مقدمه..... ۳

۱-۲ طبقه بندی میکوریزا..... ٤

۱-۲-۱ اندومیکوریز..... ٤

۱-۲-۱-۱ میکوریزای وزیکولار- آربوسکولار..... ٥

۱-۲-۱-۲ میکوریز ارکیده ای..... ٦

۱-۲-۱-۳ میکوریز اریکالی..... ٦

۱-۲-۲ اکتومیکوریز..... ۷

۱-.۲-۳ اکتندومیکوریز..... ۷

۱-۳ مورفولوژی میکوریز آربوسکولار..... ۸

۱-٤ هیف قارچی..... ۸

۱-٥ آربوسکول..... ۹

۱-٦ وزیکول..... ۹

۱-۷ اسپورها..... ۹

۱-۸ نفوذ به داخل بافت و گسترش آلودگی..... ۱۰

۱-۹ تأثیرات احتمالی همزیستی های میکوریزی بر محیط اطراف..... ۱۱

۱-۹-۱ هوازدگی و تجزیه مواد معدنی..... ۱۱

۱-۹-۲ سیال کردن (آزاد کردن) مواد معدنی از مواد آلی..... ۱۱

۱-۹-۳ جریان کربن..... ۱۲

۱-۹-٤ وساطت در تحمل تنش توسط گیاهان..... ۱۲

۱-۹-۵ افزایش کارایی مصرف آب..... ۱۲

۱-۹-٦ فتوسنتز..... ۱۳

۱-۹-۷ تأثیر روی اجتماعات گیاهی و اکوسیستم ها..... ۱٤

۱-۱۰ بررسی قارچ های اندومیکوریزی در ایران..... ۱٤

فصل دوم :

مواد و روش ها..... ۱٦

۲-۱ توصیف محل مورد مطالعه..... ۱۷

۲-۲ نمونه برداری..... ۱۷

۲-۳ تعیین درصد همزیستی..... ۱۸

۲-٤ شمارش هاگ ها..... ۱۹

۲-۵ بررسی سیستماتیک نمونه های گیاهی..... ۱۹

۲-٦ تعیین هدایت الکتریکی خاک(Electrical Conductivity)..... ۱۹

۲-۷ تعیین فسفر قابل جذب خاک..... ۲۰

۲-۸ سایر آنالیزهای خاک..... ۲۰

۲-۸-۱ اسیدیته(PH) خاک..... ۲۰

۲-۸-۲ میزان اشباع خاک..... ۲۱

۲-۸-۳ اندازه گیری مواد خنثی شوتده بر حسب کربنات کلسیم..... ۲۲

۲-۸-٤ کربن آلی خاک..... ۲۲

۲-۸-۵ بافت خاک..... ۲۳

۲-۹ محاسبات آماری..... ۲٤

فصل سوم:

نتایج..... ۲۵

۳-۱ نتایج تعیین درصد همزیستی..... ۲٦

۳-۲ فراوانی هاگ قارچ های میکوریز..... ۲۸

۳-۳ تعیین فسفر کل خاک..... ۳۱

۳-٤ تعیین هدایت الکتریکی خاک(EC)..... ۳۳

۳-۵ سایر آنالیزهای خاک..... ۳۷

۳-۵-۱ ارتباط میزان PH خاک با سایر فاکتورها..... ۳۷

۳-۵-۲ ارتباط میزان اشباع خاک با سایر فاکتورها..... ۳۸

۳-۵-۳ ارتباط میزان ماده آلی خاک با سایر فاکتورها..... ۳۸

۳-۵-٤ ارتباط میزان آهک با سایر فاکتورها..... ۳۹

۳-۵-۵ ارتباط درصد ازت کل خاک با سایر فاکتورها..... ٤۰

۳-۵-٦ ارتباط بافت خاک با سایر فاکتورها..... ٤۰

فصل چهارم:

بحث..... ٤۹

٤-۱ ارتباط میزان آغشتگی ریشه و تراکم هاگ(اسپور) در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱..... ۵۰

٤-۲ ارتباط میزان فسفر خاک با قارچ های میکوریز آربوسکولار..... ۵۱

٤-۳ ارتباط هدایت الکتریکی خاک(EC) با قارچ های میکوریز آربوسکولار..... ۵۲

٤-٤ ارتباط کربن آلی خاک با قارچ های میکوریز آربوسکولار..... ٥٣

٤-٥ ارتباط PH با قارچ های میکوریز آربوسکو.لار..... ٥٣

٤-٦ ارتباط بافت خاک با قارچ های میکوریز..... ٥٣

٤-٧ کاربرد میکوریز به عنوان یک کود زیستی و اثرات تخریبی انسان بر روی آن..... ٥٤

نتیجه گیری..... ٥٥

پیشنهادها..... ٥٦

منابع..... ٥٧

ضمائم..... ٦٢

چکیده انگلیسی..... ٧٤

فهرست جداول:

جدول۱- گونه‌های گیاهی مورد مطالعه میکوریزایی و تعداد هر کدام در هر پلات.....۱۸

جدول۲- میانگین وانحراف معیار درصد همزیستی ریشه در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت ۹۱ .....۲۷

جدول۳-میانگین و انحراف معیار تعداد هاگ در یک گرم خاک در اردیبهشت ماه ۹۰ و۹۱ .....۲۹

جدول٤- میانگین و انحراف معیار میزان فسفر قابل جذب خاک در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱ .....۳۲

جدول۵- میانگین و انحراف معیار میزان شوری خاک در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱ .....۳٤

جدول٦- جدول همبستگی عوامل فیزیکی و شیمیایی مورد بررسی خاک با تعداد اسپور و آغشتگی ریشه‌ی گیاهان در اردیبهشت۹۰ .....۳۵

جدول۷- جدول همبستگی عوامل فیزیکی و شیمیایی مورد بررسی خاک با تعداد اسپور و میزان آغشتگی ریشه‌گیاهان در اردیبهشت۹۱.....۳٦

جدول۸- میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های خاک در اردیبهشت۹۰.....٤۲

جدول۹- میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های خاک در اردیبهشت۹۱ .....٤۳

جدول۱۰- میانگین و انحراف معیار بافت خاک در اردیبهشت۹۰ .....٤۳

جدول۱۱- میانگین و انحراف معیار بافت خاک در اردیبهشت۹۱.....٤٤

فهرست نمودارها

نمودار۱. مقایسه‌ی درصد همزیستی ریشه در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت ۹۱ ..... ۲۷

نمودار۲. مقایسه‌ی تعداد هاگ در اردیبشت۹۰ و اردیبهشت۹۱..... ۲۹

نمودار۳. مقایسه تعداد اسپور و درصد همزیستی در اردیبهشت۹۰ ..... ۳۰

نمودار٤. مقایسه‌ی تعداد اسپور و درصد همزیستی ریشه در اردیبهشت ۹۱ ..... ۳۰

نمودار٥. مقایسه فسفر قابل جذب خاک در اردیبهشت ۹۰ و اردیبهشت۹۱..... ۳۲

نمودار٦. مقایسه میزان شوری خاک در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱..... ۳٤

نمودار۷. مقایسه pH خاک در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱..... ٤٤

نمودار۸. مقایسه درصد اشباع خاک در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱ ..... ٤٥

نمودار۹. مقایسه ماده آلی خاک در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱ ..... ٤٥

نمودار۱۰. مقایسه میزان آهک خاک در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱ ..... ٤٦

نمودار۱۱. مقایسه درصدازت کل خاک در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱ ..... ٤٦

نمودار۱۲. مقایسه درصد شن خاک در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱ ..... ٤۷

نمودار۱۳. مقایسه درصد رس خاک در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱ ..... ٤۷

نمودار۱٤. مقایسه درصد سیلت خاک در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱ ..... ٤۸

فهرست ضمائم:

جدول۱- زیرگروه‌های مربوط به درصد همزیستی در اردیبهشت۹۰ توسط آزمون دانکن..... ٦٢

جدول۲- زیرگروه‌های مربوط به درصد همزیستی در اردیبهشت۹۱ توسط آزمون دانکن..... ٦٢

جدول۳- زیرگروه‌های مربوط به تعداد اسپور در اردیبهشت۹۰ توسط آزمون دانکن..... ٦٣

جدول٤- جدول۳- زیرگروه‌های مربوط به تعداد اسپور در اردیبهشت۹۱ توسط آزمون دانکن..... ٦٣

جدول٥- نتایج آنالیز ضریب همبستگی در ارتباط با درصد کلونیزاسیون ریشه و تعداد اسپور..... ٦٣

جدول٦- همبستگی فسفر قابل جذب در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱..... ٦٤

جدول۷- زیرگروه‌های مربوط به میزان فسفر قابل جذب در اردیبهشت۹۰ توسط آزمون دانکن..... ٦٤

جدول۸- زیرگروه‌های مربوط به میزان فسفر قابل جذب در اردیبهشت۹۱ توسط آزمون دانکن..... ٦٤

جدول۹- زیرگروه‌های مربوط به میزان شوری در اردیبهشت۹۰ توسط آزمون دانکن..... ٦٥

جدول۱۰- نتایج آنالیز ضریب همبستگی بین میزان شوری اردیبهشت۹۰ و۹۱..... ٦٥

جدول۱۱- نتایج آنالیز ضریب همبستگی در مورد ویژگی‌های خاک در اردیبهشت۹۰ و اردیبهشت۹۱..... ٦٥

جدول۱۲- زیرگروه‌های مربوط به میزان pH در اردیبهشت۹۰ توسط آزمون دانکن..... ٦٦

جدول۱۳- زیرگروه‌های مربوط به میزان pH در اردیبهشت۹۱ توسط آزمون دانکن..... ٦٦

جدول١٤- زیرگروه‌های مربوط به درصد اشباع در اردیبهشت۹۰ توسط آزمون دانکن..... ٦٧

جدول١٥- زیرگروه‌های مربوط به درصد اشباع در اردیبهشت۹۱ توسط آزمون دانکن..... ٦٧

جدول١٦- زیرگروه‌های مربوط به ماده آلی خاک در اردیبهشت۹۰ توسط آزمون دانکن..... ٦٨

جدول١٧- زیرگروه‌های مربوط به ماده آلی خاک در اردیبهشت۹۱ توسط آزمون دانکن..... ٦٨

جدول١٨- زیرگروه‌های مربوط به میزان آهک در اردیبهشت۹۰ توسط آزمون دانکن..... ٦٩

جدول١٩- زیرگروه‌های مربوط به میزان آهک در اردیبهشت۹۱ توسط آزمون دانکن..... ٦٩

جدول۲۰- زیرگروه‌های مربوط به درصد ازت در اردیبهشت۹۰ توسط آزمون دانکن..... ۷۰

جدول۲۱- زیرگروه‌های مربوط به درصد ازت در اردیبهشت۹۱ توسط آزمون دانکن..... ۷۰

جدول۲۲- زیرگروه‌های مربوط به درصد شن در اردیبهشت۹۰ توسط آزمون دانکن..... ۷۱

جدول۲۳- زیرگروه‌های مربوط به درصد شن در اردیبهشت۹۱ توسط آزمون دانکن..... ۷۱

جدول۲٤- زیرگروه‌های مربوط به درصد رس در اردیبهشت۹۰ توسط آزمون دانکن..... ۷۲

جدول۲۵- زیرگروه‌های مربوط به درصد رس در اردیبهشت۹۱ توسط آزمون دانکن..... ۷۲

جدول۲٦- زیرگروه‌های مربوط به درصد سیلت در اردیبهشت۹۰ توسط آزمون دانکن..... ۷۳

جدول۲۷- زیرگروه‌های مربوط به درصد سیلت در اردیبهشت۹۱ توسط آزمون دانکن..... ۷۳

چکیده:

همزیستی میکوریزی یکی از مباحث مهم علوم زیستی می‌باشد. قارچ‌های میکوریز از طریق همزیستی با ریشه‌ی گیاهان باعث بهبود رشد ریشه و حفظ جوامع گیاهی می‌شوند. به منظور بررسی وضعیت میکوریزی دره‌ی شهدا و مناطق مجاور آن با وسعتی برابر ۵۷۷ هکتار که در کیلومتر۳۰ جاده‌ی ارومیه – اشنویه قرار دارد و متوسط بارش سالیانه‌ی ۳٦۷/۵ میلی‌متر، میانگین سالیانه حداکثر دما ۳۳/۱ درجه‌ی سانتیگراد و حداقل دمای ۱۵/۵- درجه انتخاب شد. هدف از این بررسی مقایسه‌ی موقعیت میکوریزی در اردیبهشت سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ با توجه به اثرعواملی همچون شرایط اکولوژیک، بافت خاک، فسفر قابل جذب، آهک، هدایت الکتریکی (Electrical Conductivity)، میزان اشباع خاک (soil Saturation)، کربن آلی (OC)، اسیدیته (pH) و محتوای ازت خاک بر این موقعیت بود. بدین منظور از میان گیاهان غالب منطقه ۸ گونه انتخاب و نمونه برداری از ریشه‌ی گیاهان (برای تعیین درصد همزیستی) و ازخاک ریزوسفری آن‌ها (برای تعیین غنای اسپورهای میکوریزی) در دو زمان مذکور انجام شد. همچنین مقداری خاک از اطراف هر گیاه برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک جمع آوری شد. بررسی موارد ذکر شده نشان داد که در اردیبهشت ۹۰ چمن (*Poa bulbosa*) با ۷٤/٦۸ درصد بیشترین درصد همزیستی ریشه‌ای و سلمه تره (*Chenopodium album*) با ۱۰/۲۳ درصد کمترین درصد همزیستی ریشه را دارا بودند. هم‌چنین در اردیبهشت ۹۱ نیز چمن با ۷۲/۷٤ درصد بیشترین درصد همزیستی و سلمه تره با ۷/۲ درصد کمترین میزان همزیستی را دارا بودند. درمورد تعداد اسپور بیشترین میزان در اردیبهشت۹۰ به چمن با ۲۹ عدد در هر گرم خاک و کمترین آن به سلمه تره با ۲/٦۷ عدد اسپور در هر گرم خاک تعلق داشت. در اردیبهشت ۹۱ نیز بیشترین تعداد به گونه‌ی چمن با ۲۷ عدد و کمترین آن به گونه‌ی سلمه تره با ۱/٦۷ عدد اسپور متعلق بود. نتایج بدست آمده نشان دهنده‌ی همبستگی مثبت و معنی‌دار بین آغشتگی ریشه و تعداد اسپور درهر دو زمان است. آنالیزهای خاک نیز یک همبستگی منفی و معنی‌دار بین فسفر با تعداد اسپور وآغشتگی ریشه در هر دو زمان نشان می‌دهند. همچنین بین اشباع خاک خاک و تعداد اسپور و درصد همزیستی درهر دو زمان همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد. ارتباط pH با میزان همزیستی ریشه و تعداد اسپور همواره منفی و معنی دار بوده است. میزان کربن آلی خاک با درصد آغشتگی و تعداد اسپور در هر دو زمان مثبت و معنی دار بوده است.

واژگان کلیدی: همزیستی، قارچ‌های میکوریز، اکوفیزیولوژی، دره‌ی شهدا، ارومیه

فصل اول:

کلیات

۱_۱ مقدمه

میکوریز نتیجه برقراری همزیستی بین قارچ و گیاه است. این واژه مرکب از دو واژه یونانی mykes (به معنی قارچ) و rhiza (به معنی ریشه) می‌باشد. میکوریز نوعی همزیستی متقابل مفید است که بین اندام‌های جذب کننده گیاهان (معمولاً ریشه) و ریسه‌های قارچ‌های خاصی ایجاد می‌گردد. دامنه‌ی وسیعی از گیاهان با قارچ‌ها همزیست می‌شوند که مجموعه وسیعی از گیاهان ابتدایی غیرآوندی فاقد دانه تا گیاهان بسیار پیشرفته را شامل می‌شوند (۳۸). محققین در این نکته هم‌رأی هستند که تقریبا ۸۳ درصد از گیاهان دولپه‌ای و ۷۹ درصد از گیاهان تک‌لپه‌ای و نیز همه بازدانگان با میکوریز رابطه‌ی همزیستی برقرار می‌کنند(٤٤). تنها تعداد کمی از خانواده‌های گیاهی دارای همزیستی میکوریزایی بسیار پایینی هستند که به عنوان نمونه می‌توان از تیره‌ی Chenopodiaceae نام برد.البته در بسیاری از تحقیقات این تیره فاقد همزیستی میکوریزایی بوده است. قارچ‌های همزیست شونده شامل اعضای سه شاخه مهم در سلسله‌ی قارچ‌ها هستند که عبارتند از Ascomycota ، Zygomycota و Basidiomycota. کارکرد همزیستی این است که منبع کافی کربوهیدرات برای قارچ فراهم شود و در مقابل فواید متعددی را برای گیاه در پی دارد که شامل جذب کربن اضافی، جذب مستقیم آب توسط هیف‌های قارچ در خاک و انتقال آن به گیاه میزبان وبهبود جذب آب، افزایش ظرفیت انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی، افزایش تولید فیتوهورمون‌هایی مثل آبسیزیک اسید (ABA)و سیتوکینین، اسمیلاسیون نیترات و فسفر و بهبود تغذیه گیاه، افزایش فعالیت آنزیم‌های مدافع آنتی اکسیدان در گیاه، مقاومت گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا و تحمل در برابر فلزات سنگین می-گردد. همزیستی میکوریزی در دامنه‌ی وسیعی از اکوسیستم‌ها واجتماعات گیاهی نظیر تالاب‌ها، بیابان‌ها، جنگل‌های خزان کننده، جنگل‌های بارانی حاره‌ای پست، اجتماعات گیاهی در عرض‌های جغرافیایی بالا وارتفاعات بالا، سیستم‌های آبی، اجتماعات اپی‌فیتی وغیره موجود می‌باشند. تنها قطب است که فاقد گیاهان میکوریزی است. میکوریز از قدمتی دیرین برخوردار است و برخی از گیاهان قدیمی فسیل شواهدی از میکوریز را ارائه می‌دهند. قدمت میکوریز نخستین به حدود ٤۰۰ میلیون سال پیش برمی‌گردد. این زمان، زمان گذر از آب به خشکی است و تصور می‌شود که شریک قارچی نقشی کلیدی در اشغال اکوسیستم خشکی ایفا نموده است (۳۸). قارچ‌های میکوریز نقش قابل توجهی در حفظ ثبات و استحکام ساختمان خاک، بهبود روابط آب وبهبود ساختمان خاک داشته وتحمل به pH افراطی را افزایش می‌دهند. وجود چنین تسهیلاتی جهت گیاهان سبب شده تا مبحث میکوریز در زمینه های مختلف کشاورزی پایدار و تحقیقات ژنتیک و تولید انبوه میکوریز مورد توجه بسیار قرار گیرد(۸).

محققان چند مکانیسم احتمالی را برای افزایش بازدهی در جذب مواد توسط ریشه‌های میکوریزی ارائه داده‌اند(۵۱):

– هیف‌ها از پیوستگی بالایی در مقایسه با ریشه نسبت به مواد برخوردار هستند که منجر به جذب موثر مواد کم‌غلظت از خاک می‌شود.

–هیف‌ها نسبت به ریشه در رقابت با میکروارگانیسم‌های زنده خاک، برای بدست آوردن مواد قابل دسترس گیاهی بسیار کارآمدترعمل می‌کنند.

–ریشه‌های میکوریزی می‌توانند از منابعی از مواد که برای ریشه غیر قابل دسترس است استفاده کنند که این می‌تواند به خاطر افزایش سرعت حل شدن مواد از مواد غیر محلول، تولید اسیدهای آلی که به‌عنوان عامل شلات کننده عمل می‌کنند، تولید آنزیم‌هایی که می‌توانند مواد آلی را تجزیه کنند، معدنی شدن مواد و انتقال آنها به ریشه ها باشد.

۱-۲ طبقه‌بندی میکوریزها

در حال حاضر طبقه‌بندی میکوریزها بر اساس نوع رابطه‌ی قارچ و گیاه و چگونگی ارتباط ما بین ریسه‌ی قارچ با سلول ریشه صورت می‌گیرد و بدین ترتیب سه گروه: اندومیکوریز، اکتومیکوریز و اکتندومیکوریز مشخص می‌گردد. اختلاف این سه گروه در چگونگی نفوذ قارچ به داخل سلول میزبان و ایجاد حالت‌های گوناگون قارچی و ساختمان آن‌ها در سلول میزبان است(٦).

۱-۲-۱ اندومیکوریز

در این نوع میکوریز ریسه‌ی قارچ به داخل بافت ریشه، سلولهای اپیدرم و پوست (کورتکس) نفوذ می کند ولی هیچ نوع ریسه‌ای برسطح ریشه مشاهده نمی‌شود. پس هیف‌ها در داخل و یا در فضای بین سلول‌های میزبان قرار می‌گیرند. اندومیکوریز خود شامل سه گروه فرعی وزیکولار–آربوسکولار، ارکیده‌ای و اریکالی می‌باشد(٦).

۱-۲-۱-۱میکوریزای وزیکولار-آربوسکولار

قارچ‌های میکوریز وزیکولار- آربوسکولار (VAM) پرانتشارترین و از نظر اقتصادی مهمترین گروه‌های قارچی را تشکیل می‌دهند. این نامگذاری از این جهت انتخاب شده که قارچ های VAM عموما همزیست و در حقیقت همزیست اجباری گیاهان می‌باشند. در همزیستی با گیاهان، این قارچ ها به داخل ریشه فرورفته و در کورتکس آن اندام‌های هاگ مانندی به نام وزیکول و در سلول‌های آن اندام هایی به نام آربوسکول ایجاد می‌کنند. ریسه‌های قارچ هم در داخل ریشه و هم در خارج آن رشد می کنند و بین سلول‌های ریشه و خاک ارتباط ایجاد می‌کنند. در این ارتباط قارچ، از مواد غذایی حاصل از ریشه‌ی گیاه بهره‌مند می‌شود. بر خلاف بسیاری از قارچ‌های خاک که در محیط‌های مصنوعی قابل کشت می‌باشند، قارچ‌های VAM قادر به زندگی و رشد مستقل از ریشه گیاه نیستند و لذا همزیست اجباری محسوب می‌شوند . قارچ‌های VAM امروزه در رده‌ی Zygomycetes و راسته Glomales قرار داده شده‌اند و سرده‌های معروف آن *Glomus*، *Acaulospora* ، *Gigaspora* و *Archaespora* می‌باشند. آنها به هر صورت طیف میزبانی وسیعی داشته و در صورت انتشار قادرند در هر جای دیگری زندگی را از سر گیرند. داشتن ریسه به این گروه و سایر قارچ‌ها امکان می‌دهد که بتوانند به رشد بی‌انتهای خود تا زمانی که منبعی از کربن از یک میزبان را در اختیار داشته باشند، ادامه دهند. تمامی شواهد دلالت بر این دارند که تکثیر آنها غیرجنسی و هاگ‌های آنها نیز غیرجنسی‌اند. هاگ‌های آنها که تعداد متغیر هسته را در بر می گیرند، همراه با رشد و گسترش ریسه، از همان ریسه منشاء می‌گیرند(۸).

ارتباط VAM در گونه‌های مختلف گیاهی به دو صورت Arum و Paris تشکیل می‌شود . در میکوریزهای Arum-type ، هیف به داخل سلول‌های اپیدرمی نفوذ کرده و مارپیچ‌هایی را در سلول‌های اپیدرمی یا در اولین لایه‌ی سلولی پوست تشکیل می‌دهند. در این نوع، ریسه‌ها می‌توانند به سرعت در طول محور ریشه کلونیزه شوند که منجر به حرکت آزادانه‌ی هیف‌ها به فضاهای داخل سلولی می‌شوند. در این نوع میکوریزها، بعد از ورود هیف‌ها از میان دیواره‌ی سلولهای پوست، پی در پی منشعب شده و آربوسکول‌ها را تشکیل می‌دهند. آربوسکول ها ممکن است در هر منطقه از کورتکس تشکیل شوند. اما اغلب آنها در مجاور کورتکس داخلی بطرف آندودرم و بافت های آوندی گسترش می یابند. به‌علاوه، قادر به تولید وزیکول‌های داخل سلولی نیز می باشند(۴۲).

در میکوریزهای Paris-type، هیف‌های بین ریشه‌ای از سلولی به سلولی عبور کرده و قادرند کمپلکس مارپیچی را هم در سلول‌های اپیدرمی و هم در سلول‌های پوستی تشکیل دهند. گونه‌های گیاهی که دارای این نوع میکوریز هستند، فاقد فضاهای بین سلولی واضحی در پوست ریشه می‌باشند. بنابراین هیف‌ها فقط در داخل سلول حضور دارند. از این رو رشد هیف‌ها در طول ریشه آرام تر از آن در Arum-type است(٤٢).

۱-۲-۱-۲ میکوریز ارکیده‌ای

اندومیکوریزها در بیشتر اعضای تیره‌ی ارکیداسه حضور دارند. قارچ در سلول‌های پوست ریشه تولید ریسه‌های مارپیچی می‌کند و غلاف شبکه هارتیگ (Hartig net) ایجاد نمی‌شود. به نظر می‌رسد قارچ می‌تواند در بافت‌های گیاهی زنده، یک ترکیب هیدرولیز کننده کربوهیدرات بوجود آورد و پس از هیدرولیز ترکیبات کربوهیدراته، ترکیبات کربنی پرورده را به گیاه منتقل کند. احتمال دارد ارتباط همزیستی به نفع یکی از دو طرف تغییر کند؛ چنان‌که به مرگ یکی از آنها منجر شود. تمام سرده‌های تیره‌ی ارکیداسه بایستی مرحله ی گیاهچه‌ای را طی کنند و این در حالی است که قادر به فتوسنتز در این مرحله نیستند. از این رو در محیط طبیعی، گیاهان این خانواده نمی‌توانند در غیاب همزیست قارچی خود به زندگی ادامه دهند. در این نوع همزیستی بر خلاف سایر میکوریزها، جهت حرکت ترکیبات کربن دار از قارچ به طرف میزبان گیاهی می‌باشد(٦).

۱-۲-۱- ۳ میکوریز اریکالی

در این نوع همزیستی میکوریزی، ریسه‌ها دارای دیواره‌ی عرضی‌اند و به داخل سلول‌های ناحیه پوست گیاه میزبان نفوذ می‌کنند. این میکوریز از لحاظ ساختمانی به دو گروه تقسیم می‌شود:

الف) اریکوئیدی: میزبان‌های این نوع میکوریز عموما درختان کوچک و یا درختچه‌های اتوتروف محدود به خاک‌های اسیدی می‌باشند. نازک‌ترین و انتهایی‌ترین ریشه‌ها که شامل چند ردیف سلول هستند و استوانه مرکزی باریکی را احاطه می‌کنند مورد حمله ریسه‌های قارچی قرار می‌گیرند و کمپلکس قارچی در سلول کورتکس ایجاد می‌گردد.

ب) آربوتوئید: در این نوع، ریشه‌های فرعی توسط پوشش قارچی پوشیده می‌شوند که ریسه‌ها از این پوشش به درون پوست نفوذ می‌کنند و تشکیل شبکه‌ی ریسه‌ای می‌دهند. بعداز مدتی این ریسه‌ها هضم می‌شوند و از بین می‌روند. به دلیل وجود پوشش قارچی، گاهی اوقات این گروه را جزو اکتندومیکوریز قرار می‌دهند(٦).

۱-۲-۲ اکتومیکوریز

از ویژگی‌های اصلی این نوع میکوریز می‌توان به وجود صفحه‌ای به نام غلاف، ریسه‌های بین سلولی، داشتن دیواره‌ی عرضی و شبکه هارتیگ(Hartig net) اشاره کرد. ضخامت غلاف قارچی معمولا ۳۰ تا ٤۰ میکرون است. شبکه هارتیگ متشکل از ریسه‌های بین سلولی در اپیدرم و پوست ریشه است. در اکتومیکوریز ریسه از پوشش قارچی و از طریق بین‌سلولی به ناحیه پوست نفوذ می‌کند و ریسه‌های درون سلولی وجود ندارند(٦).

۱-۲-۳ اکتندومیکوریز

این قارچ‌ها خصوصیاتی حد واسط اندومیکوریز و اکتومیکوریز دارند. در اکتندومیکوریز ریسه توسط غلاف نازکی پوشیده شده یا ممکن است فاقد غلاف باشد. ضخامت این پوشش در صورت وجود در مقایسه با پوشش اکتومیکوریز کمتر است و این خود معیاری برای تمایز ظاهری با اکتومیکوریز می‌باشد. ریسه‌ها دارای دیواره عرضی‌اند و شبکه هارتیگ وجود دارد. ریسه ها در حدود ۱۵ میکرون قطر دارند و می‌توانند بصورت بین سلولی و درون سلولی باشند(٦).

گیاهان بر حسب درجه‌ی وابستگی به قارچ‌های میکوریز به سه دسته میکوریزی اجباری، میکوریزی اختیاری و غیرمیکوریزی تقسیم می‌شوند(۸). قارچ‌های میکوریز نسبت به میزبان خاصی تخصص یافته نیستند و هر گونه‌ی قارچی می‌تواند تعداد زیادی گونه‌ی گیاهی را آلوده کند. با این وجود در مورد گیاهی که آلوده می‌شود یک گونه‌ی قارچی تمایل به غالبیت به آن گونه‌ی گیاهی را نشان می دهد. گیاهان یک منطقه حتی در صورت تشابه ممکن است توسط قارچ های مختلف آلوده شوند(۸).

۱) گیاهان میکوریز اجباری: گیاهانی که ادامه رشدشان تا بلوغ، بدون ایجاد همزیستی با قارچ‌های میکوریزی در خاک زیستگاه طبیعی شان عملی نمی‌شود.

۲)گیاهان میکوریز اختیاری: گیاهانی که از روابط میکوریزی فقط در برخی از خاک‌های زیستگاه‌هایشان با کمترین حاصلخیزی سود می‌برند. در بررسی‌های اکولوژیک، چنین گیاهانی بطور همیشگی میکوریز نیستند یا میزان همزیستی‌شان کم است و جزو گونه های میکوریزی غیراجباری محسوب می‌شوند.

۳)گیاهان غیرمیکوریزی: گیاهانی که همواره در برابر میکوریز مقاومت می‌کنند، یا حداقل تا زمانی که جوان و سالم هستند، مقاومت می‌کنند. میزان مواد غذایی و سایر خصوصیات خاک و همچنین جمعیت‌های قارچ‌های میکوریز هم می‌توانند تشکیل میکوریز را کاهش دهند، اما بطور کلی مانع آن نمی‌شوند.

۱-۳ مورفولوژی میکوریز آربوسکولار

بر اساس بیان (۱۹٦۷) Nicolson این نوع میکوریز یک حالت آندوتروفیک است که در آن دو مرحله ریسه‌ای قابل رؤیت می‌باشد. الف) ریسه‌های داخلی که درون کورتکس ریشه آلوده به میکوریز قرار دارند و ب) ریسه‌های خارجی در خاک که درانواع گوناگون اختلافات قابل توجهی بین آنها مشاهده می‌شود. بعد از نفوذ هیف در داخل اپیدرم، هیف به صورت درون سلولی و یا بین سلولی در میان منطقه‌ی کورتکس رشد می‌کند. در بعضی اوقات در سلول تشکیل کلاف‌های ریسه‌ای را می‌دهد. آلودگی به صورت طولی پیش می‌رود تا این‌که به منطقه‌ی کورتکس داخلی می رسد. انشعابات پنجه مانند (آربوسکول‌ها) به صورت طبیعی در سلول‌های کورتکس داخلی شکل می‌گیرند. این انشعابات به صورت شاخه‌های جانبی بر روی هیف‌هایی که از دیواره‌ی سلولی به داخل سلول رخنه کرده‌اند، تشکیل می‌شوند و سپس توسط غشای پلاسمایی احاطه می‌شوند. بر روی این بخش‌ها انشعابات دو شاخه‌ای مجدداً شکل گرفته و در نهایت ساختمان های بوته مانندی به نام آربوسکول ایجاد می‌کنند. عمر متوسط هر آربوسکول ٤ تا ۱۵ روز است. در پایان این زمان هیف‌ها تخریب و محتویات آنها ناپدید می‌شوند(۳٦).

۱-٤ هیف قارچی

در بیرون ریشه، قارچ رشته‌هایی را به طول چند سانتی‌متر ایجاد می‌کند که شبکه هیفی را می‌سازند و آب و مواد غذایی را جذب می‌کنند. اولین و مهم‌ترین نقش هیف خارجی جذب فسفر خاک در خاک‌هایی با کمبود فسفر و رسانیدن آن به گیاه است. هیف خارجی از نظر قطر باریک‌تر از تارهای ریشه‌ای بوده و به فضاهای کوچکتر در خاک رشد کرده و بنابراین به حجم بزرگ‌تری از خاک دسترسی دارد. عناصر معدنی مانند فسفر و نیتروژن محدود کننده‌ترین فاکتورهای رشدی گیاه در اکوسیستم ها هستند. جذب عناصر غیر متحرک مانند فسفر به سطح ساختارهای جذبی در خاک وابسته است. عناصر غذایی با تحرک کم مانند فسفات، روی و مس سریعاً توسط تارهای ریشه جذب شده و ناحیه‌ی تهی از مواد در اطراف ریشه تشکیل