

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی

گروه علوم خاک

اثر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر برخی خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی یک

خاک تحت کشت گوجه‌فرنگی و جوبهاره

استادان راهنما :

دکتر شکراله اصغری

دکتر ناصر علی‌اصغرزاد

استاد مشاور :

دکتر محمدرضا ساریخانی

توسط :

فریبا سمائی

دانشگاه محقق اردبیلی

دی ۱۳۹۱



دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی  
گروه علوم خاک

اثر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر برخی خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی یک خاک تحت  
کشت گوجه‌فرنگی و جوبهاره

توسط :

فریبا سمائی

پایان نامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته علوم خاک

از

دانشگاه محقق اردبیلی

اردبیل-ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه :

دکتر شکراله اصغری (استاد راهنمای اول و رئیس کمیته).....استاد یار

دکتر ناصر علی‌اصغرزاد (استاد راهنمای دوم).....استاد

دکتر محمد رضا ساریخانی (استاد مشاور).....استاد یار

دکتر علی اشرف سلطانی طولارود (داور داخلی).....استاد یار

زمستان ۱۳۹۱

تقدیم بہ:

اساتید بزرگوارم بہ پاس علمی کہ از ایشان آموختم.

تقدیم بہ:

مادر مہربانم بہترین و بزرگترین نعمت زندگیم کہ ہموارہ در طول حیات از حمایت  
ہای بی دریغ ایشان بہرہ مند بودہ ام.

تقدیم بہ:

خانوادہ خواہر نازنینم و برادران عزیزم.

تقدیم بہ:

روح پاک پدر بزرگوارم و برادر عزیزم سیاوش.

## پاسکزاری:

خدایا به حرمت آن نام که تو آنی و به حرمت آن صفات که چنانی، به من سینی عطا کن که هیچ وقت خود را با دیگران مقایسه نکنم بر آنهایی که از من برتر هستند حسد نوزم و بر آنها که پائین ترند فخر نفروشم، و بر آنچه دارم قناعت کنم و همواره در این اندیشه باشم که از آنچه در حال حاضر هستم، فراتر بروم.

سپاس خداوند یکتا را که، مستقیم بخشید و از دریای سیکران رحمتش برخوردارم نمود. تحصیل دانش را روزیم ساخت، همتم عطا کرد تا سختی‌ها و مرارتهای زندگی را با حلاوت آموختن بر خود، هموار کنم.

بی شک انجام این مهم بدون، راهبانی و مساعدت اساتید، یاری و مساعدت خانواده کریم و دوستان عزیز میسر نبود. از این رو بر خود لازم می‌دانم تقدیر و تشکر کنم از:

اساتید راهبانی بزرگوارم جناب آقای دکتر سگرا اله اصغری و جناب آقای دکتر ناصر علی اصغرزاد که در پیشبرد این پایان نامه از راهبانی‌های ارزشمند ایشان بهره‌مند بوده‌ام و در طی این دوره همواره با صبر و حوصله و کشاده‌رویی یاری‌ام نموده‌اند؛

استاد مشاور بزرگوارم جناب آقای دکتر محمد رضا ساریچانی که زحمات مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند؛

جناب آقای دکتر علی اشرف سلطانی طولارود که زحمات داوری پایان نامه را تقبل و با دقت تمام بازخوانی نمودند

جناب آقای دکتر کملی، مدیر محترم گروه علوم خاک؛

از همکاری و مساعدت ریاست محترم دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی ریاست وقت دانشکده جناب آقای دکتر اسماعیل حمینی؛

از مادر بزرگوارم، خواهر مهربانم، خواهر شوهر خوبم، خواهرزاده های نازنینم، بسین و مینا جان و برادران عزیزم که در طول دوران تحصیل همواره مشوق و حامی من بوده اند؛

از همکاری و مساعدت تمامی سروران و سایر اعضاء هیات علمی تمام گروه های کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی و دانشگاه تبریز؛

از همکاری و مساعدت مولان آزمایشگاه های گروه های کشاورزی، جناب آقای مهندس انوار، جناب آقای مهندس لطف الهی (مسؤل محترم آزمایشگاه بیولوژی خاک دانشگاه تبریز) و جناب آقای مهندس آردون؛ حراست دانشکده، جناب آقای پناهی و سلیمانی؛

از همکاری و مساعدت دوست خوبم سرکار خانم مهندس طاهره صادقی و تمام دست اندرکاران و دوستانی که یاری ام نمودند.

فریاسانی - دی ۱۳۹۱

نام خانوادگی دانشجو: سمائی	نام: فریبا
عنوان پایان نامه : اثر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر برخی خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی یک خاک تحت کشت گوجه‌فرنگی و جوبهاره	
استادان راهنما : دکتر شکراله اصغری - دکتر ناصر علی‌اصغرزاد استاد مشاور: دکتر محمدرضا ساریخانی	
مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد	رشته : علوم خاک
دانشکده : فناوری کشاورزی و منابع طبیعی	تاریخ فارغ‌التحصیلی : تعداد صفحه : ۱۰۹
کلید واژه ها : همزیستی میکوریزی، خاک درشت بافت، پایداری خاکدانه، هدایت هیدرولیکی، توزیع اندازه منافذ، آب قابل استفاده	
چکیده:	
<p>قارچ‌های میکوریزی نقش کلیدی در بهبود خصوصیات فیزیکی، هیدرولیکی، بیولوژیکی و شیمیایی خاک ایفا می‌کنند. در خاکهای درشت بافت به علت پائین بودن میزان کلوئیدهای رسی و هوموس، پایداری خاکدانه‌ها ضعیف است. همچنین در این خاکها به دلیل وجود منافذ درشت فراوان، هدایت هیدرولیکی بالا بوده و ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی پائین می‌باشد. در نتیجه آبشویی و انتقال آلاینده‌ها به آبهای زیرزمینی به سهولت انجام می‌پذیرد. اهداف اصلی این پژوهش، بررسی تأثیر قارچ‌های میکوریزی بر خصوصیات فیزیکی شامل توزیع اندازه منافذ (ماکرو، مزو و میکرو)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، جرم مخصوص ظاهری و حقیقی و تخلخل کل، خصوصیات هیدرولیکی شامل رطوبت‌های ظرفیت مزرعه، نقطه پژمردگی دائم و قابل استفاده گیاه و هدایت هیدرولیکی اشباع در یک خاک درشت بافت زیر کشت گیاهان جوبهاره و گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای بود. آزمایش با استفاده از دو گونه قارچ میکوریز آربوسکولار شامل گلوموس اتونیکاتوم (GI) و گلوموس ایتترارادیسز (GE) و یک تیمار شاهد (بدون قارچ) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در یک خاک لوم شنی قلیایی انجام گرفت. خاک گذرانده شده از الک ۴/۷۵ میلی‌متر در شرایط استریل در گلدان‌های پلاستیکی با قطر و ارتفاع به ترتیب ۱۹/۷۵ و ۲۰ سانتی‌متر بر اساس جرم مخصوص ظاهری خاک مزرعه (<math>1/28 \text{ g/cm}^3</math>) پر شد. به هر گلدان (به استثنای تیمار شاهد) ۱۰۰ گرم زادمایه قارچی اضافه گردید. بذور جوبهاره ضد عفونی شده در خاک گلدان‌ها کشت گردید. بذور گوجه‌فرنگی پس از ضد عفونی در پرلیت استریل برای تولید نشاء کشت گردید. نشاءهای گوجه‌فرنگی به گلدان‌های حاوی خاک استریل منتقل شدند. بعد از پایان دوره رشد گیاهان، نمونه‌های خاک دست خورده و دست نخورده از عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر گلدان‌ها تهیه و خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی فوق‌الذکر در آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که قارچ‌های GI و GE به ترتیب تحت کشت گیاهان گوجه‌فرنگی و جوبهاره باعث افزایش معنی‌دار (<math>P &lt; 0/01</math>) میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) به میزان ۱۹۳/۴ و ۲۸۸/۸، ۱۱۳/۶ و ۲۰۱/۸ درصد، منافذ مزو (۳۰ تا ۷۵ میکرومتر) به میزان ۲۹/۷ و ۲۵/۹، ۲۰/۸ و ۲۷/۸ درصد و منافذ میکرو (کوچکتر از ۳۰ میکرومتر) به میزان ۵/۵ و ۱۹/۶، ۵ و ۱۴/۱ درصد، رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای (FC) به میزان ۱۴/۱ و ۳۵/۱، ۱۲/۶ و ۲۴/۷ درصد، رطوبت نقطه پژمردگی دائم (PWP) به میزان ۱۲/۴ و ۲۲/۶، ۱۱/۱ و ۲۰/۱ درصد، آب قابل استفاده (AWC) به میزان ۱۴/۹ و ۴۱/۳، ۱۳/۳ و ۲۷/۱ درصد و کاهش جرم مخصوص ظاهری (<math>D_b</math>) به میزان ۴/۱ و ۳/۴، ۵/۱ و ۳/۴ درصد، منافذ ماکرو (بزرگتر از ۷۵ میکرومتر) به میزان ۱۰/۲ و ۱۴/۱، ۹/۵ و ۱۷/۳ درصد و هدایت هیدرولیکی اشباع (<math>K_s</math>) به میزان ۵۲/۴ و ۷۰/۸، ۶۸/۸ و ۸۸/۲ درصد نسبت به شاهد گردید. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق قارچ‌های میکوریزی در اصلاح و یا بهبود خصوصیات خاکهای درشت بافت بسیار مفید می‌باشند.</p>	

عنوان.....صفحه

فصل اول : مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

مقدمه.....۲

۱ - ۱ - گیاهشناسی گوجه‌فرنگی ..... ۷

۱ - ۲ - گیاهشناسی جو ..... ۸

۱ - ۳ - قارچ‌های میکوریزی ..... ۱۰

۱ - ۳ - ۱ - طبقه‌بندی قارچ‌های میکوریز ..... ۱۰

۱ - ۳ - ۲ - مورفولوژی میکوریز آربوسکولار ..... ۱۱

۱ - ۳ - ۳ - گیاهان میزبان ..... ۱۲

۱ - ۳ - ۴ - فواید همزیستی میکوریزی ..... ۱۳

۱ - ۴ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در بهبود خصوصیات فیزیکی خاک ..... ۱۵

۱ - ۴ - ۱ - پایداری خاکدانه‌ها ..... ۱۵

۱ - ۴ - ۲ - جرم مخصوص حقیقی، جرم مخصوص ظاهری و تخلخل کل خاک ..... ۱۸

۱ - ۵ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در بهبود خصوصیات هیدرولیکی خاک ..... ۲۰

۱ - ۵ - ۱ - هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ..... ۲۰

۱ - ۵ - ۲ - منحنی رطوبتی خاک (SMC) و توزیع اندازه منافذ خاک (PRSD) ..... ۲۱

۱ - ۵ - ۳ - رطوبت‌های ظرفیت مزرعه (FC)، نقطه پژمردگی دائم (PWP) و قابل استفاده گیاه

(AWC) ..... ۲۲



۱ - ۶ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در بهبود تغذیه گیاه ..... ۲۴

۱ - ۷ - اهداف تحقیق ..... ۲۷

## فصل دوم : مواد و روش‌ها

۲ - مواد و روش‌ها ..... ۲۹

۲ - ۱ - نمونه‌برداری خاک و تعیین خصوصیات آن ..... ۲۹

۲ - ۲ - تهیه زادمایه قارچ‌های میکوریز آربوسکولار AMF ..... ۳۰

۲ - ۲ - ۱ - تعیین تعداد اسپور و کلینزاسیون ریشه در مایه تلقیح‌های تولید شده ..... ۳۰

۲ - ۳ - تهیه بستر کشت و کاشت جوبهاره ..... ۳۰

۲ - ۴ - تهیه نشاءهای گوجه‌فرنگی و انتقال نشاءها به بستر اصلی ..... ۳۲

۲ - ۵ - برداشت محصول و آماده‌سازی نمونه‌های گیاه و خاک ..... ۳۴

۲ - ۶ - اندازه‌گیری خصوصیات زراعی، بیولوژیکی و شیمیایی در گیاهان جوبهاره و گوجه‌فرنگی

..... ۳۵

۲ - ۶ - ۱ - خصوصیات زراعی ..... ۳۵

۲ - ۶ - ۲ - درصد کلینزاسیون ریشه ..... ۳۶

۲ - ۶ - ۳ - فسفر و پتاسیم در عصاره گیاهی ..... ۳۷

۲ - ۷ - اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی خاک ..... ۳۹

۲ - ۷ - ۱ - جرم مخصوص ظاهری ( $D_b$ ) ..... ۳۹

۲-۷-۲ - جرم مخصوص حقیقی ( $D_p$ ) ..... ۳۹

۲-۷-۳ - تخلخل کل خاک ( $f$ ) ..... ۴۰

۲-۷-۴ - میانگین وزنی قطر ( $MWD$ ) خاکدانه‌ها ..... ۴۰

۲-۸-۸ - اندازه‌گیری خصوصیات هیدرولیکی خاک ..... ۴۱

۲-۸-۱ - منحنی رطوبتی ..... ۴۱

۲-۸-۲ - توزیع اندازه منافذ ..... ۴۳

۲-۸-۳ - رطوبت ظرفیت مزرعه ( $FC$ ) ..... ۴۳

۲-۸-۴ - رطوبت نقطه پژمردگی دائم ( $PWP$ ) ..... ۴۴

۲-۸-۵ - رطوبت قابل استفاده گیاه ( $AWC$ ) ..... ۴۴

۲-۸-۶ - هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ( $K_s$ ) ..... ۴۴

۲-۹-۹ - طرح آماری آزمایش ..... ۴۵

فصل سوم : نتایج و بحث

۳-۱-۱ - خصوصیات خاک ..... ۴۷

۳-۲-۲ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر خصوصیات فیزیکی، هیدرولیکی و بیولوژیکی خاک

تحت کشت جوبهاره ..... ۴۸

۳-۲-۱ - کلنیزاسیون ریشه ..... ۵۰

۳-۲-۲ - میانگین وزنی قطر ( $MWD$ ) خاکدانه‌ها ..... ۵۲

۳-۲-۳ - جرم مخصوص ظاهری ( $D_b$ ) ..... ۵۳

- ۵۴..... ۳-۲-۴ - جرم مخصوص حقیقی ( $D_p$ )
- ۵۵..... ۳-۲-۵ - تخلخل کل خاک ( $f$ )
- ۵۶..... ۳-۲-۶ - رطوبت ظرفیت مزرعه (FC)
- ۵۷..... ۳-۲-۷ - رطوبت نقطه پژمردگی دائم (PWP)
- ۵۸..... ۳-۲-۸ - رطوبت قابل استفاده گیاه (AWC)
- ۵۹..... ۳-۲-۹ - هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ( $K_s$ )
- ۶۱..... ۳-۲-۱۰ - توزیع اندازه منافذ (PRSD) خاک
- ۶۲..... ۳-۳-۳ - تأثیر قارچ های میکوریز آربوسکولار بر جذب عناصر غذایی در گیاه جوبهاره
- ۶۳..... ۳-۳-۱ - فسفر در گیاه جو بهاره
- ۶۵..... ۳-۳-۲ - پتاسیم در گیاه جوبهاره
- ۶۷..... ۳-۳-۴ - تأثیر قارچ های میکوریز آربوسکولار بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه جوبهاره
- ۶۸..... ۳-۴-۱ - ارتفاع گیاه
- ۶۹..... ۳-۴-۲ - تعداد سنبله و تعداد دانه
- ۷۱..... ۳-۴-۳ - وزن دانه و هزار دانه
- ۷۳..... ۳-۴-۴ - وزن خشک اندام هوایی
- ۷۴..... ۳-۴-۵ - وزن تر و خشک ریشه
- ۳-۵-۵ - تأثیر قارچ های میکوریز آربوسکولار بر خصوصیات فیزیکی، هیدرولیکی و بیولوژیکی خاک تحت کشت گوجه فرنگی
- ۷۶.....

- ۷۷..... ۳-۵-۱ - کلنیزاسیون ریشه.....
- ۷۹..... ۳-۵-۲ - میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها.....
- ۸۰..... ۳-۵-۳ - جرم مخصوص ظاهری ( $D_b$ ).....
- ۸۱..... ۳-۵-۴ - جرم مخصوص حقیقی ( $D_p$ ).....
- ۸۲..... ۳-۵-۵ - تخلخل کل (f).....
- ۸۲..... ۳-۵-۶ - رطوبت ظرفیت مزرعه (FC).....
- ۸۳..... ۳-۵-۷ - رطوبت نقطه پژمردگی دائم (PWP).....
- ۸۴..... ۳-۵-۸ - رطوبت قابل استفاده گیاه (AWC).....
- ۸۵..... ۳-۵-۹ - هدایت هیدرولیکی اشباع ( $K_s$ ).....
- ۸۶..... ۳-۵-۱۰ - توزیع اندازه منافذ.....
- ۸۷..... ۳-۶-۶ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر جذب عناصر غذایی در گیاه گوجه‌فرنگی.....
- ۸۸..... ۳-۶-۱ - فسفر.....
- ۸۹..... ۳-۶-۲ - پتاسیم.....
- ۹۰..... ۳-۷-۷ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی.....
- ۹۱..... ۳-۷-۱ - ارتفاع گیاه.....
- ۹۲..... ۳-۷-۲ - تعداد گل.....
- ۹۳..... ۳-۷-۳ - وزن تر و خشک اندام‌هوایی.....

۳-۷-۴- وزن تر و خشک ریشه..... ۹۴

۳-۸- نتیجه‌گیری و پیشنهادات..... ۹۶

۳-۸-۱- نتیجه‌گیری..... ۹۶

۳-۸-۲- پیشنهادات..... ۹۷

منابع مورد استفاده..... ۹۸

## فهرست اشکال

- شکل ۱ - ۱ - شمای همزیستی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار و ریشه گیاه ..... ۱۲
- شکل ۱ - ۲ - تکثیر زادمایه قارچی استفاده شده در تحقیق در حضور گیاه ذرت ..... ۲۹
- شکل ۲ - ۲ - بسترهای کشت جوبهاره ..... ۳۲
- شکل ۲ - ۳ - خزانه تهیه نشاء گوجه‌فرنگی ..... ۳۳
- شکل ۲ - ۴ - نشاء های انتقال یافته به بستر اصلی ..... ۳۳
- شکل ۲ - ۵ - روش وزنی برای کنترل رطوبت گلدان‌ها ..... ۳۴
- شکل ۲ - ۶ - دانه‌بندی و پایان دوره رشد جوبهاره ..... ۳۵
- شکل ۲ - ۷ - رنگ‌آمیزی ریشه‌ها ..... ۳۷
- شکل ۲ - ۸ - اندازه‌گیری فسفر ..... ۳۸
- شکل ۲ - ۹ - اندازه‌گیری جرم مخصوص حقیقی (پیکنومتر) ..... ۳۹
- شکل ۲ - ۱۰ - دستگاه الک تر (روش یودر، ۱۹۳۶) ..... ۴۱
- شکل ۲ - ۱۱ - دستگاه ستون آب آویزان ..... ۴۲
- شکل ۲ - ۱۲ - دستگاه صفحه فشاری ..... ۴۲
- شکل ۲ - ۱۳ - اشباع نمونه‌های خاک با استفاده از محلول کلرید کلسیم ..... ۴۳
- شکل ۲ - ۱۴ - دستگاه اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع به روش بار ثابت ..... ۴۵
- شکل ۳ - ۱ - وزیکول‌های قارچ گلوموس/ایترا/ادیسز تشکیل شده در ریشه گیاه جوبهاره ..... ۵۱

- شکل ۳ - ۲ - اسپورهای قارچ گلوموس /تونیکاتوم تشکیل شده بر روی ریشه گیاه جوبهاره ..... ۵۱
- شکل ۳ - ۳ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر کلنیزاسیون ریشه در گیاه جوبهاره ..... ۵۲
- شکل ۳ - ۴ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها در خاک تحت کشت جوبهاره..... ۵۳
- شکل ۳ - ۵ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر جرم مخصوص ظاهری ( $D_b$ ) در خاک تحت کشت جوبهاره ..... ۵۴
- شکل ۳ - ۶ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر جرم مخصوص حقیقی ( $D_p$ ) در خاک تحت کشت جوبهاره..... ۵۵
- شکل ۳ - ۷ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر تخلخل کل خاک (f) در خاک تحت کشت جوبهاره ..... ۵۶
- شکل ۳ - ۸ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر رطوبت ظرفیت مزرعه (FC) در خاک تحت کشت جوبهاره ..... ۵۷
- شکل ۳ - ۹ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر رطوبت نقطه پژمردگی دائم (PWP) تحت کشت جوبهاره ..... ۵۸
- شکل ۳ - ۱۰ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر رطوبت قابل استفاده گیاه (AWC) در خاک تحت کشت جوبهاره. .... ۵۹
- شکل ۳ - ۱۱ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ( $K_s$ ) در خاک تحت کشت جوبهاره. .... ۶۱
- شکل ۳ - ۱۲ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر توزیع اندازه منافذ خاک در خاک تحت کشت جوبهاره..... ۶۲

- شکل ۳ - ۱۳ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر جذب فسفر در دانه، ساقه و ریشه گیاه  
جوبهاره.....۶۴
- شکل ۳ - ۱۴ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر جذب فسفر در اندام‌هوایی (دانه و ساقه) گیاه  
جوبهاره.....۶۵
- شکل ۳ - ۱۵ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر جذب پتاسیم در دانه، ساقه و ریشه گیاه  
جوبهاره.....۶۶
- شکل ۳ - ۱۶ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر جذب پتاسیم در اندام‌هوایی گیاه  
جوبهاره.....۶۷
- شکل ۳ - ۱۷ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر ارتفاع گیاه جوبهاره.....۶۹
- شکل ۳ - ۱۸ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر تعداد سنبله در گیاه جوبهاره.....۷۰
- شکل ۳ - ۱۹ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر تعداد دانه در گیاه جوبهاره.....۷۰
- شکل ۳ - ۲۰ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر وزن دانه در گیاه جوبهاره.....۷۲
- شکل ۳ - ۲۱ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر وزن هزار دانه در گیاه جوبهاره.....۷۳
- شکل ۳ - ۲۲ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر وزن خشک اندام‌هوایی (ساقه و دانه) گیاه  
جوبهاره.....۷۴
- شکل ۳ - ۲۳ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر وزن ریشه در گیاه جوبهاره.....۷۵
- شکل ۳ - ۲۴ - وزیکول‌های قارچ گلوموس اتونیکاتوم تشکیل شده در ریشه گیاه گوجه‌فرنگی.....۷۸
- شکل ۳ - ۲۵ - اسپورها و هیف‌های قارچ گلوموس ایترارادیسز تشکیل شده بر روی ریشه گوجه-  
فرنگی.....۷۸



- شکل ۳ - ۲۶ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر کلنیزاسیون ریشه گیاه گوجه‌فرنگی ..... ۷۹
- شکل ۳ - ۲۷ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها در خاک تحت کشت گوجه‌فرنگی ..... ۸۰
- شکل ۳ - ۲۸ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر جرم مخصوص ظاهری ( $D_b$ ) در خاک تحت کشت گوجه‌فرنگی ..... ۸۱
- شکل ۳ - ۲۹ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر جرم مخصوص حقیقی ( $D_p$ ) در خاک تحت کشت گوجه‌فرنگی ..... ۸۲
- شکل ۳ - ۳۰ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر رطوبت ظرفیت مزرعه (FC) در خاک تحت کشت گوجه‌فرنگی ..... ۸۳
- شکل ۳ - ۳۱ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر رطوبت نقطه پژمردگی دائم (PWP) در خاک تحت کشت گوجه‌فرنگی ..... ۸۴
- شکل ۳ - ۳۲ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر رطوبت قابل استفاده گیاه (AWC) تحت کشت گوجه‌فرنگی ..... ۸۵
- شکل ۳ - ۳۳ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر هدایت هیدرولیکی اشباع ( $K_s$ ) در خاک تحت کشت گوجه‌فرنگی ..... ۸۶
- شکل ۳ - ۳۴ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر توزیع اندازه منافذ خاک تحت کشت گوجه-فرنگی ..... ۸۷
- شکل ۳ - ۳۵ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر جذب فسفر در ریشه و اندام‌هوایی گیاه گوجه-فرنگی ..... ۸۹
- شکل ۳ - ۳۶ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر جذب پتاسیم در ریشه و اندام‌هوایی گیاه گوجه-فرنگی ..... ۹۰

شکل ۳ - ۳۷ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی ..... ۹۲

شکل ۳ - ۳۸ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر تعداد گل در گیاه گوجه‌فرنگی ..... ۹۳

شکل ۳ - ۳۹ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر وزن اندام‌هوایی گیاه گوجه‌فرنگی ..... ۹۴

شکل ۳ - ۴۰ - تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر وزن ریشه گیاه گوجه‌فرنگی ..... ۹۵

## فهرست جداول

- جدول ۱-۱ - طبقه‌بندی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار..... ۱۱
- جدول ۱-۲ - توصیه کودی برای کشت گندم و جو آبی بر اساس آزمون خاک..... ۳۱
- جدول ۲-۲ - توصیه کودی بر اساس آزمون خاک در زراعت گوجه‌فرنگی..... ۳۳
- جدول ۳-۱ - برخی خصوصیات خاک مورد مطالعه..... ۴۷
- جدول ۳-۲ - تجزیه واریانس (مقادیر F) خصوصیات فیزیکی، هیدرولیکی و بیولوژیکی اندازه‌گیری شده تحت کشت گیاه جوبهاره..... ۴۹
- جدول ۳-۳ - تجزیه واریانس (مقادیر F) خصوصیات شیمیایی اندازه‌گیری شده گیاه جوبهاره..... ۶۳
- جدول ۳-۴ - تجزیه واریانس (مقادیر F) پارامترهای عملکرد و اجزاء عملکرد اندازه‌گیری شده گیاه جوبهاره..... ۶۷
- جدول ۳-۵ - تجزیه واریانس (مقادیر F) خصوصیات فیزیکی، هیدرولیکی و بیولوژیکی اندازه‌گیری شده تحت کشت گیاه گوجه‌فرنگی..... ۷۶
- جدول ۳-۶ - تجزیه واریانس (مقادیر F) خصوصیات شیمیایی اندازه‌گیری شده در گوجه‌فرنگی..... ۸۷
- جدول ۳-۷ - تجزیه واریانس (مقادیر F) پارامترهای عملکرد و اجزاء عملکرد اندازه‌گیری شده گیاه گوجه‌فرنگی..... ۹۱

# فصل اول:

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته