



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

دانشکده‌ی کشاورزی

گروه علوم باغبانی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد رشته مهندسی کشاورزی

علوم باغبانی

بررسی اثرات تلفیقی قارچ میکوریز آربوسکولار (*Glomus intraradices*) و

اسیدجاسمونیک بر مقاومت به خشکی در دانهال‌های پسته رقم قزوینی

استاد راهنما:

دکتر محمدحسین شمشیری

استادان مشاور:

دکتر مجید اسماعیلی‌زاده

دکتر حمیدرضا کریمی

نگارنده :

اسماء عباسی کاشانی

اسفند ماه ۹۱



دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

دانشکده کشاورزی

گروه علوم باغبانی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد رشته‌ی

مهندسی کشاورزی - علوم باغبانی

بررسی اثرات تلفیقی قارچ میکوریز آریسکولار (*Glomus intraradices*) و

اسید جاسمونیک بر مقاومت به خشکی در دانه‌ال‌های پسته رقم قزوینی

اسماء عباسی کاشانی

در تاریخ ۹۱/۱۲/۱۳ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه خوب به تصویب نهایی رسید.

اسماء  
اسماء  
اسماء  
اسماء  
اسماء  
اسماء

- |                             |                         |                          |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| ۱- استاد راهنمای پایان‌نامه | دکتر محمدحسین شمشیری    | با مرتبه‌ی علمی استادیار |
| ۲- استاد مشاور پایان‌نامه   | دکتر مجید اسماعیلی زاده | با مرتبه‌ی علمی استادیار |
| ۳- استاد مشاور پایان‌نامه   | دکتر حمیدرضا کریمی      | با مرتبه‌ی علمی استادیار |
| ۴- استاد داور داخلی گروه    | دکتر سید حسین میردخقان  | با مرتبه‌ی علمی استادیار |
| ۵- استاد داور داخلی گروه    | دکتر محمودرضا رسانی     | با مرتبه‌ی علمی استادیار |
| ۶- نماینده‌ی تحصیلات تکمیلی | دکتر محبوبه سعیدی       | با مرتبه‌ی علمی استادیار |

تمامی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های  
حاصل از پژوهش موضوع این پایان‌نامه، متعلق به دانشگاه  
ولی‌عصر (عج) رفسنجان است.

## خدای عزیز من... ..

تو بهمانی که بهز تو خدای نیرست من بهمازم که بهز تو آدم خدای نیرست...  
\*تو بهمانی که بهز تو خدای نیرست من بهمازم که غرق کنایم، پس مرا دریاب که ترنما خدا لذتو بی...  
تو بهمانی که مرهم حردردی و من بهمازم که ترنما دردم تو بی من مرا دریاب که فقط تو یاب من اسر. دوا و ذکره شفاء...  
تو بهمانی که مهربانی و من بهمازم که مریح نگاه مهربان تو ام من مرا دریاب که ترنما تو بی رحمان لا الهیم...  
تو بهمانی که فریادس در ماندگانی و ملذذ که فریادم ترنما بغض در کورست پس مرا دریاب که فقط تغلیث استغیثین...  
تو بهمانی که آرامشی و من بهمازم که دریای د ام را بهز رود ارست پس مرا دریاب که ترنما تو بی قلب من انقلاب...  
تو بهمانی که عاشق مخلوق و من بهمان مخلوقم که مشتاق وصال خاتم لقمه پس دریاب این قطره جدا نهدیانی بی کمران را...  
مرح بهمازم که داوری شدم و تو بهمانی که تضوت کفی داوریم را پس مرا دریاب که ترنما تو بی وارق...

خداوند بر ما تو فوق تلاش در سگت، صبر در زومیدی، رفتن بی همراه، جادو بی سلاح، کار بی پاداش، خداکاری دوست، دین بی دنیا، مذهب بی  
عوام، عظمت بی نام، مشهد بی نان، ایمان بی هیول، کوفت بی بی حامی، مناعت بی غرور، عشق بی هوس، ترنما بی درازوه جمعیت و دورت  
داشتن بی آنکه دورت بدانند را عنایت فرما

## خدایا دریاب مرا... ..



## ریاس گزاری

در آغاز...

ریاس خداوند حکیم را که بالکاملت خود، آدمی را زور عقل آرست.

از استاد برجند جناب آقای دکتر شریعی به نقل از خبر به بند این ایشان در جرت انجام این پایان نامه از صمیم قلب نهایت قدردانی را ابراز می‌کنم.

جناب آقایان دکتر تبرکدما عینی زاده و دکتر کریمی که در روزانز جرت مشاوره این پایان نامه را تقبل فرمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

مراغب اتقان و آشکار خود را از دوران جریتم جناب آقایان که ترمیر مرد به کل تمرقا من جرت مطالعه و وقت نامعلومی ارائه نظرات ارزشمندشان اعلام می‌دارم.

روه علوم پزشکی که ترمیر مرد به کل تمرقا من جرت مطالعه و وقت نامعلومی ارائه نظرات ارزشمندشان اعلام می‌دارم.

از همه دوستان هم‌بازم که به نوبت وی در انجام این پژوهش‌ها یاری فرمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم. این عزیزان بر مبنای و شادکامی را خواهانم.

و در پایان...

دوستی لازم بذولعربان فرستگان زندگی، پدر و مادر عزیزم که هر دو در دهای خیرشان بدرقدها هم و چه ترمیر مرد به کل تمرقا من جرت مطالعه و وقت نامعلومی ارائه نظرات ارزشمندشان اعلام می‌دارم.

تقدیرم به...

حضرت دورکت آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شربتار، در نشان.  
آفرید کلماتی که مانند دینار و سکه نقره، عام را بر ما که و دو عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید،

و

حضرت و این عهده که در جنت کرم او همیشه ارتعاجت در نشان بیداریم بوده است،

و

بلاخره ما، در این ایام که این عشق که وجودم برایش هر رنج و دود و جوش براریم همه همرا،

و

پدر بزرگوارم، کباب بزرگ آتش یادرس است و هر که کرد اوقتی اس در پنا بر پیش باعت من کراید،

و

خدا احسان عزیز حاکم و کرامی امید بخش و جودش با ما بالترین پستیان ما است.



## چکیده

به منظور بررسی اثرات تلفیقی قارچ میکوریز آربوسکولار (*Glomus intratadices*) و اسیدجاسمونیک بر رشد دانه‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی، آزمایش گلخانه‌ای طراحی و میزان مقاومت گیاه و برخی از پارامترهای رویشی و فیزیولوژیکی آن مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل با سه فاکتور (میکوریز و بدون میکوریز، غلظت‌های ۰، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار اسیدجاسمونیک و دور آبیاری یک روز به عنوان شاهد، ۳، ۶ و ۱۰ روز در میان) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. بذور جوانه‌دار شده در مخلوط خاکی با نسبت ۱:۲ از خاک مزرعه و ماسه اتوکلاو شده در گلدان‌های ۵ کیلوگرمی کاشته شدند. به گلدان‌های میکوریزی حدود ۱۵۰ گرم از مایه تلقیح میکوریزی که شامل قطعات ریشه ذرت میکوریزی و خاک بود، اضافه شد. در مدت ۴ ماه رشد گیاهان، از آب مقطر برای آبیاری استفاده گردید و پس از انجام تست آلودگی، ۴ سطح تنش خشکی به مدت ۷۰ روز اعمال و گلدان‌ها به صورت وزنی تا حد ظرفیت زراعی آبیاری شدند. تیمار اسیدجاسمونیک به طور هم‌زمان با شروع تیمار خشکی، به صورت محلول پاشی برگی در ۳ نوبت و با فاصله هر ۳ هفته یکبار انجام شد. بر طبق نتایج، بیشترین میزان پارامترهای رویشی از قبیل تعداد و سطح برگ، ارتفاع و قطر ساقه، طول سیستم ریشه‌ای، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه در دانه‌های میکوریزی مشاهده شد و افزایش سطوح خشکی به طور قابل ملاحظه‌ای باعث کاهش این پارامترها گردید. کاربرد اسیدجاسمونیک منجر به کاهش سطح برگ و ارتفاع ساقه و افزایش درصد ریزش برگ و حجم سیستم ریشه‌ای شد. گیاهان میکوریزی کارایی مصرفی آب، محتوای نسبی آب برگ و پتانسیل فشار آوندهای چوبی ساقه بیشتری نسبت به گیاهان غیر میکوریزی نشان دادند. تنش خشکی منجر به افزایش کارایی مصرفی آب و کاهش پتانسیل فشار آوند چوبی ساقه گردید. اسیدجاسمونیک نیز پتانسیل فشار را کاهش داد. تنظیم‌کننده‌های اسمزی شامل پرولین، قندهای محلول، ترکیبات فنولی و اسیدهای آمینه آزاد در دانه‌های میکوریزی با افزایش سطوح خشکی میزان کمتری در مقایسه با غیر میکوریزی داشتند. مواد فنولی نیز تحت تأثیر اسیدجاسمونیک افزایش یافت. گیاهان میکوریزی دارای میزان کلروفیل  $a$ ،  $b$  و کل، نسبت  $F_v/F_m$  و شاخص عملکرد بیشتری بودند و با افزایش شدت خشکی از میزان این پارامترها کاسته شد. اسیدجاسمونیک نیز منجر به کاهش کلروفیل  $a$  برگ گردید. آلودگی میکوریزی ریشه دانه‌های پسته تحت تنش خشکی کاهش نشان داد. میکوریز باعث افزایش معنی‌داری در غلظت عناصر غذایی از جمله فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، روی و مس در برگ، ساقه و ریشه و همچنین منجر به کاهش منگنز ساقه و ریشه گردید. در پاسخ به افزایش سطوح خشکی میزان عناصر در دانه‌های تحت تنش کاهش یافت. کاربرد اسیدجاسمونیک باعث افزایش فسفر و کلسیم کل گیاه و پتاسیم، آهن، روی و مس ریشه گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که اثرات تلفیقی میکوریز و اسیدجاسمونیک منجر به افزایش رشد رویشی و بهبود جذب آب و عناصر غذایی و در نتیجه افزایش مقاومت دانه‌های پسته به تنش خشکی گردید.

**واژگان کلیدی:** اسیدجاسمونیک، پسته، تنش خشکی، میکوریز آربوسکولار

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه.....
۴	فصل دوم: مروری بر پژوهش‌های پیشین.....
۴	۱-۲- پسته.....
۴	۱-۱-۲- تاریخچه.....
۵	۲-۱-۲- ارزش اقتصادی.....
۶	۳-۱-۲- سطح زیر کشت و عملکرد.....
۶	۴-۱-۲- ارزش غذایی.....
۷	۵-۱-۲- گیاه شناسی پسته.....
۷	۱-۵-۱-۲- برگ و جوانه.....
۸	۲-۵-۱-۲- میوه.....
۸	۳-۵-۱-۲- گل.....
۹	۴-۵-۱-۲- ریشه و ساقه.....
۱۰	۶-۱-۲- گونه‌های پسته در ایران.....
۱۰	۷-۱-۲- پسته رقم قزوینی.....
۱۰	۱-۷-۱-۲- منشاء.....
۱۰	۲-۷-۱-۲- خصوصیات مورفولوژی.....
۱۰	۳-۷-۱-۲- خصوصیات فنولوژی.....
۱۱	۴-۷-۱-۲- خصوصیات کمی و کیفی محصول.....
۱۱	۵-۷-۱-۲- سایر خصوصیات.....
۱۱	۲-۲- تنش خشکی.....
۱۴	۳-۲- همزیستی میکوریز.....
۱۴	۱-۳-۲- تاریخچه.....
۱۵	۲-۳-۲- طبقه بندی میکوریز.....
۱۷	۳-۳-۲- گیاهان میزبان و شرایط آلودگی گیاه میزبان با قارچ.....
۱۹	۴-۳-۲- اثرات همزیستی میکوریز.....

- ۱۹.....جذب فسفر.....۱-۴-۳-۲
- ۲۲.....جذب سایر عناصر.....۲-۴-۳-۲
- ۲۴.....افزایش مقاومت گیاه در برابر خشکی.....۳-۴-۳-۲
- ۴۰.....افزایش مقاومت گیاه به عوامل بیماری‌زا.....۴-۴-۳-۲
- ۴۱.....افزایش مقاومت گیاه به شوری.....۵-۴-۳-۲
- ۴۴.....بررسی نقش میکوریز آربوسکولار بر گیاه پسته.....۵-۳-۲
- ۴۵.....اسیدجاسمونیک.....۴-۲
- ۴۵.....تاریخچه.....۱-۴-۲
- ۴۶.....محل تولید و مقدار جاسمونات‌ها در بافت‌های گیاهی.....۲-۴-۲
- ۴۶.....ساختار شیمیایی و بیوسنتز جاسمونات‌ها.....۳-۴-۲
- ۴۶.....اثرات جاسمونات‌ها در رشد گیاه.....۴-۴-۲
- ۴۸.....اثرات جاسمونات‌ها در مواجهه با تنش‌های غیر زنده (مثل خشکی، شوری و ...).۵-۴-۲
- ۴۸.....تنش خشکی.....۱-۵-۴-۲
- ۴۸.....اثر بر هدایت روزنه‌ای.....۱-۱-۵-۴-۲
- ۴۹.....اثر بر کاهش تنش اکسیداتیو.....۲-۱-۵-۴-۲
- ۵۰.....اثر بر رشد رویشی.....۳-۱-۵-۴-۲
- ۵۱.....تنش شوری.....۲-۵-۴-۲
- ۵۳.....تنش دمایی.....۳-۵-۴-۲
- ۵۳.....نقش جاسمونات‌ها در ایجاد مقاومت به تنش‌های زنده.....۶-۴-۲
- ۵۴.....اثرات تلفیقی قارچ میکوریز و اسیدجاسمونیک.....۵-۲
- ۵۵..... فصل سوم: مواد و روش‌های انجام پژوهش.....**
- ۵۵.....۱-۳- روش انجام پژوهش.....
- ۵۵.....۱-۱-۳- تهیه مایه تلقیح.....
- ۵۶.....۲-۱-۳- تهیه خاک و کشت پسته.....
- ۵۷.....۳-۱-۳- تیمارهای آزمایش.....
- ۵۷.....۱-۳-۱-۳- تیمار خشکی.....
- ۵۷.....۱-۳-۱-۳- تیمار اسیدجاسمونیک.....

۵۷	..... اندازه‌گیری پارامترها	۲-۳
۵۷	..... پارامترهای رویشی	۳-۲-۱
۵۷	..... تعداد برگ	۳-۲-۱-۱
۵۸	..... سطح برگ	۳-۲-۱-۲
۵۸	..... ارتفاع ساقه	۳-۲-۱-۳
۵۸	..... قطر ساقه	۳-۲-۱-۴
۵۸	..... طول سیستم ریشه‌ای	۳-۲-۱-۵
۵۸	..... حجم سیستم ریشه‌ای	۳-۲-۱-۶
۵۸	..... درصد ریزش برگ	۳-۲-۱-۷
۵۹	..... وزن خشک برگ، ساقه و ریشه	۳-۲-۱-۸
۵۹	..... پارامترهای اکوفیزیولوژیکی	۳-۲-۲
۵۹	..... پارامترهای فتوسنتزی	۳-۲-۱
۶۰	..... پارامترهای مربوط به روابط آبی گیاه	۳-۲-۲-۲
۶۰	..... شاخص‌های تنظیم‌کننده‌ی اسمزی	۳-۲-۳
۶۱	..... پرولین	۳-۲-۱
۶۱	..... قندهای محلول	۳-۲-۲
۶۲	..... اسیدهای آمینه آزاد	۳-۲-۳
۶۲	..... ترکیبات فنولی	۳-۲-۴
۶۲	..... عناصر غذایی	۳-۲-۴
۶۳	..... درصد آلودگی میکوریزی در ریشه‌ها	۳-۲-۵
۶۴	..... طرح آزمایشی و تجزیه و تحلیل آماری	۳-۳
۶۵	..... <b>فصل چهارم: نتایج و بحث</b>	
۶۵	..... پارامترهای رویشی	۴-۱-۱
۶۵	..... تعداد برگ	۴-۱-۱-۱
۶۷	..... سطح برگ	۴-۱-۲
۶۸	..... ارتفاع ساقه	۴-۱-۳
۶۹	..... قطر ساقه	۴-۱-۴
۷۰	..... طول سیستم ریشه‌ای	۴-۱-۵

- ۷۱ ..... ۶-۱-۴- حجم سیستم ریشه‌ای
- ۷۲ ..... ۷-۱-۴- درصد ریزش برگ
- ۷۳ ..... ۸-۱-۴- وزن خشک برگ
- ۷۴ ..... ۹-۱-۴- وزن خشک ساقه
- ۷۵ ..... ۱۰-۱-۴- وزن خشک ریشه
- ۸۶ ..... ۲-۴- پارامترهای مربوط به روابط آبی گیاه
- ۸۶ ..... ۱-۲-۴- کارایی مصرف آب (WUE)
- ۸۷ ..... ۲-۲-۴- محتوای نسبی آب برگ (RWC)
- ۸۸ ..... ۳-۲-۴- پتانسیل فشار آوندهای چوبی ساقه
- ۹۵ ..... ۳-۴- تنظیم‌کننده‌های اسمزی
- ۹۵ ..... ۱-۳-۴- پرولین
- ۹۶ ..... ۲-۳-۴- قندهای محلول
- ۹۷ ..... ۳-۳-۴- مواد فنولی
- ۹۸ ..... ۴-۳-۴- اسیدهای آمینه آزاد
- ۱۰۷ ..... ۴-۴- رنگیزه‌های گیاهی
- ۱۰۷ ..... ۱-۴-۴- کلروفیل a برگ
- ۱۰۸ ..... ۲-۴-۴- کلروفیل b برگ
- ۱۰۹ ..... ۳-۴-۴- کلروفیل کل
- ۱۱۰ ..... ۴-۴-۴- کارتنوئیدها
- ۱۱۴ ..... ۵-۴- نسبت  $F_v/F_m$
- ۱۱۷ ..... ۶-۴- شاخص عملکرد (PI)
- ۱۲۰ ..... ۷-۴- عناصر
- ۱۲۰ ..... ۱-۷-۴- فسفر برگ
- ۱۲۱ ..... ۲-۷-۴- فسفر ساقه
- ۱۲۲ ..... ۳-۷-۴- فسفر ریشه
- ۱۲۳ ..... ۴-۷-۴- پتاسیم برگ
- ۱۲۴ ..... ۵-۷-۴- پتاسیم ساقه
- ۱۲۵ ..... ۶-۷-۴- پتاسیم ریشه
- ۱۲۶ ..... ۷-۷-۴- کلسیم برگ

۱۲۸	..... ۴-۷-۸- کلسیم ساقه
۱۲۹	..... ۴-۷-۹- کلسیم ریشه
۱۳۰	..... ۴-۷-۱۰- منیزیم برگ، ساقه و ریشه
۱۳۱	..... ۴-۷-۱۱- آهن برگ
۱۳۲	..... ۴-۷-۱۲- آهن ساقه
۱۳۳	..... ۴-۷-۱۳- آهن ریشه
۱۳۵	..... ۴-۷-۱۴- روی برگ
۱۳۶	..... ۴-۷-۱۵- روی ساقه
۱۳۷	..... ۴-۷-۱۶- روی ریشه
۱۳۸	..... ۴-۷-۱۷- مس برگ
۱۳۹	..... ۴-۷-۱۸- مس ساقه
۱۴۰	..... ۴-۷-۱۹- مس ریشه
۱۴۱	..... ۴-۷-۲۰- منگنز برگ و ساقه
۱۴۲	..... ۴-۷-۲۱- منگنز ریشه
۱۵۲	..... ۴-۸- درصد آلودگی ریشه

۱۵۶..... فصل پنجم: نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادها

۱۵۶..... ۱-۵- نتیجه‌گیری کلی

۱۵۸..... ۲-۵- پیشنهادها

۱۵۹..... منابع مورد استفاده

چکیده انگلیسی

## فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۸	شکل ۱-۲- برگ گونه‌های مختلف در جنس پسته.....
۸	شکل ۲-۲- خوشه‌های پسته روی شاخه یکساله.....
۸	شکل ۳-۲- میوه پسته.....
۹	شکل ۴-۲- گل نر پسته.....
۹	شکل ۵-۲- گل ماده پسته.....
۱۵	شکل ۶-۲- رده‌بندی قارچ میکوریز.....
۱۵	شکل ۷-۲- طبقه‌بندی میکوریز.....
۳۲	شکل ۸-۲- مقایسه گسترش ریشه‌ای گیاهان میکوریزی و غیر میکوریزی.....
۴۷	شکل ۹-۲- مسیر اصلی بیوسنتز اسیدجاسمونیک در گیاهان.....
	شکل ۱-۴- اثر سطوح مختلف خشکی (الف) و میکوریز (ب) بر تعداد برگ دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند.....
۶۶	شکل ۲-۴- اثرات تلفیقی میکوریز، خشکی و اسیدجاسمونیک بر سطح برگ دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند.....
۶۷	شکل ۳-۴- اثرات تلفیقی میکوریز، خشکی و اسیدجاسمونیک بر ارتفاع ساقه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند.....
۶۸	شکل ۴-۴- اثر سطوح مختلف خشکی (الف) و میکوریز (ب) بر قطر ساقه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند.....
۶۹	شکل ۵-۴- اثر سطوح مختلف خشکی (الف) و میکوریز (ب) بر طول سیستم ریشه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند.....
۷۰	شکل ۶-۴- اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و اسید جاسمونیک بر حجم سیستم ریشه‌ای دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند.....
۷۱	شکل ۷-۴- اثر سطوح مختلف خشکی (الف)، اسیدجاسمونیک (ب) و میکوریز (ج) بر درصد ریزش برگ دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند.....
۷۲	شکل ۸-۴- اثر سطوح مختلف خشکی (الف) و میکوریز (ب) بر وزن خشک برگ دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند.....
۷۳	شکل ۹-۴- اثر میکوریز بر وزن خشک ساقه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند.....
۷۴	شکل ۱۰-۴- اثر میکوریز بر وزن خشک ساقه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند.....

شکل ۴-۱۰- اثر سطوح مختلف خشکی (الف) و میکوریز (ب) بر وزن خشک ریشه دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۷۵

شکل ۴-۱۱- اثر متقابل میکوریز آربوسکولار (*Glomus intraradices*) و سطوح مختلف خشکی بر رشد رویشی دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۷۶

شکل ۴-۱۲- اثر متقابل سطوح مختلف اسیدجاسمونیک و خشکی بر رشد رویشی دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۷۷

شکل ۴-۱۳- اثرات تلفیقی میکوریز، سطوح مختلف خشکی و اسیدجاسمونیک بر رشد رویشی دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۷۸

شکل ۴-۱۴- اثر متقابل خشکی و میکوریز بر کارایی مصرف آب دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۸۶

شکل ۴-۱۵- اثر میکوریز بر محتوای نسبی آب برگ دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۸۷

شکل ۴-۱۶- اثرات تلفیقی میکوریز، خشکی و اسیدجاسمونیک بر پتانسیل فشار آوندهای چوبی ساقه دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۸۸

شکل ۴-۱۷- اثر سطوح مختلف خشکی (الف) و میکوریز (ب) بر میزان پرولین برگ دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۹۵

شکل ۴-۱۸- اثر سطوح مختلف خشکی (الف) و میکوریز (ب) بر میزان قندهای محلول برگ دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۹۶

شکل ۴-۱۹- اثرات تلفیقی میکوریز، خشکی و اسیدجاسمونیک بر میزان ترکیبات فنولی برگ دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۹۷

شکل ۴-۲۰- اثر خشکی (الف) و میکوریز (ب) بر محتوای اسیدهای آمینه آزاد دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۹۸

شکل ۴-۲۱- اثر سطوح مختلف خشکی، اسیدجاسمونیک و میکوریز بر میزان کلروفیل a برگ دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۰۷

شکل ۴-۲۲- اثر میکوریز بر میزان کلروفیل b در برگ دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۰۸

شکل ۴-۲۳- اثر سطوح مختلف خشکی و میکوریز بر میزان کلروفیل کل دانه‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۰۹



شکل ۴-۲۴- اثر متقابل میکوریز و خشکی بر میزان کارتنوئیدهای برگ دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۱۰

شکل ۴-۲۵- اثر سطوح مختلف خشکی (الف) و میکوریز (ب) بر نسبت  $F_v/F_m$  دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۱۴

شکل ۴-۲۶- اثر سطوح مختلف خشکی (الف) و میکوریز (ب) بر میزان شاخص عملکرد در دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۱۷

شکل ۴-۲۷- اثرات متقابل میکوریز و اسیدجاسمونیک بر میزان فسفر برگ دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۲۰

شکل ۴-۲۸- اثر متقابل میکوریز و خشکی بر میزان فسفر ساقه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۲۱

شکل ۴-۲۹- اثرات متقابل میکوریز و اسیدجاسمونیک بر میزان فسفر ریشه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۲۲

شکل ۴-۳۰- اثر میکوریز بر میزان پتاسیم برگ دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۲۳

شکل ۴-۳۱- اثر متقابل میکوریز و خشکی بر میزان پتاسیم ساقه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۲۴

شکل ۴-۳۲- اثرات تلفیقی میکوریز، خشکی و اسیدجاسمونیک بر میزان پتاسیم ریشه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۲۵

شکل ۴-۳۳-الف- اثرات متقابل میکوریز و اسیدجاسمونیک بر میزان کلسیم برگ دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۲۶

شکل ۴-۳۳-ب- اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و اسیدجاسمونیک بر میزان کلسیم برگ دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۲۷

شکل ۴-۳۴- اثرات متقابل میکوریز و اسیدجاسمونیک بر میزان کلسیم ساقه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۲۸

شکل ۴-۳۵- اثرات تلفیقی میکوریز، خشکی و اسیدجاسمونیک بر میزان کلسیم ریشه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۲۹

شکل ۴-۳۶- اثر میکوریز بر میزان آهن برگ دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند. .... ۱۳۱

شکل ۴-۳۷- اثر میکوریز بر میزان آهن ساقه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند..... ۱۳۲

شکل ۴-۳۸- اثر متقابل میکوریز و خشکی بر میزان آهن ریشه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند..... ۱۳۳

شکل ۴-۳۹- اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و اسیدجاسمونیک بر میزان آهن ریشه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند..... ۱۳۴

شکل ۴-۴۰- اثر میکوریز بر میزان روی برگ دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند..... ۱۳۵

شکل ۴-۴۱- اثر متقابل میکوریز و خشکی بر میزان روی ساقه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند..... ۱۳۶

شکل ۴-۴۲- اثر تیمارهای میکوریز (الف)، اسیدجاسمونیک (ب) و خشکی (ج) بر میزان روی ریشه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند..... ۱۳۷

شکل ۴-۴۳- اثر میکوریز بر میزان عنصر مس برگ دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند..... ۱۳۸

شکل ۴-۴۴- اثر متقابل میکوریز و خشکی بر میزان مس ساقه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند..... ۱۳۹

شکل ۴-۴۵- اثر متقابل میکوریز و خشکی بر میزان مس ریشه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند..... ۱۴۰

شکل ۴-۴۶- اثر میکوریز بر میزان منگنز ساقه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند..... ۱۴۱

شکل ۴-۴۷- اثر سطوح مختلف خشکی (الف) و میکوریز (ب) بر میزان منگنز ریشه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند..... ۱۴۲

شکل ۴-۴۸- اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و میکوریز بر درصد آلودگی میکوریزی ریشه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند..... ۱۵۲

شکل ۴-۴۹- ریشه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند: (الف) ریشه گیاهان آلوده به میکوریز آربوسکولار (*Glomus intraradices*) و (ب) ریشه گیاهان بدون میکوریز..... ۱۵۴

شکل ۴-۵۰- ساختارهای وزیکول، آربوسکول و اسپور میکوریز آربوسکولار (*Glomus intraradices*) در ریشه دانهال‌های پسته رقم قزوینی که پس از ۳ ماه، به مدت ۷۰ روز تحت تنش خشکی قرار گرفتند..... ۱۵۵

## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲- مواد و عناصر موجود در ۱۰۰ گرم مغز پسته خام.....	۷
جدول ۲-۲- بررسی‌های انجام شده بر روی اثر میکوریز آربوسکولار بر جذب عناصر غذایی.....	۲۴
جدول ۱-۳- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در پژوهش.....	۵۶
جدول ۱-۴- نتایج تجزیه واریانس مربوط به پارامترهای رویشی دانه‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی.....	۸۴
ادامه جدول ۱-۴- نتایج تجزیه واریانس مربوط به پارامترهای رویشی دانه‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی.....	۸۵
جدول ۲-۴- نتایج تجزیه واریانس مربوط به روابط آبی دانه‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی.....	۹۴
جدول ۳-۴- نتایج تجزیه واریانس مربوط به تنظیم‌کننده‌های اسمزی دانه‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی.....	۱۰۶
جدول ۴-۴- نتایج تجزیه واریانس مربوط به رنگیزه‌های گیاهی دانه‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی.....	۱۱۳
جدول ۵-۴- نتایج تجزیه واریانس مربوط به شاخص عملکرد و کلروفیل فلورسانس دانه‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی.....	۱۱۹
جدول ۶-۴- نتایج تجزیه واریانس مربوط به عناصر غذایی برگ دانه‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی.....	۱۴۹
ادامه جدول ۶-۴- نتایج تجزیه واریانس مربوط به عناصر غذایی برگ دانه‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی.....	۱۴۹
جدول ۷-۴- نتایج تجزیه واریانس مربوط به عناصر غذایی ساقه دانه‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی.....	۱۵۰
ادامه جدول ۷-۴- نتایج تجزیه واریانس مربوط به عناصر غذایی ساقه دانه‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی.....	۱۵۰
جدول ۸-۴- نتایج تجزیه واریانس مربوط به عناصر غذایی ریشه دانه‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی.....	۱۵۱
ادامه جدول ۸-۴- نتایج تجزیه واریانس مربوط به عناصر غذایی ریشه دانه‌های پسته رقم قزوینی تحت تنش خشکی.....	۱۵۱
جدول ۹-۴- نتایج تجزیه واریانس مربوط به درصد آلودگی ریشه دانه‌های پسته تحت تنش خشکی.....	۱۵۳

## فصل اول

### مقدمه

خشکی یکی از عمده‌ترین مشکلات محدود کننده رشد و عملکرد گیاهی در مناطق خشک و نیمه خشک دنیاست، به خصوص در مناطقی که ۱/۳ خاک‌ها خشک و نیمه خشک هستند ( Wu and Zou, 2009). تنش خشکی به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن سلول‌ها و بافت‌ها در وضعیتی قرار گرفته‌اند که آماس آن‌ها کامل نیست و دامنه تغییرات آن از کاهش جزئی پتانسیل آب در اواسط روزهای داغ آفتابی تا پژمردگی دائم و خشکی، متغیر است و زمانی رخ می‌دهد که میزان تعرق بیشتر از مقدار جذب آب باشد، در این زمان کلیه فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان را تحت تأثیر قرار داده و ضعف گیاه، کاهش عملکرد، کاهش کیفیت محصول و بالاخره در تداوم تنش، مرگ گیاه را به دنبال دارد (علیزاده، ۱۳۸۷). با توجه به این که ایران روی کمربند خشکی جهانی واقع شده و میزان بارندگی در کشورمان به طور متوسط نزدیک به یک سوم متوسط جهانی است، لذا خشکی و خشکسالی از ویژگی‌های طبیعی و اقلیمی ایران است و با در نظر گرفتن خشکسالی‌های اخیر و با توجه به این که بیش از ۹۴٪ منابع آب کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، یکی از اساسی‌ترین نیازهای تحقیقاتی کشور مسائل مربوط به ایجاد راه کارهای مناسب برای کاهش مصرف آب می‌باشد و در صورتی که برنامه‌ای برای منابع آب بر اساس توسعه پایدار نداشته باشیم، در آینده کشور با معضلات عدیده‌ای مواجه خواهد شد (زین الدینی، ۱۳۸۶).