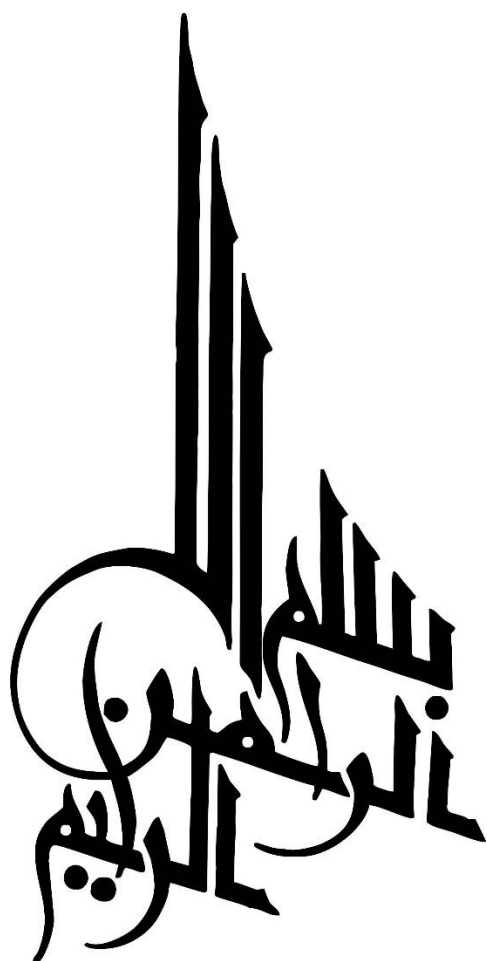






دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی زراعت

بررسی تأثیر تلقیح میکوریزا و ریزوبیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد

در سه رقم عدس در کشت دیم

نگارنده

علی اکبر پیاده کوهسار

استاد راهنما

دکتر احمد غلامی

استاد مشاور

دکتر حمید عباس دخت

اسفند ۱۳۹۵

دانشگاه شاهرود

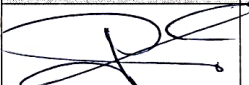
دانشکده کشاورزی

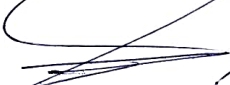
گروه : زراعت

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای علی اکبر پیاده کوهسار به شماره دانشجویی: ۹۳۰۴۶۶۴

تحت عنوان: بررسی تأثیر تلقیح میکوریزا و ریزوبیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد در سه رقم عدس در کشت دیم

در تاریخ ۱۳۹۵/۰۵/۰۱ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد زراعت مورد ارزیابی و با درجه بسیار خوب مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی : دکتر حمید عباس دخت		نام و نام خانوادگی : دکتر احمد غلامی

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی : دکتر منوچهر قلی پور		نام و نام خانوادگی : دکتر مهدی برادران فیروزآبادی
			نام و نام خانوادگی : دکتر محمد رضا عامریان

تقدیم به

پدرم به استواری کوه، مادرم به زلالی چشمه، همسرم به صمیمیت باران، دخترم به طراوت شبنم

هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بگو شتم قطره ای از دریای بی کران مهربانیتان را پاس نتوان گفتن.

امروز، هستی ام به امید شماست و فردا کلید بلوغ به شتم رضای شما

کران سنگ تر از این ارزان نداشتیم تا به خاک پایتان نثار کنیم، باشد که حاصل تلاشم نسیم گونه غبار محنتیتان را بزوداید.

بوسه بردستان پر مهرتان

شکر و قدردانی

پاس و ستایش مرخای راجل جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درخشان. آفریدگاری که خویش را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت یازماید.

بدینوسیله از استاد ارجمند و فریخته جناب آقای دکتر غلامی که بارها بهمانی های خویش بنده را در این پروژه همراهی کردند و بهمنطور جناب آقای دکتر عباس دخت که بعنوان مشاور پروژه از توصیه های ایشان بهره مند شدم، کمال شکر را دارم.

همچنین از تمامی اساتید که اقدر که در دوره کارشناسی ارشد از محضرشان کسب علم نموده و افتخار شاگردیشان را داشته‌ام صمیمانه شکر می‌کنم.

از مسئولین محترم آزمایشگاه زراعت و باغبانی که صمیمانه با اینجانب همکاری کرده و مراد انجام آزمایشات را بهمانی کردند، سپاسگزارم.

تعهد نامه

اینجانب دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته دانشکده دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی تأثیر تلقیح میکوریزا و ریزوبیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد در سه رقم عدس در کشت دیم

تحت راهنمایی دکتر احمد غلامی متعهد می شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده:

امروزه با توجه به مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و مشکلات ناشی از آن، کاربرد کودهای زیستی به جهت تأمین عناصر غذایی برای گیاه و همچنین از جنبه های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی مفید بوده و می تواند جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشد. گونه های مختلف قارچ میکوریزا و باکتری ریزوبیوم از جمله مهمترین ریزجانداران مفید جهت توسعه کشاورزی ارگانیک و پایدار می باشند.

به همین منظور طرحی جهت بررسی تأثیر همزیستی قارچ میکوریزا و باکتری ریزوبیوم بر رشد و عملکرد ارقام انتخابی عدس در شرایط دیم اجرا گردید. این آزمایش در مزرعه شخصی در بخش کالپوش از توابع شهرستان میامی، در سال ۱۳۹۴ به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. عوامل مورد تحقیق شامل ۳ رقم عدس (V) شامل: (رقم بیله سوار V₁، رقم کیمیا V₂ و زیست توده محلی کالپوش V₃) به عنوان فاکتور اصلی و فاکتورهای فرعی شامل: باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم (R) در دو سطح (عدم تلقیح R₀ و تلقیح با بذر R₁) و قارچ آرباسکولار میکوریزا گونه گلوموس موسه (M) در دو سطح (عدم تلقیح m₀ و تلقیح m₁) در نظر گرفته شد. نتایج این بررسی نشان داد تلقیح بذر با باکتری ریزوبیوم ارتفاع بوته، وزن خشک کل، شاخص برداشت، وزن خشک گره، پروتئین دانه، پرولین برگ و شاخص سطح برگ را به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش داد و لیکن کلروفیل کل و کلروفیل b را کاهش داد. اثر ریزوبیوم بر سایر صفات معنی دار نشد. تلقیح قارچ میکوریزا نیز بر ارتفاع بوته، وزن خشک برگ، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، وزن خشک کل، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، درصد همزیستی میکوریزی، کلروفیل کل برگ، کلروفیل a و سطح برگ معنی دار و مثبت بود ولی وزن تر و خشک گره و میزان پرولین برگ را به طور معنی داری نسبت به شاهد کاهش داد. تلقیح میکوریزا بر پروتئین دانه و تعداد گره های ریشه معنی دار نشد. همچنین تلقیح توأم قارچ میکوریزا و باکتری ریزوبیوم ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، تعداد و وزن خشک گره، کلروفیل a، b و کارتنوئید، میزان پرولین برگ و شاخص سطح برگ را نسبت به شاهد به طور معنی داری افزایش داد لیکن بر دیگر صفات اندازه گیری شده اثر معنی داری نداشت.

بر هم کنش قارچ و رقم نیز اختلاف معنی داری در صفات وزن خشک کل، تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت، تعداد گره، وزن تر و خشک گره، درصد همزیستی میکوریزی، کلروفیل و سایر رنگیزه های فتوسنتزی، پروتئین دانه و شاخص سطح برگ نسبت به شاهد نشان داد. همچنین اثرات متقابل باکتری و رقم نیز در صفاتی نظیر تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت، تعداد گره، وزن تر و خشک گره، کلروفیل کل، کلروفیل b و کارتنوئید، پرولین و شاخص سطح برگ اختلاف معنی داری نسبت به شاهد نشان داد. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد بین ارقام انتخابی رقم بیله سوار نسبت به رقم کیمیا و ژنوتیپ بومی از نظر عملکرد و اجزای عملکرد برتری دارد. همچنین ترکیب تیماری قارچ و رقم نیز به دلیل افزایش معنی دار در اغلب صفات زراعی و فیزیولوژیک گیاه و افزایش تحمل به خشکی در کشت دیم توصیه می گردد.

کلمات کلیدی: عدس، همزیستی میکوریزایی، تثبیت نیتروژن، ریزوبیوم، کلروفیل، پرولین

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول : مقدمه	۱
فصل دوم : بررسی منابع	
۱-۲- عدس	۶
۱-۱-۲- خصوصیات مورفولوژیکی	۶
۲-۱-۲- خصوصیات اکولوژیکی	۷
۳-۱-۲- ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی	۷
۴-۱-۲- شرایط آب و هوایی	۹
۵-۱-۲- کود و عناصر غذایی	۹
۲-۲- دیم کاری	۱۱
۱-۲-۲- تاریخ کاشت در دیم زارها	۱۱
۲-۲-۲- میزان بذرمصرفی یا تراکم گیاه در دیم زارها	۱۱
۳-۲- ارقام عدس	۱۱
۴-۲- معرفی ارقام انتخابی عدس	۱۲
۱-۴-۲- رقم بیلہ سوار	۱۲
۲-۴-۲- رقم کیمیا	۱۲
۳-۴-۲- زیست توده محلی کالپوش	۱۲
۵-۲- کودهای زیستی	۱۳
۱-۵-۲- نقش ریز جانداران در کاهش اثرات تنش خشکی	۱۳
۲-۵-۲- نقش ریز جانداران در بهبود خصوصیات ساختمانی خاک	۱۴

۱۵	 ۲-۵-۳- قارچ آرباسکولار میکوریزا
۱۵	 ۲-۵-۳-۱- مزایای تلقیح قارچ آرباسکولار میکوریزا
۱۶	 ۲-۵-۴- باکتری های محرک رشد گیاه
۱۷	 ۲-۵-۴-۱- مزایای تلقیح ریزوبیوم در بقولات
۱۸	 ۲-۵-۴-۲- عوامل محیطی و تثبیت نیتروژن توسط ریزوبیوم
۱۹	 ۲-۵-۵- اثر متقابل قارچ میکوریزا و باکتری ریزوبیوم بر رشد گیاهان

فصل سوم : مواد و روش ها

۲۲	 ۳-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش
۲۲	 ۳-۲- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش
۲۳	 ۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی
۲۵	 ۳-۴- عملیات اجرایی
۲۵	 ۳-۴-۱- آماده سازی زمین
۲۵	 ۳-۴-۲- کاشت
۲۵	 ۳-۴-۳- داشت
۲۶	 ۳-۴-۴- برداشت
۲۶	 ۳-۵- نمونه برداری جهت اندازه گیری صفات
۲۶	 ۳-۶- صفات زراعی و مورفولوژیک
۲۶	 ۳-۶-۱- ارتفاع بوته
۲۶	 ۳-۶-۲- وزن خشک برگ، ساقه و غلاف

۲۷	 ۳-۶-۳ وزن خشک کل
۲۷	 ۳-۶-۴ سطح برگ
۲۷	 ۳-۶-۵ عملکرد و اجزای عملکرد
۲۷	 ۳-۷-۷ برآورد شاخص های رشد
۲۸	 ۳-۷-۱ شاخص سطح برگ (LAI)
۲۸	 ۳-۷-۲ سرعت رشد گیاه (CGR)
۲۸	 ۳-۸-۸ صفات فیزیولوژیک
۲۸	 ۳-۸-۱ کلروفیل
۲۹	 ۳-۸-۲ اندازه گیری پروتئین خام بروش کج‌دال
۳۲	 ۳-۸-۳ اندازه گیری میزان پرولین آزاد برگ
۳۳	 ۳-۹-۹ درصد همزیستی میکوریزایی
۳۳	 ۳-۱۰-۱ تجزیه و تحلیل داده ها

فصل چهارم: نتایج و بحث

۳۶	 ۴-۱-۱ ارتفاع بوته
۳۷	 ۴-۲-۲ وزن خشک برگ
۳۸	 ۴-۳-۳ وزن خشک کل بوته
۳۹	 ۴-۴-۴ تعداد غلاف در بوته
۴۰	 ۴-۵-۵ وزن صد دانه
۴۱	 ۴-۶-۶ عملکرد دانه
۴۲	 ۴-۷-۷ عملکرد بیولوژیک
۴۴	 ۴-۸-۸ شاخص برداشت

۴۶	 ۹-۴- تعداد گره در بوته
۴۸	 ۱۰-۴- وزن تر و خشک گره
۵۳	 ۱۱-۴- درصد همزیستی میکوریزایی
۵۴	 ۱۲-۴- کلروفیل کل
۵۷	 ۱۳-۴- کلروفیل a، b و کارتنوئید
۶۰	 ۱۴-۴- پرولین در اندام هوایی
۶۳	 ۱۵-۴- شاخص سطح برگ
۶۶	 ۱۶-۴- پروتئین دانه
۶۷	 ۱۷-۴- سرعت رشد محصول
۶۹	 ۱۸-۴- نتیجه گیری
۷۰	 ۱۹-۴- پیشنهاد
۷۱	 پیوست
۸۱	 منابع

فهرست شکل ها

شکل	صفحه
شکل ۳-۱- نقشه کاشت طرح آزمایش مورد استفاده	۲۴
شکل ۴-۱- مقایسه میانگین ارتفاع بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری	۳۷
شکل ۴-۲- مقایسه میانگین وزن خشک کل بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ.....	۳۹
شکل ۴-۳- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری.....	۴۳
شکل ۴-۴- مقایسه میانگین شاخص برداشت تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ.....	۴۵
شکل ۴-۵- مقایسه میانگین شاخص برداشت تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح باکتری.....	۴۵
شکل ۴-۶- مقایسه میانگین تعداد گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح باکتری.....	۴۷
شکل ۴-۷- مقایسه میانگین تعداد گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ.....	۴۷
شکل ۴-۸- مقایسه میانگین تعداد گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری.....	۴۷
شکل ۴-۹- مقایسه میانگین وزن تر گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ.....	۵۰
شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین وزن تر گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح باکتری.....	۵۰
شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین وزن خشک گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ...	۵۱
شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین وزن خشک گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح باکتری	۵۱
شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین وزن خشک گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری	۵۲
شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین کلونیزاسیون ریشه تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ.....	۵۴
شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین میزان کلروفیل کل بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و رقم.....	۵۶
شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین میزان کلروفیل کل بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح باکتری و رقم	۵۶
شکل ۴-۱۷- مقایسه میانگین میزان کلروفیل a در برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و رقم	۵۹
شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین میزان کلروفیل a در برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری	۵۹

- شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین میزان کلروفیل b در برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری ۵۹
- شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین میزان پرولین برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح باکتری..... ۶۲
- شکل ۴-۲۱- مقایسه میانگین میزان پرولین برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری..... ۶۲
- شکل ۴-۲۲- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ..... ۶۵
- شکل ۴-۲۳- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح باکتری..... ۶۵
- شکل ۴-۲۴- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری..... ۶۵
- شکل ۴-۲۵- مقایسه میانگین پروتئین دانه تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ ۶۷
- شکل ۴-۲۶- مقایسه میانگین سرعت رشد محصول تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ..... ۶۸

فهرست جدول ها

جدول	صفحه
جدول ۱-۲- مجموع مواد غذایی مختلف در ۱۰۰ گرم عدس	۸
۱-۳- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش	۲۳
۲-۳- ترکیبات تیماری مورد استفاده در آزمایش	۲۴
جدول ۱-۴- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر تعداد غلاف در بوته ۹۰ روز پس از کاشت.....	۴۰
جدول ۲-۴- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر عملکرد دانه ۹۰ روز پس از کاشت.....	۴۲
جدول ۳-۴- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر عملکرد بیولوژیک ۹۰ روز پس از کاشت.....	۴۴
جدول ۴-۴- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر وزن ترگره ۶۰ روز پس از کاشت.....	۵۱
جدول ۵-۴- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر وزن خشک گره ۶۰ روز پس از کاشت.....	۵۲
جدول ۶-۴- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر کلونیزاسیون ریشه ۷۵ روز پس از کاشت.....	۵۴
جدول ۷-۴- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر کلروفیل کل برگ ۷۵ روز پس از کاشت	۵۷
جدول ۸-۴- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر کارتنوئیدهای برگ ۷۵ روز پس از کاشت.....	۶۰
جدول ۹-۴- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر پرولین برگ ۷۵ روز پس از کاشت	۶۳
جدول ۱۰-۴- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر شاخص سطح برگ ۷۵ روز پس از کاشت.....	۶۶
پیوست ۱- میانگین مربعات ارتفاع ساقه (سانتی متر)، وزن خشک برگ و وزن خشک کل (گرم در متر مربع) تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت	۷۶
پیوست ۲- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه (سانتی متر)، وزن خشک برگ و وزن خشک کل (گرم در متر مربع) تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت	۷۶
پیوست ۳- میانگین مربعات تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت	۷۷
پیوست ۴- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت	۷۷
پیوست ۵- میانگین مربعات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت	۷۸
پیوست ۶- مقایسه میانگین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت	۷۸

- پیوست ۷- میانگین مربعات تعداد گره ، وزن تر گره و وزن خشک گره تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و ۷۹ باکتری در ۶۰ روز پس از کاشت
- پیوست ۸- مقایسه میانگین تعداد گره، وزن تر گره و وزن خشک گره تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و ۷۹ باکتری در ۶۰ روز پس از کاشت
- پیوست ۹- میانگین مربعات درصد همزیستی میکوریزایی و کلروفیل کل برگ تحت تأثیر رقم، تلقیح ۸۰ قارچ و باکتری در ۷۵ روز پس از کاشت
- پیوست ۱۰- مقایسه میانگین درصد همزیستی میکوریزایی و کلروفیل برگ تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ ۸۰ و باکتری در ۷۵ روز پس از کاشت
- پیوست ۱۱- میانگین مربعات کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید برگ تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و ۸۱ باکتری در ۶۰ روز پس از کاشت
- پیوست ۱۲- مقایسه میانگین کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید برگ تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و ۸۱ باکتری در ۶۰ روز پس از کاشت
- پیوست ۱۳- میانگین مربعات میزان پرولین برگ و شاخص سطح برگ تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و ۸۲ باکتری در ۷۵ روز پس از کاشت
- پیوست ۱۴- مقایسه میانگین میزان پرولین برگ و شاخص سطح برگ تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و ۸۲ باکتری در ۷۵ روز پس از کاشت
- پیوست ۱۵- میانگین مربعات پروتئین دانه، سرعت رشد محصول (CGR) تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ ۸۳ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت
- پیوست ۱۶- مقایسه میانگین پروتئین دانه، سرعت رشد محصول (CGR) تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ ۸۳ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت

فصل اول

مقدمه

کاربرد کودهای زیستی در کشاورزی از قدمت بسیار زیادی برخوردار است و در گذشته نه چندان دور نقش بسزایی در تأمین مواد غذایی مصرفی انسان داشته است. لکن بهره برداری علمی از این جانداران سابقه چندانی ندارد (کوچکی و آستارائی، ۱۳۷۵).

امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی رویه کودهای شیمیایی بوجود آورده است، کاربرد کودهای زیستی بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. کاربرد این گونه کودها اثرات مثبتی بر کلیه خصوصیات خاک دارد. همچنین از جنبه های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی نیز مفید واقع شده و می تواند جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشد. در حال حاضر نگرش های جدیدی که در ارتباط با کشاورزی تحت عنوان کشاورزی پایدار، ارگانیک و زیستی مطرح می باشد، به بهره برداری از چنین منابعی استوار است (سیادت و مرادی تلاوت، ۱۳۸۹). کودهای زیستی علاوه بر مواد آلی حاصل از کودهای دامی، اضافات گیاهی، تولیدات حاصل از فعالیت ریز جانداران مرتبط با تثبیت نیتروژن یا فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی در خاک را نیز شامل می شود (کوچکی، ۱۳۷۵).

حبوبات بعنوان یکی از مهمترین منابع گیاهی غنی از پروتئین، پس از غلات دومین منبع مهم غذایی انسان به شمار می آیند (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). این گیاهان با تثبیت زیستی نیتروژن ضمن بهبود حاصلخیزی خاک، به صورت گیاه پوششی یا در تناوب با برخی گیاهان زراعی در جلوگیری از فرسایش خاک موثر بوده و نقش مهمی در پایداری نظام های کشاورزی ایفا می کنند. همچنین حبوبات گیاهانی کم توقع اند که برای کشت در نظام های زراعی کم نهاده مطلوب بوده و از نظر اکولوژیکی و زیست محیطی، در جلوگیری از فرسایش و آلودگی اراضی حائز اهمیت اند. (ان، اس، سوبارائو، ۱۹۸۵).

عدس با نام علمی (*Lens culinaris*) از جمله مهمترین حبوبات است که به طور گسترده در کانادا، هند، ترکیه، آمریکا و استرالیا تولید می شود. این ماده ارزشمند خواص تغذیه ای منحصر به فردی از لحاظ میزان پروتئین، نشاسته و برخی عناصر معدنی دارد. همچنین عدس، بیشتر در نواحی نیمه خشک بویژه شبه قاره هند و نواحی خشک خاور میانه کشت می گردد (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). از مهمترین

مسایل مرتبط با عدس تولید پایین و نوسان در عملکرد می باشد. لذا افزایش عملکرد حبوبات بخصوص عدس ضرورتی اجتناب ناپذیر است (کوچکی، بنایان اول، ۱۳۷۳).

بالا بودن مقدار پروتئین عدس و مقاومت آن به خشکی که امکان کشت دیم آن را فراهم می سازد، این گیاه را در ردیف گیاهان مهم زراعی قرار داده است. در ایران عدس غالباً (حدود ۹۳ درصد) به صورت دیم کشت می شود. لذا دستیابی به ارقام با عملکرد بالا و پایدار و همچنین سازگار با شرایط دیم کشور از اهمیت خاصی برخوردار است (صباغپور، ۱۳۸۵). از عمده دلایل پایین بودن عملکرد دانه عدس در واحد سطح می توان به پتانسیل عملکرد پایین ارقام بومی، دامنه سازگاری کم و عدم ثبات عملکرد اشاره نمود. لذا مقایسه ارقام از نظر صفات مرتبط با عملکرد دانه و تعیین ارقام پرمحصول و سازگار با شرایط مختلف اقلیمی روشی مناسب برای بهبود عملکرد عدس می باشد (اسکندری، ۱۳۸۴).

یکی از اصلی ترین ریز جانداران موجود در محیط ریشه گیاهان، قارچ های میکوریزی همزیست با ریشه هستند که این همزیستی را تحت عنوان میکوریز می نامند. این همزیستی مزایای زیادی برای گیاهان میزبان به همراه دارد. افزایش جذب آب و مواد غذایی و در نتیجه ی آن افزایش رشد گیاهان، افزایش مقاومت به انواع تنش ها، تولید هورمون های گیاهی و بهبود ساختمان خاک از جمله این مزایا به شمار می رود. به طور کلی فواید این نوع همزیستی می تواند زراعی باشد مانند افزایش رشد و عملکرد و یا اکولوژیک باشد مانند بهبود اکوسیستم (راپارینی و پیولاس، ۲۰۱۳).

در خاک های فقیر یا دارای کمبود آب، مواد غذایی بوسیله ی شبکه ی هیف ها جذب شده و موجب بهبود رشد گیاه می گردد. در نتیجه گیاهان میکوریزایی در مقایسه با گیاهان غیرمیکوریزایی اغلب دارای توان رقابتی بیشتر و تحمل بالاتر نسبت به تنش های محیطی می باشند (مورتون، ۱۹۹۸).

لگوم ها معمولاً ریشه های درشتی دارند و در جذب فسفر ناکارآمد هستند. قارچ های میکوریزا با لگوم ها همزیستی خوبی دارند و بعنوان یک رابط ضروری برای تأمین فسفر مورد نیاز گیاه به شمار می روند که موجب تقویت فعالیت آنزیم نیتروژناز می شود (کوچکی، ۱۳۶۸).

اثرات متقابل میان ریزوبیوم ها و قارچ های آرباسکولار نیز توجه زیادی را به خود جلب کرده است. دلیل آن هم نیاز نسبتاً بالای تثبیت نیتروژن به فسفر است. این دو نوع همزیستی معمولاً به صورت افزایشی با هم عمل می کنند، که منجر به افزایش محتوی فسفر و نیتروژن در مقایسه با اثر هر کدام به تنهایی می گردد (سیادت، ۱۳۸۹).

عدس با باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم تلقیح می شود که هر چه خاک سبک تر باشد، اثر تلقیح بذر با باکتری در عملکرد چشمگیرتر خواهد بود. طبق مطالعات موسسه تحقیقات حبوبات در استرالیا (MEAGRE) عدس قادر است حدود ۳۵ تا ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تثبیت کند. از آنجا که اطلاعات محدودی در رابطه با همزیستی باکتری ریزوبیوم با عدس و تثبیت نیتروژن در اقلیم های مختلف موجود است، لذا در نظر گرفتن ارتباط همزیستی گیاه عدس با ریزوبیوم به منظور جستجوی ژنوتیپ هایی از عدس که نه تنها با تغییرات فصلی هوای محیط بلکه با شرایط متفاوت خاک به خوبی سازگار شده باشند، اهمیت بسیاری دارد (کوچکی، بنایان اول، ۱۳۶۸).

در این تحقیق به بررسی نقش قارچ میکوریزا و باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم بعنوان کود زیستی، بر عملکرد و اجزای عملکرد و برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک در ارقام انتخاب شده عدس تحت شرایط دیم پرداخته شده است.

اهداف این پژوهش شامل موارد زیر است:

- ۱- بررسی تأثیر قارچ میکوریزا بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ارقام انتخابی عدس در کشت دیم.
- ۲- بررسی تأثیر باکتری ریزوبیوم بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ارقام انتخابی عدس در کشت دیم.
- ۳ - بررسی اثرات متقابل قارچ میکوریزا و باکتری ریزوبیوم، بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ارقام انتخابی عدس در شرایط دیم.
- ۴ - مقایسه عملکرد و اجزای آن در ارقام مختلف عدس، از نظر سازگاری با شرایط اقلیمی منطقه.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- عدس

۲-۱-۱- خصوصیات مورفولوژیکی

عدس با نام علمی (*Lens culinaris*) یک لگوم خوراکی خودگشن دیپلوئید ($2n=14$) است. عدس گیاهی است علفی، یکساله با ساقه های کوتاه، تا حدی منشعب و به رنگ سبز روشن، ارتفاع آن بین ۱۵ تا ۷۵ سانتی متر متغیر است. اکثر تیپ های گیاه ارتفاعی بین ۲۵ تا ۴۰ سانتی متر دارند. بسته به ژنوتیپ گیاه و تا حدی محیط رویش آن، گیاه بصورت بوته ای کوتاه، نیمه ایستاده یا ایستاده رشد می کند. در شرایط محیطی مطلوب، عدس سریع رشد کرده و چرخه زندگی خود را طی ۳ الی ۴ ماه کامل می کند. ساقه گیاه نازک، علفی و ضعیف است و با رشد گیاه، بخش پائینی ساقه چوبی می شود. ارتفاع گیاه نیز به شدت تحت تأثیر محیط است (وب و هوتین، ۱۹۹۷). برگ های عدس مرکب، متقابل و دارای یک تا هشت جفت برگچه هستند. دمبرگها کوتاه بوده و طول اتصال برگچه ها بین یک تا چهار و نیم سانتی متر متغیر است. برگچه ها متقابل یا متناوب هستند و طولشان بین ۷ تا ۲۵ میلی متر و عرضشان ۲ تا ۷ میلی متر می باشد (همان، ۱۹۹۷). تعداد برگچه ها بسته به ژنوتیپ فرق کرده و در داخل هر ژنوتیپ نیز محل گره ها متفاوت است. گلها بر روی محور فرعی گل آذین، با دمگلی باریک به طول ۲ تا ۵/۵ سانتی متر ظاهر می شوند. معمولاً هر دمگل از یک تا ۴ گل را در بر می گیرد. گلها کوچک و درفش در آنها سفید است. غلاف حاوی یک تا دو بذر است. بر روی هر محور گل آذین تعداد یک تا چهار و گاهی شش غلاف مشاهده می شود. بذرهای عدس به شکل عدسی های چشمی هستند. رنگ آنها متغیر و اغلب قهوه ای تیره است. سطح بذر معمولاً صاف است ولی در ارقام پر محصول ممکن است بذرها چروکیده باشد. تعداد بذرهای هر گیاه وابستگی نزدیکی با تعداد غلاف در گیاه دارد. لیکن تعداد بذر در داخل غلاف و وزن ۱۰۰ دانه آن کمتر تحت تأثیر محیط قرار می گیرد (سزاک، ۱۹۷۲).

۲-۱-۲- خصوصیات اکولوژیکی

عدس به حرارت و سرمای زیاد حساس می باشد. لذا در عرض های جغرافیایی بالا در کشورهای دارای آب و هوای معتدل مثل ایران و ترکیه، آن را در بهار می کارند (کوچکی، ۱۳۶۸). در عرض های جغرافیایی پایین تر از منطقه مدیترانه عدس به خوبی خود را با فصل های سرد زمستان سازش داده است. بذر عدس در محدوده وسیعی از حرارت چه در نور و چه در تاریکی قادر به جوانه زنی می باشد. فرم رویش و جوانه زنی گیاه درون زمینی است. معمولاً بهار در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد ظرف ۷ روز سبز می شود و زمستان در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد این مدت به ۲۰ تا ۳۰ روز افزایش می یابد. کشت این گیاه در خاک هایی که رطوبت ذخیره شده، صورت می گیرد و چنانچه آب در دسترس باشد، یک الی دو بار آبیاری تکمیلی می شود. عدس بهترین سازگاری را با مناطق معتدل دارد (کوچکی، ۱۳۶۸).

۲-۱-۳- ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی

عدس منبع غنی پروتئین و ویتامین های گروه B می باشد و فقط یک اسیدآمین کم دارد و نام آن، متیونین است. عدس یکی از حبوباتی است که طبیعت آن معتدل ولی خشک است و پوست آن گرم و مغزش سرد می باشد. عدس دارای مواد مغذی، الیاف گیاهی، کربوهیدرات و اسیدفولیک است. عدس کم کالری و کم چربی بوده و کلسترول ندارد. الیاف گیاهی عدس به شکل محلول است که همانند یک برس برای دستگاه گوارش عمل می کند و باعث تمیز شدن دستگاه گوارش می شود. این نوع الیاف گیاهی موجب کاهش قند و کلسترول خون شده و به کاهش انسولین مصرفی در بیماران مبتلا به مرض قند می انجامد. دانه عدس دارای ویتامین های آ، ب، ث، B₁، B₂، B₆ و عناصری چون آهن و کلسیم و از همه بیشتر فسفر می باشد و از آلومین، هیدرات کربن، چربی، آب، سلولز، پتاسیم، منیزیم، ترکیب پروتئین، تریپتوفان، ترئونین، ایزولوسین، لوسین، لیزین، سیستین، فنیل آلانین، تیروزین و والین برخوردار است (کوچکی، ۱۳۶۸).

مجموع مواد غذایی مختلف در عدس در جدول ۲-۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱-۲- مجموع مواد غذایی مختلف در ۱۰۰ گرم عدس، (کوچکی، بنایان اول. ۱۳۶۸)

ترکیبات	مقدار	واحد
	۳۴۰	کالری
انرژی	۲۳/۷	درصد
پروتئین	۱/۳	درصد
چربی	۶۰	گرم
مواد نشاسته ای	۲/۲	درصد
خاکستر	۳/۲	درصد
فیبر	۶۸	میلی گرم
کلسیم	۳۵	میلی گرم
فسفر	۷	میلی گرم
آهن	۸۴	میلی گرم
سدیم	۷۸۰	میلی گرم
پتاسیم	۴	میلی گرم
ویتامین C	۰/۳	میلی گرم
ویتامین B ₂	۲	میلی گرم
نیاسین	۰/۴۶	میلی گرم
تیامین		

۲-۱-۴- شرایط آب و هوایی

این گیاه به خشکی در مقایسه با ماندابی مقاوم تر است. عدس سازگاری زیادی به انواع خاک‌ها نشان می‌دهد. در هندوستان محصول عدس را از خاک‌های رسی سنگین تا شن لومی کشت می‌کنند. عدس در خاک‌های با حاصلخیزی متوسط تا کم نیز واکنش خوبی نشان می‌دهد. در خاک‌های حاصلخیز با رطوبت زیاد، مثل تپه‌های هیمالیا، گیاه رشد رویشی بیش از اندازه و نامطلوب می‌کند. در منطقه مدیترانه‌ای غرب آسیا و شمال آفریقا گیاه را در خاک‌های با شیب، بافت، عمق و درجه سنگلاخی بودن متغیر می‌کارند. با کاهش بارندگی فصلی، اثر عمق خاک بر افزایش محصول عدس، معنی‌دار می‌شود. عدس را در خاک‌هایی با PH حدود ۵/۵ تا ۹ می‌توان کشت نمود. بسیاری از ژنوتیپ‌های عدس به شوری خاک حساس هستند. در شرایط آب و هوایی ایران امکان کشت گیاه عدس به هر دو صورت دیم و آبی وجود دارد و با توجه به تنوع ارقام این گیاه در آسیا و نیز در ایران، امکان انتخاب برای بهبود عملکرد و سایر صفات زراعی وجود دارد (رافضی، ۱۳۷۵).

این گیاه جزء گیاهان روز بلند است که به طول روشنایی ۱۴ ساعت یا بیشتر احتیاج دارد. وارپته‌های بی تفاوت (روز خنثی) نیز در بین آنها دیده می‌شود. عدس‌هایی که در شرایط روز کوتاهی کشت می‌شوند، رشد رویشی بیشتری خواهند داشت. نوسانات در طول روشنایی، درجه حرارت روز و شب می‌تواند روی فنولوژی و ساختمان گیاه، گلدهی، تشکیل غلاف و میزان محصول اثر بگذارد. عدس گیاه مخصوص مناطق معتدله سرد تا نواحی خشک و گرم است. در ارتفاعات و مناطق گرم تا ۲۰۰۰ متری از سطح دریا کشت می‌شود (محمودی، ۱۳۸۳).

۲-۱-۵- کود و عناصر غذایی

برای برداشت حدود ۲ تن محصول عدس در هکتار، نیاز به ۱۰۰ کیلو گرم نیتروژن، ۲۸ کیلو گرم P_2O_5 و ۷۸ کیلو گرم K_2O می‌باشد. مطالعات نشان داده است که در شرایط مطلوب همزیستی باکتری با گیاه، حدود ۸۵ درصد نیاز به نیتروژن برطرف می‌شود. لذا اضافه کردن نیتروژن به خاک در این

شرایط تأثیری بر افزایش عملکرد نخواهد داشت. البته در خاک های شنی که دارای مقدار کمی ماده آلی باشند، افزایش ۱۵ الی ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش عملکرد خواهد شد. در هر هکتار افزودن حدود ۱۵ الی ۲۰ تن کود حیوانی به کشت قبلی، اثرات مطلوبی بر عملکرد عدس بعنوان کشت دوم خواهد داشت (کوچکی، ۱۳۶۸).

با توجه به میزان فسفر موجود در خاک، حدود ۱۰ الی ۴۰ کیلوگرم فسفر در هکتار باید مصرف کرد. با توجه به مطالعاتی که در جنوب سوریه انجام شده است، در سال های کم باران واکنش به فسفر بیشتر بوده است، بطوریکه بین واکنش عدس به فسفر و میزان بارندگی یک رابطه خطی معکوس وجود دارد که این اثر فسفر در افزایش محصول می تواند به دلایل زیر باشد:

۱- رشد ریشه هایی که قادر به نفوذ به عمق بوده و می توانند از اعماق زمین آب جذب کنند.

۲- نقش احتمالی فسفر در کاهش نسبت تعرق.

۳- عدم تماس مستقیم فسفر با بذر در اثر کمبود رطوبت و در نتیجه سبز شدن یکنواخت بذور

طبق مطالعات انجام شده، با افزودن ۲۲ کیلوگرم پتاس در هکتار در خاک های لوم - شنی عملکرد بطور معنی داری افزایش می یابد (مرادی تلاوت، ۱۳۸۹). در مناطقی که کود فسفره به صورت سوپر فسفات اضافه شود، نیازی به افزودن گوگرد نیست اما اگر به صورت سوپر فسفات تریپل یا پلی فسفات باشد، مصرف گوگرد در افزایش عملکرد موثر خواهد بود.

عدس حساسیت زیادی به کمبود روی نشان می دهد، لذا با مشاهده اولین علائم کمبود بایستی ۱۰ تا ۱۵ کیلوگرم سولفات روی در خاک یا ۵ کیلوگرم به شکل محلول پاشی در شاخ و برگ استفاده کرد. همچنین مولیبدن اثر مثبتی بر عملکرد عدس نشان داده است (کوچکی، بنایان اول، ۱۳۶۸).

۲-۲-دیم کاری

بخش عمده ای از عدس به صورت دیم کشت شده یا وابسته به آب ذخیره شده در خاک است، لذا توزیع و فراوانی بارندگی، شاخص اصلی تعیین کننده عملکرد می باشد. عدس بدلیل نیاز اندک به آب، در اکثر دیمزارها همراه نخود، به جای آیش در تناوب با غلات قرار می گیرد (پیغمبری، ۱۳۶۷).

۲-۲-۱- تاریخ کاشت در دیم زارها

مسأله مهم در زراعت دیم، زمان صحیح کاشت بذر می باشد زیرا زمان کاشت در عملکرد محصول تأثیر مستقیم دارد. بدین جهت کاشت بموقع و در اولین فرصت ممکن در فصل پاییز مهم ترین مسأله در دیم کاری است. در زمان کاشت اگر خاک خشک باشد، کشت بذر ممکن است خطرناک باشد چون احتمال دارد اولین بارندگی جهت جوانه زدن کافی بوده ولی برای سبز شدن و ادامه رشد گیاه کافی نباشد (پیغمبری، ۱۳۶۷).

۲-۲-۲- میزان بذر مصرفی یا تراکم گیاه در دیم زارها

در زراعت دیم مقدار بذر در هکتار کمتر از زراعت آبی است و تعداد گیاهان لازم در واحد سطح جهت حداکثر تولید، به نوع گیاه و محیط آن بستگی دارد. در صورتی که تعداد خیلی کم باشد، از توان تولید بالقوه کاملاً استفاده نشده و در صورتی که خیلی زیاد باشد، به علت رقابت بیش از حد گیاهان برای رطوبت، راندمان محصول کاهش می یابد و حداکثر بهره برداری از عوامل لازم برای رشد گیاه وقتی حاصل می شود که جمعیت گیاهی حداکثر فشار را بر عوامل تولید وارد کند (حافظ خان، ۲۰۱۰).

۲-۳- ارقام عدس

یکی از مهمترین اهداف اصلاح نبات افزایش عملکرد محصول تحت شرایط مختلف محیطی و معرفی ژنوتیپ هایی با عملکرد پایدار و قابل اعتماد است. بررسی عملکرد و اجزای آن و شناسایی ارقام

جدید عدس که دارای عملکرد بیشتر، پایداری و با سازگاری وسیع تر باشند، از اهمیت اساسی برخوردار است. استفاده از روش های ارزیابی متقابل ژنوتیپ (G) و محیط (E)، در انتخاب بهترین و سازگارترین ژنوتیپ ها به متخصصین اصلاح نباتات کمک می کند (رائو و پراب هاکاران، ۲۰۰۰).

تهیه ارقام متحمل به خشکی طی دو مرحله را انجام می شود: مرحله اول شامل اعمال شدت انتخاب زیاد بر اساس عملکرد دانه ارقام در شرایط تنش آبی و مرحله دوم غربال کردن ارقام باقی مانده بر اساس صفات مورفو- فیزیولوژیک مرتبط با عملکرد و موثر در تحمل به خشکی (فیشر و مورو، ۱۹۷۸). نیازمندی های اکولوژیکی و شرایط آب و هوایی نه تنها در بین گونه ها بلکه در بین ارقام نیز متفاوت است. با وجود اینکه ممکن است رقمی از نظر ژنتیکی ظرفیت عملکرد بالا داشته باشد ولی هنگام قرار گرفتن گیاه در شرایط نامساعد این پتانسیل بالا مشاهده نشود (کافی و همکاران، ۱۳۷۹). بنابراین لازم است واکنش لاین های مختلف عدس نسبت به شرایط مختلف محیطی سنجیده شود.

۲-۴- معرفی ارقام انتخابی عدس

۲-۴-۱- رقم بیله سوار (لاین *ILL6037*): از تلاقی دو لاین *ILL4349* و *ILL4605* در یکاردا حاصل شده و در سال ۱۳۷۴ مورد ارزیابی و انتخاب قرار گرفته است. دانه درشتی، تحمل به بیماری فوزاریوم، بالا بودن و پایداری عملکرد، از صفات بارز این رقم است. میانگین وزن ۱۰۰ دانه، ۶/۰۷ گرم و مستعد کشت در مناطق معتدل سرد می باشد (سایت مؤسسه تحقیقات دیم کشور).

۲-۴-۲- رقم کیمیا (لاین *FLIP92-12L*): از تلاقی دو لاین *ILL5582* با مبدأ اردن و *ILL707* با مبدأ تونس در یکاردا بدست آمده است. وزن ۱۰۰ دانه ۴/۹۲ گرم و مناسب کشت دیم در مناطق معتدل سرد می باشد (صباغ پور و همکاران، ۱۳۹۲).

تحقیقات نشان داد، ژنوتیپ *FLIP92-12L* (رقم کیمیا) دارای بالاترین عملکرد و بیشترین پایداری نسبت به سایر ژنوتیپ های انتخابی (۱۰ ژنوتیپ دیگر) بوده است (صباغ پور، ۱۳۸۳).

همچنین طی تحقیقی مشخص شد، ارقام اصلاح شده عدس (کیمیا و گچساران) کمبود آب را بیشتر تحمل می کنند و عملکرد قابل قبولی در این شرایط دارند (بیرانوند و همکاران ۱۳۹۱). بررسی اثر تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام عدس در شرایط دیم استان کرمانشاه، نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در هکتار را رقم کیمیا با مقدار $1006/77$ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه در هکتار را رقم محلی با مقدار $690/53$ کیلوگرم در هکتار داشتند (کریمی و صباغ پور، ۱۳۹۲).

۳-۴-۲- زیست توده محلی کالپوش: وزن صد دانه $4/75$ ، حساس به بیماری فوزاریوم، مناسب کشت دیم در مناطق معتدل سرد می باشد (سادات حسینی و همکاران، ۱۳۹۰).

۲-۵- کودهای زیستی

کاربرد کودهای زیستی از جمله راهکارهای بهبود تأمین عناصر غذایی در کشاورزی پایدار می باشد. باکتری ریزوبیوم که بر روی ریشه بقولات به صورت همزیست زندگی می کند، نیتروژن هوا را تثبیت نموده و در اختیار گیاه میزبان قرار می دهد. بهبود مقدار تثبیت نیتروژن توسط ریزوبیوم ها، می تواند با روش های مختلفی از جمله انتخاب سویه های مناسب هر رقم، سویه های متناسب با شرایط خاص و توجه به اثرات متقابل ریزوبیوم با دیگر ریز جانداران خاک انجام شود (بک و همکاران، ۱۹۹۳).

بین ریز جانداران مختلف خاک و باکتری ریزوبیوم اثرات متقابل مثبت و منفی وجود دارد که می تواند بر فعالیت این باکتری اثر بگذارد که از جمله آنها ریز جانداران حل کننده فسفات (PSM^1) و قارچ های میکوریزا (AMF^2) هستند (تورو و همکاران، ۱۹۹۸).

۲-۵-۱- نقش ریز جانداران در کاهش اثرات تنش خشکی

معمولاً در شرایط تنش مجموعه ای از چند مکانیسم توسط یک یا چند گروه از ریز جانداران فعال شده و با تحت تأثیر قراردادن جنبه های مختلف گیاه، مقاومت گیاه در مقابل تنش و یا میزان

¹. Phosphate Solubilization Microorganism

². Arbuskular mycorrhizal fungi

تحمل آن را افزایش می دهند. کاهش اثرات تنش باعث بهبود رشد گیاه، افزایش عملکرد و در نهایت افزایش کارایی مصرف آب می گردد. گروهی از ریزجانداران نیز از طریق ترشح ترکیبات هورمونی باعث توسعه سیستم ریشه ای گیاه و افزایش جذب آب و عناصر غذایی می شوند (سیادت، ۱۳۸۹).

اثرات مولکولی ریزجانداران در کاهش خسارات ناشی از تنش به دو صورت زیر ظاهر می شود:

الف- بیان بیشتر بعضی ژن های مفید در گیاه، در اثر حضور ریزجانداران

ب- بیان ژن های مشابه در ریزجانداران به میزان بیشتر در شرایط تنش

ریزجانداران با ایجاد تغییرات در مورفولوژی و ساختار ریشه، اثرات قابل توجهی بر جذب آب و عناصر غذایی دارند. برخی از ریزجانداران با تولید ترکیبات هورمونی مانند اکسین باعث افزایش رشد طولی، سطح ویژه و وزن ریشه و افزایش تعداد ریشه های موئین و انشعابات ریشه ای و در نهایت بهبود جذب آب و عناصر غذایی می شوند (مرادی تلاوت، ۱۳۸۹).

۲-۵-۲- نقش ریزجانداران در بهبود خصوصیات ساختمانی خاک

موجودات زنده خاک، از راه های متعددی باعث بهبود خصوصیات ساختمانی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می شوند. قارچ ها و سیانوباکتر به واسطه تولید حجم قابل توجهی از ترشحات برون سلولی و همچنین اندام رشته ای در خاک، باعث افزایش پایداری خاکدانه ها می شوند. گزارش شده که گونه هایی از ازتوباکتر می توانند در شرایط تنش مقدار قابل توجهی پلی بتا هیدروکسی بوتیرات تولید کنند. این مولکول زیستی نقش عمده ای در افزایش توان گیاهان جهت مقابله با شرایط نامناسب ایفا می کند و همچنین در حفظ و نگهداری مولکولهای آب در نزدیکی ریزوسفر بسیار موثر است. بیوماس میکروبی اضافی این باکتری ها نیز در کنار باکتری های بومی کمک می کند تا اثرات نامطلوب تنش خشکی خاک در فاصله نزدیک به ریشه کاهش یابد (آستارائی و کوچکی، ۱۳۷۵).

۲-۵-۳- قارچ آرباسکولار میکوریزا

رابطه همزیستی بین قارچ های آرباسکولار میکوریزا (AM) و ریشه گیاهان در طبیعت، گسترده است. همزیستی ریشه گیاهان با قارچ های میکوریزا از سابقه دارترین و رایج ترین روابط همزیستی است که در اکثر اکوسیستم ها وجود داشته و حدود ۹۵ درصد گونه های گیاهان آوندی، حداقل یکی از تیپ های میکوریزا را دارا هستند (اردکانی و همکاران، ۱۳۷۹).

عملکرد سودمند قارچ میکوریزا روی سازگاری گیاه، تحمل تنش های محیطی، گردش مواد و کیفیت خاک، از طریق همزیستی میکوریزی تأیید شده است. این قارچ ها با افزایش میزان جذب عناصر بخصوص فسفر، باعث افزایش غلظت این عناصر در گیاهان و در نتیجه تنظیم اسمزی و جذب آب در شرایط تنش خشکی می شوند. همچنین همزیستی میکوریزی از طریق تولید آنزیم های مهار کننده ROS های فعال، نقش موثری در مقابله با تنش اکسیداتیو در گیاهان دارد (دبلو و همکاران، ۲۰۱۰).

همزیستی میکوریزی علاوه بر بهبود تغذیه گیاه، فواید دیگری نیز برای میزبان خود دارد که عبارتند از: کاهش اثرات تنش خشکی در گیاه، کاهش اثرات بیماری در گیاه، کاهش اثرات تنش شوری در گیاه، کاهش غلظت عناصر سنگین در گیاه و کاهش اثرات فشردگی خاک در گیاه (سیادت، ۱۳۸۹).

۲-۵-۳-۱- مزایای تلقیح قارچ آرباسکولار میکوریزا

هیف قارچ میکوریزی، وسیله کارآمدی برای جذب و انتقال آب و مواد غذایی در خاک می باشد و باعث بهره برداری بیشتر و بهتر از مخازن آب و عناصر در خاک هایی است که در آن فقط هیف قارچ می تواند رشد کند. در نتیجه کمبود آب و کاهش مواد مغذی در خاک اطراف ریشه را جبران می کند. در حضور میکوریزا بسیاری از صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بدلیل تغییرات میزان آب و مواد مغذی در دسترس، ممکن است همزمان با رشد گیاه تغییر کند (اسمیت و رید، ۲۰۰۸).

مطالعات اکوفیزیولوژیکی نشان داده است که همزیستی میکوریزایی یک جزء کلیدی در کمک به گیاهان برای مقابله با تنش آب و در افزایش مقاومت به خشکی است (اوج، ۲۰۰۱؛ رویز و لوزانو، ۲۰۰۳). به طور کلی پاسخ به تنش خشکی در همزیستی میکوریزایی متکی به اثرات مثبت قارچ میکوریزا در جذب و انتقال آب و بهبود جذب مواد مغذی، بویژه فسفر و دیگر مواد معدنی بی تحرک و در نتیجه هیدراسیون بافت های گیاهی و افزایش رشد می باشد. اثرات فیزیولوژیکی همزیستی میکوریزی شامل: تغییرات بخش هوایی اعم از وضعیت فیزیولوژیکی از نظر پتانسیل آب برگ، مقدار آب نسبی، هدایت روزنه ای، جذب CO₂ و بهره وری از فتوسیستم II در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزایی می باشد (اوج، ۲۰۰۱؛ بارزانا و همکاران، ۲۰۱۲). قارچ میکوریزا با تنظیم بیان ژن آکواپورین های موجود در غشای سلولی گیاه در شرایط تنش خشکی، وضعیت آب و تحمل به خشکی را در گیاه بهبود می بخشد (لی و همکاران، ۲۰۱۲). کلونیزاسیون ریشه های قارچ میکوریزا در گونه های مختلف گیاهی باعث تجمع پرولین در شرایط محدودیت آب می شود (رویز-لوزانو و همکاران، ۱۹۹۵). در مطالعات متعدد، در حالیکه محتوای پرولین در پاسخ به کمبود آب افزایش یافته است، در گیاهان میکوریزایی نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی تجمع پرولین کمتری مشاهده شده است (رویز و لوزانو، ۱۹۹۷). تجمع پرولین کمتر در گیاهان میکوریزایی نشان می دهد نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی کمتر تحت تنش بوده اند (آروکا و همکاران، ۲۰۰۶).

۲-۵-۴- باکتری های محرک رشد گیاه

تاثیر تلقیح با باکتری های محرک رشد (PGPR^۳) در عملکرد نهایی گیاهان در حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد گزارش شده است (لین، ۱۹۸۴). PGPR ها می توانند رشد گیاه را بوسیله سنتز هورمون های گیاهی، ویتامین ها و جلوگیری از سنتز اتیلن، افزایش مقاومت به تنش، بهبود جذب مواد غذایی، حلالیت فسفات معدنی و معدنی کردن فسفات آلی افزایش دهند (لوسی و همکاران، ۲۰۰۴).

³. Plant growth promoting rhizobacteria

فواید PGPR بر رشد گیاه شامل: افزایش میزان جوانه زنی، رشد ریشه، محتوی کلروفیل، محتوی نیتروژن، محتوی پروتئین، مقاومت به خشکی، وزن ریشه و ساقه، عملکرد و تأخیر در پیری برگ می باشد (دوبلار و همکاران، ۲۰۰۳). واکنش های رشدی گیاه به تلقیح، با توجه به گونه باکتری، میزان مواد آلی خاک، مرحله رشد گیاه و تاریخ کاشت متفاوت می باشد (کاکمکی و همکاران، ۲۰۰۶).

۲-۵-۴-۱- مزایای تلقیح ریزوبیوم در بقولات

امروزه رایج ترین کودهای زیستی عرضه شده، مربوط به باکتری های تثبیت کننده نیتروژن و مهمترین آنها ریزوبیوم ها در همزیستی با لگومینوزها، آروسپریلیوم برای غلات و سیانو باکترهای همزیست با آزولا برای شالیزارهاست. طبق تحقیقات انجام شده، تلقیح واریته های مختلف عدس با نژادهای ریزوبیوم، موجب افزایش گره زایی و عملکرد دانه گردیده است (سکسینا، ۱۹۷۷).

همچنین مطالعات نشان داده است، اثر تلقیح با ریزوبیوم در نخود بر تعداد دانه در نیام و تعداد دانه در بوته و شاخص برداشت معنی دار بوده ولی بر وزن ۱۰۰ دانه معنی دار نیست (خندان بجندی و دیگران، ۱۳۸۹). در تحقیقی دیگر در دانشگاه زنجان مشخص شد، بیشترین عملکرد عدس از تیمار تلقیح با باکتری ریزوبیوم به مقدار ۸۳۰ کیلوگرم بر هکتار بدست آمد (شیری آذر و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین (بهرام نژاد و همکاران، ۱۳۸۸)، گزارش کردند که توده بومی عدس به دلیل سازگاری بهتر با شرایط آب و هوایی منطقه مغان دارای بیشترین عملکرد دانه معادل ۱۲۶۱ کیلوگرم در هکتار با تلقیح بذر به باکتری ریزوبیومی بوده است. ژنوتیپ پرمحصول بومی عدس در اثر تلقیح با باکتری ریزوبیومی حدود ۴۶/۵٪ افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد (عدم تلقیح)، نشان داده است. نیز عملکرد کل و خشک بوته تحت تأثیر تلقیح با ریزوبیوم در کشت دیم اختلاف معنی دار نسبت به شاهد نشان داد.

طبق بررسی ها، تنها گونه‌ی ریزوبیوم همزیست با عدس *R. leguminosarum bv. viciae*

تشخیص داده شد که در بین جدایه‌ها تفاوت عمده‌ای وجود نداشت (علویان مهربان، ۱۳۸۹). همچنین طی تحقیق دیگری که در موسسه تحقیقات دیم کشور صورت گرفت، در اثر تلقیح باکتری ریزوبیوم در

عدس دیم نتایجی به این شرح به دست آمد: ۱- بدون مصرف کود ازته و تلقیح مصنوعی، ریزوبیوم قادر به تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه نبوده است. ۲- تلقیح مصنوعی اثر مثبت و زیادی در رشد گره های ریشه‌ی عدس و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن داشته است (اصغر زاده و همکاران، ۱۳۷۲).

۲-۴-۵-۲ عوامل محیطی و تثبیت نیتروژن توسط ریزوبیوم

گره سازی و تثبیت نیتروژن تحت تأثیر طول روز و شدت نور نیز هست. اگر چه عدس گیاهی روز بلند است اما در طول روز ۱۰ تا ۱۲ ساعت و شدت نور ۱۲۰۰۰ لوکس نیز رشد و گره سازی می کند (کوچکی، ۱۳۷۵). علاوه بر نیتروژن تعدادی عنصر دیگر نیز در گره سازی نقش مستقیم دارند. مثلاً کمبود بُر از تشکیل گره جلوگیری می کند و مولیبدن از اجزای تشکیل دهنده آنزیم نیتروژناز است (کوچکی، ۱۳۷۵).

مطالعات نشان داده اند که کودهای فسفره و همچنین کودهای دامی باعث تسریع تثبیت نیتروژن در شبدر، سویا، ماش و لوبیا چشم بلبلی شده است. مواد آلی خاک نیز با تأثیر بر تولید هورمون های تسریع کننده رشد، بطور غیرمستقیم بر رشد ریشه و تولید گره موثرند (سوبارائو، ۱۹۸۵).

گره سازی اغلب در خاک های با pH بالا یا پایین محدود می شود زیرا pH اثر مستقیم بر توانایی ریزوبیوم دارد. ریزوبیوم برای تثبیت موثر نیتروژن متکی به هیدرات های کربن گیاه است. لذا حشرات و بیماری ها غیر مستقیم بر ریزوبیوم و در نتیجه بر سیستم همزیستی اثر می گذارند (کوچکی، ۱۳۶۸).

برخی حشرات مستقیماً به خود گره ها حمله می کنند. طی مطالعات در ICARDA و کشورهای مختلف غرب آسیا و شمال آفریقا روی وارپته های مختلف عدس مشاهده شده است که بسیاری از گره ها پوک هستند و علت آن هم، حمله سرخرطومی *Sitona spp.* بوده است. حمله به گره ها بخصوص زمان گلدهی، مانع بزرگی در تثبیت نیتروژن عدس می باشد (کوچکی، بنیان اول، ۱۳۶۸).

۲-۵-۵- اثر متقابل قارچ میکوریزا و باکتری ریزوبیوم بر رشد گیاهان

در بقولات همزیستی مضاعف قارچ های درون زی اجباری (اندومیکوریزا) در سطح ریشه و ریزوبیوم ها در گره های ریشه ی آن ها باعث بهره وری بیشتر این گیاهان شده است. به نظر می رسد قارچ های اندومیکوریزا در جذب فسفر، که خود در تثبیت بهتر نیتروژن در گره های موجود در ریشه موثر است، مفید باشد (سوبارائو، ۱۹۹۴).

از آنجا که ریزو باکتری های محرک رشد می توانند رشد رویشی گیاه و عملکرد گیاه را از طریق افزایش تولید هورمون های گیاهی، افزایش دسترسی به عناصر، کاهش سمیت فلزات سنگین و القای مقاومت سیستمیک علیه عوامل بیماری زا، افزایش دهند. لذا تلقیح دو گانه قارچ و باکتری می تواند اثرات مثبت چشمگیری بر رشد و عملکرد گیاه داشته باشد (بورد و همکاران، ۱۹۹۸). استفاده توأم از برخی باکتری های مفید همراه با قارچ های *G.mosseae* و *G.intraradices* در شرایط تنش خشکی می تواند باعث افزایش قابل توجه شبکه میسلیمی گردد (بورد و همکاران، ۱۹۹۸).

هنگامی که تلقیح گونه ریزوبیوم و یک قارچ VAM به طور توأم انجام شود، رشد بسیاری از گیاهان بقولات مانند شبدر ها، بادام زمینی، سویا، لوبیا چشم بلبلی، نخود و غیره افزایش یافته است. این قارچ ها در خاک های با فسفر کم به مراتب مفیدتر بوده اند (اسلام و همکاران، ۱۹۸۰). در مطالعه بر روی گیاه نخود، AM به تنهایی تأثیر زیادی بر رشد و عملکرد گیاه نداشته است (سلیمانی و همکاران، ۲۰۰۵). ولی در بهبود گره بندی باکتری ریزوبیوم، جذب عناصر و عملکرد آن نقش دارد (القندور و گلال، ۲۰۰۲).

فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش

این طرح در سال زراعی ۱۳۹۵ در مزرعه شخصی، واقع در روستای حسین آباد کالپوش از توابع شهرستان میامی، اجرا شد. این منطقه در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۰۰ متر است. منطقه مورد آزمایش دارای اقلیم معتدل و مرطوب در شش ماهه نخست سال و سرد و مرطوب در شش ماهه دوم سال و متوسط بارندگی ۴۵۰ میلی متر در سال و با پراکنش نامنظم که اغلب در فصول زمستان و بهار می باشد.

۳-۲- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

به منظور تعیین بافت خاک و وضعیت عناصر غذایی، از عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک مزرعه نمونه مرکب تهیه و به آزمایشگاه مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی بسطام منتقل گردید. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۳-۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصله بافت خاک سیلت-لومی تعیین گردید.

جدول ۳-۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

پارامتر های اندازه گیری شده	مقدار	واحد
عمق	۰-۳۰	سانتی متر
درصد رطوبت	۱۶/۱۷	درصد
هدایت الکتریکی EC	۰/۵	دسی زیمنس بر متر
اسیدیته گل اشباع	۷/۶۸	-
درصد مواد خنثی شونده	۴	درصد

کربن آلی	۱/۲	درصد
نیتروژن کل	۰/۱۰۳	درصد
فسفر قابل جذب	۸	پی پی ام
پتاسیم قابل جذب	۱۸۰	پی پی ام
رس	۱۹	درصد
لای	۵۸	درصد
شن	۲۳	درصد

۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی

آزمایش به صورت اسپلینت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اصلی ۳ رقم عدس (V) شامل: (رقم بیل سوار V_1 ، رقم کیمیا V_2 و زیست توده محلی کالپوش V_3) و فاکتورهای فرعی شامل: باکتری رازیوبیوم لگومینوزاروم (R) در دو سطح (عدم تلقیح R_0 و تلقیح با بذر R_1) و قارچ آرباسکولار میکوریزا گونه گلوموس موسه (M) در دو سطح (عدم تلقیح M_0 و تلقیح M_1)، و ترکیب تیماری این دو عامل به عنوان کرت های فرعی در نظر گرفته می شوند. تعداد تیمارها در مجموع ۱۲ و تعداد کل کرت های آزمایشی ۳۶ کرت می باشد.

نقشه کاشت در شکل ۱-۳ مشاهده می شود.

جدول ۳-۲- ترکیبات تیماری مورد استفاده در آزمایش

V1r0m0	عدم تلقیح قارچ و باکتری رقم بیله سوار
V1r1m0	عدم تلقیح قارچ، تلقیح باکتری، رقم بیله سوار
V1r0m1	تلقیح قارچ، عدم تلقیح باکتری، رقم بیله سوار
V1r1m1	تلقیح قارچ، تلقیح باکتری، رقم بیله سوار
V2r0m0	عدم تلقیح قارچ و باکتری رقم کیمیا
V2r1m0	عدم تلقیح قارچ، تلقیح باکتری، رقم کیمیا
V2r0m1	تلقیح قارچ، عدم تلقیح باکتری، رقم کیمیا
V2r1m1	تلقیح قارچ، تلقیح باکتری، رقم کیمیا
V3r0m0	عدم تلقیح قارچ و باکتری، زیست توده بومی کالپوش
V3r1m0	عدم تلقیح قارچ، تلقیح باکتری، زیست توده بومی کالپوش
V3r0m1	تلقیح قارچ، عدم تلقیح باکتری، زیست توده بومی کالپوش
V3r1m1	تلقیح قارچ، تلقیح باکتری، زیست توده بومی کالپوش

تکرار ۱	V1				V2				V3			
	R ₀ M ₀	R ₀ M ₁	R ₁ M ₀	R ₁ M ₁	R ₀ M ₁	R ₀ M ₀	R ₁ M ₁	R ₁ M ₀	R ₀ M ₀	R ₁ M ₀	R ₁ M ₁	R ₀ M ₁
تکرار ۲	V3				V1				V2			
	R ₁ M ₁	R ₁ M ₀	R ₀ M ₁	R ₀ M ₀	R ₁ M ₁	R ₁ M ₀	R ₀ M ₀	R ₀ M ₁	R ₁ M ₀	R ₀ M ₁	R ₀ M ₀	R ₁ M ₁
تکرار ۳	V2				V3				V1			
	R ₁ M ₀	R ₁ M ₁	R ₀ M ₀	R ₀ M ₁	R ₀ M ₁	R ₀ M ₀	R ₁ M ₀	R ₁ M ₁	R ₀ M ₁	R ₀ M ₀	R ₁ M ₁	R ₁ M ₀

شکل ۳-۱- نقشه کاشت طرح آزمایش مورد استفاده: (رقم بیله سوار V₁، رقم کیمیا V₂ و زیست توده محلی کالپوش V₃) و: باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم (R) (عدم تلقیح R₀ و تلقیح با بذر R₁) و قارچ آرباسکولار میکوریزا (M) (عدم تلقیح M₀ و تلقیح M₁).

۳-۴- عملیات اجرایی

۳-۴-۱- آماده سازی زمین

زمین در آبان ماه سال قبل جهت حداکثر استفاده از نزولات جوی، با گاو آهن برگردان دار شخم شد. سپس در فروردین ماه پس از یک دیسک برای کاشت آماده گردید. ابعاد کرت ها طبق نقشه کاشت مشخص شد. هر کرت شامل ۴ خط کاشت به طول ۵ متر و فاصله‌ی بین خطوط ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. ۲ خط کناری به عنوان حاشیه و ۲ خط وسط جهت تعیین پارامتر های آزمایش منظور شدند.

۳-۴-۲- کاشت

عملیات کاشت در تاریخ ۸ فروردین ۱۳۹۵ با دست و در عمق ۵ سانتی متری انجام شد. فاصله دو بوته روی ردیف ۲ سانتی متر در نظر گرفته شد. مایه تلقیح حاوی قارچ میکوریزایی نیز به میزان یک کیلوگرم در هر ردیف ۵ متری کاشت، در عمق ۵ سانتی متری زیر بذر به صورت نواری قرار گرفت. مایه تلقیح باکتری ریزوبیوم نیز ۳۰ دقیقه قبل از کاشت به همراه مخلوط ۱۰ درصد شکر، به بذر آغشته شد و همراه با بذر در خاک قرار گرفت.

۳-۴-۳- داشت

طی دوران داشت وجین علف های هرز به طور مرتب و هفتگی به صورت دستی انجام گرفت. هیچ گونه کود و یا سم در این مرحله استفاده نشد. همچنین پس از سبز شدن به دلیل تراکم بالا، یکبار تنک کردن مزرعه انجام شد تا تراکم مطلوب به دست آید.

۳-۴-۴- برداشت

برداشت جهت تعیین عملکرد و اجزای آن در تاریخ ۱۳۹۵/۰۴/۰۵ مقارن با ۹۰ روز پس از کاشت صورت گرفت. این زمان بوته ها کاملاً زرد شده و بذور براحتی درون غلاف مشخص و قابل جدا شدن بود.

۳-۵- نمونه برداری جهت اندازه گیری صفات

نمونه برداری از ۳۰ روز پس از کاشت شروع شد و ۶ نمونه برداری به فاصله ۱۰ روز یکبار انجام شد. از هر کرت ۴ بوته به عنوان نماینده ی آن کرت، پس از در نظر گرفتن حاشیه برداشت گردید. برخی صفات مورفولوژیک از قبیل ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه و غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه اندازه گیری گردید. سپس داده ها میانگین گیری و ثبت شد.

۳-۶- صفات زراعی و مورفولوژیک

۳-۶-۱- ارتفاع بوته

پس از رشد حداکثری گیاه قبل از برداشت، ارتفاع ۴ بوته از هر کرت از سطح خاک اندازه گیری و پس از میانگین گیری ثبت گردید.

۳-۶-۲- وزن خشک برگ، ساقه و غلاف

نمونه های برداشت شده پس از انتقال به آزمایشگاه و پس از جدا کردن برگ و غلاف از ساقه به صورت مجزا در پاکت قرار داده شده و به منظور تعیین وزن خشک، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه ی سانتی گراد در آون قرار گرفتند. پس از آن پاکت ها خارج و به مدت ۲۰ دقیقه جهت هم دما شدن با محیط در آزمایشگاه نگهداری شده و سپس با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ توزین شدند. مقادیر بدست آمده بر حسب گرم بر متر مربع محاسبه و ثبت شد.

۳-۶-۳- وزن خشک کل

این صفت از مجموع وزن خشک برگ، ساقه و غلاف بر حسب گرم بر متر مربع محاسبه شد.

۳-۶-۴- سطح برگ

پس از جدا سازی برگ ها از ساقه، سطح برگ آنها پس از چیدن روی کاغذ شطرنجی با مساحت ۱۰ سانتی متر مربع وزن شده و سپس با توجه به مشخص بودن وزن خشک برگ در متر مربع، مساحت اشغال شده محاسبه گردید.

۳-۶-۵- عملکرد و اجزای عملکرد

از هر کرت آزمایشی تعداد ۴ بوته با در نظر گرفتن حاشیه و به منظور تعیین عملکرد نهایی برداشت گردید. مساحت اشغال شده توسط این بوته ها محاسبه و عملکرد نهایی بر حسب گرم بر متر مربع محاسبه گردید. اجزای عملکرد در گیاه عدس شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه می باشد که اندازه گیری گردید.

۳-۷- برآورد شاخص های رشد

به شاخص هایی که اجزای رشد گیاهان زراعی را از نظر کمی ارزیابی می کنند، شاخص های رشد می گویند. اندازه گیری دو عامل سطح برگ و وزن خشک اندام های هوایی در فواصل مکرر لازمه تجزیه و تحلیل رشد است. کمیت های دیگر مورد بررسی در این آزمایش عبارتند از:

^۴ LAI شاخص سطح برگ گیاه

^۵ CGR سرعت رشد محصول

^۴ .Leaf Area Index

^۵ . Crop Growth Rate

۳-۷-۱- شاخص سطح برگ (LAI)

شاخص سطح برگ عبارت است از: نسبت سطح برگ محصول به سطح زمینی که محصول روی آن سایه می اندازد. از آنجا که تشعشع خورشیدی به طور یکنواخت روی سطح زمین پخش می شود، لذا LAI یک معیار تقریبی از مساحت برگ ها در واحد سطح است که تشعشع خورشید برای آن قابل دسترس است.

۳-۷-۲- سرعت رشد گیاه (CGR)

نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در گیاه در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح خاک می باشد (اکا، ۲۰۰۲) که از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$CGR = (W_2 - W_1) / SA(T_2 - T_1) \quad (\text{فرمول ۳-۱})$$

دراین رابطه SA سطح زمین، W_1 و W_2 وزن خشک گیاه در زمان های T_1 و T_2 است.

۳-۸- صفات فیزیولوژیک

۳-۸-۱- کلروفیل

برای اندازه گیری مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها از روش آرنون (۱۹۶۷) استفاده گردید که مراحل کار به ترتیب زیر انجام شد:

ابتدا مقدار نیم گرم از بافت تازه برگ گیاه، در هاون چینی خوب له شد و به آن ۵ میلی لیتر محلول استون ۸۰ درصد اضافه گردید. سپس عصاره به دست آمده بوسیله کاغذ صافی واتمن شماره ۲ خوب صاف شد و داخل لوله های آزمایش درب دار ریخته به مدت ۱۵ دقیقه در سانتریفیوژ با دور ۴۰۰۰ در دقیقه جهت همگن سازی عصاره قرارداده شد. به یک میلی لیتر از عصاره جدا شده فوقانی حاصل از سانتریفیوژ جهت رقیق شدن، مقدار ۹ میلی لیتر استون ۸۰ درصد اضافه شد و سپس مقداری

از نمونه را در کووت اسپکتروفتومتر ریخته و به طور جداگانه مقدار جذب را در طول موج های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a، ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b و ۴۷۰ نانومتر برای کارتنوئیدها قرائت شد. در نهایت با استفاده از فرمول های زیر میزان کلروفیل a، b و کارتنوئیدها بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه به دست می آید.

$$\text{Chlorophyll a} = (19.3 \times A_{663} - 0.86 \times A_{645}) V/100W \quad (\text{فرمول ۳-۳})$$

$$\text{Chlorophyll b} = (19.3 \times A_{645} - 3.6 \times A_{663}) V/100W \quad (\text{فرمول ۳-۴})$$

$$\text{Carotenoides} = 100(A_{470}) - 3.27(\text{mg chl. a}) - 104(\text{mg chl. b})/227 \quad (\text{فرمول ۳-۵})$$

V = حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)

A = جذب نور در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر

W = وزن تر نمونه بر حسب گرم

۳-۸-۲- اندازه گیری پروتئین خام بروش کجلدال

روش کلدال یا کجلدال روشی برای اندازه گیری کمی نیتروژن در مواد شیمیایی است که توسط یوهان کلدال در سال ۱۸۸۳ ابداع شد که بر مبنای اندازه گیری کل نیتروژن موجود در نمونه با فرض اینکه تمام نیتروژن موجود از نوع پروتئینی بوده و به ضرایب تبدیل نیتروژن به پروتئین استوار است.

این آزمایش شامل ۳ بخش می باشد. بخش اول مرحله هضم است که در این مرحله نمونه مورد نظر در اسید سولفوریک غلیظ در حضور ۲ کاتالیزور جوشانده شده که در اینجا حرارت باعث تسریع در عمل هضم می شود. بخش دوم مرحله تقطیر می باشد که در این مرحله نیتروژن موجود در محلول حاصل بصورت گاز آمونیاک آزاد می شود که این گاز بصورت بخار می باشد و پس از عبور از مبرد به مایع تبدیل شده و وارد اسید بوریک موجود در ارلن می شود و تشکیل بورات آمونیوم را می دهد. بخش

سوم مرحله تیتراسیون می باشد که در این مرحله بورات آمونیوم تشکیل شده در مرحله قبلی را با اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال تیترا می کنیم. پس از انجام این مراحل نوبت به محاسبات می رسد.

مرحله اول : هضم ماده غذایی

در این مرحله ابتدا ۲ گرم از نمونه را وزن کرده و داخل بالن کج‌دال می ریزیم. سپس ۷ گرم سولفات سدیم و ۱ گرم سولفات مس بعنوان کاتالیزور وزن نموده و به نمونه داخل بالن اضافه می کنیم. مجموعه را با اضافه کردن ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ کامل می کنیم. بعد از آن درب بالن را بوسیله حباب جمع آوری گاز و قیف مخصوص آن که محتوی مقدار معینی سود ۵۰٪ می باشد، می پوشانیم. مجموعه را روی هیتر قرار داده و حرارت می دهیم تا نمونه بطور کامل هضم شده و محتویات بالن به رنگ سبز درخشان در آید. روئیت این حالت نشانه پایان عملیات هضم می باشد.

نکته: علت قرار دادن حباب جمع آوری گاز روی دهانه بالن این است که در هنگام حرارت دادن محتویات داخل بالن، گاز سمی و محرک SO_3 آزاد می شود که باید از ورود آن به محیط آزمایشگاه جلوگیری کرد و این کار بوسیله حباب جمع آوری گاز و محلول پتاس یا سود ۵۰٪ داخل آن صورت می گیرد. این گاز با سود یا پتاس داخل حباب ترکیب شده و نمک سولفات سدیم یا سولفات پتاسیم تشکیل می گردد که در داخل حباب رسوب کرده و به دیواره ها می چسبد. محتویات داخل بالن را در گوشه ای قرار می دهیم تا سرد گردد. در این هنگام حدود ۳۰۰ سی سی آب مقطر به محلول حاصل از هضم داخل بالن اضافه می نماییم. در این حالت رنگ محلول حاصل تقریباً سبز کمرنگ می باشد.

مرحله دوم : مرحله تقطیر

در این مرحله دستگاه کج‌دال را برای مرحله تقطیر آماده کرده و قطعات را به هم متصل کرده و اتصالات آن را خوب محکم کنید. حداقل ۷۵ سی سی سود ۵٪ را از طریق قیف بالای سه راهی به محتویات داخل بالن به آرامی اضافه می نماییم. رنگ محلول بعد از اضافه شدن سود از آبی تا سیاه تغییر می کند. در طرف دیگر دستگاه داخل ارلن ۳۰۰ میلی لیتری ۵۰ سی سی اسید بوریک ۲٪ تهیه

کرده و چند قطره متیل رد بعنوان نشانگر به آن اضافه نموده و زیر قطره چکان قرار می دهیم بطوریکه نوک قطره چکان حتماً داخل محلول قرار گیرد. شیر آب مبرد را باز نموده و شعله هیتر را روشن می کنیم و منتظر می مانیم تا محلول بجوشد در این مرحله رنگ محلول کاملاً سیاه می شود. توجه داشته باشید که شعله را طوری تنظیم می کنیم که محلول به آرامی بجوشد در غیر این صورت اگر سرعت جوشیدن محلول بیشتر باشد، سرعت تولید گاز آمونیاک از سرعت میعان شدن آن بیشتر می شود در نتیجه فشار گاز در دستگاه بالا می رود و این باعث انفجار در دستگاه می شود. تقطیر را تا زمانی که حجم محلول داخل ارلن به حدود ۳۰۰ میلی لیتر برسد ادامه می دهیم تا تمام آمونیاک موجود در نمونه استخراج شده و بصورت مایع وارد اسید بوریک موجود در ارلن شده و با آن ترکیب شود و بورات آمونیوم بوجود می آورد. بالن را از طرف دیگر دستگاه جدا کرده و سپس شعله را خاموش کنید تا در اثر فشار منفی موجود در دستگاه همه محلول تقطیر شده درون بالن یکباره مکش نشده و دوباره وارد بالن نشود.

مرحله سوم: مرحله تیتراسیون

در این مرحله بورات آمونیوم موجود در ارلن را با اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال تیترو می کنیم. بدین صورت که بالن را روی هات پلیت قرار داده و یک عدد مگنت داخل آن می اندازیم، سپس محلول را که به رنگ زرد می باشد در حال هم زدن تا بوجود آمدن رنگ ارغوانی با اسید یاد شده تیترو می کنیم. حجم اسید مصرف شده را یادداشت نموده و در فرمول زیر قرار می دهیم.

$$\text{حجم اسید مصرفی} \times \text{نرمالیتة اسید} \times ۱۴ \times ۱۰۰ \quad (\text{فرمول ۳-۶})$$

$$\text{درصد نیتروژن موجود} = \frac{\text{۱۰۰۰} \times \text{گرم وزن نمونه}}{\text{}}$$

برای تعیین درصد پروتئین باید درصد نیتروژن بدست آمده را در فاکتور پروتئینی ضرب نمایید.

$$\text{درصد پروتئین} = \text{درصد نیتروژن} \times ۶/۲۵ \quad (\text{فاکتور پروتئینی}) \quad (\text{فرمول ۳-۷})$$

۳-۸-۳- اندازه گیری میزان پرولین آزاد برگ

جهت اندازه گیری پرولین آزاد برگ از روش بیتز (۱۹۷۳) استفاده گردید. ابتدا مقدار ۰/۵ گرم برگ تازه را به قطعات کوچکتر از ۵ میلیمتر بریده و همراه با ۱۰ میلی لیتر سولفوسالسیلیک ۳٪ (یا اسید سولفوریک ۳٪) در یک هاون چینی کوچک به مدت ۳ دقیقه ساییده شد. محلول هموژنیزه شده توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۲ صاف شد. سپس ۲ میلی لیتر از محلول صاف شده با ۲ میلی لیتر از معرف نین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسید استیک در یک لوله آزمایش ریخته شده و برای مدت یک ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد در حمام آب گرم قرار داده شد، سپس به محلول واکنش در لوله آزمایش پس از سرد شدن ۴ میلی لیتر تولوئن اضافه گردید و لوله آزمایش مربوطه برای مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه به شدت هم زده شد. سپس جذب نوری محلول رویی واکنش از طریق یک دستگاه اسپکتروفوتومتر (Spectrophotometer) مدل unico در طول موج ۵۲۰ نانومتر با استفاده از محلول بلانک تولوئن خوانده شد و غلظت اسید آمینه پرولین آزاد نمونه با استفاده از یک منحنی استاندارد پرولین خالص تعیین گردید و میزان آن بر اساس رابطه زیر در گرم وزن تر نمونه محاسبه گردید.

(فرمول ۳-۸)

$$\text{میزان پرولین آزاد (گرم نمونه)} = \frac{\text{میلی لیتر تولوئن} \times \text{میکرو گرم پرولین بر میلی لیتر}}{\text{میکرو مول ۱۱۵/۱۳}} \div \frac{\text{میکرو مول ۵}}{\text{میکرو مول ۱۱۵/۱۳}}$$

۳-۹- درصد همزیستی میکوریزایی

برای ارزیابی این صفت بیست روز قبل از برداشت در مرحله غلاف ۶ بوته از هر کرت انتخاب شد و ابتدا ریشه های جدا شده از هر بوته شستشو داده شد تا ذرات خاک از آنها جدا شود. سپس جهت نگهداری ریشه ها از الکل ۵۰ درصد (اتانول) استفاده گردید. جهت رنگ آمیزی ریشه ها در آزمایشگاه از روش تغییر یافته فیلیپس و هایمن (۱۹۷۰) استفاده گردید. بدین منظور ابتدا ریشه ها کاملاً شسته شده و به مدت یک ساعت در محلول ۱۰ درصد KOH در دمای اتاق قرار گرفتند. بعد از طی این مدت ریشه ها از محلول خارج و با آب مقطر شستشو داده شد. آنگاه جهت خنثی کردن محیط قلیایی به مدت ۲ دقیقه در HCL یک درصد قرار گرفتند. سپس ریشه ها جهت رنگ آمیزی به مدت ۲ ساعت در محلول تریپان بلو (شامل ۲۲۵ میلی لیتر اسید لاکتیک، ۳۵۰ میلی لیتر گلیسرین، ۴۰۰ میلی لیتر آب مقطر و ۰/۶۵ گرم رنگ تریپان بلو)، قرار گرفتند. ریشه های موین رنگ آمیزی شده به قطعات به طول یک سانتی متر بریده شد و در نهایت ۲۵ قطعه از آنها روی لام قرار داده شد و با میکروسکوپ ریشه های آلوده و غیر آلوده مشاهده گردید. آنگاه درصد همزیستی میکوریزایی از رابطه زیر محاسبه شد.

(فرمول ۳-۹)، $100 \times (\text{تعداد قطعات مشاهده شده} / \text{تعداد قطعات کلونیزه شده به میکوریزا}) = \text{درصد کلونیزاسیون}$

۳-۱۰- تجزیه و تحلیل داده ها

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و رسم شکل ها توسط نرم افزار EXCEL انجام شد. مقایسه میانگین ها نیز با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

فصل چہارم

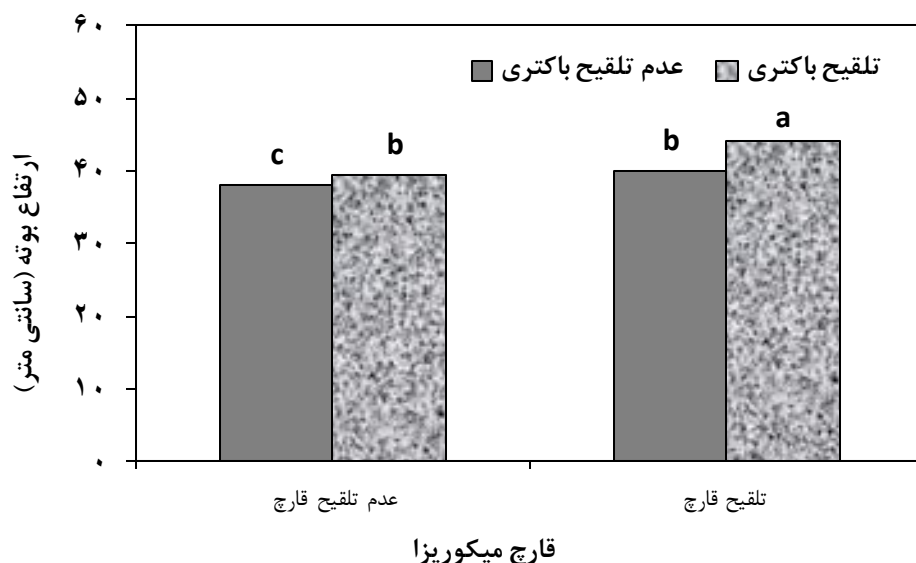
نتیجہ و بحث

۴-۱- ارتفاع بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثرات تلقیح جداگانه قارچ میکوریزا و باکتری ریزوبیوم در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل قارچ و باکتری در سطح احتمال ۵٪ بر میانگین ارتفاع گیاه عدس معنی دار شد (جدول پیوست ۱). طبق نتایج حاصله بین ارقام انتخابی از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی داری مشاهده نشد و همچنین اثر سه جانبه رقم، باکتری و قارچ نیز بر صفت مورد نظر معنی دار نبود. طبق مشاهده مقایسه میانگین ها، تلقیح قارچ میکوریزا افزایش معنی داری به میزان ۸٪ بر ارتفاع بوته داشته و تلقیح باکتری ریزوبیوم نیز به میزان ۵٪ صفت مذکور را افزایش داد (جدول پیوست ۲). در اثر تلقیح دوگانه باکتری و قارچ نیز میانگین ارتفاع بوته به ۴۴ سانتی متر رسید که نسبت به شاهد (عدم تلقیح)، ۱۶ درصد افزایش نشان داد (شکل ۴-۱).

نتایج تحقیقات نشان داده است که کاربرد باکتری های محرک رشد موجب تحریک رشد و افزایش ارتفاع از طریق مکانیسم هایی چون تولید آنزیم ACC آز در گیاهان می شود (لارنس و همکاران، ۲۰۰۹).

همچنین نتایج مطالعات صفار پور و همکاران (۱۳۸۹)، نشان داد که اثر تلقیح قارچ میکوریزا بر ارتفاع گیاه لوبیا قرمز معنی دار بوده است. همزیستی میکوریزایی از طریق اختصاص منابع بین ریشه و اندام هوایی منجر به افزایش سطح برگ و افزایش ارتفاع گیاه می گردد. همچنین گیاهان میکوریزایی انرژی کمتری برای تشکیل ریشه صرف می کنند، لذا ساقه بزرگتری تولید می کنند (اسکالتر، ۲۰۰۱). بررسی دیگری روی گیاه آفتابگردان، نشان داد کلونیزاسیون ریشه گیاهان میکوریزایی به طور معنی داری ارتفاع گیاه را در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزایی افزایش داد (سعید و همکاران، ۲۰۱۱).



شکل ۴-۱- مقایسه میانگین ارتفاع بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری ۹۰ روز پس از کاشت

۴-۲- وزن خشک برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس حاکی از آن است که بین ارقام انتخابی از نظر صفت وزن خشک برگ اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ وجود دارد. همچنین تلقیح قارچ نیز اثر معنی داری در سطح احتمال ۱٪ بر صفت مذکور نشان داد. اثر سایر تیمارها و اثرات متقابل دو جانبه و چند جانبه آنها بر صفت مورد نظر معنی دار نشد (جدول پیوست ۱).

توده بومی کالپوش نسبت به رقم کیمیا ۱۶٪ و نسبت به رقم بیلہ سوار ۳۱٪ افزایش در وزن خشک برگ را نشان داد (جدول پیوست ۲). همچنین نتایج مقایسه میانگین ها، نشان داد که کاربرد قارچ میکوریزا به میزان ۱۵٪ وزن خشک برگ را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول پیوست ۲).

مطالعه روی گیاه آفتابگردان، نشان داد که گیاهان تلقیح شده با میکوریزا تحت تنش خشکی، ماده خشک بیشتر و عملکرد بالاتری نسبت به شاهد نشان دادند (غلامحسینی و همکاران، ۲۰۱۳).

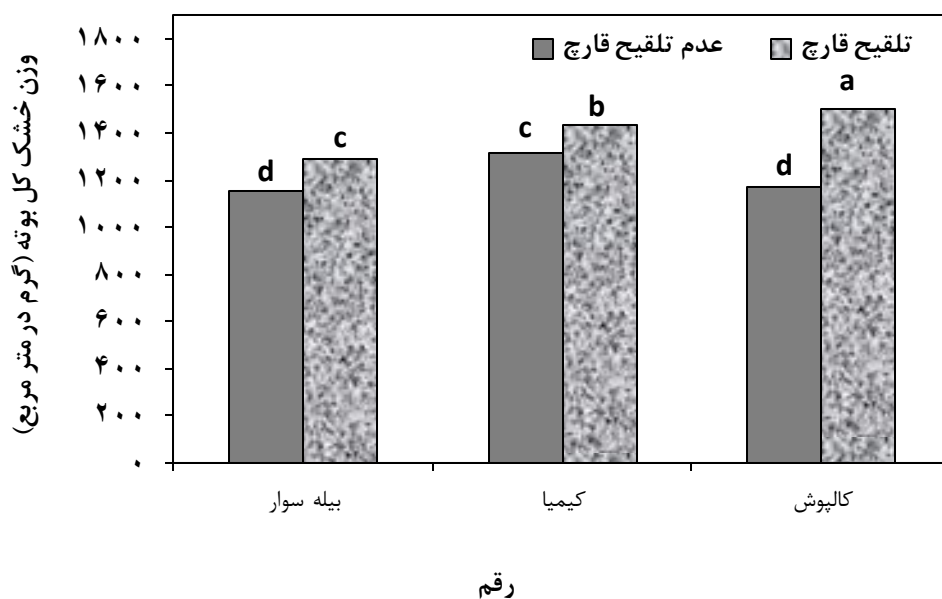
اردکانی و همکاران (۲۰۰۹)، تلقیح میکوریزا و کود زیستی ریزوپین حاوی باکتری ریزوبیوم را یکی از دلایل افزایش وزن خشک اندام های هوایی در گیاه یونجه دانستند.

۴-۳- وزن خشک کل بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس، نشان داد که اثرات تلقیح قارچ میکوریزا و باکتری ریزوبیوم در سطح احتمال ۵٪ و اثر متقابل رقم و قارچ میکوریزا در سطح ۱٪ بر وزن خشک اندام هوایی گیاه عدس معنی دار شد (جدول پیوست ۱). اثر متقابل دو جانبه و چند جانبه سایر تیمارها بر صفت مذکور معنی دار نشد و همچنین بین ارقام انتخابی نیز از نظر وزن خشک بوته اختلاف معنی داری مشاهده نشد. طبق نتایج به دست آمده تلقیح قارچ میکوریزا به میزان ۸٪ و تلقیح باکتری ریزوبیوم به میزان ۲٪ وزن خشک کل گیاه را افزایش داد (جدول پیوست ۲).

مشاهده مقایسه میانگین ها، در خصوص ترکیب تیماری قارچ و رقم نشان داد توده بومی کالپوش با تلقیح قارچ میکوریزا با ۱۵۰۴ گرم در متر مربع بیشترین وزن خشک بوته و رقم بیله سوار با ۱۱۵۴ گرم در متر مربع در تیمار شاهد (عدم تلقیح) کمترین وزن خشک بوته را داشت (شکل ۴-۲). طی مطالعات انجام شده، تلقیح باکتری ریزوبیوم با گیاه لوبیا به صورت بذرمال باعث افزایش معنی دار در وزن خشک اندام هوایی گردید (وی و همکاران، ۱۹۹۶).

همچنین در تحقیق دیگری گارسیا و همکاران (۲۰۰۴)، گزارش کردند که تولید هورمون های گیاهی توسط باکتری های محرک رشد با تأثیر بر فرآیند تخصیص مواد در گیاه موجب تغییر در اندازه گیاه شد. همچنین ویکرام و همکاران (۲۰۰۷)، نشان دادند که تلقیح گندم با انواعی از باکتری ها وزن خشک اندام هوایی را به طور معنی داری در مقایسه با شاهد افزایش داد.



شکل ۴-۲- مقایسه میانگین وزن خشک کل بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ میکوریزا ۹۰ روز پس از کاشت

۴-۴- تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف در گیاه عدس مهمترین ویژگی تعیین کننده عملکرد و حساس ترین جزء عملکردی آن می باشد. بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، بین ارقام انتخابی از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ مشاهده شد (جدول پیوست ۳).

همچنین اثر متقابل رقم و باکتری در سطح احتمال ۵٪ و اثر تلقیح قارچ میکوریزا و اثرات متقابل رقم و قارچ و همچنین اثر سه جانبه تیمارها در سطح احتمال ۱٪ بر صفت مذکور معنی دار شد (جدول پیوست ۳). اثر متقابل باکتری و قارچ بر صفت مورد نظر معنی دار نشد (جدول پیوست ۳).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین ها، بین ارقام انتخابی بیشترین تعداد غلاف در بوته در رقم کیمیا با میانگین ۳۴ عدد مشاهده شد (جدول پیوست ۴). همچنین نتایج اثر سه جانبه تیمارها نشان داد که کمترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار شاهد (عدم تلقیح) در رقم کیمیا و معادل ۲۸/۳ عدد بوده و بیشترین تعداد غلاف در بوته با میانگین ۳۹ عدد نیز در همان رقم با تلقیح قارچ میکوریزا حاصل

شد (جدول ۴-۱). همچنین مقایسه میانگین ها نشان داد تلقیح قارچ میکوریزا تعداد غلاف در بوته را به طور میانگین ۱۲ درصد افزایش داد (جدول پیوست ۴).

صفر پور و همکاران (۱۳۸۹)، با پژوهش روی گیاه لوبیا دریافتند که اثر قارچ میکوریزا بر تعداد غلاف این گیاه موثر بوده است. همچنین قاسمی (۱۳۸۱)، طی مطالعه ای نشان داد ارقام لوبیا با تلقیح قارچ میکوریزا با میانگین ۱۲/۷ غلاف در بوته بیشترین و تیمار شاهد با میانگین ۷ غلاف در بوته کمترین تعداد را دارا بوده است.

جدول ۴-۱- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر تعداد غلاف در بوته ۹۰ روز پس از کاشت
 V = رقم: (V_1) (بیله سوار)، (V_2) (کیمیا)، (V_3) (توده بومی کالپوش)، M = تیمار میکوریزا: (M_0) = عدم تلقیح و (M_1) = تلقیح،
 R = تیمار ریزوبیوم: (R_0) = عدم تلقیح و (R_1) = تلقیح

تعداد غلاف در بوته		تیمار های آزمایشی	
۳۲/۳	a	R.M.	V_1
۳۱/۰	a	R_1M_1	
۲۸/۴	b	R_1M_0	
۳۲/۰	a	R_1M_1	
۲۸/۳	d	R.M.	V_2
۳۹/۰	a	R_1M_1	
۳۲/۰	c	R_1M_0	
۳۶/۶	b	R_1M_1	
۲۹/۶	b	R.M.	V_3
۳۰/۰	b	R_1M_1	
۳۰/۰	b	R_1M_0	
۳۴/۰	a	R_1M_1	

۴-۵- وزن صد دانه

نتایج تجزیه واریانس، نشان داد بین ارقام انتخابی از نظر صفت وزن صد دانه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد. همچنین تلقیح قارچ میکوریزا نیز در سطح ۵٪ بر صفت مورد نظر معنی دار شد. سایر تیمارها و اثرات متقابل دو جانبه و سه جانبه آنها بر صفت مورد نظر معنی دار نشد (جدول پیوست ۳).

طبق نتایج مقایسه میانگین ها (جدول پیوست ۴)، بین ارقام انتخابی، رقم بیل سوار با میانگین ۵/۴۷ گرم و رقم کیمیا با میانگین ۴/۹۱ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین وزن صد دانه را داشتند. همچنین در اثر تلقیح با قارچ میکوریزا وزن صد دانه نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) به طور میانگین به میزان ۶٪ افزایش نشان داد (جدول پیوست ۴).

بابایی و همکاران (۲۰۱۴)، طی مطالعه ای گزارش کردند که قارچ میکوریزا باعث افزایش مقدار جذب فسفر در گیاه شده و به تبع آن فتوسنتز گیاه و وزن صد دانه افزایش می یابد که این امر به دلیل دخالت فسفر در فرایندهای فیزیولوژیک و حیاتی گیاه نظیر گرده افشانی و پر شدن دانه می باشد. همچنین چاندراشکارا و همکاران (۱۹۹۵)، گزارش دادند مایه زنی آفتابگردان با قارچ میکوریزا وزن دانه را به میزان ۱۴٪ افزایش داده است.

۴-۶- عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد، اثر تلقیح قارچ میکوریزا بر روی عملکرد دانه در گیاه عدس در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد. همچنین اثر متقابل سه جانبه رقم و باکتری و قارچ نیز در سطح احتمال ۵٪ بر روی صفت مذکور معنی دار شد (جدول پیوست ۵). سایر تیمارها و اثرات متقابل آن ها بر صفت مورد نظر معنی دار نشد.

طبق نتایج مقایسه میانگین ها، تلقیح قارچ میکوریزا به طور میانگین ۱۵ درصد عملکرد دانه را افزایش داد (جدول پیوست ۶).

بر اساس مشاهده اثر سه جانبه تیمارها، بیشترین عملکرد دانه از تلقیح قارچ میکوریزا در رقم کیمیا به میزان ۱۹۳۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان عملکرد دانه نیز در تیمار شاهد (عدم تلقیح) در توده بومی کالپوش و به میزان ۱۳۳۹ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید (جدول ۴-۲).

بازوند و همکاران (۱۳۹۳)، طی مطالعه ای بر روی گیاه نخود در دانشگاه آزاد خرم آباد گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه به میزان ۱۰۳۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تلقیح میکوریزا بود که افزایش قابل توجهی را نسبت به شاهد نشان داد. در پژوهش دیگری (Sahin, 2005)، گزارش داد که تلقیح میکوریزا منجر به بهبود غلظت فسفر و نیتروژن در دانه و نیز افزایش عملکرد دانه می شود. همچنین طی مطالعه ای که توسط علیزاده و همکاران (۲۰۱۱)، روی گیاه ذرت انجام شد مشخص شد تلقیح بذر با میکوریزا منجر به افزایش معنی داری در عملکرد دانه نسبت به گیاه شاهد گردید. جدول ۴-۲- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) ۹۰ روز پس از کاشت $V =$ رقم: (V_1 بیله سوار)، (V_2 (کیمیا)، (V_3 (توده بومی کالپوش))، $M =$ تیمار میکوریزا: ($M_1 =$ عدم تلقیح و $M_2 =$ تلقیح)، $R =$ تیمار ریزوبیوم: ($R_1 =$ عدم تلقیح و $R_2 =$ تلقیح)

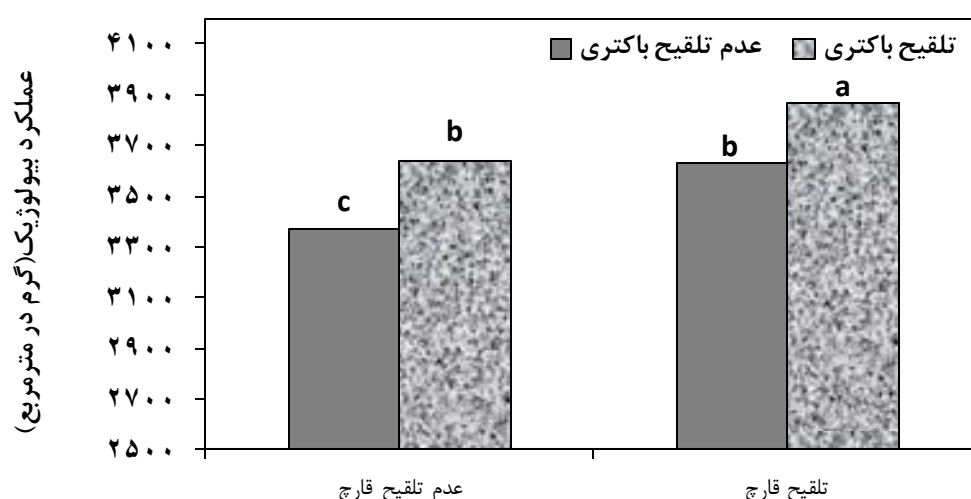
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		تیمار های آزمایشی	
۱۶۹۱/۰۰	a	R.M.	V_1
۱۶۷۱/۰۰	a	R_1M_1	
۱۴۲۰/۶۶	b	R_2M_1	
۱۶۷۰/۳۳	a	R_3M_1	
۱۵۹۳/۰۰	b	R.M.	V_2
۱۹۳۹/۳۳	a	R_1M_1	
۱۴۴۶/۰۰	c	R_2M_1	
۱۹۱۱/۰۰	a	R_3M_1	
۱۳۳۹/۳۳	c	R.M.	V_3
۱۹۲۸/۳۳	a	R_1M_1	
۱۵۰۶/۳۳	b	R_2M_1	
۱۴۸۲/۰۰	b	R_3M_1	

۴-۷- عملکرد بیولوژیک

طبق مشاهده نتایج تجزیه واریانس، اثر تلقیح قارچ میکوریزا و اثر متقابل قارچ و باکتری و همچنین اثر سه جانبه رقم، قارچ و باکتری بر روی عملکرد بیولوژیک گیاه عدس در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول پیوست ۵). اثرات سایر تیمارها بر صفت مورد نظر معنی دار نشد. همچنین بین ارقام نیز از نظر صفت مذکور اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

طبق نتایج مقایسه میانگین ها، تلقیح قارچ میکوریزا به طور میانگین عملکرد بیولوژیک را در گیاه عدس به میزان ۶ درصد افزایش داد (جدول پیوست ۶). همچنین نتایج مقایسه میانگین ها در خصوص تلقیح دوگانه قارچ و باکتری نشان داد که بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک به میزان ۳۸۷۰ گرم در متر مربع در اثر تلقیح توأم قارچ و باکتری حاصل گردید و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک نیز در تیمار شاهد (عدم تلقیح) به میزان ۳۳۷۳ گرم در متر مربع حاصل شد (شکل ۳-۴).

همچنین نتایج اثر سه جانبه قارچ و باکتری و رقم نشان داد که، بیشترین عملکرد بیولوژیک به میزان ۴۱۱۷/۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار تلقیح قارچ در توده بومی کالپوش و کمترین میزان آن ۳۱۴۴/۶ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار شاهد (عدم تلقیح) در همان رقم می باشد (جدول ۳-۴). دمیر (۲۰۰۴)، گزارش کرد تلقیح قارچ میکوریزای آرباسکولار باعث انتقال مواد فتوسنتزی از اندام هوایی گیاه میزبان به سمت ریشه ها شده که سبب تحریک فعالیت فتوسنتزی به میزان بیشتری می گردد که این امر می تواند به دلیل تولید هورمون جیبرلین در گیاه باشد که در نهایت منجر به توسعه بخش هوایی و افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاه می گردد.



قارچ میکوریزا

شکل ۳-۴- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری ۹۰ روز پس از کاشت

جدول ۴-۳- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر عملکرد بیولوژیک ۹۰ روز پس از کاشت
 $V =$ رقم: (V_1 بیلۀ سوار)، V_2 (کیمیا)، V_3 (توده بومی کالپوش)، $M =$ تیمار میکوریزا: ($M_1 =$ عدم تلقیح و $M_2 =$ تلقیح)
 $R =$ تیمار ریزوبیوم: ($R_1 =$ عدم تلقیح و $R_2 =$ تلقیح)

عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)		تیمار های آزمایشی	
۳۴۶۵/۰۰	c	R.M.	V_1
۳۹۰۷/۳۳	a	R_1M_1	
۳۵۱۴/۶۶	c	R_2M_1	
۳۷۱۴/۰۰	b	R_3M_1	
۳۳۴۱/۶۶	c	R.M.	V_2
۳۵۸۷/۳۳	b	R_1M_1	
۳۴۷۰/۰۰	b	R_2M_1	
۴۰۵۷/۳۳	a	R_3M_1	
۳۱۴۴/۶۶	d	R.M.	V_3
۴۱۱۷/۳۳	a	R_1M_1	
۳۹۱۵/۰۰	b	R_2M_1	
۳۳۱۲/۳۳	c	R_3M_1	

۴-۸- شاخص برداشت

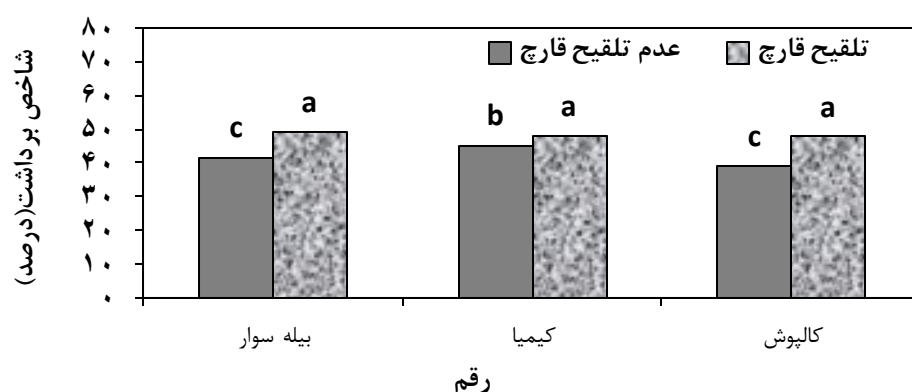
نتایج جدول تجزیه واریانس، حاکی از این است که اثر تلقیح جداگانه قارچ میکوریزا و اثر متقابل باکتری و رقم در سطح ۱٪ و اثر تلقیح باکتری ریزوبیوم و اثر متقابل قارچ و رقم در سطح ۵٪ بر صفت شاخص برداشت معنی دار شد (جدول پیوست ۵). اثرات سه جانبه تیمارها بر صفت مذکور معنی دار نشد. بین ارقام نیز اختلاف معنی داری از این نظر مشاهده نشد.

بر اساس مشاهده مقایسه میانگین ها، تلقیح قارچ به طور میانگین به میزان ۱۳ درصد و تلقیح باکتری به میزان ۶ درصد شاخص برداشت را در گیاه عدس افزایش داد (جدول پیوست ۶).

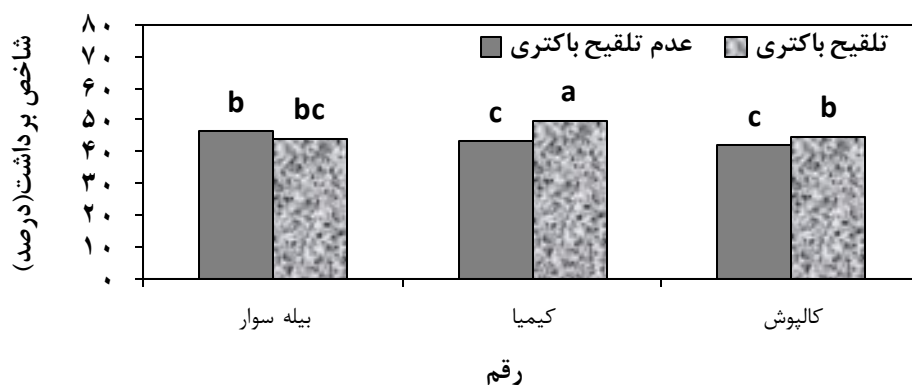
همچنین در خصوص ترکیب تیماری قارچ و رقم، بیشترین مقدار در صفت مذکور در رقم بیلۀ سوار و تیمار تلقیح قارچ به میزان ۴۸/۹۸ درصد و کمترین میزان آن (۳۸/۹۹ درصد)، در تیمار شاهد (عدم تلقیح) در توده بومی کالپوش مشاهده گردید (شکل ۴-۴).

نتایج اثر متقابل باکتری و رقم نیز نشان داد که بیشترین میزان شاخص برداشت مربوط به رقم کیمیا در تلقیح با باکتری و به میزان ۴۹/۸۷ درصد و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد در رقم کالپوش به میزان ۴۱/۹۷ درصد می باشد (شکل ۴-۵).

ساجدی و همکاران (۱۳۸۷)، طی مطالعه ای بر روی گیاه ذرت گزارش کردند که بیشترین میزان شاخص برداشت (۳۸/۸ درصد) تحت تاثیر تلقیح قارچ میکوریزا حاصل شد. همچنین سیدیک و وان (۱۹۹۴)، گزارش کردند که اثر تلقیح قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae* با ۳۶/۹ درصد بیشترین و تیمار بدون تلقیح با ۳۱/۵ درصد کمترین میزان شاخص برداشت را نشان داد و به طور میانگین تلقیح قارچ صفت مذکور را ۱۴/۷ درصد افزایش داد. ابدالی (۲۰۰۳)، در پژوهش خود افزایش شاخص برداشت ذرت را در گیاهان میکوریزایی نسبت به شاهد گزارش کرد و آن را به افزایش عملکرد دانه نسبت داد.



شکل ۴-۴- مقایسه میانگین شاخص برداشت (درصد) تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ ۹۰ روز پس از کاشت



شکل ۴-۵- مقایسه میانگین شاخص برداشت (درصد) تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح باکتری ۹۰ روز پس از کاشت

۹-۴- تعداد گره در بوته

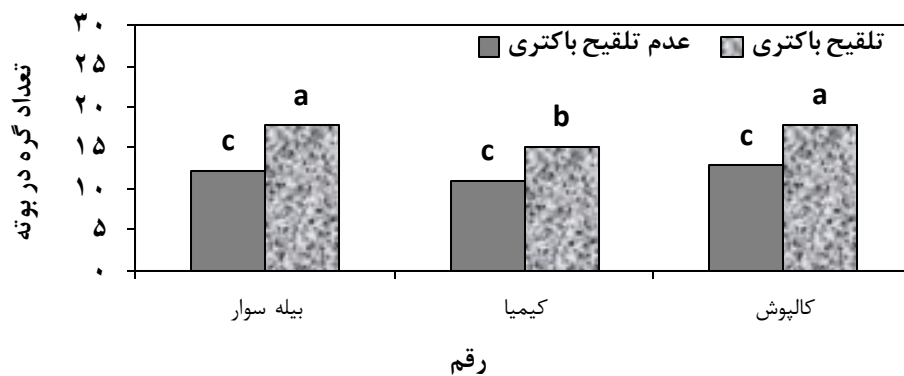
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثرات متقابل رقم و قارچ، قارچ و باکتری و همچنین رقم و باکتری اثر مثبت و معنی داری را در سطح احتمال ۱٪ بر روی تعداد گره ریشه اصلی گیاه عدس داشت (جدول پیوست ۷). بین ارقام انتخابی از نظر صفت مورد نظر اختلاف معنی داری مشاهده نشد و همچنین اثر سه جانبه تیمارها نیز بر صفت مذکور معنی دار نشد.

مشاهده اثر متقابل باکتری و رقم (شکل ۴-۶) نشان داد که در اثر تلقیح باکتری توده بومی کالپوش به طور میانگین ۱۷/۸۳ گره در بوته و تیمار شاهد (عدم تلقیح) در رقم کیمیا به طور میانگین ۱۱ گره در بوته را نشان داد. همچنین در خصوص اثر متقابل قارچ و رقم، مقایسه میانگین ها (شکل ۴-۷) نشان داد که بیشترین تعداد گره (۱۶/۶۶ گره در بوته) در اثر تلقیح قارچ میکوریزا در رقم بیله سوار و کمترین تعداد گره (۱۱/۶۶ گره در بوته) در تیمار شاهد (عدم تلقیح) در رقم کیمیا مشاهده شد.

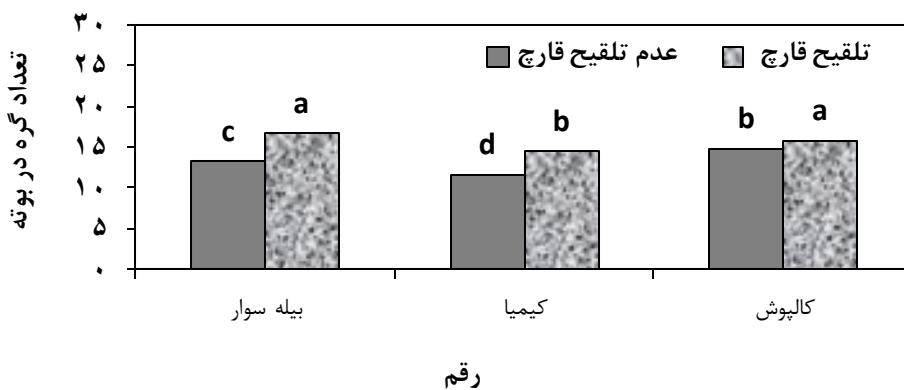
همچنین نتایج به دست آمده، در خصوص اثر متقابل قارچ و باکتری، حاکی از این است که تلقیح جداگانه قارچ و باکتری باعث افزایش تعداد گره در بوته نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) شد. لکن تلقیح توأم این دو تیمار کاهش در میانگین تعداد گره در بوته را نشان داد (شکل ۴-۸).

هرناندز و همکاران (۲۰۱۰)، طی تحقیقی چنین گزارش کردند که تلقیح میکوریزا با بذر گیاه لوبیا سبز در حضور باکتری ریزوبیوم اثرات منفی بر رشد گره و تعداد گره در ریشه گیاه داشته است. در حالیکه باکتری ریزوبیوم در عدم حضور قارچ گره های بیشتری بر روی ریشه گیاه مورد نظر ایجاد کرد. در این تحقیق اثر منفی قارچ بر تعداد گره ها را به نقش قارچ در ممانعت از تجمع نوعی قند در ریشه که در فرآیند گره زایی ریزوبیوم موثر است، مرتبط دانسته اند.

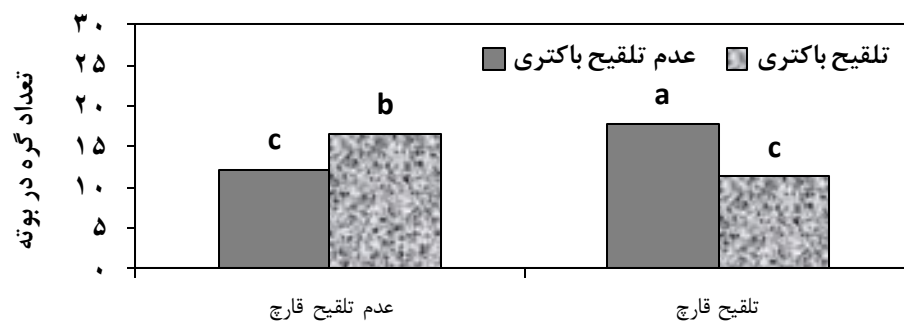
بک و همکاران (۱۹۹۳)، گزارش کردند که بین ریز جاندارن مختلف خاک نظیر AM و باکتری ریزوبیوم اثرات متقابل مثبت و یا منفی وجود دارد که می تواند بر فعالیت این باکتری اثر بگذارد.



شکل ۴-۶- مقایسه میانگین تعداد گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح باکتری ۶۰ روز پس از کاشت



شکل ۴-۷- مقایسه میانگین تعداد گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ ۶۰ روز پس از کاشت



شکل ۴-۸- مقایسه میانگین تعداد گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری ۶۰ روز پس از کاشت

۴-۱۰- وزن تر و خشک گره در بوته

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، مشاهده شد اثر تلقیح جداگانه قارچ و اثر متقابل رقم و باکتری و همچنین رقم و قارچ و اثر سه جانبه رقم، باکتری و قارچ، بر وزن تر گره در بوته در سطح احتمال ۱٪ مثبت و معنی دار بود. همچنین بین ارقام انتخابی نیز از نظر وزن تر گره اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ مشاهده شد (جدول پیوست ۷). تلقیح باکتری و اثر متقابل قارچ و باکتری اثر معنی داری بر صفت مذکور نشان نداد.

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد، بیشترین وزن تر گره (۷۶/۰ گرم) در توده بومی کالپوش تحت تأثیر تلقیح باکتری ریزوبیوم مشاهده شد و کمترین وزن تر گره (۱۶۹/۰ گرم) در تیمار شاهد (عدم تلقیح) در رقم بیله سوار مشاهده شد (جدول ۴-۴). همچنین نتایج نشان داد که تلقیح قارچ میکوریزا به طور میانگین ۱۶٪ وزن تر گره را نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) کاهش داد (جدول پیوست ۸). همچنین مشاهده نتایج اثر متقابل قارچ و رقم حاکی از این است که تلقیح قارچ در رقم بیله سوار باعث افزایش و در دو رقم دیگر باعث کاهش وزن تر گره گردید (شکل ۴-۹). همچنین اثر متقابل رقم و باکتری نشان داد که بیشترین وزن تر گره (۵۷/۰ گرم) مربوط به تلقیح باکتری در توده بومی کالپوش و کمترین مقدار آن (۲۱/۰ گرم) مربوط به تیمار شاهد (عدم تلقیح) در رقم بیله سوار بود (شکل ۴-۱۰).

نتایج جدول تجزیه واریانس در خصوص وزن خشک گره نشان داد که تمامی تیمارها و اثرات دو و سه جانبه آن ها اثر معنی داری در سطح ۱٪ بر وزن خشک گره داشتند و همچنین بین ارقام انتخابی نیز اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ از این نظر مشاهده شد (جدول پیوست ۷).

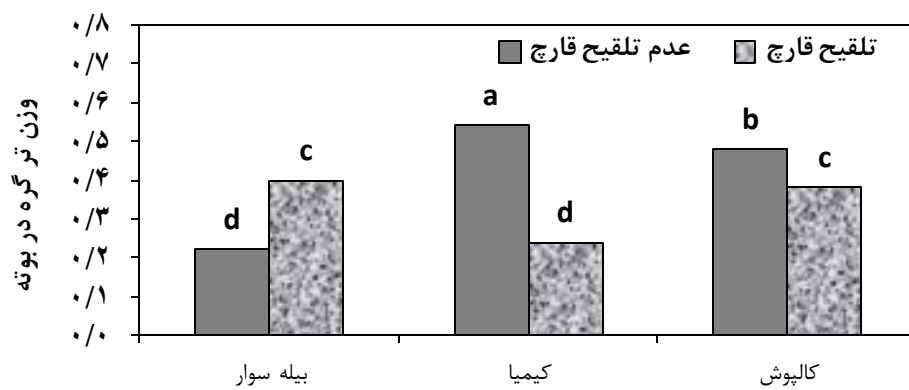
نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد، تلقیح قارچ به میزان ۱۵/۲ درصد وزن خشک گره ها را کاهش داد ولی تلقیح باکتری ۱۳/۳ درصد این صفت را افزایش داد (جدول پیوست ۸). همچنین بین ارقام انتخابی نیز رقم بیله سوار با وزن خشک گره ۰/۰۳۶ گرم نسبت به دو رقم دیگر وزن خشک گره کمتری نشان داد (جدول پیوست ۸).

نتایج مشاهده اثر سه جانبه تیمارها در خصوص صفت وزن خشک گره در بوته نشان داد که بیشترین وزن خشک گره (۰/۰۶۸ گرم) با تلقیح باکتری ریزوبیوم در توده بومی کالپوش و کمترین وزن خشک گره (۰/۰۲۶ گرم) در تیمار شاهد (عدم تلقیح) در رقم بیلہ سوار مشاهده گردید (جدول ۴-۵). همچنین مشاهده میانگین ها حاکی از این است که تلقیح قارچ به طور میانگین وزن خشک گره در بوته را به میزان ۱۵ درصد کاهش داده است ولی تلقیح باکتری میزان وزن خشک گره در بوته را ۱۳ درصد افزایش داد (جدول پیوست ۸).

در خصوص ترکیب تیماری رقم و قارچ نتایج نشان داد (شکل ۴-۱۱)، تلقیح قارچ وزن خشک گره را در ارقام کالپوش و بیلہ سوار به ترتیب ۵۰ و ۲۵ درصد کاهش داد لیکن در رقم کیمیا این صفت را به میزان ۳۹/۳ درصد افزایش داد.

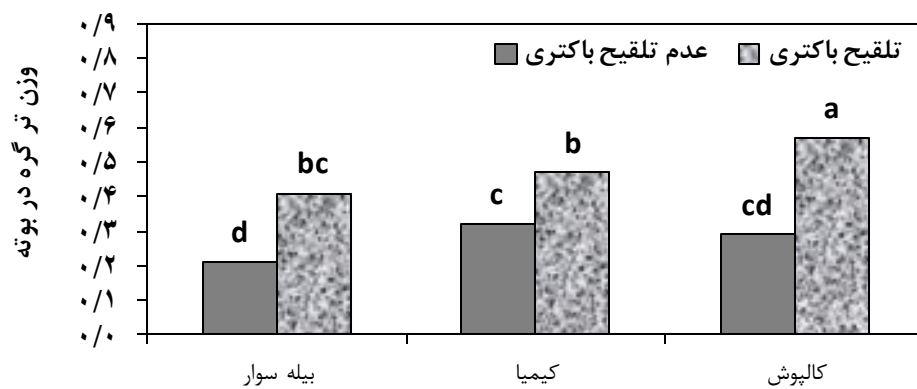
مشاهده نتایج در خصوص ترکیب تیماری رقم و باکتری (شکل ۴-۱۲)، نیز حاکی از این است که تلقیح باکتری در تمامی ارقام باعث افزایش وزن خشک گره نسبت به شاهد گردید. همچنین نتایج مقایسه میانگین ها (شکل ۴-۱۳)، نشان داد که در اثر تلقیح دوگانه قارچ و باکتری صفت مذکور نسبت به اثرات جداگانه تیمار ها کاهش داشت.

آلمانزا و همکاران (۲۰۱۰)، طی تحقیقی بر روی ارقام بومی و تجاری لوبیا سبز مشاهده کردند که گیاهان میکوریزایی وزن خشک گره پایین تری نسبت به گیاهانی که تنها با باکتری تلقیح شده بودند دارند. آنها کاهش وزن گره ها را در حضور قارچ اینگونه توضیح می دهند که با توجه به نتایج مطالعات محتوای قند ترهالوز در گره تحت تنش خشکی، ارتباط مثبت با افزایش تحمل گیاه نسبت به این تنش دارد و نتایج این تحقیق تجمع کمتر ترهالوز در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا را نشان داد. لذا این امر در تقابل با ریزوبیوم است و بر فرآیند گره بندی گیاه اثر منفی دارد. همچنین زیدی و همکاران (۲۰۰۳)، گزارش نمودند استفاده ریزوبیوم، روی گیاه نخود باعث افزایش وزن خشک گره گردید.



رقم

شکل ۴-۹- مقایسه میانگین وزن تر گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ ۶۰ روز پس از کاشت

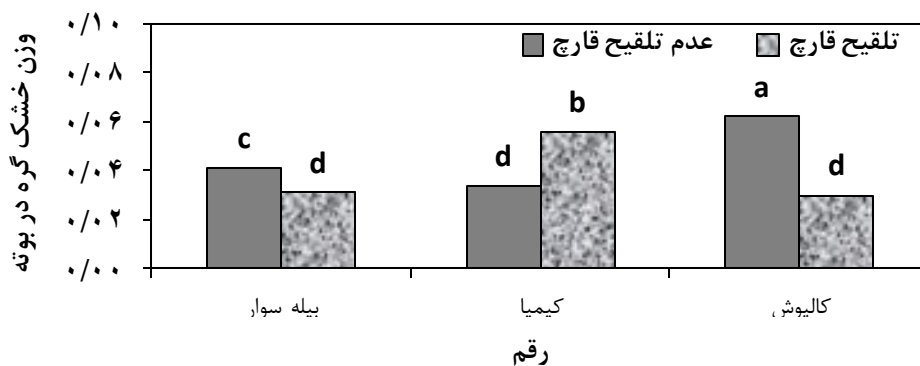


رقم

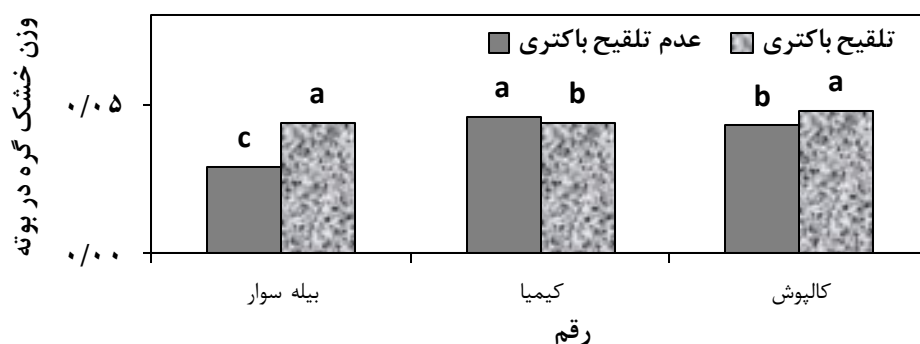
شکل ۴-۱۰- مقایسه میانگین وزن تر گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح باکتری ۶۰ روز پس از کاشت

جدول ۴-۴- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر وزن ترگره (گرم در بوته) ۶۰ روز پس از کاشت
 $V =$ رقم: (V_1 (بیله سوار)، V_2 (کیمیا)، V_3 (توده بومی کالپوش))، $M =$ تیمار میکوریزا: ($M_1 =$ عدم تلقیح و $M_2 =$ تلقیح)، $R =$ تیمار ریزوبیوم: ($R_1 =$ عدم تلقیح و $R_2 =$ تلقیح)

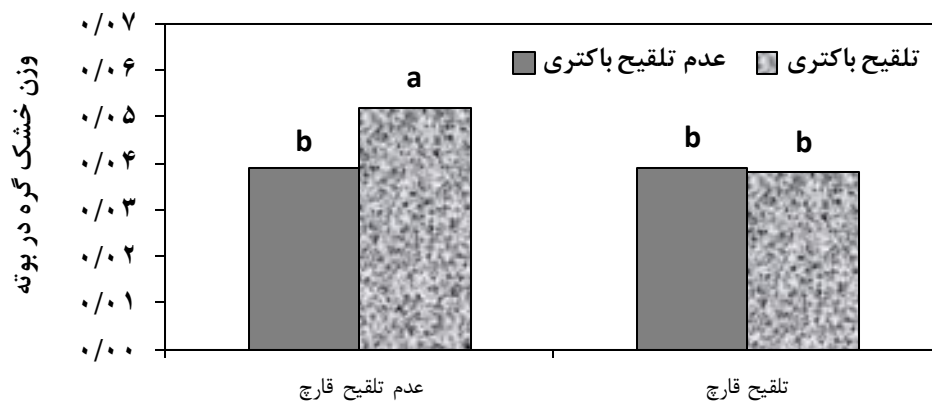
تیمارهای آزمایشی		وزن ترگره (گرم در بوته)
V_1	R.M.	c ۰/۱۶۹
	R_1M_1	b ۰/۲۵۷
	R_2M_1	b ۰/۲۷۰
	R_1M_2	a ۰/۵۵۳
V_2	R.M.	b ۰/۳۲۷
	R_1M_1	b ۰/۳۳۱
	R_2M_1	a ۰/۷۵۳
	R_1M_2	c ۰/۱۸۳
V_3	R.M.	c ۰/۲۰۷
	R_1M_1	b ۰/۳۸۷
	R_2M_1	a ۰/۷۶۰
	R_1M_2	b ۰/۳۸۰



شکل ۴-۱۱- مقایسه میانگین وزن خشک گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ ۶۰ روز پس از کاشت



شکل ۴-۱۲- مقایسه میانگین وزن خشک گره در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح باکتری ۶۰ روز پس از کاشت



قارچ میکوریزا

شکل ۴-۱۳- مقایسه میانگین وزن خشک گره تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری ۶۰ روز پس از کاشت

جدول ۴-۵- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر وزن خشک گره (گرم در بوته) ۶۰ روز پس از کاشت
 V = رقم: (V_1 بیله سوار)، (V_2 کیمیا)، (V_3 توده بومی کالپوش)، M = تیمار میکوریزا: (M = عدم تلقیح و M_1 = تلقیح)، R = تیمار ریزوبیوم: (R = عدم تلقیح و R_1 = تلقیح)

وزن خشک گره (گرم در بوته)		تیمار های آزمایشی	
0.26	c	R.M.	V_1
0.32	b	$R.M_1$	
0.57	a	R_1M	
0.31	b	R_1M_1	
0.37	b	R.M.	V_2
0.55	a	$R.M_1$	
0.31	b	R_1M	
0.56	a	R_1M_1	
0.56	b	R.M.	V_3
0.31	c	$R.M_1$	
0.68	a	R_1M	
0.28	c	R_1M_1	

۴-۱۱- درصد کلونیزاسیون میکوریزایی ریشه عدس

نتایج تجزیه واریانس، نشان داد اثر تلقیح قارچ میکوریزا و اثر متقابل رقم و قارچ میکوریزا و همچنین اثر سه جانبه تیمارها در سطح احتمال ۱٪ بر کلونیزاسیون ریشه عدس معنی دار بود. ترکیب تیماری قارچ و باکتری اثر معنی داری بر صفت مورد نظر نداشت. همچنین بین ارقام انتخابی نیز از این نظر اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد (جدول پیوست ۹).

طبق نتایج مقایسه میانگین ها، تلقیح قارچ میکوریزا در مقایسه با شاهد (عدم تلقیح) به طور میانگین به میزان ۳۶/۳۹ درصد بر میزان کلونیزاسیون ریشه گیاه عدس افزود (جدول پیوست ۱۰).

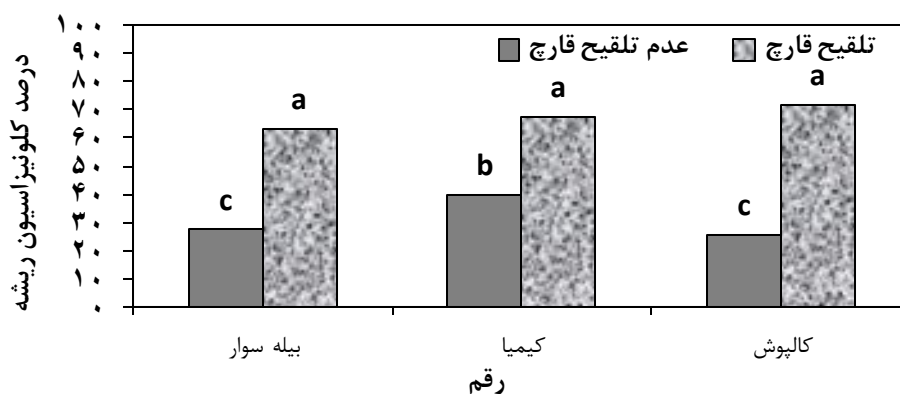
نتایج مقایسه میانگین ها در مورد اثر متقابل رقم و قارچ (شکل ۴-۱۴)، نشان داد که بیشترین میزان کلونیزاسیون ریشه (۷۱/۶ درصد) مربوط به تیمار تلقیح قارچ میکوریزا در توده بومی کالپوش و کمترین مقدار آن (۱۸/۳ درصد) مربوط به تیمار شاهد (عدم تلقیح) در همان توده بومی بود که در این مورد افزایش ۵۳/۳ درصدی را در صفت مذکور نشان داد.

مشاهده نتایج اثر سه جانبه رقم، قارچ و باکتری نیز حاکی از این است که بیشترین میزان همزیستی میکوریزایی در توده بومی کالپوش به میزان ۷۱/۶ درصد در اثر تلقیح قارچ میکوریزا حاصل شد و کمترین میزان آن نیز در تیمار شاهد (عدم تلقیح) در همان توده بومی مشاهده شد (جدول ۴-۶).

پلایز و همکاران (۲۰۱۰)، گزارش کردند افزایش درصد همزیستی میکوریزایی در شرایط کاربرد قارچ میکوریزا در لوبیا مشاهده شد. در این گزارش افزایش درصد همزیستی میکوریزایی را به غلظت منگنز مرتبط می دانند. آنان معتقدند در صورت افزایش غلظت منگنز به میزان ۲۰٪، کلونیزاسیون ریشه تا ۸۲٪ افزایش می یابد.

جدول ۴-۶- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر کلونیزاسیون ریشه (درصد) ۷۵ روز پس از کاشت
 $V =$ رقم: (V_1 بیلہ سوار)، (V_2 کیمیا)، (V_3 تودہ بومی کالپوش)، $M =$ تیمار میکوریزا: ($M_1 =$ عدم تلقیح و $M_2 =$ تلقیح)، $R =$ تیمار ریزوبیوم: ($R_1 =$ عدم تلقیح و $R_2 =$ تلقیح)

تیمار های آزمایشی		کلونیزاسیون ریشه (درصد)
V_1	R.M.	۳۱/۶۶ b
	$R_1 M_1$	۶۱/۶۶ a
	$R_2 M_1$	۲۳/۳۳ c
	$R_3 M_1$	۶۹/۰۰ a
V_2	R.M.	۴۶/۶۶ b
	$R_1 M_1$	۶۵/۰۰ a
	$R_2 M_1$	۳۳/۳۳ c
	$R_3 M_1$	۷۰/۰۰ a
V_3	R.M.	۱۸/۳۳ c
	$R_1 M_1$	۷۱/۶۰ a
	$R_2 M_1$	۳۳/۳۲ b
	$R_3 M_1$	۷۱/۳۰ a



شکل ۴-۱۴- مقایسه میانگین کلونیزاسیون ریشه (درصد) تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ ۷۵ روز پس از کاشت

۴-۱۲- کلروفیل کل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس، نشان داد تلقیح قارچ، تلقیح باکتری و اثر متقابل قارچ و رقم در سطح احتمال ۱٪ بر میزان کلروفیل کل گیاه معنی دار بود. همچنین ترکیب تیماری باکتری و رقم و اثر سه جانبه تیمارها نیز در سطح ۵٪ بر صفت مذکور معنی دار شد. بین ارقام انتخابی از نظر صفت مورد نظر اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد (جدول پیوست ۹).

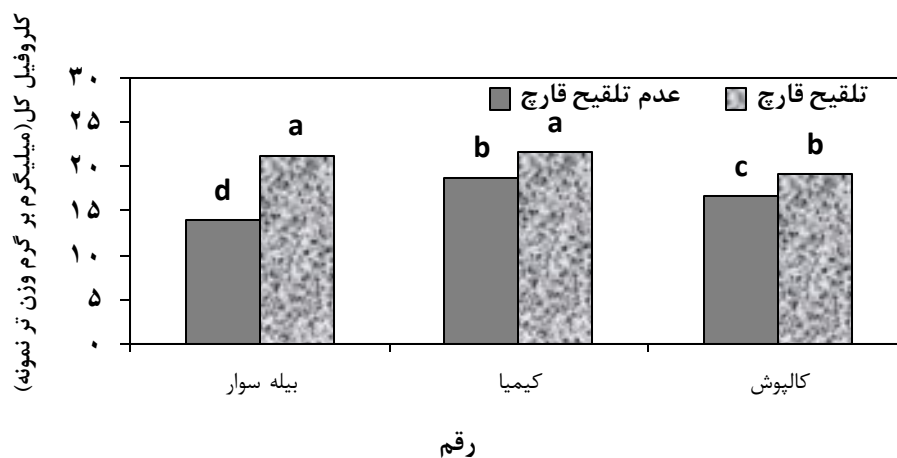
نتایج مقایسه میانگین ها در مورد اثر متقابل رقم و قارچ نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل تحت تاثیر تلقیح قارچ میکوریزا (۲۱/۳۸ میلیگرم بر گرم وزن تر نمونه) در رقم بیله سوار و کمترین میزان کلروفیل نیز در همان رقم و در تیمار شاهد (عدم تلقیح) به میزان ۱۳/۹۱ میلیگرم بر گرم وزن تر نمونه مشاهده گردید (شکل ۴-۱۵). نتایج این تحقیق نشان داد (شکل ۴-۱۶)، تلقیح باکتری میزان کلروفیل کل برگ در ارقام کالپوش و بیله سوار را نسبت به شاهد (عدم تلقیح) به طور معنی داری کاهش داد. همچنین طبق نتایج مقایسه میانگین ها (جدول ۴-۷)، اثر سه جانبه تیمارها نشان داد، بیشترین مقدار کلروفیل (۲۲/۳۸ میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه) در اثر تلقیح قارچ میکوریزا در رقم کیمیا و کمترین میزان کلروفیل (۱۱/۹ میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه) در رقم بیله سوار و تیمار تلقیح باکتری مشاهده شد. همچنین نتایج مقایسه میانگین ها (جدول پیوست ۱۰)، نشان داد تلقیح قارچ میکوریزا میزان کلروفیل کل برگ را نسبت به شاهد (عدم تلقیح) به طور میانگین ۲۰٪ افزایش داد ولی تلقیح باکتری مقدار کلروفیل کل برگ را نسبت به شاهد (عدم تلقیح) به میزان ۷٪ کاهش داده است که با توجه به تحت تنش خشکی بودن گیاه در مراحل حساس گلدهی و دانه بندی، این میزان کاهش کلروفیل برگ را می توان به اثرات مقاومت گیاه در برابر تنش و استفاده از پیش ماده مورد نیاز جهت سنتز کلروفیل، برای سنتز پرولین نسبت داد که در نهایت منجر به کاهش سنتز کلروفیل در گیاه شده است. لکن گیاهانی که با قارچ میکوریزا تیمار شده بودند به جهت تأمین آب و مواد غذایی از اعماق بیشتر توسط هیف های قارچ، کمتر تحت تنش بوده اند لذا کلروفیل بیشتری نیز سنتز کرده اند.

به طور کلی هر چه شرایط تغذیه ای و محیطی برای گیاه مناسب تر باشد، توان گیاه برای تولید کلروفیل در برگ ها بیشتر می شود و همین عوامل احتمالاً بر میزان کلروفیل هم موثرند (دمیر، ۲۰۰۴).

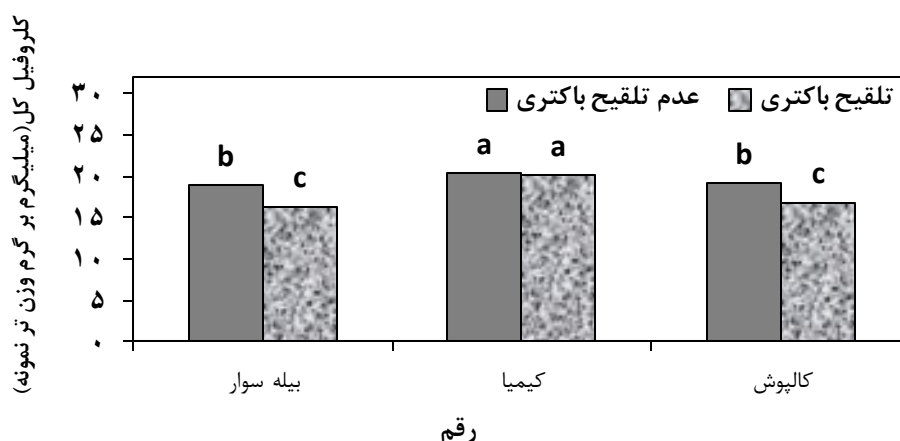
ساواراج و همکاران (۲۰۰۶)، اظهار کردند تیمارهای میکوریزایی دارای سطح کلروفیل و کارتنوئید بالاتری نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی می باشند. این افزایش کلروفیل را می توان به بالا بودن جذب فسفر بعنوان یک حامل انرژی طی فرایند فتوسنتز نسبت داد. همچنین جیری و

همکاران (۲۰۰۲)، گزارش کردند قارچ میکوریزا به جذب منیزیوم در گیاه کمک کرده و لذا می تواند سنتز کلروفیل را افزایش دهد.

پارسا مطلق و همکاران (۱۳۸۹)، طی مطالعه ای بر روی گیاه لوبیا اظهار داشتند اثر قارچ میکوریزا بر غلظت کلروفیل کل در سطح ۵٪ معنی دار شد به طوریکه قارچ *G.mosseae* توانست غلظت کلروفیل کل را ۳/۰۷ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد.



شکل ۴-۱۵- مقایسه میانگین میزان کلروفیل کل در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و رقم ۷۵ روز پس از کاشت



شکل ۴-۱۶- مقایسه میانگین میزان کلروفیل کل در بوته تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح باکتری و رقم ۷۵ روز پس از کاشت

جدول ۴-۷- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر کلروفیل کل برگ (میلیگرم برگرم وزن تر نمونه) ۷۵ روز پس از کاشت $V =$ رقم: (V_1 (بیله سوار)، V_2 (کیمیا)، V_3 (توده بومی کالپوش))، $M =$ تیمار میکوریزا: ($M_0 =$ عدم تلقیح و $M_1 =$ تلقیح)، $R =$ تیمار ریزوبیوم: ($R_0 =$ عدم تلقیح و $R_1 =$ تلقیح)

تیمار های آزمایشی		کلروفیل کل برگ (میلیگرم برگرم وزن تر نمونه)	
V_1	R.M.	b	۱۵/۹۲
	$R.M_1$	a	۲۱/۸۶
	R_1M_1	c	۱۱/۹۱
	R_1M_1	a	۲۰/۷۱
V_2	R.M.	b	۱۸/۳۱
	$R.M_1$	a	۲۲/۳۸
	R_1M_1	b	۱۹/۲۴
	R_1M_1	a	۲۰/۹۲
V_3	R.M.	b	۱۷/۵۹
	$R.M_1$	a	۲۰/۶۵
	R_1M_1	c	۱۵/۷۷
	R_1M_1	b	۱۷/۷۵

۴-۱۳- کلروفیل a, b و کارتنوئید

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد (جدول پیوست ۱۱)، تلقیح جداگانه قارچ و اثر متقابل رقم و قارچ در سطح احتمال ۱٪ و تلقیح توأم قارچ و باکتری در سطح ۵٪ اثر معنی داری بر میزان کلروفیل a در برگ گیاه داشت. بین ارقام انتخابی در این تحقیق اختلاف معنی داریاز این نظر مشاهده نشد.

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که تلقیح قارچ به طور میانگین ۲۱ درصد میزان کلروفیل a را در گیاه افزایش داد (جدول پیوست ۱۲). همچنین نتایج مقایسه میانگین ها (شکل ۴-۱۷)، حاکی از این است که در اثر ترکیب تیماری قارچ و رقم بیشترین میزان کلروفیل a به میزان ۱۹/۵۷ میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه در رقم بیله سوار و تیمار تلقیح قارچ و کمترین میزان (۱۳/۵۵ میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه) در توده بومی کالپوش و تیمار شاهد (عدم تلقیح) مشاهده گردید.

همچنین طبق مشاهده میانگین ها (شکل ۴-۱۸)، در اثر تلقیح دوگانه قارچ و باکتری میزان کلروفیل a (۱۹/۵۵ میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه) نسبت به شاهد (عدم تلقیح)، ۲۳/۴ درصد افزایش داشت.

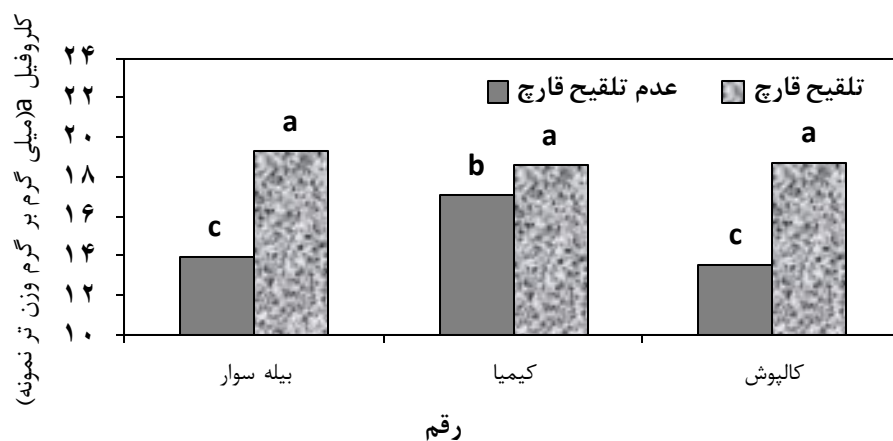
نتایج مقایسه میانگین ها در خصوص سایر رنگیزه های فتوسنتزی نشان داد اثر تلقیح جداگانه قارچ و باکتری بر میزان کلروفیل b در سطح ۱٪ معنی دار بود. همچنین اثرات متقابل دو جانبه و سه جانبه تیمارها نیز بر میزان کلروفیل b و رنگیزه کاروتن در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول پیوست ۱۱).

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد (جدول پیوست ۱۲)، تلقیح باکتری ریزوبیوم به میزان ۲۲ درصد مقدار کلروفیل b را در برگ کاهش داده است و همچنین بین ارقام انتخابی، رقم بيله سوار با ۱/۹۶۷ میلیگرم بر گرم وزن تر نمونه بیشترین و توده بومی کاپوش با ۱/۶۳۶ میلیگرم بر گرم وزن تر نمونه کمترین میزان کلروفیل b را نشان داد (جدول پیوست ۱۲).

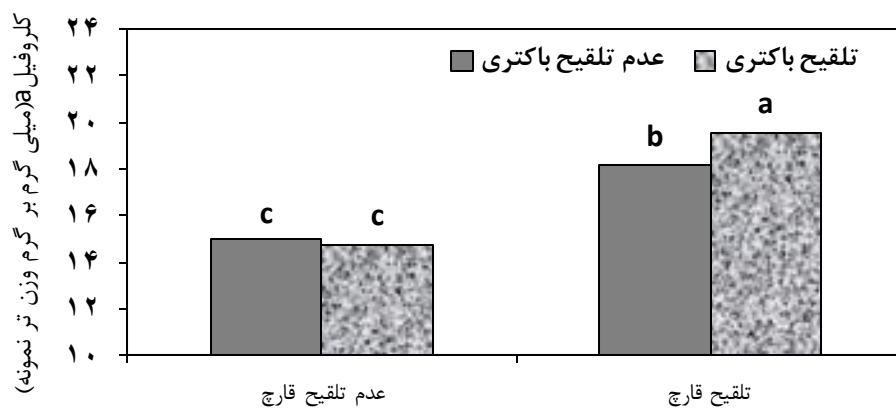
نتایج این تحقیق (شکل ۴-۱۹)، نشان داد در اثر تلقیح دوگانه باکتری و قارچ، کلروفیل b در برگ به میزان ۴۲/۶ درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) کاهش یافت.

در خصوص مقدار رنگیزه های کارتنوئید در گیاه نیز نتایج مقایسه میانگین ها در خصوص اثرات سه جانبه تیمارها نشان داد (جدول ۴-۸)، بیشترین میزان رنگیزه های کارتنوئید (۴/۹۷۳ میلیگرم بر گرم وزن تر نمونه) در رقم کیمیا و با تلقیح دوگانه باکتری و قارچ و کمترین مقدار این رنگیزه ها نیز در رقم بيله سوار و تیمار شاهد (عدم تلقیح) به میزان ۲/۰۹ میلیگرم بر گرم وزن تر نمونه حاصل شد.

مطالعات دمیر (۲۰۰۴)، نشان داد که همزیستی با قارچ میکوریزا میزان فتوسنتز در فلفل را نسبت به گیاهان شاهد بهبود می بخشد. افزایش میزان فتوسنتز در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا به علت بهبود جذب فسفر و افزایش محتوی کلروفیل می باشد. همچنین پارسا مطلق و همکاران (۱۳۸۹)، طی مطالعه روی گیاه لوبیا افزایش معنی دار کارتنوئیدهای بتاکاروتن و گزانتوفیل را تحت تاثیر تیمار قارچ میکوریزا نسبت به شاهد (عدم تلقیح) گزارش کردند.

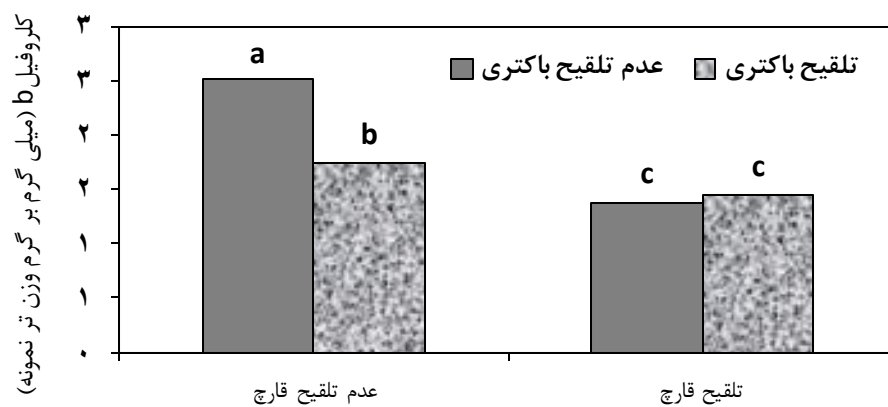


شکل ۴-۱۷- مقایسه میانگین میزان کلروفیل a در برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و رقم ۷۵ روز پس از کاشت



قارچ میکوریزا

شکل ۴-۱۸- مقایسه میانگین میزان کلروفیل a در برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری ۷۵ روز پس از کاشت



قارچ میکوریزا

شکل ۴-۱۹- مقایسه میانگین میزان کلروفیل b در برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری تلقیح قارچ و باکتری ۷۵ روز پس از کاشت

جدول ۴-۸- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر کارتنوئیدهای برگ (میلیگرم برگرم وزن تر نمونه) ۷۵ روز پس از کاشت $V =$ رقم: (V_1) (بیله سوار)، V_2 (کیمیا)، V_3 (توده بومی کالپوش)، $M =$ تیمار میکوریزا: ($M_0 =$ عدم تلقیح و $M_1 =$ تلقیح)، $R =$ تیمار ریزوبیوم: ($R_0 =$ عدم تلقیح و $R_1 =$ تلقیح)

تیمار های آزمایشی		کارتنوئیدهای برگ (میلیگرم برگرم وزن تر نمونه)	
V_1	R.M.	c	۲/۰۹۰
	$R.M_1$	b	۳/۴۴۰
	$R_1M.$	a	۴/۲۲۰
	R_1M_1	a	۴/۰۷۷
V_2	R.M.	a	۴/۱۷۳
	$R.M_1$	b	۳/۱۱۷
	$R_1M.$	c	۲/۱۱۰
	R_1M_1	a	۴/۹۷۳
V_3	R.M.	a	۳/۹۰۳
	$R.M_1$	c	۲/۸۳۳
	$R_1M.$	c	۲/۹۵۳
	R_1M_1	b	۳/۲۸۰

۴-۱۴- پرولین در اندام هوایی

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱۳)، حاکی از آن است که بین ارقام انتخابی در این تحقیق از نظر میزان پرولین آزاد تجمع یافته در برگ تحت تنش خشکی، اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ وجود داشت. همچنین بجز اثر متقابل قارچ و رقم، سایر تیمارها و اثرات متقابل دو جانبه و چند جانبه آن ها بر صفت مذکور در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد.

مشاهده مقایسه میانگین ها نشان داد (جدول پیوست ۱۴)، بین ارقام انتخابی بیشترین میزان پرولین تجمع یافته در گیاه (۳/۹۹ میکرومول بر گرم وزن تر نمونه) مربوط به توده بومی کالپوش و کمترین میزان آن (۳/۳۹ میکرومول بر گرم وزن تر نمونه) مربوط به رقم بیله سوار می باشد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد (جدول پیوست ۱۴)، تلقیح قارچ میکوریزا میزان پرولین گیاه را به طور میانگین ۳۷٪ کاهش داده و لیکن تلقیح باکتری صفت مذکور را به میزان ۹٪ افزایش داده است.

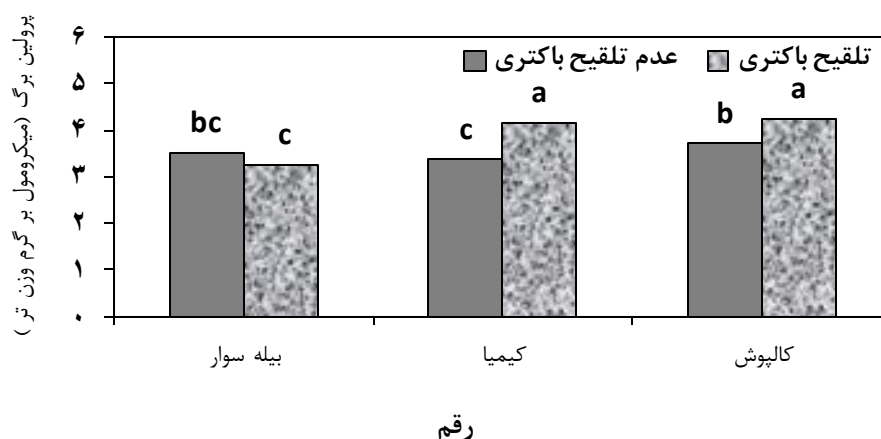
کاهش تجمع پرولین در بافت های گیاه متأثر از نقش قارچ میکوریزا در کاهش اثرات تنش خشکی بر گیاه می باشد. درخصوص اثر متقابل رقم و باکتری نتایج نشان داد (شکل ۴-۲۰)، که بیشترین میزان پرولین (۴/۱۷ میکرومول بر گرم وزن تر نمونه) در رقم کیمیا تحت تأثیر تلقیح باکتری و کمترین مقدار پرولین (۳/۲۷ میکرومول بر گرم وزن تر نمونه) نیز با تلقیح باکتری در رقم بیلہ سوار مشاهده شد. مشاهده نتایج مقایسه میانگین ها در تلقیح دوگانه قارچ و باکتری نیز نشان داد (شکل ۴-۲۱)، که پرولین برگ با تلقیح دوگانه قارچ و باکتری به میزان ۳۲/۳ درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) کاهش یافت. همچنین مشاهده نتایج اثر سه جانبه تیمارها، نشان داد که کمترین میزان پرولین در رقم بیلہ سوار و با تیمار تلقیح قارچ به میزان ۲/۳۷ میکرو مول بر گرم وزن تر نمونه و بیشترین مقدار آن در رقم کیمیا (۵/۸ میکرو مول بر گرم وزن تر نمونه) و با تلقیح باکتری مشاهده گردید (جدول ۴-۹).

نتایج مطالعات میر محمدی میبدی و قره یازی (۱۳۸۱)، نشان داد از دلایل عمده معنی دار بودن میزان پرولین در شرایط عدم تنش، تنظیم فشار اسمزی سلول می باشد که می تواند به منظور موازنه اسمزی در واکوئل و تعادل اسمزی بین سیتوپلاسم و اجزای مختلف سلول نسبت به محیط باشد. افزایش پرولین در اثر افزایش تنش خشکی در تیمار شاهد، شاید به سبب افزایش میزان اسید آبسازیک باشد. این هورمون انباشتگی اسیدهای آمینه، بخصوص پرولین را افزایش می دهد و سازش با خشکی را بهبود می بخشد که ممکن است یکی از دلایل افزایش پرولین در گیاهان باشد.

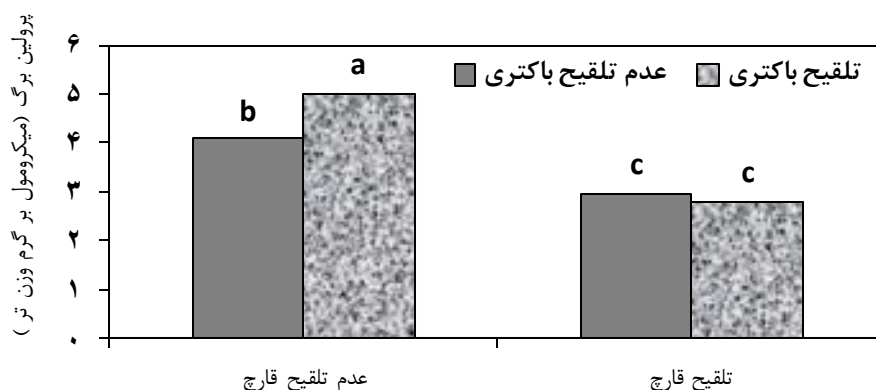
دوبکوا و همکاران (۲۰۱۳)، در مطالعات خود چنین اظهار کردند که سطوح اسید آبسازیک در پاسخ به کمبود آب در گیاه افزایش یافته و این افزایش در گیاهان غیر میکوریزایی نسبت به گیاهان میکوریزایی بیشتر می باشد که این امر نشان داد گیاهان همزیست تنش خشکی را با شدت کمتری تجربه کرده اند و لذا میزان پرولین تجمعی در بافت های آنها نیز کمتر می باشد.

در مطالعات متعدد دیگر توسط سانچز و همکاران (۲۰۰۸)، آروکا و همکاران (۲۰۰۶) و لوزانو و همکاران (۱۹۹۷)، نیز تجمع کمتر پرولین در گیاهان میکوریزایی تحت شرایط تنش خشکی نسبت به

گیاهان غیرمیکوریزایی گزارش شده است و دلیل آن را اینگونه توضیح می دهند که ممکن است این گیاهان به دلیل نقش قارچ همزیست، کمتر تحت تنش بوده و نیازی ندارند تا از نظر اسمولتیکی سیمپلاست یا آنزیم های حمایت کننده اسمزی را تنظیم کنند (لوزانو، ۲۰۰۳)، و یا شاید سایر محلول های سازگار مانند گلیسین بتائین یا کربوهیدرات در گیاهان تلقیح شده جمع شده و یا پرولین در این مرحله برای ساخت پروتئین دانه مصرف شده باشد.



شکل ۴-۲۰- مقایسه میانگین میزان پرولین برگ (میکرومول بر گرم وزن تر) تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح باکتری ۷۵ روز پس از کاشت



قارچ میکوریزا

شکل ۴-۲۱- مقایسه میانگین میزان پرولین برگ (میکرومول بر گرم وزن تر) تحت تأثیر ترکیب تیماری قارچ و باکتری ۷۵ روز پس از کاشت

جدول ۴-۹- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر پرولین برگ (میکرو مول برگرم وزن تر) ۷۵ روز پس از کاشت
 $V =$ رقم: (V_1 (بیله سوار)، V_2 (کیمیا)، V_3 (توده بومی کالپوش))، $M =$ تیمار میکوریزا: ($M_0 =$ عدم تلقیح و $M_1 =$ تلقیح)، $R =$ تیمار ریزوبیوم: ($R_0 =$ عدم تلقیح و $R_1 =$ تلقیح)

تیمار های آزمایشی		پرولین برگ (میکرو مول برگرم وزن تر)	
V_1	R.M.	a	۴/۶۸
	$R.M_1$	c	۲/۳۷
	$R_1M.$	b	۳/۷۰
	R_1M_1	c	۲/۸۴
V_2	R.M.	b	۳/۴۹
	$R.M_1$	b	۳/۲۴
	$R_1M.$	a	۵/۸۰
	R_1M_1	c	۲/۵۴
V_3	R.M.	b	۴/۱۸
	$R.M_1$	c	۳/۲۸
	$R_1M.$	a	۵/۵۳
	R_1M_1	c	۲/۹۹

۴-۱۵- شاخص سطح برگ

میزان افزایش سطح برگ تعیین کننده ظرفیت فتوسنتزی گیاه است. به این ترتیب با تغییر در سطح برگ که تحت تأثیر ژنوتیپ، آب و هوا و حاصلخیزی خاک قرار دارد، عملکرد گیاه نیز متفاوت خواهد بود (باویک، ۲۰۰۲). نمونه برداری جهت تعیین سطح برگ در ۷۵ روز پس از کاشت در مرحله غلاف انجام شد و شاخص سطح برگ بر اساس نسبت سطح برگ محصول به سطح زمینی که محصول روی آن سایه می اندازد، محاسبه گردید.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، بین ارقام انتخابی از نظر شاخص سطح برگ اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ مشاهده شد. اثر تلقیح دوگانه قارچ و باکتری در سطح ۵٪ و سایر تیمارها و اثرات متقابل دو و سه جانبه آنها نیز بر صفت مذکور در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول پیوست ۱۳).

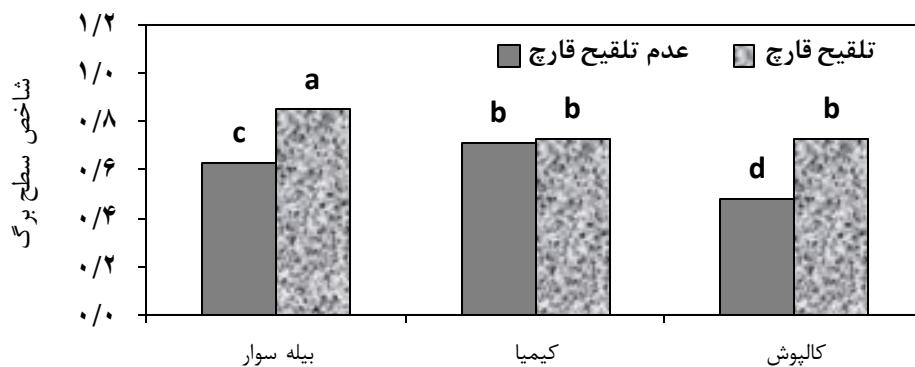
نتایج مقایسه میانگین ها (جدول پیوست ۱۴)، نشان داد بین ارقام انتخابی، کمترین میزان سطح برگ (۰/۶) در توده بومی کالپوش مشاهده شد. همچنین نتایج مقایسه میانگین ها (جدول پیوست ۱۴)، نشان داد تلقیح قارچ میکوریزا به طور میانگین ۲۰ درصد و تلقیح باکتری ریزوبیوم ۷ درصد شاخص سطح برگ گیاه را افزایش داد.

نتایج مقایسه میانگین ها (شکل ۴-۲۲ و ۴-۲۴) نشان داد تلقیح قارچ باعث افزایش شاخص سطح برگ گیاه نسبت به شاهد گردید که دلیل آن را می توان به نقش قارچ همزیست در کاهش اثرات تنش خشکی در مقایسه با تیمار شاهد (عدم تلقیح) و حفظ سطح فتوسنتزی گیاه نسبت داد. همچنین نتایج اثر متقابل رقم و باکتری (شکل ۴-۲۳) نشان داد که تلقیح باکتری شاخص سطح برگ گیاه را در همه ارقام نسبت به شاهد (عدم تلقیح) افزایش داده است که شاید به دلیل تأمین نیتروژن بیشتر توسط فرآیند تثبیت بیولوژیکی و انتقال به بخش هوایی برای سنتز کلروفیل جهت توسعه سطح برگ و به تبع آن افزایش فتوسنتز باشد.

نتایج مقایسه میانگین ها در خصوص اثرات متقابل قارچ و باکتری (شکل ۴-۲۴) بر صفت مذکور نشان داد که شاخص سطح برگ در اثر تلقیح دوگانه قارچ و باکتری به میزان ۲۷ درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافت.

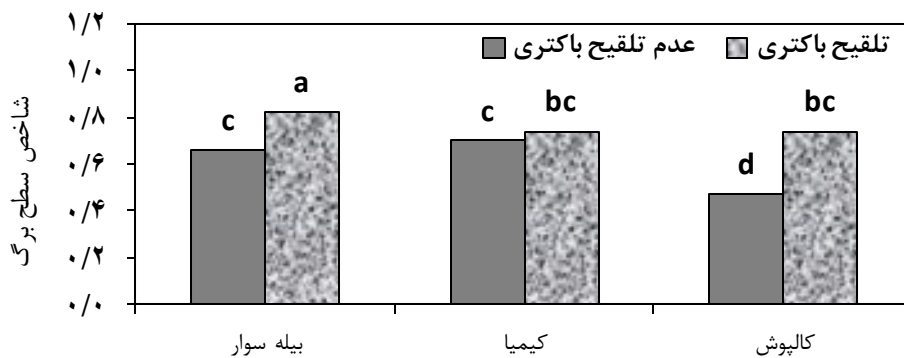
همچنین نتایج اثرات سه جانبه رقم، باکتری و قارچ (جدول ۴-۱۰)، نشان داد که کمترین شاخص سطح برگ به میزان ۰/۴۶ در تیمار شاهد (عدم تلقیح) در توده بومی کالپوش و بیشترین میزان آن نیز در رقم بیل سوار و تیمار تلقیح قارچ به میزان ۰/۹۸ مشاهده گردید.

مطالعات نشان می دهد حفظ سطح فتوسنتزی برگ از طریق بهبود شرایط تغذیه ای در مراحل حساس رشد گیاه می تواند نقش اساسی در افزایش عملکرد داشته باشد (جنتر و همکاران، ۱۹۷۰). سقفی و همکاران (۱۳۹۲)، نیز طی مطالعه ای در دانشگاه تهران گزارش کردند، اعمال تنش شوری و به تبع آن تنش خشکی باعث کاهش معنی داری در سطح برگ گیاه گردید.



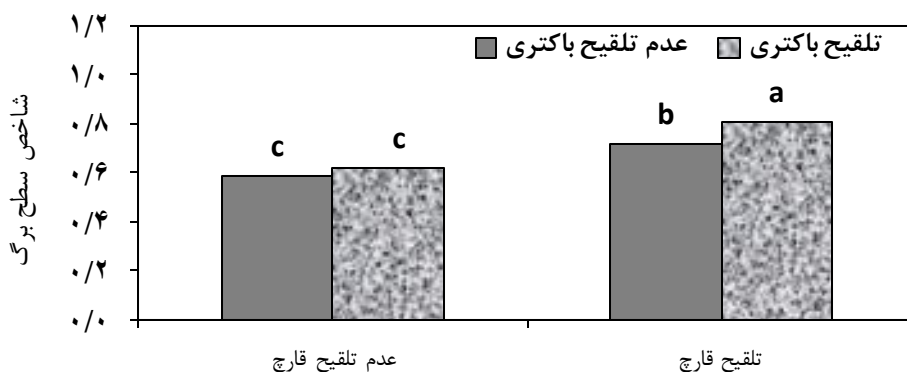
رقم

شکل ۴-۲۲- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ ۷۵ روز پس از کاشت



رقم

شکل ۴-۲۳- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح باکتری ۷۵ روز پس از کاشت



قارچ میکوریزا

شکل ۴-۲۴- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تحت تأثیر ترکیب تیماری قارچ و باکتری ۷۵ روز پس از کاشت

جدول ۴-۱۰- تأثیر سه جانبه رقم، تلقیح قارچ و باکتری بر شاخص سطح برگ ۷۵ روز پس از کاشت
 V = رقم: (V_1) (بیله سوار)، (V_2) (کیمیا)، (V_3) (توده بومی کالپوش)، M = تیمار میکوریزا: (M_0 = عدم تلقیح و M_1 = تلقیح)،
 R = تیمار ریزوبیوم: (R_0 = عدم تلقیح و R_1 = تلقیح)

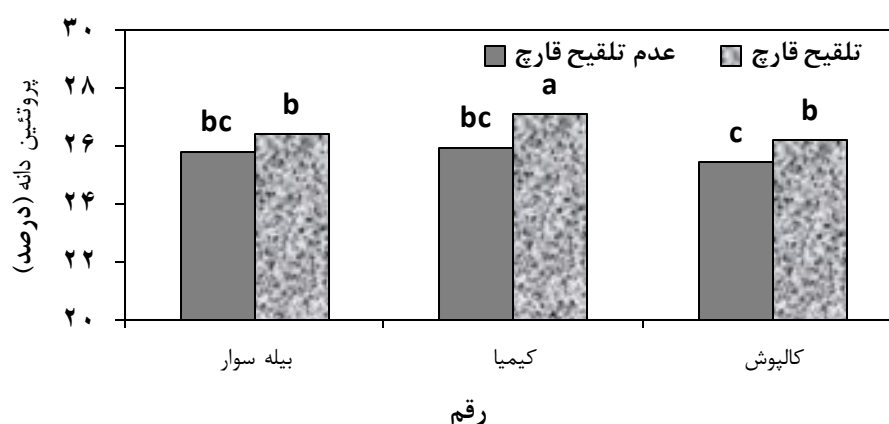
تیمار های آزمایشی		شاخص سطح برگ	
V_1	R.M.	c	۰/۶۵
	$R.M_1$	a	۰/۹۸
	R_1M_1	b	۰/۷۲
	R_1M_1	c	۰/۶۰
V_2	R.M.	b	۰/۶۹
	$R.M_1$	b	۰/۷۱
	R_1M_1	b	۰/۷۲
	R_1M_1	a	۰/۷۵
V_3	R.M.	b	۰/۴۶
	$R.M_1$	b	۰/۴۸
	R_1M_1	a	۰/۹۷
	R_1M_1	b	۰/۴۹

۴-۱۶- پروتئین دانه

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس، نشان داد (جدول پیوست ۱۵)، تلقیح باکتری تأثیر مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۱٪ بر درصد پروتئین دانه داشت. همچنین اثر متقابل رقم و قارچ نیز در سطح احتمال ۵٪ بر صفت مورد نظر معنی دار شد. سایر تیمارها و اثرات متقابل دو و سه جانبه آن ها اثر معنی داری روی صفت مذکور نداشت. بین ارقام نیز از این نظر اختلاف معنی داری وجود نداشت. مشاهده مقایسه میانگین ها در خصوص اثر متقابل قارچ و رقم نشان داد، بیشترین میزان پروتئین دانه (۲۷/۰۹ درصد) تحت تأثیر تلقیح قارچ میکوریزا در رقم کیمیا و کمترین میزان آن (۲۵/۴۳ درصد) در تیمار شاهد (عدم تلقیح) در توده بومی کالپوش مشاهده شد (شکل ۴-۲۵).

طبق مقایسه میانگین ها، با تلقیح باکتری ریزوبیوم میانگین پروتئین دانه به ۲۷/۳۶ درصد رسید که نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) ۲/۶۹٪ افزایش نشان داد (جدول پیوست ۱۶).

نتایج مطالعات نشان داده است که تثبیت بالاتر نیتروژن و انتقال آن به میزان بیشتر به دانه باعث افزایش درصد پروتئین در تیمارهایی شد که در آنها تثبیت نیتروژن بالاتر است (افل و همکاران، ۱۹۹۲). همچنین اسدی رحمانی و همکاران (۲۰۰۵)، در بررسی اثر سویه های باکتری ریزوبیوم بر خصوصیات کیفی سویا اعلام کردند سویه برتر در شرایط مزرعه ای باعث افزایش ۸۷ درصدی در عملکرد و افزایش ۱۰ درصدی در میزان پروتئین دانه گردید.



شکل ۴-۲۵- مقایسه میانگین پروتئین دانه (درصد) تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ ۹۰ روز پس از کاشت

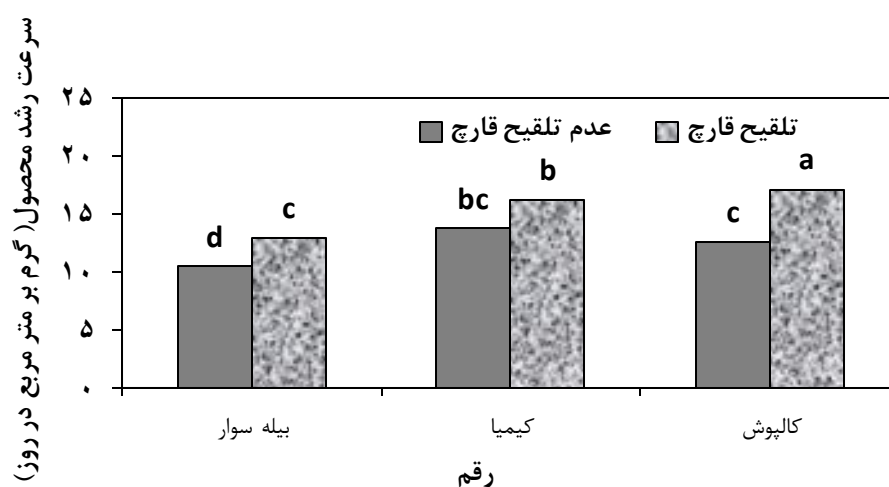
۴-۱۷- سرعت رشد محصول

گیاه عدس زمانی برداشت می شود که رشد هنوز ادامه داشته و نمی توان تا خشک شدن بوته منتظر ماند زیرا خشک شدن دمگل ها باعث ریزش شدید غلاف ها می گردد لذا نمونه برداری ها در مراحل حساس رشد گیاه مانند ساقه روی، گل دهی، غلاف و رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، در ۹۰ روز پس از کاشت (زمان رسیدگی فیزیولوژیک)، اثر متقابل رقم و قارچ بر سرعت رشد گیاه در سطح ۱٪ معنی دار شد. همچنین اثر تلقیح جداگانه قارچ نیز در سطح ۵٪ بر صفت مذکور معنی دار شد (جدول پیوست ۱۵). سایر تیمارها و اثرات متقابل دو و سه جانبه آنها بر صفت مذکور معنی دار نشد و همچنین بین ارقام نیز اختلاف معنی دار مشاهده نشد.

مقایسه میانگین ها در خصوص اثر تلقیح قارچ بر سرعت رشد محصول در ۹۰ روز پس از کاشت نشان داد که تلقیح قارچ، صفت مذکور را به میزان ۱۱/۲۷ درصد افزایش داد (جدول پیوست ۱۶). همچنین در خصوص اثر متقابل رقم و قارچ نیز نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد (شکل ۴-۲۶)، سرعت رشد در اثر تلقیح قارچ و در توده بومی کالپوش به میزان ۱۷/۱۶ گرم بر متر مربع در روز رسید که نسبت به شاهد ۲۶/۶۳ درصد افزایش داشت.

نتایج مطالعات وو و همکاران (۲۰۰۵)، نشان داد، تلقیح با میکوریزا باعث افزایش معنی دار CGR ذرت شد. همچنین مطالعات نشان دادند که سرعت رشد محصول در هر گونه گیاهی معمولاً به میزان دریافت تشعشع نور خورشید بستگی دارد (کوچکی و سرمد نیا، ۱۳۸۲). در زمان رسیدگی فیزیولوژیک سرعت رشد معمولاً به حداکثر میزان خود رسیده و در انتهای دوره رشد گیاه به دلیل افزایش سایه اندازی برگ ها، کاهش تشعشع دریافتی و کاهش میزان فتوسنتز، میزان CGR نیز کاهش می یابد.



شکل ۴-۲۶- مقایسه میانگین سرعت رشد محصول تحت تأثیر ترکیب تیماری رقم و تلقیح قارچ ۹۰ روز پس از کاشت

۴-۱۸- نتیجه گیری

۱ - بین ارقام انتخابی از نظر درصد پروتئین، تعداد غلاف، عملکرد اقتصادی و وزن صد دانه و تعداد غلاف های پوک در بوته اختلاف معنی داری مشاهده شد. به طوریکه بیشترین تعداد غلاف پُر مربوط به رقم کیمیا و بیشترین غلاف پوک مربوط به رقم بيله سوار بود. بین رقم محلی و رقم کیمیا از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی داری وجود نداشت.

۲- تلقیح گیاه با قارچ میکوریزا به طور معنی داری باعث کاهش اثرات نامطلوب تنش های محیطی بخصوص خشکی در شرایط دیم بر گیاه عدس شد.

۳ - تلقیح گیاه با قارچ میکوریزا بر روی اکثر صفات نظیر درصد پروتئین، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته و وزن صد دانه اثر مثبت و معنی داری داشته است.

۴ -تلقیح گیاه با باکتری ریزوبیوم بر صفاتی مانند وزن خشک کل، میزان پروتئین دانه و عملکرد بیولوژیک و ارتفاع گیاه تاثیر معنی داری نشان داد ولی بر وزن صد دانه اثر معنی داری نداشت.

۵ - تلقیح دوگانه گیاه با ریزوبیوم و میکوریزا بر عملکرد گیاه و اجزای عملکرد در اغلب صفات اندازه گیری شده اثر مثبت و معنی داری بیش از تلقیح جداگانه آنها داشت و تنها در مورد صفت میزان کلروفیل و رنگیزه های فتوسنتزی در تیمار کاربرد توأم قارچ و باکتری میزان کلروفیل نسبت به شاهد کاهش داشت.

۶-به طور کلی و با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی منطقه و نوع کشت و بر اساس نتایج این تحقیق، تلقیح قارچ میکوریزا تاثیر مثبت بیشتری در مقایسه با باکتری ریزوبیوم بر صفات زراعی و فیزیولوژیک گیاه عدس نشان داد و به نظر می رسد باکتری ریزوبیوم در کشت آبی اثرات مثبت بیشتری نشان دهد.

۴-۱۹- پیشنهاد

این تحقیق در یک سال زراعی و در یک مکان صورت گرفت لذا جهت دست یافتن به نتایج تکمیلی موارد زیر پیشنهاد می گردد:

- ۱ - تکرار آزمایش با توجه به متغیر بودن شرایط آب و هوایی منطقه در سال های مختلف جهت کاهش اثرات خطای نمونه برداری و اطمینان از نتایج حاصله
- ۲ - استفاده از سویه های دیگر قارچ میکوریزا و باکتری ریزوبیوم جهت انتخاب موثر ترین سویه بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس و سازگارترین آن ها به شرایط خاک و اقلیم منطقه
- ۳ - استفاده از تیمارهایی چون انواع عناصر پر مصرف و کم مصرف به همراه قارچ میکوریزا جهت بررسی اثرات متقابل آن ها بر عملکرد و اجزای آن بر روی گیاه عدس در شرایط دیم
- ۴ - استفاده از ارقام اصلاح شده دیگر (با توجه به حساس بودن توده بومی به انواع بیماری های قارچی و عملکرد پایین آن) جهت مقایسه و انتخاب سازگارترین رقم با شرایط منطقه

پوست

جدول پیوست ۱- میانگین مربعات ارتفاع ساقه، وزن خشک برگ و وزن خشک کل تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک کل
تکرار	۲	۳۲/۵۲	۶۸۴۶/۵۲	۱۰۳۳۲/۲۵
رقم (V)	۲	۹۸/۰۲	۷۵۴۰۴/۷۷**	۷۷۱۹۲/۵۸
خطا	۴	۱۶/۹۴	۲۱۰۱/۲۳	۲۷۵۵۶/۰۸
میکوریزا (M)	۱	۹۳/۴۴**	۴۴۶۶۱/۷۷**	۱۰۱۹۷۳/۷۷*
ریزوبیوم (R)	۱	۶۴/۰**	۱۸۲۰/۴۴	۱۶۹*
$V \times M$	۲	۸/۵۲	۵۱۸۲/۱۱	۱۶۵۷۹۲/۳۶**
$V \times R$	۲	۱/۰۸	۲۷۰۸/۷۷	۲۲۶۲۱/۰۸
$M \times R$	۱	۱۳/۴۴*	۶۰۳۲/۱۱	۲۶۲۴۴
$V \times M \times R$	۲	۵/۰۲۸	۹۷۰/۷۷	۱۲۲۰۲/۷۵
خطا	۱۸	۲/۴۳	۲۴۵۱/۰۷	۱۳۲۳۰/۸۸
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۸۶	۱۱/۴۲	۸/۷۸

و* به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول پیوست ۲- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه، وزن خشک برگ و وزن خشک کل تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت

تیمار	ارتفاع ساقه (سانتی متر)	وزن خشک برگ (گرم در متر مربع)	وزن خشک کل (گرم در متر مربع)
رقم			
بیل سوار	۴۱/۷۵	۳۵۵/۱۶c	۱۲۲۰/۲۵
کیمیا	۳۷/۱۶	۴۳۱/۳۳b	۱۳۷۴/۳۳
کالپوش	۴۲/۴۱	۵۱۳/۶۶a	۱۳۳۵/۹۱
LSD5%	۹/۳۳	۱۰۳/۹	۳۷۶/۳
قارچ میکوریزا			
عدم تلقیح	۳۸/۸۳b	۳۹۸/۱۶b	۱۲۵۶/۹۴b
تلقیح	۴۲/۰۵a	۴۶۸/۶۱a	۱۳۶۳/۳۸a
LSD5%	۲/۶۷	۸۴/۹۳	۱۹۷/۳
باکتری ریزوبیوم			
عدم تلقیح	۳۹/۱۱b	۴۲۶/۲۷	۱۳۰۸/۰۰b
تلقیح	۴۱/۷۷a	۴۴۰/۵۰	۱۳۱۲/۳۳a
LSD5%	۲/۶۷	۸۴/۹۳	۱۹۷/۳

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۳- میانگین مربعات تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	وزن صد دانه
تکرار	۲	۴/۱۱	۰/۶۹۶
رقم (V)	۲	۴۱/۳۶*	۰/۹۳۳*
خطا	۴	۴/۰۲	۰/۱۰۸
میکوریزا (M)	۱	۱۳۲/۲۵**	۰/۸۰۱*
ریزوبیوم (R)	۱	۰/۶۹۴	۰/۷۱۴
V × M	۲	۳۳/۲۵**	۰/۱۲۹
V × R	۲	۱۳/۳۶*	۰/۰۰۱
M × R	۱	۳/۳۶	۰/۰۸۷
V × M × R	۲	۳۰/۳۶**	۰/۰۱۳
خطا	۱۸	۳/۰۵۶	۰/۱۶۶
ضریب تغییرات (درصد)			۷/۸۸
			۵/۴۹

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول پیوست ۴- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت

تیمار	تعداد غلاف در بوته	وزن صد دانه (گرم)
رقم		
بیل سوار	۳۰/۶۶b	۵/۴۷a
کیمیا	۳۴/۰۰a	۴/۹۱c
کالپوش	۳۰/۹۱b	۵/۱۴b
LSD5%	۴/۵۵	۰/۷۴۵
قارچ میکوریزا		
عدم تلقیح	۲۹/۹۴b	۵/۰۲b
تلقیح	۳۳/۷۷a	۵/۳۲a
LSD5%	۲/۹۹	۰/۶۹۸
باکتری ریزوبیوم		
عدم تلقیح	۳۱/۷۲	۵/۳۱
تلقیح	۳۲/۰۰	۵/۳۰
LSD5%	۲/۹۹	۰/۶۹۸

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۵- میانگین مربعات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۶۹۰۴۷/۰۲	۸۸۴۸۵/۵۸	۱۲/۰۲
رقم (V)	۳	۷۸۷۸۸/۳۶	۵۳۳۵/۵۸	۲۹/۸۰
خطا	۶	۷۰۳۹۷/۵۲	۴۱۶۲۵/۱۶	۹/۱۳۱
میکوریزا (M)	۱	۶۴۴۵۴۱/۳۶**	۳۸۲۹۵/۶۹**	۳۵۶/۲۰**
ریزوبیوم (R)	۳	۱۳۱۶۴۸/۰۲	۳۲۳۰/۰۲	۵۷/۰۰۲*
V × M	۱	۶۳۹۲۵/۶۹	۸۱۵۳۵/۰۲	۳۰/۵۵*
V × R	۳	۲۵۰۴/۶۹	۱۱۷۴۶۲/۵۲	۵۶/۹۳**
M × R	۱	۱۲۶۵۶/۲۵	۳۶۳۰۰۶/۲۵**	۱/۷۵۱
V × M × R	۳	۱۶۷۲۸۹/۲۵*	۹۱۲۳۳۵/۰۸**	۹/۵۷
خطا	۲۴	۴۰۱۶۸/۳۲	۷۴۵۰۹/۹۷	۷/۲۳۸
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۲۷	۷/۴۹	۵/۹۷

** و * به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول پیوست ۶- مقایسه میانگین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
رقم			
بیل سوار	۱۶۱۳/۲	۳۶۵۰/۲۵	۴۵/۲۸
کیمیا	۱۷۲۲/۳	۳۶۶۳/۶۶	۴۶/۵۱
کالپوش	۱۵۶۴/۳	۳۶۲۲/۳۳	۴۳/۳۸
LSD5%	۶۰۱/۵	۴۶۲/۵	۶/۸۵
قارچ میکوریزا			
عدم تلقیح	۱۴۹۹/۳۸b	۲۵۴۲/۲۷b	۴۱/۹۱b
تلقیح	۱۷۶۷/۰۰a	۲۷۴۸/۵۵a	۴۸/۲۰a
LSD5%	۳۴۳/۸	۴۷۱/۴	۴/۶۱
باکتری ریزوبیوم			
عدم تلقیح	۱۶۹۳/۶۶	۳۶۵۴/۸۸	۴۳/۸۰b
تلقیح	۱۵۷۲/۷۲	۳۶۳۵/۹۴	۴۶/۳۲a
LSD5%	۳۴۳/۸	۴۷۱/۴	۴/۶۱

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۷- میانگین مربعات تعداد گره، وزن تر و خشک گره تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۶۰ روز پس از کاشت

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد گره	وزن تر گره	وزن خشک گره
تکرار	۲	۵۱/۱۹*	۰/۰۲*	۰/۰۰۱
رقم (V)	۲	۱۷/۶۹	۰/۰۴**	۰/۰۰۱*
خطا	۴	۳/۸۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
میکوریزا (M)	۱	۰/۲۵	۰/۰۴۳**	۰/۰۰۰**
ریزوبیوم (R)	۱	۱۰/۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴**
$V \times M$	۲	۳۰/۰۸**	۰/۱۷۳**	۰/۰۰۱**
$V \times R$	۲	۱۰۲/۶۹**	۰/۲۰۸**	۰/۰۰۱**
$M \times R$	۱	۲۶۱/۳۶**	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱**
$V \times M \times R$	۲	۱۲/۱۹	۰/۲۳۸**	۰/۰۰۱**
خطا	۱۸	۴/۲۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)				
		۱۴/۲۱	۱۲/۸۸	۱۱/۸۷

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول پیوست ۸- مقایسه میانگین تعداد گره، وزن تر گره و وزن خشک گره تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۶۰ روز پس از کاشت

تیمار	تعداد کل گره	وزن تر گره (گرم در بوته)	وزن خشک گره (گرم در بوته)
رقم			
بیل سوار	۱۵/۰۰	۰/۳۱۲c	۰/۰۳۶c
کیمیا	۱۳/۰۰	۰/۳۹۴b	۰/۰۴۵ab
کالیپوش	۱۵/۳۳	۰/۴۳۳a	۰/۰۴۶ a
LSD5%	۴/۴۵	۰/۱۰۱	۰/۰۷۱
قارچ میکوریزا			
عدم تلقیح	۱۴/۳۸	۰/۴۱۲a	۰/۰۴۶a
تلقیح	۱۴/۵۵	۰/۳۴۶b	۰/۰۳۹b
LSD5%	۳/۵۲	۰/۰۷۶	۰/۰۵۴
باکتری ریزوبیوم			
عدم تلقیح	۱۵/۰۰	۰/۳۶۹	۰/۰۳۹b
تلقیح	۱۴/۹۴	۰/۳۹۱	۰/۰۴۵a
LSD5%	۳/۵۲	۰/۰۷۶	۰/۰۵۴

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۹- میانگین مربعات درصد همزیستی میکوریزایی و کلروفیل کل برگ تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۷۵ روز پس از کاشت

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد همزیستی میکوریزایی	کلروفیل کل برگ
تکرار	۲	۹۲/۳۶	۰/۴۴۸
رقم (V)	۳	۲۱۱/۱۱	۲۴/۱۸
خطا	۶	۳۲/۹۸	۶/۹۱
میکوریزا (M)	۱	۱۱۹۱۷/۳۶**	۱۶۲/۹۴**
ریزوبیوم (R)	۳	۰/۶۹۴	۲۷/۱۲۷**
V × M	۱	۲۵۲/۷۷**	۲۱/۹۲۵**
V × R	۳	۱۱۹/۴۴	۴/۸۹*
M × R	۱	۵۶/۲۵	۰/۰۹۱
V × M × R	۳	۲۳۳/۳۳**	۵/۶۳*
خطا	۲۴	۲۴/۰۷	۱/۰۶۲
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۹۵	۵/۵۴

**و* به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول پیوست ۱۰- مقایسه میانگین درصد همزیستی میکوریزایی و کلروفیل برگ تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۷۵ روز پس از کاشت

تیمار	همزیستی میکوریزی (درصد)	کلروفیل کل برگ (میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه)
رقم		
بیله سوار	۴۵/۴۱	۱۷/۶۰
کیمیا	۳۳/۷۵	۲۰/۲۱
کالپوش	۴۸/۷۵	۱۷/۹۴
LSD5%	۱۳/۰۲	۵/۹۶
قارچ میکوریزا		
عدم تلقیح	۳۱/۱۱b	۱۶/۴۵b
تلقیح	۶۷/۵۰a	۲۰/۷۱a
LSD5%	۸/۴۱	۱/۷۶
باکتری ریزوبیوم		
عدم تلقیح	۴۹/۱۶	۱۹/۴۵a
تلقیح	۴۹/۴۴	۱۷/۷۱b
LSD5%	۸/۴۱	۱/۷۶

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۱۱- میانگین مربعات کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید برگ تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۶۰ روز پس از کاشت

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنوئید
تکرار	۲	۳/۳۸۳	۰/۰۸۹	۰/۱۹۲
رقم (V)	۲	۸/۸۸۷	۰/۳۶۹*	۰/۳۶۶
خطا	۴	۲/۹۸	۰/۰۴۸	۰/۱۲۹
میکوریزا (M)	۱	۱۴۳/۱۸**	۴/۵۳۷**	۰/۱۰۶
ریزوبیوم (R)	۱	۳/۰۹۵	۱/۱۳۱**	۰/۰۴۸
V × M	۲	۱۳/۴۸۲**	۳/۴۴۸**	۰/۷۱۳**
V × R	۲	۳۳/۹۹۹	۳/۴۳۷**	۴/۱۹۳**
M × R	۱	۶/۲۷۱*	۱/۵۷۱**	۳/۶۱۶**
V × M × R	۲	۱/۳۰۵	۳/۴۱۱**	۵/۴۶۳**
خطا	۱۸	۱/۳۳۶	۰/۱۰۹	۰/۰۵۷
ضریب		۶/۸۶	۱۸/۶۸	۶/۹۹
تغییرات (درصد)				

** و * به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول پیوست ۱۲- مقایسه میانگین کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید برگ تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۶۰ روز پس از کاشت

تیمار	کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنوئید
	(میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه)	(میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه)	(میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه)
رقم			
بیله سوار	۱۶/۶۱۷	۱/۹۶۷a	۳/۴۵۷
کیمیا	۱۷/۸۰۳	۱/۷۰۱b	۳/۵۸۸
کالپوش	۱۶/۱۲۹	۱/۶۳۶c	۳/۲۴۲
LSD5%	۶/۴۸	۰/۴۹۶۷	۱/۳۵
قارچ میکوریزا			
عدم تلقیح	۱۴/۸۵۵b	۲/۱۲۳a	۳/۳۷۵
تلقیح	۱۸/۸۴۴a	۱/۴۱۳b	۳/۴۸۳
LSD5%	۲/۷۱۷	۰/۷۷۵۹	۰/۵۶۱۱
باکتری ریزوبیوم			
عدم تلقیح	۱۶/۵۵۶	۱/۹۴۵a	۳/۳۹۳
تلقیح	۱۷/۱۴۳	۱/۵۹۱b	۳/۴۶۶
LSD5%	۲/۷۱۷	۰/۷۷۵۹	۰/۵۶۱۱

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۱۳- میانگین مربعات میزان پروتئین دانه، پرولین برگ و شاخص سطح برگ تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت

منابع تغییر	درجه آزادی	پروتئین دانه	میزان پرولین برگ	شاخص سطح برگ
تکرار	۲	۰/۰۹۹	۰/۰۵۱	۳۲۳۵۷۷/۲۵
رقم (V)	۲	۳/۶۲۵	۱/۱۰۸***	۶۶۵۱۳۰۴***
خطا	۴	۱/۳۲۴	۰/۰۴	۲۹۱۶۷۹/۸۳
میکوریزا (M)	۱	۰/۰۸۳	۲۵/۶۰***	۲۰۵۲۹۹۶۱***
ریزوبیوم (R)	۱	۶۵/۴۲***	۱/۱۵۲***	۱۲۲۱۳۱۵۲***
V × M	۲	۴/۹۵۵*	۰/۰۲۴	۶۹۱۸۷۸۱/۵***
V × R	۲	۲/۵۴	۰/۹۰۳***	۱۳۴۸۸۲۹۸***
M × R	۱	۰/۶۷	۲/۵۷***	۱۳۶۰۳۳۳/۴*
V × M × R	۲	۳/۱۵	۳/۹۲***	۹۵۸۲۶۸۷/۱۹***
خطا	۱۸	۱/۰۶۸	۰/۰۹۵	۲۳۶۱۲۴/۸۲
ضریب		۳/۹۷	۸/۲۸	۷/۰۷
تغییرات (درصد)				

*** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول پیوست ۱۴- مقایسه میانگین میزان پروتئین دانه، پرولین برگ و شاخص سطح برگ تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۷۵ روز پس از کاشت

تیما	میزان پرولین برگ (میکرومول بر گرم وزن تر نمونه)	شاخص سطح برگ
رقم		
بیل سوار	۳/۳۹c	۰/۷۴a
کیمیا	۳/۷۷b	۰/۷۲a
کالپوش	۳/۹۹a	۰/۶۰b
LSD5%	۰/۴۵۳	۲۰۳۰
قارچ میکوریزا		
عدم تلقیح	۴/۵۶a	۰/۶۱b
تل تلقیح	۲/۸۷b	۰/۷۶a
LSD5%	۰/۵۲۸	۱۱۴۲
باکتری ریزوبیوم		
عدم تلقیح	۳/۵۴b	۰/۶۶b
تلقیح	۳/۹۰a	۰/۷۱a
LSD5%	۰/۵۲۸	۱۱۴۲

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۱۵- میانگین مربعات پروتئین دانه و سرعت رشد محصول (CGR) تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت

منابع تغییر	درجه آزادی	پروتئین دانه	CGR
تکرار	۲	۰/۰۹۹	۱۰/۳۲۸
رقم (V)	۲	۳/۶۲۵	۱۰/۵۰۸
خطا	۴	۱/۳۲۴	۵/۸۶۳
میکوریزا (M)	۱	۰/۰۸۳	۲۵/۰۶۷*
ریزوبیوم (R)	۱	۶۵/۴۲**	۲/۸۲۲
$V \times M$	۲	۴/۹۵۵*	۱۹/۲۱۹**
$V \times R$	۲	۲/۵۴	۰/۶۰۴
$M \times R$	۱	۰/۶۷	۰/۳۴۴
$V \times M \times R$	۲	۳/۱۵	۰/۷۱۶
خطا	۱۸	۱/۰۶۸	۳/۱۶۸
ضریب تغییرات (درصد)			۱۲/۷۳
			۱/۷۷

*** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول پیوست ۱۶- مقایسه میانگین پروتئین دانه و سرعت رشد محصول (CGR) تحت تأثیر رقم، تلقیح قارچ و باکتری در ۹۰ روز پس از کاشت

تیمار	پروتئین دانه (درصد)	CGR (گرم بر متر مربع در روز)
رقم		
بیله سوار	۲۶/۰۹	۱۳/۰
کیمیا	۲۶/۵۲	۱۴/۰
کالپوش	۲۵/۴۳	۱۴/۹
LSD5%	۲/۶	۵/۴۸۸
قارچ میکوریزا		
عدم تلقیح	۲۶/۰۶	۱۳/۱۴b
تلقیح	۲۵/۹۷	۱۴/۸۱a
LSD5%	۱/۷۷	۴/۱۵۳
باکتری ریزوبیوم		
عدم تلقیح	۲۴/۶۷b	۱۴/۲۵
تلقیح	۲۷/۳۶a	۱۳/۶۹
LSD5%	۱/۷۷	۴/۱۵۳

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار می باشد.

منابع

آستارایی، ع و کوچکی، ع. ۱۳۷۵. کاربرد کودهای بیولوژیک در کشاورزی پایدار. مشهد. انتشارات جهاد دانشگاهی. ص ۳۹-۳۷.

اصغرnia، م. ۱۳۹۰. تاثیر محدودیت آب بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام عدس. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تبریز.

باقری، ع. نظامی، ا و سلطانی، م. ۱۳۷۹. اصلاح حبوبات سرما دوست برای تحمل به تنش ها. تهران. انتشارات سازمان تحقیقات. ترویج و آموزش کشاورزی.

باقری، ع. گلندانی، م و حسن زاده، م. ۱۳۷۶. زراعت و اصلاح عدس. مشهد. انتشارات جهاد دانشگاهی.

بهرام نژاد، ب. ۱۳۸۸. بررسی اثر تلقیح با باکتری ریزوبیومی همزیست ارقام عدس روی میزان عملکرد و برخی از خصوصیات زراعی در شرایط دیم. دانشگاه محقق اردبیلی.

پنجم، ز. آستارایی، ع. لکزیان، ا. ۱۳۹۳. نقش اکسید روی (معمولی و نانو) و قارچ میکوریزا بر شاخص های رشدی گیاه لوبیا. دومین همایش ملی و تخصصی پژوهش های محیط زیست ایران. دانشگاه فردوسی.

حسیبی، پ.، نبی پور، م.، مرادی، ف.، ۱۳۸۹. بررسی نقش برخی محافظت کننده های سرمایی بر القای تحمل تنش دمای پایین به گیاهچه های برنج. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ش ۱، ج ۳، ص ۵۶-۳۹.

خندان بجندی، ت. ۱۳۸۹. تاثیر تراکم بوته و باکتری ریزوبیوم همراه با کاربرد ریزمغذی ها بر عملکرد و برخی ویژگی های فیزیولوژیک موثر بر نخود. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ش ۱، ج ۳.

سیادت، ع و مرادی تلاوت، م. ۱۳۹۰. جنبه های کاربردی کشاورزی ارگانیک. تهران. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۴۱-۱۲۶.

شیری آذر، م.، گلچین، ا و بشارتی کلایه، ح. ۱۳۹۰. تاثیر آبیاری تکمیلی نیتروژن و تلقیح با باکتری ریزوبیوم بر میزان عملکرد عدس در شرایط دیم. دانشگاه زنجان.

صباغ پور، ح. ۱۳۸۵. تجزیه پایدار عملکرد دانه لاین های امید بخش عدس در کشت پاییزه در شرایط دیم. مجله علوم زراعی ایران. ۸(۴): ۳۱۲-۳۲۲.

صباغ پور، ح و سیدی، ف. ۱۳۹۲. کیمیا رقم جدید و پرمحصول عدس برای مناطق معتدل سرد و نیمه گرمسیر در شرایط دیم کشور. مجله به نژادی نهال و بذر. ش ۲، ج ۱، ص ۲۹.

صفاپور، م. ۱۳۸۹. تاثیر تلقیح دوگانه میکوریز و ریزوبیوم بر عملکرد سه رقم لوبیا قرمز. یافته های نوین کشاورزی. سال پنجم. شماره ۱.

علویان مهربان، ا. ۱۳۸۹. طبقه بندی گونه های ریزوبیومی حبوبات در مناطق غربی ایران و شناسایی جدایه های تولید کننده ریزوپین. پایان نامه کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

علی مددی، ا. جهانسوز، م. بشارتی، ح. توکل افشاری، ر. ۱۳۸۹. ارزیابی تأثیر ریزجانداران حل کننده فسفات، مایکوریزا و پرایمینگ بذر بر گره زایی در گیاه نخود. مجله پژوهش های خاک. جلد ۲۴. شماره ۱. ص ۴۳-۵۳.

غلامی، ا و ع. کوچکی. ۱۳۸۰. میکوریزا در کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه شاهرود.

فلاح، ع. ۱۳۸۹. تثبیت نیتروژن و استفاده از کود زیستیدر کشت سویا. سومین سمینار بین المللی دانه های روغنی و روغن های خوراکی. تهران. کانون هماهنگی دانش و صنعت دانه های روغنی.

کانونی، ه. ۱۳۸۶. پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ های عدس در مناطق دیم غرب کشور از طریق تجزیه AMMI. مجله علوم کشاورزی ایران دوره ۳۸. شماره ۲.

کوچکی، ع، بنایان اول، م. ۱۳۶۸. زراعت حبوبات. مشهد. انتشارات جاوید. ۱۵۰-۱۰۴.

مجنون حسینی، ناصر. ۱۳۷۲. حبوبات در ایران، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران.

ملکی، ص. ۱۳۹۲. بررسی امکان بهبود رشد ریشه گیاه عدس با استفاده از همزیستی میکوریزایی و آزوسپریلیوم تحت شرایط دیم. همایش ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی. جزیره قشم.

مهديه، م. اصغرزاده، ن. ۱۳۷۲. بررسی تلقیح باکتری ریزوبیوم در عدس دیم. مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم.

Abbaspour H, Saeid-Sar S, Afshari H, Abdel-Wahhab MA .2012. Tolerance of mycorrhiza infected Pistachio (*Pistacia vera* L.) seedlings to drought stress under glasshouse conditions. **J Plant Physiol** 169:704-709

A.C. Ramos et al, 2011. An outlook on ion signaling and ionome of mycorrhizal symbiosis. **Braz J Plant Physiol**, 23, pp. 79-89

A.H. Fitter, J. Garbaye, 1994. Interactions between mycorrhizal fungi and other soil organisms. **Plant Soil**, 159, pp. 123-132

Alagawadi, R. and A.C. Gaur. 1988. Associative effect of *Rhizobium* and phosphate-solubilizing bacteria on the yield and nutrient uptake of chickpea. **Pant and soil**. 105: 241-246.

Arnon, A. N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. **Agronomy Journal**, 23:112-121.

Aroca R, Ruiz-Lozano JM (2009) Induction of plant tolerance to semi-arid environments by beneficial soil microorganisms-a review. **Sustain Agr Rev** 2:121-135

Bates LS, Waldern RP, Tear ID. 1973. Rapid determination of free prolin for water stress studies. **Plant and Soil**. 39:205-207.

Bremer, E., R.J. Rennie, and D.A. Rennie. 1988. Dinitrogen fixation of lentil, field pea and fababean under dryland conditions. **Can. J. Soil Sci.** 68:553-562.

Cao, M.Q., Q.S. WU and YN. Zou, 2013. An improved ink-acetic acid technique for staining arbuscular mycorrhizas of citrus. **Int. J. Agric. BioI.**, 15: 386—388.

C. Fernanda, H.E. Echeverría, M. C. Pagano, 2012 .Arbuscular mycorrhizal fungi: essential below ground organisms for earth life but sensitive to a changing environment .**Afr J Microbiol Res**, 6, pp. 5523–5535

C. Kaya, M. Ashraf, O. Sonmez, S. Aydemir, A.L. Tuna, M.A. Cullu, 2009. The influence of arbuscular mycorrhizal colonisation on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity .**Sci Hort**, 121, pp. 1–6

Dalp, Y. 1993. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza. **Canadian Society of Soil Science**, Lewis Pub., pp. 287-301.

D.J. Gage, 2004. Infection and invasion of roots by symbiotic, nitrogen-fixing rhizobia during nodulation of temperate legumes.**Microbiol Mol Biol Rev**, 68, pp. 280–300

D.S. Hayman, 1986. Mycorrhizae of nitrogen-fixing legumes.**MIRCEN J**, 2, pp. 121–145 [review]

E.M. Lodwig, 2003. Amino-acid cycling drives nitrogen fixation in the legume-Rhizobium symbiosis .**Nature**, 422 , pp. 722–726

F.Q. Song, X.S. Kong, 2012. Molecular process of arbuscular mycorrhizal associations and the symbiotic stabilizing mechanisms .**Afr J Microbiol Res**, 6 , pp. 870–880

Francesca Rapparini and Josep Peñuelas , Mycorrhizal Fungi to Alleviate Drought Stress on Plant Growth, **IBIMET-CNR, Institute of Biometeorology, National Research Council, Via P. Gobetti 101 40129 Bologna, Italy**

G. Bohrer, V. Kagan-Zur, N. Roth-Bejerano, D. Ward, 2001. Effects of environmental variables on vesicular–arbuscular mycorrhizal abundance in wild populations of *Vangueria infausta* .**J Veg Sci**, 12, pp. 279–288

G. Bohrer, V. Kagan-Zur, N. Roth-Bejerano, D. Ward, G. Beck, E. Bonifacio, 2003.Effects of different Kalahari-desert VA mycorrhizal communities on mineral acquisition and depletion from the soil by host plants .**J Arid Environ**, 55, pp. 193–208

G. Kaschuk, P.A. Leffelaar, K.E. Giller, O. Alberton, M. Hungria, T.W. Kuyper, 2010. Responses of legumes to rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi: a meta-analysis of potential photosynthate limitation of symbioses .**Soil Biol Biochem**, 42, pp. 125–127

H. Evelin, R. Kapoor, B. Giri, 2009.Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review .**Ann Bot**, 104, pp. 1263–1280

J. Kevin Vessey.2002. Benefits of Inoculating Legume Crops with Rhizobia in the Northern Great Plains .**Department of Plant Science**. University of Manitoba. Winnipeg. MB. R3T 2N2.

J.M. Barea, C. Azcón-Aguilar, 1983. Mycorrhizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants. **Adv Agron**, 36, pp. 1–54

J.O. Siqueira, O.J. Saggin-Júnior, 1995. The importance of mycorrhizal association in natural low fertility soils.Machado (Ed.), International symposium on environmental stress: maize in perspective, **EMBRAPA/CIMMYT**, pp. 240–280

J.W. Gerdemann, T.H. Nicolson, 1963. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting .**Trans Brit Mycol Soc**, 46, pp. 235–244

J. Wehner, P.M. Antunes, J.R. Powell, J. Mazukatow, M.C. Rillig, 2010. Plant pathogen protection by arbuscular mycorrhizas: a role for fungal diversity .**Pedobiologia**, 53, pp. 197–201
Kerry Regan, South Perth; Jean Galloway, Bill MacLeod and Ian Pritchard .march 2006 . wing lentils in the wheatbelt: Weeds, pests and diseases , **Department of Agriculture** .

K. Sakamoto, N. Ogiwara, T. Kaji, 2013. Involvement of autoregulation in the interaction between rhizobial nodulation and AM fungal colonization in soybean roots .**Biol Fertil Soil**.

L Ballesteros-Almanza, J Altamirano-Hernandez, J.J Peña-Cabriaes, G Santoyo, J.M Sanchez-Yañez, E Valencia-Cantero, L Macias-Rodriguez, J Lopez-Bucio, R Cardenas-Navarro, 2010. Effect of Co-Inoculation with Mycorrhiza and Rhizobia on the Nodule Trehalose Content of Different Bean Genotypes. **Open Microbiology Journal**. Aug 17; 4: 83–92.

L.J.C. Xaviera, J.J, 2001 , Germida, Response of lentil under controlled conditions to co inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia varying in efficacy ,**Department of Applied Microbiology and Food Science**, University of Saskatchewan, 51 Campus Drive, Saskatoon, SK S7N 5A8, Canada .

M. Abdel-Fattah, S.M. El-Dohlob, S.A. El-Haddad, E.E. Hafez, Y.M. Rashad, 2010. An ecological view of arbuscular mycorrhizal status in some Egyptian plants. **J Environ Sci**, 37, pp. 123–136

M.A. Abiala, 2013 Harnessing the potentials of vesicular arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi to plant growth – a review. **Int J Pure Appl Sci Technol**, 14, pp. 61–79

M. Abohatem et al., 2011 .Arbuscular mycorrhizal fungi limit incidence of Fusarium oxysporum f.sp. albedinis on date palm seedlings by increasing nutrient contents, total phenols and peroxidase activities .**Open Hortic J**, 4, pp. 10–16

Mary burrows, montana state university , October 2012 , **diseases of cool season legumes** (pulse crops: dry pea, lentil and chickpea).

M. Crespi, S. Galvez, 2000 .Molecular mechanisms in root nodule development. **J Plant Growth Regul**, 19, pp. 155–166

M. Echeverria, A. Scambato, A. Sannazzaro, S. Maiale, O. Ruiz, A. Menendez, 2008. Phenotypic plasticity with respect to salt stress response by Lotus glaber: the role of its AM fungal and rhizobial symbionts .**Mycorrhiza**, 18 (6), pp. 317–329

M. Geneva", G. Zehirov", 2006, The effect of inoculation of pea plants with mycorrhizal fungi and Rhizobium on nitrogen and phosphorus assimilation , **plant soil environ** .

M.H. Abd-Alla, 2011. Nodulation and nitrogen fixation in interspecies grafts of soybean and common bean is controlled by isoflavonoid signal molecules translocated from shoot. **Plant Soil Environ**, 57, pp. 453–458

M.H. Abd-Alla, S.A. Omar, 2001. Survival of rhizobia and bradyrhizobia and a rock-phosphate-solubilizing fungus Aspergillus niger on various carriers from some agro-industrial wastes and their effects on nodulation and growth of faba bean and soybean. **J Plant Nutr**, 24, pp. 261–272

M.K. Meghvansi, S.K. Mahna, 2009. Evaluating the symbiotic potential of Glomus intraradices

and Bradyrhizobium japonicum in Vertisol with two soybean cultivars .**American-Eurasian J Agron**, 2 (1), pp. 21–25

M.K. Meghvansi, K. Prasad, D. Harwani, S.K. Mahna, 2008. Response of soybean cultivars toward inoculation with three arbuscular mycorrhizal fungi and Bradyrhizobium japonicum in the alluvial soil. **Eur J Soil Biol**, 44, pp. 316–323

M. Miransari, F. Rejali, H.A. Bahrami, M.J. Malakouti, 2009. Effects of soil compaction and arbuscular mycorrhiza on corn (Zea mays L.) nutrient uptake .**Soil Till Res**, 103, pp. 282–290

N. Aliasgharzadeh et al., 2001. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in saline soils of the Tabriz plain of Iran in relation to some physical and chemical properties of soil .**Mycorrhiza**, 11, pp. 119–122

N. Garg, S. Chandel, 2011 .Effect of mycorrhizal inoculation on growth, nitrogen fixation and nutrient uptake in Cicer arietinum (L.) under salt stress .**Turk J Agric For**, 35, pp. 205–214

Philips, J.M. and D.S. Hayman. 1970. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **The Brit. Mycol. Soc.** 55: 158-161.

P.M. Chalk, R.D.F. Souza, S. Urquiaga, B.J.R. Alves, R.M. Boddy, 2006. The role of arbuscular mycorrhiza in legume symbiotic performance. **Soil Biol Biochem**, 38, pp. 2944–2951

P. Somasegaran, H.J. Hoben, 1985. Methods in legume-Rhizobium technology. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, **Hawaii, USA**, p. 550

S.A. Omar, M.H. Abd-Alla, 2000 .Physiological aspects of fungi isolated from root nodules of faba bean (Vicia faba L.) .**Microbiol Res**, 154, pp. 339–347

S. Demir, A. Akkopru, 2007. Using of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) for biocontrol of soil-borne fungal plant pathogens. S.B. Chincholkar, K.G. Mukerji (Eds.), Biological Control of Plant Diseases, **Haworth Press, USA**, pp. 17–37 ISBN: 10-1-56022-327-8

Saxena, m.c; Rana, g.k. 1977. Effect of inoculation on the performance of lentil varieties in the hills of the Shivalik range in nainital , **India**. 4, 23-33 ., Volume 34, Issue 2, February, Pages 181–188.

Szucs, A. 1972. Study of the cultural value of lentil varieties. **Agrobotanika** 14, 103-124.

Tavasolee Alireza, Aliasghar Zad Nasser, 2011 , Interactive effects of Arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobial strains on chickpea growth and nutrient content in plant , **African Journal of Biotechnology** Vol. 10(39), pp. 7585-7591.

van der Heijden et al., 1998. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity .**Nature**, 396, pp. 69–72

X. Wang, Q. Pan, F. Chen, X. Yan, H. Liao, 2011. Effects of coinoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia on soybean growth as related to root architecture and availability of N and P .**Mycorrhiza**, 21, pp. 173–181

Abstract

According to the indiscriminate use of chemical fertilizers and the problems caused by the use of bio-fertilizers to provide nutrients for plants and also in terms of economic, environmental and social benefits. So this can be a good alternative to chemical fertilizers. Different species of mycorrhizal fungi and Rhizobium bacteria are microorganisms useful for the development of organic and sustainable agriculture. In order to study the effect of mycorrhiza and rhizobium inoculation on yield and yield components in three varieties of lentils in dryland farming, an experiment was carried out during 2016 in field conditions as a split plot factorial on the basis of completely randomized block design with 12 treatments and 3 replications at private farm In Kalpoosh in the northeastern County of Miami. The main plot was lentil varieties (V) at three levels: v_1 (bilesavar), v_2 (kimia), v_3 (kalpush) respectively. Mycorrhizal fungi (*Glomus mosseae*) at two levels (Inoculated and non-inoculated) and two levels of Rhizobium bacteria (*Rhizobium. leguminosarum* bv. *Viciae*) (Inoculated and non-inoculated) were considered as subplot factors. The results showed that Lentil seed inoculation with Rhizobium on attributes such as: Plant height, total dry weight, harvest index, dry nodule weight, protein content, prolin leaves and leaf area index had additive effect Compared to the control sample., but significantly reduced total chlorophyll and chlorophyll b. Rhizobium effects on other traits was not significant. Inoculated mycorrhizal fungi traits such as plant height, leaf dry weight, number of pods per plant, seed weight, total dry weight, harvest index, biological yield, seed yield, percentage of mycorrhizal symbiosis, total chlorophyll, chlorophyll a and leaf area index increases. But fresh weight and dry weight of the root node and leaf prolin content significantly reduced. Inoculation of mycorrhiza on grain protein and root nodules was not significant. Inoculation Effect dual mycorrhizal fungi and Rhizobium on plant height, biological yield, number of nodes and its dry weight, chlorophyll a, b and carotenoids, prolin content of leaves and leaf area index positive and was significant but on the other measured traits was not significant. Between lentil varieties of leaf dry weight, number of pods per plant, seed weight, nodule fresh weight and dry weight, chlorophyll b, prolin leaves, leaf area index were significant differences existed but no significant differences in other traits. The interaction of mycorrhiza and lentil varieties showed significant differences in total dry weight, number of pods per plant, harvest index, number of nodes, the nodes fresh and dry weight, percentage of mycorrhizal symbiosis, chlorophyll and other photosynthetic pigments, protein and leaf area index compared to the control. As well as the interactions between bacteria and lentils varieties on number of pods per plant, harvest index, number of nodes, the nodes fresh and dry weight, total chlorophyll, chlorophyll b and carotenoid, prolin and leaf area index showed a significant difference compared to control. Overall results showed that the cultivars Bilesuar variety higher than alchemy and native genotypes is superior in terms of yield and yield components. Mycorrhiza treatment combination and lentil varieties in many agronomic traits and physiological showed a significant increase. As well as increased drought tolerance in plants. Thus, these compounds treatments recommended for dryland farming.

Keywords: lentils, mycorrhizal symbiosis, rhizobia, nitrogen fixation, chlorophyll, prolin



Shahrood University of Technology

Faculty Of Agriculture

M.Sc. Thesis in Agronomy

Effect of mycorrhiza and Rhizobium Inoculation on yield and yield components of lentil cultivars in Dryland Condition.

By:

Ali Akbar Piade Koohsar

Supervisor:

Dr. A. Gholami

Advisor:

Dr. H. Abbasdokht

March 2017