نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و دوم، شماره سوم، ۱۳۹٤
http://jopp.gau.ac.ir

مطالعه اثر تلقیح میکوریزی و پرایمینگ بذر بر برخی خصوصیات ریشه و بخش هوایی عدس

*محسن آذرنیا[۱]، عباس بیابانی[۲]، حمیدرضا عیسوند[۳] و ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری[۴]

[۱]دانشجوی دکتری رشته فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس،
[۲]دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس، [۳]استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه لرستان،
[٤]استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹٤/۳/۱

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به گزارش فائو متوسط عملکرد عدس در ایران از متوسط عملکرد آن در جهان کمتر است که این امر ناشی از کیفیت پایین گیاهچه‌های تولیدی، ظرفیت پایین جوانه‌زنی و سبزشدن، تنش‌های زنده و غیر زنده و استقرار نامطلوب گیاهچه می‌باشد که به ناچار باید به‌دنبال راهی برای ارتقاء این مؤلفه‌ها بود. راه‌حل مناسب جهت افزایش کیفیت، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر و نهایتاً رشد و عملکرد گیاهان زراعی در سال‌های مختلف، پرایمینگ می‌باشد. به‌طوری که این روش می‌تواند باعث رشد سریع‌تر گیاهچه، افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، تحمل گیاه به خشکی از طریق توسعه ریشه‌ها تحت شرایط متغیر محیطی، گلدهی زودتر و افزایش کمی و کیفی عملکرد و افزایش جذب مواد غذایی شود. بنابراین آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر تلقیح میکوریزایی و پرایمینگ بذر با برخی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر بعضی خصوصیات ریشه و بخش هوایی عدس انجام شد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور ارزیابی عکس‌العمل عدس به پرایمینگ بذر (بدون پرایمینگ بذر، هیدروپرایمینگ، ۱۰۰ قسمت در میلیون اسید جیبرلیک، ۱۰۰ قسمت در میلیون اسیدسالیسیلیک، ۱۰۰

*مسئول مکاتبه: M.azarnia2000@gmail.com

قسمت در میلیون اسید جیبرلیک × ۱۰۰ قسمت در میلیون اسیدسالیسیلیک) و تلقیح میکوریزایی خاک (عدم تلقیح به‌عنوان شاهد، تلقیح با گونه‌های *Glomus intraradices* و *G. mosseae*)، آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه و گلخانه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس در سال ۹۳-۱۳۹۲ به اجرا درآمد. صفت‌های مورد اندازه‌گیری شامل؛ سرعت و درصد سبزشدن، قدرت بذر، طول ریشه، سطح ریشه، حجم ریشه، تعداد ریشه فرعی، تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن، درصد گره‌های فعال، وزن‌تر و خشک گره‌های تثبیت کننده نیتروژن، طول ساقه، تعداد شاخه فرعی اولیه، سطح برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک برگ بودند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف تلقیح میکوریزی، پرایمینگ و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر برخی صفات مورد مطالعه داشتند. تیمارهای مختلف پرایمینگ در شرایط کاربرد قارچ‌های میکوریزی اثر معنی‌دار بیشتری بر اکثر صفات مورد اندازه‌گیری نسبت به عدم کاربرد این قارچ‌ها داشتند. تلقیح میکوریزی با قارچ *G. mosseae* + اسیدسالیسیلیک حجم ریشه، وزن‌تر و وزن خشک گره‌های تثبیت کننده نیتروژن را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. از سوی دیگر تیمارهای ترکیبی *G. intraradices* و اسیدسالیسیلیک موجب افزایش معنی‌دار سطح برگ، وزن خشک برگ و طول ریشه شدند. در این مطالعه بیشترین تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن، طول ساقه، قدرت بذر و تعداد ریشه فرعی از تیمار ترکیبی قارچ *G. intraradices* + اسید جیبرلیک به‌دست آمد که با سایر تیمارها و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. تیمار ترکیبی هیدروپرایمینگ + *G. mosseae* حجم ریشه و عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد و تیمارهای منفرد افزایش داد.

نتیجه‌گیری: یافته‌های آزمایش حاضر نشان داد که اثرات ترکیبی تیمارهای پرایمینگ و تیمارهای تلقیح میکوریزی اثرات مثبت بیشتری نسبت به تیمار شاهد و تیمارهای منفرد آن‌ها داشت.

واژه‌های کلیدی: اسیدجیبرلیک، اسیدسالیسیلیک، حجم ریشه، درصد گره‌های فعال

مقدمه

با توجه به رشد روز افزون جمعیت و محدودیت و کمبود منابع پروتئین حیوانی، اهمیت منابع پروتئین حیوانی خصوصاً حبوبات در تأمین پروتئین موردنیاز انسان و نقش آن در تنظیم جیره غذایی آشکار است. حبوبات گیاهانی از خانواده نخود (لگومینوز) هستند که دارای ۱۶۰۰۰ تا ۱۹۰۰۰ گونه و تقریباً ۷۵۰ جنس هستند. عدس ***(Lens culinaris Medic.)*** یکی از حبوبات اصلی در کشورهای در حال توسعه است که می‌تواند به‌همراه غلات به‌عنوان مکمل غذایی به‌ویژه در الگوی غذایی اقشار کم درآمد گنجانده شود. در ایران در بین حبوبات، عدس پس از نخود از نظر سطح زیر کشت (۱۲۰۰۰۰ هکتار) و تولید (۶۰۸ کیلوگرم در هکتار) مقام دوم را دارد (۲۷).

به موازات افزایش روز افزون جمعیت بر روی کره زمین، نیاز به غذا به‌ویژه محصولات کشاورزی افزایش می‌یابد. افزایش تولیدات کشاورزی برای رفع نیاز غذایی بشر از طریق افزایش سطح زیر کشت و افزایش تولید در واحد سطح امکان‌پذیر است (۱٤). محدودیت اراضی مستعد و قابل کشت سبب شده تا بیشتر نگاه‌ها به افزایش عملکرد در واحد سطح معطوف گردد و عملاً توسعه اراضی کشاورزی که در حال حاضر زیر کشت هستند؛ مقدور نمی‌باشد. بدیهی است که یکی از مؤلفه‌های اساسی افزایش عملکرد محصولات، مصرف بهینه نهاده‌های زیستی و پرایمینگ بذر است. همچنین با توجه به گزارش فائو متوسط عملکرد عدس در ایران از متوسط عملکرد آن در جهان (۱۱۳۹ کیلوگرم در هکتار) خیلی کمتر است که این امر ناشی از کیفیت پایین گیاهچه‌های تولیدی، ظرفیت پایین جوانه‌زنی و سبزشدن، تنش‌های زنده و غیر زنده و استقرار نامطلوب گیاهچه، می‌باشد که به ناچار باید به دنبال راهی برای ارتقاء این مؤلفه‌ها بود. راه‌حل مناسب جهت افزایش کیفیت، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر و نهایتاً رشد و عملکرد گیاهان زراعی در سال‌های مختلف، پرایمینگ می‌باشد. به‌طوری که پرایمینگ می‌تواند باعث رشد سریع‌تر گیاهچه (۳۷)، افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی (۱۲ و ۲٤)، تحمل گیاه به خشکی از طریق توسعه ریشه‌ها تحت شرایط متغیر محیطی (۲۳)، گلدهی زودتر و افزایش کمی و کیفی عملکرد (۱۱) و افزایش جذب مواد غذایی (۸) شود. اثرات مفید پرایمینگ در گیاهان زراعی زیادی همچون جو (۲٦)، ذرت (٦۰)، چغندرقند (٤۹)، هویج (۲٤)، علف پشمکی (۲۲)، علف گندمی (۲۱)، آفتابگردان (۱۹)، گندم (۳۸)، تریتیکاله (٥٦)، پنبه (۱۸)، نیشکر (٤٦)، نخود زراعی (۱۰ و ۲۳)، عدس (۲۹ و ۳۰) و لوبیا چیتی (۲٥) به اثبات رسیده است.

در کنار توجه به بهبود کیفیت بذر، جذب عناصر غذایی نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از راهکارهای جدید جهت افزایش کمیت و کیفیت محصولات کاربرد کودهای زیستی است. استفاده

بهینه از منابع زیستی نه تنها دارای اثرات مثبتی بر خصوصیات خاک و گیاه مورد مطالعه می‌باشد بلکه از جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌میحطی نیز مفید بوده و می‌تواند جایگزین مناسبی برای نهاده‌های شیمیایی باشد (۲۰، ۳٦، ۳۹ و ۵۵). میکوریز مجموعه زیستی است که بخش مهمی از موجودات خاکزی را شامل می‌شود، همزیستی قارچ با ریشه گیاهان میزبان و تشکیل رابطه میکوریزایی نقش مهمی در حاصلخیزی و پایداری بوم‌نظام خاک، افزایش کمی و کیفی عملکرد گیاهان دارد (۲۰، ۲۸، ۳٦، ۳۹ و ۵۵). قارچ‌های میکوریزی قادرند با دو سوم تمام گونه‌های گیاهی همزیست شوند (۳۹). مهمترین نقش‌های میکوریزی آربوسکولار در کشاورزی شامل افزایش فسفر (۳٤، ۳۹، ۵۳ و ۵۷)، افزایش کارایی مصرف آب در گیاهان میزبان (٥٤ و ۵۵)، افزایش مقاومت به تنش خشکی و شوری (۵۲، ٥٤ و ۵۵)، افزایش مقاومت میزبان به آفات و بیماری‌ها (۲۰، ۳٦، ۳۹ و ۵۵)، افزایش غلظت هورمون‌های گیاهی و محتوای کلروفیل (۲۰؛ ٥٤ و ۵۸)، تسریع در گلدهی گیاهان میزبان (۲۰، ٥٤ و ۵۵)، تأثیر در اختصاص مواد فتوسنتزی به اندام‌های مختلف گیاه میزبان (۵۲ و ٥٤)، ایجاد واکنش‌های ریخت‌شناسی در گیاهان (۵۲ و ٥٤)، افزایش قدرت رقابت گیاه میزبان در مقابل علف‌های هرز (۱۵)، افزایش مقاومت گیاهان به فلزات سنگین (۱۷ و ۲۰)، بهبود ساختمان خاک و تشکیل خاکدانه (۱۷، ۲۰ و ۵۵)، کاهش اثر سوئ (ضدعفونی‌کننده‌ها، قارچ‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها) مواد شیمیایی (۱۵، ۱۷ و ۲۰)، تغییر در ساختمان ریشه (۹ و ۱۳)، افزایش کارایی تثبیت زیستی نیتروژن، دسترسی عناصر غذایی و تولید هورمون‌های رشد (۱٦)، تشدید فعالیت باکتری‌های ریزوبیوم و آزوسپریلیوم (۵ و ٦) می‌باشد.

این قارچ‌ها با تولید هورمون‌های رشد مانند اکسین، سیتوکینین و جیبرلین، افزایش مقاومت گیاه در مقابل عوامل بیماری‌زا و بهبود ساختمان خاک از طریق اتصال ذرات خاک به یکدیگر، رشد گیاه را افزایش می‌دهند (٤۲). برخی محققان از این دو راهکار در زمینه افزایش کمی و کیفی عملکرد گیاهان زراعی بهره جسته‌اند، به‌عنوان مثال علیمددی و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند اثر ترکیبی پرایمینگ + تلقیح میکوریز تأثیر مثبت بیشتری بر گره‌زایی، درصد گره‌های فعال، وزن خشک گره‌های ریشه نخود نسبت به اعمال تنهایی آن‌ها و تیمار شاهد داشت (٤). همچنین محققان گزارش نمودند که اثر توأمان پرایمینگ بذر و تلقیح میکوریزی سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه و گیاهچه، وزن خشک ریشه و گیاهچه و زمان تا جوانه‌زنی نخود را افزایش داد (۳). در چند سال اخیر آزمایش‌های در مورد پرایمینگ و تلقیح میکوریزی بذر به‌طور مجزا انجام شده است و گزارش‌های مختلفی حاکی از افزایش موفقیت‌آمیز برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاهان تحت تأثیر این تیمارها ذکر شده است، اما هیچ گزارشی از اثر متقابل این دو عامل بر گیاه عدس تا کنون منتشر شده است و به‌طور دقیق اثرات این عوامل بر

خصوصیات ریشه و ارتباط آن‌ها با بخش هوایی گیاه مورد مطالعه قرار گرفته است. به همین دلیل آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر عوامل مذکور بر ریشه و تأثیر غیرمستقیم آن‌ها از طریق اثرات ریشه بر خصوصیات سبزشدن، رشد رویشی و رشد زایشی در دو شرایط گلخانه و مزرعه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تأثیر تلقیح میکوریزی و پرایمینگ بذر عدس با اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر برخی خصوصیات ریشه و بخش هوایی عدس در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، آزمایشی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. عامل اول استفاده از قارچ‌های میکوریزی در سه سطح (عدم تلقیح (شاهد)، تلقیح خاک با گونه‌های قارچ میکوریزای *Glomus intraradices* و *G. mosseae*.) عامل دوم شامل تیمارهای پرایمینگ در ۵ سطح (هیدروپرایمینگ (با استفاده از آب مقطر)، پرایمینگ با اسید جیبرلیک ۱۰۰ قسمت در میلیون، پرایمینگ با اسید سالیسیلیک ۱۰۰ قسمت در میلیون، تیمار تلفیقی هردو هورمون (۱۰۰ قسمت در میلیون اسید جیبرلیک × ۱۰۰ قسمت در میلیون اسیدسالیسیلیک) و شاهد (بدون تیمار)) بود. برای تلقیح خاک از پروپاگول (که شامل مخلوط اسپور قارچ، میسیلیوم‌های خارجی و قطعات ریشه کلنیزه شده بود) استفاده شد و بذر مورد استفاده، از رقم کیمیا بود. در ابتدا بذرهای عدس قبل از اعمال تیمارهای پرایمینگ، با محلول دو درصد هیپوکلریت سدیم ضد عفونی، سپس کاملاً با آب مقطر شسته شدند و قبل از کشت به‌مدت ۸ ساعت در محلول‌های موردنظر (هورمون اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک و آب مقطر) نگهداری و جهت اعمال هرچه بهتر پرایمینگ و جذب رطوبت و تنفس بهتر بذور، از پمپ آکواریوم و سنگ هوا استفاده شد. سپس از محلول خارج و در دمای ٢٤ درجه سانتی‌گراد خشک شدند؛ که به‌این بذور، بذور پرایم شده می‌گویند (٤٠). ابتدا تیمارهای پرایمینگ در آزمایشگاه اعمال و سپس در زمان کاشت تیمارهای تلقیح میکوریز به مقدار ۵ گرم (٤٠ اسپور در گرم) به ازای هر گرم بذر در خاک در نزدیکی بذور قرار گرفت. پس از استقرار بذور در بستر و جذب رطوبت، گلدان‌ها (با قطر دهانه و ارتفاع به‌ترتیب ۳۵ و ۲۵ سانتی‌متر با ۲۵ گیاهچه) به‌صورت روزانه سرکشی شدند. جهت بررسی تغییرات ریشه بعد از ظاهر شدن کامل گیاهچه‌های هر گلدان عمل تنک شدن انجام شد و ۱۲ عدد از گیاهچه‌ها در هر گلدان‌ها باقی‌ماند. سپس برای اندازه‌گیری صفاتی همچون طول ریشه، سطح ریشه، حجم ریشه، تعداد ریشه فرعی، تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن، درصد گره‌های فعال، وزن تر و خشک گره‌های تثبیت کننده نیتروژن، طول ساقه، تعداد شاخه فرعی اولیه، سطح برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک برگ پنج بوته عدس از هر گلدان با دقت خارج شد و خاک اطراف

ریشه با آب شستشو گردید. پس از انتقال سریع ریشه‌ها به آزمایشگاه، گره‌های تشکیل شده بر روی ریشه با دقت از ریشه‌ها جدا گردید. وزن‌تر و خشک گره‌های ریشه، تعداد کل گره و درصد فعال بودن گره‌ها اندازه‌گیری شد. جهت بررسی فعال بودن گره‌ها، تمامی گره‌ها با تیغ تیز از وسط بریده شده و گره‌هایی که صورتی رنگ بودند به‌عنوان گره‌های فعال در نظر گرفته شدند (۵۱). ریشه ۵ بوته عدس از گلدان خارج و در آزمایشگاه با دقت شستشو شدند و روی حوله کاغذی خشک شدند سپس جهت اندازه‌گیری حجم ریشه در استوانه مدرج حاوی آب قرار گرفتند (حجم اضافه شده به حجم قبلی را حجم ریشه در نظر گرفته شد) و بلافاصله دوباره بر روی حوله کاغذی قرار داده شدند تا خشک شوند و بعد از عمل خشک شدن به‌منظور رنگ‌آمیزی در محلول تریپن‌بلو قرار داده شدند و بعد از رنگ‌آمیزی نیز توسط دستگاه سطح برگ‌سنج سطح ریشه‌ها اندازه‌گیری شد.

نحوه اندازه‌گیری برخی صفات مربوط به سبز شدن:

(۱) سرعت سبز شدن از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

رابطه (۱) $$\text{سرعت سبز شدن} = \sum \frac{Ni}{Di}$$

Ni= تعداد گیاهچه در روز iام؛ Di= تعداد روز پس از کشت (۳۱).

(۲) درصد سبزشدن: مقدار این صفت از تقسیم تعداد کل بذرهای سبزشده در هر کرت بر تعداد بذرهای کاشته شده در همان کرت به‌دست آمد.

(۳) قدرت بذر: از طریق رابطه زیر محاسبه شد (۳۱).

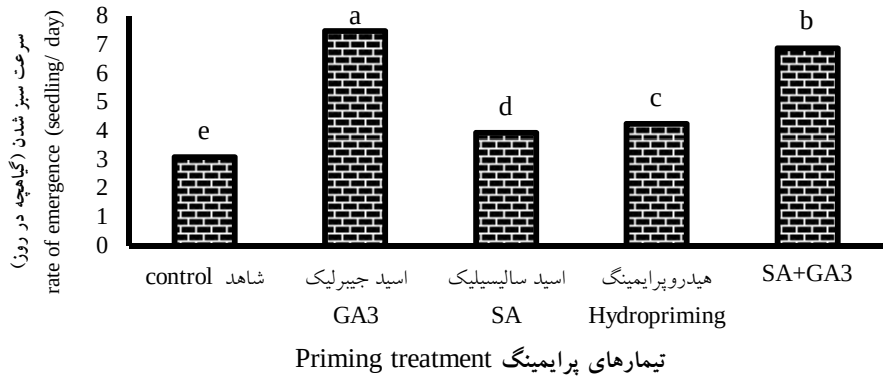
رابطه (۲) $$\text{قدرت بذر} = \frac{\text{میانگین طول گیاهچه (میلی‌متر)} \times \text{درصد سبز شدن}}{۱۰۰}$$

داده‌های سرعت و درصد سبزشدن، قدرت بذر، عملکرد دانه و عملکرد کل از قسمت دوم آزمایش یعنی کشت در شرایط مزرعه به‌دست آمدند ولی بقیه صفات از کشت گلخانه‌ای حاصل شدند. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

سرعت سبز شدن: نتایج نشان داد که تیمارهای پرایمینگ در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری بر سرعت سبز شدن بذر عدس داشتند ولی تیمارهای تلقیح میکوریزی و اثرات متقابل تیمارهای پرایمینگ × تیمارهای تلقیح میکوریزی تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۱). همه

تیمارهای پرایمینگ نسبت به شاهد سرعت سبز شدن را افزایش دادند. در بین تیمارهای پرایمینگ نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد؛ به‌طوری که بیشترین و کمترین سرعت سبزشدن به‌ترتیب مربوط به تیمار اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بود (شکل ۱). این نتایج با نتایج برخی محققان (۱، ٤، ۲۳، ۲۹، ۳۳ و ۳۰) همخوانی داشت. علت معنی‌دار نشدن اثر قارچ‌های میکوریزی ممکن است به‌خاطر عدم تشکیل هیف‌های میکوریزی در زمان جوانه‌زنی و سبزشدن بذر عدس باشد؛ زیرا هیف‌های قارچ بعد از ترشح مواد از ریشه گیاهان جوانه می‌زنند و همزیستی را شروع می‌کنند. از این رو این نتایج با نتایج الهدادی و همکاران (۲۰۰۹) که گزارش نمودند در شرایط تنش خشکی تلقیح با قارچ ***G. mosseae*** سرعت سبزشدن را افزایش داد، مطابقت نداشت (۲). با توجه به نتایج مذکور و نتایج محققان می‌توان نتیجه گرفت در شرایط کشت دیم پرایمینگ می‌تواند تأثیر تنش خشکی اول و آخر فصل را (از طریق جوانه‌زنی به موقع) کاهش دهد که این منجربه افزایش استقرار و تراکم مطلوب و نهایتاً عملکرد قابل قبول گیاه عدس می‌شود.



شکل ۱- بررسی اثر تیمارهای پرایمینگ بر سرعت سبز شدن بذر عدس.

Figure 1. Effect of seed priming treatments on emergence rate of lentil.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تلقیح مایکوریز و پرایمینگ صفات مورد مطالعه.

Table 1. Analysis of variance of mycorrhizal inoculation and priming effects on studied traits

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square							
		سرعت سبز شدن Emergence rate	درصد سبز شدن Emergence percent	طول ساقه Shoot length	قدرت بذر Seed vigor	تعداد شاخه فرعی Number of branches	سطح برگ Leaf area	وزن خشک ساقه Shoot dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight
بلوک Block	3	0.18^{ns}	24.86^{ns}	4.15^{ns}	75.69^{ns}	0.365^{ns}	2.04^{ns}	1.20^{ns}	118.70^{ns}
تلقیح میکوریزی Mycorrhizal inoculation	2	0.06^{ns}	0.009^{ns}	74.56**	3494.32**	2.28**	188.62**	529.70**	579.30**
تیمارهای پرایمینگ Priming treatment	4	45.09**	931.01*	167.99**	11277**	3.86**	39.91**	122.70**	1432.10**
میکوریز × پرایمینگ Mycorrhizal × priming	8	0.004^{ns}	34.21**	6.35*	179.27**	1.10**	28.01**	301.70**	954.40**
اشتباه آزمایشی Error	42	0.125	13.73	2.68	34.76	0.186	2.37	13.60	96.60
ضریب تغییرات CV (%)	-	6.87	4.84	12.86	6.10	11.6	11.25	9.71	14.32

*، ** و ns به‌ترتیب مبین معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و غیر معنی‌دار.

ns, * and ** showed non- significant and significant at 5% and 1 % probability levels, respectively.

ادامه جدول ۱

Continued Table 1

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square									
		طول ریشه Root length	سطح ریشه Root area	حجم ریشه Root volume	تعداد ریشه فرعی Nuber of root	تعداد گره Number of nodes	درصد گره‌های فعال Percentage of active nodes	وزن تر گره‌ها Weight nodes	وزن خشک گره‌ها Nodes dry weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد کل Total yield
بلوک Block	3	3.51^{ns}	2.83**	0.11^{ns}	2.64^{ns}	18.84^{ns}	6.40^{ns}	0.08^{ns}	0.001^{ns}	210513.66^{ns}	8285432.2**
تلقیح میکوریزی Mycorrhizal inoculation	2	19.32*	15.56**	5.49**	127.4**	2388.87**	4942.69**	104.97**	5.75**	1748766.7**	8308285.3**
تیمارهای پرایمینگ Priming treatment	4	18.77*	1.20**	1.87**	15.94^{ns}	3268.93**	62.96^{ns}	6.97**	0.07**	924008.36**	3400992.85**
میکوریز×پرایمینگ Mycorrhizal × priming	8	16.59*	5.71**	0.63**	36.94**	1920.03**	123.58**	4.36**	0.044**	343565.1**	3764932.01**
اشتباه آزمایشی Error	42	6.68	5.71**	0.06	8.26	38.22	24.43	0.167	0.002	83075.68	680322.03
ضریب تغییرات CV (%)	-	12.53	7.98	11.73	12.25	9.52	8.32	6.68	3.50	12.94	11.70

*، ** و ns به‌ترتیب مبین معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و غیر معنی‌دار.

ns, * and ** showed non- significant and significant at 5% and 1 % probability levels, respectively.

درصد سبزشدن: اثر تیمارهای پرایمینگ، تیمارهای تلقیح میکوریزی و اثرات متقابل تیمارهای پرایمینگ × تیمارهای تلقیح میکوریزی بر درصد سبز شدن معنی‌دار بود (جدول ۱). در ابتدای دوره رشد قارچ‌ها نمی‌توانند وارد بذر شوند و تأثیر مستقیمی بر صفاتی همچون سرعت سبزشدن داشته باشند اما ممکن است به محض خروج ریشه‌چه (مرحله جوانه‌زنی) و ترشح مواد هیف‌های قارچ به سمت ریشه حرکت کنند و سبب تحریک گیاهچه‌های جوانه زده شوند و بر مرحله دوم سبزشدن (خروج گیاهچه از خاک) تأثیر گذار باشند. مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ *G. intraradices* + تیمارهای مختلف پرایمینگ نشان داد که تیمارهای مورد بررسی اثر افزایشی معنی‌دار بر صفت درصد سبز شدن بذر عدس داشتند. در این سطح بیشترین اثر افزایشی معنی‌دار مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ بود. نتایج در مورد کاربرد ترکیبی قارچ G. *mosseae* + تیمارهای مختلف پرایمینگ مشابه نتایج قارچ *G. intraradices* + تیمارهای مختلف پرایمینگ بود (جدول ۲). این نتایج با نتایج علیمددی و همکاران (۲۰۱۱) همخوانی داشت (٤). گزارش‌های مختلف حاکی ازآن است که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبزشدن بذر می‌گردد (۱، ۸، ۱۹ و ۳۰)، نتایج حاضر با نتایج این محققان همسو بود.

طول ساقه: نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر تیمارهای پرایمینگ، تیمارهای تلقیح میکوریزی و اثرات متقابل تیمارهای پرایمینگ و کود زیستی تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه عدس داشتند (جدول ۱). طول ساقه در سطوح مختلف قارچ‌های میکوریزی و تیمارهای مختلف پرایمینگ نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در این میان تیمار تلفیقی هورمون‌ها و تیمار اسید جیبرلیک در همه سطوح نسبت به سایر تیمارهای پرایمینگ و تیمار شاهد طویل‌ترین ساقه را داشتند. البته همان‌طوری که در جدول دو مشاهده می‌شود تیمارهای ترکیبی کودهای زیستی و هورمون‌های گیاهی اثرات مثبت افزایشی بیشتری بر طول ساقه داشتند؛ به‌طوری که بلندترین ساقه از تیمار ترکیبی قارچ *G. intraradices* + اسید جیبرلیک به‌دست آمد. کوتاه‌ترین ساقه نیز از به تیمار شاهد در شرایط عدم تلقیح به‌دست آمد (جدول ۲). این نتیجه با نتایج علیمددی (۲۰۱۱) که گزارش نمودند تیمار ترکیبی میکوریز و پرایمینگ طول ساقه نخود را افزایش دادند (٤)، همسو بود. افزایش در ارتفاع گیاهان، تا زمانی که موجب تحریک پدیده خوابیدگی نشود، می‌تواند موجب افزایش عملکرد گردد. زیرا ارتفاع بوته از عوامل تاثیرگذار بر قابلیت رقابت و استفاده بیشتر از نور خورشید است. به احتمال

زیاد این مسئله به دلیل توزیع بهتر نور در داخل تاج پوشش ناشی می‌گردد. همچنین ساقه می‌تواند به عنوان محلی برای انباشت کربوهیدرات‌ها در نظر گرفته شود که پس از عمل لقاح و نمو دانه با انتقال این ترکیبات به سوی مقصدهای جدید حرکت کرده و باعث افزایش تعداد دانه از طریق جلوگیری از سقط دانه یا افزایش وزن دانه‌ها گردد.

قدرت بذر: همان‌گونه که در جدول یک مشاهده می‌شود اثرات اصلی و متقابل تیمارهای پرایمینگ و تیمارهای تلقیح میکوریزی بر قدرت بذر معنی‌دار بود (جدول ۱). اثر همه تیمارهای پرایمینگ در سطوح مختلف قارچ‌های میکوریزی در مقایسه با تیمار شاهد در هر سطح قدرت بذر را افزایش دادند. به طورکلی تیمار اسید جیبرلیک و تیمار تلفیقی اسید جیبرلیک در اسید سالیسیلیک در هر سطح کود زیستی نسبت به سایر تیمارهای پرایمینگ و شاهد اثر افزایشی معنی‌داری بر قدرت بذر داشتند. بیشترین قدرت بذر در آزمایش حاضر از تیمار ترکیبی اسید جیبرلیک + قارچ ***G. intraradices*** به‌دست آمد درحالی که کمترین آن مربوط به تیمار شاهد در شرایط عدم تلقیح بود (جدول ۲). برخی محققان گزارش نمودند که پرایمینگ بذر، قدرت بذر عدس (۱، ۲۹ و ۳۰)، نخود (۲۳) و تریتیکاله (٥٦) را افزایش داد. همچنین عیسوند و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که غلظت زیاد جیبرلین (۱۵۰ پی‌پی‌ام) سبز شدن بذر علف گندمی بلند (***Agropyron elongatum L.***) را کاهش داد؛ اما در بذرهای پرایم شده با جیبرلین ۱۰۰ قسمت در میلیون، سرعت سبزشدن در شرایط بدون تنش خشکی تا ٤٣ درصد و قدرت بذر تا ٤٠ درصد افزایش یافت (۲۱). این اثرات مفید پرایمینگ با غلظت بهینه جیبرلین ممکن است به واسطه نقش بهینه آن در تسریع و بهبود سبز شدن از یک طرف و افزایش طویل شدن و تقسیم سلولی در گیاهچه تولیدی از طرف دیگر باشد (۳۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی صفات ریشه و بخش هوایی عدس تحت تأثیر تیمارهای مختلف تلقیح میکوریزاو پرایمینگ.

Table 2. Comparison of average lentil shoot and root traits under the influence of mycorrhizal inoculation treatments and priming.

تلقیح میکوریزی Mycorrhizal inoculation	تیمارهای پرایمینگ Priming treatment	درصد سبزشدن Emergence percent	طول ساقه (سانتی‌متر) Shoot length (cm)	قدرت بذر Seed vigor	تعداد شاخه فرعی Number of branches	سطح برگ (سانتی‌متر مربع در گیاهچه) Leaf area (cm^2)	وزن خشک ساقه (میلی‌گرم در گیاهچه) Shoot weight dry (mg/seedling)	وزن خشک برگ (میلی‌گرم در گیاهچه) Leaf dry weight (mg/seedling)	طول ریشه (سانتی‌متر) Root length (cm)	سطح ریشه (سانتی‌متر مربع در گیاهچه) Root area
بدون میکوریز Control	شاهد control	58.71^{g}	5.45^{i}	32.51^{h}	2.81^{i}	8.70^{j}	96.00^{gh}	183.32^{efg}	23.42^{ab}	4.10^{ij}
	اسید جیبرلیک GA_3	82^{a-d}	15.1^{cd}	113.6^{c}	3.88^{c-f}	10.66^{hi}	123.00^{de}	224.28^{cde}	20^{b-e}	4.48^{hi}
	سالیسیلیک SA	83.88^{ab}	10.23^{fgh}	85.89^{f}	3.63^{c-f}	11.81^{ij}	112.60^{efg}	221.45^{cde}	22.2^{abc}	5.50^{de}
	Hydropriming	79.33^{b-e}	8.5^{h}	67.47^{g}	3.87^{c-f}	14.17^{efg}	135.20^{cd}	271.5^{ab}	17.02^{e}	3.73^{j}
	SA+ GA3	78.71^{b-e}	13.52^{de}	107.9^{cd}	2.75^{i}	5.96^{k}	69.30^{i}	110.15^{h}	18.65^{cde}	2.03^{k}
Glomus intraradices	عدم پرایمینگ Non Priming	59.71^{fg}	10.3^{fgh}	61.40^{g}	2.88^{hi}	13.84^{efgh}	122.53^{de}	194.5^{d-g}	20.52^{b-e}	5.35^{def}
	اسید جیبرلیک GA_3	77.67^{de}	20.90^{a}	142.4^{a}	3.31^{f-i}	13.48^{fgh}	102.00^{fgh}	202.25^{def}	22^{abc}	5.80^{cd}
	سالیسیلیک SA	81.83^{a-d}	12.02^{ef}	98.19^{e}	4.56^{b}	19.28^{a}	153.80^{b}	299.7^{a}	25.27^{a}	4.38^{hi}
	Hydropriming	85.21^{a}	11.52^{efg}	97.63^{e}	4.25^{bc}	14.63^{def}	104.50^{fgh}	210.3^{cde}	19.65^{cde}	4.70^{gh}
	SA+ GA3	78^{cde}	16.42^{bc}	126.4^{b}	3.44^{e-h}	12.00^{ghi}	90.00^{h}	162.43^{fg}	21.25^{bcd}	6.85^{a}
Glomus mosseae	عدم پرایمینگ Non Priming	64.71^{e}	9.42^{gh}	61.03^{g}	4.19^{bcd}	16.80^{bcd}	122.70^{de}	248.60^{bc}	17.88^{de}	5.13^{efg}
	اسید جیبرلیک GA_3	76.50^{e}	16.13^{bc}	123.4^{b}	3.94^{cde}	17.30^{abc}	133.80^{cd}	269.00^{ab}	21.23^{bcd}	4.80^{fgh}
	سالیسیلیک SA	78.92^{b-e}	12.65^{e}	99.76^{de}	5.38^{a}	18.97^{ab}	144.80^{bc}	269.45^{ab}	19.80^{b-e}	6.63^{ab}
	Hydropriming	83^{abc}	11.48^{efg}	95.24^{e}	3.75^{c-f}	15.80^{ghi}	114.80^{ef}	157.4^{g}	20.63^{b-e}	6.10^{bc}
	SA+ GA3	79.38^{b-e}	17.45^{b}	137.6^{a}	3.06^{ghi}	11.99^{cde}	174.50^{a}	234.00^{bcd}	19.88^{b-e}	5.15^{efg}
	LSD٪۵	5.28	2.33	8.41	0.61	2.20	16.6	44.4	3.69	0.58

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column followed by the samer letter are not significantly different at %5 probability level, using LSD test.

ادامه جدول ۲

Continued Table 2

عملکرد کل (کیلوگرم در هکتار) Total yield (kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain Yield (kg/ha)	وزن خشک گره‌ها (گرم در گیاهچه) Dry weight of nitrogen nodes	وزن تر گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن (گرم در گیاهچه) Weight nodes (mg in seedling)	درصد گره‌های فعال Percentage of active nodes	گره تثبیت کننده نیتروژن (تعداد در گیاهچه) Number of nodes	تعداد ریشه فرعی Number of root	حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب در گیاهچه) Root volume (cm^3)	تیمارهای پرایمینگ Priming treatment	تلقیح میکوریزی Mycorrhizal inoculation
6700 bcd	2051 bcd	0.070 c	0.475 f	37.97 f	27.50 h	23.25 c-f	1.00 e	شاهد Control	بدون میکوریز Control
5878 e	1780 d	0.052 c	0.295 g	44.20 f	84 bc	17.75 g	1.70 d	اسید جیبرلیک GA_3	
6406 cde	1849 d	0.068 c	0.458 f	39.83 f	60.5 f	20.25 fg	1.53 d	سالیسیلیک SA	
6233 de	1923 cd	0.053 c	0.305 g	41.95 f	37 g	20 fg	1.83 cd	Hydropriming	
6494 b-e	1892 cd	0.042 c	0.205 h	44.10 f	69.50 e	21.50 efg	1.68 e	SA+ GA3	
6622 b-e	1910 cd	0.125 b	0.605 e	72.09 abc	80.50 cd	25.75 bcd	1.70 d	عدم پرایمینگ Non Priming	*Glomus intraradices*
6850 b-e	2222 bc	0.130 b	0.645 e	65.93 cd	114 a	30 a	2.83 ab	اسید جیبرلیک GA_3	
9329 a	2817 a	0.145 ab	0.765 cd	77.70 a	70.50 e	23.75 c-f	2.85 ab	سالیسیلیک SA	
6800 b-e	3184 a	0.137 ab	0.723 d	74.02 ab	30.5 gh	21.50 efg	1.78 cd	Hydropriming	
6378 cde	2227 bc	0.153 ab	0.858 b	67.61 bc	89.5 b	24.75 b-e	2.68 b	SA+ GA3	
6961 bcd	1919 cd	0.160 ab	0.798 c	59.64 de	38.50 g	24 c-f	1.75 cd	عدم پرایمینگ Non Priming	*Glomus mosseae*
7400 bc	2334 b	0.140 ab	0.613 e	70.75 abc	60.50 f	27 abc	2.75 ab	اسید جیبرلیک GA_3	
7461 b	2416 b	0.178 a	0.958 a	67.52 bc	82.50 bcd	22.75 def	3.03 a	سالیسیلیک SA	
9472 a	2838 a	0.153 ab	0.723 d	56.04 e	75 de	28.25 ab	3.03 ab	Hydropriming	
bcd 6733	2059 bcd	0.153 ab	0.738 d	71.40 abc	54 f	21.25 efg	2.05 c	SA+ GA3	
1053	367.9	0.045	0.058	7.05	8.82	4.10	0.34	LSD ۵ درصد	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column followed by the samer letter are not significantly different at %5 probability level, using LSD test.

تعداد شاخه فرعی اولیه: اثر همه تیمارهای آزمایشی بر تعداد شاخه فرعی اولیه معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۱). تعداد شاخه فرعی اولیه جزء اجزای عملکرد نیست؛ اما چون حامل شاخه‌های گل دهنده می‌باشند نقش مهمی در عملکرد عدس ایفا می‌کنند و به‌نظر می‌رسد هر تیماری که این مؤلفه را افزایش دهد؛ می‌تواند سهم بالایی در زیست‌توده و عملکرد دانه داشته باشد. در شرایط عدم کاربرد قارچ میکوریزی تیمارهای مختلف هورمونی به‌جز تیمار تلفیقی هورمون‌ها، تعداد شاخه فرعی را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دادند؛ ولی نسبت به همدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. در سطح قارچ *G. intraradices*، تیمارهای مختلف پرایمینگ به‌جز تیمار تلفیقی هورمون‌ها، تعداد شاخه فرعی را افزایش دادند. بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی اولیه در این سطح؛ به‌ترتیب از تیمار اسید سالیسیلیک و تیمار *G. intraradices* بود. در شرایط کاربرد قارچ *G. mosseae*؛ تیمار اسید سالیسیلیک تعداد شاخه فرعی را به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای پرایمینگ و *G. mosseae*، افزایش داد. رویهم رفته بیشترین تعداد شاخه فرعی اولیه از تیمار اسید سالیسیلیک در ترکیب با قارچ *G. mosseae* به‌دست آمد؛ در حالی‌که کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۲). تیمار اسید سالیسیلیک در ترکیب با هر دو قارچ تعداد شاخه فرعی اولیه را افزایش داد؛ اما در شرایط عدم کاربرد قارچ، افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای اسید جیبرلیک و هیدروپرایمینگ نداشت؛ در این رابطه رجبی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند که کاربرد اسید سالیسیلیک سبب افزایش تعداد شاخه در عدس و نخود زراعی شد و از این طریق عملکرد دانه را افزایش داد (٤٨). تیمار هیدروپرایمینگ در سطوح مختلف کود زیستی نسبت به سایر تیمارهای پرایمینگ افزایش معنی‌داری در تعداد شاخه فرعی اولیه عدس نداشت اما نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری داشت؛ این نتیجه با نتایج زارعی و همکاران (۲۰۱۱) که گزارش نمودند هیدروپرایمینگ تعداد شاخه فرعی اولیه و ثانویه را نسبت به تیمار شاهد افزایش می‌دهد (۵۹)، هم‌خوانی بود.

سطح برگ: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که تیمارهای تلقیح میکوریزی، تیمارهای پرایمینگ و اثرات متقابل تیمارهای پرایمینگ و تلقیح میکوریزی تأثیر معنی‌داری بر سطح برگ عدس داشت (جدول ۱). در سطح عدم کاربرد قارچ‌های میکوریزی تیمارهای هیدروپرایمینگ و اسید جیبرلیک نسبت به شاهد سطح برگ را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند اما تلفیق هر دو هورمون تأثیر معنی‌داری بر سطح برگ داشت. در شرایط کاربرد قارچ *G. intraradices* تیمارهای

پرایمینگ به‌جز اسید سالیسیلک اختلاف معنی‌داری با همدیگر و با تیمار *G. intraradices* نداشتند. به‌طوری که تیمار اسید سالیسیلک به‌طور معنی‌داری سطح برگ را افزایش داد. در سطح قارچ *G. mosseae* تیمارهای پرایمینگ (به‌جز تیمار تلفیقی اسید جیبرلیک × اسید سالیسیلیک که سطح برگ کمتری از همه تیمارها داشت) با یکدیگر و با تیمار قارچ *G. mosseae* اختلاف معنی‌داری نداشتند. همان‌طوری که در جدول دو مشاهده می‌شود تیمارهای پرایمینگ در ترکیب با قارچ *G. intraradices* نسبت به گونه *G. mosseae* افزایش بیشتری داشتند و این نتیجه با نتایج کاویت‌ها و نلسون (۲۰۱٤) همسو بود (٤۱)، به‌طوری که این محققان گزارش نمودند که قارچ *G. mosseae* نسبت به کاربرد منفرد و ترکیبی گونه‌های دیگر تعداد برگ را کاهش داد. در کل بیشترین سطح برگ از تیمار اسید سالیسیلیک در ترکیب با قارچ *G. intraradices* و کمترین آن از تیمار شاهد بود (جدول ۲) این نتایج با نتایج پاک‌مهر و همکاران (۲۰۱۱) که گزارش نمودند که پرایمینگ بذر لوبیا چشم بلبلی با اسید سالیسیلیک سبب افزایش سطح برگ شد (٤٥)، همخوانی داشت. از آن‌جا که با افزایش سطح برگ، درصد جذب نور افزایش می‌یابد پس در ابتدای فصل رشد (که کیفیت نور پایین است) اگر سطح برگ مناسبی تولید شود گیاه موفق‌تر است و با توجه به‌این موضوع که هر گیاهی که در ابتدای فصل رشد که کیفیت نور جهت رشد و فتوسنتز پایین است؛ سطح برگ مناسب داشته باشد زیست‌توده و عملکرد مناسبی تولید خواهد کرد. از دلایل کاهش سطح و وزن خشک برگ‌ها در تیمارهای منفرد و ترکیبی جیبرلین کاهش تولید شاخه‌های جانبی و غالبیت انتهایی (۳۲) نسبت به سایر تیمارها می‌باشد.

وزن خشک ساقه و وزن خشک برگ: همان‌گونه که در جدول یک مشاهده می‌شود اثر تیمارهای پرایمینگ، کودهای زیستی و اثرات متقابل تیمارهای پرایمینگ و کودهای زیستی بر وزن خشک ساقه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در سطح عدم استفاده از قارچ میکوریزی تیمارهای اسید جیبرلیک، اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ تأثیر مثبت معنی‌دار ولی تیمار تلفیق هردو هورمون تأثیر منفی معنی‌داری نسبت به شاهد بر وزن خشک ساقه عدس داشتند. در سطح کاربرد قارچ *G. intraradices* تیمار اسید سالیسیلیک تأثیر مثبت معنی‌دار ولی سایر تیمارهای پرایمینگ نسبت به تیمار قارچ *G. intraradices* تأثیر منفی معنی‌داری داشتند. در سطح کاربرد قارچ *G. mosseae* همه تیمارهای پرایمینگ به‌جز تیمار هیدروپرایمینگ نسبت به تیمار *G. mosseae* تأثیر مثبت معنی‌داری بر وزن‌خشک ساقه داشتند. روی هم رفته بیشترین وزن خشک گیاهچه از تیمار تلفیقی اسید جیبرلیک در اسید سالیسیلیک در ترکیب با

کود زیستی *G. mosseae* به‌دست آمد؛ همچنین کمترین وزن خشک ساقه از تیمار تلفیقی اسید جیبرلیک در اسید سالیسیلیک در سطح عدم کاربرد کود زیستی بود (جدول ۲). این نتیجه ممکن است به‌این دلیل باشد که هورمون مذکور سبب چیرگی انتهایی (تولید ساقه‌های طویل و خشبی) می‌شود و از این رو اگر از لحاظ تغذیه معدنی گیاه با کمبود مواد غذایی مواجه نشود، ممکن است زیست‌توده بیشتری تولید شود که این نتیجه در نتایج حاضر مشاهده شد به‌طوری که در شرایط عدم کاربرد کود زیستی وزن خشک ساقه به‌شدت کاهش یافت در صورتی‌که با کاربرد هردو کود زیستی این مولفه افزایش یافت اما این افزایش در شرایط کاربرد کود زیستی *G. mosseae* مشهودتر بود. همچنین اثر همه تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک برگ معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) شد (جدول ۱). در سطح عدم کاربرد کود زیستی تیمار هیدروپرایمینگ، تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک و تیمار تلفیقی این دو هورمون به ترتیب اختلاف مثبت معنی‌دار، غیر معنی‌دار و اختلاف منفی معنی‌داری نسبت به شاهد بر وزن خشک برگ داشتند. در سطح تلقیح میکوریزا با قارچ *G. intraradices* و تیمار اسید سالیسیلیک بیشترین وزن خشک برگ را نسبت به شاهد و سایر تیمارهای پرایمینگ تولید کرد. سایر تیمارهای پرایمینگ نسبت به همدیگر و نسبت به تیمار قارچ *G. intraradices* در این سطح اختلاف معنی‌داری بر وزن خشک برگ نداشتند. در سطح قارچ *G. mosseae* تیمار هیدروپرایمینگ نسبت به سایر تیمارهای پرایمینگ و تیمار قارچ *G. mosseae* سبب کاهش وزن خشک برگ شد. سایر تیمارهای پرایمینگ با همدیگر و با تیمار قارچ *G. mosseae* اختلاف اندکی داشتند. در کل آزمایش بیشترین وزن خشک برگ از تیمار اسید سالیسیلیک در ترکیب با کود زیستی *G. intraradices* بود البته با تیمار ترکیبی *G. mosseae* + اسید جیبرلیک و تیمار ترکیبی *G. mosseae* + اسید سالیسیلیک اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین وزن خشک برگ از تیمار تلفیقی اسید جیبرلیک در اسید سالیسیلیک در سطح عدم کاربرد کود زیستی مشاهده شد (جدول ۲). این نتیجه ممکن است به‌این دلیل باشد که اثر تلفیقی هورمون‌ها مذکور سبب چیرگی انتهایی می‌شود در نتیجه سبب کاهش شاخه‌های فرعی اولیه می‌گردد و از این رو ممکن است برگ کمتری تولید شود. در این رابطه علیمددی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که تلقیح میکوریزا و پرایمینگ وزن خشک گیاهچه نخود را افزایش داد (٤). قاسمی گلعذانی و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش نمودند که هیدروپرایمینگ بذر وزن خشک گیاهچه عدس را افزایش داد (۲۹ و ۳۰). همچنین محققان گزارش نمودند که پرایمینگ هورمونی بذر با اسید سالیسیلیک باعث افزایش طول ساقه‌چه، ریشه، وزن تر و خشک

گیاهچه در مقایسه با شاهد شد (٦٠). نتایج حاضر با نتایج علیمددی و همکاران (٢٠١١)؛ قاسمی گلعذانی (٢٠٠٨) و عیسوند و همکاران (٢٠١١ الف) همخوانی داشت (٤، ٢٣، ٢٩، ٣٠).

طول ریشه: اثر تیمارهای میکوریزی، تیمارهای پرایمینگ و اثرات متقابل تیمارهای میکوریزی و تیمارهای پرایمینگ بر طویل شدن ریشه معنی‌دار ($P\leq$٠/٠٥) بود (جدول ١). نتایج نشان داد که تیمارهای پرایمینگ در سطوح مختلف کودهای زیستی مؤثر بودند، به‌طوری که در شرایط بدون تلقیح میکوریزی؛ در بین تیمارهای پرایمینگ طویل‌ترین ریشه از تیمار اسید سالیسیلیک به‌دست آمد که در مقایسه با سایر تیمارهای پرایمینگ اختلاف معنی‌داری داشت. در شرایط تلقیح میکوریزی در ترکیب با قارچ *G. intraradices*، طویل‌ترین ریشه از تیمار اسید سالیسیلیک حاصل شد که با سایر تیمارهای پرایمینگ و تیمار *G. intraradices* اختلاف معنی‌داری داشت. در شرایط تلقیح میکوریزابا قارچ *G. mosseae*، بیشترین طول ریشه از تیمار اسید جیبرلیک به‌دست آمد که با سایر تیمارهای پرایمینگ و تیمار تلقیح میکوریزا با قارچ *G. mosseae* اختلاف معنی‌داری نداشت. در بین کل تیمارهای آزمایشی تیمار ترکیبی قارچ *G. intraradices* + اسید سالیسیلیک بیشترین و تیمار منفرد هیدروپرایمینگ کمترین اختلاف معنی‌دار را در افزایش طول ریشه داشتند (جدول ٢). البته تیمار ترکیبی هیدروپرایمینگ نسبت به تیمار منفرد آن اختلاف مثبت معنی‌داری داشت که در این زمینه این نتایج با نتایج علیمددی و همکاران (٢٠١١) که گزارش نمودند تیمار ترکیبی هیدروپرایمینگ + تلقیح میکوریزی طول ریشه نخود را افزایش داد (٤)، و نتایج کاویت‌ها و نلسون (٢٠١٤) همخوانی داشت (٤١). همچنین این نتایج با گزارش عیسوند و همکاران (٢٠١١ الف) که بر افزایش طول ریشه نخود تحت تیمار پرایمینگ هورمونی با اسید جیبرلیک تأکید داشتند (٢٣)، در یک راستا بود.

سطح و حجم ریشه: حجم و سطح ریشه به‌طور مستقیم تحت تأثیر طول ریشه و تعداد ریشه فرعی و قطر ریشه می‌باشد و هر عاملی که این سه صفت را افزایش دهد؛ به‌طور مستقیم سطح و حجم ریشه را افزایش می‌دهد. اثر همه عوامل آزمایشی بر سطح و حجم ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ١). کلیه تیمارهای پرایمینگ به‌جز اثر تلفیقی هردو هورمون در شرایط عدم کاربرد کود زیستی حجم ریشه را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. بیشترین حجم ریشه در این شرایط از تیمار اسید جیبرلیک و کمترین آن از تیمار تلفیقی هردوهورمون بود البته این تیمار با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. تیمارهای پرایمینگ در سطح کود زیستی *G. intraradices* تأثیر مثبت

معنی‌داری بر حجم ریشه داشتند به‌طوری که تیمار اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بیشترین و تیمار *G. intraradices* کمترین حجم ریشه را داشتند. همچنین در سطح کود زیستی *G. mosseae* به‌ترتیب بیشترین و کمترین حجم ریشه از تیمار اسید سالیسیلیک و تیمار *G. mosseae* بود. اما در کل آزمایش بیشترین حجم ریشه از تیمار ترکیبی قارچ *G. intraradices* + اسید جیبرلیک در اسید سالیسیلیک به‌دست آمد و کمترین حجم ریشه از تیمار تلفیقی اسید جیبرلیک در اسید سالیسیلیک بود (جدول ۲). در شرایط کاربرد قارچ *G. mosseae* بیشترین سطح ریشه از تیمار اسید سالیسیلیک بود و سایر تیمارها با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. در کل آزمایش نیز بیشترین سطح ریشه از تیمار ترکیبی *G. intraradices* و اسید سالیسیلیک در اسید جیبرلیک به‌دست آمد و کمترین سطح ریشه از تیمار شاهد بود که با تیمار اسید جیبرلیک در اسید سالیسیلیک در سطح عدم کود زیستی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). در رابطه با اثر کاربرد تنهای قارچ‌ها بر سطح و حجم ریشه، همان‌طوری که در جدول دو مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری بین هردو قارچ مشاهده نشد ولی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند از این رو این نتایج با نتایج پزشکپور و همکاران (۲۰۱٤) که بیان داشتند تلقیح میکوریزی نسبت به شاهد حجم ریشه نخود را افزایش داد (٤۷)، هم‌سو بود. این نتایج با نتایج حبیب‌زاده (۲۰۱۵) نیز همخوانی داشت (۳۵).

تعداد ریشه فرعی: همان‌گونه که در جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، مشاهده می‌شود اثر تلقیح میکوریزی، پرایمینگ و اثر متقابل تیمارهای تلقیح میکوریزی و پرایمینگ، بر تعداد ریشه فرعی معنی‌دار بود. در سطح عدم کاربرد کود زیستی؛ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای پرایمینگ مشاهده نشد همچنین اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای پرایمینگ با تیمار شاهد نیز مشاهده نشد. در سطح کاربرد کود زیستی *G. intraradices*، تیمار اسید جیبرلیک در مقایسه با سایر تیمارهای پرایمینگ و تیمار *G. intraradices* اختلاف مثبت معنی‌داری بر تعداد ریشه داشت. سایر تیمارهای با همدیگر و با تیمار *G. intraradices* اختلاف معنی‌داری نداشتند. در سطح کاربرد کود زیستی *G. mosseae*، تیمار هیدروپرایمینگ تعداد ریشه را افزایش داد اما این افزایش با تیمار اسید جیبرلیک غیر معنی‌دار ولی با سایر تیمارهای پرایمینگ و تیمار تلقیح با *G. mosseae* اختلاف معنی‌دار بود. در کل آزمایش منشعب‌ترین ریشه مربوط به تیمار ترکیبی قارچ *G. intraradices* و اسید جیبرلیک بود. کمترین تعداد ریشه فرعی نیز از تیمار اسید جیبرلیک در شرایط عدم کاربرد کود زیستی به‌دست آمد (جدول ۲). گوپتا و همکاران (۱۹۹۵) بیان داشتند که گزینش برای بهبود بنیه ریشه‌های اولیه (ریشه‌های بذری)

یک صفت برای اصلاح مقاومت به خشکی است. ایشان اهمیت تعداد ریشه‌های بذری را به‌عنوان یک معیار مهم انتخاب برای مقاومت به خشکی مورد تأکید قرار دادند (٦١). همچنین سینگ و همکاران (٢٠٠٠) بیان داشتند که گیاهانی که طول ریشه اصلی و تعداد ریشه‌های جانبی بالاتری دارند نسبت به گیاهانی که این خصوصیات را کمتر دارند مقاومت و تحمل بیشتری به تنش خشکی دارند (٥٠). بنابراین این صفت در شرایط دیم بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن: اثر اصلی تیمارهای تلقیح میکوریزاو پرایمینگ بذر و اثر متقابل این عوامل بر تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن معنی‌دار ($P\leq$٠/٠١) بود (جدول ١). در سطح عدم کاربرد کود زیستی همه تیمارهای پرایمینگ نسبت به شاهد اختلاف مثبت معنی‌داری بر تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن داشتند به‌طوری‌که بیشترین تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن از تیمار اسید جیبرلیک بود. در سطح کاربرد قارچ ***G. intraradices***، تیمارهای پرایمینگ نسبت به تیمار ***G. intraradices*** اثرات متفاوتی نشان دادند. به‌طوری که اسید جیبرلیک اختلاف مثبت معنی‌دار و تیمار اسید سالیسیلیک و هیدروپرایمینگ اختلاف منفی معنی‌داری در مقایسه با تیمار منفرد ***G. intraradices*** داشتند. در سطح کاربرد قارچ ***G. mosseae***، همه تیمارهای پرایمینگ در مقایسه با تیمار ***G. mosseae*** اختلاف مثبت معنی‌داری بر تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن داشتند در این سطح بیشترین تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن از تیمار اسید سالیسیلیک و کمترین آن از تیمار ***G. mosseae*** به‌دست آمد. در بین کل تیمارهای آزمایشی بیشترین تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن از تیمار ترکیبی ***G. intraradices*** + اسید جیبرلیک و کمترین آن از تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ٢). این نتایج نیز مطابق با نتایج علیمددی و همکاران (٢٠١٠) و پزشکپور و همکاران (٢٠١٤) بود (٣ و ٤٧)، در رابطه با کاربرد منفرد تیمارهای قارچ میکوریزی و تیمارهای پرایمینگ بر تعداد گره تثبیت کننده نیتروژن به‌ترتیب نتایج حاضر با نتایج عیسوند و همکاران (٢٠١١ الف) هم‌سو بود (٢٣).

درصد گره‌های فعال: همان‌گونه که در جدول یک مشاهده می‌شود اثر تیمارهای میکوریزا، پرایمینگ و اثرات متقابل قارچ‌های میکوریزی و پرایمینگ بذر بر درصد گره‌های فعال معنی‌دار بود (جدول ١). کاربرد منفرد همه تیمارهای پرایمینگ در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری بر درصد گره‌های فعال نشان ندادند اما کاربرد ترکیبی آن‌ها با هر دو قارچ مورد استفاده اثرات معنی‌داری داشتند به‌طوری‌که تیمارهای هیدروپرایمینگ، اسید جیبرلیک و اثر تلفیقی هردو هورمون در ترکیب با هر دو

قارچ مورد بررسی اختلاف مثبت معنی‌داری با تیمار شاهد داشتند. در حقیقت استفاده از میکوریزا بدون پرایمینگ و استفاده از پرایمینگ بدون میکوریزی اثری روی درصد گره فعال نداشت و از این رو این نتایج با نتایج علیمددی و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی داشت (۳).

وزن تر و خشک گره‌های تثبیت کننده نیتروژن: همان‌گونه که در جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، مشاهده می‌شود اثر اصلی تلقیح میکوریزی و تیمارهای پرایمینگ و اثر متقابل این عوامل بر وزن تر و خشک گره‌های تثبیت کننده نیتروژن معنی‌دار بود. در شرایط عدم استفاده از کود زیستی؛ بیشترین وزن تر گره‌های تثبیت کننده نیتروژن از تیمار شاهد بود و کمترین آن از تیمار تلفیقی هورمون‌ها به‌دست آمد سایر تیمارهای پرایمینگ در این سطح تأثیر مثبت معنی‌داری بر این صفت نداشتند. در شرایط کاربرد قارچ *G. intraradices*، تیمار تلفیقی دو هورمون نسبت به سایر تیمارهای پرایمینگ و تیمار منفرد *G. intraradices* تأثیر مثبت معنی‌داری بر وزن تر گره‌های تثبیت کننده نیتروژن داشت و کمترین وزن تر گره‌های تثبیت کننده نیتروژن از تیمار *G. intraradices* حاصل شد که با تیمار اسید جیبرلیک اختلاف معنی‌داری نداشت. در شرایط کاربرد قارچ *G. mosseae*، بیشترین وزن تر گره‌های تثبیت کننده نیتروژن از تیمار اسید سالیسیلیک و کمترین آن از تیمار اسید جیبرلیک بود. در بین کل تیمارهای آزمایشی بیشترین وزن‌تر گره‌های تثبیت کننده نیتروژن از تیمار ترکیبی قارچ *G. mosseae* و اسید سالیسیلیک و کمترین وزن‌تر گره‌های تثبیت کننده نیتروژن مربوط به تیمار اسید جیبرلیک در اسید سالیسیلیک در شرایط عدم تلقیح میکوریزی بود (جدول ۲). اختلاف وزن خشک گره‌های تثبیت کننده نیتروژن بین تیمارهای پرایمینگ و شاهد در هر سطح کود زیستی غیر معنی‌دار بود اما اختلاف در بین کل تیمارها معنی‌دار بود به‌طوری که بیشترین وزن خشک گره‌های تثبیت کننده نیتروژن مربوط به تیمار ترکیبی تلقیح میکوریزی با قارچ *G. mosseae* و اسید سالیسیلیک بود و کمترین وزن خشک گره‌های تثبیت کننده نیتروژن نیز مربوط به تیمار اسید جیبرلیک در اسید سالیسیلیک در شرایط عدم تلقیح میکوریزی به‌دست آمد (جدول ۲). همان‌طوری که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بین صفات وزن‌تر و وزن‌خشک گره‌های تثبیت کننده نیتروژن تفاوت‌های زیادی نسبت به هم وجود دارد که دلیل این امر ممکن است به‌خاطر تفاوت در جذب و از دست دادن رطوبت توسط گره‌های فعال بزرگ‌تر نسبت به گره‌های فعال کوچک‌تر و همچنین اختلاف در جذب و حفظ آب در گره‌های فعال نسبت به گره‌های غیرفعال باشد همچنین از بین کل گره‌ها، برخی از گره‌ها ممکن است پوک باشند (در تیمارهای مختلف تعداد گره‌های پوک متفاوت است). لذا زمانی‌که گره‌های پوک، خشک شوند تفاوت

زیادی در گروه‌بندی وزن‌تر و خشک ایجاد شود این تفاوت در تحقیق علیمددی و همکاران (۲۰۱۰) نیز مشاهده شد (۳).

عملکرد زیستی و عملکرد دانه: اثر همه تیمارهای آزمایشی بر عملکرد زیستی معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۱). در سطح عدم کاربرد کود زیستی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای پرایمینگ و تیمار شاهد مشاهده نشد. در سطح کاربرد کود زیستی *G. intraradices* تیمارهای پرایمینگ با همدیگر و با تیمار منفرد *G. intraradices* اختلاف معنی‌داری مشاهده شد به‌طوری که بیشترین عملکرد زیستی از تیمار اسید سالیسیلیک و کمترین آن از تیمار تلفیق هردو هورمون بود. در سطح قارچ *G. mosseae* نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای پرایمینگ با همدیگر و با تیمار منفرد *G. mosseae* مشاهده شد. در این میان بیشترین عملکرد زیستی از تیمار هیدروپرایمینگ و کمترین عملکرد زیستی از تیمار تلفیقی هر دو هورمون بود. در کل آزمایش اثرات توام پرایمینگ و تلقیح میکوریزی سبب بهبود عملکرد زیستی شد؛ به‌طوری که بیشترین عملکرد زیستی از تیمار ترکیبی قارچ *G. intraradices* و اسید سالیسیلیک بود که با تیمار ترکیبی قارچ *G. mosseae* و هیدروپرایمینگ اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین عملکرد زیستی از تیمار اسید جیبرلیک در سطح بدون کاربرد کودزیستی بود (جدول ۲). کاربرد کود زیستی سبب افزایش عملکرد دانه عدس شد؛ به‌طوری که به‌ترتیب قارچ *G. intraradices* و قارچ *G. mosseae* عمکرد دانه را نسبت به شاهد به‌میزان ۳۰/۷۸ و ۲۲/٤ درصد افزایش دادند. در سطح عدم کاربرد کود زیستی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای پرایمینگ با همدیگر و با تیمار شاهد مشاهده نشد. در سطح کاربرد کود زیستی *G. intraradices* اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای پرایمینگ و تیمار *G. intraradices* مشاهده شد به‌طوری که بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب از تیمار هیدروپرایمینگ (که با تیمار اسید سالیسیلیک در همین سطح غیر معنی‌دار بود) و تیمار *G. intraradices* بود. در سطح کاربرد کود زیستی *G. mosseae* اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای پرایمینگ و تیمار *G. mosseae* مشاهده شد به‌طوری که بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب از تیمار اسید سالیسیلیک و تیمار *G. mosseae* بود. در کل تحقیق حاضر بیشترین عملکرد دانه از تیمار ترکیبی قارچ *G. intraradices* و هیدرو پرایمینگ بود (البته با تیمار ترکیبی قارچ *G. mosseae* و هیدرو پرایمینگ اختلاف معنی‌داری نداشت). همچنین کمترین عملکرد دانه از ترکیب هورمون‌های اسید جیبرلیک در اسید سالیسیلیک در سطح بدون کاربرد کود زیستی بود. در مورد کاربرد منفرد تیمارهای پرایمینگ بر عملکرد دانه و زیستی سویا (آریف و همکاران، ۲۰۱٤)،

نخود (آذرنیا و عیسوند، ۲۰۱۳ الف) و عدس (پاکباز و همکاران، ۲۰۱٤) نتایج مشابهی مشاهده گردید (۷، ۱۰ و ٤٤).

نتیجه‌گیری کلی

جذب هورمون‌ها توسط بذر سبب می‌شود در ابتدا بذور به لحاظ متابولیکی آماده شوند، سپس با رسیدن میزان کمی رطوبت سبز می‌شوند و با ریشه دوانی به‌موقع و تولید برگ‌های کافی در اول فصل رشد موقعیت خود را تثبیت می‌کنند (این امر در رقابت با علف‌های هرز نیز بسیار حائز اهمیت است) که منجربه برقراری رابطه مطلوب بین ریشه و ساقه (جابجایی مواد هیدروکربن و آب) و نشت برخی مواد از ریشه سپس ایجاد رابطه همزیست با ریزجانداران خاکی (باکتری و قارچ‌های موجود) می‌شوند که این مهم در هر گیاهی و در هر شرایطی رخ نمی‌دهد. از این رو مطابق انتظار و آزمایشات قبلی ما، نتایج جالب توجهی به‌دست آمد. به‌طوری که با افزایش طول‌ریشه، تعداد ریشه فرعی، سطح ریشه و حجم ریشه میزان گره‌های تثبیت کننده نیتروژن و درصد فعالیت آن‌ها به‌مقدار زیادی افزایش یافت و با این افزایش نیز صفات مربوط به بخش هوایی همچون سطح برگ، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه افزایش معنی‌داری داشتند و این افزایش نیز منجر به افزایش عملکرد دانه و زیست‌توده شد. این افزایش در تیمار ترکیبی پرایمینگ + قارچ میکوریزی مشاهده شد و به لحاظ افزایش صفات رویشی و زایشی موفق‌ترین تیمار، تیمار ترکیبی *G. intraradices* و اسید سالیسیلیک بود؛ زیرا سبب افزایش سطح برگ، وزن خشک برگ، طول ریشه، درصد گره‌های فعال و وزن خشک گره‌های تثبیت کننده نیتروژن شد؛ همچنین در انتهای فصل نیز این تیمار، عملکرد دانه و کل را نسبت به شاهد افزایش داد ولی با *G. intraradices* و هیدروپرایمینگ اختلاف معنی‌داری نداشت.

منابع

1. Agah, F., and Nabavi Chlate, S.M. 2013. The study of seed priming on seed germination characteristics of lentil (*Lens culinaris* Medik.) in salinity stress conditions. J. Seed Sci. Tech. 3: 2. 53-61. (In Persian)
2. Alahdadi, I., Tajik, M., Iran-nejad, H., and Armandpisheh, O. 2009. The effect of biofertilizer on soybean seed vigor and field emergence. J. Food. Agric. Environ. 7: 4. 420-426.
3. Alimadadi, A., Jahansouz, M.R., Besharati, H., Tavakkol-Afshari, R., and Tavakkoli, M. 2010. Effect phosphate solubilizing micro-organisms, mycorrhiza and seed priming on the nodulation in chickpea (*Cicer arietinum* L.). J. Soil Res. 24: 1. 43-53. (In Persian)

4. Alimadadi, A., Jahansouz, M.R., Besharati, H., Tavakkol-Afshari, R., and Tavakkoli, M. 2011. Evaluating the effects of biofertilizers and seed priming on chickpea (*Cicer arietinum* L.) seed quality. J. Food Agric. Environ. 9: 2. 362–365.
5. Andre, S., Galiana, A., Le Roux, C., Prin, Y., Neyra, M., and Duponnois, R. 2004. Ecto-mycorrhizal symbiosis enhanced the efficiency of inoculation whit two *Bradyrhizobium* strains and *Acacia holosericea* growth. Mycorrhiza. 15: 5. 357-364.
6. Antunes, P.M., Deaville, D., and Goss, M.J. 2005. Effect of two AMF life strategies on the tripartite symbiosis whit *Bradyrhizobium japonicum* and soybean. Mycorrhiz. Issue: Online First, Published online: 16 December 2005.
7. Arif, M., Tariq, Jan, M., Mian, I.A., Khan, S.A., Philip, H., and Harris, D. 2014. Evaluating the impact of osmopriming varying with polyethylene glycol concentrations and durations on soybean. Inter. J. Agric. Biol. 16: 2. 359–364.
8. Ashraf, M., Karim, F., and Rasul, E. 2002. Interactive effects of gibberellic acid (GA3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. J. Plant Growth Reg. 36: 1. 49-59.
9. Atkinson, S., Berta, G., and Hooker, J.E. 1994. Impact of mycorrhizal colonization on root architecture, root longevity and the formation of growth regulators. In Gianinazzi S., and H., Schuepp (Eds.), Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems (Pp: 47-60). Basel, Switzerland: Birkhauser Verlag.
10. Azarnia, M., and Eisvand, H.R. 2013. Effects of hydro and hormonal priming on yield and yield components of chickpea in irrigated and rain-fed conditions. Elec. J. Crop Prod. 6: 4. 1-18. (In Persian)
11. Azarnia, M., and Eisvand, H.R. 2013. Priming is a method for improve seed quality for increase growth and yield crop. Res. Ach. Field Hort. Crop. 2: 4. 277-287. (In persian)
12. Balouchi, H.R., and Ahmadpour Dehkordi, S. 2014. Effect of different seed priming on germination traits in Black cumin (*Nigella sativa*) under salinity stress. J. Plant Prod. 20: 3. 1-26. (In persian)
13. Berta, G., Fusconi, A., and Hooker, J.E. 2002. Arbuscular mycorrhizal modifications to plant root systems: scale, mechanisms and consequences. In Gianinazzi, S., Schüepp, H., Barea, J.M., and Haselwandter, K. (Eds.), Mycorrhiza Technology in Agriculture, from Genes to Bioproducts (Pp: 71-85). Basel, Switzerland: Birkhäuser Verlag.
14. Besharati Kalaye, V. 1998. Effects of sulfur application with *Thiobacillus* species in increased uptake of Nutrients elements in soil. M.Sc. Thesis. Tehran University. 176p. (In Persian)

15. Bethlenfalavy, G.J., Schreiner, R.P., Mihara, K.L., and McDaniel, H. 1996. Mycorrhizae, biocides, and biocontrol. 2. Mycorrhizal fungi enhance weed control and crop growth in a soybean-cocklebur association treated whit the herbicide bentazon. Appl. Soil Ecol. 3: 2005-2014.
16. Biswas, J.C., Ladha, J.K., and Dazzo, F.B. 2000. Rhizobia inoculation improves nutrient uptake and growth of low land rice. Soil Sci. Soc. Amer. 64: 5. 1644–1650.
17. Cardoso Irene, M., and Kuyper, T.W. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agric. Eco. Environ. 116: 1-2. 72-84.
18. Casenave, E.C., and Toselli, M.E. 2007. Hydropriming as a pre-treatment for cotton germination under thermal and water stress conditions. Seed Sci. Technol. 35: 11. 88–98.
19. Demir Kaya, M., Okcu Gamze Atak, M., Cikili Y., and Kolsarici, O. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European. J. Agron. 24: 4. 291-295.
20. Dodd, J. 2000. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in agro-natural ecosystems. Outlook Agric. 29: 63-70.
21. Eisvand, H.R., Tavakkol-Afshari, R., Sharifzadeh, F., Madah Arefi, H., and Hesamzadeh Hejazi, S.M. 2008. Improvement of physiological quality of deteriorated tall wheat grass (*Agropyron elongatum* Host) seeds by hormonal priming for control and drought stress conditions. Inter. J. Field Crop Sci. 1: 39. 53-65. (In Persian)
22. Eisvand, H.R., Alizadeh, M.A., and Fekri, A. 2010. How hormonal priming of aged and non aged seeds of bromgrass affects seedling physiological characters. J. New seed. 11: 1. 52-64.
23. Eisvand, H.R., Azarnia, M., Nazarian Firozabadi, F., and Sharafi, R. 2011a. Effect of Priming by gibberllin and abcsisic acid on emergence and some seedling physiological characters of Chikpea (*Cicer arietinum* L.) under dry and irrigated conditions. J. Field Crop Sci. 42: 4. 789-797. (In Persian)
24. Eisvand, H.R., Shahrosvand, S., Zahedi, B., Heidari, S., and Afroughe, S.H. 2011b. 'Effects of hydro-priming and hormonal priming by gibberellin and salicylic acid on seed and seedling quality of carrot (*Daucus carota* var. sativus)'. Inter. J. Plant Physiol. 1: 4. 233-239.
25. Eisvand, H.R., Dosti, A., Majnon Hosseani, N., and Pour Babayi, A. 2014. effect of bacteria growth and seed aging on yield and yield components of pinto bean. Iranian. J. Field Crop Sci. 45: 2. 277-285. (In Persian)
26. El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. J. Plant Growth Reg. 42: 3. 215-224.
27. FAO. 2013. FAO Year Book. FAO Publication, (*http://faostat.fao.org/site/*).

28. Ghasemi, K., Fallah, S., Raeisi, F., and Heidari, M. 2014. The effect urea and biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of Isabgol (*Plantago ovata* Frosk.) medicinal plant. J. Plant Prod. 20: 4. 101-116. (In Persian)
29. Ghassemi-Golezani, K., Asghar Aliloo, A., Valizadeh, M., and Moghaddam, M. 2008a. Effects of hydro and osmo-priming on seed germination and field emergence of lentil (*Lens culinaris* Medik.). Not. Bot. Horti. Agrobo. Cluj-Nap. 36: 1. 29-33.
30. Ghassemi-Golezani, K., Asghar Aliloo, A., Valizadeh, M., and Moghaddam, M. 2008b. Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil (*Lens culinaris* Medik). J. Food Agric. Environ. 6: 2. 222-226.
31. Agrawal, R.L. 2004. Seed Technology. Oxford and IBH Publishing Co. LTD.
32. Arteca, N.R. 1995. Plant Growth Substances: Principles and Applications. Springer, 352p.
33. Ghoreyshizadeh, S.M., and Mirshekari, B. 2015. Seed priming with gibberellic acid and kinetin has a major rolein speedy germination and vigorous performance of bitter vetch. Inter. J. Biol. Sci. 6: 5. 202-208.
34. Gull, F.Y., Hafeez, I., Saleem, M., and Malik, K.A. 2004. Phosphorus uptake and growth promotion of chickpea by co- inoculation of mineral phosphate solubilizing bacteria and a mixed rhizobial culture. Aust. J. Exp. Agric. 44: 623-628.
35. Habibzadeh, Y. 2015. Effects of phosphorus levels on dry matter production and root traits of chickpea plants in presence or absence of arbuscular mycorrhizal fungi. J. Agric. Sci. Food Tech. 1: 1. 1-6
36. Harrier, L.A., and Watson, C.A. 2004. The potential role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in the bioprotection of plants against soil-borne pathogens in and/or other sustainable farming systems. Pest Manag. Sci. 60: 149-157.
37. Harris, D.B.S.R., Aghuwanshi, G.S., Gangwar, S.C., Singh, K.D., Joshi, A., Rashid, H., and Hollington, P.A. 2001. Participatory evaluation by farmers of on farm seed priming in wheat in india Nepal and Pakistan. Exp. Agric. 37: 3. 403-415.
38. Iqbal, M., and Ashraf, M. 2006. Wheat seed priming in relation to salt tolerance, growth, yield and level of free salicylic acid and polyamines. Annal. Bot. 43: 4. 250-259.
39. Jeffries, P., Gianinazi, S., Perotto, S., Turnau, K., and Barea, J.M. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. Boi. Fertil. Soils. 37: 1-16.
40. Kaur, S., Gupta, A.K., and Kaur, N. 2005. Seed priming increases crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. J. Agron. Crop Sci. 191: 2. 81-87.

41. Kavitha, T., and Nelson, R. 2014. effect of arbuscular mycorrhizal fungi (amf) on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). J. Exp. Biol. Agric. Sci. 2: 226-232.
42. Khavazy, K., and Malakouti, M.C. 2001. The necessity bio-fertilizer of industrial production in country. Soil Water Res. Ins. Tehran, Iran. 604p.
43. Mohammadi, M., Moghadam, H., Majnon Hossini, N., Ahmadi, A., and Khavazi, K. 2011. the effect of phosphorus bio-fertilizer and chemical fertilizer on yield and yield components of two cultivar of lentil in different irrigation. Iran. J. Crop Sci. 42: 4. 845-855. (In Persian)
44. Pakbaz, N., Mehrshad, B., Ashraf Mehrabi, A., Hatami, A. 2014. Effect of seed priming on growth and yield of lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes under rainfed and supplemental irrigation conditions. Inter. J. Bio Sci. 5: 9. 131-139.
45. Pakmehr, A., Rastgoo, M., Shekari, F., Saba, J., Vazayefi, M., Zangani, A. 2011. Effect of Salicylic acid priming on yield and yield components of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under water deficit at reproductive stage. Iran. J. Puls. Res. 2: 1. 53-64. (In Persian)
46. Patade, V.Y., Bhargava, S., and Suprasanna, P. 2009. Halopriming imparts tolerance to salt and PEG induced drought stress in sugarcane. Agrci. Eco. Environ. 134: 24–28.
47. Pezeshkpour, P., ArdaKani, M.R., Paknejad, F., and Vazan, S. 2014. Effect of vermicompost, symbiotic mycorrhizal and phosphate solubilizing biological and physiological traits of chickpea, J. Crop Physiol. 6: 23. 53-65.
48. Rajabi, L., Sajedi, N.A., and Roshandel, M. 2013. Response of yield and yield component of dry land chickpea to salicylic acid and superabsorbent polimer. J. Agric. Res. 4: 4. 343-355.
49. Sadeghian, S.Y., and Yavari, N. 2004. Effect of warer-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. J. Agron. Crop. Sci. 190: 138-144.
50. Singh, D.N., Massod Ali, R.I., and Basu, P.S. 2000. Genetic variation in dry matter partitioning in shoot and root influnces of chickpea to drought. 3rd International Crop Science Congress.
51. Beck, D.P., Materon, L.A., and Afandi, F. 1993. Practical Rhizobium-legume technology manual. ICARDA, Aleppo, Syria.
52. Subramanian, K.S., and Charest, C. 1997. Nutritional, growth, and reproductive responses of maize (*Zea mays* L.) to arbuscular mycorrhizal inoculation during and after drought stress at tasselling. Mycorrhiza. 7: 1. 25-32.
53. Thakur, A.K., and Panwar, J.D.S. 1997. Response of Rhizobium– vesicular arbuscular mycorrhizal symbionts on photosynthesis, nitrogen metabolism and sucrose translocation in greengram (*Phaseololus radiatus*). Indian. J. Agric. Sci. 67: 245-248.

54. Varma, A., and Hock, B. (Eds.). 1999. Mycorrhiza: Structure, Function, Molecular Biology and Biotechnology. Springer Microbiology Book, Berlin.
55. Watson, C.A., and Harrier, L.A. 2003. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable cropping system. Adv. Agron. 79: 185-225.
56. Yagmur, M., and Kaydan, D. 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. Afr. J. Biotech. 7: 2156–2162.
57. Zaidi, A. 1999. Synergistic interactions of nitrogen fixing microorganisms with phosphate mobilizing microorganisms. Ph.D. Thesis, Aligarh Muslim University, Aligarh.
58. Zaidi, A., Khan, M.S., and Amil, M. 2003. Interactive effects of Rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Eur. J. Agron. 19: 15-21.
59. Zarei, I., Mohammadi, G., Sohrabi, Y., Kahrizi, D., Khah, E.M., and Kheirollah, Y. 2011. Effect of different hydropriming times on the quantitative and qualitative characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Afr. J. Biotech. 10: 66. 14844-14850.
60. Farooq, M., Aziz, T., Basra, S.M.A., Cheema, M.A., and Rehman, H. 2008. chilling tolerance in hybrid maize. induced by seed priming with salicylic acid. J. Agron. Crop Sci. 94: 438-448.
61. Gupta, S.N., Dahiya, B.S., Malik, B.P.S., and Bishnoi, N.R. 1995. Response of chickpea to water deficits and drought stress. Haryana Agric. Uni. J. Res. 25: 1-2. 11-19.