



دانشگاه جوبه

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی  
جلد بیستم، شماره چهارم، ۱۳۹۲  
<http://jopp.gau.ac.ir>

## اثر کودهای اوره و زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovate* Frosk.)

کیمیا قاسمی<sup>۱</sup>، \*سیف‌اله فلاح<sup>۲</sup>، فایز رئیسی<sup>۳</sup> و مریم حیدری<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد، دانشجویار گروه زراعت، دانشگاه شهرکرد،  
<sup>۲</sup> استاد گروه خاکشناسی، دانشگاه شهرکرد، <sup>۳</sup> دستیار بیماری‌های داخلی، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد  
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۷

### چکیده

به منظور بررسی پاسخ ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Frosk.) به کاربرد جداگانه و تلفیقی کودهای اوره و زیستی آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۰ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل، C: شاهد (بدون مصرف کودهای اوره و زیستی)، U: ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار، Az: ازتوباکتر، My+Az: میکوریزا + ازتوباکتر، U+50% Az: ازتوباکتر + ۴۴ کیلوگرم اوره در هکتار، My+U: میکوریزا + ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار، My+Az+50% U: میکوریزا + ازتوباکتر + ۴۴ کیلوگرم اوره در هکتار بودند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه در شرایط کاربرد جداگانه ازتوباکتر کم‌تر از کاربرد جداگانه اوره بود ولی عملکرد موسیلاژ آن مشابه تیمار کاربرد اوره بود. تلفیق ازتوباکتر با اوره و یا میکوریزا تغییری در عملکرد دانه و موسیلاژ در مقایسه با اوره ایجاد نکرد. بیش‌ترین عملکرد دانه و موسیلاژ به ترتیب با ۹۳۱ و ۱۶۶ کیلوگرم در هکتار با به‌کارگیری میکوریزا + ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار به دست آمد. با این وجود کوددهی تأثیری بر فاکتور تورم و درصد موسیلاژ اسفرزه نداشت. به‌طور کلی نتایج بیانگر آن است که استفاده از مایه تلقیح میکوریزا هم‌زمان با اوره موجب افزایش ۵۴ درصدی تولید دانه اسفرزه می‌گردد، که این پتانسیل استفاده از میکوریزا را برای تولید اسفرزه در شرایط مزرعه تأیید می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: اسفرزه، کودهای زیستی، کود تلفیقی، عملکرد دانه، موسیلاژ

\* مسئول مکاتبه: [falah1357@yahoo.com](mailto:falah1357@yahoo.com)

## مقدمه

گیاهان دارویی در صنایع مختلف نقش مهمی را ایفا می‌کنند و علاوه بر آن امروزه به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن مورد استفاده قرار می‌گیرند (صفرنژاد و همکاران، ۲۰۰۷). اسفرزه یکی از گیاهان دارویی مهم با نام علمی *Plantago ovata* از تیره بارهنگ است که از منابع مهم تولید طبیعی موسیلاژ شناخته شده است و مقدار موسیلاژ موجود در بذرها معمولاً حدود ۲۵ درصد وزن بذر می‌باشد (امیدیگی، ۲۰۰۸). موسیلاژ این گیاه از گروه داروهای ملین یا لعابدار است که به دلیل خاصیت جذب آب (هیدروفیل) باعث حجیم شدن مواد محتوی روده و دفع یبوست می‌گردد (ماتور و همکاران، ۲۰۰۶). هم‌چنین در کاهش کلسترول خون و درمان التهاب و اختلالات صفاوی ناشی از مشکلات گوارش سودمند می‌باشد. بذرها این گیاه در درمان اسهال خونی و آماس‌های ناشی از تقرس و روماتیسم نافع است (ماندال و همکاران، ۲۰۰۸).

از سوی دیگر، عملکرد بالای تولید در کشاورزی و حفظ آن، همواره با استفاده زیاد از نهاده‌های شیمیایی هم‌چون کودها همراه بوده است (کراس، ۲۰۰۰). به سبب آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف بیش از اندازه کودهای شیمیایی مطالعه‌های بسیاری در زمینه جبران کمبود نیتروژن از راه‌هایی غیر از کاربرد کود شیمیایی انجام گرفته است (ماندال و همکاران، ۲۰۰۸). در همین راستا، راهبرد مدیریت تلفیقی که در برگیرنده کودهای شیمیایی و زیستی است برای افزایش پایداری تولیدات کشاورزی پیشنهاد شده است (بحرانی و همکاران، ۲۰۱۰). کودهای زیستی ترکیبات میکروبی شامل تعداد اولیه کافی از نژادهای فعال و زنده ریزجاندارانی هستند که نقش آشکاری در ریزوسفر گیاه و رشد آن از طریق بهبود وضعیت تغذیه‌ای آن دارند (نوفال و رزک، ۲۰۰۹). ازتوباکتر یک باکتری خاک‌زی هوازی با توانایی‌های متابولیکی مختلف هم‌چون تثبیت نیتروژن اتمسفری از طریق تبدیل آن به آمونیوم و نیز تولید انواع متابولیت‌های محرک رشد مانند ایندول استیک اسید و جیبرلین می‌باشد (نوفال و رزک، ۲۰۰۹). میکوریزا یک هم‌زیستی بین ریشه بیش‌تر گیاهان زراعی و بسیاری از قارچ‌های خاک‌زاد است که در طول دوره رشد فعال گیاه در بافت غشایی ریشه کلونیزه می‌شوند (جاکیم و همکاران، ۲۰۰۹). قارچ میکوریزای وزیکولار آربوسکولار (*Vesicular Arbuscular Mycorrhiza*) عمومی‌ترین نوع میکوریزا است. هم‌زیستی میکوریزا اثرات متفاوتی بر گیاه میزبان می‌گذارد که شامل افزایش سطح و تراکم ریشه، افزایش کارایی جذب آب، افزایش جذب عناصر و بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه، بهبود سیستم دفاعی میزبان، حفاظت در برابر تنش‌ها به‌خصوص تنش خشکی و حتی

تأثیر بر روی بیان مواد ژنتیکی می‌باشد (سونگ، ۲۰۰۵). در بررسی ماتور و همکاران (۲۰۰۶) در شرایط آب و هوایی راجستان هند مشخص شد که هم‌زیستی میکوریزایی سبب افزایش تولید اسفرزه از طریق بهبود جذب عناصر فسفر، نیتروژن، روی، مس و منگنز شد. نتایج آن‌ها نشان داد که هم‌زیستی میکوریزایی اسفرزه به‌خصوص با گونه *Glomus deserticola* باعث افزایش شاخص‌های رشدی گیاه مانند ارتفاع، تعداد سنبله در گیاه، طول سنبله، وزن هزاردانه و عملکرد به‌ترتیب به‌میزان ۶۴/۷، ۱۴۶، ۴۰، ۱۵/۷ و ۲۸۱/۶۹ درصد شد. علاوه بر این کومار و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که بیش‌ترین ارتفاع گیاه، تعداد سنبله، وزن هزاردانه و عملکرد دانه اسفرزه از تیمار هم‌زیستی میکوریزایی و تلقیح ازتوباکتر به‌علاوه مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب به‌میزان ۳۰، ۳۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. همه صفات بیان شده نسبت به شاهد به‌ترتیب به‌میزان ۵۳، ۱۰۳/۶، ۲۱/۷ و ۵۵/۳ درصد افزایش معنی‌دار داشتند. گوپتا و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که تلقیح ریحان (*Ocimum basilicum* L.) با سه گونه قارچ میکوریزا (*Gigaspora rosea*، *Gigaspora margarita* و *Glomus mosseae*) باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع ساقه، تعداد و سطح برگ، زیست‌توده، طول و میزان انشعابات جانبی ریشه و هم‌چنین میزان اسانس گیاه در مقایسه با شاهد شد. در پژوهش فریتاس و همکاران (۲۰۰۴) روی گیاه دارویی نعنای نیز روشن شد که کاربرد ۴ گونه قارچ VAM، موجب بهبود مقدار اسانس و میزان منتول آن نسبت به تیمار شاهد می‌شود.

در این حال دولت هزینه زیادی برای تأمین کودهای معدنی پرداخت می‌کند، این موضوع در کنار نگرانی‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد بیش از اندازه کودهای شیمیایی (بحرانی و همکاران، ۲۰۱۰) به‌ویژه در گیاهان دارویی می‌تواند دارای اهمیت زیادی باشد (کاروبا و همکاران، ۲۰۰۲). از این‌رو هر فن‌آوری که بتواند تا حدودی جایگزین مصرف کودهای شیمیایی یا مکمل آن‌ها شود، هم برای کشاورزان و هم برای اقتصاد دولت مفید خواهد بود (بحرانی و همکاران، ۲۰۱۰). این آزمایش با توجه به رویکرد افزایش کشت گیاهان دارویی و پژوهش‌های بسیار محدود در زمینه اثر کودهای زیستی بر کمیت و کیفیت گیاهان دارویی از جمله اسفرزه با هدف بررسی اثر جداگانه و تلفیقی کودهای اوره و زیستی بر عملکرد کمی و کیفی این محصول در شرایط اقلیمی شهرکرد به اجرا درآمد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۲۱۱۶ متر از سطح دریا انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. قبل از اعمال تیمارها از خاک مزرعه نمونه مرکب تهیه و در آزمایشگاه خصوصیات آن تعیین گردید (جدول ۱). تیمارهای کودی شامل، C: شاهد (بدون مصرف کودهای اوره و زیستی)، U: ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار، Az: ازتوباکتر، My+Az: میکوریزا + ازتوباکتر، U+50% Az: ازتوباکتر + ۴۴ کیلوگرم اوره در هکتار، My+U: میکوریزا + ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار، My+Az+50% U: میکوریزا + ازتوباکتر + ۴۴ کیلوگرم اوره در هکتار بودند. مقدار کود اوره مصرفی براساس نتایج آزمون خاک برای تأمین ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار انتخاب گردید. در تیمار میکوریزایی به‌ازای هر ۱ متر طول کرت میزان ۲۰۰ گرم از مایه تلقیح توزین و به‌طور یکنواخت بر روی خطوط کاشت پخش گردید. به‌منظور بررسی پاسخ قارچ در شرایط طبیعی مزرعه، هیچ‌گونه عملی برای استریل کردن آن صورت نگرفت. مایه تلقیح موردنظر از شرکت زیست‌فناور توران تهیه شد و شامل اسپور، ریشه، میسلیوم و خاک آغشته به قارچ میکوریزای موردنظر بود. تعداد تقریبی اسپور زنده قارچ در هر گرم خاک بین ۱۵۰-۵۰۰ اسپور بود. خاک میکوریزی مورد استفاده شامل ریشه‌های گیاهان میکوریزی‌شده و ریشه قارچ میکوریزا به‌میزان ۵۰-۲۰ متر در هر گرم خاک و بدون هر گونه علف هزر و عامل بیماری‌زای گیاهی بود. برای تلقیح باکتری (*Azotobacterchroococcum*) از روش بذرمال استفاده شد. در این روش بذرها در سایه بر روی پوشش تمیزی قرار گرفته و سپس محلول نیتروکسین به‌طور یکنواخت به‌میزان ۱ لیتر در ۲ کیلوگرم بذر بر روی آن‌ها ریخته شد و به‌مدت ۰/۵ ساعت به حال خود گذاشته تا با باکتری تلقیح شوند. مایه تلقیح ازتوباکتر از شرکت فناوری زیستی مهر آسیا تهیه گردید. بذر اسفزه مورد نیاز (توده محلی نطنز) از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان تهیه گردید. بلافاصله پس از خشک شدن کامل بذرها، عملیات کاشت بذرها در کرت‌هایی شامل ۵ ردیف کاشت و به فواصل ۳۰ سانتی‌متر با تراکم بالا در ۱۰ خردادماه به روش هیرم‌کاری انجام گردید. اولین آبیاری پس از کاشت به‌صورت سنگین اعمال گردید. پس از آن تا استقرار مناسب بوته (مرحله پنجه‌زنی) آبیاری به‌صورت یک روز در میان و به روش بارانی ادامه پیدا کرد. هم‌چنین در زمان استقرار بوته‌های اضافی تنک گردید به‌طوری‌که تراکم ۸۳ بوته در مترمربع (نصیرزاده، ۲۰۱۲)

حاصل گردید. وجین دستی علف‌های هرز در طول دوره رشد در زمان لزوم انجام شد. برای اندازه‌گیری درصد کلونیزاسیون ریشه‌ها، پس از شست و شو و سفید کردن با محلول ۱۰ درصد پتاسیم هیدروکسید، رنگ‌آمیزی به روش فیلیپس و هایمن (۱۹۷۰) انجام گردید و سپس محاسبه درصد کلونیزاسیون با روش تقاطع شبکه‌ای حیوانتی و موسه (۱۹۸۰) انجام گرفت. برای اندازه‌گیری صفات تعداد پنجه در بوته، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه از هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و پس از اندازه‌گیری میانگین آن‌ها ثبت گردید. برای تعیین عملکرد دانه و زیست‌توده اندام هوایی هنگام رسیدگی از هر کرت با حذف اثر حاشیه‌ای از مساحت ۰/۵ مترمربع برداشت گردید. نمونه‌ها با آون خشک و اسپتوزین شدند. به‌منظور ارزیابی شاخص‌های کیفی بذر اسفرزه، درصد موسیلاژ، فاکتور تورم (شارما و کول، ۱۹۸۶) و تولید موسیلاژ اندازه‌گیری شدند. برای تعیین میزان تورم بذر بر اثر آب‌گیری موسیلاژ بذری در مجاورت آب، ابتدا ۱ گرم دانه اسفرزه از هر تیمار درون یک استوانه مدرج ۲۵ میلی‌لیتری قرار داده شد و سپس استوانه مدرج با آب مقطر به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسید. بعد از ۲۴ ساعت اختلاف حجم بذر در اثر آب‌گیری ثبت و در پایان حجم بذور متورم شده بر حسب میلی‌لیتر محاسبه گردید. برای تعیین میزان موسیلاژ ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال در فلاسک ۱۰۰ میلی‌لیتر جوشانده شد. فلاسک از روی شعله برداشته و ۱ گرم بذر خشک به آن اضافه شد. جوشش تا زمان انحلال پوست بذر ادامه یافت. زمانی که رنگ همه بذور تغییر یافت، فلاسک از روی شعله برداشته و محلول از پارچه چیت تمیز عبور داده شد. برای جداسازی رسوب موسیلاژ، بذور ۲ بار در ۵ میلی‌لیتر آب داغ شسته و فیلتر شدند. ترکیب فیلتر شده موسیلاژ محلول با ۶۰ میلی‌لیتر الکل ۹۰ درصد ترکیب و به‌مدت ۱ دقیقه تکان داده شد. سپس اجازه داده شد تا ۵ ساعت بماند. در نهایت مایع شناور آهسته سرازیر و بشر محتوی رسوب درون آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۱۲ ساعت خشک شد. وزن رسوب خشک مقدار موسیلاژ کل را نشان می‌دهد (شارما و کول، ۱۹۸۶).

داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS و به روش تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

**کلونیزاسیون ریشه:** نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تغییرات معنی‌داری در کلونیزاسیون ریشه تحت تیمارهای مختلف کودی وجود داشت (جدول ۲). بیش‌ترین میزان کلونیزاسیون (۳۸/۲ درصد) در تیمار میکوریزا + ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار ایجاد شد (جدول ۳). هم‌چنین از آن‌جا که خاک مورد مطالعه استریل نشده بود، در تیمارهای تلقیح‌نشده نیز میزان کمی (بین ۷-۳ درصد) کلونیزاسیون ریشه مشاهده شد (جدول ۳).

**ویژگی‌های کمی اسفرزه:** تعداد پنجه در بوته تحت تأثیر تیمارهای اعمال‌شده قرار گرفت (جدول ۲). نتایج مقایسه‌های میانگین نشان داد که تیمارهای دارای میکوریزا بیش‌ترین تعداد پنجه در بوته (۴/۹) را ایجاد نمودند ولی تعداد پنجه‌ها در سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد (بدون کود) نداشتند. به‌طورکلی وجود هم‌زیستی میکوریزایی سبب افزایش ۶۷/۲-۳۸/۲ درصد تعداد پنجه در بوته در مقایسه با شاهد داشت (جدول ۳). همان‌طورکه در جدول ۲ مشاهده می‌شود، اثر تیمار بر ارتفاع بوته اسفرزه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین ارتفاع بوته (۳۴/۹۷ سانتی‌متر) در شرایط تلقیح کود اوره کامل با میکوریزا و یا ۵۰ درصد کود اوره به‌علاوه میکوریزا و ازتوباکتر به‌دست آمد. کم‌ترین ارتفاع بوته (۲۴/۱ سانتی‌متر) به تیمار شاهد ولی اختلاف معنی‌داری با اوره و یا ترکیب ازتوباکتر + ۴۴ کیلوگرم اوره در هکتار نداشت (جدول ۳).

اثر کودهای اوره و زیستی بر تعداد سنبله در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد سنبله در بوته (۳۱/۶) مربوط به میکوریزا به‌علاوه ازتوباکتر به همراه استفاده از ۴۴ کیلوگرم کود اوره بود و اختلاف معنی‌داری با شرایط هم‌زیستی میکوریزایی به‌علاوه اوره نداشت (جدول ۳). نتایج نشان داد که کاربرد جداگانه و یا تلفیقی ازتوباکتر و کود اوره تعداد سنبله را در مقایسه با شرایط بدون کود افزایش نداد (جدول ۳).

طول سنبله در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (جدول ۲). بیش‌ترین طول سنبله (۴/۸۶ سانتی‌متر) در تیمار میکوریزا + ازتوباکتر + ۴۴ کیلوگرم اوره در هکتار حاصل شد که اختلاف معنی‌دار با دیگر تیمارها داشت. هم‌چنین طول سنبله در تیمارهای میکوریزا + ازتوباکتر و میکوریزا + ۸۸ کیلوگرم کود اوره، اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. سپس تیمارهای بدون میکوریزا در رتبه سوم قرار داشته و اختلاف معنی‌دار با شاهد نداشتند (جدول ۳).

## کیمیا قاسمی و همکاران

کوددهی اثر معنی داری بر تعداد دانه در سنبله اسفرزه داشت (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در سنبله (۶۳ سنبله در بوته) در تیمار تلفیق میکوریزا با ازتوباکتر حاصل شد ولی اختلاف معنی داری با تیمار میکوریزا + ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار تولید نداشت. تعداد دانه در سنبله گیاهان غیرمیکوریزایی تفاوت معنی دار آماری با کاربرد تیمار تلفیقی میکوریزا + ازتوباکتر + ۴۴ کیلوگرم اوره در هکتار نداشتند (جدول ۳).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های خاک زراعی (۳۰-۰ سانتی متر) قبل از انجام آزمایش.

بافت	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	کربن آلی (درصد)	نیترژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)
لوم رسی	۰/۹۳	۷/۹۷	۰/۶۲	۰/۰۵	۲۴/۵	۳۵۵

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات میزان کلونیزاسیون ریشه، تعداد پنجه در بوته، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در بوته، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله اسفرزه در تیمارهای مختلف کودی.

منابع تغییر	درجه آزادی	میزان کلونیزاسیون	تعداد پنجه در بوته	ارتفاع بوته	تعداد سنبله در بوته	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله
تکرار	۳	۳/۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۹ <sup>ns</sup>	۹/۱۴ <sup>ns</sup>	۱۲/۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۳۴ <sup>ns</sup>	۱۷/۶۶ <sup>ns</sup>
تیمار	۶	۱۰۰/۶ <sup>**</sup>	۳/۲ <sup>**</sup>	۵۷/۱ <sup>**</sup>	۱۳۸/۵ <sup>**</sup>	۳/۱۷ <sup>**</sup>	۲۸۹/۷ <sup>**</sup>
خطای آزمایشی	۱۸	۴/۷	۰/۴۱	۷/۵۳	۸/۴۷	۰/۲۱	۱۶/۲۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۸	۱۷/۷	۹/۶	۱۳/۶	۱۴/۳	۸/۱

\* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، \*\* معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و <sup>ns</sup> غیرمعنی دار.

جدول ۳- مقایسه میانگین کلونیزاسیون ریشه، تعداد پنجه در بوته، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در بوته، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله اسفرزه در تیمارهای مختلف کودی.

تیمار	کلونیزاسیون ریشه (درصد)	تعداد پنجه در بوته	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد سنبله در بوته	طول سنبله (سانتی‌متر)	تعداد دانه در سنبله
C	۳/۴ <sup>d</sup>	۲/۹ <sup>b</sup>	۲۴/۱ <sup>c</sup>	۱۸/۴۷ <sup>b</sup>	۲/۴۷ <sup>c</sup>	۳۷/۴۵ <sup>c</sup>
U	۷/۲ <sup>c</sup>	۳/۰ <sup>b</sup>	۲۷/۷ <sup>bc</sup>	۱۸/۲۰ <sup>b</sup>	۲/۷ <sup>c</sup>	۴۸/۳ <sup>b</sup>
Az+50%U	۳/۴ <sup>c</sup>	۲/۹ <sup>b</sup>	۲۴/۵ <sup>c</sup>	۱۸/۱۳ <sup>b</sup>	۲/۴۵ <sup>c</sup>	۴۴/۹ <sup>b</sup>
Az	۳/۶ <sup>c</sup>	۲/۹ <sup>b</sup>	۲۷/۶ <sup>bc</sup>	۱۶/۲۵ <sup>b</sup>	۲/۷۴ <sup>c</sup>	۴۵/۹ <sup>b</sup>
My+U	۳۸/۲ <sup>a</sup>	۴/۹ <sup>a</sup>	۳۱/۰ <sup>ab</sup>	۲۷/۹۰ <sup>a</sup>	۳/۷۳ <sup>b</sup>	۵۷/۹ <sup>a</sup>
My+Az+50%U	۳۱/۲ <sup>b</sup>	۴/۷ <sup>a</sup>	۳۴/۹ <sup>a</sup>	۳۱/۶۰ <sup>a</sup>	۴/۸۶ <sup>a</sup>	۵۰/۷ <sup>b</sup>
My+Az	۳۱/۷ <sup>b</sup>	۴/۰ <sup>a</sup>	۲۹/۴ <sup>b</sup>	۱۹/۰۵ <sup>b</sup>	۳/۶ <sup>b</sup>	۶۳ <sup>a</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند. C: بدون مصرف کودهای اوره و زیستی، U: ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار، Az: ازتوباکتر، My: میکوریزا.

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۰)، شماره (۴) ۱۳۹۲

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات وزن هزاردانه، عملکرد دانه، بیوماس اندام هوایی، فاکتور تورم، درصد موسیلاژ و عملکرد موسیلاژ اسفرزه در تیمارهای مختلف کودی.

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	بیوماس اندام هوایی	فاکتور تورم	درصد موسیلاژ	عملکرد موسیلاژ
تکرار	۳	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۶۶۱ <sup>ns</sup>	۱۱۵۶۴ <sup>ns</sup>	۰/۵ <sup>ns</sup>	۰/۶۳ <sup>ns</sup>	۵۳/۳ <sup>ns</sup>
تیمار	۶	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۴۹۰/۶۹ <sup>**</sup>	۱۲۰۴۴۸۷ <sup>**</sup>	۲/۱۷ <sup>ns</sup>	۱/۱ <sup>ns</sup>	۱۶۷۶ <sup>**</sup>
خطای آزمایشی	۱۸	۰/۰۰۴	۷۸۷۲	۱۷۷۷۱۷	۱/۱۷	۰/۴۴	۳۷۸
ضریب تغییرات (درصد)	۵/۶	۱۱/۶	۱۱/۱	۶/۳۸	۳/۹۲	۱۴/۹	

\* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، \*\* معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و <sup>ns</sup> غیر معنی دار.

جدول ۵- مقایسه میانگین وزن هزاردانه، بیوماس اندام هوایی، فاکتور تورم و درصد موسیلاژ گیاه اسفرزه در تیمارهای مختلف کودی.

تیمار	وزن هزاردانه (گرم)	بیوماس اندام هوایی (کیلوگرم بر هکتار)	فاکتور تورم (میلی لیتر)	درصد موسیلاژ (درصد)
C	۱/۲۰ <sup>a</sup>	۳۰۲۲ <sup>d</sup>	۱۵/۹ <sup>b</sup>	۱۷/۰ <sup>abc</sup>
U	۱/۲۳ <sup>a</sup>	۳۹۷۲ <sup>b</sup>	۱۷/۹ <sup>a</sup>	۱۶/۶ <sup>bc</sup>
Az+50%U	۱/۲۷ <sup>a</sup>	۳۸۳۵ <sup>bc</sup>	۱۸/۰ <sup>a</sup>	۱۷/۵ <sup>ab</sup>
Az	۱/۲۲ <sup>a</sup>	۳۲۴۸ <sup>cd</sup>	۱۶/۶ <sup>ab</sup>	۱۶/۹ <sup>abc</sup>
My+U	۱/۲۱ <sup>a</sup>	۴۶۵۸ <sup>a</sup>	۱۷/۰ <sup>ab</sup>	۱۷/۸ <sup>a</sup>
My+Az+50%U	۱/۲۰ <sup>a</sup>	۴۱۴۴ <sup>ab</sup>	۱۶/۷ <sup>ab</sup>	۱۶/۳ <sup>c</sup>
My+Az	۱/۲۳ <sup>a</sup>	۳۶۹۲ <sup>bc</sup>	۱۷/۰ <sup>ab</sup>	۱۷/۱ <sup>abc</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند. C: بدون مصرف کودهای اوره و زیستی، U: ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار، Az: ازتوباکتر، My: میکوریزا.

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود اثر کوددهی بر وزن هزاردانه اسفرزه معنی دار نبود. عملکرد دانه به‌طور معنی داری تحت تأثیر کوددهی قرار گرفت (جدول ۴). در شکل ۱- الف مشاهده می‌شود که گیاهان میکوریزایی در شرایط استفاده از اوره کامل عملکرد دانه را به‌طور معنی دار نسبت به سایر تیمارهای کودی به‌جز میکوریزا + ازتوباکتر + ۴۴ کیلوگرم اوره در هکتار افزایش داده‌اند. اما وجود ازتوباکتر به تنهایی نقشی در تغییر عملکرد دانه اسفرزه نداشت و ترکیب این کود زیستی با دیگر منابع کودی اثر مشابهی بر افزایش عملکرد دانه اسفرزه داشت (شکل ۱- الف). بنابراین کاربرد



جداگانه منبع زیستی و یا غیرزیستی نیتروژن و یا ترکیب این دو منبع نیتروژن عملکرد دانه اسفرزه را کم تر از تلقیح با میکوریزا و استفاده از اوره افزایش داده است.

تأثیر کوددهی بر زیست توده اندام هوایی اسفرزه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۴). بیش ترین زیست توده اندام هوایی (۴۶۵۸ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد میکوریزا هم زمان با مصرف ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار به دست آمد، به طوری که برتری آن نسبت به کاربرد جداگانه ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار ۱۷ و نسبت به شاهد ۵۴ درصد بود (جدول ۵).

**ویژگی های کیفی اسفرزه:** اثر کوددهی بر عامل تورم بذر و درصد موسیلاژ اسفرزه در معنی دار نبود (جدول ۴)، با این وجود مقایسه میانگین ها نشان داد که بیش ترین عامل تورم (۱۸ میلی لیتر) در تیمار ازتوباکتر + ۴۴ کیلوگرم اوره، به دست آمد هر چند بین این تیمار و تیمار کاربرد ۸۸ کیلوگرم در هکتار اوره تفاوت معنی داری وجود نداشت. تفاوت معنی داری از نظر درصد موسیلاژ دانه، بین شرایط تلقیح و نبود تلقیح با میکوریزا مشاهده نشد (جدول ۵).

تأثیر کوددهی بر عملکرد موسیلاژ اسفرزه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۴). از آنجا که عملکرد موسیلاژ به عنوان تابعی از حاصل ضرب درصد موسیلاژ در عملکرد دانه است، بنابراین به پیروی تأثیرپذیری عملکرد دانه از کوددهی عملکرد موسیلاژ نیز تحت تأثیر کوددهی قرار گرفته است. بیش ترین عملکرد موسیلاژ (۱۶۶ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد میکوریزا + ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار به دست آمد (شکل ۱-ب).

افزایش حدود ۱۲ برابر کلونیزاسیون قارچ میکوریزا در شرایط انجام تلقیح و افزایشی حدود ۱۰ برابر در شرایط استفاده هم زمان میکوریزا و ازتوباکتر پایین بودن جمعیت طبیعی قارچ های با توانایی ایجاد هم زیستی با گیاه اسفرزه در خاک مورد مطالعه را نشان می دهد. پژوهش گران نیز با تلقیح *Plantago lanceolata* با گونه های *Glomus sp.* (الکراکی و همکاران، ۲۰۰۴؛ میرزاخانی و همکاران، ۲۰۰۹؛ اورلوسکا و همکاران، ۲۰۱۲) بر روی گندم با اینوکولوم قارچ و یا کاربرد میکوریزا به علاوه ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش معنی دار کلونیزاسیون ریشه را گزارش نموده اند.

افزایش تعداد پنجه و ارتفاع گیاه که در این پژوهش مشاهده شد، با نتایج مطالعه سوبرامانیان و همکاران (۲۰۰۶)، با اثر میکوریزا بر رشد گوجه فرنگی مطابقت دارد. پنجه زنی به مقدار زیادی به عواملی که برای رشد سریع گیاه مناسب اند، به خصوص عناصر غذایی و رطوبت کافی وابسته است. نیتروژن تأثیر بارزی بر روی تولید پنجه دارند. به نظر می رسد، افزایش تعداد پنجه در بوته تحت تیمار

میکوریزا + ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار، می‌تواند در نتیجه بهبود رشد ریشه، جذب عناصر غذایی و به‌پیروی آن افزایش فتوسنتز و تولید مواد پرورده در این تیمار باشد. از سوی دیگر ارتفاع بوته مانند هر اندام دیگر رویشی یا زایشی به‌شدت تحت‌تأثیر عناصر غذایی و آب قرار می‌گیرد. دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی، به‌خصوص نیتروژن از طریق تأثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش ارتفاع بوته بسیار مؤثر می‌باشد. کومار و همکاران (۲۰۱۱) نیز در بررسی مشابهی نشان دادند که بیش‌ترین ارتفاع بوته اسفرزه (۴۰/۴ سانتی‌متر) در تیمار هم‌زیستی میکوریزایی + ازتوباکتر + ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد، که نسبت به شاهد دارای اختلاف معنی‌دار آماری بود و سبب ۵۳ درصد افزایش در این صفت گردید. ماتور و همکاران (۲۰۰۶) بیان نمودند که ارتفاع بوته اسفرزه با کاربرد قارچ میکوریزا به‌میزان ۶۴/۷ درصد افزایش یافت. افزایش قابل‌ملاحظه ارتفاع بوته نعنای با قارچ میکوریزا (گوپتا و همکاران، ۲۰۰۲)، ارتفاع بوته سیاه‌دانه با تلقیح آزوسپیریولوم، ازتوباکتر و سودوموناس (شالان، ۲۰۰۵) و ارتفاع بوته رازیانه با ازتوباکتر (تلان و همکاران، ۲۰۰۴) نیز گزارش شده است. در این پژوهش هم‌زیستی میکوریزایی سبب افزایش تعداد سنبله اسفرزه گردید. بالا بودن تعداد سنبله در بوته اسفرزه تحت این تیمارها می‌تواند به‌علت بیش‌تر بودن تعداد پنجه در بوته این تیمارها باشد (سینگ و همکاران، ۲۰۰۳). افزایش ۱۴۶ درصدی تعداد سنبله در بوته تحت شرایط هم‌زیستی میکوریزایی (ماتور و همکاران، ۲۰۰۶) و نیز تولید بیش‌ترین تعداد سنبله در بوته (۳۳/۶)، در تیمار هم‌زیستی میکوریزایی و کاربرد تلفیقی ازتوباکتر و ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (کومار و همکاران، ۲۰۱۱)، می‌تواند به‌دلیل اثر میکوریزا و ازتوباکتر بر روی توسعه سیستم ریشه‌ای و افزایش طول ریشه، ریشه‌های جانبی و موئین باشد. در این پژوهش طول سنبله تحت‌تأثیر تیمار میکوریزا + ازتوباکتر + ۴۴ کیلوگرم اوره در هکتار افزایش یافت. هیف‌های قارچ میکوریزا سطح جذب کلی گیاهان تلقیح‌شده را افزایش می‌دهد و به‌همین علت موجب دسترسی گیاهان آلوده به عناصر غذایی در منطقه دورتر ریشه گیاه می‌شود و در عمل گیاه از حجم بیش‌تری از خاک استفاده کرده و عناصر بیش‌تری را جذب می‌کند، بنابراین رشد و عملکرد بهتری نسبت به گیاهان تلقیح‌نشده نشان می‌دهند (یوسفی‌راد و همکاران، ۲۰۰۹). در پژوهش ماتور و همکاران (۲۰۰۶) در شرایط آب و هوایی هند نیز مشخص شد که هم‌زیستی میکوریزایی سبب افزایش ۴۰ درصدی طول سنبله گردید و بیش‌ترین طول سنبله (۴/۹۰ سانتی‌متر) در هم‌زیستی با قارچ *G. deserticola* ایجاد شد.

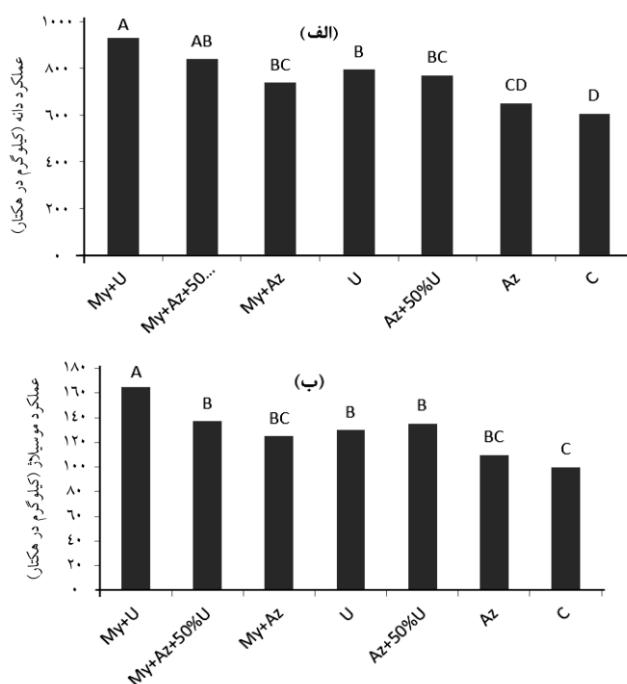
افزایش تعداد دانه در سنبله با کاربرد کودهای زیستی که در این پژوهش مشاهده شد، توسط خرم‌دل و همکاران (۲۰۱۰) در گیاه سیاه‌دانه تطابق دارد. از آن‌جا که باکتری‌های محرک رشد مانند ازتوباکتر با تولید هورمون‌هایی مانند اکسین، جیبرلین و سیتوکینین و یا مواد زیستی فعال مانند ویتامین B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتینیک و بیوتین (کادر، ۲۰۰۲) و تثبیت زیستی نیتروژن (ایشی‌زوگا، ۱۹۹۷) رشد گیاه را بهبود می‌بخشند. از سوی دیگر، هم‌زیستی میکوریزایی با افزایش جذب عناصر غذایی (سونگ، ۲۰۰۵) و نیز افزایش فتوسنتز (کوپتا و همکاران، ۲۰۰۶)، به افزایش تولید مواد فتوسنتزی کمک می‌کند، که این امر خود به افزایش تولید دانه در گیاه منجر می‌گردد. بنابراین مجموع شرایط ذکر شده تشکیل دانه در سنبله را تقویت نموده است.

فراهم بودن آب و عناصر غذایی، رشد رویشی مطلوب گیاه را به دنبال داشته است، شرط اساسی برای تولید عملکرد بالا نیز، تولید بیوماس بیش‌تر در واحد سطح می‌باشد. از سوی دیگر نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نیز نشان داد کاربرد میکوریزا + ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار سبب افزایش تعداد پنجه در بوته، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله (جدول ۳) شده است، مجموع این صفات و به‌خصوص اجزا عملکرد، موجب افزایش عملکرد دانه و بیوماس بخش هوایی در تیمار دارای میکوریزا + ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار گردید.

در یک مطالعه نشان داده شد که کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ازتوباکتر و هم‌زیستی میکوریزایی سبب افزایش عملکرد دانه اسفرزه به‌میزان ۵۵ درصد گردید (کومار و همکاران، ۲۰۱۱). حصول بیش‌ترین عملکرد دانه اسفرزه در آزمایش‌های دیگری تحت شرایط به‌کارگیری کود زیستی سفات بارور ۲ و یا هم‌زیستی میکوریزایی نیز گزارش شده است (ماتور و همکاران، ۲۰۰۶؛ پوریوسف و همکاران، ۲۰۰۷).

تورم بذر از خصوصیات بذره‌های دارای موسیلاژ می‌باشد که در اثر جذب آب، موسیلاژ موجود در بذور متورم می‌شود (سینگ و همکاران، ۲۰۰۳). در این آزمایش تفاوت معنی‌داری در فاکتور تورم و درصد موسیلاژ کرت‌های دریافت‌کننده کود وجود نداشت، با این حال کریم‌زاده و امیدبیگی (۲۰۰۴) بیان نمودند که مقادیر مختلف نیتروژن سبب تفاوت معنی‌داری در میزان فاکتور تورم می‌گردد و بیش‌ترین فاکتور تورم (۱۵/۵ میلی‌لیتر) در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. از آن‌جایی که تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری بر این دو صفت نداشتند می‌توان نتیجه گرفت که این دو در مقایسه با صفات کمی به‌میزان کم‌تری تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند (لطفی و همکاران،

۲۰۰۹). همان‌طور که در شکل ۱-ب دیده می‌شود بیش‌ترین عملکرد موسیلاژ (۱۶۶ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد میکوریزا + ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار به‌دست آمد. افزایش عملکرد دانه هم‌زمان با برتری غیرمعنی‌دار درصد موسیلاژ، موجب افزایش عملکرد موسیلاژ این تیمار شده است. به‌طور کلی می‌توان در مورد تیمارهای کودی چنین نتیجه گرفت که تیمار میکوریزا + ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار هم به سبب وجود کود نیتروژن از رشد گیاه در اوایل فصل رشد حمایت می‌کند و هم از اثرات مثبت هم‌زیستی میکوریزایی در جذب بهتر عناصر غذایی و گسترش سیستم ریشه‌ای بهره‌مند شده است. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که کاربرد کودهای بیولوژیک به‌همراه میزان مناسبی از کودهای معدنی، در بهبود عملکرد و خصوصیات کمی گیاه دارویی اسفرزه تأثیر مثبتی داشته است.



شکل ۱- اثر کودهای اوره و زیستی بر میانگین عملکرد دانه (الف) و عملکرد موسیلاژ (ب) اسفرزه در شرایط مزرعه. میانگین‌های دارای حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. C: بدون مصرف کودهای اوره و زیستی، U: ۸۸ کیلوگرم اوره در هکتار، Az: ازتوباکتر، My: میکوریزا.

### سپاسگزاری

نویسندگان به این وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه شهرکرد است، تأمین هزینه این پروژه تحقیقاتی سپاسگزاری می‌نمایند.

### منابع

1. Al-Karaki, G.N., Mc Michael, B. and Zak, J. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. *Myco.* 14: 263-269.
2. Bahrani, A., Pourreza, J. and Haghjoo, M. 2010. Response of winter wheat to co-inoculation with *Azotobacter* and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) under different sources of nitrogen fertilizer. *Amer. Euar. J. Agric. Environ. Sci.* 8: 5-103.
3. Carrubba, A., La Torre, R. and Matranga, A. 2002. Cultivation Trials of some aromatic and medicinal plants in semi-arid Mediterranean environment. Proceeding of an International Conference on MAP. *Acta Hort (ISHS).* 576: 207-213.
4. Copetta, A., Lingua, G. and Bert, G. 2006. Effect of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. *Myco.* 16: 485-494.
5. Freitas, M.S., Martins, M. and Vieira, E.I.J.C. 2004. Yield and quality of essential oils of *Mentha arvensis* in response to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 39: 887-894.
6. Giovannetti, M. and Mosse, B. 1980. An evaluation of technique to measure vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phyto.* 84: 489-500.
7. Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M. and Kumar, S. 2002. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. *Bioresour. Technol.* 81: 77-79.
8. Ishizuka, J. 1997. Trends in biological nitrogen fixation research and application. *Plant Soil.* 11: 197-209.
9. Joachim, H.J., Makoi, R. and Ndakidemi, P.A. 2009. The agronomic potential of vesicular-arbuscular mycorrhiza (VAM) in cereals-legume mixtures in Africa. *Afr. J. Microbiol. Res.* 3:664-675.
10. Kader, M.A., Mian, M.H. and Hoque, M.S. 2002. Effect of *Azotobacter* inoculation on the yield and Nitrogen uptake by wheat. *Online J. Biol. Sci.* 2: 259-261.
11. Karimzade, G. and Omidbaigi, R. 2004. Growth and seed characteristics of isabgol (*Plantago ovata* Forsk) as influenced by some environmental factors. *J. Agric. Sci. Technol.* 6: 103-110. (In Persian)

12. Khoramdel, S., Koochaki, A., Nasiri Mahalati, M. and Ghorbani, R. 2010. The effect of Biological fertilizers on yield and yield components of medicinal plants black cumin (*Nigella sativa* L.). Iran. J. Field Crops Res. 8: 758-766. (In Persian)
13. Krauss, A. 2000. Quality production at balanced fertilization: the key for competitive marketing of crops. 12<sup>th</sup> CIEC international symposium on role of fertilizers in sustainable agriculture. August 21-22, Romania.
14. Kumar, V., Singh Solanki, A. and Sharma, S. 2011. AM Fungi and *A. chroococcum* affecting yield, nutrient uptake and cost efficacy of isabgol (*Plantago ovata*) in indian arid region. Thai J. Agric. Sci. 44: 53-60.
15. Lotfi, A., Vahabi Sedehi, A.A., Ganbari, A. and Heydari, M. 2009. The effect of deficit irrigation and manure on quantity and quality traits of *plantago ovata* Forssk. in Sistan region. Iran. J. Med. Arom. Plant. 24: 506-518. (In Persian)
16. Mandal, K., Saravanan, R. and Maiti, S. 2008. Effect of different levels of N, P and K on downy mildew (*Peronospora plantaginis*) and seed yield of isabgol (*Plantago ovata*). Crop Prot. 27: 988-995.
17. Matur, N., Sing, J., Bohra, S., Bohra, A. and Vyas, A. 2006. Increased nutrient uptake and productivity of *Plantago ovata* Forssk by AM fungi under field conditions. Amer. Euar. J. Agric. Environ. Sci. 1: 38-41.
18. Mirzakhani, M., Ardakani, M.R., Aeeneband, A., Shirani Rad, A.H. and Rejali, F. 2009. Effects of dual inoculation of *Azotobacter* and mycorrhiza with nitrogen and phosphorus fertilizer rates on grain yield and some characteristics of spring safflower. Inter. J. Civil Environ. Eng. 1: 39-43.
19. Nasirzade, S. 2012. Effect of different levels of urea and cow manure on quantitative and qualitative characteristics of isabgol (*Plantago ovata* Forssk). M.Sc. Thesis in Agroecology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University.
20. Nofal, O.A. and Rezk, A.L. 2009. Role of fertilization in improving quality of some agricultural crops. Inter. J. Acad. Res. 1: 59-65.
21. Omid Beigi, R. 2008. Approaches to processing medicinal plants. Vol. 3. Astan Qods Razavi Press.
22. Orłowska, E., Godzik, B. and Turnau, K. 2012. Effect of different arbuscular mycorrhizal fungal isolates on growth and arsenic accumulation in *Plantagolanceolata* L. Environ. Pollut. 168: 121-130.
23. Philips, J.M. and Hayman, D.S. 1970. Improved procedure from clearing root and vesicular arbuscular mycorrhiza fungi for rapid assessment of infection. Trans. of Brit. Myco. Soc. 55: 158-160.
24. Pouryousef, M., Chaichi, M.R., Mazaheri, D., Fakhretabatabaii, M. and Ashraf Jafari, A. 2007. Effect of different soil fertilizing system on seed and mucilage Yield and seed P content of Isabgol (*Plantago ovata* Frosk.). Asian J. Plant Sci. 6: 1088-1092.
25. Safarnejad, A., Salami, M.R. and Hamidi, H. 2007. Morphological

- characterization of medicinal plants (*Plantago ovata*, *Plantagopsyllium*) in response to salt stress. Agron. J. (Pajouhesh and Sazandegi) 75: 152-160. (In Persian)
26. Shaalan, M.N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. Egypt. J. Agric. Res. 83: 811-828.
27. Sharma, P.K. and Koul, A.K. 1986. Musilage in seeds of *Plantago ovata* and its wild allies. J. Ethnopharmacol. 17: 289-295.
28. Singh, D., Chand, S., Anvar, M. and Patra, D. 2003. Effect of organic and inorganic amendment on growth and nutrient accumulation by isabgol (*plantago ovata*) in sodic soil under greenhouse conditions. J. Med. Arom. Plant Sci. 25: 414-419.
29. Song, H. 2005. Effects of VAM on host plant in the condition of drought stress and its mechanism. Elec. J. Biol. 1: 44-48.
30. Subramanian, K.S., Santhanakrishnan, P. and Balasubramanian, P. 2006. Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. Sci. Hort. 107: 245-253.
31. Tehlan, S.K., Thakral, K.K. and Nandal, J.K. 2004. Effect of *Azotobacter* on plant growth and seed yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Haryana J. Hort. Sci. 33: 287-288.
32. Yousefi Rad, M., Nour Mohamadi, Gh., Ardakani, M.R., Majidi Harvan, A. and Mir Hadi, S.J. 2009. Mycorrhizal effects on morphological characteristics and nutrient content of Barley at different levels of salinity. Modern Sci. Sust. Agric. J. 16: 105-114. (In Persian)



## The effect urea and biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of isabgol (*Plantago ovata* Frosk.) medicinal plant

K. Ghasemi<sup>1</sup>, \*S. Fallah<sup>2</sup>, F. Raeisi<sup>3</sup> and M. Heidari<sup>4</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Dept. of Agronomy, Shahrekord University, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Agronomy, Shahrekord University, <sup>3</sup>Professor, Dept. of Soil Sciences Shahrekord University, <sup>4</sup>Resident of Internal Medicine, Shahrekord University of Medical Sciences

Received: 01/21/2013 ; Accepted: 09/29/2013

### Abstract

In order to evaluate the response of quantitative and qualitative characteristics of the isabgol (*Plantago ovata* Frosk.) medicinal plant to separate and combined a application of urea and biofertilizer an experiment was conducted in randomized complete blocks design at the Research Farm of Shahrekord University in 2011. The experimental treatments consisted of control (non-urea and biological fertilizers), U: 88 kg urea/ha, Az: *Azotobacter*, My + Az: Mycorrhiza + *Azotobacter*, Az+50% U: *Azotobacter* + 44 kg urea/ha, My + U: Mycorrhiza + 88 kg urea/ha, My + Az +50% U: Mycorrhiza + *Azotobacter* + 44 kg urea/ha. The results indicated that the seed yield under separate application of *Azotobacter* was less than separate application of urea; however the mucilage yield was similar to urea. The combination of *Azotobacter* with urea and/or Mycorrhiza did not change in seed and mucilage yield in compared to urea. The maximum of seed and mucilage yield (931 and 166 kg/ha, respectively) were recorded with using Mycorrhiza + 88 kg urea/ha. However, amended fertilizer had no significant effect on swelling factor and the percentage of isabgol mucilage. In conclusion, the combined use of Mycorrhiza in oculant and urea leads to increase (54%) in yield, which can be verified potential of Mycorrhiza application for isabgol production under field conditions.

**Keywords:** Biological fertilizer, Integrated fertilizer, Isabgol, Mucilage, Seed yield

---

\* Corresponding Author, Email: [falah1357@yahoo.com](mailto:falah1357@yahoo.com)