

تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن شیمیایی و آلی بر عملکرد اقتصادی و کارایی مصرف نیتروژن مرزنجوش وحشی (*Origanum vulgare L.*) در شرایط اقلیمی یزد و مشهد

رستم یزدانی بیوکی^{۱*}، محمد بنایان اول^۲، حمید سودایی زاده^۳، حمیدرضا خزاعی^۲

۱- دانشجوی دکتری آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۲- به ترتیب دانشیار و استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۳- استادیار گروه منابع طبیعی و کوبرشناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، ایران

* مسوول مکاتبه: ro_ya919@stu-mail.um.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲۷

چکیده

به منظور بررسی اثرات کود اوره و کمپوست آزولا در دو چین بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد گل و برگ مرزنجوش وحشی آزمایشی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در دو منطقه یزد و مشهد به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. چهار سطح اوره و چهار سطح آزوکمپوست (جهت تامین مقادیر صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از هر کود) به عنوان عامل اصلی و چین به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. ویژگی‌های مورد مطالعه شامل عملکرد برگ و گل خشک، نیتروژن موجود در ماده خشک اندام اقتصادی گیاه و انواع جنبه‌های کارایی استفاده از نیتروژن بود. نتایج تجزیه مرکب دو منطقه حاکی از آن بود که دو تیمار کود اوره و آزوکمپوست بر وزن نهایی عملکرد تأثیر معنی‌دار داشت ($p < 0.05$). بیش‌ترین میزان عملکرد در چین اول و دوم مربوط به سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود. گیاهان تحت تیمار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن آلی با ۸/۷۷ و ۱۰/۸۹ درصد به ترتیب در چین اول و دوم عملکرد بیشتری نسبت به تیمار اوره داشت. مصرف نیتروژن سبب کاهش کارایی استفاده از نیتروژن در هر دو چین در تیمارهای شیمیایی و آلی شد. گیاهان تحت تیمار با ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن شیمیایی و آلی در چین اول، به ترتیب با ۴/۶۶ و ۶/۱۷ گرم عملکرد بر گرم نیتروژن با اختلاف معنی‌دار نسبت به سطح ۴۰ کیلوگرم نیتروژن، از کمترین کارایی استفاده از نیتروژن برخوردار بودند. به طور کلی، کاربرد آزوکمپوست سبب تولید عملکرد و کارایی زراعی نیتروژن بالاتری نسبت به اوره شد و به نظر می‌رسد که استفاده از کود آلی آزوکمپوست نسبت به کاربرد کود اوره از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر باشد.

واژه‌های کلیدی: آزوکمپوست، اوره، گیاه دارویی، وزن خشک برگ، وزن خشک گل.

مقدمه

صادرات این گیاه به اقصی نقاط جهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار و مقرون به صرفه است (صفایی خرم و همکاران، ۱۳۸۷).

مرزنجوش (*Origanum vulgare L.*) از تیره نعناعیان از جمله گیاهان دارویی چندساله و ارزشمند ایران به شمار می‌آید. به لحاظ تجاری و ارزش بالا،

آزوکمپوست + ۵۰٪ اوره و اوره بر ارقام کلزا، افزایش کیفیت روغن دانه‌های کلزا تحت تیمار آزوکمپوست را گزارش کردند. یوسف زاده و همکاران (۲۰۱۳) با کاربرد منابع نیتروژنی ۱۰۰٪ اوره، ۷۵٪ اوره + ۲۵٪ آزوکمپوست، ۵۰٪ اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست، ۲۵٪ اوره + ۷۵٪ آزوکمپوست و ۱۰۰٪ آزوکمپوست بر گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) گزارش کردند که عملکرد و اسانس مطلوب از تیمار ۵۰٪ اوره + ۵۰٪ آزوکمپوست حاصل شد.

کارایی نیتروژن شامل کارایی جذب (بازیافت)، کارایی مصرف (کارایی فیزیولوژیکی) و کارایی استفاده از نیتروژن (کارایی زراعی) است که کارایی زراعی، حاصل‌ضرب کارایی جذب و مصرف نیتروژن است. کارایی جذب نیتروژن، نسبت میان نیتروژن موجود در زیست‌توده به نیتروژن موجود در خاک است و نشان‌دهنده این است که از مجموع کود نیتروژنه به کار رفته، چه میزان از آن در زیست‌توده محصول تجمع یافته است و به صورت درصد بیان می‌شود. کارایی مصرف نیتروژن، میزان تولید اندام اقتصادی (گل، دانه و...) در هر واحد نیتروژن بازیافت شده در زیست‌توده است. در نهایت کارایی استفاده از نیتروژن، میزان تولید اندام اقتصادی به ازای نیتروژن موجود در خاک است (مول و همکاران، ۱۹۸۴).

عامری و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی اثر مقادیر مختلف صفر، ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر کارایی استفاده از نیتروژن همیشه‌بهار (*Calendula officinalis*) نشان دادند که با افزایش کاربرد کود نیتروژنه، کارایی استفاده از نیتروژن کاهش یافت، به طوری که تیمار ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از بیش‌ترین و کمترین کارایی استفاده از نیتروژن برخوردار بودند. شناخت راه‌های مدیریتی که موجب افزایش کارایی استفاده از نیتروژن می‌شود، می‌تواند بر کاهش آلودگی‌های

حفظ محیط زیست و دستیابی به توسعه پایدار یکی از مباحث اصلی و اساسی است که با اجرای طرح‌های جامع اقتصادی - اجتماعی سر لوحه کشورهای مختلف جهان و از جمله کشور ما قرار گرفته است. یکی از راه‌کارهای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و سموم و افزایش کارایی، استفاده از مواد آلی است (اقبال، ۲۰۰۲؛ مصطفوی راد و همکاران، ۱۳۸۹). افزایش راندمان و بهره‌وری استفاده از منابع، مهم‌ترین اقدام جهت نیل به پایداری است (کاویگلیا و همکاران، ۲۰۰۴). کاربرد مقادیر و منابع مناسب نیتروژن، به طوری که بالاترین کارایی مصرف برای گیاه و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی را در پی داشته باشد، بخش مهمی از مدیریت کودهای نیتروژن‌دار را تشکیل می‌دهد (لنی و همکاران، ۱۹۹۹).

نیتروژن نقش مهمی در تولید عملکرد مطلوب کمی و کیفی گیاهان دارد. در عین حال، طبق برآوردهای انجام شده در حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد کود نیتروژنه اضافه شده به خاک از طریق محصول کشاورزی از خاک خارج می‌شود و این مقدار با افزایش کاربرد کود کاهش می‌یابد. در نتیجه، میزان باقی‌مانده کود در خاک افزایش می‌یابد که علاوه بر کاهش کارایی مصرف نیتروژن، می‌تواند به راحتی شستشو یابد و موجب آلودگی بیشتر منابع آبی شود (فولکس و همکاران، ۱۹۹۸).

آزوکمپوست مخلوطی از مواد آلی شامل گیاه آزولا و کاه برنج است که توسط میکروارگانیسم‌ها در یک محیط گرم، مرطوب و با تهویه مناسب فرآوری می‌شود و دارای مزایایی مانند افزایش قابلیت ذخیره آب و عناصر در خاک، بهبود ساختمان خاک و عملیات شخم، افزایش گیاخاک و مواد آلی خاک و تامین بعضی از ویتامین‌ها، هورمون‌ها و آنزیم‌های مورد نیاز گیاه است که به وسیله کودهای شیمیایی تامین نمی‌شوند (فرح دهر و همکاران، ۱۳۹۰).

طهماسبی سروسستانی و موسوی راد (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای با کاربرد منابع نیتروژن شامل آزوکمپوست، ۵۰٪

مواد و روش‌ها

تحقیقات مزرعه‌ای منطقه یزد در روستای درب رز بخش خضرآباد شهرستان صدوق واقع در ۳۷ کیلومتری غرب یزد با مختصات عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و طول ۵۳ دقیقه و ۵۹ دقیقه شرقی به ارتفاع ۱۸۳۰ متر از سطح دریا و مطالعات منطقه مشهد در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. با توجه به شاخص ¹ UNEP (اشرف و همکاران، ۲۰۱۴)، مناطق یزد و مشهد به ترتیب جزو شرایط بسیار خشک و نیمه‌خشک طبقه‌بندی شدند (جدول ۱). با توجه به آزمون خاک برای منطقه یزد مقادیر صفر، ۴۳/۵، ۱۳۰/۴ و ۲۱۷/۴ کیلوگرم در هکتار و برای منطقه مشهد مقادیر صفر، ۲۱/۷، ۱۰۸/۷ و ۱۹۵/۷ کیلوگرم در هکتار کود اوره و با در نظر گرفتن ویژگی‌های خاک و کود آزوکمپوست (جدول ۲ و ۳) و برای منطقه یزد مقادیر صفر، ۴/۴، ۱۳/۳ و ۲۲/۰ تن در هکتار و برای منطقه مشهد مقادیر صفر، ۲/۲، ۱۱/۱ و ۲۰/۰ تن در هکتار کود آزوکمپوست جهت تامین مقادیر صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار استفاده گردید.

محیطی و افزایش بهره‌وری از آن موثر باشد (سیمیکالز و بلو، ۱۹۹۰).

شریفی عاشور آبادی و همکاران (۱۳۸۲) با بررسی تاثیر انواع سیستم‌های تغذیه بر کیفیت گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) نشان دادند که بیش‌ترین کارایی نیتروژن در تیمار مخلوط ۲۵ تن کود دامی همراه با کود مخلوط NPK به مقادیر ۶۰، ۴۸ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد، این در حالی است که در روش تغذیه شیمیایی، با افزایش در مصرف کودهای شیمیایی، کارایی نیتروژن کاهش یافت. عبدل صبور و ابوسعود (۱۹۹۶) اظهار کردند که استعمال کودهای آلی بر مقدار نیتروژن، افزایش رشد رویشی، عملکرد بذر و تجمع ماده خشک در گیاه کنجد تاثیرگذار است.

با توجه به این که منابع مختلف نیتروژن تاثیر متفاوتی بر رشد نمو گیاهان دارویی دارد، شناخت شرایط مطلوب در جهت افزایش کارایی نیتروژن و کاهش استفاده از ترکیبات مضر شیمیایی، می‌تواند ضمن کاهش هزینه تولید به افزایش درآمد بهره‌برداران منجر شود و گام مهمی در تامین نیاز صنایع داروسازی کشور نسبت به مواد موثره دارویی محسوب شود. بنابراین، آزمایش حاضر جهت بررسی تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن شیمیایی و آلی بر عملکرد اقتصادی و کارایی مصرف نیتروژن مرزنجوش در شرایط اقلیمی یزد و مشهد به اجرا درآمد.

جدول ۱- عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی، ارتفاع و میانگین سالانه متغیرهای آب و هوایی برای مناطق مورد مطالعه

مناطق	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	میانگین دمای حداقل (سانتی‌گراد)	میانگین دمای حداکثر (سانتی‌گراد)	کل بارندگی (میلی متر)
مشهد	۵۹° ۳۶"	۳۶° ۱۶"	۹۸۵	۷/۰۳	۲۱/۱۸	۲۵۳/۹۵
یزد	۵۳° ۵۹"	۳۱° ۵۰"	۱۸۳۰	۱۱/۷۹	۲۶/۵۸	۵۵/۱۵

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک منطقه اجرای آزمایش

Available K (mg kg ⁻¹)	Available P (mg kg ⁻¹)	Available N (mg kg ⁻¹)	کربن آلی (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)	بافت	مناطق
۲۰۱	۸/۴۸	۹/۸	۰/۲۲	۷/۳	۲/۷	لومی شن	یزد
۱۲۵	۱۲/۸	۱۵	۰/۱۹	۷/۴	۱/۴	لومی سیلتی	مشهد

گردید. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی تا آخر فصل رشد به روش نشتی و هفت روز یکبار انجام شد. پیکر رویشی بعد از برداشت چین اول به ترتیب برای یزد و مشهد در ۱۸ و ۲۳ تیرماه و در چین دوم برای منطقه یزد و مشهد در ۱۳ و ۱۷ مهرماه سال ۱۳۹۲ در زمان حداکثر گل‌دهی جهت تعیین عملکرد اقتصادی به آزمایشگاه انتقال داده شد. میزان نیتروژن برگ و گل گیاه، با استفاده از ۰/۳ گرم گل و برگ خشک شده با روش میکروکجلدال تعیین شد. کارایی زراعی نیتروژن گیاه مرزنجوش بر اساس معادلات زیر محاسبه شد (رحیمی زاده و همکاران، ۱۳۸۹):

کشت مرزنجوش به وسیله تکثیر رویشی انجام شد. بوته‌های چهار ساله مرزنجوش از یک کلونی از روستای درب رز بخش خضرآباد شهرستان صدوق یزد تهیه شد. بعد از تعدیل دما به ترتیب برای منطقه یزد و مشهد در ۱۶ و ۱۷ فروردین‌ماه ۱۳۹۲، بوته‌های تقسیم شده مرزنجوش به زمین اصلی با فواصل ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف و ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف به روش کشت جوی و پشته به داخل هر کرت آزمایشی (۲×۵ متر) در قطعه زمینی که سال گذشته در آیش بود، انتقال داده شدند. تمام کود آزوکمپوست و یک سوم از کود شیمیایی اوره هم‌زمان با کشت به کرت‌ها اضافه شد و دو سوم باقی‌مانده کود نیتروژنه در ابتدای ساقه‌دهی چین اول اضافه

- معادله ۱: (میزان نیتروژن کاربردی) / (عملکرد اقتصادی بدون کاربرد نیتروژن - عملکرد اقتصادی با کاربرد نیتروژن) = کارایی زراعی نیتروژن
- معادله ۲: (میزان جذب نیتروژن) / (عملکرد اقتصادی بدون کاربرد نیتروژن - عملکرد اقتصادی با کاربرد نیتروژن) = کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن
- معادله ۳: ۱۰۰ × (میزان نیتروژن کاربردی) / (نیتروژن گیاه بدون کاربرد نیتروژن - نیتروژن گیاه با کاربرد نیتروژن) = کارایی جذب نیتروژن

ترسیم نمودارها و تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزارهای Excel 13 و SAS 9.2 و مقایسه میانگین‌ها بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

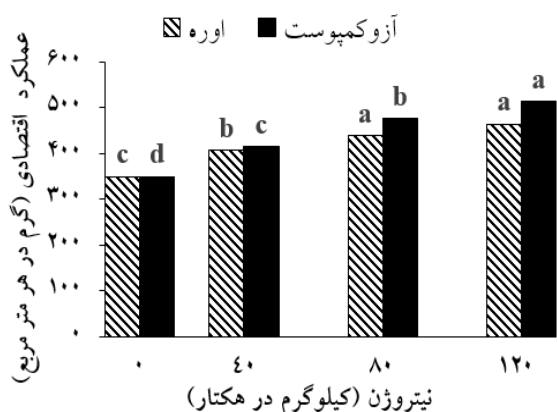
نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب عملکرد اقتصادی (شامل برگ و گل خشک) نشان داد که دو تیمار کود اوره و کمپوست آزولا بر وزن نهایی عملکرد تاثیر معنی‌دار داشت ($p < 0.05$). بیش‌ترین میزان عملکرد برگ و گل خشک در چین اول در تیمار اوره (۱۶۲۵/۹۴ کیلوگرم در هکتار)

جدول ۳- ویژگی‌های شیمیایی کود آزوکمپوست مورد استفاده در آزمایش

K	P	Total	کربن آلی (%)	pH	EC (dS.m ⁻¹)	C:N
۱/۳۴	۱/۴	۳	۲۸/۹۱	۶/۲	۲/۹	۱۰/۳۲

سطح نسبت داد. نقش نیتروژن در افزایش ماده خشک به دلیل افزایش تقسیم و افزایش تورژانس سلول‌های مرستمی بیان شده است (حق پرست تنها، ۱۳۷۱). تامین میزان نیتروژن خاک سبب افزایش زیست‌توده گیاه و افزایش جذب عناصر فسفر و پتاسیم می‌شود (براناسکین و همکاران، ۲۰۰۳).

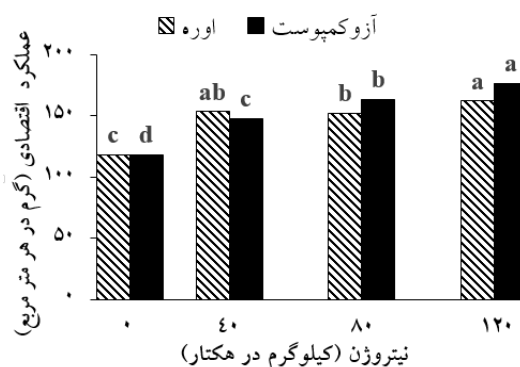


شکل ۲- تاثیر سطوح کود اوره و آزوکمپوست بر عملکرد نهایی گیاه مرزنجوش وحشی در چین دوم حاصل از میانگین دو منطقه یزد و مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱

انور و همکاران (۲۰۰۵) با مطالعه بر روی گیاه ریحان و سینگ و همکاران (۱۹۸۹) با بررسی گیاه نعنای نشان دادند که کاربرد کود شیمیایی نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم موجب افزایش عملکرد سرشاخه‌ها شد. فروزنده (۱۳۹۰) با آزمایش بر روی گیاه نعنای فلفلی گزارش کرد که کاربرد مقادیر بالای کمپوست سبب افزایش تعداد پنجه و عملکرد گیاه شد.

روند تولید مجموع برگ و گل مرزنجوش وحشی طی زمان در مقادیر مختلف نیتروژن شیمیایی و آلی در شکل-های ۳ و ۴ نشان داده شده است. مقدار تولید عملکرد در اوایل پس از سبز شدن گیاه به سبب تعداد کمتر پنجه‌ها کم بود و به تدریج با افزایش تعداد پنجه‌ها، میزان تولید برگ‌ها افزایش و در نهایت ۱۰۰ روز بعد از سبز شدن، با تولید ساقه‌های گل‌دهنده و افزایش رشد زایشی، میزان عملکرد به حداکثر خود رسید. روند افزایش عملکرد

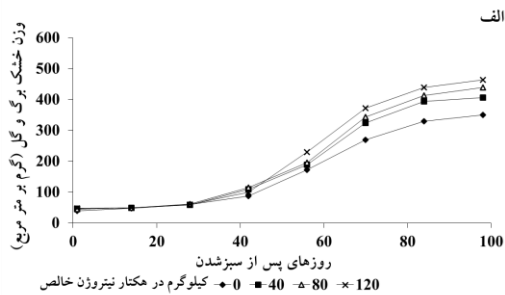
و آزوکمپوست (۱۷۶۸/۶۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱). در چین دوم سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن آلی نسبت به بقیه سطوح برتر بود. ولی، در مورد تیمار کود شیمیایی دو تیمار ۸۰ و ۱۲۰ بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر سطوح برتر بودند (شکل ۲). اختلاف عملکرد گیاهان تیمار شده با سطح ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در تیمارهای آلی و شیمیایی نسبت به تیمار شاهد به ترتیب برابر با ۱۶۴۴/۲۸ و ۱۱۳۸/۷ کیلوگرم در هکتار بود. بنابراین، تیمار کمپوست آزولا سبب تولید ۵۰۵/۵۸ کیلوگرم در هکتار برگ و گل خشک بیشتری نسبت به تیمار اوره شد (شکل ۲). عملکرد اقتصادی مورد نظر در گیاه مرزنجوش وحشی میزان تولید برگ و گل خشک در واحد سطح است. بنابراین، مدیریت مصرف نیتروژن باید به نحوی باشد که حداکثر عملکرد اقتصادی به دست آید. تاثیر مثبت نیتروژن بر تولید برگ و گل در بابونه نیز گزارش شده است (فریبری، ۱۳۷۸).



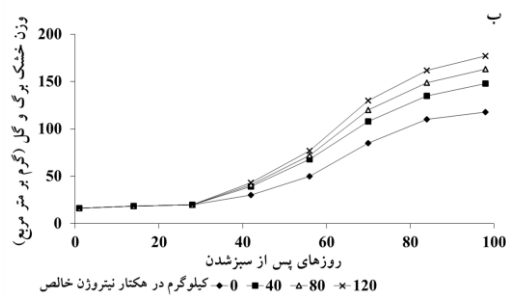
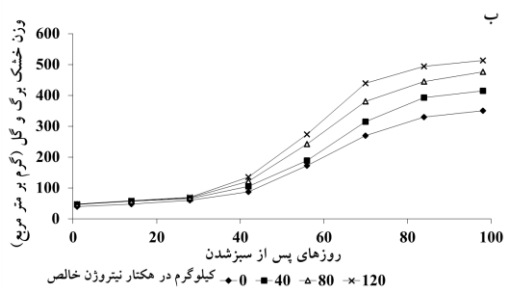
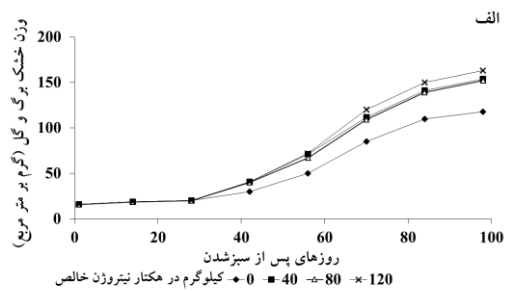
شکل ۱- تاثیر سطوح کود اوره و آزوکمپوست بر عملکرد نهایی گیاه مرزنجوش وحشی در چین اول حاصل از میانگین دو منطقه یزد و مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱

دادوندسراب (۱۳۸۷) با مطالعه بر روی گیاه دارویی ریحان، علت افزایش ماده خشک در سطوح بالاتر کمپوست و نیتروژن را به تولید بیشتر سرشاخه‌های گل‌دار و برگ و در نتیجه، تولید بیشتر ماده خشک در واحد

گیاه دارویی همیشه‌بهار، کاهش کارایی زراعی نیتروژن را با افزایش مصرف نیتروژن گزارش کردند.



اقتصادی در گیاهان تحت تیمار سطوح اوره نسبت به سطوح کود آزوکمپوست کمتر بود.



شکل ۴- تأثیر سطوح منابع مختلف نیتروژن (الف، اوره و ب، آزوکمپوست) بر روند عملکرد گیاه مرزنجوش در چین دوم حاصل از میانگین دو منطقه یزد و مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱

شکل ۳- تأثیر سطوح منابع مختلف نیتروژن (الف، اوره و ب، آزوکمپوست) بر روند عملکرد گیاه مرزنجوش در چین اول حاصل از میانگین دو منطقه یزد و مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱

شریفی عاشورآبادی و همکاران (۱۳۸۲) با بررسی تأثیر انواع روش‌های تغذیه بر کیفیت گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) نشان دادند که با افزایش در مصرف کودهای شیمیایی، کارایی نیتروژن کاهش یافت.

نتایج تجزیه مرکب حاکی از آن بود که مصرف نیتروژن سبب کاهش کارایی استفاده از نیتروژن در هر دو چین در تیمارهای شیمیایی و آلی شد (جدول ۴ و ۵). در تیمار کود اوره، سطح ۴۰ کیلوگرم نیتروژن با ۲۶/۳۰ گرم عملکرد بر گرم نیتروژن با اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) نسبت به دو سطح ۸۰ و ۱۲۰ از بیش‌ترین کارایی استفاده از نیتروژن برخوردار بود (جدول ۴). در مورد تیمار آزوکمپوست، سطح ۴۰ کیلوگرم نیتروژن با ۲۲/۳۵ گرم برگ و گل بر گرم نیتروژن از دو سطح دیگر برتر بود (جدول ۴). کاربرد آزوکمپوست در سطوح بالاتر نسبت به کود اوره کارایی زراعی نیتروژن بالاتری داشت.

در چین دوم، گیاهان تیمار شده با ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هر دو تیمار آلی و شیمیایی نسبت به دو سطح دیگر با اختلاف معنی‌دار برتر بودند (جدول ۵). کارایی زراعی نیتروژن در تمام سطوح نیتروژن آلی دارای مقادیر بالاتری نسبت به تیمار نیتروژن شیمیایی بودند، به طوری که سطوح آزوکمپوست ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ به ترتیب با ۱۱/۲۷، ۴۲/۱۱ و ۴۴/۵۸ درصد نسبت به سطوح مشابه در تیمار اوره، از کارایی بالاتری برخوردار بودند.

واحدهای اولیه عناصر کودی به دلیل قانون بازده نزولی تأثیر بیشتری بر عملکرد دارند، بنابراین با افزایش مصرف نیتروژن کارایی استفاده از آن کاهش یافت. عمری و همکاران (۱۳۸۶) با کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر

هاگینز و پان (۱۹۹۳) گزارش کردند که چنانچه خاک از نظر نیتروژن آلی غنی باشد، بدون مصرف کود شیمیایی نیتروژن عملکرد بالایی حاصل می‌شود، یا با کاربرد

سطوح مصرف نیتروژن شیمیایی تاثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر کارایی مصرف نیتروژن نداشت، ولی افزایش سطوح نیتروژن آلی با اختلاف معنی‌داری سبب افزایش کارایی مصرف نیتروژن شد (جدول ۴). سطوح ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب با ۵۵/۳۶ و ۹۹/۰۷ درصد سبب افزایش کارایی مصرف نیتروژن شدند.

در چین دوم در هر دو تیمار اوره و آزوکمپوست سطوح ۸۰ و ۱۲۰ بدون اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) با یکدیگر از کارایی فیزیولوژیکی بالاتری نسبت به سطح ۴۰ برخوردار بودند (جدول ۵). کاربرد آزوکمپوست در سطح ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ به ترتیب با ۱۸/۶۵، ۴۹/۹۵ و ۶۰/۰۱ درصد نسبت به سطوح مشابه کود شیمیایی نیتروژن دارای برتری بودند (جدول ۵).

با افزایش سطوح نیتروژن در تیمار آزوکمپوست در هر دو چین به سبب تغییرات غیر معنی‌دار درصد نیتروژن اندام اقتصادی و همچنین، عملکرد بیشتر در تیمار آلی برخلاف تیمار کود اوره سبب افزایش معنی‌دار کارایی مصرف نیتروژن شد (جدول ۴ و ۵).

در این آزمایش با توجه به این که درصد نیتروژن پیکر رویشی گیاه با افزایش کاربرد نیتروژن تغییرات چندانی نداشت، ولی عملکرد گیاه افزایش یافت، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش کاربرد نیتروژن، کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن در هر دو تیمار شیمیایی و آلی افزایش یافت. ولی، در سایر مطالعات افزایش مصرف نیتروژن را سبب کاهش کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن ذکر کرده‌اند (عامری و همکاران، ۱۳۸۶؛ گواردا و همکاران، ۲۰۰۴). کاربرد زیاد کود نیتروژنه از طریق تحریک افزایش جذب نترات و اشباع فرآیندهای متابولیسم نیتروژن که سبب کاهش نسبت C/N می‌شود، دلیل کاهش کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن با افزایش کاربرد کود نیتروژنه ذکر شده است (جیانگ و هول، ۱۹۹۸).

مصرف مقدار اندکی کود شیمیایی نیتروژنه، کارایی بالایی در کاربرد نیتروژن حاصل می‌شود و با کاربرد بیشتر کود شیمیایی نیتروژنه، کارایی زراعی نیتروژن کاهش می‌یابد. در واقع گیاه کود شیمیایی را با کارایی کمتری مصرف نمی‌کند، بلکه مزایای نیتروژن آلی در افزایش عملکرد در نظر نگرفته نشده است.

در این تحقیق کاربرد کود آزوکمپوست در سطوح بالاتر نسبت به اوره از کارایی بالاتری برخوردار بود (جدول ۴ و ۵). شاید دلیل این امر، مزایای آزوکمپوست در افزایش قابلیت ذخیره آب و عناصر در خاک، بهبود ساختمان خاک و عملیات شخم، افزایش گیاهخاک و مواد آلی خاک و تامین بعضی از ویتامین‌ها، هورمون‌ها و آنزیم‌های مورد نیاز گیاه باشد که توسط کودهای شیمیایی تامین نمی‌گردد (فرح‌دهر و همکاران، ۱۳۹۰).

جدول ۴- تاثیر میزان نیتروژن بر جنبه‌های مختلف کارایی استفاده از نیتروژن در مرتجعوش در چین اول در دو منطقه یزد و مشهد

کود اوره (کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)	میزان نیتروژن برگ و گل (درصد)	کارایی زراعی استفاده از نیتروژن (گرم برگ و گل بر گرم نیتروژن)	کارایی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن (گرم برگ و گل بر گرم نیتروژن)	کارایی جذب (بازیافت)
۰	۱/۰۱ ^{a*}	-	-	-
۴۰	۱/۰۸ ^b	۲۶/۳۰ ^a	۳۲/۷۸ ^a	۸۰/۶۶ ^a
۸۰	۱/۱۲ ^c	۶/۱۹ ^b	۳۰/۴۳ ^a	۲۰/۵۸ ^b
۱۲۰	۱/۲۱ ^d	۴/۶۶ ^b	۳۶/۵۷ ^a	۱۲/۷۸ ^c
کود آزوکمپوست (کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)				
۰	۱/۰۱ ^a	-	-	-
۴۰	۱/۰۱ ^a	۲۲/۳۵ ^a	۲۹/۲۸ ^c	۷۶/۶۸ ^a
۸۰	۰/۹۹ ^a	۸/۳۲ ^b	۴۵/۴۹ ^b	۱۸/۳۰ ^b
۱۲۰	۱/۰۱ ^a	۶/۱۷ ^b	۵۸/۲۹ ^a	۱۰/۶۷ ^c

* حروف مشابه مربوط به هر تیمار کود اوره و آزوکمپوست بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین سطوح بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ است.

کارایی فیزیولوژیکی نشان‌دهنده عملکرد محصول به ازای میزان نیتروژن موجود در پیکر رویشی است. افزایش

جدول ۵- تاثیر میزان نیتروژن بر جنبه‌های مختلف کارایی استفاده از نیتروژن در مرزنجوش در چین دوم در دو منطقه یزد و مشهد

کود اوره (کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)	میزان نیتروژن برگ و گل (درصد)	کارایی زراعی استفاده از نیتروژن (گرم برگ و گل بر گرم نیتروژن)	کارایی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن (گرم برگ و گل بر گرم نیتروژن)	کارایی جذب نیتروژن (بازیافت نیتروژن) (درصد)
۰	۱/۰۱ ^{c*}	-	-	-
۴۰	۱/۰۹ ^b	۴۱/۶۷ ^a	۵۲/۸۶ ^b	۸۱/۹۱ ^a
۸۰	۱/۰۹ ^b	۱۶/۲۴ ^b	۸۲/۷۵ ^a	۲۰/۱۰ ^b
۱۲۰	۱/۱۸ ^a	۱۲/۰۰ ^b	۹۶/۹۵ ^a	۱۲/۴۶ ^c
کود آزوکمپوست (کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص)				
۰	۱/۰۱ ^a	-	-	-
۴۰	۱/۰۳ ^a	۴۶/۳۷ ^a	۶۲/۷۲ ^b	۷۶/۹۵ ^a
۸۰	۱/۰۲ ^a	۲۳/۰۸ ^b	۱۲۴/۰۹ ^a	۱۸/۶۸ ^b
۱۲۰	۱/۰۷ ^a	۱۷/۳۵ ^b	۱۵۵/۱۳ ^a	۱۱/۲۸ ^c

* حروف مشابه در هر ستون تیمار کود اوره و آزوکمپوست بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین سطوح بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ است.

ترتیب، کاهش برابری با ۶۹/۴۵ و ۶۵/۶۷ نشان داد (جدول ۵).

عامری و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که افزایش کاربرد کود نیتروژنه سبب کاهش کارایی بازیافت در همیشه‌بهار شد، به طوری که مصرف ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژنه سبب تولید ۷۷/۶۸ درصد کارایی جذب شد و با افزایش کاربرد نیتروژن به ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی بازیافت نسبت به سطح ۵۰ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب به میزان ۱۵/۹۸ و ۶/۱۱ درصد کاهش یافت. با توجه به این که افزایش سطح نیتروژن از ۴۰ به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار شیمیایی برخلاف تیمار آلی سبب افزایش معنی‌داری در درصد نیتروژن پیکر رویشی گیاه شد، بنابراین کارایی جذب در گیاهان تحت تیمار اوره از مقادیر بالاتری نسبت به تیمار آزوکمپوست برخوردار بود (جدول ۴ و ۵). نتایج مطالعات رام و همکاران (۲۰۰۳) با کاربرد سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژنه بر روی گیاه دارویی شمعدانی (*Pelargonium*)

کارایی بازیافت نیتروژن طبق قانون بازده نزولی با افزایش مصرف نیتروژن در هر دو تیمار آلی و شیمیایی کاهش یافت. در تیمار اوره و آزوکمپوست در چین اول با کاربرد ۴۰ کیلوگرم نیتروژن کارایی جذب به ترتیب برابر با ۸۰/۶۶ و ۷۶/۶۸ درصد بود. با افزایش کاربرد نیتروژن از سطح ۴۰ به ۸۰ کیلوگرم، کارایی جذب به ترتیب برای اوره و آزوکمپوست به اندازه ۶۰/۰۸ و ۵۸/۳۸ کاهش یافت. با رسیدن سطح نیتروژن از ۴۰ به ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش کارایی بازیافت در تیمارهای شیمیایی و آلی به ترتیب برابر با ۶۷/۸۸ و ۶۶/۰۱ بود (جدول ۴). در چین دوم تغییر کارایی جذب مشابه با چین اول بود. کاهش کارایی از سطح ۴۰ به ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب در تیمارهای اوره و آلی برابر با ۶۱/۸۱ و ۵۸/۲۷ درصد بود. با رسیدن سطح نیتروژن از ۴۰ به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی جذب در گیاهان تحت تیمار با تیمارهای شیمیایی و آلی به

آزوکمپوست سبب تولید عملکرد اقتصادی بالاتری نسبت به اوره شد. همچنین، کاربرد آزوکمپوست سبب تولید کارایی زراعی نیتروژن بالاتری نسبت به تیمار اوره در مرزنجوش شد. بنابراین، به نظر می‌رسد که استفاده از کود آلی آزوکمپوست نسبت به کود شیمیایی اوره از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر باشد. هر چند که مزایای زیست محیطی کاربرد کودهای آلی به ارزش استفاده از آن خواهد افزود.

graveolens) حاکی از افزایش جذب نیتروژن تا سطح ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار بود. آن‌ها نشان دادند که افزایش کاربرد کود نیتروژنه سبب افزایش نیتروژن بافت‌های گیاهی و عملکرد کل ماده خشک در هکتار شد.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج حاکی از آن بود که در مقایسه کاربرد کودهای اوره و آزوکمپوست برای تامین مقادیر یکسان نیتروژن مورد نیاز گیاه مرزنجوش وحشی، کاربرد

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد که امکان اجرای این تحقیق را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- حق پرست تنها، م. ۱۳۷۱. تغذیه و متابولیسم گیاهان (ترجمه). انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی رشت.
- دادوند سراب، م. ر.، نقدی بادی، ح.، مکی زاده، م.، امیدی، ح. ۱۳۸۷. تغییرات میزان اسانس و عملکرد گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum L.*) تحت تاثیر تراکم و کود نیتروژن. فصلنامه گیاهان دارویی. ۲۷(۳): ۶۰-۷۰.
- رحیمی زاده، م.، کاشانی، ع.، زارع فیض‌آبادی، ا.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۹. کارایی مصرف نیتروژن در تناوب‌های زراعی دوگانه گندم در شرایط مقادیر متفاوت نیتروژن و برگشت بقایای محصول. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۳(۳): ۱۲۵-۱۴۲.
- شریفی عاشورآبادی، ا.، متین، ا.، عباس زاده، ب. ۱۳۸۲. تاثیر کودهای آلی و شیمیایی بر قابلیت جذب و کارایی نیتروژن در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*). فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۱۹(۳): ۳۱۳-۳۲۹.
- صفایی خرم، م.، جعفرنیا، س.، خسروشاهی، س. ۱۳۸۷. مهم‌ترین گیاهان دارویی جهان. مجتمع آموزش کشاورزی سبز ایران. مشهد.
- طهماسبی سروستانی، ز.، مصطفوی راد، م. ۱۳۹۰. اثر منابع آلی و شیمیایی نیتروژن بر صفات کمی و کیفی سه رقم کلزای زمستانه در اراک. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۴(۴): ۱۷۷-۱۹۴.
- عامری، ع.، ا.، نصیری محلاتی، م.، رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۶. اثر مقادیر مختلف نیتروژن و تراکم بر کارایی مصرف نیتروژن، عملکرد گل و مواد موثره همیشه‌بهار (*Calendula officinalis*). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۲(۵): ۳۱۵-۳۲۵.
- فرح دهر، ف.، ولدآبادی، س.ع.، دانشیان، ج.، رضوی پور، ت.، امیری، ا. ۱۳۹۰. بررسی دور آبیاری و مقادیر کمپوست آذولا بر صفات زراعی برنج (*Oryza sativa*). مجله علوم زیستی واحد لاهیجان. ۴(۱): ۹۹-۱۱۱.

فروزنده، م.، سیروس مهر، ع.، قنبری، ا.، اصغری پور، م.ر.، خمیری، ع. ۱۳۹۰. تأثیر سطوح تنش خشکی و کمپوست زباله شهری بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita L.*). پژوهش‌های زراعی ایران. ۶۷۰-۶۷۷: (۴)۹.

فریریزی، ع. ۱۳۷۸. اثر کود ازت و تاریخ برداشت گل بر عملکرد و میزان اسانس در گیاه بابونه (*Matricaria chamomilla L.*) پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

مصطفوی‌راد، م.، طهماسبی سروستانی، ز.، مدرس ثانوی، س.ع.م.، قلاوند، ا. ۱۳۸۹. اثر منابع نیتروژن بر عملکرد، ترکیب و بذر. ۳۸۷-۴۰۱: (۴)۲.

Abdel-Sabour, M.F., Abo-Seoud, M.A. 1996. Effects of organic waste compost addition on sesame growth, yield and chemical composition. *Agric Eco Environ*. 6: 157-164.

Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A., Khanuja, S.P.S. 2005. Effects of organic manures and inorganic fertilizer on growth and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. *Commun Soil Sci Plant Anal*. 36: 1737 - 1746.

Ashraf, B., Yazdani-Bioui, R., Mousavi-Baygi, M., Bannayan-Aval, M. 2014. Investigation of temporal and spatial climate variability and aridity of Iran. *Theor Appl Climatol*. (In press).

Baranauskienė, R., Venskutonis, P.R., Viskelis, P., Damrauskienė, E. 2003. Influence of nitrogen fertilization on the yield and composition of Thyme (*Thymus vulgaris*). *J Agric Food Chem*. 51:7751-7758.

Caviglia, O.P., Sadras, V.O., Andrade, F.H. 2004. Intensification of agriculture in the south-eastern Pampas I. Capture and efficiency in the use of water and radiation in double-roped wheat-soybean. *Field Crop Res*. 87: 117-129.

Eghball, B. 2002. Soil properties as influenced by phosphorus and nitrogen-based manure and compost applications. *Agron J*. 94: 128-135.

Foulkes, M.J., Sylvester-Bradley, R., Scott, R.K., 1998. Evidence for differences between winter wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilization of applied fertilizer nitrogen. *J Agri Sci Camb*. 130: 29-44.

Guarda, G., Padovan, S., Delogu, G. 2004. Grain yield, nitrogen use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. *Eur J Agron*. 21: 181-192.

Huggins, D.R., Pan, W.L. 1993. Nitrogen efficiency component analysis: an evaluation of cropping system differences in productivity. *J Agron*. 85: 898-905.

Jiang, Z., Hull, R.J. 1998. Interrelationships of nitrate uptake, nitrate reductase, and nitrogen use efficiency in selected Kentucky Bluegrass cultivars. *Crop Sci*. 38: 1623-1630.

Lany, N.S., Stevense, R.G., Thornton, R.E., Pan, W.L., Victory, S. 1999. Nutrient management guide: central Washington irrigated potatoes. Washington state university cooperative extension and U.S. department of agriculture.

Moles, D.J., Rangai, S.S., Bourke, R.M., Kasamani, C.T. 1984. Fertilizer responses of taro in Papua New Guinea. Clarendon Press, Oxford, pp. 64-71. In: S. Chandra (Ed.), *Edible Aroids*.

Ram, M., Ram, D., Roy, S.K. 2003. Influence of an organic mulching on fertilizer nitrogen use efficiency and herb and essential oil yields in geranium (*Pelargonium graveolens*). *Bioresource Tech*. 87:273-278.

Singh, V. P., Chatterjee, B. N., Singh, D. V. 1989. Response of mint species to nitrogen fertilization. *J Agric Food chem*. 43:2384-2388.

Smiciklas, K.D., Below, F.E. 1990. Influence of heterotic pattern on nitrogen use and yield of maize. *Maydica*. 35: 209-213.

Yousefzadeh, S., Modarres-Sanavy, S.A.M., Sefidkon, F., Asgarzadeh, A., Ghalavand, A., Sadat-Asilan, K. 2013. Effects of Azocompost and urea on the herbage yield and contents and compositions of essential oils from two genotypes of dragonhead (*Dracocephalum moldavica L.*) in two regions of Iran. *Food Chem*. 138: 1407-1413.

Effect of Different Levels of Chemical and Organic Nitrogen on Economic Yield and Nitrogen Use Efficiency of Wild Majoram (*Origanum vulgare* L.) under Climatic Conditions of Yazd and Mashhad

Rostam YazdaniBiouki*¹, Mohammad BannayanAval², Hamid Sodaeeizadeh³, Hamid Reza Khazaei²

1 - Ph.D. Student of Agroecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

2 – Respectively, Assoc. Prof., and Prof. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

3- Assist. Prof., Faculty of Natural Resource & Desert Studies, Yazd University, Iran

* For correspondence: ro_ya919@stu-mail.um.ac.ir

Received: 16.02.14

Accepted: 07.06.14

Abstract

In order to investigate the effects of urea and azocompost in two harvesting times on nitrogen use efficiency (NUE) and economic yield of wild majoram, a factorial split-plot experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications at Yazd and Mashhad, Iran, during 2012-2013 growing season. Four urea levels and four Azocompost levels (to provide 0, 40, 80 and 120 Kg N ha⁻¹) were considered as the main factors and harvesting time as the sub factor. Characteristics of the study included the leaf and flower dry matter, nitrogen percentage of herbage yield and NUE. The combined analysis of two locations revealed significant effects of two treatments (urea and azocompost) on economic yield ($P < 0.05$). The highest yield was obtained from the first and second harvesting times with 120 Kg N ha⁻¹. The plants treated with 120 Kg organic N with 8.77% and 10.89% had the highest economic yield in first and second harvesting times compared chemical N, respectively. Application of nitrogen decreased NUE in both harvesting times in urea and azocompost treatments. Plants treated with 120 Kg organic and chemical N ha⁻¹ in first harvesting time produced 4.66 and 6.17 gr yield gr⁻¹ N⁻¹, respectively and had the lowest NUE with a significant difference compared to 40 Kg N. Overall, application of azocompost produced higher yields and NUE than urea application and it seems that using of azocompost is an excellent approach to decreasing the costs that are associated with the use of urea.

Key words: Azocompost, dry weight of flower, dry weight of leaf, medicinal plant, urea.