به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۰ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۷
صفحه‌های ٤٦٥-٤٥٣

اثر سطوح مختلف نیتروژن و کود سبز بر عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در خرفه

حامد جوادی[۱]، پرویز رضوانی مقدم[۲*]، محمدحسن راشد محصل[۲]، محمدجواد ثقه‌الاسلامی[۳]

۱. دانشجوی دکتری، گروه اگروتکنولوژی، پردیس بین‌الملل، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲. استاد، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۴. دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند، بیرجند، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۱۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کود سبز و مقادیر نیتروژن بر عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در خرفه آزمایشی در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بیرجند به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. چهار کود سبز شامل: شاهد (بدون کود سبز)، ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.)، منداب (*Eruca sativa* L.) و مخلوط منداب و ماشک گل‌خوشه‌ای به‌عنوان عامل اصلی و سه سطح کود نیتروژن به‌صورت خالص شامل: صفر (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد که کاربرد کود سبز تأثیری بر عملکرد دانه و علوفه خشک خرفه نداشت. مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نیز موجب افزایش ۱۸/۸۱ درصدی عملکرد علوفه خشک (۳۹۹۲/۳ کیلوگرم در هکتار) نسبت به شاهد (۳۳٦۰/۱ کیلوگرم در هکتار) شد. همچنین، استفاده از کود سبز در سطوح بالای نیتروژن باعث بهبود عملکرد و محتوای نیتروژن زیست‌توده و کاهش کارایی جذب و زراعی نیتروژن بر مبنای علوفه شد. با توجه به کاهش کارایی نیتروژن علی‌رغم مصرف کودهای سبز و نیتروژن و با در نظر گرفتن هزینه‌های تولید و مشکلات زیست‌محیطی، محتوای نیتروژن موجود در خاک (٥٤/٦ کیلوگرم در هکتار) جهت تولید پایدار دانه و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن جهت تولید علوفه خرفه کفایت نموده و مصرف بیشتر نیتروژن جنبه تجملی خواهد داشت.

کلیدواژه‌ها: درصد نیتروژن زیست‌توده، عملکرد دانه، عملکرد علوفه، ماشک گل‌خوشه‌ای، منداب.

* نویسنده مسئول
Email: rezvani@um.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

نیتروژن، کلیدی‌ترین عنصری است که باعث باروری خاک و تولید محصولات کشاورزی می‌شود و نسبت به سایر عناصر ضروری مقدار بیشتری از آن مورد نیاز است [۱۶]. در سال‌های اخیر، استفاده از کود نیتروژن تا حد معینی باعث افزایش کمی و کیفی محصولات زراعی شده است [۱، ۲، ۸، ۱۵ و ۲۳]. اما، نتایج برخی بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده طولانی‌مدت از کودهای شیمیایی باعث تخریب ساختمان خاک، افزایش هزینه‌ها و کاهش پتانسیل تولید و مشکلات زیست‌محیطی می‌شود [۳۱]. همچنین، توجه مردم به‌ویژه در کشورهای توسعه‌یافته به غذای سالم و عاری از سم و کود شیمیایی و مقابله با گرم شدن زمین از طریق کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای اهمیت کاهش کودهای شیمیایی و جایگزین نمودن آن با نهاده‌های طبیعی و درون مزرعه‌ای را دوچندان کرده است [۱۸].

استفاده ناکارآمد از کودهای شیمیایی به‌ویژه در نظام‌های فشرده، بهره‌وری و کارایی مصرف کودها را به میزان زیادی کاهش داده است، به‌طوری‌که کارایی جهانی جذب نیتروژن برای تولید غلات ۳۳ درصد برآورد شده است [۲۷]. استفاده از کودهای سبز به‌دلیل آزادسازی تدریجی عناصر غذایی می‌تواند به‌عنوان راهکاری عملی جهت کاهش مصرف نیتروژن و بهبود کارایی نیتروژن مدنظر قرار گیرد [۲۵].

خرفه[1] گیاهی یک‌ساله و چهار کربنه از خانواده پرتولاکاسه[2] است. این گیاه بومی ایران بوده و به تنش‌های محیطی ازجمله شوری و خشکی مقاوم می‌باشد. خرفه در بسیاری از کشورهای دنیا برای اهداف گوناگون ازجمله تغذیه انسان، صنایع تبدیلی و دارویی کاربرد دارد [۱، ۶، ۸ و ۱۵]. این گیاه یک منبع عالی از اسیدهای چرب امگا۳، ویتامین‌ها (آ، سی و ای)، بتاکاروتن و آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند آلفا توکوفرول، اسکوربیک اسید و گلوتاتیون است [۲۰ و ۳۰]. نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده که رشد و عملکرد این گیاه، تحت تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی و آلی قرار می‌گیرد [۸ و ۱۵]. در تحقیقی، کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش عملکرد دانه، وزن تر و خشک کل در خرفه شد [۱]. در تحقیقی دیگر، کاربرد کودهای آلی و شیمیایی نسبت به شاهد (عدم کاربرد کود) ارتفاع و وزن خشک بوته خرفه را افزایش داد، ولی تأثیر مصرف کود شیمیایی بر این صفات بیشتر از کودهای آلی بود [۱۵]. نتایج مطالعه‌ای در خصوص سیاهدانه[3] نشان داد که کارایی جذب و مصرف نیتروژن در کودهای آلی به‌طور معنی‌داری بیشتر از کودهای شیمیایی بود [۷]. در تحقیقی دیگر که به‌منظور مقایسه اثر سطوح مختلف کودهای آلی (کود گاوی و ورمی کمپوست) و شیمیایی (اوره) بر شاخص‌های کارایی نیتروژن در اسفرزه[4] انجام گرفت مشخص شد با افزایش مقدار کود، درصد و محتوای نیتروژن زیست‌توده افزایش یافت. همچنین، بالاترین کارایی مصرف و بهره‌وری نیتروژن بر اساس عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده اسفرزه برای شاهد به‌دست آمد. در این تحقیق سطوح مختلف کودهای آلی از نظر کارایی جذب و بهره‌وری نیتروژن در مقایسه با کودهای شیمیایی برتری داشتند [۲].

با توجه به اهمیت خرفه به‌عنوان یک گیاه مقاوم به شوری و خشکی و مستعد پرورش در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌ویژه در خراسان جنوبی و افزایش تولید آن در کشور، تاکنون اطلاعات دقیقی در خصوص نیاز کودی این محصول در دسترس نیست و کشاورزان برای تولید آن مقدار زیادی کود شیمیایی مصرف می‌کنند که این

1. *Portulaca oleracea* L.
2. Portulacaceae
3. *Nigella sativa* L.
4. *Plantago ovata* Forsk.

Archive of SID
www.SID.ir

موضوع علاوه بر هدررفت سرمایه، باعث آلودگی محیط‌زیست می‌گردد. بر این اساس، در راستای بهبود کارایی نیتروژن از طریق کاهش مصرف کود شیمیایی و استفاده از منابع پایدار تأمین‌کننده نیتروژن، این مطالعه با هدف بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و کود سبز بر عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن خرفه در منطقه بیرجند طراحی و اجرا شد.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه طول شرقی و با ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. محل آزمایش از نظر اقلیمی براساس سیستم طبقه‌بندی آمبرژه جزء مناطق خشک است. میانگین ۱۵ ساله بارندگی این منطقه ۱۷۶ میلی‌متر، حداکثر دمای آن ۳۹/۱، حداقل دما ۱۷- و متوسط دمای روزانه ۱۲ درجه سانتی‌گراد است. نتایج تجزیه خاک، منطقه مورد نظر در جدول ۱ آمده است.

این آزمایش به‌صورت طرح کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی شامل کود سبز: شاهد (بدون کود سبز)، ماشک گل‌خوشه‌ای[1]، منداب[2]، مخلوط منداب و ماشک گل‌خوشه‌ای و عامل فرعی شامل کود نیتروژن به‌صورت خالص در سه سطح شامل صفر (شاهد)، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. در این تحقیق اندازه هر کرت ۴×۳ متر (۱۲ مترمربع)، فاصله بین کرت‌های فرعی نیم‌متر، فاصله بین کرت‌های اصلی سه متر و فاصله بین بلوک‌ها سه متر در نظر گرفته شد. در اوایل آبان‌ماه آماده‌سازی زمین صورت گرفت. کاشت منداب و ماشک گل‌خوشه‌ای در ۲۰ آبان ماه سال ۱۳۹۳ با دست به‌صورت خشکه‌کاری و کرتی انجام گرفت. میزان بذر مصرفی برای منداب ۲۰ کیلوگرم در هکتار (وزن هزاردانه ۳ گرم)، برای ماشک گل خوشه‌ای ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار (وزن هزاردانه ۵۴ گرم) و مخلوط دو گیاه منداب و ماشک گل‌خوشه‌ای به‌ترتیب ۱۰ و ۶۷/۵ کیلوگرم در نظر گرفته شد. پس از تکمیل دوره رویشی و قبل از ورود به دوره زایشی، اندام‌های هوایی منداب و مخلوط منداب و ماشک گل‌خوشه‌ای (زمان آغاز گل‌دهی ۲۸ اسفند) و ماشک گل‌خوشه‌ای (زمان آغاز گل‌دهی ۱۰ فروردین) با تیلر به زمین برگردانده شد. برای تعیین عملکرد ماده خشک منداب، ماشک گل‌خوشه‌ای و مخلوط آن‌ها، قبل از ورود به دوره زایشی و برگرداندن آن‌ها به خاک، علوفه‌تر هر یک از تیمارها در هر کرت برداشت و توزین شد. سپس یک نمونه نیم کیلوگرمی از علوفه‌تر هر یک از کرت‌ها در درون پاکت و در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد تا درصد ماده خشک آن تعیین شود. پس از تعیین درصد ماده خشک، کل ماده خشک تولیدی در هر کرت محاسبه شد [۱۳]. سپس جهت تعیین عملکرد زیست‌توده تیمارهای کود سبز مورد مطالعه عملکرد ماده خشک هر گیاه در سه تکرار با هم جمع شد. در این پژوهش، عملکرد زیست‌توده منداب، ماشک گل‌خوشه‌ای و مخلوط منداب و ماشک گل‌خوشه‌ای به‌ترتیب ۲/۱۶، ۰/۹۸ و ۲/۶۶ تن در هکتار بودند.

عملیات کاشت خرفه در ۱۰ اردیبهشت سال ۱۳۹۴ با دست و به‌صورت خشکه‌کاری در کرت‌های مذکور انجام شد. در این آزمایش فاصله بین ردیف ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته ۱۵ سانتی‌متر (تراکم ۱۶۶۶۶۶/۶ بوته در هکتار) در نظر گرفته شد [۶].

1. *Vicia villosa* L.
2. *Eruca sativa* L.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری

بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری ($g.cm^{-3}$)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
لوم رسی	۱/۳	۲/۸۹	۷/۱٤	۰/٤٦	۰/۱٤۷	۵/٤	۲۷٦

جهت دستیابی به تراکم فوق، ابتدا بذور با تراکم بالا کشت شد، سپس با عمل تنک کردن در دو مرحله شش و هشت برگی، تراکم مورد نظر حاصل شد. پس از کاشت، نسبت به آبیاری هر کرت به‌صورت جداگانه، توسط سیفون اقدام شد. آبیاری پس از سبز شدن، طبق عرف منطقه و هر هفت روز یک‌بار تا پایان فصل رشد ادامه یافت. در این آزمایش، مصرف کود نیتروژن بر اساس تجزیه خاک و نیاز گیاه انجام گرفت. کود نیتروژن بر اساس تیمار مورد مطالعه از منبع اوره در دو مرحله (یک‌دوم قبل از کاشت و در اوایل بهار، یک‌دوم پس از چین اول) به‌صورت سرک در اختیار گیاه قرار گرفت. عملیات مبارزه با علف‌های هرز طی سه نوبت با دست انجام پذیرفت. در طول فصل رشد آفت خاصی مشاهده نگردید، ولی در چین دوم بیماری زنگ سفید[1] مشاهده و جهت جلوگیری از خسارت سم ریدومیل[2] به میزان ۱/۵ در هزار استفاده شد.

طی فصل رشد این گیاه دو چین برداشت (چین اول در تاریخ ۹٤/٤/۲۸ و چین دوم در تاریخ ۹٤/٦/۲٦) شد. جهت تعیین عملکرد دانه و عملکرد زیستی پس از حذف ردیف‌های کناری و نیم‌متر ابتدا و انتهای هر کرت در زمان رسیدگی فیزیولوژیک (زرد شدن ۷۰ درصد کپسول‌ها) برداشت صورت پذیرفت. بوته‌ها پس از برداشت به مدت چند روز در هوای آزاد قرارگرفته سپس اقدام به تکاندن آن‌ها و جمع‌آوری و توزین دانه‌ها شده و عملکرد دانه محاسبه شد. عملکرد علوفه خشک پس از جداسازی دانه، از قرار دادن اندام‌های هوایی در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۷۲ ساعت و پس از توزین آن‌ها به‌دست آمد [٦]. جهت محاسبه عملکرد دانه، زیست‌توده و علوفه خشک از مجموع عملکرد این صفات در دو مرحله برداشت (دو چین) استفاده شد. به‌منظور تعیین درصد نیتروژن اندام‌های هوایی و محاسبه شاخص‌های کارایی، ابتدا نمونه‌های گیاهی آسیاب و پس از هضم با اسید سولفوریک و کاتالیزور، مقدار نیتروژن موجود در عصاره حاصل توسط روش کجلدال [۲٦] اندازه‌گیری شد. جنبه‌های مختلف کارایی نیتروژن با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه گردید [۲ و ۱۷]:

$$NupE = (N_{off} / N_s) \times 100 \quad (۱)$$

$$NutE_g = (G_w / N_{off}) \quad (۲)$$

$$NutE_f = (F_w / N_{off}) \quad (۳)$$

$$NUE_g = (G_w / N_s) \quad (٤)$$

$$NUE_f = (F_w / N_s) \quad (۵)$$

در این رابطه‌ها، NupE: کارایی جذب (بازیافت) نیتروژن، N_{off}: نیتروژن موجود در زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار)، N_s: نیتروژن موجود در خاک که شامل نیتروژن اولیه خاک و نیتروژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار) می‌باشد، $NutE_g$: کارایی مصرف (فیزیولوژیک) نیتروژن برحسب عملکرد دانه، G_w: عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)، $NutE_f$: کارایی مصرف (فیزیولوژیک) نیتروژن برحسب عملکرد علوفه، F_w: عملکرد علوفه (کیلوگرم در هکتار)، NUE_g: کارایی زراعی (بهره‌وری) نیتروژن برحسب عملکرد دانه و NUE_f: کارایی زراعی (بهره‌وری) نیتروژن برحسب عملکرد علوفه می‌باشد.

به‌منظور محاسبه ذخیره نیتروژن خاک قبل از کشت گیاه زراعی، عمق خاک برای خرفه ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته

1. *Wilsoniana Portulacae*
2. Ridomil- MZ, 72 WP

Archive of SID
www.SID.ir

شد و با توجه به درصد نیتروژن خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک میزان نیتروژن موجود در خاک به‌دست آمد (جدول ۱) که میزان آن ٥٤/٦ کیلوگرم در هکتار بود.

پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار (MSTATC) انجام پذیرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید. همچنین، برای مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل از روش برش‌دهی استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

۳. ۱. عملکرد دانه و علوفه خشک

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود سبز و اثرمتقابل کود سبز و نیتروژن بر عملکرد دانه و علوفه خشک معنی‌دار نبود، ولی اثر نیتروژن بر عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در مطالعات انجام‌گرفته توسط برخی محققان مشخص شد که کاربرد کود سبز تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گیاهان مورد مطالعه نداشت [٤، ٥ و ١٣]. در این گزارش‌ها طولانی بودن مدت زمان تجزیه بقایا، عدم انطباق زمانی بین نیاز گیاه به عناصر غذایی و فراهمی عناصر رها شده از تجزیه بقایا علت عدم تأثیر کود سبز بر عملکرد این گیاهان ذکر شده است [۹].

اثر نیتروژن بر عملکرد دانه خرفه معنی‌دار نبود (جدول۲). نتایج تحقیقی که به‌منظور بررسی اثر سه سطح صفر، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر روی گیاه کرچک[1] انجام شد حاکی از آن بود که کاربرد نیتروژن تأثیری بر عملکرد دانه نداشت [۱۰]. نتایج مشابهی نیز بر روی گیاه دارویی ماریتیغال[2] گزارش شد [١٤].

با افزایش سطوح نیتروژن عملکرد علوفه خشک در گیاه خرفه افزایش یافت (جدول ۳). به‌طوری‌که بیشترین عملکرد علوفه خشک (۳۹۹۲/۳ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار حاصل شد که تفاوت آماری معنی‌داری با تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نداشت (جدول ۳).

جدول ۲. میانگین مربعات اثر کود سبز و نیتروژن بر عملکرد دانه، علوفه خشک، زیست‌توده، درصد و محتوای نیتروژن زیست‌توده و کارایی جذب نیتروژن در خرفه

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد علوفه خشک	عملکرد زیست‌توده	درصد نیتروژن زیست‌توده	محتوای نیتروژن زیست‌توده	کارایی جذب نیتروژن
بلوک	۲	۸۹۱۹/۷۷$^{n.s}$	۰/۰۳$^{n.s}$	۲۲۰٤/۵۸$^{n.s}$	۰/۰۰۳$^{n.s}$	۷۳/۸$^{n.s}$	۰/۰۱۲$^{n.s}$
کود سبز	۳	٤٦۳۸٤/٤۲$^{n.s}$	۰/۱۸$^{n.s}$	۳۷۱٤/۵۸$^{n.s}$	۰/۰۲۷$^{n.s}$	۳۱۹/۱$^{n.s}$	۰/۰٤٤$^{n.s}$
خطای اول	٦	۱۱۷۲٤٦/۷۸	۰/٦۵	۲٤۹۱۹/٦۲	۰/۰۰۸	٤۵۵/٤	۰/۰۳۹
نیتروژن	۲	۹۵٦۲۱/۸۷$^{n.s}$	۱/۱۸**	۳٤۷۳۱/۹۳**	۰/۲٤۸**	۲۹۱۱/۱**	۰/۹۰۱**
کود سبز × نیتروژن	٦	٤۵۳۹۹/۵۹$^{n.s}$	۰/٤۳$^{n.s}$	۱۳۲٦۸/۹٦*	۰/۰۰۸$^{n.s}$	۳۵۵/۷*	۰/۰٤٦**
خطای دوم	۱٦	٤٤۰۰۸/۱۹	۰/۲۰	۵۰۲۰/۹۱	۰/۰۰٤	۱۱۰/۹	۰/۰۰۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱۳/۱٤	۱۲/۳۳	۱۱/۱٦	۵/۳٦	۱٤/٦	۱۱/۰۷

*، ** و n.s به‌ترتیب به مفهوم معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد.

1. *Ricinus communis* L.
2. *Silybum marianum* L.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر نیتروژن بر عملکرد دانه، علوفه خشک و شاخص‌های کارایی نیتروژن در خرفه

سطوح کاربرد نیتروژن ($Kg. ha^{-1}$)	عملکرد دانه ($Kg. ha^{-1}$)	عملکرد علوفه خشک ($Kg. ha^{-1}$)	نیتروژن زیست‌توده (%)	کارایی فیزیولوژیک نیتروژن ($Kg. Kg^{-1}$)		کارایی زراعی نیتروژن ($Kg. Kg^{-1}$)
				دانه	علوفه	دانه
صفر	۱۵٤۰/۵ a	۳۳٦۰/۱ b	۱/۰۰ b	۲٦/۷٤ a	۵۷/٤۷ a	۲۸/۱۷ a
۵۰	۱۵٤۸/۲ a	۳۷۱۲/۱ ab	۱/۰۷ b	۲۳/۲۲ b	۵۵/۰۰ a	۱٤/۷٤ b
۱۰۰	۱٦۹۸/۹ a	۳۹۹۲/۳ a	۱/۲۸ a	۱۹/٤۷ c	٤۷/٦۳ b	۱۰/۹٤ c

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

در تحقیقی، کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف کود) باعث افزایش وزن‌تر و خشک ساقه، وزن‌تر و خشک کل در خرفه شد [۱]. در مطالعه‌ای دیگر، استفاده از کود شیمیایی نیتروژن باعث افزایش وزن تر برگ، وزن تر ساقه و وزن تر اندام‌های هوایی در خرفه گردید [۸]. در تحقیقی، مشخص گردید استفاده از ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش عملکرد علوفه خشک در تاج‌خروس[1] شد [۳]. نتایج مشابهی توسط سایر محققان در خصوص تأثیر مثبت نیتروژن بر عملکرد علوفه گزارش‌شده است [۱۰ و ۲٤]. افزایش محتوای نیتروژن خاک، تولید اندام‌های رویشی و شاخص سطح برگ را افزایش داده و درنهایت منجر به افزایش فتوسنتز و تولید ماده خشک می‌شود [۱۹].

۳. ۲. عملکرد زیست‌توده

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود سبز بر عملکرد زیست‌توده معنی‌دار نبود، ولی اثر نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل کود سبز و نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل کود سبز و نیتروژن نشان داد که در تیمار شاهد (عدم کاربرد کود سبز) و مخلوط منداب و ماشک گل‌خوشه‌ای افزایش نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد زیست‌توده نداشت. کاربرد کود سبز منداب و ماشک گل‌خوشه‌ای با افزایش نیتروژن از صفر به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش به‌ترتیب ۵۱/۸٤ و ۲۸/٦۳ درصدی عملکرد زیست‌توده شد (جدول ٤). در تحقیقی، کمترین عملکرد زیست‌توده گندم[2] از تیمار کاربرد چاودار[3] به‌عنوان کود سبز و بدون مصرف نیتروژن حاصل شد [۲۵]. در مطالعات محققان متعددی به اثر مثبت نیتروژن بر عملکرد زیست‌توده اشاره شده است [۲، ۷ و ۱۱]. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، میزان بقایای گیاهی برگردانده شده به خاک در تیمارهای منداب و مخلوط منداب و ماشک گل‌خوشه‌ای بیشتر از تیمار ماشک گل‌خوشه‌ای به‌تنهایی بود. همچنین، گل‌دهی دیرتر ماشک گل‌خوشه‌ای نسبت به تیمار منداب و مخلوط منداب و ماشک گل‌خوشه‌ای موجب تأخیر در برگرداندن بقایای آن به خاک شد (اطلاعات در بخش مواد و روش‌ها آورده شده است). به نظر می‌رسد میزان بالای بقایای گیاهی افزوده‌شده به خاک و با کیفیت پایین (C/N بالا) در تیمار منداب موجب افزایش رقابت بین میکروارگانیسم‌های خاک جهت جذب نیتروژن، محبوس شدن نیتروژن و کاهش دسترسی موقتی گیاه به نیتروژن موجود در خاک شده باشد. همچنین، به نظر می‌رسد در تیمار ماشک گل‌خوشه‌ای علیرغم کیفیت بالای بقایای آن (C/N پایین) و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط گیاهان خانواده لگوم، تأخیر در برگرداندن بقایای گیاهی در این تیمار موجب شد فرصت کافی جهت رهاسازی عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن هم‌زمان با نیاز گیاه و تا پایان دوره رشد خرفه فراهم نشود.

1. *Amaranthus cruentus* L.

2. *Triticum aestivum* L.
3. *Secale cereal* L.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ٤. مقایسه میانگین سطوح مختلف نیتروژن (در هر سطح کود سبز) بر عملکرد زیست‌توده، محتوای نیتروژن زیست‌توده، کارایی جذب و زراعی نیتروژن علوفه در خرفه

کود سبز	نیتروژن ($Kg.\ ha^{-1}$)	عملکرد زیست‌توده ($Kg.\ ha^{-1}$)	محتوای نیتروژن زیست‌توده ($Kg.\ ha^{-1}$)	کارایی جذب نیتروژن (%)	کارایی زراعی نیتروژن علوفه ($Kg.\ Kg^{-1}$)
شاهد	صفر	٦١٦٩/٩ a	٦١/٠٧ a	١/١١ a	٦٤/٦٧ a
	٥٠	٦١٤٥/٥ a	٦٢/٦٩ a	٠/٥٩ b	٣٤/٧٧ b
	١٠٠	٥٩٤٢/٢ a	٦٩/٤٠ a	٠/٤٤ c	٢٢/٥٧ c
مناداب	صفر	٥٠٥١/١ b	٤٩/٨١ c	٠/٨٥ a	٥٣/٥٣ a
	٥٠	٦٣٠٤/٤ ab	٦٨/٢٥ b	٠/٦٤ b	٣٥/٤٠ b
	١٠٠	٧٦٧٠/٠ a	١٠٠/٢٠ a	٠/٦٤ b	٣١/٩٣ b
ماشک گل‌خوشه‌ای	صفر	٥٧٢٠/٠ b	٥٧/٩٧ b	١/٠٥ a	٥٩/٠٣ a
	٥٠	٦١١١/١ ab	٦٣/٥٥ b	٠/٦٠ b	٣٣/٨٧ b
	١٠٠	٧٣٥٧/٧ a	٩٩/١٧ a	٠/٦٤ b	٢٨/٥٣ c
مخلوط مناداب و ماشک گل‌خوشه‌ای	صفر	٦٤٠٤/٤ a	٧٠/٥٨ b	١/٢٩ a	٦٩/٥٧ a
	٥٠	٦٦٦٠/٠ a	٧٧/٠٢ ab	٠/٧٣ b	٣٨/١٣ b
	١٠٠	٦٦٦٧/٧ a	٨٨/٧٤ a	٠/٥٧ c	٢٥/١٣ c

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون (در هر سطح کود سبز)، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

بنابراین، به‌نظر می‌رسد افزودن کود نیتروژن (اوره) در این شرایط می‌تواند ضمن تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق توسعه سطح برگ و افزایش تعداد شاخه‌های جانبی باعث افزایش سطح سبز گیاه، فتوسنتز، تولید اسمیلات بیشتر و درنهایت افزایش ماده خشک شده باشد. از طرف دیگر کاربرد کود سبز به جهت حفظ رطوبت خاک توانسته شرایط مطلوب‌تری را برای جذب بیشتر نیتروژن از خاک فراهم کند. بنابراین، تیمارهای تلفیقی مناداب و نیتروژن و ماشک گل‌خوشه‌ای و نیتروژن نتایج مطلوبی در ارتباط با عملکرد زیست‌توده داشتند. در تیمار مخلوط مناداب و ماشک گل‌خوشه‌ای عدم تأخیر در برگشت بقایای گیاهی به خاک و وجود ترکیبی از بقایای با کیفیت پایین (مناداب) و کیفیت بالا (ماشک گل‌خوشه‌ای) موجب شد بخشی از بقایای گیاهی در این تیمار (ماشک گل‌خوشه‌ای) به رهاسازی نیتروژن و بخش دیگر بقایای گیاهی (مناداب) نسبت به جذب نیتروژن (اوره) افزوده شده خاک اقدام کنند. بنابراین، افزایش نیتروژن در تیمار مخلوط مناداب و ماشک گل‌خوشه‌ای موجب افزایش جزئی عملکرد زیست‌توده شد.

۳. ۳. درصد نیتروژن زیست‌توده

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود سبز و اثرمتقابل کود سبز و نیتروژن بر درصد نیتروژن زیست‌توده معنی‌دار نبود، اما اثر نیتروژن بر درصد نیتروژن زیست‌توده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به اینکه رهاسازی عناصر غذایی توسط کود سبز به‌تدریج و کند صورت می‌گیرد. لذا در مدت کوتاه انجام این پژوهش کود سبز بر درصد نیتروژن زیست‌توده تأثیر معنی‌داری نداشت. با افزایش میزان کود نیتروژن درصد نیتروژن زیست‌توده افزایش یافت (جدول ۳). گزارش شده

Archive of SID
www.SID.ir

است که درصد نیتروژن موجود در اندام‌های مختلف گیاه تحت تأثیر میزان ماده خشک، میزان و نوع نیتروژن استفاده شده قرار می‌گیرد [۲۱ و ۲۲]. در مطالعه‌ای روی گیاه دارویی اسفرزه افزایش سطوح مختلف نیتروژن باعث افزایش درصد نیتروژن زیست‌توده شد [۲]. نتیجه مشابهی روی دو گیاه ذرت[1] و پنبه[2] گزارش گردید [۱۱]. اما، در تحقیق دیگری بر روی گیاه دارویی سیاهدانه منابع کود نیتروژن (آلی و شیمیایی) تأثیری بر درصد نیتروژن زیست‌توده نداشت [۷].

۳. ٤. محتوای نیتروژن زیست‌توده

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود سبز بر محتوای نیتروژن زیست‌توده معنی‌دار نبود، ولی اثر نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل کود سبز و نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل کود سبز و نیتروژن نشان داد که در تیمار شاهد (بدون کاربرد کود سبز) افزایش نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر محتوای نیتروژن زیست‌توده نداشت؛ اما کاربرد کود سبز به همراه افزایش نیتروژن توانست محتوای نیتروژن زیست‌توده را افزایش دهد. به‌طوری‌که در تیمارهای منداب، ماشک گل‌خوشه‌ای و مخلوط منداب و ماشک گل‌خوشه‌ای افزایش نیتروژن از صفر به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش به‌ترتیب ۱۰۱/۱٦، ۷۱/۰۷ و ۲۵/۷۲ درصدی محتوای نیتروژن زیست‌توده شد (جدول ٤). در مطالعه‌ای در خصوص گیاه دارویی رزماری[3] مشاهده شد که با افزایش سطح کود مصرفی تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار محتوای نیتروژن زیست‌توده افزایش یافت [۲۹]. نتایج مشابهی از سایر محققان در خصوص تأثیر مثبت افزایش نیتروژن بر محتوای نیتروژن زیست‌توده گزارش شده است [۲ و ۷]. در این تحقیق افزایش محتوای نیتروژن زیست‌توده در اثر استفاده از نیتروژن به دلیل افزایش عملکرد و درصد نیتروژن زیست‌توده می‌باشد. از طرف دیگر، کود سبز با حفظ رطوبت خاک توانست جذب عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن را افزایش داده و از طریق افزایش درصد و عملکرد زیست‌توده، محتوای نیتروژن زیست‌توده را افزایش دهد.

۳. ۵. کارایی جذب (بازیافت) نیتروژن

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود سبز بر کارایی جذب نیتروژن معنی‌دار نبود، ولی اثر نیتروژن و اثر متقابل کود سبز و نیتروژن بر کارایی جذب نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل کود سبز و نیتروژن نشان داد که در تیمار شاهد (عدم کاربرد کود سبز) و کاربرد کود سبز با افزایش میزان نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن کاهش یافت. به‌طوری‌که در تیمارهای شاهد (عدم کاربرد کود سبز)، منداب، ماشک گل‌خوشه‌ای و مخلوط منداب و ماشک گل‌خوشه‌ای افزایش نیتروژن از صفر به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب کاهش به‌ترتیب ٦۰/۳٦، ۲٤/۷، ۳۹/۰٤ و ۵۵/۸۱ درصدی کارایی جذب نیتروژن شد (جدول ٤). در همین رابطه نتایج تحقیقی که به‌منظور مطالعه سطوح نیتروژن و کود سبز بر روی گندم انجام شد نشان داد که افزایش نیتروژن کارایی جذب در گندم را کاهش داد. همچنین، بیشترین کارایی جذب نیتروژن از خانواده بقولات و در شرایط عدم مصرف نیتروژن گزارش شد [۱۲].

با افزایش مصرف کود از میزان کارایی جذب نیتروژن کاسته شد که به‌نظر می‌رسد علت آن افزایش تلفات نیتروژن و به‌تبع آن کاهش فراهمی و از دسترس خارج شدن این عنصر تحت تأثیر دلایل مختلف ازجمله آبشویی

1. *Zea mays* L.
2. *Gossypium hirstitum* L.
3. *Rosmarinus officinalis* L.

www.SID.ir
Archive of SID

مربوط باشد. در گزارشی، علت کاهش کارایی جذب نیتروژن در گندم آزاد شدن سریع نیتروژن در کود اوره ذکر گردید [۳۲]. در مطالعه‌ای دیگر، گزارش شد که کارایی جذب نیتروژن با افزایش سطوح کودی کاهش پیدا کرد و این کاهش در شرایط بدون مالچ در مقایسه با کاربرد مالچ شدیدتر بود. دلیل این موضوع آبشویی بیشتر کود در شرایط عدم استفاده از مالچ ذکر گردید [۲۹]. نتایج مشابهی در خصوص افزایش کارایی جذب نیتروژن با کاهش مصرف نیتروژن گزارش شده است [۲، ۷، ۱۱ و ۲۳]. نتایج آزمایشی نشان داد که کارایی جذب نیتروژن با مقدار مصرف کود نیتروژن رابطه عکس داشت، به‌طوری‌که با افزایش مصرف کود بر اساس قانون بازده نزولی کارایی جذب نیتروژن کاهش یافت [۲۳]. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده چنین به‌نظر می‌رسد که برای دستیابی به کارایی بهتر در جذب نیتروژن، صرف‌نظر از نوع گیاه مورد استفاده به‌عنوان کود سبز کاهش مصرف نیتروژن معقولانه‌تر خواهد بود.

۳. ٦. کارایی مصرف (فیزیولوژیک) نیتروژن

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود سبز و اثر متقابل کود سبز و نیتروژن بر کارایی فیزیولوژیک دانه و علوفه معنی‌دار نبود، اما اثر نیتروژن بر کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵).

با افزایش نیتروژن، کارایی مصرف فیزیولوژیک براساس دانه و علوفه کاهش یافت. به‌طوری‌که بیشترین مقدار این شاخص براساس دانه و علوفه به‌ترتیب برابر با ۲٦/۷٤ و ۵۷/٤۷ کیلوگرم عملکرد به ازای کیلوگرم نیتروژن جذب شده در شرایط عدم استفاده از کود نیتروژن (شاهد) به‌دست آمد (جدول ۳). نتایج تحقیقی که به‌منظور تأثیر کود سبز و نیتروژن بر روی گندم انجام شد نشان داد که کاربرد کود سبز و اثر متقابل کود سبز و نیتروژن تأثیری بر کارایی فیزیولوژیک نداشت، اما افزایش نیتروژن باعث کاهش آن گردید [۱۲]. در گزارش محققان دیگری نیز به کاهش کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در اثر افزایش مصرف نیتروژن اشاره شده است [۲، ۱۱ و ۲۳]. اما در تحقیقی بر روی گیاه دارویی سیاهدانه مشخص شد که کاربرد نیتروژن تأثیری بر کارایی فیزیولوژیک نیتروژن ندارد [۷]. در این پژوهش با توجه به اینکه افزایش مصرف نیتروژن باعث شد میزان نیتروژن موجود در زیست‌توده افزایش یابد لذا کارایی فیزیولوژیک نیتروژن کاهش یافت.

جدول ۵. میانگین مربعات اثر کود سبز و نیتروژن بر کارایی فیزیولوژیک و زراعی نیتروژن دانه و علوفه در خرفه

منابع تغییرات	درجه آزادی	کارایی فیزیولوژیک نیتروژن		کارایی زراعی نیتروژن	
		دانه	علوفه	دانه	علوفه
بلوک	۲	٦/٦۹$^{n.s}$	۲۸/۳۹$^{n.s}$	۱/۸٤$^{n.s}$	۹/٤٦$^{n.s}$
کود سبز	۳	۳۰/۷٤$^{n.s}$	۷۰/۵۰$^{n.s}$	۱/٤۲$^{n.s}$	۳۲/۷۰$^{n.s}$
خطای اول	٦	۲۲/۸٤	۳٤/۷۰	۱۷/۸۱	۸۵/۱۲
نیتروژن	۲	۱۵۸/۷۵**	۳۱٤/٦٦**	۹۸۲/٦۰**	۳۹۱۵/٤۰**
کود سبز × نیتروژن	٦	۱۵/٤۸$^{n.s}$	۱۳/۷۷$^{n.s}$	۲/۷٦$^{n.s}$	۸۵/۸۷*
خطای دوم	۱٦	۱۹/۵۵	۲۲/۹۳	٦/۸۸	۲٦/۵٦
ضریب تغییرات (درصد)		۱۹/۱۱	۸/۹۷	۱٤/٦۲	۱۲/٤٤

*، ** و n.s: به‌ترتیب به مفهوم معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

۳. ۷. کارایی زراعی (بهره‌وری) نیتروژن

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود سبز بر کارایی زراعی نیتروژن بر اساس دانه و علوفه معنی‌دار نبود (جدول ۵). اما، اثر سطوح مختلف نیتروژن بر کارایی زراعی نیتروژن بر اساس دانه و علوفه در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل کود سبز و نیتروژن بر کارایی زراعی نیتروژن علوفه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). با افزایش سطوح نیتروژن، کارایی زراعی نیتروژن براساس دانه کاهش معنی‌داری نشان داد. افزایش سطوح نیتروژن از صفر به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی زراعی نیتروژن را در دانه ٦١/١٦ درصد کاهش داد (جدول ۳). با توجه به قانون بازده نزولی در مورد مصرف عناصر غذایی مبنی بر اینکه واحدهای اولیه کود مصرفی تأثیر بیشتری بر عملکرد دارند، هرقدر مصرف نیتروژن افزایش یابد کارایی استفاده از آن کاهش می‌یابد [۲۳]. در گزارش محققان دیگری نیز به کاهش کارایی زراعی نیتروژن در اثر افزایش مصرف نیتروژن اشاره شده است [۲ و ۱۱].

اثر متقابل کود سبز و نیتروژن بر کارایی زراعی نیتروژن براساس علوفه نشان داد که با افزایش سطوح نیتروژن در تیمارهای شاهد (عدم کاربرد کود سبز) و دارای کود سبز، کارایی زراعی نیتروژن کاهش یافت. به‌طوری‌که در تیمارهای شاهد (عدم کاربرد کود سبز)، منداب، ماشک گل‌خوشه‌ای و مخلوط منداب و ماشک گل‌خوشه‌ای افزایش نیتروژن از صفر به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب کاهش به‌ترتیب ٦٥/٠٩، ٤٠/٣٥، ٥١/٦٦ و ٦٣/٨٧ درصدی کارایی جذب نیتروژن شد (جدول ٤). نتایج تحقیقی که به‌منظور تأثیر کود سبز و نیتروژن بر روی گندم انجام شد نشان داد که کاربرد کود سبز و اثر متقابل کود سبز و نیتروژن تأثیری بر کارایی زراعی نیتروژن نداشت. اما، افزایش نیتروژن باعث کاهش آن گردید [۱۲].

امروزه اصلاح‌گران واریته‌هایی را پیشنهاد می‌کنند که علاوه بر توانایی بالا در جذب نیتروژن و تولید حداکثر عملکرد از بیشترین کارایی زراعی نیتروژن برخوردار باشند [۲۸].

٤. نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تأثیر کود سبز بر هیچ‌کدام از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود. با توجه به اینکه رهاسازی عناصر غذایی توسط کود سبز به تدریج و به‌کندی صورت می‌گیرد، لذا در مدت کوتاه انجام این پژوهش، کود سبز تأثیر معنی‌داری بر این صفات نداشت. با افزایش سطوح نیتروژن، عملکرد خشک علوفه و درصد نیتروژن زیست‌توده افزایش یافت. همچنین، افزایش سطوح نیتروژن بر اساس قانون بازده نزولی باعث کاهش کارایی جذب، فیزیولوژیک و زراعی نیتروژن شد.

بر اساس این پژوهش، افزایش سطوح نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت، ولی مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار باعث افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه شد. بنابراین، با توجه به کاهش کارایی نیتروژن در نتیجه مصرف کود نیتروژن و با در نظر گرفتن هزینه‌های تولید و مشکلات زیست‌محیطی، نیتروژن اولیه موجود در خاک (٥٤/٦ کیلوگرم در هکتار) جهت تولید پایدار دانه و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع اوره) جهت تولید علوفه خرفه کفایت نموده و مصرف بیشتر نیتروژن جنبه تجملی خواهد داشت.

منابع

۱. اینانلوفر م، امیدی ح و پازکی ع ر (۱۳۹۲) تغییرات مورفولوژیکی، زراعی و محتوای روغن گیاه خرفه (*Portulaca oleracea* L.) تحت تأثیر خشکی و کود زیستی/ شیمیایی نیتروژن. فصلنامه گیاهان دارویی. ٤٨: ١٧٠-١٨٤.

Archive of SID

www.SID.ir

۲. اسدی ق ع، مومن ع، نورزاده م و خرم دل س (۱۳۹۲) اثر سطوح مختلف کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و شاخص‌های کارایی نیتروژن در گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۵(٤): ۳۷۳- ۳۸۲.

۳. انصاری اردلی س و آقاعلیخانی م (۱۳۹٤) اثر تراکم بوته و مقدار کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت علوفه تاج‌خروس زراعی (*Amaranthus cruentus* L.). مجله علوم زراعی ایران. ۱۷(۱): ۳۵-٤۵.

٤. جهان م، امیری م ب، اقوانی شجری م و تهامی م ک (۱۳۹۲) بررسی کمیت و کیفیت تولید کدو پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) تحت تأثیر کشت گیاهان پوششی زمستانه خلر (*Lathyrus sativus*) و شبدر ایرانی (*Trifolium resopinatum*)، تلقیح با ریزوباکتری های تحریک کننده رشد گیاه و کاربرد کودهای آلی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۱(۲): ۳۳۷-۳۵٦.

۵. جهان م، امیری م ب، شباهنگ ج، احمدی ف و سلیمانی ف (۱۳۹۲) بررسی اثرات گیاهان پوششی زمستانه و ریزوباکترهای تحریک‌کننده رشد بر جنبه‌هایی از حاصلخیزی خاک و عملکرد محصول در یک سیستم ارگانیک تولید ریحان (*Ocimum basilicum* L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۱(٤): ۵٦۲-۵۷۲.

٦. جوادی ح، رضوانی مقدم پ، ثقه‌الاسلامی م ج و موسوی غ ر (۱۳۹٦) بررسی اثر تراکم و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد خرفه (*Portulaca oleracea* L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۵(۱): ۱۱۳-۱۲۳.

۷. رضوانی مقدم پ، سیدی م و آزاد م (۱۳۹۳) مقایسه تأثیر منابع آلی، شیمیایی و بیولوژیک نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن در سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). دوماهنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۰(۲): ۲٦۰-۲۷٤.

۸. سلطانی نژاد ف، فلاح س ا و حیدری م (۱۳۹۲) اثر منابع و مقادیر مختلف نیتروژن بر رشد و تولید زیست‌توده گیاه دارویی خرفه. نشریه تولید گیاهان زراعی. ٦(۳): ۱۲۵-۱٤۳.

۹. صمدانی ب و منتظری م (۱۳۸۸) استفاده از گیاهان پوششی در کشاورزی پایدار. انتشارات مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور. تهران.۱۸٦ صفحه.

۱۰. قاسمی س و موسوی نیک م (۱۳۹۳) اثر باکتری‌های محرک رشد، کود نیتروژن و گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه کرچک (*Ricinus communis* L.) در منطقه سیستان. مجله بوم‌شناسی کشاورزی. ٦(۲): ۲۷۵-۲۸۹.

۱۱. کوچکی ع ر، نصیری محلاتی م، مرادی ر و علیزاده ی (۱۳۹٤) اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در کشت مخلوط ذرت و پنبه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۳(۱): ۱-۱۳.

۱۲. گرامی ف، آیینه بند ا و فاتح ا (۱۳۹۲) اثر کودهای سبز و کود شیمیایی نیتروژنی بر رشد اولیه، عملکرد و اجزای عملکرد گندم. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳(۱): ۱-۱۷.

۱۳. لامعی هروانی ج و اسماعیلی م (۱۳۹۳) تأثیر کشت دوم گیاهان خلر و ماشک به‌عنوان کود سبز بر برخی خصوصیات‌خاک و عملکردپیاز وگندم در چرخه تناوب زراعی. مجله به‌زراعی نهال و بذر. ۲-۳۰(۱): ۱-۱۸.

۱٤. یزدانی بیوکی ر، رضوانی مقدم پ، خزاعی ح ر و آستارایی ع ر (۱۳۸۹) بررسی تأثیر کودهای دامی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۸(۵): ۷۳۸-۷٤٦.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۵. یوسفیان قهفرخی ح ا، ابدالی مشهدی ع ر، بخشنده ع م و لطفی جلال آبادی ا (۱۳۹٤) بررسی اثر مواد جاذب‌الرطوبه، کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی خرفه (*Portulaca oleracea* L.) در منطقه اهواز. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی. ٤(۱۳): ۸۷–۹٦.

16. Berenguer P, Santiveri F, Boixadera J and Lloveras J (2009) Nitrogen fertilization of irrigated maize under Mediterranean conditions. European Journal of Agronomy. 30: 163-171.
17. Bingham IJ, Karley AJ, White PJ, Thomas WTB and Russell JR (2012) Analysis of improvements in nitrogen use efficiency associated with 75 years of spring barley breeding. European Journal of Agronomy. 42: 49-58.
18. Den Hollander NG, Bastiaans L and Kropff MJ (2007) Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design. II. Competitive ability of several clover species. European Journal of Agronomy. 26: 104-112.
19. Dordas CA and Sioulas C (2008) Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. Industrial Crops and Products. 27: 75-85.
20. Ghahramani R, Eidi M, Ahmadian H, Hamidi Nomani M, Abbasi R, Alipour M and Anissian (2016) Anti-diabetic effect of *Portulaca oleracea* (purslane) seeds in alloxan-induced diabetic rats. International Journal of Medical Laboratory. 3(4): 282-289.
21. Guo TW (2006) Crop yield, nitrogen uptake and nitrate-nitrogen accumulation in soil as affected by 23 annual applications of fertilizer and manure in the rainfed region of Northwestern China. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 76: 81-94.
22. Hirel B, Martin A, Terce-Laforque T, Gonzalez-Moro MB and Estavillo JM (2005) Physiology of maize I: a comprehensive and integrated view of nitrogen metabolism in a C_4 plant. Physiologia Plantarum. 124: 167–177.
23. Keerthi P, Pannu RK, Dhaka AK, Daniel J and Yogesh A (2017) Yield, nitrogen uptake and nutrient use efficiency in Indian mustard (*Brassica juncea* L.) as effected by date of sowing and nitrogen levels in Western Haryana, India. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 6(4): 1168-1177.
24. Kumar R and Kushwaha M (2017) Influence of nitrogen levels and weed management practices on yield and quality of forage pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). Indian Journal of Animal Nutrition. 34(1): 64-69.
25. Mosavi SB, Jafarzadeh AA, Neishabouri MR, Ostan S and Feiziasl V (2009) Rye green manure along with nitrogen fertilizer application increases wheat (*Triticum aestivum* L.) production under dryland condition. International Journal of Agriculture Research. 4(6): 204-212.
26. Ogg CL (1960) Determination of nitrogen by the micro-Kjeldahl method. Journal of the Association of Official Analytical Chemists. 43: 689-693.
27. Raun WR and Johnson GV (1999) Improving nitrogen use efficiency for cereal production. Agronomy Journal. 91: 357-363.
28. Singh U, Ladha JK, Castillo EG, Punzalan G, Tirol-Padre A and Duqueza M (1998) Genotypic variation in nitrogen use efficiency in medium and long-duration rice. Field Crops Research. 58: 35-53.
29. Singh M (2012) Influence of organic mulching and nitrogen application on essential oil yield and nitrogen use efficiency of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). Archives of Agronomy and Soil Science. 59: 273-279.
30. Shanker N and Debnath S (2016) Hypolipidemic effect of purslane (*Portulaca oleracea* L.) in rats fed on high cholesterol diet. Journal of Nutrition and Food Sciences. 6(6): 1-8.
31. Yang SM, Malhi SS, Song JR, Xiong YC, Yue WY, Lu LL, Wang JG and and Guo TW (2006) Crop yield, nitrogen uptake and nitrate-nitrogen accumulation in soil as affected by 23 annual applications of fertilizer and manure in the rainfed region of Northwestern China. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 76: 81-94.
32. Yang YC, Zhang M, Zheng L, Cheng DD, Liu M and Geng YQ (2011) Controlled release urea improved nitrogen use efficiency, yield, and quality of wheat. Agronomy Journal. 103(2): 479-485.

Archive of SID
www.SID.ir

Crops Improvement
(Journal of Agricultural Crops Production)
Vol. 20 ■ No. 2 ■ Summer 2018

The influence of different levels of nitrogen and green manure on nitrogen yield and use efficiency in Purslane

Hamed Javadi[1], Parviz Rezvani Moghaddam[2*], Mohammad Hassan Rashed Mohasel[2], Mohammad Javad Seghatoleslami[3]

1. Ph.D. Student, Department of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, International Campus, Mashhad, Iran.
2. Professor, Department of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Associate Professor, Department of Agriculture, Birjand branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran.

Received: July 24, 2017 Accepted: November 8, 2017

Abstract

In order to study the effect of green manure and different levels of nitrogen on nitrogen yield and use efficiency in purslane, an experiment has been conducted at the Research Farm of Birjand University as a split plot design, based on completely-randomized block designs with three replications for the time period between 2014 and 2015. Four green manure varieties (control (i.e., no green manure), *Vicia villosa* L., *Eruca sativa* L., and a mixture of both) as well as three levels of nitrogen (viz. 0 (control), 50, and 100 kg. ha^{-1}) have been considered as main plots and sub plots, respectively. Results show that the use of green manure has had no effect on grain and forage yields of purslane. The use of 100 $kg.ha^{-1}$ nitrogen has also led to an 18.81% increase in dry forage yield (3992.3 kg. ha^{-1}), in comparison with the control (3360.1 kg. ha^{-1}). In addition, it has been shown that green manure with high nitrogen levels improves the yield and nitrogen content of biomass, reducing absorption and agronomy efficiency of nitrogen, based on forage yield. Results reveal that given the reduction of nitrogen efficiency, despite the use of green and nitrogen fertilizers, as well as the production costs and environmental problems, nitrogen amounts of 54.6 $kg.ha^{-1}$ and 50 $kg.ha^{-1}$ in the soil will suffice for sustainable production of grain and forage production of purslane, respectively, while any higher consumption of nitrogen will be a luxurious aspect.

Keywords: Arugula, forage yield, grain yield, hairy vetch, nitrogen percentage of the biomass.

Corresponding author: rezvani@um.ac.ir

www.SID.ir