مجله کشاورزی بوم‌شناختی (2) 4 (1393) 32- 21

تبیین تاثیر تغییر غلظت و جذب عناصر غذایی پرمصرف، کارایی اقتصادی کوددهی و مصرف نیتروژن در تولید گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.) با کاربرد تیمارهای مختلف کود آلی و شیمیایی

سمیرا نصیرزاده[1]، سیف‌اله فلاح[1,*] و مریم حیدری[2]

[1]گروه اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

[2]گروه داخلی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران.

*نویسنده مسئول: falah1357@yahoo.com

تاریخ دریافت: 1391/12/14

تاریخ پذیرش: 1394/03/09

نصیرزاده س.، س. فلاح و م. حیدری. 1393. تبیین تاثیر تغییر غلظت و جذب عناصر غذایی پرمصرف، کارایی اقتصادی کوددهی و مصرف نیتروژن در تولید گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.) با کاربرد تیمارهای مختلف کود آلی و شیمیایی. مجله کشاورزی بوم شناختی. 4 (2): 32- 21.

چکیده

به منظور بررسی و تبیین تاثیر میزان کود آلی و شیمیایی بر غلظت و جذب برخی عناصر غذایی پر مصرف، کارایی مصرف نیتروژن و کارایی اقتصادی کوددهی در تولید گیاه دارویی اسفرزه، آزمایشی به‌صورت بلوک کامل تصادفی با 7 تیمار و 4 تکرار در کشتزار تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال 1390 اجرا شد. تیمارهای کودی شامل سه سطح نیتروژن قابل دسترس (30، 60 و 90 کیلوگرم در هکتار) از منبع کود گاوی، سه سطح نیتروژن (30، 60 و 90 کیلوگرم در هکتار) از منبع کود اوره و همچنین تیمار شاهد (بدون مصرف کود) بودند. نتایج نشان داد که کوددهی غلظت نیتروژن و پتاسیم دانه و نیز جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد ($P<0/05$). غلظت نیتروژن دانه و جذب آن در شرایط کاربرد کود اوره نسبت به کود گاوی برتری معنی‌داری داشت ($P<0/05$). اما جذب فسفر و پتاسیم در شرایط کاربرد کود گاوی بهتر بود، به طوری که جذب این دو عنصر در تیمار 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود گاوی به ترتیب 7/8 و 57/24 گرم بر کیلوگرم بود. به طور کلی بیشترین غلظت و جذب عناصر و کارایی فیزیولوژیکی و بازیافت نیتروژن با تیمار 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره و یا کود گاوی به‌دست‌آمد. اگرچه کارایی زراعی دو کود تفاوت معنی‌داری نداشت ولی کارایی فیزیولوژیکی و بازیافت نیتروژن و همچنین کارایی اقتصادی دو کود دارای تفاوت معنی‌داری بودند. بنابراین می‌توان اظهار داشت که برتری کیفیت دانه تولیدی این محصول از لحاظ فسفر و پتاسیم در شرایط کاربرد کود گاوی به همراه برابری کارایی مصرف نیتروژن در کود آلی با کود شیمیایی بیانگر نقش بوم‌شناختی (اکولوژیکی) برجسته کاربرد کود دامی در تولید گیاه دارویی اسفرزه و ضرورت ارزشگذاری کیفیت محصولات ارگانیک می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارگانیک، کارایی زراعی نیتروژن، پتاسیم، فسفر، جذب عناصر غذایی.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

زیست‌بوم‌های زراعی برای حفظ تعادل عناصر غذایی و باروری نیازمند کوددهی هستند. در این ارتباط، عناصری مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم به دلیل کمبود شایع‌تر و در نتیجه نقش بیشتر در محدودیت رشد گیاه از عناصر مهم به شمار می‌روند (Jones, 2011)، به طوری که نیتروژن نقش مهمی در افزایش عملکرد محصولات داشته و در برخی موارد ممکن است به عنوان عمومی‌ترین عامل محدودکننده رشد مطرح شود (Zotarelli *et al*., 2008). فسفر نیز برای ذخیره و انتقال انرژی، رشد قوی و توسعه بذور ضروری است (Roose, 2000؛ Jones, 2011) و همچنین کیفیت و رسیدگی محصول به ویژه در محصولات دانه‌ای را افزایش می‌دهد (Jones, 2011). پتاسیم نیز سبب حفظ تعادل آب و بنابراین ایجاد ساقه قوی می‌شود (Jones, 2011؛ Roose, 2000). افزون براین تولید انرژی را که برای انتقال عناصر درون گیاه، جذب نیتروژن و تولید پروتئین نیاز است، تحریک می‌کند (Jones, 2011).

در کشاورزی رایج استفاده از کودهای شیمیایی معدنی سریع‌ترین راه برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می باشد، اما محدودیت و تجدیدناپذیری منابع کودهای شیمیایی، ناپایداری در قیمت آنها و تاثیر زیانبار زیست-محیطی این کودها نگران‌کننده می‌باشد (Zaidi *et al*., 2003; Mohammadi *et al*., 2011). استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی باعث می‌شود که بخش زیادی از عناصر غذایی به آسانی توسط خاک، تثبیت و یا از طریق آبشویی یا خروج گاز از دسترس گیاه خارج شود و این می‌تواند به کاهش حاصل‌خیزی خاک منجر شود (Pourazizi, 2012). این در حالی است که توسعه‌ی کاربرد کود دامی قابل تجدید و منابع زیستی (بیولوژیکی) به جای منابع شیمیایی می‌تواند نقش مهمی در باروری و حفظ فعالیت های زیستی، مواد آلی خاک، سلامت بوم نظام زراعی و افزایش کیفیت محصولات زراعی داشته باشد (Zaidi *et al*., 2003; Mohammadi *et al*., 2011). از سویی با توجه به کمبود مواد آلی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک و همچنین تاثیر سوء ناشی از کشاورزی فشرده، استفاده از کودهای آلی می‌تواند اثرگذاری سودمندی بر خواص فیزیکی و تأمین موادغذایی مورد نیاز گیاه در بر داشته باشد (Tavassoli *et al*., 2010). امروزه استفاده بیشتر از کودهای دامی در زراعت یکی از رویکردهای کشاورزی بر پایه اصول بوم‌شناختی است، زیرا این کودها با داشتن نسبت مناسبی از همه‌ی عناصر غذایی برای افزایش کیفیت و کمیت محصول مناسب می‌باشند (Fallah *et al*., 2007). افزون بر این، کاربرد کودهای آلی در خاک لوم رسی باعث افزایش فعالیت آنزیمی و میکروبی خاک و افزایش فراهمی نیتروژن برای گیاه می‌شود (Hatch *et al*., 2007) و این شرایط تغذیه‌ای غلظت نیتروژن گیاه را نیز افزایش می‌دهد (Jasinska *et al*., 1993). محققان در بررسی‌های انجام شده برتری کود دامی نسبت به کود شیمیایی را بر میزان جذب فسفر توسط رازیانه (*Foeniculum vulgare*) و فستوکا (*Festuca Glauca*) گزارش کرده‌اند (Sikora and Enkiri, 2003; Abu El-magd, 2008). بنابر گزارش Robbins *et al*. (2000) فسفر کود دامی برای گیاهان نسبت به کودهای شیمیایی قابل دسترس‌تر است. چون کود دامی فسفر را به مدت طولانی‌تر در خاک به‌صورت محلول نگه می‌دارد. همچنین آزادسازی اسیدهای آلی در فرایند تجزیه کود دامی می‌تواند با آلومینیوم و آهن موجود در خاک تشکیل ترکیب پیچیده‌ای (کمپلکس) دهد و باعث کاهش تثبیت فسفر و افزایش قابلیت دسترسی آن در خاک شود. این سازوکارها شکل‌های قابل دسترس گیاهان و جذب فسفر گیاه را افزایش می‌دهند (Reddy *et al*., 2000; Larney and Toor, 2009; Janzen, 1999). همچنین گزارش شده است که برای افزایش کیفیت محصولات، به‌ویژه گیاهان دارویی و معطر استفاده از کودهای آلی بهتر از کودهای شیمیایی است (Ghasemi Siani, 2010). با توجه به ضرورت استفاده مؤثر از منابع کودی در تولید گیاهان به‌ویژه گیاهان دارویی که اغلب استفاده کمتر از کودهای شیمیایی در تولید آنها مورد نظر است. از این روی تاثیر مقادیر مختلف کود شیمیایی اوره و کود گاوی بر غلظت و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه، کارایی مصرف نیتروژن و کارایی اقتصادی کوددهی در تولید گیاه دارویی اسفرزه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در کشتزار تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد با عرض جغرافیایی 32 درجه و 21 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 50 درجه و 49 دقیقه شرقی و ارتفاع 2116

Archive of SID

www.SID.ir

متر از سطح دریا در سال 1390 اجرا شد. بنابر آمار هواشناسی و طبقه‌بندی آمبرژه، منطقه شهرکرد جزء مناطق خشک سرد می‌باشد. تیمارهای کودی سه سطح نیتروژن قابل دسترس (30، 60 و 90 کیلوگرم در هکتار) از منبع کود گاوی (به ترتیب 14/29، 28/58 و 42/87 تن کود گاوی در هکتار)، سه سطح نیتروژن (30، 60 و 90 کیلوگرم در هکتار) از منبع کود اوره و همچنین تیمار شاهد (بدون کاربرد کود) بودند. تیمارهای نیتروژن از منبع کود آلی با استفاده از درصد نیتروژن کود گاوی و با فرض 50 درصد نیتروژن قابل دسترس این کود در چرخه دوره رشد محاسبه شد (Fallah, 2012). پیش از اعمال تیمارها از کود گاوی و عمق صفر تا 30 سانتی‌متری خاک کشتزار نمونه مرکب تهیه و در آزمایشگاه ویژگی‌های آنها تعیین شد (جدول1 و 2). کود گاوی از گاوداری دانشگاه شهرکرد گردآوری شد.

در بهار پس از دیسک‌زدن و ایجاد شیارهایی به فاصله 30 سانتی‌متر، همه‌ی تیمارهای کود گاوی و نصف تیمارهای اوره در عمق 3 سانتی‌متری خاک به‌صورت نواری قرار گرفت. پس از ایجاد کرت‌هایی به ابعاد 1/5× 1/5 متر با فاصله نیم متر از یکدیگر، در تاریخ 26 خرداد کشت به صورت خطی و با تراکم زیاد در عمق 1 سانتی‌متری حاشیه جویچه‌ها انجام و بدون‌فاصله آبیاری شد. پس از استقرار کامل با تنک کردن در دو مرحله تراکم 83 بوته در متر مربع به‌دست‌آمد. آبیاری بنابر شرایط محیطی با روش بارانی هر 7-4 روز یکبار و وجین دستی علف‌های هرز در طول دوره رشد انجام گرفت. توده بذر اسفرزه از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان تهیه شده بود.

در تاریخ 25 شهریور ماه برداشت انجام شد و 25 سانتی متر اطراف هر کرت به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه، ، پس از نمونه‌گیری تصادفی از بوته‌های هر کرت در زمان برداشت محصول، دانه‌های 10 بوته را جدا کرده و در آون با دمای 60 درجه سلسیوس به مدت 48 ساعت خشک شدند و برای انجام عمل هضم با استفاده از آسیاب برقی پودر شدند (Ghasemi Siani., 2010). سپس، یک نمونه 0/3 گرمی از هر تیمار توزین شد و میزان نیتروژن با روش هضم، تقطیر و تیتراسیون و توسط دستگاه کجلدال (Bremner and Mulvaney, 1982)، میزان فسفر به روش رنگ سنجی (رنگ زرد مولیبات وانادات) توسط دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر) (Olsen and Sommers, 1982) و پتاسیم با استفاده از دستگاه شعله‌سنج نوری (فلیم فتومتر) مدل Jenway-Pfp7، اندازه‌گیری شد (Simard, 1993). میزان عناصر جذب شده نیز از حاصل‌ضرب عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) در غلظت عناصر مربوطه (درصد) به‌دست آمد. برای محاسبه جنبه های مختلف کارایی مصرف نیتروژن از رابطه‌های زیر استفاده شد (Neisani *et al.*, 2011):

$$NAE\ (kg/kg) = Yield_t - Yield_c/N\ fertilizer \quad (1)$$

$$NU_tE\ (kg/kg) = Yield_t - Yield_c/\ N\ Uptake_t - N\ Uptake_c \quad (2)$$

$$NUpE\ (\%) = (N\ Uptaket - N\ Uptakec) \times 100/\ N\ fertilizer \quad (3)$$

NAE: کارایی زراعی نیتروژن؛ NU_tE :کارایی فیزیولوژیک نیتروژن؛ NU_pE: کارایی بازیافت نیتروژن؛ $Yield_t$: عملکرد دانه در تیمار کودی؛ $Yield_c$: عملکرد دانه در تیمار شاهد؛ N fertilizer: نیتروژن مصرفی؛ $N\ Uptake_t$: نیتروژن جذب شده در تیمار کودی؛ $N\ Uptake_c$: نیتروژن جذب شده در تیمار شاهد.

جدول 1- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک زراعی پیش از انجام آزمایش.

بافت	هدایت اکتریکی دسی‌زیمنس/متر	اسیدیته	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل	پتاسیم قابل جذب	روی قابل جذب	آهن قابل جذب	مس قابل جذب
–		–	درصد		میلی‌گرم/کیلوگرم				
لوم-رسی	0/93	8	0/62	0/048	24/5	355	0/46	1/99	0/70

جدول 2- برخی ویژگی‌های شیمیایی کود گاوی مورد استفاده.

هدایت الکتریکی دسی‌زیمنس/متر	اسیدیته	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	رطوبت
	-	درصد			
1/13	7/65	0/42	0/31	1/23	25/6

Archive of SID

www.SID.ir

برای محاسبه کارایی اقتصادی کوددهی درآغاز ارزش کود اوره (با یارانه و بدون یارانه) و کود گاوی بنابر عرف منطقه تعیین شد و ارزش دانه تولیدی اسفرزه نیز بر پایه بازار تعیین شد. سپس کارایی اقتصادی کوددهی از رابطه زیر محاسبه شد (Alizade Dehkordi, 2011):

$$FEE= Bt - Bc/ C \qquad (4)$$

FEE: کارایی اقتصادی کوددهی؛ Bt: درآمد تیمار کودی؛ Bc: درامد تیمار شاهد؛ C: هزینه کوددهی.

داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون LSD در سطح 0/05 انجام گرفت.

نتایج و بحث

نیتروژن: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که غلظت و جذب نیتروژن دانه تحت تأثیر کوددهی قرار گرفت (جدول 3). به‌طورکلی کوددهی سبب افزایش 17/3 درصدی غلظت نیتروژن دانه در مقایسه با شاهد شد (شکل 1، الف). همچنین گیاهانی که نیتروژن کمتری دریافت کرده بودند، دارای غلظت نیتروژن دانه کمتری نسبت به دیگر سطوح بودند که این نتیجه با گزارش دیگر محققان نیز همخوانی داشت (Eghbal and Power, 1999). علاوه بر این، غلظت نیتروژن دانه تحت تأثیر نوع کود مصرفی نیز قرار گرفت (جدول 3). به گونه‌ای که افزایش مصرف کود گاوی غلظت نیتروژن دانه را کمتر از کود اوره افزایش داده است. همان‌طور که در شکل 1، الف دیده می‌شود در سطوح پائین کود گاوی به‌احتمال به دلیل بالا بودن نسبت کربن به نیتروژن و در نتیجه کاهش رهاسازی نیتروژن قابل دسترس گیاه، غلظت نیتروژن دانه در مقایسه با سطوح متناظر از کود اوره کمتر بوده است. Goyal *et al.* (1999) نیز افزایش نیتروژن را در حضور کودهای آلی و غیر آلی گزارش کردند. در مقایسه میانگین‌ها دیده شد که بیشترین غلظت نیتروژن در بالاترین سطح کود اوره به‌دست آمد، اگرچه تفاوت معنی‌داری با همین سطح از کود گاوی نداشت (شکل 1، الف). هر چند که در بررسیهای چندی بیشترین غلظت نیتروژن دانه در شرایط به کارگیری کود اوره به‌دست آمده است (Abbasi *et al.*, 2010; Alizade *et al.*, 2012; Pouraziz, 2012) ولی در بررسی جداگانه دیگری گزارش شده است که غلظت نیتروژن دانه اسفرزه در شرایط استفاده از کود آلی بر کود شیمیایی برتری دارد (Ghasemi Siani, 2010). با مصرف سطوح پایین کود گاوی به دلیل پایین بودن نسبت کربن به نیتروژن و در نتیجه رهاسازی کند نیتروژن معدنی، میزان نیتروژن قابل دسترس گیاه محدود بوده و غلظت آن نیز در دانه کمتر شده است (Alizade *et al.*, 2012). ولی در بیشترین میزان مصرف کود گاوی مقدار نیتروژن اضافه شده بیشتر از سطوح پایین بود و احتمال دارد، بهبود روند معدنی‌شدن نیتروژن آلی موجب افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن شده است (Judith *et al.*, 2009).

جذب نیتروژن در تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کمتر از سطوح دریافت‌کننده کود بود (جدول 3). در این ارتباط افزایش معنی‌دار جذب نیتروژن توسط اسفرزه با کاربرد 50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و همچنین افزایش معنی‌دار نیتروژن جذب شده در گیاه ذرت نسبت به شاهد گزارش شده است (Aishwath *et al.*, 2005; Judith *et al.*, 2009). جذب نیتروژن در شرایط استفاده از کود اوره بر کود گاوی برتری معنی‌داری داشت (جدول 3)،

جدول 3- تجزیه واریانس غلظت و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه با تیمارهای مختلف کود نیتروژنه.

منبع تغییر	درجه آزادی	نیتروژن		فسفر		پتاسیم	
		غلظت	جذب	غلظت	جذب	غلظت	جذب
تکرار	3	0/16	42/6	0/01	1/47	0/08	93/11
کوددهی (F)	6	0/24*	739/8*	0/02*	20/61*	0/46*	1104*
خطای آزمایشی	18	0/08	19/18	0/007	0/81	0/009	30/58
ضریب تغییرات (درصد)	-	11/30	18/15	23/92	24/33	10/10	18/33
مقایسه گروهی							
C vs. F	1	0/5*	1229*	0/03 ns	3092*	0/79*	1908*
CM vs. UF	1	0/46*	38/4 *	0/03 ns	7/26*	0/15ns	52/54*

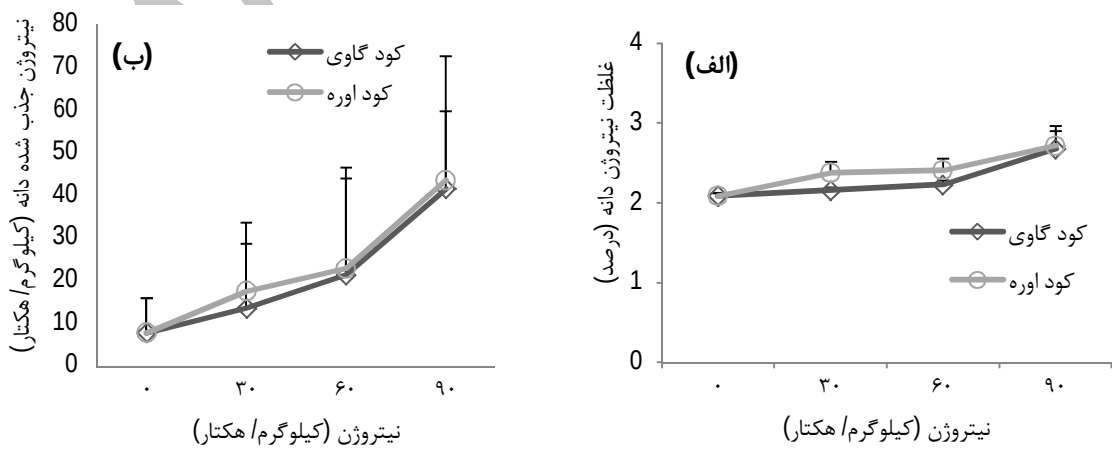
* بیانگر معنی‌داری در سطح 5 درصد و ns بیانگر غیر معنی‌داری. C: شاهد؛ CM: کود گاوی وUF: کود اوره.

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین سطح 90 کیلوگرم نیتروژن از منبع کودی اوره با داشتن غلظت نیتروژن و عملکرد دانه بالا توانسته است در مقایسه با دیگر تیمارها به استثنای سطح معادل آن از کود گاوی جذب نیتروژن بیشتری داشته باشد (شکل 1، ب). Hirzal *et al.* (2007) نیز بیان کردند که میزان جذب نیتروژن گیاه ذرت در تیمار کود دامی و کود اوره از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشته است. Patel *et al.* (2008) نیز گزارش کردند که بین سطوح 40، 80 و 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بیشترین میزان جذب نیتروژن در گیاه یولاف وحشی از سطح کودی 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد.

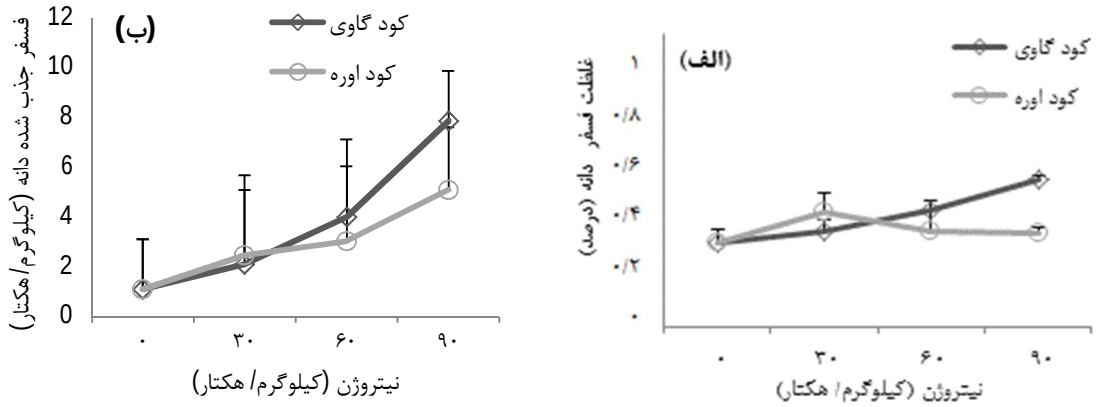
فسفر: همان‌طور که در جدول 3 دیده می‌شود تاثیر کوددهی بر غلظت و جذب فسفر در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بود. در بین تیمارهای دریافت کننده کود بیشترین غلظت فسفر دانه با 90 کیلوگرم نیتروژن از منبع کود گاوی به‌دست‌آمد (شکل 2، الف). با وجود اینکه Neisani (2010) تفاوت معنی‌داری در غلظت فسفر دانه ذرت با تیمارهای کود دامی نسبت به کود اوره ندیده است، ولی گزارش همسان دیگر پژوهشگران در زمینه برتری غلظت فسفر دانه اسفرزه در شرایط به کارگیری کود مرغی و یا کود گاوی تأییدی بر این یافته است (Ghasemi Siani, 2010; Pouryousef *et al.*, 2007). آنان دلیل این برتری را بهبود فسفر قابل دسترس خاک و ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک بیان کردند. با توجه به موجودی مطلوب فسفر خاک و در نتیجه به کارنبردن کود فسفره در تیمارهای شیمیایی، با افزایش مصرف کود گاوی میزان بیشتری فسفر نسبت به نیاز گیاه به خاک اضافه شده است. افزون بر این، افزایش قابلیت دسترسی فسفر به دلیل آزادسازی آنیون‌های آلی در فرایند تجزیه کودهای آلی نیز می‌تواند در افزایش غلظت فسفر دانه مؤثر باشد (Fallah *et al.*, 2011; Pouryousef *et al.*, 2007). فسفر قابل دسترس در خاک‌های تیمار شده با کود دامی به دلیل غنی بودن این کودها از نظر فسفر و فعالیت میکروبی خاک افزایش یافته و باعث بالا رفتن سرعت بازچرخش فسفر می‌شود (Parham, 2000). افزون بر این که جذب فسفر از منبع کود گاوی نسبت به کود اوره افزایش معنی‌داری داشت (جدول 1)، بیشترین جذب این عنصر نیز با کاربرد 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود گاوی به‌دست آمد (شکل 2، ب) که می‌تواند به دلیل بیشتر بودن غلظت فسفر در این سطح کودی (شکل 2، الف) و بالا بودن عملکرد دانه این تیمار باشد زیرا 75 درصد فسفر در دانه‌ها ذخیره می‌شود (Nourmohammadi *et al.*, 2001). Ashraf *et al.* (2006) بالابودن غلظت و جذب فسفر را در شرایط مصرف نیتروژن به وجود رابطه هم‌افزایی بین این دو عنصر نسبت دادند. بیشتر بودن جذب فسفر در شرایط استفاده از کود آلی در گیاه سورگوم علوفه‌ای (Pourazizi, 2012)، اسفرزه (Ghasemi Siani, 2010)، ذرت علوفه‌ای (Neisani, 2010) و یولاف وحشی (Patel *et al.*, 2008) نیز گزارش شده است.



شکل 1- تاثیر کوددهی بر غلظت نیتروژن (الف) و جذب نیتروژن (ب) دانه اسفرزه. میله‌های عمودی بیانگر خطای استاندارد می‌باشند.

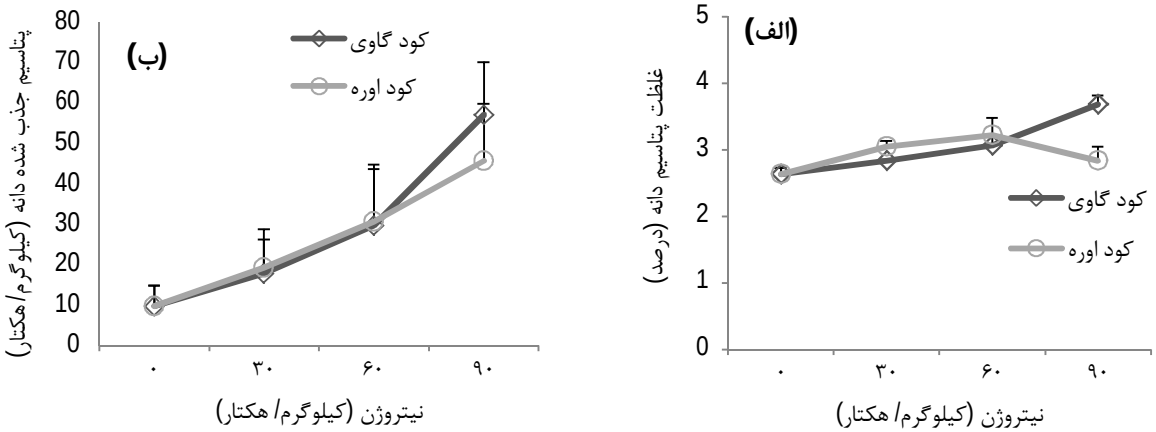
Archive of SID

www.SID.ir



شکل 2- تاثیر کوددهی بر غلظت فسفر (الف) و جذب فسفر (ب) دانه اسفرزه. میله‌های عمودی بیانگر خطای استاندارد می‌باشند.

پتاسیم: غلظت و جذب پتاسیم دانه گیاه دارویی اسفرزه در سطح احتمال 5 درصد تحت تأثیر کوددهی قرار گرفت (جدول3) و مصرف نیتروژن از هر دو منبع کودی سبب افزایش غلظت پتاسیم در اسفرزه شد که در این ارتباط با نتایج دیگر محققان هماهنگی داشت (Ashraf *et al.*, 2006). همان‌طور که در شکل 3 الف دیده می‌شود، غلظت پتاسیم دانه گیاه دارویی اسفرزه با افزایش سطوح نیتروژن از منبع کود گاوی به طور مستقیم افزایش یافت اما با افزایش سطح نیتروژن از منبع کود اوره تا 60 کیلوگرم در هکتار پتاسیم دانه افزایش یافته و پس از آن با افت 12 درصدی روبه‌رو شد. استفاده از کود گاوی موجب افزایش معنی‌دار جذب پتاسیم در مقایسه با منبع اوره شد و در بین تیمارهای کودی بیشترین جذب پتاسیم در بالاترین سطح نیتروژن مصرفی از منبع کود گاوی به‌دست آمد (شکل 3 ب). با توجه به اینکه در سطح 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد دانه تفاوت خیلی زیادی با سطوح پیشین دارد، از این روی در منبع کود گاوی میزان پتاسیم مازاد بر نیاز گیاه وجود داشته و به دلیل قابلیت دسترسی این نوع پتاسیم (Wells,2000) به احتمال موجب مصرف لوکس نیز شده است، ولی در منبع کود اوره این افزایش عملکرد موجب رقیق‌سازی عنصر شده است. هر چند که Ghasemi Siani (2010) بالاترین غلظت پتاسیم (11/99 گرم بر کیلوگرم) را با کاربرد کود اوره به‌دست آورد ولی تفاوت معنی‌داری با کود دامی نداشت. در دیگر بررسیها نیز بالاترین جذب پتاسیم (34 میلی‌گرم بر گرم) با کاربرد 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمده است (Ashraf *et al.*, 2006).



شکل 3- تاثیر کوددهی بر غلظت پتاسیم (الف) و جذب پتاسیم (ب) دانه اسفرزه. میله‌های عمودی بیانگر خطای استاندارد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

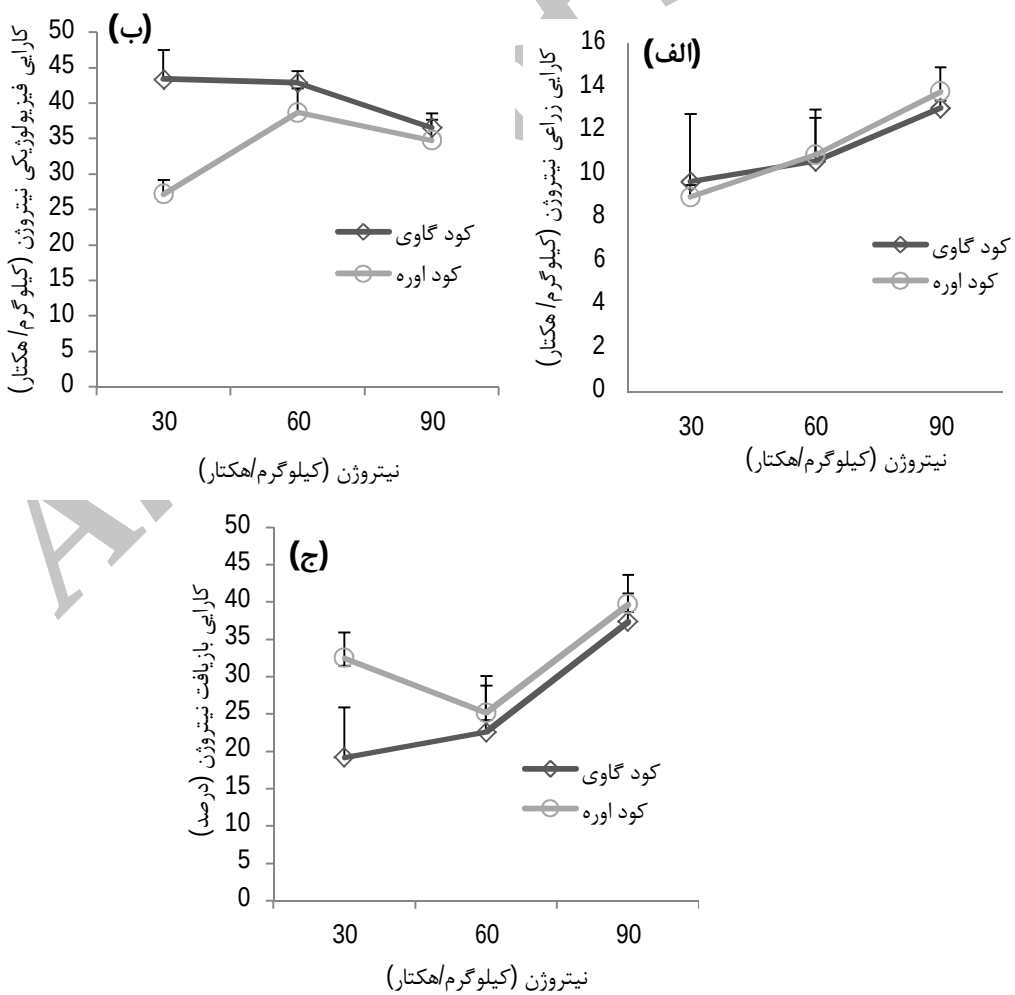
کارایی زراعی نیتروژن

کارایی زراعی نیتروژن بیان‌کننده کارایی نیتروژن و نقش آن در تولید دانه است. این شاخص، میزان تولید اندام اقتصادی به ازای نیتروژن مصرفی است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کارایی زراعی نیتروژن منابع مختلف نیتروژن و همچنین تیمارهای مختلف کودی تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول 4). با اینکه چگونگی پاسخ به نیتروژن گیاهان چهار کربنه با گیاهان سه کربنه به‌ویژه گیاه دارویی اسفرزه متفاوت است اما به‌نظر می‌رسد که افزون بر توانایی گیاه در پاسخ به نیتروژن، عامل‌های محیطی و نسبت کربن به نیتروژن کود دامی نیز بر معدنی شدن نیتروژن کود دامی و در نتیجه قابلیت دسترسی نیتروژن آن مؤثر باشند (Abuzahra and Tahboob, 2008; Ghasemi Siani, 2010).

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس کارایی زراعی، فیزیولوژیکی و بازیافت نیتروژن اسفرزه با تیمارهای مختلف کود نیتروژنه.

منبع تغییر	درجه آزادی	کارایی زراعی نیتروژن	کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن	کارایی بازیافت نیتروژن
تکرار	3	19/59	61/03	40/18
کوددهی	5	15/96^{ns}	143/56*	279*
خطای آزمایشی	15	11/54	41/1	57/65
ضریب تغییرات (%)	-	30/88	30/60	27/81
			مقایسه گروهی	
CM vs. UF	1	3/73^{ns}	329/4*	219/4*

*بیانگر معنی‌داری در سطح 5 درصد و ns بیانگر غیر معنی‌داری. CM: کود گاوی و UF: کود اوره.



شکل 4- تاثیرسطوح مختلف کودگاوی و اوره بر کارایی زراعی نیتروژن (الف)، کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن (ب)، کارایی بازیافت نیتروژن (ج) اسفرزه. میله‌های عمودی بیانگر خطای استاندارد می‌باشند.

www.SID.ir

کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن

کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن تحت تأثیر کوددهی قرار گرفت ($P<0.05$) و دو منبع از لحاظ کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن دارای تفاوت معنی‌داری بودند (جدول 4)، همانطور که در شکل 4 ب دیده می‌شود در شرایط استفاده از کود اوره با افزایش سطوح نیتروژن، کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن درآغاز به‌طور معنی‌دار افزایش و پس از آن کاهش یافت. ولی در شرایط استفاده از کود گاوی تفاوت معنی‌داری بین کارایی فیزیولوژیکی سطوح مختلف نیتروژن دیده نشد (شکل 4، ب). به نظر می‌رسد که درشرایط کاربرد پایین‌ترین سطح کود دامی، رهاسازی کمتر نیتروژن موجب شده است (شکل 1، ب) که گیاه به طور کارآمدتری از این نیتروژن برای تشکیل دانه استفاده کند. نتایج این تحقیق با گزارش Alizade Dehkordi (2011) همخوانی دارد در حالی‌که با نتایج Ghasemi Siani (2010) که بالاترین میزان کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن توسط اسفرزه در منطقه شهرکرد را در تیمار شیمیایی گزارش کردند، تفاوت داشت.

کارایی بازیافت نیتروژن

تاثیر کود مصرفی بر کارایی بازیافت نیتروژن در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بود و برتری کارایی بازیافت نیتروژن در منبع اوره نسبت به منبع کود گاوی در سطح 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 4). با افزایش سطوح کود مصرفی در منبع دامی کارایی بازیافت نیتروژن به‌صورت صعودی افزایش یافته اما در منبع اوره، کارایی بازیافت نیتروژن درآغاز به‌طور غیر معنی‌دار کاهش و آن‌گاه به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (شکل 4، ج). به‌طور کلی بالاترین میزان کارایی بازیافت نیتروژن با کاربرد 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره و یا کود گاوی به‌دست آمد (شکل4، ج). از آنجا که بیشترین عملکرد دانه اسفرزه در بالاترین سطح نیتروژن مصرفی از منبع آلی یا شیمیایی به دست آمد می‌توان نتیجه گرفت که قابلیت بالقوه عملکرد گیاه اسفرزه در پاسخ به نیتروژن بیشتر از 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار است و بر این پایه کاربرد نیتروژن کمتر از 90 کیلوگرم در هکتار به‌احتمال قادر به تقویت نسبی مطلوب منابع نورساختی (فتوسنتزی) گیاه نبوده و بر این پایه افزون بر کاهش تولید دانه می‌تواند در هدر رفت این منبع ارزشمند و درپی‌آن آلودگی زیست‌محیطی نیز نقش بیشتری داشته باشد. Russo *et al.* (2010) کاهش معنی دار کارایی جذب نیتروژن تیمار کود دامی را نسبت به شیمیایی گزارش کردند که آن را به نبودن همزمانی آزادسازی نیتروژن با نیاز گیاه در تیمار کود دامی نسبت دادند، اما Adeli *et al.* (2005) کارایی بازیافت نیتروژن توسط سویا را در کود دامی بالاتر از کود شیمیایی گزارش کردند. Hirzel *et al.* (2007) نیز بالابودن کارایی بازیافت نیتروژن در تیمارهای کود دامی نسبت به کود اوره را به دلیل افزایش قابلیت دسترسی نیتروژن در کود دامی و کاهش قابلیت آبشویی آن اعلام کردند.

کارایی اقتصادی کوددهی

همان‌طور که در جدول 5 دیده می‌شود بیش از 75 درصد هزینه کود اوره در کشور از طریق یارانه پرداخت می‌شود که این امر می‌تواند یکی از دلایل اصلی ترغیب کشاورزان در کاربرد بی‌رویه این نوع کود باشد، که این نوع کاربرد افزون بر ناپایداری در نظام تولید زراعی، احتمال آلایندگی زیست‌محیطی را نیز افزایش می‌دهد (Alizade *et al.*, 2011). مقایسه تولید و ارزش بذر تولیدی در دو نظام آلی و شیمیایی گویای آن است که سطوح هم‌ارزش از هر دو منبع کودی بدون تفاوت آماری معنی‌دار بوده و تفاوت موجود در کارایی اقتصادی نظام‌های تولیدی به تفاوت در هزینه کوددهی مربوط می‌باشد. مقایسه کارایی اقتصادی کوددهی در شرایط پرداخت و پرداخت نشدن یارانه نیز بیانگر برتری کود شیمیایی نسبت به نظام آلی بود، البته این برتری تنها مربوط به نقش کود اوره در مقایسه با کود گاوی بر عملکرد کمی محصول اسفرزه در خاکی است که نیاز به تأمین پتاسیم و فسفر نداشته است. بر این پایه محاسبه دیگر تاثیر مستقیم کود آلی مانند بهبود کیفیت محصول (شکل‌های 2 الف و 3 الف)، کمک به رشد محصول بعدی (Adeinyan and Ojeniyi, 2003) و همچنین بهبود خواص فیزیکی و بیولوژیکی خاک (Ghosh *et al.*, 2004) و همچنین تاثیر غیر مستقیم آن مانند بهبود چرخش عناصر غذایی، نگهداری رطوبت خاک، افزایش ماده آلی خاک (Celic *et al.*, 2004) به همراه هزینه کودهای فسفر و پتاسیم به‌یقین در کارایی اقتصادی و بوم‌شناختی (اکولوژیکی) این دو منبع کودی مؤثر خواهد بود. از سوی دیگر، ارزشگذاری واقعی کیفیت محصول می‌تواند در افزایش کارایی اقتصادی محصولات تولیدی نظام‌های ارگانیک نقش به سزایی داشته باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 5- جنبه‌های مختلف کارایی اقتصادی کوددهی یک هکتار اسفرزه.

نیتروژن مصرفی (کیلوگرم/هکتار)	هزینه کوددهی (ریال)	هزینه کوددهی (ریال)	تولید (کیلوگرم/هکتار)	ارزش تولید (ریال)	کارایی اقتصادی کوددهی	
	بایارانه	بدون یارانه	-	-	بایارانه	بدون یارانه
منبع کود اوره						
30	97500c	416000f	259/9c	25990000c	267b	63a
60	195000b	832000e	586/8b	58680000b	300ab	70b
90	292500a	1248000d	1173/7a	117370000a	425a	100b
منبع کود گاوی						
30	-	2143500c	260/7c	26070000c	-	12c
60	-	4287000b	586/4b	58640000b	-	14c
90	-	6430500a	1242/4a	124240000a	-	18c

در هر ستون میانگین‌های دارای دست‌کم یک حرف همسان بدون تفاوت آماری معنی‌دار بر پایه آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد می باشند.

نتیجه گیری

اگر چه ارزیابی اقتصادی تنها بر مبنای هزینه کود و درآمد ناشی از عملکرد دانه اسفرزه نشان‌دهنده برتری استفاده از کود اوره بود ولی برتری کیفیت دانه تولیدی این محصول از لحاظ فسفر و پتاسیم در شرایط کاربرد کود گاوی به همراه برابری کارایی مصرف نیتروژن در کود آلی با کود شیمیایی بیانگر نقش بوم‌شناختی برجسته کاربرد کود دامی در تولید گیاه دارویی اسفرزه و ضرورت ارزش‌گذاری کیفیت محصولات ارگانیک می‌باشد. افزون بر این، پیشنهاد می‌شود که ارزش دیگر مشخصه‌ها مانند سلامت محصول، باقی‌مانده نیتروژن در خاک، ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و دیگر جنبه‌های زیست‌محیطی نیز در تحلیل اقتصادی تولید محصولات دارویی ارگانیک مد نظر قرار گیرد.

منابع

Abbasi, M.K. Khalig, A., Shafiq, M., Kazmi, M. and Ali, T., 2010. Comparative effectiveness of urea nitrogen, poultry manure and their combination in changing soil properties and maize productivity under rainfed conditions in northeast Pakistan. Experimental Agriculture. 46, 211-230.

Abou El-Magd, M.M. Zaki, M.F. and Abou-Hussein, S.D., 2008. Effect of organic manure and different levels of saline irrigation water on growth, green yield and chemical content of sweet fennel. Australian Journal of Basic and Applied Science. 2, 90-98.

Abu-Zahra, T.R. and Tahboub, A.B., 2008. Effect of organic matter sources on chemical properties of the soil and yield of strawberry under organic farming conditions. World Applied Science Journal. 5(3), 383-388.

Adeli, A., Sistani, K.R., Rowe, D.E., and Tewolde, H., 2005. Effects of broiler litter on soybean production and soil nitrogen and phosphorus concentration. Agronomy Journal. 97,314-321.

Adeinyan, O.N. and Ojeniyi, S.O., 2003. Comparative effectiveness of different level of poultry manure with NPK fertilizer on residual soil fertility, nutrient uptake and yield of maize. Journal of Agricultural Research. 4, 91-97.

Aishwath, O.P.C.D Ehandra, R., Kumar, D. and Jha, B.K., 2005. Yield and uptake of macronutrient by isabgol (*Plantago ovata* Forssk.) with nitrogen and phosphorus under medium soil fertility. Journal of the Indian Society of Soil Science. 53, 410-412.

Alizade Dehkordi, P., 2011. The effect of organic manures and urea on soil net nitrogen mineralization and maize growth and yield with irrigation cessation at the flowering stage. MS.c. Thesis. Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Alizade, P. Fallah, S., Raeisi, F., and Tadayyon M.R., 2011. Economic analysis of the use of chemical fertilizer and manure in culture of corn. In Proceedings 1st National Congress of Sience and Modern Technologies in Agriculture, 10th-12th September, Zanjan, Iran. pp.136-139.

Alizade, P., Fallah, S. and Raeisi, F., 2012. Potential N mineralization and availability to irrigated maize in a calcareous soil amended with organic manures and urea under field conditions. International Journal of Plant Production. 6(4), 493-512.

Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen Total. In: A.L. and Miller R.H. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Chemical and

Archive of SID

www.SID.ir

microbiological properties American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, pp. 595-924.

Celik, I., Otras, I. and Kilic, S., 2004. Effect of composte, mychorhiza, manure and fertilizer on some physical properties of Choroma Xerertb soil. Soil and Tillage Research. 78, 56-67.

Eghbal, B. and Power, J.F., 1999. Composted and noncomposted manure application to conventional and no-tillage systems: Corn yield and nitrogen uptake. Agronomy Journal. 91, 819-825.

Fallah, S., 2012. Recovery of residual fertilizer nitrogen by canola in a winter canola forage maize rotation. Joural of Agroecology. 1(2), 75-83.

Fallah, S. Ghalavand, A. and Khajepoor, M., 2007. Effects of incorporation methods of manure with soil and its integration with chemical fertilizer on yield and yield component of grain corn (*Zea mays* L.) in Khoram-Abad Lorestan. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 40, 233-242.

Ghasemi Siani, E., 2010. Study on seed quantity and quality of *Plantago Ovata* under different nitrogen levels and irrigation regims. MS.c. Thesis. Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Ghasemi Siani, E. Fallah, S. and Tadayyon, A., 2011. Study on yield and seed quality of *Plantago Ovata* Forssk, under different nitrogen treatments and different nitrogen. Indian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 127(3), 517-528.

Ghosh, P.K. Ramesh, P., Bandyopadhay, K.K., Tripathi, A.K., Hati, K.M. and Misra, A.K., 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisoils of semi-arid tropics. I. Crop yields and systems in performance. Bioresource Technology. 95, 77-83.

Goyal, S., Chander, K., Mundra, M.C. and Kapoor, N.K., 1999. Influence of nutrient fertilizers and organic amendment on soil organic matter and soil microbial properties under tropical conditions. Biology and Fertility of Soils. 29, 196-200.

Hatch, D.J. Goodlass, G., Joynes, A. and Shepherd, M.A., 2007. The effect of cutting, mulching and applications of farmyard manure on nitrogen fixation in a red clover grass sward. Bioresource Technology. 98, 3243-3248.

Hirzel, J., Matus, I., Novoa, F. and Walter, I., 2007. Effect of poultry litter on single maize (*Zea mays* L.) production and nutrient uptake. Spanish Journal of Agricultural Research. 5 (1), 102-109.

Jasinska, Z., Malarz, W., Budzunski, W. and Tobala, P., 1993. Effect of the method of applying nitrogen fertilizer in spring on the yield of winter rape. Postepy Napredne Učne Kocke Roluiczuck, Poland. 40(6), 33-40.

Jones, C., Olson-Rutz, K. and Pariera Dinkins, C., 2011. Nutrient uptake timing by crop to assist with fertilizing decisions. Available online at: http://landresources.montana.edu/soilfertility/

Judith, N., Chantigny, M., Dayegamiye, A. and Laverdiere, M., 2009. Dairy cattle manure improves soil productivity in low residue rotation systems. Agronomy Journal. 101, 207-214.

Larney, F.J. and Janzen, H.H., 1997. A simulated erosion approach to assess rates of cattle manure and phosphorus fertilizer for restoring productivity to eroded soils. Agriculture Ecosystem and Environment. 65, 111-126.

Mohammadi, K.H., Pasari, B., Rokhzad, A., Ghalavand, A., Aghaalikhani, M. and Eskandari, M., 2011 .Response of grain yield and canola quality to different resources of farmyard manure, compost and biofertilizers in Kurdestan region. Electronic Journal of Crop Production. 4(2), 81-101.

Neisani, S., 2010. Effect of different levels of poultry litter and manure and urea fertilizers on quantity and quality characteristics of silage maize in drought stress conditions at tasselling. MS.c. Thesis. Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Neisani, S. Fallah, S., and Raiesi, F., 2012. The effects of broiler litterand urea fertilizer on agronomic characteristics of silage maize in drought stress conditions. Journal of Agroecology. 3(4), 525-534.

Noormohammadi, G.H. Siadat, A. and Kashani, A., 2001. Cereal Crops. Shahid Chamran University Press, Ahvaz, Iran.

Olsen, S.R. and Sommers, C.E., 1982. Phosphorus. In: Miller, R.H. and Keeney D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, pp. 403-430.

Parham, J.A. Deng, S.P., Raun, W.R., and Johnson, G.V., 2000. Long term cattle manure application in soil I. Effect on soil phosphorus levels microbial biomass C and phosphatase activities. Biology and Fertility of Soils. 35, 328-337.

Patel, M.R. Sadhu, A.C. and Patel, J.C., 2008. Effect of irrigation, nitrogen and bio-fertilizer inoculation on N, P and K content and uptake of forage oat (*Avena sativa* L.). Research on Crops. 9(3), 544-546.

Pourazizi, M., 2012. Effect of integrated and conventional fertilizer systems on soil nitrogen mineralization and quantitative and qualitative characteristics of forage sorghum. MS.c. Thesis. Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Pouryousef, M., Chaichi, M.R., Mazaheri, D., Tabatabaii, M.F. and Jafari, A.A., 2007. Effect of different soil fertilizing systems on seed and mucilage yield and seed P content of Isabgul (*Plantago ovata* Forssk.). Asian Journal of Plant Science. 6(7), 1088-1092.

Archive of SID

www.SID.ir

Reddy, D.D., Subba, A. and Rupa, T.R., 2000. Effect of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yield and soil organic in a vertical. Bioresource Technology. 75, 113-118.

Robbins, C.W., Freeborn, L.L. and Westermann, D.T., 2000. Organic phosphorus source effects on calcareous soil phosphorus and organic carbon. Journal of Environmental Quality. 29(3), 973-978.

Roose, T., 2000. Mathematical model of plant nutrient uptake. Ph.D. Thesis. University of Oxford, Oxford, UK.

Russo, M.A., Belligno, A., Wu, J.Y. and Sadro, V., 2010. Composting mineral and organic nitrogen fertilizer impact on soil-plant-water system in succession of three crops. Recent Research in Science and Technology. 2 (1), 14-22.

Sikora, L.G. and Enkiri, N.K., 2003. Availability of poultry compost P to fescue as compared to triple super phosphate. Soil Science. 168, 192-199.

Simard, R.R., 1993. Ammonium acetate- extractable elements. In: Carter, M.R. (Eds.), Soil Sampling and Method of Analysis. Lewis Publishers, Boca Raton F.L. USA, pp. 39-42.

Tavassoli, A., Ghanbari, A., Heidari, M., Paygozar, Y. and Esmaeelian, Y., 2010. Effect of treated wastewater combined with various amounts of manure and chemical fertilizers on nutrient content and yield in corn. Journal of Water and Wastewater. 3, 37-44.

Toor, G.S., 2009. Enhancing phosphorus availability in low-phosphorus soils by using poultry manure and commercial fertilizer. Soil Science. 174 (6), 358-364.

Wells, K.L., 2000. The agronomic of manure use for crop production. Available Online at: www.uky.edu/Ag/Animal Science/ pubs/agr 165.

Zotarelli, L., Scholberg, J.M., Dukes, M.D. and Muŏz-Carpena, R., 2008. Fertilizer Residence time affects nitrogen uptake efficiency and growth of sweet corn. Journal of Environmental Quality. 37, 1271–1278.

Archive of SID

www.SID.ir

Changes in the concentration and uptake of macronutrients, fertilization economic efficiency and nitrogen use efficiency for isabgol medicinal plant production under different treatments of manure and chemical fertilizers

Samira Nasirzade,[1] Seyfollah Fallah[1*] and Maryam Heidari[2]
[1]Department of Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran.
[2]Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran.

[*]Corresponding author: falah1357@yahoo.com

Abstract

In order to investigate the effects of organic and inorganic fertilizer rate on the concentration and uptake of some macronutrients, nitrogen use efficiency and economic efficiency of fertilizer applications in the production of isabgol (*Plantago ovata* Forssk) medicinal plant, an experiment was conducted in a randomized complete block design with seven treatments and four replications at the research farm of Shahrekord University in 2011. Fertilizer treatments consisted of control (no fertilizer), three levels of available nitrogen (30, 60 and 90 kg ha^{-1}) of cow manure and three levels of available nitrogen (30, 60 and 90 kg ha^{-1}) of urea fertilizer. Results showed that the application of fertilizer caused a significant increase in nitrogen and potassium concentration of seed and uptake of nitrogen, phosphorus and potassium of seed (P<0.05). Seed nitrogen concentration and uptake in urea fertilizer application were significantly higher than in cow manure (P<0.05). But, the uptake of phosphorus and potassium were significantly higher in the cow manure application than the urea fertilizer application, where the concentration of 90 kg ha^{-1}in the form of cow manure were 7.8 and 57.24 g kg^{-1}, respectively. Generally, the highest of concentration and uptake of nutrients, nitrogen physiological and recovery efficiency were obtained in 90 kg ha^{-1} nitrogen as a urea and/or cow manure source. Although, the nitrogen agronomic efficiency of these two N sources have no significant difference, the nitrogen physiological efficiency, nitrogen recovery efficiency and fertilizer economic efficiency of both fertilizers have significant differences. Therefore, it is concluded that the better quality of phosphorus and potassium in seed in applications of cow manure, in addition to the equal nitrogen use efficiency of these two N sources indicate the superior ecological role of the application of manure in production of isabgol medicinal plant and the necessity of its quality validation in organic crops.

Keywords: Nitrogen agronomic efficiency, Nutrient uptake, Organic, Potassium, Phosphorus.

Archive of SID

www.SID.ir