



تأثیر بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر کارایی مصرف نیتروژن در اسفناج

شهرام کیانی و محبوبه قیطاسی

گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات (DMPP) بر کارایی مصرف نیتروژن به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه عامل نوع کود نیتروژنه (شاهد، اوره، سولفات نیترات آمونیوم، سولفات نیترات آمونیوم با بازدارنده نیترات‌سازی DMPP)، نوع خاک (رسی سیلتی، لوم و شنی لومی) و نوع رقم (گیانسانتوس و وایکینگ) در سه تکرار در دانشگاه شهرکرد روی گیاه اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) انجام شد. نتایج نشان داد کاربرد سولفات نیترات آمونیوم با بازدارنده نیترات‌سازی DMPP منجر به کاهش معنی‌دار کارایی مصرف نیتروژن (زراعی و فیزیولوژیک) به ترتیب به مقدار ۱۲ و ۸ درصد) در مقایسه با تیمار مشابه اما فاقد بازدارنده شد که دلیل این مسئله را می‌بایستی به کاهش رشد اسفناج در نتیجه کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی DMPP نسبت داد. بیشترین کارایی مصرف نیتروژن (زراعی، بازیافت و فیزیولوژیک) در خاک لومی مشاهده شده و رقم گیانسانتوس در مقایسه با وایکینگ کارایی مصرف نیتروژن بیشتری داشت.

واژه‌های کلیدی: بازدارنده نیترات‌سازی DMPP، نوع خاک، رقم اسفناج.

مقدمه

نیتروژن از عناصری است که در سطح گسترده‌ای از طبیعت پراکنده شده است. این عنصر پویا، بین هوای خاک و موجودات زنده در گردش است. نقش اصلی نیتروژن در ساخت پروتئین‌های گیاهی است، علاوه بر آن قسمتی از کلروفیل را نیز تشکیل می‌دهد. کاربرد نیتروژن به‌ویژه در خاک‌هایی با ماده آلی کم یکی از راه‌کارهای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی است. در چند دهه اخیر مصرف کودهای شیمیایی در کشور به شدت افزایش یافته است. افزایش بی‌رویه در مصرف کودهای شیمیایی منجر به افزایش هزینه شده و از طرف دیگر، باعث ورود مقدار زیادی از نیتروژن به خاک، اتمسفر و آب می‌شود. این موضوع سلامت انسان و دیگر جانداران را در معرض تهدید قرار می‌دهد (ملکوتی، ۱۳۷۹).

پایین بودن کارایی بازیافت کودهای نیتروژنه نه تنها از لحاظ اقتصادی دارای اهمیت زیادی است بلکه به خاطر جنبه‌های زیست محیطی نیز قابل توجه می‌باشد. آلودگی آب‌های زیرزمینی به یون نیترات استفاده از آن‌ها را برای مصارف شرب شهری با مشکلات عدیده‌ای مواجه ساخته است. از طرف دیگر راه‌یابی نیترات به آب‌های سطحی نیز منجر به ایجاد پدیده آب‌تاهی و بدنال آن ایجاد محدودیت در زندگی آبزیان و همچنین کاهش شدید کیفیت آب‌های سطحی شده است. همچنین فرآیند نیترات‌زدایی با رهاسازی گاز اکسید نیترو به اتمسفر باعث تخریب لایه ازن می‌شود. بنابراین افزایش کارایی مصرف کودهای نیتروژنه یکی از چالش‌های کشاورزی مدرن امروزی است که از گذشته نیز به آن توجه ویژه‌ای شده است. براساس برآوردهای انجام شده افزایش کارایی مصرف نیتروژن تنها به میزان ۲ درصد بیش از ۲/۵ میلیارد دلار به اقتصاد جهانی کمک می‌کند (Ladha et al., 2005).

تاکنون استراتژی‌های مختلفی برای افزایش کارایی مصرف نیتروژن در محصولات کشاورزی پیشنهاد شده است. یکی از روش‌های افزایش کارایی مصرف نیتروژن استفاده از بازدارنده‌های نیترات‌سازی است. بازدارنده‌های نیترات‌سازی ترکیب‌هایی هستند که اکسایش زیستی یون آمونیوم (NH_4^+) به نیتريت (NO_2^-) را به‌واسطه کاهش فعالیت باکتری نیتروزوموناس به تأخیر می‌اندازند (Pasda et al., 2001). ترکیب ۳ و ۴- دی متیل پیرازول فسفات (DMPP) یک بازدارنده جدید نیترات‌سازی است

که توسط شرکت باسف آلمان تولید شده است (Zerulla et al., 2001). این ماده می‌تواند به طور معنی‌داری آبشویی نیترات را کاهش دهد، بدون اینکه خودش آبشویی شود. استفاده از DMPP همراه با کودهای نیتروژنه توانسته است عملکرد محصولات کشاورزی را بهبود بخشد. این تأثیرات احتمالاً در نتیجه افزایش ذخیره نیتروژن معدنی، کاهش تعداد دفعات کاربرد کود نیتروژن و نگهداری نیتروژن خاک به شکل آمونیوم است (Zerulla et al., 2001).

تحقیقات انجام شده نشان داده است مصرف بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴- دی متیل پیرازول فسفات منجر به افزایش کارایی مصرف نیتروژن در گندم پاییزه و پنبه در یونان شده است (Douma et al., 2005). تأثیر مثبت کاربرد بازدارنده‌های نیترات‌سازی بر کارایی مصرف نیتروژن در تحقیقات Ortega et al (2006) در محصولات کشاورزی شیلی نیز دیده شده است. همچنین Sharma and Kumar (1998) عنوان کردند کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی دی سیانو دی آمید منجر به کاهش میزان کود نیتروژن مصرفی و افزایش جذب نیتروژن و کارایی مصرف نیتروژن در گندم شده است. نتایج تحقیقات Roco and Blu (2006) نیز نشان داد کاربرد کود سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴- دی متیل پیرازول فسفات منجر به افزایش وزن خشک، نگهداری نیتروژن خاک در سطح بالاتر و افزایش کارایی مصرف کود نیتروژن در کلم بروکلی و چاودار شد. بنابراین با توجه به موارد فوق در تحقیق حاضر سعی شده است تأثیر استفاده از بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴- دی متیل پیرازول فسفات را بر کارایی مصرف نیتروژن در دو رقم اسفناج در سه نوع خاک با بافت متفاوت مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه عامل نوع کود نیتروژنه، نوع خاک و نوع رقم (گیانسانتوس و وایکینگ) در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد روی گیاه اسفناج انجام شد. نوع کود نیتروژنه شامل چهار سطح بود که عبارتند از: ۱- عدم مصرف کود نیتروژنه به عنوان شاهد، ۲- مصرف نیتروژن از منبع اوره، ۳- مصرف سولفات نیترات آمونیوم، ۴- مصرف سولفات نیترات آمونیوم با بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴- دی متیل پیرازول فسفات (به میزان ۰/۸ درصد). عامل نوع خاک نیز شامل ۳ نوع بافت ریز (رسی سیلتی)، متوسط (لوم) و درشت (شنی لومی) بود. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری با توجه به روش‌های معمول آزمایشگاهی تعیین گردید (احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲). میزان نیتروژن مصرفی در تمام تیمارهای آزمایشی ثابت و برابر ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک بود که در دو تقسیم مساوی قبل از کشت و یک ماه پس از کشت مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور اجرای آزمایش، پس از تهیه خاک‌ها و الک کردن آنها با استفاده از الک ۶ میلی‌متری نسبت به مصرف عناصر غذایی مورد نیاز اسفناج اقدام شد. بدنبال آن نمونه‌های خاک به درون گلدان‌های پلاستیکی ۷ لیتری ریخته شد و به داخل گلخانه منتقل شدند. در هر گلدان ۱۲ عدد بذر اسفناج کاشته شد که پس از مرحله استقرار ۵ بوته حذف شد. سپس مراقبت‌های زراعی معمول در حین دوره داشت (به مدت ۹ هفته) در گلخانه تا زمان برداشت صورت گرفت. پس از برداشت اسفناج نمونه‌ها با آب معمولی و سپس با آب مقطر شسته شده و برای خشک شدن به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. سپس وزن خشک نمونه‌ها با ترازوی رقومی اندازه‌گیری شده و بدنبال آن نمونه‌ها برای اندازه‌گیری درصد نیتروژن با استفاده از آسیاب برقی خرد شده و غلظت نیتروژن در آنها با روش کجلدال تعیین گردید (امامی، ۱۳۷۵).

شاخص‌های کارایی مصرف نیتروژن که در این پژوهش محاسبه شدند شامل کارایی زراعی (Agronomic Efficiency, AE) (رابطه ۱)، کارایی بازیافت (Recovery Efficiency, RE) (رابطه ۲)، کارایی فیزیولوژیک (Physiological Efficiency, PE) (رابطه ۳) هستند (Ladha et al., 2005).

$$AE_N = (Y_T - Y_0) / F_N = \Delta Y / \Delta N \quad (1)$$

در این رابطه: AE_N معادل کارایی زراعی نیتروژن بر حسب گرم ماده خشک تولیدی بر گرم نیتروژن مصرفی، Y_T مساوی وزن خشک اندام هوایی در تیمار دارای نیتروژن کودی، Y_0 نماینده وزن خشک اندام هوایی در تیمار شاهد (بدون مصرف نیتروژن) و F_N نشان‌دهنده میزان نیتروژن مصرفی است.

$$RE_N = (U_T - U_0) / F_N = \Delta U / \Delta N \quad (2)$$

در این رابطه: RE_N نشان‌دهنده کارایی بازیافت نیتروژن بر حسب درصد، U_T نماینده جذب نیتروژن توسط اندام هوایی در تیمار دارای نیتروژن کودی، U_0 مساوی جذب نیتروژن توسط اندام هوایی در تیمار شاهد (بدون مصرف نیتروژن) و F_N معادل میزان نیتروژن مصرفی است.

$$PE_N = (Y_T - Y_0) / (U_T - U_0) = \Delta Y / \Delta U \quad (3)$$

در این رابطه PE_N نشان‌دهنده کارایی فیزیولوژیک نیتروژن بر حسب گرم ماده خشک تولیدی بر میلی‌گرم نیتروژن جذب شده بوده و سایر پارامترها مشابه روابط بالا هستند.

نتایج حاصله توسط نرم افزار آماری SAS (نسخه ۸/۰۲) تجزیه و تحلیل شد و برای مقایسه و کلاسه‌بندی میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار فیشر (LSD) با سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

کلیه خاک‌های مورد بررسی مشکل شوری نداشته و به دلیل وجود کربنات کلسیم معادل پ.هاش آنها از ۷ بیشتر می‌باشد. میزان ماده آلی در کلیه خاک‌های مورد مطالعه بسیار کم است. بر اساس نتایج جدول یک مقادیر فسفر و پتاسیم قابل استفاده و همچنین مقادیر آمونیوم و نیترات محلول و تبادل در خاک دارای بافت لوم نسبت به خاک دارای بافت لوم نسبت به خاک شنی لومی بیشتر می‌باشد. این مسئله نشان‌دهنده آن است که از دیدگاه حاصلخیزی، خاک رسی سیلتی در جایگاه اول قرار داشته و خاک‌های لوم و شنی لومی در جایگاه‌های بعدی قرار می‌گیرند (جدول ۱).

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک	پ.هاش*	قابلیت هدایت الکتریکی**	ماده آلی	کربنات کلسیم معادل	فسفر قابل استفاده	پتاسیم محلول و تبدالی	آمونیم	نیترات	بافت خاک
	dS m ⁻¹	%	mg kg ⁻¹						
۱	۷/۹	۰/۱۴	۰/۲۶	۲۸/۵	۶/۳	۱۱۹/۵	۳/۷	۰/۵	Loamy Sand
۲	۷/۹	۰/۲۳	۰/۳۰	۲۹/۰	۱۳/۰	۶۰۴/۴	۹/۹	۱/۵	Loam
۳	۸/۰	۰/۳۱	۰/۳۵۰	۳۶/۲	۱۴/۵	۷۷۶/۷	۱۳/۶	۴/۶	Silty Clay

* در سوسپانسیون ۱ به ۲ خاک به آب مقطر

** در عصاره ۱ به ۲ خاک به آب مقطر

بر اساس نتایج حاصله تأثیر نوع خاک و نوع رقم بر کارایی زراعی و بازیافت و همچنین تأثیر نوع خاک بر کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار شده است. همچنین تأثیر منبع نیتروژن و نوع رقم بر کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در سطح ۵ درصد آماری معنی‌دار گردیده است. با این وجود تأثیر منبع نیتروژن بر کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن و همچنین بر همکنش منبع نیتروژن و خاک، منبع نیتروژن و رقم، خاک و رقم، و نهایتاً منبع نیتروژن با خاک و رقم بر کارایی زراعی، بازیافت و فیزیولوژیک نیتروژن معنی‌دار نشده است. نتایج مقایسه میانگین تأثیر منبع نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن نشان داد کاربرد سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات‌سازی DMPP باعث کاهش کارایی زراعی نیتروژن نسبت به تیمار مشابه اما فاقد بازدارنده به مقدار ۱۲ درصد شد. با این وجود کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی DMPP تأثیر معنی‌داری بر کارایی زراعی نیتروژن در مقایسه با اوره نداشت. همچنین تفاوت معنی‌داری بین دو کود سولفات نیترات آمونیوم و اوره مشاهده نشد (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصله کاربرد منابع مختلف نیتروژن تأثیری بر کارایی بازیافت نیتروژن نداشت. اما کاربرد سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات‌سازی DMPP منجر به کاهش معنی‌دار (۸ درصد) کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در مقایسه با تیمار مشابه اما فاقد بازدارنده و اوره شد (جدول ۲). با این حال تفاوت معنی‌داری بین کود سولفات نیترات آمونیوم و اوره از نظر کارایی فیزیولوژیک نیتروژن مشاهده نشد. بر اساس نتایج حاصله بیشترین

کارایی زراعی نیتروژن با کاربرد سولفات نیترات آمونیوم (۱۵/۱۷ گرم بر گرم نیتروژن مصرفی) بدست آمد (جدول ۲). این امر نشاندهنده آنست که برای تولید ۱۵/۱۷ گرم اسفناج نیاز به مصرف ۱ گرم نیتروژن می‌باشد. همچنین بیشترین مقدار کارایی بازیافت نیز با کاربرد کود سولفات نیترات آمونیوم حاصل شده است که نشانگر این مسئله است که ۴۰/۷ درصد نیتروژن مصرفی توسط اسفناج از خاک جذب شده است. به طور کلی کارایی بازیافت نیتروژن برای تولید غلات در کشورهای در حال توسعه ۲۹ درصد و برای کشورهای توسعه یافته حدود ۴۲ درصد است (Raun and Johnson, 1999). افزایش کارایی بازیافت نیتروژن منجر به هدررفت نیتروژن کمتری از خاک شده و در درازمدت در کاهش آلاینده‌های زیست محیطی نقش بسزایی خواهد داشت (Singh and Verma, 2007). در این میان بیشترین کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در دو کود اوره و سولفات نیترات آمونیوم به مقدار ۰/۰۳۶ گرم بر میلی‌گرم نیتروژن جذب شده (جدول ۲) مشاهده شد که نشان‌دهنده این مسئله است که با جذب ۱ میلی‌گرم نیتروژن توسط اسفناج ۳۶ میلی‌گرم ماده گیاهی تولید شده است.

جدول ۲- تأثیر منبع نیتروژن بر کارایی زراعی، بازیافت و فیزیولوژیک نیتروژن

منبع نیتروژن	کارایی زراعی (g g ⁻¹)	کارایی بازیافت (%)	کارایی فیزیولوژیک (g mg ⁻¹)
اوره	۱۴/۴۳ ^{AB}	۳۹/۱۴ ^A	۰/۰۳۶ ^A
سولفات نیترات آمونیوم	۱۵/۱۷ ^A	۴۰/۶۶ ^A	۰/۰۳۶ ^A
سولفات نیترات آمونیوم با بازدارنده DMPP	۱۳/۳۹ ^B	۳۹/۸۶ ^A	۰/۰۳۳ ^B

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند (آزمون LSD).

به طور کلی هدف از کاربرد بازدارنده‌های نیترات سازی طولانی کردن حضور نیتروژن در خاک به شکل آمونیوم و افزایش کارایی مصرف نیتروژن است (Díez-López et al., 2008). پژوهش‌های انجام شده در مورد کاربرد بازدارنده‌های نیترات سازی، بیانگر تأثیر مثبت آنها بر کارایی مصرف نیتروژن (کارایی زراعی و جذب) بوده است (Ortega et al., 2006; Roco and Blu, 2010; Fangueiro et al., 2009; Villar and Guillaumes, 2010). با این وجود در برخی دیگر از پژوهش‌ها کاربرد بازدارنده‌های نیترات سازی تأثیری بر کارایی مصرف نیتروژن نداشته است (Arregui and Quemada, 2008). بر مبنای نتایج این تحقیق کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP نه تنها کارایی مصرف (زراعی و فیزیولوژیک) نیتروژن را افزایش نداد بلکه منجر به کاهش معنی‌دار آنها نیز گردید. دلیل این مسئله را می‌بایستی به کاهش رشد اسفناج (وزن تر و خشک) در نتیجه کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP نسبت داد. کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک اسفناج در اثر کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی DMPP می‌تواند به دلیل اثرات منفی سطوح بالای آمونیوم بر رشد گیاه در نتیجه عدم تبدیل آمونیوم به نیترات باشد. زمانی که جذب آمونیوم گیاه از میزان آسیمیلایسیون آن تجاوز کند، تجمع آمونیوم آزاد در بافت گیاهی رخ می‌دهد. تجمع آمونیوم آزاد و انتقال آن به برگ‌ها می‌تواند بسیاری از فرایندهای سوخت و ساز از قبیل فتوسنتز را مختل کرده و در نهایت منجر به کاهش عملکرد شود (Marschner, 1995).

بر مبنای نتایج حاصله تفاوت معنی‌داری بین سه نوع خاک در کارایی مصرف نیتروژن وجود داشت. به طوری‌که کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن در خاک لومی نسبت به دو خاک لومی شنی و رسی سیلتی افزایش معنی‌داری یافت. بیشترین کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن مربوط به خاک لومی به ترتیب به مقدار ۱۷/۴۷ گرم بر گرم نیتروژن مصرفی و ۴۶/۱ درصد و کمترین کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن مربوط به خاک شنی لومی به مقدار ۱۱/۹۴ گرم بر گرم نیتروژن مصرفی و ۳۲/۶ درصد بود. همچنین تفاوت معنی‌داری بین دو بافت شنی لومی و لوم در مقایسه با بافت رسی سیلتی در کارایی فیزیولوژیک نیتروژن وجود داشت. به طوری‌که بیشترین کارایی فیزیولوژیک مربوط به دو خاک شنی لومی و لومی به ترتیب به مقدار ۰/۰۳۷ و ۰/۰۳۶ گرم بر میلی‌گرم نیتروژن جذب شده بود (جدول ۳). بهر حال افزایش معنی‌دار کارایی مصرف نیتروژن در خاک لوم نسبت به دو خاک دیگر (به استثنای کارایی فیزیولوژیک در خاک شنی لومی) را بایستی در نحوه عرضه آمونیوم و نیترات این خاک به اسفناج جستجو کرد. نگهداشت زیاد آمونیوم در خاک رسی سیلتی در مقایسه با خاک لومی و

بروز اثرات سمی آن بر رشد اسفناج می‌تواند دلیل خوبی برای کاهش معنی‌دار کارایی مصرف نیتروژن (زراعی، بازیافت و فیزیولوژیک) در خاک رس سیلتی در مقایسه با خاک لوم باشد. به طور عکس توانایی ضعیف خاک شنی لومی در عرضه نیترات و آمونیوم به اسفناج در مقایسه با خاک لومی و به تبع آن کاهش رشد اسفناج دلیل محکمی بر کاهش معنی‌دار کارایی زراعی و فیزیولوژیک نیتروژن در این خاک در مقایسه با خاک لومی است.

جدول ۳- تأثیر نوع خاک بر کارایی زراعی، بازیافت و فیزیولوژیک نیتروژن

بافت خاک	کارایی زراعی ($g\ g^{-1}$)	کارایی بازیافت (%)	کارایی فیزیولوژیک ($g\ mg^{-1}$)
شنی لوم	۱۱/۹۴ ^C	۳۲/۵۸ ^C	۰/۰۳۷ ^A
لوم	۱۷/۴۷ ^A	۴۶/۰۹ ^A	۰/۰۳۶ ^A
رسی سیلتی	۱۳/۵۸ ^B	۴۰/۹۹ ^B	۰/۰۳۲ ^B

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند (آزمون LSD).

نتایج حاصله نشان داد نوع رقم اسفناج تأثیر معنی‌داری بر کارایی مصرف نیتروژن داشت. به طوری که کارایی زراعی، بازیافت و فیزیولوژیک نیتروژن در رقم برگ صاف گیانت سانتوس نسبت به رقم برگ چروک وایکینگ به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۴). از آنجایی که در محاسبه کارایی زراعی و فیزیولوژیک، وزن گیاه در صورت کسر قرار می‌گیرد بنابراین رقمی که بیشترین وزن تر و خشک را تولید کرده بهترین استفاده را از نیتروژن برای رشد برده است. بر مبنای نتایج حاصله رقم گیانت سانتوس در مقایسه با رقم وایکینگ وزن تر و خشک بیشتری داشته که نتیجه آن افزایش کارایی زراعی و فیزیولوژیک در این رقم بوده است. کارایی فیزیولوژیک بیانگر توانایی گیاه برای تولید ماده خشک از نیتروژن جذب شده است (Ladha et al., 2005). از طرف دیگر کارایی بازیافت نیتروژن در رقم گیانت سانتوس در مقایسه با وایکینگ به طور معنی‌داری افزایش یافته است (جدول ۴). کارایی بازیافت ظرفیت گیاه را برای جذب نیتروژن نشان می‌دهد (Ladha et al., 2005). چون که در محاسبه کارایی بازیافت، جذب نیتروژن توسط گیاه در صورت کسر قرار می‌گیرد بنابراین رقمی که بیشترین جذب نیتروژن را داشته متعاقباً بیشترین کارایی بازیافت را نیز خواهد داشت. بر اساس نتایج حاصله جذب نیتروژن در رقم گیانت سانتوس به طور معنی‌داری بیشتر از رقم وایکینگ بوده که حاکی از توانایی بهتر این رقم در استفاده از نیتروژن خاک است. توانایی ارقام گیاهی در استفاده بهتر از عناصر غذایی به خصوصیات ژنتیکی آنها ارتباط داشته (Marschner, 1995) و استفاده از این عامل در مدیریت تولید محصول می‌تواند به کاهش هزینه‌های تولید کمک شایانی کند.

جدول ۴- تأثیر نوع رقم اسفناج بر کارایی زراعی، بازیافت و فیزیولوژیک نیتروژن

رقم اسفناج	کارایی زراعی ($g\ g^{-1}$)	کارایی بازیافت (%)	کارایی فیزیولوژیک ($g\ mg^{-1}$)
گیانت سانتوس	۱۶/۰۹ ^A	۴۳/۳۲ ^A	۰/۰۳۷ ^A
وایکینگ	۱۲/۵۷ ^B	۳۶/۴۵ ^B	۰/۰۳۴ ^B

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند (آزمون LSD).

بر اساس نتایج این تحقیق کاربرد سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP منجر به کاهش معنی‌دار کارایی زراعی و فیزیولوژیک نیتروژن به دلیل تأثیر منفی سطوح بالای آمونیوم بر رشد گیاه شد. از این منظر و به لحاظ مدیریت تولید محصول استفاده از کود فوق الذکر در مزارع زیر کشت اسفناج قابل توصیه نمی‌باشد.

منابع

احیایی ع. و بهبهانی زاده ع.ا. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره ۸۹۳، انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب.



- امامی ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۹. روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کودهای شیمیایی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
- Arregui L.M. and Quemada M. 2008. Strategies to improve nitrogen use efficiency in winter cereal crops under rainfed conditions. *Agronomy Journal*, 100: 277-284.
- Díez-López J.A., Hernaiz-Algarra P., Arauzo-Sánchez M. and Carrasco-Martín I. 2008. Effect of a nitrification inhibitor (DMPP) on nitrate leaching and maize yield during two growing seasons. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6: 294-303.
- Douma A.C., Polychronaki E.A., Giourga C. and Loumou A. 2005. Effects of fertilizers with the nitrification inhibitor DMPP (3, 4-Dimethylpyrazole Phosphate) on yield and soil quality. *Proc. 9th Int. Conf. Environmental Sciences Technology*. Rhodes Island, Greece.
- Fangueiro D., Fernandes A., Coutinho J., Moreira N. and Trindade H. 2009. Influence of two nitrification inhibitors (DCD and DMPP) on annual ryegrass yield and soil mineral N dynamics after incorporation with cattle slurry. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40: 3387-3398.
- Ladha J.K., Pathak H., Krupnik T.J., Six J. and Kessel C.V. 2005. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. *Advanced in Agronomy*, 87: 85-156.
- Marschner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, San Diego.
- Ortega R., Maria S., Molina M. and McKenna V. 2006. Increasing nitrogen and phosphorus fertilizer use efficiency by using the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) in Chile. *Proc. 18th World Congress Soil Science*. Philadelphia, USA.
- Pasda G., Hahndel R. and Zerulla W. 2001. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (3, 4-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. *Biology and Fertility of Soils*, 34: 85-97.
- Raun W.R. and Johnson G.V. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal*, 91: 357-363.
- Roco M.M. and Blu R.O. 2006. Evaluation of the nitrification inhibitor 3, 4-dimethylpyrazole phosphate in two Chilean soils. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 521-534.
- Sharma S.N. and Kumar R. 1998. Effects of dicyandiamide (DCD) blended with urea on growth, yield and nutrient uptake of wheat. *Journal of Agriculture Science*, 131: 389-394.
- Singh S.N. and Verma A. 2007. The potential of nitrification inhibitors to manage the pollution effect of nitrogen fertilizers in agricultural and other soils: a review. *Environmental Practice*, 9: 266-279.
- Villar J.M. and Guillaumes E. 2010. Use of nitrification inhibitor DMPP to improve nitrogen recovery in irrigated wheat on a calcareous soil. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8: 1218-1230.
- Zerulla W., Barth T., Dressel J., Von Locquenghien K.E.K.H., Pasda G., Radle M. and Wissemeyer A.H. 2001. 3, 4- Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biology and Fertility of Soils*, 34: 79-84.

The effect of nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) on nitrogen use efficiency of spinach

Sh. Kiani and M. Gheytsi

Department of Soil Science and Engineering, College of Agriculture, Shahrekord University

Abstract

A pot experiment was conducted to investigate the effects of nitrification inhibitor (NI) 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) addition on the nitrogen use efficiency of spinach (*Spinacia oleracea* L.). A factorial experiment using completely randomized design was carried out with three factors of nitrogen fertilizer type, soil type, and spinach cultivars with three replications at Shahrekord University. Nitrogen fertilizer type included 4 levels of: 1- control with no added N fertilizer, 2- urea 3- ammonium sulphate nitrate (ASN) and 4- ASN plus DMPP. The soil factor also consisted of 3 types of fine texture soil (sandy loam), medium (loamy) and coarse texture (silty clay). The two spinach cultivars were Giant Santos and Viking. The results indicated that application of ASN with DMPP led to significant decrease of 12% and 8% of agronomic and physiological efficiency in comparison to the similar treatments but without NI, respectively. This was due to growth reduction of spinach after application of nitrification inhibitor DMPP. The highest nitrogen use efficiency (agronomic, recovery and physiological) was observed in loamy soil and nitrogen use efficiency of Giant Santos cultivar was higher than Vikings cultivar.

Keywords: nitrification inhibitor DMPP, soil type, spinach cultivar.