

تاثیر منبع نیتروژن و بازدارنده نیترات سازی ۳، ۴- دی متیل پیرازول فسفات بر کارایی مصرف نیتروژن گندم در خاکهای مختلف

شهرام کیانی^{۱*}، علیرضا حسین پور^۲، رامین ایرانی پور^۳

۱- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

۲- استاد گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

۳- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری

* نویسنده مسئول: shkiani2002@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۲۴

چکیده

یکی از مشکلات تولید گندم در جهان کارایی پایین مصرف نیتروژن می باشد. بنابراین به منظور بررسی تأثیر بازدارنده نیترات سازی ۳، ۴- دی متیل پیرازول فسفات بر کارایی مصرف نیتروژن، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با دو عامل نوع کود نیتروژن در چهار سطح (عدم مصرف نیتروژن (شاهد)، اوره، سولفات نیترات آمونیوم و سولفات نیترات آمونیوم با بازدارنده نیترات سازی ۳، ۴- دی متیل پیرازول فسفات (DMPP)) و نوع خاک در ۱۰ سطح (خاکها با خصوصیات فیزیکوشیمیایی مختلف) با سه تکرار در دانشگاه شهرکرد بر روی یک رقم گندم بهاره (رقم بهار) در سال ۱۳۸۹ انجام شد. براساس نتایج حاصله، کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP تأثیری بر غلظت آمونیوم و نیترات خاکهای مختلف در هر دو نوبت نمونه برداری ۴۵ و ۹۰ روز پس از کشت، احتمالاً به دلیل افزایش جذب نیتروژن توسط گندم، نداشت. نتایج نشان داد کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP به همراه سولفات نیترات آمونیوم، کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن اندام هوایی و دانه را در تعدادی از خاکهای مورد مطالعه به طور معنی داری ($P \leq 0/05$) در مقایسه با سولفات نیترات آمونیوم و اوره افزایش داد. به طوری که میزان این افزایش در خاکهای مختلف برای کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن اندام هوایی به ترتیب در حدود ۸/۴ تا ۲۷/۷ و ۱۳/۴ تا ۳۱/۵ درصد نسبت به اوره بود. بر مبنای نتایج حاصله کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP می تواند به عنوان روشی مناسب برای افزایش کارایی مصرف نیتروژن در گندم محسوب گردد.

واژه های کلیدی: بازدارنده نیترات سازی، کارایی مصرف نیتروژن، گندم (*Triticum aestivum* L.)، ۳، ۴- دی متیل پیرازول فسفات (DMPP)

مقدمه

باشد. تحقیقات انجام شده نشان می دهد که کارایی بازیافت نیتروژن برای تولید غلاتی از قبیل گندم، جو، ذرت و برنج حدود ۳۳ درصد بوده و ۶۷ درصد باقی مانده که ارزش کودی آن بالغ بر ۱۹ میلیارد دلار است، به هدر می رود. در این میان کارایی بازیافت نیتروژن در کشورهای در حال توسعه ۲۹ درصد و برای کشورهای توسعه یافته حدود ۴۲ درصد است (Raun & Johnson, 1999). پایین بودن کارایی بازیافت کودهای نیتروژن دار نه تنها از لحاظ اقتصادی دارای اهمیت زیادی است، بلکه به خاطر جنبه های زیست محیطی نیز قابل توجه می باشد. آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی با یون نیترات باعث کاهش

کاربرد نیتروژن به ویژه در خاکهایی با ماده آلی کم یکی از راه کارهای افزایش عملکرد محصول در اغلب سامانه های کشاورزی است. در حال حاضر سالیانه حدود ۹۸ میلیون تن نیتروژن به صورت کود شیمیایی در جهان مصرف می شود. در ایران نیز کودهای شیمیایی نیتروژن دار با ۴/۲ میلیون تن، بیش از ۶۰ درصد کودهای مصرفی را به خود اختصاص می دهند (Malakouti, 2008). هدررفت نیتروژن از طریق فرآیندهای مختلف از قبیل آب شویی، نیترات زدایی، فرسایش سطحی و تصعید باعث شده است کارایی مصرف آن برای تولید محصولات کشاورزی پایین

۰/۲۵ تن در هکتار) و همچنین کارایی مصرف نیتروژن و به تبع آن کاهش میزان کود مصرفی شده است (Pasda et al., 2001). تحقیقات دوما و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد، کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP منجر به افزایش میانگین عملکرد گندم پاییزه بین ۲۶ تا ۴۰ درصد و عملکرد پنبه تا ۵ درصد شده و کارایی مصرف نیتروژن را نیز افزایش داد. تأثیر مثبت کاربرد بازدارنده های نیترات سازی بر افزایش عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در تحقیقات اورتگا و همکاران (۲۰۰۶) در محصولات کشاورزی شیلی نیز مشاهده شده است. همچنین کاربرد کود سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات-سازی DMPP منجر به افزایش وزن خشک، نگهداری نیتروژن خاک در سطح بالاتر و افزایش کارایی مصرف کود نیتروژن در کلم بروکلی و چاودار شد (Roco & Blu, 2006). علاوه بر آن، کاربرد بازدارنده های نیترات سازی دی سیانو دی آمید (DCD) و DMPP منجر به افزایش عملکرد ماده خشک چاودار به میزان ۳۲ تا ۵۴ درصد و همچنین افزایش برداشت نیتروژن به میزان ۳۴ تا ۶۸ درصد در علوفه تولیدی نسبت به تیمار بدون بازدارنده شد (Fangueiro et al., 2009).

اگرچه استفاده از بازدارنده های نیترات سازی در جهان قدمتی ۵۰ ساله دارد، اما این مواد تاکنون در کشاورزی ایران مورد استفاده قرار نگرفته اند. بنابراین با توجه به موارد فوق، این پژوهش با هدف بررسی کاربرد بازدارنده نیترات سازی ۳، ۴- دی متیل پیرازول فسفات بر کارایی مصرف نیتروژن در گندم در تعدادی از خاک های استان چهارمحال و بختیاری اجرا شد.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با دو عامل نوع کود نیتروژن دار و نوع خاک در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد بر روی یک رقم گندم بهاره (رقم بهار) در سال ۱۳۸۹ انجام شد. نوع کود حاوی نیتروژن شامل چهار سطح: ۱) عدم مصرف نیتروژن (شاهد)، ۲) اوره، ۳) سولفات نیترات آمونیوم حاوی ۲۴ درصد نیتروژن: ۲۰/۸ درصد به شکل آمونیوم و ۳/۲ درصد به شکل نیترات $(\text{NH}_4)_3\text{SO}_4\text{NO}_3$ (۴) و سولفات نیترات آمونیوم با بازدارنده نیترات سازی ۳، ۴- دی متیل پیرازول فسفات

کیفیت آن ها برای مصارف شرب شده است. همچنین فرآیند نیترات زدایی با رهاسازی گاز اکسید نیترو به اتمسفر باعث تخریب لایه ازن می شود. بنابراین افزایش کارایی مصرف کودهای نیتروژن دار یکی از چالش های کشاورزی مدرن امروزی است (Ladha et al., 2005).

تاکنون راهبردهای مختلفی برای افزایش کارایی مصرف نیتروژن در غلات پیشنهاد شده است. استفاده از کودهای کارا، مدیریت کاربرد شکل های مختلف نیتروژن (نیترات و آمونیوم)، روش های صحیح کاربرد کودهای نیتروژن دار، تغذیه متعادل، استفاده از رقم های دارای شاخص برداشت بالا، کاربرد شیوه های نو برای تعیین نیتروژن خاک و کاهش مصرف کودهای نیتروژن دار طی دوره گل دهی از جمله این راهبردها هستند که برای افزایش کارایی مصرف نیتروژن پیشنهاد شده اند (Raun & Johnson, 1999; Ladha et al., 2005). در این میان مدیریت کاربرد شکل های مختلف نیتروژن می تواند در افزایش راندمان مصرف کودهای حاوی نیتروژن در غلات موثر باشد. نیترات و آمونیوم شکل های عمده جذب نیتروژن توسط گیاهان هستند. آمونیوم توسط سطوح کلوئیدی خاک به شکل تبدالی نگهداری شده و در معرض فرایندهای هدررفتی کمتری در مقایسه با نیترات قرار دارد. اما مشکلی که در مورد آمونیوم وجود دارد تبدیل سریع آن به نیترات بر اثر فعالیت باکتری های نیتروزوموناس و نیتروباکتر است. یکی از روش های نگهداری نیتروژن خاک به شکل آمونیوم اضافه کردن بازدارنده های نیترات سازی به کودهای شیمیایی دارای نیتروژن است (Ladha et al., 2005).

بازدارنده های نیترات سازی ترکیب هایی هستند که اکسایش زیستی یون آمونیوم (NH_4^+) به نیتريت (NO_2^-) را به واسطه کاهش فعالیت باکتری نیتروزوموناس به تأخیر می اندازند (Pasda et al., 2001). کاربرد بازدارنده های نیترات سازی منجر به افزایش عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در محصولات کشاورزی شده است. کاربرد بازدارنده نیترات سازی دی سیانو دی آمید (DCD) منجر به افزایش عملکرد دانه و کاه و همچنین افزایش کارایی زراعی و جذب نیتروژن در گندم شده است (Sharma & Kumar, 1998). تحقیقات انجام شده نشان داده است که کاربرد بازدارنده نیترات سازی ۳، ۴- دی متیل پیرازول فسفات (DMPP) منجر به افزایش عملکرد گندم (به میزان

۳ بوته مناسب انتخاب شد و بقیه حذف گردیدند. گلدان‌های حاوی بوته‌های گندم در یک گل‌خانه دو طرفه با دمای روز 25 ± 2 و دمای شب 20 ± 2 درجه سلسیوس قرار داده شدند؛ و مراقبت‌های زراعی معمول در حین دوره داشت تا زمان برداشت محصول (دانه) در محیط گل‌خانه صورت گرفت. در پایان آزمایش، وزن خشک اندام هوایی و دانه (عملکرد دانه)، غلظت نیتروژن در دانه و کاه و کلش، جذب نیتروژن توسط اندام هوایی، دانه و کاه و کلش و شاخص‌های کارایی مصرف نیتروژن اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون فن‌دار در دمای 70 درجه سلسیوس قرار داده شدند. به دنبال آن وزن خشک نمونه‌ها با استفاده از ترازوی رقمی با دقت ۲ رقم اعشار اندازه‌گیری شد؛ و سپس نمونه‌ها با آسیاب برقی خرد شدند. نمونه‌های گیاهی با استفاده از روش ترسوزانی، هضم شده و سپس غلظت نیتروژن آن‌ها با بهره‌گیری از روش کج‌لدال (Emami, 1996) اندازه‌گیری شد. برای محاسبه جذب نیتروژن کاه و کلش و دانه از حاصل ضرب وزن خشک آن‌ها در غلظت نیتروژن استفاده شد. برای بررسی تأثیر کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳، ۴- دی متیل پیرازول فسفات بر تغییرات نیترات و آمونیوم خاک، از خاک گل-دان‌ها در فواصل ۴۵ و ۹۰ روز پس از کشت نمونه‌برداری و میزان نیترات و آمونیوم محلول و تبدالی آن‌ها به روش رنگ‌سنجی (Mulvaney, 1996) اندازه‌گیری شد. با استفاده از اطلاعات به دست آمده، شاخص‌های کارایی مصرف نیتروژن شامل کارایی زراعی و کارایی بازیافت براساس روابط زیر محاسبه شدند (Ladha et al., 2005).

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

در این فرمول: AE_N معادل کارایی زراعی نیتروژن بر حسب گرم ماده خشک تولیدی بر گرم نیتروژن مصرفی، Y_T مساوی وزن خشک اندام هوایی یا دانه در تیمار دارای نیتروژن کودی، Y_0 نماینده وزن خشک اندام هوایی یا دانه 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 فرمول: RE_N نشان‌دهنده کارایی بازیافت نیتروژن بر حسب درصد، U_T نماینده جذب نیتروژن توسط اندام هوایی یا دانه در تیمار دارای نیتروژن کودی، U_0 مساوی جذب نیتروژن توسط اندام هوایی یا دانه در

(DMPP) و عامل خاک نیز دارای ۱۰ نوع (خاک‌های دارای خصوصیات فیزیکوشیمیایی مختلف) بود. لازم به ذکر است بازدارنده نیترات‌سازی ۳، ۴- دی متیل پیرازول فسفات (ساخت شرکت باسف آلمان) به میزان ۰/۸ درصد در ترکیب کودی سولفات نیترات آمونیوم (تهیه شده از شرکت بازارگان کالا) وجود داشته و در نتیجه مصرف کود مورد نظر به خاک اضافه شده است. میزان نیتروژن مصرفی در تمام تیمارهای آزمایشی ثابت و برابر ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک بود؛ که پس از تأمین از منابع ذکر شده در دو قسمت مساوی به هنگام کاشت و در زمان ساقه رفتن گندم در اختیار گیاه قرار گرفت.

برای انجام این آزمایش ۲۰ نمونه خاک از دشت‌های استان چهارمحال و بختیاری (شهرکرد و بروجن) از عمق ۰-۲۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری و براساس روش‌های رایج در آزمایشگاه، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و مقدار قابل دسترس هر یک از عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، مس و روی در آن‌ها اندازه‌گیری شد (Ali Ehyayi & Behbehani-zadeh, 1993). از میان خاک‌های نمونه‌برداری شده ۱۰ نمونه که دارای پراکنش مناسبی از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی (درصد رس، میزان کربن آلی و گنجایش تبادل کاتیونی) بودند، انتخاب شدند.

پس از تهیه خاک‌ها و الک کردن آن‌ها با الک ۲۵ میلی‌متری، نسبت به مصرف عناصر غذایی مورد نیاز برای گندم، قبل از کشت اقدام شد. در این مرحله برای حذف تاثیر عناصر غذایی (به غیر از نیتروژن) بر رشد و عملکرد، عناصر غذایی زیر بر مبنای حدود بحرانی برای کشت گندم (۱۵، ۲۰۰، ۵، ۴، ۰/۷۵ و ۰/۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب برای فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی و مس) به صورت زیر به خاک گلدانها اضافه شده و به خوبی با خاک آنها مخلوط شد (Balali et al., 2000). مقدار عناصر غذایی مورد استفاده در خاکهایی که دارای غلظت عنصر غذایی کمتر از حد بحرانی بودند عبارت بودند از (بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم): فسفر ۱۰۰ از منبع مونو کلسیم فسفات، پتاسیم ۱۰۰ (از منبع سولفات پتاسیم)، آهن ۵ (از منبع سکوسترین ۱۳۸)، روی ۱۵ (از منبع سولفات روی)، منگنز ۱۵ (از منبع سولفات منگنز) و مس ۲/۵ (از منبع سولفات مس) (Sepehr, 2009). سپس در بهمن ماه ۱۳۸۹ در هر گل‌دان ۶ عدد بذر گندم کاشته شد که پس از مرحله استقرار و در فاصله زمانی ۱ هفته پس از کشت،

بود (جدول ۱). pH سوسپانسیون ۱ به ۲/۵ خاک به آب در خاک‌های مورد استفاده بین ۸/۰ تا ۸/۷ بود؛ که این مسئله به دلیل وجود کربنات کلسیم در تمامی خاک‌ها بود. میزان کربن آلی در خاک‌های مورد استفاده در محدود ۳/۶ تا ۱۵/۱ گرم بر کیلوگرم خاک قرار داشت. خاک شماره ۲ دارای بیشترین و خاک شماره ۸ حاوی کمترین مقدار کربن آلی بود (جدول ۱). احتمالاً میزان پایین کربن آلی در تمامی خاک‌های مورد استفاده باعث پاسخ معنی‌دار آن‌ها نسبت به کاربرد نیتروژن می‌شود. براساس نتایج جدول ۱ اگرچه میزان برخی از عناصر غذایی در خاک‌های مورد استفاده کم‌تر از حد بحرانی آن‌ها برای کشت گندم بود، اما سعی شد با مصرف کودهای مربوطه، کمبود عناصر غذایی (به‌استثنای نیتروژن) برای کشت گندم محدودیت ایجاد ننماید.

تیمار شاهد (بدون مصرف نیتروژن) و F_N معادل میزان نیتروژن مصرفی است. در نهایت، نتایج حاصله به کمک نرم‌افزار SAS (نسخه ۸/۰۲) تجزیه و تحلیل شد؛ و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح آماری ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

در جدول ۱ برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و همچنین میزان فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی و مس قابل دسترس در ۱۰ خاک مورد مطالعه نشان داده شده است. کلیه خاک‌ها، بدون مشکل شوری بوده و قابلیت هدایت الکتریکی در سوسپانسیون ۱ به ۲/۵ خاک به آب در آن‌ها بین ۰/۱۵ تا ۰/۲۵ دسی زیمنس بر متر متغیر

جدول ۱) برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و غلظت عناصر غذایی در خاک‌های مورد استفاده
Table 1) Some physical and chemical properties and nutrients concentration in used soils

بافت خاک	Cu	Zn	Mn	Fe	K	P	CCE	O.C	CEC	pH	EC*	خاک
	Available (mg kg ⁻¹)					g kg ⁻¹		cmol _c kg ⁻¹			dS m ⁻¹	
Clay Loam	0.78	0.44	2.91	4.68	789	7.7	272	4.4	27.8	8.4	0.15	1
Silt Loam	0.86	0.66	8.28	4.72	789	19.9	325	15.1	25.0	8.1	0.23	2
Silt Loam	0.85	0.52	4.13	4.23	638	5.5	238	6.3	30.6	8.4	0.16	3
Silty Clay Loam	0.64	0.46	7.20	2.84	1252	9.3	276	12.2	28.9	8.2	0.21	4
Silt Loam	0.98	0.80	12.61	4.35	1163	29.4	209	13.0	22.9	8.0	0.24	5
Silt Loam	0.91	0.85	5.19	3.82	1004	42.1	267	9.8	28.2	8.3	0.25	6
Silt Loam	0.76	0.45	4.59	3.82	706	4.0	286	12.4	30.8	8.7	0.24	7
Clay Loam	0.23	0.71	3.15	3.02	127	7.6	388	3.6	26.9	8.5	0.16	8
Silt Loam	0.04	0.54	4.59	3.59	766	6.9	276	7.8	26.5	8.3	0.17	9
Silt Loam	0.72	0.47	4.80	2.98	631	9.8	175	6.7	31.0	8.3	0.15	10

* EC: قابلیت هدایت الکتریکی، pH: اسیدیته در سوسپانسیون ۱ به ۲/۵ خاک به آب، CEC: ظرفیت تبادل خاک، OC: کربن آلی خاک، P: فسفر، K: پتاسیم، Fe: آهن، Mn: منگنز، Zn: روی، Cu: مس

بود (Crawford & Chalk, 1993; Serna *et al.*, 2000; Douma *et al.*, 2005; Díez-López *et al.*, 2008). مبنای توصیه شرکت سازنده (شرکت باسف آلمان)، کاربرد مقدار ۰/۵ تا ۱/۵ کیلوگرم در هکتار از بازدارنده مزبور بر حسب میزان نیتروژن مصرفی می‌تواند فرایند نترات‌سازی را به‌مدت ۲۸ تا ۷۰ روز بسته به ویژگی‌های فیزیکی‌وشیمیایی خاک و شرایط آب و هوایی با تأخیر مواجه نماید (Pasda *et al.*, 2001). به‌نظر می‌رسد با توجه به انجام نمونه‌برداری در فواصل ۴۵ و ۹۰ روز پس از کشت، احتمالاً دوره موثر کارکرد بازدارنده نترات‌سازی

تأثیر منابع مختلف نیتروژن و نوع خاک بر میزان آمونیوم و نترات خاک

براساس نتایج حاصله، کاربرد بازدارنده نترات‌سازی DMPP تأثیری بر غلظت آمونیوم و نترات خاک (محللول و تبدالی) در هر دو نوبت نمونه‌برداری ۴۵ و ۹۰ روز پس از کشت نداشت (نتایج ارائه نشده است). افزایش جذب آمونیوم توسط گندم و نمونه‌برداری در زمان بعد از دوره موثر کارکرد این بازدارنده از جمله دلایل احتمالی این امر است که با نتایج تحقیقات انجام‌شده در این زمینه هم‌سو

نیترا ت آمونیوم منجر به افزایش معنی‌دار کارایی زراعی نیتروژن در اندام هوایی در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن از قبیل سولفات نیترا ت آمونیوم، اوره و شاهد شد (جدول ۲). در خاک ۹ نیز اگرچه کاربرد بازدارنده مزبور به همراه سولفات نیترا ت آمونیوم منجر به افزایش معنی‌دار کارایی زراعی نیتروژن در اندام هوایی به میزان ۱۳/۳ درصد در مقایسه با سولفات نیترا ت آمونیوم شد، اما تفاوت معنی‌داری با اوره نشان نداد. کاربرد این بازدارنده به همراه سولفات نیترا ت آمونیوم در دیگر خاک‌های مورد بررسی (۱، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۱۰) تأثیر معنی‌داری بر کارایی مصرف نیتروژن اندام هوایی در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن نداشت (جدول ۲).

DMPP در خاک‌های مورد بررسی قبل از تاریخ‌های نمونه‌برداری بوده است. پی‌آمد این امر، عدم واکنش میزان آمونیوم و نیترا ت خاک به کاربرد بازدارنده بود.

تأثیر منابع مختلف نیتروژن و نوع خاک بر کارایی مصرف نیتروژن در گندم

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر منبع نیتروژن، نوع خاک و برهم‌کنش آن‌ها بر کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن در اندام هوایی و دانه گندم حاکی از تأثیر بسیار معنی‌دار ($P \leq 0.01$) آن‌ها بر شاخص‌های فوق بود. نتایج مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش منبع نیتروژن و نوع خاک بر کارایی زراعی نیتروژن در اندام هوایی (مجموع کاه و کلش و دانه) نشان داد که در خاک‌های ۲، ۳ و ۸ کاربرد بازدارنده نیترا ت‌سازی DMPP به همراه کود سولفات

جدول ۲) تأثیر نوع خاک و منبع نیتروژن بر کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن در اندام هوایی و دانه گندم

Table 2) Effect of soil kind and nitrogen source on nitrogen agronomic and recovery efficiencies in above ground and grain of wheat

سولفات نیترا ت آمونیوم	سولفات نیترا ت آمونیوم	اوره	سولفات نیترا ت آمونیوم با DMPP	سولفات نیترا ت آمونیوم	اوره	منبع نیتروژن
با DMPP	نیترا ت آمونیوم	اوره	سولفات نیترا ت آمونیوم با DMPP	نیترا ت آمونیوم	اوره	شماره خاک
کارایی زراعی دانه* (گرم بر گرم نیتروژن مصرفی)			کارایی زراعی اندام هوایی* (گرم بر گرم نیتروژن مصرفی)			شماره خاک
26.04 ^a	21.14 ^{cde}	23.49 ^{bc}	63.88 ^a	64.20 ^l	63.73 ^{ab}	1
18.27 ^{efgh}	12.94 ^{lmno}	120.08 ^{mnpq}	29.84 ^{ij}	23.78 ^{kl}	23.37 ^{kl}	2
26.35 ^a	22.16 ^{bcd}	22.80 ^{ab}	66.20 ^a	58.75 ^{bcd}	61.07 ^{bc}	3
12.55 ^{mnpq}	12.43 ^{nmop}	11.73 ^{nopq}	28.39 ^{jk}	27.29 ^{jk}	28.39 ^{jk}	4
10.31 ^{pq}	11.10 ^{opq}	10.90 ^{opq}	24.67 ^{kl}	24.27 ^{kl}	25.02 ^{kl}	5
14.47 ^{iklm}	10.16 ^{pq}	11.92 ^{nopq}	34.0 ^{hi}	30.24 ^{ij}	30.20 ^{ij}	6
18.10 ^{efgh}	20.08 ^{def}	18.63 ^{efgh}	41.29 ^{efg}	43.49 ^{ef}	44.35 ^{ef}	7
22.35 ^{bcd}	16.75 ^{ghij}	16.67 ^{ghij}	53.88 ^d	42.43 ^{efg}	43.84 ^{ef}	8
19.02 ^{efg}	15.37 ^{ijkl}	16.16 ^{hijk}	45.61 ^e	40.27 ^{fg}	41.14 ^{efg}	9
14.75 ^{iklm}	13.10 ^{lmno}	12.63 ^{mnpq}	26.51 ^{jk}	24.82 ^{kl}	26.08 ^{jk}	10
کارایی بازیافت دانه* (درصد)			کارایی بازیافت اندام هوایی* (درصد)			شماره خاک
49.69 ^a	42.46 ^{bcd}	43.98 ^{bc}	64.48 ^a	52.87 ^{defgh}	54.19 ^{bcddef}	1
38.80 ^{def}	29.27 ^{kl}	27.40 ^l	58.24 ^{bc}	44.58 ^{ijklm}	43.54 ^{klmn}	2
46.60 ^{ab}	39.77 ^{cde}	42.24 ^{bcd}	63.87 ^a	53.23 ^{cdefgh}	56.34 ^{bcd}	3
40.85 ^{cde}	39.50 ^{def}	38.10 ^{defgh}	52.20 ^{defgh}	50.39 ^{efghi}	49.66 ^{efghij}	4
41.38 ^{cd}	41.38 ^{cd}	40.92 ^{cde}	56.71 ^{bcd}	55.34 ^{bcde}	55.31 ^{bcde}	5
45.73 ^{ab}	39.06 ^{def}	42.23 ^{bcd}	58.60 ^{bc}	50.85 ^{efghi}	53.58 ^{cdefgh}	6
33.41 ^{hijk}	34.71 ^{efghij}	37.61 ^{defgh}	41.371 ^{mno}	40.81 ^{lmno}	43.52 ^{lmno}	7
42.36 ^{bcd}	34.20 ^{ghijk}	33.86 ^{hijk}	53.22 ^{cdefgh}	42.27 ^{lmn}	40.47 ^{lmno}	8
36.19 ^{efghi}	28.64 ^l	30.74 ^{ijkl}	45.19 ^{ijkl}	36.57 ^{op}	37.58 ^{nop}	9
35.72 ^{efghi}	34.88 ^{efghij}	33.85 ^{hijk}	40.531 ^{mno}	40.37 ^{lmno}	39.81 ^{mno}	10

* میانگین‌های با حروف مشابه (حروف کوچک) در هر ستون و ردیف فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون LSD هستند.

آمونیم در خاک‌های ۱، ۲، ۶، ۸ و ۹ منجر به افزایش معنی‌دار کارایی زراعی نیتروژن دانه در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن از قبیل سولفات نیترا ت آمونیوم، اوره و

مقایسه میانگین برهم‌کنش منبع نیتروژن و نوع خاک بر کارایی زراعی نیتروژن دانه نشان داد که کاربرد بازدارنده نیترا ت‌سازی DMPP به همراه سولفات نیترا ت

به طور کلی هدف از کاربرد بازدارنده‌های نیترات‌سازی طولانی کردن حضور نیتروژن در خاک به شکل آمونیوم و افزایش کارایی مصرف نیتروژن است (Pasda *et al.*, 2001). پژوهش‌های انجام‌شده در مورد کاربرد این بازدارنده‌ها بیان‌گر تأثیر مثبت آن‌ها بر کارایی مصرف نیتروژن (کارایی زراعی و جذب) بوده است (Prasad & Power, 1995; Sharma & Kumar, 1998; Williamson *et al.*, 1998; Serna *et al.*, 2000; Pasda *et al.*, 2001; Guillaumes & Vilar, 2004; Douma *et al.*, 2005; Ortega *et al.*, 2006; Roco & Blu, 2006; Fanguero *et al.*, 2009; Vilar & Guillaumes, 2010). با این‌وجود در برخی دیگر از بررسی‌ها کاربرد بازدارنده‌های مزبور تأثیری بر کارایی مصرف نیتروژن نداشته است (Arregui & Quemada, 2008).

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی DMPP منجر به افزایش کارایی زراعی نیتروژن در اندام هوایی (خاک‌های ۱، ۲، ۳، ۸ و ۹) و دانه (خاک‌های ۱، ۲، ۳، ۶، ۸ و ۹) و هم‌چنین کارایی جذب نیتروژن توسط اندام هوایی و دانه در خاک‌های ۱، ۲، ۳، ۶، ۸، ۹ شد. این دست‌آورد با پژوهش‌های انجام‌شده توسط محققان مختلف در گندم مطابقت دارد (Sharma & Kumar, 1998; Pasda *et al.*, 2001; Douma *et al.*, 2005; Vilar & Guillaumes, 2010). افزایش کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن در نتیجه کاربرد بازدارنده‌های نیترات‌سازی به‌دلیل تنظیم عرضه نیتروژن به گیاه، رهاسازی مداوم نیترات به خاک و کاهش هدررفت نیتروژن از طریق فرایندهای آب‌شویی و نیترات‌زدایی (به‌دلیل نگهداری نیتروژن به شکل آمونیوم) است (Serna *et al.*, 2000; Pasda *et al.*, 2001; Guillaumes & Vilar, 2004; Diez-Lopez *et al.*, 2008). در حقیقت، افزایش کارایی زراعی نیتروژن دانه بیان‌گر این مطلب است که با کاربرد یک واحد کود حاوی نیتروژن، مقدار دانه گندم بیش‌تری تولید شده است. بر مبنای نتایج جدول ۲، به‌طور میانگین در مجموع خاک‌های مورد استفاده با کاربرد یک گرم سولفات نیترات آمونیوم به‌همراه بازدارنده نیترات‌سازی DMPP، ۱۸/۲۲ گرم دانه تولید شد؛ در حالی‌که این میزان برای سولفات نیترات آمونیوم و اوره به‌ترتیب ۱۵/۵۲ و ۱۵/۷۰ گرم بود. به‌طور مشابه، در بررسی شارما و کومار (۱۹۹۸) کارایی زراعی دانه گندم در نتیجه کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی دی سیانو دی آمید با اوره به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی از ۱۸/۶ به ۲۳

شاهد شد (جدول ۲). در خاک ۳ نیز اگرچه کاربرد این بازدارنده به‌همراه سولفات نیترات آمونیوم منجر به افزایش معنی‌دار کارایی زراعی نیتروژن دانه به‌میزان ۱۸/۹ درصد در مقایسه با سولفات نیترات آمونیوم شد، اما تفاوت معنی‌داری با اوره نشان نداد (جدول ۲). کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی DMPP به‌همراه سولفات نیترات آمونیوم در دیگر خاک‌های مورد بررسی (۴، ۵، ۷ و ۱۰) تأثیر معنی‌داری بر کارایی مصرف نیتروژن دانه در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن نداشت.

مقایسه میانگین برهم‌کنش منبع نیتروژن و نوع خاک بر کارایی بازیافت نیتروژن در اندام هوایی (مجموع گاه و کلش و دانه) نشان داد که کاربرد بازدارنده مزبور به‌همراه سولفات نیترات آمونیوم در خاک‌های ۱، ۲، ۳، ۸ و ۹ منجر به افزایش معنی‌دار کارایی بازیافت نیتروژن در اندام هوایی در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن از قبیل سولفات نیترات آمونیوم، اوره و شاهد شد (جدول ۲). در خاک ۶ نیز اگرچه کاربرد این بازدارنده به‌همراه سولفات نیترات آمونیوم منجر به افزایش معنی‌دار کارایی بازیافت نیتروژن در اندام هوایی به‌میزان ۱۵/۲ درصد در مقایسه با سولفات نیترات آمونیوم شد، اما تفاوت معنی‌داری با اوره نشان نداد (جدول ۲). کاربرد بازدارنده مزبور به‌همراه سولفات نیترات آمونیوم در دیگر خاک‌های مورد بررسی (۴، ۵، ۷ و ۱۰) تأثیر معنی‌داری بر کارایی بازیافت نیتروژن اندام هوایی در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن نداشت. نتایج مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش منبع نیتروژن و نوع خاک بر کارایی بازیافت نیتروژن دانه نشان داد که کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی DMPP به‌همراه سولفات نیترات آمونیوم در خاک‌های ۱، ۲، ۸ و ۹ منجر به افزایش معنی‌دار کارایی بازیافت نیتروژن دانه در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن از قبیل سولفات نیترات آمونیوم، اوره و شاهد شد (جدول ۲). در خاک‌های ۳ و ۶ نیز اگرچه کاربرد این بازدارنده به‌همراه سولفات نیترات آمونیوم منجر به افزایش معنی‌دار کارایی بازیافت نیتروژن دانه به‌ترتیب به‌میزان ۱۷/۲ و ۱۷/۱٪ در مقایسه با سولفات نیترات آمونیوم شد، اما تفاوت معنی‌داری با اوره نشان نداد (جدول ۲). کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی به‌همراه سولفات نیترات آمونیوم در دیگر خاک‌های مورد بررسی (۴، ۵، ۷ و ۱۰) تأثیر معنی‌داری بر کارایی بازیافت نیتروژن دانه در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن نداشت.

خاک‌های مورد بررسی تأثیری بر شاخص‌های مورد مطالعه نداشت. بر مبنای مطالعات انجام‌شده، تغییرپذیری در پاسخ به کاربرد بازدارنده‌های نیترات‌سازی به ویژگی‌های خاک از قبیل بافت، pH، رطوبت و دما، پتانسیل نیترات‌سازی، سابقه کوددهی و میزان مصرف نیتروژن ارتباط دارد (Barth *et al.*, 2001; Irigoyen *et al.*, 2003; Di & Cameron, 2004; Chen *et al.*, 2008). در این میان، بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۸ و ۹ نشان داد که میزان شن آن‌ها از ۲۳۰ گرم بر کیلوگرم بیش‌تر و در سایر خاک‌ها از این مقدار کم‌تر بود. نتایج حاصل از کاربرد بازدارنده‌های نیترات‌سازی نیز نشان داده است که این مواد در خاک‌های شنی و شرایط مرطوب از کارایی بالاتری برخوردار بوده‌اند (Chen *et al.*, 2010; Vilar & Guillaumes, 2008)؛ به‌طوری‌که وجود هم‌بستگی منفی و معنی‌دار بین درصد شن و تشکیل نیتريت در حضور بازدارنده نیترات‌سازی DMPP در تحقیقات انجام‌شده ثابت شده است (Barth *et al.*, 2001). به‌رحال کارکرد بازدارنده‌های نیترات‌سازی در خاک‌های مختلف به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از قبیل بافت، اسیدیته، رطوبت و دما، پتانسیل نیترات‌سازی، سابقه کوددهی و میزان مصرف نیتروژن مربوط بوده و انجام تحقیقات بیش‌تر برای چگونگی پاسخ نسبت به کاربرد آن‌ها در خاک‌های ایران ضروری است. با این حال کاربرد کودهای نیتروژن‌دار حاوی بازدارنده نیترات‌سازی DMPP می‌تواند روش خوبی برای افزایش کارایی مصرف نیتروژن در گندم باشد.

تشکر و قدردانی

عبارات اجرای این پژوهش توسط معاونت پژوهشی دانشگاه شهرکرد تأمین شده است؛ که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

کیلوگرم افزایش یافت. این امر بدین معنی است که برای تولید یک واحد دانه گندم نیاز به مصرف کود نیتروژن‌دار کم‌تری است. کاهش میزان کود مصرفی حاوی نیتروژن و به تبع آن کاهش تعداد دفعات کاربرد آن، از جهت اقتصادی دارای اهمیت بالایی بوده و هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهد (Sharma & Kumar, 1998; Pasda *et al.*, 2001; Vilar & Guillaumes, 2010).

براساس نتایج جدول ۲، کارایی جذب نیتروژن به‌طور میانگین در مجموع خاک‌های مورد بررسی از ۴۶/۷ و ۴۷/۴ درصد به‌ترتیب برای سولفات نیترات آمونیوم و اوره به ۵۳/۴ برای سولفات نیترات آمونیوم به‌همراه بازدارنده نیترات‌سازی DMPP افزایش یافت. به‌طور مشابه، ویلامسون و همکاران (۱۹۹۸) افزایش کارایی بازیافت نیتروژن از ۳۲ به ۴۲ درصد (در نتیجه کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی دی سیانو دی آمید) و گولامس و ویلار (۲۰۰۴) افزایش کارایی بازیافت نیتروژن از ۲۲ به ۳۱ درصد را در چاودار گزارش کردند. افزایش کارایی بازیافت نیتروژن منجر به هدررفت نیتروژن کم‌تری از خاک شده و در درازمدت در کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی نقش به‌سزایی خواهد داشت (Singh & Verma, 2007). بر مبنای نتایج حاصل از بررسی حاضر، کارایی زراعی نیتروژن در اندام هوایی (خاک‌های ۱، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۱۰) و دانه (خاک‌های ۴، ۵، ۷ و ۱۰) و هم‌چنین کارایی بازیافت نیتروژن در اندام هوایی و دانه (خاک‌های ۴، ۵، ۷ و ۱۰) تحت تأثیر کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی قرار نگرفت. این یافته با نتایج پژوهش‌های آرگویی و کومادا (۲۰۰۸) در گندم هم‌خوانی داشت.

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی DMPP منجر به افزایش کارایی زراعی و بازیافت نیتروژن در اندام هوایی و دانه در خاک‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۸ شد. با این‌وجود کاربرد این بازدارنده در سایر

References

- Ali Ehyayi M and Behbehani-zadeh AA. 1993. Methods of soil analysis. Soil Water Res. Pub. Tehran, 129 p.
- Arregui LM and Quemada M. 2008. Strategies to improve nitrogen use efficiency in winter cereal crops under rainfed conditions. Agron. J. 100: 277-284.
- Balali M, Malakouti MJ, Mashayekhi HH and Khademi Z. 2000. The effects of micronutrients on the yield, and determination of critical levels in irrigated wheat in Iran. Proc Xth Int. Cong., Optimized Plant Nutr. Cairo, Egypt.
- Barth G, Tucher SV and Schmidhalter U. 2001. Influence of soil parameters on the effect of 3,4-dimethylpyrazole-phosphate as a nitrification inhibitor. Biol. Fertil. Soils 34: 98-102.

- Chen D, Suter HC, Islam A, Edis R and Freney JR. 2008. Prospects of improving efficiency of fertilizer nitrogen in Australian agriculture; a review of enhanced efficiency fertilizers. *Aust. J. Soil Res.* (46): 289-301.
- Crawford DM and Chalk PM. 1993. Sources of N uptake by wheat (*Triticum aestivum* L.) and N transformations in soil treated with a nitrification inhibitor (nitrapyrin). *Plant Soil*, 149:59-72.
- Di HJ and Cameron KC. 2004. Effects of temperature and application rate of a nitrification inhibitor, dicyandiamide (DCD), on nitrification rate and microbial biomass in a grazed pasture system. *Aust. J. Soil Res.* 42: 927-932.
- Díez-López JA, 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. *Span. J. Agric. Res.* (6): 294-303.
- Douma AC, Polychronaki EA, 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. Environ. Sci. Technol.* Rhodes Island, Greece. (Abst.)
- Emami A. 1996. Methods of plant analysis. Soil & Water Research Institute Publication. Tehran, 202p.
- 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. *Com. Soil Sci. Plant Anal.* 40: 3387-3398.
- Guillaumes E and Villar JM. 2004. Effects of DMPP on the growth and chemical composition of ryegrass (*Lolium perenne* L.) raised on calcareous soil. *Span. J. Agric. Res.* 2: 588-596.
- Irigoyen I, Muro J Azpilikueta M Aparicio-Tejo PM and Lamsfus C. 2003. Ammonium oxidation kinetics in the presence of nitrification inhibitors DCD and DMPP at various temperatures. *Aust. J. Soil Res.* 41: 1177-1183.
- Ladha JK, Pathak H, Krupnik TJ, Six J and Kessel CV. 2005. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. *Adv. Agron.* 87: 85-156.
- Malakouti MJ, Keshavarz P and Karimian N. 2008. A Comprehensive Approach Towards Identification of Nutrients Deficiencies and Optimal Fertilization for Sustainable Agriculture. Tarbiat Modares University Press. Tehran, 755p.
- Mulvaney RL. 1996. Nitrogen-inorganic forms. *In: Sparks DL (ed). Methods of soil analysis. Part 3: Chemical properties.* SSSA and ASA Press, Madison, Wisconsin, 1123-1184 p.
- Ortega R, Maria S, Molina M and Mackenna V. 2006. Increasing nitrogen and phosphorus fertilizer use efficiency by using the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) in Chile. *Proc. 18th World Cong. Soil Sci.* Philadelphia, USA. (Abst.)
- 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. *Biol. Fertil Soils.* 34: 85-97.
- Prasad R and Power JF. 1995. Nitrification inhibitors for agriculture, health, and the environment. *Adv. Agron.* 54: 233-281.
- Raun WR and Johnson GV. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal. *Agri. J.* 91: 357-363.
- Roco MM and Blu RO. 2006. Evaluation of the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate in two Chilean soils. *J. Plant Nutr.* 29: 521-534.
- Sepehr E, Malakouti MJ, Kholdebarin B, Samadi A and Karimian N. 2009. Genotypic variation in P efficiency of selected Iranian cereals in greenhouse experiment. *Int. J. Plant Prod*, 3:17-28.
- Serna M, Balnus J and Quinones A. 2000. Evaluation of 3,4-Dimethylpyrazole phosphate as a nitrification inhibitor in citrus-cultivated soil. *Biol. Fertil Soils*, 32: 41-46.
- Sharma SN and Kumar R. 1998. Effects of dicyandiamide (DCD) blended with urea on growth, yield and nutrient uptake of wheat. *J. Agric. Sci.* 131: 389-394.
- Singh SN and Verma A. 2007. The potential of nitrification inhibitors to manage the pollution effect of nitrogen fertilizers in agricultural and other soils: *Environ. Practice*, (9): 266-279.
- Villar JM and Guillaumes E. 2010. Use of nitrification inhibitor DMPP to improve nitrogen recovery in irrigated wheat on a calcareous soil. *Span. J. Agric. Res.* 8: 1218-1230.
- Williamson JC, Taylor MD, Torrens RS and Vojvodic-Vukovic M. 1998. Reducing nitrogen leaching from dairy farm effluent-irrigated pasture using dicyandiamide: a Lysimeter study. *Agric Ecosyst. Environ.* 69: 81-88.

Effects of Nitrogen Source and Nitrification Inhibitor 3, 4-Dimethylpyrazole Phosphate on Nitrogen Use Efficiency of Wheat in Different Soils

SH. Kiani^{1*}, A. R. Hosseinpour², R. Iranpour³

1- Assistant Professor of Soil Science Department, ShahreKord University, ShahreKord, Iran.

2- Professor of Soil Science Department, ShahreKord University, ShahreKord, Iran.

3- Scientific Member of Agricultural and Natural Resources Center of Chaharmahal va Bakhtiari, ShahreKord, Iran.

* Corresponding author: shkiani2002@yahoo.com

Received: 02.10.2012

Accepted: 14.03.2013

Abstract

Low nitrogen (N) use efficiency is considered to be one of the major problems in wheat production fields all over the world. This experiment was conducted to evaluate the effects of nitrification inhibitor (NI) 3, 4- dimethylpyrazole phosphate (DMPP) on the nitrogen use efficiency of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cv. Bahar during 2011 at ShahreKord University. A factorial experiment in randomized complete block design was carried out with two factors of type of N fertilizer [1- control with no added N fertilizer, 2- urea, 3- ammonium sulphate nitrate (ASN) and 4- ASN plus DMPP] and soil kind (10 soils with different physical and chemical properties) with three replicates. Soil NH_4^+ and NO_3^- concentrations in different soils, possibly due to greater N uptake by the wheat, did not differ significantly among treatments and between sampling in both of 45 and 90 days after cultivation. The results indicated that application of nitrification inhibitor DMPP led to significant increase ($P \leq 0.05$) of N agronomic and recovery efficiency of wheat in some of the studied soils compared to ASN and urea. In different soils the agronomic and recovery efficiency of N in wheat above ground increased about 8.4%-27.7% and 13.4%-31.5%, respectively, in the ASN plus DMPP as compared to the urea. The results of this study suggest that the nitrification inhibitor DMPP could improve N use efficiency of wheat.

Keywords: nitrification inhibitor, nitrogen use efficiency, wheat (*Triticum aestivum* L.), 3, 4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP).