نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۱، ص. ۱۲۳۵-۱۲۲۶

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.5, Nov.-Dec. 2012, p. 1226-1235

اثر بازدارنده نیترات سازی ۳ و ٤ دی متیل پیرازول فسفات بر جذب نیتروژن، اجزای عملکرد و عملکرد گندم در شرایط گلخانه

شهرام کیانی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۵/۱

چکیده

به منظور بررسی تاثیر بازدارنده نیتراتسازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر جذب نیتروژن، اجزای عملکرد، عملکرد و درصد پروتئین دانه گندم، آزمایشی گلدانی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو عامل نوع کود نیتروژنه (در چهار سطح: ۱- عدم مصرف نیتروژن (شاهد) ۲- اوره ۳- سولفات نیترات آمونیوم ۴- سولفات نیترات آمونیوم با بازدارنده نیتراتسازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات) و نوع خاک (۱۰ نوع) در سه تکرار در دانشگاه شهرکرد بر روی یک رقم گندم بهاره (رقم بهار) در سال ۱۳۸۹ انجام شد. نتایج نشان داد کاربرد بازدارنده نیتراتسازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات به همراه سولفات نیترات آمونیوم منجر به افزایش معنیدار ($P<۰/۰۵$) جذب نیتروژن اندام هوایی و وزن خشک دانه و کاه و کلش گندم در خاکهای شماره ۱، ۲، ۳، ۶، ۸ و ۹ در مقایسه با سولفات نیترات آمونیوم و اوره شد. با این وجود در اکثر خاکهای مورد مطالعه کاربرد بازدارنده نیتراتسازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات تاثیر معنیداری بر اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه گندم نداشت. بیشترین وزن خشک دانه و جذب نیتروژن اندام هوایی (به ترتیب ۱۱/۲۸ گرم در گلدان و ۲۸۸/۷۳ میلیگرم در گلدان) در خاک شماره ۲ و در تیمار سولفات نیترات آمونیوم با بازدارنده نیتراتسازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات مشاهده شد که نسبت به اوره افزایشی معادل ۱۶/۳ و ۱۴/۹ درصد را نشان داد. بر اساس نتایج حاصله کاربرد بازدارنده نیتراتسازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات میتواند روش خوبی برای افزایش جذب نیتروژن و به تبع آن افزایش عملکرد دانه و کاه و کلش در گندم باشد.

واژههای کلیدی: اجزای عملکرد، بازدارنده نیتراتسازی، عملکرد، گندم (*Triticum aestivum* L.)، ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات

مقدمه

آبشویی نیترات، نیتراتزدایی و تصعید آمونیاک از مهمترین روشهایی هستند که در هدررفت نیتروژن از خاک نقش بسزایی دارند. بهطورکلی کمتر از ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی در خاک به وسیله گیاهان جذب و ساخت (آسیمیله) شده و بقیه به طرق مختلف از خاک خارج میگردد که هم به لحاظ اقتصادی و هم از جنبههای زیست محیطی دارای اهمیت زیادی است (۱۵). در این میان نیترات در مقایسه با آمونیوم در معرض واکنشهای هدررفتی بیشتری قرار دارد. استفاده از بازدارندههای نیتراتسازی میتواند منجر به کاهش هدررفت نیتروژن به شکل نیترات از خاک شود. بازدارندههای نیتراتسازی ترکیباتی هستند که اکسایش زیستی یون آمونیوم (NH_4^+) به نیتریت (NO_2^-) را بواسطه کاهش فعالیت باکتری نیتروزموناس به تاخیر میاندازند (۱۹). تاثیر مثبت استفاده از بازدارندههای نیتراتسازی تحت شرایط آب و هوایی و خاکی که هدررفت نیتروژن از طریق آبشویی زیاد است، به وفور دیده شده است (۱۹). همچنین کاربرد بازدارندههای نیتراتسازی اثرات قابل ملاحظهای بر کاهش تصعید گازهایی از قبیل N_2O و CH_4 از خاک به اتمسفر داشته است (۱۷). تاکنون انواع متعددی از بازدارندههای نیتراتسازی از قبیل نیتراپیرین (Nitrapyrin) و دی سیانو دی آمید (Dicyandiamide) به بازار عرضه شده است. بازدارنده نیتراتسازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات (3,4-Dimethylpyrazole phosphate) در سالهای اخیر وارد بازار شده و کاربرد آن میتواند فرآیند نیتراتسازی را به میزان ۲۸ تا ۷۰ روز به تعویق بیاندازد (۱۹). افزایش میزان جذب نیتروژن و کاهش میزان آبشویی نیترات در خاکهای زیر کشت مرکبات از اولین تحقیقاتی است که نقش مثبت

۱- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(Email:shkiani2002@yahoo.com)

بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات را به اثبات رسانده است (۲۲). نتایج تحقیقات فانگریو و همکاران (۱۱) حاکی است هر دو بازدارنده نیترات سازی دی سیانو دی آمید و ۳ و ۴ دی میتیل پیرازول فسفات تشکیل نیترات را در خاک به تاخیر انداختند. به طوری که با کاربرد ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات مقدار آمونیوم نسبت به نیترات خاک برای ۱۰۰ روز بیشتر بود، در حالی که برای دی سیانو دی آمید فقط برای ۴۰ روز اول، آمونیوم نسبت به نیترات بیشتر بود.

کاربرد بازدارنده‌های نیترات‌سازی منجر به افزایش رشد و عملکرد محصولات کشاورزی شده است. نتایج تحقیقات شارما و کومار (۲۳) نشان داد کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی دی سیانو دی آمید به همراه اوره منجر به افزایش ارتفاع بوته‌های گندم، افزایش تعداد دانه در خوشه و نهایتاً افزایش جذب نیتروژن و عملکرد کاه و دانه در مقایسه با اوره شده است. نتایج بیش از ۱۳۶ آزمایش مزرعه‌ای در شرایط آب و هوایی مختلف در غرب و شرق اروپا نشان داد کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات منجر به افزایش عملکرد هکتاری محصولات مختلف به میزان ۰/۲۵ تن در دانه گندم، ۰/۲۹ تن در دانه برنج، ۰/۲۴ تن در دانه ذرت، ۱/۹ تن در غده سیب زمینی و ۰/۲۴ تن در عملکرد شکر تصفیه شده در چغندرقند شد. همچنین کاربرد این بازدارنده منجر به بهبود کیفیت محصولات کشاورزی از قبیل افزایش عملکرد نشاسته در سیب زمینی به میزان ۰/۲۷ تن در هکتار شد (۱۹). تحقیقات انجام شده بر روی گندم نشان داده است که در بیشتر موارد جذب نیتروژن، اجزای عملکرد شامل تعداد سنبله بارور، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه و همچنین عملکرد دانه گندم کوددهی شده با سولفات نیترات آمونیوم دارای بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات در مقایسه با کاربرد سولفات نیترات آمونیوم فاقد بازدارنده به طور معنی‌داری افزایش یافته است (۱۹). تحقیقات دوما و همکاران (۹) نیز نشان داد کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات منجر به افزایش میانگین عملکرد گندم پاییزه بین ۲۶ تا ۴۰ درصد شد.

پژوهش‌های انجام شده نشان داده است کارایی بازدارنده‌های نیترات‌سازی به ویژگی‌های گوناگون خاک از قبیل بافت، اسیدیته، درصد ماده آلی و همچنین شرایط آب و هوایی (دما و رطوبت) وابسته است (۴، ۷ و ۱۴). به طوری که تاثیرپذیری بازدارنده‌های نیترات‌سازی نسبت به عوامل مختلف، انجام تحقیقات بیشتر برای تصمیم‌گیری در مورد مصرف آنها را در خاکهای گوناگون ضروری ساخته است (۴). بنابراین با توجه به موارد فوق این پژوهش به منظور بررسی کارایی بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر جذب نیتروژن، اجزای عملکرد، عملکرد و درصد پروتئین دانه گندم در برخی از خاکهای استان چهارمحال و بختیاری اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو عامل نوع کود نیتروژنه 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 نیتروژنه شامل چهار سطح: (۱) عدم مصرف نیتروژن (شاهد) (۲) اوره (۳) سولفات نیترات آمونیوم (۴) سولفات نیترات آمونیوم با بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات به میزان ۰/۸ درصد کود (DMPP) بود. عامل خاک نیز شامل ۱۰ نوع بود که از خاکهای دارای خصوصیات فیزیکوشیمیایی مختلف استفاده شد. میزان نیتروژن مصرفی در تمام تیمارهای آزمایشی ثابت و برابر ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک بود که پس از تامین از منابع ذکر شده در دو تقسیط مساوی هنگام کاشت و ساقه رفتن گندم مصرف شد (۲۱).

برای انجام این آزمایش ۱۰ نمونه خاک که دارای پراکنش مناسبی در خصوصیات فیزیکوشیمیایی (درصد رس، میزان کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی) بودند، انتخاب شده و بر اساس 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 (۳). 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، ۴/۷، ۴/۶، ۰/۷۷ و ۰/۷۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب برای فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی و مس) به خاک گلدانها قبل از کشت اضافه شد (۲). مقدار عناصر غذایی مورد استفاده در خاکهایی که دارای غلظت عنصر غذایی کمتر از حد بحرانی بودند بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم عبارت بود از: فسفر ۱۰۰ (از منبع مونو کلسیم فسفات)، پتاسیم ۱۰۰ (از منبع سولفات پتاسیم)، آهن ۵ (از منبع سکوسترین ۱۳۸ آهن)، روی ۱۵ (از منبع سولفات روی)، منگنز ۱۵ (از منبع سولفات منگنز) و مس ۲/۵ (از منبع سولفات مس) (۲۱). سپس در بهمن ماه ۱۳۸۹ در هر گلدان شش عدد بذر گندم کاشته شد که پس از مرحله استقرار و در فاصله زمانی یک هفته پس از کشت سه بوته نگه داشته شده و بقیه حذف شدند. گلدانهای حاوی بوته‌های گندم در یک گلخانه لبه‌دار با دمای روز ۲±۲۵ و دمای شب ۲±۲۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. بدنبال آن مراقبت‌های زراعی معمول در حین دوره داشت تا زمان برداشت محصول (دانه) در گلخانه صورت گرفت. در پایان آزمایش تعداد سنبله در هر گلدان، تعداد دانه در سنبله، وزن تک سنبله، وزن ۱۰۰۰ دانه، وزن خشک کاه و کلش و دانه (عملکرد دانه)، غلظت نیتروژن در دانه و کاه و کلش، جذب نیتروژن توسط اندام هوایی و درصد پروتئین دانه در هر گلدان اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون فن‌دار در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. بدنبال آن وزن خشک نمونه‌ها با استفاده از ترازوی رقومی اندازه‌گیری شده و پس از خرد کردن غلظت نیتروژن در آنها با استفاده

از روش کلدال (۱) اندازه‌گیری شد. برای محاسبه جذب نیتروژن کاه و کلش و دانه از حاصلضرب وزن خشک آنها در غلظت نیتروژن استفاده شده و مجموع آنها به عنوان جذب نیتروژن اندام هوایی منظور شد. درصد پروتئین دانه نیز از حاضلضرب درصد نیتروژن دانه در ضریب تبدیل ۵/۸۳ بدست آمد (۱۰). نتایج حاصله به کمک نرم افزار SAS (نسخه ۸/۰۲) تجزیه و تحلیل شده و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح آماری ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

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 شده است. کلیه خاکها، مشکل شوری نداشته و اسیدیته سوسپانسیون ۱ به ۲/۵ خاک به آب در آنها بین ۸/۰ تا ۸/۷ بود که این مسئله به دلیل وجود کربنات کلسیم در تمامی خاکها بود (جدول ۱). میزان کم کربن آلی در تمامی خاکهای مورد استفاده احتمالا باعث پاسخ معنی‌دار آنها نسبت به کاربرد نیتروژن می‌شود. بر اساس نتایج جدول ۱ اگرچه میزان برخی از عناصر غذایی در خاکهای مورد استفاده کمتر از حد بحرانی آنها برای کشت گندم بود، اما با مصرف کودهای مربوطه سعی شد کمبود عناصر غذایی به استثنای نیتروژن برای کشت گندم محدودیت ایجاد نکند.

تاثیر منابع مختلف نیتروژن و نوع خاک بر جذب نیتروژن اندام هوایی گندم

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تأثیر منبع نیتروژن، نوع خاک و برهمکنش آنها بر جذب نیتروژن اندام هوایی (مجموع جذب نیتروژن دانه و کاه و کلش) در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین برهمکنش منبع نیتروژن و نوع خاک نشان داد در خاکهای شماره ۱، ۲، ۳، ۶، ۸ و ۹ کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات به همراه سولفات نیترات آمونیوم منجر به افزایش معنی‌دار ($P<0/05$) جذب نیتروژن اندام هوایی در مقایسه با سایر منابع نیتروژن از قبیل سولفات نیترات آمونیوم و اوره و همچنین شاهد شد (جدول ۲) که این امر با پژوهشهای انجام شده (۶، ۱۱، ۱۲، ۱۹، ۲۲ و ۲۳) مطابقت دارد. جذب ترجیحی آمونیوم در مقایسه با نیترات (۶)، افزایش نگهداشت آمونیوم در خاکهای تیمار شده با بازدارنده نیترات‌سازی (۲۲)، اثر هم‌افزایی (سینرژیسم) بین آمونیوم و نیترات (۱۸) و افزایش سرعت جذب نیتروژن (۱۲) از جمله دلایلی هستند که باعث افزایش جذب نیتروژن در شرایط این تحقیق شده‌اند. در سایر خاکهای مورد بررسی (خاکهای شماره ۴، ۵، ۷ و ۱۰) اگرچه کاربرد نیتروژن از منابع مختلف منجر به افزایش معنی‌دار جذب نیتروژن اندام هوایی در مقایسه با شاهد شد، اما تفاوت معنی‌داری بین منابع مختلف نیتروژن وجود نداشت (جدول ۲) که این امر با تحقیقات دیز لوپز و همکاران در ذرت (۸) و ویلار و گولامس (۲۶) در گندم همخوانی داشت.

تاثیر منابع مختلف نیتروژن و نوع خاک بر اجزای عملکرد گندم

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تأثیر منبع نیتروژن، نوع خاک و برهمکنش آنها بر اجزای عملکرد گندم شامل تعداد سنبله در هر گلدان، تعداد دانه در سنبله، وزن تک سنبله و وزن ۱۰۰۰ دانه گندم در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار شد.

جدول ۱- برخی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی و غلظت عناصر غذایی در خاکهای مورد مطالعه

شماره خاک	EC (1:2.5)	pH (1:2.5)	CEC	OC	CCE	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu	بافت خاک
	(dS m^{-1})		(Cmol$_c$ kg^{-1})	(%)		ava (mg kg^{-1})						
۱	۰/۱۵	۸/۴	۲۷/۸	۰/۴۴	۲۷/۲	۷/۷	۷۸۹	۴/۶۸	۲/۹۱	۰/۴۴	۰/۷۸	Clay Loam
۲	۰/۲۳	۸/۱	۲۵/۰	۱/۵۱	۳۲/۵	۱۹/۹	۷۸۹	۴/۷۲	۸/۲۸	۰/۶۶	۰/۸۶	Silt Loam
۳	۰/۱۶	۸/۴	۳۰/۶	۰/۶۳	۲۳/۸	۵/۵	۶۳۸	۴/۲۳	۴/۱۳	۰/۵۲	۰/۸۵	Silt Loam
۴	۰/۲۱	۸/۲	۲۸/۹	۱/۲۲	۲۷/۶	۹/۳	۱۲۵۲	۲/۸۴	۷/۲۰	۰/۴۶	۰/۶۴	Silty Clay Loam
۵	۰/۲۴	۸/۰	۲۲/۹	۱/۳۰	۲۰/۹	۲۹/۴	۱۱۶۳	۴/۳۵	۱۲/۶۱	۰/۸۰	۰/۹۸	Silt Loam
۶	۰/۲۵	۸/۳	۲۸/۲	۰/۹۸	۲۶/۷	۴۲/۱	۱۰۰۴	۳/۸۲	۵/۱۹	۰/۸۵	۰/۹۱	Silt Loam
۷	۰/۲۴	۸/۷	۳۰/۸	۱/۲۴	۲۸/۶	۴/۰	۷۰۶	۳/۸۲	۴/۵۹	۰/۴۵	۰/۷۶	Silt Loam
۸	۰/۱۶	۸/۵	۲۶/۹	۰/۳۶	۳۸/۸	۷/۶	۱۲۷	۳/۰۲	۳/۱۵	۰/۷۱	۰/۲۳	Clay Loam
۹	۰/۱۷	۸/۳	۲۶/۵	۰/۷۸	۲۷/۶	۶/۹	۷۶۶	۳/۵۹	۴/۵۹	۰/۵۴	۱/۰۴	Silt Loam
۱۰	۰/۱۵	۸/۳	۳۱/۰	۰/۶۷	۱۷/۵	۹/۸	۶۳۱	۲/۹۸	۴/۸۰	۰/۴۷	۰/۷۲	Silt Loam

جدول ۲- مقایسه میانگین برهمکنش نوع خاک و منبع نیتروژن بر جذب نیتروژن اندام هوایی گندم

منبع نیتروژن	شاهد	اوره	سولفات نیترات آمونیوم	سولفات نیترات آمونیوم با DMPP
شماره خاک	جذب نیتروژن اندام هوایی* (میلی‌گرم در گلدان)			
۱	۲۰/۹۹^{z}	۱۵۹/۱۸^{nop}	۱۵۵/۸۱^{op}	۱۸۵/۴۱^{hi}
۲	۱۴۰/۲۰^{q}	۲۵۱/۲۲^{bc}	۲۵۳/۸۰^{bc}	۲۸۸/۷۳^{a}
۳	۳۲/۳۴^{xy}	۱۷۶/۰۲^{ijkl}	۱۶۸/۰۸^{lmn}	۱۹۵/۲۰^{h}
۴	۱۰۷/۱۵^{u}	۲۳۳/۸۰^{ef}	۲۳۵/۶۴^{def}	۲۴۰/۲۵ ^{def}
۵	۱۲۰/۸۵^{t}	۲۶۱/۹۰^{b}	۲۶۱/۹۹^{b}	۲۶۵/۴۵^{b}
۶	۱۰۳/۵۸^{u}	۲۴۰/۲۰^{de}	۲۳۳/۲۴^{ef}	۲۵۳/۰۲^{bc}
۷	۶۸/۴۷^{w}	۱۷۹/۴۳^{ijk}	۱۷۲/۵۳^{jklm}	۱۷۳/۹۷^{klm}
۸	۲۴/۶۷^{yz}	۱۲۷/۸۸st	۱۳۲/۴۷^{rs}	۱۶۰/۳۷^{no}
۹	۴۱/۰۹^{x}	۱۳۹/۴۶^{rq}	۱۳۴/۳۵^{rs}	۱۵۶/۳۴^{op}
۱۰	۸۲/۵۳^{v}	۱۸۴/۰۵^{ij}	۱۸۵/۴۷^{ij}	۱۸۵/۸۹^{ij}
میانگین	۷۴/۱۹^{C}	۱۹۵/۳۱^{B}	۱۹۳/۳۴^{B}	۲۱۰/۴۶^{A}

* میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند. اثرات اصلی با حروف بزرگ نشان داده شده است (آزمون LSD).

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش منبع نیتروژن و نوع خاک نشان داد، تنها در خاک شماره ۳ کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات به همراه سولفات نیترات آمونیوم منجر به افزایش معنی‌دار تعداد سنبله در هر گلدان در مقایسه با کود مشابه اما فاقد بازدارنده و همچنین کود اوره شد که میزان این افزایش ۲/۷ سنبله به ازای هر گلدان بود (جدول ۳). دلیل این امر را می‌توان به کاهش سرعت نیترات‌سازی و افزایش طول دوره‌ی قابلیت استفاده‌ی نیتروژن در خاک در نتیجه کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی نسبت داد (۶). با این وجود در سایر خاکهای مورد مطالعه تعداد سنبله در هر گلدان تحت تاثیر معنی‌دار کاربرد نیتروژن از منابع مختلف قرار نگرفت. به طور مشابه در کلیه خاکهای مورد بررسی کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی به همراه سولفات نیترات آمونیوم تاثیری بر تعداد دانه در سنبله در مقایسه با تیمار مشابه اما فاقد بازدارنده و اوره نداشت (جدول ۳). بر اساس نتایج حاصله تنها در خاکهای شماره ۸ و ۹ کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات به همراه سولفات نیترات آمونیوم منجر به افزایش معنی‌دار وزن تک سنبله در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن از قبیل سولفات نیترات آمونیوم، اوره و همچنین شاهد شد و در دیگر خاکهای مورد بررسی (خاکهای شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۱۰) تاثیر معنی‌داری دیده نشد (جدول ۳). همچنین نتایج نشان داد فقط در خاکهای شماره ۶، ۷ و ۹ کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی با سولفات نیترات آمونیوم منجر به افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه گندم در مقایسه با کود مشابه اما بدون بازدارنده، اوره و تیمار شاهد شد و در دیگر خاکهای مورد مطالعه (خاکهای شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۸ و ۱۰) تاثیر معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

پژوهش‌های انجام شده در مورد تاثیر کاربرد بازدارنده‌های نیترات‌سازی بر اجزای عملکرد گندم نشان‌دهنده تاثیر متفاوت آنها بوده است. برخی از پژوهشگران پاسخ مثبت اجزای عملکرد گندم به کاربرد بازدارنده‌های نیترات‌سازی را گزارش کرده‌اند (۱۳، ۱۹، ۲۴ و ۲۵). با این وجود در برخی دیگر از پژوهشها، شاخصهای اجزای عملکرد از قبیل تعداد پنجه و وزن ۱۰۰۰ دانه تحت تاثیر کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی قرار نگرفته‌اند (۲۳).

در این پژوهش عدم واکنش تعداد سنبله در هر گلدان در ۹۰ درصد خاکهای مورد بررسی نسبت به کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی در مطابقت با تحقیقات انجام شده توسط شارما و کومار (۲۳) و بر خلاف نتایج تحقیقات پاسدا و همکاران (۱۹) می‌باشد. همچنین عدم واکنش تعداد دانه در سنبله به کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی در کلیه خاکهای مورد مطالعه با تحقیقات انجام شده (۱۹ و ۲۳) مبنی بر افزایش تعداد دانه در سنبله در نتیجه کاربرد بازدارنده‌های نیترات‌سازی همخوانی ندارد. در این میان افزایش شاخصهای وزن تک سنبله و وزن ۱۰۰۰ دانه در تعدادی از خاکهای مورد بررسی (خاکهای شماره ۶، ۷، ۸ و ۹) در نتیجه کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی می‌تواند به دلیل آهسته کردن سرعت نیترات‌سازی و طولانی‌تر کردن دوره‌ی قابلیت استفاده‌ی نیتروژن در خاک (۶) باشد که منجر به رشد بهتر گندم و افزایش معنی‌دار شاخصهای فوق شده است که این مسئله با تحقیقات انجام شده (۱۹) همخوانی دارد. با این حال عدم واکنش شاخصهای وزن تک سنبله و وزن ۱۰۰۰ دانه در اکثر خاکهای مورد بررسی نسبت به کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی با تحقیقات شارما و کومار (۲۳) مطابقت دارد که این مسئله به دلیل توانایی منابع کودی در تامین نیتروژن مورد نیاز گندم است. به طور کلی می‌توان چنین گفت که در اکثر خاکهای مورد بررسی کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی تاثیری بر اجزای عملکرد دانه گندم نداشته است. این عدم واکنش را می‌توان به تامین مطلوب نیتروژن مورد نیاز گندم توسط منابع کودی اوره و سولفات نیترات آمونیوم با و بدون بازدارنده نیترات‌سازی در طول دوره رشد گندم نسبت داد.

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش نوع خاک و منبع نیتروژن بر اجزای عملکرد گندم

منبع نیتروژن	شاهد	اوره	سولفات نیترات آمونیوم	سولفات نیترات آمونیوم با DMPP	شاهد	اوره	سولفات نیترات آمونیوم	سولفات نیترات آمونیوم با DMPP
شماره خاک	میانگین تعداد سنبله در هر گلدان*				میانگین تعداد دانه در سنبله*			
۱	۳/۰^{kl}	۶/۳^{efgh}	۶/۵^{efg}	۶/۳^{efgh}	۱۰/۲^{q}	۳۷/۳^{bcdefghi}	۳۲/۶^{ijklmno}	۳۳/۷^{fghijklm}
۲	۴/۰^{jkl}	۷/۳^{bcdef}	۶/۷^{defg}	۷/۷^{bcde}	۴۰/۷^{abcd}	۳۹/۰^{abcdef}	۳۹/۳^{abcde}	۴۰/۲^{abcd}
۳	۳/۰^{kl}	۷/۳^{bcdef}	۷/۳^{bcdef}	۱۰/۰^{a}	۱۶/۳^{p}	۳۷/۱^{bcdefghi}	۳۱/۹^{ijklmno}	۳۴/۲^{efghijklm}
۴	۵/۰^{hij}	۸/۳^{bc}	۷/۷^{bcde}	۷/۷^{bcde}	۳۳/۹^{fghiklm}	۴۲/۸^{a}	۳۹/۵^{abcde}	۴۰/۹^{abcd}
۵	۵/۳^{ghij}	۸/۰^{bcd}	۸/۳^{bc}	۸/۳^{bc}	۳۲/۶^{ijklmno}	۳۸/۶^{abcdefg}	۴۲/۵^{ab}	۳۸/۷^{abcdefg}
۶	۴/۳^{jk}	۷/۵^{bcde}	۸/۰^{bcd}	۸/۷^{ab}	۳۴/۸^{efghijk}	۳۶/۸^{cdefghi}	۳۲/۹^{hijklmno}	۳۸/۳^{abcdefgh}
۷	۲/۷^{l}	۶/۷^{defg}	۷/۳^{bcdef}	۶/۳^{efgh}	۳۶/۸^{cdefghi}	۳۶/۱^{cdefghi}	۳۶/۸^{cdefghi}	۳۵/۷^{defghij}
۸	۳/۰^{kl}	۷/۰^{cdef}	۷/۵^{bcde}	۷/۰^{cdef}	۱۳/۴^{pq}	۲۹/۳^{lmno}	۲۷/۶^{o}	۳۲/۳^{ijklmno}
۹	۳/۰^{kl}	۶/۳^{efgh}	۶/۵^{efg}	۶/۰^{fghi}	۱۸/۳^{p}	۳۰/۵^{jklmno}	۲۹/۱^{mno}	۲۹/۵^{klmno}
۱۰	۴/۷^{ij}	۷/۵^{bcde}	۷/۳^{bcdef}	۷/۷^{bcde}	۳۰/۱^{klmno}	۳۳/۶^{ghijklmn}	۲۸/۳^{no}	۳۲/۵^{ijklmno}
میانگین	۳/۸^{C}	۷/۲^{B}	۷/۳^{AB}	۷/۶^{A}	۲۶/۷^{C}	۳۶/۱^{A}	۳۴/۱^{B}	۳۵/۶^{AB}
شماره خاک	میانگین وزن تک سنبله* (گرم)				میانگین وزن هزار دانه* (گرم)			
۱	۰/۵۰^{o}	۱/۸۸^{efgh}	۱/۷۲^{hijk}	۱/۸۶^{fgh}	۳۴/۰۹^{ijkl}	۳۴/۶۵^{hijkl}	۳۶/۷۳^{efghijkl}	۳۸/۵۵^{cdefghijk}
۲	۲/۳۴^{a}	۲/۱۴^{abcd}	۲/۳۸^{a}	۲/۲۷^{ab}	۴۱/۰۲^{abcdefg}	۴۰/۲۴^{bcdefghi}	۴۲/۰۶^{abcdef}	۴۰/۷۹^{abcdefgh}
۳	۰/۸۲^{mn}	۱/۸۷^{fgh}	۱/۷۶^{ghijk}	۱/۸۳^{ghi}	۳۶/۶۲^{efghijkl}	۳۴/۶۵^{hijkl}	۳۲/۲۹^{l}	۳۵/۹۹^{fghijkl}
۴	۱/۷۹^{ghij}	۲/۱۰^{bcde}	۲/۰۷^{bcdef}	۲/۱۴^{abcd}	۳۷/۹۶^{defghijkl}	۳۲/۶۲^{kl}	۳۷/۱۴^{efghijkl}	۳۷/۴۴^{efghijkl}
۵	۱/۷۶^{ghijk}	۲/۱۱^{bcde}	۲/۱۰^{bcde}	۲/۱۲^{abcd}	۴۰/۶۴^{abcdefgh}	۳۹/۸۵^{bcdefghijk}	۴۱/۲۸^{abcdef}	۴۴/۲۵^{abc}
۶	۱/۸۵^{fgh}	۲/۱۹^{abc}	۲/۱۳^{abcd}	۲/۲۶^{ab}	۳۷/۶۳^{efghijkl}	۳۹/۱۷^{cdefghij}	۳۸/۹۰^{cdefghij}	۴۵/۵۲^{ab}
۷	۱/۹۵^{defg}	۱/۹۶^{cdefg}	۲/۰۸^{bcdef}	۲/۰۸^{bcdef}	۳۸/۲۴^{cdefghijkl}	۳۹/۶۷^{bcdefghij}	۳۸/۸۹^{cdefghij}	۴۶/۵۹^{a}
۸	۰/۶۶^{no}	۱/۴۸^{l}	۱/۴۱^{l}	۱/۷۹^{ghij}	۳۶/۱۶^{fghijkl}	۳۴/۸۶^{ghijkl}	۳۹/۶۲^{bcdefghij}	۳۹/۴۳^{bcdefghij}
۹	۰/۹۶^{m}	۱/۵۵^{kl}	۱/۴۳^{l}	۱/۸۶^{fgh}	۳۷/۱۳^{efghijkl}	۳۸/۹۷^{cdefghij}	۳۸/۵۶^{cdefghijk}	۴۶/۸۶^{a}
۱۰	۱/۵۷^{ijkl}	۱/۹۱^{defgh}	۱/۸۳^{ghi}	۱/۸۳^{ghi}	۳۶/۰۱^{fghijkl}	۴۳/۹۰^{abcd}	۴۲/۵۲^{abcde}	۴۴/۴۱^{abc}
میانگین	۱/۴۲^{C}	۱/۹۲^{B}	۱/۸۹^{B}	۲/۰۰^{A}	۳۷/۵۵^{B}	۳۷/۸۶^{B}	۳۸/۸۰^{B}	۴۱/۹۸^{A}

* میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند. اثرات اصلی با حروف بزرگ نشان داده شده است (آزمون LSD).

تاثیر منابع مختلف نیتروژن و نوع خاک بر وزن خشک دانه و کاه و کلش گندم

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تأثیر منبع نیتروژن، نوع خاک و برهمکنش آنها بر وزن خشک دانه و کاه و کلش گندم در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین برهمکنش منبع نیتروژن و نوع خاک بر وزن خشک دانه (عملکرد دانه) نشان داد در خاکهای شماره ۱، ۲، ۸ و ۹ کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات به همراه سولفات نیترات آمونیوم منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در مقایسه با سولفات نیترات آمونیوم و اوره و همچنین شاهد شده است (جدول ۴). در این میان کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی به همراه سولفات نیترات آمونیوم در خاکهای شماره ۳ و ۶ اگرچه منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در مقایسه با کود مشابه اما بدون بازدارنده و همچنین شاهد شد؛ اما تفاوت معنی‌داری را با کود اوره نشان نداد (جدول ۴). در خاکهای شماره ۴، ۵، ۷ و ۱۰ نیز کاربرد نیتروژن از منابع مختلف منجر به افزایش معنی‌دار وزن خشک دانه در مقایسه با شاهد شد اما تفاوت معنی‌داری بین منابع مختلف نیتروژن دیده نشد. نتایج مقایسه میانگین برهمکنش منبع نیتروژن و نوع خاک نشان داد فقط در خاکهای شماره ۳ و ۸ کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات به همراه سولفات نیترات آمونیوم منجر به افزایش معنی‌دار وزن خشک کاه و کلش در مقایسه با سولفات نیترات آمونیوم و اوره و همچنین شاهد شده است (جدول ۴). در سایر خاکهای مورد بررسی (۲، ۴، ۵، ۶، ۷، ۹ و ۱۰) اگرچه کاربرد نیتروژن از منابع مختلف منجر به افزایش معنی‌دار وزن خشک کاه و کلش در مقایسه با شاهد شده است؛ اما تفاوت معنی‌داری بین منابع مختلف نیتروژن دیده نشد.

جدول ٤- مقایسه میانگین برهمکنش نوع خاک و منبع نیتروژن بر وزن خشک دانه و کاه و کلش گندم

منبع نیتروژن	شاهد	اوره	سولفات نیترات آمونیوم	سولفات نیترات آمونیوم با DMPP	شاهد	اوره	سولفات نیترات آمونیوم	سولفات نیترات آمونیوم با DMPP
شماره خاک	وزن خشک دانه* (گرم در گلدان)				وزن خشک کاه و کلش* (گرم در گلدان)			
۱	۱/۰۹^{x}	۷/۰۸^{mnop}	۶/۴۸^{pqrs}	۷/۷۳^{ijkl}	۱/۹۷^{u}	۱۱/۹۷^{hij}	۱۲/۹۵^{fg}	۱۱/۶۲^{jk}
۲	۶/۶۲^{opqrs}	۹/۷۰^{bc}	۹/۹۲^{bc}	۱۱/۲۸^{a}	۱۰/۷۹^{lm}	۱۳/۶۷^{abcd}	۱۳/۵۶^{bcde}	۱۳/۷۴^{abc}
۳	۱/۸۱^{w}	۷/۸۸^{hijk}	۷/۴۶^{jklm}	۸/۵۳^{fgh}	۲/۶۵^{t}	۱۲/۲۰^{hi}	۱۱/۹۸^{hij}	۱۲/۸۰^{fg}
۴	۶/۲۳^{rst}	۹/۲۲^{de}	۹/۴۰^{cd}	۹/۴۳^{cd}	۹/۳۵^{no}	۱۳/۵۹^{bcde}	۱۳/۱۳^{ef}	۱۳/۳۹^{cde}
۵	۶/۷۴^{nopqr}	۹/۵۲^{bcd}	۹/۵۷^{bcd}	۹/۳۷^{cd}	۱۰/۴۴^{m}	۱۴/۰۴^{ab}	۱۳/۸۰^{abc}	۱۴/۱۱^{a}
۶	۶/۵۶^{opqrs}	۹/۶۰^{bcd}	۹/۱۵^{def}	۱۰/۲۵^{b}	۸/۵۴^{q}	۱۳/۲۰^{def}	۱۳/۶۶^{abcd}	۱۳/۵۲^{bcde}
۷	۳/۵۹^{v}	۸/۳۴^{ghi}	۸/۷۱^{efg}	۸/۲۰^{ghi}	۵/۹۷^{s}	۱۲/۵۲^{gh}	۱۱/۹۳^{hij}	۱۱/۸۸^{hij}
۸	۱/۴۷^{wx}	۵/۷۲^{t}	۵/۷۴^{t}	۷/۱۷^{lmno}	۱/۸۳^{u}	۸/۷۵^{pq}	۸/۳۷^{qr}	۹/۸۶^{n}
۹	۲/۱۲^{w}	۶/۲۴^{rst}	۶/۰۴st	۶/۹۷^{mnopq}	۲/۶۰^{t}	۸/۹۶^{op}	۸/۹۴^{op}	۹/۳۷^{no}
۱۰	۴/۸۶^{u}	۸/۰۸^{ghij}	۸/۲۰^{ghi}	۸/۶۲^{efg}	۸/۱۶^{r}	۱۱/۶۰^{jk}	۱۱/۱۵^{kl}	۱۱/۱۷^{kl}
میانگین	۴/۱۱^{C}	۸/۱۴^{B}	۸/۰۷^{B}	۸/۷۶^{A}	۶/۲۲^{C}	۱۲/۰۸^{AB}	۱۱/۹۵^{B}	۱۲/۱۵^{A}

* میانگین‌ها با حروف فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند. اثرات اصلی با حروف بزرگ نشان داده شده است (آزمون LSD).

پژوهشهای انجام شده در مورد تاثیر بازدارنده‌های نیترات‌سازی بر عملکرد محصولات کشاورزی حاکی از تاثیر متفاوت آنها بوده است. در برخی از آزمایشها کاربرد این گونه مواد منجر به افزایش عملکرد و میزان ماده خشک محصول تولیدی شده است (۵، ۶، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۹، ۲۰، ۲۲ و ۲۳). در حالی که در بعضی از آزمایشها مصرف بازدارنده‌ها تاثیری بر عملکرد محصول نداشته است (۸ و ۲۶). بر اساس نتایج این پژوهش افزایش وزن خشک دانه و کاه و کلش در تعدادی از خاکهای مورد مطالعه (جدول ۴) در نتیجه کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات می‌تواند به دلیل کاهش هدررفت نیتروژن از طریق نیترات‌زدایی و به تبع آن بهبود عرضه نیتروژن به گیاه، افزایش فراهمی نیتروژن برای محصول در یک دوره طولانی‌تر به دلیل مقادیر نسبتاً بالاتر آمونیوم خاک و تغذیه آمونیومی ریشه (۶، ۱۲، ۱۶ و ۲۳) باشد که این مسئله با تحقیقات انجام شده در این زمینه همخوانی دارد (۱۱، ۱۹ و ۲۰). پژوهشهای انجام شده نشان می‌دهد کاربرد آمونیوم در مقایسه با نیترات، نیازمند انرژی کمتری برای جذب و ساخت بوده و از طرف دیگر با اسیدی کردن محیط ریشه جذب نیترات را از طریق انتقال همزمان پروتون/نیترات تسهیل می‌کند که این امر در نهایت با افزایش جذب نیتروژن منجر به افزایش عملکرد گیاه می‌شود (۱۸). گواه این امر افزایش جذب نیتروژن اندام هوایی در خاکهای شماره ۱، ۲، ۳، ۶، ۸ و ۹ در نتیجه کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی است (جدول ۲). لازم به یادآوری است افزایش وزن خشک دانه و کاه و کلش گندم در خاکهای مورد بررسی (خاکهای شماره ۱، ۲، ۳، ۶، ۸ و ۹) به دلیل افزایش اجزای عملکرد گندم از قبیل تعداد سنبله در هر گلدان (خاک شماره ۳)، وزن تک سنبله (خاکهای شماره ۸ و ۹) و وزن ۱۰۰۰ دانه (خاکهای شماره ۶ و ۹) یا اثر تجمعی مجموع اجزای عملکرد گندم بوده است. بر اساس نتایج این تحقیق کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی تاثیری بر وزن خشک دانه در خاکهای شماره ۴، ۵، ۷ و ۱۰ و وزن خشک کاه و کلش در خاکهای شماره ۲، ۴، ۵، ۶، ۷، ۹ و ۱۰ نداشته است که این امر در راستای یافته‌های دیگر پژوهشگران است (۸ و ۲۶).

تاثیر منابع مختلف نیتروژن و نوع خاک بر درصد پروتئین دانه گندم

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تأثیر منبع نیتروژن، نوع خاک و برهمکنش آنها بر درصد پروتئین دانه گندم در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین برهمکنش منبع نیتروژن و نوع خاک نشان داد کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات به همراه سولفات نیترات آمونیوم در اکثر خاکهای مورد بررسی (۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۹) تاثیری بر درصد پروتئین دانه در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن نداشته و حتی منجر به کاهش درصد پروتئین دانه در مقایسه با سولفات نیترات آمونیوم در خاکهای ۱، ۸ و ۱۰ در مقایسه با اوره و سولفات نیترات آمونیوم شده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش نوع خاک و منبع نیتروژن بر درصد پروتئین دانه گندم

منبع نیتروژن	شاهد	اوره	سولفات نیترات آمونیوم	سولفات نیترات آمونیوم با DMPP
شماره خاک		پروتئین دانه* (درصد)		
۱	۹/۳۹^{k}	۱۰/۷۴^{efg}	۱۱/۳۷^{d}	۱۰/۸۸^{ef}
۲	۹/۷۹^{ij}	۱۰/۹۳^{ef}	۱۰/۹۳^{ef}	۱۰/۸۴^{ef}
۳	۸/۷۵^{lm}	۹/۹۷^{i}	۱۰/۰۳^{hi}	۹/۹۷^{i}
۴	۸/۱۱^{op}	۱۱/۶۱^{bcd}	۱۱/۶۱^{bcd}	۱۱/۷۸^{bc}
۵	۸/۳۹^{no}	۱۲/۳۵^{a}	۱۲/۳۵^{a}	۱۲/۳۵^{a}
۶	۸/۵۷^{mn}	۱۱/۵۲^{cd}	۱۱/۵۶^{cd}	۱۱/۵۶^{cd}
۷	۸/۹۳^{l}	۹/۶۱^{jk}	۹/۶۵^{ijk}	۹/۹۷^{ij}
۸	۸/۴۸^{mn}	۱۰/۹۷^{e}	۱۰/۹۷^{e}	۱۰/۷۲^{gh}
۹	۹/۵۲^{jk}	۱۰/۳۸^{h}	۱۰/۳۸^{h}	۱۰/۶۱^{fgh}
۱۰	۷/۸۹^{p}	۱۰/۹۷^{e}	۱۰/۹۷^{e}	۱۰/۶۱^{fgh}
میانگین	۸/۷۸^{B}	۱۰/۹۱^{A}	۱۰/۹۸^{A}	۱۰/۹۸^{A}

* میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند. اثرات اصلی با حروف بزرگ نشان داده شده است (آزمون LSD).

عدم واکنش یا تاثیر منفی کاربرد بازدارنده به همراه سولفات نیترات آمونیوم بر درصد پروتیئن دانه گندم را می‌توان به تاثیر آن بر افزایش وزن خشک دانه و کاه و کلش در خاکهای مورد بررسی (۱، ۲، ۳، ۶، ۸ و ۹) نسبت داد (جدول ۴) که این امر در مطابقت با تحقیقات پاسدا و همکاران (۱۹) و بر خلاف یافته‌های شارما و کومار (۲۳) می‌باشد. به نظر می‌رسد اگرچه کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی به همراه سولفات نیترات آمونیوم منجر به افزایش فتوسنتز شده اما ماده خشک تولیدی منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی شده و تاثیری بر درصد پروتیئن دانه نداشته است.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات منجر به افزایش جذب نیتروژن اندام هوایی و وزن خشک دانه و کاه و کلش گندم در خاکهای شماره ۱، ۲، ۳، ۶، ۸ و ۹ شد. با این وجود در سایر خاکهای مورد بررسی کاربرد بازدارنده تاثیری بر شاخص‌های مورد بررسی نداشت. همچنین بر اساس نتایج حاصله در اکثر خاکهای مورد مطالعه کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی تاثیری بر اجزای عملکرد دانه گندم به استثنای تعداد سنبله در گلدان (خاک شماره ۳)، ورن تک سنبله (خاکهای شماره ۸ و ۹) و وزن هزار دانه (خاکهای شماره ۶، ۷ و ۹) نداشت. بر اساس مطالعات صورت گرفته تغییرپذیری در پاسخ به کاربرد بازدارنده‌های نیترات‌سازی به ویژگی‌های خاک از قبیل بافت، اسیدیته، رطوبت و دما، پتانسیل نیترات‌سازی، سابقه‌ی کوددهی و میزان مصرف نیتروژن ارتباط دارد (۴، ۵، ۷ و ۱۴). در این میان بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاکهای شماره ۱، ۲، ۳، ۶، ۸ و ۹ نشان داد میزان شن آنها از ۲۳۰ گرم بر کیلوگرم بیشتر بوده است در حالی که در سایر خاکها میزان شن از ۲۳۰ گرم بر کیلوگرم کمتر بوده است. چن و همکاران (۵) نشان دادند بازدارنده‌های نیترات‌سازی در خاکهای شنی و شرایط مرطوب از کارایی بالاتری برخوردار بوده‌اند. نتایج حاصل از مصرف نیتراپیرین و دی سیانو دی آمید در امریکا نشان داد بیشترین بازده این مواد زمانی بوده است که در خاک‌های درشت بافت مصرف شده‌اند. همچنین وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین درصد شن و تشکیل نیتریت در حضور بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات در تحقیقات ثابت شده است (۴). به هرحال کارکرد بازدارنده‌های نیترات‌سازی در خاکهای مختلف به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها مربوط بوده و انجام تحقیقات بیشتر برای چگونگی پاسخ نسبت به کاربرد آنها در خاکهای ایران ضروری است. با این حال کاربرد کودهای نیتروژنه حاوی بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات می‌تواند روش خوبی برای افزایش جذب نیتروژن و به تبع آن عملکرد دانه و کاه و کلش در گندم باشد.

سپاسگزاری

اعتبارات اجرای این پژوهش توسط معاونت پژوهشی دانشگاه شهرکرد تامین شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

۱- امامی ع. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲، انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

۲- بلالی م.، ملکوتی م.ج.، مشایخی ح.ح.، و خادمی ز. ۱۳۷۹. اثر عناصر ریزمغذی بر افزایش عملکرد و تعیین حد بحرانی آنها در خاکهای تحت کشت گندم آبی ایران. ص. ۱۲۱-۱۳۴. در م.ج. ملکوتی (گردآورنده) تغذیه متعادل گندم راهی به سوی خودکفایی در کشور و تامین سلامت جامعه. نشر آموزش کشاورزی، تهران.

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

4- Barth G., Tucher S.V., and Schmidhalter U. 2001. Influence of soil parameters on the effect of 3,4-dimethylpyrazole-phosphate as a nitrification inhibitor. Biology and Fertility of Soils, 34:98-102.

5- Chen D., Suter H.C., Islam A., Edis R., and Freney J.R. 2008. Prospects of improving efficiency of fertilizer nitrogen in Australian agriculture; a review of enhanced efficiency fertilizers. Australian Journal of Soil Research, 46:289-301.

6- Crawford D.M., and Chalk P.M. 1993. Sources of N uptake by wheat (*Triticum aestivum* L.) and N transformations in soil treated with a nitrification inhibitor (nitrapyrin). Plant and Soil, 149:59-72.

7- Di H.J., and Cameron K.C. 2004. Effects of temperature and application rate of a nitrification inhibitor, dicyandiamide (DCD), on nitrification rate and microbial biomass in a grazed pasture system. Australian Journal of Soil Research, 42:927-932.

8- 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.

9- 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. p. 340-345. In: T.D. Lekkas (ed.) Proceedings of the 9th International Conference on Environmental Science and Technology, 1–3 Sep. 2005. The Department of Environmental Studies of the University of the Aegean, Rhodes Island, Greece.

10- Egan H., Kirk R.S., and Sawyer R. 1987. Pearsons Chemical Analysis of Foods. Longman Scientific & Technical, Bath Press, Avon.

11- 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.

12- Guillaumes E., and Villar J.M. 2004. Effects of DMPP on the growth and chemical composition of ryegrass (*Lolium perenne* L.) raised on calcareous soil. Spanish Journal of Agricultural Research, 2:588-596.

13- Huber D.M., Warren H.L., Nelson D.W., Tsai C.Y., and Shaner G.E. 1980. Response of winter wheat to inhibiting nitrification of fall applied nitrogen. Agronomy Journal, 72:632-637.

14- Irigoyen I., Muro J., Azpilicueta M., Aparicio-Tejo P.M., and Lamsfus C. 2003. Ammonium oxidation kinetics in the presence of nitrification inhibitors DCD and DMPP at various temperatures. Australian Journal of Soil Research, 41:1177-1183.

15- 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. Advances in Agronomy, 87:85-156.

16- Li H., Liang X., Chen Y., Lian Y., Tian G., and Ni W. 2008. Effect of nitrification inhibitor DMPP on nitrogen leaching, nitrifying organisms, and enzyme activities in a rice-oilseed rape cropping system. Journal of Environmental Science, 20:149-155.

17- Malla G., Bhatia A., Pathak H., Prasad S., Jain N., and Singh J. 2005. Mitigating nitrous oxide and methane emissions from soil under rice–wheat system with nitrification and urease inhibitors. Chemosphere, 58:141-147.

18- Mengel K., and Kirkby E.A. 2001. Principles of Plant Nutrition. (5th ed). Kluwer Academic Publishers, Boston.

19- 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.

20- 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.
21- Sepehr E., Malakouti M.J., Kholdebarin B., Samadi A., and Karimian N. 2009. Genotypic variation in P efficiency of selected Iranian cereals in greenhouse experiment. International Journal of Plant Production, 3:17-28.
22- Serna M., Balnus J., and Quinones A. 2000. Evaluation of 3,4-Dimethylpyrazole phosphate as a nitrification inhibitor in citrus-cultivated soil. Biology and Fertility of Soils, 32:41-46.
23- Sharma S.N., and Kumar R. 1998. Effects of dicyandiamide (DCD) blended with urea on growth, yield and nutrient uptake of wheat. Journal of Agricultural Science, 131:389-394.
24- Shaviv A., and Hagin J. 1989. Interaction of ammonium nitrate ratios and potassium applied in solutions to wheat. Journal of Fertilizer Issues, 6:44-49.
25- Singh Y., and Beauchamp E.G. 1988. Response of winter wheat to fall-applied large urea granules with dicyandiamide. Canadian Journal of Soil Science, 68:133-142.
26- 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.

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.5, Nov.-Dec. 2012, p. 1226-1235

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۱، ص. ۱۲۳۵-۱۲۲۶

Effects of Nitrification Inhibitor 3,4-Dimethylpyrazole Phosphate on the Nitrogen Uptake, Yield Components and Yield of Wheat in Greenhouse Conditions

Sh. Kiani[1]

Received: 06-02-2012
Accepted: 22-07-2012

Abstract

A pot experiment was conducted to elucidate the effects of nitrification inhibitor (NI) 3, 4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) on the nitrogen uptake, yield components, yield and grain protein content 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 type (10 soils) with three replications. The results indicated that application of nitrification inhibitor DMPP with ASN led to significant increase ($P<0.05$) of shoot N uptake as well as grain and straw dry weight of wheat in soils no. 1, 2, 3, 6, 8 and 9 compared to ASN and urea. However, in the most of studied soils, application of nitrification inhibitor DMPP had not significant effect on the yield components and grain protein content of wheat. The greatest quantity of grain dry weight and shoot N uptake (11.28 g pot^{-1} and 288.73 mg pot^{-1}, respectively) were obtained in soil no 2 with ASN plus DMPP – 16.3% and 14.9% greater than those obtained with urea. The results of this study suggest that the nitrification inhibitor DMPP could improve nitrogen uptake as well as grain and straw yields of wheat.

Keywords: Yield components, Nitrification inhibitor, Yield, Wheat (*Triticum aestivum* L.), 3, 4-Dimethylpyrazole Phosphate

1- Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, ShahreKord University
(Email: shkiani2002@yahoo.com)