مجموعه مقالات
چهارمین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
(۲۹-۳۰ اردیبهشت، ۱۳۹٤، پژوهشکده کشاورزی هسته ای)
The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences (19-20 May, 2015, Nuclear Agriculture Research School)

بررسی تغییرات غلظت آمونیوم و نیترات مشتق شده از کود نشاندار ^{15}N در خاک، در گیاه گندم تحت تاثیر بازدارنده ۳ و ٤- دی متیل‌پیرازول‌فسفات

میراحمد موسوی شلمانی[۱*]، امیر لکزیان[۲]، رضا خراسانی[۲]، کاظم خاوازی[۳]، علی خراسانی[۴]، نازنین پورمحمد[۴]
۱- محقق پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای (دانشجوی دکتری) دانشگاه فردوسی مشهد،
۲- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد،
۳- دانشیار و رئیس موسسه تحقیقات خاک و آب، وزارت جهاد کشاورزی
۴- کارشناس پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای

چکیده: به منظور بررسی تغییرات غلظت نیتروژن آمونیومی و نیتراتی مشتق شده از کود نشاندار در خاک، طی رشد گیاه گندم تحت تاثیر بازدارنده ۳ و ۴- دی متیل‌پیرازول‌فسفات ، آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل شامل پنج رقم مختلف گندم با شاخص Δ متفاوت و فاکتور دوم در سه سطح بدون کود، کود سولفات آمونیوم نشاندارN^{15} و کود سولفات آمونیوم نشاندار حاوی DMPP در سه تکرار و در طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۹۳ انجام شد. آزمون آماری داده‌ها نشان دهنده این مطلب بود که ژنوتیپ‌های با شاخص تبعیض ایزوتوپی پایین‌تر به دلیل سیستم ریشه‌ای توسعه یافته‌تر و سطح جذب گسترده‌تر آب، از سطوح مقاومت به خشکی بیشتری برخوردار بوده بدین ترتیب توانسته‌اند درصد بیشتری از عناصر کودی را در مرحله دانه‌بندی جذب نموده و کارایی مصرف کود نیتروژنی را نیز افزایش دهند. نتایج حاصل از روند تغییرات آمونیوم مشتق شده از کود نشاندار در خاک نشان داد که ژنوتیپ G۱ با میانگین ۸۱/۲ میلی‌گرم در گروه اول، ژنوتیپ‌های G۵، G۲ و G۳ با میانگین ۵۱/۵ میلی‌گرم در گروه دوم و ژنوتیپ G۴ با ۲۳/۹۵ در گروه سوم قرار گرفت. نتایج همچنین نشان دهنده همبستگی معنی‌دار تولید محصول در نتیجه کاربرد DMPP بود. تفاوت تولید محصول دانه در ژنوتیپ‌های G۱، G۲ و G۳ بارز تر بوده و این امر نشان میدهد که کاربرد DMPP در ژنوتیپ‌های با کلاس پایین تر از نظر مقاومت به خشکی، می‌تواند افزایش محصول بیشتری را به همراه داشته باشد.

واژگان کلیدی: آمونیوم، نیترات، گندم، بازدارنده، ۳ و ٤- دی متیل‌پیرازول‌فسفات ، نیتروژن۱۵

Variation of ammonium and nitrate concentration derived from ^{15}N-labeled fertilizer in the soil during wheat growth effected by nitrification inhibitor 3,4-dimethyl pyrazole phosphate

Mir Ahmad Mousavi Shalmani[1]*, Amir Lakziyan[2], Reza Khorasani[2], Kazem Khavazi[3], Ali Khorasani4, Nazanin PourMohammad[4]
1-Resercher at Nuclear Science and Technology Research Institute, University student of Ferdowsi Mashhad,
2- PhD professor (Ferdowsi University of Mashhad),
3- PhD professor, Head of Soil and Water Research Institute,
4- Researcher at Nuclear Agriculture Research School

Abstract: In order to evaluate variation of ammonium and nitrate concentration derived from ^{15}N-labeled fertilizer in the soil during wheat growth effected by nitrification inhibitor 3,4-dimethyl pyrazole phosphate, a greenhouse experiment was carried out in a factorial randomized complete block design in three replications. The first factor was

wheat varieties (five different Δ indexes) and the second factor was three fertilization systems (no fertilizer, labeled ^{15}N ammonium sulfate fertilizer and ^{15}N fertilizers containing nitrification inhibitor) during 2013-2014. Statistical analysis of the data shows that genotypes with smaller ^{13}C isotope discrimination have maximum seed and straw yield production and thousand seed weight (TKW) index. It seems genotypes with lower Δ index have greater resistance to drought, due to more developed root system and the wider uptake of water. In relation to the trend of ammonium derived from labeled fertilizer in the soil, the results suggest that the genotype G1(with average 81.2 mg) were placed in the first group, genotypes G5, G2 and G3 (average of 51.5 mg)in the second group and genotypeG4 (23.95 mg) in the third group. The results also show a significant correlation between DMPP application and yield production. Differences in seed production in genotypes G1, G2 and G3under DMPP application were more obvious. This indicates that inhibitor application in genotypes with lower class of drought resistance could result in greater yield production.

Keywords: ammonium, nitrate, inhibitor, 3,4-dimethyl pyrazole phosphate, Nitrogen-15

مقدمه:

اغلب کودهای نیتروژنی اضافه شده به خاک (در فرم‌های آمونیومی و یا نیتراتی) معمولا به سرعت توسط ریزجانداران مولد نیترات به نیترات اکسیده می‌شوند. نیترات در آب محلول بوده و به دلیل تحرک بسیار در خاک، از پتانسیل ویژه جهت آبشویی برخوردار است. بازدارنده‌های نیتریفیکاسیون ترکیباتی هستند که اکسیداسیون زیستی آمونیوم به نیتریت را بدون تاثیر بر اکسیداسیون نیتریت به نیترات به تاخیر می‌اندازند. به بیان دیگر، بازدارنده‌ها فقط اولین مرحله از نیتریفیکاسیون (یعنی اکسیداسیون آمونیوم به هیدروکسیلامین) را تحت تاثیر قرار می‌دهند و مرحله دوم واکنش یعنی اکسیداسیون نیتریت (سمی) بدون تاثیر باقی می‌ماند. این امر بواسطه جلوگیری و یا دخالت در سوخت و ساز باکتری‌های موثر در نیتریت‌سازی (نظیر باکتری‌های *نیتروزوموناس*) صورت می گیرد. در شرایط اقلیمی و خاکی با پتانسیل زیاد آبشویی نیتروژن، تاثیر مثبت استفاده از بازدارنده‌های نیتریفیکاسیون زیاد گزارش شده است. همچنین کاربرد بازدارنده‌های نیتریفیکاسیون اثرات معنی‌داری بر کاهش تصاعد گازهایی از قبیل N_2O و CH_4 از خاک به اتمسفر داشته است. علاوه بر این افزایش کارایی مصرف کودهای نیتروژنی و عملکرد محصولات زراعی و باغی از جمله کاربردهای مهم بازدارنده‌ها محسوب می‌گردد. تاکنون انواع متعددی از بازدارنده‌های نیتریفیکاسیون به بازار عرضه شده است. این ترکیبات عموما توانایی بازدارندگی فعالیت باکتری‌های *نیتروزوموناس* را داشته‌اند که نتیجه نهایی فرایند، تعویق اکسیداسیون بیولوژیکی آمونیوم خواهد بود. بدین ترتیب کاهش معنی‌دار در تشکیل یون نیترات در خاک بواسطه کاربرد بازدارنده‌ها گزارش شده است که این امر همراه با کاهش N_2O در اتمسفر بوده است [۱].

۳ و ۴-دی متیل‌پیرازول‌فسفات (DMPP) یک بازدارنده جدید با خصوصیات مطلوب است. این بازدارنده ممکن است میزان محصول و یا حتی کیفیت آن را تحت تاثیر قرار دهد. همچنین باعث کاهش غلظت نیترات در خاک و آب آبشویی و کاهش میزان آزادسازی گاز N_2O از خاک شود. این ترکیب در رابطه با بازدارندگی فرایند نیتریفیکاسیون در خاک بسیار سودمند گزارش شده و از نظر آزمون‌های سمیت‌شناسی (فرایندهای کنترل کیفیت) هیچگونه اثرات سمیتی از آن گزارش نشده است [۲]. در حال حاضر اغلب فعالیت‌ها بر روی DMPP بر سودمندی بازدارنده‌های نیتریفیکاسیون در خاک و بهبود تولید محصول تمرکز داشته است . مطالعات اندکی نیز روی اثر DMPP در کاهش نیتروژن و کاهش اتلاف یون‌های نمکی آبشویی شده در خاک‌های رسی سنگین در چین صورت گرفته است. با توجه به اینکه بازدارنده نیتریفیکاسیون DMPP در سالهای اخیر وارد بازار جهانی شده است، لذا کاربرد آن به عنوان مصرف داخلی چندان گسترده نبوده و متعاقبا فعالیت‌های تحقیقاتی در این زمینه نیز بسیار ناچیز گزارش شده است.

یوکیاوگانگ و همکاران در آزمایش کاربرد DMPP در ستون دست نخورده خاک به این نتیجه دست یافتند که با استفاده از این بازدارنده، اتلاف تجمعی نیترات ۵۷/۵ ٪ کاهش می‌یابد. DMPP همچنین باعث می‌شود تا میزان یون آمونیوم موجود در خاک بیشتر شود و لذا انتظار می‌رود تا اتلاف تجمعی آمونیوم بیشتر شود [۳]. البته این امر بستگی به درجه حرارت خاک و رطوبت آزمایش خواهد داشت. بصورتی که در درجه حرارت‌های بالاتر، تاثیر DMPP سریعا کاهش می‌یابد. در خصوص تاثیر DMPP در کاهش آبشویی عناصر معدنی، برای کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم به ترتیب ۲۷٪، ۲۴٪، ۳۴٪ و ۲۶٪ کاهش گزارش شده است. در توضیح ارتباط DMPP در کاهش نیترات و چند کاتیون، *دای و کامرون* ارتباط خطی بین غلظت نیترات و سه کاتیون $Y=3+1/22X$را پیدا نمودند (که در این رابطه Y غلظت سه کاتیون و X غلظت نیترات می‌باشد [۴]. ایشان علت این امر را به اثر کاتیون‌های حامل نسبت دادند. بدین ترتیب که وقتی نیترات آبشویی می‌شود، جهت موازنه بار، یک مقدار کاتیون نیز با آن حمل می گردد. لذا هر عاملی که باعث کاهش اتلاف نیترات شود قاعدتا باید تاثیر متقابل در باقی ماندن کاتیون‌ها داشته باشد.

ماکادام و همکاران در مقایسه بازدارنده‌های DMPP و DCD گزارش نمودند که هر دو بازدارنده در ابقای نیتروژن خاک به فرم آمونیوم موفق بوده و تصاعد تجمعی N_2O را نیز کاهش داده‌اند [۵]. اما بواسطه اثرات *فیتوتاکسیک* DCD، میزان تولید محصول شبدر سفید کاهش یافته است. در این راستا، علایم عدم توازن عناصر غذایی (که منجر به ایجاد کلروز و نکروزه شدن کناره برگ‌ها می گردد) در اثر کاربرد DCD ملاحظه شده است. *هرمان* و همکاران با استفاده از استیلن (به عنوان بازادارنده نیتریفیکاسیون) و فناوری رقیق‌سازی ایزوتوپی ^{15}N گزارش نمودند که کاربرد یک کیلو پاسکال استیلن (C_2H_2) قبل از کاربرد کودهای نیتروژنی نشاندار می‌تواند ارزیابی کاملی از بازدارندگی نیتریفیکاسیون و میزان تغییر نیتروژن ناخالص قبل از ۲۴ ساعت در خاک‌های با پتانسیل نیتریفیکاسیون بالا فراهم آورد [۶].

فعالیت‌های تحقیقاتی صورت گرفته در سال های گذشته بسیاری از موارد تحقیقاتی نظیر تاثیر متغیرهای محیطی در کاهش و یا افزایش فرایند نیترات‌سازی و شاخص‌های موثر در سودمندی‌های کاربرد DMPP را پوشش داده است. از جمله فعالیت‌های تحقیقاتی که در رابطه با آن، مورد خاصی گزارش نشده است می‌توان به تاثیر ارقام مختلف گندم پاییزه (با شاخص

تبعیض ایزوتوپی کربن۱۳ متفاوت) در کارایی DMPP در بازدارندگی نیترات سازی و افزایش میزان تولید محصول اشاره نمود. گیاهان با تبعیض ایزوتوپی کربن۱۳ پایین، از شاخص‌های فیزیولوژیکی متناظر با تحمل به شرایط تنش (نظیر توسعه سیستم ریشه‌ای گسترده جهت بهینه نمودن کارایی مصرف آب) برخوردار می‌باشند. تاخیر در فرایند تبدیل آمونیوم به نیترات منجر به جذب بیشتر آمونیوم توسط گیاه می‌شود. گیاه نیز جهت ایجاد توازن با الکتریکی از خود پروتون آزاد می‌نماید. این امر باعث می‌شود تا محیط ریزوسفر اسیدی‌تر شده و فراهمی عناصر غذایی افزایش یابد که پیامد مستقیم این امر، رشد بیشتر گیاه خواهد بود. لذا در این بررسی سعی بر این است تا تغییرات غلظت نیتروژن آمونیومی و نیتراتی مشتق شده از کود نشاندار در خاک، طی رشد گیاه گندم تحت تاثیر بازدارنده ۳ و ۴- دی متیل‌پیرازول‌فسفات مورد آزمون قرار گیرد.

مواد و روش‌ها:

آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی (CRD) و به صورت فاکتوریل در سه تکرار و در طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۹۳ طی دو کشت متوالی گلخانه‌ای انجام شد. فاکتور اول شامل پنج رقم مختلف گندم به ترتیب با شاخص تبعیض ایزوتوپی کربن-۱۳ بالا (G۱)، تا حدودی بالا (G۲) متوسط (G۳)، تا حدودی پایین (G۴) و پایین (G۵) و فاکتور دوم در سه سطح بدون کود (N)، کود سولفات آمونیوم نشاندار ^{15}N (F) و کود سولفات آمونیوم نشاندار ^{15}N+ بازدارنده نیتریفیکاسیون DMPP (D) در نظر گرفته شد. جهت انتخاب لاین‌های مورد نظر، از خزانه بذور گندم دیم ۵۰ لاین انتخاب گردید و نسبت ایزوتوپی $^{13}C/^{12}C$ و ارزش دلتا کربن۱۳ ($\delta^{13}C$) توسط آزمایشگاه اسپکترومتری جرمی نسبت ایزوتوپی دانشگاه آدلاید استرالیا اندازه‌گیری و متعاقبا پنج لاین جهت آزمون انتخاب گردید. پاره‌ای از خصوصیات شیمیایی و ایزوتوپی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، شامل درصد نیتروژن و کربن، ارزش دلتا کربن۱۳ و نیتروژن۱۵ به همراه کلاسه‌بندی آن‌ها (بر اساس شاخص مقاومت به خشکی) در جدول ۱ ارائه گردیده است. کود DMPP مورد لزوم نیز بصورت نواتک‌سلوب از شرکت بازرگان کالا (نمایندگی شرکت Compo آلمان) بصورت مخلوط با سولفات آمونیوم تامین گردید.

جدول ۱- خصوصیات ایزوتوپی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و کلاسه‌بندی آن‌ها بر اساس صفت مقاومت به خشکی

ژنوتیپ	واریته/لاین	%N	$\delta^{15}N$ †	%C	C/N	$\delta^{13}C$ ‡	Δ	کلاس*
G۱	هما	۱/۹۴	-۱/۷۴	۵۴/۸۹	۲۸/۲۳	-۱۱/۳۹	۳/۴۳	B
G۲	اوحدی	۲/۵۸	-۱/۰۸	۵۹/۸۰	۲۳/۲۱	-۹/۸۹	۱/۹۱	C
G۳	سبلان	۲/۲۱	-۱/۵۶	۵۰/۹	۲۳/۰۶	-۹/۲۹	۱/۳۰	C
G۴	زرگان	۲/۰۳	-۰/۸۷	۵۹/۵۵	۲۹/۳۱	-۷/۴۶	-۰/۵۴	A
G۵	PYN**	۲/۵۴	-۲/۳۱	۶۲/۹۸	۲۴/۷۷	-۴/۶۲	-۳/۴۰	A

†ارزش دلتا (δ) بر حسب انحرافات در هزار (‰) از استاندارد نیتروژن هوا

‡ارزش دلتا (δ) بر حسب انحرافات در هزار (‰) از استاندارد کربناتیازفسیل‌هایدریایی Pee Dee Belemnite (PDB)

* کلاسه‌بندی بذر بر اساس مقاومت به خشکی (A: سطوح بالاتر از مقاومت به خشکی)

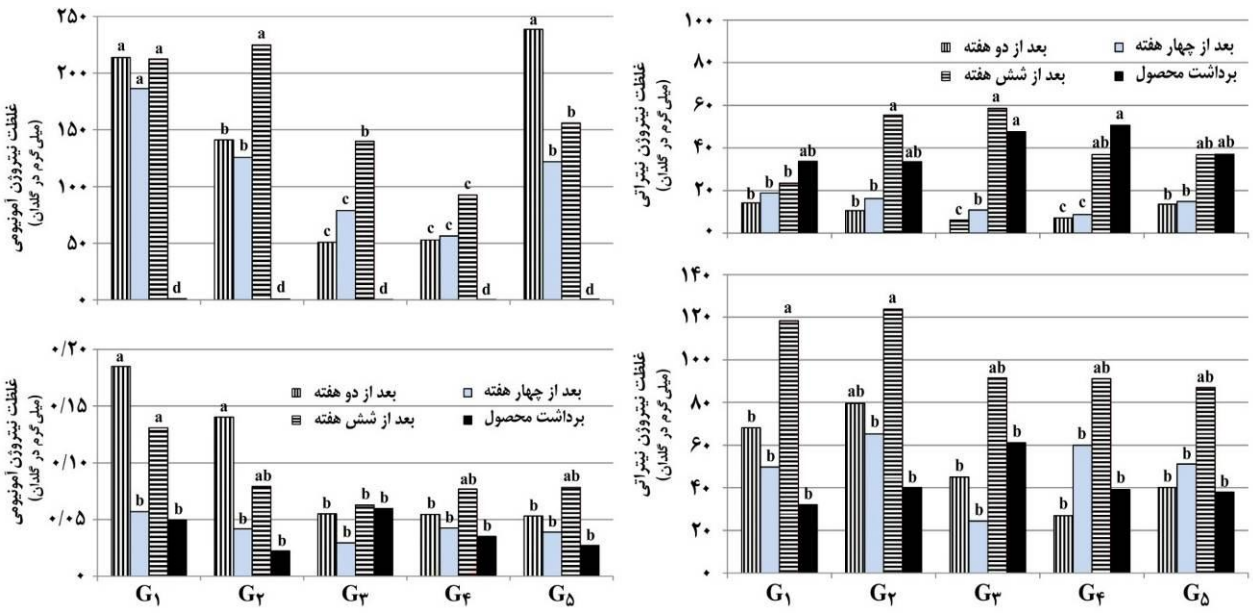
** شماره واریته یا لاین: PYN /BAU//F474S10.1/3/ADMIS

به منظور ردیابی عنصر نیتروژن، کود سولفات آمونیوم نشاندار با غنی‌سازی ۵ اتم درصد اضافه ^{15}Nدر نظر گرفته شد که در سطح ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۰/۵۴۰ گرم در گلدان) در یک مرحله (قبل از کاشت گیاه) اعمال گردید. جهت بهبود کیفیت گیاهان و مقابله با شوری مقدماتی ناشی از کاربرد عناصر کودی، بذور ابتدا در محیط کشت کوکوپیت به مدت ۸ هفته در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد ورنالیزه گردیدند و پس از جوانه زدن مستقیما در گلدان‌ها کاشته شدند. گلدان‌ها به گنجایش ۱۳/۶ کیلوگرم خاک بود و در هر گلدان، چهار گیاه گندم پاییزه کاشته شد.دو، چهار و شش هفته پس از کاشت بذور در گلدان‌ها، نمونه‌برداری از خاک صورت گرفت. بدین ترتیب با احتساب نمونه‌برداری نهایی، تعداد نمونه‌برداری‌های خاک به ۴ سری رسید. جهت تعیین میزان آمونیوم در عصارهٔ KCl خاک، از روش طیف‌سنجی نوری و واکنش رنگ‌سنجی استفاده گردید و شدت رنگ حاصل، در طول موج ۶۵۵ نانومتر تعیین شد. در خصوص تعیین غلظت نیترات نیز از مبانی روش جذب پرتو ماوراء بنفش (UV) در طول موج ۲۱۰ نانومتر استفاده گردید. تعیین نسبت ایزوتوپی $^{15}N/^{14}N$ در عصارهٔ خاک نیز با روش ریز انتشار و توسط دستگاه اسپکترومتر گسیلی NOI7 در پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای انجام شد. کلیه تجزیه‌های آماری با نرم‌افزار GenStat۱۴ صورت گرفت.

نتایج و بحث:

تغییرات غلظت نیتروژن نیتراتی و آمونیومی مشتق شده از کود نشاندار در عصاره خاک در دوره‌های زمانی مختلف، تحت تاثیر بازدارنده نیتریفیکاسیون و بدون تاثیر بازدارنده در شکل ۱ ارایه شده است. روند تغییرات نیترات و آمونیوم موجود در خاک ($N\text{-}NO_3$ و$N\text{-}NH_4$) و نیترات و آمونیوم مشتق شده ازکود نشاندار ($^{15}N\text{-}NO_3$ و $^{15}N\text{-}NH_4$) در هفته‌های مختلف نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف گندم در رابطه با تجمع نیترات در مقاطع مختلف زمانی تفاوت معنی‌دار از خود نشان ندادند. این امر در خصوص درصد نیتروژن مشتق شده از کود نشاندار (Ndff) و نیتروژن تجمع یافته از منبع کود نیز صادق بوده و نشانگر این مطلب است که جذب ترجیهی نیترات در ژنوتیپ‌های مختلف در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود. در خصوص آمونیوم نتایج کاملا متفاوت ملاحظه گردیده و ژنوتیپ G۱ با میانگین ۸۱/۲ میلی‌گرم در گروه اول، ژنوتیپ‌های G۵، G۲ و G۳ با میانگین ۵۱/۵ میلی‌گرم در گروه دوم و ژنوتیپ G۴ با ۲۳/۹۵ در گروه سوم قرار گرفته است.

آنالیز نیتروژن آمونیومی باقی مانده از کود در خاک، فرایند فوق را تایید نموده به گونه‌ای که ژنوتیپ G۱ با ۲۸/۱۰ میلی‌گرم در گروه اول، ژنوتیپ‌های G۵ و G۲ با میانگین ۱۹/۷۸ میلی‌گرم در گروه دوم و ژنوتیپ‌های G ۳ و G۴ با میانگین ۹/۲۳ میلی‌گرم نیتروژن آمونیومی در هر گلدان در گروه سوم آماری قرار گرفتند. در رابطه با تاثیر کاربرد DMPP در تجمع نیترات در خاک بیشترین مقدار نیترات به میزان ۸۷/۴ میلی گرم نیتروژن نیتراتی در گلدان در تیمار کودی حاصل گردیده و پس از آن تیمارهای DMPP و بدون نیتروژن با مقادیر ۵۰/۱۹ و ۱۸/۹۸ در گروه‌های آماری دوم و سوم قرار گرفتند. ردیابی ایزوتوپ نیتروژن۱۵ در خاک موید این امر بود که کاربرد DMPP به طور معنی‌دار توانسته میزان نیتروژن نیتراتی را از ۶۰/۷۴ به ۲۶/۷۰ میلی گرم نیتروژن نیتراتی در هر گلدان کاهش دهد که این امر در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. بدین ترتیب نقش بازدارندگی تولید نیترات در نتیجه کاربرد DMPP مجدد تایید می‌شود.



شکل ۱- تغییرات غلظت نیتروژن نیتراتی و آمونیومی مشتق شده از کود نشاندار در عصاره خاک در دوره‌های زمانی مختلف، تحت تاثیر بازدارنده نیتریفیکاسیون (بالا) و بدون تاثیر بازدارنده (پایین)

در خصوص آمونیوم نتایج کاملا مشخص بود. در تیمار DMPP موجودی نیتروژن آمونیومی در هر گلدان ۱۴۸/۷ میلی گرم و در تیمارهای کودی (F) و بدون کود (N) با میانگین ۳/۵۵ میلی گرم در گروه دوم قرار گرفتند. همانطوری که ملاحظه می‌گردد با ممانعت از تبدیل آمونیوم به نیترات مقادیر معتنابهی از آمونیوم در گلدان باقی مانده است. ردیابی ^{15}N در خاک موید این مطلب بود که در تیمار DMPP ۳۶/۶ درصد از نیتروژن آمونیومی باقی مانده در خاک از کود نشاندار مشتق گردیده است و این امر معادل با حضور ۹۴/۶ میلی‌گرم نیتروژن آمونیومی از منبع کود نشاندار در گلدان بوده است. نکته قابل تامل در این راستا تاثیر ویژه DMPP در تجمع نیتروژن آمونیومی مشتق شده از کود و تمایل به جذب یون‌های آمونیوم در ژنوتیپ‌های G۳ و G۴ در طول دوره رشد گیاه بوده است (شکل ۱). همانطوری که ملاحظه می‌شود واریته‌های فوق بطور معنی‌دار غلظت آمونیوم را در خاک کاهش داده‌اند. در این راستا اهدایی و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند که جذب ترجیهی نیترات و یا آمونیوم در واریته‌های گندم دیم تحت کنترل ژنتیکی بوده و در واریته‌های مختلف، تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای بین آن‌ها مشاهده می‌شود [۷]. این تفاوت‌ها ناشی از اندازه و مورفولوژی ریشه‌ها، میزان عناصر معدنی مورد نیاز ناشی از سرعت رشد نسبی، جذب و انتقال یون‌ها و کارایی مصرف آن‌ها گزارش شده است. اگرچه گندم به طور عموم جذب نیترات را بر آمونیوم ترجیح می‌دهند اما هنگامی که شرایط محیطی برای افزایش شدت فتوسنتز و به دنبال آن افزایش سرعت رشد مساعد باشد (به عنوان مثال مرحله ساقه رفتن) آمونیوم برای جذب ترجیح داده می شود. و ارتباط آن با نیتروژن نیتراتی خاک کاهش می‌یابد [۸]. همچنین در مناطقی مشابه با دیمزارهای غرب و شمال‌غرب کشور که تنش سرما نیز از عوامل محدود کننده جذب و رشد گندم در اوایل بهار می‌باشد، این گیاه جذب آمونیوم را به نیترات ترجیح می‌دهد، زیرا در دمای پائین‌تر، ریشه گندم و جو،

آمونیوم را بهتر از نیترات جذب می‌نماید [۹]. به نظر می‌رسد تفاوت سرعت رشد نسبی در ژنوتیپ‌های G۳ و G۴ و تفاوت در مورفولوژی سیستم ریشه‌ای و جذب انتقال یون‌ها از عواملی به شمار روند که در جذب ترجیحی آمونیوم در طول رشد گیاه موثر باشند.

در رابطه با ارزیابی دوره‌های زمانی تاثیر DMPP در خاک نتایج موید این امر می‌باشد که در هفته ششم بیشترین میزان نیترات درخاک ملاحظه شده است (شکل ۱ پایین). پس از کاربرد DMPP کاهش قابل ملاحظه در غلظت نیترات ملاحظه گردیده که ناشی از بازدارندگی تبدیل آمونیوم به نیترات می‌باشد. در رابطه با آمونیوم عکس این عمل ملاحظه شده است به گونه‌ای که تا شش هفته غلظت آمونیوم در حالت بیشینه قرار داشته و پس از آن کاهش یافته است. شایان ذکر است که میانگین غلظت نیتروژن آمونیومی مشتق شده از کود نشاندار در موقع برداشت محصول در تیمار کودی ۰/۰۴ میلی گرم و در تیمار بازدارنده ۰/۷ میلی‌گرم در هر گلدان بوده است و این نتایج نمایانگر تاثیر ناچیز DMPP در افزایش غلظت آمونیوم تا دوره برداشت محصول نیز به گونه‌ای ادامه یافته است.

نتیجه‌گیری:

نتایج این بررسی در خصوص اثر بخشی DMPP در واریته‌های مختلف گندم پاییزه موید این مطلب بود که بعضی از ژنوتیپ‌ها، بواسطه تفاوت در مورفولوژی سیستم ریشه‌ای و جذب و انتقال یون‌ها، ترجیح میدهند تا یون آمونیوم را بیشتر جذب نمایند. در این گونه از ژنوتیپ‌ها، کاربرد DMPP ممکن است در شرایط ویژه باعث افزایش کارایی مصرف کود نیتروژنی شود. لذا به نظر میرسد واریته‌هایی که دلتا در آن‌ها پایین بوده و از سرعت رشد نسبی بالایی برخوردار می‌باشند در نتیجه کاربرد DMPP در ماه‌های اول رشد، از جذب نسبی آمونیوم بیشتری برخوردار بوده و این امر باعث می‌شود تا به کود-های آمونیومی واکنش بهتری نشان دهند. در این تیمارها اتلاف نیتروژن در سطح کمینه قرار داشته و لذا افزایش کارایی مصرف کود دور از انتظار نخواهد بود. به بیان دیگر در اقلیم‌هایی با امکان وقوع یخبندان زمستانی و در دیمزارهای گندم پاییزی، در صورتی که بین تاریخ کاشت و وقوع یخبندان بیش از ۴۵ روز فاصله باشد، کاربرد DMPP می‌تواند با ممانعت از تبدیل آمونیوم به نیترات، باعث جلوگیری از اتلاف کودهای نیتروژنی از طریق آبشویی نیترات گردیده و این امر جدا از افزایش سطح تولید محصول، کارایی مصرف کود را بدنبال خواهد داشت. بدیهی است که در مناطقی مشابه با شرایط دیم-زارهای غرب و شمال کشور با امکان وقوع تنش سرمایی به عنوان عامل محدود کننده جذب و رشد گیاه گندم در اوایل بهار، کاربرد DMPP میتوانند نیتروژن مورد نیاز گیاه را در مرحله ساقه رفتن (مرحله با افزایش سرعت رشد و شدت فتوسنتز) تامین نموده و کیفیت و کمیت محصول گندم را تحت تاثیر قرار دهد.

منابع:

1. H. Di, K. Cameron, and R. Sherlock, "Comparison of the effectiveness of a nitrification inhibitor, dicyandiamide, in reducing nitrous oxide emissions in four different soils under different climatic and management conditions. Soil Use and Management". 23(1), 1-9 (2007).

2. W. Zerulla, T. Barth, J. Dressel, K. Erhardt, K. Horchler von Locquenghien, G. Pasda, M. Rädle, and A. Wissemeier, "3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. Biology and Fertility of Soils". 34(2), 79-84 (2001).
3. Q. Yu, X. Ye, Y. Chen, Z. Zhang, and G. Tian, "Influences of nitrification inhibitor 3,4-dimethyl pyrazole phosphate on nitrogen and soil salt-ion leaching. Journal of Environmental Sciences". 20(3), 304-308 (2008).
4. H. J. Di and K. C. Cameron, "Reducing environmental impacts of agriculture by using a fine particle suspension nitrification inhibitor to decrease nitrate leaching from grazed pastures. Agriculture, Ecosystems & Environment". 109(3–4), 202-212 (2005).
5. X. M. B. Macadam, A. d. Prado, P. Merino, J. M. Estavillo, M. Pinto, and C. González-Murua, "Dicyandiamide and 3,4-dimethyl pyrazole phosphate decrease N2O emissions from grassland but dicyandiamide produces deleterious effects in clover. Journal of Plant Physiology". 160(12), 1517-1523 (2003).
6. A. M. Herrmann, E. Witter, and T. Kätterer, "Use of acetylene as a nitrification inhibitor to reduce biases in gross N transformation rates in a soil showing rapid disappearance of added ammonium. Soil Biology and Biochemistry". 39(9), 2390-2400 (2007).
7. B. Ehdaie, G. Alloush, M. Madore, and J. Waines, "Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat. Crop Science". 46(5), 2093-2103 (2006).
8. V. Baligar, R. Schaffert, H. Dos Santos, G. Pitta, and D. C. Bahia Filho, "Growth and nutrient uptake parameters in sorghum as influenced by aluminum. Agronomy Journal". 85(5), 1068-1074 (1993).
9. H. Breteler and A. L. Smith, "Effect of ammonium nutrition on uptake and metabolism of nitrate in wheat. Netherland Journal of Agriculture Science". 22, 73-81 (1974).