تاثیر بازدارنده‌ی نیترات سازی 3 و 4 دی متیل پیرازول فسفات (DMPP) بر عملکرد و کارایی مصرف فسفر درگندم

فریبا احسان‌پور، شهرام کیانی و علیرضا حسین‌پور[1]

1- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد. شهرکرد، کیلومتر 2 جاده سامان، دانشگاه شهرکرد، صندوق پستی 115

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه‌کننده (Ehsanpour_m@yahoo.com)

چکیده

به منظور بررسی تاثیر بازدارنده نیترات سازی 3 و 4 دی متیل پیرازول فسفات (DMPP) بر عملکرد و کارایی مصرف فسفر در گندم (*Triticum aestivum* L.)، یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو عامل نوع کود نیتروژنه و سطوح مختلف فسفر با سه تکرار در سال 1389 بر روی گندم بهاره رقم پیشتاز در دانشگاه شهرکرد انجام شد. نتایج نشان داد کاربرد کود سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP منجر به افزایش معنی‌دار ($P<0/05$) وزن خشک اندام هوایی (کاه و دانه)، کارایی زراعی و کارایی بازیافت فسفر در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن شد.

کلمات کلیدی: بازدارنده نیترات سازی، فسفر، کارایی مصرف، گندم، 3 و 4 دی متیل پیرازول فسفات.

مقدمه

فسفر یکی از عناصر ضروری مورد نیاز گیاه است. در خاکهای آهکی بالا بودن درجه‌ی اشباع کلسیم همراه با وجود کربنات کلسیم آزاد منجر به نگهداری و تثبیت فسفر می‌شود که منجر به کاهش قابلیت استفاده آن برای گیاه می‌شود. ترشح ترکیبات شیمیایی از قبیل اسیدهای آلی توسط ریشه برای افزایش قابلیت استفاده فسفر یکی از راههای پاسخ گیاه به کمبود فسفر است. در این میان نوع عناصر غذایی عرضه شده به سطح ریشه نیز دارای اهمیت زیادی است. به طوری که منبع نیتروژن (نیترات یا آمونیوم) تاثیر زیادی بر ترکیبات شیمیایی ترشح شده از ریشه و pH ریزوسفر دارد. با کاربرد آمونیوم، جذب آنیونها نسبت به کاتیونها افزایش یافته و بنابراین پروتون از ریشه برای موازنه بار آزاد می‌شود. اما با کاربرد نیترات جذب کاتیونها بر آنیونها برتری یافته و بنابراین OH^- و یا HCO_3^- از ریشه برای موازنه بار آزاد می‌شود (مارشنر، 1995). بنابراین تغذیه آمونیومی با ترشح پروتون منجر به اسیدی شدن ریزوسفر شده و می تواند منجر به افزایش فراهمی فسفر برای گیاه شود.

بازدارنده‌های نیترات سازی ترکیباتی هستند که اکسایش زیستی یون آمونیوم (NH_4^+) به نیتریت (NO_2^-) را بواسطه کاهش فعالیت باکتری نیتروزموناس به تاخیر می‌اندازند. از جمله بازدارنده‌های معروف می‌توان به ترکیباتی از قبیل نیتراپیرین، دی سیانو دی آمید و 3 و 4-دی متیل پیرازول فسفات (3,4-dimethylpyrazole phosphate, DMPP) اشاره کرد. مصرف بازدارنده‌های نیترات سازی علاوه بر کاهش تلفات آبشویی نیترات و افزایش کارایی مصرف کودهای نیتروژنه می‌تواند احتمالا با کاهش pH ریزوسفر به دلیل ترشح پروتون در نتیجه جذب آمونیوم منجر به افزایش حلالیت فسفر و افزایش کارایی مصرف کودهای فسفره شود. تحقیقات انجام شده در شیلی نشان داد کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP منجر به افزایش کارایی مصرف کود فسفره شده است (ارتگا و همکاران، 2006). در تحقیقات رحمت اله و همکاران (2006) مشخص شد کاربرد توامان سنگ فسفات و کود نیترات سولفات آمونیوم به همراه

بازدارنده نیترات سازی DMPP منجر به افزایش معنی‌دار وزن خشک ساقه و ریشه ذرت و افزایش جذب فسفر شد. با توجه به آهکی بودن عمده خاکهای زیر کشت گندم در ایران و خطر تثبیت فسفر در آنها و از طرف دیگر محدودیت منابع غیر تجدید شونده مورد استفاده برای ساخت کودهای فسفره، تحقیق حاضر تاثیر استفاده از بازدارنده نیترات سازی 3 و 4- دی متیل پیرازول فسفات را بر کارایی مصرف فسفر در گندم مورد بررسی قرار داده است.

مواد و روشها

این تحقیق به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو عامل نوع کود نیتروژنه و سطوح مختلف فسفر در سال 1389 با سه تکرار در دانشگاه شهرکرد بر روی گندم بهاره (رقم پیشتاز) انجام شد. نوع کود نیتروژنه شامل پنج سطح بود که عبارت بودند از: (1) سطح صفر به عنوان شاهد، (2) کود سولفات آمونیوم (حاوی 21 درصد نیتروژن به شکل آمونیوم) با بازدارنده نیترات سازی 3 و 4 دی متیل پیرازول فسفات (به میزان 0/8 درصد)، (3) کود سولفات آمونیوم بدون بازدارنده نیترات سازی، (4) کود سولفات نیترات آمونیوم (حاوی 24 درصد نیتروژن: 20/8 درصد به شکل آمونیوم و 3/2 درصد به شکل نیترات) با بازدارنده نیترات سازی 3 و 4 دی متیل پیرازول فسفات (به میزان 0/8 درصد) و (5) کود سولفات نیترات آمونیوم بدون بازدارنده نیترات سازی. سطوح فسفر نیز شامل چهار سطح صفر، 30، 60 و 90 میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک بود که از منبع مونو کلسیم فسفات تامین شد. میزان نیتروژن مصرفی در تمام تیمارهای آزمایشی ثابت و برابر 100 میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک بود که از منابع ذکر شده و در دو تقسیط (به هنگام کاشت و به هنگام مرحله رشد سریع رویشی موقع خوشه رفتن) مصرف شد.
برای انجام آزمایش یک نمونه خاک آهکی از دشت شهرکرد انتخاب و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن براساس روشهای معمول اندازه‌گیری شد. بدنبال آن پس از اعمال تیمارهای کودی، خاک مورد نظر در داخل گلدانهای 7 کیلوگرمی ریخته شده و گلدانها در شرایط فضای باز قرار داده شدند. در خردادماه در هر گلدان 8 عدد بذر گندم کشت شد که پس از مرحله استقرار 4 بوته نگه داشته شده و بقیه حذف شدند. سپس مراقبتهای زراعی معمول در حین دوره داشت تا زمان برداشت محصول (دانه) انجام شد. در پایان آزمایش وزن خشک کل اندام هوایی (وزن خشک کاه وکلش به علاوه دانه)، غلظت فسفر در دانه و کاه و کلش، فسفر کل دانه و کاه و کلش و شاخصهای کارایی مصرف فسفر اندازه-گیری شدند. برای اندازه‌گیری فسفر، نمونه‌های گیاهی با استفاده از روش خشک سوزانی هضم شده و سپس غلظت فسفر در آنها با استفاده از روش وانادو مولیبدات آمونیوم اندازه‌گیری شد. جذب فسفر در کاه و کلش و دانه‌ها نیز از حاصلضرب وزن خشک در غلظت فسفر محاسبه شد. شاخصهای کارایی مصرف فسفر که در این آزمایش محاسبه شدند، شامل کارایی زراعی [1] (Agronomic Efficiency)، کارایی بازیافت [2] (Recovery Efficiency) و کارایی فیزیولوژیکی [3] (Physiological Efficiency) بودند که با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند. (لدها و همکاران، 2005). نتایج حاصله با نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شده و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD استفاده شد.

[1] میزان فسفر مصرفی / وزن خشک اندام هوایی= کارایی زراعی
[2] میزان فسفر مصرفی / جذب فسفر توسط اندام هوایی= کارایی بازیافت
[3] جذب فسفر توسط اندام هوایی / وزن خشک اندام هوایی= کارایی فیزیولوژیکی

نتایج و بحث

نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده نشان داد بافت خاک رسی بوده و مقدار pH (8/7) و درصد کربنات کلسیم معادل (29/3 درصد) موید آهکی بودن آن بود. همچنین میزان ماده آلی (1/6 درصد) و مقدار فسفر و پتاسیم قابل استفاده در این خاک به ترتیب 3/3 و 204/0 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقادیر وزن خشک اندام هوایی (کاه و دانه) نشان داد کاربرد کود سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP منجر به افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن و همچنین شاهد شد (جدول 1). به طوری که بیشترین و کمترین وزن خشک اندام هوایی به ترتیب در تیمار مصرف سولفات نیترات آمونیوم همراه با بازدارنده نیترات سازی DMPP و تیمار شاهد یعنی عدم مصرف کود نیتروژنه مشاهده شد. دلیل این مسئله را می‌توان به تامین نیترات مورد نیاز گیاه در اوایل کشت و همچنین آزادسازی تدریجی آمونیوم در طول دوره کشت و علاوه بر آن تامین بخشی از نیتروژن مورد نیاز گیاه به شکل آمونیوم در نتیجه کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP نسبت داد. این امر با نتایج تحقیقات دوما و همکاران (2005) مبنی بر افزایش میانگین عملکرد گندم پاییزه و پنبه با کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP مطابقت دارد. با این وجود وزن خشک اندام هوایی با کاربرد سولفات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی تفاوت معنی‌داری را با شاهد نشان نداد. اثرات منفی سطوح بالای آمونیوم بر رشد گیاه به خصوص در مراحل اولیه استقرار گیاه در نتیجه عدم تبدیل آمونیوم به نیترات می‌تواند دلیل احتمالی این مسئله باشد. در این میان افزایش میزان فسفر از صفر به 90 میلی‌گرم در کیلوگرم منجر به افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی شد که این امر با تحقیقات سپهر و همکاران (2009) مطابقت دارد.

جدول 1- تاثیر منبع نیتروژن و سطوح فسفر بر وزن خشک اندام هوایی و کارایی زراعی، بازیافت و فیزیولوژیکی فسفر در گندم

منبع نیتروژن	وزن خشک اندام هوایی* (gr)	کارایی زراعی (gr gr^{-1}P)	کارایی بازیافت (%)	کارایی فیزیولوژیکی (gr mg^{-1} P)
شاهد (بدون کود)	٦/٢٥ d	13/56e	3/92e	0/26a
سولفات آمونیوم با بازدارنده DMPP	٦/٢٩ d	15/80d	5/87d	0/20c
سولفات آمونیوم بدون بازدارنده	٦/٩٥ c	17/31c	6/15c	0/21b
سولفات نیترات آمونیوم با بازدارنده DMPP	٨/٩٢ a	24/08a	8/49a	0/20c
سولفات نیترات آمونیوم بدون بازدارنده	٧/٤٩ b	19/73b	7/50b	0/18d
مقدار فسفر مصرفی ($mg\ kg^{-1}$)				
0	٠/٧٥ d	---	---	---
30	٨/٥١ c	36/93a	12/40a	0/29a
60	٩/٥١ b	20/85b	7/76b	0/27b
90	٩/٩٥ a	14/59c	5/40c	0/27b

*میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد هستند (آزمون **LSD**).

کاربرد بازدارنده نیترات سازی DMPP تاثیر معنی‌داری در سطح آماری 5 درصد بر کارایی زراعی، بازیافت و فیزیولوژیکی فسفر در گندم داشت (جدول 1). بالاترین و پایین‌ترین میزان کارایی زراعی فسفر به ترتیب مربوط به تیمار مصرف سولفات نیترات آمونیوم همراه با بازدارنده نیترات سازی DMPP و تیمار شاهد بود. این تیمار در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار مصرف سولفات نیترات آمونیوم بدون بازدارنده به ترتیب 77/6 و 22/0 درصد افزایش در کارایی

زراعی فسفر را در اندام هوایی نشان داد. به طور مشابه چنین روندی در مورد کارایی بازیافت نیز مشاهد شد. به طوری که بیشترین و کمترین مقدار کارایی بازیافت، به ترتیب در تیمار مصرف کود سولفات نیترات آمونیوم همراه با بازدارنده نیترات سازی DMPP و تیمار شاهد مشاهده شد (جدول 1). به نظر می رسد مصرف بازدارنده نیترات سازی DMPP، با کاهش pH ریزوسفر به دلیل ترشح پروتون در نتیجه جذب یون آمونیوم منجر به افزایش حلالیت فسفر و در نتیجه افزایش جذب فسفر از خاک توسط گیاه شده است. این امر با نتایج تحقیقات ارتگا و همکاران (2006) در شیلی مبنی بر افزایش کارایی مصرف کودهای فسفره در نتیجه کاربرد بازدارنده نیترات سازی مطابقت دارد. با این حال پایین بودن کارایی زراعی و بازیافت در تیمارهای سولفات آمونیوم با و بدون بازدارنده را می‌توان به اثرات منفی آمونیوم بر رشد گیاه در مراحل اولیه استقرار گیاه نسبت داد. در این میان بیشترین میزان کارایی فیزیولوژیکی فسفر در تیمار شاهد و کمترین میزان آن در تیمار سولفات نیترات آمونیوم بدون بازدارنده مشاهده شد. دسترسی آسان به فسفر و به تبع آن افزایش جذب آن منجر به کاهش کارایی فیزیولوژیک فسفر در تیمارهای کودی در مقایسه با شاهد شده است. در حالی که در تیمار شاهد گیاه به دلیل سازگاری از فسفر جذب شده به نحو بهتری استفاده کرده است.

بر اساس نتایج جدول 1 افزایش میزان فسفر مصرفی منجر به کاهش هر سه نوع کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیکی فسفر شده است. به طوری که هر سه نوع کارایی با کاربرد 30 میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر بیشترین و با کاربرد 90 میلی گرم در کیلوگرم کمترین مقدار را نشان می‌دهند. این امر نشان می‌دهد گیاه در حالت محدودیت فسفر، مسیر سازگاری را برگزیده که این یافته با نتیجه کارهای سپهر و همکاران (2009) مطابقت می نماید که عنوان کردند با مصرف فسفر، کارایی مصرف آن در ارقام مختلف گندم به طور معنی داری کاهش یافت.

بر اساس نتایج این تحقیق کاربرد کود سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی و کارایی زراعی و بازیافت فسفر در گندم شد که این امر می‌تواند به دلیل سازگاری خوب گندم با DMPP و همچنین اثر آمونیوم بر اسیدی کردن محیط ریزوسفر ریشه باشد. بنابراین استفاده از بازدارنده نیترات سازی DMPP می‌تواند به عنوان راهکاری برای افزایش کارایی مصرف فسفر و به تبع آن کاهش مصرف کودهای فسفره مطرح باشد.

منابع

1. Douma AC, Polychronaki EA, Giourga C and Loumou A, 2005. Effects of fertilizers with the nitrification inhibitor DMPP on yield and soil quality. Proceedings of the 9th International Conference on Environmental Science, Rhodes Island, Greece.
2. Ladha JK, Pathak H, Krupnik TJ, Six J and Kessel CV, 2005. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. Advances in Agronomy 87: 85-156.
3. Marschner H, 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, San Diego, USA.
4. Ortega R, María 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. Pp.155-156. Proceedings of the 18th World Congress of Soil Science. Philadelphia, USA.
5. Rahmatullah GMA, Wissemeier AH and Steffens D, 2006. Phosphate availability from phosphate rock as related to nitrogen form and the nitrification inhibitor DMPP. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 169: 675–678.
6. Sepehr E, Malakouti MJ, 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.