تاثیر ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر آبشویی نیترات در دو بافت خاک

مهدیه مدرسی سریزدی [۱]، امیر لکزیان [۲]، اکرم حلاج نیا [۳]، کتایون خسروی [۴]، ندا محرری [۵]
۱- دانشجوی فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۲- استاد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۳-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۴-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد، ۵-دانشجوی کارشناسی گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده
مصرف کودهایشیمیاییبینیتروژن دار تاثیرمعنیداری درافزایش تولیدغذادر جهانداشتهویکیازاجزاءمهمکشاورزینوینمحسوب می‌شود. اما استفاده بیش از حد از این کودها منجر به ایجاد مشکلات فراوان زیست محیطی از جمله آبشویی نیترات، آلودگی آبهای زیرزمینی و سطحی است. در این راستااستفاده از بازدارنده‌های نیترات‌سازی (NI) به منظور کاهش آبشویی نیترات در قوانین زیست محیطی بسیاری از کشورها پیشنهاد شده است. هدف از انجام این مطالعه بررسی تاثیر بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات (DMPP) در دو نوع بافت خاک و تاثیر آن بر آبشویی نیترات و مقایسهآنبااستانداردجهانیبود. نتایج آزمایش نشان داد آبشویی نیترات در تیمار سولفات آمونیوم به همراه ۸/۰ درصد DMPP کاهش معنی‌داری در سطح ۵ درصد نسبت به تیمار سولفات آمونیوم بدون بازدارنده داشت و طی مدت ۶۰ روز میزان کاهش آبشویی نیترات در خاک شنی ۵۷/۵۷ درصد و در خاک با بافت رسی ۲۹/۴۶ درصد بود. پیشنهاد می‌شود که DMPP به عنوان یک بازدارنده موثر نیترات‌سازی به منظور کاهش آبشویی نیترات و در نهایت کاهش خطر آلودگی آبهای زیرزمینی کم عمق مورد استفاده قرار گیرد.

واژه هایکلیدی: ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات، DMPP، بازدارنده نیترات‌سازی، آبشویی نیترات، کود نیتروژن

مقدمه
کودهای شیمیایی نیتروژن دار تاثیر معنی‌داری در تولید غذا در جهان داشته و یکی از اجزاء مهم در کشاورزی نوین محسوب می‌شوند (سکستون و همکاران، ۱۹۹۶)آبشویی نیترات از زمین‌های کشاورزی و آلودگی آبهای زیرزمینی به نگرانی جهانی تبدیل شده است. جلوگیری از اکسید شدن آمونیوم به نیترات می‌تواند اثرات سوء وجود نیترات و مواد حد واسطی را که طی تغییر و تبدیل آمونیوم به نیترات در خاک به وجود می‌آیند را کاهش داده و راندمان استفاده از کودهای حاوی نیتروژن را به طور چشم‌گیری افزایش دهد (سوری و همکاران، ۱۳۸۹). راهکارهای مختلفی برای افزایش کارآیی مصرف کودهای حاوی نیتروژن در بخش کشاورزی پیشنهاد شده است. استفاده از بازدارنده‌های نیترات‌سازی یکی از راه‌های افزایش کارآیی مصرف این کودها است (لدها و همکاران، ۲۰۰۵؛ فانگریو و همکاران، ۲۰۰۹). بازدارنده‌های نیترات‌سازی، با ایجاد اختلال در فعالیت باکتری نیتروزوموناس و تاثیر بر فرآیند اکسیداسیون آمونیوم به نیترات، نیترات زایی را کاهش می‌دهند (ایروگن و همکاران، ۲۰۰۳) بازدارنده‌های متفاوتی برای کاهش فرآیند نیترات‌سازی و افزایش کارایی مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن دار در خاک وجود دارد. (پراساد و پاور، ۱۹۹۵) در سطح تجاری دی‌سیانیدآمید (DCD) و نیتراپیرین (آمبرگر و همکاران، ۱۹۹۸) و اخیرا ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات (DMPP) در مزارع کشاورزی استفاده می‌شود (پراساد و پاور، ۱۹۹۵ و سرنا و همکاران، ۲۰۰۰). این مطالعه به منظور بررسی تاثیر بازدارنده DMPP به همراه کود شیمیایی سولفات آمونیوم بر کاهش هدر روی نیتروژن معدنی از طریق فرآیند آبشویی انجام شد.

مواد و روش‌ها
به منظور بررسی تاثیر ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات بر آبشویی نیترات در خاک، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل و سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل: دو سطح DMPP، صفر (۰ DMPP) و ۸/۰ درصد (۸/۰DMPP)، ۰فاکتور دوم، بافت خاک شامل: (شنی و رسی) و فاکتور سوم، زمان شامل: ۱۵ (۱۵T)، ۴۵ (۴۵T)، ۳۰ (۳۰T) و ۶۰ (۶۰T) روز بودند. نمونه‌های خاک از عمق شخم تهیه و بعد از هوا خشک از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند، سپس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شد (جدول شماره ۱).

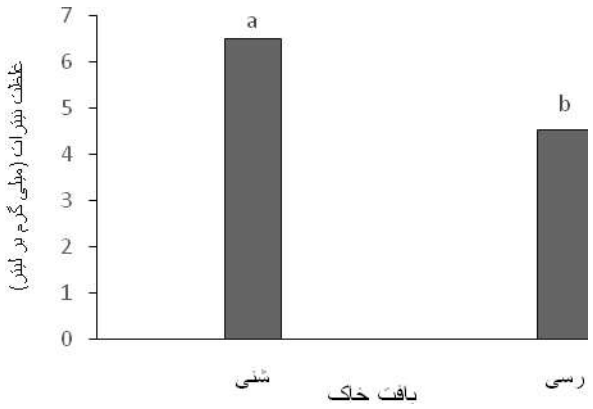
جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد استفاده در آزمایش

	pH	EC (dS.m^{-1})	NH_4^+	NO_3^-	P	%OC	% بافت خاک		
			mg Kg^{-1}				Clay	Silt	Sand
خاک شنی	۶۲/۷	۳۷/۱	۶۵/۳	۰۶/۰	۴/۷	۱۴۶/۰	۱۶	۳۲	۵۲
خاک رسی	۶/۷	۸/۱	۱۸/۳	۸۱/۰	۶/۳	۷۵/۰	۲۲	۴۶	۳۲

در این آزمایش، بعد از اعمال تیمارهای کودی مورد نظر، ۴ کیلوگرم خاک در ستون‌هایی از جنس PVC به ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و قطر ۱۰ سانتی‌متر ریخته شد و ستون‌ها به مدت ۶۰ روز در رطوبت ظرفیت زراعی و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در شرایط آزمایشگاهی نگهداری شدند. هر ۱۵ روز ستونهای خاک با آب مقطر شستشو و زه‌آب خروجی از ستون‌ها جمع‌آوری و در شیشه های تیره و در دمای ۴ درجه سانتیگراد در یخچال نگهداری شدند. میزان نیترات به روش رنگ‌سنجی در طول موج ۲۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. در نهایت نتایج حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTAT-Cآنالیز و میانگین دادها با استفاده از آزمون چند دامنه ایی دانکن در سطح ($P<0.05$)مقایسه شدند.

بحث و نتایج

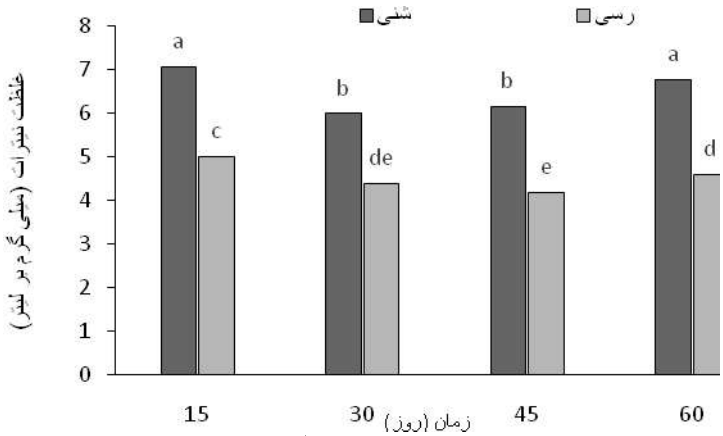
نتایج پژوهش نشان داد، کاربرد بازدارنده DMPP به همراه کود شیمیایی سولفات آمونیوم منجر به کاهش معنی‌دار غلظت نیترات در زه‌آب خروجی از ستون‌های خاک در هر دو بافت شنی و رسی شد. البته قابل ذکر است تاثیر بازدارنده DMPP بر فرآیند نیترات‌زایی در خاک‌های رسی و شنی متفاوت بود. نتایج بدست آمده با نتایج کاپومبلوگ و کیلورن، (۱۹۹۶)، پوتانا و همکاران (۱۹۹۹)، دای و کامرون (۲۰۰۴) مبنی بر تاثیر خصوصیات خاک مثل دمای خاک و رطوبت خاک در مدت زمان و میزان فعالیت بازدارنده‌های نیترات‌زایی و همچنین در آزمایشات چن و همکاران، (۲۰۰۸) در افزایش کارایی بازدارنده نیترات‌زایی در خاک‌های شنی، مطابقت دارد.آبشویی نیترات در بافت های سبک بیشتر از بافت سنگین است (شکل شماره ۱).



شکل ۱- تاثیر بافت خاک بر آبشویی نیترات از ستون‌ها

تاثیر بافت خاک و زمان بر آبشویی نیترات

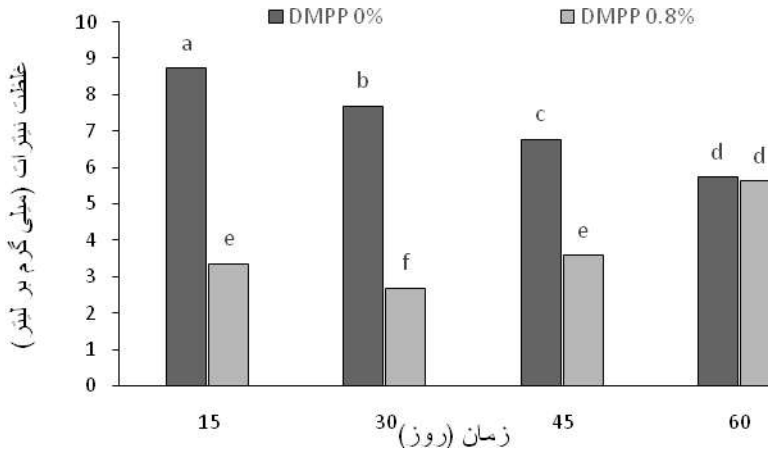
نتایج حاصل از آزمایش نشان داد، آبشویی نیترات در تیمار سولفات آمونیوم به همراه ۸/۰ درصد DMPP، در خاک شنی تا ۳۰ روز و در خاک رسی تا ۴۵ روز بعد از شروع آزمایش کاهش معنی‌داری را نسبت به تیمار بدون بازدارنده DMPP نشان داد. اما بعد از این زمان به علت کاهش تاثیر بازدارنده DMPP در فرآیند نیترات‌سازی آبشویی نیترات در هر دو بافت خاک افزایش یافت (شکل شماره ۲).



شکل ۲- تاثیر بافت خاک و زمان بر آبشویی نیترات

تاثیر بازدارنده DMPP در مدت زمان ۶۰ روز

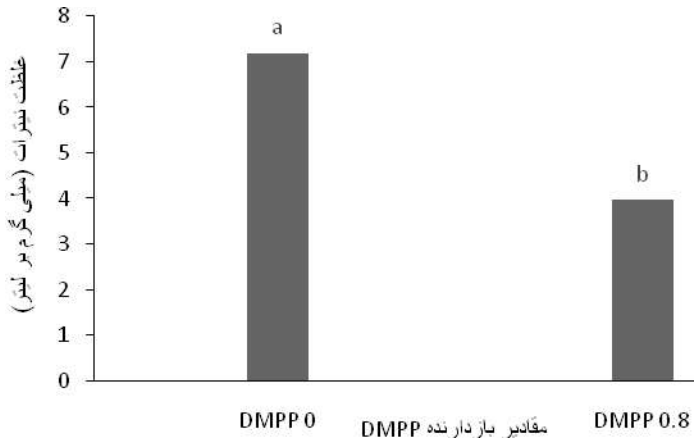
در تیمار ۸/۰ درصد DMPP تا ۳۰ روز کاهش معنی‌داری در سطح ۵ درصد در آبشوییی نیترات مشاهده شد. ولی بعد از گذشت ۳۰ روز آبشویی نیترات افزایش داشت و با گذشت ۶۰ روز، غلظت نیترات در تیمار ۸/۰ درصد DMPP به ۶۲/۵ میلی گرم بر لیتر در خاک رسی که اختلاف معنی‌داری با نیترات آبشویی شده در تیمار بدون DMPP مشاهده نشد (شکل شماره ۳).



شکل ۳- تاثیر بازدارنده DMPP و زمان بر آبشویی نیترات

تاثیر مقادیر مختلف بازدارنده DMPP بر آبشویی نیترات

نتایج نشان داد، آبشویی نیترات در تیمار سولفات آمونیوم بدون DMPP طی مدت زمان ۶۰ روز، به ۱۸/۷ میلی گرم بر لیتر و در تیمار ۸/۰ درصد DMPP به ۹۶/۳ میلی گرم بر میلی لیتر بود. با کاربرد ۸/۰ درصد DMPP (۴۵/۱ کیلوگرم در هکتار) به همراه سولفات آمونیوم کاهش ۵۰ درصدی در میزان آبشویی نیترات مشاهده شد (شکل شماره ۴). نتایج بدست آمده با نتایج پاسدا و همکاران (۲۰۰۱) مبنی بر کاهش فرآیند نیترات‌زایی در تیمارهای حاوی ۵/۱-۵/۰ کیلوگرم در هکتار DMPP مطابقت داشت. این نتایج تاثیر معنی‌دار کاربرد DMPP به همراه سولفات آمونیوم در کاهش آلودگی آبهای زیرزمینی و سطحی را نشان می‌دهد.



شکل۴- تاثیر مقادیر مختلف بازدارنده DMPP بر آبشویی نیترات

در این آزمایش مشاهده شد، با کاربرد ۸/۰ درصد DMPP می‌توان مانع از انجام سریع فرآیند نیترات‌زایی شد و به دنبال آن مانع از آبشویی سریع نیترات و بروز آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از نیترات در خاک‌های شنی جلوگیری کرد، که از لحاظ اقتصادی و زیست محیطی بسیار حائز اهمیت است.

منابع

Babiker, I. S., et al. ۲۰۰۴. Assessment of groundwater contamination by nitrate leaching from intensive vegetable cultivation using geographical information system. Environment International, ۲۹ (۸): ۱۰۰۹- ۱۰۱۷.

Chen D., Suter H.C., Islam A., Edis R., and Freney J.R. ۲۰۰۸. Prospects of improving efficiency of fertilizer nitrogen in Australian agriculture; a review of enhanced efficiency fertilizers. Australian Journal of Soil Research, ۴۶:۲۸۹-۳۰۱.

Criss, R. E. and M. L. Davisson. ۲۰۰۴. Fertilizers, water quality, and human health. Environmental Health Perspectives, ۱۱۲ (۱۰): A۵۳۶-A۵۳۶.

Di, H. j., Cameron, K.C., ۲۰۰۴. Treating grazed pasture soil with a nitrification inhibitors, Eco-N, to decrease nitrate leaching in a deep sandy soil under spray irrigation-a lysimeter study. New Zealand journal of agricultural research (in press).

Fangueieo, D., A. Fernandes, J. Coutinho, N. Moreia, and H. Trindade. ۲۰۰۹. Influence of two nitrification inhibitors (DCD and DMPP) on annual yield and soil mineral N dynamics after incorporation with cattle slurry. Communications in soil science and Plant Analysis ۴۰:۳۳۸۷-۳۳۹۸.

Fettweis, U., Mittelstaedt, W., Schimansky, C., Fuhr, F., ۲۰۰۱. Lysimeter experiments on the translocation of the carbon-۱۴-labelled nitrification inhibitor ۳,۴-dimethyl pyrazole phosphate (DMPP) in a gleyic cambisol. Biol. Fert. Soils ۳۴, ۱۲۶-۱۳۰.

Fraters, D., Leo, J.M., Wim, D., ۱۹۹۸. Nitrogen monitoring in groundwater in the sandy regions of the Netherlands. Environ. Pollut. ۱۰۲, ۴۷۹-۴۸۵.

Irigoyen I, Muro J, Azpilikueta M, Aparicio-Tejo P, Lamsfus C, ۲۰۰۳. Ammonium oxidations kinetics in the presence of nitrification inhibitors DCD and DMPP at various temperatures. Aust J Soil Res, ۴۱(۶): ۱۱۷۷-۱۱۸۳.

Kpomblekou-A, K. and Killorn, R. ۱۹۹۶. Nitrification of ammonium nitrogen in soils treated with XDE-۴۷۴. Soil Sci. Soc. Am. J. ۶۰ : ۱ ۴۸۲-۱ ۴۸۹.

Kraft, G. J. and W. Stites. ۲۰۰۳. Nitrate impacts on groundwater from irrigated-vegetable systems in a humid north-central US sand plain. Agriculture Ecosystems and Environment, ۱۰۰ (۱): ۶۳-۷۴.

Kurtz, L.T., ۱۹۸۰. Potential for nitrogen loss. In: Meisinger, J.J., Randall, G.W., Vitosh, M.L., Stelly, M., Kroll, D.M., Cousin, M.K. (Eds.), Nitrification Inhibitors-Potentials and Limitations. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, U.S.A., pp. ۱-۱۷.

Macadam X M B, Prado A, Merino P et al., ۲۰۰۳. Dicyandiamide and ۳,۴-dimethylpyrazole phosphate decrease N۲O emissions from grassland but dicyandiamide produces deleterious effects on clover[J]. J Plant Physiol, ۱۶۰(۱۲): ۱۵۱۷-۱۵۲۳.

Mc lay, C.D.A, Oragtenr., predicting groundwater nitrate concentrations in region of mixed agricultural landuse, Environ Pollut ۲۰۰۱; ۱۱۵(۲): ۱۹۱-۲۰۴.

Pasda, G., R. Hahndel, and W. Zerulla. ۲۰۰۱. Effect of ferrtilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (۳,۴-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. Biology and fertility of soils ۳۴:۸۵-۹۷.

Prasad, R., Power, J.F., ۱۹۹۵. Nitrification inhibitors for agriculture, health, and the environment. Adv. Agron. ۵۴, ۲۳۳-۲۸۱.

Putanna, K .,Gowda, N. M., Rado E. V.S. P ۱۹۹۹. Effect of concentration, temperature, moisture, limining and organic matter on theefficacy of the nitrification inhibitors benzatriazol, o- nitrophenol, m- nitroaniline and dicyandiamide. Niutrient cycling in agroecosystems. ۵۴: ۲۵۱-۲۵۷.

Qiaogang, Y., Yingxu, ch., Xuezhu, Y., qiuling, Z., Zhijian, Z., Ping, T.Evaluation of nitrification inhibitor ۳,۴-dimethyl pyrazole phosphate on nitrogen leaching in undisturbed soil columns. Chemosphere ۶۷: ۸۷۲-۸۷۸.

Shen, Q.R., Ran, W., Cao, Z.H., ۲۰۰۳. Mechanisms of nitrite accumulation occurring in soil nitrification. Chemosphere ۵۰, ۷۴۷-۷۵۳.[۱۲]

Strebel, O. Duynisveld, W.H.M. and Bottcher, J. ۱۹۸۹. Nitrate pollution of ground water In Western Europe. Agriculture, Ecosystems and Environment. ۲۶, P. ۱۸۹-۲۱۴.

W.H.O, (۲۰۰۳): Guide lines for drinking water quality, ۲nded, Geneva.

Weiske, A., Benckiser, G., Herbert, T., Ottow, J., ۲۰۰۱. Influence of the ۳,۴-dimethyl pyrazole phosphate (DMPP) in comparison to dicyandiamide (DCD) on nitrous oxide emission, carbon dioxide fluxes and methane oxidation during ۳ years of repeated application in field experiments. Biol. Fert. Soils. ۳۴, ۱۰۹-۱۱۷.

Zerulla,W., T. Barth, J. Dressel, K. Erhardt, K. Horchler Von Locquenghien, G. Pasda,M. Radle,and A.H. Wissemeier. ۲۰۰۱.۳,۴-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture: an introduction. Biology and Fertility of soils ۳۴:۷۹-۸۴.

Zhu, J.G., Liu, G., Han, Y., Zhang, Y.L., Xing, G.X., ۲۰۰۳. Nitrate distribution and denitrification in the saturated zone of paddy field under rice/wheat rotation. Chemosphere. ۵۰, ۷۲۵-۷۳۲.

Abstract

The use of nitrogen fertilizers has a significant impact on increasing food production and it is so important in the modern agriculture. The excess use of nitrogen fertilizers leads to numerous ecological problems such as nitrate leaching, underground and surface water contamination, illness methemoglobinemia in infants and cancer causing nitrosamine compounds are formed. On this context, the use of nitrification inhibitors to reduce nitrate leaching in environmental legislation has been proposed by many countries. The aim of this study was to evaluate the effect of ۳ and ۴ Methyl Pyrazol Phosphate (DMPP, nitrification inhibitor) on nitrate leaching in two soil textures. The result showed that nitrate leaching significantly reduced when ۰.۸ percent of DMPP was applied to ammonium sulfate fertilizer. Within ۶۰ days, the reduction of nitrate leaching in sandy and clay soils was ۵۷.۵۷ and ۴۶.۲۹ percent respectively. It seems that DMPP is an effective nitrification inhibitor and it can be used to reduce nitrate leaching , and also to prevent the pollution of shallow aquifers.