محور مقاله: بیواوژی خاک و کودهای زیستی

ارزیابی استفاده از بازدارنده DCD بر تولید نیترات در یک خاک آهکی

عبدالله غیبی[۱*]، احمد گلچین[۲]، طاهره منصوری[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۳] دکترای علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

چکیده

به منظور کندسازی فرایند نیترات سازی و استفاده مؤثر از نیتروژن در خاک‌های کشاورزی درراستای کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و توسعه پایدار، از بازدارنده‌های نیترات سازی همراه با کودهای شیمیایی نیتروژنه استفاده می‌شود. در پژوهش حاضر به منظور کاهش مقدار تولید نیترات از بازدارنده نیترات سازی دی‌سیان‌دی‌آمید (DCD) استفاده شد. در همین راستا آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در شرایط انکوباسیون انجام شد. فاکتورهای آزمایشی عبارت بودند از: سطوح کود اوره (صفر ،۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در کیلو گرم خاک) و سطوح بازدارنده نیترات سازی دی‌سیان‌دی‌آمید (صفر، ۱، ۲ و۴ درصد میزان ازت مصرفی). نتایج آزمایش نشان داد که اثر کاربرد بازدارنده DCD بر میزان تولید نیترات در خاک آهکی معنی‌دار بود($p<۰/۰۱$). با افزایش سطح مصرف بازدارنده از مقدار تولید نیترات در خاک نسبت به تیمار شاهد کاسته شد و بیشترین میزان کاهش زمانی حاصل شد که میزان دی‌سیان‌دی‌آمید مصرفی ۴درصد میزان نیتروژن مصرفی بود. در مقابل با افزایش سطوح اوره مصرفی در خاک میزان نیترات تولید شده افزایش یافت.

کلمات کلیدی: اوره، بازدارنده نیترات سازی DCD، نیتروژن.

مقدمه

نیتروژن (N) جزء کلیدی در تولید محصول به شمار می‌آید (Stevenson، ۱۹۸۲). یکی از روش‌های نگهداری نیتروژن خاک به شکل آمونیوم، افزودن بازدارنده‌های نیترات‌ساز به کودهای شیمیایی دارای نیتروژن آمونیومی است (Ladha و همکاران ۲۰۰۵). بازدارنده‌های نیتریفیکاسیون ترکیباتی هستند که اکسایش زیستی آمونیوم به نیترات را به‌واسطه کاهش فعالیت باکتری نیتروزوموناس و بدون تأثیر بر اکسایش نیتریت به نیترات به تأخیر می‌اندازند (Pasda و همکاران ۲۰۰۱). امروزه بازدارنده‌های نیتریفیکاسیون انواع مختلف داشته و بر اساس نوع خاک‌ها، شرایط زمانی و مکانی، شرایط آب و هوایی و اهداف تحقیقاتی دسته‌بندی می‌شوند. از رایج‌ترین بازدارنده‌های نیتریفیکاسیون می‌توان به؛ ۳ و ۴دی متیل‌پیرازول فسفات[۱] (DMPP)، دی‌سیان دی‌آمید[۲] (DCD)، ۲ کلرو ۶ تری کلرومتیل‌پیریدین (Nitrapyrin)، ۴ کلرمتیل‌پیرازول[۳] (CIMP)، متیل‌هیدروژن-بنزوتریازول[۴] (MBz) و بازدارنده اوره‌آز، ان‌بوتیل‌تیوفسفوریک‌تری‌آمید (NBPT) اشاره کرد (Tindaone و همکاران ۲۰۱۱). در مطالعات مختلف به نقش بازدارنده‌های نیتریفیکاسیون در کنترل هدررفت نیتروژن به شکل نیترات اشاره شده است. در این راستا Suter و همکاران (۲۰۱۰) توانایی دو بازدارنده نیتریفیکاسیون DCD و DMPP در کاهش نیتریفیکاسیون و انتشار N_2O از کودهای نیتروژنه را در خاک‌های مرتعی استرالیا مورد بررسی قرار دادند نمونه خاک‌ها در مقادیر ۱۵۰ گرمی در بطری‌های کوچک (۱۵ سانتی‌متر در ۳۵ سانتی‌متر مربعی) توزین شدند، سپس اوره گرانولی به مقدار ۱۷۵ میکروگرم در گرم خاک خشک به همراه ۰/۷۱ میکروگرم بازدارنده دی‌متیل‌پیرازول‌فسفات (DMPP) در گرم خاک و میزان ۳/۸ میکروگرم بازدارنده دی‌سیان دی آمید (DCD) در گرم خاک استفاده شد. نمونه خاک‌ها به مدت ۷۰ روز در دماهای ۵، ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد در رطوبت ۶۰

* ایمیل نویسنده مسئول: abdollah.gheibi70@gmail.com

[1] - 3.4Dimethylpyrazolephosphat
[2] - Dicyandiamide
[3] - 4-Chlormethylpyrazole
[4] - methylhedrogenbenzotriazole

درصد ظرفیت مزرعه خوابانیده شدند. نتایج آن‌ها نشان داد که افزودن بازدارنده‌های نیتریفیکاسیونDCD و DMPP تأثیر چندانی بر تشکیل نیترات در خاک سطحی نداشتند ولی تشکیل نیترات در خاک عمقی را کاهش دادند. DCD در دماهای سردتر کمی بهتر از DMPP فرآیند نیتریفیکاسیون را مهار کرد. Pasda و همکاران (۲۰۰۱) اثر کودهای نیتروژنی به همراه بازدارنده نیتریفیکاسیون دی‌متیل‌پیرازول‌فسفات (DMPP) و دی‌سیان‌دی‌آمید (DCD) را بر روی کیفیت و عملکرد محصولات باغی و زراعی در نیوزیلند مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که بازدارنده DMPP متوسط عملکرد محصولات را افزایش داد و سبب بهبود کیفیت محصولات (کاهش غلظت نیترات در سبزی‌ها برگی) شد. اثر مثبت DMPP روی عملکرد محصول به‌ویژه در موقعیت‌های با میزان بارندگی بالا یا آبیاری شدید و یا خاک با زهکشی ضعیف مشاهده شد. استفاده همزمان از دو روش تقسیط کود نیتروژنه و مصرف بازدارنده نیتریفیکاسیون DMPP، بهره‌وری نیتروژن را بیش روش از استاندارد تقسیط کود نیتروژنه و بدون DMPP افزایش داد. Wang و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که پس از مصرف نیتروژن(به شکل اوره) در خاک، مقادیر انتشار N_2O و تولید نیتروژن نیتراتی افزایش یافت، اما با کاربرد اوره به همراه بازدارنده نیتریفیکاسیون DCD از مقدار انتشار N_2O و تولید نیترات کاسته شد.

مصرف بیش از حد کودهای نیتروژنی در بسیاری از مناطق به دلیل بالا بودن pH، سبب شده است تا نیتروژن آمونیومی به سرعت طی فرآیند نیتریفیکاسیون میکروبی به نیترات تبدیل و از دسترس گیاه خارج شود. بنابراین به دلیل پایین بودن راندمان کودهای نیتروژنی در مناطق خشک و نیمه‌خشک و نظر به این‌که تاکنون از بازدارنده‌های نیتریفیکاسیون در خاک‌های کشور استفاده نشده است. در پژوهش حاضر سعی بر آن شده است تا تأثیر بازدارنده نیتریفیکاسیون رایج دی سیان‌دی‌آمید (DCD) به علت ارزان بودن، حلالیت در آب و فراریت کم (Gitrap et al., 2010) بر کنترل فرآیند نیتریفیکاسیون در یک خاک آهکی مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی درآزمایشگاه به اجرا درآمد. سطوح نیتروژن مصرفی عبارت بود از: صفر،۱۰۰، ۲۰۰ و۴۰۰ میلی گرم درکیلوگرم خاک (از منبع اوره) و سطوح بازدارنده نیتریفیکاسیون عبارت بود از :صفر ، ۱ ،۲ و۴ درصد ازت مصرفی از DCD که در سه تکرار اعمال گردیدند.

برای انجام این تحقیق از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری یک قطعه زمین زراعی دیم در روستای قوشه بلاغ شهرستان تکاب استان آذربایجان غربی به عرض جغرافیایی″۲۷ ′۳۶ °۲۹ شمالی و طول جغرافیایی ″۳۱ ′۴۷ °۱۴ شرقی که تحت آیش قرار داشت نمونه برداری شد .پس از هوا خشک کردن و آماده سازی نمونه خاک ها و گذراندن آنها از الک۲ میلیمتری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها از جمله؛ بافت خاک به روش هیدرومتری(Gee and Bounder, 1986)، واکنش‌خاک در گل اشباع با استفاده از pH سنج، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با استفاده از EC سنج، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور(Page et al, 1987)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید کلریدریک یک نرمال(Jones, 2001)، درصد کربن آلی خاک به روش والکلی-بلک (Nelson and Sommer, 1982)، فسفر خاک به روش بری ، پتاسیم به روش استات آمونیوم ، عناصر کم مصرف خاک(آهن، منگز، مس و روی) با استفاده از DTPA موردانداره گیری قرار گرفت. سپس خاک ها در واحدهای ۲۰۰ گرمی توزین شده و پس از افزودن سطوح مختلف اوره و بازدارنده های نیتریفیکاسیون، به روش افشانه کردن روی خاک، به میزان۷۵ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه به آنها آب مقطر اضافه شده و سپس در ظرف‌های مخصوص در دمای ۳۰-۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶۴روز خوابانیده شدند و در فواصل زمانی هر هشت روز یکبار از آنها به مقدار لازم خاک برداشته شده و مقدار ازت کل، ازت معدنی(مجموع N-NH4 با N-NO3)،ازت آمونیومی (N –NH4) و ازت نیتراته (N-NO3)در آنها تعیین شد. برای اندازه گیری مقدار ازت کل از روش کجلدال (Bremner, 1996) و به روش هضم تر استفاده شد. برای تعیین مقدار ازت آمونیومی وازت نیتراتی از عصاره گیری با سولفات پتاسیم و روش رنگ سنجی (Alef and Nannipier 1995) استفاده شد. آنالیز داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین داده ها با آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک زراعی مورد استفاده در جدول (۱) ارائه گردیده است. با توجه به مقدار کربنات کلسیم معادل بالا (بیش از ۱۰ درصد)، جزء خاک‌های آهکی تقسیم‌بندی می‌شود (Tan، ۲۰۰۵). همچنین از نظر شوری در گروه خاک‌های با شوری کم (Malakouti و همکاران ۲۰۰۲) قرار دارد. مقدار ماده آلی این خاک حدوداً ۲/۱۵ درصد و مقدار نیتروژن کل آن‌هم ۰/۱۴۵ درصد می‌باشد. نمونه‌برداری از خاک زراعی هنگامی صورت پذیرفت که زمین تحت آیش بود و در سال زراعی قبل از نمونه‌برداری تحت کشت نخود دیم قرار داشت.

جدول۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

شن	سیلت	رس	بافت خاک	نیتروژن کل	کربنات کلسیم	EC	pH	فسفر	پتاسیم	آهن	مس	روی	منگنز
درصد				درصد		µS/cm		میلی‌گرم بر کیلوگرم (قابل جذب)					
۴۳	۴۰/۶۸	۱۶/۳۲	لوم	۰/۱۴۵	۱۲	۴۱۴	۷/۶۵	۸/۱	۲۳۷	۵/۵۱	۰/۹	۰/۵۸	۶/۸۴

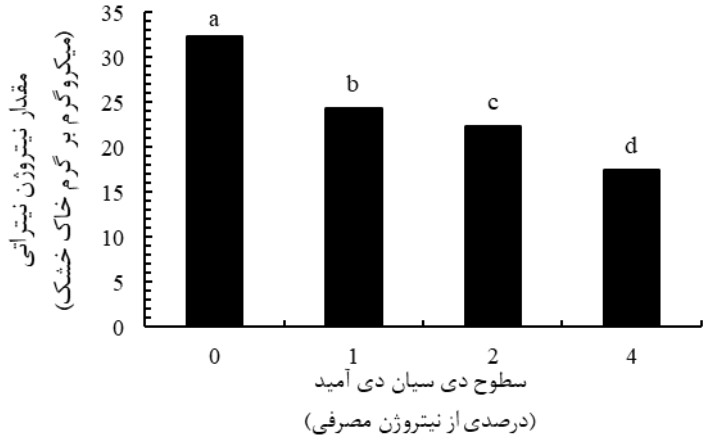
براساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها، تأثیر مقادیر نیتروژن مصرفی (به شکل اوره) و بازدارنده نیتریفیکاسیون DCD و همچنین اثرات متقابل ان‌ها بر مقدار نیتروژن نیتراتی (NO_3^--N) تولید شده در خاک، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۲).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف نیتروژن مصرفی(به‌صورت اوره) و سطوح مختلف بازدارنده DCD بر مقدار نیتروژن نیتراتی NO_3^- تولید شده در خاک N

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
سطوح بازدارنده	۳	۴۵۴/۰۲***
	۳	۵۹۷۹/۹۱***
سطوح نیتروژن		
سطوح بازدارنده× سطوح نیتروژن	۹	۱۳۸/۷۴***
خطای آزمون	۳۲	۰/۲۱
ضریب تغییرات(٪)	-	۱/۹۳

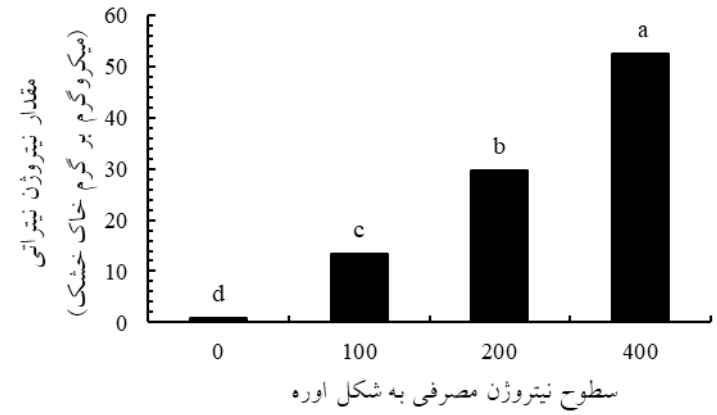
***: معنی‌داری در سطح ۰/۰۰۱ درصد

با توجه به شکل ۱ مصرف بازدارنده نیتریفیکاسیون به‌طور کامل قادر به توقف فرایند نیتریفیکاسیون نبوده بلکه آن را کاهش می‌دهد با افزایش سطح مصرف DCD از مقدار نیتروژن نیتراتی تولید شده در خاک کاسته شد و کمترین مقدار نیتروژن نیتراتی به میزان ۱۷/۵ میکروگرم در گرم خاک از مصرف DCD به اندازه چهار درصد نیتروژن مصرفی به دست آمد، که در مقایسه با تیمار شاهد با (غلظت ۳۲/۲۸ میکروگرم در گرم خاک خشک) ۴۵/۷ درصد کاهش داشت. مصرف بازدارنده نیتریفیکاسیون DCD احتمالا از طریق مهار فعالیت میکروارگانیسم‌های اتوتروف اکسید کننده آمونیوم سرعت نیتریفیکاسیون و مقدار تولید نیترات را کاهش می‌دهد.



شکل ۱. تأثیر سطوح بازدارنده نیتریفیکاسیون DCD بر مقدار نیتروژن نیتراتی(NO_3^--N) در خاک آهکی

با توجه به شکل ۲ با افزایش سطح مصرف نیتروژن مقدار نیتروژن نیتراتی تولید شده در خاک افزایش یافت. در واقع هرچه میزان اوره مصرف شده بیشتر باشد میزان آمونیومی که تولید می‌شود بیشتر خواهد بود چون هیدرولیز اوره توسط آنزیم اوره‌آز تحت تأثیر این بازدارنده قرار نمی‌گیرد، ولی سرعت فرایند تبدیل آمونیوم به نیتریت توسط این بازدارنده کند شده و کاهش می‌یابد. بنابراین چنانچه با حضور DCD درصدی از آمونیوم به نیتریت و متعاقباً به نیترات تبدیل می‌شود، با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، میزان آمونیوم تولید شده در خاک و در نتیجه مقدار نیتروژن نیتراتی بیشتری نیز در خاک به وجود می‌آید (Tao و همکاران ۲۰۱۷).



شکل ۲. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن مصرفی به شکل اوره بر تولید نیتروژن نیتراتی (NO_3^--N) در خاک آهکی

بیشترین مقدار نیتروژن نیتراتی تولید شده در خاک به میزان ۶۸/۴۴ میکروگرم در گرم خاک از مصرف ۴۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک و بدون مصرف بازدارنده، و کمترین مقدار نیتروژن نیتراتی تولید شده در خاک به مقدار۰/۷۲۷ میکروگرم در گرم خاک از مصرف ۴ درصد بازدارنده (نسبت به نیتروژن مصرفی) و بدون مصرف نیتروژن به دست آمد (جدول ۳). با افزایش سطح مصرف بازدارنده فرایند نیتریفیکاسیون با قدرت بیشتری مهار شده و تولید نیترات در خاک کاهش یافت. زمانی که نیتروژن به‌صورت اوره و به تنهایی در خاک مصرف می‌شود به سرعت توسط میکروارگانیسم‌ها هیدرولیز شده و به آمونیوم تبدیل می‌شود و سپس طی فرآیند نیتریفیکاسیون میکروبی نیتروژن از شکل آمونیومی به نیترات تبدیل می‌شود اما هنگام مصرف اوره به همراه بازدارنده DCD به دلیل جلوگیری از فعالیت میکروارگانیسم‌ها و اکسید کننده آمونیوم از سرعت فرایند نیتریفیکاسیون برای مدت معینی(دو الی سه هفته) کاسته شده و تولید نیترات به تأخیر می‌افتد اما به‌طور کامل متوقف نمی‌شود و باز هم مقداری از نیتروژن مصرفی از فرم آمونیومی به فرم نیتراته تبدیل می‌شود.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج به دست آمده از این مطالعه، سرعت نیتریفیکاسیون در خاک آهکی تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن مصرفی و بازدارنده نیتریفیکاسیون DCD قرار گرفت. طی مدت هشت هفته خوابانیدن، با افزایش سطوح نیتروژن مصرفی (به شکل اوره) مقدار نیتروژن نیتراته افزایش یافت. مصرف بازدارنده نیتریفیکاسیون DCD به‌طور قابل‌توجهی فرایند نیتریفیکاسیون و تولید نیترات را تا سه الی چهار هفته اول دوره خوابانیدن مهار کرد. مناسب‌ترین غلظت بازدارنده نیتریفیکاسیون DCD برای کاهش تولید نیترات در خاک آهکی به میزان چهار درصد نیتروژن مصرفی بود.

منابع:

Alef, K., Nannipier, A. 1995. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic Press. London.

Bremner J.M, Mulvaney C.S. 1982. Nitrogen—Total 1. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Jan(methodsofsoilan2):595-624.

Jones, D.L., Owen, A.G. and Farrar, J.F. 2002. Simple method to enable the high resolution determination of total free amino acids in soil solutions and soil extracts. Soil Biology and Biochemistry, 34(12): 1893-1902.

Malakouti, M.J., Keshavarz, P., Saadat, S. and Khaladbarin, B. 2002. Plants nutrition under saline conditions. 233p. Sana Press. (In Persian).

Gee, G.W., Bouder, J.W. 1986. Particle size analysis. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis: Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Agron. Monogr. 9, second ed. ASA and SSSA, Madison, 383–411.

Giltrap, D.L., Singh, J., Saggar, S. and Zaman, M. 2010. A preliminary study to model the effects of a nitrification inhibitor on nitrous oxide emissions from urine-amended pasture. Agriculture, Ecosystems & Environment, 136(3-4): 310-317.

Pasda, G., Hähndel, 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(2): 85-97.

Suter, H., Chen, D., Li, H., Edis, R. and Walker, C. 2010, August. Comparison of the ability of the nitrification inhibitors DCD and DMPP to reduce nitrification and N 2 O emissions from nitrogen fertilisers. In Proceedings of the 19th World Congress of Soils Science : 1-6.

Tao, R., Wakelin, S.A., Liang, Y. and Chu, G. 2017. Response of ammonia-oxidizing archaea and bacteria in calcareous soil to mineral and organic fertilizer application and their relative contribution to nitrification. Soil Biology and Biochemistry, 114: 20-30.

Tindaon, F., Benckiser, G. and Ottow, J.C.G. 2012. Effects of Nitrification Inhibitors on Mineral Nitrogen Dynamics in Agriculture Soils. AGRIVITA, Journal of Agricultural Science, 33(3): 279-290.

Wang, Q., Hu, H.W., Shen, J.P., Du, S., Zhang, L.M., He, J.Z. and Han, L.L. 2017. Effects of the nitrification inhibitor dicyandiamide (DCD) on N 2 Oemissions and the abundance of nitrifiers and denitrifiers in two contrasting agricultural soils. Journal of Soils and Sediments, 17(6): 1635-1643.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil and biological fertilizers

Evaluation of the use of DCD inhibitor on nitrate production in a calcareous soil

Gheybi*[1], A., Gholchin[2], A., Mansuri, T.[3]

[1] M. sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran
[2] Full Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran
[3] Ph.D. student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

Abstract

In order to slow down the nitrification process and the effective use of nitrogen in agricultural soils in order to reduce environmental pollution and sustainable development, nitrate inhibitors are used together with nitrogen chemical fertilizers.In the present study, dicyandiamid (DCD) inhibitor was used to reduce nitrate production. In this regard, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in incubation conditions. The experimental factors were: levels of urea fertilizers (0, 100, 200 and 400 mg / kg of soil) and levels of nitrate distillation (0, 1, 2 and 4% nitrogen consumption).The results of the experiment showed that the effect of DCD inhibitor application on nitrate production in calcareous soils was significant ($p < 0.01$). By increasing the level of inhibitory intake, the amount of nitrate production in the soil decreased compared to the control treatment, and the highest reduction time was obtained when the amount of dioxygen used consumed was 4% nitrogen consumed. In contrast, with increased levels of urea consumed in the soil, the amount of nitrate produced increased.

Keywords: Urea, DCD nitration inhibitor, Nitrogen.

* Corresponding author, Email: abdollah.gheibi70@gmail.com