وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات خاک و آب

مدیریت کودی نیتروژن در سیستم های خاکورزی حفاظتی

کامران میرزاشاهی

نشریه فنی: ۵۵۷

۱۳۹۸

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات خاک و آب

مدیریت کودی نیتروژن در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی

نگارنده

کامران میرزاشاهی

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد- دزفول

نشریه فنی: ۵۵۷

۱۳۹۸

سرشناسه : میرزاشاهی، کامران، ۱۳۴۴
عنوان و نام پدیدآور :مدیریت کودی نیتروژن در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی/ نگارنده کامران میرزاشاهی؛ ویراستار: حمید قیومی محمدی.
مشخصات نشر : کرج: موسسه تحقیقات خاک وآب، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری : ۱۸ ص.: مصور
فروست : کتاب‌های پژوهشی و علمی؛ ۲.
نشریه فنی؛ ۵۵۷.
شابک : 978-622-6705-02-8
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت : کتابنامه
موضوع : نیتروژن در کشاورزی
موضوع :Nitrogen in agriculture
موضوع : کودهای نیتروژندار
موضوع : Nitrogen fertilizers
شناسه افزوده : موسسه تحقیقات خاک و آب
شناسه افزوده : Soil & water research institute
رده بندی کنگره : ۱۳۹۸ ۴م ۹ م / S ۶۵۱
رده بندی دیویی : ۶۳۱/۸۴
شماره کتابشناسی ملی : ۵۶۲۳۸۱۸

عنوان: مدیریت کودی نیتروژن در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی
نگارنده: کامران میرزاشاهی
ناشر: مؤسسه تحقیقات خاک و آب
کارشناس انتشارات: زهرا محمدی
ویراستار: حمید قیومی محمدی
صفحه‌آرا: سمانه پورمنصور
طراح جلد: راضیه محمدی
سال انتشار: ۱۳۹۸

نشانی: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین دشت، بعد از رزکان نو، بلوار امام خمینی (ره)، موسسه تحقیقات خاک و آب، **کد پستی:** ۳۱۷۷۹۹۳۵۴۵ - **صندوق پستی:** ۳۱۱-۳۱۷۸۵
تلفن: ۰۲۶-۳۶۲۰۱۹۰۰ **دورنگار:** ۰۲۶-۳۶۲۱۰۱۲۱
Website: www.swri.ir **Email:** info@swri.ir

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.
این نشریه با شماره ۵۳۹۸۴ در تاریخ ۹۷/۴/۱۹ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

مسئولیت صحت مطالب به عهده نگارنده است.

فهرست مطالب

عنوان **ردیف**

مقدمه ۱
مدیریت نیتروژن، چرا مدیریت نیتروژن؟..... ۲
راه‌های اتلاف نیتروژن..... ۲
راه‌های افزایش نیتروژن..... ۵
چرا باید مدیریت نیتروژن بر اساس عملیات مختلف خاک‌ورزی منطبق باشد؟!..... ۵
سیستم خاک‌ورزی حفاظتی و اثرات متقابل با کود نیتروژن..... ۷
پخش سطحی نیتروژن..... ۷
نوع کود..... ۸
بازدارنده‌های اوره‌آز..... ۹
غیرمتحرک شدن نیتروژن و بقایای محصول ۹
جایگذاری نیتروژن در خاک..... ۱۰
جایگذاری و منبع نیتروژن ۱۱
جایگذاری نیتروژن در ردیف بذر ۱۱
زمان کوددهی نیتروژن..... ۱۱
نتیجه‌گیری..... ۱۲
منابع..... ۱۴

مقدمه

طبق پیش‌بینی‌های به عمل آمده جمعیت دنیا تا سال ۲۰۵۰ میلادی به دو برابر افزایش می‌یابد، لذا تولید محصول غلات که درسال ۱۹۹۰ در حدود ۲ بیلیون تن بود، باید تا سال ۲۰۵۰، دو برابر شود (Tilman و همکاران، ۲۰۱۱). عملکردهای بالا مستلزم پیشرفت در زمینه فن‌آوری‌های اصلاح واریته‌های گیاهی، کنترل آفات و بیماری‌ها و مدیریت خاک، کود و آب است. طبق بررسی‌های صورت گرفته مصرف کودهای شیمیایی برای افزایش تولید غذا بیش‌تر از نهادهای دیگر در آمریکا نقش داشته است (۴۰ درصد موجب افزایش تولید غذا شده است)؛ اما پاره‌ای مسائل نظیر آبشویی نیترات، انتشار گازهای گلخانه‌ای و مقدار بالای انرژی مورد نیاز برای تولید کود نیتروژن که در حدود ۱۸۰۰۰ کیلوکالری در هر کیلوگرم نیتروژن است، باعث ضرورت توجه هرچه بیشتر به افزایش کارآیی کود نیتروژن و مصرف بهینه آن شده است. از این رو، مصرف موثر و ضابطه‌مند کودهای شیمیایی نیتروژنه، ضمن به حداقل رساندن اثرات مخرب زیست محیطی، برای بهینه نمودن عملکرد کمی وکیفی محصول شایان توجه می‌باشد. این در حالی است که در مجموع کارآیی مصرف نیتروژن کمتر از ۷۰ درصد می‌باشد و پیش‌بینی‌ها نشان‌دهنده افزایش مصرف کودهای نیتروژنه از ۱۱۰ میلیون تن در سال ۲۰۱۳ به میزان ۱۱۹ میلیون تن در سال ۲۰۱۸ است (FAO، ۲۰۱۵)؛ ضمن این‌که دانسته‌ها در خصوص افزایش کارآیی آن در اکوسیستم‌های مختلف کافی نبوده است. مدیریت کارای نیتروژن در خاک‌ورزی حفاظتی به ویژه بی‌خاک‌ورزی از دهه ۱۹۷۰ میلادی مورد توجه بوده است. ۲۵ سال پس از اولین آزمایش بدون خاک‌ورزی توسط کشاورزان (اوایل دهه ۱۹۷۰)، این روش جدید کشت محصول به عنوان کشاورزی حفاظتی شناخته شد. کشاورزی که مبتنی بر سه اصل کلیدی حداقل بهم خوردن خاک، حفظ بقایای گیاهی و استفاده از تناوب مناسب است (CTIC، ۲۰۰۴). در این روش علاوه بر مواد غذایی، از رطوبت خاک به دلیل بهبود جذب و نفوذ آب و نیز تنوع زیستی خاک به واسطه حفظ تعادل طبیعی در خاک، حفاظت می‌شود. همچنین درکشاورزی حفاظتی، خاک‌ورزی زیستی که توسط موجودات زنده خاک صورت می-

گیرد، جایگزین خاک‌ورزی رایج می‌شود. مجموعه تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی ایجاد شده به دلیل تغییر از روش کشاورزی رایج به حفاظتی می‌تواند بر چرخه نیتروژن در خاک اثرگذار باشد.

مدیریت نیتروژن، چرا مدیریت نیتروژن؟

کمبود نیتروژن، مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید مطلوب محصول در دنیا می‌باشد. از این رو مصرف آن در مقادیر بسیار زیادی رایج است. کارآیی مصرف کود به عواملی مانند اسیدیته خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، ماده آلی، بافت خاک، نوع و مقدار رس، تهویه و تراکم خاک، عوامل آب و هوایی (دما، مقدار و پراکنش بارندگی)، عملیات زراعی (شخم، تناوب و مدیریت آفات)، نوع محصول و مدیریت کاربرد کود بستگی دارد. به طور کلی کارآیی مصرف کود نیتروژن در نواحی گرمسیری کمتر از ۵۰ و در نواحی معتدل کمتر از ۷۰ درصد و در غلات به طور متوسط ۳۳ درصد می‌باشد (Baligar و Bennett، ۱۹۸۶ ؛ Malhi و Nyberg، ۱۹۹۱ و ۱۹۹۲b؛ Raun و Johnson، ۱۹۹۹). از سویی همزمان با مدیریت نیتروژن، مدیریت کربن آلی خاک در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی اهمیت شایانی دارد.

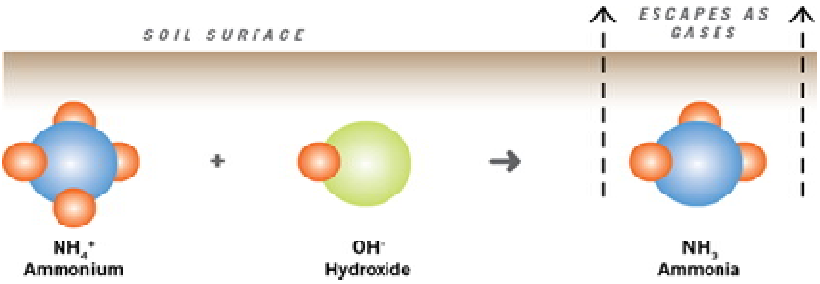
مدیریت کود نیتروژن توسط چهار عامل مقدار، منبع، زمان و جایگذاری آن شرح داده می‌شود. کوددهی نیتروژن باید ضمن تامین نیاز گیاه به مقدار کافی، از بالاترین کارآیی مصرف برخوردار باشد، به طوری که عملکرد محصول در حد بهینه باشد و پایداری و کیفیت خاک لطمه نبیند.

راه‌های اتلاف نیتروژن

نیتروژن به طور پیوسته بین گیاه، جانداران خاک، ماده آلی خاک و اتمسفر در حال چرخش است که اصطلاحاً به آن چرخه یا سیکل نیتروژن می‌گویند. بدیهی است آشنایی با این فرآیندها می‌تواند به مدیریت بهینه این عنصر کمک کند.

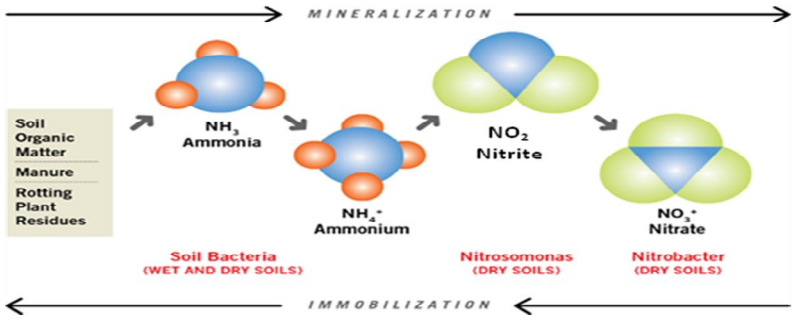
نیتروژن خاک در معرض تصعید (Volatilization)، غیرمتحرک شدن نیتروژن (Immobilization)، نیترات‌زدایی (Denitrification) و آبشویی (Leaching) می‌باشد.

آمونیم و آمونیاک تولیدی از منابع نیتروژن نظیر اوره، وقتی که بر سطح خاک بکار رود از طریق تصعید آمونیاک (NH_3) به صورت گاز هدر می‌رود. میزان تصعید در ارتباط با عواملی همچون دمای خاک، اسیدیته بالای هفت و سرعت باد که تبخیر را افزایش می‌دهند و نیز وجود بقایای زیاد محصول، زیاد می‌شود (Fenn و Miyamoto، ۱۹۸۱) (شکل ۱).



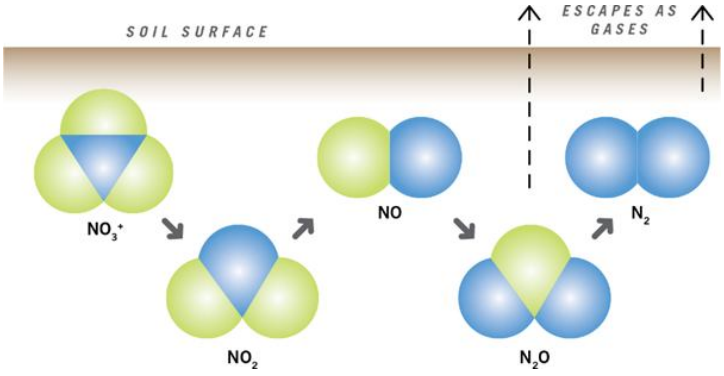
شکل ۱- فرآیند تصعید (Volatilization) آمونیاک

منابع نیتروژن آمونیاکی و نیتراتی در طول دوره رشد و تولید مثل، توسط ریزجانداران خاک جذب می‌شوند (Immobilization). غیرمتحرک شدن نیتروژن با میزان بالای نسبت کربن به نیتروژن در بستر خاک زیاد می‌شود. در این شرایط چنین رخدادی نیتروژن قابل دسترس برای گیاه را برای دوره‌ای، مخصوصاً در اوایل فصل رشد کم می‌کند (شکل ۲).

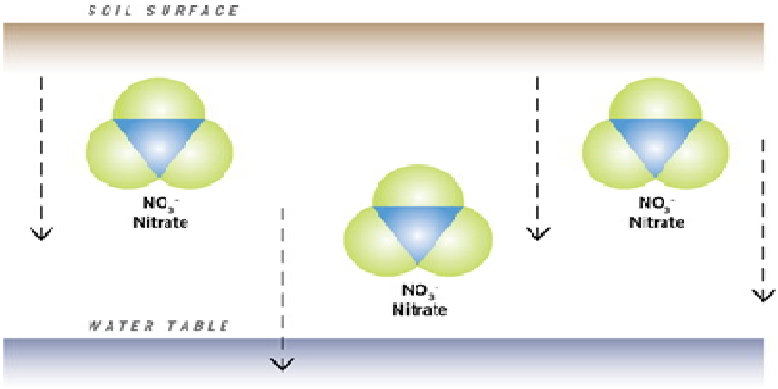


شکل ۲- فرآیند غیرمتحرک شدن (Immobilization) و معدنی شدن (Mineralization) توسط باکتری‌های خاک

نیترات‌زدایی (Denitrification) یا تبدیل نیترات به اشکال گازی نیتروژن (N_2 و N_2O) زمانی رخ می‌دهد که اکسیژن قابل دسترس در خاک محدود باشد (شکل ۳). این امر اساساً وقتی اتفاق می‌آب فتد که خاک در شرایط غرقابی یا کاملاً متراکم شده باشد. اما حتی موقعی‌که خاک غرقاب هم نباشد، نیترات‌زدایی در خاک در خلل و فرجریزی که اکسیژن در آن‌ها محدود است نیز رخ می‌دهد. مضافاً اینکه نیترات (NO_3^-) به دلیل عدم نگهداشت آن توسط ذرات خاک در معرض آبشویی نیز است (Ghaly و Ramakrishnan، ۲۰۱۵) (شکل۴).



شکل ۳- فرآیند نیترات زدایی (Denitrification)



شکل ۴- فرآیند آبشویی نیترات (Leaching)

پتانسیل تلفات نیتروژن از طرق مذکور به نوع خاک، شرایط محیطی و سیستم کشاورزی بستگی دارد. به منظور کاهش تلفات نیتروژن و به حداکثر رساندن کارآیی مصرف آن، بایستی منبع نیتروژن، زمان و جایگذاری آن با توجه به شرایط خاک و محیط انتخاب گردد.

راه‌های افزایش نیتروژن

مهم‌ترین راه‌های تامین و افزایش نیتروژن، مصرف کودهای نیتروژنه، استفاده از کودهای کُندرَها مانند اوره با پوشش گوگردی، استفاده از ارقام و گونه‌های اصلاح شده با کارآیی بیشتر در جذب نیتروژن، مصرف کود سرک به صورت تقسیط و محلول-پاشی، استفاده از بازدارنده‌های نیتراته شدن، استفاده از تناوب‌های مناسب توام با گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن مثل ماشک، سویا و خلر و توصیه و ترویج کشت‌های علوفه‌ای می‌باشد.

چرا باید مدیریت نیتروژن بر اساس عملیات مختلف خاک‌ورزی منطبق باشد؟!

امروزه در بسیاری از نواحی جهان تولیدکنندگان به منظور بهبود کارآیی مصرف آب، افزایش تنوع و شدت کشت، بهبود تولید اقتصادی محصول و کاهش فرسایش و تخریب خاک و نیز افزایش کربن آلی خاک، در حال توسعه استفاده از سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی هستند.

هنگامی‌که شدت خاک‌ورزی کم می‌شود، باقیمانده محصول بر سطح خاک قرار می گیرد. باقیمانده محصول بر روی سطح خاک موجب تعدیل دمای خاک می‌شود. از این‌رو، به طورکلی خاک پوشش داده شده با بقایای گیاهی در بهار و تابستان سردتر و در طول پاییز و زمستان گرمتر خواهد بود (Carefoot و همکاران، ۱۹۹۰؛ Cox و همکاران،۱۹۹۰).

باقیمانده محصول در روش بدون خاک‌ورزی منجر به کاهش تبخیر و حفظ رطوبت در خاک می‌گردد. بنابراین در مجموع رطوبت خاک در بدون خاک‌ورزی بیش‌تر از خاک‌ورزی مرسوم است. حفظ ساختمان خاک به واسطه عدم خاک‌ورزی ممکن است منجر به افزایش توانایی خاک برای حفظ رطوبت گردد. جرم مخصوص ظاهری خاک در

شرایط بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم تمایل به افزایش دارد. این امر ممکن است به دلیل زیاد شدن مقاومت نفوذ و حفظ آب توسط حجم تخلخل پر از آب در ظرفیت مزرعه باشد (DeVita و همکاران، ۲۰۰۷؛ Afzalinia و همکاران، ۲۰۱۱). لذا، تعدیل درجه حرارت و افزایش رطوبت خاک باعث کندی معدنی شدن بقایا و در عین حال باعث افزایش آنزیم اوره‌آز می‌شود (McInness و همکاران، ۱۹۸۶).

از سویی، حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک به دلیل کاهش تماس بین باقیمانده محصول و ریزجانداران خاک می‌تواند مستقیماً در چرخه مواد غذایی تاثیر داشته باشد؛ این امر سبب می‌شود که مواد غذایی موجود در بقایای محصول به آهستگی آزاد شود.

در خاک‌ورزی مرسوم، شدت تجزیه ماده آلی به دلیل خرد شدن ذرات آلی و خاکدانه و افزایش سطح ویژه آن‌ها و نیز تهویه خاک، بیشتر از روش بدون خاک‌ورزی است. بررسی‌های صورت گرفته در ارتباط با تاثیر بقایای محصول بر پویایی نیتروژن نشان داده است که مقدار نیترات در خاک‌ورزی مرسوم نسبت به بدون خاک‌ورزی بیشتر بود که مشخص‌کننده بالاتر بودن سرعت معدنی شدن تحت شرایط خاک‌ورزی مرسوم در مقایسه با بدون خاک‌ورزی است. به بیان دیگر، کاهش شدت خاک‌ورزی می‌تواند سبب کند شدن و یا ممانعت از هدر رفت کربن آلی خاک شود. نیتروژن آلی نیز همچون کربن آلی خاک، با کاهش شدت خاک‌ورزی زیاد می‌شود (Soon و همکاران، ۲۰۰۱).

جدول ۱ پتانسیل میزان ترسیب (نگهداشت) کربن آلی در خاک، در نتیجه بکارگیری کشاورزی حفاظتی در آمریکا را نشان می‌دهد.

جدول ۱- میزان بالقوه ترسیب کربن در خاک در سیستم کشاورزی حفاظتی
(Lal و همکاران، ۲۰۰۳)

راهبرد اتخاذ شده	عملیات	میزان ترسیب کربن (t C/ha/yr)
کاهش شدت خاک‌ورزی	کم خاک‌ورزی، بدون خاک‌ورزی، خاک‌ورزی پوششی	۰/۲ - ۰/۴
افزایش برگشت بقایای گیاهی	استفاده از تناوب مناسب	۰/۱ - ۰/۳
	استفاده از گیاهان پوششی	۰/۱ - ۰/۳
	حذف آیش تابستانه	۰/۱ - ۰/۳
	مدیریت کودی	۰/۰۵ - ۰/۱۵
	آبیاری	۰/۰۵ - ۰/۱۵
	استفاده از کود دامی	۰/۱ - ۰/۶
ایجاد پوشش دائمی	-	۰/۳ - ۰/۷

سیستم خاک‌ورزی حفاظتی و اثرات متقابل با کود نیتروژن

سیستم خاک‌ورزی به دلیل تاثیر بر پتانسیل تلفات نیتروژن از طریق تصعید، غیرمتحرک شدن نیتروژن و نیترات‌زدایی و آبشویی بر تامین و تدارک مواد غذایی مورد نیاز گیاه تاثیر می‌گذارد که در نهایت منجر به تاثیر بر کارآیی منبع، زمان مصرف و جایگذاری کود و بهینه‌سازی کارآیی مصرف کود می‌شود.

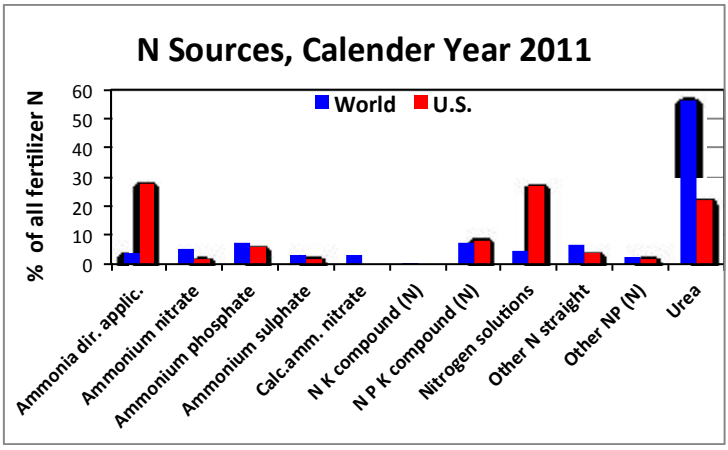
پخش سطحی نیتروژن

پخش سطحی نیتروژن در خاک‌ورزی مرسوم به دلیل مخلوط شدن کود با خاک و کاهش احتمال تصعید، نسبت به روش بدون خاک‌ورزی کارآیی بیشتری دارد. برآوردها نشان می‌دهد که میزان هدررفت نیتروژن از طریق تصعید در کشورهای صنعتی ۷ درصد و در کشورهای در حال توسعه ۱۸ درصد است (Bouwman و همکاران، ۲۰۰۲). منابع دیگری گزارش کرده‌اند که در سیستم‌هایی که بقایای گیاهی حفظ می‌شود میزان تلفات می‌تواند بیش از ۵۰ درصد کود اوره مصرفی باشد (Hargrove، ۱۹۸۸). تاثیر منبع کودی بر کاهش تلفات تصعید در روش پخش سطحی نیز می‌تواند موثر باشد.

نوع کود

انتخاب نوع کود بستگی به اسیدیته خاک، رطوبت خاک، مقدار نیتروژن قابل استفاده خاک، در دسترس بودن کود، در اختیار داشتن وسایل مورد استفاده در توزیع و کاربرد کود، قیمت کود، سهولت کار با آن و اطمینان از کیفیت آن دارد. شایان ذکر است که یک توصیه جهانی قابل دسترس برای انتخاب نوع کود وجود ندارد، از این روکشاورزان بایستی بسته به شرایط موجود، نوع کود مناسب را انتخاب نمایند.

اوره، کود بسیار رایجی است (شکل ۵) که پس از مصرف، توسط آنزیم اوره‌آز، هیدرولیز شده و آمونیاک تولیدی می‌تواند متصاعد شود. این امر کارآیی کود اوره را نسبت به سایر منابع کودی نیتروژن، کم می‌کند.



شکل ۵- منابع مختلف کود نیتروژن مصرف شده در آمریکا (ستون‌های قرمز رنگ) و دنیا (ستون‌های آبی رنگ) در سال ۲۰۱۱ میلادی (IFA، ۲۰۱۴)

چنانچه مقدار کود اوره مصرفی زیاد، شدت هیدرولیز اوره بالا و نیز اسیدیته و مقدار کربنات خاک زیاد باشد تصعید افزایش می‌یابد. میزان تصعید در خاک‌های ریز بافت به واسطه ظرفیت تبادل کاتیونی بیش‌تر، به دلیل نگهداری بیش‌تر آمونیاک و حفظ آن در محلول خاک، کمتر از خاک‌های درشت بافت است.

تلفات تصعید وقتی که اوره در خاک‌های پوشش داده شده با بقایای محصول بکار رود، احتمالاً به دلیل افزایش هیدرولیز اوره- بقایای گیاهی حاوی غلظت زیاد آنزیم اوره‌آز هستند- بیش‌تر خواهد بود. لذا، سیستم بدون خاک‌ورزی باعث تشدید تصعید کود اوره به دلیل فعالیت بیشتر آنزیم اوره‌آز، همراه با حفظ بقایای گیاهی بر سطح خاک است (Schoenau و Campbell، ۱۹۹۶).

منابع کودی نیتروژن نیتراتی، کمتر در معرض تصعید هستند تا منابع کودی تولیدکننده آمونیاک. زیرا یون نیترات در خاک تحرک بیشتری دارد و مصرف کودهای نیتراته باعث می‌شود، نیترات با سرعت بیشتری از سطح خاک به طرف داخل خاک حرکت کند. بنابراین، کارآیی پخش سطحی منابع کود نیترات در سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به سیستم خاک‌ورزی مرسوم، نسبتاً بیشتر از اوره و دیگر کودهای آمونیاکی است.

بازدارنده‌های اوره‌آز

بازدارنده‌های اوره‌آز، یکی از عوامل افزایش کارآیی مصرف سطحی کود نیتروژن از طریق کاهش تصعید است. این بازدارنده‌ها تبدیل اوره به آمونیاک را کند می‌کنند. در مجموع فواید ناشی از استفاده از بازدارنده‌ها، هزینه صرف شده را توجیه می‌کند.

غیرمتحرک شدن نیتروژن و بقایای محصول

کاربرد پخش سطحی نیتروژن در معرض غیرمتحرک شدن نیتروژن نیز است. این امر به خصوص در حضور مقادیر بالای نسبت کربن به نیتروژن بقایای محصول (بیش از ۳۰) که مخلوط شدن نیتروژن داخل بیوماس (زیست توده) میکروبی را زیاد می‌کند، رخ می‌دهد.

خاک‌ورزی از طریق تاثیر بر درجه تماس بین خاک و باقیمانده محصول و سرعت تجزیه بقایا، بر غیرمتحرک نمودن نیتروژن موثر است. در صورتی که تماس بین کود و باقیمانده محصول توسط خاک‌ورزی حفظ شود، ممکن است غیرمتحرک شدن نیتروژن تشدید شود. اما اگر شرایط رطوبتی شدید، تجزیه بقایای سطحی تحت شرایط بدون

خاک‌ورزی را در پی داشته باشد، احتمالاً غیرمتحرک شدن نیتروژن افزایش می‌یابد. بدین صورت که بقایای محصول در حال تجزیه، با غلظت بالای نیتروژن مصرفی در تماس حداکثر هستند. از طرفی، در خاک‌ورزی حفاظتی به دلیل فراهم بودن رطوبت بیشتر و سطوح بالاتر مواد آلی در خاک، پتانسیل تلفات نیتروژن توسط سازوکار نیترات-زدایی بیشتر از خاک‌ورزی رایج است. همچنین به دلیل افزایش جمعیت نیتراتزداها در سیستم خاک‌ورزی حفاظتی، احتمال تلفات نیتروژن به صورت اشکال گازی بیشتر است (جدول۲). چنانچه از بازدارنده‌های نیتراتساز استفاده شود فرآیند تبدیل آمونیوم به نیترات کاهش می‌یابد که این امر موجب کاهش نیتراتزدایی می‌گردد. یک روش مدیریتی دیگر که می‌تواند این سازوکار هدر رفت را تقلیل دهد، تزریق نیتروژن در خاک در عمق ۱۰ سانتی‌متر و یا بیشتر است؛ اعماقی که در آن کمترین جمعیت نیتراتزداها وجود دارد.

جدول ۲- متوسط نسبت جمعیت نیتراتزداها در دو سیستم خاک‌ورزی (Doran، ۱۹۸۰)

عمق خاک (سانتی‌متر)	نسبت نیترات زداها در بی خاک‌ورزی به خاک‌ورزی رایج (NT/CT)
۰-۷/۵	۷/۳۱ به ۱
۷/۵-۱۵	۱/۷۷ به ۱
۰-۱۵	۲/۸۳ به ۱

جایگذاری نیتروژن در خاک

جایگذاری کود به صورت نواری حتی اگر عمق جایگذاری کود کم باشد موجب کاهش تلفات تصعید می‌شود. کوددهی نواری زیر لایه خاک از طریق کاهش تماس بین کود و ریزجانداران و بقایای در حال تجزیه خاک، باعث کاهش غیر متحرک شدن نیتروژن نیز می‌شود. فقدان و یا کمبود تجهیزات مناسب و ارزان برای کاربرد کود به صورت زیرسطحی در کشاورزی حفاظتی، یکی از مشکلات گریبانگر می‌باشد. در این ارتباط متخصصین امر و تولیدکنندگان تجهیزات می‌بایستی تلاش بیشتری در ارایه روش‌های موثرتر کاربرد کود نیتروژن و توسعه تجهیزات مربوطه صرف نمایند.

احتمالاً، مصرف کود اوره به صورت دانه‌های درشت به دلیل تماس کمتر بین آمونیاک و ریزجانداران موجب کندی نیترات زدایی می‌شود.

جایگذاری و منبع نیتروژن

مصرف منابع کودی آمونیاکی نسبت به کودهای نیتراتی کارآیی بیش‌تری را نشان می‌دهند، زیرا نیترات در معرض آبشویی و غیرمتحرک شدن نیتروژن توسط ریزجانداران است.

جایگذاری نیتروژن در ردیف بذر

یکی از روش‌های مصرف کود نیتروژن به روش نواری، مصرف کود در ردیف بذر می‌باشد. در این روش چنانچه کود به مقدار زیاد مصرف گردد موجب صدمه به بذر، کاهش قدرت رویشی و رقابتی بذر، عملکردهای کمتر و کاهش کارآیی مصرف کود نیتروژن می‌شود. صدمه به گیاهچه به دلیل پتانسیل محلول و غلظت آمونیاک/ آمونیوم در تماس با گیاهچه، رو به افزایش است (Henry و همکاران، ۱۹۹۵). بنابراین مقدار کود جایگذاری با بذر که می‌تواند ایجاد صدمه بکند به شرایط محیطی، رشد محصول، نوع خاک، عرض نوار بذر و کود، فاصله ردیف‌ها و منبع کود بستگی دارد. شایان ذکر است که مصرف اوره با پوشش گوگردی چه به روش سطحی و یا جایگذاری عمقی، تاثیر بیشتری بر عملکرد خواهد داشت، البته این امر بیشتر در خاک‌های با بافت سبک رخ می‌دهد.

زمان کوددهی نیتروژن

به طورکلی کارآیی کود نیتروژن مصرف شده در پاییز، عموماً کمتر از مقدار مصرف کود در بهار است.کوددهی پاییزه، کود نیتروژن را در معرض تلفات از زمان کوددهی تا یخ بستن خاک و از آب شدن (ذوب یخ) آن در بهار تا استفاده توسط گیاه، قرار می‌دهد. برای به حداقل رساندن تلفات نیتروژن از طریق نیتراتزدایی و آبشویی، مصرف نیتروژن وقتی که دمای سطح خاک زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد است به دلیل واکنش کمتر

نیتروژن با خاک موثر می‌باشد. مصرف نیتروژن با تاخیر، در پاییز وقتی که دمای خاک پایین است به دلیل کاهش فعالیت میکروبی خاک، غیرمتحرک شدن نیتروژن را کم می‌کند. اصولاً مصرف نیتروژن بایستی در هر دوره رشد، با رشد گیاه مطابقت داشته باشد؛ چه در این صورت ضمن کاهش هدررفت نیتروژن، کارآیی نیتروژن نیز افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

در مدیریت کود نیتروژن در سیستم خاک‌ورزی حفاظتی، تقریباً تفاوتی در مقدار کود مورد نیاز وجود ندارد، اما بدلیل حفظ بقایای گیاهی و جلوگیری از غیرمتحرک شدن نیتروژن قابل استفاده خاک و نیتروژن کاربردی، بخصوص اگر کود به صورت پخش در سطح مصرف شده باشد، مقداری نیتروژن اضافی علاوه بر نیاز گیاه به خاک اضافه می‌شود؛ در غیر این صورت گیاه اغلب از مقادیر ناکافی نیتروژن قابل استفاده رنج می‌برد. مقدار نیتروژن اضافی تقریباً ۱۰ کیلوگرم به ازای هر تن بقایا تا حداکثر ۴۰ کیلوگرم در هکتار است.

از سویی، تفاوتی در زمان کاربرد کود مشاهده نمی‌شود. اما، جایگذاری کود تغییر می‌کند. به عبارت دیگر کاربرد کود زیر بقایای گیاهی (زیر سطح خاک به منظور به حداقل رساندن مواد محتوی نیتروژن و بقایای محصول برای کاهش تلفات نیتروژن و حفظ عملکرد حیاتی است) صورت گیرد. مضافاً این‌که اگر نیتروژن بصورت نواری در زیر سطح خاک مصرف شود، چنانچه بافت خاک لومی (متوسط) تا رسی (سنگین) باشد، در سیستم بدون خاک‌ورزی کمی بیشتر نیتروژن بکار می‌رود. علت این است که در چنین خاک‌هایی بدلیل کم بودن درجه حرارت، حفاظت ماده آلی توسط خاکدانه‌ها و حرکت کمتر اکسیژن، شدت معدنی شدن پایین‌تر می‌باشد. اما در خاک‌های سبک (لوم به طرف شنی)، مقادیر نیتروژن در هر دو سیستم خاک‌ورزی مرسوم و بدون خاک‌ورزی یکسان است. البته می‌توان متذکر شد که بعد از چند سال (حداقل ۵ تا ۱۵ سال) استفاده از سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی مقادیر کود نیتروژن به دلیل افزایش مواد آلی و کربن آلی خاک تعدیل می‌گردد (Dinkins و همکاران، ۲۰۰۸).

در مجموع، در انتخاب سیستم مدیریت بهینه کود برای عملیات کشاورزی، تعادل بین میزان مصرف، هزینه و قابلیت دسترسی به تجهیزات، بهم خوردن خاک، کیفیت بستر بذر، ذخیره رطوبت، محدودیت‌های کارگری، زمان و کارآیی مصرف کود بایستی مورد توجه قرار گیرد. به بیان دیگر، توصیه‌های مدیریت موثر در کوددهی نیتروژن باید مطابق با شرایط اقلیمی و امکانات هر منطقه و هر مزرعه، مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

1. Afzalinia, S., M.A. Behaeen., A. Karami., A. Dezfuli and A. Ghasari. 2011. Effect of conservation tillage on the soil properties and cotton yield. 11th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, September 21-23, Istanbul, Turkey.
2. Baligar, V.C. and O.L. Bennett. 1986. NPK- fertilizer efficiency. A situation analysis for the tropics. Fert. Res. 10:147-164.
3. Bouwman, A.F., L.J.M. Boumans and N.H. Batjes. 2002. Estimation of global NH_3 volatilization loss from synthetic fertilizers and animal manure applied to arable lands and grasslands. Global Biogeochem CY. 16:1024- 1040.
4. Carefoot, J.M., M. Nyborg and C.W. Lindwall.1990. Tillage- induced soil changes and related grain yield in a semi- arid region. Can. J. Soil Sci.70:203-214.
5. Cox, W.J., R.W. Zobel., H.M. Van Es and D.J. Otis. 1990. Tillage effects on some soil physical and corn physiological characteristics. Agron. J. 82:806-812.
6. CTIC (Conservation Technology Information Center). 2004. West Lafayette. Indiana.
7. De Vita, P., E. Di Paolo., G. Fecondo., N. Di Fonzo and M. Pisante.2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil. Till. Res. 92:69-78.
8. Dinkins, C.P., C. Jones and K. McVay. 2008. Nutrient management in no-till and minimum till systems. Montana State University Extension.
9. Doran, J.W. 1980. Soil microbiological and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:765- 771.
10. Fenn, L.B. and S. Miyamoto. 1981. Ammonia loss and associated reaction of urea in the calcareous soils. Soil. Sci. Soc. Am. J. 45:537-540.
11. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). 2015. World fertilizer trends and out look to 2018. Rome, Italy.
12. Ghaly, A.E. and V.V. Ramakrishnan. 2015. Nitrogen sources and cycling in the ecosystem and its role in air, water and soil pollution: a critical review. J. Pollute Eff. Cont. 3:1-26.
13. Hargrove, W.L. 1988. Soil, environment and management factors influence ammonia volatilization under field conditions. In: Bock, B.R,

Kissel, D.E, editors. Ammonia Volatilization from Urea fertilizers. National Fertilizer Development Center, Muscle Shoals, Alabama, USA. P 17-36.

14. Henry, L., J. Harapiak., H. Ukrainetz and B. Green. 1995. Farm facts – revised guidelines for safe rates of fertilizer applied with the seed. Saskatchewan Agriculture, Regina, Sask., 6 pp.10M01/95 ISSN0840-9447 SCR-1194.

15. International Fertilizer Association (IFA) Statistic. 2014. Paris, France.

16. Lafond, G.P., H. Loeppky and D.A. Derksen. 1992. The effects of tillage system and crop rotation on soil water conservation, seedling establishment and crop yield. Can. J. Plant Sci. 72:103-105.

17.Lal, R., R.F. Follet and J.M. Kimble. 2003. Achieving soil carbon sequestration in the United States: a challenge to policy makers. Soil Sci. 168:827- 845.

18.Malhi, S.S. and M. Nyberg. 1991. Recovery of ^{15}N-labeled urea: influence of zero tillage, and time and method of application. Fert. Res. 28:263-269.

19. Malhi, S.S. and M. Nyberg. 1992b. Placement of urea fertilizer under zero and conventional tillage for barley. Soil Till. Res. 23:193-197.

20. McInness, K.J., R.B. Ferguson., D.E. Kissel and E.T. Kanemasu. 1986. NH_3 loss from application of urea- ammonium nitrate solution to straw residue. Soil Sci. Soc. Am. J. 50:969-974.

21. Raun, W. and G. Johnson. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. Agron. J. 91:357- 365.

22. Schoenau, J. and C. Campbell. 1996. Impact of crop residues on nutrient availability in conservation tillage systems. Can, J. Plant Sci. 79:621-626.

23. Soon, Y.K., G.W. Clayton and W.A. Rice. 2001. Tillage and previous crop effects on dynamics of nitrogen in wheat- soil system. Agron. J. 93:842-849.

24. Tilman, D., C. Balzer., J. Hill and B.L. Befort. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proceeding of The National Academy of Sciences. 108:20260- 20264.

Islamic Republic of Iran

MINISTRY OF AGRICULTURE – JAHAD

Agricultural Research, Education and Extension Organization

Soil and Water Research Institute

Nitrogen Fertilizer Mangement in Conservation Tillage Systems

Kamran Mirzashahi

2019