# مدیریت کودهای نیتروژن در سیستم‌های خاکورزی





**مقدمه**

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 ۱۸۰۰۰کیلوکالری 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.

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. 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 می‌گیرد، 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**

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 طـور متوسط ۳۳ درصد می‌باشد. از سویی همزمان با مدیریت نیتروژن، مدیریت کربن آلی خاک در سیستم‌های خاکورزی حفاظتی اهمیت شایانی دارد.

PTMP/SK/R&D/A/ Nitrogen02 /04072021

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 از خاک

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

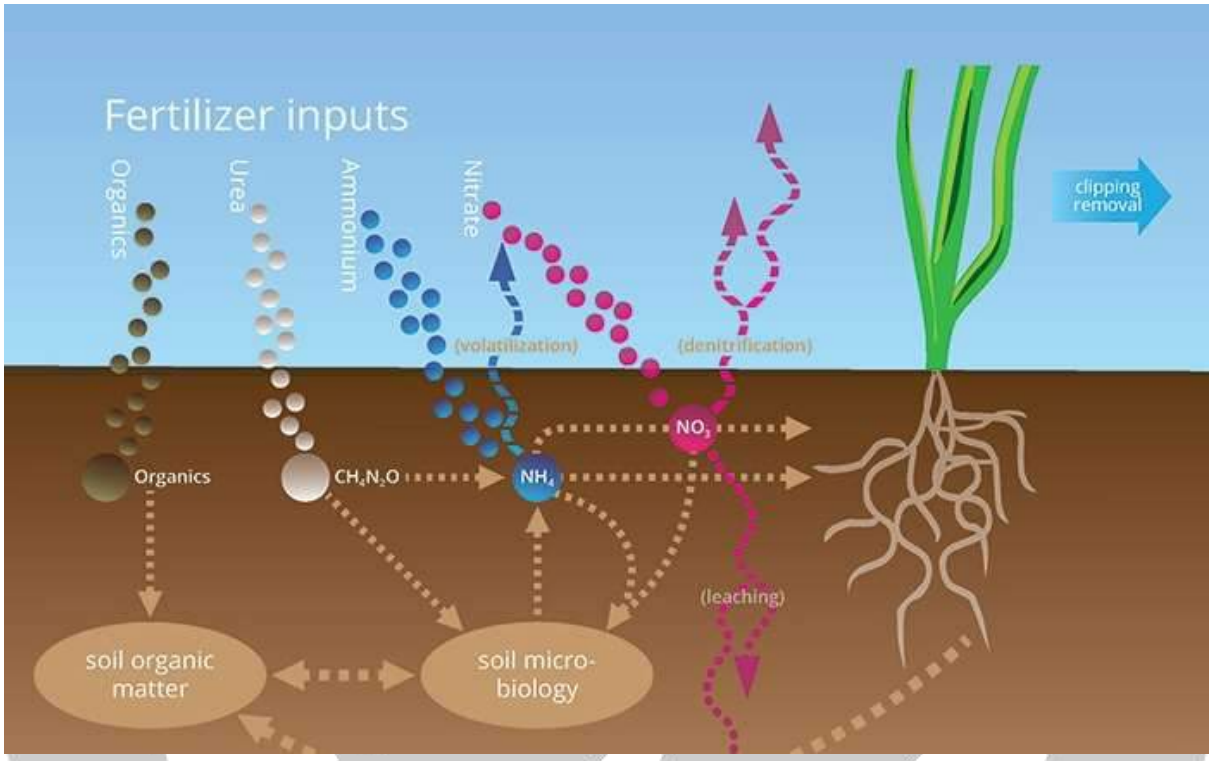
نیتروژن خاک در معرض تصعید (Volatilization)، غیرمتحرک شدن نیتروژن (Immobilization)، نیترات‌زدایی (Denitrification) و آبشویی (Leaching) می‌باشد.

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.

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، مخصوصا در اوایل فصل رشد کم می‌کند.

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. این امر اساسا وقتی اتفاق می‌افتد که خاک در شرایط غرقابی یا کاملا متراکم شده باشد. اما حتی موقعی که خاک غرقاب هم نباشد، نیترات‌زدایی در خاک در خلل و فرج‌ریزی که اکسیژن در آن‌ها محدود است نیز رخ می‌دهد. مضافا اینکه نیترات به دلیل عدم نگهداشت آن توسط ذرات خاک در معرض آبشویی نیز است.

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.




**شکل ۱- راه‌های اتلاف نیتروژن از خاک**

## راه‌های افزایش نیتروژن

مهمترین راه‌های تامین و افزایش نیتروژن، مصرف کودهای نیتروژنه، استفاده از کودهای کُندرها 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.

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. هنگامی که شدت خاکورزی کم می‌شود، باقیمانده



PTMP/SK/R&D/A/ Nitrogen02 /04072021

محصول بر سطح خاک قرار می‌گیرد. 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.

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. لذا، تعدیل درجه حرارت و افزایش رطوبت خاک باعث کندی معدنی شدن بقایا و در عین حال باعث افزایش آنزیم اوره‌آز می‌شود.

از سویی، حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک به دلیل کاهش تماس بین باقیمانده محصول و ریزجانداران خاک میتواند مستقیما 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 مشخص کننده 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.

**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.

PTMP/SK/R&D/A/ Nitrogen02 /04072021

**شکل ۲- تاثیر خاکورزی حفاظت شده بر مدیریت نیتروژن خاک**

**منبع**

**میرزاشاهی، کامران. (۱۳۹۸). مدیریت کودی نیتروژن در سیستم های خاکورزی حفاظتی. تهران: موسسه تحقیقات خاک و آب**

PTMP/SK/R&D/A/ Nitrogen02 /04072021