وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

مدیریت نیتروژن تحت سیستم بی‌خاک‌ورزی در جنوب استان فارس

سرشناسه	:	روزبه، مجید، ۱۳۴۷-
عنوان و نام پدیدآور	:	مدیریت نیتروژن تحت سیستم بی‌خاک‌ورزی در جنوب استان فارس / نویسنده مجید روزبه؛ [برای] وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج؛ ویراستار ترویجی فرانک صحرایی، نصیبه پورفاتح؛ ویراستار ادبی محسن ربیعی؛ سرویراستار وجیهه‌سادات فاطمی؛ تهیه شده در موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی.
مشخصات نشر	:	کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	:	۳۲ ص.: مصور (رنگی).
شابک	:	۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۵۲۳-۰
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
موضوع	:	نیتروژن در کشاورزی -- ایران
موضوع	:	Nitrogen in agriculture -- Iran
موضوع	:	کودهای نیتروژندار -- ایران
موضوع	:	Nitrogen fertilizers -- Iran
موضوع	:	کاشت بدون شخم -- ایران
موضوع	:	No-tillage - Iran
شناسه افزوده	:	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج
شناسه افزوده	:	موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی
شناسه افزوده	:	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی
رده بندی کنگره	:	۱۳۹۷ ۹ر۹ن/۵/۵۸۷ S
رده بندی دیویی	:	۶۳۱/۸۴۰۹۵۵
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۵۴۸۳۳۱

ISBN:978-964-520-523-0

شابک: ۰-۵۲۳-۵۲۰-۹۶۴-۹۷۸

عنوان: مدیریت نیتروژن تحت سیستم بی‌خاک‌ورزی در جنوب استان فارس

نویسنده: مجید روزبه

مدیر داخلی: شیوا پارسانیک

ویراستار ترویجی: فرانک صحرایی، نصیبه پورفاتح

ویراستار ادبی: محسن ربیعی

سرویراستار: وجیهه سادات فاطمی

تهیه‌شده در: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

شمارگان: ۲۵۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۷

قیمت: رایگان

مسئولیت درستی مطالب با نویسنده است.

شماره ثبت در مرکز فن‌آوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۴۹۵۵ به تاریخ ۹۷/۱۱/۱۰ است.

نشانی: تهران- بزرگراه شهید چمران- خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،
ص. پ. ۱۹۳۹۵-۱۱۱۳
تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

مخاطبان:

کارشناسان و مروجان مسئول پهنه‌های تولیدی

اهداف آموزشی:

شما در این نشریه با مدیریت و راه‌های تلفات نیتروژن مطابق با عملیات مختلف خاک‌ورزی و اثرات سیستم‌های خاک‌ورزی بر مدیریت کوددهی آشنا می‌شوید.

فهرست

مقدمه ۹

مدیریت نیتروژن ۱۰

راه‌های تلفات نیتروژن ۱۰

تنظیم مدیریت نیتروژن مطابق با عملیات مختلف خاک‌ورزی ۱۳

اثرات متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت کوددهی نیتروژن ۱۶

روش‌های کاربرد نیتروژن در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی ۱۶

کاربرد نیتروژن به‌صورت زیرسطحی و وضعیت بقایا ۲۴

نتیجه‌گیری ۲۷

مقدمه

طی چند دهه گذشته روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی از جمله بی‌خاک‌ورزی به‌دلایل مختلفی مانند کاهش صدمات ناشی از فرسایش خاک، صرفه‌جویی در میزان سوخت مصرفی، زمان مورد نیاز برای انجام عملیات و اصلاح ساختمان خاک کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده‌اند. هرچند، به‌دلیل تغییر ساختمان خاک و حفظ بقایا در اثر استفاده از این روش‌ها، نگرانی‌هایی درباره افزایش مصرف کودهای نیتروژنه و علف‌کش‌ها و آبشویی مواد شیمیایی وجود دارد که به بررسی بیش‌تری نیاز دارد. حفظ بقایا در سطح خاک می‌تواند چرخه عناصر غذایی بویژه نیتروژن را (باتوجه‌به پرتحرکی آن) تحت تأثیر قرار دهد و احتمال وقوع پدیده‌های نیترات‌زدایی و غیرمتحرک‌شدن (آلی‌شدن) را افزایش دهد. در این راستا حساسیت نیتروژن به آبشویی، نیترات‌زدایی، تصعید و غیرمتحرک‌شدن به عوامل مختلفی از جمله مدیریت خاک‌ورزی، مدیریت کود نیتروژنه و مدیریت بقایا وابسته است. به‌عبارت دیگر، با تغییر مدیریت خاک‌ورزی و توزیع کود نسبت به بقایا ممکن است کارآیی مصرف کود و تلفات آن هم تغییر کند. بر این اساس و در راستای تغییر روش‌های خاک‌ورزی مرسوم به‌سمت بی‌خاک‌ورزی، اصلاح روش‌های مدیریت کاربرد کودهای نیتروژنه در ترکیب با مدیریت‌های مختلف بقایا ضروری است. بنابراین در این نوشتار به مفهوم مدیریت نیتروژن، نقش مدیریت بقایا و اثرات متقابل روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت کوددهی پرداخته می‌شود.

نیترات زدایی: تلف شدن از طریق تبدیل نیتروژن نیتراتی به گازهای نیتروژن.
تصعید: فرار نیتروژن از سطح خاک به شکل آمونیاک.
غیرمتحرک شدن: مصرف نیتروژن موجود در خاک به وسیله موجودات میکروبی در خاک.

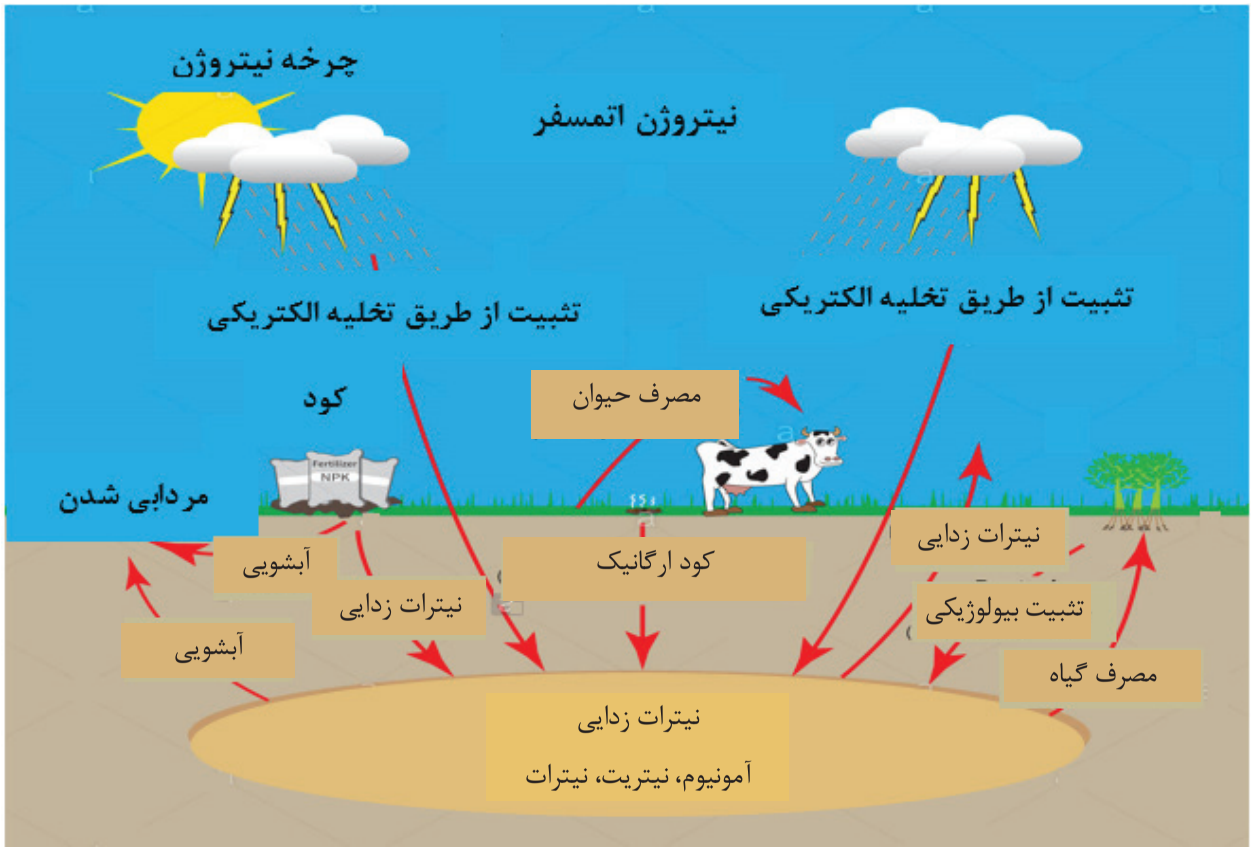
مدیریت نیتروژن

نیتروژن از پرمصرف‌ترین و محدودکننده‌ترین عناصر غذایی تولید محصول در تمامی نقاط دنیاست. کارآیی مصرف نیتروژن توسط گیاه به‌وسیله عوامل مختلفی تعیین و کنترل می‌شود، از جمله خصوصیات خاک (ماده آلی، بافت، نوع رس، هدایت الکتریکی، اسیدیته، هوادهی و فشردگی)، شرایط اقلیمی (دما، مقدار باران، توزیع بارش، تبخیر)، عملیات زراعی (خاک‌ورزی، مدیریت آب مصرفی، کاشت، تناوب، مدیریت آفات)، نوع محصول و مدیریت استفاده از کود. به‌طورکلی، کارآیی مصرف نیتروژن در نواحی گرمسیری و معتدل به‌ترتیب کم‌تر از ۵۰ و ۷۰ درصد گزارش شده است. در مقابل، در ناحیه‌ای از استان فارس که از سیستم بی‌خاک‌ورزی در دو زراعت گندم و ذرت در روش‌های مختلف مدیریت بقایا استفاده شده بود، کارآیی مصرف نیتروژن به‌ترتیب ۲۸/۸ و ۲۷/۴ تعیین شد. بر این اساس باید برای افزایش کارآیی مصرف نیتروژن به چهار موضوع اساسی مقدار مصرف، زمان مصرف، منبع کود و محل قرارگیری (روش مصرف کود) توجه کافی شود. بنابراین درصورتی‌که این چهار گزینه با سایر عوامل اثرگذار مثل عملیات مختلف زراعی، شرایط اقلیمی و خصوصیات خاک ترکیب شوند، مناسب‌ترین بسته مدیریت کودی تعیین می‌شود و در این شرایط تلفات نیتروژن حداقل، کارآیی مصرف حداکثر و عملکرد محصول بهینه می‌شود.

راه‌های تلفات نیتروژن

نیتروژن در خاک همواره در معرض تصعید، نیترات‌زدایی، غیرمتحرک‌شدن (آلی‌شدن) و آبشویی قرار دارد. آمونیوم و آمونیاک (NH_3) تولیدی از منابع

نیتروژن مثل اوره وقتی بر سطح خاک رها می‌شوند، به‌آسانی از طریق تصعید آمونیاک تلف می‌شود. عواملی مثل سرعت باد، گرمای خاک و هوا که تبخیر را افزایش می‌دهند، باعث افزایش تلفات تصعید نیز می‌شوند. بر این اساس وقتی هوا سرد است، سرعت باد کم است یا بعد از مصرف کود بارندگی یا آبیاری انجام شده، به‌کارگیری کودهای نیتروژن با پایه آمونیوم به کاهش تلفات تصعید کمک می‌کند. نیترات‌زدایی، بویژه در سیستم بی‌خاک‌ورزی، از برخی ویژگی‌های خاک ناشی می‌شود، از جمله فشردگی بالاتر، وزن مخصوص ظاهری بیش‌تر، و محتوای رطوبتی بیش‌تر تجمع بقایای گیاهی بر سطح خاک. این عوامل در نهایت شرایط را برای افزایش تلفات اکسید نیتروژن مهیا می‌کنند. آلی‌شدن یا غیرمتحرک‌شدن عملی است که طی آن نیتروژن موجود در خاک (آمونیومی یا نیتراتی) به‌وسیله گیاهان و میکروارگانیسم‌ها، با اولویت موجودات میکروبی، مصرف می‌شود. زمانی‌که یک منبع آلی مثل بقایای گندم یا ذرت به خاک اضافه می‌شود، گیاهان و موجودات میکروبی به آن حمله می‌کنند. چون تعداد، تنوع و قدرت جذب موجودات میکروبی بیش از گیاهان است، ابتدا موجودات میکروبی استفاده می‌کنند و اگر چیزی باقی بماند نصیب گیاه می‌شود. این موضوع به عوامل مختلفی از جمله میزان و نوع ماده آلی از نظر نسبت کربن به نیتروژن (C:N) بستگی دارد. بنابراین موجودات میکروبی ضمن تجزیه بقایای گیاهی، از کربن و نیتروژن آن‌ها استفاده می‌کنند و اگر نسبت کربن به نیتروژن در بقایا زیاد باشد، گیاه موقتاً با کمبود نیتروژن مواجه می‌شود. تلفات آبشویی به‌شدت تحت تأثیر اثرات متقابل خصوصیات خاک، منبع نیتروژن، مقدار نیترات خاک و سرعت حرکت آب در خاک قرار دارد (شکل ۱). بنابراین برای کاهش تلفات نیتروژن به شکل‌های مذکور، باید به تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بویژه کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی بر خصوصیات هیدرولیکی و پوشش خاک توسط بقایا توجه بیش‌تری کرد.



شکل ۱- چرخه نیتروژن و راه‌های تلفات نیتروژن

تنظیم مدیریت نیتروژن مطابق با عملیات مختلف خاک‌ورزی

خاک‌ورزی و مدیریت بقایا تأثیری بسزا بر چرخه عناصر غذایی دارد. تحقیقات نشان داده که خاک‌ورزی شدید، معدنی‌شدن مواد آلی خاک (کودهای آلی، بقایای گیاهی) را افزایش می‌دهد. در مقابل، به‌کارگیری روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی با تأثیر بر درجه به‌هم‌خوردگی خاک و درجه حرارت و رطوبت خاک، باعث کاهش نرخ معدنی و تغییر در جذب عناصر غذایی می‌شوند. تحقیقات انجام‌شده در داراب استان فارس نشان می‌دهد که سیستم بی‌خاک‌ورزی در تلفیق با روش‌های مختلف مدیریت بقایا، بر ذخیره رطوبتی خاک و دمای خاک و جرم مخصوص ظاهری خاک تأثیر می‌گذارد؛ این عوامل نیز به نوبه خود بر توانایی جذب نیتروژن و پاسخ گیاه به مقادیر مختلف نیتروژن تأثیر می‌گذارند. وقتی شدت عملیات خاک‌ورزی کاهش می‌یابد (شکل ۲)، بقایای زراعیِ محصول قبلی مانند عایقی بر سطح خاک باقی می‌مانند (شکل ۳). این بقایا با تأثیر بر تابش نور، دمای خاک را متعادل می‌کنند. خاک‌های پوشیده‌شده توسط بقایا در سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی معمولاً در طی بهار و تابستان خنک‌تر و در پاییز و زمستان گرم‌تر هستند. برای مثال، طی آزمایش‌های انجام‌شده در داراب مشخص شد که خردکردن بقایا و توزیع یکنواخت آن در سطح خاک در فصل تابستان، باعث کاهش ۱۷/۵ درصدی دمای سطح خاک در سیستم بی‌خاک‌ورزی نسبت به روش کم‌خاک‌ورزی می‌شود. از طرف دیگر، دمای خاک در شرایط سیستم بی‌خاک‌ورزی بدون کاه‌بن[1] و با کاه‌بن‌هایی به طول کم‌تر از ۷/۵ سانتی‌متر، مشابه یکدیگر گزارش شده است. هرچند، با افزایش طول کاه‌بن‌ها به ۱۵ تا

۱. بقایای ایستاده و متصل به ریشه.

۳۰ سانتی‌متر در سیستم بی‌خاک‌ورزی، دمای خاک در طی زمستان ۳/۹ تا ۵/۳ درجه سانتی‌گراد بیش‌تر از شرایط بدون کاه در سیستم‌های مذکور است. برای سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی با بقایای مخلوط‌شده و سیستم بی‌خاک‌ورزی بدون بقایا، درجه حرارت مشابهی در طول زمستان در هنگام جوانه‌زنی گندم در آزمایش‌های منطقه داراب به‌ثبت رسیده است. از طرف دیگر، بقایای رهاشده و ایستاده (کاه‌بن) در سیستم بی خاک‌ورزی ممکن است ظرفیت نگهداری رطوبت خاک را افزایش دهند. ازآنجایی‌که بقایای رهاشده بر سطح خاک و کاه‌بن‌های ایستاده در سیستم بی‌خاک‌ورزی تبخیر را کاهش و نفوذ آب را افزایش می‌دهند، محتوای رطوبتی خاک در این سیستم‌ها نیز بیش‌تر از سیستم‌های مرسوم است. در آزمایش‌های کشت مستقیم ذرت و گندم در داراب مشخص شد که محتوای رطوبتی خاک در سیستم بی‌خاک‌ورزی ۲۷/۲ درصد بیش‌تر از سیستم مرسوم در عمق ۰ تا ۱۵ سانتی‌متری خاک بوده است؛ البته جرم مخصوص ظاهری و مقاومت به نفوذ لایه سطحی خاک (۰ تا ۱۰ و ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر) در این سیستم‌ها، نسبت به سیستم مرسوم، رو به افزایش بوده است. درهرحال، تغییرات ایجادشده در دما و محتوای رطوبت خاک که در اثر استفاده از روش‌های مختلف مدیریت بقایاست می‌تواند علاوه‌بر سرعت جوانه‌زنی، سایر عوامل نظیر فعالیت‌های بیولوژیکی، جذب عناصر غذایی و کارآیی کود را نیز تحت تأثیر قرار دهد. نتایج به‌کارگیری روش خردکردن و توزیع بقایا به همراه کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در واحد سطح در روش بی‌خاک‌ورزی ذرت در تناوب با گندم، نشانگر افزایش نیتروژن جذب‌شده توسط دانه و عملکرد محصول در منطقه داراب است.

شکل ۲- کاهش عملیات خاک‌ورزی

شکل ۳- بقایای زراعی از محصول قبلی در روش بی‌خاک‌ورزی

اثرات متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت کوددهی نیتروژن

سیستم‌های خاک‌ورزی با تأثیر بر درجه مخلوط‌شدن خاک و بقایا می‌توانند بر ظرفیت تلفات نیتروژن ناشی از تصعید، نیترات‌زدایی، آبشویی و غیرمتحرک‌شدن تأثیر بگذارند. این مسئله ممکن است بر کارآیی روش مصرف، منبع نیتروژن، زمان مصرف و متعاقباً بهینه‌سازی مقدار کود مصرفی تأثیر بگذارد.

روش‌های کاربرد نیتروژن در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی

روش استفاده از کودهای نیتروژنه و کارآیی آن در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی (مرسوم و حفاظتی) بستگی زیادی به منبع نیتروژن، زمان کاربرد و نوع فن‌آوری مورد استفاده دارد. روش استفاده زیرسطحی یا نوارکردن کودهای نیتروژنه توسط کارنده، به‌دلیل نیاز اندک بذر به نیتروژن در زمان جوانه‌زنی و کاهش احتمال آسیب کود (بویژه اوره) به گیاهچه، سهم اندکی (۵ تا ۱۰ درصد توصیه کودی) از کل مقدار توصیه کودی در مرحله کاشت دارد. از طرف دیگر، در صورت نیاز به کاربرد تمام مقدار توصیه‌شده کودهای ماکرو (فسفر یا پتاس) به‌همراه قسمت اندکی از کودهای نیتروژنه در زمان کاشت، امکان تنظیم کارنده کود برای ریزش دو مقدار مختلف کود به‌طور همزمان امکان‌پذیر نیست (شکل ۴).

شکل ۴- استفاده زیرسطحی کود نیتروژن در سیستم بی‌خاک‌ورزی

بر این اساس استفاده از سایر روش‌ها با درنظرگرفتن کاهش تلفات احتمالی باید مدنظر قرار گیرد. در این میان، استفاده از روش‌های پخش سطحی و همراه با آب آبیاری به‌دلیل فقدان ادوات و فن‌آوری‌های تزریق کود، از دیگر روش‌های مرسوم به‌کارگیری کود در کشورهای درحال‌توسعه است (شکل ۵).

شکل ۵- کاربرد پخش سطحی کود نیتروژن در سیستم بی‌خاک‌ورزی

روش پخش سطحی برای برخی از کودهای نیتروژنه، بویژه اوره، می‌تواند تلفات تصعید را در سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی و غیرمتحرک‌شدن را در سیستم کم‌خاک‌ورزی افزایش دهد. در صورت اجبار به استفاده از کود اوره، برای کاهش تلفات تصعید و غیرمتحرک‌شدن نیتروژن بهتر است از این روش‌ها استفاده کنید: مصرف اوره با آب آبیاری، مخلوط‌کردن جزئی با خاک توسط کارنده بعد از پخش سطحی، و تزریق کود (در صورت دسترسی به فن‌آوری و ادوات مناسب).

نتایج پروژه ارزیابی پاسخ محصول گندم به سطوح کودی نیتروژن و مدیریت بقایا در شرایط سیستم بی‌خاک‌ورزی در داراب نشان داد که استفاده ۵ درصد از مقدار مناسب‌ترین سطح کودی (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن) در زمان کاشت توسط کارنده در زیر بذر، ۱۰ و ۳۰ درصد به‌صورت پخش

سطحی به‌ترتیب بعد از جوانه‌زنی (آبیاری دوم) و پنجه‌دهی و مابقی آن به روش ترکیب با آب آبیاری به میزان ۴۰ و ۱۵ درصد به‌ترتیب در مراحل ساقه‌دهی و گل‌دهی، باعث بیش‌ترین میزان عملکرد و جذب نیتروژن توسط دانه می‌شود. در سیستم‌های مرسوم و کم‌خاک‌ورزی برای کاهش تلفات نیتروژن به‌شکل تصعید، کود پخش‌شده باید بلافاصله توسط دیسک یا انجام آبیاری وارد خاک شود تا با قرارگیری کود در زیر لایه سطحی خاک، میزان تلفات تصعید کاهش یابد.

منبع کودی

وقتی کود اوره به روش پخش سطحی استفاده می‌شود، امکان تجزیه آن به آمونیاک و متعاقباً تلفات گازی وجود دارد. تصعید نیتروژن از اوره باعث می‌شود که نیتروژن کم‌تری برای جذب در اختیار گیاه قرار گیرد. اگر میزان تجزیه اوره، اسیدیته خاک، محتوای کربنات خاک یا مقدار کود مورد استفاده زیاد باشد، غلظت آمونیاک در خاک و تصعید آن نیز افزایش پیدا می‌کند. باید توجه کرد که احتمال تلفات آمونیوم در خاک‌هایی با بافت درشت نسبت به بافت ریز، بیش‌تر است. وقتی کود اوره در خاک‌های پوشیده با بقایا به‌کار برده می‌شود، ضمن تجزیه‌شدن اوره بر روی بقایا ممکن است تلفات تصعید هم افزایش یابد. بر این اساس می‌توان گفت که سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی به‌علت افزایش فعالیت آنزیم اوره‌آز ناشی از بقایای به‌جامانده بر سطح خاک ممکن است تلفات تصعید از منابع اوره را افزایش دهند. به همین دلیل، منابع کودی نیتراتی نسبت به منابع آمونیومی و اوره برای سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی مناسب‌ترند. در این راستا نیز استفاده از روش پخش سطحی برای کود نیتروژنه از منبع نیترات

آمونیوم به ملاحظات مدیریتی خاصی در سیستم بی‌خاک‌ورزی نیاز ندارد و می‌توان از آن استفاده کرد (شکل‌های ۶ و ۷).

شکل ۶- استفاده از روش پخش سطحی در خاک‌های پوشیده با بقایا

رطوبت خاک

علاوه بر انتخاب منبع نیتروژن، عوامل مدیریتی دیگری نیز برای کاهش توانایی تصعید نیتروژن در سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی وجود دارد. به‌طورکلی، عواملی که تبخیر را افزایش می‌دهند تمایل دارند از طریق انتقال آمونیاک به سطح خاک و افزایش غلظت آن، تلفات تصعید را افزایش دهند. بارندگی مؤثر یا آبیاری بعد از استفاده از کود، از طریق حمل آن به درون خاک و متعاقباً کاهش غلظت آمونیاک در نزدیک سطح خاک، تلفات تصعید را کاهش می‌دهد. تحقیقات نشان داده که در سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی، استفاده از کود اوره به روش پخش سطحی و مصرف ۱۰ تا

۲۵ میلی‌متر آب بلافاصله بعد از کودپاشی، بازیابی نیتروژن توسط گیاه را افزایش می‌دهد. بنابراین از طریق زمان‌بندی استفاده از نیتروژن (وقوع بارندگی، آبیاری و نیز وقتی هوا و خاک سرد است) می‌توان تلفات تصعید را به حداقل رساند و متعاقباً کارآیی کود را افزایش داد. به همین دلیل، می‌توان به تأثیر خردکردن و توزیع بقایا بر سطح خاک در سیستم بی‌خاک‌ورزی بر کاهش بیش‌تر دمای خاک به میزان ۳/۵ و ۲/۴ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب در دو مرحله کوددهی (پنجه‌زنی و گل‌دهی) نسبت به روش بیرون‌بردن بقایا اشاره کرد که دارای بیش‌ترین میزان جذب نیتروژن توسط دانه و عملکرد گندم در منطقه داراب بوده است (شکل ۷).

شکل ۷- خردکردن و توزیع بقایا بر سطح خاک در سیستم بی‌خاک‌ورزی

بازدارنده‌های اوره‌آز

بازدارنده‌های اوره‌آز گزینه‌های مدیریتی مناسبی برای افزایش کارآیی روش پخش سطحی کود اوره از طریق کاهش تصعید هستند. این بازدارنده‌ها تبدیل اوره به آمونیوم را کند می‌کنند و بدین‌ترتیب زمان بیش‌تری را برای حرکت اوره پخش‌شده از سطح به داخل خاک فراهم می‌کنند. در حالت کلی، بازدارنده‌ها باید مانع از فعالیت آنزیم اوره‌آز در شرایط محیطی خاک شوند و همچنین توانایی کاهش خسارت به گیاهچه، کاهش تلفات تصعید و خسارت نزدن به سلامتی محصول و مصرف‌کننده را داشته باشند.

نتایج تحقیقات درباره استفاده‌کردن یا نکردن از کود اوره با بازدارنده به شکل‌های پخش سطحی، نواری و همراه با بذر در هر یک از سیستم‌های مرسوم و بی‌خاک‌ورزی نشان داده‌اند که عملکرد غلات در سیستم بی‌خاک‌ورزی در صورت استفاده از بازدارنده، حتی به روش پخش سطحی، بیش‌تر از استفاده‌نکردن از آن‌هاست؛ هرچند، به‌کارگیری بازدارنده‌ها در سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم تأثیری بر عملکرد ندارد. ازآنجایی‌که در مناطق گرم و خشک خطر تلفات تصعید و خسارت به گیاهچه در زمان کاشت افزایش پیدا می‌کند، مزایای استفاده از بازدارنده‌ها بیش‌ازپیش آشکار می‌شود.

بقایای زراعی و آلی‌شدن نیتروژن

استفاده از کودهای نیتروژنه در مراحل مختلف رشد به روش پخش سطحی می‌تواند باعث فرایند غیرمتحرک‌شدن (آلی‌شدن) نیتروژن شود. عملیات خاک‌ورزی از طریق تأثیر بر میزان تماس خاک و بقایا و همچنین

تأثیر بر سرعت تجزیه بقایا، بر غیرمتحرک‌شدن نیتروژن تأثیر می‌گذارد. در سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم، غیرمتحرک‌شدن نیتروژن به‌دلیل ترکیب بقایای ایستاده با خاک نقش مهمی در کاهش عملکرد جو داشت. این مسئله در هنگام استفاده از سیستم کم‌خاک‌ورزی (دیسک و سپس کاشت) که در آن بیش از ۷۰ درصد بقایا با خاک مخلوط شده بودند، برای دو زراعت گندم و ذرت نیز در داراب مشاهده شد (شکل ۸). رطوبت لایه سطحی خاک زیر بقایا در سیستم بی‌خاک‌ورزی باعث افزایش تجزیه بقایا در زمان مصرف کودهای نیتروژنه می‌شود؛ در نتیجه، می‌تواند میزان غیرمتحرک‌شدن کود نیتروژن مصرفی را در این سیستم‌ها تشدید کند. به‌رغم این موضوع، طبق نتایج آزمایش انجام‌شده در داراب به‌نظر می‌رسد که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی در سیستم بی‌خاک‌ورزی و انتخاب میان بهینه نیتروژن (۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب در دو زراعت گندم و ذرت، فرایند غیرمتحرک‌شدن به‌دلیل دردسترس‌بودن نیتروژن کافی هم برای گیاه و هم برای میکروارگانیسم‌ها، کاهش داشته و در نتیجه میزان عملکرد مطلوبی به‌دست آمده است. همچنین نتایج روش‌های مدیریت بقایا و سطوح کودی نیتروژن در داراب نشان داده که در سیستم‌های کشت مستقیم در شرایط نگهداری بقایا و با مقادیر پایین کود نیتروژن مصرفی (کم‌تر از یا مساوی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، میزان عملکرد و بازیابی نیتروژن نسبت به روش بیرون‌بردن بقایا کم‌تر بوده است؛ هرچند، با اضافه‌کردن کود مصرفی، میزان عملکرد و بازیابی نیتروژن حتی در شرایط نگهداری بقایا، در سیستم بی‌خاک‌ورزی روندی افزایش از خود نشان داده است. این امر نشان می‌دهد که در سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی و در شرایط نگهداری بقایا، میزان کود نیتروژن مصرفی بیش‌ترین تأثیر را بر افزایش عملکرد و جذب ازت دارد.

شکل ۸- اختلاط بقایا با خاک در سیستم کم‌خاک‌ورزی

کاربرد نیتروژن به‌صورت زیرسطحی و وضعیت بقایا

بقایای گیاهی متناسب با میزان تراکم و توزیع غیریکنواخت، به‌دلیل عملیات برداشت در نقاط مختلف مزرعه می‌توانند نیتروژن در دسترس گیاه را از طریق فرایند غیرمتحرک‌شدن یا تصعید کاهش دهند. کاربرد نواری کود نیتروژن در خاک از جمله راه‌هایی است که به‌منظور بهبود کارآیی مصرف آن می‌توان به‌کار گرفت. کاربرد نواری کود زیر لایه بقایا در سیستم بی‌خاک‌ورزی، از طریق کاهش سطح تماس بین کود و میکروارگانیسم‌های خاک و بقایا، می‌تواند تلفات غیرمتحرک‌شدن را کاهش دهد.

کاربرد زیرسطحی نیتروژن دور از بذر

گزارش‌های متعدد نشان می‌دهند در صورت به‌کارگیری کودهای آمونیومی به‌صورت نواری در مقایسه با روش پخش سطحی، فرایند نیترات‌سازی (نیتریفیکاسیون) کند می‌شود. شیوه کاربرد نیتروژن به‌شکل نواری در مقایسه با روش پخش سطحی، به‌دلیل کاهش تلفات نیتروژن، باعث افزایش عملکرد دانه و بازیابی نیتروژن در گیاه حتی در مقادیر پایین کود نیتروژن مصرفی در سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی می‌شود (شکل ۹).

شکل ۹- کاربرد زیرسطحی کود نیتروژن دور از بذر

بنابراین قراردادن کود به‌صورت یک نوار جداگانه از بذر در سیستم بی‌خاک‌ورزی، توانایی محصول را در رقابت با علف‌های هرز برای جذب عناصر غذایی بهبود می‌بخشد. اگر کارنده کشت مستقیم قادر نباشد محل

قرارگیری بذر و کود را جدا کند، مشکلاتی جدی در جوانه‌زنی و استقرار نهایی ایجاد می‌شود. درهرحال باید توجه کرد که طبق بررسی‌های انجام‌شده، افزایش بهبود نسبی عملکرد و بازیابی نیتروژن به‌دلیل تغییر روش کاربرد نیتروژن از پخش سطحی به نواری در سیستم بی‌خاک‌ورزی، بیش‌تر از افزایش آن در روش‌های مرسوم است.

یک‌جاگذاری کود و بذر

قراردادن کود در ردیف بذر (کنار هم)، شکل خاصی از نوارکردن است که تردد اضافی برای استفاده از کود را حذف می‌کند. علاوه بر این، یک‌جاگذاری کود و بذر باعث حذف نیروی کششی اضافی، هزینه‌های ماشین‌آلات و به‌هم‌خوردگی بیش‌تر خاک می‌شود. علاوه بر این محاسن، به‌کارگیری نیتروژن اضافی در هنگام استفاده از این روش، باعث آسیب به گیاهچه، کاهش توانایی رقابت محصول، کاهش عملکرد و کاهش کارایی مصرف نیتروژن می‌شود. آسیب گیاهچه ناشی از یک‌جاگذاری کود و بذر، به ظرفیت اسمزی محلول و غلظت آمونیاک به آمونیوم در تماس با گیاهچه در حال جوانه‌زنی بستگی دارد. ازآنجایی‌که آسیب گیاهچه از اوره معمولاً به‌سبب آمونیوم و آمونیاک است، کندکردن تجزیه اوره می‌تواند غلظت آمونیوم و آمونیاک در تماس با گیاهچه را کاهش دهد. بنابراین استفاده از بازدارنده‌های نیتراتساز (NBPT) در روش یک‌جاگذاری کود و بذر حتی با مقدار بالای نیتروژن مصرفی می‌تواند باعث استقرار بهتر گیاهچه و عملکرد محصول (گندم و جو) شود.

نتیجه‌گیری

نیتروژن در خاک همواره در معرض تصعید، نیترات‌زدایی (دنیتریفیکاسیون)، غیرمتحرک‌شدن و آبشویی قرار دارد. به‌طورکلی، سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی می‌توانند بر میزان تلفات نیتروژن تأثیر بگذارند. در سیستم بی‌خاک‌ورزی ممکن است تلفات تصعید از منابع اوره، به‌علت افزایش فعالیت آنزیم اوره‌آز ناشی از بقایای به‌جامانده بر سطح خاک افزایش یابد. بنابراین بر اساس نتایج پژوهش‌ها و همچنین یافته‌های حاصل از بررسی نقش بقایا و سطوح کودی بر کارآیی و اثربخشی نیتروژن در سیستم بی‌خاک‌ورزی در استان فارس، می‌توان چنین گفت:

◄ ظرفیت تصعید گاز آمونیاک از کود اوره بیش‌تر از سایر کودهای نیتروژنه است؛ بنابراین توصیه می‌شود برای کاهش تلفات تصعید در سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی، از کودهای نیترات آمونیوم در روش پخش سطحی استفاده شود.

◄ برای کاهش آسیب به گیاهچه و کاهش کارآیی نیتروژن ناشی از اثرات سمی کودها در روش یک‌جاگذاری کود و بذر (کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی)، از کاربرد مقادیر بالای کود اوره یا کاربرد اوره به‌صورت کلوخه‌ای پرهیز شود.

◄ بر اساس نتایج، کاربرد ۵ درصد از مقدار مناسب‌ترین سطح کودی (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن) در زمان کاشت توسط کارنده در زیر بذر، ۱۰ و ۳۰ درصد به‌صورت پخش سطحی به‌ترتیب بعد از جوانه‌زنی (آبیاری دوم) و پنجه‌دهی و مابقی آن به روش ترکیب با آب آبیاری به میزان ۴۰

و ۱۵ درصد به‌ترتیب در مراحل ساقه‌دهی و گل‌دهی، باعث بیش‌ترین میزان عملکرد و جذب نیتروژن توسط دانه می‌شود.

◄ با کاهش ۵۰ کیلوگرم از مقدار کود نیتروژن مصرفی (از ۲۵۰ به ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، علاوه‌بر اینکه تفاوتی از نظر میزان جذب ازت توسط دانه نداریم، میزان نیتروژن نیتراتی باقیمانده در خاک نیز ۳۱/۱ درصد کاهش پیدا می‌کند.

◄ در صورت به‌کارگیری ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (مقدار مناسب سطح کودی) در روش نگهداشت بقایا، مقدار نیتروژن جذب‌شده توسط دانه ۱۱/۴ درصد بیش‌تر از روش مدیریت بقایا با دستگاه ساقه‌خردکن است.

◄ در صورت جمع‌آوری و بیرون‌بردن بقایای ذرت قبل از کشت مستقیم گندم، شاهد تجمع بیش‌ترین مقدار نیتروژن نیتراتی باقیمانده بعد از برداشت محصول گندم تا عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک هستیم؛ در صورت استفاده از دستگاه ساقه‌خردکن در سیستم مدیریت بقایا، میزان نیتروژن نیتراتی باقیمانده در مقایسه با روش بیرون‌بردن بقایا، ۱۰/۹ درصد کم‌تر است.

◄ با افزایش میزان کود نیتروژن مصرفی (از ۱۵۰ به ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، مقدار نیتروژن نیتراتی باقیمانده در خاک بعد از برداشت محصول بیش‌تر می‌شود.

◄ در صورت استفاده از دستگاه ساقه‌خردکن ذرت و توزیع یکنواخت بقایا با تراکم ۱/۲۵۰ کیلوگرم در مترمربع، میزان عملکرد گندم حتی با

کاهش ۵۰ کیلوگرم از مقدار کود نیتروژن مصرفی (از ۲۵۰ به ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، ۱۲/۶ درصد بیش‌تر از شرایط استفاده‌نکردن از دستگاه ساقه‌خردکن است.

یادداشت

یادداشت

یادداشت