تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۱۸/ شماره ۶۹/ پاییز و زمستان ۱۳۹۶/ص ۹۶-۸۵

# تأثیر مدیریت بقایا و سطوح کودی نیتروژن بر تجمع نیترات باقیمانده خاک و عملکرد ذرت در روش بی‌خاک‌ورزی

مجید روزبه* و علی‌حسین قنبری**

* نگارنده مسئول: بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران. تلفن: ۲۶۵۲۳۲۴۰(۰۷۳)، پیام‌نگار: roozbeh.majid@gmail.com

** به‌ترتیب: استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی؛ و کارشناس بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۷/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱/۲۱

## چکیده

**مدیریت بقایای گیاهی و بهینه‌سازی کوددهی نیتروژن از فاکتورهای مهم در پایداری سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی هستند. به‌منظور ارزیابی تأثیر روش‌های مدیریت بقایای زراعی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر تجمع نیتروژن نیتراتی خاک در پایان فصل رشد، جذب نیتروژن و عملکرد ذرت در روش بی‌خاک‌ورزی، این مطالعه مزرعه‌ای انجام شد. این پژوهش با استفاده از آزمایش کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب اجرا شد. مدیریت بقایای گیاهی به‌عنوان کرت اصلی در سه سطح باقی‌گذاشتن بقایا (R.M1)، بیرون بردن بقایا (R.M2)، و خرد کردن بقایای گیاهی با ساقه خردکن (R.M3) و مقادیر مختلف کود نیتروژنه به‌عنوان کرت فرعی در چهار سطح ۱۵۰ (N1)، ۲۰۰ (N2)، ۲۵۰ (N3) و ۳۰۰ (N4) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در نظر گرفته شد. در هر یک از کرت‌های آزمایشی، مقدار و اندازهٔ بقایای گیاهی ایستاده و خوابیده، مقدار نیتروژن نیتراتی باقیمانده در خاک بعد از برداشت ذرت، و میزان نیتروژن جذب‌شده توسط دانه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد که روش‌های مختلف مدیریت بقایا و سطوح کودی نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر نیتروژن نیتراتی باقیمانده در خاک و جذب نیتروژن توسط دانه دارد. تیمار R.M2 باعث تجمع بیشترین مقدار نیتروژن نیتراتی در خاک شده است؛ کمترین میزان نیتروژن نیتراتی در R.M3 مشاهده شده است. تأثیر متقابل R.M2 × N3 نسبت به R.M2 × N4 موجب کاهش تجمع نیتروژن نیتراتی به‌میزان ۲۷/۲ درصد شده است. نتایج پژوهش همچنین آشکار می‌سازد که جذب نیتروژن توسط دانه در تیمارهای R.M3 و R.M1 در مقایسه با تیمار R.M2، به‌ترتیب ۴/۵ و ۹/۴ درصد کمتر است. یافته‌های این بررسی نشان می‌دهد که به‌کارگیری سیستم R.M3 × N3 نسبت به کاربرد جداگانهٔ آنها (R.M3 یا N3)، تأثیر بیشتری در افزایش عملکرد محصول و جذب نیتروژن توسط دانه دارد.**

## واژه‌های کلیدی

**بی‌خاک‌ورزی، تجمع نیترات، ذرت، سطوح کودی نیتروژن، مدیریت بقایا**

## مقدمه

در چند دههٔ گذشته روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی به‌ویژه بی‌خاک‌ورزی به‌علت صرفه‌جویی در سوخت مصرفی، هزینه‌های تولید، کاهش فرسایش، و اصلاح ساختمان خاک مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند. با این حال، به‌کارگیری سیستم‌های کاشت مستقیم و نگهداشت بقایا بر سطح خاک نیازمند مصرف بیشتر علف‌کش و کود است که می‌تواند به آلودگی‌های زیست‌محیطی بینجامد (Azooz *et al*., 1996; Ardell *et al*., 2000). حفظ بقایا در سطح خاک می‌تواند چرخهٔ عناصر غذایی، به‌ویژه



www.SID.ir
Archive of SID

نیتروژن را (با توجه به موبایل بودن و پرتحرکی آن) متأثر سازد و احتمال وقوع پدیده‌های نیترات‌زدایی و غیرمتحرک شدن (آلی شدن) را افزایش دهد. حساسیت نیتروژن به آبشویی، نیترات‌زدایی، تصعید و غیرمتحرک شدن به مقدار زیادی به مدیریت کود نیتروژنه و مدیریت بقایا وابسته است. به‌عبارت دیگر، کارایی مصرف کود و تلفات آن ممکن است با تغییر در مقدار کود و وضعیت بقایا، تغییر کند. سهرابی و همکاران (Sohrabi *et al.*, 2014) در آزمایشی نشان دادند که عملکرد گندم تحت تأثیر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی (بیرون بردن، سوزاندن و اختلاط بقایا) و میزان کود نیتروژن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بررسی‌های جلالی و بحرانی (Jalali & Bahrani, 2012) در تأثیر نقش بقایای گیاهی و میزان کود نیتروژن‌دار بر راندمان مصرف نیتروژن در تولید ذرت دانه‌ای نشان دادند که با افزایش نیتروژن از ۱۵۰ به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و افزایش بقایای گیاهی از ۲۵ به ۵۰ درصد، کارایی زراعی نیتروژن و کارایی بازیافت ظاهری کاهش می‌یابد. علاوه بر این، تلفیق مدیریت خاک‌ورزی و مدیریت کوددهی می‌تواند تأثیر بسزایی در تولید محصول، بهره‌وری پایدار، کارایی زراعی، کارایی بازیافت ظاهری و کارایی عناصر غذایی داشته باشد. اقبال و همکاران (Iqbal *et al.*, 2005) در بررسی‌های خود اعلام کردند که خاک‌ورزی به‌میزان ۵ تا ۲۰ درصد و کوددهی به‌میزان ۲۰ تا ۵۰ درصد در بهره‌وری محصول نقش دارد. آردل و همکاران (Ardell *et al.*, 2000) در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم، بیشترین عملکرد دانهٔ گندم در دوازده سال آزمایش در روش بی‌خاک‌ورزی را با بیشترین میزان نیتروژن کاربردی مشاهده کردند. مالهی و همکاران (Malhi *et al.*, 2006) در مقایسهٔ روش‌های مرسوم و بی‌خاک‌ورزی گزارش کردند که در سه سال اول تحقیق روش‌های خاک‌ورزی و تیمارهای مدیریت بقایا تأثیری بر عملکرد محصول نداشته‌اند ولی درسال چهارم آزمایش، عملکرد دانه در روش بی‌خاک‌وزی به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم بوده است. نتایج این تحقیق هم‌چنین نشان داد که تأثیر متقابل خاک‌ورزی و مدیریت بقایا بر عملکرد دانه معنی‌دار است.

در مواردی‌که بقایا بر سطح نگه داشته شوند، تلفات ناشی از غیرمتحرک شدن نیتروژن ممکن است منجر به کاهش عملکرد شود و این واکنش در شرایط کاربرد نیتروژن به‌صورت پخش سطحی، بیشترین است (Malhi & Nyborg, 1990). در گزارشی دیگر مالهی و همکاران (Malhi *et al.*, 2001) اعلام کردند که بیشترین میزان عملکرد با کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژنه در روش بی‌خاک‌ورزی، با مقدار ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست می‌آید. نتایج این تحقیق هم‌چنین نشان داد که تأثیر متقابل مدیریت بقایا در سطوح مختلف کود نیتروژن‌دار درروش بی‌خاک‌ورزی معنی‌دار است. بیشترین میزان عملکرد در شرایط نگهداری و جابه‌جایی، به‌ترتیب ۸۰ و ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شده است. افزایش میزان کود نیتروژن‌دار از ۸۰ به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در هر شیوه از مدیریت بقایا، موجب کاهش عملکرد شده بود. آپاریشو و همکاران (Aparicio *et al.*, 2008) می‌گویند که مصرف زیاد کود نیتروژنه در کشت گندم در روش بی‌خاک‌ورزی، دو عیب عمده دارد: پایین بودن کارایی مصرف نیتروژن و هدرروی آن به‌صورت آبشویی. کارایی مصرف نیتروژن در روش بی‌خاک‌ورزی ممکن است به‌دلیل بهبود شرایط نفوذ و به‌دنبال آن افزایش آبشویی، تحت تأثیر قرار گیرد. هالورسون و همکاران (Halvorson *et al.*, 2001) گزارش کردند که روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی نسبت به بی‌خاک‌ورزی در کشت گندم موجب تجمع نیتروژن نیتراتی بیشتری تا عمق ۱۵۰سانتی‌متر شده‌اند و نتیجه گرفتند که روش‌های مرسوم و کم‌خاک‌ورزی به‌علت به‌هم زدن خاک، نیتروژن

Archive of SID



www.SID.ir

بیشتری را در لایه سطحی معدنی کرده‌اند. در این‌باره فوئنتز و همکاران (Fuentes *et al.*, 2003) می‌گویند در روش‌های بی‌خاک‌ورزی، نسبت به روش‌های مرسوم، آبشویی بیشتر به‌علت رطوبت بیشتر خاک و وجود جریان‌های ترجیحی، ممکن است در کاهش نیتروژن قابل دسترس سهم داشته باشند. علاوه بر این در روش‌های بی‌خاک‌ورزی به‌دلیل تجمع بقایای زراعی با نسبت C/N بالا، نیتروژن قابل استفاده کمتری (به‌دلیل غیرمتحرک شدن آن) در دسترس گیاه است. با توجه به منابع بررسی شده مشاهده می‌شود با این‌که سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی قابلیت اصلاح ساختمان خاک را در درازمدت دارا می‌باشند، اما در مورد افزایش مصرف کودهای نیتروژن‌دار، آبشویی بیشتر مواد شیمیایی و تجمع آنها در لایه‌های پایینی پروفیل خاک نگرانی‌هایی نیز وجود دارد. بر این اساس در این پژوهش تأثیر متقابل نحوهٔ مدیریت بقایا و سطوح مختلف کود نیتروژن بر میزان نیتروژن نیتراتی باقیمانده بعد از برداشت محصول و عملکرد محصول تحت سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی بررسی می‌شود.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب واقع در ۲۵۰ کیلومتری جنوب شرقی شیراز با عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۲۰ متر از سطح دریا از سال ۱۳۹۳ به‌مدت دو سال اجرا شد. محل آزمایش دارای اقلیم نیمه‌خشک با متوسط بارندگی سالیانه ۲۶۵ میلی‌متر است که اغلب در فصل پاییز و زمستان رخ می‌دهد. طی سال‌های آزمایش، بیشینه و کمینه دمای هوا به‌ترتیب ۴۱/۵ و ۱۲/۷درجه سلسیوس و بیشینه و کمینه رطوبت نسبی ۵۸/۱ و ۱۶/۷ درصد بود. این پژوهش با استفاده از آزمایش کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کرت اصلی بقایای گیاهی گندم در سه سطح باقی‌گذاشتن بقایا (R.M1)، بیرون بردن بقایا (R.M2)، خردکردن بقایای گیاهی با ساقه خردکن (R.M3) و کرت فرعی مقادیر مختلف کود نیتروژن‌دار در چهار سطح ۱۵۰ (N1)، ۲۰۰ (N2)، ۲۵۰ (N3) و ۳۰۰ (N4) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره بود. در قطعه زمین آزمایشی، ۳۶ کرت به ابعاد ۲۰×۸ متر در نظر گرفته شد. تناوب گندم- ذرت به‌عنوان تناوب غالب منطقه جهت کشت در فصل پاییز و تابستان انتخاب شد. با توجه به نوع تیمار مدیریت بقایا، در جمع‌آوری بقایای محصول زراعی ریخته شده از پشت کمباین، از دستگاه‌های شانه (ریک) و بسته‌بند (بیلر) استفاده شد. بر این اساس در تیمار R.M1، نوار بقایای انباشته شده پشت کمباین با دستگاه بسته‌بند جمع‌آوری شد. در تیمار R.M2 برای بیرون بردن بقایای زراعی ایستاده و رها شده در سطح خاک، از دستگاه‌های شانه و بسته‌بند استفاده شد، و در تیمارR.M3، بعد از جمع‌آوری بقایای انباشته شده توسط دستگاه بسته‌بند، جهت کاهش طول کاهبن‌های ایستاده و توزیع آن در سطح خاک، از دستگاه ساقه خردکن استفاده شد.

به‌منظور تعیین اندازهٔ بقایا، در پنج نقطه از هر کرت بقایای ایستاده (کاهبن) و خوابیده (پهن شده بر سطح خاک) با استفاده از یک قاب نیم متر مربعی جمع‌آوری شدند. جرم مادهٔ خشک بقایا نیز، با قرار دادن آنها درون آون، به‌مدت ۷۲ ساعت و در دمای ۶۰ درجه سلسیوس، تعیین شد (Chen *et al.*, 2004). پوشش سطح خاک با بقایا، با استفاده از روش برش عرضی- خطی تعیین شد. در این روش ابتدا ۱۰۰ نقطه به فاصله‌های ۱۰ سانتی‌متر روی یک طناب بیست متری با نوارچسب نشانه‌گذاری شد. طناب به‌صورت اریب (زاویهٔ ۴۵ درجه) به‌گونه‌ای بر سطح خاک قرار داده شد که از میان ردیف‌های کاشت (عرض کار دستگاه) عبور کند. با شمارش تعداد نشانه‌هایی که مستقیما روی بقایا قرار گرفته بودند، درصد پوشش



www.SID.ir

سطح تعیین شد (Morrison & Gerik, 1985). کاشت با یک دستگاه ردیف‌کار کاشت مستقیم (بذرکار-کودکار) با شیار بازکن دو بشقابی انجام گرفت. برای آبیاری کرت‌ها از روش نواری[1] استفاده شد. مقدار رطوبت خاک با روش نمونه‌گیری از خاک (عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر) با استفاده از یک مته نمونه‌برداری و بر اساس وزن خشک تعیین شد. دمای خاک در تیمارهای مختلف نیز با استفاده از دماسنج دیجیتالی آلفرانس (مدل اف ۹۱۰۰۰) در عمق ۵-۰ سانتی‌متر خاک اندازه‌گیری شد.

به‌منظور بررسی تجمع نیتروژن نیتراتی در پروفیل خاک، از شاخص نیتروژن نیتراتی باقی‌مانده در خاک بعد از برداشت محصول، استفاده شد. برای تعیین نیتروژن نیتراتی خاک، نمونه‌هایی از اعماق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک به‌صورت قطری از بین ردیف‌های کاشت در پنج نقطه از هر کرت، بعد از برداشت ذرت گرفته شد. نمونه‌ها در یک ظرف حاوی یخ نگهداری و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شده و پس از مخلوط کردن، در دمای ۳۵ درجه سلسیوس خشک شدند (Al-Kaisi & Licht, 2004). نیترات خاک با دستگاه اسپکتروفتومتر و با استفاده از روش کاهش کادمیم تعیین شد (Anon, 1974). نیتروژن جذب شده در دانه در انتهای مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی تعیین شد. نمونه‌های دانه از یک سطح ۰/۵ متر مربعی و در سه نقطه از هر کرت جمع‌آوری و برای ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در آون خشک شدند و پس از آن مقدار نیتروژن دانه به روش میکروکجدال تعیین شد (Nelson & Sommers, 1980). نیتروژن جذب شده از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در غلظت نیتروژن دانه محاسبه شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C تجزیه و تحلیل آماری و میانگین‌ها با آزمون دانکن مقایسه شدند.

## نتایج و بحث

### وضعیت بقایا

وضعیت بقایای گندم و پوشش سطح خاک با آنها در جدول ۱ و شکل ۱ آورده شده است. همان‌طور که از نتایج پیداست خردشدن بقایای ایستاده (کاهبن) با دستگاه ساقه خردکن (R.M3)، موجب کاهش طول کاهبن‌ها به‌میزان ۷۰/۱ و ۵۲/۵ درصد به‌ترتیب نسبت به R.M1 و R.M2 شده است. نتایج تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که استفاده از شانه در تیمار R.M2، علاوه بر کاهش مقدار کل بقایا در واحد سطح، موجب کاهش ۳۷/۱ درصد از طول بقایا نسبت به تیمار R.M1 شد (جدول ۱).

یافته‌ها هم‌چنین آشکار ساخت که در هر سه روش مدیریت بقایای گندم، بیش از ۳۰ درصد از سطح خاک با آنها پوشش داده شده است (شکل ۱).

**جدول ۱- وضعیت بقایای گندم متأثر از روش‌های مختلف مدیریت بقایا**

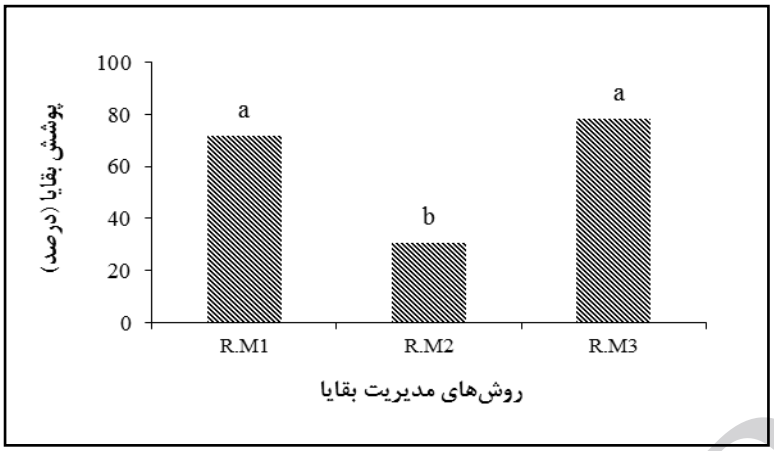
| روش مدیریت بقایا | بقایای ایستاده (کیلوگرم بر هکتار) | بقایای خوابیده (کیلوگرم بر هکتار) | مقدار کل بقایا (کیلوگرم بر هکتار) | بقایای ایستاده (سانتی‌متر) | بقایای خوابیده (سانتی‌متر) | رطوبت خاک (درصد) | دمای خاک (درجه سلسیوس) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R.M1* | ۲۷۴۳/۲ | ۲۴۳۱/۴ | ۵۱۷۴/۶ | ۳۴/۸ | ۲۹/۸ | ۱۸/۶ | ۲۷/۳ |
| R.M2 | ۶۶۳/۸ | ۷۱۴/۶ | ۱۳۷۸/۴ | ۱۲/۹ | ۱۷/۲ | ۱۶/۹ | ۲۹/۸ |
| R.M3 | ۸۰۷/۴ | ۴۶۷۹/۲ | ۵۴۸۶/۶ | ۱۰/۴ | ۱۳/۳ | ۲۰/۱ | ۲۳/۴ |

*R.M1: باقی گذاشتن بقایا، R.M2: بیرون بردن بقایا، R.M3: خرد کردن بقایا

1- Border Irrigation Method



Archive of SID
www.SID.ir




**شکل ۱- پوشش خاک متاثر از روش‌های مختلف مدیریت بقایا**

به‌طور کلی، در روش‌های R.M1 و R.M3 به‌دلیل وجود بقایای بیشتر و در نتیجه پوشیدگی بیشتر سطح خاک با بقایا، تأثیر تابش نور کمتر و در نتیجه دمای خاک متعادل‌تر و مقدار رطوبت خاک بیشتر است (جدول ۱). از طرف دیگر روش مدیریتی R.M2 با حجم کمتری از بقایا موجب افزایش دمای سطحی خاک و کاهش محتوای رطوبت خاک نسبت به روش‌های R.M1 و R.M3 شده بود. بررسی‌های مالهی و همکاران (Malhi *et al.*, 1992) مشخص می‌کند که در سیستم بی‌خاک‌ورزی با تغییر طول کاهبن‌ها و مقدار آنها، دمای لایهٔ سطحی خاک و در نتیجه میزان تبخیر نیز تغییر می‌یابد. این موضوع به‌همراه کاهش تبخیر و افزایش نفوذ آب متاثر از نگهداشت بقایا، احتمالا می‌تواند بر چرخهٔ عناصر غذایی، به‌ویژه نیتروژن، تأثیر گذارد (Nyborg & Malhi, 1989, Lafond *et al.*, 1992 ).

## اثر روش‌های مدیریت بقایا و سطوح کودی بر چرخهٔ نیتروژن

### نیتروژن نیتراتی باقیمانده در خاک

تجزیه واریانس نشان می‌دهد که روش‌های مختلف مدیریت بقایا و سطوح کودی نیتروژن مصرفی تأثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن نیتراتی باقیمانده در خاک بعد از برداشت محصول ذرت دارند (جدول ۲).

دیده می‌شود که تیمار جمع‌آوری و بیرون بردن بقایا (R.M2) باعث تجمع بیشترین مقدار نیتروژن نیتراتی بعد از برداشت محصول تا عمق ۶۰ سانتی‌متر خاک شده است. استفاده از دستگاه ساقه خردکن در سیستم مدیریت بقایا (R.M3) با ۱۲/۹ درصد کاهش نسبت به R.M2 موجب کمترین میزان نیتروژن نیتراتی باقیمانده تا عمق مذکور شده است (شکل ۲).

افزایش نیتروژن نیتراتی باقیمانده در خاک در تیمار R.M2 را می‌توان احتمالاً به تثبیت کمتر نیتروژن یا به معدنی شدن بیشتر نیتروژن ناشی از میزان کمتر بقایای سطحی در این تیمار نسبت داد. افزایش سطح پوشیده شده خاک با بقایا در تیمار R.M1، موجب کاهش تجمع نیتروژن نیتراتی، به‌مقدار ۹/۴ درصد در مقایسه با R.M2 در پروفیل خاک شده است (شکل‌های ۱ و ۲). تأثیر معنی‌داری مقادیر مختلف کود نیتروژن مصرفی بر نیتروژن نیتراتی باقیمانده در شکل ۳ و جدول ۲ نشان داده شده است. به‌طور کلی کرت‌هایی که مقدار کود نیتروژن بیشتری دریافت کرده بودند، دارای بیشترین مقدار نیتروژن نیتراتی باقیماندهٔ بعد از برداشت محصول بودند.

Archive of SID

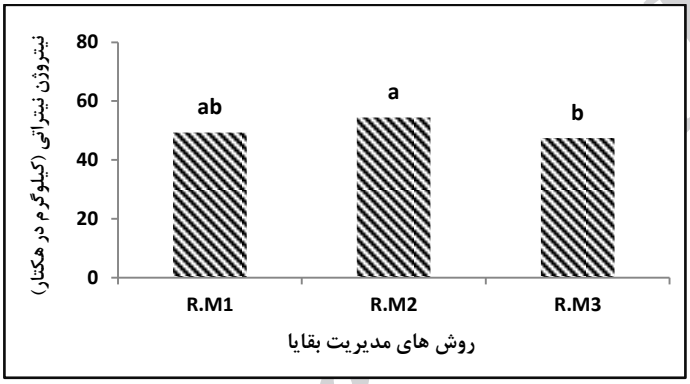


www.SID.ir

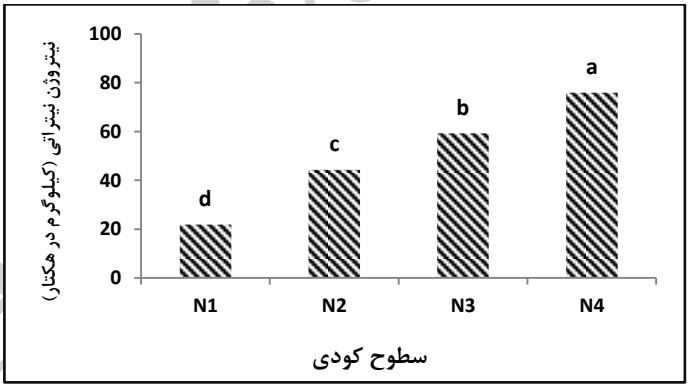
**جدول ۲- تجزیهٔ واریانس نیتروژن نیتراتی باقی‌مانده در خاک، نیتروژن جذب شده توسط دانه و عملکرد محصول متأثر از روش‌های مختلف مدیریت بقایا و سطوح کودی**

| منابع تغییر | درجهٔ آزادی | میانگین مربعات | | |
|---|---|---|---|---|
| | | نیترات باقی‌مانده | نیتروژن جذب شده | عملکرد |
| تکرار | ۲ | ۱۹/۰۱۶ $^{n.s}$ | ۹۸/۸۹۱ $^{n.s}$ | ۸۴۳۸۵/۰۶ |
| مدیریت بقایا | ۲ | ۱۵۴/۱۸$^{*}$ | ۴۸۷/۸۳۳$^{*}$ | ۳۷۶۹۴۲۷/۳۴$^{**}$ |
| خطا | ۴ | ۳۴/۰۹۱ | ۶۹/۵۳۰ | ۵۲۳۷۳/۴۶ |
| سطوح کوددهی | ۳ | ۴۷۴۳/۹۲۹$^{**}$ | ۳۴۴۷۷/۹۶$^{**}$ | ۶۳۸۴۹۰۹/۸$^{**}$ |
| اثر متقابل | ۶ | ۴۶/۲۸۴$^{*}$ | ۷۶/۳۹۶$^{*}$ | ۲۷۹۶۰۰/۳۷$^{*}$ |
| خطا | ۱۸ | ۸۵/۰۴۷ | ۱۹۱/۳۰ | ۱۴۷۴۴۱/۷۵ |

$^{**}$: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، $^{*}$: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و n.s: نبود اختلاف معنی‌دار




**شکل ۲- نیتروژن نیتراتی باقیمانده متأثر از روش‌های مختلف مدیریت بقایا**




**شکل ۳- نیتروژن نیتراتی باقیمانده متأثر از سطوح کودی**

کمترین مقدار نیتروژن نیتراتی باقی‌مانده زمانی مشاهده می‌شود که کود نیتروژن به‌میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (N1) مصرف شده است. یافته‌ها همچنین نشان می‌دهد که با کاهش ۵۰ کیلوگرم از مقدار کود مصرفی در تیمار N3 نسبت به N4، علاوه بر اینکه میزان نیتروژن نیتراتی باقیمانده ۲۱/۸ درصد کاهش دارد، از نظر آماری تفاوتی نیز بین مقادیر نیتروژن جذب شده مشاهده نمی‌شود (شکل‌های ۳ و ۴).

برابر نتایج به‌دست آمده، تأثیر متقابل روش‌های مدیریت بقایا و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر میزان نیتروژن نیتراتی باقیمانده در خاک معنی‌دار است (جدول ۲). ترکیب سیستم R.M2 با مقادیر مختلف کود مصرفی، باعث تجمع بیشترین مقدار نیتروژن نیتراتی در پروفیل خاک نسبت به سایر تیمارها شده است (جدول ۳).



www.SID.ir

**جدول ۳- نیتروژن نیتراتی باقیمانده در خاک، نیتروژن جذب شده توسط دانه و عملکرد محصول متأثر از اثر متقابل مدیریت بقایا و میزان کود**

| مدیریت بقایا | سطوح کودی (کیلوگرم بر هکتار) | نیترات باقیمانده (کیلوگرم بر هکتار) | نیتروژن جذب شده (کیلوگرم بر هکتار) | عملکرد (کیلوگرم بر هکتار) |
|---|---|---|---|---|
| R.M1 | N1 | ۲۴/۳ e | ۹۲/۱ d | ۶۸۲۰/۴ de |
| | N2 | ۴۴/۴ d | ۱۱۲/۸ bc | ۷۷۸۲/۳ c |
| | N3 | ۵۹/۳ bcd | ۱۲۴/۱ ab | ۷۹۸۱/۵ bc |
| | N4 | ۶۹/۵ ab | ۱۲۶/۳ ab | ۷۸۵۲/۳ c |
| R.M2 | N1 | ۲۲/۷ e | ۹۹/۷ d | ۷۳۴۵/۶ d |
| | N2 | ۴۶/۶ cd | ۱۱۹/۵ b | ۸۴۱۸/۴ b |
| | N3 | ۶۲/۵ bc | ۱۳۲/۸ a | ۹۳۵۲/۷ a |
| | N4 | ۸۵/۸ a | ۱۳۰/۵ a | ۹۱۹۲/۶ a |
| R.M3 | N1 | ۱۸/۷ e | ۷۳/۴ e | ۷۰۲۴/۸ d |
| | N2 | ۴۲/۳ d | ۱۲۱/۱ b | ۸۵۳۱/۸ b |
| | N3 | ۵۶/۲ bcd | ۱۳۲/۳ a | ۹۳۸۶/۷ a |
| | N4 | ۷۲/۶ ab | ۱۳۳/۳ a | ۹۳۱۸/۲ a |

در هرستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

بیشترین مقدار نیتروژن باقیمانده در خاک بعد از برداشت محصول، از اثر متقابل R.M2 × N4 مشاهده می‌شود؛ به‌عبارت دیگر، در شرایطی که بقایای زراعی با ادوات شانه و بسته‌بند جمع‌آوری و بیرون برده شده‌اند (R.M2)، کاربرد کود نیتروژن‌دار به‌میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (N4) موجب افزایش نیتروژن نیتراتی باقی‌مانده در پایان فصل رشد شده است، با کاهش میزان کود مصرفی از N4 به N3، نیتروژن نیتراتی در اثر متقابل R.M2 × N3، در مقایسه با R.M2 × N4، به‌میزان ۲۷/۲ درصد کاهش نشان می‌دهد (جدول ۳). این روند در مقایسهٔ اثر متقابل R.M2 × N2 و R.M2 × N1 با R.M2 × N4 نیز مشاهده می‌شود. افزایش نیتروژن نیتراتی در خاک بعد از برداشت محصول متأثر از افزایش سطوح کود مصرفی، به‌دلیل بقایای کمتر در سیستم مدیریت بقایای R.M2، احتمالاً می‌تواند به معدنی شدن بیشتر نیتروژن و کاهش تثبیت نیتروژن نسبت داده شود. در این خصوص نتایج مشابهی در تحقیقات مالهی و نیبورگ (Malhi & Nyborg, 1990) دیده می شود. نتایج بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهد در شرایطی که بقایا با دستگاه ساقه خردکن خرد و در سطح خاک توزیع شده‌اند (R.M3)، اثر متقابل آنها با سطوح مختلف کودی، موجب کاهش بیشتری در میزان نیتروژن نیتراتی باقیمانده، در مقایسه با اثر متقابل سیستم R.M1 × N شده است هرچند تفاوت معنی‌داری نیز بین اثر متقابل این دو سیستم (R.M3 × N و R.M1 × N) مشاهده نمی‌شود (جدول ۳). علاوه بر این تیمارهای R.M3 × N4 و R.M3 × N3 نسبت به تیمارهای R.M2 × N4 و R.M2 × N3 تأثیر بیشتری در کاهش نیتروژن باقیمانده دارند (به‌ترتیب ۱۵/۴ و ۱۰/۱ درصد)، هرچند اختلاف معنی‌داری نیز بین آنها وجود ندارد.

### جذب نیتروژن توسط دانه

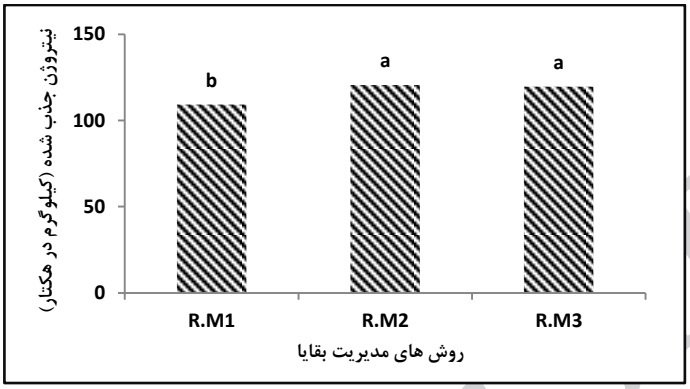
روش‌های مختلف مدیریت بقایا و میزان کود مصرفی تأثیر معنی‌داری بر نیتروژن جذب شده توسط دانه دارند (جدول ۲). نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که میزان جذب نیتروژن توسط دانه در تیمارهای R.M3 و R.M1، در

Archive of SID



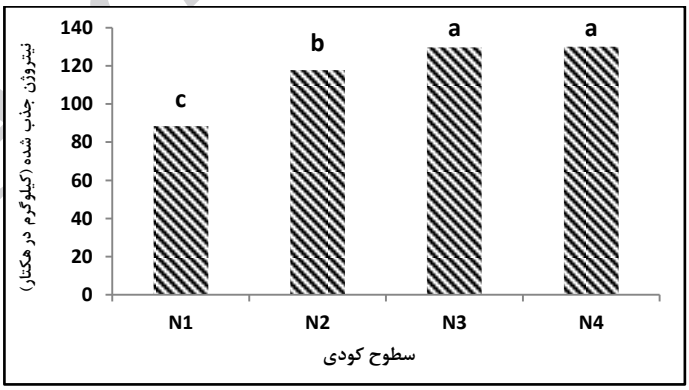
www.SID.ir

مقایسه با تیمار R.M2، به‌ترتیب ۴/۵ و ۹/۴ درصد کمتر است. به‌عبارت دیگر، در شرایطی‌که بقایا با دستگاه ساقه خردکن، به قطعات کوچک‌تر تبدیل و در سطح خاک به‌صورت تقریباً یکنواخت توزیع (R.M3) یا بعد از برداشت در سطح خاک رها شده‌اند (R.M1)، جذب نیتروژن کاهش یافته است (شکل ۴).




**شکل ٤- جذب نیتروژن توسط دانه متأثر از روش‌های مختلف مدیریت بقایا**

کاهش در میزان نیتروژن جذب شده، احتمالاً می‌تواند به تجمع بیشتر بقایا بر سطح خاک و متعاقبا تثبیت بیشتر نیتروژن در تیمار R.M3 و R.M1 در طول فصل رشد نسبت داده شود (Devienne-Barret *et al.*, 2000, Licht & Al-Kaisi, 2005). اثر کاربرد مقادیر مختلف کود نیتروژن‌دار بر میزان نیتروژن جذب شده توسط دانه در شکل ۵ نشان داده شده است. بیشترین جذب نیتروژن توسط دانه زمانی حاصل شد که کود نیتروژن به‌میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (N4) به‌کار رفت، هرچند که اختلاف بین میزان کود مصرفی در تیمار N4 نسبت به تیمار N3 (۵۰ کیلوگرم در هکتار)، موجب تفاوت معنی‌داری از نظر میزان جذب نیتروژن نشد (شکل ۵).




**شکل ٥- جذب نیتروژن توسط دانه متأثر از مقادیر مختلف کود**

نتایج آزمایش‌ها همچنین نشان می‌دهد که کاهش کود مصرفی از ۲۵۰ کیلوگرم در تیمار N3 به ۲۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در تیمارهای N2 و N1، موجب کاهش معنی‌دار جذب نیتروژن به‌ترتیب به‌میزان ۹/۲ و ۳۱/۸ درصد شده است (شکل ۵). این نتایج با یافته‌های دیگر محققان مطابقت دارد که گزارش‌هایی مشابه از



www.SID.ir

واکنش جذب نیتروژن درگیاه و دانه به مقادیر مختلف کود نیتروژن ارائه کرده‌اند (Randall &Iragavarapu, 1995; Derby *et al.*, 2005; Halverson *et al.*, 2006). تأثیر متقابل روش‌های مختلف مدیریت بقایا در میزان کود نیتروژن‌دار نشان می‌دهد که ترکیب مقادیر پایین کود مصرفی (N1) با هر یک از روش‌های مدیریت بقایا (N1 × R.M3 ، N1 × R.M2 و N1 × R.M1) موجب کاهش میزان جذب نیتروژن توسط دانه می‌شود (جدول ۳).

میزان جذب نیتروژن در شرایط حداقل کود مصرفی (N1) تحت سیستم‌های نگهداری بقایا (N1 × R.M1) و خرد کردن آنها (N1 × R.M3)، نسبت به (N1 × R.M2)، به‌ترتیب ۷/۶ و ۲۶/۴ درصد پایین‌تر است. نتایج همچنین نشان می‌دهد که با اضافه کردن کود نیتروژن‌دار در تیمارهایی که بقایا نگه داشته شده‌اند (N2-4 × R.M1) یا با ساقه خردکن به قطعات کوچکتر تبدیل و در سطح خاک توزیع شده‌اند (N2-4 × R.M3)، مقدار نیتروژن جذب شده روند افزایشی دارد (جدول ۳). به‌کارگیری سیستم‌های (N3-4 × R.M2) اگرچه جذب نیتروژن توسط دانه را در مقایسه با (N3-4 × R.M1) افزایش می‌دهد، اما به‌رغم عملیات اضافی در مدیریت بقایا، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. این موضوع احتمالاً می‌تواند به تراکم بیشتر خاک و در نتیجه افزایش تلفات تصعید نسبت داده شود (جدول ۳).

## اثر مدیریت بقایا و مقادیر مختلف کود نیتروژن‌دار بر عملکرد محصول

آنالیز واریانس نشان می‌دهد که اثر متقابل روش‌های مختلف مدیریت بقایا و میزان کود نیتروژن‌دار تاثیر معنی‌داری بر عملکرد محصول ذرت دارد (جدول ۲). بیشترین میزان عملکرد از ترکیب سیستم‌های مدیریت بقایا یا R.M3 و R.M2 با تیمار کودی N3، (R.M3 ×N3) و (R.M2 ×N3)، بدون داشتن اختلاف معنی‌داری به‌دست می‌آید (جدول ۳). کاهش عملکرد در تیمار R.M2×N3، به‌رغم بقایای کمتر در سطح خاک نسبت به R.M3×N3، می‌تواند به درصد بالای نیتروژن باقیمانده (۱۴/۷درصد) در پروفیل خاک (تلفات آبشویی) و یا احتمالاً افزایش تلفات تصعید ناشی از تراکم بیشتر لایهٔ سطحی نسبت داده شود (شکل‌های ۱ و ۲).

نتایج حاصل از تأثیر متقابل مقادیر پایین نیتروژن مصرفی (N1) با سیستم‌های مختلف مدیریت بقایا نشان می‌دهد که ترکیب R.M2 ×N1 با بقایای گیاهی کمتر، موجب افزایش عملکرد به‌میزان ۷/۷ و ۴/۶ درصد به‌ترتیب نسبت به R.M1×N1 و R.M3×N1 (تیمارهایی با درصد بقایای گیاهی بیشتر) شده است (جدول ۳). از طرف دیگر با افزایش مقدار کود نیتروژن‌دار از N1 به N4 در تیمارهای مدیریتی با درصد بیشتری از بقایای گیاهی (R.M1 و R.M3)، میزان عملکرد محصول روندی افزایشی از خود نشان می‌دهد. در این راستا تأثیر متقابل R.M3 ×N2 و R.M3 ×N3 نسبت به R.M3 ×N1، به‌ترتیب به افزایش ۱۶/۱ و ۲۷/۸ درصد در عملکرد انجامیده است. این روند نیز در مورد اثر متقابل R.M1×N2 و R.M1×N3 نسبت به R.M1×N1 با اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود (جدول ۳). همچنین با افزایش سطح نیتروژن مصرفی به بیشترین میزان (N4)، اگرچه عملکرد ناشی از اثر متقابل سیستم‌های R.M×N4 بیشتر از عملکرد ناشی از اثر متقابل سیستم‌های R.M ×N1-2 است، اما مقدار نیتروژن نیتراتی باقی‌مانده بعد از برداشت محصول به‌طور معنی‌داری افزایش نشان می‌دهد (شکل ۳ و جدول ۳). در هر حال، یافته‌ها آشکار می‌سازند که استفاده از سیستم مدیریت بقایای گیاهی R.M3 توام با ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (R.M3 ×N3)، بالاترین مقدار عملکرد را به‌همراه خواهد داشت.



www.SID.ir

## نتیجه‌گیری

مقدار نیتروژن نیتراتی باقی‌مانده در خاک بعد از برداشت محصول و نیز نیتروژن جذب شده توسط دانه به مقدار زیادی تحت تأثیر روش‌های مختلف مدیریت بقایا و سطوح کودی نیتروژن مصرفی قرار دارد.

یافته‌های این بررسی نشان می‌دهد که به‌کارگیری تیمار R.M2 (بیرون بردن بقایا) منجر به بیشترین تجمع نیتروژن نیتراتی در پروفیل خاک شده است. سطوح کودی نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر نیتروژن نیتراتی باقی‌مانده دارد. کمترین نیتروژن مورد نیاز جهت دستیابی به بیشترین میزان عملکرد، در تیمار N3 (۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) دیده می‌شود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تأثیر R.M3×N3 بر عملکرد محصول و جذب نیتروژن توسط دانه، مؤثرتر از به‌کارگیری جداگانهٔ آنها R.M3 و N3 است.

## مراجع


Al-Kaisi, M. and Licht, M. A. 2004. Effect of strip tillage on corn nitrogen uptake and residual soil nitrate accumulation compared with no tillage and chisel plow. Agron. J. 96, 1164-1171.

Anon. 1974. Nitrogen, nitrate-nitrite (Spectrophotometer, Cadmium reduction). Rep. 600/4- 79-02. EPA. Washington, DC.

Aparicio, V., Costa, J. L. and Zamora, M. 2008. Nitrate leaching assessment in a long term experiment under supplementary irrigation in humid Argentina. Agr. Water Manage. 95, 1361-1372.

Ardell, D. H., Alfred, L. B., Joseph, M. K., Steven, D. M., Brian, J. W. and Donald, L. K. 2000. Spring wheat response to tillage and nitrogen fertilization in rotation with sunflower and winter wheat. Agron. J. 92, 136-152.

Azooz, R. H., Arshad, M. A. and Franzluebbers, A. J. 1996. Pore size distribution hydraulic conductivity affected by tillage in northwestern Canada. Soil Sci. Soc. Am. J. 60, 1197-1201.

Chen, Y., Tessier, S. and Irvine, B. 2004. Drill and crop performances as affected by different drill configurations for no-till seding. Soil Till. Res. 77, 147-155.

Derby, N. E., Steele, D. D. and Casey, F. X. 2005. Interactions of nitrogen, weather, soil and irrigation on corn yield. Agron. J. 97, 1342-1351.

Devienne-Barret, F., Justes, E., Machet, J. M. and Mary, B. 2000. Integrated control of nitrate uptake by crop growth rate and soil nitrate availability under field conditions. Ann Bot-London. 86, 995-1005.

Fuentes, J. P., Flury, M., Huggins, D. R. and Bbezdicek, D. F. 2003. Soil water and nitrogen dynamics in dryland cropping systems of Washington State, USA. Soil Till. Res. 71, 33-47.

Halvorson, A. D., Wienhold, B. J. and Black, A. L. 2001. Tillage and nitrogen fertilization influence on grain and soil nitrogen in an annual cropping system. Agron. J. 93, 836-841.

Halverson, A., Mosier, A. R. and Bausch, W. C. 2006. Nitrogen and tillage effects on irrigated continuous corn yields. Agron. J. 98, 63-71.

Iqbal, M. M., Akhtar, J., Mohammad, W., Shah, S. M. and Mahmood, K. 2005. Effect of tillage and fertilizer levels on wheat yield, nitrogen uptake and their correlation with carbon isotope discrimination under rain fed conditions in north-west Pakistan. Soil Till. Res. 80, 47-57.

Jalali, A. H. and Bahrani, M. J. 2012. Effect of crop residue and nitrogen fertilizer0n nitrogen use efficiency in corn production. Agron. J. (Pajouhesh and Sazandegi). 102, 197-204. (in Persian)


Archive of SID



www.SID.ir

Lafond, G. P., Loepky, H. and Derkseen, D. A. 1992. The effect of tillage system and crop rotation on soil water conservation, seedling establishment and crop yield. Can. J. Plant Sci. 72, 103-105.

Licht, M. A. and Al-Kaisi, M, 2005. Corn response, nitrogen uptake and water use in strip tillage compared with no tillage and chisel plow. Agron. J. 97, 705-710.

Malhi, S. S. and Nyborg, M. 1990. Effect of tillage and straw on yield and N uptake of barley grown under different N fertility regimes. Soil Till. Res. 17, 115-124.

Malhi, S. S., Nyborg, M. and Harker, K.N. 1992. Influence of various factors on the relative effectiveness of autumn versus spring applied N. Proceedings of the International Symposium on Nutrient Management for Sustainable Productivity. Vol. 1. Ludhiana. Punjab. India. pp. 355-365.

Malhi, S. S., Grant, C. A. and Gill, K. S. 2001. Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian great plains: a review. Soil Till. Res. 60, 101-122.

Malhi, S. S., Lemke, R. and Wang, Z. H. 2006. Tillage, nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions. Soil Till. Res. 90, 171-183.

Morrison, J. E. and Gerik, T. J. 1985. Planter depth control: predictions and projected effects on crop emergence. T-ASAE. 28, 1419-1424.

Nelson, D. W. and Sommers, L. E. 1980. Total nitrogen analysis of soil and plant tissues. J. AOAC Int. 63, 770-779.

Nyborg, M. and Malhi, S. S. 1989. Effect of zero and conventional tillage barely yield and $NO_3$-N content, moisture and temperature of soil in north central Alberta. Soil Till. Res. 15, 1-9.

Randall, G. W. and Iragavarapu, T. K. 1995. Impact of long-term tillage systems for continuous corn on nitrate leaching to tile drainage. J. Environ. Qual. 24, 360-366.

Sohrabi, S. S., Fateh, A., Aynehband, A. and Rahnema, A. 2014. Study the effect of residue management and different nitrogen sources on wheat yield. J. Agroecology. 6 (3): 645-655. (in Persian)

Archive of SID



www.SID.ir

*Agricultural Mechanization and Systems Research /Vol.18/No.69/ Autumn & Winter 2018/P:85-96*

# Impacts of Residue Management Methods and Fertilizer Levels of Nitrogen on Soil Residual Nitrate and Nitrogen Uptake under No-Tillage System of Corn

**M. Roozbeh* and A. H. Ghanbary**

* Corresponding Author: Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Educational and Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Fars, Iran. Email: roozbeh.majid@gmail.com
Received: 20 October 2016, Accepted: 10 April 2017

Residue management and optimizing nitrogen fertilization are important factors in sustainable no tillage systems. A field study was conducted to evaluate the consequence of different residue methods and fertilizer levels of nitrogen on grain nitrogen uptake, accumulation of soil nitrate residual and corn yield under no till system. The experimental design was a randomized complete block with spit-plot arranged in three replications. The residue management systems consisted of three levels of leaving the residues (R.M1), removing residues from field (R.M2) and chopping and leaving the residues on the field (R.M3) as the main plot and four rates of N fertilizer as the subplots which included of: 150, 200, 250 and 300 kg N $ha^{-1}$. The results showed that different residue managements and N fertilizer rates had a significant effect on soil nitrate accumulation and grain nitrogen uptake. The maximum accumulation of soil nitrate was observed for the R.M2 treatment and the minimum soil nitrate residual occurred for the R.M3. The R.M2 × N3 interaction reduced residual soil nitrate by 27.2% compared to R.M2 × N4 treatment. The findings revealed that R.M3 and R.M1 treatments reduced grain N uptake by 4.5% and 9.4% compared to R.M2, respectively. The results of this study revealed that R.M3× N3 interaction had a greater impact on crop yield and grain N uptake than when R.M3 or N3 treatment was used alone.

**Keywords:** Corn, Nitrate Accumulation, Nitrogen Levels, No-Tillage, Residue Management

Archive of SID



www.SID.ir