نشریه زراعت

شماره ۱۰۲، بهار ۱۳۹۳

(پژوهش و سازندگی)

تاثیر بقایای گیاهی و کود نیتروژن بر راندمان مصرف نیتروژن در تولید ذرت (*Zea mays* L.)

• **امیرهوشنگ جلالی**، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان (نویسنده مسئول)
• **محمد جعفر بحرانی**، استاد بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: مهر ماه ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۹۱
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۳۱۳۷۷۵۷۲۰۱
Email: jalali51@yahoo.com

چکیده

نیتروژن یکی از مهمترین عناصر مورد نیاز برای تولید غلات در قسمت های مختلف کشور است. تاثیر مخلوط کردن بقایای گندم (*Triticum aestivum L.*)، شامل شاهد (۰) ، ۲۵ و ۵۰ درصد بقایای گیاهی وکود نیتروژن شامل شاهد (۰)، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن ذرت (*Zea mays* L) در پژوهشی دو ساله (۱۳۸۹-۱۳۸۸) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز با استفاده از طرح کرت های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. با افزایش نیتروژن از ۱۵۰ به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و افزایش بقایای گیاهی از ۲۵ به ۵۰ درصد، کارایی بازیافت ظاهری (RNE) و کارایی زراعی نیتروژن (ANE) کاهش یافت. کاربرد بیش از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، مقدار هدر رفت نیتروژن را از ۶۹ به ۱۲۱ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. در مقادیر بالاتر از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش کود رابطه ای خطی با شاخص برداشت نیتروژن داشت، اما اضافه کردن بیش از ۵۰ درصد بقایای گیاهی تاثیر معنی داری بر این شاخص نداشت. در این پژوهش حداکثر عملکرد دانه با استفاده از ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۲۵ درصد اختلاط بقایای گیاهی بدست آمد. با توجه به نتایج بدست آمده، استفاده از ۲۵ درصد بقایای گیاهی و۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دلیل عملکرد قابل قبول، کاهش هدر رفت نیتروژن و افزایش کارایی استفاده از نیتروژن بهتر از سایر تیمارها تشخیص داده شد.

کلمات کلیدی: کارایی زراعی نیتروژن، کارایی بازیافت نیتروژن ، شاخص برداشت نیتروژن ، هدر رفت نیتروژن

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:102 pp: 197-204

Effect of crop residue and nitrogen fertilizer on nitrogen use efficiency in corn *(Zea mays L.)* production

By:A. H. Jalali, (Corresponding Author; Tel: 03137757201), Agricultural and Natural Resources Research Center, Isfahan, Islamic Republic of Iran. M .J. Bahrani, Professor of University of Shiraz

Received: October 2011 **Accepted: May 2012**

Nitrogen is one of the most limiting nutrients for cereal production in many parts of Iran. The effects of crop residue incorporation [0 (control), 25 and 50% of wheat (*Triticum aestivum* L.)] and nitrogen (N) levels (0, 150, and 300 kg ha^{-1}) on corn (*Zea mays* L.) grain yield and nitrogen use efficiency were investigated at Agricultural Research Station, Shiraz University, Shiraz, Iran for two years (2009-2010). The experiments were carried out as a split plot based on randomized complete blocks design with three replications. The results showed that with increasing nitrogen fertilizer (from 150 to 300 kg ha^{-1}) and crop residues (from 25 to 50%), RNE (Recovery N Efficiency) and ANE (Agronomic N Efficiency) were reduced. Application of nitrogen more than 150 kg ha^{-1} increased the amount of nitrogen loss from 69 to 121 kg ha^{-1}. There was a liner relationship between the amounts of nitrogen higher than 150 kg ha^{-1}, and the NHI (Nitrogen Harvest Index), but adding more than 50 percent of crop residues caused no significant difference in the NHI. The maximum grain yield was obtained in plants treated with 300 kg N ha^{-1} and 25 percent of crop residues incorporation. According to results, the use of 25% of crop residue and 150 kg N ha^{-1} due to acceptable yield, reduce nitrogen loss and increase the efficiency of nitrogen better than other treatments.

Keywords: ANE (Agronomic N Efficiency), RNE (Recovery N Efficiency), NHI (Nitrogen Harvest Index), N loses

مقدمه

ایران از نظر اقلیمی جزو مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می شود(Nazemosadat and Ghasemi, 2004). فقدان مواد آلی، محدودیت آب، خاک های فقیر و بارش های اندک از مهمترین چالش های پیش روی کشاورزی در ایران است. تولید منطقی محصولات تابستانه (مثل ذرت) با تکیه به آبیاری محصولات انجام گردیده که خود باعث افزایش تبخیر و تعرق، شستشوی نمک ها و افزایش آبشویی نیترات می گردد (Jalali and Rowell, 2003). در سه دهه گذشته غلظت نیترات آب های زیر زمینی در برخی از قسمتهای ایران به ۵۰ میلی گرم در لیتر رسیده است (Jalali, 2005). با توجه به مقادیر بالای مصرف نیتروژن در کشت مرسوم ذرت (برخی اوقات بیش از ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) کشت این محصول می تواند پتانسیل افزایش آبشویی نیترات از خاک را داشته باشد.

حفظ حاصلخیزی خاک نیازمند تعادل منابع آلی و معدنی تامین کننده عناصر غذایی در خاک است. در بسیاری از خاک ها مقدار بازیافت کودهای معدنی از طریق گیاهان اندک است. در رابطه با نیتروژن، بالاترین تخمین های کارایی استفاده از کودهای نیتروژن حدود ۵۰ درصد و یا حتی کمتر از آن ست. (Baligar and Bennett, 1986). اگرچه بکارگیری مواد آلی به عنوان منبع تامین کننده نیتروژن در زراعت ها، با نیاز گیاهان همزمانی کافی ندارد، اما پژوهشگران زیادی بر نقش مواد آلی، در افزایش کارایی استفاده از نیتروژن تاکید کرده اند (Hossain, 2001; Dobermann et al., 2003). برای بیان کارایی استفاده از نهاده هایی مثل کودهای شیمیایی، اصطلاحات متفاوتی ارائه گردیده است. نسبت کارایی مواد غذایی (Nutrient Efficiency Ratio) یکی از این شاخص ها است که برای بیان تفاوت ژنوتیپ ها در استفاده کارآمد و یا ناکارآمد از مواد غذایی بکار می رود (Gerloff and Gabelman, 1983). این شاخص بطور ساده بصورت واحد عملکرد (کیلوگرم) بخش بر واحد عناصر غذایی در بافت های گیاهی (کیلوگرم) تعریف می شود. قابلیت تولید عملکرد یک گیاه در ارتباط با مصرف کود نیتروژن شاخص دیگری است که از آن به عنوان کارایی زراعی نیتروژن یاد می شود(Agronomic N Efficiency) . این شاخص بیانگر واحد عملکرد تولیدی به ازاء هر واحد نیتروژن مصرفی است (Craswell and Godwin, 1984). کارایی بازیافت ظاهری (Recovery N Efficiency) نیز از جمله شاخص های مفید برای بیان توانایی گیاه در جذب نیتروژن از خاک است (افزایش هر کیلوگرم عملکرد به ازاء هر کیلوگرم نیتروژن بکار رفته) (Baligar et al., 2001). استفاده بیش از حد مطلوب از کودهای نیتروژن دار، از یک سو با کاهش جذب یا استفاده از نیتروژن در گیاهان همراه بوده و از سوی دیگر موجب افزایش هدر رفت نیتروژن نیز می گردد (Fageria and Baligar, 2005). مصرف نیتروژن کمتر از حد مطلوب نیز با کاهش عملکرد گیاهان همراه خواهد بود (Unkovich et al. 2010).

در سال های اخیر استفاده از بقایای گیاهی و در کنار آن استفاده از کودهای نیتروژن (به جهت جلوگیری از غیر متحرک شدن نیتروژن) بیشترمورد توجه قرار گرفته است بنابراین بررسی کارایی استفاده از نیتروژن می تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد. در پژوهش حاضر تاثیر بقایای گیاهی و کود نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد دانه و همچنین شاخص برداشت دانه و نیتروژن در یک تناوب گندم-ذرت ارزیابی شده است.

مواد و روش ها

پژوهش طی دو سال (۱۳۸۹-۱۳۸۸) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه (عرض ۲۹ درجه و ۶

دقیقه شمالی و طول ۵۲ درجه و ۳۷ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از دریا) انجام شد. خاک مزرعه بافت سیلتی- لومی داشت و برخی از ویژگیهای فیزیکوشیمیایی آن در جدول ۱ ذکر گردیده است. میانگین دمای محل آزمایش در دو سال نیز در شکل ۱ بیان شده است. آزمایش بصورت کرت های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل فاکتور اصلی با سه سطح (صفر ، ۲۵ و ۵۰ درصد بقایای گندم) و فاکتور فرعی شامل کود نیتروژن (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) در نظر گرفته شد. زمین آزمایش در سال قبل به کشت گندم اختصاص داشت. میانگین بقایای گیاهی موجود با پرتاب کوادرات (با مساحت ۰/۲۵ متر مربع) بصورت تصادفی در قسمتهای مختلف مزرعه و نمونه گیری، معادل ۵ تن در هکتار برای هر دو سال تعیین شد. این بقایا با دیسک سبک تا عمق ۱۲-۱۰ سانتیمتری خاک مخلوط شد. بصورت تقریبی مقدار بقایا در دو تیمار ۲۵ و ۵۰ درصد به ترتیب ۱۳۷۵ و ۲۷۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. گیاه ذرت (رقم دبل کراس۳۷۰) درکرت هایی به مساحت ۱۸ متر مربع در ۳۰ خرداد ماه کشت و اواسط مهر برداشت گردید. فواصل بین و روی ردیف های کشت به ترتیب ۷۵ و ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد و تراکمی معادل ۶۷۰۰۰ بوته در هکتار (با بکارگیری ۱۲ کیلوگرم بذر در هکتار) بدست آمد.

آبیاری مزرعه زمانی انجام می شد که رطوبت خاک در ناحیه ریشه به ۶۵-۶۰ درصد حد ظرفیت مزرعه رسیده باشد. برای تعیین زمان آبیاری از تانسیومترهایی که در عمق ۱۵ و ۳۰ سانتیمتری خاک قرار داده شده بود استفاده گردید. کود نیتروژن (از نوع اوره با ۴۶درصد نیتروژن) و در سه زمان شامل ۳۰ درصد قبل از کشت ، ۴۰ درصد در زمان ۴-۳ برگی و ۳۰ درصد در مرحله ۶-۵ برگی استفاده شد (Ritche and Hanway, 1982). بر اساس نتایج آزمون خاک افزودن پتاسیم و فسفر به خاک ضرورتی نداشت. قبل از کاشت، پس از کاربرد کود نیتروژن و پس از برداشت از عمق ۹۰ سانتیمتری خاک (با فواصل ۳۰ سانتیمتری) از هر پلات سه نمونه تهیه گردید. مقادیر نیتروژن نیتراتی (NO_3^--N) و آمونیمی (NH_4^+-N) نمونه ها اندازه گیری شد (Keeney and Nelson, 1982). در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، ۳ متر مربع (۱/۵×۲) از وسط هر پلات برداشت (رطوبت ۱۳ درصد) و عملکرد دانه و ساقه ها محاسبه گردید. بلال و ساقه ها در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. دانه ها بصورت دستی از بلال ها جدا شد و نمونه هایی از دانه و ساقه برای تعیین مقدار نیتروژن با استفاده از روش کجدال (Kjedahl method) به آزمایشگاه فرستاده شد. در طول آزمایش آفات و بیماریهای خاصی مشاهده نگردید.

تفاوت بین نیتروژن خروجی

(جذب نیتروژن توسط گیاه بعلاوه نیتروژن باقی مانده در خاک NO_3- N + NH_4 –N) N_{min} در عمق ۹۰ سانتیمتری خاک و نیتروژن ورودی (مقدار نیتروژن اولیه خاک (N_{min}) بعلاوه کود نیتروژن) در کرت های شاهد (بدون اضافه کردن نیتروژن) معادل معدنی شدن نیتروژن در نظر گرفته شد (Olfs et al., 2005) :

۱) نیتروژن آلی= مقدار نیتروژن باقی مانده درخاک در پایان + جذب نیتروژن توسط گیاه – مقدار نیتروژن خاک در شروع

هدر رفت نیتروژن از تفاوت بین نیتروژن ورودی (مقدار کود نیتروژن بکار رفته بعلاوه مقدار نیتروژن اولیه خاک بعلاوه مقدار معدنی شدن نیتروژن) و نیتروژن خروجی (جذب نیتروژن توسط گیاه بعلاوه نیتروژن باقی مانده در خاک) در کرت هایی که نیتروژن در آنها بکار رفته بود، محاسبه گردید (Zhao et al., 2006) :

۲) هدر رفت نیتروژن = مقدار نیتروژن معدنی خاک قبل از کشت +نیتروژن آلی + نیتروژن کودی - مقدار نیتروژن معدنی خاک پس از برداشت – جذب نیتروژن توسط گیاه در زیست توده هوایی

کارایی زراعی نیتروژن (ANE)، کارایی بازیافت نیتروژن (RNE) و شاخص برداشت نیتروژن (NHI) و شاخص برداشت دانه (GHI) با استفاده از فرمول های زیر محاسبه گردید:

$$RNE = (UN-U0) / N \times 100$$

$$ANE = (YN-Y0) / N$$

$$NHI= (NUG / NUGS) \times 100$$

$$GHI= (GY/BY) \times 100$$

در فرمول های فوق UN و U0 عبارتند از جذب نیتروژن در کرت هایی که نیتروژن بکار رفته و پلات هایی که نیتروژن استفاده نشده ، YN و Y0 به ترتیب عبارتند از عملکرد در کرت هایی که نیتروژن دریافت کرده اند و کرت هایی که نیتروژن دریافت نکرده اند و N بیانگر مقدار نیتروژن. NUG و NUGS به ترتیب عبارتند از جذب نیتروژن در دانه و جذب نیتروژن در دانه+کاه و کلش. GY و BY به ترتیب عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک هستند. داده های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS (SAS Institute, 2007) تجزیه و میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه گردید.

نتایج و بحث

با توجه به اینکه تاثیر سال در این پژوهش از نظرآماری معنی دار نبود (جدول ۲) از تجزیه مرکب داده ها برای بیان تفاوت میانگین صفات مورد نظر استفاده گردید. با افزایش مقدار نیتروژن از ۱۵۰ به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی زراعی نیتروژن (ANE) بصورت معنی دار کاهش یافت (شکل ۲). میانگین هدررفت نیتروژن با افزایش میزان کود مصرفی افزایش یافت بطوری که میزان هدررفت در تیمارکودی ۳۰۰ کیلوگرم نسبت به تیمار۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از ۶۹ به ۱۲۱ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (جدول ۳).

Wang et al.(2011) در مطالعه خود نشان دادند، با افزایش نیتروژن از ۱۰۵ به ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار، مقدار ANE از ۵۱/۸ کیلوگرم عملکرد دانه به ازاء هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی به ۲۵/۹ کاهش یافت. دراین مطالعه با افزایش کود نیتروژن، بیشترین تغییرات سالیانه ANE مشاهده شد و نوع خاکورزی و درصد بقایای گیاهی نقش کمتری در این زمینه داشتند.

حضور بقایا تاثیر مثبتی بر کارایی استفاده از نیتروژن داشت (شکل ۳). در هر دو تیمار اختلاط بقایا، ANE بطور معنی دار نسبت به تیمار شاهد برتری داشت. مقدار ANE در تیمار اختلاط ۲۵ درصد بقایا، ۶۰ درصد نسبت به تیمار ۵۰ درصد اختلاط، افزایش داشت. اضافه کردن ۱۲-۷ تن در هکتار بقایای گندم می تواند معادل اضافه کردن ۷۰-۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باشد، اما نسبت بالای C:N در این بقایا (C:N<30:1) مقدار نیتروژن قابل استفاده را کاهش می دهد (Silgram and Chambers, 2002). این پدیده مدیریت استفاده از نیتروژن را در کوتاه

مدت دشوار می سازد(Vetch and Randall, 2000) ، اما در دراز مدت به دلیل آزاد سازی تدریجی نیتروژن می تواند موجب افزایش ANE گردد (Freeman et al., 2007).

با افزایش کود نیتروژن از ۱۵۰ به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، مقدار RNE بطور معنی دار کاهش یافت (شکل ۴). مقدار RNE تحت تاثیر روش کاربرد کود نیتروژن (شامل زمان ، مقدار ، محل قرار گیری در خاک و منبع تامین کننده نیتروژن) قرار گرفته و علاوه بر آن عواملی که بر میزان مخزن (Sink) گیاه تاثیر می گذارند (شامل ژنوتیپ ، عوامل اقلیمی، تراکم گیاهی و تنشهای زنده و غیر زنده) می توانند مقدار RNE را تحت تاثیر قرار دهند(Dobermann, ۲۰۰۵). کارایی جذب و استفاده از نیتروژن به منظور تولید دانه به نوبه خود به فرایندهایی مثل جذب، انتقال، ترکیب و توزیع مجدد مواد ارتباط می یابد (Moll et al., 1982). در میان این فرایندها جذب نیتروژن توسط گیاه و انتقال آن به دانه ها از ضرورت های اولیه برای افزایش عملکرد محسوب می گردد (Fageria and Baligar, 2005). بدون توجه به مقدار مصرف کود نیتروژن اضافه کردن بیش از ۲۵ درصد بقایای گیاهی مقدار RNE را کاهش داد (شکل ۴). اختلاط بقایای گیاهی می تواند شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک را بهبود بخشیده و بنابراین جذب نیتروژن از خاک را افزایش دهد (Nyborg et al., 1995) اما وقتی بقایای مخلوط شده با خاک نسبت بالایی از C: N داشته باشند مقدار جذب نیتروژن کاهش می یابد (Burgess et al., 2002). در پژوهش Aulakh et al.(2001) اختلاط ۶ تن در هکتار بقایای گندم با نسبت C:N=۹۴ و ۶ تن بقایای برنج با نسبت C:N=۶۴ مقدار RNE کاهش یافت.

با افزایش اختلاط بقایای گیاهی از ۲۵ به ۵۰ درصد مقدار NHI از ۵۳/۹ درصد به ۵۰/۹ درصد کاهش یافت (شکل۵) هرچند این کاهش از نظر آماری معنی دار نبود. دلیل احتمالی این کاهش را می توان به ثابت باقی ماندن غلظت نیتروژن در بافت های گیاهی و کاهش میزان اختصاص نیتروژن به دانه ها نسبت داد. اگرچه جذب عناصر غذایی تحت تاثیر شرایط خاک، اقلیم و گیاه قرار می گیرد اما غلظت اکثرعناصر در بافت های گیاهی تغییرات محدودی داشته و تقریبا ثابت می باشد (Fageria and Baligar, 2005). برخلاف روند مشاهده شده برای کاربرد بقایای گیاهی، رابطه بین مصرف کود نیتروژن و NHI خطی بود (شکل ۵). افزایش مقدار NHI با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن در ذرت، توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Oberle and Keeney, 1990) . در منابع مختلف، دامنه ای از ۴۷ تا ۸۵ درصد، برای تغییرات NHI در ذرت گزارش شده است (Olson and Sander, 1988). با تامین مقادیر کافی نیتروژن روند افزایشی مشابهی نیز برای شاخص برداشت دانه (GHI) مشاهده گردید. به هر صورت سقط گلچه ها و کاهش عملکرد دانه از اثرات غیر قابل اجتناب کمبود نیتروژن محسوب شده و کاهش GHI را نیز بهمراه خواهد داشت (Uhart and Andrade, 1995).

تاثیر برهمکنش کود نیتروژن و اختلاط بقایای گیاهی برمقدار ANE و NHI از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی دار بود. ۲۵ درصد اختلاط بقایای گیاهی و استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن بالاترین مقدار ANE را بهمراه داشت (جدول ۴). اگرچه بیشترین عملکرد (۱۰۹۲۲ کیلوگرم) در تیمار کودی ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و اختلاط ۲۵ درصد بقایای گیاهی حاصل شد، اما کارایی استفاده از نیتروژن را بطور معنی دار کاهش داد (مقایسه ۳۲ و ۱۹/۹ کیلوگرم دانه به ازاء هر کیلوگرم مصرف نیتروژن). بنابراین استفاده از ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن هم به دلیل افزایش هدر رفت نیتروژن (جدول ۳) و هم به دلیل کاهش کارایی استفاده از نیتروژن (جدول ۴) تیمار مطلوبی محسوب نمی گردد.

در هر دو مقدار کود نیتروژن کاربردی، با افزایش اختلاط بقایای گیاهی از ۲۵ به ۵۰ درصد، ANE بطور قابل توجهی کاهش یافت. با استفاده از نیتروژن، NHI در مقایسه با تیمار شاهد (بدون مصرف کود) افزایش یافت اما بین مقادیر کود مصرفی از این نظر تفاوت معنی داری مشاهده نگردید. اختلاط بقایای گیاهی نیز تاثیر معنی داری بر مقدار NHI نداشت (جدول۴). برخلاف روند مشاهده شده برای NHI، تغییرات GHI مطابقت کامل با روند تغییرات عملکرد دانه داشت، به گونه ای که بالاترین مقادیر عملکرد دانه بالاترین مقدار شاخص برداشت دانه را نیز داشتند. سایر پژوهشگران نیز رابطه ای خطی بین عملکرد دانه غلات و شاخص برداشت را گزارش نموده اند (Unkovich et al. 2010).

نتیجه گیری

در این مطالعه، حداکثرعملکرد دانه از تیمار۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن درهکتار بهمراه اختلاط ۲۵ درصد بقایای گیاهی بدست آمد اما نتایج به وضوح نشان می دهند مقادیر پایین تری از مصرف نیتروژن برای دستیابی به حداکثر کارایی مصرف نیتروژن مطلوب تر است (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار). از سوی دیگر حداکثر مقدارهدر رفت نیتروژن با تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل گردید. اختلاط بیش از ۲۵ درصد بقایای گندم با خاک مقادیر RNE و ANE را کاهش داد. در پژوهش حاضر، استفاده مناسب از ترکیب بقایای گیاهی و کود نیتروژن (۲۵ درصد بقایا + ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن درهکتار) برای افزایش عملکرد دانه، کاهش نیتروژن مصرفی و بهبود کیفیت آب و خاک مناسب تشخیص داده شد.

جدول ۱- ویژگیهای فیزیکو شیمیایی خاک محل آزمایش.

ویژگیهای خاک	مقدار
شن (٪)	۳۳
سیلت(٪)	۴۱
رس(٪)	۲۶
هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	۳/۷۸
اسیدیته	۷/۹
پتاسیم ($mg\ kg^{-1}$)	۴۵۰
فسفر($mg\ kg^{-1}$)	۲۲/۸
نیتروژن(%)	۰/۰۶
ماده آلی(%)	۰/۴۶
۱۵-۰ سانتیمتر	
ماده آلی(%)	۰/۳۴
۳۰-۱۵ سانتیمتر	
وزن مخصوص ($g\ cm^{-3}$)	۱/۴۱
رطوبت ظرفیت مزرعه(%)	۳۲/۹
رطوبت پژمردگی دائم (%)	۱۶/۵۶
نسبت C:N بقایا	۸۵

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی طی دو سال زراعی اجرای پژوهش.

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد (کیلوگرم)	کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم دانه به ازاء هر کیلوگرم نیتروژن)	کارایی بازیافت نیتروژن (درصد)	شاخص برداشت دانه (درصد)	شاخص برداشت نیتروژن (درصد)
سال	۲	۸۴۲۰۵۵ n.s	۶۹/۲۷ n.s	۷۰۹/۲۴ n.s	۴۲۱/۵ n.s	۳۳۲/۴ n.s
تکرار در سال	۴	۱۰۲۵۹۷۲ n.s	۴۶/۷۰ n.s	۱۶۸/۱ n.s	۵۲۴/۱ n.s	۳۹/۶۱ n.s
بقایای گیاهی	۲	۳۴۹۵۲۶ **	۷۱۹۵/۰۶ **	۲۶۵۳۵ **	۴۵۷/۲ *	۳۵۵۳/۵ *
سال×بقایای گیاهی	۲	۶۶۴۲۴۳ n.s	۷۲/۹۲ n.s	۳۱۳۹/۲ n.s	۳۲۵/۲۱ n.s	۴۰/۳۵ n.s
خطا	۴	۱۰۱۷۴۱۸	۶۷/۰۴	۳۹۱/۱	۷۴/۵	۱۳/۱۵
نیتروژن	۲	۱۰۰۶۹۷ **	۴۵۴/۰۵ *	۲۳۵۶/۲ *	۲۵۱۴/۲ **	۱۳۰۰/۶ *
نیتروژن ×سال	۲	۹۱۰۰۹ n.s	۱/۹۸ n.s	۴۸۳/۴ n.s	۲۲/۹۹ n.s	۵/۷۷ n.s
بقایای گیاهی ×نیتروژن	۴	۴۴۶۹۴۸ *	۳۷۴/۰۲ **	۲۴۵۱/۳ n.s	۹۸۷/۲۰ n.s	۶۷۸/۴۴ **
نیتروژن×سال× بقایای گیاهی	۴	۱۱۴۳۳۴ n.s	۶/۵۸ *	۰/۴۳ *	۳/۵۵ n.s	۱/۴۳ n.s
خطا	۲۴	۳۸۲۱۶۶	۱۷/۶	۸۴/۱	۶۴/۴۵	۲۰/۲۳

***و ** به ترتیب بیانگر معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد. n.s غیر معنی دار.**

جدول ۳- محاسبه موازنه نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) برای تیمارهای مختلف

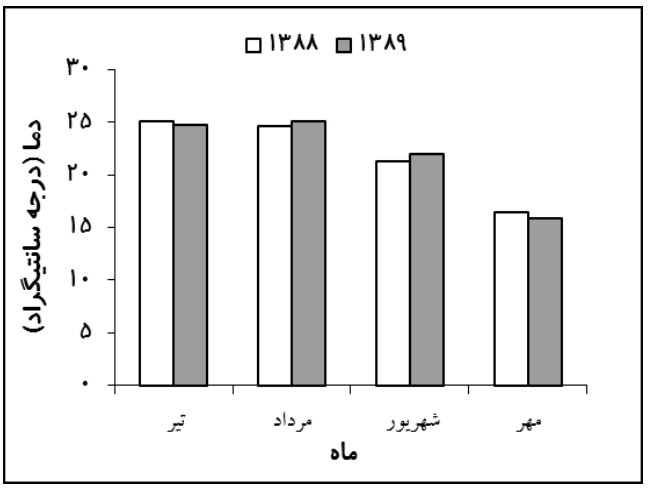
تیمارها	N3	N2	N 1
نیتروژن ورودی			
۱- مقدار کود نیتروژن	۳۰۰	۱۵۰	۰
۲- مقدار نیتروژن خاک در عمق ۹۰-۰ سانتیمتر قبل از کاشت	۲۶۱	۲۶۱	۲۶۱
نیتروژن معدنی	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
کل نیتروژن ورودی (A)	۶۶۱a	۵۱۱b	۳۶۱c
نیتروژن خروجی			
۱- جذب نیتروژن توسط گیاه	۳۲۰a	۳۱۲a	۲۸۰b
۲-مقدار نیتروژن خاک در عمق ۹۰-۰ سانتیمتر بعد از برداشت	۲۲۰a	۱۳۰b	۸۱c
کل نیتروژن خروجی (B)	۵۴۰a	۴۴۲b	۳۶۱c
هدر رفت نیتروژن (A-B)	۱۲۱a	۶۹b	۰

میانگین های با حروف مشترک بر اساس آزمون مقایسه میانگین دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند

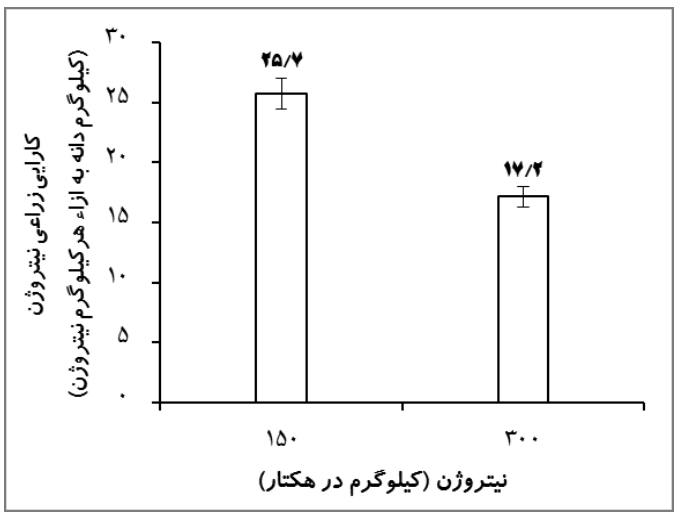
جدول ۴- برهمکنش بقایای گیاهی و کود نیتروژن بر عملکرد دانه ، کارایی زراعی نیتروژن ، شاخص برداشت نیتروژن و شاخص برداشت دانه

بقایای گیاهی (٪)	کود نیتروژن کیلوگرم در هکتار	شاخص برداشت نیتروژن (%)	کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم دانه به ازاءهرکیلوگرم نیتروژن)	عملکرد دانه کیلوگرم در هکتار	شاخص برداشت دانه (%)
۰	۰	۴۸/۵b	-	۴۹۵۰ c	۳۸c
	۱۵۰	۵۹ a	۲۸ a	۹۱۵۰ b	۴۱/۵b
	۳۰۰	۵۸ a	۱۸/۵ a	۱۰۵۰۰ a	۴۴/۴a
۲۵	۰	۴۷ b	-	۷۴۳۰ c	۳۷/۵c
	۱۵۰	۵۸ a	۳۲ a	۹۷۵۰ b	۴۲b
	۳۰۰	۵۳/۴ a	۱۹/۹ b	۱۰۹۲۲ a	۴۴a
۵۰	۰	۴۹/۵ b	-	۵۸۷۰ b	۳۶/۶c
	۱۵۰	۵۰ b	۱۹/۲ a	۷۸۴۰ a	۳۸/۵b
	۳۰۰	۵۲/۵ ab	۱۱/۵ b	۸۴۰۰ a	۴۰/۸a

میانگین های با حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارند (دانکن ۵٪)

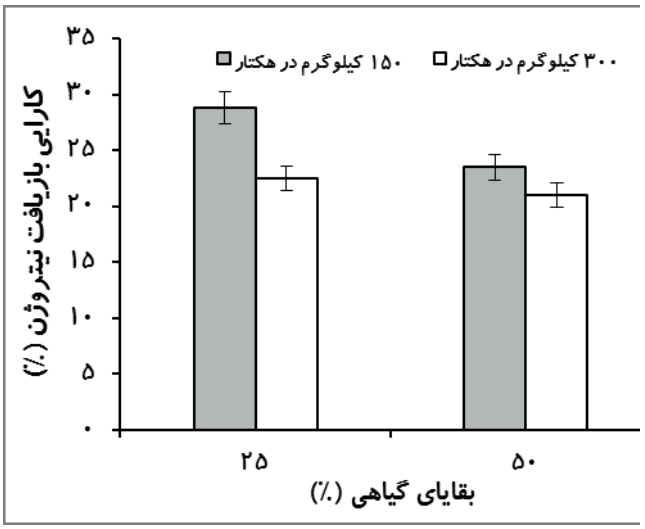


شکل ۱ – آمار تغییرات دما در طی دوره پژوهش در دو سال.

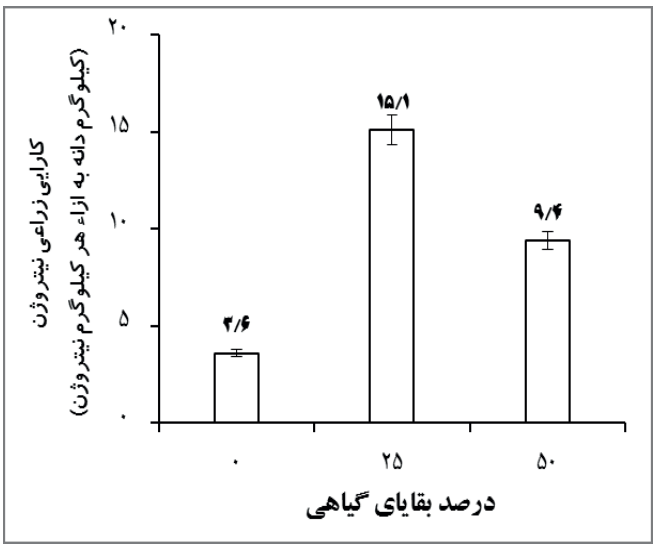


شکل ۲- تاثیر استفاده از کود نیتروژن بر کارایی زراعی نیتروژن

میله های عمودی بیانگر خطای استاندارد هستند.

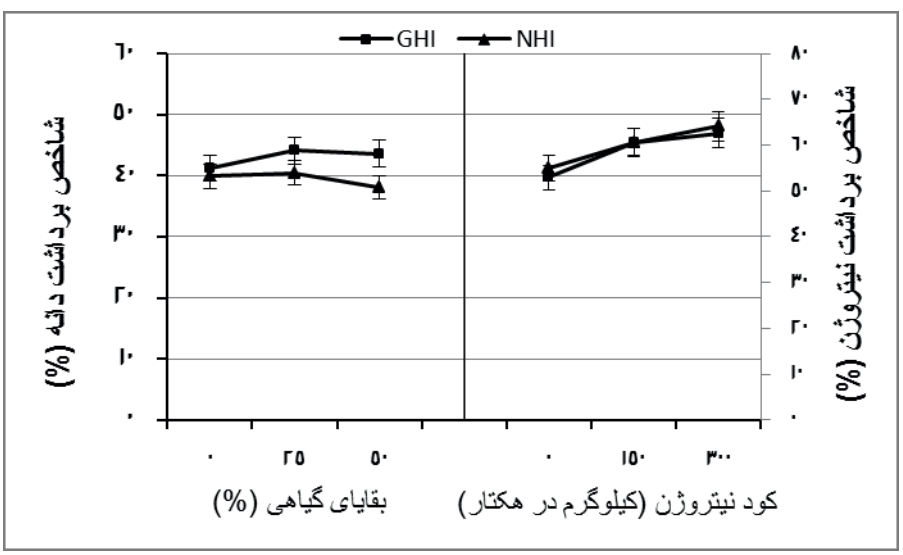


شکل ۴- تاثیر استفاده از کود نیتروژن بر کارایی بازیافت نیتروژن



شکل ۳- تاثیر استفاده از بقایای گیاهی بر کارایی زراعی نیتروژن

میله های عمودی بیانگر خطای استاندارد هستند.



شکل ۵- تاثیر بقایای گیاهی و کود نیتروژن بر شاخص برداشت دانه و شاخص برداشت نیتروژن.

میله های عمودی بیانگر خطای استاندارد هستند.

منابع مورد استفاده

1. Aulakh, M.S., Khera, T.S., Doran, J.W., and Bronson, K.F., 2001. Managing crop residue with green manure, urea and tillage in rice-wheat rotation. Soil Sci. Soc. Am. J. (65), 820-827.
2. Baligar, V.C., and Bennett, O.L., 1986. Outlook on fertilizer use efficiency in the tropics. Fert. Res. (10), 83-96.
3. Baligar, V.C., Fageria, N.K., and HE, Z.L., 2001. Nutrient use efficiency in plants. Communi. Soil Sci. Plant Anal. (32), 921-950.
4. Burgess, M.S., Mehuys, G.R., and Madramootoo, C.A., 2002. Nitrogen dynamics of decomposing corn residue components under three tillage systems. Soil Sci. Soc. Am. J. (66) 1350-1358.
5. Craswell, E.T., and Godwin, D.C., 1984. The efficiency of nitrogen fertilizers applied to cereals in different climates. Adv. Plant Nutr. (1), 1-55.
6. Dobermann, A., Witt, C., Abdulrachman, S., Gines, H.C., Nagarajan, R., Son, T.T., Tan, P.C., Wong, G.H., Chien, N.V., Thoma, V.T.K., Phung, C.V., Stalin, P., Muthukrishnan, P., Ravi, V., Babu, M., Simbahan, G.C., and Adviento, M.A.A., 2003a .Soil fertility and indigenous nutrient supply in irrigated rice domains of Asia. Agron. J. (95), 913-922.
7. Dobermann, A., 2005. Nitrogen use efficiency- State of the art. University of Neberaska-Lincoln.http://digitalcommons.unl.edu/agronomyfacpub/316.
8. Fageria, N.K., and Baligar, V.C., 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. Adv. Agron. (88), 97-185.
9. Freeman, K.W., Teal, K., Arnall, R.K., Tubana, D.B., Holtz, B., Mosali, S., and Raun, W.R., 2007. Long- term effects of nitrogen management practices on grain yield, nitrogen uptake, and efficiency in irrigated corn. J. Plant Nutr. (30), 2021-2036.
10. Gerloff, G.C., and Gabelman, W.H., 1983. Genetic basis of inorganic plant nutrition. Pp 453-480.In: Lauchli A, Bieleski RL, (eds), Inorganic plant nutrition, Encyclopedia and Plant Physiology New Series, Volume 15B. Springer Verlag, New York, NY.
11. Hossain, M.F., White, S.K., Elahi, S.F., Sultana, N., Choudhury, M.H.K., Alam, G.K., Rother, J.A., and Gaunt, J.L., 2005. The efficiency of nitrogen fertilizer for rice in Bangladeshi farmers' fields. Field Crop Res. (93), 94-107.
12. Jalali, M., 2005. Nitrate leaching from agriculture land in Hamadan, western Iran. Agric. Ecosyst. Environ. (110), 210-218.
13. Jalali, M. and Rowell, D.L., 2003. The role of calcite and gypsum in the leaching of potassium in the sandy soil. Expl. Agric. (39), 379-394.
14. Keeney, D.R., and Nelson, D.W., 1982. Methods of Soil Analysis. Parts II. Chemical and Microbiological Properties, 2nd Ed., Amer. Soc Agron. Madison, *WI*. P, 643-698.
15. Moll, R.H., Kamprath, E.J., and Jackson, W.A., 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agron. J. (74), 562-564.
16. Nazemosadat, M.J., and Ghasemi, A.R., 2004. Quantifying the ENSO-related shifts in the intensity and probability of drought and wet periods in Iran. J. Climate. (17), 4005-4018.
17. Nyborg, M., Solberg, E.D., Malhi, S.S., and Izaurralde, R.C., 1995. Fertilizer N, crop residue, and tillage after soil C and N content in a decade.p.93-99. In R. Lal et al. (ed.) Soil management and greenhouse effect. Adv. Soil Sci., *CRC* Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
18. Oberle, S.L., and Keeney, D.R., 1990. Factors influencing corn fertilizer N requirements in northern U.S. corn belt. J. Prod. Agric. (3), 527-534.
19. Olfs, H.W., Blankenau, K., Brentrup, F., Jasper, J., Link, A., and Lammel, J., 2005. Soil and plant based nitrogen fertilizer recommendations in arable farming. J. Plant Nutr. Soil Sci. (168), 414-431.
20. Olson, R.A., and Sander, D.H., 1988. Corn and corn improvement. Madison, Wisconsin. USA. 686 pp.
21. Ritche, S.W., and Hanway, J.J., 1982. How a corn plant develops? Iowa State Coop. Ext. Serv. Soec. Rep., 48, Ames, IA. USA.
22. SAS Institute., 2007**.** SAS Onlinedoc 9.1.3 SAS. Inst., Cary, NC. Available at http://support. Sas.com/onlinedoc./913/docMainpage, JSP (verified 19 June 2007).
23. Silgram, M., and Chambers, B. J., 2002. Effects of long-term straw management and fertilizer nitrogen additions on soil nitrogen supply and crop yields at two sites in eastern England. J. Agric. Sci. (139), 115-127.
24. Uhart, S.A., and Andrade, F.H., 1995a. Nitrogen deficiency in maize. I. Effects on crop growth, development to dry matter-partitioning and kernel set. Crop Sci. (35), 1376-1383.
25. Unkovich, M., J. Baldock, and M. Forbes. 2010. Variability in harvest index of grain crops and potential significant for carbon accounting: Examples from Australian agriculture. *Advances in Agronomy* 105: 173-204.
26. Vetch, J.A., and Randall, G.W., 2000. Enhancing no-tillage systems for corn with starter fertilization, row cleaners, and nitrogen placement methods. Agron. J. (92**),** 309-315.
27. Wang, X., Dai, K., Zhang, D., Zhang, X., Wang, Y., Zhao, Q., Cai, D., Hoogmoed, W.B., and Oenema, O., 2011. Dryland maize yields and water use efficiency in response to tillage/crop stubble and nutrient management practices in China. Field Crop Res. (120), 47-57.
28. Zhao, R.F., Chen, X.P., Zhang, F.S., Zhang, H.L., Schroder, J., and Romheld, V., 2006. Fertilization and nitrogen balance in a wheat-maize rotation system in North China. Agron. J. (98), 938-945.