Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۲۴۷-۲۳۴

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 234-247

ارزیابی کارایی نیتروژن در ارقام ذرت (*Zea mays* L.) تحت شرایط اقلیمی کرمانشاه

منصور احمدی[۱]، فرزاد مندنی[۲*]، محمود خرمی وفا[۲]، غلامرضا محمدی[۳] و علی شیرخانی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۰۸

احمدی، م.، مندنی، ف.، خرمی وفا، م.، محمدی، غ.ر.، و شیرخانی، ع. ۱۳۹۷. ارزیابی کارایی نیتروژن در ارقام ذرت (*Zea mays* L.) تحت شرایط اقلیمی کرمانشاه. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۱): ۲۴۷-۲۳۴.

چکیده

کشت ارقام مختلف محصولات زراعی با کارایی جذب و مصرف بالاتر نهاده‌ها از جمله راهکارهای کشاورزی پایدار است که ضمن استفاده مؤثر گیاهان از نهاده‌های شیمیایی و طبیعی، مخاطرات زیست‌محیطی مصرف نادرست نهاده‌ها را نیز به‌طور چشم‌گیری کاهش می‌دهد. بر این اساس به‌منظور ارزیابی کارایی جذب، تبدیل و مصرف نیتروژن ارقام ذرت (*Zea mays* L.)، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کود نیتروژن (۴۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۴۰ درصد نیاز گیاهی ذرت به عنصر نیتروژن که مقدار توصیه شده بر اساس آزمون خاک معادل ۱۳۸، ۲۳۸، ۳۵۰ و ۴۸۳ کیلوگرم اوره در هکتار در نظر گرفته شد) در قالب کرت‌های اصلی و سه رقم ذرت ۷۰۴، سیمون و BC ۶۷۸ در قالب کرت‌های فرعی بود. نتایج نشان داد کاربرد کود نیتروژن باعث بهبود عملکرد دانه (۶۳ درصد) و عملکرد ماده خشک کل (۵۸ درصد) شد. رقم سیمون نسبت به ارقام دیگر از عملکرد دانه بیشتری (۱۹ درصد) برخوردار بود. بیشترین کارایی جذب نیتروژن مربوط به رقم ۷۰۴ بود. رقم سیمون دارای بیشترین کارایی تبدیل نیتروژن (۳۸/۱ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن جذب شده) و کارایی مصرف نیتروژن (۳۱/۳ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن فراهم خاک و مصرف شده) بود. همچنین کمترین کارایی تبدیل نیتروژن (۳۲/۶ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن جذب شده) و کارایی مصرف نیتروژن (۲۶/۸ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن فراهم خاک و مصرف شده) نیز مربوط به رقم BC ۶۷۸ بود. کاربرد کود نیتروژن به شدت بر صفات مربوط به کارایی جذب و مصرف نیتروژن تأثیرگذار بود. به‌طوری که با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن از ۴۰ به ۷۰ درصد نیاز گیاهی ذرت، کارایی جذب و مصرف نیتروژن افزایش یافت، این در حالی بود که افزایش بیشتر کود نیتروژن از ۷۰ به ۱۴۰ درصد منجر به کاهش ویژگی‌های مذکور شد. با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن کارایی تبدیل نیتروژن حدود ۲۲ درصد کاهش یافت. بیشترین کارایی تبدیل نیتروژن در سطح کودی ۴۰ درصد (۳۰/۲ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن جذب شده) و کمترین آن در سطح کودی ۱۴۰ درصد (۱۷/۶ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن جذب شده) مربوط به رقم ۷۰۴ بود. به‌طور کلی، مصرف بیش از حد کود نیتروژن نه تنها منجر به بهبود کارایی مصرف نیتروژن در سیستم تولید ذرت نشده است، بلکه افزایش مخاطرات زیست محیطی را به‌همراه خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: جذب نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن، عملکرد دانه، نیتروژن زیست‌توده

مقدمه

در حال حاضر گرایش جدید جامعه جهانی به سمت کشاورزی پایدار و در راستای کم کردن استفاده از نهاده‌های مختلف شیمیایی است. بررسی‌های سازمان خوار و بار و کشاورزی ملل متحد[۲] در ۴۰ سال اخیر حاکی از آن است که ۳۳ الی ۶۰ درصد افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به‌علت مصرف نهاده‌های شیمیایی است، به-

۱، ۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، استادیار و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه و استادیار اصلاح نباتات، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه
(*- نویسنده مسئول: Email: f.mondani@razi.ac.ir)

DOI:10.22067/jag.v10i1.56935

2 - Food and Agriculture Organization

www.SID.ir

Archive of SID

طوری‌که این سازمان از کود به عنوان کلید امنیت غذایی نام برده است (Hamdallah, 2000). در بین عناصر غذایی، نیتروژن یکی از عوامل عمده محدود کننده تولید محصولات کشاورزی است (Koocheki & Sarmadnia, 2008). علی‌رغم فواید مصرف نیتروژن، استفاده نامطلوب از آن منجر به آلودگی ذخایر آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود. مدیریت نامناسب نیتروژن مصرف بی‌رویه، هدرروی نیتروژن از زمین‌های کشاورزی به شکل آبشویی نیترات، تصعید گاز آمونیاک و اکسیدهای نیتروژن را به‌همراه دارد. در حال حاضر، آبشویی نیترات و ورود آن به آب‌های سطحی و زیرزمینی از جمله مشکلات زیست‌محیطی کشورهای توسعه یافته است (Ting et al., 2015). نیترات بیشترین اثر نامطلوب را بر کیفیت پارامترهای مؤثر در استاندارد آب دارا می‌باشد. اصولاً، زمانی که کود نیتروژن بیش از میزان مورد نیاز عملکرد مصرف شود، آبشویی نیترات به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (Raun & Johnson, 1995). از طرفی، کاهش مصرف کود که کاهش هزینه‌های تولید و آلودگی محیط‌زیست را در پی دارد، کاهش عملکرد را در پی خواهد داشت (Cassman et al., 2003). در مجموع، افزایش آگاهی عمومی از منابع آلودگی باعث شده است که مدیریت نیتروژن به‌عنوان یک مبحث مهم تغذیه‌ای و آلودگی زیست‌محیطی مورد توجه باشد. از این رو، با توجه به بعد اقتصادی مصرف کود، اقدامات لازم جهت جلوگیری از هدرروی نیتروژن و افزایش کارایی آن ضروری به نظر می‌رسد.

کارایی مصرف نیتروژن[1] (NUE) شامل دو جزء کارایی جذب نیتروژن[2] (NU_pE) و کارایی تبدیل نیتروژن[3] (NU_tE) است (Moles et al., 1984). کارایی جذب نیتروژن عبارت است از نسبت میان نیتروژن موجود در زیست‌توده به نیتروژن فراهم و قابل جذب خاک. این شاخص نشان می‌دهد که از مجموع نیتروژن موجود در خاک و کود نیتروژن مصرف شده در مزرعه چه میزان از آن توسط گیاه جذب شده و در زیست‌توده آن تجمع یافته است. همچنین کارایی تبدیل نیتروژن نشان‌دهنده میزان تولید ماده خشک یا عملکرد به ازای هر واحد نیتروژن جذب شده توسط گیاه می‌باشد. کارایی مصرف نیتروژن از حاصل‌ضرب کارایی جذب در کارایی تبدیل نیتروژن بدست می‌آید.

در نهایت، کارایی مصرف نیتروژن معرف میزان تولید ماده خشک کل یا دانه به ازای کل نیتروژن فراهم خاک و مصرف شده است. کارایی جذب نسبت به کارایی تبدیل تأثیر نسبتاً بیشتری بر کارایی مصرف نیتروژن دارد (Hosseini et al., 2013). نتایج مطالعات نشان می‌دهند که سهم نسبی هر کدام از دو جزء کارایی مصرف نیتروژن (کارایی جذب و کارایی تبدیل نیتروژن) بستگی به میزان استفاده از نیتروژن دارد (Alfred et al., 2000). در ایران به دلایل متعدد از جمله عدم آشنایی کشاورزان با مبنای صحیح تغذیه گیاهی، بازده مصرف کود نیتروژن پایین گزارش شده است (Farahmand et al., 2006).

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی است از تیره گندمیان که از غلات مهم مناطق گرمسیری و معتدل جهان است و از نظر تولید جهانی بعد از گندم (*Triticum aestivum* L.) و برنج (*Oryza sativa* L.) مقام سوم را به خود اختصاص داده است (Noormohammadi et al., 2005). این گیاه اهمیت زیادی در تأمین غذای دام، پرندگان و مصارف صنعتی دارد (Kazempour & Tajbakhsh, 2002) و با توجه به روند تغییرات اقلیمی اخیر و گرم شدن هوا، کشت و کار این گیاه به عنوان یک گیاه با مسیر فتوسنتزی چهار کربنه مورد توجه قرار گرفته است (Majidian et al., 2008). استفاده از ارقام مختلف ذرت با کارایی بالاتر نهاده‌ها و مدیریت صحیح مصرف نهاده‌ها از جمله راهکارهای کشاورزی پایدار می‌باشد که از این طریق ضمن استفاده مؤثر گیاهان از نهاده‌های شیمیایی و طبیعی، مخاطرات زیست‌محیطی مصرف نادرست نهاده نیز به طور چشم‌گیری کاهش می‌یابد (Sepehr et al., 2008). در غلات تفاوت ژنتیکی برای کارآیی جذب و مصرف نیتروژن وجود دارد (Kelly et al., 1996; Singh & Arora, 2001). به‌عنوان مثال، در هنگام مصرف مقادیر بالاتر از حد بهینه نیتروژن، ارقام مختلف ذرت تفاوت چشمگیری در بهره‌گیری از نیتروژن فراهم شده خاک از خود نشان دادند (Greef, 1994). لک و همکاران (Lack et al., 2006) دریافتند که بیشترین کارآیی مصرف نیتروژن به بیشترین تراکم تعلق داشت، که بیانگر توانایی بالای هیبرید ۷۰۴ برای استفاده بهینه از نیتروژن و تولید دانه تحت تراکم‌های بوته بالاتر می‌باشد.

استان کرمانشاه یکی از قطب‌های تولید ذرت در کشور است به گونه‌ای که در سال ۱۳۹۳ این استان با سطح زیر کشتی حدود ۳۸۹۹۰ هکتار و تولید ۲۳۲۴۹۲ تن دارای مقام سوم تولید در سطح

1- Nitrogen use efficiency
2- Nitrogen uptake efficiency
3- Nitrogen utilization efficiency

www.SID.ir

Archive of SID

کشور بود (MJA, 2014). در استان کرمانشاه سالیانه مقادیر زیادی از منابع کود نیتروژن مصرف می‌شود. بنابراین با مشخص نمودن راندمان مصرف نیتروژن، علاوه بر سود اقتصادی حاصل از کاهش مصرف بی‌رویه، از لحاظ زیست‌محیطی، از آلوده شدن آب‌های زیر زمینی به نیترات نیز جلوگیری می‌شود. بر این اساس، هدف از این پژوهش بررسی کارایی جذب، تبدیل و مصرف نیتروژن برخی از مهمترین ارقام رایج ذرت تحت شرایط اقلیمی کرمانشاه بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی (طول جغرافیایی ۴۷ درجه ۵/۹۴ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۹/۵۲ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۲۰ متر) در سال زراعی ۱۳۹۳ اجرا شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کود نیتروژن (۴۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۴۰ درصد نیاز گیاهی ذرت به عنصر نیتروژن که معادل ۱۳۸، ۲۳۸، ۳۵۰ و ۴۸۳ کیلوگرم اوره ۴۶ درصد در هکتار بود) در قالب کرت‌های اصلی و سه رقم رایج ذرت ۷۰۴، سیمون و ۶۷۸ BC در قالب کرت‌های فرعی بودند. بخشی از مشخصات زراعی ارقام مورد استفاده در این مطالعه به شرح زیر می‌باشد:

رقم سیمون، هیبرید سینگل کراس، نیمه دیررس، متحمل به بیماری‌های برگی، تحمل نسبتاً مناسب به تنش‌های شوری و خشکی انتهای فصل، پروتئین دانه بالا و وزن هزار دانه ۳۶۰-۳۴۰ گرم، رقم ۷۰۴، هیبرید سینگل کراس، رقم دیررس، پایداری عملکرد خوب و نیمه‌حساس به بیماری سیاهک معمولی ذرت است. رقم ۶۷۸ BC نیز ویژگی‌هایی از قبیل: هیبرید سینگل کراس، میان‌رس، بوته‌های قوی و مقاوم به خوابیدگی و شکستگی و وزن هزار دانه ۳۷۰-۳۴۰ گرم دارا می‌باشد. در این بررسی خاک قبل از کاشت در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر صورت پذیرفت و تیمارهای کود نیتروژن بر اساس این آزمون لحاظ شد (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical properties of experimental field

عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر) Sampling depth (cm)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Absorbable K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Absorbable P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Absorbable N ($mg.kg^{-1}$)	کربن (درصد) C (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی Electrical conductivity $\times 10^{3}$ ($dS.m^{-1}$)	درصد اشباع Saturation percent (%)	بافت Texture
0-30	400	5.8	30	1.6	7.47	0.75	40	رس سیلتی Silty clay

عملیات آماده‌سازی بستر بذر در اوایل اردیبهشت آغاز و کاشت در نیمه دوم اردیبهشت ماه به‌صورت خشکه‌کاری انجام شد. به این صورت که یک سوم کود اوره در هر کرت اصلی در مرحله کاشت، یک سوم دیگر در مرحله چهار برگی و یک سوم باقی‌مانده در مرحله آغاز گلدهی به صوت سرک و به روش نواری به خاک اضافه شد (Noormohammadi et al., 2005). هر یک از کرت‌های فرعی دارای چهار ردیف کاشت به طول چهار متر و به فاصله ۰/۷۵ متر از یکدیگر بود. بنابراین ابعاد هر یک از کرت‌های اصلی و فرعی به ترتیب، ۴×۹ و ۴×۳ بود. بذرکاری نیز به روش کپه‌ای صورت گرفت. به این ترتیب که ابتدا در هر کپه به فاصله ۱۸ سانتی‌متر دو عدد بذر کاشته شد و بلافاصله بعد از کاشت دو آبیاری سبک به فاصله سه روز به منظور سبز شدن یکنواخت مزرعه انجام گرفت و در مرحله دو تا سه برگی به‌منظور رسیدن به تراکم مطلوب عملیات تنک کردن بوته‌های اضافی انجام شد. تراکم نهایی مزرعه نیز ۷/۵ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. بعد از سبز شدن، آبیاری‌های بعدی به روش نشتی و مطابق نیاز گیاه انجام شد.

اندازه‌گیری میزان نیتروژن موجود در اندام‌های هوایی گیاه در دو مرحله نموی ابتدای گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک ذرت انجام شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن از روش امامی (Emami, 1996) استفاده شد. برای محاسبه کارایی مصرف نیتروژن، علاوه بر کود مصرفی، میزان نیتروژن موجود در خاک نیز در نظر گرفته شد. برای این منظور عمق خاک حاصلخیز برای ذرت ۳۰ سانتی‌متر و همچنین وزن

www.SID.ir

Archive of SID

مخصوص ظاهری و نیتروژن قابل جذب به فرم یون نیترات با توجه به نتایج آزمایش خاک مزرعه به‌ترتیب، ۱/۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب (۱۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب) و ۳۰ میلی‌گرم یون نیترات بر کیلوگرم خاک در نظر گرفته شد و سپس با توجه به اطلاعات مذکور میزان نیتروژن قابل جذب برای هر هکتار ۱۱۷ کیلوگرم محاسبه شد (جدول ۱). لازم به ذکر است که همچنین به‌علت مقدار بسیار ناچیز نیتروژن آمونیومی در محاسبه میزان نیتروژن قابل جذب برای گیاه، از آن صرف‌نظر شد. از معادله‌های (۱ تا ۳) برای محاسبه کارایی نیتروژن استفاده شد (Xie et al., 2006; Timsina et al., 2001):

$$NUpE = \frac{AN\ (kg.ha^{-1})}{TN\ (kg.ha^{-1})}$$

معادله (۱)

$$NUtE = \frac{GY\ (kg.ha^{-1})}{AN\ (kg.ha^{-1})}$$

معادله (۲)

$$NUE = NUpE \times NUtE$$

معادله (۳)

در این معادلات، NUpE، NUtE و NUE: به‌ترتیب، کارایی جذب، تبدیل و مصرف نیتروژن، AN: کل نیتروژن جذب شده توسط گیاه، TN: کل نیتروژن فراهم خاک و مصرف شده و GY: عملکرد دانه ذرت است. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، جهت برداشت نهایی یک متر مربع از هر کرت‌ها با رعایت اصول حاشیه به صورت کف‌بر برداشت شد. پس از خشک شدن نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در مدت زمان کافی، دانه‌ها از چوب بلال جدا و سپس عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک کل اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌های مستخرج از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. همچنین جهت تجزیه تکمیلی و فهم دقیق‌تر پاسخ فاکتورهای فرعی در هر سطح از فاکتورهای اصلی و برهمکنش آن‌ها از روش برش‌دهی اثرات متقابل[1] در محیط نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ استفاده گردید. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار[2] در سطح پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد نیتروژن زیست‌توده

نتایج این بررسی نشان داد که تأثیر میزان مصرف نیتروژن بر درصد نیتروژن زیست‌توده در زمان گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک معنی‌دار بود، در حالی‌که تأثیر رقم ذرت و برهمکنش کود نیتروژن و رقم بر ویژگی‌های مذکور معنی‌دار نبود (جدول ۲). صرف‌نظر از نوع رقم با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن از ۴۰ درصد به ۷۰، ۱۰۰ و ۱۴۰ درصد نیاز گیاهی درصد نیتروژن در زمان گلدهی به‌ترتیب از ۱/۲۲ به ۱/۳۶، ۱/۴۲ و ۱/۵۱ درصد بهبود یافت و این افزایش برای درصد نیتروژن در زمان رسیدگی فیزیولوژیک به‌ترتیب از ۱/۱۳ به ۱/۳۳، ۱/۳۴ و ۱/۴۸ درصد بود (جدول ۳). در زمان گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک تیمار ۴۰ درصد کمترین و تیمار ۱۴۰ درصد بیشترین میزان نیتروژن زیست‌توده را به خود اختصاص داد (جدول ۳).

افزایش مقدار پروتئین در اثر مصرف نیتروژن می‌تواند به علت تثبیت نیتروژن در ساختارهای گیاه به خصوص اسید آمینه باشد. درصد پروتئین در اثر افزایش مصرف نیتروژن هنگامی افزایش می‌یابد که نیتروژن بیش از نیاز گیاه برای تولید باشد و بعد از تأمین نیتروژن برای تولید، مقدار پروتئین افزایش می‌یابد (Sadeghi & Bahrani, 2002). کوکس و چمی (Cox & Cherney, 2001) نیز نشان دادند که مقدار نیتروژن در ذرت سیلویی با افزایش سطوح نیتروژن افزایش یافته است. افزایش میزان نیتروژن زیست‌توده در نتیجه افزایش نیتروژن توسط صادقی و بحرانی (Sadeghi & Bahrani, 2002) نیز گزارش شده است.

عملکرد ماده خشک کل

اثر کاربرد کود نیتروژن در سطح یک درصد بر عملکرد ماده خشک کل معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن از ۴۰ درصد به ۷۰، ۱۰۰ و ۱۴۰ درصد نیاز گیاهی ذرت عملکرد ماده خشک کل به‌ترتیب حدود ۲۹، ۴۷ و ۵۸ درصد افزایش یافت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد افزایش میزان مصرف نیتروژن از طریق افزایش شاخص سطح برگ و میزان جذب تشعشع منجر به بهبود سرعت رشد محصول گردید و این موضوع در نهایت، باعث بهبود عملکرد ماده خشک کل ذرت شده است. لک و همکاران (Lack et al., 2006) نیز گزارش دادند که با افزایش سطح نیتروژن مصرفی از ۱۴۰ به ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد ماده خشک کل ذرت ۶۰۳ گرم در متر مربع بهبود یافت. کاهش عملکرد ماده خشک کل در مقادیر کم مصرف نیتروژن توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Girardin, 1987; Novoa & Loomis, 1981; Uhart & Andrade, 1995).

1- Slicing interactions
2- Least significant difference

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) و برش‌دهی برهمکنش ارقام در هر سطح کود نیتروژن برای ویژگی‌های بوم شناختی فیزیولوژیک مورد ارزیابی ذرت

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) and interaction slicing of cultivars at every level of nitrogen fertilizer for studied eco-physiological characteristics of maize

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد ماده خشک کل Total dry matter	عملکرد دانه Grain yield	نیتروژن زیست‌توده در گلدهی Nitrogen content of biomass at flowering	نیتروژن زیست‌توده در رسیدگی فیزیولوژیک Nitrogen content of biomass at maturity	کارایی جذب نیتروژن Nitrogen uptake efficiency	کارایی تبدیل نیتروژن Nitrogen utilization efficiency	کارایی مصرف نیتروژن Nitrogen use efficiency
بلوک Block	3	5821875 ns	306524 ns	0.005 ns	0.006 ns	0.015 ns	9.51 ns	6.19 ns
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer	3	113942986**	27774856**	0.178**	0.241**	0.055**	146**	104**
خطای اصلی Main error (E_a)	9	2933727	935122	0.013	0.020	0.005	21.5	14.2
رقم Cultivar	2	2916458 ns	6961145**	0.001 ns	0.001 ns	0.005 ns	138**	84.3**
کود نیتروژن× رقم Nitrogen fertilizer× Cultivar	6	4526736 ns	2083956*	0.016 ns	0.020 ns	0.018**	53.2**	16.0 ns
خطای فرعی Sub error (E_b)	24	2780556	636538	0.013	0.014	0.004	13.7	9.66
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation(%)		10.3	10.84	8.31	9.04	7.21	10.6	10.74
برش‌دهی اثر متقابل: میانگین مربعات ارقام در هر سطح کود نیتروژن Intractions slicing: Mean of squares of cultivars in each level of nitrogen fertilizer								
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer								
40 %	2	4285833 ns	621100 ns	0.017 ns	0.003 ns	0.009 ns	67.7*	18.8 ns
70 %	2	827500 ns	348095 ns	0.008 ns	0.009 ns	0.002 ns	21.0 ns	6.61 ns
100 %	2	6602500 ns	529358 ns	0.001 ns	0.005 ns	0.014*	72.6*	6.87 ns
140 %	2	4780833 ns	11714460**	0.025 ns	0.042 ns	0.033**	136**	99.9**

* and **: are significant at the 5 and 1% probability levels, respectively and ns is Non-significant

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد، ns: غیر معنی‌دار.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اثر کاربرد کود نیتروژن بر ویژگی‌های بوم شناختی فیزیولوژیک ارقام ذرت

Table 3. Effect of nitrogen fertilizer application on eco-physiological characters of maize cultivars

تیمار Treatment	عملکرد ماده خشک کل (کیلوگرم در هکتار) Total dry matter (kg.ha^{-1})	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha^{-1})	نیتروژن زیست‌توده در گلدهی (%) Nitrogen content of biomass at Flowering (%)	نیتروژن زیست‌توده در رسیدگی فیزیولوژیک (%) Nitrogen content of biomass at maturity (%)	کارایی جذب نیتروژن (کیلوگرم نیتروژن جذب شده بر کیلوگرم نیتروژن فراهم خاک و مصرف شده) Nitrogen Uptake Efficiency (kg $_{Nuptake}$.kg^{-1} $_{Nsoil+applied}$)	کارایی تبدیل نیتروژن (کیلوگرم دانه به کیلوگرم نیتروژن جذب شده) Nitrogen Utilization Efficiency (kg $_{grain}$.kg^{-1} $_{Nuptake}$)	کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم دانه به کیلوگرم نیتروژن فراهم خاک و مصرف شده) Nitrogen Use Efficiency (kg $_{grain}$.kg^{-1} $_{Nsoil+applied}$)
نیتروژن Nitrogen							
40 %	12117	5235	1.22	1.13	0.74	38.8	28.9 [a]
70 %	15650	7300	1.36	1.33	0.91	35.1	31.8 [a]
100 %	17800	8397	1.42	1.34	0.85	35.6	30.2 [a]
140 %	19192	8522	1.51	1.48	0.83	30.2	24.9 [b]
LSD (0.05)	1349	893	0.10	0.13	0.06	4.3	3.5
ارقام Cultivars							
Simon	15912	8076	1.36	1.32	0.82	38.1	31.3 [a]
704	16681	7240	1.37	1.32	0.85	33.6	28.7 [b]
BC 678	15975	6774	1.38	1.32	0.82	32.6	26.8 [b]
LSD (0.05)	1217	582	0.08	0.09	0.04	2.7	2.3

به منظور محاسبه کارایی نیتروژن، سطوح نیتروژن مصرف شده به‌علاوه نیتروژن خاک (۱۱۷ ha.kg^{-1}) در نظر گرفته شده است.

In order to calculate nitrogen efficiency, the nitrogen levels was added by soil nitrogen (117 kg.ha^{-1}).

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد ماده خشک کل

اثر کاربرد کود نیتروژن در سطح یک درصد بر عملکرد ماده خشک کل معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن از ۴۰ درصد به ۷۰، ۱۰۰ و ۱۴۰ درصد نیاز گیاهی ذرت عملکرد ماده خشک کل به‌ترتیب حدود ۲۹، ۴۷ و ۵۸ درصد افزایش یافت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد افزایش میزان مصرف نیتروژن از طریق افزایش شاخص سطح برگ و میزان جذب تشعشع منجر به بهبود سرعت رشد محصول گردید و این موضوع در نهایت، باعث بهبود عملکرد ماده خشک کل ذرت شده است. لک و همکاران (Lack et al., 2006) نیز گزارش دادند که با افزایش سطح نیتروژن مصرفی از ۱۴۰ به ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد ماده خشک کل ذرت ۶۰۳ گرم در متر مربع بهبود یافت. کاهش عملکرد ماده خشک کل در مقادیر کم مصرف نیتروژن توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Girardin, 1987; Novoa & Loomis, 1981; Uhart & Andrade, 1995). زبارث و همکاران (Zebarth et al., 2001) نیز دریافتند نیتروژن باعث تداوم سطح برگ می‌شود و با افزایش دوام سطح برگ مدت و میزان فتوسنتز برگ افزایش یافته و در نتیجه گیاه می‌تواند ماده خشک بیشتری تولید کند. اثر رقم و همچنین برهمکنش تأثیر کاربرد کود نیتروژن و ارقام زراعی ذرت بر عمکرد ماده خشک کل معنی‌دار نبود (جدول ۲).

عملکرد دانه

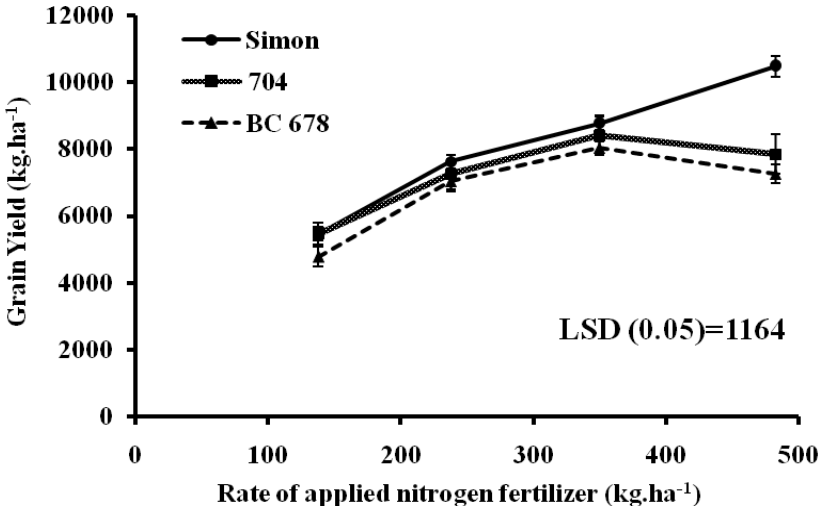
با توجه نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشاهده شد که اثر نیتروژن و رقم در سطح یک درصد و برهمکنش آن‌ها در سطح پنج درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). واکنش متفاوت ارقام نسبت به کود نیتروزن باعث معنی‌دار شدن برهمکنش آن‌ها شد (جدول ۲). نتایج برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که بین ارقام در سطوح کودی ۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد تفاوت معنی‌داری وجود نداشته ولی در سطح کودی ۱۴۰ درصد، ارقام در سطح یک درصد با هم اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن و رقم برای عملکرد دانه نشان داد که در تیمار کودی ۱۴۰ درصد مصرف نیتروژن، رقم سیمون نسبت به دو رقم دیگر از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بود، ولی در سایر تیمارهای کودی تفاوت معنی‌داری بین ارقام مشاهده نشد (شکل ۱). به عبارت دیگر، رقم سیمون در سطح کودی ۱۴۰ درصد و ارقام ۷۰۴ و BC ۶۷۸ در سطح کودی ۱۰۰ درصد دارای حداکثر عملکرد دانه بودند. نعمتی و همکاران (Nemati et al., 2008) نیز با آزمایش سطوح صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش نمودند که حداکثر عملکرد دانه به میزان ۹۵۳۷ کیلوگرم در هکتار به سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن تعلق داشت. عدالت و همکاران (Edalat et al., 2008) نیز دریافتند با افزایش مصرف نیتروژن از ۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه ذرت افزایش یافت، ولی با افزایش مصرف نیتروژن از ۱۵۰ به ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری در عملکرد وجود نداشت. تفاوت عملکرد دانه در ارقام مختلف توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Chen & Dai, 1996; Saeed et al., 1998; Kaur et al., 2012).

کارآیی جذب نیتروژن

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح نیتروژن و برهمکنش رقم و نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر کارایی جذب نیتروژن داشت و تفاوت ارقام ذرت از نظر کارایی جذب نیتروژن معنی‌دار نبود (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد ارقام مورد بررسی دارای سیستم ریشه یکسان هستند که کارایی یکسانی در جذب نیتروژن داشتند (Uribelarrea et al., 2007). نتایج برش‌دهی برهمکنش ارقام در هر سطح کود نیتروژن نشان داد که اثر رقم در سطح کودی ۱۰۰ و ۱۴۰ درصد معنی‌دار بود و ارقام در سطوح کودی ۴۰ و ۷۰ درصد با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش ارقام و سطوح نیتروژن برای کارایی جذب نیتروژن نشان داد که در سطح کودی ۱۴۰ درصد، رقم ۷۰۴ از کارایی جذب نیتروژن بیشتری برخوردار بود. همچنین مشاهده شد که رقم سیمون در سطوح کودی نیتروژن اختلاف معنی‌داری از نظر کارایی جذب نیتروژن از خود نشان نداد، ولی در سایر ارقام اختلاف‌ها معنی‌دار بود، به‌طوری‌که رقم ۷۰۴ در تیمار کودی ۴۰ درصد کمترین کارایی جذب را داشت و بین تیمارهای کودی ۷۰، ۱۰۰ و ۱۴۰ تفاوت معنی‌دار نبود. همچنین رقم BC ۶۷۸ در تیمار کودی ۷۰ درصد نسبت به تیمار ۴۰ و ۱۴۰ درصد نیاز گیاهی کارایی جذب نیتروژن بالاتری داشت (شکل ۲).

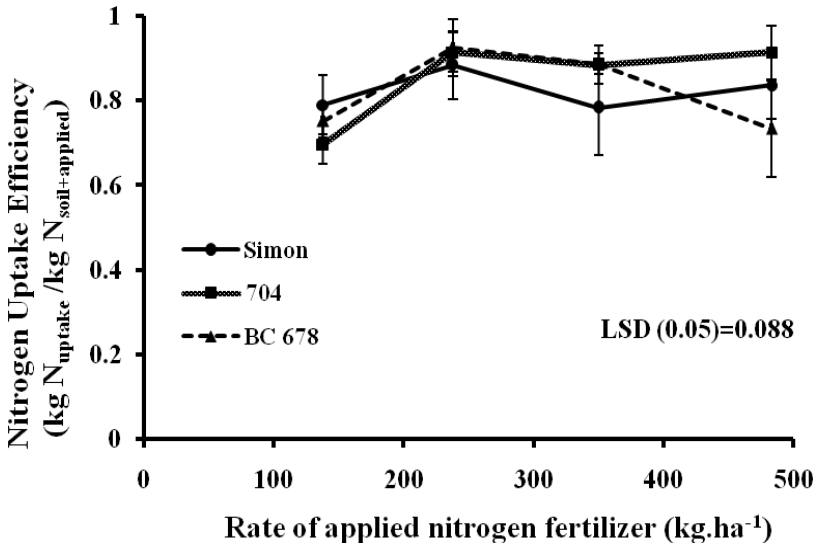
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اثرات کاربرد کود نیتروژن و ارقام بر عملکرد دانه ذرت

Fig. 1- Interaction of the effects of nitrogen fertilizer application and cultivars on maize grain yield



شکل ۲- اثرات کاربرد کود نیتروژن و ارقام بر کارایی جذب نیتروژن ذرت

Fig. 2- Interaction of the effects of nitrogen fertilizer application and cultivars on maize nitrogen uptake efficiency

کارآیی تبدیل نیتروژن

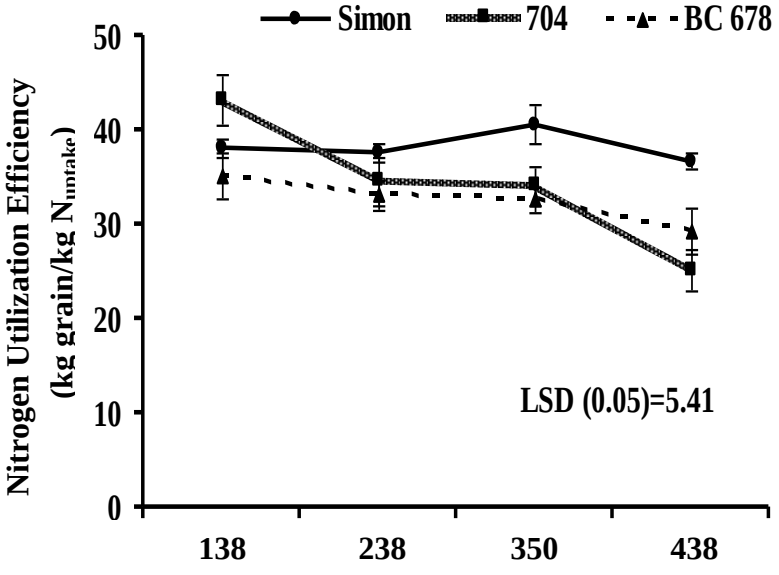
نتایج این بررسی نشان داد که اثر مصرف کود نیتروژن، رقم و برهمکنش آن‌ها در سطح یک درصد بر کارایی تبدیل نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات اصلی کود نیتروژن نشان داد که با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن از ۴۰ به ۱۴۰ درصد نیاز گیاهی ذرت، کارایی تبدیل نیتروژن با ۲۲/۲ درصد کاهش از ۳۸/۸ به ۳۰/۲ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن تنزل یافت (جدول ۳). معمولاً بالاترین کارآیی با جذب اولین واحد غذایی (کودی) بدست می‌آید و واحدهای بعدی مصرف عنصر غذایی، کارآیی کمتری دارند (Asadi at al., 2013). لک و همکاران (Lack et al., 2006) نیز

www.SID.ir

Archive of SID

گزارش دادند با افزایش میزان مصرف نیتروژن، کارایی تبدیل نیتروژن کاهش یافت.

صرف‌نظر از میزان کاربرد کود نیتروژن در بین ارقام زراعی ذرت نیز از نظر کارایی تبدیل نیتروژن تفاوت وجود داشت، به‌طوری‌که بیشترین کارایی تبدیل نیتروژن (۳۸/۱ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن جذب شده) در رقم سیمون و کمترین (۳۲/۶ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن جذب شده) آن در رقم BC ۶۷۸ مشاهده شد (جدول ۳). اوریبلاریا و همکاران (Uribelarrea et al., 2007) نیز با بررسی ارقام مختلف ذرت و سطوح مختلف نیتروژن گزارش کردند که کارآیی تبدیل نیتروژن در بین ارقام متفاوت است. نتایج برش‌دهی برهمکنش ارقام در هر سطح کود نیتروژن نشان داد که اثر رقم در سطوح کودی ۴۰ و ۷۰ درصد، در سطح پنج درصد و در سطح کودی ۱۴۰ درصد، در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش رقم و نیتروژن نیز نشان داد که در تیمار کودی ۴۰ درصد، رقم ۷۰۴ و در سایر تیمارهای کودی رقم سیمون دارای بیشترین کارایی تبدیل نیتروژن بود (شکل ۳). همچنین رقم ۷۰۴ در سطح کودی ۴۰ و ۱۴۰ درصد به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین کارایی تبدیل نیتروژن بود (شکل ۳).



شکل ۳- برهمکنش اثرات سطوح مختلف کود نیتروژن و ارقام ذرت بر کارایی تبدیل نیتروژن

Fig. 3- Interaction of the effects of nitrogen fertilizer application and cultivars on maize nitrogen utilization efficiency

با توجه به رابطه غیر مستقیم کارایی تبدیل نیتروژن با میزان مصرف این عنصر، مصرف بالای نیتروژن، کارایی تبدیل را کاهش داد که این نتیجه در بین ارقام ذرت تا حدودی متفاوت بود. گوردا و همکاران (Guarda et al., 2004) نیز در آزمایش خود دریافتند که افزایش کاربرد کود نیتروژن از ۸۰ به ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار، موجب کاهش کارایی تبدیل نیتروژن در گندم شد و آن را از ۵۶ به ۳۴ درصد کاهش داد.

کارایی مصرف نیتروژن

تأثیر میزان مصرف نیتروژن و رقم بر کارایی مصرف نیتروژن در سطح یک درصد معنی‌دار بود، ولی برهمکنش آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین کارایی مصرف نیتروژن به‌میزان ۳۱/۸ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن فراهم خاک و مصرف شده مربوط به تیمار ۷۰ درصد نیاز گیاهی بود که با تیمارهای ۴۰ و ۱۰۰ درصد تفاوت

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌دار نداشت و کمترین آن به‌میزان ۲۴/۹ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن فراهم خاک و مصرف شده نیز در تیمار ۱۴۰ درصد به‌دست آمد (جدول ۳). این بدین معنی است که در تیمار ۱۴۰ درصد، گیاه ذرت نتوانسته به تناسبی که کود نیتروژن افزایش یافته است، دانه تولید کند. به عبارت دیگر، واکنش تولید عملکرد دانه به نیتروژن با افزایش کود نیتروژن منفی بوده است. مول و همکاران (Moll et al., 1982) نیز بیان داشتند که با افزایش مصرف کود مقدار عملکرد دانه به تبعیت از قانون بازده نزولی افزایش کمتری داشت که این وضعیت موجب کاهش کارایی مصرف نیتروژن گردید.

نتایج این بررسی همچنین نشان داد که صرف‌نظر از میزان مصرف کود نیتروژن بیشترین و کمترین کارایی مصرف نیتروژن به‌ترتیب با حدود ۳۱/۳ و ۲۶/۸ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن فراهم خاک و مصرف شده به رقم سیمون و رقم BC ۶۷۸ تعلق داشت (جدول ۳). با توجه به این‌که رقم سیمون عملکرد دانه بیشتری نسبت به سایر ارقام داشت، در نتیجه این رقم از کارایی مصرف نیتروژن بیشتری نیز برخوردار بود. عملکرد دانه کم نسبت به نیتروژن مصرفی در رقم BC ۶۷۸، به ویژه در تیمار کودی ۱۴۰ درصد باعث کاهش کارایی مصرف نیتروژن شده است. این نتایج با گزارش سایر محققین همسو بود (Koocheki et al., 2015; Asadi et al., 2013; Jafariani, 2010; Guarda et al., 2004; Uribelarrea et al., 2007).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن، در بیشتر ویژگی‌های مورد ارزیابی ارقام ذرت از جمله عملکرد بهبود حاصل شد، ولی بررسی صفات مربوط به کارایی نیتروژن نشان داد که با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافت. بنابراین، اگر کود نیتروژن در مزارع ذرت صرفاً از نگاه تولید و جنبه‌های اقتصادی به کار برده شود، با افزایش مصرف این عنصر تا حد زیادی عملکرد دانه بهبود می‌یابد، اما اگر از دیدگاه اکولوژیک و اقتصاد اکولوژیک به مسئله نگاه شود، می‌توان نتیجه گرفت که مصرف بیش از حد کود نیتروژن نه تنها منجر به بهبود بهره‌وری تولید در سیستم‌های زراعی نخواهد شد، بلکه باعث افزایش مخاطرات زیست‌محیطی نیز می‌شود. علاوه‌براین، با در نظر گرفتن جایگاه استان کرمانشاه در تولید ذرت کشور، کاهش میزان کاربرد مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنی، می‌تواند نقش به‌سزایی بر کاهش هزینه‌های تولید در مزارع ذرت داشته باشد. بنابراین، کاربرد کودهای شیمیایی متناسب با نتایج آزمون خاک در کنار ارقامی که بیشترین پاسخ را نسبت به مصرف نهاده‌های شیمیایی از خود نشان می‌دهند، نه تنها منجر به کاهش تولید در سیستم‌های زراعی نخواهد شد، بلکه باعث جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی به‌ویژه آلودگی آب‌های زیرزمینی خواهد شد.

منابع

Alfred, E.H., Johnston, M., Sullivanc, J.N.O., and Polomad, S. 2000. Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in the humid lowlands of Papua New Guinea. Agriculture, Ecosystems and Environment 79: 21-280.

Asadi, G.A., Momen, A., Nurzadeh Namaghi, M., and Khorramdel, S. 2013. Effects of organic and chemical fertilizer rates on nitrogen efficiency indices of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). Journal of Agroecology 5: 273-382. (In Persian with English Summary)

Cassman, K.G., Dobermann, A., Walters, D.T., and Yang, H. 2003. Meeting cereal demand while protecting natural resources and improving environmental quality. Annual Review of Environment and Resources 28: 315-358.

Chen, J., and Dai, J. 1996. Effect of drought on photosynthesis and grain yield of corn hybrid with different drought tolerance. Acta Agronomica Sinica 22: 757-762.

Cox, W.J., and Cherney, D.J. 2001. Row spacing, plant density and nitrogen effects on corn silage. Agronomy Journal 93: 597- 607.

Edalat, M., Kazemeini, A., and Ghadiri, H. 2008. Effect of irrigation regimes and nitrogen fertilizer on maize grain yield and yield components. 10th Iranian Plant Breeding and Agronomy Congress. 18th-20th Aug., Karaj, Iran p. 329. (In Persian)

Emami, A. 1996. Plant Analysis Methods. Iranian Plant and Water Research Center. No. 928 (In Persian)

Farahmand, A.R., Fardad, H., Liaghat, A., and Kashi, A. 2006. The effect of water and nitrogen amounts on quantity

www.SID.ir

Archive of SID

and quality of tomato under deficit irrigation. Iranian Journal of Agriculture Science 37: 403-412. (In Persian with English Summary)

Girardin, P., Tollenaar, M.A.D., and Muldoon, J. 1987. Temporary N starvation in maize (*Zea mays* L.): effects on development, dry matter accumulation and grain yield. Agronomy Journal 7: 289-296.

Greef, J.M. 1994. Productivity of maize (*Zea mays* L.) in relation to morphological physiological characteristics under varying amounts of nitrogen supply. Crop Science 172: 317-326.

Guarda, G., Padovan, S., and Delogu, G. 2004. Grain yield, nitrogen use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread- wheat cultivars grown at different nitrogen levels. European. Journal of Agronomy 21: 181-192.

Hamdallah, G. 2000. Soil fertility management: the need for new concepts in the region. A Paper Presented at Regional Workshop on Soil Fertility Management through Farmer Field Schools in the Near East, Amman, Jordan.

Hosseini, R., Galeshi, S., Soltani, A., Kalateh, M., and Zahed, M. 2013. The effect of nitrogen rate on nitrogen use efficiency index in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Iranian Journal of Field Crops Research 11: 300-306. (In Persian with English Summary)

Jafariani, M., Beheshti, A.R., and Taheri, G. 2010. Evaluation of nitrogen efficiency on grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) genotypes. Journal of Agroecology 2: 502-511. (In Persian with English Summary)

Kaur, A., Bedi, S., Gill, G.K., and Kumar, M. 2012. Effect of nitrogen fertilizers on radiation use efficiency, crop growth and yield in some maize (*Zea mays* L) genotypes. Maydica Electronic Publication 57: 75-82.

Kazempour, S., and Tajbakhsh, M. 2002. Effect of some anti-transparent on vegetative characteristics, yield and yield parameters of corn under limited irrigation. Iranian Journal of Agricultural Sciences 33: 205-211. (In Persian with English Summary)

Kelly, T.C., Lu, Y., and Teasdale, J.J. 1996. Economic-environmental tradeoffs among alternative crop rotation. Agriculture, Ecosystems and Environment 60: 17-28.

Koocheki, A., and Sarmadnia, G.H. 2008. Crop Physiology. Jihad-e-Daneshgahi Mashhad Press. Mashhad, Iran. (In Persian)

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Moradi, R., and Alizadeh, Y. 2015. Evaluation of yield and nitrogen use efficiency of maize and cotton intercropping under different nitrogen levels. Iranian Journal of Field Crops Research 13: 1-13. (In Persian with English Summary)

Lack, S., Naderi, A., Siadat, S., Ayenehband, A., and Noormohammadi, G. 2006. Effect of different levels of nitrogen and plant density on grain yield, its components and water use efficiency in maize (*Zea mays* L.) cv. SC. 704 under different moisture conditions in Khuzestan. Iranian Journal of Crop Sciences 8: 153-170. (In Persian with English Summary)

Majidian, M., Ghalavand, A., Kamgar haghighi, A.A., and Karimian, N. 2008. Effects of water stress, nitrogen fertilizer, and manure on chlorophyll meter reading, yield and yield components of grain corn (Single Cross 704). Iranian Journal of Crop Sciences 10(3): 303-330. (In Persian with English Summary)

MJA. 2014. Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran. Iran annual agricultural statistics; www.maj.ir. (In Persian)

Moles, D.J., Rangai, S.S., Bourke, R.M., and Kasamani, C.T. 1984. Fertilizer response of Taro in Papua New Guinea. In: S. Chandra (Ed), Edible Aroids. Clarendon Press, Oxford, Pp: 64-71.

Moll, R.H., Kamprath, E.J., and Jackson, W.A. 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agronomy Journal 74: 562-564.

Nemati, A., Sadeghi, M., Seyed Sharifi, R., Seyedi, N., Molaei, P., Hozoori, A., and Habibi, G. 2008. Effect of nitrogen fertilizer at different planting dates on yield and yield components of maize (Var. 404) in Ardabil. 10th Iranian Plant Breeding and Agronomy Congress. 18th-20th Aug., Karaj. Iran p. 323. (In Persian)

Noormohammadi, G., Siadat, A., and Kashani, A. 2005. Agronomy. Volume 1: Cereal. In: Ahvaz Shahid Chamran University (Ed.). Ahvaz, Iran. (In Persian)

Novoa, R., and Loomis, R.S. 1981. Nitrogen and plant production. Plant and Soil Science 58: 177-204.

Raun, W.R., and Johnson, G.V. 1995. Soil-plant buffering of inorganic nitrogen in continuous winter wheat. Agronomy Journal 87: 827-834.

Sadeghi, H., and Bahrani, M.J. 2002. Effects of plant density and N rates on morphological characteristics and protein contents of corn. Iranian Journal of Agriculture Science 33: 403-412. (In Persian with English Summary)

Saeed, M., Saifi, M.Y., Akhtar, M., and Mohsan, S. 1998. Differential genotypic response to drought stress in maize.

www.SID.ir

Archive of SID

Sarhad Journal of Agriculture Pakistan 14: 49-55.

Sepehr, E., Malakouti, M.J., and Nougolipour, F. 2008. Evaluation of phosphorus efficiency in Iranian cereal in a deficient calcareous soil. Euro Soil 2008 International Conference (Soil- Society-Environment. Book of Abstracts: pp. 182. In: W.E.H. for daily light partitioning in multispecies canopies. Agricultural Forest and Meteorology 101: 251-263.

Singh, V.P., and Arora. A. 2001. Intraspecific variation in nitrogen up-take and nitrogen utilization efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.). Agronomy Journal 186: 239-244.

Timsina, J., Singh, U., Badaruddin, M., Meisner C., and Amin, M.R. 2001. Cultivar, nitrogen, and water effects on productivity, and nitrogen– use efficiency and balance for rice – wheat sequences of Bangladesh. Field Crops Research 72: 43-161.

Ting, L.Z., Yang, J.Y., Drury, C.F., and Hoogenboom, G. 2015. Evaluation of the DSSAT-CSM for simulating yield and soil organic C and N of a long-term maize and wheat rotation experiment in the Loess Plateau of Northwestern China. Agricultural Systems 135: 90-104.

Uhart, S.A., and Andrade, F.H. 1995. Nitrogen and carbon accumulation and remobilization during grain filling in maize under different source/sink ratios. Crop Science 35: 183-190.

Uribelarrea, M., Moose, S.P., and Below, F.E. 2007. Divergent selection for grain protein affects nitrogen use in maize hybrids. Field Crops Research 100: 82-90.

Xie, W., Guang-huo, W., Qi-chun, Z., and Hai-chao, G. 2006. Effects of nitrogen fertilization strategies on nitrogen use efficiency in physiology, recovery, and agronomy and redistribution of dry matter accumulation and nitrogen accumulation in two typical rice cultivars in Zhejiang, China. Journal of Zhejiang Universal Science 8: 208-216.

Zebarth, B.J., Shcard, R.W., and Howblin, J. 2001. Influence of rate and timing of nitrogen fertilization application on yield and quality of hard red. Winter. Wheat Plant Science 72: 13-19.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 234-247

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۲۴۷-۲۳۴

Evaluation of Nitrogen Uptake and Productivity of Maize Cultivars (*Zea mays* L.) under Kermanshah Climate Conditions

M. Ahmadi[1], F. Mondani[2*], M. Khoramivafa[2], G.R. Mohammadi[3] and A. Shirkhani[4]

Submitted: 08-08-2016
Accepted: 28-12-2016

Khorramdel, S., Ghorbani, R., Asadi, G.A., and African, R. 2018. Evaluation of nitrogen uptake and productivity of maize cultivars (*Zea mays* L.) under Kermanshah climate conditions. Journal of Agroecology 10(1): 234-247.

Introduction

Nitrogen (N) is one of the main limiting factors in agroecosystems all around the world. However, high application rates of N fertilizers would led to strong environmental consequences. Reduction of N fertilizers consumption decreases production costs and environmental pollution. Therefore, we need to be enhance N efficiency due to the high N fertilizer cost and required measures to prevent the waste of N. Cultivation of diverse crop cultivars with higher resources absorption and utilization efficiency is one of the major approach in the sustainable agriculture that would led to effective use of natural and chemical inputs and reduce significantly the environmental risks. Kermanshah province is one of the maize production poles in Iran. In this province large amounts of N fertilizers annually consumes in the maize agroecosystem. Therefore, the aims of the present study were evaluating N uptake and utilization efficiency, and finally N use efficiency in the maize agroecosystem of Kermanshah

Materials and Methods

A split plot experiment was carried out based on randomized complete block design (RCBD) with four replications at the Campus of Agriculture and Natural Resources Field at Razi University at 2014. Treatments were four levels of N fertilizer rate (40, 70, 100 and 140 percent of the maize demand to N which were 138, 238, 350 and 483 kg.ha^{-1} urea) as main plots and three maize cultivars including SC-704, BC-678 and Simon as sub plots. Biomass of nitrogen at anthesis and maturity phases was measured by Kjeldahl method. Then, N uptake and utilization efficiency, and nitrogen use efficiency were calculated. Data analysis was done by SAS software (Ver 9.4) and means comparison were tested by LSD at 5% level.

Results and Discussion

The results showed that by increasing of N fertilizer rate from 40 to 140 percent of maize demand, amount of biomass N at anthesis and maturity phases changed from 1.2 to 1.1 percent, and 1.1 to 1.5 percent, respectively. By rising of N fertilizer rate from 40 to 140 percent of maize demand, total dry matter yield and grain yield improved about 58 and 63 percent, respectively. Grain yield of Simon cv was higher than other cultivars. Simon cv. had maximum grain yield in the N fertilizer level of 140 % and this increase was observed in 100% N in SC-704 and BC-678 cultivars %. The N utilization efficiency and N use efficiency were also different among maize cultivars. The highest N uptake efficiency was related to SC-704 cv. Moreover, Simon cultivar had the highest N utilization efficiency (38.1 g.kg^{-1}) and N use efficiency (31.3 g kg^{-1}). The lowest N utilization efficiency (32.6 g kg^{-1}) and N use efficiency (26.8 g kg^{-1}) were related to BC-678 cv. Our results also indicated that N fertilizer rate significantly had been affected on N uptake efficiency, N utilization efficiency, and N use efficiency. Increased N fertilizer rate from 40 to 70 percent of maize demand, improved N uptake efficiency and N use efficiency while these measured features decreased by more rising of N fertilizer rate from 70 to 140 percent. N utilization

[1] 1, 2, 3 and 4- MSc Student of Agroecology, Assistant Professor in Crop Ecology, Associate Professor in Crop Ecology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Engineering Science, Razi University, Kermanshah and Assistant Professor in Plant Breeding, Kermanshah Agricultural and Natural Resources and Education Center, Kermanshah, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: f.mondani@razi.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v10i1.56935

www.SID.ir

Archive of SID

efficiency decreased about 22 percent (from 38.8 to 30.2 g kg^{-1}) with increased N fertilizer rate from 70% to 140% of maize demand. The highest N utilization efficiency was 30.2 g kg^{-1} that was due to the fertilizer level of 40 percent and the lowest N utilization efficiency was 17.6 g kg^{-1} which was gained through fertilizer level of 140 percent for SC-704 cv.

Conclusion

The results of this study indicated that more traits in different maize cultivars such as grain yield have been improved by increased N fertilizer rate. But, evaluation of traits related to resources use efficiency showed that N use efficiency reduced by rising of N fertilizer rate for all maize cultivars. Therefore, from ecological viewpoint it can be concluded that excessive N fertilizer consumption not only did not improve productivity in the maize agroecosystems but also increased environmental hazard dramatically.

Keywords: Biomass nitrogen, Grain yield, Nitrogen uptake efficiency, Nitrogen use efficiency

www.SID.ir