نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۱، ص. ۱۱۹۹-۱۱۹۰

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.5, Nov.-Dec. 2012, p. 1190-1199

برهمکنش منبع نیتروژن و تنش خشکی در مرحله گلدهی ذرت بر جذب و کارایی نیتروژن و فسفر

پریسا علی‌زاده [۱] – سیف اله فلاح [۲*] – فائز رئیسی [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۴/۱۸

چکیده

اثر نیتروژن از منبع آلی و شیمیایی بر راندمان عناصر (نیتروژن و فسفر) در شرایط تنش آبی به خوبی مشخص نشده است. بنابراین آزمایشی مزرعه‌ای با هدف تعیین اثر منابع مختلف نیتروژن و تنش خشکی بر کارایی نیتروژن و فسفر در ذرت به صورت طرح کرت‌های خرد شده به اجرا درآمد. کرت‌های اصلی شامل تیمار آبیاری در دو سطح (آبیاری بدون تنش و قطع آب در مرحله گل‌دهی به مدت دو هفته) و کرت‌های فرعی شامل کودهای نیتروژن‌دار (کود گاوی: ۴۰/۸ تن در هکتار، مرغی: ۱۳/۳ تن در هکتار، اوره: ۴۳۵ کیلوگرم در هکتار، تلفیق کود گاوی با اوره: به ترتیب ۲۰/۴ تن در هکتار و ۲۱۷ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (عدم مصرف کود) بودند. نتایج نشان داد اثر تنش کم آبی و نوع کود بر جذب نیتروژن معنی دار بود؛ اما جذب فسفر فقط تحت تأثیر نوع کود قرار گرفت، بطوری که بالاترین جذب نیتروژن و فسفر با بکارگیری کود مرغی بدست آمد. همچنین برهمکنش تنش کم‌آبی با نوع کود بر کارایی زراعی نیتروژن و فسفر و کارایی فیزیولوژیک نیتروژن معنی دار بود ($P<0/01$). اثر تنش کم‌آبی بر کارایی جذب نیتروژن و فسفر معنی‌دار نبود، ولی نوع کود بر این صفت اثر معنی داری داشت. کارایی فیزیولوژیک فسفر در اثر تنش آبی به طور معنی‌داری کاهش یافت. کارایی زراعی نیتروژن و فسفر و کارایی فیزیولوژیک نیتروژن با مصرف کود مرغی و گاوی و تحت شرایط تنش کم‌آبی به طور معنی‌داری کمتر از آبیاری بدون تنش بود. به طور کلی بالاترین کارایی زراعی و جذب نیتروژن و فسفر با بکارگیری کود مرغی در شرایط آبیاری بدون تنش و یا تلفیق کود گاوی با اوره در شرایط تنش کم‌آبی بدست آمد.

واژه های کلیدی: راندمان، کود، آبیاری، ذرت

مقدمه

از آنجا که بخش اعظم ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته خاک‌های این مناطق به دلیل شرایط اقلیمی حاوی ماده آلی اندک و اغلب با کمبود عناصر غذایی روبرو می‌باشند، لذا تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان از طریق مصرف کودهای آلی و شیمیایی ضروری می‌باشد (۳ و ۸). از سوی دیگر، افزایش شدت تنش خشکی باعث کاهش محسوس کارایی زراعی نیتروژن و فسفر می‌گردد. به طوری که در شرایط تنش شدید خشکی افزایش مصرف این عنصر تأثیر بسیار ناچیزی بر افزایش عملکرد دانه دارد و موجب کاهش قابل توجه کارایی زراعی کود نیز می‌گردد (۲). عدم تأثیر مثبت افزایش مصرف نیتروژن بر افزایش عملکرد دانه در تیمارهای تنش خشکی موجب کاهش کارایی آن می‌گردد که این وضعیت ناشی از کاهش جذب و افزایش هدرروی عنصر نیتروژن در شرایط تنش است (۱۸). جادیت و همکاران (۱۶) گزارش نمودند که جذب نیتروژن به طور مؤثر تحت تأثیر میزان آب قابل استفاده در خاک قرار می‌گیرد و افزایش رطوبت خاک عملکرد ذرت را در پاسخ به مصرف نیتروژن افزایش داده و باعث افزایش کارایی کود شیمیایی می‌شود. کارایی بازیافت ظاهری یا جذب بر حسب مقدار عنصر غذایی جذب شده به ازای هر واحد عنصر غذایی مصرف شده تعریف می‌شود. علاوه براین، افزایش کمبود آب در خاک و افزایش مصرف نیتروژن موجب کاهش کارایی بازیافت ظاهری نیتروژن نیز می‌شود (۱۴ و۱۷). بوک (۹) نیز اظهار داشت برای جذب نیتروژن لازم است این عنصر حرکت کند تا به سمت ریشه‌ها انتقال یابد، از این رو تأمین میزان آب مناسب یکی از کاراترین شیوه‌های حرکت و انتقال نیترات به سمت ریشه‌ها از طریق جریان توده‌ای می‌باشد. کاهش کارایی بازیافت ظاهری بر اثر افزایش مصرف نیتروژن نیز ناشی از ثابت بودن ظرفیت جذب و

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهر کرد
(*- نویسنده مسئول: Email: Falah1357@yahoo.com)

استفاده از نیتروژن توسط گیاه و افزایش هدرروی عنصر مذکور است (۸). در مطالعه‌ای افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن به خصوص از منبع کود دامی باعث افزایش تحمل گیاه ذرت در برابر تأثیر منفی کمبود آب بر وزن زیستی گیاه شد به‌طوری‌که کاهش مقدار آب آبیاری به میزان ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و عدم کاربرد کود در طول دوره رشد ذرت کاهش نسبی در وزن زیستی مشاهده شد ولی با افزایش میزان مصرف کود وزن زیستی گیاه افزایش یافت (۴). کارایی فیزیولوژیک یا بکارگیری نیتروژن و فسفر نسبت ماده خشک به نیتروژن و فسفر جذب شده می‌باشد. کارایی زراعی نیتروژن و فسفر که هدف مهمی در مدیریت زراعی است، با افزایش کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن و فسفر افزایش می‌یابد. کارایی جذب نیتروژن بسیار متغیر بوده و عمدتاً توسط نمو و مرفولوژی سیستم ریشه‌ای تأثیرپذیر است (۷).

استفاده از کودهای شیمیایی عملکرد را افزایش می‌دهد و به دلیل افزایش بقایای حاصل از تولید محصولات و بازگشت آن‌ها به خاک تا حدودی ماده آلی خاک را افزایش می‌یابد اما به دلیل تخریب ساختمان خاک، افزایش معدنی شدن عناصر غذایی و همچنین افزایش تلفات آن‌ها، کاهش هم‌آوری خاکدانه‌ها به دلیل متلاشی شدن این ذرات و پیوستن آن‌ها به نیتروژن کودهای شیمیایی، مصرف طولانی مدت این کودها ماده آلی خاک را بیشتر از آنچه که بقایای گیاهی به خاک اضافه می‌کنند، کاهش می‌دهد (۲۱). بنابراین راندمان کودها به خصوص در شرایط کم‌آبی ممکن است کاهش یابد. با این حال، اثرات منفی تنش خشکی به مرحله رشد گیاه بستگی دارد. به‌عنوان مثال، بحرانی‌ترین دوره بروز تنش رطوبتی ۱۰ تا ۴۰ روز به‌ترتیب قبل و بعد از گلدهی برای ذرت است، که در این زمان کاهش عملکرد، ۲ تا ۳ برابر بیشتر از زمانی که تنش در مراحل دیگر رشدی اتفاق می‌افتد همچنین در این دوره رشد بلال‌ها نسبت به ارگان‌های دیگر در برابر تنش حساس می‌باشد و اغلب منجر به کاهش تعداد دانه در بلال و عقیمی بلال‌ها می‌گردد (۱۷). بر اساس نتایج موسر و همکاران (۱۹) نیز حساس‌ترین مرحله رشد گیاه به تنش رطوبتی مرحله گل‌دهی است.

با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی در کشت ذرت علوفه‌ای و در نتیجه افزایش هزینه تولید محصول و احتمال آلودگی زیست‌محیطی و همچنین امکان وقوع تنش خشکی در کشت این گیاه، تحقیق حاضر به منظور بررسی ارزیابی کارایی دو منبع کود آلی و شیمیایی در شرایط تنش خشکی به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی دانشکده کشاورزی شهرکرد باعرض جغرافیایی بین ۳۲ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی بین ۵۰ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۲۱۱۶ متر از سطح دریا در سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. طبق تقسیم‌بندی کوپن شهرکرد دارای اقلیم معتدل سرد با تابستان گرم و خشک می‌باشد.

قبل از شروع آزمایش و اعمال تیمارها، از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه و کودهای مرغی و گاوی برای تعیین بعضی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌گیری به عمل آمد (جدول ۱ و ۲). جهت فراهم نمودن بستر مناسب برای کشت ذرت در اواخر اردیبهشت ماه زمین مورد نظر را شخم زده و دوبار دیسک عمود بر هم انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل تیمار آبیاری در دو سطح (آبیاری بدون تنش و قطع آب در مرحله گل‌دهی به مدت دو هفته) و کرت‌های فرعی شامل کودهای نیتروژن‌دار (کود گاوی: ۴۰/۸ تن در هکتار، مرغی: ۱۳/۳ تن در هکتار، اوره: ۴۳۵ کیلوگرم در هکتار، تلفیق کود گاوی با اوره: به ترتیب ۲۰/۴ تن در هکتار و ۲۱۷ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (عدم مصرف کود) بودند. برای جلوگیری از ایجاد تنش در تیمارهای مربوطه بسته به شرایط محیطی هر ۵ الی ۷ روز یکبار آبیاری انجام گرفت و در تیمار تنش خشکی در مرحله گلدهی به مدت دو هفته آبیاری قطع گردید و سپس تا مرحله برداشت مشابه تیمار بدون تنش، آبیاری انجام گرفت.

هر کرت فرعی شامل ۶ خط کاشت به فاصله ۶۰ سانتی‌متر بود. پس از ایجاد جوی و پشته‌ها و تقسیم‌بندی کرت‌ها کودهای دامی به صورت نواری در شیار ایجاد شده در وسط پشته‌ها به عمق ۹ سانتی‌متری قرار داده شد و سپس باخاک پوشانیده شد، به گونه‌ای که حدود ۱۵ سانتیمتر خاک روی آن قرارگرفت. همچنین یک سوم کود نیتروژن و کل فسفر (مقدار معادل تیمارهای کود مرغی) به صورت کود سوپر فسفات نیز به صورت نواری در عمق مشابه کودهای دامی قرار گرفتند.

پس از آبیاری اولیه، بذر ذرت (*Zea mays* L.) هیبرید سینگل کراس۷۰۴ به صورت ردیفی در تاریخ ۸ خرداد ماه در هر یک از کرت‌ها کاشته شد. سپس در مرحله ۴-۳ برگی عمل تنک کردن انجام شد تا در نهایت تراکم ۱۴۰۰۰۰ بوته در هکتار حاصل شد. برای کنترل علف‌های هرز، وجین دستی در طول دوره رویش صورت گرفت.

در زمان برداشت علوفه (۲ مهر) از هر کرت آزمایشی، تعداد ۵ بوته برداشت و پس از خردکردن و اختلاط، ریزنمونه‌ها جهت تعیین وزن خشک در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد آون به مدت ۷۲ ساعت خشک و توزین شدند. سپس میزان نیتروژن کل با روش هضم، تقطیر و تیتراسیون توسط دستگاه کجلدال مدل Gerhardf Vapodest (۱۵) و میزان فسفر با روش رنگ‌سنجی (رنگ زرد مولیبیدات وانادات) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Pharmacia LKB-Novaspec-11 تعیین شد (۲۰).

جدول۱- برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

رس	سیلت	شن	بافت	کربنات کلسیم معادل	OC[1]	Total N[2]	EC_e[3]	pH	P	K
(%)				(%)			($dS\ m^{-1}$)		($mg\ kg^{-1}$)	
۳۶	۴۰	۲۴	لومی رسی	۳۳/۵	۰/۴۸	۰/۰۶	۰/۴۸	۷/۱	۲۵/۸	۲۷۸

۱ – کربن آلی (Organic Carbon)

۲ – نیتروژن کل (Total Nitrogen)

۳ – هدایت الکتریکی (Electrical Conductivity)

جدول۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی کودهای دامی مورد استفاده

نوع کود	$EC_{(1:2/5)}$ ($dS\ m^{-1}$)	N Total	OC	K_2O	P_2O_5	C/N
		(%)				
مرغی	۱۲/۷۰	۳/۰	۳۶/۶	۱/۳۰	۲/۴۰	۱۲/۲
گاوی	۷/۳۲	۰/۹۸	۲۰/۱	۱/۱۰	۰/۲۳	۲۰/۵

جهت محاسبه کارایی زراعی نیتروژن و فسفر، کارایی جذب و کارایی فیزیولوژیک این عناصر از روابط زیر استفاده شد (۶):

(۱) کارایی مصرف یا زراعی نیتروژن ($kg\ kg^{-1}$) = (ماده خشک تیمار شاهد–ماده خشک تیمار حاوی کود) / نیتروژن مصرفی

(۲) کارایی جذب یا بازیافت نیتروژن(%) = (جذب نیتروژن تیمار شاهد– جذب نیتروژنتیمار حاوی کود) / نیتروژن مصرفی × ۱۰۰

(۳) کارایی فیزیولوژیک نیتروژن ($kg\ kg^{-1}$) = (ماده خشک تیمار شاهد–ماده خشک تیمار حاوی کود) / (جذب نیتروژن تیمار شاهد– جذب نیتروژنتیمار حاوی کود)

(۴) کارایی مصرف یا زراعی فسفر ($kg\ kg^{-1}$) = (ماده خشک تیمار شاهد–ماده خشک تیمار حاوی کود) / فسفر مصرفی

(۵) کارایی جذب یا بازیافت فسفر (%) = (جذب فسفر تیمار شاهد– جذب فسفر تیمار حاوی کود) / فسفر مصرفی × ۱۰۰

(۶) کارایی فیزیولوژیک فسفر ($kg\ kg^{-1}$) = (ماده خشک تیمار شاهد–ماده خشک تیمار حاوی کود) / (جذب فسفر تیمار شاهد– جذب فسفر تیمار حاوی کود)

برای اندازه‌گیری وزن تر علوفه‌تر، در مرحله ۵۰ درصد خط شیری دانه که مصادف با دو مهر ماه بود، بوته‌های مساحت چهار متر مربع هر کرت با رعایت حاشیه از ارتفاع سه تا چهار سانتی‌متری سطح خاک قطع شدند، سپس کل وزن اندام‌های هوایی آن‌ها توزین به صورت کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

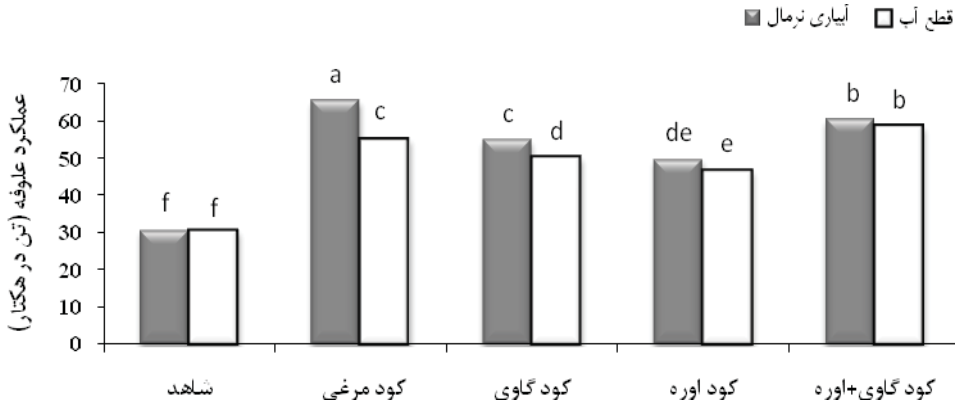
نتایج و بحث

واکنش عملکرد علوفه گیاه ذرت به برهمکنش تنش خشکی و نوع کود در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). تیمارهای کود تلفیقی و شاهد نسبت به سایر تیمارها واکنش بهتری به تنش رطوبتی نشان دادند، به طوری که از این لحاظ در دو شرایط آبیاری بدون تنش و قطع آب اختلاف قابل ملاحظه‌ای وجود نداشت، تنش خشکی در محیط استفاده از کود اوره نیز باعث کاهش عملکرد علوفه گردید ولی این کاهش معنی‌دار نبود (شکل ۱).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تأثیر کودهای اوره و آلی بر عملکرد علوفه، جذب، کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک نیتروژن در شرایط تنش خشکی مرحله گرده‌افشانی ذرت علوفه‌ای

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد علوفه	جذب نیتروژن	کارایی زراعی نیتروژن	کارایی فیزیولوژیک نیتروژن	کارایی جذب نیتروژن
بلوک	۳	۱۸/۰۸**	۱۸۷۸/۶۹**	۱۲۵/۹۴^{ns}	۲۶۳/۲۲*	۰/۰۲۸*
آبیاری	۱	۱۶۱/۶۸**	۱۹۰۰/۱۲**	۷۸۲/۵۹*	۸۹۵/۱۷*	۰/۰۲۷^{ns}
خطایa	۳	۰/۰۸	۲۶/۶۲	۴۶/۲۴	۵۱/۸۲	۰/۰۰۴
نوع کود	۳	۱۱۶۷/۵۰**	۲۹۲۳۴/۴۰**	۶۸۲/۵۳**	۴۲۰۱/۵۶**	۰/۳۳۰**
آبیاری × نوع کود	۳	۳۲/۱۰**	۲۹۰/۳۸^{ns}	۲۵۰/۷۲**	۲۷۹/۰۴**	۰/۰۰۸^{ns}
خطای b	۱۸	۴/۳۱	۲۵۱/۱۳	۴۴/۸۶	۵۴/۷۰	۰/۰۰۷

ns، * و ** به ترتیب نشانگر غیر معنی‌دار بودن، معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.



شکل ۱- برهمکنش نوع آبیاری با کودهای آلی و اوره بر عملکرد علوفه تولیدی

میزان علوفه تولیدی با مصرف کود مرغی و گاوی تحت شرایط تنش رطوبتی نسبت به آبیاری بدون تنش به طور معنی‌داری کاهش یافت. آزادسازی نیتروژن از منبع کود مرغی و در نتیجه دسترسی گیاه به آن در شرایط آبیاری بدون تنش تولید علوفه را به حداکثر رسانده است و محدودیت رطوبت باعث کاهش معنی‌دار عملکرد نسبت به حداکثر عملکرد در شرایط رطوبت نرمال شده است. در مطالعه‌ای تحت شرایط تنش رطوبتی بیشترین عملکرد علوفه از تیمار ۱۳۸ کیلوگرم کود شیمیایی+۷/۵ تن کود دامی بدست آمد، همچنین نشان داده‌شد که کاربرد کود نیتروژن به خصوص صورت تلفیقی می‌تواند مقابله با تنش رطوبتی را در گیاه ذرت افزایش دهد (۴). استفاده از کود مرغی یا تلفیق کود گاوی+ اوره حتی در شرایط تنش خشکی دارای تولید بیشتری در مقایسه با کود اوره بود (شکل ۱). بنابراین می‌توان با این دو تیمار هم پتانسیل تولید را افزایش داد و هم اثر تنش خشکی را تعدیل نمود.

کارایی نیتروژن

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمار قطع آب و تیمار کودی بر جذب نیتروژن معنی‌دار بود ولی اثر برهمکنش این دو عامل بر میزان جذب نیتروژن معنی‌دار نبود (جدول ۳) با مقدار نیتروژن جذب شده تیمار قطع آب نسبت به تیمار آبیاری بدون تنش ۱۳/۸ کیلوگرم در هکتار کمتر بود. این کاهش بیان‌گر آن است که علی‌رغم افزایش غلظت نیتروژن در محیط قطع آب به میزان ۴/۵ درصد، کاهش معنی‌دار تولید ماده خشک موجب کاهش مقدار جذب نیتروژن شده است.

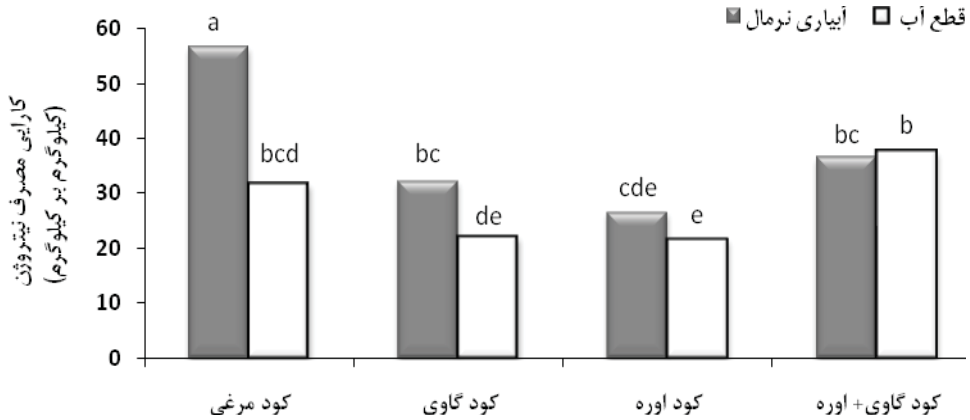
بکارگیری کود مرغی به دلیل آزادسازی نیتروژن بیشتر (۶۵ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک) و همچنین تولید ماده خشک زیاد (۱۶۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با سایر تیمارها منجر به جذب نیتروژن بیشتری شده است. تیمار کود تلفیقی با اینکه غلظت نیتروژن کمتری نسبت به تیمارهای کود اوره داشت (۱۲در برابر ۱۵ گرم در کیلوگرم)، ولی به دلیل داشتن ماده خشک بیشتر (۱۴۹۳۰ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با کود اوره جذب نیتروژن مشابهی داشت. دئوودی و همکاران (۱۰) نیز افزایش جذب نیتروژن در ذرت را در تیمارهای تلفیقی کود گاوی + کود اوره نسبت به کود اوره جداگانه گزارش

نمودند، آنها بالاترین جذب نیتروژن (۶۹/۳ کیلوگرم بر هکتار) را با جایگزینی ۷۵ درصد کود شیمیایی توسط کود گاوی به دست آوردند. افزایش جذب نیتروژن توسط نهال‌های نیشکر با کاربرد تلفیقی کودهای دامی به همراه کود شیمیایی نیز تأئید دیگری بر این یافته‌ها می‌باشد (۱۰).

برهمکنش تنش خشکی با نوع کود بر کارایی زراعی و فیزیولوژیک نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود ولی کارایی جذب نیتروژن با عوامل فوق برهمکنش معنی‌داری نشان نداد (جدول۳). به نظر می‌رسد هم در شرایط آبیاری بدون تنش و هم شرایط دارای تنش خشکی، افزایش ماده خشک در تیمارهای کود مرغی نسبت به تیمار کود اوره، باعث افزایش کارایی زراعی نیتروژن آن‌ها گردیده است که با نتایج عباسی و همکاران (۶) مبنی بر کارایی زراعی نیتروژن بالاتر در تیمارهای اوره نسبت به مرغی مغایرت دارد. در آزمایش این محققان بیوماس حاصله از کود مرغی نسبت به کود شیمیایی پائین‌تر بود، بنابراین مصرف سطوح کمتر کود مرغی (بین ۱۲۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، ممکن است علت کاهش کارایی زراعی نیتروژن در آزمایش آن‌ها باشد که نتوانسته عناصر غذایی مورد نیاز در طیدوره رشد گیاه را تأمین کند.

همانطور که در شکل‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شود کارایی زراعی و فیزیولوژیک نیتروژن در تیمار کود مرغی و کود گاوی در محیط قطع آب نسبت به آبیاری بدون تنش به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است ولی در تیمار اوره و تلفیقی اختلاف معنی‌دار نیست. در دو محیط قطع آب و آبیاری بدون تنش ماده خشک تیمار تلفیقی و کود اوره تفاوت معنی‌داری نداشته است (به ترتیب ۱۴۹۲۵، ۱۴۹۳۷ و ۱۱۷۲۵، ۱۲۹۵۰کیلوگرم در هکتار) و از طرفی، غلظت نیتروژن تیمارهای مذکور نیز بر اثر تنش خشکی افزایش معنی‌دار نداشته است (به ترتیب در آبیاری بدون تنش ۵/۷۶، ۵/۹۵ و در قطع آب ۵/۶۷، ۶/۹۴ گرم در کیلوگرم)، بنابراین عدم تغییرات قابل ملاحظه کارایی زراعی و فیزیولوژیک نیتروژن تیمارهایی که اوره در آن‌ها نقش داشته است، موجب ایجاد برهمکنش معنی‌دار شده است.

همان‌طوری که در جدول ۳ نشان داده شده است تیمار کودی اثر معنی‌داری بر کارایی جذب نیتروژن داشته است ($P<0/05$). کارایی جذب نیتروژن نیز در تیمار کود مرغی بیشترین میزان بود و با تیمار تلفیقی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۴) که در این آزمایش می‌توان به دلیل افزایش میزان معدنی‌شدن نیتروژن این تیمارها باشد به طوری که معدنی‌شدن نیتروژن کود مرغی و تلفیقی به ترتیب ۶۵ و ۳۷ ولی کود گاوی و اوره ۲۹ و۳۶ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک مقدار بود (۱). عادلی و همکاران (۷) کارایی جذب نیتروژن توسط سویا را در کود مرغی بیشتر از کود شیمیایی گزارش کردند، این در حالی است که روسو و همکاران (۲۲) کاهش معنی‌دار کارایی جذب نیتروژن تیمار کود دامی نسبت به کود شیمیایی را گزارش کردند و علت آن را به عدم همزمانی آزادسازی نیتروژن با نیاز گیاه در تیمار کود دامی نسبت دادند. هیرزل و همکاران (۱۲) افزایش کارایی جذب نیتروژن ذرت در تیمارهای کود مرغی نسبت به کود اوره را به دلیل افزایش قابلیت دسترسی نیتروژن در کود مرغی و کاهش پتانسیل آبشویی آن اعلام کردند. همچنین افزایش کارایی جذب نیتروژن تیمار تلفیقی نسبت به کاربرد جداگانه کود اوره بیانگر این می‌باشد که کود اوره به تنهائی باعث افزایش تلفات نیتروژن از خاک و از دسترس خارج شدن آن برای گیاه می‌گردد، ولی کاربرد آن در تلفیق با کود گاوی همزمانی نیتروژن با نیاز گیاه ذرت را افزایش داده و باعث افزایش کارایی جذب نیتروژن گردید.

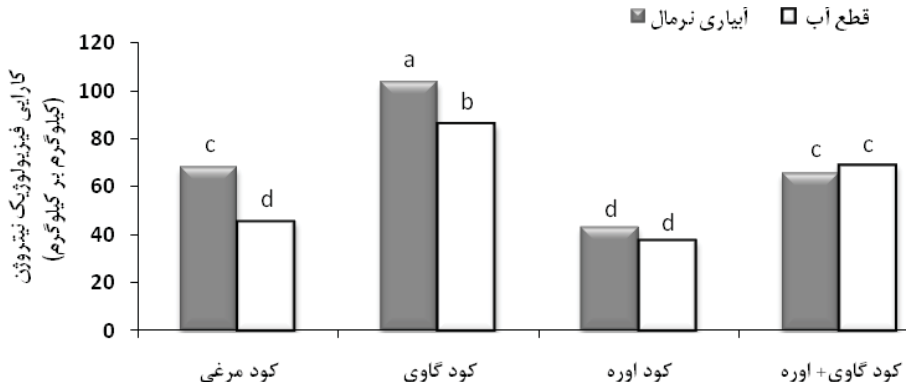


شکل ۲- برهمکنش نوع آبیاری با نوع کود بر کارایی زراعی نیتروژن در کشت ذرت علوفه‌ای

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات قطع آب بر جذب، کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم) ذرت علوفه‌ای

تیمار	جذب نیتروژن (کیلوگرم بر هکتار)	کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی جذب نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)
نوع آبیاری				
بدون تنش	۱۵۷/۳^{a}	۳۸/۱۴^{a}	۷۰/۱۳^{a}	۰/۵۷^{a}
قطع آب	۱۴۳/۵^{b}	۲۸/۲۵^{b}	۵۹/۵۵^{b}	۰/۵۲^{a}
نوع کود				
کود مرغی	۲۱۷/۱^{a}	۴۴/۲۸^{a}	۵۶/۸۳^{c}	۰/۷۷^{a}
کود گاوی	۱۱۸/۹^{c}	۲۷/۲۱^{c}	۹۴/۹۲^{a}	۰/۲۸^{c}
کود اوره	۱۸۰/۴^{b}	۲۴/۱۵^{c}	۴۰/۳۳^{d}	۰/۵۹^{b}
کود گاوی+اوره	۱۷۳/۳^{b}	۳۷/۱۲^{b}	۶۷/۲۷^{b}	۰/۵۵^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشند.



شکل ۳- برهمکنش نوع آبیاری با نوع کود بر کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در کشت ذرت علوفه‌ای

کارایی فسفر

همان‌طوری که در جدول ۵ نشان داده شده است تیمار کودی اثر معنی‌داری بر جذب فسفر داشته است (P<۰/۰۰۱). با توجه به این‌که فسفر موجود در کود مرغی در حد مطلوبی بود (جدول۲)، لذا با افزودن کود مرغی مقدار بیشتری فسفر نسبت به نیاز گیاه به خاک اضافه شده است. در تیمار تلفیقی نیز مصرف فسفر شیمیایی میزان فسفر معادل کود مرغی بود، که بنظر می‌رسد کود گاوی در افزایش قابلیت دسترسی فسفر شیمیایی آن تأثیر داشته است، بنابراین میزان فسفر قابل دسترس گیاه بر اثر فراهمی فسفر به دلیل آزادسازی آنیون‌های آلی طی تجزیه کودهای آلی افزایش یافته است (۱). افزایش فسفر قابل دسترس در خاک‌های تیمار شده با کود دامی به دلیل غنی بودن این کودها از نظر فسفر، تحریک فعالیت میکروبی خاک و لذا باعث بالارفتن سرعت بازچرخش فسفر شده است (۲۱). غلظت زیاد فسفر توأم با ماده خشک بالا در تیمار کود مرغی باعث شد که این تیمار حداکثر جذب فسفر را داشته باشد. عدم اختلاف معنی‌دار غلظت فسفر کود گاوی و تلفیقی، همچنین بالا بودن ماده خشک علوفه تیمار تلفیقی سبب افزایش معنی‌دار جذب فسفر این تیماردر مقایسه با کود گاوی گردید.

در بین کارایی‌های مختلف فقط کارایی جذب فسفر تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار نگرفت (جدول ۵). با این حال کاهش کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک در محیط قطع آب نسبت به آبیاری بدون تنش به ترتیب حدود ۲۶، ۶ و ۱۵ درصد بود (جدول ۶). حرکت یون‌ها، جذب آب و سرعت از بین رفتن ریشه‌ها تحت تأثیر خشکی خاک قرارمی‌گیرند و در نتیجه میزان تأمین عناصر غذایی برای گیاه در یک خاک خشک کاهش می‌یابد (۱۳). با توجه به این که در محیط قطع آب غلظت فسفر اندام‌های هوایی بالاتر از آبیاری بدون تنش بود، علت اصلی کاهش معنی‌دار کارایی‌های زراعی و فیزیولوژیک را می‌توان کاهش ماده خشک تولیدی دانست. اما با توجه به اینکه زمان تنش خشکی بعد از زمان حداکثر جذب فسفر توسط گیاه ذرت بوده است (۵)؛ لذا جذب فسفر تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفته (جدول ۵) و در نتیجه کارایی جذب فسفر که رابطه مستقیمی با جذب این عنصر دارد نیز تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار نگرفته است.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس تأثیر کودهای اوره و آلی بر جذب، کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک فسفر در شرایط تنش خشکی مرحله گرده‌افشانی ذرت علوفه‌ای

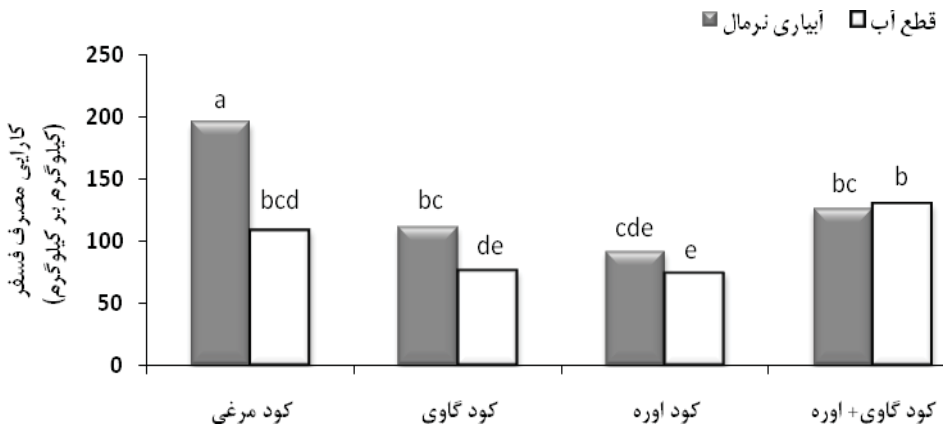
منابع تغییر	درجه آزادی	جذب فسفر	کارایی زراعی فسفر	کارایی فیزیولوژیک فسفر	کارایی جذب فسفر
بلوک	۳	۱۶/۱۴^{ns}	۱۴۹۷/۶۳^{ns}	۱۶۹۰۲^{ns}	۰/۰۰۷۶^{ns}
آبیاری	۱	۷/۳۶^{ns}	۹۳۰۵/۵۱*	۱۲۹۷۸۲*	۰/۰۰۲۵^{ns}
خطایa	۳	۳/۲۷	۵۴۹/۸۴	۱۰۳۵۶	۰/۰۰۰۴
نوع کود	۳	۲۲۸/۲۳۳**	۸۱۰۹/۸۳**	۱۰۷۹۱۴*	۰/۰۳۵۶**
آبیاری × نوع کود	۳	۳/۴۲^{ns}	۲۹۸۱/۲۷**	۳۲۰۶۴^{ns}	۰/۰۰۱۱^{ns}
خطای b	۱۸	۷/۱۰	۵۳۳/۵۱	۲۴۷۴۱	۰/۰۰۲۵

ns، * و ** به ترتیب نشانگر غیر معنی‌دار بودن، معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

برهمکنش تنش خشکی با نوع کود بر کارایی زراعی فسفر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). کارایی زراعی فسفر در تیمار کود مرغی و گاوی در محیط آبیاری بدون تنش دارای اختلاف معنی‌دار ولی در تیمار تلفیقی و کود اوره اختلاف معنی‌داری نشان نداد (شکل ۴). در تیمار کود اوره و تلفیقی، ماده خشک محیط تنش و بدون تنش اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (شکل ۱)، بنابراین عدم اختلاف در این دو تیمار به دلیل عدم وجود اختلاف در ماده خشک تولید شده تحت سطوح تیمار آبیاری می‌باشد. با توجه به اینکه فسفر مصرفی در تیمارهای مورد نظر متعادل بوده و از طرفی کود مرغی و حتی کود گاوی در محیط آبیاری بدون تنش پتانسیل تولید بالاتری نسبت به کود اوره داشته اند، بنابراین وجود تنش باعث کاهش این پتانسیل و در نتیجه کارایی زراعی در این دو تیمار شده است. اما در شرایط استفاده از کود تلفیقی بهبود راندمان استفاده از عناصر غذایی (۵) موجب متعادل شدن اثر تنش خشکی بر تولید ماده خشک شده است (شکل ۱).

اثر نوع کود نیز بر کارایی فیزیولوژیک و جذب فسفر معنی‌دار بود (جدول ۵) اما کارایی فیزیولوژیک فسفر در تیمارهای کود مرغی، گاوی و تلفیقی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول۶). میانگین جذب فسفر تیمار کود اوره نسبت به سایر تیمارهای کودی کمترین میزان بود، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کارایی فیزیولوژیک آن نسبت به سایر تیمارها بیشتر باشد.

همان طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود کمترین و بیشترین میزان کارایی جذب فسفر به ترتیب مربوط به تیمار کود اوره و کود مرغی می‌باشد. میزان جذب فسفر در تیمار کود مرغی، گاوی، تلفیقی و اوره به ترتیب ۱۷/۸۵، ۱۱/۱۳، ۱۴/۸۷ و ۹/۱۷ کیلوگرم بر هکتار بود، بنابراین کاهش میزان جذب فسفر تیمار کود اوره باعث کاهش کارایی جذب فسفر در این تیمار شده است. حال آن‌که کود مرغی به دلیل آزاد کردن تدریجی فسفر در طی معدنی شدن نیتروژن و آزاد کردن اسیدهای آلی در محیط و افزایش حلالیت این عنصر موجب تثبیت کمتر فسفر و افزایش کارایی جذب آن شده است (۲۲).



شکل ٤- برهمکنش تیمار نوع آبیاری و کودهای آلی و اوره بر کارایی زراعی فسفر در کشت ذرت علوفه‌ای

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات قطع آب بر جذب، کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک فسفر (کیلوگرم بر کیلوگرم) ذرت علوفه‌ای

تیمار	جذب فسفر (کیلوگرم بر هکتار)	کارایی زراعی فسفر (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی فیزیولوژیک فسفر (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی جذب فسفر (کیلوگرم بر کیلوگرم)
نوع آبیاری				
بدون تنش	۱۱/۸^{a}	۱۳۱/۵۱^{a}	۸۳۱^{a}	۰/۱۶^{a}
قطع آب	۱۰/۹^{a}	۹۷/۴۱^{b}	۷۰۳^{b}	۰/۱۵^{a}
نوع کود				
کود مرغی	۱۷/۸۵^{a}	۱۵۲/۶۹^{a}	۶۸۶^{b}	۰/۲۳^{a}
کود گاوی	۱۱/۱۳^{c}	۹۳/۸۶^{c}	۷۷۶^{ab}	۰/۱۲^{b}
کود اوره	۹/۱۷^{c}	۸۳/۳۰^{c}	۹۲۸^{a}	۰/۰۹^{b}
کود گاوی+اوره	۱۴/۸۷^{b}	۱۲۸/۰۲^{b}	۶۷۸^{b}	۰/۱۸^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشند.

بطور کلی کود مرغی در شرایط آبیاری بدون تنش دارای بیشترین کارایی زراعی و جذب نیتروژن و فسفر بود، بنابراین میزان بهره‌وری و جلوگیری از هدرروی این عناصر در شرایط آبیاری مطلوب با بکارگیری این نوع کود بهتر از سایر منابع نیتروژن است، این در حالی است که تلفیق کود گاوی با اوره در شرایط تنش خشکی بدلیل عدم کاهش معنی‌دار کارایی عناصر آن نسبت به آبیاری بدون تنش کارآمدتر از کود مرغی است. از این رو در شرایط دسترسی مطلوب به آب و تنش خشکی جهت دستیابی به بالاترین کارایی زراعی نیتروژن و فسفر به ترتیب بکارگیری کود مرغی و تلفیق کود گاوی با اوره مناسب می‌باشد.

منابع

۱- علی‌زاده پ. ۱۳۸۹. اثر کودهای آلی و اوره بر معدنی شدن خالص نیتروژن خاک، رشد و عملکرد ذرت در شرایط قطع آبیاری در زمان گلدهی. پایان نامه کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

۲- فلاح س.، قلاوند ا. و خواجه‌پور م.ر. ۱۳۸۳. مطالعه خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای با به کارگیری کود آلی، شیمیایی و تلفیقی. مجله علوم محیطی(۵): ۷۸-۶۹.

۳- لک ش.، نادری ا. سیادت ع.ا.، آینه‌بند ا.، نورمحمدی ق. و موسوی ه. ۱۳۸۶. تأثیر سطوح مختلف آبیاری، نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذرت دانه‌ای در شرایط آب و هوایی خوزستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (۴۲): ۱۴-۱.

۴- مجیدیان م.، قلاوند ا.، کامکار حقیقی ع. و کریمیان ن. ۱۳۸۷.استفاده از کود دامی و تأثیر آن در کاهش تنش خشکی، کمیت وکیفیت گیاه ذرت. سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی، اصفهان.

۵- نورمحمدی ق. سیادت ع.، و کاشانی ع.، ۱۳۸۰. زراعت غلات. جلد اول. انتشارات دانشگاه شهید چمران.

6- Abbasi M.K., Khaliq A., Shafiq M., Kazmi M., and Imran A. 2010. Comparatative effectiveness of urea N, poultry manure and their combination in changing soil properties and maize productivity under rainfed conditions in northeast Pakistan. Experimental Agriculture, (46):211–230.

7- Adeli A., Sistani K.R., Rowe D.E., and Tewolde H. 2005. Effects of broiler litter on soybean production and soil nitrogen and phosphorus concentrations. Agronomy Journal, (97):314-321.

8- Barbieri P.A., Echeverría E.H., Rozas H.R.S., and Andrade F.H. 2008. Nitrogen use efficiency in maize as affected by nitrogen availability and row spacing. Agronomy Journal, (100):1094–1100.

9- Bock B.R. 1984. Efficient use of nitrogen in cropping system. p. 273–294. In: R.D. Hauck (ed.), Nitrogen in Crop Production. ASA. CSSA, and SSA INC, MEDISON. USA.

10- Bokhtiar S.M., and Sakurai K., 2005. Effects of organic manure and chemical fertilizer on soil fertility and productivity of plant and ratoon crops of sugarcane. Archives of Agronomy and Soil Science, (51):325-334.

11- Dwivedi R.S.P., Dwivedi K.N., Namdeo K.N., Satyajit P., and Mittoliya V.K., 2008. Effect of row spacing and nitrogen source on nutrient contents and uptake of isabgol (*Plantago ovate* Forsk.) varieties. Crop Research (Hisar), (36):354–358.

12- Hirzel J., Walter I., Undurraga I., and Cartagena M. 2007. Residual effects of poultry litter on silage maize (*Zea mays* L.) growth and soil properties derived from volcanic ash. Soil Science and Plant Nutrition, (53):480–488.

13- Huang R., Birch C. J., and George D.L. 2006. Water use efficiency in maize production the challenge and

improvement strategies. Maize Association of Australia6th Triennial Conference.
14- Giunta F., Motzo R., and Deiddo M. 1995. Effects of drought on leaf area development, biomass production and nitrogen uptake of durum wheat grown in a Mediterranean environment. Australian Journal of Agriclture Research, (46):99-111.
15- Jackson M.L. 1962. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice–Hall, Inc. 498 p.
16- Judith N., Chantigny M., Dayegamiye A., and Laverdiere M. 2009. Dairy cattle manure improves soil productivity in low residue rotation systems. Agronomy Journal, (101):207-214.
17- Martin D.L., Watts D.G., Mielke L.N., Frank K.D., and Eisen-Hauer D.E. 1982. Evalution of nitrogen and irrigation management for corn production using water high in nitrate. Soil Science Society of American Journal, (49):1056–1062.
18- 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.
19- Moser S.B., Feil B., Jampatong S., and Stamp P. 2006. Effects of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components,and harvest index of tropical maize. Agronomy Journal, (81):41–58.
20- Murphy J., and Riley J.P. 1962. A modified single solution for determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta (27):35–36.
21- Parham J.A., Deng S.P., Raun W.R., and Johnson G.V. 2002. Long term cattle manure application in soil I. Effect on soil phosphorus levels, microbial biomass C, and dehydrogenase and phosphatase activities. Biology and Fertility of Soils, (35):328–337.
22- Russo M.A., Belligno A., Wu J.Y., and Sadro V. 2010. Comparing mineral and organic nitrogen fertlizer impact on soil-plant-water system in a succession of three crops. Recent Research in Sience and Technology, (2):14–22.

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No.5, Nov.-Dec. 2012, p. 1190-1199

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۱، ص. ۱۱۹۹-۱۱۹۰

The Interaction of N Sources and Drought Stress at Flowering Stage of Maize on N and P Uptake and Efficiency

P. Alizadeh[1]- S. Fallah[*2]- F. Raiesi[3]

Received: 02-01-2012
Accepted: 08-07-2012

Abstract

The effects of organic and inorganic N sources on nutrient (N and P) efficiency under the water-stressed conditions have not yet been determined. Thus, a field study was conducted to determine the influence of N from different sources along with drought stress on nutrient efficiencies of maize. Main plots consisted of two irrigation treatments (i.e., optimum irrigation and cut-off irrigation at silking stage for two weeks), and subplots comprised N fertilizers (cattle manure: 40.8 Mg ha^{-1}, poultry manure: 13.3 Mg ha^{-1}, urea fertilizer: 435 kg ha^{-1}, cattle manure + urea fertilizer: 20.4 Mg $ha^{-1}$and 20.4 Mg ha^{-1}, respectively) and control (without fertilizer). Results indicated that the imposition of water deficit and fertilizer type had a significant effect on N uptake while P uptake was significantly affected only by fertilizer type. The highest N and P uptake were obtained with poultry manure. Similarly, significant differences in N and P use efficiency and N physiological efficiency were observed between the water deficit and fertilizer type ($P<0.01$). However, the effect of water deficit on N and P uptake efficiency was not statistically significant, althoughfertilizer type was remarkable. Nitrogen and P use efficiency and N physiological efficiency with poultry and cattle manures were significantly lower under water deficit than normal irrigation conditions. In conclusion, the highest N and P use and uptake efficiencies were obtained with poultry manure under normal irrigation conditions, but with cattle manure + urea fertilizer under water deficit conditions.

Keywords: Efficiency, Fertilizer, Irrigation, Maize

1,2,3- Former MSc student of Agroecology, Assistant professor of Agroecology and Associate Professor of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, respectively
(*-Corresponding Author Email: Falah1357@yahoo.com)