

اثر قطع آبیاری و کودهای نیتروژن دار بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت علوفه‌ای Effect of Cut-off Irrigation and Nitrogen Amendments on the Growth and Yield of Forage Maize

پریساعلی زاده^۱ و سیفاله فلاح^{۲*}

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۲

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات قطع آبیاری و کودهای نیتروژن دار (کود اوره، کود مرغی، کود گاوی و کود مرغی + کود اوره به نسبت ۱:۱) بر رشد و عملکرد ذرت علوفه‌ای انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار اجرا گردید. کرت‌های اصلی شامل دو سطح آبیاری (آبیاری کامل و قطع آب در مرحله گلدهی به مدت دو هفته) بود و کرت‌های فرعی شامل عدم کوددهی و کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منابع کود اوره، کود مرغی، کود گاوی و تلفیق کود گاوی با اوره (به نسبت ۱:۱) بودند. نتایج نشان داد که اثر قطع آبیاری در مرحله گلدهی فقط بر رطوبت خاک، رطوبت نسبی برگ، نسبت وزن برگ به ساقه و عملکرد علوفه تر معنی دار بود، در حالی که رطوبت خاک، رطوبت نسبی برگ، ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، وزن تر برگ، وزن تر ساقه، وزن تر بلال، نسبت وزن برگ به ساقه و عملکرد علوفه تر به طور معنی داری تحت تأثیر کودهای نیتروژن دار قرار گرفت. اثرات متقابل آبیاری با کود بر شاخص سطح برگ و عملکرد علوفه تر معنی دار گردید. بیشترین عملکرد علوفه تر (۶۰ تن در هکتار) با کاربرد جداگانه کود مرغی در شرایط آبیاری کامل مشاهده گردید که اختلاف معنی داری با تیمار تلفیقی نداشت. به طور کلی، مشخص گردید که بکارگیری جداگانه کود مرغی یا تلفیق کود گاوی + اوره در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی موجب تولید بالاتر در مقایسه با کود اوره جداگانه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، عملکرد علوفه، کود دامی، کود تلفیقی

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

۲. دانشیار اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

Email: falah1357@yahoo.com

*: نویسنده مسئول

(کلیک^۳ و همکاران، 2004). ثابت گردیده است که با کاربرد کود دامی و افزایش مواد آلی از یک تا سه درصد، ظرفیت نگهداری آب دو برابر می شود و هنگامی که مقدار مواد آلی تا چهار درصد افزایش یابد مقدار کل آب قابل دسترس گیاهان بیش از ۶۰ درصد زیادتر می گردد (تسدال^۴ و اودس، 1982). در آزمایشی اثر منابع مختلف کودهای آلی بر خصوصیات خاک تحت کشت ذرت بررسی شد. نتایج نشان داد که کاربرد کودهای آلی علاوه بر افزایش ماده آلی خاک، باعث تقلیل وزن مخصوص ظاهری خاک و افزایش درصد خاکدانه ها و نیز قابلیت جذب بیشتر آب در خاک شد (وانگ^۵ و یانگ، 2002). چنانچه مصرف کود نیتروژن توأم با کود حیوانی باشد، علاوه بر جلوگیری از مصرف بیش از حد کود نیتروژن مصرفی، عملکرد اقتصادی ذرت علوفه ای افزایش می یابد و از این رو مصرف کودهای دامی در زراعت هایی چون ذرت علاوه بر بهینه سازی میزان مصرف کودهای شیمیایی از بروز عوارض منفی ناشی از مصرف آن جلوگیری نموده است (اود^۶ و همکاران، 2004). کان^۷ و همکاران (2002) اثر تنش رطوبتی در ذرت را با تیمارهای کودی (کود دامی، کود شیمیایی و کود تلفیقی) بررسی و دریافتند که طی دوره تنش رطوبتی در مرحله ۲۲ تا ۶۵ روز بعد از کاشت، آب تخلیه شده اولیه به ویژه در کرت های تیمار شده با کود دامی در عمق بالای ۳۰ سانتی متر خاک اتفاق می افتد و سپس به سمت لایه های عمیق تر منتقل می شود. به عبارتی مشخص گردید که گیاهان تیمار شده با کود دامی آب بیشتری را از لایه های عمیق خاک خارج می کنند. این نتیجه احتمالاً به دلیل توسعه عمیق و بیشتر سیستم ریشه در کرت های تیمار شده با کود دامی بود. همچنین شاخص سطح برگ و زیست توده در تیمارهای تلفیقی (شیمیایی و گاوی) و دامی در هر دو سال و در هر دو شرایط آبیاری کامل و تنش رطوبتی بیشترین میزان بود. در جریان تنش رطوبتی عمق ناحیه تخلیه رطوبتی خاک در تیمار کود دامی و تلفیقی نسبت به تیمار شیمیایی و شاهد بیشتر است. کل میزان آب تخلیه شده از عمق ۱۰۰ سانتی متری خاک در طی دوره تنش در کود دامی و تلفیقی به ترتیب ۲۰ تا ۸۰ درصد بیشتر از کود شیمیایی بود (کان و همکاران، 2002). علت بیشترین وزن بیولوژیک در سیستم تلفیقی (اوره + کود دامی) دسترسی بهتر گیاه ذرت به عناصر غذایی و وجود مواد

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی است از خانواده گرامینه و از پر محصول ترین غلات جهت تهیه علوفه سبز، سیلو و دانه به شمار می رود. این گیاه به عنوان گیاهی با توانایی تولید بالا و سازگاری در اکثر مناطق کشور می تواند نقش مهمی در تأمین علوفه مورد نیاز دامها به ویژه در فصل زمستان ایفا نماید (نیسانی، ۱۳۸۹). در سال های اخیر سطح زیر کشت آن در منطقه شهرکرد به شدت در حال افزایش است به طوری که، در سال ۱۳۸۹ سطح زیر کشت به میزان ۲۱۰۰ هکتار گزارش شده است (سازمان جهاد کشاورزی، ۱۳۸۹). این در حالی است که هنوز ۲۵ درصد مقدار علوفه ذرت سیلویی مورد نیاز گاو داری های این منطقه از خارج استان تأمین می شود. کشت ذرت در منطقه شهرکرد از خرداد ماه شروع می شود و تأمین آب مورد نیاز آن از طریق آبیاری با آب زیرزمینی انجام می شود که سطح این آبها به شدت در حال کاهش است (سازمان جهاد کشاورزی، ۱۳۸۵). این مسئله باعث وقوع تنش های خشکی در طی دوره رشد محصول خواهد شد. از سوی دیگر، کمبود عرضه مواد غذایی ناشی از خشکی، رشد ریشه ها را کاهش داده و گیاه قادر به جذب آب و عناصر غذایی نخواهد بود (کوچکی و سرمدنی، ۱۳۷۷). معمولاً بحرانی ترین دوره مواجهه شدن رشد گیاه با تنش رطوبتی ۱۰ تا ۴۰ روز به ترتیب قبل و بعد از گلدهی است، که در این زمان کاهش عملکرد، دو تا سه برابر بیشتر از زمانی است که تنش در مراحل دیگر رشدی اتفاق می افتد، مشاهده می شود (هانگ^۱ و همکاران، 2006). طی آزمایشی بر روی ذرت گزارش شد که افزایش مقدار رطوبت خاک عملکرد علوفه و کیفیت آن را افزایش می دهد (لائور^۲ و همکاران، 2001). از طرفی کشاورزان برای تولید مقادیر زیاد علوفه، اقدام به مصرف مقدار زیادی کودهای اوره می کنند تا از کاهش شدید افت عملکرد جلوگیری نماید (مجیدیان و غدیری، ۱۳۸۱). این در حالی است که استفاده بی رویه از این کود به دلیل اثرات زیان بار بر تخریب کربن آلی و هوموس، تخریب ساختمان خاک می تواند در دراز مدت ناپایداری تولید را به همراه داشته باشد. مواد آلی از جمله کودهای دامی با اتصال ذرات خاک به یکدیگر و در تشکیل خاکدانه های پایدار، باعث بهبود ساختمان خاک و در نتیجه بهبود ویژگی های فیزیکی خاک می گردند ضمن اینکه این کودها با افزایش قدرت حاصلخیزی خاک، رشد محصول را همواره زیاد و در نتیجه کارایی مصرف آب را افزایش می دهند

3. Celiket et al.
4. Tisdall and Oades
5. Wang and Yang
6. Oad et al.
7. Kun et al.

1. Hung et al.
2. Lauer et al.

شهرکرد دارای اقلیم معتدل سرد با تابستان گرم و خشک می‌باشد.

طرح آزمایشی

آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به اجرا درآمد. کرت‌های اصلی شامل دو سطح آبیاری (آبیاری کامل و قطع آب در مرحله گل‌دهی به مدت دو هفته) و کرت‌های فرعی شامل عدم کوددهی (شاهد) و پنج منبع کود (شامل ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع کود اوره، کود مرغی، کود گاوی و تلفیقی (به نسبت ۵۰ درصد کود گاوی + ۵۰ درصد کود شیمیایی) بودند. میزان نیتروژن خالص کودهای آلی مصرفی با احتساب میزان نیتروژن کل و ضریب ۵۰ درصد قابلیت دسترسی برای گیاه ذرت محاسبه گردید. برای تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه ذرت (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) در تیمارهای کاربرد جداگانه کود، به ترتیب میزان ۴۳۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۳/۳۳ تن در هکتار کود مرغی، ۴۰/۸۲ تن در هکتار کود گاوی و در تیمار تلفیقی ۲۱۷ کیلوگرم در هکتار کود اوره + ۲۰/۴۱ تن در هکتار کود گاوی مصرف گردید.

نحوه اجرای آزمایش

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 شخم و متعاقباً دوبار دیسک عمود برهم زده شد. هر کرت فرعی شامل شش 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 سانتی-متری قرار داده شد و سپس با خاک پوشانیده شد، به گونه‌ای که حدود ۱۵ سانتی‌متر خاک روی آن قرار گرفت. همچنین یک سوم کود نیتروژن و کل فسفر (مقدار معادل تیمارهای کود مرغی) به صورت کود سوپرفسفات نیز به صورت نواری در عمق مشابه کودهای دامی قرار گرفتند. پس از آبیاری اولیه، بذر ذرت (*Zea mays L.*) هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ به صورت ردیفی در هشتم خرداد ماه در هر یک از کرت‌ها کاشته شد. سپس در مرحله سه تا چهار برگی عمل تنک‌کردن جهت رسیدن به تراکم ۱۴۰۰۰۰ بوته در هکتار انجام شد. برای

آلی باعث فراهمی شرایط بهتری برای انجام فتوسنتز و در نتیجه رشد گیاه شده است و همچنین کاربرد این سیستم می‌تواند مقابله با تنش رطوبتی را در گیاه ذرت افزایش دهد (ونلاویوس^۱ و همکاران، ۲۰۰۱). کود نیتروژن کافی به صورت شیمیایی، عملکرد دانه ذرت را در شرایط تنش خشکی به مقدار کم افزایش می‌دهد ولی کود نیتروژن به صورت آلی و مخلوط (شیمیایی + آلی) از کاهش عملکرد دانه جلوگیری می‌کند. به طوری که بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۱۳۸ کیلوگرم کود شیمیایی نیتروژن به علاوه ۷/۵ تن کود آلی در هکتار و آبیاری معادل نیاز آبی گیاه به دست آمد. بنابراین مصرف کود نیتروژن به صورت مخلوط کود آلی و شیمیایی برای کاهش اثرهای تنش خشکی توصیه می‌شود (مجیدیان و همکاران، ۱۳۸۷). مجیدیان و همکاران (۱۳۸۷) با مطالعه اثر تنش رطوبتی بر روی گیاه ذرت تحت تأثیر کودهای شیمیایی، دامی و سیستم تلفیقی نشان دادند که در مورد اثر متقابل تنش رطوبتی ترکیبات مختلف کود نیتروژن بر راندمان استفاده از آب، بیشترین راندمان استفاده از آب در تیمار تلفیقی (۹۲ کیلوگرم کود نیتروژن + ۵ تن کود دامی در هکتار) و آبیاری معادل ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد. بنابراین مصرف نیتروژن بخصوص کود دامی به همراه کود شیمیایی نیتروژن باعث بالا رفتن راندمان استفاده از آب می‌گردد زیرا این عمل مقدار عملکرد را افزایش می‌دهد بدون آنکه به مصرف آب تأثیر زیادی داشته باشد (مجیدیان و همکاران، ۱۳۸۷). با توجه به مشکل کمبود آب، افزایش بهای انرژی و نگرانی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف روز افزون کودهای شیمیایی و بهبود شرایط خاک و گیاه بر اثر کاربرد کودهای آلی، این تحقیق با هدف بررسی اثر تنش رطوبت در زمان گل‌دهی و همچنین مطالعه برهمکنش تنش رطوبتی، کود شیمیایی و آلی بر صفات زراعی ذرت انجام شد.

مواد و روش‌ها

مکان اجرای تحقیق

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد با عرض 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.

کنترل علف‌های هرز، وجین دستی در طول دوره رویش صورت گرفت.

آزمایشی با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

رطوبت خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار آبیاری بر درصد رطوبت خاک معنی‌دار بود (جدول ۳). رطوبت خاک دو هفته بعد از ظهور گل تاجی که همزمان با پایان تنش بود، نسبت به شرایط کامل آبیاری در زمان ظهور گل تاجی ۱۷/۵ درصد کاهش یافت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار شاهد در زمان بعد از تنش بیشترین میزان رطوبت خاک را نسبت به سایر تیمارهای دیگر داشت (جدول ۴) به عبارت دیگر، کمبود عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در تیمار شاهد ممکن است باعث رشد ضعیف گیاه و در نتیجه مصرف کمتر رطوبت خاک شده است (هال، ۲۰۰۱). از طرف دیگر، گیاه در زمان گلدهی به دلیل داشتن حداکثر سطح برگ مقدار بیشتری از رطوبت خاک را تخلیه می‌کند (پرویزی و نباتی، ۱۳۸۳). در زمان اعمال تنش رطوبتی بوته‌های کرت شاهد به مرحله گلدهی نرسیده بودند. بنابراین، چنین بوته‌هایی نسبت به بوته‌های رشد یافته در تیمارهای کودی، به آب نیاز داشته و رطوبت بیشتری در خاک باقی‌مانده است. بین تیمارهای کودی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). کود گاوی بیشترین رطوبت خاک را به خود اختصاص داد (جدول ۴). این برتری را علاوه بر میزان رشد و پوشش گیاهی، می‌توان به توانایی کود دامی در افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک نیز مرتبط دانست (بوتلر^۴ و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین دیگر محققان نیز افزایش رطوبت خاک بر اثر کاربرد کود دامی را گزارش کرده‌اند (تسدال و اودس، ۱۹۸۲؛ وانگ و یانگ، ۲۰۰۲؛ کیلیک و همکاران، ۲۰۰۴؛ سلطانی و فرجی، ۱۳۸۶).

صفات مورد مطالعه

رطوبت قابل دسترس گیاه در انتهای دوره تنش، با تهیه نمونه‌هایی از عمق ناحیه ریشه (صفر تا ۳۰ سانتی‌متر) هر کرت و قرار دادن نمونه‌ها در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد آون به مدت ۷۲ ساعت مطابق رابطه یک محاسبه گردید (هال^۱، ۲۰۰۱).

رابطه [۱] - وزن خاک مرطوب (گرم) = رطوبت وزنی خاک (%). $100 \times \frac{\text{وزن خاک خشک (گرم)}}{\text{وزن خاک خشک (گرم)}}$ همچنین به منظور تعیین محتوی نسبی آب برگ، قطعه‌ای از برگ پرچم بوته‌های نشان‌دار شده برداشت و پس از توزین و خشک کردن آن در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد آون به مدت ۴۸ ساعت از رابطه دو محاسبه گردید (سیلوا^۲ و همکاران، ۱۹۹۶؛ سلطانی و فرجی، ۱۳۸۶).

رابطه [۲] $100 \times \frac{\text{وزن خشک (وزن تر)}}$ = محتوی نسبی آب برگ $100 \times (\text{وزن خشک} - \text{وزن اشباع})$

برای تعیین سطح برگ ذرت پس از انتخاب دو بوته نشان‌دار در مرحله برداشت طول برگ و پهن‌ترین قسمت عرض هر برگ اندازه‌گیری و سپس مساحت برگ‌ها از طریق رابطه سه محاسبه گردید (مجیدیان و غدیری، ۱۳۸۱).

رابطه [۳] $3 \times \text{طول برگ (سانتی‌متر)} = \text{مساحت برگ (سانتی‌متر مربع)}$ $0.75 \times \text{بزرگ‌ترین عرض برگ (سانتی‌متر)}$ سپس شاخص سطح برگ از نسبت سطح برگ هر بوته به سطح زمین که توسط آن اشغال شده بود محاسبه گردید.

برای اندازه‌گیری وزن تر علوفه و اجزای آن، در مرحله ۱/۲ خط شیری دانه (بل^۳ و همکاران، ۱۹۹۷). که مصادف با دوم مهر ماه بود، بوته‌های مساحت چهار مترمربع هر کرت را با رعایت حاشیه از ارتفاع سه تا چهار سانتی‌متری سطح خاک قطع شدند، سپس کل وزن اندام‌های هوایی آن‌ها با استفاده از ترازو توزین شد. برای تجزیه و تحلیل، مقادیر به‌دست آمده به کیلوگرم در هکتار تبدیل شدند.

تجزیه آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزارهای SAS و MSTAT-C استفاده گردید. مقایسه میانگین تیمارهای

1. Hall
2. Silva et al.
3. Bal et al.

4. Butler et al.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1: Physical and chemical properties of the experimental filed soil

K	P	pH	ECe3	Total N2	OC1	کربنات کلسیم معادل (CaCO3)	بافت (Texture)	شن (Sand)	سیلت (Silt)	رس (Clay)
(mg/ kg-1)			(dS/m-		(%)			(%)	(%)	
278	25.8	7.1	0.48	0.06	0.48	33.5	لومی رسی	24	40	36

۱- کربن آلی (Organic carbon)، ۲- نیتروژن کل (Total nitrogen)، ۳- هدایت الکتریکی (Electrical conductivity)

جدول ۲: خصوصیات شیمیایی کود مرغی و گاوی مورد استفاده در آزمایش

Table 2: Chemical properties of the poultry and cattle manure used in the experiment

C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	OC	N Total	EC	نوع کود (Manure type)
		(%)			(dS m ⁻¹)	
12.2	2.4	1.3	36.6	3	12.70	کود مرغی (Poultry manure)
20.5	0.23	1.1	20.1	0.98	7.32	کود گاوی (Cattle manure)

جدول ۳: تجزیه واریانس اثرات آبیاری و کودهای نیتروژن دار بر خصوصیات ذرت علوفه‌ای
Table 3: Analysis of variance for irrigation and N amendments effects on characteristics of forage maize

میانگین مربعات Mean of squares										
عملکرد علوفه تر Fresh forage yield	نسبت وزن برگ به ساقه Leaf weight /stem weight	وزن تر بلال Fresh ear weights	وزن تر ساقه Fresh stem weight	وزن تر برگ Fresh leaf weight	شاخص سطح برگ Leaf area index	ارتفاع بوته Plant height	محتوی رطوبت نسبی برگ دو هفته پس از ظهور گل تاجی Leaf relative water content after two weeks of silking	محتوی رطوبت خاک دو هفته پس از ظهور گل تاجی Soil moisture after two weeks of silking	درجه آزادی df	منابع تغییر S.O.V
18.1**	2.3 ^{ns}	322083 ^{ns}	1231132 ^{ns}	152302 ^{ns}	0.04 ^{ns}	167.8 ^{ns}	29.3 ^{ns}	1.2 ^{ns}	3	بلوک (Block)
161.7**	98.9*	69639 ^{ns}	1435652 ^{ns}	302 ^{ns}	0.22 ^{ns}	319.2 ^{ns}	186.7*	31.2*	1	آبیاری (Irrigation)
0.1	3.5	97144	489806	78726	0.09	104.5	14.8	2.5	3	خطای a (Error a)
1167.5**	177.9**	2193375**	5384652**	959543**	15.46**	1911.9**	108.4**	6.01*	4	کود نیتروژن دار (N amendment)
32.1**	42.6 ^{ns}	184285 ^{ns}	441573 ^{ns}	18819 ^{ns}	1.62**	8.8 ^{ns}	5.6 ^{ns}	2.5 ^{ns}	4	آبیاری × کود نیتروژن دار (Irrigation × N amendment)
4.3	17.67	117713	405022	46754	0.14	106.4	14.3	2	24	خطای b (Error b)

* p<0.05; ** p<0.01; ns, non-significant.

ns, * و ** به ترتیب نشانگر غیرمعنی دار بودن و معنی دار بودن در سطح ۰.۵٪ و ۰.۱٪ می باشد.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات آبیاری و کودهای نیتروژن دار بر خصوصیات ذرت علوفه‌ای

Table 4: Means comparison for irrigation and N amendments effects on characteristics of forage maize

تیمارها Treatments	محتوی رطوبت خاک دو هفته پس از ظهور گل تاجی (%)	محتوی رطوبت نسبی برگ دو هفته پس از ظهور گل تاجی (%)	ارتفاع بوته (متر)(سانتی)	شاخص سطح برگ	وزن تر برگ (گرم بر متر مربع)	وزن تر ساقه (گرم بر مترمربع)	وزن تر بلال (گرم بر مترمربع)	نسبت وزن برگ به ساقه (%)	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار)
	Soil moisture after two weeks of silking (%)	Leaf relative water content after two weeks of silking in leaves (%)	Plant height (cm)	Leaf area index	Fresh leaf weight(g/m ²)	Fresh stem weight(g/ m ²)	Fresh ear weight(g /m ²)	Leaf weight /stem weight(%)	Fresh forage yield (Mg/ ha ⁻¹)
آبیاری (Irrigation)									
آبیاری کامل (Complete Irrigation)	10.03 ^a †	72.33 ^a	169.52 ^a	5.00 ^a	1204 ^a	3893 ^a	1872 ^a	30.8 ^b	52.25 ^a
قطع آب (Cut-off Irrigation)	8.27 ^b	68.01 ^b	163.87 ^a	4.85 ^a	1198 ^a	3514 ^a	1789 ^a	33.9 ^a	48.22 ^b
کود نیتروژن دار (N amendments)									
شاهد (Control)	10.16 ^a	74.94 ^a	146.06 ^c	2.51 ^c	659 ^c	2355 ^c	1000 ^d	28.1 ^b	30.58 ^d
کود مرغی (Poultry manure)	8.37 ^b	70.32 ^b	184.37 ^a	5.76 ^a	1603 ^a	4368 ^a	2000 ^{bc}	37.1 ^a	60.36 ^a
کود گاوی (Cattle manure)	9.46 ^{ab}	70.75 ^b	159.62 ^b	5.16 ^b	1139 ^b	4118 ^{ab}	2088 ^{ab}	27.9 ^b	52.57 ^b
کود اوره (Urea fertilizer)	9.03 ^{ab}	64.59 ^c	164.06 ^b	5.24 ^b	1315 ^b	3505 ^b	1694 ^c	37.7 ^a	48.20 ^c
کود گاوی + اوره (Cattle manure+ Urea fertilizer)	8.73 ^{ab}	70.22 ^b	179.37 ^a	5.95 ^a	1290 ^b	4172 ^a	2372 ^a	31.2 ^b	59.47 ^a

† در هر تیمار میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون LSD دارای تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

† Treatment means followed by the different letters were not significantly different (LSD test; ≤0.05).

رطوبت نسبی برگ

پژوهشگران دیگر نیز تطابق دارد (بوساری^۴ و همکاران، 2008؛ رحمان^۵ و همکاران، 2008؛ فرهاد^۶ و همکاران، 2009).

شاخص سطح برگ

اثر متقابل تیمار آبیاری و کودی بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). به طوری که در هر دو محیط آبیاری تفاوت معنی داری در بین تیمارهای کودی به استثنای کود گاوی و تلفیقی مشاهده نشد (شکل ۱). کاهش شاخص سطح برگ تیمار کود گاوی در اثر قطع آب را می توان به میزان افزایش درصد برگ ریزی این تیمار در شرایط تنش رطوبتی و احتمالاً کاهش دسترسی گیاه به نیتروژن به علت سرعت کند معدنی شدن نیتروژن این کود نسبت به سایر تیمارهای کودی نسبت داد. در آزمایش بنیت^۷ و همکاران (1986) با دو تیمار کودی نیتروژن و دو رژیم آبیاری (آبیاری کامل و ۱۰ روز تنش خشکی قبل از ۵۰ درصد کاکل - دهی) نیز گزارش شده است که در شرایط آبیاری کامل شاخص سطح برگ بوته های ذرت با نیتروژن زیاد و کم به ترتیب ۴/۱ و ۳/۲ بود.

وزن تر برگ، ساقه و بلال

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که آبیاری تأثیر معنی داری بر وزن تر برگ، وزن تر ساقه و وزن تر بلال نداشت با این حال اثر نوع کود بر این صفات در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). بررسی میانگین وزن تر برگ، ساقه و بلال حاکی از آن است که در محیط قطع آب این صفات از نظر عددی کاهش یافته اند ولی اختلاف معنی دار با محیط آبیاری کامل نداشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین نوع کود مصرفی بیانگر این است که تیمار شاهد به دلیل کمبود عناصر غذایی دارای حداقل وزن تر برگ، ساقه و بلال بود و سنگین ترین بلال ها نیز در تیمار تلفیقی به دست آمد (جدول ۴). با توجه به اینکه زمان شکل گیری برگ، ساقه و بلال متوالی است، بررسی میانگین این سه صفت طی دوره رشد مبین کاهش روند اثرگذاری تیمار شاهد و دوره و افزایش روند اثرگذاری تیمارهای با منشاء آلی است. این نتیجه علاوه بر هماهنگی کامل با روند معدنی شدن نیتروژن با گزارش

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تنش رطوبتی در پایان دوره تنش منجر به کاهش معنی دار رطوبت نسبی برگ گردید (جدول ۳). به طوری که در محیط قطع آب رطوبت نسبی برگ به میزان شش درصد کمتر محیط آبیاری کامل بود که این کاهش را می توان با کاهش درصد آب خاک مرتبط دانست (جدول ۴). برخی پژوهشگران کاهش رطوبت نسبی برگ ذرت در شرایط تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی و زایشی را به ترتیب ۱۷/۵۷ و ۱۶/۲۶ درصد گزارش کردند (گوبیس^۱ و همکاران، 2007؛ منصورفر^۲ و همکاران، 2010). همچنین نیسانی نیز دریافت که در تیمار قطع آب در زمان ظهور گل تاجی محتوای رطوبت نسبی برگ در مرحله اتمام تنش خشکی حدود ۶/۴ درصد کمتر از تیمار آبیاری مطلوب بود. اثر نوع کود نیز بر رطوبت نسبی برگ دو هفته بعد از ظهور گل تاجی نیز بسیار معنی دار بود (جدول ۳). کمترین رطوبت نسبی برگ در مرحله دو هفته پس از ظهور گل تاجی به تیمار کود اوره اختصاص داشت. این در حالی است که در مرحله مذکور تیمار شاهد دارای بالاترین رطوبت نسبی برگ بود که به دلیل داشتن بیشترین رطوبت نسبی خاک و کمترین سطح تبخیر و تعرق می باشد (جدول ۴). نیسانی (۱۳۸۹) نیز نشان داد که در زمان دو هفته بعد از ظهور گل تاجی مصادف با پایان دوره تنش بالاترین و کمترین رطوبت نسبی برگ به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و تیمار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره بود.

ارتفاع بوته

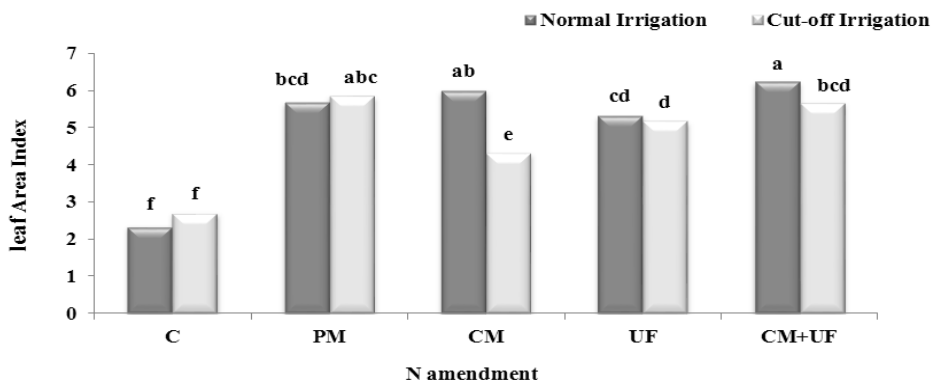
عدم تفاوت معنی دار ارتفاع بوته (از اولین گره سطح خاک تا یقه برگ پرچم) تحت تأثیر تنش را می توان به زمان اعمال تنش نسبت داد که بعد از تشکیل این صفت بوده است (جدول ۳). با این وجود ارتفاع بوته های گیاه ذرت به طور معنی داری تحت تأثیر نوع کود قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین ها حاکی از آن است که بیشترین ارتفاع در تیمار کود مرغی و بعد از آن تلفیق کود گاوی + کود اوره حاصل شد که از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۴) که به دلیل بیشترین میزان نیتروژن آزاد شده این دو تیمار نسبت به سایر تیمارها در مراحل اولیه رشد می باشد (علیزاده^۳ و همکاران، 2012). این نتیجه علاوه بر هماهنگی کامل با روند معدنی شدن نیتروژن با یافته های

4. Busari et al.
5. Rehman et al.
6. Farhad et al.
7. Bennett et al.

1. Gubiset et al.
2. Mansuri-Far et al.
3. Alizadeh et al.

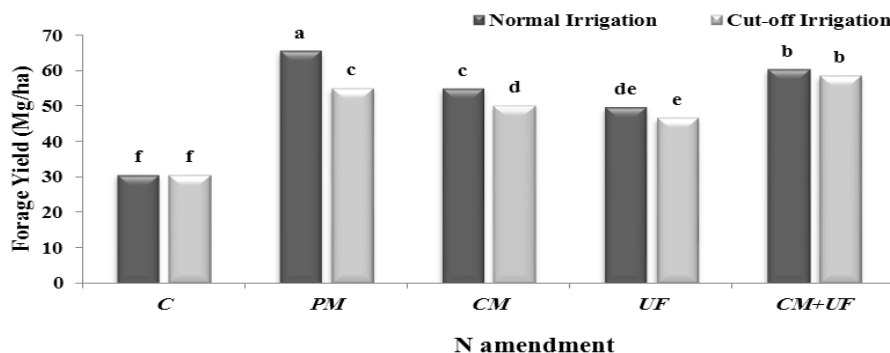
بلال ذرت را با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود مرعی گزارش نمودند.

فلاح و همکاران (۱۳۸۶) مبنی بر افزایش نقش آزدسازی عناصر غذایی کود مرعی در مراحل انتهایی رشد نیز تطابق دارد. همچنین نیسانی (۱۳۸۹) بیشترین وزن تر برگ، ساقه و



شکل ۱: اثر متقابل آبیاری با کودهای نیتروژن دار بر شاخص سطح برگ ذرت علوفه‌ای. C، PM، CM، UF و CM+UF به ترتیب بیانگر شاهد، کود مرعی، کود گاو، کود اوره و کود گاو+کود اوره می‌باشند. میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون LSD دارای تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

Fig 1: Interaction of irrigation whit N amendments for leaf area index of forage maize. C: Control; PM: Poultry Manure; CM: Cattle Manure; UF: Urea Fertilizer; CM+UF: Cattle Manure+Urea Fertilizer. Means followed by the different letter were not significantly different (LSD test; ≤ 0.05)



شکل ۲: اثر متقابل آبیاری با کودهای نیتروژن دار بر عملکرد ذرت علوفه‌ای. C، PM، CM، UF و CM+UF به ترتیب بیانگر شاهد، کود مرعی، کود گاو، کود اوره و کود گاو+کود اوره می‌باشند. میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون LSD دارای تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

Fig 2: Interaction of irrigation whit N amendments for yield of forage maize. C: Control; PM: Poultry Manure; CM: Cattle Manure; UF: Urea Fertilizer; CM+UF: Cattle Manure +Urea Fertilizer. Means followed by the different letter were not significantly different (LSD test; ≤ 0.05).

نسبت وزن برگ به ساقه

تأثیر آبیاری و کوددهی بر نسبت وزن برگ به ساقه به- ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی دار بود ولی اثرات متقابل این عوامل بر صفت مذکور معنی دار نبود (جدول ۳). میانگین نسبت وزن برگ به ساقه در محیط قطع آب حدود ۳ درصد بیشتر از تیمار آبیاری کامل بود (جدول ۴). با توجه به زمان اعمال تنش که برگ‌ها تشکیل شده بودند کاهش وزن تر برگ‌ها و ساقه در محیط تنش نسبت به آبیاری کامل به ترتیب حدود ۰/۵ و ۹/۷ درصد بود. بنابراین، کاهش زیاد وزن تر ساقه در محیط تنش احتمالاً به دلیل نقش انتقال مجدد مواد آن به دانه بوده است (لک و همکاران، ۱۳۸۶). همین امر به همراه تأمین آب بعد از قطع تنش موجب شده است که اختلاف وزن بلال در دو محیط کم و در حدود ۴/۵ درصد باشد.

عملکرد علوفه

نتیجه تجزیه واریانس حاکی از آن است که عملکرد علوفه تحت تأثیر اثر متقابل کود و آبیاری قرار گرفت (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 کامل و قطع آب اختلاف قابل ملاحظه‌ای وجود نداشت (جدول ۴)، تنش خشکی در محیط استفاده از کود اوره نیز باعث کاهش عملکرد علوفه گردید ولی این کاهش معنی دار نبود (شکل ۳). میزان علوفه تولیدی با مصرف کود مرغی و گاوی تحت شرایط تنش رطوبتی نسبت به آبیاری کامل به طور معنی داری کاهش یافت. با آزادسازی نیتروژن از منبع کود مرغی و در نتیجه دسترسی گیاه به آن در شرایط آبیاری، کامل تولید علوفه به حداکثر رسید و محدودیت رطوبت باعث کاهش معنی دار عملکرد نسبت به حداکثر عملکرد در شرایط رطوبت کامل شد. در مطالعه‌ای تحت شرایط تنش رطوبتی بیشترین عملکرد علوفه از تیمار ۱۳۸ کیلوگرم کود شیمیایی + ۷/۵ تن کود دامی به دست آمد، همچنین نشان داده شد که کاربرد کود نیتروژن به خصوص صورت تلفیقی می‌تواند مقابله با تنش رطوبتی را در گیاه ذرت افزایش دهد (مجیدیان و همکاران، ۱۳۸۷). استفاده از کود مرغی یا تلفیق کود گاوی+ اوره حتی در شرایط تنش خشکی دارای تولید بیشتری در مقایسه با کود اوره بود (شکل ۲). بنابراین می‌توان با این دو تیمار هم پتانسیل تولید را افزایش داد و هم اثر تنش خشکی را تعدیل نمود.

نتیجه گیری

به طور کلی در این مطالعه، محتوی رطوبت خاک و رطوبت نسبی برگ ذرت تحت تأثیر قطع آب در مرحله گلدهی قرار گرفت، محدودیت رطوبت بر رشد و اجزای مختلف علوفه ذرت، باعث افت عملکرد در شرایط استفاده از کود مرغی و گاوی گردید ولی در شرایط استفاده از کود اوره تنها و یا تلفیق کود اوره با کود گاوی اثر معنی داری وجود نداشت. بنابراین، استفاده از کود مرغی برای محیط‌های بدون تنش و تلفیق کود گاوی با اوره برای محیط‌های با ریسک تنش کم‌آبی جهت دستیابی به علوفه مطلوب ذرت و کاهش نیاز به کود اوره توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مساعدت مالی دانشگاه شهرکرد، همکاری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد و همچنین همکاری آقای مهندس مجید فرزاد در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- پرویزی، ی. و نباتی، ع. ۱۳۸۳. تأثیر دور آبیاری و کود دامی بر کارایی مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای. مجله پژوهش و سازندگی، ۶۳: ۲۱ تا ۲۹.
- سازمان جهاد کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری. ۱۳۸۵. <http://chb-agri-jahad.ir>.
- سازمان جهاد کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری. ۱۳۸۹. <http://chb-agri-jahad.ir>.
- سلطانی، ا. و فرجی، ا. ۱۳۸۶. رابطه آب، خاک و گیاه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۶ص.
- فلاح، س.، قلاوند، ا. و خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۸۶. تأثیر نحوه اختلاط کود دامی با خاک و تلفیق آن با کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays L.*) در خرم آباد لرستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۱، شماره ۴۰: ۲۴۳-۲۳۳.
- کوچکی، ع. و سرمندیا، غ. ۱۳۷۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ ص.
- 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 آب‌وهوایی خوزستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۱، شماره ۴۲: ۱۴-۱.
- مجیدیان، م. و غدیری، ح. ۱۳۸۱. تأثیر تنش رطوبت و مقادیر مختلف کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد، بازده استفاده از آب و برخی ویژگی‌های بیولوژیک گیاه ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۳، شماره ۳: ۵۳۳-۵۲۱.
- مجیدیان، م.، قلاوند، ا.، کامکارحقیقی، ع. و کریمیان، ن. ۱۳۸۷. تأثیر تنش رطوبت، کود شیمیایی نیتروژنه، کود دامی و تلفیقی از کود نیتروژن و کود دامی بر عملکرد، اجزای عملکرد و راندمان استفاده از آب ذرت سینگل کراس ۷۰۴. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۲، شماره ۴۵: ۴۳۲-۴۱۷.
- مجیدیان، م.، قلاوند، ا.، کامکار حقیقی، ع. و کریمیان، ن. ۱۳۸۷. استفاده از کود دامی و تأثیر آن در کاهش تنش خشکی، کمیت و کیفیت گیاه ذرت. سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی، اصفهان.
- نیسانی، س. ۱۳۸۹. تأثیر مقادیر مختلف کودهای مرعی و اوره بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت علوفه‌ای تحت شرایط تنش خشکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
- Alizadeh, P., Fallah, S. and Raiesi, F. 2012. Potential N mineralization and availability to irrigated maize in a calcareous soil amended with organic manures and urea under field conditions. *International Journal of Plant Production*, 6: 1735-6814.
- Bal, M. A., Coors, J. G. and Shaver, R. D. 1997. Impact of a maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 80: 2497-2503.
- Bennett, J. M., Jones, J. W., Zur, B. and Hammond, L. C. 1986. Interaction effect of nitrogen and water stress on water relations of field-grown corn leaves. *Agronomy Journal*, 78: 273-280.
- Busari, M. A., Salako, F. K. and Adetunji, M. T. 2008. Soil chemical properties and maize yield after application of organic and inorganic amendments to an acidic soil in Southwestern Nigeria. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6: 691-699.
- Butler, T., Han, K., Muire, J., Windorf, D. and Lastly, L. 2008. Dairy manure compost effects on corn silage production and soil properties. *Agronomy Journal*, 100: 1541-1545.
- Celik, I., Otraz, I. and Kilic, S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of Chromoxerert soil. *Soil and Tillage Research*, 78: 56-67.
- Farhad, W., Saleem, M. F., Cheema, M. A. and Hammad, H. M. 2009. Effect of poultry manure levels on the productivity of spring maize (*Zea mays L.*). *Journal of Animal & Plant Science*, 19: 122-125.
- Gubis, J., Wankova, R., Cervana, V., Dragunova, M., Hudcovicova, M., Lichtnerova, H., Dokupil, T. and Jurekova, Z. 2007. Transformed tobacco plants with increased tolerance to drought. *South African Journal of Botany*, 73: 505-511.
- Hall, A. E. 2001. *Crop responses to environment*, CRC Press LLC. p. 232.
- Huang, R., Birch, C. J. and George, D. L. 2006. Water use efficiency in maize production the challenge and improvement strategies. *Maize Association of Australia 6th Triennial Conference*.
- Kun, L., Shiraiwa, T., Saitoh, K. and Horie, T. 2002. Water use and growth of maize under water stress on the soil after long-term applications of chemical and or organic fertilizers. *Plant Production Science*. 5: 58-64.
- Lauer, J. G., Coors, J. G. and Flannery, P. L. 2001. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different ears. *Crop Science*, 41: 1449-1455.

- Mansuri-Far, C., Modarres Sanavy, S. A. M. and Saberli, S. F. 2010. Maize yield response to deficit irrigation during low-sensitive growth stage and nitrogen rate under semi-arid climatic conditions. *Agricultural Water Management*, 97: 12-22.
- Oad, F. C., Buriro, U. A. and Agha, S. K. 2004. Effect of organic and inorganic fertilizer application on maize fodder production. *Asian Journal of Plant Science*, 3: 375-377.
- Rehman, S., Alias Haji, M. A., Bukhsh, A. and Ishaque, M. 2008. Comparative performance and profitability of two corn hybrid with organic and inorganic fertilizers. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 45: 8-12.
- Silva, M., Purcell, L. C. and King, C. A. 1996. Soybean petiole ureide response to water deficits and decreased transpiration. *Crop Science*, 36: 611-616.
- Tisdall, J. M. and Oades, J. M. 1982. Organic matter and water stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 33: 63-141.
- Vanlauw, B., Aihou, K. and Aman, S. 2001. Maize yield as affected by organic inputs and urea in the west African moist Savana. *Agronomy Journal*, 3: 1191-1199.
- Wang, M. C. and Yang, C. H. 2002. Effect of paddy upland crop rotation with various fertilization of soil physical and chemical properties. Research paper. 17th World Congress of Soil Science. Thailand.

Effect of Cut-off Irrigation and Nitrogen Amendment on the Growth and Yield of Forage Maize

Alizadeh¹, P. and Fallah^{2*}, S.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of cut-off irrigation and N amendments (urea fertilizer, poultry manure, cattle manure, poultry manure + cattle manure as 1:1 ratio) on the growth and yield of forage maize. The experiment was conducted as split-split plot treatment arrangement with four replications. Main plots consisted of two irrigation regimes (complete irrigation and cut-off irrigation at silking stage for two weeks) and sub-plots were control (without N amendment) and application of 200 kg N ha⁻¹ in the form of urea fertilizer, poultry manure, cattle manure, and cattle manure + urea fertilizer (1:1). Results indicated that cut-off irrigation had a significant effect on soil moisture, leaf relative water content, leaf weight /stem weight and fresh forage yield, while soil moisture, leaf relative water content, plant height, leaf area index, fresh leaf weight, fresh stem weight, fresh ear weight, leaf weight /stem weight and fresh forage yield were significantly affected by N amendments. Irrigation and N amendment had significant interaction effects for leaf area index and fresh forage yield. The highest fresh forage yield, equal to 60 Mg ha⁻¹, was recorded for normal irrigation and treated soil with solitary poultry manure, without significant differences with urea fertilizer + cattle manure. In general, solitary application of poultry manure or integration of urea fertilizer with cattle manure achieved the highest yield under normal irrigation and drought stress conditions in comparison to solitary application of urea fertilizer.

Keywords: Drought stress, Forage yield, Animal manure, Integrated fertilizer

1. Former MSc. Student of Agroecology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord
2. Associate Professor of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord
*: Corresponding Author Email: falah1357@yahoo.com