

تأثیر نیتروژن و زمان برداشت بر کارایی مصرف کود و عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای

روشن جعفری بیله‌سوار^۱، رئوف سید شریفی^{۲*} و علی اکبر ایمانی^۳

(E-mail: raouf_ssharifi@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۸/۰۸ و تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۷/۱۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر نیتروژن و زمان‌های مختلف برداشت بر عملکرد سورگوم، آزمایشی در سال ۱۳۸۹ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل انجام شد. فاکتورها شامل سطوح مختلف کود نیتروژن از منبع اوره در چهار سطح (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) و زمان‌های مختلف برداشت علوفه در سه سطح شروع گلدهی، دو و چهار هفته بعد از گلدهی بودند. نتایج نشان دادند که بیشترین عملکرد علوفه در کرت‌هایی برآورد گردید که ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در چهار هفته بعد از گلدهی استفاده شده بود و کمترین آن در حالت شروع گلدهی و بدون مصرف کود نیتروژن برآورد گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان کارایی مصرف کود در به‌کارگیری ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در چهار هفته بعد از گلدهی و کمترین مقدار آن در حالت شروع گلدهی با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن برآورد گردید. بیشترین مقدار پروتئین ساقه و برگ در بالاترین مقادیر از مصرف کود نیتروژن برآورد گردید. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، به منظور افزایش عملکرد علوفه سورگوم در شرایط اقلیمی منطقه مورد بررسی، توصیه می‌شود برداشت در مرحله چهار هفته بعد از شروع گلدهی با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار انجام شود، اما چنانکه بهبود کارایی مصرف کود مدنظر باشد، ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در چهار هفته بعد از گلدهی پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: زمان برداشت، سورگوم، عملکرد علوفه، کارایی مصرف کود، کود نیتروژن

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه، میانه - ایران

۲ - دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل - ایران (نویسنده مسئول مکاتبات *)

۳ - استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل، اردبیل - ایران

مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت و عدم توانایی مراتع در برآورد نیاز غذایی دام‌ها موجب شده است که به کشت گیاهان علوفه‌ای بیش از پیش توجه گردد. در این راستا، سورگوم با دارا بودن ویژگی‌هایی از جمله عملکرد بالا در واحد سطح، قدرت پنجه‌زنی زیاد، رشد بسیار سریع و ارزش غذایی مناسب از اهمیت قابل توجهی برخوردار است و توسعه کشت آن به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک می‌تواند در تأمین قسمتی از نیاز علوفه‌ای کشور مؤثر باشد (۲ و ۶). نیتروژن به دلیل وظایف متعدد و بااهمیتی که در فرآیندهای حیاتی گیاه انجام می‌دهد، عنصری است که کمبود آن بیش از سایر عناصر، تولید گیاهان زراعی را محدود می‌کند. باتوجه به اینکه بخش عمده‌ای از کشور در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته، مقدار مواد آلی خاک‌های آن پایین است و اغلب گیاهان کاشته شده در این مناطق، دچار کمبود نیتروژن هستند، این مشکل باید با استفاده از کودهای نیتروژنی برطرف شود. عملکرد سورگوم و ویژگی‌های فیزیولوژیکی آن به نحو چشم‌گیری تحت تأثیر کود نیتروژنه قرار می‌گیرد و به‌کارگیری کود نیتروژنه به افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه منجر می‌شود (۵، ۲۱، ۲۵، ۳۴ و ۴۲). براساس برخی آزمایش‌ها مصرف ۴۵۰ کیلوگرم نترات آمونیم در هکتار، عملکرد علوفه را ۲/۵ تن در هکتار نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (۴۹). نتایج برخی بررسی‌ها در مورد تأثیر نیتروژن بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای با برداشت‌های مختلف نشان داد که در شرایط یک بار برداشت، بیوماس به طور معنی‌داری تا کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت (۳۸). گزارش‌های متعددی حاکی از آن است که بیوماس سورگوم علوفه‌ای به کاربرد نیتروژن واکنش مثبت نشان می‌دهد (۵ و ۱۰). نتایج برخی تحقیقات نشان داد که با مصرف نیتروژن، ارتفاع گیاه، عملکرد علوفه تر و خشک در هکتار و محتوای پروتئین افزایش یافت (۶، ۹، ۲۷، ۲۸، ۳۵ و ۳۶). گزارشات متعدد حاکی از آن است که بین عملکرد ماده خشک و نسبت برگ به ساقه یک رابطه منفی برقرار است و با تأخیر در برداشت، نسبت برگ به ساقه کاهش پیدا می‌کند (۱۲ و ۴۹).

زمان برداشت در بهبود عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای از اهمیت زیادی برخوردار است و این زمان روی عوامل زیادی از جمله کیفیت علوفه، مقدار تولید و میزان اسید پروسیک علوفه اثر می‌گذارد (۱، ۱۵ و ۴۶). زمان برداشت بر نسبت اجزای عملکرد مؤثر است. هرقدر فواصل برداشت کوتاه‌تر باشد، نسبت برگ به ساقه بیشتر و در مجموع کیفیت علوفه بهتر خواهد شد (۱۰، ۳۱ و ۴۷). مقادیر نیتروژن و زمان مناسب برداشت بر کمیت و کیفیت علوفه تولیدی مؤثر است (۷ و ۴۰). با تأخیر در زمان برداشت درصد اجزای گیاهی تغییر می‌کند، به طوری که درصد وزن ساقه از کل عملکرد ماده خشک ۲۰ درصد افزایش و درصد برگ ۴۴ درصد کاهش می‌یابد (۱۹ و ۴۷). در آزمایش دیگری گزارش گردید که با افزایش سن گیاه، سهم برگ در عملکرد از ۴۷ درصد به ۲۶ درصد کاهش پیدا می‌کند (۴۸). زمان برداشت در هر گیاه علوفه‌ای عامل مؤثر در کیفیت علوفه تولیدی محسوب می‌شود و چنانکه در شروع گلدهی برداشت صورت گیرد، کیفیت علوفه تولیدی افزایش خواهد یافت (۱۲، ۱۵ و ۴۸). طبق گزارش‌های موجود، هرقدر برداشت در سورگوم علوفه‌ای دیرتر انجام گیرد، درصد پروتئین خام محتوی علوفه کاهش می‌یابد (۴۴). نتایج دیگر بررسی‌ها نشان داد افزایش مقادیر مختلف کود نیتروژنه مقدار پروتئین را در سورگوم علوفه‌ای افزایش می‌دهد (۸ و ۲۲). برخی معتقدند حداقل درصد پروتئین مورد قبول در گیاهان علوفه‌ای هفت درصد می‌باشد و اگر از این مقدار کمتر باشد، جذب توسط دام‌ها به شدت کاهش می‌یابد (۳۲). به منظور توصیه بهینه کود، لازم است کارایی مصرف کود مورد ارزیابی قرار گیرد. کارایی مصرف کود به عوامل زیادی از جمله نوع و مقدار کود مصرفی بستگی دارد. بدیهی است که با مصرف عناصر غذایی براساس نیاز گیاه در طی دوره رشد، کارایی مصرف کود افزایش می‌یابد. معمولاً بالاترین کارایی مصرف کود در اولین واحدهای مصرف آن به دست می‌آید که به تدریج با مصرف مقادیر بیشتر کود، کمبود عناصر غذایی گیاه برطرف می‌گردد. از این مرحله به بعد، واکنش گیاه در برابر کود مصرفی کم شده و کارایی مصرف آن کاهش می‌یابد. متوسط کارایی استفاده از نیتروژن را در دنیا، برای

کم شده و کارایی مصرف آن کاهش می‌یابد (۱۸). در واقع کارایی مصرف کود شاخصی جهت ارزیابی میزان مؤثر بودن مصرف عناصر غذایی یا کودها برای تولید محصول می‌باشند که به صورت مقدار ماده خشک تولید شده به ازای هر واحد از عناصر غذایی یا کود مصرف یا جذب شده است (۱۴ و ۳۶). از آنجایی که مطالعاتی در این زمینه در منطقه اردبیل صورت نگرفته است، هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر نیتروژن و زمان برداشت بر کارایی مصرف کود و عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی اردبیل بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۹ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل با مختصات جغرافیایی ۴۸° و ۲۰° طول شرقی و ۳۸° و ۱۵° عرض شمالی با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول (۱) آورده شده است.

غلظت ۳۳ درصد ذکر کرده‌اند که این میزان برای کشورهای در حال توسعه و پیشرفته به ترتیب ۲۹ و ۴۲ درصد می‌باشد (۳۹). کمی کارایی نیتروژن به دلیل هدررفت آن از طریق نیترات‌زدایی، آبشویی و تصعید آمونیوم می‌باشد. این هدررفت نه تنها منجر به کاهش کارایی استفاده از نیتروژن می‌گردد، بلکه در درازمدت اثرات مخربی بر روی محیط زیست و سلامتی انسان دارد و از دیدگاه اقتصادی لازم است این کارایی افزایش یابد. استفاده از ارقام با کارایی بالا در استفاده از نیتروژن، رعایت تناوب زراعی صحیح، توصیه دقیق کودی با توجه به نیاز گیاه، مصرف به موقع کودها از لحاظ زمان و تقسیم با توجه به مراحل رشد گیاه، شکل و نوع کود و شیوه کاربرد آن از جمله راه‌های افزایش کارایی استفاده از نیتروژن می‌باشند (۱۴). معمولاً بالاترین کارایی مصرف کود در اولین واحدهای مصرف آن به دست می‌آید. به تدریج با مصرف مقادیر بیشتر کود، کمبود عناصر غذایی گیاه برطرف می‌شود (۲۳). از این مرحله به بعد، واکنش گیاه در برابر کود مصرفی

جدول ۱ - تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک			پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	نیتروژن کل (%)	کربن آلی (%)	pH	هدایت الکتریکی (EC × 10 ³)
رس	سیلت	شن						
۵	۵۲	۴۳	۳۲۶/۵	۵۸/۳	۰/۱	۱	۸/۲	۱/۵

۶۰ سانتی‌متر و با تراکم ۱۰ بوته در مترمربع بود. رقم مورد استفاده 'اسپیدفید' بود که از شرکت خدمات حمایتی کشاورزی اردبیل تهیه گردید. فاصله هر واحد آزمایشی از یکدیگر با یک پشته یا ردیف نکاشت و فاصله تکرارها از همدیگر ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. بذر مورد آزمایش پس از ضدعفونی به تعداد سه یا چهار عدد در هر کپه کشت شد و پس از استقرار و قبل از پنجه‌زنی (در مرحله سه تا چهاربرگی) نسبت به تنک کردن بوته‌ها اقدام شد. اولین آبیاری بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی در طول دوره رشد براساس شرایط محیطی و نیاز گیاه زراعی انجام شد. علف‌های هرز به روش دستی کنترل شد. کود نیتروژنه در سه

آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار روی سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل سطوح کود نیتروژنه (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره در کرت‌های اصلی و زمان برداشت در سه سطح (شروع گلدهی، دو و چهار هفته بعد از گلدهی) در کرت‌های فرعی بودند. زمین آزمایشی سال قبل به صورت آیش بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح بود که در مرحله بعدی نسبت به ایجاد جوی و پشته اقدام شد. کاشت به صورت جوی پشته‌ای بود. هر کرت فرعی شامل پنج ردیف کاشت به طول پنج متر با فاصله بین ردیفی

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و زمان‌های مختلف برداشت بر عملکرد علوفه و دیگر صفات مورد بررسی در سورگوم علوفه‌ای رقم 'اسپیدفید' در جدول‌های (۲) الی (۴) ارائه شده است.

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که این صفت تحت هر دو عامل مورد بررسی بسیار معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تأثیر زمان‌های مختلف برداشت بر ارتفاع بوته نشان داد که کمترین و بیشترین ارتفاع بوته به ترتیب به شروع گلدهی و دو تا چهار هفته بعد از گلدهی تعلق داشت (جدول ۳). به عبارت دیگر، ارتفاع بوته در دو هفته بعد از شروع گلدهی به حداکثر مقدار خود رسید و بعد از آن، با گذشت زمان تغییر چندانی نکرد. به نظر می‌رسد در شروع گلدهی چون گل‌ها هنوز به طور کامل ظاهر نشده‌اند، در نتیجه ارتفاع بوته در مقایسه با دو هفته بعد از گلدهی پایین‌تر است، اما بررسی ارتفاع بوته در دو و چهار هفته بعد از گلدهی نشان داد که ارتفاع بوته در این دو مرحله برداشت، اختلاف آماری معنی‌داری با همدیگر نداشتند. همچنین تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر ارتفاع بوته نشان داد که کمترین و بیشترین ارتفاع بوته به عدم مصرف و بالاترین سطح از کاربرد کود نیتروژن تعلق داشت (جدول ۲). به نظر می‌رسد افزایش مصرف نیتروژن منجر به طولانی شدن فاصله میانگره‌ها و در نهایت ارتفاع بوته می‌شود (۱۷). نتایج مشابهی نیز توسط دیگر محققان در سورگوم و ارزن گزارش شده است (۶ و ۲۹). نتایج برخی بررسی‌ها نیز حاکی از تأثیرگذاری کود نیتروژن بر ارتفاع بوته سورگوم است (۲۰). مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش زمان‌های مختلف برداشت در سطوح مختلف کود نیتروژنی نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۱۲۶ سانتی‌متر) در دو و چهار هفته بعد از گلدهی به همراه مصرف ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژنه و کمترین آن در شروع گلدهی و بدون مصرف کود نیتروژنه حاصل گردید (جدول ۴).

تقسیم مساوی در مراحل مختلف (۱/۳ همزمان با کشت، ۱/۳ به صورت سرک در مرحله شش تا هشت‌برگی و ۱/۳ قبل از گلدهی) مصرف گردید. به منظور اعمال زمان‌های مختلف برداشت، همزمان با ظهور اولین گل‌آذین در مزرعه، دو و چهار هفته بعد از گلدهی با حذف دو ردیف کناری و ۰/۵ متر از دو طرف خطوط اصلی کاشت به عنوان حاشیه، از سه ردیف اصلی هر کرت فرعی از سطحی معادل ۰/۵ مترمربع در هر سری برداشت گردید. علوفه تر هر کرت بلافاصله توزین و جهت تعیین عملکرد علوفه خشک آن یک نمونه یک کیلوگرمی به تصادف انتخاب شد. نمونه موردنظر در آزمایشگاه تا رسیدن به وزن ثابت در دمای 5 ± 70 درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت یا بیشتر (تا زمان تثبیت وزن خشک نهایی) خشک و سپس توزین گردید. به دنبال آن عملکرد علوفه خشک هر واحد آزمایشی محاسبه شد. یادداشت‌برداری‌های لازم روی صفات در مزرعه و آزمایشگاه شامل ارتفاع بوته و برآورد درصد سهم ساقه و برگ بود که به طور تصادفی از ردیف‌های قابل برداشت کرت‌ها انتخاب شدند. اندازه‌گیری نیتروژن جذب شده در برگ و ساقه سورگوم به روش کجلدال بود که شامل سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون بود. برای محاسبه درصد پروتئین برگ و ساقه، درصد نیتروژن موجود در برگ و ساقه به روش کجلدال به دست آمده بود، در عدد ثابت ۶/۲۵ ضرب گردید. کارایی مصرف کود به شرح زیر برآورد گردید (۱۸ و ۲۳):

$$E_e = (Y_{df} - Y_{ef})/F$$

(۱)

در این رابطه، E_e کارایی مصرف کود (کیلوگرم در کیلوگرم)، Y_{df} مقدار ماده خشک تولید شده توسط گیاهی که کود دریافت کرده است (کیلوگرم در هکتار)، Y_{ef} مقدار ماده خشک تولید شده توسط گیاهی که کود دریافت نکرده است (کیلوگرم در هکتار) و F مقدار کود یا عنصر غذایی مصرف شده (کیلوگرم در هکتار) می‌باشد. برای تجزیه و تحلیل آماری و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای SAS و Excel استفاده شد.

جدول ۲ - تجزیه واریانس تأثیر زمان‌های مختلف برداشت در سطوح کود نیتروژن بر بیوماس و برخی ویژگی‌های سورگوم

میانگین مربعات							منابع تغییرات
پروتئین ساقه	پروتئین برگ	عملکرد علوفه خشک	سهم ساقه	سهم برگ	ارتفاع بوته	درجه آزادی	
۰/۵**	۰/۳**	۱۹۵۲/۱**	۷۲**	۱۲۲**	۲۲۶/۱**	۲	تکرار
۴/۵**	۳/۸**	۲۲۴۷/۷**	۶/۲**	۶/۱**	۵۳۱/۱**	۳	نیتروژن
۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۸/۵	۰/۷	۰/۰۲	۸/۷	۶	اشتباه آزمایشی (۱)
۱۷/۱**	۱۷/۱**	۱۷۵۵/۸**	۵۱/۲**	۲۹/۶**	۲۱۱/۵**	۲	زمان‌های مختلف برداشت
۰/۰۸**	۰/۰۵**	۱۱۲۷/۱**	۲/۳**	۲/۲**	۱۲/۷**	۶	نیتروژن × زمان‌های مختلف برداشت
۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۱۷/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۸	۱۶	اشتباه آزمایشی (۲)

* و ** - به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳ - مقایسه میانگین اثرات اصلی زمان‌های مختلف برداشت و سطوح کود نیتروژن بر برخی ویژگی‌های سورگوم

کارایی مصرف کود (کیلوگرم بر کیلوگرم)	نسبت برگ به ساقه	پروتئین ساقه (%)	پروتئین برگ (%)	عملکرد		ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	سهم برگ (%)	سهم ساقه (%)	علوفه خشک (گرم بر متر مربع)
				پروتئین	سهم ساقه				
۱۲/۱ ^a	۲۷ ^b	۱۰/۸ ^a	۹/۳ ^b	۶۱۹/۵ ^a	۷۵/۵ ^a	۱۹/۷ ^c	۱۲۰/۵ ^a	۱۹/۷ ^c	چهار هفته بعد از گلدهی
۱۰/۱ ^b	۲۹ ^{ab}	۹/۲ ^{ab}	۹/۹ ^b	۶۲۰/۷ ^a	۷۲/۵ ^{ab}	۲۱/۴ ^b	۱۲۱/۹ ^a	۲۱/۴ ^b	دو هفته بعد از گلدهی
۹/۹ ^c	۳۲ ^a	۸/۵ ^b	۱۱/۱ ^a	۵۹۲/۵ ^b	۷۰/۱ ^b	۲۳/۱ ^a	۱۱۷/۸ ^b	۲۳/۱ ^a	شروع گلدهی
-	۲۶ ^c	۷/۱ ^c	۸/۸ ^{ab}	۵۵۰/۵ ^d	۶۷/۷ ^d	۱۸/۰ ^d	۱۱۱/۲ ^d	۱۸/۰ ^d	.
۱۱/۸ ^a	۲۷ ^c	۸/۶ ^b	۹/۷ ^b	۵۸۸/۷ ^c	۶۹/۵ ^c	۱۹/۱ ^c	۱۱۴/۵ ^c	۱۹/۱ ^c	سطوح کود نیتروژن
۹/۷ ^b	۳۲ ^b	۹/۵ ^b	۱۰/۸ ^b	۶۱۱/۷ ^b	۷۱/۷ ^b	۲۳/۱ ^b	۱۱۷/۷ ^b	۲۳/۱ ^b	(کیلوگرم در هکتار)
۸/۰ ^c	۳۴ ^a	۱۱/۰ ^a	۱۲/۵ ^a	۶۲۵/۵ ^a	۷۳/۵ ^a	۲۴/۸ ^a	۱۲۲/۵ ^a	۲۴/۸ ^a	۱۸۰

میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد (در آزمون LSD) با هم دارند.

جدول ۴ - مقایسه میانگین اثر زمان‌های مختلف برداشت و سطوح کود نیتروژنه بر برخی ویژگی‌های سورگوم

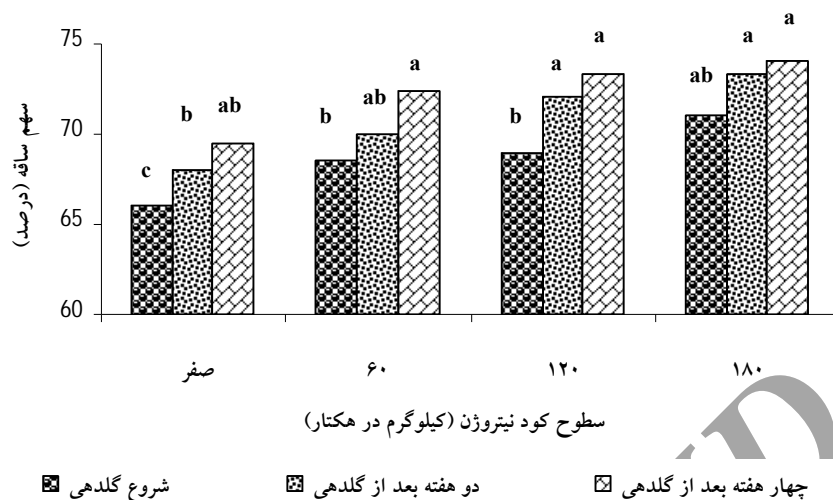
ارتفاع بوته		پروتئین ساقه		پروتئین برگ		برداشت			
(سانتی‌متر)		(/.)		(/.)					
۴ هفته	۲ هفته	۴ هفته	۲ هفته	۴ هفته	۲ هفته	۴ هفته	۲ هفته		
بعد از	بعد از	بعد از	بعد از	بعد از	بعد از	بعد از	بعد از		
گلدهی	گلدهی	گلدهی	گلدهی	گلدهی	گلدهی	گلدهی	گلدهی		
۱۱۵/۰ ^e	۱۱۴/۷ ^e	۱۱۲/۰ ^f	۸/۸ ^e	۷/۶ ^h	۷/۲ ⁱ	۶/۷ ⁱ	۷/۲ ^h	۷/۳ ^h	۰
۱۱۸/۰ ^c	۱۱۷/۶ ^e	۱۱۴/۵ ^e	۷/۷ ^h	۸/۵ ^f	۸/۳ ^g	۷/۸ ^g	۸/۳ ^f	۸/۶ ^e	۶۰
۱۲۱/۴ ^b	۱۲۱/۲ ^b	۱۱۶/۸ ^d	۱۰/۲ ^a	۹/۴ ^d	۸/۷ ^{ef}	۸/۲ ^f	۸/۷ ^e	۸/۹ ^d	۱۲۰
۱۲۴/۷ ^a	۱۲۴/۷ ^a	۱۲۱/۲ ^b	۱۰/۴ ^a	۱۰/۱ ^b	۹/۹ ^c	۹/۵ ^c	۹/۹ ^b	۱۰/۸ ^a	۱۸۰

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه نیستند، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد (در آزمون LSD) دارند.

سهم ساقه

تولید برگ‌ها می‌شود، درحالی‌که رشد ساقه‌ها همچنان ادامه می‌یابد و این امر منجر به افزایش سهم ساقه در عملکرد با گذشت زمان می‌گردد. همچنین با تأخیر در برداشت نسبت برگ به ساقه کاهش یافت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر برهمکنش زمان‌های مختلف برداشت در سطوح مختلف کود نیتروژنی نشان داد که بیشترین سهم ساقه در چهار هفته بعد از شروع گلدهی به همراه مصرف ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژنه و کمترین آن در شروع گلدهی و بدون مصرف کود نیتروژنه حاصل گردید (شکل ۱). روند تغییرات این صفت تحت تأثیر تیمارهای مورد بررسی مشابه روند تغییرات بیوماس علوفه‌ای بود. نتیجه برخی بررسی‌ها حاکی از آن است که بین درصد سهم ساقه و عملکرد علوفه خشک ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد که در این تحقیق نیز به دلیل همبستگی مثبت و معنی‌داری که بین سهم ساقه با عملکرد علوفه وجود داشت، ملاحظه گردید با بالا رفتن سهم ساقه عملکرد علوفه افزایش یافت (جدول ۵) (۴۵).

اثر زمان‌های مختلف برداشت و سطوح کود نیتروژنی بر سهم ساقه بسیار معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که با گذشت زمان از شروع گلدهی، سهم ساقه افزایش یافت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد این سهم از ۷۰/۱۱ درصد در شروع گلدهی تا ۷۵/۵ درصد در چهار هفته بعد از گلدهی در نوسان بود (جدول ۳). سهم ساقه با افزایش در به‌کارگیری مصرف کود نیتروژنه افزایش یافت (جدول ۳). محققان اظهار داشتند که با گذشت زمان یا به عبارتی با افزایش سن گیاه، درصد وزن ساقه از کل عملکرد ماده خشک افزایش می‌یابد (۴۸). گزارش شده است که با افزایش سن گیاه ذرت درصد اجزای گیاهی تغییری نمی‌کند (۴۷). گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که وارد شدن سورگوم علوفه‌ای از مرحله رشد رویشی به زایشی دلیل اصلی تغییر نسبت برگ به ساقه و افزایش سهم ساقه است (۱ و ۱۰). طبق این گزارش‌ها، ورود گیاه به مرحله رشد زایشی موجب توقف



شکل ۱ - مقایسه میانگین اثر برهمکنش نیتروژن در زمان‌های مختلف برداشت بر سهم ساقه سورگوم

جدول ۵ - ضرایب همبستگی ساده میان صفات مورد بررسی در سورگوم علوفه‌ای

بیوماس	ارتفاع بوته	سهم برگ	سهم ساقه	پروتئین ساقه	پروتئین برگ
بیوماس	-	-	-	-	-
ارتفاع بوته	۰/۹**	-	-	-	-
سهم برگ	۰/۷**	-۰/۷**	-	-	-
سهم ساقه	۰/۸**	۰/۹**	-۰/۵**	-	-
پروتئین ساقه	۰/۷ ^{ns}	۰/۷ ^{ns}	۰/۹ ^{ns}	۰/۵**	-
پروتئین برگ	۰/۸ ^{ns}	۰/۹ ^{ns}	۰/۶**	۰/۶*	-

^{ns}، * و ** - به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

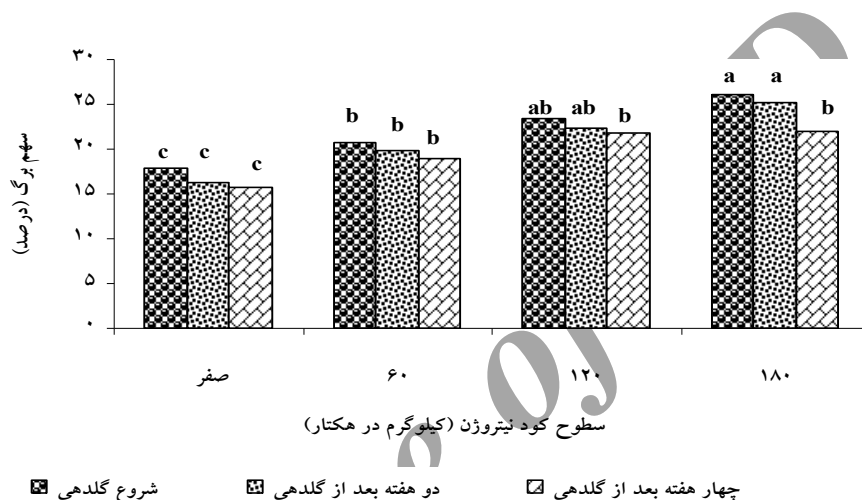
گذشت زمان سهم برگ کاهش می‌یابد (۴۹). همچنین در این بررسی، با افزایش سهم ساقه، درصد سهم برگ کاهش یافت. به عبارتی، یک رابطه منفی بین میزان سهم برگ با بیوماس علوفه‌ای مشاهده گردید که با نتایج برخی محققان که معتقدند بین عملکرد ماده خشک و نسبت برگ به ساقه یک رابطه منفی وجود دارد هماهنگ است (جدول ۵) (۴۹). بین زمان‌های مختلف برداشت نیز تفاوت‌هایی وجود داشت، به طوری که با تأخیر در برداشت درصد سهم برگ کاهش یافت. درصد سهم برگ از ۲۳/۱۱ درصد در شروع گلدهی تا

سهم برگ

این صفت تحت تأثیر زمان‌های مختلف برداشت و سطوح مختلف کود نیتروژن بسیار معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با مصرف نیتروژن، سهم برگ افزایش می‌یابد. محققان مختلف اظهار داشتند که ویژگی‌های فیزیولوژیک سورگوم از جمله سهم برگ به نحو چشمگیری تحت تأثیر کود نیتروژن قرار می‌گیرد (۲۱، ۳۰، ۳۳ و ۴۲). تأثیر زمان‌های مختلف برداشت نیز بر سهم برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج برخی بررسی‌ها حاکی از آن است که با

تغییر می‌کند، به‌طوری‌که سهم برگ در عملکرد کاهش و سهم ساقه افزایش می‌یابد (۳۷ و ۴۷). مقایسه میانگین اثر برهمکنش زمان‌های مختلف برداشت در سطوح مختلف کود نیتروژنی نشان داد که بیشترین سهم برگ در چهار هفته بعد از شروع گلدهی به همراه مصرف ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژنه و کمترین آن در شروع گلدهی و بدون مصرف کود نیتروژنه حاصل گردید (شکل ۲).

۱۹/۷۲ درصد در چهار هفته بعد از گلدهی در نوسان بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش زمان‌های مختلف برداشت در سطوح مختلف کود نیتروژنی نشان داد که بیشترین سهم برگ (۲۶/۱ درصد) شروع گلدهی به همراه مصرف ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژنه و کمترین آن در چهار هفته بعد از گلدهی و بدون مصرف کود نیتروژنه حاصل گردید (شکل ۲). با تأخیر در برداشت، درصد اجزای گیاهی



شکل ۲ - مقایسه میانگین اثر برهمکنش نیتروژن در زمان‌های مختلف برداشت بر سهم برگ سورگوم

پروتئین برگ

زمان‌های مختلف برداشت در سطوح مختلف کود نیتروژنی نشان داد که بیشترین پروتئین برگ در شروع گلدهی به همراه مصرف ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار و کمترین آن در چهار هفته بعد از گلدهی و بدون مصرف کود نیتروژنه برآورد گردید (جدول ۴). به نظر می‌رسد با گذشت زمان به دلیل پیری برگ و انتقال نیتروژن از برگ به دیگر اجزای گیاهی از جمله ساقه، میزان نیتروژن کاهش یافته و این امر منجر به کاهش پروتئین برگ و افزایش آن در ساقه می‌گردد که با نتایج دیگر پژوهشگران مطابقت دارد (۳۸).

پروتئین ساقه

مقایسه میانگین‌های مربوطه نشان داد که با افزایش مصرف کود نیتروژنه، پروتئین ساقه افزایش یافت (جدول ۳). بررسی‌ها نشان داد که با افزایش کود نیتروژنه مقدار پروتئین و

تجزیه واریانس این صفت نشان داد که پروتئین برگ تحت تأثیر سطوح کود نیتروژن، زمان‌های مختلف برداشت و اثر برهمکنش این دو عامل بسیار معنی‌دار شدند (جدول ۲). مقایسه میانگین این صفت نشان داد که با افزایش کود مصرفی، پروتئین برگ افزایش یافت که با نتایج دیگر پژوهشگران مطابقت دارد (جدول ۳) (۳۰ و ۴۲). گزارش‌های متعددی وجود دارد که حاکی از تأثیرپذیری میزان پروتئین گیاه از کود نیتروژن و مقدار نیتروژن خاک می‌باشد (۱۱ و ۲۶). براساس برخی بررسی‌ها، درصد پروتئین در اثر مصرف نیتروژن افزایش می‌یابد، به‌خصوص زمانی که نیتروژن بیش از نیاز گیاه برای تولید باشد (۱ و ۱۱). نتایج نشان داد که پروتئین برگ تحت تأثیر زمان‌های مختلف برداشت قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش

گیاهان علوفه‌ای از طریق افزایش دیواره‌های سلولی، افزایش لیگنین، خشبی شدن اندام‌های مختلف گیاه، کاهش نسبت برگ به ساقه گرچه منجر به کاهش عملکرد کیفی گیاهان علوفه‌ای می‌شود، اما عملکرد کمی در واحد سطح افزایش می‌یابد (۱۲، ۱۳، ۲۴، ۳۲ و ۴۷). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زمان‌های مختلف برداشت در سطوح مختلف کود نیتروژنی نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه خشک (۶۱۸/۵ گرم در مترمربع) در چهار هفته بعد از شروع گلدهی به همراه مصرف ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار و کمترین آن (۴۴۰ گرم در مترمربع) در شروع گلدهی و بدون مصرف کود نیتروژنه برآورد گردید (شکل ۳). البته اختلاف آماری معنی‌داری در میزان بیوماس تولیدی در واحد سطح بین این ترکیب تیماری و مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با دو هفته بعد از گلدهی وجود نداشت که با بررسی‌های دیگر محققان مطابقت دارد (۲۴ و ۴۷).

کارایی مصرف کود

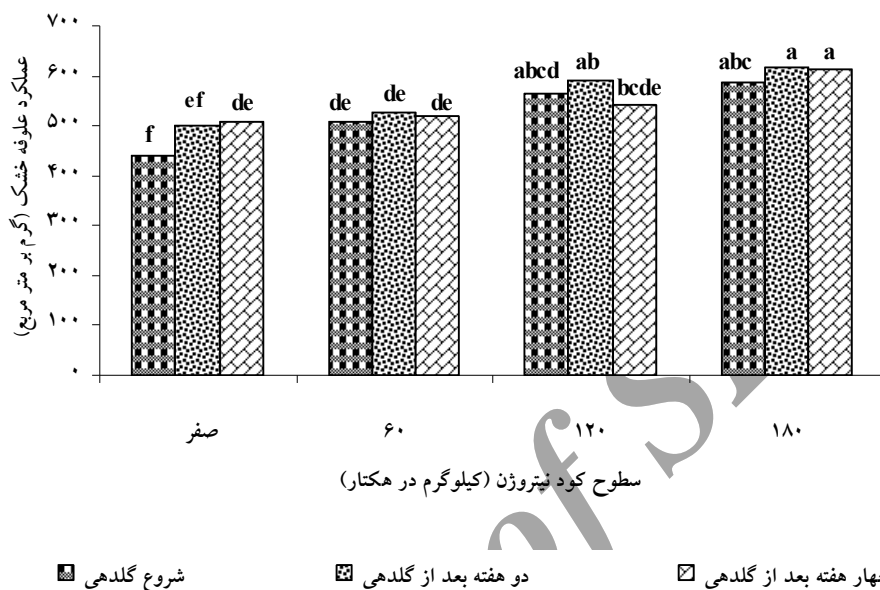
مصرف کود شاخصی برای ارزیابی میزان مؤثر بودن مصرف کودها برای تولید محصول می‌باشند (۲۳). مقایسه میانگین مربوط به اثر سطوح مختلف کود نیتروژنه نشان داد که بین سطوح کود نیتروژنه تفاوت آماری معنی‌داری از نظر کارایی مصرف کود وجود دارد، به طوری که مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (با متوسط کارایی ۱۱/۸۸ کیلوگرم بر کیلوگرم) بالاترین و به کارگیری ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژنه (با ۸/۰۲ کیلوگرم بر کیلوگرم) کمترین کارایی را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). اظهار شده است که معمولاً بالاترین کارایی مصرف کود در اولین واحدهای مصرف آن به دست می‌آید. به تدریج با مصرف مقادیر بیشتر کود، کمبود عناصر غذایی گیاه برطرف می‌شود. از این مرحله به بعد، واکنش گیاه در برابر کود مصرفی کم شده و کارایی مصرف کاهش می‌یابد (۱۴). تأثیر زمان‌های مختلف برداشت نیز بر کارایی مصرف کود یکسان نبوده و بیشترین کارایی به برداشت در چهار هفته بعد از گلدهی تعلق داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر برهمکنش زمان‌های مختلف برداشت در سطوح کود نیتروژنه بر کارایی مصرف کود حاکی از آن است که بیشترین کارایی به برداشت دو و چهار هفته بعد از گلدهی

درصد آن در سورگوم علوفه‌ای افزایش می‌یابد (۳ و ۱۱). بنابر نتایج برخی تحقیقات، درصد پروتئین در اثر مصرف نیتروژن هنگامی افزایش می‌یابد که نیتروژن بیش از نیاز گیاه برای تولید باشد و در مقادیر کم، فقط عملکرد افزایش می‌یابد، بدون اینکه تغییر محسوسی در میزان پروتئین به وجود آید (۱۱). مقایسه میانگین اثر برهمکنش زمان‌های مختلف برداشت در سطوح مختلف کود نیتروژنی نشان داد که بیشترین پروتئین ساقه در بالاترین سطح از مصرف کود نیتروژنه (۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژنه) در چهار هفته بعد از گلدهی و کمترین آن در حالت عدم مصرف کود نیتروژنه و شروع گلدهی حاصل گردید (جدول ۴). گزارش‌های متعددی حاکی از آن است که با ورود سورگوم علوفه‌ای از مرحله رشد رویشی به زایشی به دلیل کاهش سهم برگ و انتقال نیتروژن از برگ به ساقه، سهم پروتئین ساقه افزایش می‌یابد (۱ و ۱۰).

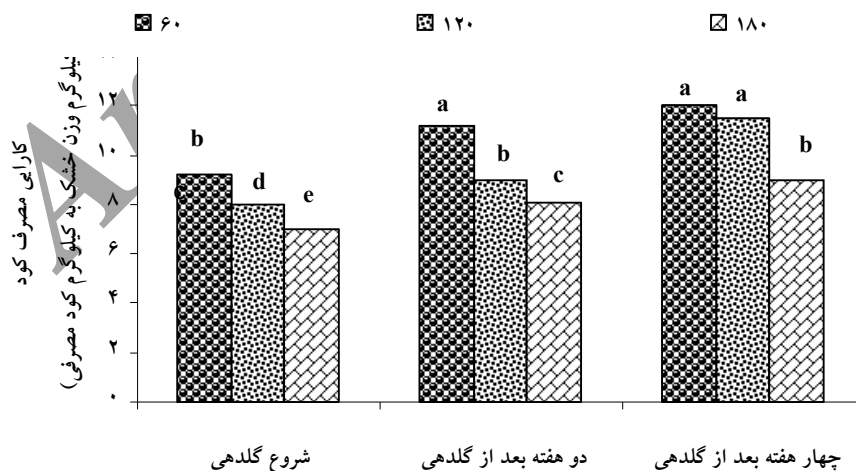
عملکرد علوفه خشک

تجزیه واریانس عملکرد علوفه خشک متأثر از سطوح مختلف کود نیتروژن و زمان‌های مختلف برداشت نشان داد که عملکرد علوفه تحت تأثیر سطوح کود نیتروژن، زمان‌های مختلف برداشت و اثر برهمکنش این دو عامل بسیار معنی‌دار شدند (جدول ۲). مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک در سطوح مختلف کود نیتروژن نشان داد که با افزایش کود مصرفی، بیوماس علوفه‌ای افزایش یافت که نتایج مشابهی نیز توسط دیگر محققان گزارش شده است (جدول ۳) (۳۰ و ۴۲). مصرف ۴۵۰ کیلوگرم نیترات آمونیم در هکتار عملکرد علوفه را ۲/۵ تن در هکتار نسبت به شاهد افزایش می‌دهد (۴۱). برخی تأثیر نیتروژن در افزایش عملکرد را به نقش تنظیم‌کنندگی نیتروژن در تولید آمینواسیدها و هورمون‌های گیاهی مرتبط با تقسیم و گسترش دیواره سلولی نسبت داده‌اند و برخی دیگر نقش نیتروژن را به توسعه مراحل نمو نسبت می‌دهند که در مراحل بعدی به دلیل دریافت انرژی نورانی بیشتر منجر به تولید ماده خشک بیشتر می‌گردد (۴ و ۴۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد علوفه خشک تحت تأثیر زمان‌های مختلف برداشت قرار گرفت (جدول ۳). طی گزارش‌های موجود، عموماً تأخیر در برداشت

با کاربرد ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار (۱۲ کیلوگرم بر کیلوگرم) و کمترین آن (۷/۰۵ کیلوگرم بر کیلوگرم) در بالاترین سطح از مصرف نیتروژن به هنگام برداشت در شروع گلدهی تعلق داشت (شکل ۴).



شکل ۳ - مقایسه میانگین اثر برهمکنش نیتروژن در زمان‌های مختلف برداشت بر عملکرد علوفه خشک سورگوم علوفه‌ای



شکل ۴ - مقایسه میانگین اثر برهمکنش نیتروژن در زمان‌های مختلف برداشت بر کارایی مصرف کود سورگوم

منطقه مورد بررسی، بالاترین سطح از مصرف نیتروژن در چهار هفته بعد از گلدهی مناسب‌تر از بقیه ترکیبات تیماری باشد، اما چنانکه بهبود کارایی مصرف کود مدنظر باشد، مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در چهار هفته بعد از گلدهی مناسب‌تر از بقیه ترکیبات تیماری است. از آنجایی که اختلاف عملکرد هکتاری مابین مصرف ۶۰ و ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در چهار هفته بعد از گلدهی حدود یک تن می‌باشد، بنابراین در طولانی مدت به منظور اجتناب از مشکلات ناشی از کاربرد زیاده از حد کودهای نیتروژنی و بهبود کارایی مصرف کود به نظر می‌رسد مصرف ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژنی در چهار هفته بعد از گلدهی بهتر از دیگر ترکیبات تیماری باشد.

علوفه‌ای. انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی و عمیدی تبریز. ۵۸۵ ص.

۳. مقتولی م.، جای چی م. ر. و حدادچی غ. ر (۱۳۸۰) اثر کود ازته و تنش موقت خشکی در مراحل مختلف رشد بر خواص کمی و کیفی علوفه سورگوم. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۸(۲): ۸۶-۷۹.

- 4 . Amodu JT, Kallah MS, Onifade QS, Omokanye AT and Adeyinka IA (2001) The effect of harvesting at different growth stages on yield and quality of three late maturing pearl millet accessions in Northern Nigeria. *Tropical Grassland*. 35: 175-179.
- 5 . Ashiono GB, Gatuiku S, Mwangi P and Akuja TE (2005) Effect of nitrogen and phosphorus application on growth and yield of dual-purpose sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Monech), E1291, in the dry highlands of Kenya. *Asian Journal of Plant Science*. 4: 379-382.
- 6 . Ayub M, Nadeem MA, Tanvir A, Tahir M and Khan RMA (2007) Interactive effect of different nitrogen levels and seeding rates on fodder yield and quality of pearl millet. *Pakistan Journal of Agricultural Science*. 44: 592-596.

نیتروژن یکی از مهمترین عوامل محدودکننده رشد در گیاهان محسوب می‌شود. از طرف دیگر، مسائل زیست‌محیطی ناشی از کاربرد زیاده از حد کودهای نیتروژنی و اثرات سویی که این کودها بر چرخه‌های زیستی خود پایدار بوم نظام‌های زراعی دارند، ضرورت تجدیدنظر در استفاده بهینه از کودهای شیمیایی را در افزایش تولید امری اجتناب‌ناپذیر ساخته است. در این بررسی، بیشترین میزان بیوماس علوفه در بالاترین سطح از مصرف کود نیتروژن و در چهار هفته بعد از گلدهی و کمترین مقدار آن در حالت عدم مصرف کود نیتروژن و در هنگام شروع گلدهی برآورد گردید. با افزایش کود مصرفی، کارایی مصرف کود کاهش یافت. به نظر می‌رسد به منظور افزایش علوفه خشک تولیدی سورگوم در شرایط اقلیمی

منابع مورد استفاده

- ۱ . رضوانی مقدم پ (۱۳۶۹) اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر ارزش غذایی، عملکرد و خصوصیات رشد چهار رقم سورگوم علوفه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۴۲ ص.
- ۲ . سیدشریفی ر. و حکم‌علی‌پور س (۱۳۸۹) زراعت گیاهان
- 7 . Bartle SJ and Klopfenstein TJ (1988) No chemical alternatives for improving crop residue feed quality: A review. *Agriculture Production*. 1: 356-362.
- 8 . Bennet WF, Tucker BB and Maunder AB (1990) *Modern grain sorghum production: Ferstedition*. USA. Iowa State.
- 9 . Bhan S, Utam SK and Radhey S (1995) Effect of conservation of rainfed sorghum. *Indian Journal of Soil Conservation*. 23: 24-29.
- 10 . Birch CJ and Ash JD (1989) The response of forage sorghum to nitrogen fertilizer applied at planting and after cutting. *Australian Sorghum Workshop*. Toowoomba. Pp. 34-40.
- 11 . Brawand H and Hossner LR (1976) Nutrient content of sorghum leaves and grain as influenced by long-term crop rotation and fertilizer treatment. *Agronomy*. 68: 227-280.

- 12 . Burton GW and Decane EH (1992) Effect of rate and method of applying different sources of nitrogen upon the yield and chemical composition of Bermuda grass. *Agronomy*. 44: 128-132.
- 13 . Buxton D (1996) Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Science Technology*. 59: 37-49.
- 14 . Cassman KG, Peng S, Olk DC, Ladha JK, Reichardt W, Doberman A and Singh U (1998) Opportunities for increased nitrogen-use efficiency from improved resource management in irrigated rice systems. *Field Crop Research*. 56: 7-39.
- 15 . Cecelia LF, Amigot SL, Gaggiotti M, Rumero LA and Basilio JC (2007) Global science, forage quality: Techniques for testing. 123 p.
- 16 . Dogget H (1988) *Sorghum* (2nd). Longman. Scinetific Technical. England.
- 17 . Eltelib HA, Hamad MA and Ali EE (2006) Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on growth, yield and quality of forage maize (*Zea mays* L.). *Agronomy*. 5: 513-518.
- 18 . Ericson NA (1993) Quality and storability in relation to fertigation of apple trees cv. Summerred. *Acta Horticulture*. 326: 73-83.
- 19 . Firdous R, Gilani AH, Barque AR and Akram M (1996) Effect of stage of growth and cultivars on chemical composition of whole maize plant and its morphological fractions. *Pakistan Journal of Agricultural Science*. 33: 54-58.
- 20 . Garavetta G, Cherney JH and Johnson JD (1990) Within-row spacing influences on diverse sorghum genotype. II. Dry matter, yield and forage quality. *Agronomy*. 82: 210-215.
- 21 . Gardner JC, Maranville JW and Pappozzi ET (1994) Nitrogen use efficiency among diverse sorghum cultivars. *Crop Science*. 34: 728-733.
- 22 . Glenn DM, Carey A, Bolton FE and Vavra M (1985) Effect of N fertilizer on protein content of grain straw and chaff tissues in soft white winter wheat. *Agronomy*. 77: 229-232.
- 23 . Goodroad LL and Jellum MD (1988) Effect of N fertilizer rate and soil pH on N efficiency in corn. *Plant and Soil*. 106: 85-89.
- 24 . Hagipaniota HJ and Helms RS (1989) Effect of nitrogen rate, nitrogen timing, and nitrification inhibitors on grain sorghum production in Arkansas. *Communication Soil Science*. 20: 2117-2136.
- 25 . Jarvis SC (1996) Future trends in nitrogen research. *Plant and Soil*. 181: 47-56.
- 26 . Jung GA, Lilly B, Shih SC and Reid RL (1994) Studies with sudan grass. I. Effect of growth stage and level of nitrogen fertilizer upon yields of dry matter, estimated digestibility of energy, dry matter and protein, amino acid composition, and prussic acid potential. *Agronomy*. 56: 533-537.
- 27 . Karasu A, Oz M, Bayram G and Turgut I (2009) The effect of nitrogen levels on forage yield and some attributes in some hybrid corn (*Zea mays indentata* Sturt.) cultivars sown as second crop for silage. *African Journal of Agriculture Research*. 4: 166-170.
- 28 . Keskin B, Akdeniz H, Yilmaz IH and Turan N (2005) Yield and quality of forage corn (*Zea mays* L.) as influenced by cultivars and nitrogen rates. *Agronomy*. 4: 138-141.
- 29 . Khalid M, Ahmad I and Yub M (2003) Effect of nitrogen and phosphorus on the fodder yield and quality of two sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* L.). *International Journal of Agriculture Biology*. 1: 61-63.
- 30 . Khaitri YO and Vanderlip RL (1992) Grain sorghum and pearl millet response to date and rate of Planting. *Agronomy*. 84: 579-582.
- 31 . Man NV and Wiktorsson H (2003) Forage yield, nutritive value, feed intake and digestibility of three grass species as affected by harvest frequency. *Tropical Grasslands*. 37: 101-110.
- 32 . Minsoon RC and Cooper M (1998) Sorghum hybrid differences in grain yield and nitrogen concentration

- under low soil nitrogen availability. II. Hybrids with contrasting phenology. *Australian Journal of Agricultural Research*. 49: 1277-86.
- 33 . Mir JJ, Westfall DG and Croissant RL (1996) Fertilizing grain and forage sorghum. *Soil. Crop Series*. No.10.540. Colorado State University. Cooperative Extension. Ft. Collins, CO.
- 34 . Moll RH, Kampreth EJ and Jackson WA (1982) Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy*. 74: 562-564.
- 35 . Owen FG and Moline WJ (1970) Sorghum for forage. In: J. S. Wall and W. M. Ross (ed.) *Sorghum production and utilization*. West port Connecticut, Avi pub. co. Pp. 382-415.
- 36 . Pal MS, Singh OP and Malik HPS (1996) Nutrient uptake pattern and quality of sorghum L. *Sorghum bicolor* Moench genotypes as influenced by fertility levels under rainfed condition. *Tropical Agriculture*. 73: 6-9.
- 37 . Quidel HA, Helms RS and Younis H (1989) Effect of nitrogen fertilization and plant populations on yield and quality of sweet sorghum. *Field Crop (Abstract)*. 42: 1725-1725.
- 38 . Rahman M, Fukai S and Blamey FPC (2001) Forage production and nitrogen uptake of forage sorghum, grain sorghum and maize as affected by cutting under different nitrogen levels. *Proceeding of the Australian Agronomy Conference, Australian Society of Agronomy*. 522 p.
- 39 . Raun WR and Johnson GV (1999) Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy*. 91: 357-363.
- 40 . Reddy BVS, Reddy PS, Bidinger F and Blummel M (2003) Crop management factors influencing yield and quality of crop residues. *Field Crops Research*. 84: 57-77.
- 41 . Ruat MS and Ali M (1987) Productivity of forage sorghum as influenced due to nitrogen and phosphorus under rainfed condition on vertisol of Burdikhhand tract. *Indian Journal of Agricultural Research*. 21(3): 171-174.
- 42 . Sasha A and Bhatia K (1997) Effect of weather on response of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to long term fertilizer application through cluster analysis. *Indian Journal of Agronomy Science*. 67: 184-188.
- 43 . Siam HS, Abd-El-Kader GM and El-Alia HI (2008) Yield and yield components of maize as affected by different sources and application rates of nitrogen fertilizer. *Research Journal of Agricultural Biology Science*. 4(5): 399-412.
- 44 . Shedrick RD (1971) Traits of sorghum for forage the grass land research institute Hurley, male den heat. Berks, Technical Report. No. 9.
- 45 . Thurman RL, Stallcup OT and Reames CE (1960) Quality factors of sorghum as silage crops. *University of Arkansas Bulletin*. 632 p.
- 46 . Tariq MM, Ayub M, Elahi AH, Ahmad M, Chaudhary N and Nadeem MA (2011) Forage yield and some quality attributes of millet (*Pennisetum americanum* L.) hybrid under various regimes of nitrogen fertilization and harvesting dates. *African Journal of Agricultural Research*. 6(16): 3883-3890.
- 47 . Tolera A and Sundstol F (1999) Morphological fractions of maize stover harvested at different stages of grain maturity and nutritive value of different fractions of the stover. *Animal Feed Science Technology*. 81: 1-16.
- 48 . Twidwell EK, Johnson KD, Cherney JH and Violence JJ (1988) Forage quality and digestion kinetics of switchgrass herbage and morphological components. *Crop Science*. 28: 778-782.
- 49 . Wilman D and Rezvani Moghaddam B (1998) *In vitro* digestibility and neutral detergent fibre and lignin content of plant parts of nine forage species. *Agricultural Science. Cambridge*. 131: 51-58.

Effects of nitrogen and harvesting date on fertilizer use efficiency and qualitative and quantitative yield of *sorghum bicolor*

R. Jafari¹, R. Seyed Sharifi^{2*} and A. A. Imani³

(E-mail: raouf_ssharifi@yahoo.com)

Abstract

In order to study the influence of nitrogen and different harvesting dates on sorghum yield, a split plot experiment based on randomized complete block design was conducted with three replications in 2010 at the Research Farm of Islamic Azad University, Ardabil branch. Factors were: different harvesting dates in three levels containing, beginning of flowering, two and four weeks after beginning of flowering and nitrogen fertilizer in four levels (zero, 60, 120 and 180 kg N.ha⁻¹). The results showed that maximum of forage yield was obtained by the plots which were applied 180 kg N.ha⁻¹ in four weeks after beginning flowering and the least of it was in no application of nitrogen fertilizer in beginning of flowering. Means comparison showed that the highest nitrogen use efficiency was obtained by the plots which was applied 60 kg N.ha⁻¹ in four weeks after beginning flowering and the least of it was in application of 180 kg N.ha⁻¹ × beginning of flowering. Maximum of stem and leaf protein was obtained in the highest of nitrogen fertilizer rates. It seems that in order to increasing of forage yield, should be applied 180 kg N.ha⁻¹ × four weeks after beginning flowering in climate conditions of Ardabil. If the aim is to improve nitrogen use efficiency, then applying 60 kg N.ha⁻¹ in four weeks after beginning flowering can be suggested.

Keywords: Fertilizer use efficiency, Forage yield, Harvesting date, Nitrogen fertilizer, Sorghum

1 - M.Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University (Mianeh Branch), Mianeh - Iran

2 - Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil - Iran

(Corresponding Author *)

3 - Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University (Ardabil Branch), Ardabil - Iran