



مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی  
سال هشتم، شماره بیست و هفت، ۱۳۹۵

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

## تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر کارایی مصرف کود، عملکرد و کیفیت علوفه سورگوم در چین های مختلف

توحید محمدی<sup>۱</sup>، رئوف سید شریفی<sup>۲</sup>، رضا سید شریفی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۷

چکیده

به منظور بررسی تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر کارایی مصرف کود، عملکرد و کیفیت علوفه سورگوم در چین های مختلف، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در زمان در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۹ انجام شد. فاکتورهای آزمایش مقادیر مختلف کود نیتروژن در چهار سطح (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره در کرت های اصلی و چین های برداشتی در دو سطح در کرت های فرعی را شامل می شدند. مقایسه میانگین ها نشان داد که در هر دو چین، بیشترین عملکرد کمی و کیفی با افزایش مقادیر کود نیتروژن بدست آمد. البته کاربرد نیتروژن اثر بیشتری در چین اول در مقایسه با چین دوم داشت. نسبت برگ به ساقه با افزایش کود مصرفی در چین اول کاهش یافت. ولی با افزایش نیتروژن مصرفی این نسبت در چین دوم افزایش یافت. حداکثر کارایی مصرف کود نیتروژن در کاربرد ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار در چین اول و کمترین آن با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در چین دوم بدست آمد. بر اساس این نتایج این گیاه در شرایط اقلیمی اردبیل قادر به تولید دو چین در یک فصل زراعی می باشد. به نظر می رسد که کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار برای افزایش عملکرد علوفه و صفات کیفی نظیر پروتئین برگ و ساقه، درصد فسفر و کلسیم تحت شرایط مورد بررسی می تواند توصیه شود.

واژه های کلیدی: زیست توده، فیبر، پروتئین، سورگوم

محمدی، ت.، ر. سید شریفی و ر. سید شریفی. ۱۳۹۵. تاثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر کارایی مصرف کود، عملکرد و کیفیت علوفه سورگوم در چین های مختلف. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۷: ۱۷۳-۱۶۲.

۱- گروه زراعت دانشکده کشاورزی واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران

۲- استاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک raouf\_ssharifi@yahoo.com

۳- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

## مقدمه

سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) یکی از منابع اصلی تامین کننده انرژی و پروتئین دام بوده به دلیل امکان برداشت چندین چین علوفه در یک فصل زراعی و برخورداری از ارزش غذایی زیاد، بیشترین سطح زیرکشت را در مناطق خشک و نیمه خشک دارد (سید شریفی و حکم علی پور، ۱۳۹۳). عملکرد و ویژگی های کیفی سورگوم به نحو چشمگیری تحت تاثیر کود نیتروژن قرار می گیرد. گزارش های بسیاری مبنی بر تولید عملکرد بالا در سورگوم با به کارگیری مقادیر مناسب از کود نیتروژن وجود دارد (محمود و همکاران، ۲۰۰۳؛ افضل و همکاران، ۲۰۱۳). براساس گزارش گاردنر و همکاران (۱۹۹۴) مصرف ۴۵۰ کیلوگرم نیترات آمونیم در هکتار، عملکرد علوفه سورگوم را ۲/۵ تن در هکتار نسبت به شاهد افزایش داد. زائو و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند با نیتروژن تا ۲۲۴ کیلوگرم در هکتار، عملکرد علوفه تر و خشک سورگوم افزایش یافت. کاظمی اربط و همکاران (۱۳۷۹) در بررسی تأثیر مقادیر کود نیتروژن (۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر زیست توده سورگوم گزارش کردند که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک را تولید کرد ضمن آنکه اختلاف آماری معنی داری بین این سطح کودی با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده نگردید. بحرانی و دقانی (۲۰۰۳) در بررسی چهار سطح نیتروژن (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) به این نتیجه رسیدند که مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد علوفه تر و خشک و درصد فیبرخام تأثیر معنی داری داشت به طوری که بیشترین میزان علوفه تر و خشک ذرت در مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد.

در گیاهان علوفه ای عملکرد به تنهایی نمی تواند تعیین کننده یک علوفه مطلوب باشد بلکه کیفیت علوفه از اهمیت بیشتری برخوردار است. درصد ماده خشک گیاه، نسبت برگ به ساقه، زمان برداشت و فیبر از معیارهای اساسی در تعیین کیفیت علوفه است. افزایش درصد ماده ی خشک و درصد پروتئین معمولاً موجب خوش خوراکی گیاه برای دام، افزایش مقدار جذب و بهبود عملکرد دام می گردد. در حالی که افزایش درصد فیبر موجب حجیم شدن جیره غذایی، کاهش سهم مواد مغذی، قابلیت هضم و خوش خوراکی علوفه می شود. از عوامل تاثیر گذار بر معیارهای فوق، یکی نیتروژن خاک و دوم ژنوتیپ گیاه است (التهیب، ۲۰۰۴). براوند و حسنر

(۱۹۹۶) اظهار داشتند که با افزایش کود نیتروژن، نسبت برگ به ساقه در تمام چین ها به طور معنی داری کاهش پیدا کرد، طوری که نسبت برگ به ساقه در سطح شاهد در مقایسه با مصرف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از ۰/۹۲ به ۰/۵۸ کاهش پیدا کرد. ایبتاس و بروهی (۲۰۰۲) نقش نیتروژن را در افزایش میزان پروتئین دانه مثبت و معنی دار گزارش کردند. ساشا و باهاتیا (۱۹۹۷) اظهار داشتند که درصد پروتئین در اثر مصرف نیتروژن هنگامی افزایش می یابد که نیتروژن بیش از نیاز گیاه برای تولید باشد و در مقادیر کم، فقط عملکرد افزایش می یابد، بدون اینکه تغییر محسوسی در میزان پروتئین بوجود آید. بهادر و همکاران (۲۰۱۲) اعلام کردند که بر اثر مصرف نیتروژن، میزان پروتئین خام افزایش می یابد. آنها علت این امر را به نقش نیتروژن در سنتز پروتئین نسبت دادند.

تامین نیتروژن کافی گرچه به تولید عملکرد بهینه منجر می گردد ولی عدم مدیریت در کاربرد کود نیتروژن مانند استفاده از مقادیر زیاد کود نیتروژن منجر به جذب بالای نیترات و انباشتگی آن در بخش های مختلف گیاه می شود چیزی که امروزه یکی از مشکلات اساسی در آلودگی آبهای زیر زمینی و تجمع بالای نیترات در گیاه می شود (بائومینگ و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین تعیین میزان بهینه کود نیتروژن برای عملکرد بیشتر علوفه و کاهش خسارت به محیط زیست امری ضروری است (جاینس و همکاران ۲۰۰۱).

به منظور توصیه بهینه کود لازم است کارایی مصرف کود مورد ارزیابی قرار گیرد. افزایش کارایی استفاده از نیتروژن یکی از راهکارهای اساسی در کاهش انباشتگی نیترات و شستشوی آن در خاک است (مقدم و همکاران، ۲۰۰۷). کارایی مصرف کود به عوامل زیادی از جمله نوع و مقدار کود مصرفی بستگی دارد. معمولاً بالاترین کارایی مصرف کود در اولین واحدهای مصرف آن به دست می آید. به تدریج با مصرف مقادیر بیشتر کود، کمبود عناصر غذایی گیاه برطرف می شود (گودرود و جلوم، ۱۹۸۸). از این مرحله به بعد، واکنش گیاه در برابر کود مصرفی کم شده و کارایی مصرف آن کاهش می یابد (موچو، ۱۹۹۸). در مناطق خشک و نیمه خشک کشور کمبود کودهای نیتروژن بیش از دیگر کودها مطرح می باشد. در این مناطق میزان مواد آلی خاک که عمده منبع تامین نیتروژن هستند، به دلایل مختلف از جمله بارندگی کم، تناوب زراعی نامناسب، پوشش گیاهی ناچیز و عدم مصرف کودهای دامی و کود سبز کم است ضمن آنکه ادامه بهره برداری های غیر اصولی و بی رویه از مراتع ضرورت توجه به کشت

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۹ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. مشخصات فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ و میزان نزولات جوی و درجه حرارت منطقه در طول دوره رشدی در شکل ۱ آورده شده است.

گیاهان علوفه ای با عملکرد بالا همچون سورگوم را بیش از پیش نمایان می سازد. از آنجایی که بررسی های اندکی در خصوص تاثیر کود نیتروژن بر کارایی مصرف کود و عملکرد کمی و کیفی سورگوم در منطقه انجام شده است هدف از این آزمایش بررسی تاثیر نیتروژن بر کارایی مصرف کود، عملکرد و کیفیت علوفه سورگوم در چین های مختلف، در شرایط اقلیمی اردبیل بود.

#### مواد و روش ها

جدول ۱- تجزیه فیزیکی شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک			فسفر قابل جذب	نیتروژن کل	کربن آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی
رس	سیلت	شن	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	(%)	(%)		(دسی زیمنس بر متر)
%	%	%					
۵	۵۲	۴۳	۳۱۶/۵	۰/۱۲	۰/۱۸	۸/۲۴	۱/۵۹



شکل ۱- متوسط حداقل و حداکثر دما و میزان بارندگی ماهانه ثبت شده در طی فصل رشد

آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به طول پنج متر با فاصله بین ردیفی ۶۰ سانتی متر و تراکم ۱۲ بوته در متر مربع (که تراکم مطلوب و توصیه شده برای کشت سورگوم علوفه ای رقم اسپید فید در منطقه است) در نظر گرفته شد. فاصله بین واحد های آزمایشی به صورت دو ردیف نکاشت در نظر گرفته شد. فاصله بین بلوک های آزمایشی از همدیگر ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. رقم اسپید فید از شرکت خدمات حمایتی کشاورزی اردبیل تهیه گردید. این هیبرید جزو انواع زودگل است و در شرایط آب و هوایی سرد،

آزمایش به صورت اسپلیت پلات در زمان در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل چین های برداشتی به عنوان عامل فرعی و مقادیر کود نیتروژن در چهار سطح (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره به عنوان عامل اصلی بر روی سورگوم علوفه ای رقم اسپید فید اجرا گردید. زمین آزمایشی سال قبل بصورت آیش بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح بود که در مرحله بعدی نسبت به ایجاد جوی و پشته و کشت اقدام شد. هر واحد

$Ydf =$  عملکرد علوفه تولید شده توسط کرتی که کود دریافت کرده است (کیلوگرم در هکتار).

$Yef =$  عملکرد علوفه تولید شده، توسط کرتی که کود دریافت نکرده است (کیلوگرم در هکتار).

$F =$  مقدار کود یا عنصر غذایی مصرف شده (کیلوگرم در هکتار).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (ver.6.12) و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد به انجام شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین چین های برداشتی، مقادیر مختلف نیتروژن و اثر ترکیب تیماری چین های برداشتی در سطوح کود نیتروژن از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف آماری معنی داری وجود داشت (جدول ۲).

**پروتئین برگ:** مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری نیتروژن در چین نشان داد که بیشترین پروتئین برگ (۱۱/۴۵ درصد) در چین اول در بالاترین سطح از مصرف نیتروژن و کمترین آن (۷/۳۹ درصد) در چین دوم در حالت عدم مصرف نیتروژن برآورد گردید (جدول ۴). به نظر می‌رسد با افزایش نیتروژن مصرفی، جذب نیتروژن توسط گیاه افزایش می‌یابد و موجب افزایش میزان نیتروژن کل و پروتئین در اندام‌های هوایی گیاه از جمله در برگ می‌شود. ماندن و همکاران (۱۹۹۷)؛ المدرس و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایش‌های خود نتایج مشابهی را گزارش کردند. آنان محتوای پروتئین برگ را بیشتر از ساقه برآورد نمودند. دوبلرو همکاران (۲۰۰۳) افزایش جذب نیترات خاک را دلیل اصلی بالا بودن پروتئین در اندام‌های هوایی بویژه برگ اعلام کردند. کهن مو و مظاهری (۱۳۸۲) عنوان داشتند که بیشترین میزان پروتئین علوفه در سورگوم، طی چین اول به دست آمد. ایپتاس و بروهی (۲۰۰۲)؛ بحرانی و دقانی (۲۰۰۳) نیز واکنش درصد پروتئین برگ و ساقه سورگوم در پاسخ به افزایش مقدار کود نیتروژن را مثبت ارزیابی نمودند.

دو تا سه چین قابل برداشت است (سید شریفی و حکم علی پور، ۱۳۹۳). در برابرگرم، خشکی و تا حدودی شوری مقاوم است و سرعت رشد مجدد بالایی دارد. بذر مورد آزمایش پس از ضد عفونی به تعداد ۳ یا ۴ عدد در هر کپه کشت شد و پس از استقرار و قبل از پنجه زنی (در مرحله ۳-۴ برگی) نسبت به تنک کردن بوته ها اقدام شد. اولین آبیاری بعد از کاشت و آبیاری های بعدی در طول دوره رشد براساس شرایط محیطی و نیاز گیاه زراعی انجام شد. علف های هرز به روش دستی کنترل شد. کود نیتروژن در سه مرحله همزمان با کشت، به صورت سرک در مرحله ۶-۸ برگی و قبل از گلدهی داده شد. برداشت در زمان ظهور پانیکول ها در چین اول انجام گرفت ولی در چین دوم به منظور اجتناب از برخورد احتمالی زمان برداشت با سرمای پایان فصل، برداشت قبل از ظهور پانیکول انجام شد. عملکرد علوفه در هر مرحله از برداشت، با حذف ۲ ردیف کناری به عنوان حاشیه و نیم متر از دو طرف خطوط اصلی کاشت به عنوان حاشیه، از سه ردیف اصلی هر کرت از سطحی معادل ۷/۲ متر مربع در هر چین برداشت گردید. علوفه تر هرکرت بلافاصله توزین و جهت تعیین عملکرد علوفه خشک آن یک نمونه یک کیلوگرمی به تصادف انتخاب شد. نمونه مورد نظر در آزمایشگاه تا رسیدن به وزن ثابت در دمای  $50 \pm 70$  درجه سانتی گراد 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. برای اندازه گیری درصد فیبر ابتدا ۵ گرم از نمونه های هرکرت که توسط آون خشک شده بودند با آسیاب برقی خرد شده و درصد فیبر خام با روش کروزه طبق متد AOAC اندازه گیری شد (بی نام، ۱۹۹۷). میزان فسفر به روش السون و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر و کلسیم به روش عصاره گیری و توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد (غازان شاهی، ۱۳۷۶). درصد پروتئین برگ و ساقه، بعد از برآورد میزان نیتروژن موجود در برگ و ساقه به روش کجلدال و ضرب آن به عدد ۶/۲۵ بدست آمد. برای برآورد برخی صفات کمی در مزرعه و آزمایشگاه همانند ارتفاع بوته، سهم برگ، سهم ساقه، .... از خطوط اصلی هر کرت با رعایت اثر حاشیه ای و از بین بوته های رقابت کننده استفاده گردید. کارایی مصرف نیتروژن از رابطه پیشنهادی گودرود و جلوم (۱۹۸۸) و به صورت زیر برآورد گردید.

$$Ee = (Ydf - Yef) / F$$

در این رابطه  $Ee =$  کارایی مصرف کود (کیلوگرم در کیلوگرم).

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر مقادیر نیتروژن در چین های مختلف برداشتی بر عملکرد و کیفیت علوفه و برخی صفات سورگوم

میانگین مربعات													
منابع تغییرات	درجه آزادی	پروتئین برگ	پروتئین ساقه	ارتفاع بوته	قطر ساقه	عملکرد علوفه	سهم برگ	سهم ساقه	نسبت برگ به ساقه	تعداد پنجه	فسفر	کلسیم	فیبر
تکرار	۲	۰/۳۴**	۰/۲۶**	۴۸۳/۵**	۸/۵۶**	۷۱۵۷/۵**	۸۱/۳**	۷۵۱/۶**	۰/۲۲**	۳/۸۷**	۱/۱۰۳**	۰/۱۳۹**	۷۰۴/۵**
مقادیر نیتروژن	۳	۱۱/۲۸**	۸/۷۳**	۸۱/۱۶**	۶/۳۸**	۱۰۹۱۵**	۲۶/۹**	۴/۴**	۰/۳۹**	۰/۸۲۶**	۰/۰۱**	۰/۰۰۳**	۹/۸۷**
اشتباه آزمایشی	۶	۰/۰۳۸	۰/۰۳۱	۰/۶۳	۰/۴۵	۱۹/۲۵	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۰۰۴۸	۰/۰۵۳	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۲۴۴	۰/۷۵
چین	۱	۳/۱۹**	۲/۴۶**	۲۶۲۹/۵**	۱۶/۳۵**	۲۹۶۰۷/۶**	۱۲۷/۴۶**	۱۳۷۸/۵**	۰/۳۹**	۱/۲۱**	۰/۰۱**	۰/۰۰۲۹**	۱۹/۵۴**
چین X نیتروژن	۳	۰/۰۱۷**	۰/۰۱۳**	۱/۱۲**	۰/۰۸۷**	۷۹/۶۹**	۰/۳۷**	۰/۰۳۳	۰/۰۲۵**	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴۳	۰/۵۷**
اشتباه آزمایشی	۸	۰/۰۰۶۲	۰/۰۰۴۶	۰/۸۷	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۰۳۳	۰/۰۲۵	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۹۲	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۰۳۳	۰/۱۲۸
ضریب تغییرات	%	۵/۶۸	۷/۵	۳/۶	۸/۹	۱۲/۱	۸/۵	۵/۶	۴/۳	۷/۲۵	۸/۶	۶/۲	۱۰/۱

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف نیتروژن بر صفات مورد بررسی سورگوم در طی دو چین

صفات مقادیر نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین برگ (درصد)	پروتئین ساقه (درصد)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	قطر ساقه (میلی متر)	عملکرد علوفه (گرم در متر مربع)	سهم برگ (درصد)	سهم ساقه (درصد)	نسبت برگ به ساقه	تعداد پنجه %	فسفر	کلسیم	فیبر
صفر	۷/۶۹ d	۶/۷۷ d	۸۴/۶۳ d	۵/۸۱ d	۳۶۱/۹۵ d	۱۷/۰۵ d	۶۲/۱۷ d	۰/۲۸ c	۱/۳۵ a	۰/۲۱ c	۰/۲۴۳ bc	۱۷/۸ d
۶۰	۸/۹۵ c	۷/۸۷ c	۸۷/۹۲ c	۶/۸۳ c	۳۹۲/۵۵ b	۱۸/۸۸ c	۶۴/۰۸ c	۰/۲۹ bc	۱/۴۲ a	۰/۲۲ bc	۰/۲۵۹ b	۱۸/۵۱ c
۱۲۰	۹/۳۹ b	۸/۲۶ b	۹۰/۳۵ b	۷/۱۷ b	۴۳۰/۴۸ c	۲۰/۵۵ b	۶۵/۴۷ b	۰/۳۱ ab	۱/۵۲ a	۰/۲۳ b	۰/۲۷۴ ab	۱۹/۱۵ b
۱۸۰	۱۱/۰۱ a	۹/۶۹ a	۹۳/۳۱ a	۸/۳۰ a	۴۵۹/۳ a	۲۲/۰۱ a	۶۶/۹۲ a	۰/۳۳ a	۱/۶۲ a	۰/۲۶ a	۰/۲۹۶ a	۲۰/۷ a
چین های برداشتی												
چین اول	۹/۶۳ a	۸/۴۷ a	۹۹/۵۲ a	۷/۸۵ a	۴۴۶/۱۹ a	۲۱/۹۲ a	۷۲/۲۴ a	۰/۲۷ a	۱/۷ a	۰/۲۴ a	۰/۲۷ a	۲۰/۰۴ a
چین دوم	۸/۹ b	۷/۸۳ b	۷۶/۵۹ b	۶/۲ b	۳۵۷/۹۵ b	۱۷/۳۳ b	۵۷/۰۸ b	۰/۳۵ b	۱/۲۵ b	۰/۲۲ b	۰/۲۵ b	۱۸/۲۲ b

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف آماری بر اساس آزمون LSD با هم ندارند

**پروتئین ساقه:** اثر نیتروژن، چین های برداشتی و اثر ترکیب تیماری نیتروژن در چین های برداشتی بر پروتئین ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری نیتروژن در چین نشان داد که بیشترین پروتئین ساقه (۹/۰۷ درصد) به مصرف ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار در چین اول و کمترین آن (۶/۵ درصد) در حالت عدم کاربرد کود نیتروژن در چین دوم برآورد گردید (جدول ۴). افزایش پروتئین ساقه در چین اول می تواند ناشی از افزایش طول دوره رشد چین اول در مقایسه با چین دوم باشد. زیرا به دلیل احتمال برخورد با سرمای پایان فصل، برداشت در چین دوم زودتر انجام شد که به نظر می رسد علت کاهش درصد پروتئین ساقه در چین دوم ناشی از کوتاهی دوره رشدی چین دوم در مقایسه با چین اول باشد. المدرس و همکاران (۱۹۹۴) نیز دلیل اصلی کاهش انباشت ماده خشک و محتوای پروتئین و کربوهیدرات در این گیاه را به کوتاهی طول دوره رشدی نسبت دادند.

افزایش محتوای پروتئین در برگ و ساقه سورگوم با افزایش میزان نیتروژن در بررسی های رحمان و همکاران (۲۰۰۱)؛ بحرانی و دقانی (۲۰۰۳) نیز گزارش شده است. المدرس و همکاران (۲۰۰۹) اظهار داشتند که کاربرد کود نیتروژنه به سهولت میتواند مقدار ماده خشک و محتوای پروتئینی بخش های مختلف گیاه را تحت تاثیر قرار دهد.

**ارتفاع بوته:** مقایسه میانگین ها نشان داد بیشترین ارتفاع بوته در چین اول در بالاترین سطح از مصرف نیتروژن (۱۰۴/۲۷ سانتی متر) و کمترین آن در چین دوم در حالت عدم مصرف نیتروژن (۷۶/۶۹ سانتی متر) برآورد گردید (جدول ۴). التهاب و همکاران (۲۰۰۶) اظهار داشتند که افزایش مصرف نیتروژن منجر به طولانی شدن فاصله میانگره ها و در نهایت افزایش ارتفاع بوته می شود. نتایج مشابهی نیز توسط ایوب و همکاران (۲۰۰۷)؛ خلید و همکاران (۲۰۰۳) در ارزن و سورگوم گزارش شده است. ارتفاع بوته را می توان با اجزاء اصلی آن یعنی فاصله میانگره و تعداد گره ها بیان کرد (تعداد گره  $\times$  فاصله میانگره = ارتفاع بوته). از آن جایی که تعداد گره در بوته، بیشتر تابع عوامل ژنتیکی است به نظر می رسد اختلاف ارتفاع بیشتر از تفاوت در فاصله میانگره ها ناشی میشود که مصرف کود نیتروژن منجر به افزایش فاصله میانگره ها شده است. اثر چین های برداشتی نیز بر ارتفاع بوته یکسان نبود. ارتفاع بوته در چین اول بیشتر از چین دوم برآورد گردید (جدول ۳). به نظر می رسد علت این امر برداشت زودتر چین دوم به دلیل احتمال برخورد این چین با سرمای پایان فصل باشد که موجب شد طول دوره رشدی در چین دوم در مقایسه با چین اول تا حدودی کوتاهتر شود. کهن مو و

مظاهری (۱۳۸۲) با کاربرد کود نیتروژن در چین های مختلف، بیشترین ارتفاع سورگوم را در چین اول گزارش کردند و اظهار داشتند که با افزایش تعداد چین ارتفاع بوته کاهش می یابد. در این بررسی نیز حداکثر ارتفاع بوته به چین اول تعلق داشت.

**قطر ساقه:** بیشترین قطر ساقه در چین اول در بالاترین سطح از مصرف نیتروژن و کمترین آن در چین دوم در حالت عدم مصرف نیتروژن برآورد گردید (جدول ۴). نتایج مشابهی نیز توسط سیدشریفی و همکاران (۱۳۸۸)؛ بوش و همکاران (۲۰۰۱) در خصوص تاثیر کود نیتروژن بر قطر ساقه سورگوم گزارش شده است

**عملکرد علوفه:** اثر نیتروژن، چین های برداشتی و اثر ترکیب تیماری نیتروژن در چین های برداشتی بر عملکرد علوفه در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد بیشترین عملکرد علوفه (۴۹۸/۵۴ گرم بر متر مربع) به مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در چین اول و کمترین آن (۳۳۱/۰۳ گرم در متر مربع) در صورت عدم کاربرد کود در چین دوم بدست آمد (جدول ۴). آمال و همکاران (۲۰۰۷) به تفاوت های معنی داری در ویژگی های رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم در واکنش به کود نیتروژن اشاره داشتند. بحرانی و دقانی (۲۰۰۳) در بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد سورگوم، کمترین و بیشترین عملکرد را به ترتیب در عدم مصرف و بالاترین سطح از مصرف کود نیتروژن (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) گزارش کردند. افزایش عملکرد به واسطه مصرف نیتروژن توسط محققان مختلفی نیز گزارش شده است (بورول و هامر، ۲۰۰۰؛ لیمون اورتگا ۱۹۹۸؛ پورتر و همکاران، ۱۹۹۶). رحمان و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که کود نیتروژن شرایط بهتری را برای رشد و نمو و بهره مندی بهتر سورگوم از عوامل محیطی فراهم می سازد ولی با افزایش تعداد چین های برداشتی، عملکرد در هر چین کاهش می یابد. بحرانی و دقانی (۲۰۰۳) در بررسی چهار سطح نیتروژن (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) به این نتیجه رسیدند که مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد علوفه تر و خشک و درصد فیبرخام تأثیر معنی داری داشت به طوری که بیشترین میزان علوفه تر و خشک ذرت در مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. شرایط محیطی، عملیات زراعی و تاثیر این عوامل بر توان تولید پنجه های بارور در گیاه از دلایل اصلی تفاوت های موجود در پژوهش های گوناگون است. صیام و همکاران (۲۰۰۸) دو مکانیسم احتمالی ممکن در افزایش عملکرد بواسطه مصرف نیتروژن را، به نقش تنظیم کنندگی نیتروژن در تولید امینو اسیدها و

برداشت زودتر در چین اول به دلیل افزایش سهم برگ به ساقه در گیاهان علوفه ای منجر به افزایش سهم برگ و در نتیجه بهبود کیفیت علوفه می شود.

**سهم ساقه:** سهم ساقه در طی دو چین برداشتی یکسان نبود و در چین اول بیشتر از چین دوم برآورد گردید (جدول ۳). افزایش سهم ساقه در چین اول ناشی از افزایش طول دوره رشدی است که در چین اول بیشتر از چین دوم بود زیرا در چین دوم به دلیل احتمال برخورد با سرمای پایان فصل، برداشت زودتر انجام گردید. با افزایش نیتروژن مصرفی در هر دو چین، سهم ساقه افزایش یافت به طوریکه بیشترین مقدار آن (۶۶/۹۲ درصد) در مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن (۶۲/۱۷ درصد) در عدم مصرف نیتروژن برآورد گردید (جدول ۳).

هورمون های گیاهی مرتبط با تقسیم و طولانی شدن دیواره سلولی نسبت دادند.

**سهم برگ:** اثر ترکیب تیماری نیتروژن در چین های برداشتی بر سهم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید (جدول ۲). بیشترین سهم برگ (۱۹/۴۵ درصد) در مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در چین اول و کمترین آن (۱۵/۰۸ درصد) در عدم مصرف نیتروژن در چین دوم برآورد گردید (جدول ۴). یعقوب و عبدالسلام (۲۰۱۰) اظهار داشتند با افزایش کود مصرفی سهم برگ افزایش می یابد. گزارش های متعددی حاکی از آن است که با افزایش مصرف نیتروژن، سهم برگ افزایش می یابد ولی مقدار این افزایش در سطوح بالای کود نیتروژن کمتر از سطوح پایین آن بود (ویلیام و پرویزی مقدم، ۱۹۹۸؛ محمود و همکاران، ۲۰۰۳). تاریق و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که نیتروژن در

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری مقادیر نیتروژن در چین بر صفات کمی و کیفی و کارایی مصرف کود در سورگوم علوفه ای

	سهم برگ به ساقه (%)		پروتئین برگ (%)		پروتئین ساقه (%)		ارتفاع بوته (سانتی متر)	
	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم
مقادیر کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	۰/۲۷ b	۰/۳۴ a	۸/۰۰۲ g	۷/۳۹ h	۷/۰۳۸ g	۶/۵۰۵ h	۹۴/۵۸ c	۷۴/۶۹ f
۶۰	۰/۲۵۶ b	۰/۳۵ a	۹/۳ d	۸/۵۹ f	۸/۱۸ d	۷/۵۶ f	۹۸/۲۵ b	۷۷/۵۹ e f
۱۲۰	۰/۲۵ b	۰/۳۶ a	۹/۷۶ c	۹/۰۲ e	۸/۵۹ c	۷/۹۳ e	۱۰۰/۹۸ b	۷۹/۷۳ d e
۱۸۰	۰/۲۴ b	۰/۳۷ a	۱۱/۴۲ a	۱۰/۵۸ b	۱۰/۰۷ a	۹/۳۱ b	۱۰۴/۲۷ a	۸۲/۳۴ d

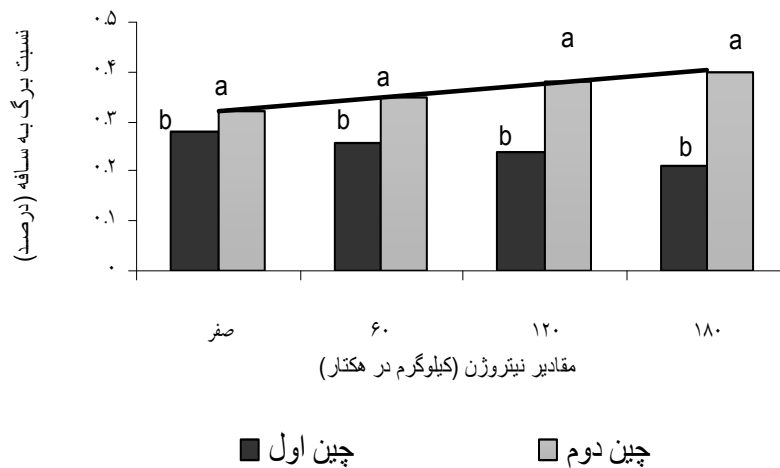
ادامه جدول ۴-

	قطر ساقه (میلیمتر)		عملکرد علوفه (گرم در متر مربع)		سهم برگ (%)		فیبر (%)		کارایی کود (کیلوگرم بر کیلوگرم)	
	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم
مقادیر کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	۶/۴۹ d	۵/۱۲ f	۳۸۵ d	۳۳۱/۰۳ f	۱۹/۰۵ d	۱۵/۰۵ g	۱۸/۹۱ a b	۱۶/۶۹ b	-	-
۶۰	۷/۶۳ c	۶/۰۲ e	۴۲۶/۰۵ c	۳۵۹/۰۱ e	۲۱/۰۹ c	۱۶/۶۷ f	۱۹/۱۲ a b	۱۷/۹۱ a b	۱۲/۱۹ a	۱۱/۲۲ b
۱۲۰	۸/۰۱ b	de ۶/۳۲	۴۶۷/۲۶ b	۳۹۳/۷ d	۲۲/۹۴۹۵ b	۱۸/۱۴ e	۲۰/۲ a b	۱۸/۸۲ a b	۱۱/۷۸ a b	۱۰/۸۶ b c
۱۸۰	۹/۲۸ a	۷/۳۳ c	۴۹۸/۵ a	۴۲۰/۰۵ c	۲۴/۶ a	۱۹/۴۳ d	۲۱/۹۴ a	۱۹/۴۷ a b	۱۱/۲۳ b	۱۰/۴۹ c

میانگین های با حروف غیر مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD اختلاف آماری معنی داری با هم دارند.

برداشتی در چین دوم در مقایسه با چین اول (جدول ۳) حاکی از کاهش ارتفاع بوته در چین دوم در مقایسه با چین اول می باشد که همین امر می تواند یکی از دلایل احتمالی افزایش سهم برگ به ساقه در چین دوم بر خلاف چین اول باشد. افزایش مصرف نیتروژن منجر به افزایش بیشتر ارتفاع بوته (جدول ۳) و تشکیل برگ ها در قسمت های بالای کانوبی می شود که نتیجه آن افزایش سهم ساقه در مقایسه با افزایش سهم برگ در اثر افزایش مصرف نیتروژن می باشد که طی این امر نسبت برگ به ساقه با افزایش مصرف نیتروژن کاهش یافت (شکل ۲). یعقوب و عبدالسلام (۲۰۱۰) گزارش کردند که با افزایش مقادیر نیتروژن، هر چند که سهم برگ افزایش می یابد ولی افزایش در سهم ساقه بیشتر از برگ بوده در نتیجه نسبت برگ به ساقه کاهش می یابد.

**سهم برگ به ساقه:** سهم برگ به ساقه تحت تاثیر نیتروژن و چین های برداشتی قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین آن (۰/۳۵ درصد) در مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در چین دوم و کمترین آن (۰/۲۷ درصد) در عدم مصرف کود نیتروژن در چین اول برآورد گردید (جدول ۴). یعقوب و عبدالسلام (۲۰۱۰) گزارش کردند که با افزایش مقادیر نیتروژن، هر چند که سهم برگ افزایش می یابد ولی افزایش در سهم ساقه بیشتر از برگ بوده در نتیجه نسبت برگ به ساقه کاهش می یابد. در این بررسی به نظر می رسد به دلیل برداشت زود هنگام چین دوم جهت عدم مواجهه با سرمای پایان فصل، موجب شد که گیاه از رشد کافی برخوردار نباشد تا بتواند بوته هایی با ساقه مناسب تولید نماید در نتیجه سهم برگ به ساقه با افزایش نیتروژن مصرفی در چین دوم بر خلاف چین اول بیشتر شد. طوریکه مقایسه میانگین ارتفاع بوته های



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن در چین بر سهم برگ به ساقه

**تعداد پنجه:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن، چین های برداشتی و اثر ترکیب تیماری نیتروژن در چین بر تعداد پنجه در بوته معنی دار نبود (جدول ۲). با این حال مقایسه میانگین ها در سطوح مختلف کود نیتروژنی نیز نشان داد که تعداد پنجه در چین اول نسبت به چین دوم برتری داشت. احتمالاً برش گیاه و شرایط محیطی مناسب بویژه نور در چین اول می تواند عامل موثری در افزایش تعداد پنجه زنی گیاه در چین اول در مقایسه با چین دوم باشد هرچند که اختلاف آماری معنی داری مشاهده گردید. نتیجه بدست آمده مطابق با نتیجه تورگوت (۲۰۰۵) و مغایر نتیجه بحرانی و دقانی (۲۰۰۳) بود. در این راستا بحرانی و دقانی (۲۰۰۳) اظهار داشتند افزایش مقادیر کود نیتروژنی، تعداد پنجه ها در سورگوم علوفه ای افزایش داده و از این

نتایج برخی بررسی ها حاکی از آن است که بین عملکرد ماده خشک و نسبت برگ به ساقه یک رابطه منفی وجود دارد (ویلیام و رضوانی مقدم، ۱۹۹۸؛ ویلیام و همکاران، ۱۹۹۶). مان و ویکتورسون (۲۰۰۳) گزارش کردند که در چین اول با تأخیر در برداشت، درصد سهم برگ کاهش و سهم ساقه افزایش می یابد، در ضمن آنان پایین بودن میزان ماده خشک در چین دوم نسبت به چین اول را به برداشت زود هنگام محصول در چین دوم در مقایسه با چین اول نسبت دادند. آنان اظهار داشتند که با تأخیر در برداشت کیفیت علوفه به علت افزایش سهم ساقه در عملکرد و کاهش نسبت برگ به ساقه کاهش می یابد. نتایج مشابهی نیز در این بررسی بدست آمد.



شود. بررسی ها نشان داده است که زیادی نیتروژن منجر به کاهش کیفیت علوفه سورگوم به دلیل افزایش درصد فیبر می شود (سامرو همکاران، ۱۹۹۵). در این بررسی به نظر میرسد به دلیل برداشت زود هنگام چین دوم به منظور جلوگیری از برخورد احتمالی آن با سرمای پایان فصل، چون از دوره رشدی کوتاهتری در مقایسه با چین اول برخوردار بود لذا درصد فیبر آن نسبت به چین اول کمتر برآورد گردید.

**کارایی کود:** کارایی کود طی دو چین برداشتی یکسان نبود طوری که در چین اول بیشتر از چین دوم برآورد گردید (جدول ۴). مقایسه میانگین ها نشان داد که میزان این کارایی از ۱۲/۱۹ کیلوگرم بر کیلوگرم در مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در چین اول تا ۱۰/۴۹ کیلوگرم بر کیلوگرم در مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در چین دوم متغیر بود (جدول ۴) که با نتایج گزارش های سرکتون و راف (۱۹۹۷) که معتقدند بالاترین کارایی مصرف کود در اولین واحد های مصرف آن بدست می آید هماهنگ است. موجو (۱۹۹۸) اظهار داشت که به تدریج با مصرف مقادیر بیشتر کود، کمبود عناصر غذایی گیاه بر طرف می شود از این مرحله به بعد، واکنش گیاه در برابر کود مصرفی کم شده و بنابراین کارایی مصرف آن کاهش می یابد. بایرت و روی (۲۰۰۵) عملکرد و کارایی مناسب نیتروژن را با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش کردند.

### نتیجه گیری

این گیاه در شرایط اقلیمی اردبیل قادر به تولید دو چین علوفه در یک فصل زراعی می باشد و به نظر می رسد به منظور افزایش عملکرد علوفه و بهبود صفات کیفی نظیر درصد فسفر، کلسیم، پروتئین برگ و ساقه بهتر است ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط اقلیمی منطقه مورد بررسی به کار برده شود.

طریق منجر به افزایش عملکرد علوفه می گردد. دولی زائو و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که مقادیر مختلف کود نیتروژن موجب ایجاد اختلاف معنی دار در ارتفاع بوته و تعداد پنجه سورگوم گردید.

**درصد فسفر و کلسیم:** مقایسه میانگین این صفت در مقادیر مختلف نیتروژن نیز حاکی از افزایش درصد فسفر و کلسیم با افزایش در به کارگیری مصرف کود نیتروژن میباشد. طوری که بیشترین درصد فسفر (۰/۲۶ درصد) و کلسیم (۰/۲۹۶ درصد) در بالاترین سطح از مصرف نیتروژن و کمترین آنها (به ترتیب با ۰/۲۱ و ۰/۲۴۳ درصد) در عدم مصرف کود نیتروژن برآورد گردید. همچنین درصد فسفر و کلسیم در چین اول بیشتر از چین دوم برآورد گردید (جدول ۳). خالص رو و همکاران (۱۳۸۹)؛ بحرانی و دقانی (۲۰۰۳) در بررسی تاثیر مقادیر نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی سورگوم گزارش کردند که افزایش نیتروژن، به افزایش معنی دار درصد فسفر و کلسیم منجر گردید.

**درصد فیبر:** با افزایش مقادیر کود نیتروژن در چین اول، درصد فیبر از ۱۸/۹ درصد در حالت عدم مصرف نیتروژن تا ۲۱/۹۴ درصد در بالاترین سطح از مصرف نیتروژن در هکتار افزایش و در نتیجه کیفیت علوفه کاهش یافت. در حالی که در چین دوم از ۱۶/۶۹ درصد در حالت عدم مصرف نیتروژن به ۱۹/۴۷ درصد در بالاترین سطح از مصرف نیتروژن افزایش یافت (جدول ۳). بررسی های نشان داده است که زیادی نیتروژن در خاک، ترکیبات ضد کیفیت در سورگوم را افزایش می دهد. سامر و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کرد که چین اول از لحاظ درصد فیبر خام نسبت به چین دوم بیشتر بود. نتیجه بدست آمده با نتیجه بررسی های جونگ و رید (۱۹۹۶)؛ محمود و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت ولی با نتایج بورنس و همکاران (۱۹۹۰) مغایرت داشت. جانگ و همکاران (۱۹۹۴) اظهار داشتند طولانی تر شدن دوره رشد و مسن تر شدن گیاه در چین اول نسبت به چین دوم باعث افزایش درصد فیبر می

### منابع

- خالص رو، ش.، م. آقا علیخانی. و س. ع. م. مدرس ثانوی. ۱۳۸۹. تأثیر مقدار کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی علوفه ذرت، ارزن مرواریدی و سورگوم در نظام کشت دوگانه. نشریه پژوهش های زراعی ایران. جلد ۸، شماره ۶: ۹۸-۹۳.
- سید شریفی، ر. و س. حکم علی پور. ۱۳۹۳. زراعت گیاهان علوفه ای. انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی و عمیدی تبریز. چاپ دوم. ۵۸۵ صفحه.
- سید شریفی، ر.، ی. راعی و ر. سید شریفی. ۱۳۸۸. تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر بیوماس تولیدی سورگوم علوفه ای اسپید فید در تراکم های مختلف بوته. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. دوره ۴۰، شماره ۲: ۱۱۵-۱۲۳.
- غازان شاهی، ج. ۱۳۷۶. آنالیز خاک و گیاه. ناشر مترجم. ۳۱۱ صفحه.
- کاظمی اربط، ج.، ف. رحیم زاده خوبی، م. مقدم. و ا. بنالی خسرقی. ۱۳۷۹. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و فسفر و دوره های آبیاری بر روی بیوماس تولیدی سورگوم علوفه ای واریته اسپیدفید. علوم کشاورزی. جلد ۳۱، شماره ۳: ۷۲۳-۷۱۳.

کهن مو، م. و د. مظاهری. ۱۳۸۲. اثر فواصل آبیاری و نحوه تقسیم کود نیتروژن بر برخی صفات کمی و کیفی سورگوم علوفه ای. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۵. شماره ۲: ۸۵-۷۵.

- Afzal, M.A., U.H.Ahmad., S.I.Zamir., F.Khalid., A.U.Mohsin and S.M.W. Gillani. 2013. Performance of multicut forage sorghum under various sowing methods and nitrogen application rates. *J. Animal Plant Sci.* 23(1): 232-239
- Almodares, A., A.Sepahi, H. Dalilitajary and R.Gavami.1994. Effect of phenological stages on biomass and carbohydrate contents of sweet sorghum cultivars. *Annual Plant Physiol.* 8: 42-48
- Almodares, A., M. Jafarnia and M.R. Hadi.2009. The effects of nitrogen fertilizer on chemical compositions in corn and sweet sorghum. *Amer-Eur. J. Agric. Environ. Sci.* 66: 441-446.
- Amal, G., M. Zaki and M.S.Hassanein. 2007. Responses of Grain Sorghum to Different Nitrogen Sources. *Res. J. Agric. Biol Sci.* 3(6): 1002-1008.
- Anonymous. 1997. Official methods of analysis of AOAC. International 16<sup>th</sup> Edition vol. 2, chapter 32, pp: 1-24.
- Ayub, M., M.A. Nadeem., A. Tanvir and A. Khan.2007. Interactive effect of different nitrogen levels and seedling rates on fodder yield and quality of pearl millet. *Pak J. Agric. Sci.* 44 : 592-596.
- Bahadur, M.K., S.L. Kaushik and N.S. Solank.2012. Effect of seed rate and nitrogen on growth and yield of summer fodder sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *J. Forest. Environ.* 3 (2): 109-111
- Bao-Ming, Ch., W. Zhao-Hui., L. Sheng-Xiu and G. Xiu. 2004. Effect of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation, metabolic nitrate concentration and nitrate reductase activity in three leafy vegetables. *Plant Sci.* 67: 635-643.
- Beyaert, R.P and R.C. Roy. 2005. Influence of nitrogen fertilization on multi-Cut forages sudangrass yield and nitrogen use. *Agron. J.* 97:1493 1501
- Bohrani, M.J and A. Deghani Ghenateghestani.2004. Summer forage sorghum yield, protein and prussic acid contents as affected by plant density and nitrogen topdressing *J. Agric. Sci. Technol.* 6: 73-83
- Borrell, A.K and G.L. Hammer. 2000. Nitrogen dynamics and the physiological basis of stay-green in Sorghum. *Crop Sci.* 40: 1295-1307.
- Bosch, L., F. Casanas., E. Sanchez., A. Almirall and F. Nuez. 2001. Performance of five generations of selection for increased stalk diameter in the Lancaster variety of maize (*Zea mays* L.), crossed with B73 inbred. *Maydica.* 46(4):221- 226.
- Brawand, H and L.R Hossner. 1996. Nutrient content of sorghum leaves and grain as influenced by long-term crop rotation and fertilizer treatment. *Agron. J.* 68: 227-280.
- Dobbelaere, S., J. Vanderleyden and Y.Yaacovolon. 2003. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. *Critical Rev. Plant Sci.* 22: 107-149.
- Duli Zhao, K., V. Gopal Kakani and R.Reddy. 2005. Nitrogen deficiency effects on plant growth, Leaf Hotosynthesis, and reflectance properties of sorghum. *Eur. J. Agron.* 22: 391-403.
- Eltehib, H.A., M.A. Hamad and S. Ali. 2006. Effect of nitrogen and phosphorous fertilization on growth, yield and quality of forage maize (*Zea maize* L.). *Agron J.* 5:513-519-8.
- Eltelib, H.A.M. 2004. Effect of nitrogen application on growth yield and quality of four forage sorghum cultivars. *Msc. Thesis Uniesity of Khartoum Sudan.*
- Ericson, N.A. 1993. Quality and storability in relation to fertilization of apple trees cv. Summered, *Acts. Hort.* 326: 73-83.
- Gardner, J.C., J.W.Morganville and E.T. Paparazzi. 1994. Nitrogen use efficiency among diverse sorghum cultivars. *Crop Sci.* 34: 728-733.
- Good road, L and M.D. Jhelum.1988. Effect of N fertilizer rate and soil pH on N efficiency in corn. *Plant Soil.* 106: 85-89.
- Iptas, S and A.R. Brohi. 2002. Effect of nitrogen rate method of nitrogen application on dry matter yield and some characters of Sorghum Sudangrass hybrid. *Plant Sci.* 52: 96 100
- Jaynes, D.B., T.S. Colvin., D.L. Carlen., C.A. Gambardella and D.W. Meek. 2001. Nitrate loss in subsurface drainage as affected by nitrogen fertilizer rate. *Crop Sci.* 3:102-108.
- Jong, N and M. Read.1996. The effects of irrigation intervals and methods of N application on some quantitative and qualitative characteristics of forage sorghum. *Agron. J.* 79: 419-422.
- Khalid, M., I.Ahmad and M. Ayub. 2003. Effect of nitrogen and phosphorus on the fodder yield and quality of two sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* L.) *Int. J. Agric. Bio.* 61-68.
- Limon-Ortega, A and S.C.Mason and A.R Martin.1998. Production practices improve grain Sorghum and pearl millet competitiveness with weeds. *Agron J.* 90: 227-232.

- Mahmud, K., I. Ahmad and M. Ayub. 2003. Effect of nitrogen and phosphorus on the fodder yield and quality of two sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* L.). Int. J. Agric. Biol. 5: 61-63.
- Man, N.V and H. Wictorsson. 2003. Forage yield, nutritive value, feed intake and digestibility of three grass species as affected by harvest frequency. Trop Grass. 37: 101-110.
- Maunder, A.B., E.D. Kerns and G.D. Warts. 1997. Response of three maturities three populations and two row widths in 1997. Sorghum News 2:8.13.
- Mogaddam, H., M.R. Chaichi., H.R. Mashhadi., G.R. Firozabady and A. Hossainzadeh, 2007. Effect of method and time of nitrogen fertilizer application on growth, development and yield of grain sorghum. Asian J. Plant Sci. 6(1): 93-97.
- Muchow, R.C. 1998. Nitrogen utilization efficiency in maize and grain sorghum. Field Crops Res. 56: 209-216
- Porter, L.K., R.F. Follett and A.D. Halvorson. 1996. Fertilizer nitrogen recovery in a no-till wheat- Sorghum-fallow-wheat sequence. Agron. J. 99: 750-757.
- Rahman, M., S. Fukai and F.P. Blamey. 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, P 6.
- Sasha, A and J. Bhatia. 1997. Effect of weather on response of sorghum (*Sorghum bacteria* L. Moench) to long term fertilizer application through cluster analysis. Indian J. Agric. Sci. 67:184-188.
- Siam, H.S., G.M. Abd-El. Kader and H.I. El. Alia. 2008. Yield and yield component of maize as affected by different sources and application rates of nitrogen fertilizer. Res. J. Agric. Biol. Sci. 4 (5):399-412.
- Sumner, D.C., W.E. Martin and H.S. Etchegary. 1995. Dry matter and protein yield and nitrat content of piper Sudan grass in response to nitrogen fertilization. Agron J. 57: 351-354
- Tariq, M., M. Ayub., M. Elahi., A.H. Ahmad., M.N. Chaudhary and M.A. Nadeem. 2011. Forage yield and some quality attributes of millet (*Pennisetum americanum* L.) hybrid under various regimes of nitrogen fertilization and harvesting dates. African J. Agric. Res. 6 (16): 3883-3890.
- Turgut, I. 2005. Production of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) increases with increased plant densities and nitrogen fertilizer levels. Acta Agric. Scand. 55: 236-240.
- Wanjari, S.S., B.V. Mahakulkar and V.B. Shaker. 1995. Response of Kharif sorghum genotype to applied nitrogen. Agric. Sci. 15:207-208.
- Wilman, D., E.J. Mtengeti and G. Moseley. 1996. Physical structure of twelve forage species in retention rate of intake by sheep. Agric. Sci. 126: 277-285.
- Wilman, D and P. Rezvani Moghaddam. 1998. In vitro digestibility and natural detergent fibre and lignin content of plant parts of nine forage species. J. Agric. Sci. 131:51-58.
- Yagoub, S.O and A.K. Abdelsalam. 2010. Effect of Nitrogen and Seed Rates on Growth and Yield of Forage Sorghum (*Sorghum bicolor* L Moench cv. Abusabien). J. Sci. Technol. 11 (2) :48-51.
- Zhao, D., K.R. Reddy, V.G. Kakani and V.R. Reddy. 2005. Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis and hyperspectral reflectance properties of sorghum. Eur. J. Agron. 22: 391-403.

## Effects of different rates of nitrogen fertilizer on fertilizer use efficiency, yield and forage quality of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) at different cutting

T. Mohammadi<sup>1</sup>, R. Seyed Sharifi<sup>2</sup>, R. Seyed Sharifi<sup>3</sup>

Received: 2015-08-18 Accepted: 2016-04-26

### Abstract

In order to study the effects of different rates of nitrogen fertilizer on fertilizer use efficiency, yield and forage quality of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) at different cutting, a split plot in time experiment based on randomized complete blocks design was conducted with three replications in 2010. Experiment factors were included: different rates of nitrogen fertilizer in four levels (0, 60, 120 and 180 kg.ha<sup>-1</sup>) in the form of urea in main plots and different cutting in two levels in sub plots. Means comparison indicated that in both cuts, maximum of quantitative and qualitative yield were obtained with increasing nitrogen rates. Of course, nitrogen application had more effects on the first than the second cut. Leaf-stem ratio decreased with increasing of nitrogen fertilizer in the first cut but it increased in the second cut. Maximum of nitrogen use efficiency was obtained in application of 60 kg N.ha<sup>-1</sup> in the first cutting and the least of one was in 180 kg N.ha<sup>-1</sup>×the second cutting. Based on the results, sorghum can be harvested twice in environmental conditions of Ardabil. It seems that that application of 180 kg urea.ha<sup>-1</sup> can be recommended for increasing of forage yield and qualitative traits such as leaf and stem protein, phosphorus and calcium percentage in the area.

**Key words:** Biomass; fiber; protein, sorghum.

---

1- Department of Agronomy, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran

2- Professor, College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohagheh Ardabili, Ardabil, Iran

3- Assistance professor, College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohagheh Ardabili, Ardabil, Iran