

تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت سه رقم سورگوم علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی شهرستان رشت

گیلوا احمدی مطلق^۱، مجید مجیدیان^{۱*}، غلامرضا محسن‌آبادی^۱، عزیز فومن^۲ و علی اعلمی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۷/۲)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت سه رقم سورگوم علوفه‌ای آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۹ در شهرستان رشت به مرحله اجرا گذاشته شد. تیمارهای آزمایش سه رقم اسپیدفید، پگاه و KFS₂ در چهار سطح کود نیتروژن صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره بودند. صفات گیاهی مورد ارزیابی شامل عملکرد علوفه خشک و تر، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، درصد پروتئین، درصد ماده خشک قابل هضم، درصد خاکستر و فیبر غیرمحلول در شوینده اسیدی (ADF) بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار کود نیتروژن بر عملکرد علوفه و صفات کیفی بود. هم‌چنین رقم نیز بر عملکرد علوفه، درصد پروتئین، درصد ماده خشک قابل هضم و فیبر غیرمحلول در شوینده اسیدی تأثیر معنی‌دار داشت. نتایج نشان داد بیشترین میزان عملکرد علوفه تر (۱۵۵۸۸۷ کیلوگرم در هکتار) و خشک (۴۳۰۸۰ کیلوگرم در هکتار) در به‌کارگیری ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و رقم KFS₂ بود. بنابراین با توجه به نتایج این آزمایش به منظور افزایش عملکرد علوفه تر و خشک، درصد ماده خشک قابل هضم و ADF کمتر رقم KFS₂ با سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط آب و هوایی شهرستان رشت پیشنهاد می‌شود و اگر هدف کیفیت بهتر علوفه باشد رقم پگاه با سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، درصد ماده خشک قابل هضم، سورگوم علوفه‌ای، عملکرد، نیتروژن

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ma_majidian@guilan.ac.ir

مقدمه

سورگوم به دلیل سازگاری با شرایط خشک و کم آب، راندمان مصرف آب بالا، توان تولید علوفه بالا به صورت علوفه تر، خشک و سیلویی از گیاهان زراعی با ارزش به شمار می‌آید (۴۲). این گیاه از مهم‌ترین گیاهان زراعی، در مناطق مختلف حاره‌ای، خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. توانایی سورگوم برای تولید با افزایش میزان دی‌اکسیدکربن و گرم شدن جهانی تحت شرایط گرم و خشک اهمیت بیشتری پیدا خواهد کرد، چرا که تحمل بالا به گرما، قابلیت تولید در شرایط خشک و تولید زیست توده زیاد از ویژگی‌های آن می‌باشد (۲). با توجه به کمبود آب در بخش کشاورزی، تحقیق در مورد گیاهان علوفه‌ای از جمله سورگوم که تحمل زیادی به کم آبی دارد و به شتر گیاهان معروف است، نمایان‌تر می‌شود (۲۷). سورگوم از ظرفیت تولید بالایی برخوردار بوده و سازگاری خوبی به کمبود آب و اقلیم‌های مختلف دارد ولی عملکرد و ویژگی‌های فیزیولوژیکی آن به نحو چشمگیری تحت تأثیر کود نیتروژن قرار می‌گیرد (۱۵، ۲۵ و ۳۴).

اوزماند و ریها (۳۲) نیتروژن را به عنوان مهم‌ترین عنصر غذایی محدودکننده در زراعت ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای در مناطق گرمسیری معرفی کرده‌اند، بر طبق نظر بورق‌ای (۷) نیتروژن یکی از عوامل مهم محدودکننده عملکرد در بسیاری از مناطق دنیا برای غلات می‌باشد. همان‌گونه که تامین نیتروژن کافی سبب تولید عملکرد بهینه می‌گردد، عدم مدیریت در کاربرد کود نیتروژن مانند استفاده از مقادیر زیادی نیتروژن منجر به ایجاد نتایج سوئی مانند آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود. بنابراین تعیین میزان بهینه کود نیتروژن برای تولید علوفه بیشتر و کاهش خسارت به محیط زیست به ویژه کیفیت آب امری ضروری است (۲۲). لذا مدیریت کود نیتروژن همیشه یکی از مهم‌ترین عملیات زراعی در مطالعات کشاورزی بوده است. تولید علوفه سورگوم معمولاً با دادن مقدار کمی کود نیتروژن مدیریت می‌شود اما این گیاه واکنش زیادی به کاربرد کود نیتروژن نشان می‌دهد (۳۵). در خصوص تأثیر مثبت کود

نیتروژن در گندمیان گرمسیری از جمله ذرت، سورگوم و ارزن گزارش‌های متعددی وجود دارد و اکثریت قریب به اتفاق آنها به این نکته اذعان نموده‌اند که افزایش مصرف کود نیتروژن موجب ازدیاد عملکرد علوفه شده است، با این تفاوت که با توجه به محل اجرای آزمایش و ویژگی‌های آب و هوا، اقلیم و خاک، سطح کودی نیتروژن یا تیمار برتر متفاوت بوده است به طور مثال در چند آزمایش مقدار بهینه کود نیتروژن در سورگوم علوفه‌ای اسپیدفید ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید (۱ و ۲۴).

در گیاهان علوفه‌ای علاوه بر عملکرد، کیفیت علوفه نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. بهبود کیفیت علوفه تأثیر چشمگیری بر افزایش تولید فرآورده‌های لبنی و گوشتی دارد. آگاهی از کیفیت علوفه و تغییرات آن در مراحل مختلف فنولوژیک از موارد اساسی تعیین میزان علوفه مورد نیاز دام برای محاسبه ظرفیت چرا و زمان مناسب ورود دام به مراتع با اهمیت می‌باشد (۴). در زراعت گیاهان علوفه‌ای نیز آگاهی از کیفیت علوفه و نیازهای غذایی دام تصمیم‌گیری در مورد زمان برداشت علوفه را ممکن می‌سازد (۱۹). از بین صفتهای کیفی علوفه، افزایش درصد قابلیت هضم، قندهای محلول در آب و پروتئین خام و کاهش درصد فیبر گیاه از اهمیت زیادی برخوردار هستند و بیشترین تأثیر در افزایش فرآورده‌های دامی را دارند (۴۴). پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت سورگوم علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی رشت اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحت پوشش سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان (شهرستان رشت، روستای گورابجیر از توابع خمام در ۱۵ کیلومتری شمال رشت، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی با ارتفاع ۲۴ متر زیر سطح دریا) در سال زراعی ۱۳۸۹ انجام شد. شهرستان رشت دارای اقلیم مرطوب بوده و میانگین میزان

(آون) طبق دستور ایگریسات (ICRISAT) در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت، برای برآورد میزان عملکرد علوفه خشک برداشت شد (۹). نمونه‌های خشک شده با دستگاه خردکننده علوفه در آزمایشگاه تغذیه دام دانشگاه گیلان کاملاً خرد شده و به آزمایشگاه تکنولوژی بذر سازمان تحقیقات جنگل‌ها و مراتع (تهران) منتقل شد. اندازه‌گیری‌ها با دستگاه NIR صورت گرفت. صفات کیفی اندازه‌گیری شده شامل میزان پروتئین خام (Crude protein) (CP)، میزان خاکستر خام (Total ash) (ASH)، میزان ماده خشک قابل هضم (Dry matter digestibility) (DMD) و میزان فیبر غیرمحلول در شوینده اسیدی (Acid detergent fiber) (ADF) بودند (۲۱). برای تجزیه آماری و رسم نمودارها از نرم افزارهای SAS و Excel استفاده شد. محاسبات آماری مربوط با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد علوفه تر و خشک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد علوفه تر و خشک در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر سطوح کود نیتروژن و رقم معنی‌دار است (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات نشان داد با افزایش کود نیتروژن، عملکرد علوفه تر و خشک افزایش یافت، به طوری که سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین عملکرد را تولید کرد (۱۵۵۸۸۷ کیلوگرم در هکتار علوفه تر و ۴۳۰۸۰ کیلوگرم در هکتار علوفه خشک) و کمترین عملکرد در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن به دست آمد (جدول ۳). نتایج مطالعات سایر محققان نیز حاکی از آن است که افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد گیاهان علوفه‌ای می‌شود (۲۰، ۲۴ و ۳۴). علت این امر را می‌توان به نقش نیتروژن در رشد سبزینه‌ای گیاهان به خصوص در شرایط بهینه رطوبت خاک نسبت داد. اسپونر و همکاران (۳۸) دریافتند که رابطه مستقیمی بین سطوح مختلف

بارندگی ۳۰ ساله ۸۷-۱۳۵۷ و دما در نیمه اول سال در شهرستان رشت به ترتیب ۴۲۰ میلی‌متر و ۲۱/۳ درجه سلسیوس است. قبل از شروع آزمایش از خاک مزرعه برای تعیین بعضی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌گیری به عمل آمد (جدول ۱). این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عوامل مورد مطالعه شامل سه رقم اسپیدفید، پگاه، KFS₂ و چهار سطح کود نیتروژن صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره بودند. ابعاد کرت‌ها شامل پنج ردیف هشت متری با فاصله ۶۵ سانتی‌متر و روی ردیف ۸ سانتی‌متر بود. کاشت بذر به صورت دستی و به میزان ۱/۵ کیلوگرم در هکتار صورت گرفت. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک زدن، ماله‌کشی و مرزبندی بود. پس از آماده‌سازی زمین و پیاده‌کردن طرح در تاریخ ۱۳۸۹/۳/۵ کاشت بذر به صورت ردیفی و با دست انجام شد و تراکم بوته‌ها ۱۹۲۰۰۰ بوته در هکتار در نظر گرفته شد. بذور پس از ضدعفونی به تعداد ۲ الی ۳ عدد در هر کپه کشت شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی هر ۷ روز یکبار انجام شد. بعد از سبز شدن گیاهچه‌ها و رسیدن آن‌ها به مراحل ۲-۴ برگی عملیات تنک-کردن انجام گردید. به دلیل رشد کند در ابتدای رویش، هجوم شدید علف‌های هرز در مزرعه مشاهده شد. بنابراین، برای مبارزه با علف‌های هرز از وجین‌دستی در دو مرحله و علفکش بتازون استفاده شد.

برای جلوگیری از کاهش کیفیت علوفه، برداشت نهایی قبل از گلدهی و زمانی که ارتفاع بوته‌ها بین ۱/۸ تا ۲ متر بود، انجام شد. برداشت نهایی به طور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه از خطوط میانی هر کرت معادل ۱۰/۵ متر مربع، به روش دستی و با استفاده از داس انجام شد. صفات عملکرد تر، عملکرد علوفه خشک، تعداد پنجه و قطر ساقه اندازه‌گیری شد. علوفه تر حاصل با ترازوی دقیق بلافاصله توزین و بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. دو نمونه تصادفی دو کیلوگرمی از هر کرت جهت تعیین صفات کیفی و خشک کردن در دستگاه خشک‌کن

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

عمق (سانتی متر)	درصد کربن آلی	کلاس بافتی	درصد اشباع	درصد رطوبت	اسیدیته	مواد خشتی کننده	هدایت الکتریکی (dS/m)	درصد نیتروژن کل	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg)
۰-۳۰	۱/۴۲	شنی لومی	۵۱/۵	۴/۲	۷/۴	۵/۶	۱/۲۸	۰/۱۴	۱۷۸/۳	۲۷/۴

سورگوم طی می‌کنند و به همین دلیل ارقام زودرس ماده خشک کمتری دارند (۶). برهمکنش نیتروژن و رقم بر عملکرد علوفه تر و خشک معنی‌دار نبود (جدول ۲). زیرا این دو عامل به طور جداگانه و مستقل بر عملکرد علوفه تر و خشک تأثیر می‌گذارند. به عبارت دیگر می‌توان بیان نمود افزایش عملکرد در اثر مصرف نیتروژن در هر سه رقم از روند مشابهی برخوردار بود.

وزن خشک ساقه

وزن خشک ساقه در ارقام مختلف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که رقم KFS₂ بیشترین و رقم پگاه کمترین ماده خشک ساقه را تولید کردند (جدول ۳). رقم KFS₂ با طول فصل رشد طولانی‌تر بیشترین ماده خشک و درصد ساقه را تولید کرد. سورگوم‌های علوفه‌ای در مقایسه با گیاهان دیگر علوفه‌ای از میزان ساقه بیشتری برخوردار هستند. تأثیر نیتروژن بر وزن خشک ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین کود نیتروژن نشان داد که وزن خشک ساقه به طور معنی‌داری با افزایش مصرف نیتروژن افزایش یافت به طوری که تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین مقدار تولید ماده خشک ساقه را به خود اختصاص داد (جدول ۳). موسوی و همکاران (۳۰) گزارش کردند که عملکرد خشک ساقه به طور معنی‌دار با افزایش مصرف کود نیتروژن افزایش یافت به طوری که تیمار مصرف ۱۳۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۳/۰۵ تن در هکتار بیشترین

کود نیتروژن و عملکرد سورگوم علوفه‌ای برقرار است. آنها بیشترین عملکرد را در سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آوردند ولی بین تیمارهای شاهد (صفر) و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری پیدا نکردند. افزایش زیست توده کل در نتیجه افزایش کود نیتروژن توسط بورل و هامر (۸) و لیمون اورتگا و همکاران (۲۸) نیز گزارش شده است.

مقایسه میانگین عملکرد هیبریدها نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه مربوط به رقم KFS₂ (۴۰۵۱۷) کیلوگرم در هکتار علوفه خشک و ۱۵۶۸۴۸ کیلوگرم در هکتار علوفه تر) و کمترین مربوط به رقم پگاه (۳۱۵۵۱) کیلوگرم در هکتار ماده خشک و اسپیدفید (۱۱۱۸۸۰ کیلوگرم در هکتار علوفه تر) بود (جدول ۳). که علت کمتر بودن عملکرد ماده خشک در این رقم نسبت به دو رقم دیگر این بود که این رقم از دوره رشد کوتاه‌تری برخوردار بود و مراحل رشد رویشی و زایشی را با سرعت بیشتری پشت سر گذاشته و در نتیجه عملکرد ماده خشک آن کمتر بود. تولید ماده خشک در سورگوم همانند دیگر گیاهان زراعی تابعی از دوره رشد است لذا کاهش دوره رشد به عناوین مختلف باعث کاهش عملکرد خواهد شد (۱۳) و برعکس رقم KFS₂ با طول فصل رشد طولانی‌تر بیشترین ماده خشک و درصد ساقه را تولید کرد از آنجا که عملکرد نتیجه فتوسنتز و استفاده از تابش در طول فصل رویش است، با افزایش این دوران، بر میزان فتوسنتز و بالطبع عملکرد اضافه می‌شود (۱۴). ارقام دیررس مدت زمان بیشتری را در فاصله زمان دوره رشد سریع گیاه و رشد نهایی تجمع ماده خشک در

که روی عملکرد کمی می‌گذارد چون یکی از ساختارهای اصلی مولکول‌ها، اسیدهای آمینه می‌باشد، سبب بالا رفتن درصد پروتئین نیز می‌شود و به طور کلی نیتروژن بیشتر از مقدار مورد نیاز عملکرد، باعث افزایش محتوای پروتئین در گیاه می‌شود (۳۱). با توجه به این که پروتئین‌ها جز اصلی فرآورده‌های دامی بوده و در ساختمان ماهیچه‌های دام نقش ساختمانی مهم دارند (۱۸). لذا استفاده از ارقامی با درصد پروتئین بالا از اهمیت خاصی برخوردار خواهد بود. در مورد برهمکنش رقم و نیتروژن بر پروتئین اثرات معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۲). این نتیجه به این معنی است که واکنش ارقام به کود نیتروژن یکسان نبوده است. همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود بالاترین درصد پروتئین مربوط به رقم پگاه و مقدار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن بود. هم‌چنین مشاهده می‌شود که در سایر ارقام نیز با افزایش مقادیر نیتروژن درصد پروتئین افزایش یافته است. میرلوحی و همکاران (۲۹) گزارش کردند که با افزایش مقدار نیتروژن از ۱۴۰ تا ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد علوفه تر و درصد پروتئین در سورگوم علوفه‌ای افزایش یافت. آقاعلیخانی (۱) سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را برای رسیدن به بالاترین کیفیت علوفه در سورگوم پیشنهاد کردند. کارآموزان و همکاران (۲۳) در بررسی اثر کود نیتروژن بر کیفیت علوفه سه رقم سورگوم علوفه‌ای در کرمان نشان دادند که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص با تولید ۱۵/۸ تن در هکتار ماده خشک، بیشترین میزان قند و پروتئین را به خود اختصاص داد.

درصد ماده خشک قابل هضم

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مقادیر مختلف نیتروژن بر درصد ماده خشک قابل هضم گیاه سورگوم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین درصد ماده خشک قابل هضم با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد و کمترین درصد ماده خشک قابل هضم مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳).

تولید ماده خشک ساقه را به خود اختصاص داد. برهمکنش رقم و نیتروژن بر وزن خشک ساقه معنی‌دار نبود (جدول ۲). بنابراین چنین نتیجه‌گیری می‌شود که این عوامل به طور مستقل و جداگانه بر وزن خشک ساقه تأثیر می‌گذارند.

وزن خشک برگ

در جدول ۲ تفاوت معنی‌دار بین وزن خشک برگ ارقام مختلف سورگوم علوفه‌ای دیده شد. مقایسه میانگین ارقام نشان داد که رقم اسپیدفید با ۱۳۵۰۶/۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین و رقم پگاه با ۷۵۸۳/۴ کیلوگرم در هکتار کمترین وزن خشک برگ را داشتند (جدول ۳). اثر نیتروژن بر عملکرد خشک برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین کود نیتروژن نشان داد که وزن خشک برگ با افزایش سطوح نیتروژن افزایش پیدا کرد به طوری که تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۸۳۷۱/۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار تولید ماده خشک برگ را به خود اختصاص داد (جدول ۳). موسوی و همکاران (۳۰) در آزمایشات خود به این نتیجه رسیدند که کاهش مصرف نیتروژن از ۱۳۸ به ۹۲ و ۴۶ کیلوگرم در هکتار تولید ماده خشک در برگ‌ها را به ترتیب ۱۴/۹۵ و ۳۲/۷۹ درصد کاهش داد. برهمکنش رقم \times نیتروژن بر وزن خشک برگ معنی‌دار نبود (جدول ۲). بنابراین چنین نتیجه‌گیری می‌شود که این عوامل به طور مستقل و جداگانه بر وزن خشک ساقه تأثیر می‌گذارند.

درصد پروتئین

معمولاً پروتئین یکی از صفات مهمی است که ارزش غذایی علوفه را تعیین می‌کند (۲۶). بر اساس نتایج تجزیه واریانس مقادیر مختلف نیتروژن و ارقام بر درصد پروتئین گیاه سورگوم در سطح احتمال یک درصد تأثیر گذاشتند (جدول ۲). نیتروژن به دلیل وظایف متعدد و با اهمیتی که در فرآیندهای حیاتی گیاه انجام می‌دهد، عنصری است که کمبود آن بیش از سایر عناصر، تولید گیاهان زراعی را محدود می‌کند. نیتروژن علاوه بر تأثیری

جدول ۴. اثر برهمکنش رقم و نیتروژن بر درصد پروتئین و درصد خاکستر

رقم	نیتروژن	درصد پروتئین	درصد خاکستر
KFS2	صفر	۸/۴i	۵/۴f-g
	۵۰	۱۰/۱e-h	۶/۲bc
	۱۰۰	۱۰/۷d-g	۶/۳bc
	۱۵۰	۱۱/۲b-d	۶/۸a
اسپیدفید	صفر	۸/۳ij	۵/۷ef
	۵۰	۹/۸h	۵/۹d
	۱۰۰	۱۰/۷d-f	۶/۲b
	۱۵۰	۱۱/۸bc	۶/۹a
پگاه	صفر	۸/۴i	۵/۶e-g
	۵۰	۱۱/۲b-d	۵/۷de
	۱۰۰	۱۱/۹b	۶/۲bc
	۱۵۰	۱۲/۹a	۶/۹a

حروف یکسان در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد بر طبق آزمون توکی در سطوح تیماری است.

شود باعث ساخته شدن کربوهیدرات‌ها که مهم‌ترین آنها در گیاه سورگوم نشاسته است، هم‌چنین میزان چربی، پروتئین‌ها و اسیدهای آلی افزایش یافته و در نتیجه ماده خشک قابل هضم گیاه با افزایش نیتروژن افزایش می‌یابد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین رقم‌ها از لحاظ درصد ماده خشک قابل هضم در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که رقم پگاه دارای بیشترین و رقم اسپیدفید کمترین درصد ماده خشک قابل هضم را دارا بود (جدول ۳). ویلمن و همکاران (۴۴) در بررسی نه گونه گیاهی گزارش کردند دیواره‌های سلولی گیاهان مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در قابلیت هضم ماده خشک می‌باشد. دلیل پایین بودن درصد ماده خشک سورگوم اسپیدفید نسبت رقم KFS₂ را می‌توان به بالاتر بودن ADF و قطر کمتر آن نسبت داد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس آزمایش برهمکنش رقم و نیتروژن بر درصد ماده خشک گیاه سورگوم معنی‌دار نبود (جدول ۲). زیرا هریک از این عوامل به طور مستقل و جداگانه بر درصد ماده خشک تأثیر می‌گذارند. قابلیت هضم ماده خشک علوفه‌ای

در جدول ۳ مشاهده می‌شود که با افزایش مقادیر مختلف نیتروژن ماده خشک قابل هضم گیاه نیز افزایش می‌یابد. قابلیت هضم علوفه بستگی به نسبت محتویات داخل سلول به دیواره سلول دارد. در حالی که محتویات داخل سلول عمدتاً از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های محلول (که قابلیت هضم بالایی دارند) تشکیل شده است. عوامل محیطی مانند دما، تنش رطوبتی، سایه، نوع خاک و عوامل تغذیه‌ای مانند کود نیتروژن بر قابلیت هضم تأثیر دارند و در این پژوهش با افزایش کود نیتروژن، پروتئین‌های محلول داخل سلول افزایش یافت و در نتیجه باعث افزایش درصد ماده خشک قابل هضم شد (داوری بر اساس میزان تولید و فاکتورهای درصد پروتئین و درصد ماده خشک قابل هضم ارزیابی شده است، نه میزان پروتئین‌های محلول داخل سلول). شماع و همکاران (۳۶) بیان کردند که علت افزایش درصد ماده خشک قابل هضم گیاه در مقادیر مختلف نیتروژن این می‌باشد که با افزایش نیتروژن، سطح برگ گیاه افزایش یافته و در نتیجه گیاه فتوسنتز بیشتری دارد و ماده خشک گیاه که به دو جزء مواد غیرآلی و مواد آلی تقسیم می‌-

درصد خاکستر در رقم KFS_2 این است که دیواره‌های سلولی گیاهان مهم‌ترین ذخایر مواد معدنی در گیاهان می‌باشند لذا احتمالاً کاهش درصد دیواره‌های سلولی با کاهش درصد خاکستر همراه است (۳). با افزایش سن گیاه، میزان خاکستر کاهش می‌یابد. دلیل کاهش میزان خاکستر با افزایش سن را می‌توان در فرآیند رقیق‌سازی غلظت عناصر معدنی موجود در اندام‌های گیاهی دانست، که خود تحت تأثیر افزایش عملکرد ماده خشک گیاه می‌باشد (۱۲ و ۴۰) و از آنجا که رقم KFS_2 یک رقم دیررس است لذا کمترین میزان درصد خاکستر در این رقم و سطح صفر کود نیتروژن دیده شد (جدول ۴).

میزان فیبر غیر محلول در شوینده اسیدی

ADF معرف مقادیر لیگنین و سلولز گیاه بوده و هم‌چنین سیلیس موجود را نیز در بر می‌گیرد. تعیین ADF به خصوص در مورد علوفه‌ها مفید است زیرا رابطه نزدیکی بین آن و قابلیت هضم علوفه موجود می‌باشد (۳۹). هم‌چنین با کاهش ADF شاخص تعیین ارزش غذایی نسبی افزایش می‌یابد و در نتیجه باعث بهبود کیفیت مواد غذایی می‌شود. براساس نتایج تجزیه واریانس مقادیر مختلف نیتروژن بر ADF به طور معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد تأثیر گذاشت (جدول ۲). مقایسه میانگین مقادیر مختلف نیتروژن نشان داد که بیشترین میزان ADF در تیمار عدم کاربرد نیتروژن و کمترین میزان ADF در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول ۳). علت کمترین میزان فیبر خام در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن این می‌باشد که فیبر خام شامل سلولز، همی‌سلولز و لیگنین می‌باشد. در سطوح بالاتر کود نیتروژن به علت اتساع دیواره سلولی بخش کمتری به فیبر خام دانه تعلق می‌گیرد اما در دانه‌های کوچک‌تر میزان اتساع دیواره سلولی کمتر و دانه دارای فیبر خام بیشتری نیز می‌باشد. و هم‌چنین بین رقم‌ها از لحاظ درصد ADF در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که رقم اسپیدفید دارای بیشترین درصد ADF و رقم پگاه

بین ۸۵ تا ۹۵ درصد می‌باشد، این عدد در یونجه حدود ۷۰ درصد می‌باشد (۱۷) و در این آزمایش مشاهده می‌شود که سورگوم علوفه‌ای قابلیت هضم بالایی دارد، چرا که قابلیت هضم بالا دریافت علوفه را حداکثر می‌نماید و کارایی تبدیل عناصر مغذی را به وسیله حیوان بهبود می‌بخشد و علاوه بر این قابلیت هضم مهم‌ترین صفت برای افزایش وزن و تولید شیر می‌باشد (۱۱). ماده خشک قابل هضم اغلب نماینده انرژی قابل هضم می‌باشد (۱۰) و ارتباط مستقیم با میزان انرژی و دیگر مواد مغذی قابل دریافت توسط دام دارد (۴۱). ارزانی و همکاران (۵) قابلیت هضم ماده خشک را برای تعیین کیفیت علوفه مورد توجه قرار دادند و اسکوار گزارش کرد که قابلیت هضم ماده خشک ۵۰ درصد برای دام در حالت نگهداری، کافی می‌باشد (۵).

درصد خاکستر

محتوی خاکستر علوفه، شامل مواد معدنی می‌باشد. مواد معدنی برای ساخت ویتامین‌ها، تولید هورمون‌ها، فعالیت آنزیم‌ها، ساخت بافت و بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک که بستگی به رشد، سلامتی و تولید دارد، مورد نیاز می‌باشد (۱۶). بر اساس نتایج تجزیه واریانس برهمکنش رقم و نیتروژن بر درصد خاکستر خام گیاه سورگوم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). در جدول ۴ دیده می‌شود که بیشترین درصد خاکستر خام مربوط به رقم‌های اسپیدفید و پگاه در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن مربوط به رقم KFS_2 در تیمار شاهد به دست آمد. هم‌چنین مشاهده می‌شود با افزایش مقادیر مختلف نیتروژن، درصد خاکستر خام افزایش می‌یابد. علت افزایش درصد خاکستر خام در مقادیر مختلف نیتروژن این می‌باشد که با افزایش نیتروژن، قسمت‌های رویشی گیاه رشد بهتری کرده و ریشه نیز رشد زیادی می‌نماید و هرچه ریشه گسترش بیشتری داشته باشد، جذب مواد معدنی نیز بیشتر خواهد شد و گیاه علاوه بر تولید مواد آلی مقدار بیشتری نیز مواد معدنی را در خود نگه می‌دارد و هم‌چنین علت کاهش

توجهی برخوردار است. هم‌چنین رشد سورگوم در دوره خشک در مواجهه با کم‌آبی متوقف می‌شود و با شروع بارندگی یا آبیاری، دوباره شروع می‌شود. این گیاه رطوبت بیش از حد را نیز بهتر از سایر غلات به جز برنج تحمل می‌کند و به خصوص در مقایسه با ذرت که در صورت وجود و دوام آب در پای بوته از بین می‌رود، ولی سورگوم در چنین شرایطی، گرچه رشد مطلوب نیست، اما به رشد خود ادامه می‌دهد. بیشترین میزان عملکرد در به‌کارگیری ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در رقم KFS₂ بود. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش به منظور افزایش عملکرد علوفه تر و خشک، درصد ماده خشک و ADF کمتر رقم KFS₂ با سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط آب و هوایی شهرستان رشت پیشنهاد می‌شود، و اگر هدف اصلی بهبود کیفیت علوفه باشد، رقم پگاه با سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار پیشنهاد می‌شود.

کمترین درصد ADF را دارا بود (جدول ۳). همان‌طور که گفته شد ویلمن و رضوانی مقدم (۴۴) در بررسی نه‌گونه گیاهی گزارش کردند دیواره‌های سلولی گیاهان مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در قابلیت هضم ماده خشک می‌باشد. بنابراین رقم اسپیدفید دارای کمترین درصد ماده خشک و کیفیت کمتری برخوردار می‌باشد و رقم پگاه دارای بیشترین درصد ماده خشک و کمترین ADF می‌باشد که نشان دهنده کیفیت خوب رقم پگاه است. در مورد برهمکنش رقم و نیتروژن بر ADF اثرات معنی‌داری دیده نشد (جدول ۲)، بنابراین چنین نتیجه می‌شود که این دو عامل به‌طور مستقل و جداگانه بر ADF تأثیر می‌گذارند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به دست آمده در این آزمایش نشان می‌دهد که تولید سورگوم علوفه‌ای در شرایط استان گیلان با توجه به کم بودن سطح زیر کشت گیاهان علوفه‌ای در منطقه، از پتانسیل قابل

منابع مورد استفاده

1. Aga alikhani, M. 1993. Study of different levels of nitrogen and methods of N application on growth, quantitative qualitative characteristics of forage sorghum. In: Proc. 3rd Iran. Crop Sci. Cong., College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. pp. 436. (In Farsi).
2. Almodares, A., M. R. Hadi and H. Ahmadpour. 2008. Sorghum stems yield and soluble carbohydrates under different salinity levels. *African Journal of Biotechnology* 7: 4051-4055.
3. Amami-Meybodi, A., A. Rezvani-Moghaddam, A. Ghdratnama and H. Hafezian. 2007. Effects of treated waste water irrigation on some qualitative characteristics of forage sorghum, corn and millet. *Iranian Journal of Agricultural Research* 5: 211-219. (In Farsi).
4. Arzani, H., J. Torkan, M. Jafari, A. Jalili and A. Nikkhah. 2001. Efficiency of different phonologic periods and ecologic factors on several range grass quality. *Iranian Journal of Agricultural Science* 23: 384-395. (In Farsi).
5. Arzani, H., A. Nikkhah, Z. Arzani, S. H. Kaboli and L. Fazel Dehkordi. 2007. Study of range forage quality in three provinces of Semnan, Markazi and Lorestan for calculation of animal unit requirement. *Pajouhesh and Sazandegi* 76: 60-68. (In Farsi).
6. Asghari, E., K. Razmjoo and M. Mazaheri Tehrani. 2006. Effect of nitrogen rates on yield, yield components and grain protein of grain sorghum (*Sorghum bicolor*). *Journal Agriculture Science and Natural Resource* 13: (In Farsi).
7. Borghi, B. 2000. Nitrogen as determinant of wheat growth and yield. PP. 67-84, In: Satore, E. H. and G. A. Slafer. (Eds.), *Wheat-Ecology and Physiology of Yield Determination*. Food Product Press, New York.
8. Borrell, A. K. and G. L. Hammer. 2000. Nitrogen dynamics and the physiological basis of stay-green in sorghum. *Crop Science* 40: 1295-1307.
9. Clan, M. 1991. Dual Purpose Forage and Grain Sorghum Nursery, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Patancheru, Andhra Pradesh, India.
10. Coleman, S. E. and J. E. Moore. 2003. Feed quality and animal performance. *Field Crops Research* 84: 17-29.
11. Dahmardeh, M. A., A. Ghanbari, B. A. Siahisar and M. Ramrodi. 2010. The effect of planting and harvest date on corn forage quality in mixed culture with Cow pea. *Iranian Journal of Field Crop Science* 41: 633-642. (In Farsi).

12. Esmail, S. H., K. Bulsen and L. Pffaf. 1991. Maturity effects on chemical composition, silage fermentation and digestibility of whole plant grain sorghum and soybean silage fed to beef cattle. *Animal Feed Science Technology* 33:79-85.
13. Ferraris, R. and D. A. Charles-Edwards. 1986. A comparative analysis of the growth of sweet and forage sorghum crops. I. Dry matter production phenology and morphology. *Australian Journal of Agricultural Research* 37: 513-572.
14. Fribourg, H. A. and R. L. Creel. 1981. Selection of concomitant varieties affecting re-growth, yield and digestibility. *Agronomy Journal* 73: 443-445.
15. Gardner, J. C., J. W. Maranville and E. T. Pappozzi. 1994. Nitrogen use efficiency among diverse sorghum cultivars. *Crop Science* 34: 728-733.
16. Greene, W. L., A. B. Johnson, J. Paterson and R. Ansotegui. 1998. Role of trace minerals in cow-calf cycle examined. Feeds Stuffs. Berlin, Germany.
17. Hall, M. H. and J. Jerry. 2000. Use of brassica crops to extend the grazing season. The Pennsylvania State University, USA.
18. Hashemi, M. 1996. Animal, Poultry and Fish Nutrition. Tarbiat Moddaress University Press, Tehran. (In Farsi).
19. Hoffman, P. C., K. M. Lundberg, I. M. Bauman and R. D. Shaver. 2003. The effect of maturity on NDF digestibility. *Focus on Forage* 5: 1-3.
20. Jacobs, J., G. Ward and F. McKenzie. 2004. Effect of irrigation strategies on dry matter yield and water use efficiency of a range of forage species. Available online at: <http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/1/5/533>. Accessed 25 March 2011.
21. Jafari, A., V. Connolly, A. Forlich and E. J. Walsh. 2003. A note on estimation of quality parameters in perennial ryegrass by near in-frared reflectance spectroscopy. *Irish Journal of Agriculture and Food Research* 42:293-299.
22. Jaynes, D. B., T. S. Colvin, D. L. Karlen, C. A. Cambardella and D. W. Meek. 2001. Nitrate loss subsurface drainage as affected by nitrogen fertilizer rate. *Journal of Environment* 30: 1305-1314.
23. Karamoozan, F. M., A. Baghizadeh, M. Gheibi and A. R. Karamoozan. 2008. Effects of nitrogen on forage quality of some varieties of sorghum in Kerman. In: Proc. 10th Iranian Crop Sci. Cong., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj. p. 876. (In Farsi).
24. Kazemi Arbat, H., F. Rahimzadeh Khoyi, M. Moghaddam and A. Banaei Khosraghi. 2000. The effects of different levels of nitrogen and phosphorous fertilizers and irrigation intervals on biomass yield of forage sorghum, Speed feed. *Iranian Journal of Agricultural Science* 31(3): 713-723.
25. Khaitri, Y. O. and R. L. Vanderlip. 1992. Grain sorghum and pearl millet response to date and rate of planting. *Agronomy Journal* 84: 579-582.
26. Khalesro, S., M. Aga alikhani and A. M. Moddaress Sanavi. 2010. The effect of nitrogen fertilizer on yield and quality of forage maize, pearl millet and sorghum crops in the dual. *Iranian Journal of Agricultural Research* 6: 930-938. (In Farsi).
27. Klydri, A. R., S. M. Mousavi Nick, A. R. Beheshti and M. Safayie. 2007. Assessment of crop growth rate, morphological characteristics, and performance physiological and forage sorghum cultivars in Mashhad region. *Journal of Agricultural Sciences* 1(8): 37-52.
28. Limon-Ortega, A., S. C. Mason and A. R. Martin. 1998. Production practices improve grain sorghum and pearl millet competitiveness with weeds. *Agronomy Journal* 90: 227-232.
29. Mirlohi, A., N. Bozorgwar and M. Basiri. 2000. Effect of different amounts of nitrogen fertilizer on growth, yield and quality of forage sorghum silage hybrids Tuesday. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 2: 105-116. (In Farsi).
30. Mousavi, S., M. J. Mirhadi, S. A. Siyadat, G. Noormohammadi and F. Darvish. 2010. Effect of water stress and nitrogen fertilization on yield and water use efficiency of sorghum and millet forage. *New Knowledge of Sustainable Agriculture*.
31. Nour-Mohammadi, G., A. Siadat and A. Kashani. 2007. Cereal Crops. Shahid Chamran, University Press, Ahwaz, Iran. (In Farsi).
32. Osmond, D. L. and S. J. Riha. 1990. Nitrogen fertilizer requirement for maize produced in the tropics: A comparison of three computer-based recommendation systems. *Agricultural Systems* 50: 37-50.
33. Ram, S. N. and B. Sing. 2001. Effect of nitrogen and harvesting time on yield and quality of sorghum (*sorghum bicolor*) intercropped with legumes. *Indian Journal of Agronomy* 46: 32-37.
34. Raut, M. S. and M. Ali. 1987. Productivity of forage sorghum as influence due to nitrogen and phosphorus under rainfed condition on vertisol of Burdelkhand tract. *Indian Journal of Agriculture Research* 21(3): 171-174.
35. Sasha, A. and K. Bhatia. 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.
36. Shamma, M., H. Saedi and K. Nikpoor. 1997. Animal and Poultry Feeds and the conservation methods. Tehran, Iran. (In Farsi).

37. Smith, K. F., k. F. Reed and J. Z. Foot. 1997. An assessment of the relative importance of specific traits for the genetic improvement of nutritive value in dairy pasture. *Grass Forage Science* 52: 167-175.
38. Spooner, A. E., R. Jeffery and H. J. Hanty Cutt. 1971. Effect of management practices on Johnson grass for hay production. University of Arkansas, Report Series 99. Elements of integrated control of sorghum pests, 158 P.
39. Souffi-Siavash, R. and H. Janmohammadi. 2000. Animal Nutrition. Hamidi Press, Tabriz. (In Farsi).
40. Thomas, C. A., A. Srivastava and K. Vasudevan 1984. Mineral content of forage as influenced by varying proportion of jowar and cowpea. *Seed and Farms* 10: 41- 46.
41. Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two- stage technique for the In Nitro digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society* 18: 104-111.
42. Turget, J., U. Bikkiki, A. Duman and E. Acikgoz. 2005. Production of sweet sorghum increase plant densities and nitrogen fertilizer levels. *Plant soil Science* 32: 236-240.
43. Wheeler, J. L. and J. L. Corbett. 1989. Criteria for breeding forages of improved nutritive value: results of a Delphi Survey. *Grass Forage Science* 44: 77- 83.
44. Wilman, D. and P. Rezvani Moghaddam. 1998. In vitro digestibility and neutral detergent fiber and lignin content of plant parts of nine forage species. *Journal of Agricultural Science Cambridge* 131: 51-58.