



## تحقیقات غلات

دوره ششم / شماره دوم / تابستان ۱۳۹۵ (۲۵۳-۲۴۱)

# اثر سطوح کود نیتروژن بر صفات کمی و کیفی ارقام سورگوم علوفه‌ای در چین‌های برداشت

گیلوا احمدی مطلق<sup>۱</sup>، مجید مجیدیان<sup>۲\*</sup>، غلامرضا محسن‌آبادی<sup>۲</sup>، عزیز فومن<sup>۳</sup> و علی اعلمی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۸

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۱۴

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت سه رقم سورگوم علوفه‌ای طی دو چین برداشت، آزمایشی به صورت فاکتوریل- کرت‌های خردشده در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۹ در شهرستان رشت اجرا شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل سه رقم اسپیدفید، پگاه و KFS<sub>2</sub> و چهار سطح کود نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره) بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر معنی‌دار برهمکنش رقم × چین بر عملکرد علوفه و صفات کیفی بود، به طوری که بیشترین عملکرد از چین اول در رقم KFS<sub>2</sub> به دست آمد. عملکرد علوفه، درصد پروتئین، درصد خاکستر و درصد ADF تحت تأثیر برهمکنش نیتروژن × چین قرار گرفت، به طوری که بیشترین عملکرد از چین اول با به کارگیری ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. اثر سه جانبه نیتروژن × رقم × چین نیز بر عملکرد علوفه خشک، درصد پروتئین، درصد ماده خشک و درصد ADF معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین این اثر متقابل نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه در رقم اسپیدفید با به کارگیری ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در چین اول تولید شد. به علاوه، بیشترین درصد ماده خشک، پروتئین و ADF کمتر در رقم پگاه در چین اول به دست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که جهت دستیابی به عملکرد علوفه بیشتر در شرایط اقلیمی رشت، رقم KFS<sub>2</sub> با سطح کودی ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار یا رقم اسپیدفید با سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار پیشنهاد می‌شود، اما اگر هدف کیفیت علوفه باشد، رقم پگاه با سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای این شرایط اقلیمی مناسب‌تر خواهد بود.

**واژه‌های کلیدی:** درصد خاکستر، درصد فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، عملکرد علوفه، پروتئین، ماده خشک

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳- عضو هیئت علمی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران

\* نویسنده مسئول: [ma\\_majidian@guilan.ac.ir](mailto:ma_majidian@guilan.ac.ir)

## مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا سورگوم به عنوان یک غله از اهمیت زیادی برخوردار است، ولی با توجه به کمبود علوفه در ایران، نوع علوفه‌ای آن اولویت دارد و سطح زیر کشت آن در ایران بیش از ۴۰ هزار هکتار می‌باشد (Fouman, 2005). گیاه سورگوم پس از گندم، برنج، ذرت و جو پنجمین غله مهم دنیاست (Emam, 2007). نیتروژن نیز عنصری ضروری در تغذیه گیاهان به حساب می‌آید، زیرا یکی از اجزای مهم ترکیبات آلی مانند پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و کلروفیل می‌باشد. در سیستم‌های تولید گیاهان زراعی قابلیت دسترسی نیتروژن در خاک یکی از عوامل مهم و محدودکننده رشد، نمو و عملکرد گیاهان می‌باشد (Bredemeier, 2005). بر اساس گزارش یانگ و لانگ (Young and Long, 2000) اگرچه گیاه سورگوم در مقایسه با ذرت به طور کارآمدتری از نیتروژن استفاده می‌کند، اما کمبود نیتروژن سبب کاهش رشد و نیز کاهش تجمع ماده خشک در این گیاه می‌شود (Duli, 2005; Zhao et al., 2005).

از آنجا که ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته است، مقدار مواد آلی خاک‌های آن پایین بوده و در نتیجه دارای سطوح پایین نیتروژن می‌باشد. اغلب گیاهان در این مناطق دچار کمبود نیتروژن هستند و تامین نیتروژن از طریق کودهای شیمیایی و آلی ضروری است (Malekooti and Homayi, 2004). اوان و مولین (Owen and Moline, 1970) گزارش کردند که مقدار ماده خشک در سورگوم علوفه‌ای با مصرف نیتروژن بیشتر می‌شود. کهن مو و مظاهری (Kohanmo and Mazaheri, 2003) بیان کردند که کود نیتروژن شرایط بهتری را برای رشد و نمو فراهم می‌کند و موجب می‌شود سورگوم بهتر از عوامل محیطی بهره‌مند شود. همچنین بزرگوار (Bozorgvar, 1996) در مطالعه ۳۰۰ و ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در سورگوم اسپیدفید به این نتیجه رسید که افزایش کود اوره باعث افزایش عملکرد سورگوم می‌شود. میرلوحی و همکاران (Mirlohi et al., 2000) گزارش کردند که با افزایش کود نیتروژن از ۱۴۰ تا ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد علوفه تر در سورگوم علوفه‌ای افزایش یافت. کمبود نیتروژن نیز به کاهش ماده خشک، پروتئین خام و عملکرد این گیاه منجر می‌شود (Jarvis, 1996; shiono et al., 2005). اویس و همکاران (Eweis et al., 1998) معتقدند کمبود نیتروژن

در هر مرحله‌ای از رشد گیاه سورگوم می‌تواند منجر به کاهش رشد، عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه شود. نتیجه تحقیقات مارانویل و مادهاوان (Maranville and Madhavan, 2002) حاکی از آن است که کمبود نیتروژن سبب کاهش میزان آنزیم فسفوانول‌پیروات کربوکسیلاز و روبیسکو در برگ‌های سورگوم می‌شود. بدیهی است پیامد این رخداد، کاهش عملکرد علوفه و ماده خشک گیاه می‌باشد.

در گیاهان علوفه‌ای، عملکرد به تنهایی نمی‌تواند تعیین کننده یک علوفه مطلوب باشد، بلکه کیفیت علوفه از اهمیت بیشتری برخوردار است. بهبود کیفیت علوفه تاثیر 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 است که بر اساس زمان مناسب ورود دام به مرتع از لحاظ ارزش غذایی علوفه دارای اهمیت می‌باشد (Arzani et al., 2001). در زراعت علوفه نیز آگاهی از کیفیت علوفه و نیازهای غذایی دام تصمیم‌گیری در مورد زمان برداشت علوفه را ممکن می‌سازد. اگر هدف کیفیت باشد برداشت در مراحل اولیه رشد دارای بیشترین ماده قابل هضم است (Hoffman et al., 2003). از بین صفات کیفی علوفه، افزایش درصد قابلیت هضم، قندهای محلول در آب و پروتئین خام و کاهش درصد فیبر گیاه از اهمیت زیادی برخوردار بوده و بیشترین تاثیر را در افزایش فرآورده‌های گوشتی و لبنی دارند (Wheeler and Corbett, 1989; Smith et al., 1997). این تحقیق با هدف بررسی اثر کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت علوفه سه رقم سورگوم علوفه‌ای در چین‌های مختلف در شرایط آب و هوایی شهرستان رشت اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار و تابستان سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ 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) انجام گرفت. شهرستان رشت دارای اقلیم مرطوب است و میانگین ۳۰ ساله (۸۷-۱۳۵۷) بارندگی و دما در نیمه اول سال در

آفت از سم دیازینون (به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار، دو بار قبل از مرحله گل‌دهی) و فوزالن (به میزان یک لیتر در هکتار، دو بار در مرحله ۷ تا ۸ برگی) استفاده شد. برداشت نهایی به طور تصادفی و با حذف حاشیه‌های هر کرت، از خطوط میانی معادل ۵/۱ متر مربع برداشت شد. علوفه‌تر حاصل با ترازوی دقیق آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ گرم بلافاصله توزین و عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه و دو نمونه تصادفی دو کیلوگرمی از هر تکرار انتخاب شد. یک نمونه جهت تعیین میزان پروتئین، ماده خشک قابل هضم، فیبر و خاکستر استفاده و در آون در دمای ۴۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد. نمونه‌های خشک کاملاً خرد شده و به آزمایشگاه تکنولوژی بذر سازمان تحقیقات جنگل‌ها و مراتع (تهران) منتقل شد. اندازه‌گیری‌ها با دستگاه NIR صورت گرفت (Jafari et al., 2003). نمونه دیگر برای خشک کردن طبق روش ایکریسات (ICRISAT) به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس برای برآورد میزان عملکرد علوفه خشک قرار گرفت (Clan, 1991). در این آزمایش دو چین علوفه برداشت شد (در چین اول رقم اسپیدفید در تاریخ ۱۵، رقم پگاه در تاریخ ۲۰ و رقم KSF<sub>2</sub> در تاریخ ۲۷ مرداد برداشت شدند. در چین دوم به دلیل شرایط نامساعد آب و هوایی و بارندگی شدید همه ارقام در تاریخ ۲۷ آبان برداشت شدند). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و تجزیه واریانس با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ (SAS, 1996) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

اثر سطوح کود نیتروژن بر صفات کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای شهرستان رشت به ترتیب ۴۲۰ میلی‌متر و ۲۱/۳ درجه سلسیوس می‌باشد. اطلاعات اقلیمی محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است. خاک مزرعه آزمایشی دارای بافت شنی لومی، کربن آلی ۱/۴۲ درصد، نیتروژن کل ۰/۱۴ درصد، هدایت الکتریکی ۱/۲۸ دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیته برابر با ۷/۳۵ بود. آزمایش به صورت فاکتوریل-کرت‌های خردشده در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد که در آن کرت اصلی شامل ترکیب تیماری سه رقم اسپیدفید، پگاه و KFS<sub>2</sub> و چهار سطح کود نیتروژن صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره بودند. هر کرت دارای چهار خط کاشت به طول ۸ متر و با فاصله ردیف ۶۵ سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی ردیف ۸ سانتی‌متر بود. عملیات آماده سازی زمین در اواخر اردیبهشت ماه ۸۹ انجام گرفت و کاشت در تاریخ ۱۳۸۹/۳/۵ با دست انجام شد. میزان بذر مصرفی ۱/۵ کیلوگرم در هکتار و تراکم بوته‌ها ۱۹۲۰۰۰ بوته در هکتار در نظر گرفته شد. آبیاری طبق عرف منطقه و با توجه به شرایط اقلیمی و نیاز آبی گیاه هر هفت روز یکبار انجام شد. بعد از سبز شدن گیاهچه‌ها و رسیدن آن‌ها به مراحل ۲-۴ برگی، عملیات تنک کردن انجام شد. به دلیل رشد کند ذرت خوشه‌ای در ابتدای دوره، هجوم علف‌های هرز در مزرعه بسیار مشاهده شد. بنابراین برای مبارزه با علف‌های هرز، وجین دستی در دو مرحله و علفکش بنتازون به میزان دو لیتر در هکتار در مرحله دو برگی استفاده شد. در دوره رشد و نمو گیاه، آفت زنجبرک در مزرعه مشاهده شد که برای مبارزه با این

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی مربوط به دوره رشد سورگوم (سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹)

Table 1. Meteorological data at growing period of sorghum (crop year 2010-11)

Month	ماه	کمینه دما Minimum temperature (°C)	بیشینه دما Maximum temperature (°C)	مجموع میزان بارندگی (میلی‌متر) Total precipitation (mm)	مجموع ساعت‌های آفتابی Total sunshine hours
May-June	خرداد	20.4	29.8	11.3	269.4
June-July	تیر	22.8	32.3	2	271.1
July-Aug.	مرداد	21.6	33.8	32.5	300.6
Aug.-Sep.	شهریور	19.5	29.7	199.5	47.5
Sep.-Oct.	مهر	17.9	25.2	103.8	161.8
Oct.-Nov.	آبان	10.4	19.9	138	153
Nov.-Dec.	آذر	8.7	19.9	109	5.4
Total	مجموع	121.3	190.6	596.1	1208.8
Average	میانگین	17.3	27.2	85.2	171.8

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ارقام سورگوم علوفه‌ای  
Table 2. Analysis of variance of the studied traits in forage sorghum

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square					خاکستر Ash	ADF
		عملکرد علوفه تر Fresh forage yield	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield	پروتئین Protein	ماده خشک قابل هضم Digestible dry matter	ماده خشک قابل هضم Digestible dry matter		
تکرار Replication (R)	2	1530900418	638609	1.3	19.53	1.2	4.3	
رقم Cultivar (C)	2	12289530356**	502561523**	5.6**	1116.7**	0.1 <sup>ns</sup>	603.2**	
نیتروژن Nitrogen (N)	3	6303624789**	802130163**	36.2**	727.5**	7.7**	304.9**	
رقم × نیتروژن C × N	6	104178409 <sup>ns</sup>	7514532 <sup>ns</sup>	1.5**	36.4 <sup>ns</sup>	0.2*	14.6 <sup>ns</sup>	
خطای اصلی Main error	22	312886115.5	39356531	0.31	22.8	0.04	11.6	
چین Harvest (H)	1	212967396357**	26462495075**	26.7**	3334.6**	0.6*	2076.6**	
رقم × چین C × H	2	2801202842.9**	561895361**	27**	143.1**	0.7*	419.8**	
نیتروژن × چین N × H	3	1576223629.7**	285347607**	3.7**	3.1 <sup>ns</sup>	0.4*	24.8*	
رقم × نیتروژن × چین C × N × H	6	182262414.9 <sup>ns</sup>	92269749*	0.1**	128.3**	0.1 <sup>ns</sup>	25.2**	
خطای فرعی Sub-error	24	252172123.8	35074865	0.3	19.1	0.1	5.8	
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		11.7	16.7	13.1	7.1	12.4	10.5	

<sup>ns</sup>, \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

<sup>ns</sup>, \* and \*\*: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

## نتایج و بحث

**عملکرد علوفه تر و خشک:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد علوفه تر و خشک تحت تاثیر معنی‌دار رقم و سطوح کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه مربوط به رقم KFS<sub>2</sub> و کمترین عملکرد علوفه تر مربوط به رقم اسپیدفید بود، ولی کمترین عملکرد علوفه خشک را رقم پگاه داشت (جدول ۳). علت کم بودن عملکرد علوفه خشک در رقم پگاه کوتاه بودن ارتفاع بوته های آن نسبت به دو رقم دیگر و سرعت رشد بیشتر آن در طی مراحل رشد رویشی و زایشی (زودرسی) بود و در نتیجه عملکرد ماده خشک آن کمتر از ارقام دیگر بود.

مقایسه میانگین سطوح کود نیتروژن نشان داد که با افزایش مصرف کود نیتروژن، عملکرد علوفه تر و خشک افزایش یافت، به طوری که سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم

نیتروژن در هکتار بیشترین عملکرد را تولید کرد و در مقابل، کمترین عملکرد علوفه در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن به دست آمد (جدول ۳). عملکرد علوفه تر و خشک در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر چین‌های برداشت، برهمکنش رقم × چین و نیتروژن × چین معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش رقم × چین بر عملکرد علوفه تر و خشک نشان داد که بیشترین عملکرد در رقم KFS<sub>2</sub> (که با رقم اسپیدفید تفاوت معنی‌داری نداشت) در چین اول و کمترین آن در رقم اسپیدفید در چین دوم به دست آمد (جدول ۵). همان‌طور که بیان شد، از آنجایی که رقم KFS<sub>2</sub> نسبت به دو رقم دیگر دیررس‌تر است، بنابراین بیشترین ماده خشک و درصد ساقه را تولید کرد. از سوی دیگر چون سورگوم گیاهی C<sub>4</sub> است، به علت بالا بودن نسبی دما (جدول ۱) و در نتیجه فتوسنتز بیشتر، عملکرد آن در چین اول افزایش یافت. واندرلیپ (Vanderlip, 1982) گزارش کرد که ارقام دیررس مدت

تحقیقات غلات/ دوره ششم/ شماره دوم/ تابستان ۱۳۹۵  
 افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد علوفه افزایش یافت. نتایج نشان داد که در چین اول مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود اثر معنی‌داری داشت و بیشترین علوفه را تولید کرد، در حالی که در چین دوم بین مقادیر ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی‌داری از نظر علوفه تولیدی وجود نداشت (جدول ۶).

اثر سطوح کود نیتروژن بر صفات کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای  
 زمان بیشتری را در فاصله انتقال تا گرده‌افشانی (زمان دوره رشد سریع گیاه و رشد نهایی تجمع ماده خشک در سورگوم) طی می‌کنند و به همین دلیل نسبت به ارقام زودرس از ماده خشک بیشتری برخوردار هستند.  
 مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن × چین بر عملکرد علوفه‌تر و خشک نیز نشان داد که در هر دو چین، با

جدول ۳- اثر رقم و نیتروژن بر صفات مورد مطالعه در سورگوم علوفه‌ای

Table 3. Effect of cultivar and nitrogen on the studied traits in forage sorghum

Treatment	تیمار	علوفه تر	علوفه خشک	درصد پروتئین	درصد ماده خشک	درصد خاکستر	ADF (%)
		Fresh forage	Dry forage	Protein (%)	قابل هضم	Ash (%)	
		Digestible dry matter (%)					
رقم Cultivar	KFS <sub>2</sub>	156848 <sup>a</sup>	40517 <sup>a</sup>	10.2 <sup>b</sup>	65.6 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>	20.1 <sup>b</sup>
	اسپیدفید	111880 <sup>c</sup>	34441 <sup>b</sup>	10.2 <sup>b</sup>	53.9 <sup>b</sup>	6.2 <sup>a</sup>	28.6 <sup>a</sup>
	Speedfeed						
	پگاه	138788 <sup>b</sup>	31551 <sup>b</sup>	11.1 <sup>a</sup>	65.8 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	19.7 <sup>b</sup>
	Pegah						
نیتروژن Nitrogen	0	111925 <sup>c</sup>	27064 <sup>c</sup>	8.5 <sup>d</sup>	53.1 <sup>c</sup>	5.6 <sup>d</sup>	28.1 <sup>a</sup>
	50	131884 <sup>b</sup>	34403 <sup>b</sup>	10.4 <sup>c</sup>	61.5 <sup>b</sup>	5.9 <sup>c</sup>	23.4 <sup>b</sup>
	100	143659 <sup>ab</sup>	37467 <sup>ab</sup>	11.1 <sup>b</sup>	64.4 <sup>ab</sup>	6.3 <sup>b</sup>	21.6 <sup>b</sup>
	150	155887 <sup>a</sup>	43080 <sup>a</sup>	11.9 <sup>a</sup>	68.1 <sup>a</sup>	6.9 <sup>a</sup>	18.2 <sup>c</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با آزمون توکی ندارند.

Means followed by the same letters in each column have not significant difference by Tukey's test.

جدول ۴- برهم‌کنش رقم × نیتروژن بر درصد پروتئین و خاکستر

Table 4. interaction effect of nitrogen × cultivar on protein and ash percentage

رقم	نیتروژن	پروتئین (درصد)	خاکستر (درصد)
Cultivar	Nitrogen	Protein (%)	Ash (%)
KFS <sub>2</sub>	0	8.8 <sup>i</sup>	5.6 <sup>g-i</sup>
	50	10.1 <sup>f-h</sup>	6.2 <sup>c</sup>
	100	10.7 <sup>d-g</sup>	6.3 <sup>c</sup>
	150	11.2 <sup>b-e</sup>	6.8 <sup>ab</sup>
اسپیدفید Speedfeed	0	8.3 <sup>ij</sup>	5.7 <sup>gh</sup>
	50	9.8 <sup>h</sup>	5.9 <sup>fg</sup>
	100	10.7 <sup>d-f</sup>	6.2 <sup>cd</sup>
	150	11.8 <sup>bc</sup>	6.9 <sup>a</sup>
پگاه Pegah	0	8.4 <sup>ij</sup>	5.6 <sup>g-i</sup>
	50	11.2 <sup>b-d</sup>	5.7 <sup>de</sup>
	100	11.9 <sup>b</sup>	6.2 <sup>c-e</sup>
	150	12.9 <sup>a</sup>	6.9 <sup>a</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با آزمون توکی ندارند.

Means followed by the same letters in each column have not significant differences by Tukey's test.

جدول ۵- برهمکنش چین × رقم بر صفات مورد مطالعه در سورگوم علوفه‌ای

Table 5. Interaction effect of harvesting time × cultivar on the studied traits on forage sorghum

چین Harvest	رقم Cultivar	عملکرد علوفه تر Fresh forage yield	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield	درصد پروتئین Protein (%)	درصد ماده خشک قابل هضم Digestible dry matter (%)	درصد خاکستر Ash (%)	ADF (%)
اول First	KFS <sub>2</sub>	216249.6 <sup>a</sup>	61060 <sup>a</sup>	8.5 <sup>d</sup>	74.8 <sup>a</sup>	6.2 <sup>b-d</sup>	11.4 <sup>d</sup>
	اسپیدفید Speedfeed	173651.2 <sup>c</sup>	57620 <sup>a</sup>	10.7 <sup>b</sup>	58.2 <sup>b</sup>	6.4 <sup>a</sup>	27.9 <sup>a-c</sup>
	پگاه Pegah	180775.2 <sup>b</sup>	45350 <sup>b</sup>	10.5 <sup>b</sup>	72.4 <sup>a</sup>	6.3 <sup>ab</sup>	13 <sup>d</sup>
دوم Second	KFS <sub>2</sub>	97450 <sup>d</sup>	19980 <sup>c</sup>	11.9 <sup>a</sup>	56.5 <sup>b</sup>	6.3 <sup>ab</sup>	28.8 <sup>ab</sup>
	اسپیدفید Speedfeed	50110 <sup>e</sup>	11260 <sup>d</sup>	9.7 <sup>c</sup>	50.3 <sup>c</sup>	6 <sup>d</sup>	29.3 <sup>a</sup>
	پگاه Pegah	96800 <sup>d</sup>	17760 <sup>c</sup>	11.7 <sup>a</sup>	59.2 <sup>b</sup>	5.9 <sup>de</sup>	26.5 <sup>c</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با آزمون توکی ندارند.

Means followed by the same letters in each column have not significant differences by Tukey's test.

(جدول ۱) و رشد بیشتر سورگوم اشاره کرد. کهن‌مو و مظاهری (Kohanmo and Mazaheri, 2003) اظهار داشتند که کود نیتروژن شرایط بهتری را برای رشد و نمو فراهم می‌کند و موجب می‌شود که سورگوم بهتر از عوامل محیطی بهره‌مند شود. آن‌ها نیز بیشترین عملکرد ماده خشک را در چین اول گزارش کردند.

**درصد پروتئین:** مینسون (Minson, 1982) پروتئین خام موجود در علوفه را راهنمای خوبی برای تعیین اسید آمینه برای نشخوارکنندگان می‌داند. ارزانی و همکاران (Arzani et al., 2001) به نقل از باتروث نیز حداقل مقدار پروتئین خام لازم برای حفظ وضعیت گوارش نشخوارکنندگان را هفت درصد ذکر کردند. اثر رقم، نیتروژن، چین و همه آثار متقابل بین آنها در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین بین ارقام مورد مطالعه نشان داد که رقم پگاه بیشترین درصد پروتئین و رقم اسپیدفید و KFS<sub>2</sub> کمترین درصد پروتئین را دارا بودند. در مقایسه سطوح کودی نیز بیشترین و کمترین درصد پروتئین در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و عدم مصرف نیتروژن مشاهده شد (جدول ۳). بررسی برهمکنش رقم و کود (جدول ۴) نشان داد که رقم پگاه نسبت به دو رقم دیگر درصد پروتئین بیشتری در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و سطوح کودی دیگر دارد. همچنین با افزایش مقادیر مختلف نیتروژن درصد پروتئین در ارقام سورگوم افزایش یافت (جدول ۴).

رحمان و همکاران (Rahman et al., 2001) در بررسی تاثیر نیتروژن بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای اظهار داشتند که زیست‌توده کل به طور معنی‌داری تحت تاثیر کود نیتروژن قرار گرفت و با افزایش تعداد چین‌های برداشت، میزان زیست‌توده در هر چین کاهش یافت. اثر سه جانبه نیتروژن × رقم × چین بر عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن × رقم × چین نشان داد که بیشترین عملکرد در رقم اسپیدفید با به‌کارگیری ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در چین اول به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با مصرف ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در رقم KFS<sub>2</sub> و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در رقم اسپیدفید نداشت. کمترین عملکرد علوفه نیز به‌وسیله رقم اسپیدفید با عدم مصرف نیتروژن در چین دوم حاصل شد و البته در چین دوم بین هیچ‌کدام از ارقام و سطوح کود نیتروژن تفاوتی وجود نداشت (جدول ۷). بباوی (Bebavi, 1988) گزارش کرد که افزایش مقادیر کود نیتروژن، تراکم پنجه‌ها، سرعت ظهور آن‌ها و سطح برگ‌های گیاه سورگوم علوفه‌ای را افزایش می‌دهد و از این طریق منجر به افزایش عملکرد علوفه می‌شود. بنابراین با افزایش نیتروژن رشد رویشی و پنجه‌زنی در سورگوم افزایش می‌یابد. علت این امر را احتمالاً می‌توان به جذب بیشتر نیتروژن و تولید زیست‌توده بیشتر به‌علت نقش نیتروژن در گیاه نسبت داد. از دلایل زیاد بودن عملکرد در چین اول، می‌توان به بالا بودن دما در طول فصل رشد

جدول ۶- برهمکنش چین و نیتروژن بر صفات مورد مطالعه در سورگوم علوفه‌ای

Table 6. Interaction effect of nitrogen and harvesting time on the studied traits in forage sorghum

چین Harvest	نیتروژن Nitrogen	عملکرد علوفه تر Fresh forage yield	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield	درصد پروتئین Protein (%)	درصد خاکستر Ash (%)	ADF (%)
اول First	0	153410.1 <sup>c</sup>	41290 <sup>c</sup>	7.3 <sup>f</sup>	5.6 <sup>f</sup>	24.5 <sup>c</sup>
	50	186525.9 <sup>b</sup>	52990 <sup>b</sup>	9.9 <sup>de</sup>	5.9 <sup>cd</sup>	17.7 <sup>d</sup>
	100	201520 <sup>b</sup>	57470 <sup>b</sup>	10.5 <sup>cd</sup>	6.4 <sup>b</sup>	15.5 <sup>d</sup>
	150	219445.6 <sup>a</sup>	66950 <sup>a</sup>	11.7 <sup>b</sup>	7.2 <sup>a</sup>	12.1 <sup>e</sup>
دوم Second	0	70440 <sup>ef</sup>	12840 <sup>ef</sup>	9.7 <sup>e</sup>	5.7 <sup>d-f</sup>	31.7 <sup>a</sup>
	50	77240 <sup>d-f</sup>	15820 <sup>d-f</sup>	10.8 <sup>c</sup>	6 <sup>c-e</sup>	29.1 <sup>b</sup>
	100	85800 <sup>de</sup>	17460 <sup>de</sup>	11.7 <sup>b</sup>	6.1 <sup>c</sup>	27.6 <sup>b</sup>
	150	92330 <sup>d</sup>	19210 <sup>d</sup>	12.3 <sup>a</sup>	6.7 <sup>b</sup>	24.4 <sup>c</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با آزمون توکی ندارند.

Means followed by the same letters in each column have not significant differences by Tukey's test.

یافت. در چین دوم نیز به‌علت کاهش عملکرد و افزایش نسبت برگ به ساقه، درصد پروتئین افزایش یافت. در هر سه رقم با افزایش میزان نیتروژن هم در چین اول و هم در چین دوم میزان پروتئین خام افزایش یافت. رقم پگاه در چین اول با کاربرد بالاترین مقدار نیتروژن بیشترین مقدار پروتئین خام (۱۳/۲ درصد) را تولید کرد. همچنین این رقم در همین چین در تیمار شاهد (بدون کاربرد نیتروژن) کمترین مقدار پروتئین خام را تولید کرد که بیانگر حساسیت این رقم به کود نیتروژن برای تولید پروتئین خام است (جدول ۷).

**درصد ماده خشک قابل هضم:** ماده خشک غذا از دو قسمت ماده آلی و ماده معدنی (خاکستر) تشکیل شده است، ولی اصولاً در کلیه غذاها چنین تمایز آشکاری وجود ندارد. بسیاری از مواد آلی دارای عناصر معدنی به عنوان اجزای ساختمانی هستند. سه چهارم ماده خشک گیاهان را کربوهیدرات تشکیل می‌دهد (Shoma *et al.*, 1997). در ارقام سورگوم از لحاظ درصد ماده خشک قابل هضم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۲). در ادامه مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که رقم پگاه دارای بیشترین درصد ماده خشک قابل هضم و رقم اسپیدفید دارای کمترین درصد ماده خشک بود، ولی اختلاف معنی‌داری با رقم KSF<sub>2</sub> نداشت (جدول ۳). ویلمن و رضوانی مقدم (Wilman and Rezvani, 1998) در بررسی نه گونه گیاهی گزارش کردند که دیواره‌های سلولی گیاهان مهم‌ترین عامل تاثیرگذار در قابلیت هضم ماده خشک هستند. دلیل پایین

نیتروژن علاوه بر تاثیری که بر عملکرد دانه می‌گذارد، چون یکی از ساختارهای اصلی ترکیب‌های پروتئینی و اسیدهای آمینه می‌باشد، سبب بالا رفتن درصد پروتئین دانه نیز می‌شود و به طور کلی نیتروژن بیش از مورد نیاز عملکرد باعث افزایش پروتئین در گیاه می‌شود (Noormohammadi *et al.*, 2007). بر اساس نتایج تجزیه واریانس، بین چین‌های برداشتی از نظر درصد پروتئین در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). اثر برهمکنش رقم × چین، نیتروژن × چین و رقم × نیتروژن × چین نیز بر پروتئین در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری بود (جدول ۲). بیشترین پروتئین خام مربوط به رقم پگاه در چین دوم و کمترین متعلق به رقم KFS<sub>2</sub> در چین اول بود (جدول ۵). این افزایش احتمالاً می‌تواند به دلیل افزایش نسبت برگ به ساقه در چین دوم می‌باشد، چون برگ‌ها دارای بیشترین درصد پروتئین بوده و بعد از برگ‌ها، گل‌آذین، غلاف برگ و در نهایت ساقه به ترتیب دارای کمترین مقدار پروتئین هستند.

مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن و چین نشان داد که بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در چین دوم و کمترین آن در تیمار عدم کاربرد کود نیتروژن در چین اول به‌دست آمد (جدول ۴). علت کمبود پروتئین در چین اول را می‌توان به کمتر بودن نسبت برگ به ساقه نسبت داد. میرلوحی و همکاران (Mirlovhi *et al.*, 2000) گزارش کردند که با افزایش مقدار نیتروژن از ۱۴۰ تا ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد علوفه‌تر و درصد پروتئین در سورگوم علوفه‌ای افزایش

(جدول ۲). مقایسه میانگین مقادیر مختلف نیتروژن نشان داد که بیشترین درصد ماده خشک قابل هضم با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد و در مقابل کمترین درصد ماده خشک قابل هضم متعلق به تیمار شاهد بود (جدول ۳).

بودن درصد ماده خشک سورگوم اسپیدفید نسبت رقم KFS<sub>2</sub> را می‌توان به بالاتر بودن ADF (جدول ۳) و قطر کمتر ساقه آن نسبت داد (داده‌ها نشان داده نشده است). بر اساس نتایج تجزیه واریانس، بین مقادیر مختلف نیتروژن بر درصد ماده خشک قابل هضم گیاه سورگوم در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری مشاهده شد

جدول ۷- برهمکنش چین، رقم و نیتروژن بر صفات مورد مطالعه در سورگوم علوفه‌ای

Table 7. Interaction effect of cultivar, nitrogen and harvesting time on the studied traits in forage sorghum

چین Harvest	رقم Cultivar	نیتروژن Nitrogen	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield	درصد پروتئین Protein (%)	ماده خشک قابل هضم Digestible dry matter	ADF (%)
اول First	KFS <sub>2</sub>	0	55910 <sup>bc</sup>	7.3 <sup>jk</sup>	70.7 <sup>a-f</sup>	14.2 <sup>e</sup>
		50	59780 <sup>a-c</sup>	8.4 <sup>h-j</sup>	71.5 <sup>a-l</sup>	13.4 <sup>ef</sup>
		100	60620 <sup>a-c</sup>	8.8 <sup>g-j</sup>	77.6 <sup>ab</sup>	10.4 <sup>ef</sup>
		150	67910 <sup>ab</sup>	9.3 <sup>e-j</sup>	79.5 <sup>ef</sup>	7.6 <sup>ef</sup>
	اسپیدفید Speedfeed	0	41830 <sup>cd</sup>	8.3 <sup>i-k</sup>	53.5 <sup>g</sup>	33.4 <sup>a</sup>
		50	49550 <sup>bc</sup>	10.6 <sup>c-g</sup>	56.8 <sup>e-g</sup>	28.7 <sup>a-d</sup>
		100	60350 <sup>a-c</sup>	11.3 <sup>a-e</sup>	59.3 <sup>e-g</sup>	26.5 <sup>a-d</sup>
		150	78740 <sup>a</sup>	12.6 <sup>a-c</sup>	63.3 <sup>b-g</sup>	23.1 <sup>d</sup>
	پگاه Pegah	0	26130 <sup>de</sup>	6.3 <sup>k</sup>	55.9 <sup>g</sup>	23.9 <sup>a-d</sup>
		50	49620 <sup>bc</sup>	10.9 <sup>b-f</sup>	74.6 <sup>a-d</sup>	10.9 <sup>ef</sup>
		100	51440 <sup>bc</sup>	11.5 <sup>a-d</sup>	76.7 <sup>a-c</sup>	9.7 <sup>ef</sup>
		150	54190 <sup>bc</sup>	13.2 <sup>a</sup>	82.5 <sup>a</sup>	5.7 <sup>f</sup>
دوم Second	KFS <sub>2</sub>	0	15620 <sup>e</sup>	10.3 <sup>d-h</sup>	51.4 <sup>g</sup>	33.3 <sup>ab</sup>
		50	20030 <sup>e</sup>	11.8 <sup>a-d</sup>	55.7 <sup>g</sup>	28.8 <sup>a-d</sup>
		100	21980 <sup>de</sup>	12.6 <sup>a-c</sup>	57.1 <sup>e-g</sup>	28.6 <sup>a-d</sup>
		150	22270 <sup>de</sup>	13.1 <sup>a</sup>	61.6 <sup>d-g</sup>	24.6 <sup>cd</sup>
	اسپیدفید Speedfeed	0	9504 <sup>e</sup>	8.4 <sup>h-j</sup>	33.9 <sup>h</sup>	33.5 <sup>a-c</sup>
		50	10210 <sup>e</sup>	9 <sup>f-j</sup>	52.7 <sup>g</sup>	30.9 <sup>a-d</sup>
		100	12100 <sup>de</sup>	10.2 <sup>d-i</sup>	55.1 <sup>g</sup>	29.5 <sup>a-d</sup>
		150	13250 <sup>de</sup>	11 <sup>b-f</sup>	59.5 <sup>e-g</sup>	24.6 <sup>cd</sup>
	پگاه Pegah	0	13390 <sup>e</sup>	10.5 <sup>d-g</sup>	56.1 <sup>fg</sup>	29.4 <sup>a-d</sup>
		50	17220 <sup>e</sup>	11.5 <sup>a-d</sup>	57.9 <sup>e-g</sup>	27.5 <sup>a-d</sup>
		100	18300 <sup>e</sup>	12.2 <sup>a-d</sup>	60.6 <sup>d-g</sup>	25.1 <sup>b-d</sup>
		150	22110 <sup>de</sup>	12.8 <sup>ab</sup>	62 <sup>c-g</sup>	23.9 <sup>g</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با آزمون توکی ندارند.

Means followed by the same letters in each column have not significant differences by Tukey's test.



کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن در رقم KFS<sub>2</sub> و در تیمار شاهد به دست آمد. رقم KFS<sub>2</sub> یک رقم دیررس است و از این رو کمترین میزان درصد خاکستر در این رقم و سطح صفر کود نیتروژن مشاهده شد، زیرا کمبود نیتروژن باعث می شود که قسمت های رویشی گیاه رشد کمتری کند و هر چه ریشه گسترده تر باشد، جذب مواد معدنی کمتر خواهد بود.

برهمکنش رقم و چین بر درصد خاکستر در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین ترکیب تیماری رقم و چین نشان داد که بیشترین درصد خاکستر مربوط به رقم اسپیدفید در چین اول بود که با رقم پگاه تفاوت معنی داری نداشت و کمترین آن در رقم پگاه و اسپیدفید و در چین دوم به دست آمد (جدول ۵). علت کاهش درصد خاکستر در رقم پگاه این است که دیواره های سلولی گیاهان مهم ترین ذخایر مواد معدنی در گیاهان هستند و بنابراین احتمالاً کاهش درصد دیواره های سلولی با کاهش درصد خاکستر همراه است (Emami et al., 2007). دلیل کاهش میزان خاکستر در چین دوم نسبت به چین اول را می توان در فرآیند رقیق سازی غلظت عناصر معدنی موجود در اندام های گیاهی دانست که خود تحت تاثیر افزایش عملکرد ماده خشک گیاه می باشد (Thomas and Noris, 1981; Esmail et al., 1991).

برهمکنش نیتروژن و چین بر درصد خاکستر در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین ترکیب تیماری نیتروژن و چین نشان داد که بیشترین درصد خاکستر در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در چین اول به دست آمد (جدول ۶). همان طور که گفته شد با افزایش نیتروژن درصد خاکستر افزایش، و با افزایش چین درصد خاکستر کاهش می یابد. علت افزایش درصد خاکستر خام در مقادیر مختلف نیتروژن این می باشد که با افزایش نیتروژن، قسمت های رویشی گیاه رشد بهتری کرده و ریشه نیز رشد زیادی می نماید و هر چه 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 می دارد (Majidian, 2008).

**مقدار فیبر غیر محلول در شوینده اسیدی ( Acid Desoluble Fiber): ADF** به طور اساسی معرف مقادیر لیگنین و سلولز گیاه است و همچنین سیلیس موجود را نیز در بر می گیرد. تعیین ADF به ویژه در مورد علوفه ها

اثر سطوح کود نیتروژن بر صفات کمی و کیفی سورگوم علوفه ای شما و همکاران (Shoma et al., 1997) بیان کردند که با افزایش کود نیتروژن مصرفی، سطح برگ گیاه افزایش یافته و در نتیجه فتوسنتز گیاه افزایش می یابد که باعث ساخته شدن کربوهیدرات ها از جمله مهم ترین آنها در گیاه سورگوم یعنی نشاسته می شود و ماده خشک گیاه افزایش می یابد. همچنین، میزان چربی، پروتئین ها و اسیدهای آلی افزایش یافته و در نتیجه ماده خشک گیاه با افزایش نیتروژن افزایش می یابد. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که بین چین های برداشت از نظر درصد ماده خشک در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری وجود داشت (جدول ۲). برهمکنش رقم و چین نیز بر درصد ماده خشک قابل هضم گیاه سورگوم معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش رقم × چین نشان داد که بیشترین درصد ماده خشک متعلق به رقم KFS<sub>2</sub> در چین اول بود که البته با رقم پگاه تفاوت معنی داری نداشت و کمترین آن نیز در رقم اسپیدفید و در چین دوم مشاهده شد (جدول ۵). دلیل پایین بودن درصد ماده خشک سورگوم اسپیدفید نسبت به رقم KFS<sub>2</sub> را می توان به بالاتر بودن ADF و قطر کمتر آن (داده ها نشان داده نشده است) نسبت داد. نتایج این آزمایش نشان داد که برهمکنش نیتروژن × رقم × چین بر درصد ماده خشک قابل هضم گیاه سورگوم اثر معنی دار داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین ترکیب تیماری نیتروژن × رقم × چین نیز نشان داد که بیشترین درصد ماده خشک را رقم پگاه در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در چین اول تولید کرد (جدول ۷).

**درصد خاکستر:** خاکستر خام مقدار حقیقی مواد معدنی غذا را از لحاظ کمیت و کیفیت تعیین نمی کند (Shoma et al., 1997). بر اساس نتایج تجزیه واریانس، بین ارقام از نظر درصد خاکستر تفاوت معنی داری مشاهده نشد، ولی مقادیر مختلف نیتروژن بر درصد خاکستر گیاه سورگوم در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی دار گذاشت (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد که با افزایش مقادیر مختلف نیتروژن درصد خاکستر خام افزایش می یابد (جدول ۳). بر اساس نتایج تجزیه واریانس، برهمکنش رقم و نیتروژن بر درصد خاکستر گیاه سورگوم در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین ها (جدول ۴) هم نشان داد که بیشترین درصد خاکستر در رقم های اسپیدفید و پگاه با تیمار ۱۵۰

برهمکنش نیتروژن و چین بر ADF اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن و چین نشان داد که بیشترین درصد ADF در تیمار شاهد در چین دوم و کمترین مقدار آن در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در چین اول به‌دست آمد (جدول ۶). علت بیشترین میزان فیبر خام در عدم کاربرد نیتروژن این است که فیبر خام شامل سلولز، همی‌سلولز و لیگنین می‌باشد. در سطوح بالاتر کود نیتروژن به علت اتساع دیواره سلولی بخش کمتری به دیواره سلولی تعلق می‌گیرد، اما در دانه‌های کوچک‌تر میزان اتساع دیواره سلولی کمتر و دانه دارای فیبر خام بیشتری می‌باشد (Majidian, 2008) و این نشان‌دهنده کیفیت خوب علوفه سورگوم در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و چین اول به علت افزایش درصد ماده خشک قابل هضم، افزایش پروتئین و کاهش ADF است. برهمکنش نیتروژن × رقم × چین نیز اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر ADF داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین ترکیب تیماری نیتروژن × رقم × چین نشان داد که بیشترین ADF در تیمار شاهد مربوط به رقم اسپیدفید و در چین اول به‌دست آمد (جدول ۷). بنابراین، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که الیاف غیرمحلول در شوینده‌های اسیدی (ADF) و قابلیت هضم، مهم‌ترین صفات در تعیین کیفیت علوفه هستند و جهت انتخاب سیستم بهینه کاشت و زمان برداشت می‌توان انتخاب را بر پایه این صفات قرار داد.

#### نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که اگر هدف دستیابی به عملکرد علوفه بیشتر در شرایط اقلیمی رشت می‌باشد، رقم  $KFS_2$  با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و یا رقم اسپیدفید با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن پیشنهاد می‌شود، اما اگر هدف کیفیت علوفه است، رقم پگاه با مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن برای این شرایط اقلیمی مناسب‌تر خواهد بود.

مفید است، زیرا رابطه نزدیکی بین آن و قابلیت هضم علوفه وجود دارد (Soufi-Siavash and Janmohammadi, 2000). همچنین با کاهش ADF شاخص تعیین ارزش غذایی نسبی افزایش می‌یابد و در نتیجه باعث بهبود کیفیت مواد غذایی می‌شود. بین ارقام مورد آزمایش از لحاظ درصد ADF در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲). مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که رقم اسپیدفید دارای بیشترین و رقم پگاه کمترین درصد ADF بود (جدول ۳). همان‌طور که قبلاً اشاره شد، دیواره‌های سلولی گیاهان مهم‌ترین عامل تاثیرگذار در قابلیت هضم ماده خشک هستند. بنابراین، رقم اسپیدفید دارای کمترین درصد ماده خشک قابل هضم و بیشترین درصد ADF و از کیفیت کمتری برخوردار است و رقم پگاه دارای بیشترین درصد ماده خشک قابل هضم و کمترین ADF می‌باشد که نشان‌دهنده کیفیت خوب رقم پگاه است.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، مقادیر مختلف نیتروژن بر ADF به‌طور معنی‌داری تاثیر 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 به‌دست آمد (جدول ۳). با افزایش مقادیر مختلف نیتروژن میزان ADF کاهش می‌یابد و کمترین میزان ADF نشانه کیفیت خوب سورگوم می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین چین‌های برداشتی از نظر درصد ADF در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲). در مورد برهمکنش رقم و چین بر ADF نیز اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش رقم و چین نشان داد که بیشترین درصد ADF مربوط به رقم اسپیدفید در چین دوم و کمترین آن مربوط به رقم  $KFS_2$  که با رقم پگاه تفاوت معنی‌داری داشت، در چین اول بود (جدول ۵). رقم اسپیدفید در چین دوم درصد ماده خشک قابل هضم کمتری را دارا بود و در نتیجه، درصد ADF آن بیشتر است و کیفیت علوفه آن کمتر بوده است.

## References

- Arzani, H., Torkan, J., Jafari, M., Jalili, A. and Nikkhah, A. 2001.** Efficacy of different phonologic periods and ecologic factors on several range grass quality. **Iranian Journal of Agricultural Sciences** 23: 384-395. (In Persian with English Abstract).
- Ashiono, G. B., Gatuike, S., Mwangi, P. and Akuja, T. E. 2005.** Effect of nitrogen and phosphorus application on growth and yield of dual-purpose sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench), E1291, in the dry highlands of Kenya. **Asian Journal of Plant Science** 4: 379-403.
- Bebawi, F. 1988.** Forage sorghum production on a witchweed infected soil in relation to cutting height and nitrogen. **Agronomy Journal** 78: 827-832.
- Bozorgvar, N. 1996.** Determining the most suitable cultivar and N level based on the value of forage sorghum silage. M. Sc. Dissertation, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. (In Persian).
- Bredemeier, C. 2005.** Laser-induced chlorophyll fluorescence sensing as a tool for site-specific nitrogen fertilizer evaluation under controlled environmental and field conditions in wheat and maize. Ph. D. Dissertation, Munich Technical University, Munich, Germany.
- Clan, B. 1991.** Dual purpose forage and grain sorghum nursery. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Patancheru, Andhra Pradesh, India.
- Duli Zhao, K., Gopal Kakani, V. and Reddy, R. 2005.** Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis and reflectance properties of sorghum. **European Journal of Agronomy** 22: 391-403.
- Emam, Y. 2007.** Cereal crops. 3<sup>rd</sup> Edition. Shiraz University Press, Shiraz, Iran. 190 p. (In Persian).
- Esmail, S. H., Bulsen, K. and Pffaf, L. 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.
- Eweis, E. G., Mohamed, K. A. and Rayan, A. A. 1998.** Interaction effect of number of irrigations and nitrogen rates on grain sorghum. **Egyptian Journal of Applied Science** 13: 396-403.
- Fouman, A. 2005.** Effect of plant density on the different characteristics of promising varieties of forage sorghum. **Seed and Plant** 21: 49-64. (In Persian with English Abstract).
- Hoffman, P. C., Lundberg, K. M., Bauman, L. M. and Shaver, R. D. 2003.** The effect of maturity on NDF digestibility. **Focus on Forage** 5: 1-3.
- Jafari, A., Connolly, V., Forlich, A. and Walsh, E. J. 2003.** A note on estimation of quality parameters in perennial ryegrass by near in-fared reflectance spectroscopy. **Irish Journal of Agriculture and Food Research** 42: 293-299.
- Jarvis, S. C. 1996.** Future trends in nitrogen research. **Plant and Soil** 181: 47-56.
- Kohanmo, A. and Mazaheri, D. 2003.** The effects of irrigation intervals and methods of N application on some quantitative & qualitative characteristics of forage sorghum. **Iranian Journal of Field Crop Science** 5 (2): 75-85. (In Persian with English Abstract).
- Majidian, M. 2008.** Effects of nitrogen fertilizer, organic fertilizer, and water stress on agricultural systems in different growth stages on agronomic characteristics and quality of maize. Ph. D. Dissertation, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran (In Persian).
- Malekooti, M. J. and Homayi, M. 2004.** Soil fertility in arid areas (problems and solutions). Tarbiat Modarres University Press. 494 p. (In Persian).
- Maranville, J. W. and Madhavan, S. 2002.** Physiology adaption for nitrogen use efficiency in sorghum. **Plant and Soil** 245: 25-34.
- Minson, D. J. 1982.** Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. **Nutrition Abstracts and Reviews** 52: 592-602.
- Mirlohi, A., Bozorgvar, N. and Basiri, M. 2000.** The effect of different amounts of nitrogen fertilizer on growth, yield and quality of forage sorghum silage Tuesday hybrids. **Agricultural Science and Technology of and Natural Resources** 2: 105-116. (In Persian with English Abstract).
- Noormohammadi, G., Siyadat, A. and Kashani, A. 2007.** Cereal crops. Shahid Chamran University Press, Ahvaz, Iran. 446 p. (In Persian).
- Owen, F. G. and Moline, W. J. 1970.** Sorghum for forage. In: Wall, J. S. and Ross, W. M. (Eds.). Sorghum production and utilization. West Port Connecticut, Avi Pub. Co. pp: 382-415.
- Rahman, M., Fukai, S. and Blamey, F. P. C. 2001.** Forage production and nitrogen uptake of forage sorghum, grain sorghum and maize as affected by cutting under different nitrogen levels. Preceeding of 10<sup>th</sup> Australian Agronomy Conference. Jan. 29-Feb. 1, 2001. Australian Society of Agronomy, Australia.

- Rashed-Mohassel, M. H., Hoseini, M., Abdi, M. and Malafilabi, A. 1997.** Cereal crops. Mashhad University Press, Mashhad, Iran. 406 p. (In Persian).
- SAS, Institute. 1996.** The SAS System Release. 6. 12. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Shoma, M., Saedi, H. and Nikpour, K. 1997.** Feed for livestock and poultry and their maintenance procedures. Vol. II. Tehran University Press, Tehran, Iran. 337 p. (In Persian).
- Smith, K. F., Reed, K. F. M. and Foot, J. Z. 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.
- Soufi-Siavash, R. and Janmohammadi, H. 2000.** Feed (Translation). Amidi Press, Iran. 838 p. (In Persian).
- Thomas, H. and Norris, I. B. 1981.** The effect of light and temperature during winter on growth and death in simulated swards of *Lolium perenne*. **Grass Forage Science** 36: 107-116.
- Vanderlip, R. L. 1982.** How sorghum develops. Kansas State University. Manhattan, Kansas, USA.
- Wheeler, J. L. and Corbett, J. L. 1989.** Criteria for breeding forages of improved nutritive value: Results of a Delphi survey. **Grass Forage Science** 44: 77- 83.
- Wilman, D. and Rezvani Moghaddam, P. 1998.** In vitro digestibility and neutral detergent fiber and lignin content of plant parts of nine forage species. **Journal of Agricultural Science** 131: 51-58.
- Young, K. L. and Long, S. P. 2000.** Crop ecosystem responses to climatic change: Maize and sorghum. CABI Publishing, Wallingford. pp: 107-131.



University of Guilan  
Faculty of Agricultural  
Sciences

**Cereal Research**  
Vol. 6, No. 2, Summer 2016 (241-253)

## **Effect of nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative traits of forage sorghum genotypes at different harvesting times**

Gilva Ahmadi<sup>1</sup>, Majid Majidian<sup>2\*</sup>, Gholamreza Mohsenabadi<sup>2</sup>, Aziz Fuman<sup>3</sup> and Ali Aalami<sup>3</sup>

Received: October 6, 2014

Accepted: June 29, 2015

### **Abstract**

To investigate the effects of nitrogen fertilizer on yield and quality of three forage sorghum cultivars under Guilan climatic conditions, a field trial was carried out as factorial-split plot on time based on randomized complete block design with three replications in Rasht, Iran, during 2010-11 cropping season. The studied factors were three sorghum cultivars (Pegah, Speedfeed, KFS<sub>2</sub>) and four levels of nitrogen fertilizer (0, 50, 100 and 150 kg.ha<sup>-1</sup>). The results of analysis of variance showed the significant effect of cultivar × harvesting time on forage yield and qualitative traits, so that KFS<sub>2</sub> cultivar at first harvest produced maximum forage yield. The interaction effect of nitrogen × harvesting time was significant on forage yield and protein, ash and ADF percentage and the highest forage yield was obtained with 150 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen at first harvesting time. Also, dry forage yield, protein percentage, digestible dry matter percentage and ADF were significantly affected by the cultivar × nitrogen × harvesting time interaction effect. The mean comparisons indicated that the highest forage yield was obtained by Speedfeed cultivar with 150 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen at first harvesting time. Also, maximum digestible dry matter and protein percentage as well as minimum ADF was obtained from Pegah cultivar at first harvesting time. The results of this research showed that KFS<sub>2</sub> cultivar with 50 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen or Speedfeed cultivar with 100 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen are suitable to achieve higher forage yield in Rasht climatic conditions, but for better forage quality, Pegah cultivar with 150 kg.ha<sup>-1</sup> nitrogen is recommended.

**Keywords:** ADF, Ash percentage, Forage yield, Protein, Dry matter

1. Former M. Sc. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

2. Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran

3. Scientific Board Member, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran

\* Corresponding author: [ma\\_majidian@guilan.ac.ir](mailto:ma_majidian@guilan.ac.ir)