



## مقایسه ترکیبات شیمیایی، خصوصیات تخمیر و ارزش غذایی ارقام مختلف سورگوم علوفه‌ای سیلو شده به روش آزمون تولید گاز

\* عبدالله کاویان<sup>۱</sup>، کاظم یوسفی کلاریکلایی<sup>۲</sup>، کریم نوبری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> مربی پژوهشی، عضو هیات علمی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، <sup>۲</sup> استادیار، عضو هیات علمی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران  
تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۱۹

### چکیده

**سابقه و هدف:** کاشت گیاهان علوفه‌ای با توان تولید و کیفیت بالا و سازگار با شرایط آب و هوایی ایران به دلیل کمبود علوفه در ایران مورد توجه زیادی قرار گرفته است. امروزه علاوه بر ارقام بومی متداول، کشت ارقام هیبرید پر محصول سورگوم در ایران رو به افزایش است. سورگوم نه تنها از عملکرد بالائی برخوردار است بلکه با شرایط اقلیمی اکثر مناطق ایران به خصوص مناطق خشک و معتدل سازگاری خوبی دارد. سورگوم از مهم ترین گیاهان علوفه‌ای مناطق خشک و نیمه خشک دنیاست که به علت سازگاری با شرایط گرم و تا حدی شوری خاک و بالا بودن بازده مصرف آب می‌تواند تولید خوبی داشته باشد. این گیاه قادر است که آب را بهتر دیگر علوفه‌ها جذب کند. هدف از این تحقیق تعیین میزان عملکرد، ترکیبات شیمیایی، خواص سیلویی و نیز تخمین انرژی متابولیسمی، قابلیت هضم ماده آلی، قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک و اسیدهای چرب فرار به روش تولید گاز ارقام سورگوم علوفه‌ای بود.

**مواد و روش‌ها:** این آزمایش به منظور تعیین میزان عملکرد، ترکیبات شیمیایی، خواص سیلویی، تخمین انرژی متابولیسمی و اسیدهای چرب فرار، قابلیت هضم ماده آلی، قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک ارقام سورگوم علوفه‌ای شامل: ICRISAT520×R166، ICRISAT625×R165، ICRISAT623×R165، ICRISAT632×R165 و feed speed (اسپیدفید) به روش تولید گاز در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار انجام شده است. ارقام سورگوم خردشده در قطعات ۲ سانتی متری در سطوح ۱۰ کیلویی فشرده و ذخیره گردید. بعد از ۴۵ روز ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خاکستر خام، قندهای محلول و ازت آمونیاکی مواد سیلویی اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** بیشترین عملکرد ماده خشک و پروتئین خام ( کیلوگرم در هکتار) مربوط به سورگوم رقم ICRISAT520 × R166 و کمترین عملکرد مربوط به سورگوم اسپیدفید بود. نتایج نشان داد که هیبریدهای سیلوشده در این آزمایش از نظر درصد ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، قندهای محلول و ازت آمونیاکی اختلاف معنی داری باهم ندارند. رقم ICRISAT625×165 دارای بیشترین مقدار گاز تجمعی، انرژی متابولیسمی، قند محلول، اسیدهای چرب فرار و چربی خام بود. اما رقم‌های ICRISAT520 × R166 و ICRISAT632×R165 دارای مقادیر کمتری بودند.

\* نویسنده مسئول: [abdolah\\_kavian@yahoo.com](mailto:abdolah_kavian@yahoo.com)

اختلاف بین ارقام سورگوم از نظر تخمین میزان قابلیت هضم ماده آلی و قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک با استفاده از میزان گاز تولیدی معنی دار نبود.

**نتیجه گیری:** بر اساس نتایج این تحقیق، رقم ICRISAT520×R166 از نقطه نظر تولید ماده خشک (۱۸۴۸۷ کیلوگرم در هکتار) و تولید پروتئین (۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) قابل توصیه برای کشت در استان گلستان می باشد، اما رقم ICRISAT625 × R165 به دلیل مقدار انرژی قابل متابولیسم و ماده آلی قابل هضم بیشتر نسبت به بقیه ارقام ارجحیت دارد.

**واژه های کلیدی:** آزمون گاز، ارزش غذایی، خصوصیات تخمیر، سورگوم علوفه ای،

### مقدمه

کاشت گیاهان علوفه ای با توان تولید و کیفیت بالا و سازگار با شرایط آب و هوایی ایران به دلیل کمبود علوفه در ایران مورد توجه زیادی قرار گرفته است. امروزه علاوه بر ارقام بومی متداول، کشت ارقام هیبرید پر محصول سورگوم در ایران رو به افزایش است. سورگوم نه تنها از عملکرد بالائی برخوردار است بلکه با شرایط اقلیمی اکثر مناطق ایران به خصوص مناطق خشک و معتدل سازگاری خوبی دارد. سورگوم با نام علمی "سورگوم بی کالر" به علت دارا بودن ویژگی هایی از جمله روز کوتاه بودن، نحوه فعالیت روزنه ای و سیستم ریشه ای قادر است که آب را بهتر جذب کند. این گیاه از مهم ترین گیاهان علوفه ای مناطق خشک و نیمه خشک دنیا است که به علت سازگاری با شرایط گرم و تا حدی شوری خاک و بالابودن بازده مصرف آب می تواند در عرض جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی تا ۴۰ درجه جنوبی کره زمین تولید خوبی داشته باشد (۲).

ماهانتا (۲۰۰۵)، در سیلوی دورقم سورگوم هیبریدی، میزان pH، را در نمونه اول و دوم به ترتیب ۳/۸، ۴/۲؛ و میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی<sup>۱</sup> و پروتئین خام در نمونه اول را به ترتیب ۶۵ و ۵/۲۴ درصد و در نمونه دوم به ترتیب ۵۵/۳ و ۷/۴۳ درصد

گزارش نمود (۲۱). در آزمایش دیگر ماده خشک، پروتئین خام و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی<sup>۳</sup> سورگوم علوفه ای به هنگام سیلو کردن به ترتیب ۲۲/۲، ۱۰/۶ و ۴۰/۷ درصد گزارش گردید (۱۱). فضایی و همکاران (۲۰۰۶)، میزان ماده خشک، پروتئین خام، فیبر خام نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی را به ترتیب ۲۴، ۷/۹، ۶۱ و ۳۴ درصد و pH را در سورگوم علوفه ای سیلو شده برابر ۳/۷۸ گزارش نمود (۱۲). در یک تحقیق ضمن بررسی ترکیبات شیمیایی ۱۲ رقم هیبرید سورگوم سیلوشده، میانگین pH برابر ۳/۸۱، میانگین درصد ازت آمونیاکی برابر ۳/۵۴ درصد ازت کل و میانگین ماده خشک، پروتئین خام، فیبر خام نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی قبل از سیلو کردن به ترتیب ۳۲/۰۱، ۱۰/۶۵، ۶۷/۹۳ و ۳۵/۰۷ درصد گزارش شد (۲۴).

بر اساس تحقیق خلیلی محله و همکاران (۱۳۸۶)، اثر رقم بر میزان پروتئین خام در سورگوم های هیبریدی معنی دار می باشد به طوری که رقم هیبرید اسپیدفید با ۱۱/۸۷ درصد و رقم شوگریز با ۱۰/۲۴ درصد کمترین میزان پروتئین خام را دارا بودند (۱۷). وارد و همکاران (۲۰۰۰)، آزمایشی را به منظور تعیین ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم سیلاژ تهیه شده از علوفه ی سورگوم علوفه ای، از زن مرواریدی و

1. *Sorghum bicolor* [L.]
2. Neutral Detergent Fiber

تفاوت محیط شکمبه حیوانات مورد استفاده، نتایج مربوط به روش کیسه‌های نایلونی می‌تواند تغییرات بالایی داشته باشد. در روش آزمون گاز، تولید بالای گاز نشان‌دهنده بالابودن انرژی قابل متابولیسم، نیتروژن قابل تخمیر (قابل تجزیه در شکمبه) و دیگر مواد مغذی مورد نیاز برای فعالیت‌های میکروارگانیسم‌های شکمبه‌ای است (۴۵).

هدف از این تحقیق تعیین میزان عملکرد، ترکیبات شیمیایی، خواص سیلویی و نیز تخمین انرژی-متابولیسمی، قابلیت هضم ماده‌آلی، قابلیت هضم ماده-آلی در ماده خشک و اسیدهای چرب فرار به روش تولید گاز ارقام سورگوم علوفه‌ای شامل: JCRISAT625 × R165، JCRISAT520 × R166، ICRIASAT632 × R165، JCRISAT623 × R165 و اسپیدفید بود.

### مواد و روش‌ها

آزمایش در دو مرحله انجام شد: در مرحله اول ۱۱ رقم سورگوم علوفه‌ای شامل: JCRISAT625×R165، JCRISAT520×R161، CRISAT632×R165، JCRISAT489×R165، CRISAT707×R166، JCRISAT73×R161، JCRISAT101×R161، JCRISAT623×R165، JCRISAT520×R166، ICRIASAT493×R161 و Speed feed در شرایط مزرعه ای یکسان و در تاریخ ۱۵ اردیبهشت کشت گردید.

بذر هر یک از ارقام به‌طور جداگانه در چهار خط به طول ۶ متر و فاصله بوته‌های روی خطوط حدود ۵ سانتی‌متر و فاصله خطوط از یکدیگر ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. علوفه‌ی هر رقم ۸۰ روز بعد از کشت و در مرحله‌ی دانه خمیری برداشت گردید. علوفه برداشت‌شده از ۱۱ رقم آزمایشی پس از چاپرکردن، نمونه‌برداری شده و در آزمایشگاه مقدار ماده‌خشک و

ذرت مناطق گرمسیری انجام دادند و نتیجه گرفتند که pH سیلاژ سورگوم، ارزن مرواریدی و ذرت به ترتیب برابر ۴/۰۹، ۴/۵۰ و ۳/۹۶ بود. در این تحقیق چنین گزارش شد که ارزن مرواریدی مرغوبیت کمتری جهت تهیه‌ی سیلاژ دارد ولی سورگوم علوفه‌ای و ذرت مناطق گرمسیری به‌طور ویژه می‌تواند جهت سیلوکردن کشت‌گردند (۴۸).

بین و همکاران (۲۰۰۲)، در آزمایشی ۹۷ هیبرید سورگوم علوفه‌ای را با ذرت علوفه‌ای در مرحله دانه‌خمیری مورد مقایسه قرار دادند. میانگین ماده‌ی-خشک، پروتئین خام، فیبرخام نامحلول در شوینده-خشتی، مواد حاصل از شوینده‌های اسیدی، مجموع مواد مغذی قابل هضم، لیگنین و قابلیت هضم حقیقی-آزمایشگاهی سورگوم علوفه‌ای به ترتیب برابر ۳۵، ۷، ۴۶/۹، ۲۶، ۶۷، ۳/۱ و ۷۷/۷ درصد بود. میزان تولید علوفه‌ی تر در سورگوم در مقایسه با ذرت بیشتر و برابر ۵۳/۶۲ تن در هکتار بوده است (۷). مطالعه دیگری که توسط کولومبینی و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد نشان داده شد که پتانسیل تجزیه‌پذیری ماده-خشک به روش کیسه‌های نایلونی در سیلاژ ذرت بیشتر از سیلاژ سورگوم می‌باشد (۱۱)، اما در تحقیق وارد و همکاران (۲۰۰۰)، بین قابلیت هضم سیلاژ ذرت و سورگوم تفاوتی مشاهده نشد، همچنین سیلاژ هر دو علوفه به خوبی حفظ شده و pH آنها به ترتیب برابر ۳/۹ و ۴/۰۹ بوده است (۴۹). بر اساس گزارش میرون (۲۰۰۵ و ۲۰۰۶)، قابلیت سیلوشدن سورگوم تحت تأثیر ژنتیک، مرحله‌رشد و میزان آبیاری می‌باشد (۲۹ و ۳۰).

روش‌های مختلفی برای تعیین ارزش غذایی مواد خوراکی مورد پذیرش قرار گرفته است که می‌توان به روش کیسه‌های نایلونی و روش تولید گاز اشاره نمود. اگر چه روش کیسه‌های نایلونی معیار مناسب‌تری برای تعیین قابلیت هضم فراهم می‌کند اما به دلیل

در این روش، علوفه سیلوشده بر اساس نمره ۲۰-۰، ۴۰-۲۱، ۶۰-۴۱، ۸۰-۶۱، ۱۰۰-۸۱ و بالاتر از ۱۰۰ به ترتیب در کلاس کیفی: بد، متوسط، نسبتاً خوب، خوب، خیلی خوب و ممتاز ارزیابی گردید.

**آزمون گاز:** برای انجام آزمون گاز از شیرابه گاو نر فیستوله دار در مزرعه تحقیقاتی موسسه علوم دامی کشور و نیز از دستگاه نیمه اتوماتیک تولید گاز مدل NWT- Binder 87532 استفاده گردید. گاز تولیدی حاصل از ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک از نمونه خوراکی و شیرابه، بزاق مصنوعی (بافر) در سرنگ های شیشه ای ۱۰۰ میلی لیتری با سرعت چرخش یک دور در دقیقه در دمای ۳۹ درجه سانتی گراد، تولید و در زمان های ۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ ساعت قرائت گردید.

**برآورد انرژی قابل متابولیسم از روش تولید گاز:** انرژی قابل سوخت و ساز به روش تولید گاز از رابطه ی ذیل برآورد شد (۲۷، ۲۲) و (۳۵):

$$ME = 2/2 + 0/136GP + 0/05VCP$$

ME = انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم)، CP = پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)، GP = تولید گاز (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک در ۲۴ ساعت تخمیر پایه)

**برآورد مقدار اسیدهای چرب زنجیر کوتاه<sup>۳</sup> از روش تولید گاز:** مقدار اسیدهای چرب زنجیر- کوتاه از رابطه زیر برآورد شد (۲۷، ۲۲) و (۳۵):

$$SCFA (mmol) = 0/0222Gas + 0/00425$$

Gas = تولید گاز (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک در ۲۴ ساعت تخمیر پایه)، SCFA = اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی مول)

**برآورد قابلیت هضم ماده آلی و ماده آلی در ماده- خشک:** قابلیت هضم ماده آلی و ماده آلی در ماده

پروتئین خام نمونه ها تعیین گردید. در این مرحله، واریته های مذکور بر اساس مقدار عملکرد ماده خشک و پروتئین خام تولید شده در هر هکتار، از کمترین تا بیشترین، مرتب شده و واریته هایی که دارای بیشترین عملکرد ماده خشک و پروتئین خام در هر هکتار بودند، انتخاب شدند.

در مرحله دوم علوفه ارقام انتخاب شده شامل: JCRISAT625 × R165، JCRISAT520 × R166 و ICRISAT632 × R165، ICRISAT623 × R165 و speed feed پس از برداشت به طور مجزا در ۵ تکرار در سطل های استوانه ای پلاستیکی (قطر ۳۰ سانتی متر، عمق ۴۰ سانتی متر و ظرفیت حدود ۶/۵ کیلوگرم) کاملاً فشرده و سیلوشدند. پس از گذشت ۴۵ روز از زمان سیلو کردن، درب سیلوها باز شده و مقدار یک کیلوگرم از علوفه های سیلوشده نمونه گیری و پس از اندازه گیری pH، در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد به منظور تعیین ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک، تخمین انرژی متابولیسمی و میزان اسیدهای چرب زنجیر کوتاه به روش آزمون تولید گاز نگهداری گردید. مقدار ماده خشک، خاکستر- خام، چربی خام، پروتئین خام، قندهای محلول در آب و نیتروژن آمونیاکی ارقام سیلو شده به روش پیشنهادی انجمن بین المللی شیمی دانان کشاورزی<sup>۱</sup> (۱۹۹۰) و مقدار فیبر نامحلول در شوینده اسیدی از روش ون-سوست (۱۹۹۴) تعیین شد (۳ و ۴). pH علوفه های سیلوشده با استفاده از pH متر، به روش هاتوری (۱۹۹۴) تعیین شد (۱۵). به منظور ارزیابی کیفی سیلاژ، نمره فلیگ<sup>۲</sup>، با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۱۹):

$$pH \times 40 - (15 \times \% DM + 220) = \text{نمره فلیگ}$$

3. SCFA (Short Chain Fatty Acids)

1. Association of Official Analytical Chemists  
2. Flieg Point

$Y_{ij}$  = مقدار مشاهده در هر صفت،  $\mu$  = میانگین هر صفت در جمعیت کل،  $T_i$  = اثر تیمار،  $e_{ij}$  = اثر خطای- آزمایش ثبت و پردازش داده‌ها توسط برنامه Excel (۲۰۰۷) و تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین‌ها به روش توکی، توسط نرم‌افزار SAS (۲۰۰۴) رویه ANOVA انجام شد (۴۲).

### نتایج و بحث

عملکرد یازده رقم سورگوم علوفه‌ای قبل از سیلوشدن: در جدول (۱) عملکرد ۱۱ رقم سورگوم برای ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) و پروتئین خام (کیلوگرم در هکتار) نشان داده شد. از بین این ۱۱ رقم، ۵ رقم آن که بیشترین عملکرد را از نظر ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) و پروتئین خام (کیلوگرم در هکتار) دارا بودند، انتخاب و در جدول (۲) نشان داده شد. این ارقام براساس بیشترین تا کمترین عملکرد شامل ارقام: ICRISAT520 × R166، ICRISAT623 × R165، ICRISAT625 × R165 و ICRISAT632 × R165 می‌باشد.

خشک از روش تولید گاز از رابطه‌های ذیل برآورد شده است (۲۲، ۲۷ و ۳۵):

$$\text{OMD} = 14/88 + 0/889 \text{ GP} + 0/45 \text{ CP} + 0/651 \text{ Ash} \\ + 0/889 \text{ GP} + 0/45 \text{ CP} + 0/651 \text{ Ash}$$

$$\text{DOMD} = \text{OM}(16/88 +$$

$\text{OMD}$  = قابلیت هضم ماده آلی (درصد)،  $\text{DOMD}$  = قابلیت هضم ماده آلی (درصد)،  $\text{GP}$  = تولید گاز (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک در ۲۴ ساعت تخمیر پایه)،  $\text{CP}$  = پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)،  $\text{Ash}$  = خاکستر (گرم در کیلوگرم ماده خشک)،  $\text{OM}$  = ماده آلی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

روش آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها: این طرح در قالب طرح کاملاً تصادفی برای تعیین ترکیبات شیمیایی خوراک‌ها (با ۱۱ تیمار و ۵ تکرار) و تولید گاز (با ۵ تیمار و ۳ تکرار) و با استفاده از مدل آماری زیر به اجرا درآمد.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

جدول ۱- عملکرد ماده خشک و پروتئین خام ۱۱ رقم هیبرید سورگوم علوفه‌ای

Table 1. Yield of Dry Matter and Crude Protein in 11 Sorghum Forage Cultivars

عملکرد پروتئین خام (Kg در هکتار) CP Performance(kg/ha)	عملکرد ماده خشک (Kg در هکتار) DM performance(kg/ha)	رقم (Variety)
979.8 <sup>b</sup>	13515 <sup>b</sup>	ICRISAT625 × R165
830.1 <sup>cd</sup>	10429 <sup>ab</sup>	Speed Feed
832.7 <sup>cd</sup>	11103 <sup>ab</sup>	ICRISAT632 × R165
765.4 <sup>cd</sup>	9950 <sup>cd</sup>	ICRISAT520 × R161
637.2 <sup>cd</sup>	11078 <sup>bc</sup>	ICRISAT489 × R165
759.4 <sup>cd</sup>	11021	ICRISAT707 × R166
737.2 <sup>cd</sup>	8750 <sup>d</sup>	ICRISAT73 × R161
673.4 <sup>cd</sup>	10092 <sup>cd</sup>	ICRISAT101 × R161
867.9 <sup>bc</sup>	11859 <sup>bc</sup>	ICRISAT623 × R165
1400.5 <sup>a</sup>	18487 <sup>a</sup>	ICRISAT520 × R166
459.9 <sup>cd</sup>	7990 <sup>d</sup>	ICRISAT493 × R161

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار می‌باشد ( $P < 0.05$ )

<sup>abc</sup> Means in the same column different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

جدول ۲: ارقام هیبرید سورگوم علوفه‌ای با بیشترین عملکرد ماده خشک و پروتئین خام

عملکرد پروتئین خام (Kg در هکتار)	عملکرد ماده خشک (Kg در هکتار)	رقم
CP Performance(kg/ha)	DM performance(kg/ha)	(Variety)
1400.5 <sup>a</sup>	18487 <sup>a</sup>	ICRISAT520 ×R166
979.8 <sup>b</sup>	13515 <sup>b</sup>	ICRISAT625 ×R165
867.9 <sup>bc</sup>	11859 <sup>bc</sup>	ICRISAT623 ×R165
832.7 <sup>cd</sup>	11103 <sup>bc</sup>	ICRISAT632 ×R165
830.1 <sup>cd</sup>	10429 <sup>bc</sup>	Speed feed

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<0.05)

abcd Means in the same column different superscripts differ (P<0.05).

این اختلافات این است که عواملی از قبیل ژنوتیپ گیاه (۱۳) و شرایط محیطی (۴۳) بر ساختمان فیزیکی، میزان فیبر و مهم‌تر از همه میزان پروتئین علوفه تأثیر می‌گذارد. بر اساس گزارش خلیلی محله و همکاران (۱۳۸۶)، اثر رقم بر میزان پروتئین خام هیبریدهای مختلف سورگوم معنی‌دار می‌باشد به‌طوری‌که میزان پروتئین خام در رقم اسپیدفید بیشتر از ارقام دیگر بوده است (۱۷). نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ترکیبات شیمیایی (ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر خام، لیاف نامحلول در شوینده اسیدی، قندهای محلول برحسب درصد و ازت آمونیاکی برحسب درصد از ازت کل و pH) پنج واریته سورگوم علوفه‌ای سیلوشده در جدول (۳) نشان داده شده است.

نتایج نشان داد که هیبریدهای سیلوشده در این آزمایش از نظر درصد ماده خشک، ماده آلی، پروتئین-خام، چربی خام، خاکستر خام، لیاف نامحلول در شوینده اسیدی، قندهای محلول و ازت آمونیاکی اختلاف معنی‌داری با هم دارند. عملکرد پروتئین خام نیز در تیمارهای مورد آزمایش (ارقام سیلوشده)، اختلاف معنی‌دار نشان داد به‌طوری‌که کمترین مقدار مربوط به رقم ICRISAT625×R165 با ۶/۷۸ درصد و بیشترین مقدار مربوط به رقم ICRISAT632×R165 با ۷/۶۴ درصد بوده است.

در بین پنج رقم انتخاب‌شده، رقم ICRISAT520×R166 با تولید ۱۸۴۸۷ کیلوگرم ماده خشک و ۱۴۰۰ کیلوگرم پروتئین خام در هکتار و رقم اسپیدفید با تولید ۱۰۴۲۹ کیلوگرم ماده خشک و ۸۳۰ کیلوگرم پروتئین خام در هکتار، به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد را دارا بودند.

میرلوحی و همکاران (۱۳۷۹)، در بررسی بهترین-زمان برداشت سه هیبرید سورگوم شامل: شوگرگریز، اسپیدفید و سوپردان نتیجه گرفت که بیشترین عملکرد ماده خشک (۳۰ تن در هکتار) در هیبرید شوگرگریز بدست آمد (۲۸). دلیل اختلاف عملکرد ماده خشک در ارقام مختلف می‌تواند ژنوتیپ و شرایط متفاوت کشت ارقام سورگوم باشد (۳۶). همچنین عوامل مختلفی همچون نوع خاک، حاصلخیزی خاک، شرایط آب و هوایی و تراکم کشت و دیگر عوامل محیطی می‌تواند دلیل تفاوت ترکیبات شیمیایی مواد خوراکی مشابه در مناطق مختلف شود (۲۰). علاوه بر این، شش عامل-زیستی دیگر شامل رقم، مرحله رشد، میزان رسیدگی، برداشت گیاه و حاصلخیزی خاک و عوامل-محیطی (رطوبت، دما و نور) بر ترکیبات شیمیایی و کیفیت علوفه تأثیر می‌گذارند (۱۰).

مقادیر پروتئین خام در ارقام مورد مطالعه در تحقیق حاضر به مقادیر گزارش شده توسط دیگر محققان نزدیک، دور و یا مساوی آنها می‌باشد. دلیل-

جدول ۳- مقایسه میانگین ترکیبات شیمیایی و pH پنج رقم سورگوم علوفه‌ای سیلوشده (در ماده خشک)

Table 3. Comparison of chemical composition and pH of five variety of sorghum silages

Speed Feed	ICRISAT 623×R165	ICRISAT 632×R165	ICRISAT 625 ×R165	ICRISAT 520×R166	ترکیب شیمیایی Chemical Composition
25.94 <sup>a</sup>	23.38 <sup>b</sup>	22.83 <sup>b</sup>	22.54 <sup>b</sup>	21.89 <sup>b</sup>	ماده خشک (DM%)
92.57 <sup>b</sup>	92.39 <sup>b</sup>	92.13 <sup>b</sup>	92.70 <sup>b</sup>	93.22 <sup>a</sup>	ماده آلی (OM%)
7.15 <sup>b</sup>	7.39 <sup>ab</sup>	7.64 <sup>a</sup>	6.78 <sup>b</sup>	7.43 <sup>ab</sup>	پروتئین خام (CP%)
2.13 <sup>bc</sup>	2.51 <sup>b</sup>	2.01 <sup>c</sup>	2.83 <sup>a</sup>	2.33 <sup>bc</sup>	چربی خام (EE%)
7.43 <sup>b</sup>	7.60 <sup>ab</sup>	7.86 <sup>a</sup>	7.30 <sup>b</sup>	6.77 <sup>c</sup>	خاکستر خام (Ash%)
45.78 <sup>a</sup>	44.52 <sup>b</sup>	43.56 <sup>b</sup>	44.46 <sup>b</sup>	42.48 <sup>c</sup>	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF%)
1.07 <sup>bc</sup>	1.19 <sup>bc</sup>	1.02 <sup>c</sup>	1.31 <sup>a</sup>	1.12 <sup>bc</sup>	قندهای محلول (WSC%)
16.44 <sup>a</sup>	7.79 <sup>bc</sup>	6.94 <sup>c</sup>	8.94 <sup>bc</sup>	9.56 <sup>b</sup>	ازت آمونیاکی (NH <sub>3</sub> -N%)
4.56 <sup>a</sup>	4.13 <sup>bc</sup>	4.21 <sup>b</sup>	4.09 <sup>bc</sup>	4.11 <sup>bc</sup>	pH
74.48 <sup>a</sup>	86.56 <sup>bc</sup>	82.26 <sup>b</sup>	86.48 <sup>bc</sup>	84.38 <sup>bc</sup>	نمره فیلگ (Flieg Point)
Good	Very Good	Very Good	Very Good	Very Good	Qualitative class
خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	کلاس کیفی سیلاژ

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد (P<0.05).

<sup>abc</sup>Means in the same row different superscripts differ (P<0.05).

شوینده اسیدی را برای این ارقام ۳۵/۰۷ درصد گزارش نمودند که کمتر از مقدار فیبر نامحلول در شوینده اسیدی در ارقام مورد مطالعه در تحقیق حاضر می باشد (۲۴). این تفاوت می تواند به دلیل تأخیر و یا تعجیل در زمان برداشت علوفه باشد. آتیس و همکاران (۲۰۱۲)، محمد و همکاران (۲۰۰۲) و سارا و همکاران (۲۰۱۹) گزارش نمودند که تأخیر در برداشت گیاهان علوفه‌ای می تواند باعث افزایش گردد (۳۲، ۶، ۴۱).

میانگین قندهای محلول در تیمارهای مورد آزمایش دارای تفاوت‌های معنی داری بوده است. بیشترین مقدار مربوط به تیمار رقم ICRISAT625×R165 با مقدار ۱/۳۱ درصد و کمترین مقدار متعلق به رقم ICRISAT632×R165 با مقدار ۱/۰۲ درصد می باشد. بر طبق گزارش اشبل و همکاران (۱۹۹۰) حداقل میزان قندهای محلول در علوفه برای سیلوشدن مطلوب ۵ درصد می باشد (۵). لذا میزان

تفاوت در نسبت برگ به ساقه در ارقام مختلف می تواند دلیل تنوع در میزان پروتئین در این تحقیق باشد. دامنه میزان پروتئین خام ارقام سورگوم سیلوشده در تحقیق حاضر نزدیک به مقادیر گزارش شده توسط مولینا و همکاران (۲۰۰۳)، سوزا و همکاران (۲۰۰۳) و پیمتال و همکاران (۱۹۹۸) می باشد (۳۱، ۴۴ و ۳۷). میانگین پروتئین خام سه رقم هیبرید سورگوم توسط لوئیس و همکاران (۲۰۱۲) برابر ۷/۶۸ درصد گزارش گردید (۲۰). تفاوت میانگین فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، در تیمارهای مورد آزمایش معنی دار می باشد. بیشترین مقدار مربوط به تیمار پنجم (اسیدفید) با مقدار ۴۵/۷۸ درصد و کمترین مقدار متعلق به رقم ICRISAT632×R165 با مقدار ۴۳/۵۶ درصد می باشد. نتایج متفاوتی در خصوص میزان فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ارقام مختلف سورگوم توسط محققان منتشر شده است. ماریلی و همکاران (۲۰۱۶) دوازده رقم مختلف سورگوم را مورد مطالعه قرار داده و میانگین میزان فیبر نامحلول در



مقادیر برای تیمارهای اول تا پنجم (ارقام ICRISAT625×R165، ICRISAT520×R166، ICRISAT623 ×R165، ICRISAT632 ×R165 و speed feed) به ترتیب: ۴/۱۱، ۴/۰۹، ۴/۲۱، ۴/۱۳، ۴/۵۶ می باشند. بیشترین مقدار مربوط به رقم (اسپیدفید)، با مقدار ۴/۵۶ و کمترین مقدار متعلق به رقم ICRISAT625 ×R165، به مقدار ۴/۰۹ می باشد که با گزارش ماهانتا، ۲۰۰۵ و فضایی (۲۰۰۶) مطابقت دارد (۲۱ و ۲۱). پایین بودن pH در علوفه سیلو شده می تواند به دلیل وجود مقادیر زیاد قند در ساقه باشد که تخمیر مطلوب را به دنبال دارد (۹). کاهش سریع pH در طول سیلو کردن می تواند مانع رشد میکروارگانیسم های نامطلوب گردد (۳۰). میزان pH در سیلاژ علوفه ها باید در سطح ۳/۷ تا ۴ تثبیت گردد (۲۰). چنین شرایطی به واسطه اثر متقابل غلظت کربوهیدرات ها و لاکتات وابسته به شرایط بی هوازی داخل سیلو بوجود می آید (۱۴، ۳۳ و ۴۶). بر طبق گزارش مک دونالد (۱۹۹۱)، مقدار pH برابر با ۴/۲، برای جلوگیری از رشد باکتری های نامطلوب، کافی نیست (۲۵)، لذا بر این اساس و با توجه به نتایج تحقیق حاضر سیلوی رقم اسپیدفید احتمالاً پایداری و ماندگاری لازم را ندارد. اگرچه نباید خطای آزمایش و دیگر شرایط ناخواسته در انجام آزمایش را بدون تأثیر دانست.

بررسی کلاس کیفی سیلاژها، بر اساس نمره فیلگ، نشان داد که همه ی ارقام به جزء رقم اسپیدفید در کلاس کیفی خیلی خوب قرار دارند. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شد، با کاهش یافتن pH، نمره فیلگ و کیفیت سیلاژ افزایش یافته است. نتایج این آزمایش با گزارش مان (۲۰۰۳) مطابقت دارد (۲۳).

**میزان تولید گاز پنج رقم سورگوم علوفه ای سیلوشده:**  
میزان گاز تولیدی پنج رقم علوفه سیلوشده در زمانهای ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ ساعت پس از

قندهای محلول موجود در ارقام سورگوم، در تحقیق حاضر کمتر از میزان مجاز می باشد.

بین تیمارهای انواع سورگوم سیلوشده، از نظر میانگین ازت آمونیاکی برحسب درصد ازت کل، تفاوت های معنی داری مشاهده شد. بیشترین مقدار مربوط به تیمار پنجم (اسپیدفید)، با مقدار ۱۶/۴۴ درصد و کمترین مقدار متعلق به رقم ICRISAT632×R165، با مقدار ۶/۹۴ درصد می باشد. بالابودن میزان ازت آمونیاکی در رقم اسپیدفید سیلوشده، باعث بالارفتن معنی دار pH (۴/۵۶) نسبت به ارقام دیگر نیز شده است که با وجود پایین بودن میزان قند رقم اسپیدفید سیلوشده منطقی به نظر می رسد. به بیان دیگر پایین بودن میزان قند محلول در رقم اسپیدفید باعث گردید تا دایر تخمیرات نامطلوب، pH افزایش و در نهایت تخمیر کلستریومی افزایش یابد.

همچنین رقم ICRISAT632×R165، دارای کمترین میزان ازت آمونیاکی (۶/۹۴ درصد) بوده است. این نشان دهنده پایین بودن عمل پروتئولیز، در فرایند سیلو کردن، در این رقم می باشد و به همین دلیل میزان پروتئین خام (۷/۶۴ درصد) آن نیز بیشتر از بقیه ارقام می باشد (۳۷). ازت آمونیاکی سیلاژ، بهترین معرف برای ارزیابی کیفی تخمیر در سیلاژ می باشد. ازت آمونیاکی زیاد، نشان دهنده تخمیر کلستریومی است که باعث تولید اسید بوتیریک به مقدار زیاد، افزایش pH و کاهش کیفی سیلاژ می شود (۳۰). در علوفه سیلو شده خوب، میزان ازت آمونیاکی باید کمتر ۱۰ درصد ازت کل باشد (۳۴، ۲۱ و ۳۸). میزان ازت آمونیاکی در چنین سطحی بیانگر این واقعیت است که pH تا سطحی کاهش یافته است که باعث عدم تکثیر میکروارگانیسم های نامطلوبی (پروتئولیتیک) شده، که از پروتئین استفاده می کنند (۴۳).

مقادیر میانگین pH در تیمارهای مورد آزمایش، تفاوت های معنی داری را بین تیمارها نشان داد که این



در بین ارقام متفاوت سورگوم مشاهده نگردید  
( $p > 0.001$ )، اما از ساعت ۴ به بعد در بین آنها  
تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده گردید ( $p < 0.001$ ).

انکوباسیون در جدول (۴) نشان داده شد. از ۲ ساعت  
پس از انکوباسیون، تفاوت معنی‌داری میزان گاز  
تولیدی (میلی لیتر) به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک

جدول ۴: میانگین گاز تولیدی (میلی لیتر) پنج رقم سورگوم علوفه‌ای سیلو شده

Table 4. Cumulative gas produced at different times of incubation for five variety of sorghum silages

زمان انکوباسیون									
96	72	48	24	12	8	6	4	2	Time of Incubation
60.10 <sup>b</sup>	57.49 <sup>b</sup>	52.49 <sup>b</sup>	38.82 <sup>b</sup>	23.32 <sup>b</sup>	15.16 <sup>ab</sup>	12.49 <sup>a</sup>	9.00 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	ICRISAT520 × R166
62.99 <sup>a</sup>	60.49 <sup>a</sup>	54.99 <sup>b</sup>	40.99 <sup>a</sup>	25.99 <sup>a</sup>	16.33 <sup>a</sup>	12.66 <sup>a</sup>	8.83 <sup>ab</sup>	3.34 <sup>a</sup>	ICRISAT625 × R165
61.65 <sup>a</sup>	57.82 <sup>b</sup>	51.83 <sup>bc</sup>	38.49 <sup>b</sup>	23.49 <sup>b</sup>	14.66 <sup>b</sup>	11.31 <sup>b</sup>	7.80 <sup>c</sup>	3.33 <sup>a</sup>	ICRISAT623 × R165
59.94 <sup>b</sup>	57.32 <sup>b</sup>	51.16 <sup>bc</sup>	38.82 <sup>b</sup>	24.66 <sup>ab</sup>	15.50 <sup>ab</sup>	12.35 <sup>a</sup>	8.50 <sup>ab</sup>	3.49 <sup>a</sup>	ICRISAT632 × R165
60.16 <sup>b</sup>	56.47 <sup>b</sup>	50.33 <sup>c</sup>	37.16 <sup>b</sup>	23.32 <sup>b</sup>	15.00 <sup>ab</sup>	11.83 <sup>ab</sup>	8.31 <sup>bc</sup>	3.48 <sup>a</sup>	speed feed

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

abc Means in the same column different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

فراسنجه‌های بدست‌آمده، برآورد معادلاتی از تولید  
گاز می‌باشند. این معادلات کینتیک شکمبه و شرایط  
کلی دستگاه گوارش را در نظر نمی‌گیرند. به همین  
دلیل خالی از خطا نخواهند بود (۱).

تخمین اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر با روش تولید  
گاز: اسیدهای چرب فرار محصولات تخمیر میکروبی  
شکمبه بوده و نشان‌دهنده عرضه انرژی قابل متابولیسم  
برای حیوان هستند (۳۹ و ۴۰). در تحقیق حاضر  
میزان اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر حاصل از میزان گاز  
تولیدی در ساعت ۲۴ تیمارها به ترتیب: ۰/۸۵، ۰/۹،  
۰/۸۵، ۰/۸۵ و ۰/۸۲ بوده است.

در بین ارقام سورگوم علوفه‌ای سیلو شده تنها  
هیبرید ICRISAT625 × R165 (۰/۹ میلی مول)  
تفاوت معنی‌داری با دیگر ارقام داشته‌است و از بقیه  
بیشتر بوده‌است ( $p < 0.05$ ). نتایج بدست‌آمده از تحقیق  
حاضر با این واقعیت که بالا بودن قابلیت تخمیر مواد  
مصرفی توسط میکروارگانیسم‌ها در شکمبه باعث  
تولید بیشتر اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر و گاز می‌شود  
(کارابولوت و همکاران ۲۰۰۷) مطابقت دارد (۱۶).  
همچنین افزایش تولید اسیدهای چرب با توجه به بالا  
بودن میزان قند محلول رقم ICRISAT625 × R165

میزان گازتجمعی وابسته به ترکیب‌شیمیایی  
ماده غذایی می‌باشد بدین ترتیب عواملی مانند رقم،  
زمان برداشت، بلوغ گیاه و روش فرآوری (سیلوکردن)  
که بر ترکیب شیمیایی علوفه تأثیرگذار هستند نیز بر  
میزان تولید گازتجمعی اثر می‌گذارند (۲۲ و ۳۱).  
اصولاً ارتباط نزدیکی بین تولید گاز و تخمیر  
شکمبه‌ای وجود دارد، همچنین همبستگی زیادی بین  
تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی همراه با مایع شکمبه  
و قابلیت هضم ظاهری در شرایط مزرعه وجود دارد  
(۲۲).

میزان گازتجمعی تولیدی در تخمیر رقم  
ICRISAT625 × R165 به واسطه بالابودن میزان  
قندهای محلول آن (۱/۳۱ درصد)، بیشتر از بقیه رقم‌ها  
بوده‌است. هرچقدر میزان قندهای محلول در خوراک  
بیشتر باشد تولید گاز بیشتر می‌باشد (۸). زیاد بودن  
تولید گاز بیانگر زیاد بودن انرژی قابل متابولیسم و  
نیروژن قابل تخمیر و نیز سایر مواد مغذی برای فعالیت  
میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. همچنین حجم گاز تولیدی  
منعکس‌کننده‌ی تخمیر مواد خوراکی برای تولید  
اسیدهای چرب و برآوردی از قابلیت هضم ظاهری باشد  
(۸ و ۱۶). نکته اساسی در اینجا این است که

تفاوت در میزان کربوهیدرات‌های قابل تخمیر و نیتروژن قابل دسترس آنها می‌باشد (۱۸)، هرچه میزان موادقندی محلول در هیبریدهای سورگوم بیشتر باشد قابلیت هضم آن نیز افزایش می‌یابد (۴۰). میزان قند محلول در هیبرید ICRISAT625 × R165 برابر ۱/۳۱ درصد و به‌طورمعنی‌داری بیشتر از بقیه ارقام بوده است لذا بالا بودن قابلیت هضم این رقم نسبت به بقیه ارقام منطقی به نظر می‌رسد.

نکته مهم در باره ارقام سورگوم در این تحقیق این است که میزان قندمحلول و پروتئین خام در ارقام سیلو شده کم می‌باشد و لذا کیفیت علوفه نیز پایین خواهد بود، اما به لحاظ مقایسه‌ای، بعضی ارقام بر ارقام دیگر ارجحیت دارند. عمل‌آوری علوفه از قبیل سیلوکردن باعث افزایش حلالیت لیگنین یا کاهش پیوند بین لیگنین و دیگر اجزای دیواره سلولی می‌شود و به تبع آن افزایش انرژی متابولیسمی می‌شود (۳۶). در تحقیق حاضر قابلیت تخمیر رقم ICRISAT625 × R165 به دلیل بالا بودن میزان قندهای محلول و پروتئین خام، بیشتر از بقیه ارقام بوده و احتمالاً اثر فوق (کاهش پیوند بین لیگنین و دیگر اجزای دیواره سلولی) باعث افزایش انرژی متابولیسمی این رقم شده است.

**تخمین قابلیت هضم ماده‌آلی از روش تست‌گاز:** قابلیت هضم ماده آلی قسمتی از ماده آلی خوراک است که در دستگاه گوارش هضم می‌شود. قابلیت هضم ماده‌آلی حاصل از میزان گاز تولیدی ICRISAT625 × R165، ICRISAT520 × R166 و ICRISAT632 × R165، ICRISAT623 × R165 و اسپیدفید به ترتیب؛ ۵۲/۲۲، ۵۴/۱۸، ۵۱/۹۹، ۵۲/۲۶، ۵۵/۴۳ و در مورد قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک حاصل از میزان گاز تولیدی تیمارها به ترتیب؛ ۴۸/۶۴، ۵۰/۲۸، ۴۷/۸۵، ۴۸/۱۹، ۵۱/۲۳ می‌باشد (جدول ۵). فاکتورهای مختلفی از جمله میزان لیگنین، میزان قندهای محلول و پروتئین خام بر قابلیت ماده‌آلی تأثیر می‌گذارد (۲۶).

(۱/۳۱ درصد) نسبت به بقیه رقم‌ها قابل توجیه می‌باشد. بر اساس گزارش سالام (۲۰۱۰) تولید اسیدهای چرب فرار رابطه مستقیم با میزان قندهای محلول دارد (۴۰ و ۴۹).

رابطه خطی بین میزان اسیدهای چرب فرار<sup>۱</sup> (SCFA) و تولید گاز توسط سالام (۲۰۰۵) نیز گزارش شد (۴۰). رابطه منفی بین میزان اسیدهای چرب فرار و مقدار pH وجود دارد (۱). همسو با این نتایج، هیبرید ICRISAT625 × R165 با تولید بیشترین اسیدچرب فرار دارای pH کمتری بوده است. اختلاف بین میزان گازتولیدی تیمارهای موردنظر به دلیل تفاوت در تولید میزان اسیدهای چرب فرار است. همبستگی بالای بین گاز تولیدشده از سوبسترا و اسیدچرب کوتاه‌زنجیر تولیدشده توسط محققان گزارش شده است.

**تخمین انرژی قابل متابولیسم از روش تست‌گاز:** میزان انرژی قابل متابولیسم در ارقام ICRISAT520 × R166، ICRISAT625 × R165، ICRISAT632 × R165، ICRISAT623 × R165 و اسپیدفید به ترتیب؛ ۱۰/۱۲، ۷/۹۱، ۸/۱۷، ۷/۸۸، ۷/۹۱، ۷/۶۶ برآورد شده است. در بین ارقام سورگوم علوفه‌ای سیلو شده انرژی قابل متابولیسم هیبرید ICRISAT625 × R165 (۸/۱۷ مگاژول) تفاوت معنی‌داری با دیگر ارقام نداشته است و از بقیه بیشتر بوده است ( $P < 0/05$ ).

میزان پروتئین خام هیبرید ICRISAT625 × R165 (۷/۶۴ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از بقیه ارقام بوده، به همین دلیل میزان انرژی قابل متابولیسم آن بیشتر از بقیه ارقام بوده است. چنین نتیجه‌گیری با این واقعیت که میزان انرژی قابل متابولیسم پیش‌بینی‌شده‌ی کمتر، در ماده خوراکی، به دلیل پایین بودن میزان پروتئین آنهاست، مطابقت دارد. تفاوت در انرژی قابل متابولیسم خوراک‌های مختلف، منعکس‌کننده‌ی

#### 1. Short-chain fatty acids

جدول ۵: مقایسه میانگین اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی مول)، انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم) و قابلیت هضم (درصد) ۵ رقم سورگوم علوفه‌ای سیلوشده

Table 5. Comparison of volatile fatty acids (mmol), Metabolism Energy (MJ/Kg) and Digestibility (%DM) of five variety of sorghum silages

Speed Feed	ICRISAT 623 R165x	ICRISAT 632 R165x	ICRISAT 625 R165x	ICRISAT 520 R166x	تیمار (Treatment) (Parameter)
					فراسنجه (Parameter)
					SCFA
۰/۸۲ <sup>b</sup>	۰/۸۵ <sup>b</sup>	۰/۸۵ <sup>b</sup>	۰/۹ <sup>a</sup>	۰/۸۵ <sup>b</sup>	اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)
					ME
۷/۶۶ <sup>b</sup>	۷/۹۱ <sup>b</sup>	۷/۸۸ <sup>b</sup>	۸/۱۷ <sup>a</sup>	۷/۹۱ <sup>b</sup>	انرژی متابولیسمی (مگاژول بر کیلوگرم)
					(%DM) OMD
۵۵/۴۳ <sup>a</sup>	۵۲/۲۶ <sup>a</sup>	۵۱/۹۹ <sup>a</sup>	۵۴/۱۸ <sup>a</sup>	۵۲/۲۲ <sup>a</sup>	قابلیت هضم ماده آلی
					(%DM) DOMD
۵۱/۲۳ <sup>a</sup>	۴۸/۱۹ <sup>a</sup>	۴۷/۸۵ <sup>a</sup>	۵۰/۲۸ <sup>a</sup>	۴۸/۶۴ <sup>a</sup>	قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار می باشد (P<0.05).

<sup>abc</sup> Means in the same row different superscripts differ (P<0.05).

SCFA: اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، ME: انرژی قابل متابولیسم، OMD: قابلیت هضم ماده آلی، DOMD = قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک

نشخوارکنندگان را تأمین نمایند.

### نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج بدست آمده رقم ICRISAT625 × R165 به دلیل مقدار انرژی قابل متابولیسم و ماده آلی قابل هضم نسبت به بقیه ارقام ارجحیت دارد. اما از نقطه نظر عملکرد در هکتار رقم ICRISAT520 × R166 نسبت به بقیه ارقام ارجحیت دارد.

### منابع

1. Abarghuei, M. J., Rouzbehan, Y. and Zamiri, M.J. 2014. Effect of non-extracted and extracted pomegranate-peel on *in vitro* gas production parameters of inoculum of Ghezel sheep. J. Rumin. Res. 38: 212-219.
2. Almodares, A., Hadi, M. R. and Ahmadpour, H. 2008. Sorghum stem yield and soluble carbohydrate under phonological stages and salinity levels. Afr. J. Biotechnol. 7: 4051-4055.
3. AOAC, 1990. Official Methods Analysis. 15th ed. Association of Official

محققان پیشنهاد کردند که نشخوارکنندگان برای حفظ وزن بدن خود نیاز به مصرف علوفه‌هایی با قابلیت هضم بیشتر از ۵۵ درصد دارند و برای نیل به افزایش وزن بدن نیازمند مصرف علوفه‌هایی با قابلیت هضم بیشتر از ۶۰ درصد هستند (۴). لذا با توجه به میزان قابلیت هضم ارقام سورگوم در این آزمایش می توان نتیجه گرفت مصرف این ارقام به تنهایی نمی تواند نیازهای نگهداری و تولید

Analytical Chemists. Washing Town, D.C.

4. Anigbogu, M. N. 2003. Supplementation of dry brewer's grain to lower quality forage diet for growing lambs in southeast Nigeria. Asian-Australian J. Anim. Sci. 16: 384-388.
5. Ashbell, G., Weinberg, Z. G., Bolsen, K. K., Hen, Y. and Arieli, A. 1990. The silage characteristics of two varieties of forage sorghum mixed in different proportions and at two stages of maturity. Afr. J. Range. Forage. Sci. 15: 68-71.

6. Atis, I., Konuskan, O., Duru, M., Gozubenli, H and Yilmaz, S. 2012. Effect of harvesting time on yield, composition and forage quality of some forage sorghum cultivars. *International J. Agri. Bio.* 14: 879-886.
7. Bean, B., McCollum, T., Pietsch, D., Rowland, M., Porter, B. and VanMeter, R. 2002. Texas anhandle Forage Sorghum Silage Trail. The Agriculture Program of Texas A and M University System.
8. Blummel, M., Makkar, H. P. S. and Becker, K. 1997. *In vitro* gas production: A technique revisited. *J. Anim. Physiol. Anim. Nut.* 77: 24-34.
9. Bolsen, K. K. 2004. Sorghum silage: a summary of 25 years of research at Kansas State University. In: Proceeding of The Southeast Dairy Herd Management Conference, Macon, Georgia, USA. 16-17.
10. Borges, A. L. C., Goncales, L. C., Nogueira, F. S. and Rudriguez, N. M. 1999. Forage sorghum silage with different tannin concentration and moisture in the stem. II. Variation of carbohydrates during fermentation. *Arquivo Brasileiro de Medic. Vet. Zootec.* 51: 491-497.
11. Colombini, S. G. and Galassi, G. M. 2009. Sorghum forage as an alternative to corn silage in dairy cows feeding. *J. Dairy. Sci.* 92: E-Suppl. 1.
12. Fazayeli, H., Golmohammadi, A., Al-Moddarras, A., Mosharraf, S. and Shoaie, A.A. 2006. Comparing the performance of sorghum silage with maize silage in feedlot calves. *Pakistan. J. Biol. Sci.* 9(13): 2450-2455.
13. Gourley, L. M. and Lusk, J. W. 1978. Genetic parameters related to sorgum silage quality. *J. Dairy. Sci.* 61: 1821-1827.
14. Gutierrez, G. G., Schake, L. M. and Byres, F.M. 1982. Whole-plant grain sorghum silage processing and lasalocid effects on stocker calf performance and rumen fermentation. *J. Anim. Sci.* 54: 863-868.
15. Hattori, I., Kumai, S., Fukumi, R. and Bayorbor, T.B. 1994. The effect of some additives on aerobic deterioration of corn silage. *J. Anim. Sci. Tech.* 65: 547-550.
16. Karabulut, A., Canbolat, O., Kalkan, H., Gurbuzol1, F., Sucu, E. and Filya, I. 2007. Comparison of *in vitro* gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and microbial protein production of some legume hays. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 4: 517-522.
17. Khalili Moheleh. J., Tajbakhsh, M., Faiaz Moghdam, A. and Siadat, A. 2007. Effects of plant density on quantitative and qualitative characteristics of forage sorghum in second cropping. *J. Pajouhesh. Sazandegi.* 75: 59-67. (In Persian).
18. Khanum. S. A. and Yaqoob, T. 2007. Nutritional evaluation of various feedstuffs for livestock production using *in vitro* gas method. *Pakistan. J. Vet.* 27(3): 129-133.
19. Kilic, A. 1986. Silo Feed (Instruction, Education and Application Proposals). Bilgehan Press. Izmir. 327 Pp.
20. Luis, F., Marcelo, A., Adriana. G., Jose, N., Luiz, H. and Viviany, L. 2012. Nutritive value of diferents silage sorghum (*Sorghum bicolor L. Moench*) cultivares. *Acta Scientiarum. J. Anim. Sci.* 34: 123-129.
21. Mahanta. S. K. 2005. Nutritional Evaluation of Two Promising Varieties of Forage Sorghum in Sheep Fed as Silage. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 12: 1715-1720.
22. Makkar. H. P. S. 2004. Recent advances in the *in vitro* gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources. Assessing quality and safety of animal feeds. *FAO.* 160: 55-86.
23. Man, N. and Wiktorsson, H. 2003. The effect of molasses on quality, feed intake and digestibility by heifers of silage made from cassava tops. Department of Animal Nutrition, UAF, Thu Duc, Ho Chi Minh City. Vietnam. Internet Collection.
24. Marielly, M. A. M and Daniel, A. C. 2016. Chemical composition of sorghum genotypes silages. *Acta. J. Anim. Sci.* 38(4): 369-373.

25. McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. 1991. The Biochemistry of Silage. 2nd Edn., Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK. ISBN: 0-948617-22-5. 340 Pp.
26. McCorkle, D. 2007. The economic benefits of sorghum silage as an alternative crop. MKT-3557L 06/07. Agri. Life Extension, Texas A and M System.
27. Menk. K. H and Raad, L. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. J. Agric. Sci. Camb. 93: 271-222.
28. Mirlohi, A., Bozorgvar, N. and Bassiri, M. 2000. Effect of nitrogen rate on growth, forage yield and silage quality of three sorghum hybrids. J. Sci. Technol. Agri. Natur. Res. 4(2): 20-26.
29. Miron, J., Zuckernan, E., Adin G., Nikbacht, M., Yosef, E., Zenou, A., Weinberg, Zwi, G., Solomon, R and Ben-Ghedralia, D. 2007. Field yield, ensiling properties and digestibility by sheep of silages from two forage sorghum varieties. J. Anim. Feed Sci. Technol. 136: 203-215.
30. Miron, J., Solomon, R., Adin, G. U., Nikbakht, M., Yosef, E., Carmi, A., Weinberg, T., Kipnis, Z. G., Zuckerman, E. and Ben-Ghadalia, D. 2006. Effects of harvest stage, re-growth and ensilage on the yield, composition and *in vitro* digestibility of new forage sorghum varieties. J. Sci. Food. Agric. 86: 140-147.
31. Molina, L. R., Rodriguez, N. M., Sousa, B. M., Goncalves, L. C. and Borges, I. 2007. Potential degradability parameters of the dry matter and crude protein of six sorghum silage genotypes (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), with or without tannin on grain, evaluated by *in situ* Technique. Revista Brasileira de Zootecnia. 32(1): 222-228.
32. Muhammad, A., Muhammad, A. N., Asif, T. and Azhar, H. 2002. Effect of different levels of nitrogen and harvesting times on the growth, yield and quality of sorghum fodder. Asian. J. plant . 1: 304-307.
33. Omer, T., Yazici, L. and Yildirim, B. 2008. Quality characteristics of sorghum (*Sorghum bicolor*(L.) moench) and Sorghum×Sudan Grass Hybrids (*Sorghum bicolor*(L.) J. Anim. Vet. 7(8): 968-971.
34. Pahlow, G., Muck, R. E., Driehuis, F., Elfrink, S. J. and Spolestra, S. 2003. Microbiology of Ensiling. Silage j. Science.Technology, 31-93.
35. Paya, H., Taghizadeh. A., Janmohammadi, H. and Moghadam. G.A. 2007. Nutrient Digestibility and Gas production of some Tropical Feeds Used in Ruminant Diets Estimated by the *in vivo* and *in vitro* Gas production Techniques. American J. Anim. Vet. Sci. 2(4): 108-113.
36. Paulo, R. F. 2000. Additives to improve the silage making process with tropical forages. Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
37. Pimental, J. O., Silva, J. C., Valadares Filho, S. C., Cecon P. R. and Santos, P.S. 1998. Effect of protein supplementation on the nutritional value of corn and sorghum silages. Revista Brasileira Zootecnia. 27: 1042-1049.
38. Raei, Y., Jorat, M., Moghaddam, H., Chaich, M. R. and Weisany, V. 2013. Effect of density on onnotative and collective yield of forage sorghum under water limitation. J. Agri. Sci.ustainable Product.4: 51-65.
39. Ranjhan, S. K. 1993. Animal Nutrition in Tropics. 3rd rev. ed. Vikas Publishing House Pvt. Ltd., New Delhi. Reid, C. S. W.. Limitations to the productivity.
40. Sallam, S. M. A., Silva Bueno, I. C., Godoy, P. B., Eduardo, F. N., Schmidt, D. M. S and Abdalla, A. L. 2010. Ruminant fermentation and tannins bioactivity of some browses using a semi-automated gas production technique. Trop. Subtrop. J. Agroecosyst. 12: 1-10.
41. Sarah, Q., Ketterings, M., Gregory, S. G., Debbie, J. C., Jerome, H. C., Michael, E. V., John, J and Tom, F. 2019. Optimal harvest timing for brown

- midrib forage sorghum yield, nutritive value, and ration performance. J. Dairy Sci. 102: 7134-7149
42. SAS Institute. 2004. SAS User's Guide. Version 9.1. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
43. Schmid, J., Sipocz, J., Kaszfi, I., Szakfics, G. and Gyepesm, A. 1997. Preservation of sugar content in ensiled sweet sorghum. J. Bio. Technol. 60: 9-13.
44. Souza, V., Pereira, G., Moraes, O. G., Garcia, S. A., Filho, R.V., Zago, S. C., and Frietas, C. P. 2003. Nutritivo de Silagens de Sorgo. Revista Brasileira de Zootecnia. 32: 753-759.
45. Tavendale, M. H., Meagher, L. P., Pacheco, D., Walker, N., Attwood, G.T., and Sivakumaram, S. 2005. Methane production from *in vitro* rumen incubations with Lotus pedunculatus and Medicago sativa, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. J. Anim. Feed. Sci. Technol. 124: 403-419.
46. Valter, H., Bumbieris, J., Vinicius, A., Ana, P., Fernando, L., Gabriella, J. and Diego, A. 2017. Aerobic stability in corn silage (*Zea mays* L.) ensiled with different microbial additives. J. Acta Scientiarum. Anim. Sci. Maringá. 4: 357-362.
47. Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Third ed. Cornell University Press. Ithaca. NY. USA.
48. Ward, J. D., Readfern, D. D., McCormick, M. E. and Cuomo, G. J. 2000. Chemical Composition, Ensiling Characteristics, and Apparent Digestibility of Summer Annual Forages in a Subtropical Double-Cropping System with Annual Ryegrass. J. Anim. Sci. 84: 177-182.
49. Weiss, B. 2007. Silage as Starch Sources Cows. Mid- South Ruminant Nutrition Conference. Arlington. Texas. 7-14.





## Comparison of chemical composition, fermentation characteristics and nutritional value of different sorghum cultivars by *in vitro* gas production test

\*A. Kavian<sup>1</sup>, K. Yussefi Kelarikolaei<sup>2</sup>, K. Nobari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Member of Scientific board of Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran, <sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Animal Science Research, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

Received: 06/02/2019; Accepted: 12/10/2019

### Abstract

**Background and objectives:** Planting of fodder plants with high production potential and high quality and adapted to Iran's climate conditions due to lack of forage in Iran has been considered. Today, in addition to common indigenous cultivars, sorghum hybrids cultivate growing in Iran is increasing. Not only does sorghum have a high yield, but it is well adapted to climatic conditions in most parts of Iran, especially in dry and temperate regions. This plant is able to absorb water better than other grasses. This plant is one of the most important forage forests in arid and semi-arid regions of the world. It can be productive due to adaptation to warm conditions and to a certain extent soil salinity and high water use efficiency. The purpose of this study was to determine the amount of yield, chemical composition, silage properties and energy metabolism, digestibility of organic matter, digestibility of organic matter in dry matter and volatile fatty acids by the method of gas production of forage sorghum cultivars.

**Materials and methods:** In order to investigate the fermentation quality and nutritive value of five variety of sorghum silages, different sorghum cultivars Viz: ICRISAT623×R165, ICRISAT632×R165, ICRISAT625×165, ICRISAT520×166 and Speed feed were compared in completely randomized design with five replicates. For this purpose sorghum cultivars was obtained at dent stage, chopped with an average particle length of 2 cm and were preserved in 10 kg plastic boxes. Silos were kept at room temperature and opened at 45 days for determination of pH, DM, CP, EE, ADF, Ash, WSC and NH<sub>3</sub>-N. The Gas productions were used for determination of digestion and fermentation of samples.

**Results:** Maximum dry matter by 1400.5 Kg per hectare and metabolism energy by 131627 Mcal per hectare obtained in ICRISAT520×R166, whereas cultivars Speed Feed provided Minimum. The highest gas production, metabolisable energy, water-soluble carbohydrate (WSC), Volatile fatty acids and Ether Extract was observed in ICRISAT625×165, whereas, ICRISAT520×R166 and ICRISAT632×R165 had the lowest. Results indicated that there were significant differences between different cultures in percentage of DM, OM, CP, EE, Ash, ADF, WSC and NH<sub>3</sub>-N. The ICRISAT165×165 has the highest amount of cumulative gas, metabolizable energy, soluble sugar, volatile fatty acids and crude fat. However, ICRISAT520×R166 and ICRISAT632×R165 had lower values. There was no significant difference between cultivars in estimating of organic matter digestibility (OMD) and digestible organic matter in dry matter (DOMDM) using the amount of gas production.

**Conclusion:** Based on the results of this study, ICRISAT520×R166 for dry matter production (18487 kg ha<sup>-1</sup>) and protein production (1400 kg ha<sup>-1</sup>) is recommended for cultivation in Golestan province. But in terms of yield per hectare, ICRISAT625×165 varieties is recommended for the rest of the cultivars.

**Keywords:** Gas production test, Fermentation characteristics, Nutritional value, Sorghum,

\*Corresponding author; [abdolah\\_kavian@yahoo.com](mailto:abdolah_kavian@yahoo.com)



