Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 6, No. 1, Spring 2014, p. 32-44

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، ص. ۴۴-۳۲

تعیین ارزش غذایی بقایای زعفران در مراحل مختلف برداشت به روش‌های درون کیسه‌ای و آزمایشگاهی (تولید گاز)

وحید کاردان مقدم[۱]- محمد حسن فتحی نسری[۲*]- رضا ولی زاده[۳] - همایون فرهنگ فر[۴]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۱۲/۲
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۹/۲۷

چکیده

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر زمان برداشت بقایای زعفران بر ارزش غذایی آن بود. ترکیب شیمیایی، فراسنجه های تجزیه پذیری و قابلیت هضم شکمبه‌ای-روده‌ای بقایای زعفران با استفاده از روش‌های درون کیسه‌ای و آزمایشگاهی (تولید گاز) تعیین شد. در این آزمایش بقایای زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه با بقایای زعفران برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه مورد مقایسه قرار گرفت. داده‌های آزمایشی بر مبنای آزمون T-test و با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد در اوایل مرحله رکود گیاه، میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی افزایش یافت در حالی که میزان پروتئین خام کاهش داشت. زمان برداشت بقایای زعفران تأثیر معنی‌داری بر غلظت ترکیبات فنولی آن نداشت. تجزیه پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و تولید گاز در ساعت های ۰، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ انکوباسیون تعیین شد. بخش سریع تجزیه ماده خشک (a)، تجزیه پذیری موثر ماده خشک، قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک و قابلیت هضم ماده خشک در کل دستگاه گوارش در بقایای زعفران برداشت شده در اوایل مرحله رکود به طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین در بقایای برداشت شده در این مرحله، تولید گاز حاصل از بخش با پتانسیل تجزیه پذیری (b)، انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم ماده آلی کاهش نشان داد. به طور کلی از نتایج این آزمایش می‌توان چنین برداشت کرد که ارزش غذایی بقایای زعفران در اواخر مرحله رشد رویشی بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: بقایای زعفران، تولید گاز، فراسنجه‌های تجزیه پذیری

مقدمه

تأمین خوراک از عمده‌ترین هزینه‌های پرورش دام محسوب می‌گردد و استقرار ایران در شرایط خشک و نیمه خشک موجب کمبود مواد خوراکی برای دام‌ها و افزایش مضاعف این هزینه‌ها شده است. یکی از راه‌های برطرف نمودن این مشکل استفاده از خوراک‌های غیرمعمول در تغذیه نشخوارکنندگان است که بقایای کشاورزی-صنعتی در زمره آنها قرار دارند. در صورت استفاده از این بقایا در تغذیه دام، علاوه بر کاهش هزینه‌های خوراک، از آلودگی‌های زیست محیطی نیز کاسته می‌شود؛ زیرا معمولا این نوع ضایعات در محیط زیست رها شده و باعث ایجاد آلودگی خاک و آب‌های سطحی و زیر زمینی می‌شوند.

در استان خراسان جنوبی به عنوان یکی از قطب‌های تولید زعفران، هر سال مقدار زیادی بقایای زعفران بدست می‌آید که به عنوان خوراک دام به مصرف می‌رسد، اما اطلاعاتی در زمینه ارزش غذایی و یا وجود مواد ضد تغذیه‌ای در آنها در دسترس نیست. در این خصوص بر اساس آخرین برآوردی که صورت گرفته است هر هکتار زعفران بین ۹۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم علوفه خشک قابل تعلیف دام تولید می‌کند که با توجه به عرصه‌های گسترده کشت این گیاه در سطح استان (۶۰ هزار هکتار)، بخش قابل ملاحظه‌ای از خوراک خشبی جیره دام‌ها را می‌تواند تشکیل دهد (۷). بر اساس تحقیقات انجام شده ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی بقایای زعفران بسیار متغیر بوده به طوری که ولی زاده (۸)، کاظمی و همکاران (۵) و ودیعی و همکاران (۷) میزان پروتئین خام آنها را در محدوده ۵/۱ تا ۱۳/۹ درصد، فیبر نامحلول در شوینده خنثی را در محدوده ۳۰/۶ تا ۴۴/۲ درصد و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی را در محدوده ۳۰/۳ تا ۳۴/۵

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: hfathi@birjand.ac.ir)
۳- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

درصد (بر اساس ماده خشک) گزارش کردند. همچنین در بررسی ودیعی و همکاران (۷) بهترین سطح جایگزینی یونجه خشک با بقایای زعفران در جیره گوسفندان بلوچی ۳۴ درصد بود.

به منظور ارزیابی مواد خوراکی مورد استفاده در تغذیه دام و طیور آزمایش‌های درون تنی ارزش زیادی دارند اما این آزمایش ها هزینه‌بر و زمان‌بر هستند. روش‌های درون کیسه‌ای و آزمایشگاهی جایگزین مناسبی برای آزمایش های درون‌تنی محسوب می‌شوند. روش درون کیسه‌ای روشی است که هم اکنون پایه ارزیابی بسیاری از مواد خوراکی است و روش تولید گاز نیز یکی از تکنیک‌های آزمایشگاهی است که می‌تواند اطلاعات خوبی در مورد روند تخمیر مواد خوراکی در اختیار قرار دهد (۲).

با توجه به مقدمه فوق یکی از محورهای کلان دامپروری در کشور باید تحقیق در مورد دستیابی به منابع خوراکی قابل دسترس و غیر قابل مصرف انسان در هر منطقه باشد تا بتوان براساس آن حرفه دامپروری را که بزرگترین زیر بخش کشاورزی است، سودآور و اشتغال‌زا نمود. بدون شک در این راستا تعیین ارزش غذایی بقایای زراعی برای استفاده در اقلیم‌های مختلف حائز اهمیت فراوانی است. بنابراین تحقیق حاضر به منظور تعیین اثر زمان برداشت بر ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تجزیه پذیری شکمبه‌ای و روند تولید گاز بقایای زعفران اجرا شد. لازم به ذکر است در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه، بقایای زعفران هنوز سبز هستند ولی تغییر رنگ به زرد در حال شروع است. اگر چه بقایا در این مرحله نسبت به بقایای زعفران کاملاً بالغ (اوایل مرحله رکود گیاه) احتمالاً از ارزش غذایی بالاتری برخوردارند لیکن معمولاً زارعین تمایلی به برداشت بقایا در این مرحله ندارند زیرا بر این باورند که این کار سبب صدمه به پیاز زعفران (بنه) می‌شود اما به لحاظ علمی این موضوع نیاز به بررسی دارد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در استان خراسان جنوبی (روستای کوچ) واقع در مختصات جغرافیایی ′۳۳ ˚۵۴ طول شرقی تا ′۴۳ ˚۳۲ عرض شمالی با ارتفاع ۲۰۶۵ متر از سطح دریا (۱۸۵ میلی متر میانگین بارندگی سالیانه و ۱۸ درجه سانتی‌گراد میانگین دمای سالیانه) انجام شد. ابتدا بقایای زعفران (که عمدتا شامل برگ‌ها هستند) در فروردین ماه سال ۱۳۸۹ در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه و سپس در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۹ در اوایل مرحله رکود گیاه از همان زمین برداشت و به لحاظ ویژگی‌های مختلف تغذیه‌ای با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند. در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه زعفران، بقایای زعفران (برگ‌ها) به بلوغ رسیده و ذخایر لازم برای تغذیه بنه‌ها را از طریق فتوسنتز فراهم می‌نمایند اما در اوایل مرحله رکود گیاه، که بنه در حال استراحت و آمادگی برای تولید گل در فصل پاییز است بقایای زعفران خشک شده و کاملا به رنگ زرد در آمده‌اند (۶).

تعیین ترکیبات شیمیایی نمونه‌ها

ترکیب شیمیایی نمونه‌های آزمایش شامل ماده خشک (۹۳۴/۰۱)، پروتئین خام (۹۸۴/۱۳)، چربی خام (۹۲۰/۳۹)، خاکستر خام (۹۴۲/۰۵)، کلسیم (۹۶۸/۰۸) و فسفر (۹۶۵/۱۷) طبق روش‌های AOAC (۱۱ و ۱۲) (شماره‌های داخل پرانتز مربوط به هر یک از روش‌های تجزیه شیمیایی است) و میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی طبق روش ون وست (۵۰) تعیین شد. عناصر سدیم و پتاسیم (۹۵۶/۰۱) با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر (مدل CORNIG-400, Germany) و سایر مواد معدنی با دستگاه جذب اتمی (مدل AA-3600, Japan) اندازه‌گیری شدند. غلظت کربوهیدرات‌های محلول در آب با استفاده از معرف انترون در طول موج ۶۲۵ نانومتر تعیین گردید (۲۰). اندازه‌گیری کل ترکیبات فنولی به روش ماکار و سینگ (۳۱) صورت پذیرفت. برای تعیین کل ترکیبات فنولی از معرف فولین- سیوکالتو[1] استفاده شد. با کسر ترکیبات فنولی غیر تانني از کل ترکیبات فنولی، میزان کل تانن بدست آمد. تانن متراکم با استفاده از روش بوتانول- اسیدکلریدریک (۳۰) اندازه‌گیری گردید و نتایج به صورت معادل لکوسیانیدین‌ها ارایه شد.

تعیین فراسنجه‌های تجزیه پذیری شکمبه‌ای و قابلیت هضم شکمبه‌ای- پس از شکمبه‌ای ماده خشک نمونه‌ها به روش درون کیسه‌ای

فراسنجه‌های تجزیه پذیری شکمبه‌ای ماده خشک با استفاده از دو رأس تلیسه هلشتاین (با وزن زنده ۱۰ ±۴۰۰ کیلوگرم) مجهز به فیستولای شکمبه‌ای تعیین شد. بدین منظور مقدار ۴ گرم نمونه خشک (با اندازه ذرات ۲ میلی متر) داخل کیسه‌هایی از جنس ابریشم مصنوعی به ابعاد ۱۶×۹ سانتی‌متر (۴۹) ریخته شد و در کیسه‌ها با نخ مسدود شد. تمام کیسه ها بلافاصله پس از خوراک دهی صبح در شکمبه قرار گرفت. مدت زمان انکوباسیون نمونه‌ها صفر، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بود و ۳ کیسه برای هر تیمار در هر زمان انکوباسیون در هر دام در نظر گرفته شد. پس از انکوباسیون، کیسه‌های حاوی نمونه از شکمبه خارج و پس از شستشو با آب سرد به مدت ۲۰ دقیقه (۱۸) در آون در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. فراسنجه‌های تجزیه پذیری شکمبه‌ای و تجزیه پذیری مؤثر شکمبه‌ای با استفاده از معادله ارسکوف و مکدونالد

1- Folin Ciocalteau

(۳۹) محاسبه گردید:

$$P= a+b (1-e^{-ct})$$

در این معادله a بخش سریع تجزیه، b بخش کند تجزیه ، c ثابت نرخ تجزیه در واحد زمان و P پتانسیل تجزیه پذیری می‌باشد. تجزیه پذیری مؤثر شکمبه‌ای (ERD) ماده خشک با در نظر گرفتن سرعت‌های عبور از شکمبه برابر با ۲، ۴ و ۶ درصد در ساعت با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$ERD= a+[bc/(c+k)]$$

برای بدست آوردن قابلیت هضم شکمبه‌ای و روده‌ای بعد از ۱۶ ساعت انکوباسیون شکمبه‌ای، یک گرم ماده خشک که در شکمبه هضم نشده بود در کیسه‌های کوچک با قطر منافذ ۵۰ میکرومتر و اندازه‌ی ۶×۳ سانتیمتر ریخته و سر کیسه‌ها با دستگاه دوخت بسته شد. سپس کیسه‌ها در داخل بطری‌های دستگاه شبیه ساز هضم (دیزیII)[1] قرار داده شد (۱۵ کیسه در هر بطری). داخل هر بطری دو لیتری دستگاه حدود یک لیتر محلول پپسین- اسیدکلریدریک ریخته شد و به مدت نیم ساعت در دمای ۳۹ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا دمای محلول و دستگاه یکسان شود. سپس کیسه‌ها به مدت یک ساعت داخل دستگاه با دمای ۳۹ درجه سانتیگراد گذاشته شد. بعد از اتمام کار، کیسه‌ها با آب شسته شد تا آب زلال از آنها خارج گردید. با محلول پانکراتین نیز به مدت ۲۴ ساعت هضم انجام شد و پس از شستشو، کیسه‌ها در آون (به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد) خشک شده و قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک آنها اندازه‌گیری شد (۱۰).

$$\text{قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک} = \frac{\text{وزن نمونه بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای} - \text{وزن نمونه قبل از انکوباسیون شکمبه‌ای}}{\text{وزن نمونه قبل از انکوباسیون شکمبه ای}}$$

$$\text{قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک هضم نشده در شکمبه} = \frac{\text{وزن نمونه بعد از انکوباسیون در دستگاه شبیه ساز هضم} - \text{وزن نمونه بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای}}{\text{وزن نمونه بعد از انکوباسیون شکمبه‌ای}}$$

$$\text{قابلیت هضم ماده خشک در کل دستگاه گوارش} = \text{قابلیت هضم پس از شکمبه ای ماده خشک هضم نشده در شکمبه} + \text{قابلیت هضم شکمبه ای ماده خشک}$$

تعیین فراسنجه‌های تجزیه پذیری به روش تولید گاز

به منظور اندازه گیری تولید گاز از روش منک و همکاران (۳۴) استفاده شد. ابتدا مقدار ۱۰±۳۰۰ میلی گرم ماده خشک نمونه بعد از آسیاب (با اندازه ذرات ۱ میلی متر) در داخل سرنگ‌های مخصوص قرار داده شد. برای هر نمونه ۳ تکرار (سرنگ) در نظر گرفته شد. مایع شکمبه حدود یک ساعت قبل از تغذیه صبح از دو رأس تلیسه هلشتاین فیستولا گذاری شده که در سطح نگهداری تغذیه می‌شد (جیره با نسبت علوفه به کنسانتره ۷۰ به ۳۰) جمع آوری و صاف گردید (ترکیب جیره مورد استفاده در جدول ۱ آمده است). مایع شکمبه‌ی صاف شده و تازه و بزاق مصنوعی تهیه شده مطابق روش منک و همکاران (۳۴) به نسبت ۱ (مایع شکمبه) به ۲ (محیط کشت) درحالی که تزریق جریان گاز دی اکسید کربن به داخل مخلوط تداوم داشت با هم مخلوط شدند. مقدار ۳۰ میلی لیتر از مخلوط مایع شکمبه و محیط کشت در داخل سرنگ حاوی نمونه ریخته و سپس سرنگ‌ها در دستگاه انکوباتور (۱±۳۹ درجه سانتی گراد) قرار داده شدند. برای حذف خطای ناشی از گاز تولیدی در اثر عمل میکروارگانیسم‌های شکمبه روی مواد خوراکی، از سرنگ‌های شاهد (حاوی فقط ۳۰ میلی لیتر از مخلوط مایع شکمبه و بزاق مصنوعی) استفاده شد. برای هر ۳ تکرار یک عدد سرنگ شاهد قرار داده شد و براساس آنها گاز تولیدی سرنگ‌های اصلی حاوی نمونه خوراکی تصحیح گردید. در زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از قرار دادن سرنگ‌ها در انکوباتور، میزان گاز تولیدی قرائت و ثبت گردید. داده‌های بدست آمده از تولید گاز با استفاده از رابطه زیر برازش داده شد:

$$P=b (1-e^{-ct})$$

در این معادله P حجم گاز تولیدی در زمان، b بخش نامحلول قابل تخمیر (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک، c ثابت نرخ تولید گاز و t زمان انکوباسیون می‌باشد.

قابلیت هضم ماده آلی (OMD) و انرژی قابل متابولیسم (ME) تیمارهای مختلف با استفاده از معادلات زیر محاسبه شد (۳۴).

$$OMD(\%)= ۱۴/۸۸+ ۰/۸۸۹(GP)+ ۰/۴۵(CP)+ ۰/۰۶۵۱(XA)$$

$$ME(MJ/kg\ DM)= ۲/۲+ ۰/۱۳۵۷(GP)+ ۰/۰۵۷(CP) +۰/۰۰۲۹(CP)^{۲}$$

در این معادلات GP تولید گاز (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم نمونه خوراک) پس از ۲۴ ساعت، CP مقدار پروتئین خام (درصد ماده خشک) و XA مقدار خاکستر خام (درصد ماده خشک) می‌باشد.

1- Daizy

جدول۱- ترکیب جیره مصرفی تلیسه‌های هلشتاین مورد استفاده در روش درون کیسه‌ای

ماده خوراکی	مقدار مصرف (کیلوگرم ماده خشک در روز به ازای هر رأس)
یونجه خشک	۱/۸
ذرت سیلو شده	۰/۵
کاه گندم	۱/۸
کنسانتره[1]	۱/۸

ترکیب کنسانتره: جو ۳۵ درصد، دانه ذرت ۱۸ درصد، کنجاله سویا ۱۰ درصد، سبوس گندم ۱۱/۵ درصد، ملاس ۷ درصد، تفاله چغندر قند ۱۵ درصد، مکمل معدنی-ویتامینی ۱ درصد، پودر صدف ۲ درصد و نمک ۰/۵ درصد (براساس ماده خشک)

روش آماری و تجزیه تحلیل داده‌ها

تجزیه آماری داده ها با ۳ تکرار (در مورد داده‌های تجزیه پذیری شکمبه‌ای با ۶ تکرار) و بر مبنای آزمون T-test برای نمونه‌های مستقل با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۴۵) صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه تقریبی بقایای زعفران

نتایج تجزیه تقریبی بقایای زراعی زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه و اوایل مرحله رکود گیاه در جدول ۲ ارایه شده است. غلظت پروتئین خام بقایای زعفران برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافت. کاهش در میزان پروتئین خام بقایای زعفران برداشت شده در این مرحله را می‌توان به افزایش میزان فیبر مرتبط دانست. ارزانی (۱) گزارش نمود که بین میزان پروتئین و فیبر خام رابطه معکوسی وجود دارد. میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی در بقایای زعفران برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه به طور معنی‌داری افزایش یافت. علت افزایش میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی کاهش در کربوهیدرات‌های محلول و سایر مواد مغذی موجود در بخش محلول سلول گیاه بوده است (۳۲). غلظت کلسیم، پتاسیم، منیزیم و آهن برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه تغییر معنی‌داری نکرد، اما غلظت فسفر و سدیم به ترتیب به طور معنی‌داری کاهش و افزایش یافت. علت کاهش غلظت فسفر اصولاً به واسطه افزایش نسبی در مواد ساختمانی (دیواره سلولی و لیگنین) است (۳). در مورد افزایش غلظت سدیم با پیشرفت مرحله رشد گیاه می‌توان گفت این عنصر تا حدودی به بافت خاک و میزان رطوبت خاک بستگی داردکه به احتمال زیاد با توجه به تغییرات رطوبت در دسترس گیاه در دو مرحله‌ی متفاوت برداشت موجب تغییرات در جذب سدیم شده است (۲۱). علاوه بر این بایستی به این نکته توجه نمود که توانایی گیاهان در جذب عناصر به سیستم ریشه، مقدار و شدت بارندگی در دوره رشد، مقدار نیتروژن و اسیدیته خاک بستگی دارد (۲۲).

ترکیبات فنولی بقایای زعفران

غلظت ترکیبات فنولی موجود در بقایای زعفران برداشت شده در دو مرحله رشد گیاه در جدول ۳ گزارش شده است. میزان کل ترکیبات فنولی، تانن کل و تانن متراکم بقایای زعفران برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه تغییر معنی‌داری نکرد هر چند میزان کل ترکیبات فنولی و تانن متراکم در بقایای برداشت شده در این مرحله به لحاظ عددی اندکی افزایش یافت. باتلر (۱۷) افزایش در میزان تانن متراکم دانه سورگوم با پیشرفت مرحله رشد را به افزایش پلی-مریزاسیون ترکیبات فنولی مربوط دانست. در آزمایشی دیگر که توسط ازتورک و همکاران (۴۱) بر روی گیاه کاسنی صورت پذیرفت میزان تانن متراکم با پیشرفت مرحله رشد از ۰/۶۳ به ۰/۸۱ درصد ماده خشک افزایش معنی‌داری یافت که با نتایج آزمایش حاضر و نیز نتایج کمالک و همکاران (۲۳) و بال و همکاران (۱۳) مطابقت نداشت. تغییر در غلظت تانن متراکم با پیشرفت مرحله رشد می‌تواند تحت تاثیر شرایط رشد و واریته گیاه قرار گیرد. اگر میزان تانن متراکم موجود در علوفه‌ها در محدوده ۶ تا ۱۰ درصد ماده خشک باشد مصرف خوراک و عملکرد رشد حیوان را کاهش می‌دهد (۱۴) اما سطوح پایین تانن متراکم (۴-۳ درصد ماده خشک) در جیره حیوانات نشخوارکننده ممکن است اثرات مفیدی بر تجزیه پذیری پروتئین در شکمبه از طریق پیوند با پروتئین و یا حتی کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی بگذارد (۴۳). در آزمایش حاضر سطوح تانن و تانن متراکم موجود در بقایای زعفران در هر دو مرحله رشد کمتر از حدی بود که برای حیوانات نشخوارکننده مضر باشد و حتی می‌تواند در افزایش میزان پروتئین عبوری به روده کوچک و بهبود جریان اسیدهای آمینه به بعد از شکمبه مؤثر باشد (۵۱).

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک بقایای زعفران

نسبت ناپدید شدن شکمبه‌ای ماده خشک و فراسنجه‌های تجزیه-پذیری شکمبه‌ای و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای مؤثر ماده خشک بقایای زعفران برداشت شده در دو مرحله رشد گیاه در جدول‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است.

تجزیه پذیری ماده خشک با پیشرفت مرحله رشد در تمام زمان‌های انکوباسیون کاهش یافت که این کاهش به لحاظ آماری معنی‌دار بود. تفاوت در تجزیه پذیری ماده خشک در شکمبه به مقدار دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز و میزان لیگنینی شدن دیواره سلولی گیاه ارتباط دارد (۴۴).

جدول۲- مقایسه ترکیب شیمیایی بقایای زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه و اوایل مرحله رکود گیاه

(اعداد داخل پرانتز انحراف معیار میانگین‌ها است)

ماده مغذی	مرحله برداشت		سطح معنی‌داری
	اواخر مرحله رشد رویشی گیاه	اوایل مرحله رکود گیاه	
ماده خشک (درصد)	۳۳/۶[b] (±۱/۳۷)[۱]	۹۴/۰[a] (±۱/۱۰)	۰/۰۰۰۱
ماده آلی (درصد ماده خشک)	۹۶/۰ (±۰/۵۰)	۹۶/۸ (±۰/۶۲)	۰/۱۹
پروتئین خام (درصد ماده خشک)	۱۳/۹[a] (±۰/۳۸)	۶/۷[b] (±۰/۰۷)	۰/۰۰۰۱
چربی خام (درصد ماده خشک)	۲/۵ (±۰/۳۶)	۴/۷ (±۰/۷۱)	۰/۰۶
کربوهیدرات‌های محلول در آب (درصد ماده خشک)	۲۷/۲ (±۱/۴۶)	۲۴/۲ (±۱/۴۳)	۰/۲۱
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد ماده خشک)	۳۲/۵[b] (±۲/۲۳)	۴۵/۹[a] (±۰/۶۲)	۰/۰۰۴
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (درصد ماده خشک)	۲۶/۱[b] (±۰/۵۸)	۳۸/۰[a] (±۱/۸۱)	۰/۰۰۳
خاکستر خام (درصد ماده خشک)	۴/۰ (±۰/۳۸)	۵/۲ (۰/۶۲)	۰/۱۹
کلسیم (درصد ماده خشک)	۱/۳ (±۰/۱۱)	۱/۲ (±۰/۱۶)	۰/۵۵
فسفر (درصد ماده خشک)	۰/۳۲ [a] (±۰/۰۱)	۰/۲۱[b] (±۰/۰۲)	۰/۰۰۴
سدیم (درصد ماده خشک)	۰/۰۰۵ [b] (±۰/۰۰۰۰۲)	۰/۰۰۶[a] (±۰/۰۰۰۰۴)	۰/۰۰۰۲
پتاسیم (درصد ماده خشک)	۰/۴۷ (±۰/۰۰۱)	۰/۴۴ (±۰/۰۲)	۰/۲۵
منیزیم (درصد ماده خشک)	۰/۰۴ (±۰/۰۰۱)	۰/۰۳ (±۰/۰۰۶)	۰/۲۷
آهن (درصد ماده خشک)	۰/۰۰۷ (±۰/۰۰۰۸)	۰/۰۰۹ (±۰/۰۰۴)	۰/۶۶

a,b - میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P < ۰/۰۵$).

۱- اعداد داخل پرانتز انحراف معیار میانگین هستند.

جدول۳- مقایسه غلظت ترکیبات فنولی بقایای زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه و اوایل مرحله رکود گیاه

(اعداد داخل پرانتز انحراف معیار میانگین‌ها است)

ترکیب فنولی	مرحله برداشت		سطح معنی‌داری
	اواخر مرحله رشد رویشی گیاه	اوایل مرحله رکود گیاه	
کل ترکیبات فنولی (درصد ماده خشک)	۴/۰ (±۰/۲۳)	۴/۴ (±۰/۱۴)	۰/۱۷
تانن کل (درصد ماده خشک)	۳/۴ (±۰/۱۸)	۳/۲ (±۰/۱۴)	۰/۲۸
تانن متراکم (درصد ماده خشک)	۰/۲۹ (±۰/۰۳)	۰/۳۱ (±۰/۰۲)	۰/۵۹

۱- اعداد داخل پرانتز انحراف معیار میانگین هستند.

بخش سریع تجزیه بقایای زعفران برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافت، اما به لحاظ بخش کند تجزیه (b) و ثابت نرخ تجزیه (c) تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. دلیل کاهش بخش سریع تجزیه در این مرحله‌ی برداشت، احتمالاً افزایش قسمت‌های فیبری (فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی) و کاهش میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب و پروتئین خام بوده است (۴۰). همچنین افزایش تانن‌های متراکم موجود در بقایای زعفران در این مرحله‌ی برداشت احتمالاً سبب کاهش بخش سریع تجزیه در شکمبه شده است. تانن‌ها می‌توانند فعالیت برخی از باکتری‌های شکمبه و آنزیم‌های هضمی را مهار کنند و به این طریق باعث کاهش تجزیه پذیری ماده خشک شوند. تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک بقایای زعفران برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه (در نرخ عبور ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶) به طور معنی داری کاهش یافت. این کاهش می‌تواند به افزایش غلظت اجزای فیبری مربوط باشد زیرا بررسی‌ها نشان داده که بین اجزای فیبری (فیبر نامحلول در شوینده خنثی، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی و لیگنین) و تجزیه پذیری شکمبه‌ای مؤثر ماده خشک ارتباط منفی وجود دارد (۵۲).

نتایج مربوط به همبستگی بین ترکیبات شیمیایی با تجزیه پذیری شکمبه‌ای ماده خشک بقایای زعفران در ۲ مرحله متفاوت رشد در جدول‌های ۶ و ۷ ارایه شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود روند همبستگی بین ترکیبات شیمیایی و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک در بقایای برداشت شده در دو مرحله رشد مشابه بود به طوری که بخش سریع تجزیه همبستگی منفی معنی‌داری با فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی داشت اما با پروتئین خام همبستگی مثبتی داشت. این نتایج مطابق با یافته‌های عبدالرزاق و همکاران (۹) و کمالک و همکاران (۲۴ و ۲۵) بود که گزارش نمودند بین فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی با ناپدید شدن شکمبه‌ای ماده خشک و فراسنجه‌های تجزیه پذیری شکمبه‌ای همبستگی منفی وجود دارد. تلورا و همکاران (۴۷) گزارش نمود که ناپدید شدن ماده خشک در زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از انکوباسیون همبستگی مثبتی با میزان پروتئین خام گونه‌های سرشاخه‌ای (علف جاروب[1]، یاس طاووسی[2] و سرو کوهی[3]) دارد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت. ناپدید شدن ماده خشک در تمام زمان‌های انکوباسیون با پروتئین خام همبستگی مثبت و با فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی همبستگی منفی داشت که با نتایج کمالک و همکاران (۲۵) مطابقت داشت. همچنین خازل و همکاران (۲۶) نشان دادند که ناپدید شدن ماده خشک در نمونه‌های مدیترانه‌ای همبستگی منفی و معنی‌داری با مقدار تانن داشت.

قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک بقایای زعفران

نتایج مربوط به قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک بقایای زعفران برداشت شده در دو مرحله رشد گیاه در جدول ۸ نشان داده شده است. قابلیت هضم شکمبه‌ای بقایای زعفران برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه به طور معنی‌داری ($P<0/01$) کاهش یافت. این کاهش می‌تواند ناشی از کاهش بخش سریع تجزیه ماده خشک باشد. قابلیت هضم شکمبه‌ای با مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی ارتباط دارد (۳۷). همانطور که در جدول ۲ نشان داده شد مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی بقایای زعفران با پیشرفت مرحله رشد افزایش یافت.

قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک هضم نشده در شکمبه تحت تاثیر مرحله برداشت قرار نگرفت. قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش در بقایای برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه به طور معنی داری ($P<0/01$) کاهش یافت که عمدتاً ناشی از کاهش قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک بود.

تعیین فراسنجه‌های تخمیر (تولید گاز) بقایای زعفران

داده‌ها و فراسنجه‌های مربوط به تولید گاز (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک) طی ساعات مختلف انکوباسیون در جدول‌های ۹ و ۱۰ نشان داده شده است. میزان گاز تولیدی بقایای زعفران در تمام زمان‌های انکوباسیون با پیشرفت مرحله رشد گیاه کاهش یافت که می‌تواند به دلیل افزایش میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و کاهش میزان پروتئین خام باشد. همچنین میزان کربوهیدات‌های محلول در آب در بقایای زعفران برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه کاهش یافت. این کاهش احتمالاً موجب کاهش انرژی سهل الوصول برای میکروارگانیسم‌های شکمبه شده و در نتیجه منجر به کاهش میزان گاز تولیدی شده است. در بقایای زعفران برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه، بخش نامحلول اما قابل تخمیر کاهش معنی‌داری یافت. کاهش بخش نامحلول اما قابل تخمیر بقایای زعفران در این مرحله رشد به دلیل کاهش میزان پروتئین خام و افزایش فیبر نامحلول در شویده خنثی و اسیدی بوده است. نورتون (۳۸) گزارش نمود که مواد خوراکی باید حداقل حاوی ۱۰ درصد پروتئین خام باشد تا فعالیت میکروبی در شکمبه مطلوب باشد. بنابراین مواد خوراکی با کمتر از ۱۰ درصد پروتئین خام می تواند سبب کاهش فعالیت میکروبی در شکمبه گردد و در نتیجه منجر به

1- *Calluna vulgaris* (heather)
2- *Sarothamnus scoparius* (broom)
3- *Ulex europaeus* (gorse)

تولید گاز کمتر شود.

جدول ٤- نسبت ناپدید شدن شکمبه‌ای ماده خشک بقایای زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه و اوایل مرحله رکود گیاه در زمان‌های مختلف انکوباسیون

مرحله برداشت	نسبت ناپدید شدن								
	زمان انکوباسیون (ساعت)								
	۰	۲	٤	۸	١٦	٢٤	٤٨	۷۲	۹٦
اواخر مرحله رشد رویشی گیاه	۴۴/۱[a] (±۱/۳۵)	۴۸/۶ [a] (±۰/۹۸)	۵۰/۷ [a] (±۰/۶۷)	۵۵/۰ [a] (±۱/۸۹)	۶۳/۸ [a] (±۲/۴۰)	۷۱/۹ [a] (±۰/۸۳)	۷۹/۹ [a] (±۱/۰)	۸۱/۲ [a] (±۰/۷۱)	۸۲/۰ [a] (±۰/۲۳)
اوایل مرحله رکود گیاه	۳۲[b] (±۱/۰۲)	۳۵/۳[b] (±۰/۸۷)	۳۸/۳[b] (±۰/۹۹)	۴۳/۰[b] (±۱/۵۴)	۵۰/۵[b] (±۱/۴۸)	۵۷/۷[b] (±۰/۲۷)	۶۵/۰[b] (±۱/۷۶)	۶۸/۵[b] (±۱/۰۷)	۷۰/۱[b] (±۱/۳۲)
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۱

a,b - میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P <۰/۰۵)

۱- اعداد داخل پرانتز انحراف معیار میانگین‌ها است

جدول ٥- فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک بقایای زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه و اوایل مرحله رکود گیاه

	فراسنجه			تجزیه پذیری مؤثر (درصد)		
				ثابت نرخ عبور (در ساعت)		
	بخش سریع تجزیه (درصد)	بخش کند تجزیه (درصد)	ثابت نرخ تجزیه (در ساعت)	۰/۰۲	۰/۰٤	۰/۰٦
اواخر مرحله رشد رویشی گیاه	۴۳/۷ [a] (±۰/۴۸)	۳۷/۷ (±۰/۹۵)	۰/۰۴۵ (±۰/۰۰۴)	۶۹/۶[a] (±۰/۳۵)	۶۳/۴[a] (±۰/۳۴)	۵۹/۶[a] (±۰/۳۱)
اوایل مرحله رکود گیاه	۳۲ [b] (±۰/۶۰)	۳۹/۲ (±۰/۵۴)	۰/۰۴۳ (±۰/۰۰۵۱)	۵۸/۵[b] (±۰/۴۰)	۵۲/۱[b] (±۰/۴۵)	۴۸/۲[b] (±۰/۴۴)
سطح معنی داری	۰/۰۰۰۱	۰/۲۲	۰/۷۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

a,b – میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P <۰/۰۵)

۱- اعداد داخل پرانتز انحراف معیار میانگین‌ها است

جدول ٦- همبستگی بین ترکیبات شیمیایی با تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک بقایای زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه

زمان انکوباسیون (ساعت)	پروتئین خام	فیبر نامحلول در شوینده خنثی	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی	چربی خام	تانن متراکم
۰	۰/۹۱***	-۰/۹۵***	-۰/۸۴*	-۰/۷۵	-۰/۱۴
۲	۰/۹۸***	-۰/۹۶***	-۰/۹۲***	-۰/۸۳	-۰/۱۳
۴	۰/۹۳***	-۰/۹۵***	-۰/۹۲***	-۰/۸۲	-۰/۱۲
۸	۰/۸۹**	-۰/۹۳***	-۰/۸۹*	-۰/۷۸*	-۰/۲۴
۱۶	۰/۹۳***	-۰/۹۶***	-۰/۹۱***	-۰/۷۹	-۰/۲۵
۲۴	۰/۹۲***	-۰/۹۰*	-۰/۹۱***	-۰/۸۲	-۰/۲۸
۴۸	۰/۹۲***	-۰/۹۵***	-۰/۹۳*	-۰/۷۶	-۰/۰۹
۷۲	۰/۹۸***	-۰/۹۸***	-۰/۹۲**	-۰/۷۸	-۰/۳۵
۹۶	۰/۹۴***	-۰/۹۴*	-۰/۹۲*	-۰/۶۸	-۰/۱۵
بخش سریع تجزیه	۰/۹۴***	-۰/۹۴***	-۰/۹۳***	-۰/۷۰	-۰/۲۸
بخش کند تجزیه	۰/۶۰	-۰/۷۸	-۰/۶۵	-۰/۶۴	-۰/۳۲
ثابت نرخ تجزیه	۰/۱۷	-۰/۳۵	-۰/۳۴	-۰/۶۸	-۰/۱۸

*- سطح معنی داری P<۰/۰۵، **- سطح معنی داری P<۰/۰۱ و ***- سطح معنی داری P<۰/۰۰۱.

جدول ۷- همبستگی بین ترکیبات شیمیایی با تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه

زمان انکوباسیون (ساعت)	پروتئین خام	فیبر نامحلول در شوینده خنثی	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی	چربی خام	تانن متراکم
۰	۰/۹۲***	-۰/۹۱***	-۰/۸۲*	-۰/۷۳	-۰/۱۴
۲	۰/۸۹***	-۰/۹۴***	-۰/۹۲***	-۰/۸۰	-۰/۰۹
۴	۰/۹۰***	-۰/۹۰***	-۰/۸۸***	-۰/۷۸	-۰/۱۵
۸	۰/۸۷**	-۰/۹۲***	-۰/۸۶*	-۰/۸۲*	-۰/۲۰
۱۶	۰/۹۱***	-۰/۹۵***	-۰/۹۰***	-۰/۷۹	-۰/۲۶
۲۴	۰/۹۲***	-۰/۹۲*	-۰/۹۴***	-۰/۸۸	-۰/۳۰
۴۸	۰/۹۴***	-۰/۹۱***	-۰/۹۰*	-۰/۷۲	-۰/۰۶
۷۲	۰/۹۵***	-۰/۹۳***	-۰/۹۲**	-۰/۷۹	-۰/۲۶
۹۶	۰/۹۴***	-۰/۹۲*	-۰/۸۸*	-۰/۶۴	-۰/۱۱۲
بخش سریع تجزیه	۰/۹۵***	-۰/۸۹***	-۰/۹۰***	-۰/۷۱	-۰/۲۹
بخش کند تجزیه	۰/۵۴	-۰/۷۴	-۰/۶۰	-۰/۶۰	-۰/۲۹
ثابت نرخ تجزیه	۰/۱۱	-۰/۳۳	-۰/۳۱	-۰/۶۴	-۰/۱۵

*- سطح معنی داری P<۰/۰۵، **- سطح معنی داری P<۰/۰۱ و ***- سطح معنی داری P<۰/۰۰۱.

جدول ۸- مقایسه قابلیت هضم شکمبه ای، پس از شکمبه ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک بقایای زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه و اوایل مرحله رکود گیاه

عنوان	مرحله رشد		سطح معنی داری
	اواخر مرحله رشد رویشی گیاه	اوایل مرحله رکود گیاه	
قابلیت هضم شکمبه‌ای (درصد)	۶۲/۳ a (±۱/۴۲)	۵۰/۶ b (±۱/۴۸)	۰/۰۰۵
قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک هضم نشده در شکمبه (درصد)	۱۵/۳ (±۱/۷۶)	۱۴/۰ (±۱/۱۵)	۰/۶۵
قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش (درصد)	۶۸/۱ a (±۰/۶۶)	۵۷/۵ b (±۰/۵۷)	۰/۰۰۰۳

a,b - میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P <۰/۰۵)

۱- اعداد داخل پرانتز انحراف معیار میانگین‌ها است

بنابراین با توجه به این که در بقایای زعفران برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه، میزان پروتئین خام (۶/۷ درصد) از میزان مطلوب پایین تر بود در محدود نمودن تخمیر و تولید گاز مؤثر بوده است. ثابت نرخ تولید گاز در اثر پیشرفت مرحله رشد گیاه تغییر معنی-داری نداشت. با پیشرفت مرحله رشد قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم بقایای زعفران به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) کاهش یافت که می‌تواند به دلیل افزایش میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و کاهش میزان پروتئین خام و کربوهیدرات‌های محلول در آب باشد. یکی دیگر از علل کاهش میزان انرژی قابل متابولسیم و قابلیت هضم ماده آلی در اثر پیشرفت مرحله رشد گیاه می‌تواند فعالیت ضد تغذیه‌ای تانن‌ها باشد که احتمالاً با پیوند شدن با برخی مواد مغذی مانند پروتئین، فیبر و کربوهیدرات‌های محلول و همچنین اثرات سمی آنها بر میکروب‌های شکمبه منجر به کاهش قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم شده‌اند. به طور کلی، تانن‌ها به دو صورت باعث مهار تولید گاز می‌شوند، یکی مهار میکروارگانیسم‌ها که نتیجه متابولیسم آنها تولید گاز است. این نوع مهار به وسیله پیوند با غشاء سلولی و یا آنزیم‌های تولیدی توسط میکروارگانیسم‌ها است (۳۳). حالت دیگر ترکیب شدن تانن‌ها با مواد مغذی به ویژه پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها است (۴۳) که باعث می‌شود این مواد از دسترس میکروب‌ها خارج شوند (۲۹). انرژی قابل متابولیسم بقایای زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه به طور معنی داری بیشتر از انرژی قابل متابولیسم بقایای زعفران برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه بود اما در مقایسه با ضایعات دیگری مانند تفاله سیب (۱۰/۲ مگاژول به ازای کیلوگرم ماده خشک) و تفاله مرکبات (۱۲/۳ مگاژول به ازای کیلوگرم ماده خشک) در حد پایین تری قرار داشت (۱۵).

بین تولید گاز و بیشتر پارامترهای برآورده شده (بخش نامحلول قابل تخمیر، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم) با فیبر

نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی بقایای زعفران برداشت شده در هر دو مرحله رشد گیاه همبستگی منفی وجود داشت (جدول‌های ۱۱ و ۱۲) که با نتایج خازل و همکاران (۲۷)، تلورا و همکاران (۴۷) و عبدالرزاق و همکاران (۹) مطابقت داشت. همچنین بین تولید گاز و پارامترهای برآورده شده (بخش نامحلول قابل تخمیر، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم) با پروتئین خام همبستگی مثبتی وجود داشت که با نتایج تلورا و همکاران (۴۷)، لاربی و همکاران (۲۸) و کمالک و همکاران (۲۵) مطابقت داشت. همچنین بین تولید گاز و چربی خام همبستگی منفی وجود داشت که با نتایج کمالک و همکاران (۲۵) مطابقت داشت. بین غلظت تانن متراکم با تولید گاز نیز همبستگی منفی وجود داشت که با نتایج لاربی و همکاران (۲۸) و خازل و همکاران (۲۷) مطابقت داشت. هیچ گونه همبستگی معنی داری بین ثابت نرخ تجزیه با ثابت نرخ تولید گاز و بین بخش کند تجزیه با بخش نامحلول قابل تخمیر وجود نداشت (جدول ۱۳). این نتایج مطابق با نتایج خازل و همکاران (۲۶)، بلومل و ارسکوف (۱۶) و سیلاشی و همکاران (۴۶) بود. همچنین در آزمایش دیگری که توسط پیوا و همکاران (۴۲) بر روی سیلاژ ذرت صورت پذیرفت هیچ گونه همبستگی بین پارامترهای مشابه مشاهده نشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. ولنتاین و همکاران (۴۸) پیشنهاد نمودند که تفاوت بین آزمایش های مختلف می‌تواند به عواملی از قبیل روش کار، مواد و نوع حیوانات، تکرارها و مدل ریاضی مورد استفاده مربوط باشد. روش تولید گاز به طور غیر مستقیم تجزیه پذیری ماده خشک را از طریق تعیین بازده تولید گاز ارزیابی می‌کند در حالی که روش کیسه‌های نایلونی اتلاف ماده خشک را در طی انکوباسیون شکمبه‌ای از طریق تجزیه میکروبی تعیین می‌کند. کمالک و همکاران (۲۵) نشان دادند که ارتباط کم بین تولید گاز و ناپدید شدن ماده خشک در برخی مواد خوراکی ممکن است به دلیل وجود تانن در آنها باشد و همچنین عنوان کرد که ارتباط بین تولید گاز و فراسنجه‌های مربوطه با ناپدید شدن ماده خشک زمانی افزایش می‌یابد که این خوراک‌ها با پلی اتیلن گلیکول[1] (کاهنده اثر تانن) انکوبه شوند.

جدول ۹- میزان گاز تولیدی (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک) بقایای زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه و اوایل مرحله رکود گیاه در زمان‌های مختلف انکوباسیون

مرحله رشد	نسبت ناپدید شدن							
	زمان انکوباسیون (ساعت)							
	۲	٤	۸	۱٦	۲٤	٤۸	۷۲	۹٦
رسیدگی فیزیولوژیکی	۱۰/۲ a (±۰/۹۱)	۲۱/۶ a (±۱/۴۶)	۳۱/۲ a (±۱/۶۲)	۴۳/۹ a (±۱/۶۲)	۴۹/۳ a (±۱/۹۸)	۵۶/۶ a (±۱/۶۲)	۵۹/۹ a (±۱/۸۱)	۶۱/۰ a (±۱/۶۲)
رسیدگی کامل	۸/۹ a (±۱/۳۷)	۱۷/۳ a (±۱/۴۶)	۲۶/۴ a (±۲/۱۱)	۳۸/۳ a (±۲/۹۱)	۴۰/۲ a (±۳/۲۷)	۴۸/۳ b (±۲/۸۹)	۵۰/۶ b (±۳/۰۷)	۵۱/۶b (±۲/۰۹)
سطح معنی‌داری	۰/۴۹	۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۲

a,b – میانگین های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P <۰/۰۵)

۱- اعداد داخل پرانتز انحراف معیار میانگین‌ها است

جدول ۱۰- فراسنجه‌های تولید گاز بقایای زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه و اوایل مرحله رکود گیاه

فراسنجه	مرحله رشد		سطح معنی‌داری
	رسیدگی فیزیولوژیکی	رسیدگی کامل	
میزان گاز تولیدی در ۲۴ ساعت اول انکوباسیون (میلی لیتر به ازای ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)	۴۹/۳ (±۱/۹۸)[1]	۴۰/۲ (±۳/۲۷)	۰/۰۷
بخش نامحلول قابل تخمیر (درصد)	۵۸/۸a (±۱/۵۳)	۴۹/۸b (±۲/۵۰)	۰/۰۴
ثابت نرخ تولید گاز (در ساعت)	۰/۰۹۲ (±۰/۰۰۴)	۰/۰۹۱ (±۰/۰۰۹)	۰/۹۲
قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	۶۵/۳a (±۱/۵۸)	۵۳/۹b (±۲/۹۵)	۰/۰۳
انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)	۹/۷a (±۰/۲۵)	۸/۰b (±۰/۴۵)	۰/۰۳

a,b – میانگین های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P <۰/۰۵)

۱- اعداد داخل پرانتز انحراف معیار میانگین‌ها است.

1- Polyethylene glycol

جدول ۱۱- همبستگی بین ترکیبات شیمیایی با فراسنجه‌های تولید گاز بقایای زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه

زمان انکوباسیون (ساعت)	پروتئین خام	فیبر نامحلول در شوینده خنثی	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی	چربی خام	تانن متراکم
۲	۰/۳۲	-۰/۱۹	-۰/۱۵	-۰/۰۴	۰/۳۴
۴	۰/۶۹	-۰/۵۷	-۰/۵۹	-۰/۴۶	۰/۱۶
۸	۰/۶۰	-۰/۴۹	-۰/۴۷	-۰/۳۵	۰/۱۹
۱۶	۰/۶۵	-۰/۵۸	-۰/۴۴	-۰/۲۵	۰/۰۹
۲۴	۰/۷۴	-۰/۷۲	-۰/۵۹	-۰/۴۶	-۰/۰۳
۴۸	۰/۷۸	-۰/۷۱	-۰/۵۸	-۰/۴۵	-۰/۰۲
۷۲	۰/۷۵	-۰/۷۶	-۰/۶۶	-۰/۵۳	-۰/۰۵
۹۶	۰/۸۹	-۰/۸۴	-۰/۷۲	-۰/۷۱	-۰/۲۵
بخش نامحلول قابل تخمیر	۰/۸۴	-۰/۷۸	-۰/۶۷	-۰/۵۷	-۰/۱۷
ثابت نرخ تولید گاز	۰/۰۱	-۰/۰۴	-۰/۱۸	-۰/۳۳	-۰/۵۵
قابلیت هضم ماده آلی	۰/۸۵	-۰/۷۹	-۰/۷۳	-۰/۵۴	-۰/۰۹
انرژی قابل متابولیسم	۰/۸۴	-۰/۷۸	-۰/۶۹	-۰/۵۴	-۰/۱۴

جدول ۱۲- همبستگی بین ترکیبات شیمیایی با فراسنجه‌های تولید گاز بقایای زعفران برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه

زمان انکوباسیون	پروتئین خام	فیبر نامحلول در شوینده خنثی	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی	چربی خام	تانن متراکم
۲	۰/۲۹	-۰/۱۴	-۰/۱۲	-۰/۰۲	۰/۲۹
۴	۰/۶۸	-۰/۵۴	-۰/۵۰	-۰/۴۰	۰/۱۲
۸	۰/۶۵	-۰/۴۰	-۰/۴۵	-۰/۳۰	۰/۱۲
۱۶	۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۳۸	-۰/۲۸	۰/۱۱
۲۴	۰/۷۳	-۰/۶۵	-۰/۵۵	-۰/۴۲	-۰/۰۳
۴۸	۰/۷۱	-۰/۷۲	-۰/۵۵	-۰/۴۰	-۰/۰۲
۷۲	۰/۷۸	-۰/۶۵	-۰/۵۷	-۰/۴۰	-۰/۰۴
۹۶	۰/۸۲	-۰/۷۷	-۰/۷۸	-۰/۶۳	-۰/۲۴
بخش نامحلول قابل تخمیر	۰/۷۹	-۰/۷۵	-۰/۶۶	-۰/۵۷	-۰/۱۰
ثابت نرخ تولید گاز	۰/۰۱	-۰/۰۳	-۰/۱۷	-۰/۳۱	-۰/۵۶
قابلیت هضم ماده آلی	۰/۸۳	-۰/۷۶	-۰/۶۷	-۰/۵۱	-۰/۰۹
انرژی قابل متابولیسم	۰/۸۳	-۰/۷۵	-۰/۶۸	-۰/۴۵	-۰/۰۹

جدول ۱۳- همبستگی بین فراسنجه‌های تجزیه پذیری شکمبه‌ای و تولید گاز بقایای زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه و اوایل مرحله رکود گیاه

فراسنجه‌های تولید گاز / فراسنجه‌های تجزیه پذیری	بخش سریع تجزیه	بخش کند تجزیه	ثابت نرخ تجزیه
بخش نامحلول قابل تخمیر	۰/۸۴	-۰/۲۷	-۰/۱۲
ثابت نرخ تولید گاز	۰/۱۰	۰/۵۹	-۰/۵۲

کن و همکاران (۱۹) نشان دادند که بین خصوصیات تجزیه پذیری ماده خشک و پارامترهای تولید گاز برای نمونه‌های سیلاژ گراس ارتباط نزدیکی وجود داشت. رابطه بسیار معنی‌دار بین تولید گاز و داده‌های ناپدید شدن ماده خشک نشان می‌دهد که میزان تجزیه پذیری ماده خشک را می‌توان از روش تولید گاز پیش بینی نمود. استفاده از روش تولید گاز برای بررسی کنتیک تجزیه ماده خشک علوفه به‌جای تکنیک کیسه‌های نایلونی فوایدی از جمله اجتناب از خطای همراه با اتلاف ذرات کوچک از طریق سوراخ‌های کیسه‌های داکرون را دارد.

نتیجه گیری

براساس نتایج بدست آمده از این تحقیق بقایای زعفران برداشت شده در اواخر مرحله رشد رویشی گیاه از ارزش غذایی بالاتری نسبت به بقایای برداشت شده در اوایل مرحله رکود گیاه برخوردار بوده و

می‌توان از آنها در تغذیه دام استفاده نمود. با وجود آزمایش های کامل درون کیسه‌ای و آزمایشگاهی که در تحقیق حاضر بر روی بقایای زعفران صورت گرفت مطالعات تغذیه‌ای درون تنی بیشتری لازم است تا تصویر کاملی از کیفیت این بقایا بدست آید زیرا در هنگام ارزیابی ارزش غذایی هر ماده خوراکی نمی‌توان دام را نادیده گرفت.

منابع

۱- ارزانی، ح. ۱۳۷۸. مطالعه کیفیت علوفه. گزارش طرح پژوهشی تعیین سیاست های اقتصادی و واحدهای اجتماعی پایه مرتع داری. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۲- حاتمی، م.، ا. تقی زاده، غ. مقدم، و ع. طهماسبی. ۱۳۸۴. تخمین ارزش غذایی ذرت سیلو شده غنی شده با فرمالدئید و اوره و بررسی اثرات آن بر اکوسیستم شکمبه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. تبریز. ص ۳.

۳- حیدریان آقا خانی، م.، ق. دیانتی تیلکی، ع. ا. نقی پور برج، و ا. فیله کش. ۱۳۹۰. بررسی برخی از مواد معدنی گیاهان مرتعی شورپسند غالب در مراتع بیابانی سبزوار. مجله علمی پژوهشی مرتع. ۵: ۳۴-۲۷.

۴- رنجبری، ا. ر. ۱۳۷۴. تعیین عناصر معدنی گیاهان مرتعی غالب چهار منطقه عمده استان اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ۱۵۱.

۵- کاظمی، م.، ع. طهماسبی، ر. ولی زاده، م. دانش مسگران، و م. محقی. ۱۳۸۷. تعیین ارزش غذایی علوفه زعفران در تغذیه دام. سومین کنگره علوم دامی کشور. ص.۱۳۳-۱۳۰. دانشگاه فردوسی مشهد.

۶- کافی، م. ۱۳۸۱. زعفران فناوری تولید و فرآوری. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ص ۷۷-۷۶.

۷- ودیعی، ع.، م. دادمند، ا. عباسی، ر. و. فیضی، و د. ساقی. ۱۳۸۸. مطالعه ارزش غذایی ضایعات و بقایای مزارع زعفران در تغذیه دام. چهارمین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. ص ۲۳۹.

۸- ولی زاده، ر. ۱۳۶۷. مطالعه برگ زعفران در تغذیه دام. سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران. مرکز خراسان.

9- Abdulrazak, S. A., T. Fujihara, J. K. Ondiek, and E. Orskov. 2000. Nutritive evaluation of some *Acacia* tree leaves from Kenya. Anim. Feed Sci. Technol. 85:89–98.

10- Adesogan, A. T. 2005. Effect of bag type on the apparent digestibility of feeds in Ankom DaisyII incubators. Anim. Feed Sci. Technol. 119:333–344.

11- AOAC. 2000. Official methods of analysis, 17th ed. Official methods of analysis of AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

12- AOAC. 1999. In: Cunnif, P. (Ed.), Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 16th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

13- Bal, M. A., O. Ozturk, R. Aydin, A. Erol, C. O. Ozkam, M. Ata, E. Karakas, and P. Karabay. 2006. Nutritive value of sainfoin (*Onobrychis viciaefolia*) harvested at different maturity stages. Pak. J. Biol. Sci. 9:205-209.

14- Barry, T. N., and S. J. Duncan. 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 1. Voluntary intake. Brit. J. Nutr. 51:485-491.

15- Baumgärtel, T., H. Kluth, K. Epperlein, and M. Rodehutscord. 2007. A note on digestibility and energy value for sheep of different grape pomace. Small Rumin. Res. 67:302–306.

16- Blummel, M., and E. R. Orskov. 1993. Comparison of an *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. Anim. Feed Sci. Technol. 40:09–119.

17- Butler, L. G. 1982. Relative degree of polymerisation of sorghum tannin during seed development and maturation. J. Agric. Food Chem. 30:1090–1094.

18- Coblentz, W. K., J.O. Fritz, R. C. Cochran, W. L. Rooney, and K. K. Bolsen. 1997. Protein degradation in response to spontaneous heating in alfalfa hay by *in situ* and ficin methods. J. Dairy. Sci. 80:700-713.

19- Cone, J. W., A. H., Van Gelder, I. A. Soliman, H. De Visser, A. M. Van Vuuren. 1999. Different techniques to study rumen fermentation characteristics of maturing grass and grass silage. J. Dairy Sci. 82:957-966.

20- Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28:350-356.

21- Haque, I., E. A. Advayin, and S. Sibanda. 1993. Copper in soils, plants and ruminant animal nutrition with special references of sub-saharan africa. J. Plant Nutr. 16:2149-2212.

22- Juknevicius, S., and N. Sabiene. 2007. The content of mineral elements in some grasses and legumes, 53:44-52.

23- Kamalak, A., A. I. Atalay, C. O. Ozkan, E. Kaya, and A. Tatliyer. 2011. Determination of potential nutritive value of trigonella kotschi fenzl hay harvested at three different maturity stages. Kafkas Univ Vet Fak Derg. 17:635-640.

24- Kamalak, A., O. Canbolat, Y. Gurbuz, A. Erol, and O. Ozay. 2005. Effect of maturity stage on chemical composition, *in vitro* and *in situ* dry matter degradation of tumbleweed hay (*Gundelia tournetortii L.*). Small Rum.

Res. 58:49-156.
25- Kamalak, A., O. Canbolat, and Y. Gurbuz. 2004. Comparison between *in situ* dry matter degradation and *in vitro* gas production of tannin-containing leaves from four tree species. South African J. Anim. Sci. 34 :233-240.
26- Khazaal, K., J. Boza, and E. R. Ørskov. 1994. Assessment of phenolics-related anti-nutritive effects in Mediterranean browse. A comparison between the use of the *in vitro* gas production technique with or without insoluble polyvinylpolypyrrolidone or nylon bag. Anim. Feed Sci. Technol. 49:133-149.
27- Khazaal, K., M. T. Dentinho, J. M. Ribeiro, and E. R. Orskov. 1993. A comparison of gas production during incubation with rumen contents *in vitro* digestibility *in vitro* and the voluntary intake of hays. Anim. Prod. 57:105–112.
28- Larbi, A., J. W. Smith, I. O. Kurdi, I. O. Adekunle, A. M. Raji, and D. O. Ladipo. 1998. Chemical composition, rumen degradation, and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in humid tropics. Anim. Feed Sci. Technol. 72:81–96.
29- 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. Animal production and health series 160. FAO, Rome. pp. 55–88.
30- Makkar, H. P. S. 2000. Quantification of tannins in tree foliage. Animal Production and Health Section International Atomic Energy Agency. Wagramer Strasse. Vienna, Austria.
31- Makkar, H. P. S., and B. Singh. 1993. Effect of storage and urea addition on detannification and in sacco dry matter digestibility of mature oak (*Quercus incana*) leaves. Anim. Feed Sci. Technol. 41:247-259.
32- Mcdonald, P., A. R. Henderson, and S. J. E. Herson. 1991. The biochemistry of silage (2nd edition). United Kingdom: Chalcombe Publication, Marlow.
33- McSweeney, C. S., B. Palmer, D. M. McNeill, and D. O. Krause. 2001. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. 91:83–93.
34- Menke, K. H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz, and W. Schneider. 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. J. Agric. Sci. Camb. 93:217-222.
35- Menke, K. H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Anim. Res. Dev. 28:7-55.
36- Mertens, D. R. 1993. Kinetic of cell wall digestion and passage in metabolism. In: Quantitative aspects ruminant digestion and metabolism. Edited by J.M. Forbes and J. France, CAB International, Wallingford, Uk, pp. 345.
37- Moore, K. J., and J. H. Cherney. 1986. Digestion kinetics of sequentially extracted cell component of forage. Crop Sci. 26:1230-1235.
38- Norton, B. W. 2003. The nutritive value of tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture(Ed. R.C. Gutteridge and H.M. Shelton) pp.1-10. Available in website: http://www.fao.org/ag/agP/agpc/doc/Publicat/Gutt-shel/x5556e0j.htm.
39- Orskov, E. R., and I. Mcdonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurments weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. (Cambridge). 92:499 –503.
40- Ørskov, E. R. I. 2000. The in situ technique for the estimation of forage degradability. In: Givens, D. I., et al. (Eds), Forage evaluation in ruminant nutrition. (pp. 175-188). CABI Publishing, Wallingford, UK.
41- Ozturk, D., M. A. Bal, A. Erol, M. Sahin, O. Ozkan, E. Karakas, M. Ata, and P. Karbay. 2006. Determination of nutritive value of wild chiocory (*Cichorium intybus*) forage harvested at different maturity stage using *in vitro* and *in situ* measurement. Pakistan J. Boi. Sci. 9:253-259.
42- Piva, G., E. Santi, S. Belladonna, and O. Curto. 1988. Kinetics of *in vitro* fermentation of forages. J. Alimentation Nutr. Herbiv. 28:101-102.
43- Reed, J. D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. J. Anim. Sci. 73:-1516-1528.
44- Riasi, A., M. Danesh Mesgharan, M. D. Stern, and M. J. Ruiz Moreno. 2008. Chemical composition *in situ* ruminal degradability and post-ruminal disappearance of dry matter and crude protein from the halophytic plant *Kochia scoparia*, *Atriplex dimorphostegia*, *Suaeda arcuata* and *Gamanthus gamacarpus*. Anim. Feed Sci. Technol. 141:-209-219.
45- SAS. 2000. SAS Statistical Analysis Systems 2000. User's Guide. SAS Institute Incorporation, Cary, NC.
46- Sileshi, Z., E. Owen, M. S. Dhanona, and M. K. Theodorou. 1996. Prediction of *in situ* rumen dry matter disappearance of Ethiopian forages from an *in vitro* gas production technique using a pressure transducer, chemical analyses or *in vitro* digestibility. Anim. Feed Sci. Technol. 61:73–87.
47- Tolera, A., K. Khazaal, and E. R. Orskov. 1997. Nutritive evaluation of some browse species. Anim. Feed Sci. Technol. 67:181–195.
48- Valentin, S. F., P. E. V. Williams, J. M. Forbes, and D. Sauvant. 1999. Comparison of the *in vitro* gas production technique and the nylon bag degradability technique to measure short and long term processes of degradation of

maize silage in dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol. 78:81–99.
49- Van Hatalo, A., I. Aronen, and T. Varvikko. 1995. Intestinal nitrogen digestibility of heat-moisture treated means as assessed by the mobile bag method in cows. Anim. Feed Sci. Technol. 55:139-152.
50- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. United States. Comstock Publication, Ithaca.
51- Waghorn, G. C., M. J. Utlyat, A. John, and M. T. Fisher. 1987. The effect of condensed tannins on the site of digestion of amino acids and other nutrients in sheep fed on *Lotus corniculatus* L. Bri. J. Nutr .57:115-126.
52- Yan, T., and R. E. Agnew. 2004. Prediction of nutritive values in grass silages: II. Degradability of nitrogen and dry matter using digestibility, chemical composition, and fermentation data. J. Anim. Sci. 82:1380–1391.