



تولیات دامی

دوره ۱۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۳۳۵-۳۴۵

تعیین ارزش غذایی و عملکرد علوفه سیب‌زمینی ترشی

نادر پای^{۱*}، فرخ کفیل‌زاده^۲، حسن فضایی^۳

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۲. استاد، گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۳. استاد، بخش تغذیه و فیزیولوژی، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۲۶

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۰۱

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی پتانسیل عملکرد و ارزش غذایی علوفه سیب‌زمینی ترشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه مرحله رشد گیاه (تیمار) و با چهار تکرار در هر تیمار انجام شد. بخش‌های هوایی گیاه مورد نظر در سه مرحله از رشد (اول: ارتفاع علوفه ۱۵۰-۱۰۰، دوم: ۲۰۰-۱۵۰، و سوم: ۲۵۰-۲۰۰ سانتی‌متر، شروع گلدهی) برداشت و اطلاعات مربوط به میزان تولید در واحد سطح، ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک و نسبت برگ به ساقه ثبت شد. سپس علوفه برداشت شده چا پر گردید و پس از نمونه‌گیری، ترکیب مواد مغذی و گوارش‌پذیری در نمونه‌های علوفه چا پر شده اندازه‌گیری شد. تفاوت در میزان علوفه تر و خشک تولید شده در مرحله اول برداشت (به ترتیب ۴۵/۲۰ و ۱۵/۹۵ تن در هکتار) و در مرحله سوم برداشت (۶۴/۰۰ و ۲۹/۸۵ تن در هکتار) معنی‌دار بود ($P < 0/05$). بیشترین مقدار پروتئین خام در مرحله اول (۱۳/۴۲ درصد) و کم‌ترین آن در مرحله سوم برداشت (۹/۲۱ درصد) مشاهده شد ($P < 0/05$). با افزایش سن گیاه، میانگین کربوهیدرات‌های غیر فیبری افزایش یافت ($P < 0/05$). بیشترین و کمترین مقدار خاکستر خام به ترتیب در اولین و سومین مرحله برداشت مشاهده شد ($P < 0/05$). گوارش‌پذیری ماده خشک و ماده آلی تحت تأثیر مرحله برداشت قرار نگرفت. نتایج حاصل از آزمون گاز نشان داد، با رشد گیاه، میزان گاز تولیدی افزایش یافت، به طوری که بیش‌ترین مقدار آن در مرحله سوم و کم‌ترین آن در مرحله اول برداشت مشاهده شد ($P < 0/05$). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که گیاه سیب‌زمینی ترشی می‌تواند به‌عنوان منبع مناسب علوفه‌ای مورد توجه قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: تولید گاز، سیب‌زمینی ترشی، کربوهیدرات غیر فیبری، گوارش‌پذیری، مواد مغذی.

مقدمه

با وجود گستردگی کشت این محصول در بسیاری از مناطق جهان به منظور تولید غده برای مصارف غذایی و صنعتی و تولید علوفه دام، در حال حاضر این محصول در مناطق محدودی از ایران همانند استان اصفهان، فقط به منظور تولید غده کشت می‌شود و اطلاعات چندانی از تولید کمی و کیفی این گیاه با هدف مصرف در تغذیه دام در دسترس نیست. از طرف دیگر، باتوجه به محدودیت منابع خوراک دام به ویژه علوفه لازم نشخوارکنندگان در کشور، لزوم مطالعه، شناسایی و معرفی منابع جدید تولید علوفه‌ای سازگار با شرایط اقلیمی کشور، امری ضروری است.

هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین ارزش غذایی و کمیّت علف سیب‌زمینی ترشی در مراحل گوناگون رویشی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در زمینی به مساحت ۱۰۰ مترمربع شامل ۱۲ کرت آزمایشی هر کدام به مساحت چهار مترمربع، در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تیمار (مرحله برداشت علوفه) و چهار تکرار (کرت) برای هر تیمار اجرا شد. برای این منظور مقدار ۷۰ کیلوگرم غده سیب‌زمینی ترشی از شهرستان تیران از توابع استان اصفهان تهیه و در ردیف‌هایی با عرض ۵۰ سانتی‌متر با فاصله ۲۵ سانتی‌متر در روی پشته‌ها کاشته شد (هر مترمربع هشت غده). تمام عملیات زراعی براساس روش مرسوم در زراعت بهاره انجام شد. آبیاری هر ۱۰ روز یک‌بار به صورت غرق‌آبی انجام شد و از هیچ کودی استفاده نشد.

نمونه‌برداری در سه مرحله (۱۲ مرداد، ۱۲ شهریور و ۱۲ مهر) انجام شد. تقسیم‌بندی مراحل گوناگون برداشت، با در نظر گرفتن ارتفاع گیاه صورت گرفت، به این ترتیب که برداشت اول، در ارتفاع ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متری، برداشت

سیب‌زمینی ترشی (با نام علمی *Helianthus tuberosus*) گیاهی از خانواده آفتابگردان (*Compositae*) و بومی آمریکای شمالی است و در بیشتر مناطق جهان می‌روید (۱۸). در بعضی از مناطق ایران چون استان‌های غربی و مرکزی نیز این گیاه به صورت محدود مشاهده شده است و در استان‌های آذربایجان و اردبیل به آن بارالماسی نیز گفته می‌شود. ویژگی‌های منحصربه‌فرد این گیاه چون چندساله بودن، مقاوم بودن به آفات و بیماری‌ها و عملکرد کمی و کیفی نسبتاً بالای آن نشان‌دهنده استعداد شایان توجه این گیاه در تولید علوفه است. غده‌های این گیاه مصرف انسانی دارد اما از آنجا که حجم نسبتاً زیادی شاخ و برگ تولید می‌کند، می‌توان از آن به عنوان علوفه استفاده کرد. رشد این گیاه علفی چندساله به روش تکثیر ساقه‌های زیرزمینی صورت می‌گیرد. این گیاه در خاک‌های با حاصلخیزی پایین به خوبی قادر به رشد و نمو است و در مقایسه با سایر محصولات مرسوم مانند گندم و ذرت، در مقابل سرما تحمل بیشتری از خود نشان می‌دهد و بنابراین رشد و نمو آن در دامنه وسیع‌تری از فصول سال میسر است. علوفه خشک این گیاه منبع خوبی از پروتئین با مقدار لیزین بالا است (۱۴). رقم‌های جدید این گیاه برای تولید محصول زیاد و مواد مغذی شرح و بیسبب یافته‌اند. ارتفاع بخش هوایی این گیاه تا ۳۵۰ سانتی‌متر هم می‌رسد و دارای رشدی انبوه همراه با تولید برگ‌های نسبتاً پهن و حجیم است و استعداد مناسبی برای تولید علوفه دارد (۱۸). میزان تولید علوفه سبز این گیاه تا ۷۰ تن و میزان ماده خشک علوفه تولیدی آن تا ۲۶ تن در هکتار گزارش شده است (۱۵). مجموع مواد مغذی قابل هضم علوفه آن براساس ماده خشک ۶۷-۶۱ درصد بیان شده است. میزان پروتئین خام مجموع بخش هوایی این گیاه از ۵ تا ۱۶/۷ و در برگ‌ها تا ۲۰/۷ درصد نیز گزارش شده است که باتوجه به مرحله بلوغ و گلدهی متغیر است (۱۴).

تولیدات دامی

ابتدا نمونه‌های خشک‌شده با آسیاب دارای غربال یک میلی‌متر، خرد شد و بعد از تهیه شیرابه شکمبه و بزاق مصنوعی، هضم بی‌هوازی به مدت ۴۸ ساعت صورت گرفت و سپس مرحله هضم با پیسین طی همین مدت انجام شد. اطلاعات حاصل از این روش، برای برآورد مقدار انرژی قابل متابولیسم استفاده شد.

آزمون گاز با دستگاه نیمه‌اتوماتیک تولید گاز مدل WT-Binder 87532 ساخت کشور آلمان انجام شد. برای این منظور، گاز تولیدی حاصل از ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک هر یک از نمونه‌ها و شیرابه شکمبه (۱۰ میلی‌لیتر)، بزاق مصنوعی (۲۰ میلی‌لیتر) در سرنگ‌های شیشه‌ای ۱۰۰ میلی‌لیتری با سرعت چرخش دو دور در دقیقه در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد در زمان‌های صفر، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت قرائت گردید (۱۲). براساس رابطه ۱ و با نرم‌افزار Fitcurve، پروفیل گاز تولیدی (بخش کند تخمیر، پتانسیل تولید گاز و نرخ تولید گاز) برآورد شد. انرژی قابل متابولیسم از طریق قابلیت هضم آزمایشگاهی و تولید گاز، اسیدهای چرب زنجیرکوتاه و انرژی خالص شیردهی هر دو با استفاده از تولید گاز به ترتیب از رابطه‌های ۲ تا ۵ برآورد شد (۱۱ و ۱۲):

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

در این رابطه: p گاز تولیدشده در زمان t، b بخش کندتخمیر، و c نرخ تولید گاز است.

$$ME (MJ/kg DM)=0.16 DOMD \quad (2)$$

در این رابطه: ME انرژی قابل متابولیسم محاسبه‌شده از طریق قابلیت هضم آزمایشگاهی است.

(۳)

$$ME (MJ/kg DM)=2/2+0.1357GP + 0.057CP + 0.2859CP^2$$

در این رابطه: ME انرژی قابل متابولیسم محاسبه‌شده از طریق آزمون تولید گاز، GP مجموع گاز تولیدی در ۲۴

دوم در ارتفاع ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متری، و برداشت آخر در زمان گلدهی (۲۰۰ تا ۲۵۰ سانتی‌متر) انجام شد. برای انجام نمونه‌برداری ابتدا ارتفاع تعداد ۲۰ بوته گیاه اندازه‌گیری و میانگین این بوته‌ها به عنوان ارتفاع نهایی در نظر گرفته شد. سپس با حذف ردیف‌های کناری هر کرت، مقدار دو مترمربع از هر کرت با داس درو شد (در هر مرحله برداشت، از چهار کرت نمونه‌برداری صورت گرفت) و پس از توزین به عنوان وزن علوفه تر در نظر گرفته شد. علوفه‌های دروشده با علوفه‌خردکن دستی به قطعات حدود یک سانتی‌متری خرد شدند و یک نمونه از هر کرت برای تعیین درصد ماده خشک به آزمایشگاه ارسال شد. باقیمانده علوفه خردشده پس از خشک‌شدن در سایه با آسیاب مجهز به الک یک میلی‌متری کاملاً آسیاب و برای تعیین ترکیبات شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد.

مقدار ماده خشک، خاکستر خام، خاکستر نامحلول در اسید، چربی خام، انرژی خام و پروتئین خام با روش AOAC تعیین گردید. برای تعیین عناصر معدنی، عصاره هضمی با روش هضم اسیدی (تر) تهیه و غلظت عناصر موردنظر با این عصاره تعیین شد. غلظت فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر تک‌پرتوی مدل CEcil, CE 3041 ساخت کشور انگلستان، در طول موج ۴۴۰ نانومتر و غلظت عناصر کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، آهن، منگنز، مس و روی از طریق جذب اتمی شعله (GBC, 932 PLUS) اندازه‌گیری شد. ترکیبات فنولی استخراج‌پذیر با معرف فولین شیکالتو اندازه‌گیری شد (۸). مقادیر الیاف شوینده ختشی و الیاف شوینده اسیدی با استفاده از محلول‌های شوینده مربوط به آن تعیین گردید (۲۳). لیگنین با روش باقیمانده هضم الیاف شوینده اسیدی اندازه‌گیری شد. قندهای محلول و نشاسته به ترتیب با روش‌های فنل-سولفوریک و انترون اندازه‌گیری شدند (۱۲).

برای تعیین گوارش‌پذیری به روش آزمایشگاهی (۲۱)

تولیدات دامی

نتایج و بحث

بیشترین مقدار علوفه تر و خشک در آخرین مرحله و کمترین مقدار آن در اولین مرحله برداشت علوفه تولید شد ($P < 0/05$) (جدول ۱). در تأیید یافته‌های تحقیق حاضر، میزان علوفه تولیدی (برحسب ماده خشک) گیاه سببزمینی ترشی در شرایط متفاوت آب‌وهوایی و زمان‌های گوناگون برداشت از ۵ تا ۲۶ تن در هکتار گزارش شده است (۶، ۱۴، ۱۵). میزان تولید علوفه سبز این گیاه تحت تأثیر نوع رقم، شرایط اقلیمی، بافت خاک و مقدار کود مصرفی قرار گرفته و از ۳۰ تا ۷۰ تن در هکتار گزارش شده است (۷). مطابق نتایج تحقیق حاضر، مقدار تولید محصول علوفه سبز این گیاه (مجموع برگ و ساقه) نزدیک به ۶۵ تن در هکتار گزارش شده است (۱۸). میانگین درصد برگ (نسبت برگ به کل علوفه) با افزایش سن گیاه کاهش یافت ($P < 0/05$). اضافه شدن درصد ساقه و کاهش درصد برگ علوفه با افزایش سن گیاه که به دلیل رشد بافت‌های فیبری ساقه به وقوع می‌پیوندد، پدیده‌ای فیزیولوژیکی و قابل پیش‌بینی است که در پژوهش حاضر نیز مشاهده گردید.

ساعت (میلی‌لیتر به‌ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، و CP و پروتئین خام (درصد) است.

$$SCFA(\text{mmol}) = 0/222GP - 0/0425 \quad (4)$$

در این رابطه: SCFA اسیدهای چرب زنجیرکوتاه، و GP مجموع گاز تولیدی در ۲۴ ساعت (میلی‌لیتر به‌ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) است.

(۵)

$$NE_L(\text{MJ/kg DM}) = 0/115 \times GP + 0/054 \times CP + 0/014 \times EE - 0/054 \times CA - 0/36$$

در این رابطه: GP مجموع گاز تولیدی در ۲۴ ساعت (میلی‌لیتر به‌ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، CP پروتئین خام (درصد)، CA خاکستر خام (درصد)، و EE چربی خام (درصد) است.

داده‌های حاصل با نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) و با رویه GLM برای مدل ۶ تجزیه و میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad (6)$$

در این رابطه: Y_{ij} مقدار هر مشاهده در تیمار i در تکرار j ، μ میانگین صفات، T_i اثر تیمار i ، و e_{ij} تأثیرات باقیمانده (خطای آزمایشی) است.

جدول ۱. عملکرد تولید و نسبت برگ و ساقه علوفه سببزمینی ترشی در مراحل گوناگون برداشت

عملکرد						
مرحله برداشت	علوفه تر (کیلوگرم/هکتار)	علوفه خشک (کیلوگرم/هکتار)	ماده خشک (درصد)	برگ (درصد)	ساقه (درصد)	نسبت برگ به ساقه
اول*	۴۵۱۶۷ ^b	۷۲۰۱ ^c	۱۵/۹۵ ^c	۵۶/۹۹ ^a	۴۳/۰۰ ^c	۱/۳۳ ^a
دوم*	۵۸۹۱۷ ^a	۱۳۹۴۰ ^b	۲۳/۶۱ ^b	۴۸/۹۳ ^b	۵۱/۰۷ ^b	۰/۹۶ ^b
سوم*	۶۴۰۰۰ ^a	۱۹۱۲۹ ^a	۲۹/۸۵ ^a	۴۲/۶۶ ^c	۵۷/۳۴ ^a	۰/۷۵ ^c
SEM	۳۰۱۶	۱۵۷۰	۱/۷۳۳	۱/۸۰۲	۱/۸۰۲	۰/۰۷۴
P-value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

* اول: ارتفاع علوفه ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر، دوم: ارتفاع علوفه ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر، و سوم: شروع گلدهی SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها
a-c: تفاوت اعداد در هر ستون با حروف نامشابه معنی دار است ($P < 0/05$).

تولیدات دامی

دوره ۱۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۴

تعیین ارزش غذایی و عملکرد علوفه سیب‌زمینی ترشی

جدول ۲. ترکیب شیمیایی علوفه سیب‌زمینی ترشی در مراحل گوناگون برداشت (براساس درصد در ماده خشک)

P-value	SEM	مرحله برداشت			ترکیب شیمیایی
		سوم*	دوم*	اول*	
۰/۰۰۲	۰/۰۶۶۵	۹۴/۱۵ ^b	۹۴/۶۲ ^a	۹۴/۴۲ ^a	ماده خشک
۰/۰۰۱	۰/۶۲۹۰	۹/۲۱ ^b	۱۲/۸۰ ^a	۱۳/۴۲ ^a	پروتئین خام
۰/۰۰۸	۶۵/۷۱	۳۷۹۶ ^a	۳۷۰۶ ^{ab}	۳۴۵۹ ^b	انرژی خام (کالری در گرم ماده خشک)
۰/۱۸	۰/۵۰۶۰	۳۹/۲۰	۴۱/۴۰	۳۹/۶۵	الیاف شوینده خنثی
۰/۱۶	۰/۴۱۷۴	۲۹/۹۰	۳۱/۸۵	۳۱	الیاف شوینده اسیدی
۰/۰۰۱	۰/۶۴۰۶	۱۳/۳۵ ^c	۱۵/۹۳ ^b	۱۸/۳۴ ^a	خاکستر خام
۰/۰۰۱	۱/۲۲۴۲	۳۲ ^a	۲۴/۱۱ ^b	۲۳/۹۹ ^b	کربوهیدرات‌های غیر فیبری ^۱
۰/۹۹	۰/۰۶۳۹	۰/۴۰	۰/۳۹	۰/۳۹	چربی خام
۰/۰۰۱	۱/۱۰۳۹	۵۲/۸۰ ^a	۴۵/۲۹ ^b	۴۶/۱۶ ^b	عصاره بدون ازت ^۲
۰/۳۳	۰/۳۲۷۹	۷/۲۰	۷/۸۰	۸/۴۵	لیگنین
۰/۲۹	۰/۰۹۴۲	۲/۲۶	۲/۲۹	۲/۶۰	خاکستر نامحلول در اسید
۰/۱۸	۱/۸۴۰۸	۱۹/۶۰	۱۳/۳۳	۱۱/۵۹	کربوهیدرات‌های محلول
۰/۰۰۱	۰/۰۵۹۹	۰/۶۸ ^b	۰/۷۴ ^b	۱/۱۱ ^a	تانن
۰/۰۰۱	۰/۱۱۳۲	۱/۶۱ ^b	۱/۵۵ ^b	۲/۳۳ ^a	ترکیبات فنولی

* اول: ارتفاع علوفه ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر، دوم: ارتفاع علوفه ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر، و سوم: شروع گلدهی
SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها
۱: $NFC = 100 - (\%CP + \%EE + \%NDF + \%ASH)$
۲: $NFE = 100 - (\%CP + \%CF + \%EE + \%ASH)$
a-c: تفاوت اعداد در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P < 0.05$).

سن و بلوغ گیاه، مقدار پروتئین در هر دو مورد کاهش یافت که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مطابقت داشت (۱۷). مقدار پروتئین خام این علوفه اگرچه در مرحله گلدهی (مرحله آخر برداشت) کم‌تر از یونجه بود، اما در مرحله اول برداشت اختلاف زیادی با آن نداشت. بنابراین از آنجا که مانند یونجه می‌توان از این علوفه نیز چندین چین در سال برداشت کرد، چنین استنباط می‌شود که سیب‌زمینی ترشی می‌تواند محصول قابل قبولی از نظر تولید و تأمین پروتئین برای نشخوارکنندگان باشد. میانگین میزان کربوهیدرات‌های غیرالیافی با روند رشد گیاه افزایش یافت و بیشترین مقدار آن در آخرین مرحله

ترکیبات شیمیایی نمونه‌های آزمایش شده در جدول ۲ نشان داده شده است. در زمینه ترکیب شیمیایی علوفه خشک سیب‌زمینی ترشی به صورت دست‌کاشت (زراعی) در کشور اطلاعاتی موجود نیست و گزارش‌های منتشرشده از سایر کشورها نیز محدود است. بیشترین مقدار پروتئین خام علوفه خشک سیب‌زمینی ترشی مربوط به مرحله اول و دوم برداشت و کم‌ترین مقدار آن مربوط به مرحله سوم برداشت بود ($P < 0.05$) که با نتایج دیگر محققان همخوانی داشت (۱۸). در پژوهشی که در دو سال متوالی بر تعدادی از گونه‌های تجاری و خودروی (وحشی) خانواده آفتابگردان مانند سیب‌زمینی ترشی انجام شد، با افزایش

تولیدات دامی

دوره ۱۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۴

ماده خشک آنها را تشکیل می‌دهد (۹). همچنین میزان خاکستر خام علوفه خشک سیب‌زمینی ترشی بین ۱۰ تا ۱۵/۵ و ۱۴/۸ درصد گزارش شد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی داشت (۱۳ و ۱۴).

محتوای کلسیم، فسفر، منیزیم، سدیم، روی و آهن تحت تأثیر مرحله برداشت قرار نگرفت ولی با افزایش سن گیاه میزان پتاسیم، منگنز و مس به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0/05$) (جدول ۳). نسبت کلسیم به فسفر در علوفه سیب‌زمینی ترشی یک به هفت گزارش شد که علت آن بالا بودن غلظت کلسیم و در مقابل، پایین بودن غلظت فسفر است (۱۷). در پژوهش دیگری، میزان کلسیم آن ۱/۶۸ درصد گزارش شد که با اطلاعات به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر همخوانی داشت (۱۴). طی پژوهش‌هایی که در سه سال متوالی برای تعیین مواد معدنی برگ گونه‌ای از سیب‌زمینی ترشی انجام شد، مقدار کلسیم موجود در برگ این گیاه در محدوده ۱/۶ تا ۳/۱ درصد ماده خشک گزارش شد که بالاتر از مقادیر به‌دست‌آمده در آزمایش حاضر است (۹). بالاتر بودن غلظت مواد مغذی به‌ویژه مواد معدنی در برگ اکثر گیاهان علوفه‌ای در مقایسه با سایر اجزای آن‌ها پدیده‌ای طبیعی است (۱۶).

در پژوهشی که به‌منظور بررسی غلظت مواد معدنی در گونه‌های متفاوت آفتابگردان مانند سیب‌زمینی ترشی صورت گرفت، مقدار کلسیم ساقه و برگ این گیاه در سه مرحله برداشت علوفه به‌ترتیب از ۶/۵ تا ۵/۹ گرم در کیلوگرم برای ساقه و از ۲۱/۴ تا ۳۰/۷ گرم در کیلوگرم ماده خشک برای برگ گزارش شد که میانگین این ارقام با مقادیر به‌دست‌آمده در آزمایش حاضر همخوانی داشت (۱۸).

برداشت علوفه مشاهده شد ($P < 0/05$). میزان الیاف شوینده خنثی و الیاف شوینده اسیدی در علوفه سیب‌زمینی ترشی به‌ترتیب ۱۸، ۴۱ و ۳۰ درصد در ماده خشک گزارش شده است که با نتایج این آزمایش همخوانی داشت (۱۳). در پژوهش دیگری میزان الیاف شوینده خنثی و الیاف شوینده اسیدی به‌ترتیب ۴۱/۲ و ۴۰/۲ درصد ماده خشک به دست آمد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی داشت (۱۴). میانگین میزان عصاره فاقد ازت با افزایش سن علوفه به‌صورت خطی افزایش یافت ($P < 0/05$).

قندها، نشاسته، اسیدهای آلی و سایر کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای همچون فروکتان‌ها و پکتین بخش کربوهیدرات‌های غیرالیافی را تشکیل داده‌اند و منابع اصلی انرژی برای گاوهای شیری پرتولید هستند که گوارش‌پذیری بسیار بالایی دارند. بنابراین نسبت بالای این بخش از علوفه سیب‌زمینی ترشی نیز می‌تواند مزیت دیگری برای آن محسوب شود. مقادیر ترکیبات فنولی و تانن در اولین زمان برداشت علوفه بیش‌تر از زمان‌های دیگر برداشت بود ($P < 0/05$).

بیش‌ترین مقدار خاکستر خام در مرحله اول و کم‌ترین مقدار آن در مرحله آخر برداشت علوفه به‌دست آمد ($P < 0/05$) (جدول ۲). خاکستر خام با افزایش سن گیاه روند کاهشی داشت و در مرحله بلوغ گیاه به کم‌ترین مقدار خود رسید. این روند کاهش منطقی بود، زیرا براساس گزارش‌های سایر محققان با افزایش سن گیاه از مقدار خاکستر آن کاسته می‌شود (۱ و ۲). اطلاعات به‌دست‌آمده از سایر گزارش‌ها نشان می‌دهد میزان خاکستر موجود در بخش هوایی علوفه سیب‌زمینی ترشی دو تا سه برابر خاکستر موجود در غده‌هاست و برگ‌ها حاوی مقادیر نسبتاً زیادی خاکستر هستند، به‌طوری‌که ۱۶-۱۲ درصد وزن

تولیدات دامی

تعیین ارزش غذایی و عملکرد علوفه سیب‌زمینی ترشی

جدول ۳. مواد معدنی اندازه‌گیری شده علوفه خشک سیب‌زمینی ترشی در مراحل گوناگون برداشت

مرحله برداشت	غلظت مواد معدنی								
	میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک			درصد در ماده خشک					
	روی	مس	منگنز	آهن	سدیم	پتاسیم	منیزیم	فسفر	کلسیم
اول*	۴۵/۲۵	۱۱/۱۰ ^a	۹۶/۳۵ ^a	۵۶۷/۸۷	۰/۲۰	۳/۳۰ ^a	۰/۳۳	۰/۲۵	۲/۰۳
دوم*	۴۴/۶۰	۱۰/۴۳ ^a	۹۶/۱۵ ^a	۶۰۴/۶۳	۰/۳۰	۲/۵۸ ^b	۰/۳۲	۰/۲۶	۱/۸۳
سوم*	۴۳/۵۳	۹/۳۰ ^b	۷۷/۶۳ ^b	۶۱۳/۰۵	۰/۲۹	۲/۳۱ ^b	۰/۳۳	۰/۱۹	۱/۷۶
SEM	۱/۸۱۳	۰/۲۶۱۷	۳/۵۳۸	۱۲/۸۸	۰/۰۳۴۸	۰/۱۴۸۸	۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۷۶	۰/۰۵۹۳
P-value	۰/۹۴	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۳۴	۰/۴۹	۰/۰۰۱	۰/۹۵	۰/۲۱	۰/۱۷

* اول: ارتفاع علوفه ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر، دوم: ارتفاع علوفه ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر، و سوم: شروع گلدهی SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها
a-b: تفاوت اعداد در هر ستون با حروف نامشابه معنی دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۴. گوارش پذیری و انرژی قابل متابولیسم علوفه خشک سیب‌زمینی ترشی (براساس درصد در ماده خشک)

P-value	SEM	مرحله برداشت علوفه			گوارش پذیری (درصد)
		سوم*	دوم*	اول*	
۰/۲۴	۰/۶۷۹۳	۶۵/۶۹	۶۵/۵۷	۶۸/۱۳	ماده خشک
۰/۴۴	۰/۸۴۶۷	۶۲/۶۱	۶۰/۸۲	۶۳/۵۷	ماده آلی
۰/۲۳	۰/۷۶۲۰	۵۴/۲۹	۵۱/۱۴	۵۷/۹۲	ماده آلی در ماده خشک
۰/۲۳	۰/۱۲۱۸	۸/۶۹	۸/۱۸	۸/۳۱	انرژی قابل متابولیسم ^۱ (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)

* اول: ارتفاع علوفه ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر، دوم: ارتفاع علوفه ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر، و سوم: شروع گلدهی

DOMD۰/۰۱۶: ME (MJ/kg DM) = ۱

SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها

مطابقت دارد (۰/۲۵ تا ۰/۱۹ درصد ماده خشک). طبق بررسی‌های به‌عمل‌آمده توسط محققان، در صورتی‌که این علوفه به‌عنوان خوراک غالب استفاده شود، لازم است تا مکمل فسفر یا سایر علوفه‌هایی که فسفر بالا دارند، برای جلوگیری از کمبود فسفر به جیره دام افزوده شود (۱۷).

گوارش‌پذیری ماده خشک، ماده آلی، ماده آلی در ماده خشک، و انرژی قابل متابولیسم برآورد شده در علف سیب‌زمینی ترشی تحت تأثیر مرحله برداشت قرار نگرفت (جدول ۴). برخلاف این نتایج، در پژوهشی برای ارزیابی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مقدار کلسیم علوفه سیب‌زمینی ترشی در مقایسه با یونجه در حد بالاتری قرار دارد، بنابراین می‌تواند منبع مناسبی برای تأمین کلسیم دام‌های نشخوارکننده باشد. در برخی مطالعات (۱۴) میزان فسفر علوفه خشک سیب‌زمینی ترشی ۰/۲۸ درصد گزارش شده و براساس نتایج به‌دست‌آمده غلظت فسفر این گیاه با پیشرفت بلوغ گیاه تغییر شایان توجهی نکرده است (۱/۸ تا ۱/۱ گرم/کیلوگرم در برگ) و به‌طورکلی، این علوفه از نظر میزان فسفر فقیر است (۱۸) که با نتایج پژوهش حاضر

تولیدات دامی

دوره ۱۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۴

گوارش پذیری در بیش تر علوفه‌ها با نسبت برگ به ساقه مرتبط است (۵). در پژوهش حاضر، نسبت برگ به ساقه با افزایش سن گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت اما گوارش پذیری علوفه تحت تأثیر قرار نگرفت. شاید بتوان چنین نتیجه گرفت که با پیشرفت مرحله بلوغ، الیاف کم‌تری در ساقه این رقم از علوفه سیب‌زمینی‌ترشی، در مقایسه با سایر علوفه‌ها تشکیل شده است.

بیش‌ترین میزان گاز در تمام ساعات اندازه‌گیری، مربوط به مرحله سوم برداشت و کم‌ترین میزان آن در ساعات ۲، ۴، ۶ و ۸ برداشت مرحله اول، تولید شد (جدول ۵) ($P < 0/05$). در این تحقیق با افزایش سن گیاه، مطابق با نتایج برخی محققان (۱) و مخالف با نتایج برخی دیگر از پژوهشگران (۲) حجم گاز تولیدی افزایش یافت. ترکیب شیمیایی ماده غذایی تأثیر مهمی بر تولید گاز دارد، به‌طوری‌که کربوهیدرات‌ها در این زمینه اهمیت بالایی دارد، ولی چربی‌ها نقش کمی در تولید گاز ایفا می‌کنند و مقدار گاز تولیدشده توسط پروتئین‌ها کم‌تر از کربوهیدرات‌ها است (۴ و ۲۴).

عملکرد و گوارش‌پذیری ۱۰ رقم (چهار گونه وحشی و شش گونه دست‌کاشت) از سیب‌زمینی‌ترشی، گوارش‌پذیری علوفه در سه مرحله از رشد (رویشی، گلدهی و بلوغ) با روش آزمایشگاهی نشان داده شد که گوارش‌پذیری گیاه با افزایش سن کاهش یافت (۱۸). در مطالعه دیگری میزان گوارش‌پذیری ماده آلی علوفه خشک سیب‌زمینی ترشی با روش برون‌تنی بین ۶۰ تا ۷۰ درصد گزارش شد (۲۸) که با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت داشت.

گوارش‌پذیری اکثر علوفه‌ها با روش آزمایشگاهی بین ۵۰۰ تا ۸۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک گزارش شده است (۲۱) که ارتباط مستقیمی با بافت‌های ساختمانی گیاه دارد و با افزایش نسبت این بافت‌ها که عمدتاً با پیشرفت مرحله بلوغ حاصل می‌شود از میزان آن کاسته می‌شود. در این پژوهش، گوارش‌پذیری تحت تأثیر زمان برداشت علوفه قرار نگرفت که از دلایل آن می‌توان به عدم تغییر مقادیر الیاف شوینده خنثی، الیاف شوینده اسیدی، و لیگنین در مراحل گوناگون برداشت اشاره کرد. همچنین باتوجه به بالاتر بودن گوارش‌پذیری برگ در مقایسه با ساقه،

جدول ۵. تولید گاز علوفه خشک سیب‌زمینی‌ترشی در مراحل گوناگون برداشت (میلی‌لیتر در گرم ماده خشک)

مرحله برداشت	زمان انکوباسیون (ساعت)								
	۹۶	۷۲	۴۸	۲۴	۱۲	۸	۶	۴	۲
اول*	۲۸۷/۸۸ ^b	۲۷۷/۱۱ ^b	۲۴۸/۷۸ ^b	۲۲۴/۹۲ ^b	۱۸۵/۶۰ ^b	۱۴۰/۶۱ ^c	۱۲۰/۴۷ ^c	۷۶/۶۶ ^c	۴۳/۴۲ [*]
دوم*	۲۸۶/۶۲ ^b	۲۷۵/۸۵ ^b	۲۴۸/۲۸ ^b	۲۲۳/۶۴ ^b	۱۸۶/۲۶ ^b	۱۴۶/۵۳ ^b	۱۲۸/۵۴ ^b	۸۶/۲۷ ^b	۵۰/۲۹ ^b
سوم*	۲۹۶/۳۷ ^a	۲۸۶/۵۸ ^a	۲۵۸/۸۴ ^a	۲۳۳/۴۴ ^a	۱۹۷/۶۵ ^a	۱۶۳/۰۳ ^a	۱۴۵/۶۴ ^a	۱۰۴/۳۹ ^a	۵۷/۰۹ ^a
SEM	۱/۳۷۹	۱/۴۴۴	۱/۴۶۶	۱/۳۰۹	۱/۴۳۹	۱/۹۳۳	۲/۰۶۴	۲/۱۷۴	۱/۰۲۸
P-value	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

* اول: ارتفاع علوفه ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر، دوم: ارتفاع علوفه ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر، و سوم: شروع گلدهی

SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها

a-c: تفاوت اعداد در هر ستون با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P < 0/05$).

تولیدات دامی

دوره ۱۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۴

تعیین ارزش غذایی و عملکرد علوفه سیب‌زمینی ترشی

جدول ۶. فراسنجه‌های تولید گاز علوفه خشک سیب‌زمینی ترشی در مراحل گوناگون برداشت (در یک گرم ماده خشک)

P-value	SEM	مرحله برداشت			فراسنجه‌های تولید گاز
		سوم*	دوم*	اول*	
۰/۰۰۱	۱/۵۷۷۹	۲۵۴/۸۴ ^b	۲۵۴/۱۹ ^b	۲۶۷/۲۹ ^a	بخش کند تخمیرپذیر
۰/۰۰۲	۱/۳۰۴۴	۲۷۹/۰۳ ^a	۲۷۰/۳۳ ^b	۲۷۱/۶۹ ^b	پتانسیل تولید گاز
۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۹۳ ^a	۰/۰۸۶ ^b	۰/۰۸۶ ^b	نرخ تولید گاز (در ساعت)
۰/۰۰۲	۰/۰۰۹۸	۱/۰۳	۰/۹۹	۰/۹۹	اسیدهای چرب زنجیرکوتاه
۰/۳۵	۰/۰۷۹۰	۹/۳۲	۹/۴۹	۹/۶۱	انرژی قابل متابولیسم ^۱ (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)
۰/۱۵	۰/۰۵۱۷	۴/۹۹	۴/۷۷	۴/۷۹	انرژی خالص شیردهی (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)

* اول: ارتفاع علوفه ۱۰۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر، دوم: ارتفاع علوفه ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر، و سوم: شروع گلدهی

SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها

$$CP^2/0.02859CP + 0.057GP + 0.135Y + 2/2; ME(MJ/kg DM) = 1$$

a-b: تفاوت اعداد در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P < 0.05$).

گوارش‌پذیری مواد خوراکی به‌ویژه کربوهیدرات‌ها وجود دارد که با یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر مطابقت داشت (۳). با این‌که مقدار گاز تولیدشده با پیشرفت سن بلوغ گیاه روند صعودی داشت، تغییری در انرژی قابل متابولیسم ایجاد نشد که یکی از دلایل آن می‌تواند روند نزولی کاهش پروتئین در مراحل برداشت علوفه باشد، زیرا مقدار پروتئین خام از عوامل مؤثر بر میزان انرژی قابل متابولیسم محاسبه‌ای براساس گاز تولیدی است (۱۲).

باتوجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر، علوفه سیب‌زمینی ترشی از نظر عملکرد تولید و ترکیب مواد مغذی استفاده‌شده در تغذیه دام، می‌تواند علوفه مناسبی برای دام‌های نشخوارکننده کشور باشد.

منابع

۱. جعفری ه، فضائلی ح، موسوی م و ورمقانی ص (۱۳۸۸) تعیین گوارش‌پذیری آزمایشگاهی و تولید گاز علوفه مرتعی استان ایلام. علوم دامی (پژوهش و سازندگی). ۸۵(۴): ۸-۱.

با افزایش سن گیاه سهم کربوهیدرات‌های ساختمانی و لیگنین افزایش و مقدار کربوهیدرات‌های غیرفیبری کاهش می‌یابد که نتیجه آن کاهش تولید گاز است (۲۳)؛ اما باوجود ثبات مقادیر لیاف شوینده خنثی، لیاف شوینده اسیدی و لیگنین، میانگین مقادیر کربوهیدرات‌های غیرفیبری افزایش یافت که می‌تواند یکی از دلایل افزایش تولید گاز باشد. از عوامل مؤثر دیگر در تولید گاز می‌توان به میزان خاکستر اشاره کرد. مقدار خاکستر با افزایش سن گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که می‌تواند از دلایل دیگر افزایش تولید گاز باشد (۱۲).

پتانسیل و نرخ تولید گاز با افزایش بلوغ گیاه در واحد ماده خشک علوفه، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$) ولی بخش کند تخمیرپذیر کاهش نشان داد ($P < 0.05$) (جدول ۶). انرژی قابل متابولیسم با دو روش آزمون تولید گاز و گوارش‌پذیری آزمایشگاهی برآورد گردید و ارقام حاصل از هر دو روش نزدیک به هم بود (جدول‌های ۴ و ۶). براساس نتایج پژوهشی همبستگی مثبتی بین انرژی قابل متابولیسم محاسبه‌شده با

تولیدات دامی

دوره ۱۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۴

10. Laberge C and Sackeston WE (1987) Adaptability and diseases Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) in Quebec. Canadian Journal of Plant Science. 67: 349-352.
11. Makkar HPS, Borrowy NK and Becker K (1992) Quantitation of polyphenols in animal feedstuffs. Proc, XVI Int Conf of group of polyphenol. Lisbon. 13-17 July.
12. Menke KH and Steingass YH (1988) Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research and Developments. 28: 7-55.
13. Perston RL (2006) Typical Composition of commonly used feed for Sheep and Cattle. Columbia Court, Pagosa Spring, Co. 76500-81147.
14. Prabhu DR and Robert MH (1985) Extraction of a high-protein isolate from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*) tops and evaluation of its nutrition potential. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 33: 31-33.
15. Schittenhelm S (1999) Agronomic performance of root chicory, Jerusalem artichoke, and sugar beet in stress and non-stress environments. Crop Science. 39: 1815-1823.
16. Seiler GI and Campbell LG (2004) Genetic variability for mineral element concentrations of wild Jerusalem artichoke forage. Crop Science. 44: 289-292.
17. Seiler GJ (1990) Protein and Mineral Concentrations in Tuber of Selected Genotypes of Wild and Cultivated Jerusalem artichoke. Economic Biology. 44: 322-335.
18. Stanley JK and Stephen FN (2008) Biology and chemistry of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). CRC Press. Taylor and Francis group.
۲. طباطبایی س م م، نجف‌نژاد ب، زمانی پ، تقی‌زاده ا، احمدی ا و عربی ح ع (۱۳۹۰) برآورد ترکیبات شیمیایی، تجزیه‌پذیری و تولید گاز شبدر ایرانی در مراحل مختلف برداشت. علوم دامی ایران. ۴۲(۳): ۲۶۴-۲۵۵.
۳. لشکری س و تقی‌زاده ا (۱۳۹۲) تخمین ترکیب شیمیایی، تجزیه‌پذیری و فراسنجه‌های تخمیری تفاله مرکبات با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی و تولید گاز. پژوهش‌های علوم دامی. ۲۳(۱): ۲۸-۱۵.
۴. ملتی ف، نقدی ن و ولی‌زاده ر (۱۳۹۲) ترکیب شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای گون اسپرسی (*Astragalus brevidens Freyn & Sint*) و مازندرانی (*Astragalus masenderanus Bunge*) در شرایط برون‌تنی. پژوهش‌های علوم دامی ایران. ۵(۲): ۱۴۷-۱۵۶.
5. Bruckner PL and Hanna WW (1990) *In Vitro* digestibility fresh leaves and steam of small-grain species and genotypes. Crop Science. 30: 196-202.
6. Chabbert N, Braun P, Guiraud JP, Arnoux M/ and Galzy P (1983) Productivity and fermentability of Jerusalem artichoke according to harvest date. Biomass. 3: 209-224.
7. Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA and Smith F (1956) Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Analytical chemistry. 25: 350-356.
8. Julkunen-Tito R (1985) Phenolic constituents in the leaves of northern willow: Methods for the analysis of certain phenolic. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 33: 213-217.
9. Kosaric N, Cosentino GP, Wieczorek A and Duvnjak Z (1984) The Jerusalem artichoke as an Agricultural Crop. Biomass. 5: 1-36.

تولیدات دامی

19. Stauffer MD, Chubey BB and Dorrell DG (1975) Jerusalem artichoke. Agriculture Canada Report No. 164, Canadex Field Crops.
20. Swanton CJ and Cavers PB (1989) Biomass and nutrient allocation patterns in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*). Canadian Journal of Botany. 67: 2880-2887.
21. Tilley YMA and Terry RAA (1963) A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of British Grassland Society. 18: 104-111.
22. Traub HP, Thor C, JWillaman JJ and Oliver R (1929) Storage of truckcrops: The girasole, *Helianthus tuberosus*. Plant Physiology. 4: 123.
23. Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74: 3583-3597.
24. Wolin MJ (1960) A theoretical rumen fermentation balance. Journal of Dairy Science. 43: 1452-1459.