بررسی ارزش غذایی سطوح مختلف علوفه سیب‌زمینی ترشی (*Helianthus tuberosus*) و یونجه با روش‌های برون تنی و درون تنی (گوسفند)

حسن فضائلی[۱*]، مرتضی عرب نصرت‌آبادی[۲]، کیوان کرکودی[۳] و سید احمد میرهادی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۸/۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۲/۲۹)

چکیده

این پژوهش به منظور تعیین ارزش غذایی علوفه گیاه سیب‌زمینی ترشی از نظر تغذیه دام انجام گرفت. بدین منظور، این گیاه در مرحله گل‌دهی کامل برداشت، چاپر و خشک گردید و سپس ترکیبات شیمیایی آن اندازه‌گیری شد. آنگاه این علوفه با پنج نسبت شامل صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد با یونجه توام شد و قابلیت هضم آنها با روش برون تنی ونیز درون تنی با استفاده از گوسفند، در قالب طرح مربع لاتین به صورت چرخشی در زمان، تعیین گردید. ترکیبات مغذی علف مزبور، به جز پروتئین خام تا حدود زیادی نزدیک به یونجه بود. قابلیت هضم آزمایشگاهی ماده خشک و ماده آلی تحت تأثیر نسبت یونجه و علوفه سیب‌زمینی قرار نگرفت ولی قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک در سطح ۴۰ درصد علوفه سیب‌زمینی کاهش نشان داد ($P<0/05$). نتایج آزمایش بر روی گوسفند نشان داد که افزایش نسبت این علوفه تا سطح ۳۰ درصد در جیره غذایی اثری بر قابلیت هضم نداشت ولی وقتی میزان علف سیب‌زمینی ترشی به ۴۰ درصد رسید سبب کاهش قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و بخش فیبری جیره شد اما بر مجموع مواد مغذی قابلیت هضم و انرژی قابل متابولیسم تأثیر معنی‌داری نداشت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ارزش غذایی علف سیب‌زمینی ترشی وقتی تا میزان ۳۰ درصد جایگزین یونجه خشک گردد می‌تواند مشابه با یونجه خشک باشد.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی ترشی، علوفه، ارزش غذایی

مقدمه

به دلیل محدودیت منابع خوراک دام در کشور، توجه به گیاهانی که علاوه بر دارا بودن قدرت سازش‌پذیری با شرایط محیطی ایران ، از استعداد مناسب تولید کمی و کیفی علوفه برخوردار باشند، ضروری است. یکی از گیاهانی که می‌تواند در این راستا مورد بررسی قرار گیرد سیب‌زمینی ترشی است که به آن یارالماسی نیز گفته می‌شود.

سیب‌زمینی ترشی (*Helianthus tuberosus*)، از گیاهان خانواده *Asteraceae* یا آفتابگردان بوده که در آمریکای شمالی بومی شده است اما در بیشتر مناطق جهان می‌روید و

۱. به ترتیب دانشیار و استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج
۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه
۳. استادیار علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hfazaeli@gmail.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.8.8]

قدرت رشد نسبتاً زیاد و دائمی بودن از ویژگی‌های منحصر به فرد این گیاه می‌باشد (۶ و ۲۶). اطلاعات مکتوبی در مورد کشت این گیاه در ایران وجود ندارد اما در خیلی از نقاط کشور، به خصوص مناطق غربی و مرکزی، در حاشیه مزارع به صورت محدود مشاهده می‌شود که غده آن در اوایل پاییز برداشت شده و در تهیه ترشی‌های خانگی استفاده می‌شود. بخش هوایی این گیاه به صورتی انبوه رشد نموده و بسیار پر برگ و علفی بوده و ارتفاع آن به ۲/۵ تا ۳/۵ مترنیز می‌رسد (۲۴). این گیاه شباهت زیادی به آفتابگردان دارد، با این تفاوت که برگ‌ها از ۳/۶ تا ۷/۶۳ سانتی‌متر در عرض و ۱۰/۲ تا ۲۰/۳۲ سانتی‌متر در طول دسته‌بندی می‌شوند (۷). گیاه سیب‌زمینی ترشی غالباً، به عنوان علف هرز شناخته می‌شود، ولی دارای ارزش غذایی باالقوه‌ای برای انسان و دام می‌باشد. از بخش هوایی و نیز غده سیب‌زمینی ترشی می‌توان در تغذیه دام‌ها استفاد نمود(۸، ۱۰ و ۱۱). سازگاری و قدرت رشد در خاک‌های ضعیف و قلیایی، مقاومت به بیماری‌ها و سایر علف‌های هرز و نیز تولید گل برای پرورش زنبور عسل از دیگر ویژگی‌های این گیاه است (۱۳، ۱۷ و ۲۶). بر اساس مطالعات اندکی که بر روی این گیاه انجام شده است چنین استنباط می‌گردد که می‌توان از آن به عنوان یک منبع علوفه‌ای استفاده نمود به نحوی که امکان برداشت چند چین علوفه از آن در طول سال وجود دارد (۱۷). براساس گزارش محققین، مجموع مواد مغذی قابل هضم (TDN) علوفه سیب‌زمینی ترشی ۶۷-۶۱ درصد بر اساس ماده خشک، گزارش شده است (۲۴) که از این نظر می‌توان آن را با ذرت علوفه‌ای مشابه دانست (۱۵). میزان پروتئین خام بین ۵ تا ۱۰/۵ درصد در بخش‌های هوایی این گیاه و تا ۲۰/۷ در صد در برگ‌ها گزارش شده است که البته این تغییرات تحت تأثیر مرحله رشد و بلوغ قرار می‌گیرد (۱۸، ۲۲ و ۲۳). غلظت فیبر نا محلول در شوینده خنثی، فیبرنا محلول در شوینده اسیدی، لیگنین، خاکستر خام، چربی خام، کلسیم، فسفر و پتاسیم، در این علوفه به ترتیب؛ ۴۱، ۳۰، ۱۲، ۱۰، ۱/۱، ۱/۶۲، ۰/۱۱ و ۱/۴ درصد در ماده خشک گزارش شده است (۲۶). در گزارش‌های دیگری (۱۸) میزان چربی خام ۰/۹ تا ۳/۴ و خاکستر خام ۱۰ تا۱۵/۵ درصد، ذکرشده است.

از گیاه سیب‌زمینی ترشی می‌توان به صورت دو منظوره یعنی تولید علوفه و برداشت غده استفاده نمود. تولید علوفهٔ سبز این گیاه تا ۷۰ تن در هکتار گزارش شده است (۱۷) که اگر دراواخر مرحله رویشی برداشت شود، علوفه‌ای با کیفیت بالا به دست خواهد آمد، البته در این صورت میزان غدهٔ کمتری تولید خواهد شد (۱۹).

با توجه به کمبود منابع خوراک دام در کشور که ضرورت شناسایی و معرفی منابع جدید را اجتناب نا پذیر می نماید، لازم است استعداد تولید و ارزش غذایی گیاه سیب‌زمینی ترشی تعیین شود. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تعیین ترکیبات شیمیایی علوفه سیب‌زمینی ترشی و قابلیت هضم آن به صورت درصدهای مختلف همراه با یونجه خشک با دو روش برون تنی (*in situ*) و درون تنی (*in vivo*) انجام شد.

مواد و روش‌ها

علف سیب‌زمینی ترشی درمرحله‌ای که کاملاً به گل‌دهی رسیده بود (در شهریور ماه) از حاشیه مزارع مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، که به صورت خودرو وجود داشت، برداشت وتوسط چاپر به قطعات ۵-۳ سانتی‌متری خرد گردید و در هوای آزاد خشک شد. از علوفه مزبور، در چهار تکرار نمونه برداری شد و ترکیبات شیمیایی آنها در آزمایشگاه تعیین شد. یونجه خشک نیز به اندازه مورد نیاز تهیه گردید و با استفاده از علوفه خرد کن معمولی خرد شد به نحوی که امکان تهیه مخلوط علوفه سیب‌زمینی ترشی و یونجه فراهم گردید. سپس علوفه خشک سیب‌زمینی ترشی به نسبت‌های صفر، ۱۰ ، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد با یونجه خشک مخلوط شد و به عنوان خوراک‌های آزمایشی مورد بررسی قرار گرفتند.

تعیین قابلیت هضم به روش برون تنی

از هر خوراک آزمایشی به تعداد چهار تکرار یعنی در مجموع

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.8.8]

۲۰ نمونه تهیه شد و قابلیت هضم آنها با روش هضم دو مرحله‌ای تعیین گردید (۲۷). بدین منظور از هر نمونه مقدار ۰/۵ گرم برداشته و در ارلن‌های ۱۰۰ میلی لیتری ریخته شد سپس دو میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. از مخلوط تهیه شده بزاق مصنوعی و شیرابه شکمبه (شیرابه شکمبه از ۲ رأس گاو نر تالشی فیستولا گذاری شده گرفته شد) به میزان ۵۰ میلی‌لیتر به هر یک از ارلن‌ها اضافه شد و پس از تزریق گاز دی‌اکسید کربن، درب آنها محکم بسته شد و برای مدت ۴۸ ساعت درگرمخانه با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و طی این مدت برای برقراری یک‌نواختی ارلن‌ها چندین بار تکان داده شدند. بعد از ۴۸ ساعت، تمامی ارلن‌ها از گرمخانه خارج و مقدار ۶ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲۰ درصد به هر ارلن اضافه گردید، پس از اسیدی شدن محیط، ۲ میلی لیترمحلول پپسین۲۰ درصد نیز افزوده شد و به مدت ۴۸ ساعت در گرم خانه با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. در این مرحله نیز مانند مرحله قبل‌محتویات ظروف با حرکت چرخشی به هم زده شدند. در پایان، محتویات هر ارلن صاف گردید و مواد هضم نشده از فاز مایع جدا شد. کاغذ صافی‌ها که حاوی مواد صاف نشده بود برای مدت ۲۴ ساعت در آون با حرارت ۱۰۵ درجه سانتی گراد خشک و پس از توزین میزان خاکستر آنها اندازه‌گیری شد. با استفاده از داده‌های به دست آمده قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک محاسبه شد.

تعیین قابلیت هضم به روش استفاده از حیوان

پنج مخلوط تهیه شده مذکور (با استفاده از علوفه سیب‌زمینی ترشی و یونجه خشک) به عنوان جیره‌های آزمایشی در یک طرح آماری بر پایه مربع لاتین ۵ × ۵ به صورت چرخشی در زمان، طی ۵ دوره زمانی ۲۰ روزه که ۱۰ روز اول برای عادت پذیری و ۱۰ روز دوم برای جمع‌آوری اطلاعات در نظر گرفته شده بود در تغذیه ۵ راس گوسفند نر بالغ مورد استفاده قرار گرفت. مقدار خوراک روزانه گوسفندان تحت آزمایش، بر اساس احتیاجات روزانه به انرژی در سطح نگه‌داری (۱۴) برآورد و در دو قسمت مساوی، در ساعت های ۸ صبح و ۴ بعد از ظهر در آخورها ریخته شد به نحوی که طی دوره جمع‌آوری مدفوع، باقی‌مانده‌ای از خوراک در آخور بر جای نماند. در تمام مدت، آب و سنگ نمک به صور ت آزاد در اختیار گوسفندان قرار داشت. طی دوره‌های مختلف انجام آزمایش، از خوراک‌های مورد استفاده که به صورت جیره‌های آزمایشی آماده و مصرف می‌شد، نمونه‌برداری جدا گانه به عمل آمد. مدفوع هر گوسفند نیز در دوره‌های جمع‌آوری، همه روزه صبح‌ها قبل از خوراک دادن دام‌ها، به طور کامل جمع‌آوری و توزین گردید، سپس ۱۰۰ گرم از آن در ظرف آلومینیومی ریخته شد و در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد، به مدت ۴۸ ساعت، خشک گردید. در پایان دوره جمع‌آوری، نمونه‌های مدفوع مربوط به هر گوسفند، برای هر جیره، با هم ادغام شد به نحوی که از هر دوره جمع‌آوری ۱۰ روزه ۲ نمونه مدفوع برای هر حیوان و جمعا ۵۰ نمونه مدفوع آماده شد. کلیه نمونه‌ها پس از خشک شدن، با استفاده از آسیاب چکشی دارای غربال یک میلی‌متری آسیاب شد.

تعیین ترکیبات شیمیایی

ترکیبات شیمیایی شامل ماده خشک، خاکستر خام، پروتئین خام (با روش کجلدال) وچربی خام (با روش سوسکسله) بر اساس روش‌های استاندارد (۲) در نمونه‌های علوفه سیب‌زمینی، خوراک‌های آزمایشی و مدفوع اندازه‌گیری شد. دیواره سلولی با استفاده از محلول شوینده خنثی و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز با استفاده از محلول شوینده اسیدی (۲۸) اندازه‌گیری شد. با استفاده از داده‌های به دست آمده، قابلیت هضم مواد مغذی محاسبه شد و مجموع مواد مغذی قابل هضم ظاهری بر اساس رابطه زیر برآورد گردید (۱۵).

$$TDN = dCP + dNDF + 2.25\ dEE + dNFC$$ (برحسب درصد)

که در آن:

TDN = مجموع مواد مغذی قابل هضم

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.8.8]

dCP = درصد پروتئین خام قابل هضم

dNDF = درصد دیواره سلولی قابل هضم

dEE = درصد چربی خام قابل هضم

dNFC = درصد کربوهیدرات غیر فیبری قابل هضم

NFC = 100 - (Ash+CP+EE+NDF)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

متغیرهای به دست آمده مربوط به ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی و قابلیت هضم (برون تنی) بر اساس طرح آماری کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار مورد تجزیه آماری قرار گرفت. اطلاعات مربوط به قابلیت هضم (روی گوسفند)، بر اساس طرح مربع لاتین (۵×۵) مورد تجزیه آماری قرار گرفت. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. عملیات مزبور، براساس رویه خطی عمومی و با استفاده از برنامه نرم‌افزاری SAS (۲۱) انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی

بر اساس اطلاعات به دست آمده از ترکیبات شیمیایی نمونه‌های علف سیب‌زمینی ترشی که در مرحله گل‌دهی کامل جمع‌آوری شد، میانگین پروتئین خام، خاکستر خام، چربی خام، دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی سلولز، کربوهیدرات غیر الیافی، کلسیم و فسفر به ترتیب۰/۱۸± ۸/۱۳ ، ۰/۹۵± ۱۱/۵۵، ۰/۱۴± ۰/۶۸، ۰/۷± ۴۴/۳۰، ۰/۸۲± ۳۱/۶۵، ۰/۳۲± ۳۵/۳۴، ۰/۱۳± ۱/۵ و ۰/۱۳± ۰/۱۲ درصد در ماده خشک بودند (جدول ۱). در مورد ترکیبات شیمیایی علوفه سیب‌زمینی ترشی اطلاعات محدودی منتشر شده است. در یک پژوهش غلظت پروتئین در بخش هوایی ارقام خودرو و نیز دست کاشت گیاه سیب‌زمینی ترشی در مرحله گل‌دهی بین ۶ تا ۹ درصد و میزان فسفر کمتر از ۰/۲ درصد به دست آمده است (۲۳) که با یافته‌های این پژوهش همخوانی دارد. بر اساس گزارش‌های دیگر، میزان پروتئین و الیاف خام در بخش هوایی سیب‌زمینی ترشی به ترتیب ۵ و ۱۸ اما در غده آن به ترتیب ۱۰ و ۴ درصد در ماده خشک بوده است (۱۸، ۲۲). میزان مواد مغذی در هرعلوفه بسته به مرحله برداشت و نسبت برگ به ساقه متغیر است. طی پژوهش‌هایی (۱۹) که درسه سال متوالی روی خصوصیات زراعی یک گونه از سیب‌زمینی ترشی (*Helianthus tuberosus* L.) انجام شد، در فواصل ۶۸، ۷۲ و ۱۶۲ روز از زمان کاشت، از برگ‌های آن نمونه‌برداری شد، میزان پروتئین خام در برگ‌های این گیاه بین ۱۸/۸ تا ۲۵/۵ درصد در ماده خشک متغیر بود. هم‌چنین میزان کلسیم از ۱/۶ تا ۳/۱ و فسفر ۰/۱۷ تا ۰/۲۲ درصد در ماده خشک متغیر بود. این ارقام به مراتب بالاتر از نتایج پژوهش حاضر می‌باشد که پدیده‌ای منطقی به نظر می‌رسد چرا که در اغلب گیاهان علوفه‌ای، بیشترین تراکم پروتئین و عناصر معدنی در برگ‌ها، به خصوص طی مراحل رشد، مشاهده می‌شود (۸ و ۲۵). گزارش‌های دیگری حاکی از آن است که در صورت برداشت علف سیب‌زمینی ترشی، قبل از گل‌دهی، میزان پروتئین آن حدود ۱۴ درصد در ماده خشک خواهد بود (۲۶). هرچند که بخش‌های الیافی این علوفه ممکن است بالاتر از علوفه ذرت باشد ولی انتظار می‌رود که از خوش خوراکی مناسبی در تغذیه نشخوار کنندگان برخوردار باشد (۱۲). نتایج پژوهش‌ها روی ژنوتیپ‌های خودرو این گیاه (۲۲) نشان داد که میزان پروتئین خام بین ۹/۹۵ تا ۱۳/۷ درصد در ماده خشک متغیر است. براساس همین مطالعات، میزان مواد معدنی در بخش هوایی این گیاه طی مراحل مختلف رشد و بلوغ، از نظر تغذیه دام مناسب تشخیص داده شده است، به جز فسفر که نسبت به احتیاجات دام‌ها پایین است. در پژوهش حاضر نیز میزان کلسیم ۱/۵ اما فسفر ۰/۱۲ درصد تعیین شد که نشان‌دهنده کمبود فسفر در این علوفه می‌باشد (۱۴، ۱۵) در عین حال همانند سایر گیاهان علوفه‌ای، غلظت مواد معدنی در این گیاه نیز تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی، شرایط محیطی و مرحله برداشت تغییر می‌کند (۱۹، ۲۵).

نتایج تجزیه شیمیایی جیره‌های آزمایشی نیز نشان داد که

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.8.8]

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی (میانگین ± انحراف معیار) علف سیب‌زمینی ترشی و یونجه مورد استفاده (درصد در ماده خشک)

	خاکستر خام	پروتئین خام	چربی خام	دیواره سلولی	دیواره سلولی منهای همی سلولز	کربوهیدرات غیر الیافی	کلسیم	فسفر
یونجه	۹/۴۲ ±۰/۱۷	۱۴/۱۵ ±۰/۲۹	۰/۸۲ ±۰/۰۸	۴۶/۰۵ ±۰/۲۸	۳۴/۸۵ ±۰/۵۵	۲۹/۵۵ ±۰/۰۶	۱/۱۴ ±۰/۰۶	۰/۱۹ ±۰/۰۶
علف سیب‌زمینی ترشی	۱۱/۵۵ ±۰/۹۵	۸/۱۳ ±۰/۱۸	۰/۶۸ ±۰/۱۴	۴۴/۳۰ ±۰/۷۰	۳۱/۶۵ ±۰/۸۲	۳۵/۳۴ ±۰/۳۲	۱/۵۰ ±۰/۱۳	۰/۱۲ ±۰/۰۳

میانگین پروتئین خام، در پنج جیره ۱۳/۰۹ درصد بود، که بیشترین آن، ۱۴/۱۵ درصد در جیره ۱ و کمترین آن ۱۱/۶۵درصد در جیره ۵ مشاهده گردید (جدول ۲). با افزایش نسبت علف سیب‌زمینی ترشی غلظت پروتئین جیره کاهش یافت ($P<0/05$) که با توجه به پایین بودن درصد پروتئین (۸/۱۳ درصد) در این علوفه، موضوعی طبیعی به نظر می‌رسد. در عین حال، میزان پروتئین در کمترین حالت، یعنی ۱۱/۶۵ درصد، بالاتر از میزان حد اقل توصیه شده در جیره نگه‌داری گوسفند و سایر نشخوارکنندگان بود (۷ و ۱۴). میانگین دیواره سلولی، در پنج جیره آزمایشی، بین ۴۴/۹ تا ۴۶/۷ درصد بود که تفاوت معنی‌دار با هم نداشتند. میزان اندازه‌گیری شده این متغیر در علف سیب‌زمینی ترشی مورد استفاده ۰/۷±۴۴/۳۰ درصد و در یونجه ۰/۲۸ ±۴۶/۰۵ درصد بود. کربوهیدرات غیر فیبری نیزدرجیره‌های آزمایشی، بین ۲۹/۵۵ تا ۳۲/۱۵ درصد متغیر بود که در جیره‌های حاوی ۳۰ و ۴۰ درصد علف سیب‌زمینی افزایش نشان داد ($P<0/05$).

قابلیت هضم با روش برون تنی

میانگین قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک (ارزش هضمی) در پنج جیره آزمایشی که با روش برون تنی اندازه‌گیری شد به ترتیب بین ۶۰/۵۱ تا ۶۲/۵، ۵۵/۹۸ تا ۵۸/۷۳ و ۴۹/۴۲ تا ۵۲/۸ درصد بود که به جز در مورد ارزش هضمی، تفاوت معنی‌داری بین جیره‌ها مشاهده نشد (جدول ۳). بالاترین میزان ارزش هضمی در جیره حاوی ۲۰ درصد و پایین‌ترین آن در جیره حاوی ۴۰ درصد علوفه سیب‌زمینی به دست آمد ($P<0/05$) اما سایر جیره ها از این نظر مشابه بودند. این در حالی است که براساس ترکیبات شیمیایی جیره‌های مورد نظر، چنین انتظار می‌رفت که قابلیت هضم کلیه جیره‌ها مشابه باشند. ممکن است علوفه سیب‌زمینی ترشی حاوی مواد محدود کننده باشد که وقتی مصرف آن به حد ۴۰ درصد رسیده است اثر خود را نشان داده باشد. در مورد ارزش غذایی این علوفه اطلاعات محدودی وجود دارد و در زمینه مواد محدود کننده احتمالی موجود در آن گزارشی منتشر نشده است.

با توجه به نمودارهای ۱ و ۲ می‌توان استنباط نمود که نتایج قابلیت هضم برون تنی نسبت به نتایجی که با روش حیوان به دست آمد تا حد زیادی به هم نزدیک بودند. در عین حال بر اساس ارقام ارائه شده در جداول ۳ و ۴، تفاوت‌های عددی حاکی از آن است که، قابلیت هضم ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک در روش درون تنی بالاتر از برون تنی اما در مورد ماده خشک بر عکس بود. هر چند روش برون تنی، که به منظور سهولت و سرعت عمل در تعیین ارزش غذایی علوفه پایه‌گذاری شده است، نوعی شبیه‌سازی از روش درون تنی می‌باشد اما از آنجایی که در محیط بسته یعنی لوله آزمایش و روی مقدار بسیار کمی از نمونه انجام می‌شود می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند نوع ماده خوراکی و ترکیبات آن، مواد محدود کننده احتمالی موجود در نمونه، امکان خطا در مراحل مختلف از جمله تهیه شیره شکمبه، آماده‌سازی مواد بافری و بزاق مصنوعی، تعیین خاکستر خام در باقی‌مانده حاصل از

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.8.8]

جدول ۲. ترکیبات شیمیایی (برحسب درصد در ماده خشک) جیره‌های آزمایشی

ترکیبات شیمیایی	جیره‌های آزمایشی#					SEM
	۱	۲	۳	۴	۵	
خاکستر خام	۹/۴۲ ±۰/۱۷^{b}	۹/۶۰ ±۰/۱^{ab}	۹/۸۰ ±۰/۰۷^{ab}	۹/۸ ±۰/۱۳^{ab}	۱۰ ±۰/۳۶^{a}	۰/۳۳
ماده آلی	۹۰/۵۷ ±۰/۱۷^{a}	۹۰/۵۷ ±۰/۱۷^{a}	۹۰/۲ ±۰/۰۷^{ab}	۹۰/۲±۰/۱۳^{ab}	۹۰ ±۰/۳۶^{b}	۰/۳۳
پروتئین خام	۱۴/۱۵ ±۰/۲۹^{a}	۱۳/۹ ±۰/۱۱^{a}	۱۳/۳۷ ±۰/۲^{b}	۱۲/۳۷±۰/۰۲^{c}	۱۱/۶۵ ±۰/۰۶^{d}	۰/۳۳
چربی خام	۰/۸۲ ±۰/۰۸^{ab}	۰/۵۷ ±۰/۱۴^{b}	۰/۹۷ ±۰/۰۴^{a}	۰/۷۷±۰/۲۵^{ab}	۰/۹ ±۰/۰۸^{a}	۰/۱۶
دیواره سلولی	۴۶/۰۵ ±۰/۲۸	۴۶/۷±۰/۵	۴۵/۳۵ ±۰/۱۷	۴۴/۹±۰/۷۹	۴۵/۸ ±۰/۴۶	۱/۰۶
دیواره سلولی بدون همی سلولز	۳۴/۸۵ ±۰/۵۵^{ab}	۳۵/۶±۱/۰^{a}	۳۴/۱۰ ±۰/۳۱^{ab}	۳۲/۹۵ ±۰/۷۸^{b}	۳۴/۱۵ ±۰/۴۵^{ab}	۱/۱۸
کربوهیدرات غیر الیافی	۲۹/۵۵ ±۰/۰۶^{b}	۲۹/۵۵ ±۰/۰۵^{b}	۳۰/۵۰±۰/۰۵۸^{ab}	۳۲/۱۵ ±۰/۸۴^{a}	۳۱/۶۵ ±۰/۵۴^{a}	۱/۰۴
کلسیم	۱/۱۴ ±۰/۰۶	۱/۲۷ ±۰/۰۷	۱/۳۰ ±۰/۰۸	۱/۳۵ ±۰/۱۰	۱/۲۳ ±۰/۰۵	۰/۱۵
فسفر	۰/۱۹ ±۰/۰۶	۰/۲۲ ±۰/۰۳	۰/۲ ±۰/۰۴	۰/۱۷ ±۰/۰۲	۰/۱۷ ±۰/۰۵	۰/۰۵۵

جیره‌ها: ۱ = یونجه ، ۲ = ۹۰ یونجه +۱۰ علف سیب‌زمینی، ۳ = ۸۰ یونجه +۲۰ علف سیب‌زمینی،
۴ = ۷۰ یونجه +۳۰ علف سیب‌زمینی، ۵ = ۶۰ یونجه +۴۰ علف سیب‌زمینی، SEM = اشتباه معیار از میانگین.
میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر سطردارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

جدول ۳. قابلیت هضم مواد مغذی (درصد) و انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم) جیره‌های آزمایشی به روش برون تنی

قابلیت هضم	جیره‌های آزمایشی#					SEM
	۱	۲	۳	۴	۵	
ماده خشک	۶۱/۶۰ ±۰/۹۹	۶۲/۵۰ ±۰/۶۷	۶۲/۱۰ ±۰/۶۶	۶۱/۹۰ ±۱/۵۳	۶۰/۵۱ ±۰/۵۹	۱/۷۸
ماده آلی	۵۷/۶۸ ±۱/۰۶	۵۸/۳۷ ±۰/۶۸	۵۸/۷۳ ±۰/۷۰	۵۸/۱۴ ±۱/۴۶	۵۵/۹۸ ±۱/۱۰	۱/۹۰
ماده آلی در ماده خشک (ارزش هضمی)	۵۲/۰۹ ±۰/۹۴^{ab}	۵۲/۴۲ ±۰/۵۷^{ab}	۵۲/۸۰ ±۰/۶۱^{a}	۵۲/۳۲ ±۱/۳۲^{ab}	۴۹/۴۲ ±۱/۶۵^{b}	۱/۹۶
انرژی قابل متابولیسم*	۲/۱۷	۲/۱۹	۲/۲۰	۲/۱۸	۲/۱۰	۰/۰۴۲

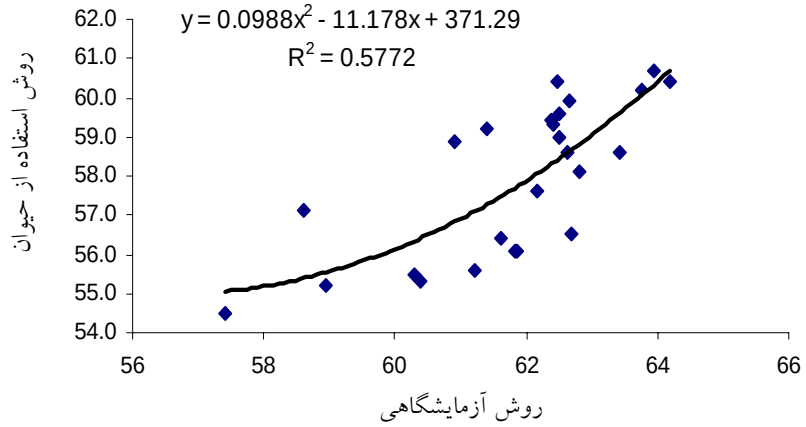
جیره‌ها: ۱ = یونجه ، ۲ = ۹۰ یونجه +۱۰ علف سیب‌زمینی، ۳ = ۸۰ یونجه +۲۰ علف سیب‌زمینی،
۴ = ۷۰ یونجه +۳۰ علف سیب‌زمینی، ۵ = ۶۰ یونجه +۴۰ علف سیب‌زمینی، SEM = اشتباه معیار از میانگین.
میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر سطردارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).
* : برآورد بر اساس(۱) : ۰/۲۳۹۱۲× ۰/۰۱۵۷ ×۱۰× ماده آلی قابل هضم(درصد) = انرژی قابل متابولیسم

هضم، قرار بگیرد (۹).

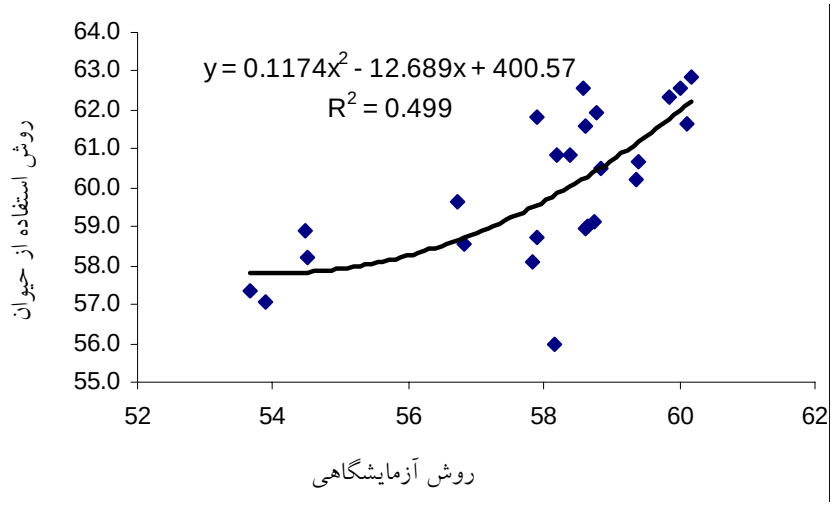
بر اساس پژوهش‌هایی که خصوصیات کمی و کیفی علوفه چند رقم سیب‌زمینی ترشی مورد بررسی قرار گرفت، قابلیت هضم برون تنی ماده خشک آن در مرحله گل‌دهی ۵۹/۸ درصد گزارش شد که با یافته‌های آزمایش حاضر نزدیک است (۲۴). به هر صورت با توجه به این که در پژوهش حاضر علوفه سیب‌زمینی به نسبت‌های مختلف جایگزین یونجه شد، نتایج به دست آمده را نمی‌توان مستقیماً به عنوان ارزش غذایی علوفه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.8.8]



نمودار ۱. رابطه روش برون تنی با روش درون تنی از نظر قابلیت هضم ماده خشک



نمودار ۲. رابطه روش برون تنی با روش درون تنی از نظرقابلیت هضم ماده آلی

سیب‌زمینی قلمداد نمود بلکه اثر جایگزینی آن را در جیره بر قابلیت هضم می‌توان بیان نمود. بر این اساس، نتایج حاکی از آن است که جایگزینی تا سطح ۳۰ درصد که در این آزمایش انجام شد، بر قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی اثری نداشته است و همانند یونجه بوده است ولی در سطح مصرف ۴۰ درصد، قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک یا همان ارزش هضمی تحت تأثیر قرار گرفت (P<۰/۰۵).

قابلیت هضم روی حیوان

نتایج این بخش در جدول ۴ نشان داده شده است. میانگین قابلیت هضم ماده خشک جیره‌ها بین ۵۶/۳۸ تا ۵۹/۶ درصد متغیر بود که بیشترین آن در جیره دو یعنی مخلوط ۹۰ درصد یونجه و ۱۰ درصد علف سیب‌زمینی ترشی و کمترین آن در مخلوط ۶۰ درصد یونجه و ۴۰ درصد علف سیب‌زمینی ترشی به دست آمد و تفاوت این دو جیره معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). قابلیت هضم ماده آلی بین ۵۸/۸۴ تا ۶۱/۳ درصد متغیر بود اما از نظر آماری تفاوتی را نشان نداد. ارزش هضمی نیز بین ۵۲/۹۶ تا ۵۵/۵۲ درصد متغیر بود که بین جیره ۵ با جیره‌های ۱، ۲ و ۴ تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). بیشترین میزان قابلیت هضم پروتئین ۶۹/۶۴ درصد مربوط به جیره

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.8.8]

جدول ۴. قابلیت هضم (درصد) مواد مغذی و انرژی قابل متابولیسم (مگاکلری در کیلوگرم) جیره‌های آزمایشی روی گوسفند

اجزای مغذی	جیره‌های آزمایشی#					SEM
	۱	۲	۳	۴	۵	
ماده خشک	۵۸/۵۶ ±۰/۵۴^{ab}	۵۹/۶ ±۰/۳۳^{a}	۵۶/۹۲ ±۰/۶۲^{b}	۵۸/۱۸ ±۱/۲۲^{ab}	۵۶/۳۸ ±۰/۷۳^{b}	۱/۷۰
ماده آلی	۶۰/۴۲ ±۰/۶۱	۶۱/۳ ±۰/۵۶	۵۹/۱۲ ±۰/۶۳	۶۰/۳۶ ±۱/۲۸	۵۸/۸۴ ±۰/۷۷	۱/۸۳
ماده آلی در ماده خشک (ارزش هضمی)	۵۴/۷۲ ±۰/۳۹^{a}	۵۵/۵۲ ±۰/۳۷^{a}	۵۳/۳۳ ±۰/۳۵^{ab}	۵۴/۴۴ ±/۷۱^{a}	۵۲/۹۶ ±۰/۵۷^{b}	۱/۱۲
پروتئین خام	۶۷/۵۰ ±۰/۴۳^{b}	۶۹/۶۰ ±۱/۲۰^{a}	۶۷/۳۰ ±۰/۸۹^{b}	۶۸/۷۶ ±۰/۷۶^{ab}	۶۹/۶۴ ±۱/۱۳^{a}	۰/۹۶
چربی خام	۸/۳۳ ±۶/۴۱	۱۰/۹۷ ±۵/۰۶	۴/۷۵ ±۱۴/۰۴	۵/۳۱ ±۹/۷۷	۵/۲۳ ±۱۳/۹۸	۴/۳۷
دیواره سلولی	۳۸/۶ ±۰/۷۱^{ab}	۳۹/۲۵ ±۱/۲۴^{ab}	۳۶/۸۴ ±۱/۹۳^{b}	۴۱/۳۷ ±۱/۳۶^{a}	۳۷/۱۴ ±۱/۳۶^{b}	۲/۹
دیواره سلولی بدون همی سلولز	۳۹/۳ ±۰/۸۶^{ab}	۳۸/۸۳ ± ۱/۱۱^{ab}	۳۷/۰۱ ±۱/۴^{ab}	۳۹/۸۹ ±۱/۱۲^{a}	۳۶/۰ ±۱/۹۵^{b}	۲/۵۸
کربوهیدرات غیر الیافی	۹۰/۶۸ ±۰/۷۱	۹۱/۵۹ ±۰/۷	۹۰/۷۳ ±۱/۰۹	۸۹/۶۸ ±۰/۷۶	۸۹/۷۳ ±۱/۰۱	۲/۰۶
مجموع مواد مغذی قابل هضم	۵۶/۸۰ ±۱/۵۷	۵۸/۴۳ ±۱/۵۴	۵۶/۷ ±۱/۶۲	۶۰/۲۰ ±۲/۴۲	۵۷/۰ ±۰/۹۸	۳/۹۱
[۱] انرژی قابل متابولیسم	۲/۱۰ ± /۱۴	۲/۱۵ ± /۱۶	۲/۰۰ ± /۱۴	۲/۲۳ ± /۲۲	۲/۰۰ ± /۰۸۶	۰/۰۷۹
[۲] انرژی قابل متابولیسم	۲/۲۸ ± /۰۴۶	۲/۳۰ ± /۰۵	۲/۲۸ ± /۰۴۸	۲/۲۷ ± /۰۹۹	۲/۲۱ ± /۰۸۵	۰/۰۴۸

جیره‌ها: ۱ = یونجه ، ۲ = ۹۰ یونجه +۱۰ علف سیب‌زمینی، ۳ = ۸۰ یونجه +۲۰ علف سیب‌زمینی
۴ = ۷۰ یونجه +۳۰ علف سیب‌زمینی، ۵ = ۶۰ یونجه +۴۰ علف سیب‌زمینی، SEM = اشتباه معیار از میانگین.
میانگین‌های با حروف غیرمشابه در هر سطردارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P<0/05$).

(۱۴) انرژی قابل متابولیسم ۱ = ۱/۰۱ (۰/۰۴۴۰۹× TDN%) −۰/۴۵

(۱) انرژی قابل متابولیسم ۲ = ماده آلی قابل هضم(درصد) × ۱۰× ۰/۰۱۵۷) ×۰/۲۳۹۱۲

حاوی ۴۰ درصد علوفه سیب‌زمینی ترشی و کمترین آن ۶۷/۵۰ درصد در جیره حاوی ۱۰۰ درصد یونجه مشاهده شد ($P<0/05$). وقتی سطح پروتئین جیره غذایی کاهش یابد، قابلیت استفاده از پروتئین افزایش خواهد یافت که منتج به قابلیت هضم بالاتری می‌گردد.

از نظر قابلیت هضم دیواره سلولی و دیواره سلولی عاری از همی سلولز بین بعضی از تیمارها تفاوت معنی‌داری ($P<0/05$) وجود داشت. بیشترین قابلیت هضم دیواره سلولی در تیمار ۴ و کمترین آن به ترتیب در تیمارهای ۳ و ۵ مشاهده شد. در مورد دیواره سلولی منهای همی‌سلولز نیز تیمار ۴ و ۵ به ترتیب بیشترین و کمترین میزان قابلیت هضم را دارا بودند اما سایر تیمارها بین این دو قرار داشتند. به طور کلی اثر افزایش نسبت علوفه سیب‌زمینی ترشی و کاهش نسبت یونجه، بر قابلیت هضم بخش‌های الیافی روند مشخصی را نشان نداد. میزان مواد قندی و کربوهیدرات‌های سریع تجزیه شونده می‌تواند بر قابلیت هضم دیواره سلولی و اجزای آن تأثیر گذار باشد که این پدیده سبب پیچیدگی در تفسیر نتایج می‌شود (۵، ۹ و ۱۶). قندها و کربوهیدرات‌های محلول تا حدودی تأثیر مثبت بر هضم و تخمیر بخش الیافی جیره غذایی دارد اما افزایش آنها می‌تواند اثر محدود کننده بر میکروارگانیزم‌های تجزیه کننده این بخش داشته باشد. وجود میزان قابل توجهی از مواد قندی و کربوهیدرات‌های محلول در غده سیب‌زمینی ترشی گزارش

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.8.8]

شده است (۳ و ۴) اما این که تا چه میزان از این نوع مواد در بخش هوایی این گیاه در زمان گل‌دهی کامل تجمع پیدا می‌کند هنوز گزارشی منتشر نشده است.

از نظر قابلیت هضم کربوهیدرات‌های غیر الیافی و مجموع مواد مغذی قابل هضم تفاوت‌های معنی‌داری بین خوراک‌های آزمایشی دیده نشد. با توجه به این که قابلیت هضم مواد مغذی اندازه‌گیری شده در خوراک‌های آزمایشی تغییرات چندانی را نشان نداد و از طرفی کربوهیدرات‌های غیر الیافی با استفاده از تفاوت برآورد گردید (حاصل باقی‌مانده پس از کسر سایر بخش‌های خوراک) انتظار نمی‌رفت که قابلیت هضم آن تحت تأثیر نسبت خوراک‌ها در جیره غذایی قرار بگیرد.

مجموع مواد مغذی قابل هضم تحت تأثیر نسبت دو ماده خوراکی در جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. این امر نشان دهنده آن است که هرچند از نظر قابلیت هضم بعضی از مواد مغذی بین جیره‌ها تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده شد در عین حال وقتی نتایج به دست آمده به صورت تجمعی در قالب مجموع مواد مغذی قابل هضم برآورد گردید تمام جیره‌ها از روند مشابهی برخوردار بودند که این پدیده می‌تواند ناشی از هم‌پوشانی تفاوت‌های قابلیت هضم مواد مغذی نیز باشد. مجموع مواد مغذی قابل هضم در بخش هوایی سیب‌زمینی ترشی ۶۷ اما در غده آن ۷۸ درصد در ماده خشک ذکر شده است (۲۴) که بالاتر از نتایج این پژوهش است.

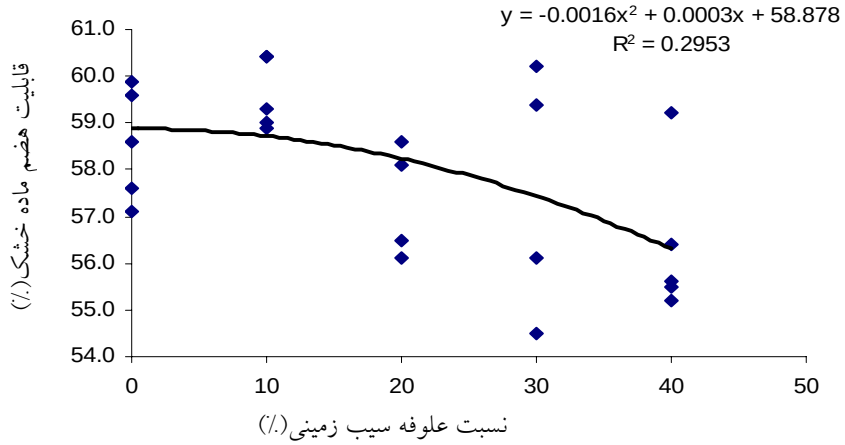
قابلیت هضم علوفه تحت تأثیر ترکیبات شیمیایی، به خصوص بخش الیافی، و توازن مواد مغذی قرار می‌گیرد. با توجه به اطلاعات جدول ۲ مشاهده می‌شود که ترکیبات شیمیایی و نیز بخش‌های الیافی در علوفه یونجه (تیمار ۱) نسبت به ارقام ارائه شده مربوط به علوفه سیب‌زمینی ترشی (نتایج ترکیبات شیمیایی در همین بخش) چندان متفاوت نبودند به نحوی که در میزان ترکیبات جیره‌های آزمایشی (جدول ۲) اثر آن مشاهده می‌شود. بنابراین عدم تفاوت معنی‌دار در قابلیت هضم ماده آلی و مجموع مواد مغذی قابل هضم جیره‌ها یک پدیده دور از انتظاری نیست. اما این که با استفاده از سطوح بالای علوفه سیب‌زمینی ترشی در جیره غذایی به جای یونجه روند قابلیت هضم چگونه خواهد بود قابل بررسی می‌باشد. در این مورد معادلات تابعیت (۲۰) در نمودارهای ۳ و ۴ ارائه شده است که تا حدودی می‌توان با استفاده از آنها روند قابلیت هضم را در علوفه سیب‌زمینی ترشی پیش‌بینی نمود. البته معادلات مزبور با استفاده از داده‌های محدود به دست آمد و با توجه به کوچک بودن ضریب تعیین در مورد قابلیت هضم ماده خشک (R^2 = ۰/۲۹۵۳)، نیاز به انجام آزمایش‌های تکمیلی و تولید داده‌های بیشتری با ضریب تعیین بالاتر خواهد بود. در عین حال بر اساس معادلات مزبور، قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی علوفه سیب‌زمینی ترشی اگر به عنوان تنها ماده خوراکی مورد مصرف قرار بگیرد، به ترتیب حدود ۵۵/۶۶ و ۵۰/۵۰ درصد برآورد می‌شود که البته در این مورد نیاز به پژوهش‌های بیشتری می‌باشد. در مورد قابلیت هضم علوفه سیب‌زمینی ترشی گزارشی منتشر نشده است به جز موارد نادری که در آن قابلیت هضم ماده خشک ۵۹/۸ درصد ذکر شده است (۲۴) که بالاتر از یافته‌های پژوهش حاضر است.

برآورد انرژی قابل متابولیسم

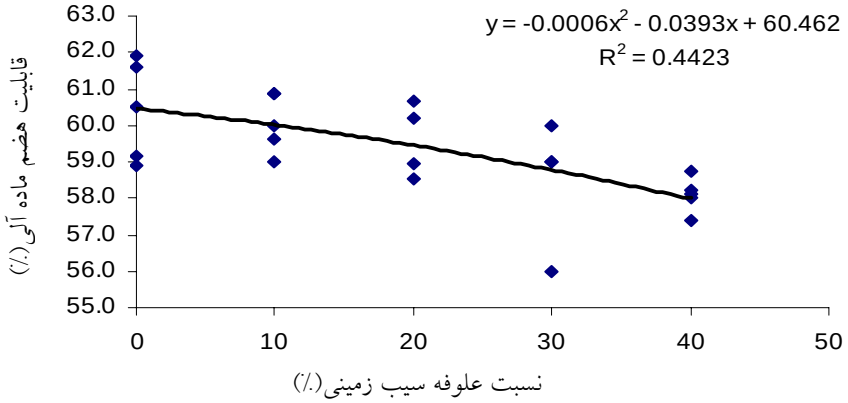
ارقام انرژی قابل متابولیسم برآورد شده با استفاده از نتایج قابلیت هضم آزمایشگاهی براساس ماده آلی قابل هضم بین ۲/۱۰ تا ۲/۰۲ مگاکالری در کیلو گرم ماده خشک بود (جدول ۳) که کمترین آن یعنی رقم ۲/۱۰ در جیره حاوی بالاترین میزان علف سیب‌زمینی مشاهده شد. همان‌طوری که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، میزان انرژی قابل متابولیسم با استفاده از نتایج به دست آمده از قابلیت هضم بر روی حیوان با دو معادله جداگانه برآورد شده است (۱ و ۱۵). در معادله‌ی که بر اساس مجموع مواد مغذی قابل هضم بود انرژی قابل متابولیسم بین ۲/۱۲ تا ۲/۳۱ اما در معادله دوم که بر اساس ماده آلی قابل هضم بود ۲/۲۱ تا ۲/۳۰ مگاکالری در کیلوگرم برآورد شد که تفاوت چندانی با هم نداشتند. در عین حال نتایج به دست آمده از برآورد انرژی قابل متابولیسم براساس قابلیت هضم برون تنی

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.8.8]



نمودار۳ . برآورد قابلیت هضم ماده خشک علوفه سیب زمینی ترشی بر اساس روش درون تنی



نمودار ۴ . برآورد قابلیت هضم ماده آلی علوفه سیب زمینی ترشی بر اساس روش درون تنی

و یا روی حیوان به هم نزدیک می‌باشند. در مورد انرژی قابل متابولیسم علوفه سیب‌زمینی تا کنون گزارشی منتشر نشده است اما داده‌های بر آورد شده فوق در دامنه ارقام گزارش شده برای علوفه یونجه در مراحل اوایل تا اواسط گل دهی قرا دارند (۱۵).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج ترکیبات شیمیایی، علف سیب‌زمینی ترشی از نظر ، کربوهیدرات‌های غیر الیافی غنی‌تر از یونجه بوده اما پروتئین خام آن پایین و مشابه با ذرت علوفه‌ای است. خاکستر خام آن از یونجه بالاتر ولی سایر ترکیبات این علوفه با یونجه قابل مقایسه است. توام نمودن یونجه خشک با نسبت‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد علوفه خشک سیب‌زمینی ترشی قابلیت هضم مشابهی را نشان داد که حاکی از ارزش غذایی قابل توجه در این علوفه می‌باشد. در عین حال با توجه به گزارش‌های بسیار محدود در مورد ارزش غذایی علوفه سیب‌زمینی ترشی، در این زمینه مطالعات بیشتری نیاز است.

سپاسگزاری

پژوهش حاضر در مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، طی سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ انجام پذیرفت. بدین وسیله لازم است از همکاری مسئولین مؤسسه مزبور و بخصوص کارکنان آزمایشگاه‌های تغذیه وفیزیولوژی دام تشکر گردد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.8.8]

منابع مورد استفاده

1. Abate, A. L. and M. Mayer. 1997. Prediction of the useful energy in tropical feeds from proximate composition and in vivo derived energetic contents 1. Metabolisable energy. Small Rumin. Res. 25(1):51-59.
2. AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 15th Ed. Assos. Off. Anal. Chem. Washington, DC.
3. Baker, L., P. J. Thomassin and J. C. Henning. 1990. The economic competitivenes of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) as an agricultural for ethanol production for transportation fuels. Canad. J. Agric. Econ. 38: 981-990.
4. Baldini, M., F. Danuso, M. Turi and G. P. Vannozzi. 2004. Evaluation of new clones of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) for inulin and sugar yield from stalks and tubers. Crops Prod. 19: 25-40.
5. Cone, J. W., A. H. Van Gelder, G. T. W. Visscher and L. Oudshorn.1996. Influence of rumen fluid and substrate concentration on fermentation kinetices measured with fully automated time related gas production apparatus. Anim. Feed Sci. Technol. 61: 113-128.
6. Cosgrove, A. R., E. A. Oelke, G. D. Doll, D. W. Davis, D. J. Undersander and E. S. Oplinger. 1991. Jerusalem artichoke, Extention Report, University of Wisconsin, Madison.W1.
7. Ensminger, M. E. and C. G. Olentine. 1980. Animal Feeds and Nutrition. The Ensminger Pub. Co., California, USA.
8. Fageria, N. K., V. C. Baligar and C. A. Jones. 1997. Growth and Mineral Nutrition of Field crops. 2nd ed., Marcel Dekker, NY.
9. Givens, D. I; E. Owen, R. F. E Axford and H. M. Omed. 2000. Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CABI Pub., Walingford, Oxon OX10 8E, UK.
10. Hindrichsen, I. H. Wettstein, A. Machmüller, K. Knudsen, J. Madsen and M. Kreuzer. 2006. Digestive and metabolic utilisation of dairy cows supplemented with concentrates characterised by different carbohydrates. Anim. Feed Sci. Technol. 126(1-2): 43-61.
11. Ly J., M. Macias, V. Figueroa and J. L. Piloto. 1994. A note on the pattern of feed intake in pigs fed on Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). J. Anim. and Feed Sci. 3(3): 201-205.
12. Marten, G. C. and R. N. Andersen. 1975. Forage nutritive value and palatability of 12 common annual weeds. Crop Sci. 15: 821-827.
13. Monti, A., M. T. Amaducci and G. Venturi. 2005. Growth response and leaf gas exchange and fructans accumulation of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as affected by different water regimes. Eur. J. Agron. 23: 136-145.
14. National Research Council. 1985. Nutrient Requirements of sheep. 6th Revised ed., National Academy Press., Washington DC.
15. National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition. National Academy Press., Washington DC.
16. Omed. H. M., R. F. E. Oxford, A. G. Chamberlin and D. I. Givens. 1989. A comparison of three laboratory techniques for the estimates of the digestibility of feedstuffs for ruminants. J. Agric. Sci. Camb. 133: 35-41.
17. Paolini, R., M. Principi, S. Del Puglia and C. Rocchi. 1998. The effect of harvest time and mechanical weed control on the yield of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). Ital. J. Agron. 2(2): 91-99.
18. Rakhimov, D. A., A. O. Arifkhodzhaev, A. O. Mezhlumyan, L. G. Yuldashev, O. M. Rozikova, U. A. Aikhodzhaeva and M. M. Vakil. 2003. Carbohydrates and proteins from Helianthus tuberosus. Chem. Nut. Comp. 39(3): 312-313.
19. Rodrigues, M. A., L. Sousa, J. E. Cabanas and M. Arrobas. 2007. Tuber yield and leaf mineral composition of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) grown under different cropping practices. Spanish J. Agric. Res. 5(4): 545-553.
20. Rymer, C. 2000. The measurement of forage digestibility *In vivo*. *In*: D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford and H.M. Omed(Eds.), In Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CAB Pub., USA.
21. SAS Institute, 2000. SAS/STAT user's guide. SAS Institute Inc, Cary
22. Seiler, G. J. 1984. Protein and mineral concentrations of selected wild sunflower species. Agron. J. 76: 289-294.
23. Seiler, G. J. 1988. Nitrogen and mineral content of selected wild and cultivated genotypes of Jerusalem artichoke. Agron. J. 80: 681-687.
24. Seiler, G. J. 1993. Forage and tuber yields and digestibility of selected wild and cultivated genotypes of Jerusalem artichoke. Agron. J. 85: 29-33.
25. Seiler, G. J. and L. G. Campbell. 2004. Genetic variability for mineral element concentrations of wild Jerusalem artichoke forage. Crop Sci. 44: 289-292.
26. Stauffer, M. D., B. B. Chubey and D. G. Dorrel. 1975. Jarusalem artichoke. Formulating the potential of a new crop. Can. Agric. 20: 34-35.
27. Tilley, Y. M. A. and R. A. A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grass Soc. 18: 104-111.
28. Van soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-04-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.48.8.8]