تعیین ارزش تغذیه‌ای ضایعات چای سبز و سیاه در تغذیه نشخوارکنندگان با استفاده از روش آزمایشگاهی تولید گاز

- **نازک شکرانی‌قشلاق:** گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
- **حمید پایا*:** گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
- **اکبر تقی‌زاده:** گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
- **حمید محمدزاده:** گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۸

چکیده

هدف از انجام تحقیق، تعیین ترکیبات شیمیایی و ترکیبات فنولی ضایعات چای سبز و سیاه و برآورد انرژی قابل متابولیسم و انرژی ویژه شیردهی با استفاده از روش آزمایشگاهی تولید گاز بود. این تحقیق در قالب طرح کامل تصادفی با سه تیمار ضایعات چای سبز، ضایعات چای سیاه و یونجه، اجرا و داده‌های حاصل با نرم‌افزار SAS (۹/۱) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقادیر پروتئین خام، خاکستر خام، عصاره اتری، دیواره سلولی نامحلول در شوینده خنثی و دیواره سلولی نامحلول در شوینده اسیدی در ضایعات چای سبز به‌ترتیب: ۱۳/۷، ۳/۷، ۲، ٤٤/٦ و ۳۱/۷ درصد ماده خشک و در ضایعات چای سیاه به‌ترتیب: ۱٤/۸، ٤/۷، ۲/٤، ۳۹/٦ و ۲۷/۱ درصد ماده خشک بود. مقدار کل ترکیبات فنولی و تانن قابل استخراج برای ضایعات چای سبز به‌ترتیب ۲۰/۳ و ۱۸/۷ درصد ماده خشک و برای ضایعات چای سیاه ۱۸/۷ و ۱۲/۷ درصد ماده خشک بود. ۹٦ ساعت پس از انکوباسیون ضایعات چای سیاه بیش‌ترین و یونجه کم‌ترین میزان گاز تولیدی را به‌خود اختصاص دادند ($p<0/05$). پتانسیل تولید گاز ضایعات چای سبز، سیاه و یونجه به‌ترتیب ۲۸٤/۲، ۲۹٤ و ۲٦۱/۹ میلی لیتر گاز به‌ازای هر گرم ماده خشک به‌دست آمد. نرخ تولید گاز ضایعات چای سبز، سیاه و یونجه به‌ترتیب ۰/۰۷٤، ۰/۰۷٤ و ۰/۰۷۲ در ساعت بود. بیش‌ترین میزان انرژی قابل متابولیسم و انرژی ویژه شیردهی مربوط به ضایعات چای سیاه (به‌ترتیب ۹/٤۵ و ۵/۷۷ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) بود. نتایج نشان داد ضایعات چای سبز و سیاه دارای ارزش تغذیه‌ای بالاتری از یونجه اواخر گلدهی بوده و بنابراین می‌توان به‌عنوان بخشی از جیره نشخوارکنندگان از آن استفاده کرد.

کلمات کلیدی: ضایعات چای سبز و سیاه، ترکیبات شیمیایی، ترکیبات فنولی، نشخوارکنندگان

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: hamid.paya@tabrizu.ac.ir

مقدمه

با افزایش جمعیت جهان، مسئله تأمین غذا به‌عنوان مهم‌ترین بحران در جهان شناخته‌شده است و نیاز بیش‌تر به منابع خوراکی، خصوصاً منابع پروتئینی، انسان را بر آن داشته تا با افزایش تولیدات کشاورزی و دامی بر این مسئله مهم فائق آید و یکی از راه‌حل‌های مهم افزایش تولید، بهبود وضعیت تغذیه‌ای و ترکیب ژنتیکی دام‌های پرورشی است. این امر نشان می‌دهد که بخش اعظم تولیدات گیاهی از طریق دام‌ها تبدیل به محصولات مفید می‌شود. در این بین نشخوارکنندگان به‌دلیل این‌که در مصرف مواد اولیه در رقابت با انسان نبوده و قادر به مصرف مواد خشبی و علوفه‌ای کم کیفیت و ضایعات کشاورزی هستند از مهم‌ترین مبدل‌های مواد خوراکی به مواد غذایی قابل‌مصرف برای انسان می‌باشند. یکی از عمده ضایعات کشاورزی موجود، ضایعات گیاه چای می‌باشد. در حال حاضر حدود ۲۶ هزار هکتار مزرعه چای در استان‌های شمالی کشور زیر کشت چای قرار دارند. گزارش شده است که هرساله، مقادیر زیادی ضایعات چای از کارخانه‌های فعال در تولید چای خشک تولید شده که اغلب غیر قابل استفاده باقی‌مانده (عنوان می‌شود ۱۰ درصد از کل چای تولیدی به‌صورت ضایعات چای دور ریز می‌شود) و یا دور ریخته می‌شوند و تنها مقدار کمی در صنعت پرورش قارچ، تهیه کمپوست و تصفیه فاضلاب‌های صنعتی استفاده می‌شود (پارسا و همکاران، ۱۳۸۸). این در حالی است که ضایعات چای دارای ترکیبات شیمیایی با ارزشی هم‌چون کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها، مواد پلی‌فنلی، رنگ‌دانه‌ها هستند. در حین عمل‌آوری چای در کارخانه‌ها رگبرگ‌ها و ساقه‌های چوبی شده به‌همراه ذراتی از برگ به‌عنوان ضایعات چای تولید می‌شود که این ضایعات برگ چای یکی از محصولات فرعی صنایع کشاورزی است که می‌توان از آن به‌عنوان یک ماده خشبی یا پروتئینی در تغذیه دام استفاده نمود (توفیقی و همکاران، ۱۳۸۲). در برخی موارد کیفیت پائین علوفه برخی مراتع و سایر اقلام خوراکی، به‌خصوص در مواقع خشکسالی، تأثیر منفی بر رشد دام‌ها دارند و دام‌ها به‌علت فقر غذایی، لاغر و ضعیف بوده و مستعد ابتلا به بیماری‌های گوناگون و در نتیجه افزایش تلفات هستند (صحرایی و همکاران، ۱۳۹۷) که می‌توان در چنین موارد از تغذیه ضایعات کشاورزی هم‌چون ضایعات چای بهره جست. Kondo و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی تاثیر افزودن ضایعات چای سبز در جیره گاوهای شیری گزارش کردند عملکرد دام‌ها ازجمله ماده خشک مصرفی، تولید و ترکیبات شیر و بازده تولید شیر تحت تأثیر افزودن ضایعات چای سبز قرار نگرفت. هم‌چنین این محققین با بررسی اکوسیستم شکمبه گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی ضایعات چای سبز گزارش کردند pH، ترکیب اسیدهای چرب فرار شکمبه و نیتروژن اوره‌ای خون تحت تأثیر افزودن ضایعات چای سبز قرار نگرفت ولی میزان نیتروژن آمونیاکی شکمبه و کلسترول پلاسما در تیمار کاهش یافت. ناصحی و همکاران (۱۳۹۶) با بررسی سطوح مختلف چای سبز برافزایش وزن، قابلیت هضم مواد مغذی و ابقای نیتروژن در بره‌های پرواری گزارش کردند که استفاده از ضایعات چای در سطح ۲ درصد ماده خشک جیره بره‌های پرواری به‌واسطه افزایش قابلیت هضم مواد مغذی به‌ویژه قابلیت هضم پروتئین خام، بهبود تعادل نیتروژن و بهبود تخمیر شکمبه‌ای موجب افزایش وزن و بهبود ضریب تبدیل غذایی می‌شود. Ramdani و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند ضایعات چای از نظر ترکیبات فنولی هم‌چون تانن بسیار غنی هستند. در نشخوارکنندگان تانن‌ها ممکن است میزان پروتئین عبوری از شکمبه و نیتروژن غیرآمونیاکی را افزایش داده و موجب افزایش جذب آن‌ها در روده کوچک گردند. این محققین همچنین گزارش کردند تانن‌ها دارای توانایی کاهش تولید گاز متان در شکمبه نیز می‌باشند (Ramdani و همکاران، ۲۰۱۳) و این کاهش دفع متان می‌تواند به‌واسطه دفع ترکیبات پرانرژی از بدن، موجب بهبود بازدهی خوراک گردد (پایا و تقی‌زاده، ۱۳۹۷). با توجه به مطالب ذکر شده و اهمیت اقتصادی استفاده از ضایعات کشاورزی ازجمله ضایعات چای سیاه و سبز در جیره خوراکی دام‌های نشخوارکننده، تحقیق حاضر به‌منظور بررسی ترکیبات شیمیایی و ارزش ضایعات چای سبز و سیاه در نشخوارکنندگان با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی انجام شد.

مواد و روش‌ها

تهیه ضایعات چای سبز و سیاه و تعیین ترکیبات شیمیایی: ضایعات چای از کارخانجات تولید چای شهرستان لاهیجان واقع در استان گیلان تهیه شد. آنالیز تقریبی نمونه‌ها شامل میزان ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر خام براساس روش‌های توصیه شده AOAC (۲۰۰۵) صورت گرفت. هم‌چنین مقادیر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی براساس روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) تعیین گردید. در این آزمایش جهت مقایسه ارزش غذایی و ترکیبات شیمایی این دو محصول (ضایعات چای سبز و سیاه) با سایر خوراک‌های معمول، از یونجه خشک استفاده شد. یونجه چین سوم از محل انبار علوفه گاوداری شیری واقع در بخش مرکزی شهرستان تبریز تهیه گردید.

تعیین میزان ترکیبات فنولی: به‌منظور تعیین ترکیبات فنولی و کل تانن از روش Makkar (۲۰۰۰) و با استفاده از معرف فولین شیکالتو(Folin ciocalteu)استفاده شد. به‌منظور اندازه‌گیری

میزان انواع ترکیبات فنولی و تانن کل ابتدا ضایعات چای با غربال ۱ میلی‌متر آسیب شد و جهت استخراج ترکیبات فنولی و تانن از استون ۷۰ درصد در داخل حمام اولتراسوند به‌مدت ۳۰ دقیقه و قدرت ۳۵ کیلوهرتز استفاده شد. در ادامه با استفاده پلی وینیل پیرولیدون جهت اندازه‌گیری کل ترکیبات تاننی استفاده شد. معرف فولین شیکالتو (۲ نرمال) با حجم مساوی آب مقطر رقیق و به یک بطری قهوه‌ای منتقل و در دمای ۴ درجـه سلیسیوس در یخچال نگه‌داری شد تا به رنگ طلایی درآید، چنان‌چه محلول مذکور به رنگ سبز زیتونی بود از آن استفاده نمی‌شد. ۴۰ گرم کربنات سدیم در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل و با آب مقطر حجم آن به ۲۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. برای تهیه محلول استاندارد از اسیدتانیک استفاده شد به‌گونه‌ای که اسید تانیک (۰/۱ میلی‌گرم در میلی لیتر) ۲۵ میلی‌گرم اسیدتانیک در ۲ میلی‌لیتر آب مقطر حل و سپس به نسبت ۱۰:۱ در آب مقطر رقیق گردید (لازم به ذکر است در طول آزمایش همیشه از محلول تازه استفاده شد). در نهایت نمونه‌های حاصل با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۷۲۵ نانومتر قرائت و اعداد جذب مربوطه ثبت گردید. میانگین داده‌ها به‌دست آمده، محاسبه و با استفاده از معادله رگرسیونی به‌دست آمده از میزان جذب استانداردها میزان کل مواد فنولی و کل ترکیبات تاننی ضایعات چای سبز و سیاه محاسبه شد.

تکنیک تولید گاز: جهت اندازه گیری مقدار گاز تولیدی از روش Fedorak و Herudey (۱۹۸۳) استفاده شد. در این روش جابجایی مایع در داخل لوله‌های آزمایش مدرج که توسط فشار گاز تولیدی در شیشه‌های حاوی مایع شکمبه و نمونه خوراک صورت می‌گیرد، معرف میزان تولید گاز درنظر گرفته می‌شود. مایع شکمبه از دو راس قوچ نر بالغ یک‌ساله نژاد قزل فیستوله‌گذاری شده با میانگین وزن ۱±۵۰ کیلوگرم که هر کدام به‌صورت مجزا در باکس‌های انفرادی نگه‌داری می‌شدند، تهیه شد. برای انجام این آزمایش مقدار ۳۰۰ میلی گرم از هر ماده خوراکی که از قبل با آسیابی دارای منافذی به قطر ۲ میلی‌متر، آسیاب شده بود را به دقت توزین و درون ویال‌های شیشه‌ای استریل ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. برای هر نمونه ۵ تکرار درنظر گرفته شد. مایع شکمبه دو ساعت بعد از وعده خوراک صبحگاهی از دو رأس گوسفند دارای فیستوله که به‌مدت دو هفته با جیره حاوی کنسانتره و یونجه تغذیه شده بودند، تهیه گردید. مایع شکمبه به‌دست آمده پس از صاف شدن با توری چهار لایه در داخل فلاسک حاوی CO_2 و درجه حرارت ۳۹ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل شد. مقدار۲۰ میلی‌لیتر از مخلوط مایع شکمبه و بافر McDougall (۱۹۴۸) به نسبت یک به دو (یک قسمت مایع شکمبه و دو قسمت بافر) از ارلنی که بر روی هیتر ۳۹ درجه سانتی‌گراد بوده و تحت جریان مداوم گاز CO_2 قرار داشت، برداشته و داخل ویال‌های شیشه‌ای ریخته شد. ویال‌های شیشه‌ای جهت جلوگیری از شوک دمایی قبلاً به دمای مورد نظر رسانده شده بودند. پس از بی‌هوازی نمودن ویال‌های شیشه‌ای حاوی تیمار آزمایشی توسط گاز CO_2، درپوش پلاستیکی و سیلک آلومینیومی به‌صورتی محکم و غیرقابل نفوذ توسط هوا پرچ شد. جهت تصحیح گاز تولیدی با منشاء مایع شکمبه تعداد پنج عدد شیشه بدون ماده خوراکی و فقط حاوی مایع شکمبه و بافر درنظر گرفته شد. تمامی ویال‌های آماده شده، به‌داخل دستگاه انکوباتور شیکر با ۱۲۰ دور در دقیقه و دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد انتقال داده شد. ثبت میزان گاز تولیدی در ساعت‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ بعد از انکوباسیون انجام شد.

تخمین پارامترهای تولید گاز: به‌منظور تعیین فراسنجه‌های تولید گاز از معادله Orskov و McDonald (۱۹۷۹) استفاده شد. بدین‌جهت از معادله $P = A\ (1 - e^{-ct})$ برای تطبیق داده‌های حاصل از تولید گاز استفاده شد که در این معادله P: تولید گاز در زمان t، A: پتانسیل تولید گاز، c: نرخ تولید گاز، t: زمان تخمیر و e: عدد ثابت نپرین (۲/۷۱۸) است.

پارامترهای تخمینی: انرژی قابل متابولیسم، انرژی ویژه شیردهی و در صد ماده آلی قابل هضم نمونه‌ها با استفاده از معادلات ارائه شده توسط Menke و همکاران (۱۹۷۹) و Menke و Steingass (۱۹۸۸) محاسبه گردید. میزان اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFA) براساس رابطه Getachew و همکاران (۲۰۰۲) محاسبه گردید:

$$ME\ (MJ/Kg\ DM) = ۲/۲ + (۰/۱۳۶ \times GP) + (۰/۰۵۷ \times CP) + (۰/۰۰۲۸۵۹ \times CF^2)$$

$$NE_L\ (MJ/Kg\ DM) = (۰/۱۰۱ \times GP) + (۰/۰۵۱ \times CP) + (۰/۱۱ \times CF)$$

$$OMD\ (\%DM) = ۱۴/۸۸ + (۰/۸۸۹۳ \times GP) + (۰/۴۴۸ \times CP) + (۰/۶۵۱ \times ash)$$

$$SCFA\ (m\ mol/۲۰۰\ mg\ DM) = (۰/۰۲۲۲ \times GP) - ۰/۰۰۴۲۵$$

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های به‌دست آمده از این آزمایش توسط نرم افزار SAS نسخه (۹/۱) با رویه ANOVA در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار یونجه، ضایعات چای سبز و ضایعات چای سیاه در پنج تکرار برای آزمون تولید گاز و ۳ تکرار برای تعیین ناپدیدشدن ماده خشک و پروتئین خام مورد بررسی قرار گرفت. مدل آماری مورد استفاده $Y_{ij}=\mu+T_i+e_{ij}$ بودکه در این رابطه Y_{ij} حجم گاز تولیدی (میلی‌لیتر در یک گرم ماده خشک)، μ میانگین کل، T_i اثر تیمار i و e_{ij} خطای آزمایش می‌باشد.

نتایج

ترکیبات شیمیایی ضایعات چای سبز و سیاه: ترکیبات شیمیایی ضایعات چای سبز و سیاه در جدول ۱ گزارش شده است.

براساس نتایج به‌دست آمده میزان پروتئین خام و چربی خام ضایعات چای سبز و سیاه تفاوت معنی‌داری با همدیگر نداشت. میزان خاکستر خام ضایعات چای سیاه بیش‌تر از خاکستر ضایعات چای سبز بود و در مقابل مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، کل ترکیبات فنولی و تانن قابل استخراج ضایعات چای سبز بیش‌تر بود.

جدول ۱: ترکیبات شیمیایی و ترکیبات فنولی ضایعات چای سبز و سیاه (۳ تکرار)

	ضایعات چای سبز	ضایعات چای سیاه	SEM	P value
پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۱۳/۷	۱۴/۸	۰/۷۹	۰/۳۹۸۱
چربی خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۲/۰	۲/۴	۰/۱۶	۰/۱۸۴۶
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۴۴/۶^{a}	۳۹/۶^{b}	۰/۳۹	۰/۰۰۰۹
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۳۱/۷^{a}	۲۷/۱^{b}	۰/۲۳	۰/۰۰۰۲
خاکستر خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۳/۷^{b}	۴/۷^{a}	۰/۱۲	۰/۰۰۳۷
کل ترکیبات فنولی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۲۰/۳^{a}	۱۸/۷^{b}	۰/۰۳	<۰/۰۰۰۱
تاتن قابل استخراج (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	۱۴/۸^{a}	۱۲/۷^{b}	۰/۳۶	۰/۰۱۶

وجود حروف غیرمشابه در ردیف‌ها نشانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین خوراک‌های مورد آزمایش است.

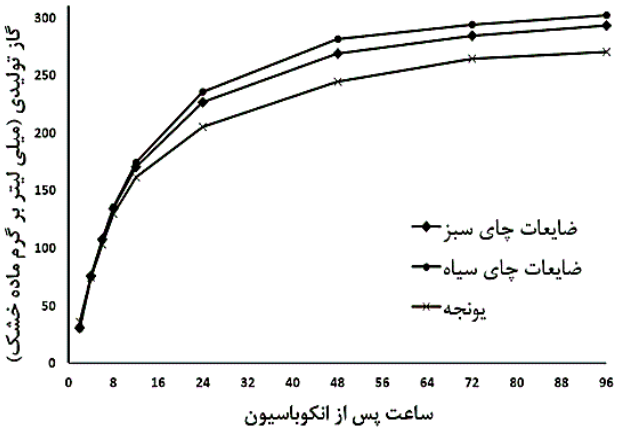
تولید گاز: داده‌های مربوط به تولید گاز حاصل از تخمیر ضایعات برگ چای سبز و سیاه و علوفه یونجه در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون و ضرایب تولید گاز مواد خوراکی مورد آزمایش در جدول ۲ و منحنی تولید گاز مواد خوراکی مورد آزمایش در شکل ۱ گزارش شده است. آن‌گونه که از نتایج مشخص است غیر از ۴ ساعت پس از انکوباسیون، در تمامی ساعات پس از انکوباسیون تفاوت معنی‌داری بین تولید گاز حاصل از تخمیر مواد خوراکی مود آزمایش مشاهده می‌شود. به گونه‌ای که در اغلب موارد گاز تولیدی توسط ضایعات چای سبز و سیاه بیش‌تر از گاز تولیدی توسط یونجه بوده است. در ساعات پایانی نیز میزان گاز حاصل از تخمیر ضایعات چای سیاه بیش‌تر از چای سبز می‌باشد. با بررسی ضرایب تولید گاز (جدول ۲) مشاهده می‌شود که پتانسیل تولید گاز برای تمامی خوراک‌های مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری دارد (p<۰/۰۵) ولی برای نرخ تولید گاز تفاوتی مشاهده نشد.

جدول ۲: میزان تولید گاز حاصل از تخمیر ضایعات چای سبز و سیاه و علوفه یونجه در زمان‌های مختلف انکوباسیون (میلی‌لیتر بر گرم ماده خشک)

زمان انکوباسیون (ساعت)	ضایعات چای سبز	ضایعات چای سیاه	یونجه	SEM	P-value
۲	۳۰/۶^{b}	۲۹/۹^{b}	۳۵/۵^{a}	۰/۸۸	۰/۰۰۱
۴	۷۵/۵	۷۳/۸	۷۴/۱	۱/۰۷	۰/۵۱
۶	۱۰۷/۴^{a}	۱۰۷/۰^{a}	۱۰۳/۱^{b}	۱/۱۵	۰/۰۴
۸	۱۳۴/۱^{ab}	۱۳۵/۲^{a}	۱۲۹/۹^{b}	۱/۳۸	۰/۰۴
۱۲	۱۷۰/۵^{a}	۱۷۳/۷^{a}	۱۶۱/۶^{b}	۱/۸۶	۰/۰۰۱
۲۴	۲۲۶/۳^{a}	۲۳۵/۲^{a}	۲۰۵/۲^{b}	۳/۲۶	<۰/۰۰۰۱
۴۸	۲۶۸/۵^{b}	۲۸۱/۱^{a}	۲۴۴/۶^{c}	۲/۲۴	<۰/۰۰۰۱
۷۲	۲۸۴/۵^{b}	۲۹۳/۹^{a}	۲۶۴/۴^{c}	۲/۷۲	<۰/۰۰۰۱
۹۶	۲۹۳/۱^{b}	۳۰۲/۰^{a}	۲۷۰/۴^{c}	۲/۰۸	<۰/۰۰۰۱
A	۲۸۴/۲^{b}	۲۹۴/۳^{a}	۲۶۱/۹^{c}	۲/۲۱	<۰/۰۰۰۱
c	۰/۰۷۴	۰/۰۷۴	۰/۰۷۲	۰/۰۰۱	۰/۸۰

حروف غیرمشترک در هر ردیف نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد، P-value : سطح معنی‌داری SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

منحنی‌های تولید گاز (شکل ۱) نشان می‌دهد روند تولید گاز در تمامی خوراک‌های مورد آزمایش در ساعات ابتدایی انکوباسیون تا ۹۶ ساعت سیر صعودی داشتند. در ساعات اولیه به‌دلیل اتصال میکروبی مرحله بطئی تولید گاز بوده ولی با گذشت زمان انکوباسیون به‌صورت نمایی درآمده که نشانگر مرحله تخمیر می‌باشد و از ۷۲ ساعت به بعد نمودارها حالت سکون داشته که مرحله ایستا می‌باشد که سرعت تولید گاز کاهش یافته و سرانجام به صفر می‌رسد.



شکل ۱: نمودار گاز حاصل از تخمیر مواد خوراکی مورد آزمایش

انرژی قابل متابولیسم، انرژی ویژه شیردهی، ماده آلی قابل هضم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر تخمینی: پارامترهای تخمینی مربوط به تولید گاز شامل انرژی قابل متابولیسم (ME)، انرژی ویژه شیردهی (NE_L)، ماده آلی قابل هضم (DOM) و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFA)، در جدول ۳ آورده شده است. بیش‌ترین ماده آلی قابل هضم (براساس درصد از ماده خشک) مربوط به ضایعات چای سبز بوده ($p<۰/۰۵$) و با وجود اختلاف در مقدار عددی این پارامتر بین ضایعات چای سبز و یونجه، از نظر آماری اختلافی مشاهده نگردید. برای انرژی قابل متابولیسم و انرژی ویژه شیردهی اختلاف معنی‌داری بین تمامی‌خوراک‌های مورد آزمایش دیده شد و بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار انرژی قابل متابولیسم و انرژی ویژه شیردهی را به‌ترتیب ضایعات چای سیاه و یونجه داشت. براساس نتایج اسیدهای چرب کوتاه زنجیر حاصل از ضایعات چای سیاه و سبز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ولی نسبت به یونجه ارزش بالایی را داشتند ($p<۰/۰۵$).

جدول ۳: ماده آلی قابل هضم، انرژی قابل متابولیسم، انرژی ویژه شیردهی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر تخمینی توسط روش تولید گاز

خوراک	ضایعات چای سبز	ضایعات چای سیاه	یونجه	SEM	P-value
OMD	۶۳/۷^{b}	۶۶/۴^{a}	۶۲/۸^{b}	۰/۵۷۹	۰/۰۰۲۳
ME	۹/۱۵^{a}	۹/۴۵^{a}	۸/۵۱^{c}	۰/۰۸۸	<۰/۰۰۰۱
NE_l	۵/۴۹^{b}	۵/۷۷^{a}	۵/۰۲^{c}	۰/۰۶۵	<۰/۰۰۰۱
SCFA	۱/۰۰۰^{a}	۱/۰۴۰^{a}	۰/۹۰۶^{b}	۰/۰۱۴	<۰/۰۰۰۱

ME انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلو گرم ماده خشک)، NEL انرژی ویژه شیردهی (مگاژول در کیلو گرم ماده خشک)، OMD ماده آلی قابل هضم (درصد ماده خشک)، SCFA اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، GP میزان تولید گاز در ساعت ۲۴ بعد از انکوباسیون (میلی‌لیتر در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) در هر ستون حروف غیرمشابه تفاوت معنی‌دار در بین تیمارهای مورد مطالعه را نشان می‌دهد ($p\leq۰/۰۵$).

بحث

آن‌گونه که از نتایج نیز مشخص است تفاوت معنی‌داری بین ترکیبات شیمیایی ضایعات چای سیاه و سبز مشاهده شد. ناصحی و همکاران (۱۳۹۶) ترکیبات شیمیایی ضایعات چای سبز را بررسی و پروتئین خام، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و کل ترکیبات فنلی به‌ترتیب ۱۶/۳۱، ۱/۰۰، ۴۲/۱۵، ۳۲/۹۵ و ۱۶/۲۶ (درصد ماده خشک جیره) گزارش کردند. Ramdani و همکاران (۲۰۱۳) میزان ترکیبات شیمیایی چای سبز را برای پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، کل ترکیبات فنلی، کل تانن و تانن متراکم که به ترتیب ۲۴/۰، ۲/۰، ۶/۱۸، ۲۵/۴، ۲۱/۱، ۲۳/۱، ۲۰/۴ و ۱۷/۶ (درصد ماده خشک جیره) و برای چای سیاه را به‌ترتیب ۲۴/۲، ۱/۲، ۶/۱۴، ۳۲/۳، ۳۰/۹، ۱۵/۱، ۱۳/۳ و ۱۰/۱ (درصد ماده خشک جیره) گزارش کردند. Yamamoto و همکاران (۱۹۹۷) میزان پروتئین خام ضایعات برگ چای سبز و سیاه را به‌ترتیب ۳۰/۷ و ۱۸/۲ درصد از ماده گزارش کردند. Ramdani و همکاران (۲۰۱۳) میزان کل ترکیبات فنولی چای سبز را ۲۳/۱ درصد ماده خشک گزارش کردند. در تحقیقی دیگر Anesini و همکاران (۲۰۰۸) میزان کل ترکیبات فنولی چای سبز را در محدوده ۱۴/۳ الی ۲۱ درصد ماده خشک گزارش کردند. از مقایسه نتایج حاصل با تحقیقات دیگر تفاوت‌هایی مشاهده می‌شود که در کل این اختلافات می‌تواند به‌دلیل ماهیت ضایعات کشاورزی ازجمله تفاوت در زمان برداشت و گونه محصول اصلی کشاورزی، وجود ناخالصی‌ها، شرایط محیطی نگه‌داری، میزان جداسازی دستگاه و غیره در ضایعات کشاورزی باشد. هم‌چنین با توجه به نتایج آزمایش حاضر با سایر تحقیقات، میزان ماده آلی متفاوت بود که می‌تواند مقدار سایر ترکیبات مغذی را تحت تأثیر قرار دهد. تفاوت معنی‌دار کل ترکیبات فنولی و کل تانن ضایعات چای سبز و سیاه و پایین بودن میزان آن‌ها در ضایعات چای سیاه می‌تواند به‌دلیل کاهش میزان این ترکیبات به‌واسطه تجزیه شدن آن‌ها در

زمان تخمیر اکسیداتیو تهیه چای سیاه باشد که چنین موردی توسط Ramdani و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش شده است. با بررسی منابع صورت گرفته متأسفانه بررسی‌های خیلی کمی درخصوص تعیین ارزش غذایی ضایعات چای با روش‌های آزمایشگاهی به‌ویژه روش تولید گاز انجام شده است. Nasehi و همکاران (۲۰۱۷) ارزش غذایی ضایعات چای سبز و سیاه را در تغذیه نشخوارکنندگان با روش تولید گاز مورد بررسی قراردادند و میزان تولید گاز ضایعات چای سبز و ضایعات چای سیاه بعد از ۹۶ ساعت انکوباسیون را به‌ترتیب ۳۹/۷۶ و ۳۹/۰۷ (میلی‌لیتر به‌ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک) گزارش کردند که با تبدیل اعداد به گرم ماده خشک اعداد ۱۹۸/۸ و ۱۹۵/۳۵ به‌ترتیب برای ضایعات چای سبز و ضایعات چای سیاه برای ۹۶ پس از انکوباسیون به‌دست می‌آید. در تحقیق حاضر بعد از ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون میزان تولید گاز ضایعات چای سبز ۲۶۳/۱۶ میلی‌گرم بر ماده خشک و میزان تولید گاز ضایعات چای سیاه ۳۰۲/۰۹ میلی‌گرم بر ماده خشک بود که تفاوت‌هایی با نتایج Nasehi و همکاران (۲۰۱۷) مشاهده می‌شود. آن گونه از ماهیت آزمایش تولید گاز مشخص است، میزان تولید گاز همواره به ترکیب مواد مغذی در خوراک مورد آزمایش وابسته است که می‌تواند میزان تولید گاز را تغییر دهد. پس با توجه به این مسئله و ماهیت خوراک که همان ضایعات کشاورزی بودن آن‌ها عوامل متعددی بر ترکیب شیمیایی آن‌ها مؤثر است که می‌تواند میزان تولید گاز را تحت تأثیر قرار دهد. بر اساس نتایج تحقیق حاضر گاز حاصل از تخمیر یونجه پس از ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعت انکوباسیون به‌ترتیب ۲۰۵/۲، ۲۴۴/۶ و ۲۷۰/۴ میلی‌لیتر به‌ازای گرم ماده خشک تخمیر شده بود. Paya و همکاران (۲۰۰۷) میزان گاز تولیدی را برای یونجه ۲۱۸، ۲۵۲، ۲۶۰ میلی‌لیتر به ازای هر گرم ماده خشک به‌ترتیب برای ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعت گزارش کرده بودند. ازجمله عوامل تاثیرگذار در نتایج تولید گاز می‌توان به زمان برداشت، مقدار کربوهیدرات‌های محلول و غیرمحلول در آب، مقدار و منشاء مایع شکمبه، گونه دهنده مایع شکمبه، جیره غذایی دام دهنده مایع شکمبه و زمان جمع‌آوری مایع شکمبه را نام برد (تقی‌زاده و همکارن، ۱۳۹۱) که تفاوت موجود در نتایج گزارش شده توسط محققین مختلف را از این موارد می‌توان عنوان نمود.

توفیقی و همکاران (۱۳۸۲) با بررسی ارزش غذایی ضایعات برگ چای در تغذیه دام بیان کردند که مقدار گاز تولیدی در زمان ۱۲ ساعت پس از تخمیر در جیره‌های حاوی ضایعات چای کاهش یافته است، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. توفیقی و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند که از ضایعات چای می‌توان به‌عنوان یک خوراک خشبی با درصد پروتئین مطلوب و با قابلیت تجزیه پذیری بالا به‌میزان حداکثر تا ۱۰ درصد ماده خشک جیره به‌صورت مخلوط با جیره غذایی گوسفند استفاده نمود.

دلیل تفاوت در مقدار گاز تولیدی ضایعات چای سبز و سیاه می‌تواند به‌دلیل تفاوت در مقدار ترکیبات فنولی آن‌ها باشد. به گونه‌ای که رزم‌آذر و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی تأثیر ترکیبات فنولی بر تولید گاز، گزارش کردند که این ترکیبات با تغییر در جمعیت میکروارگانیسمی شکمبه ازجمله جمعیت پروتوزوآیی میزان تولید گاز را کاهش می‌دهد. این محققین با بررسی تأثیر سه رقم مختلف پوست انار (ترش جنگلی گرگان، ملس بهشهر و شیرین کلباد) که حاوی مقدار بالای ترکیبات فنلی و تانن هستند گزارش کردند این ترکیبات باعث کاهش تولید گاز و تغییر کینتیک تولید گاز به‌دلیل دارا بودن فعالیت بازدارنده این ترکیبات علیه تعدادی از میکروارگانیسم‌های دخیل در تولید گاز متان و هم‌چنین پروتوزوآها شد. Animut و همکاران (۲۰۰۸) با افزودن تانن در سطوح مختلف ۵۰، ۱۰۱ و ۱۵۱ گرم بر کیلوگرم ماده خشک جیره‌های غذایی بزها، گزارش کردند افزایش غلظت تانن موجب کاهش تعداد تک یاخته‌ها در شکمبه می‌شود.

Bodas و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی تأثیر منابع مختلف حاوی تانن بر تجزیه‌پذیری مواد خوراکی گزارش کردند تانن باعث کاهش تجزیه‌پذیری فیبر در شکمبه شده و در کل موجب کاهش تجزیه‌پذیری ماده خشک در شکمبه می‌شود و دلیل این امر را تغییر در جمعیت میکروارگانیسمی شکمبه عنوان کرده‌اند. Frutos و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند تانن‌ها به‌طور عمده بر روی تجزیه‌پذیری پروتئین‌ها مؤثر بوده ، اما بر تجزیه‌پذیری کربوهیدرات‌ها ازجمله همی‌سلولز، سلولز، نشاسته و پکتین‌ها نیز تأثیر کم‌تری دارند. با توجه به مطالب ذکر شده، تانن موجود در ضایعات چای سبز و سیاه موجب کاهش تجزیه‌پذیری و در نهایت سبب کاهش تولید گاز شود و در ضایعات چای سبز به‌دلیل میزان بالای ترکیبات فنولی گاز کم‌تری نسبت به ضایعات چای سیاه تولید شده است.

با توجه به این موضوع که اندازه‌گیری این پارامترها به‌صورت تخمینی از مقدار ترکیبات شیمیایی مواد خوراکی و مقدار گاز تولیدی آن‌ها پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون است، تفاوت در مقدار این پارامترها در بین خوراک‌ها قابل توجیح است. براساس گزارش NRC گاوهای شیری (۲۰۰۱) به‌طور متوسط NDF در مقایسه با کربوهیدرات‌های غیرالیافی کم‌تر قابل هضم است، بنابراین غلظت NDF در خوراک‌ها یا جیره‌های غذایی به‌طور منفی با غلظت انرژی همبستگی دارد. ترکیب شیمیایی NDF (نسبت‌های سلولز، همی‌سلولز و لیگنین) قابلیت هضم بخش NDF را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین خوراک‌ها و جیره‌هایی غذایی با غلظت

NDF مشابه، ضرورتاً غلظت‌های NE_L مشابه نداشته‌و بعضی خوراک‌ها یا جیره‌های غذایی با NDF بالا ممکن است در مقایسه با خوراک‌ها یا جیره غذایی دیگر با غلظت‌های پایین‌تر NDF، NE_L بیش‌تر داشته باشد.

با توجه به ارزیابی صورت گرفته در مورد ترکیبات مواد مغذی، مقادیر انرژی قابل متابولیسم، انرژی ویژه شیردهی، میزان ماده آلی قابل هضم ضایعات چای سبز و سیاه، می‌توان گفت این فرآورده فرعی کشاورزی دارای ارزش غذایی بالاتری نسبت به یونجه اواخر گل‌دهی بوده و با توجه به حجم بالای تولید آن در کشور و با قیمت پایین‌تر از یونجه در جیره نشخوارکنندگان قابل استفاده است. موردی که در تغذیه ضایعات چای سیاه و سبز در تغذیه دام باید مدنظر قرار گیرد میزان تانن و ترکیبات فنولی بالای آن می‌باشد که در زمان جایگزینی آن در جیره حتماً باید مدنظر قرار گیرد (افزودن ترکیباتی هم‌چون پروپیلن گلیکول).

منابع

۱. **پارسا، ف.؛ محبیان، ص.؛ آزادی، ر. و شکرگزار، د.، ۱۳۸۸.** بررسی و اندازه‌گیری مواد مهم تشکیل‌دهنده ضایعات کارخانه‌های چای، ششمین کنگره علوم باغبانی ایران، رشت، دانشگاه گیلان.

۲. **پایا، ح. و تقی‌زاده، ا.، ۱۳۹۷.** تأثیر لازالوسید بر اکوسیستم و پارامترهای شکمبه‌ای گوسفند قزل. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری. جلد ۱۰، شماره ۳، صفحات ۵۳ تا ۵۸.

۳. **تقی‌زاده، ا.؛ جانمحمدی، ح. و بشارتی، م.، ۱۳۹۱.** تعیین خصوصیات تجزیه پذیری و تخمیری برخی مواد غذایی با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی و آزمایشگاهی. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران. جلد ۲۲، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۶.

۴. **توفیقی، ح.؛ افضل‌زاده، ا. و فضائلی، ح.، ۱۳۸۲.** بررسی ارزش غذایی ضایعات برگ چای در تغذیه دام. مجله کشاورزی. جلد ۵، شماره ۱، صفحات ۲۱ تا ۲۹.

۵. **رزم‌آذر، و.؛ تربتی‌نژاد، ن.م.؛ سیف‌دواتی، ج. و زره‌داران، س.، ۱۳۹۵.** تأثیر ارقام مختلف پوست انار بر قابلیت هضم ماده خشک، جمعیت پروتوزوآ و تولید گاز متان به‌روش آزمایشگاهی. نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان. جلد ۴، شماره ۲، صفحات ۱۱۱ تا ۱۳۲.

۶. **ناصحی، م.؛ تربتی‌نژاد، ن.م.؛ رضایی، م. و قورچی، ت.، ۱۳۹۶.** اثر سطوح مختلف چای سبز برافزایش وزن، قابلیت هضم مواد مغذی و ابقای نیتروژن در بره‌های پرواری. نشریه پژوهش‌های علوم دامی (پژوهش و سازندگی). شماره ۱۲۰، صفحات ۷۱ تا ۸۸.

۷. **صحرایی، م.؛ اسدزاده، ن. و ابرغانی، ا.، ۱۳۹۷.** تاثیر روش‌های مختلف تغذیه کمکی بر عملکرد بره‌های مغانی در زیستگاه بومی آن. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری. جلد ۱۰، شماره ۳، صفحات ۴۷ تا ۵۲.

۸. **Anesini, C.; Ferraro, G.E. and Filip, R., 2008.** Total polyphenol content and antioxidant capacity of commercially available tea (*Camellia sinensis*) in Argentina. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 26, pp: 9225-9229.

۹. **Animut, G.; Puchala, R.; Goetsch, A.L.; Patra, A.K.; Sahlu, T.; Varel, V.H. and Wells, J., 2008.** Methane emission by goats consuming diets with different levels of condensed tannins from lespedeza. Journal of Animal Feed Science and Technology. Vol. 144, pp: 212-227.

۱۰. **AOAC. 2005.** Official Methods of Analysis of AOAC international. AOAC international. Maryland. USA.

۱۱. **Bodas, R.; Prieto, N.; García-González, R.; Andrés, S.; Giráldez, F.J. and López, S., 2012.** Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. Journal of Animal Feed Science and Technology. Vol. 176, pp: 78-93.

۱۲. **Fedorak, P.M. and Hrudey. S.E., 1983.** A Simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultuvesin serum bottles. Environmental Technology Letters. Vol. 4, pp: 425-435.

۱۳. **Frutos, P.; Hervas, G.; Giraldez, F.J. and Mantecon, A.R., 2004.** Review. Tannins and ruminant nutrition. Spanish Jornal of Agricaltural Reserch. Vol. 2, pp: 191-202.

۱۴. **Getachew, G.; Makkar, H.P.S. and Becker, K., 2002.** Tropical browses: contents of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production. The Journal of Agricultural Science. Vol. 139, pp: 341-352.

۱۵. **Kondo, M.; Nakano, M.; Kaneko, A.; Agata, H.; Kita, K. and Yokota, H., 2004.** Ensiled green tea waste as partial replacement for soybean meal and alfalfa hay in lactating cows. Asian Australasian Journal of Animal Sciences. Vol. 17, pp: 960-966.

۱۶. **Makkar, H.P.S., 2000.** Quantification of tannins in tree forage foliage: Laboratory manual for the FAO/IAEA co-ordinated research project on "use of nuclear and related techniques to develop simple tannin assays for predicting and improving the safety and efficiency of feeding ruminants on tanniferous tree foliage." Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Animal Production and Health Sub-Programme. IAEA Working Document IAEA, Vienna.

۱۷. **McDougall, E.I., 1948.** The composition and output of sheep in saliva. Biochemical journal. Vol. 43, pp: 99-109.

۱۸. **Menke, K.H. and Steingass, H., 1988.** Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal research and development. Vol. 28, pp: 7-55.

۱۹. **Menke, K.H.; Raab, L.; Salewski, A.; Steingass, H.; Fritz, D. and Schneider, W., 1979.** The estimation of the

digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. The Journal of Agricultural Science. Vol. 93, pp: 217-222.

۲۰. **Nasehi, M.; Torbatinejad, N.M.; Rezaie, M. and Ghoorchi, T., 2017.** Effect of polyethylene glycol addition on nutritive value of green and black tea co-products in ruminant nutrition. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. Vol. 12, pp: 254-260.

۲۱. **NRC. 2001.** Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th revise edition. National Academies Press, Washington, DC.

۲۲. **Ørskov, E. and McDonald, I., 1979.** The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. The Journal of Agricultural Science. Vol. 92, pp: 499-503.

۲۳. **Paya, H.; Taghizadeh, A.; Janamohamadi, H. and Moghadam, G.A., 2008.** Ruminal dry matter and crude protein degradability of some tropical (Iranian) feeds used in ruminant diets estimated using the in situ and in vitro techniques. Research Journal of Biological Sciences. Vol. 7, pp: 720-725.

۲۴. **Ramdani, D.; Chaudhry, A.S. and Seal, C.J., 2013.** Chemical composition plants secondary metabolites and minerals of green and black teas and the effect of different tea-to-water ratio during their extraction on the composition of their spent leaves as potential additives for ruminants. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 61, pp: 4961-4967.

۲۵. **Van Soest, P.J.; Robertson, J.B. and Lewis, B.A., 1991.** Method for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy science. Vol. 74, pp: 3583-3597.

۲۶. **Yamamoto, T.; Juneja, L.R.; Chu, D.C. and Kim, M., 1997.** Chemistry and applications of green tea, CRC press. Florida, USA.