

## اثر زمان‌های مختلف پرتوتابی ریزموج بر ارزش تغذیه‌ای ضایعات لپه پاک‌کنی با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی و شرایط برون‌تنی

فاطمه شمعی<sup>۱</sup>، رسول پیرمحمدی<sup>۱</sup> و حامد خلیل‌وندی بهروزیار<sup>۲\*</sup>

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۱۴

<sup>۱</sup> دانشجوی دوره دکتری گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

<sup>۲</sup> برترتیب دانشیار و استادیار گروه علوم دامی دانشگاه ارومیه

\*مسئول مکاتبه Email: h.khalilvandi@urmia.ac.ir

### چکیده

**زمینه مطالعاتی:** پسماندهای کشاورزی اغلب به دلیل پتانسیل بالای خود ارزش تبدیل به مواد خوراکی مفید برای تغذیه دام را دارند. **هدف:** پژوهش حاضر جهت ارزیابی اثر پرتوتابی ریزموج در زمان‌های مختلف بر ترکیب شیمیایی، میزان ترکیبات فنولیک و تانن، قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و ماده آلی، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین خام و میزان گاز تولیدی در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. **روش کار:** ضایعات لپه پاک‌کنی پس از نمونه‌گیری به مدت سه، پنج و هفت دقیقه با استفاده از ریزموج پرتودهی شدند. **نتایج:** نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه نشان داد که پرتوتابی ریزموج توانایی کاهش مواد ضد تغذیه‌ای ضایعات لپه پاک‌کنی را دارا است بیش‌ترین کاهش در میزان ترکیبات فنولی و تانن به ترتیب با ۵۱/۶۷ و ۵۳/۳۱ درصد کاهش مربوط به تیمار پرتودهی شده به مدت هفت دقیقه بود. با افزایش زمان پرتوتابی در مقایسه با شاهد به‌صورت معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) میزان بخش محلول پروتئین خام کاهش می‌یابد که باعث کاهش پروتئین قابل‌تجزیه سریع در شکمبه می‌گردد. پرتوتابی به مدت پنج و هفت دقیقه در مقایسه با گروه شاهد به ترتیب باعث کاهش ۱۲/۸۷ و ۱۷/۸۱ درصدی در میزان پروتئین باقابلیت تجزیه سریع در شکمبه می‌گردند. **نتیجه گیری نهایی:** به‌طورکلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که پرتوتابی توانایی حفاظت پروتئین خام از تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای را دارا است.

**واژگان کلیدی:** تانن، ترکیبات فنولیک، تجزیه‌پذیری، ضایعات کشاورزی، لپه پاک‌کنی

### مقدمه

از جمله خوراک دام باعث عدم سودمندی تولید در برخی از واحدهای پرورش دام گشته است؛ بنابراین برای رقابت در این شرایط قیمت جیره و تلاش در جهت اقتصادی نمودن آن حائز اهمیت است. استفاده از محصولات فرعی و خوراک‌های فرآوری شده در تغذیه دام قدمت زیادی داشته و دارای دو مزیت مهم

بهره‌برداری بی‌رویه و غیر صحیح از مراتع در سال‌های اخیر باعث افت کمی و کاهش کیفیت تولیدات دامی شده و خسارات جبران‌ناپذیری را به مراتع کشور وارد نموده است. همچنین با توجه به سهم اساسی تغذیه در هزینه‌های پرورش دام، افزایش نرخ نهاده‌های دامی

پروتئین میکروبی می‌گردد. با توجه به عدم‌کفایت پروتئین میکروبی در تأمین نیازهای پروتئین و اسیدهای آمینه در نشخوارکنندگان پر تولید (ابراهیمی محمودآباد ۲۰۱۱)، روش‌های فرآوری متعددی در ارتباط با کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین و افزایش پروتئین عبوری از طریق دنا توره شدن و واکنش میلارد مورد توجه قرار گرفته است (پنا و همکاران ۱۹۸۶). امواج ریزموج<sup>۲</sup> انرژی غیر یونیزه‌ای است که به واسطه نفوذ در مواد و تغییرات سریع در زمینه‌ی الکترومغناطیسی در فرکانس بالا، با ایجاد دوقطبی‌های لحظه‌ای آب، باعث افزایش دما از درون مواد می‌گردند. (کاسوا و همکاران ۲۰۰۲). هدف این آزمایش تعیین تأثیر زمان‌های مختلف ریزموج بر ارزش غذایی ضایعات لپه پاک‌کنی در تغذیه نشخوارکنندگان با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی و شرایط برون‌تنی<sup>۳</sup> بود.

#### مواد و روش‌ها

##### محل و زمان اجرا

این پژوهش از مهرماه سال ۱۳۹۱ به مدت ۶ ماه در ایستگاه آموزشی و تحقیقاتی و آزمایشی گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه و آزمایشگاه تغذیه دام گروه علوم دامی صورت گرفت.

##### حیوانات مورد استفاده در آزمایش‌ها

در این پژوهش به منظور انجام آزمایش‌های مربوط به تجزیه‌پذیری و نمونه‌گیری از مایع شکمبه به منظور انجام آزمون تولید گاز در شرایط برون‌تنی، از سه رأس گاو نر بالغ هلشتاین با میانگین وزن ۵۴۰ کیلوگرم که مجهز به فیستولای شکمبه‌ای بودند، استفاده شد. کلیه حیوانات مورد استفاده در این آزمایش بر اساس راهنمای نگهداری و استفاده از حیوانات مزرعه‌ای در تحقیقات علوم دامی (مجمع جوامع علوم دامی آمریکا<sup>۴</sup> ۲۰۱۰) نگهداری شده‌اند.

است. اولاً تغذیه‌ی این محصولات باعث وابستگی کمتر چهارپایان به غلات شده دوم اینکه نیاز به هزینه‌های اضافی جهت برنامه‌های مدیریتی را حذف می‌کند (افشار حمیدی ۱۳۸۹). علاوه بر این مصرف فرآورده‌های فرعی و ضایعات کشاورزی و صنایع تبدیلی می‌تواند گام مهمی در کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی باشد. هر ساله حجم زیادی از محصولات فرعی کشاورزی و صنعتی در کشورهای در حال توسعه تولید می‌شود (واستا و همکاران ۲۰۰۸) که می‌توان با برنامه‌ریزی صحیح بخشی از کمبود مواد خوراکی در زمینه پرورش دام را با استفاده از این مواد در جیره‌های غذایی حیوانات مزرعه‌ای، به خصوص نشخوارکنندگان را جبران نمود. یکی از فرآورده‌های فرعی کارخانه‌ها صنایع تبدیلی کشاورزی در ایران ضایعات لپه پاک‌کنی است که فرآورده‌ی فرعی حاصل از تبدیل دانه نخود سیاه به لپه است. ظرفیت اسمی واحدهای فعال کارخانه‌ها تولید لپه ۱۴۰۰۳ تن در سال است؛ که به طور متوسط ۷۵۰۰ تن ضایعات در سال تولید می‌کنند. گزارش‌های پیشین نشان‌دهنده‌ی بالا بودن میزان پروتئین خام (۳۰/۲ درصد) و انرژی متابولیسمی (۲۶۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم) ضایعات لپه پاک‌کنی است (عبدی و همکاران ۲۰۰۸). نخود خام منبع مناسبی از انرژی و پروتئین خام برای گاوهای شیرده و پرواری است ولی حاوی مقادیر متفاوتی مواد ضد تغذیه‌ای از جمله ترکیبات فنولیک از جمله تانن‌ها و مهارکننده‌های تریپسین می‌باشند که باعث محدودیت مصرف خود در تغذیه دام می‌شود. علاوه بر وجود مواد ضد تغذیه‌ای، پروتئین نخود حاوی ۱۰۰-۸۵ درصد آلبومین و گلوبولین است (ون استرلن و تامینگا ۱۹۹۰) که به مقدار زیاد (تا ۷۵ درصد) و به سرعت در شکمبه توسط ریزاندامگان<sup>۱</sup> تجزیه می‌شود. این عمل علاوه بر کاهش کیفیت پروتئین مصرف‌شده، در برخی موارد باعث افزایش تولید آمونیاک در شکمبه و کاهش کارایی تولید

<sup>2</sup> Microwave

<sup>3</sup> In vitro

<sup>4</sup> Federation of Animal Science Societies (FASS)

<sup>1</sup> Microorganisms

### تهیه نمونه آزمایشی

به‌منظور تهیه‌ی نمونه‌های قابل‌تعمیم جهت انجام این آزمایش، نمونه‌های ضایعات لپه پاک‌کنی با مراجعه به حداقل ده درصد از کارخانه‌ها لپه پاک‌کنی موجود در شهرستان آذرشهر در استان آذربایجان شرقی و بر اساس روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی‌شده، تهیه شدند. نمونه‌ی نهایی از مخلوط نمودن کلیه‌ی نمونه‌های جمع‌آوری‌شده تهیه شد. به‌منظور انجام فرآوری‌های مختلف، سه زیر نمونه از نمونه کلی به ازای هر روش فرآوری تهیه شد. پس از هر نمونه‌گیری، نمونه اولیه کاملاً مخلوط شده و در کلیه‌ی نمونه‌برداری‌ها میزان نمونه کل حداقل ۱۰ برابر زیر نمونه‌های تهیه‌شده بود. ۹۰ درصد ساختار ضایعات شامل نخوهای سیاه شکسته و لپه‌های خردشده و اندکی آرد نخود و بقایای زراعی بود. در فرایند تهیه لپه، پوسته‌های جداشده نخود توسط قسمتی از دستگاه از چرخه خارج می‌شوند و لذا با ضایعات در یک محل انبار نمی‌شوند و در این مطالعه از پوسته استفاده نشد.

### فرآوری ضایعات لپه پاک‌کنی

روش مورد‌استفاده در این پژوهش به‌منظور فرآوری ضایعات لپه پاک‌کنی، پرتوتابی ریزموج در زمان‌های متفاوت بود. جهت انجام فرآوری، ابتدا رطوبت نمونه‌ها محاسبه‌شده و سپس با اضافه نمودن آب دیونیزه، محتوای رطوبتی آن‌ها با احتساب رطوبت خود نمونه‌ها به ۳۰ درصد افزایش یافت. سپس نمونه‌ها در سه مرحله زمانی ۳، ۵ و ۷ دقیقه در داخل محفظه ریزموج با قدرت ۹۰۰ وات و فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز، تحت تأثیر پرتوتابی قرار گرفتند (پرنده و همکاران ۱۳۸۹).

### تعیین ترکیبات شیمیایی

به‌منظور تعیین اثر فرآوری بر ترکیبات شیمیایی ضایعات لپه پاک‌کنی، نمونه‌ها با آسیاب آزمایشگاهی با الک ۱ میلی‌متری آسیاب شدند. میزان ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام نمونه‌ها با استفاده از روش AOAC (۲۰۰۰) و دیواره سلولی با روش ون سوست و

همکاران (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پروتئین خام و دیواره سلولی به ترتیب از دستگاه‌های کج‌دال<sup>۱</sup> و فایبرتک<sup>۲</sup> استفاده گردید. کل ترکیبات فنولیک قابل‌استخراج و کل تانن نمونه‌ها قبل و پس از فرآوری با استفاده از روش ماکار (۲۰۰۰) و پس از استخراج ترکیبات فنولیک با استفاده از محلول استون ۷۰ درصد از نمونه‌های ریز آسیاب شده و به مدت ۳۰ دقیقه با استفاده از حمام آبی اولتراسونیک به قدرت ۳۵ کیلوهرتز، تعیین شد. تجزیه شیمیایی برای تعیین اثر فرآوری بر عامل‌های فوق‌الذکر به‌غیراز ترکیبات فنولی در سه تکرار و تعیین میزان ترکیبات فنولی در ده تکرار انجام شد.

### تعیین قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و ماده آلی با روش آنکوم

مایع شکمبه هرروز قبل از مصرف خوراک وعده صبح از دو رأس گاو نر بالغ فیستولا گذاری شده گرفته شد. حیوانات در حد نگهداری و با جیره حاوی یونجه و ذرت سیلو شده با نسبت ۱ به ۱ تغذیه می‌شدند. مایع شکمبه توسط پارچه متقال دولایه صاف و توسط دی‌اکسید کربن گاز دهی شد. تیمارهای آزمایش بعد از آسیاب و خشک شدن به میزان ۵ گرم داخل کیسه‌های نایلونی ریخته و توسط دستگاه دوخت پرس درب آن‌ها بسته شد. هر جار با ۴۰۰ سی‌سی مایع شکمبه و ۱۶۰۰ سی‌سی بافر مک دوگال به نسبت ۱ به ۴ پر شد. درون هر جار ۳ کیسه نایلونی حاوی نمونه‌های آزمایشی قرار داده شد. درنهایت درب جارها بسته و توسط گاز دی‌اکسید کربن محیط داخل جارها بی‌هوازی شد. انکوباسیون به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد انجام شد. بعد از پایان انکوباسیون کیسه‌ها با آب مقطر شسته شده و در آن با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. سپس وزن نمونه‌های باقی‌مانده داخل کیسه‌ها اندازه‌گیری شد و با

<sup>1</sup> Foss Auto analyzer 1030

<sup>2</sup> Fibertech 1010Foss

خوراک‌دهی صبح بوده و کیسه‌ها در زمان‌های ۲، ۴، ۸، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت از شکمبه خارج شدند. دو کیسه برای هر زمان انکوباسیون در شکمبه‌ی هر گاو قرار گرفت. کیسه‌ها بلافاصله پس از خارج شدن از شکمبه در آب سرد قرار داده‌شده و با دست به روش پیشنهادی کوبلانتز و همکاران (۱۹۹۷) به مدت ۲۰ دقیقه و تا صاف شدن آب خروجی از سطل شستشو شدند. برای تعیین تجزیه‌پذیری در زمان صفر، کیسه‌ها بدون انکوباسیون در شکمبه، با استفاده از آب ۳۹ درجه سانتی‌گراد، همانند کیسه‌های خارج‌شده از شکمبه شسته شدند. کیسه‌ها پس از شستشو، به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. تجزیه‌پذیری مؤثر و فراسنجه‌های a, b و c با استفاده از معادلات غیرخطی اسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) و مکدونالد (۱۹۸۱) با استفاده از نرم‌افزار نیوی<sup>۲</sup> تعیین شدند.

#### سیستم پروتئین متابولیسمی

معادلات (موسسه تحقیقات کشاورزی و شیلات بریتانیا ۱۹۹۵) برای تعیین مقادیر پروتئین قابل‌تجزیه سریع در شکمبه، پروتئین قابل‌تجزیه آهسته در شکمبه، پروتئین قابل‌تجزیه مؤثر در شکمبه، کل پروتئین قابل‌تجزیه در شکمبه، پروتئین غیر قابل‌تجزیه در شکمبه مورد استفاده قرار گرفت.

#### تولید گاز در شرایط برون‌تنی

به‌منظور تعیین اثر فرآوری بر میزان گاز تولیدی در آزمایشگاه از روش تعیین فشار گاز تولیدی بر اساس روش تئودور و همکاران (۱۹۹۴) استفاده شد. نمونه مایع شکمبه از ۲ رأس گاو نر بالغ نژاد هلشتاین فیستولادار و قبل از مصرف وعده غذایی صبح جمع‌آوری و صاف گردیده و در دمایان محتوی گازکربنیک سریعاً به آزمایشگاه منتقل گردید. حیوانات دو بار در روز و با جیره حاوی ۴ کیلوگرم یونجه، ۳ کیلوگرم ذرت سیلو شده و ۱/۵ کیلوگرم جو خردشده تغذیه می‌شدند. پس از صاف نمودن مایع شکمبه، مایع شکمبه و محیط کشت

توجه به وزن اولیه نمونه‌ها، میزان قابلیت هضم ماده خشک محاسبه گردید. میزان پروتئین خام و ماده آلی نمونه‌های باقی‌مانده اندازه‌گیری شد و با توجه به میزان پروتئین خام و ماده آلی اولیه نمونه‌ها قابلیت هضم پروتئین خام و ماده آلی نمونه‌ها محاسبه شد (آنکوم ۱۹۹۸).

#### تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام ضایعات خام و فراوری‌شده

تجزیه‌پذیری مواد مغذی ضایعات لپه پاک‌کنی، قبل و بعد از فرآوری بر اساس روش ونزانت و همکاران (۱۹۹۸) و با استفاده از ۳ رأس گاو نر بالغ اخته فیستولا گذاری شده نژاد هلشتاین که در سطح ۱۰ درصد بالاتر از نیاز انرژی نگهداری (موسسه تحقیقات کشاورزی و شیلات بریتانیا<sup>۱</sup> ۱۹۹۵) تغذیه شدند، انجام گرفت. خوراک مصرفی حیوانات مورد آزمایش به روش پیشنهادی موسسه تحقیقات کشاورزی و شیلات بریتانیا (۱۹۹۲) در ارتباط با نسبت علوفه به کنسانتره و ارقام تشکیل‌دهنده جیره با استفاده از نرم‌افزار CNCPS V5، تهیه‌شده و شامل یونجه خردشده، ذرت سیلو شده و دانه جو آسیاب شده به نسبت ۱ به ۱ (علوفه به کنسانتره)، بود. خوراک در ۲ وعده برابر صبح و بعدازظهر در ساعات ۰۸۰۰ و ۱۸۰۰ به حیوانات داده شد. حیوانات در جایگاه انفرادی نگهداری شده و آب و سنگ نمک در طول شبانه‌روز در اختیار آن‌ها قرار گرفت. برای تعیین میزان تجزیه‌پذیری از کیسه‌های با ابعاد ۱۸×۸ سانتی‌متر، با قطر منافذ ۵۰ میکرومتر استفاده شد. مقدار ۵ گرم از نمونه‌های آسیاب شده (با قطر توری ۲ میلی‌متر) در داخل کیسه‌های نایلونی ریخته شد تا نسبت اندازه نمونه به سطح کیسه‌ها، برابر با ۱۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر سانتی‌متر مربع شود. نمونه‌ها قبل از توزین، به‌منظور زدودن ذرات کمتر از ۵۰ میکرون با استفاده از الک با توری ۵۰ میکرون الک شدند. زمان قرار دادن نمونه‌ها در شکمبه بلافاصله پس از

<sup>2</sup>Neway

<sup>1</sup>AFRC (Agriculture and Fisheries Research Council)

$$\text{DOM درصد} = (0.9991 \times \text{GP}_{24/200\text{mg}}) + (0.0595 \times \text{CP}) + (0.0181 \times \text{CA}) + 9$$

به‌منظور برآورد غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر از فرمول پیشنهادی گاتچیو و همکاران (۲۰۰۲) استفاده شد.

$$\text{SCFA} = (0.0222 \times \text{GP}_{24/500\text{mg}}) - 0.00425$$

در این معادلات، MCP، CA، CF، CP، GP<sub>24/200mg</sub>، ME، در این معادلات، SCFA و DOM به ترتیب معادل با انرژی قابل متابولیسم، میزان گاز تجمعی تولیدی در ۲۴ ساعت به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر خام، پروتئین خام میکروبی، ماده آلی قابل‌هضم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر است. در ارتباط با معادله تخمین میزان اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، میزان گاز تولیدی در ۲۴ ساعت به ازای هر ۵۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه مبنای محاسبه قرار گرفته (گاتچیو و همکاران ۲۰۰۲) و در سایر موارد میزان گاز تولیدی به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه تصحیح شده است.

داده‌های مربوط به تأثیر روش‌های مختلف فراوری بر ترکیب شیمیایی و مواد ضد تغذیه‌ای، بخش‌های مختلف پروتئین خام بر اساس سیستم پروتئین متابولیسمی و فراسنجه‌های محاسبه‌شده با استفاده از داده‌های تولید گاز، با استفاده از طرح کاملاً تصادفی ( $Y_i = \mu + T_i + e_i$ ) مورد ارزیابی آماری قرار گرفت. داده‌های مربوط به فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری با استفاده از طرح بلوک کاملاً تصادفی ( $Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$ ) مورد آنالیز قرار گرفت ( $\mu$ : میانگین جامعه  $T_i$ : اثر تیمار  $B_j$ : اثر بلوک  $e_{ij}$ : اثر اشتباه آزمایشی). به‌منظور ارزیابی آماری این داده‌ها از رویه‌ی مدل خطی تعمیم‌یافته بسته نرم‌افزار آماری SAS ۹/۱ (۲۰۰۲) استفاده شد. میانگین تیمارها در رویه GLM با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال آماری ۹۵ درصد ( $P < 0.05$ ) باهم مقایسه شدند. برای تعیین تمایل میانگین‌ها به تغییر در صورت معنی‌دار نبودن، از سطح آماری ۹۰ درصد ( $P < 0.1$ ) استفاده شد.

(محلول ماکرومینرال، محلول میکرومینرال، محلول احیاکننده، محلول بافر و محلول ریسازورین) مطابق روش منک و همکاران (۱۹۷۹) و روش تصحیح‌شده منک و استینگس (۱۹۷۸) به نسبت یک قسمت مایع شکمبه و دو قسمت محیط کشت به داخل بالن سه دهانه مخصوص ریخته شده و تا زمان انتقال به شیشه‌های حاوی نمونه در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد و در مجاورت گاز دی‌اکسید کربن قرار گرفت. برای اندازه‌گیری میزان گاز تولیدی، در ساعات مختلف انکوباسیون نمونه‌های آزمایشی با آسیاب دارای غربال ۱ میلی‌متر آسیاب شده و ۵۰۰ میلی‌گرم از نمونه‌های آسیاب شده در شیشه‌های مخصوص ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته شد. سپس به هر شیشه ۵۰ میلی‌لیتر از مخلوط مایع شکمبه و محیط کشت اضافه گشته و درب شیشه‌ها با درپوش پلاستیکی و پرس فلزی به‌طور محکم بسته شد و در آون با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و شیشه‌ها هر ۱ ساعت یک‌بار تکان داده می‌شدند. میزان گاز تولیدی در ساعات ۲، ۴، ۸، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از انکوباسیون، بر اساس تغییر درجه فشارسنج با تخلیه گاز محبوس قرائت و ثبت گردید. به‌منظور تصحیح گاز تولیدی توسط مایع شکمبه، ۲ شیشه‌ی فاقد نمونه که تنها حاوی ۵۰ میلی‌لیتر مخلوط مایع شکمبه و محیط کشت بودند در نظر گرفته شدند. تا میزان گاز تولید آن‌ها از کل گاز تولیدی توسط نمونه خوراک کم شده و مقدار گاز تولیدی ناشی از تخمیر نمونه فراوری شده به دست آید.

#### محاسبات و مدل آماری

غلظت انرژی قابل متابولیسم و ماده آلی قابل‌هضم به‌وسیله فرمول‌های زیر محاسبه شدند (منک و استینگاس، ۱۹۸۸). پروتئین میکروبی (MCP) نیز به‌صورت ۱۹/۳ گرم نیتروژن میکروبی به ازای هر کیلوگرم ماده آلی قابل‌هضم محاسبه گردید (زرکاوسکی، ۱۹۸۶).

$$\text{ME (MJ/Kg DM)} = 1.06 + (0.157 \times \text{GP}_{24/200\text{mg}}) + (0.084 \times \text{CP}) + (0.22 \times \text{CF}) - 0.081 \times \text{CA}$$

افزایش میزان ماده خشک در اثر پرتوتابی ریزموج را به علت خشک شدن اولیه مواد آزمایشی در محفظه ریزموج دانسته‌اند.

نتایج مندرج در جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که میزان کل ترکیبات فنولیک در ضایعات لپه پاک‌کنی در حدود ۲/۲۴۵ (گرم در ۱۰۰ گرم) بوده که پرتوتابی ریزموج به مدت ۷ دقیقه سبب بیش‌ترین کاهش در میزان ترکیبات فنولیک (۵۱/۶۷ درصد) شد. سایر زمان‌های پرتودهی به میزان کمتری قادر به کاهش میزان کل ترکیبات فنولیک بودند. میزان کل تانن ضایعات لپه پاک‌کنی فراوری نشده ۲/۲۷۵ (گرم در ۱۰۰ گرم) بوده و در حدود ۷۰/۱۰ درصد از کل ترکیبات فنولیک را تشکیل می‌دهد. بیش‌ترین میزان کاهش در کل تانن ضایعات لپه پاک‌کنی در اثر فراوری با امواج ریزموج به مدت ۷ دقیقه (۵۳/۳۱۸ درصد) مشاهده شد. کاهش ترکیبات فنولیک و تانن در اثر پرتوتابی ریزموج به‌وسیله مطالعات حبیبی (۲۰۰۲)، ویجی کومار و همکاران (۱۹۹۸)، کالا و موهان (۲۰۱۲) و الجاجی و همکاران (۲۰۰۶) تأیید می‌گردد. حبیبی (۲۰۰۲) در تحقیق خود اثر حرارت دهی ریزموج را در نابودی اسید فایتیک، مهارکننده تریپسین و تانن موردبررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که با افزایش زمان پرتودهی میزان نابودی ترکیبات ضد تغذیه‌ای افزایش می‌یابد. بقایی و حبیبی (۱۳۸۵) نیز به این نتیجه رسیدند که تأثیر پرتودهی ریزموج در از بین بردن عوامل ضد تغذیه‌ای حبوبات بیشتر از اشعه گاما است. همچنین توماس و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کرده‌اند که بین روش‌های مختلف کاهش تانن پرتودهی با امواج ریزموج تأثیر بیشتری داشته است. رامچاندرا (۲۰۰۸) عنوان کرده است که کاهش مقدار تانن‌ها در اثر پرتودهی با امواج ریزموج ممکن است در اثر تجزیه و یا از دست رفتن ترکیبات فنلی در دماهای بالا، یا در اثر ایجاد کمپلکس‌های نامحلول در اثر واکنش با سایر ترکیبات دانه از قبیل پروتئین باشد رندر و شتی (۲۰۰۴) تأثیر پرتوتابی ریزموج را بر میزان مواد ضد تغذیه‌های

طرح آماری مورد استفاده در تعیین میزان کینتیک تولید گاز طرح کاملاً تصادفی بود. اثر روزهای مختلف انجام آزمون به‌عنوان یکی از عوامل وارد مدل آماری شد و اثر زمان انکوباسیون (ساعت) به‌عنوان عامل تکرارشونده در مدل قرار گرفت ( $Y_i = \mu + T_i + It_{ij} + Tit_{ij} + e_{ij}$ ). به‌علاوه اثر متقابل زمان انکوباسیون و نوع فرآوری در مدل آماری قرار گرفت. اثر روزهای مختلف انجام آزمون معنی‌دار نبود ( $p \geq 57$ ) و از مدل آماری نهایی حذف شد ( $\mu$ ): میانگین جامعه؛  $T_i$ : اثر تیمار؛  $It_{ij}$ : اثر زمان انکوباسیون؛  $Tit_{ij}$ : اثر متقابل زمان انکوباسیون و نوع فرآوری؛  $e_{ij}$ : اثر اشتباه آزمایشی). آنالیز آماری با استفاده از PROC MIXED نرم‌افزار آماری SAS 9.1 انجام و از ساختار کوواریانس نوع اول استفاده شد. داده‌ها به‌صورت میانگین حداقل مربعات و خطای استاندارد در جداول مربوطه گزارش‌شده و تصحیح داده‌ها با استفاده از آزمون توکی و مقایسه میانگین‌ها با گزینه PDIFF در سطح احتمال آماری ۰/۰۵ انجام شد.

## نتیجه و بحث

### ترکیب شیمیایی

میانگین ترکیب شیمیایی و ترکیبات فنولیک و میزان کاهش آن‌ها در اثر فراوری به ترتیب در جداول ۱ و ۲ گزارش‌شده است. جدول ۱ نشان‌دهنده اثر روش‌های مختلف فرآوری بر ترکیب شیمیایی ضایعات لپه پاک‌کنی است. نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار میزان ماده خشک در تیمارهای فرآوری شده در مقایسه با تیمار شاهد در اثر است. این نتایج با نتایج مطالعات کاسووا و همکاران (۲۰۰۲) و کادلک و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد. کاسووا و همکاران (۲۰۰۲) تأثیر پرتوتابی ریزموج را روی خشک‌کردن نخود جوانه‌زده مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیدند که این نوع فرآوری در مقایسه با روش‌های معمول خشک‌کردن، با سرعت بیشتر و در مدت‌زمان کمتری نمونه‌های آزمایشی را خشک می‌کند. کادلک و همکاران (۲۰۰۲)

دو گونه لوبیا مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه دست یافتند که پرتوتابی ریزموج باعث افزایش میزان

جدول ۱- تأثیر روش‌های مختلف فراوری بر میزان ترکیب شیمیایی ضایعات لپه پاک‌کنی (گرم بر ۱۰۰ گرم ماده خشک)

دیواره سلولی	خاکستر	چربی خام	پروتئین خام	ماده خشک	فراوری
۱۶/۰۰ <sup>a</sup>	۲/۲۶ <sup>a</sup>	۲/۸۷	۲۶/۱۲ <sup>c</sup>	۸۹/۲۱ <sup>d</sup>	خام
۱۵/۴۴ <sup>b</sup>	۱/۸۵ <sup>b</sup>	۲/۸۷	۲۶/۷۰ <sup>c</sup>	۹۱/۴۸ <sup>c</sup>	ریزموج ۳ دقیقه
۱۵/۱۵ <sup>b</sup>	۱/۶۸ <sup>b</sup>	۲/۵۳	۲۶/۲۷ <sup>c</sup>	۹۲/۵۵ <sup>b</sup>	ریزموج ۵ دقیقه
۱۵/۷۶ <sup>b</sup>	۱/۳۴ <sup>c</sup>	۲/۶۴	۲۶/۱۰ <sup>c</sup>	۹۴/۳۳ <sup>a</sup>	ریزموج ۷ دقیقه
۰/۳۷۶	۰/۱۱۹	۰/۰۹۶۷	۰/۵۵۸	۰/۲۴۵	خطای استاندارد

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد می‌باشند

جدول ۲- مقادیر ترکیبات فنولیک و درصد کاهش آن‌ها در هر یک از فراوری‌ها (برحسب گرم در ۱۰۰ گرم)

فراوری	کل ترکیبات فنولیک	کل تانن	درصد کاهش کل ترکیبات فنولیک	درصد کاهش کل تانن
خام	۳/۲۴ <sup>a</sup>	۲/۲۷ <sup>a</sup>	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
ریزموج ۳ دقیقه	۲/۱۳ <sup>b</sup>	۱/۴۲ <sup>b</sup>	۳۷/۲۳ <sup>c</sup>	۴۳/۳۳ <sup>c</sup>
ریزموج ۵ دقیقه	۱/۸۱ <sup>c</sup>	۱/۲۱ <sup>b</sup>	۴۶/۶۳ <sup>b</sup>	۴۳/۹۴ <sup>b</sup>
ریزموج ۷ دقیقه	۱/۵۶ <sup>d</sup>	۱/۰۶ <sup>b</sup>	۵۳/۳۱ <sup>a</sup>	۵۱/۶۷ <sup>a</sup>
خطای استاندارد	۰/۰۲۵	۰/۱۱۳	۰/۱۵۸	۰/۱۷۴

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد می‌باشند

مربوط به گروه شاهد بود. تیمارهای مختلف آزمایشی از نظر میزان قابلیت هضم پروتئین خام نیز اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ( $P < 0.05$ ). بیش‌ترین میزان قابلیت هضم شکمبه‌ای پروتئین خام و ماده آلی مربوط به گروه شاهد و کمترین میزان قابلیت هضم مربوط به گروه پرتودهی شده به مدت ۷ دقیقه بود.

گارسیا و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که عمل‌آوری با گرما باعث از هم‌گسیختگی ساختار سلولی، افزایش عملکرد زی‌مایه‌ها بر روی نشاسته و افزایش قابلیت هضم ماده خشک می‌شود که با نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر مطابقت دارد. وانگ و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که عمل‌آوری با پرتودهی ریزموج قابلیت تجزیه پروتئین شکمبه‌ای را کاهش می‌دهد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

این محققین دلیل این امر را ایجاد تنش حرارتی در سلول‌های گیاهی در اثر پرتوتابی ریزموج را دانستند. ایجاد تنش در گیاه و تحریک متعاقب مسیر پنتوز فسفات، در نهایت سبب افزایش و تولید ترکیبات فنولیک می‌گردد. همچنین سامسوب و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کرده‌اند که فراوری‌های حرارتی به‌ویژه آن‌هایی که در محیط مرطوب صورت می‌پذیرد از طریق شکستن دیواره سلولی باعث آزاد شدن هر چه بیشتر ترکیبات فنولی می‌گردد.

قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و ماده آلی با استفاده از روش آنکوم

فراسنجه‌های مربوط به قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام ضایعات لپه پاک‌کنی خام و فراوری شده در جدول ۳ ارائه شده است. زمان‌های مختلف پرتوتابی سبب ایجاد تغییرات معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) در قابلیت هضم ماده خشک ضایعات لپه پاک‌کنی شد. بیش‌ترین قابلیت هضم ماده خشک مربوط به پرتوتابی ضایعات لپه پاک‌کنی به مدت ۳ دقیقه و کمترین میزان

جدول ۳- قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و ماده آلی انواع فراوری‌های ضایعات لپه پاک‌کنی (برحسب درصد ماده خشک)

قابلیت هضم ماده آلی	قابلیت هضم پروتئین خام	قابلیت هضم ماده خشک	فراوری
۵۰/۶۴ <sup>a</sup>	۵۱/۴۰ <sup>a</sup>	۵۷/۳۱ <sup>c</sup>	خام
۴۶/۳۳ <sup>c</sup>	۵۰/۲۶ <sup>b</sup>	۶۶/۴۳ <sup>a</sup>	ریزموچ ۳ دقیقه
۴۹/۸۲ <sup>b</sup>	۴۸/۵۱ <sup>c</sup>	۶۱/۲۶ <sup>b</sup>	ریزموچ ۵ دقیقه
۴۵/۳۳ <sup>d</sup>	۴۳/۳۱ <sup>d</sup>	۵۲/۵۳ <sup>d</sup>	ریزموچ ۷ دقیقه
۱/۰۸۶	۰/۹۴۵	۱/۸۶۲	SEM

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد می‌باشند.

### تجزیه‌پذیری ماده خشک ضایعات لپه پاک‌کنی خام و پرتوده‌ی شده

داده‌های مربوط به کینتیک و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک ضایعات لپه پاک‌کنی در جدول ۴ ارائه شده است. بیش‌ترین میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک در ۴۸ ساعت پایانی انکوباسیون در ضایعات لپه پاک‌کنی پرتوتابی شده به مدت ۳ دقیقه مشاهده گردید. صادقی و شورنگ (۲۰۰۷) عنوان کردند که پرتوتابی به مدت ۳ دقیقه باعث ژلاتینه شدن نشاسته شده و از این طریق اندکی تجزیه‌پذیری ماده خشک را افزایش می‌دهد. پرتوتابی ریزموچ باعث کاهش بخش سریع تجزیه و نرخ تجزیه بخش بالقوه قابل‌تجزیه شده و همزمان مقدار بخش بالقوه قابل‌تجزیه را افزایش داد ( $P < 0/05$ ). کمترین بخش سریع تجزیه و بیش‌ترین بخش کند تجزیه به ترتیب در ضایعات لپه پاک‌کنی پرتوده‌ی شده به مدت ۷ و ۵ دقیقه گزارش شده است. با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول ۴ مقدار نرخ تجزیه از ۰/۰۷۳۸ درصد در ساعت در گروه شاهد به ۰/۰۵۶۲ درصد در ساعت در تیمار ۷ دقیقه کاهش یافته است. نتایج مطالعه حاضر موافق با نتایج به‌دست‌آمده توسط اقبالی و همکاران (۱۳۸۶) است. اقبالی و همکاران (۱۳۸۶) تأثیر فراوری‌های فیزیکی و شیمیایی را بر تجزیه‌پذیری ماده خشک کنجاله‌ی کلزا اندازه‌گیری نموده و نشان دادند که در کنجاله کلزای فراوری‌شده با حرارت نسبت به گروه شاهد بخش سریع تجزیه و نرخ تجزیه ماده خشک

کاهش‌یافته و بخش کند تجزیه افزایش‌یافته است. ابراهیمی و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کرده‌اند که با افزایش مدت‌زمان پرتوده‌ی ریزموچ بخش سریع تجزیه ماده خشک کنجاله کانولا از ۳۹ گرم بر کیلوگرم در گروه شاهد به ۲۴ گرم بر کیلوگرم در گروه پرتوده‌ی شده به مدت ۶ دقیقه کاهش می‌یابد. آیمون و واگنر (۱۹۷۷) نیز کاهش تجزیه‌پذیری ماده خشک را در گندم پرتوده‌ی شده با امواج ریزموچ شده گزارش نموده و علت آن را کاهش حلالیت پروتئین در اثر حرارت ناشی از پرتوده‌ی ریزموچ عنوان نمودند.

### تجزیه‌پذیری پروتئین خام ضایعات لپه پاک‌کنی فراوری شده و نشده

در جدول ۵ و ۶ به ترتیب مقادیر مربوط به کینتیک و مؤلفه‌های تجزیه‌پذیری پروتئین خام و بخش‌های مختلف برآورد شده پروتئین خام بر اساس سیستم پروتئین متابولیسمی در تیمارهای فراوری شده و نشده ضایعات لپه پاک‌کنی گزارش شده است. تفاوت معنی‌داری بین فراسنجه‌های مختلف تجزیه‌پذیری بین تیمارهای مختلف آزمایشی مشاهده شد ( $P < 0/05$ ).



جدول ۴- کینتیک و مؤلفه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک ضایعات لپه پاک‌کنی خام و فراوری‌شده

خطای استاندارد	۷ دقیقه ریزموج	۵ دقیقه ریزموج	۳ دقیقه ریزموج	خام	نوع فراوری
۰/۵۵۹	۲۹/۲۶ <sup>b</sup>	۳۰/۱۰ <sup>a</sup>	۳۰/۸۲ <sup>a</sup>	۲۹/۴۵ <sup>b</sup>	۲
۰/۷۸۹	۳۵/۱۰ <sup>c</sup>	۳۷/۰۳ <sup>a</sup>	۳۶/۴۴ <sup>b</sup>	۳۵/۲۴ <sup>c</sup>	۴
۰/۸۴۵	۳۹/۶۴ <sup>c</sup>	۴۶/۶۸ <sup>a</sup>	۴۴/۷۳ <sup>b</sup>	۴۵/۱۴ <sup>ab</sup>	۸
۱/۵۶۴	۴۸/۰۴ <sup>c</sup>	۵۶/۹۹ <sup>b</sup>	۵۵/۹۷ <sup>b</sup>	۵۹/۰۷ <sup>a</sup>	۱۲
۱/۸۴۳	۵۹/۸۸ <sup>c</sup>	۶۸/۶۰ <sup>b</sup>	۷۱/۶۸ <sup>a</sup>	۷۱/۹۹ <sup>a</sup>	۲۴
۲/۰۱۲	۶۸/۰۹ <sup>b</sup>	۷۹/۳۴ <sup>ab</sup>	۸۰/۸۲ <sup>a</sup>	۷۸/۹۳ <sup>ab</sup>	۴۸
۰/۲۹۱	۲۲/۹۸ <sup>c</sup>	۲۳/۳۰ <sup>bc</sup>	۲۴/۲۰ <sup>b</sup>	۲۶/۳۵ <sup>a</sup>	A
۰/۳۴۶	۴۹/۵۴ <sup>d</sup>	۵۸/۰۳ <sup>b</sup>	۶۰/۲۰ <sup>a</sup>	۵۴/۵۸ <sup>۳c</sup>	B
۱/۴۴	۷۲/۵۳ <sup>d</sup>	۸۱/۱۵ <sup>b</sup>	۸۴/۵۳ <sup>a</sup>	۸۰/۸۸ <sup>bc</sup>	a+b
۰/۰۰۷۹	۰/۰۵۶۲ <sup>d</sup>	۰/۰۶۸۱ <sup>b</sup>	۰/۰۶۱۹ <sup>c</sup>	۰/۰۷۸۳ <sup>a</sup>	C
۰/۳۱۸	۵۵/۳ <sup>c</sup>	۶۳/۳ <sup>b</sup>	۶۴/۴ <sup>ab</sup>	۶۴/۰ <sup>b</sup>	k=0/02
۰/۶۹	۴۹/۴ <sup>b</sup>	۵۶/۵ <sup>a</sup>	۵۷/۰ <sup>a</sup>	۵۷/۱ <sup>a</sup>	k=0/05
۰/۴۲۳	۴۴/۰ <sup>c</sup>	۴۹/۷ <sup>b</sup>	۴۹/۸ <sup>b</sup>	۵۰/۲ <sup>a</sup>	k=0/08

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۵- کینتیک و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری پروتئین خام در ضایعات لپه پاک‌کنی فراوری‌شده و نشده

خطای استاندارد	ریزموج ۷ دقیقه	ریزموج ۵ دقیقه	ریزموج ۳ دقیقه	خام	نوع فراوری
۰/۶۲۳	۳۶/۰۴ <sup>c</sup>	۳۶/۱۲ <sup>c</sup>	۳۸/۲۴ <sup>b</sup>	۴۰/۸۳ <sup>a</sup>	۲
۰/۸۱۴	۴۵/۱۰ <sup>c</sup>	۴۹/۰۲ <sup>ab</sup>	۴۸/۴۴ <sup>b</sup>	۵۰/۲۴ <sup>a</sup>	۴
۱/۰۳۰	۵۶/۶۴ <sup>c</sup>	۶۰/۳۴ <sup>b</sup>	۶۱/۵۷ <sup>a</sup>	۶۰/۰۸ <sup>b</sup>	۸
۱/۱۲۴	۶۴/۶۹ <sup>c</sup>	۶۷/۹۱ <sup>b</sup>	۷۰/۸۹ <sup>a</sup>	۶۹/۹۹ <sup>a</sup>	۱۲
۱/۵۶۱	۷۳/۸۸ <sup>d</sup>	۷۹/۲۳ <sup>c</sup>	۸۴/۰۳ <sup>a</sup>	۸۲/۰۰ <sup>b</sup>	۲۴
۱/۸۰۴	۸۴/۲۳ <sup>d</sup>	۸۶/۵۹ <sup>c</sup>	۹۰/۹۶ <sup>a</sup>	۹۰/۰۶ <sup>b</sup>	۴۸
۰/۵۸۷	۳۰/۵۴ <sup>c</sup>	۳۲/۱۵ <sup>b</sup>	۳۳/۶۲ <sup>b</sup>	۳۷/۱۳ <sup>a</sup>	A
۰/۴۷۰	۵۳/۲۴ <sup>b</sup>	۵۵/۷۵ <sup>ab</sup>	۵۷/۴۸ <sup>a</sup>	۵۳/۶۴ <sup>b</sup>	B
۰/۸۳۱	۸۰/۷۸ <sup>c</sup>	۸۸/۰۰ <sup>b</sup>	۹۱/۱۰ <sup>a</sup>	۹۰/۷۷ <sup>a</sup>	a+b
۰/۰۰۹۴	۰/۰۷۱ <sup>d</sup>	۰/۰۷۳ <sup>c</sup>	۰/۰۸۰ <sup>b</sup>	۰/۰۸۳ <sup>a</sup>	C
۲/۰۶۱	۶۴/۲۱ <sup>c</sup>	۷۶/۴۵ <sup>b</sup>	۸۰/۰۶ <sup>a</sup>	۷۹/۴۷ <sup>a</sup>	k=0/02
۰/۸۱۶	۶۱/۴۰ <sup>d</sup>	۷۳/۲۳ <sup>c</sup>	۶۷/۸۱ <sup>b</sup>	۶۹/۰۴ <sup>a</sup>	k=0/05
۰/۶۵۳	6/54 <sup>db</sup>	۵۷/۴۳ <sup>c</sup>	۶۰/۷۳ <sup>b</sup>	۶۲/۵۳ <sup>a</sup>	k=0/08

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۶- بخش‌های مختلف برآورد شده پروتئین خام ضایعات لپه پاک‌کنی فراوری‌شده و کنترل به وسیله سیستم

UDP	ERDP	RDP	SDP	QDP	نوع فراوری
۶۷/۵۶ <sup>d</sup>	۱۵۵/۷۳ <sup>a</sup>	۱۷۳/۶۳ <sup>a</sup>	۸۴/۷۸ <sup>b</sup>	۸۹/۵۵ <sup>a</sup>	خام
۷۶/۴۳ <sup>c</sup>	۱۵۳/۹۷ <sup>ab</sup>	۱۷۰/۵۷ <sup>b</sup>	۸۷/۵۳ <sup>a</sup>	۸۳/۴۱ <sup>b</sup>	ریزموج ۳ دقیقه
۸۲/۲۶ <sup>b</sup>	۱۴۴/۸۳ <sup>b</sup>	۱۶۰/۴۳ <sup>c</sup>	۸۲/۴۱ <sup>c</sup>	۷۸/۰۲ <sup>c</sup>	ریزموج ۵ دقیقه
۹۴/۴۴ <sup>a</sup>	۱۳۱/۸۳ <sup>c</sup>	۱۴۶/۵۵ <sup>d</sup>	۷۲/۹۵ <sup>d</sup>	۷۳/۶۰ <sup>d</sup>	ریزموج ۷ دقیقه
۲/۱۶۴	۱/۳۴۲	۱/۲۱۱	۰/۶۸۵	۱/۴۰۲	خطای استاندارد

کیلوگرم ماده خشک بود. با افزایش مدت‌زمان پرتودهی، پرتوتابی با کاهش بخش سریع تجزیه در شکمبه (a) و افزایش بخش کند تجزیه (b) میزان پروتئین کل

ضایعات لپه پاک‌کنی فراوری نشده به میزان زیادی قابل‌تجزیه در شکمبه بودند. میزان پروتئین کل قابل‌تجزیه در شکمبه برای تیمار شاهد ۱۷۳/۶۳ گرم بر

قابل تجزیه در شکمبه را کاهش داد و از این طریق باعث کاهش تجزیه‌پذیری ضایعات لپه پاک‌کنی در زمان‌های مختلف انکوباسیون در شکمبه شد.

علیرغم اینکه روش‌های مختلف فراوری باعث کاهش ترکیبات فنولیک و تانن شد ولی برخلاف انتظار باعث کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین خام شده‌اند دلیل این امر احتمالاً به خاطر شرایط فراوری بوده است همچنان که دشیپنده (۲۰۰۲) گزارش کرده است در مورد فرایندهای حرارتی باید این نکته را مدنظر داشت که حرارت دهی بیش‌ازحد به‌منظور کاهش هرچه بیشتر ترکیبات ضد تغذیه‌ای به دلیل کاهش کیفیت پروتئین پیشنهاد نمی‌شود، لذا زمان و دمای مناسب برای حذف بیشتر این ترکیبات به‌گونه‌ای انتخاب شود که با حداقل آسیب حرارتی همراه باشد. نتایج مطالعه حاضر در رابطه با تأثیر پرتو دهی ریزموج بر کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین با نتایج به‌دست‌آمده توسط صادقی و شورنگ (۲۰۰۷) و (۲۰۰۶) در ارتباط با تأثیر پرتو دهی ریزموج بر دانه جو و کنجاله کانولا در ارتباط با اثر افزایش زمان پرتوتابی بر کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین خام مطابقت دارد. نتایج مطالعه حاضر همچنین موافق با نتایج ابراهیمی و همکاران (۲۰۱۰) است که نشان دادند پرتوتابی ریزموج به مدت ۴ و ۶ دقیقه، پروتئین خام دانه کانولا را از تجزیه شکمبه‌ای محافظت می‌کند. صادقی و شورنگ (۲۰۰۶) با بررسی تأثیر پرتو دهی ریزموج بر کنجاله کانولا گزارش کردند که پرتو دهی به مدت ۶ دقیقه تجزیه‌پذیری مؤثر پروتئین خام را ۲۹ درصد کاهش می‌دهد. اطلاعات کمی در مورد دلیل تأثیر پرتوهای ریزموج بر روی تجزیه‌پذیری پروتئین وجود دارد. زائو و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند اگرچه پرتو دهی ریزموج در مقایسه با روش‌های معمول حرارت دهی، از جمله پختن در آب صدمات حرارتی کمتری به خوراک وارد می‌کند اما باعث وقوع واکنش‌های بیوشیمیایی، تغییر ساختارهای مولکولی نشاسته و پروتئین و در نهایت سبب تأثیر بر قابلیت

حلالیت و دمای ژلاتینه شدن در خوراکیها می‌شود. علاوه بر این پرتوتابی از طریق افزایش حرارت نیز توانایی ایجاد تغییر در تجزیه‌پذیری پروتئین خام را دارا است نتایج به‌دست‌آمده توسط مشتاقی نیا و همکاران (۱۹۹۵) نیز نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر را تأیید می‌نماید. مشتاقی نیا و همکاران (۱۹۹۵) بیان کردند که تیمارهای حرارتی از طریق فرایند دناتوره شدن و واکنش میلارد باعث کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین مواد خوراکی در شکمبه می‌گردند. وراژن و همکاران (۱۹۹۵) نیز عنوان کردند که تا خوردن و دناتوره شدن پروتئین با حرارت، باعث واسرشتی پروتئین شده و از این طریق سطح آب‌گریزی پروتئین را افزایش می‌دهد. و اصولاً پروتئین‌های آب‌گریز در شکمبه تجزیه‌پذیری کمی دارند. با افزایش نرخ خروج مواد هضمی از شکمبه، تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک و پروتئین خام ضایعات لپه پاک‌کنی پرتو دهی کاهش یافته است. به‌عنوان مثال در نرخ خروج ۰/۰۸ در ساعت، پرتو دهی به مدت ۵ و ۷ دقیقه به ترتیب سبب ۱۳/۴۸ و ۱۲/۳۲ درصد کاهش در تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک گردیدند. در این نرخ خروج، کاهش تجزیه‌پذیری مؤثر پروتئین خام مربوط به دو فراوری ۵ و ۷ دقیقه ریزموج به ترتیب ۸/۱۷، ۱۲/۶۴ درصد بود.

#### میزان تولید گاز در ضایعات لپه پاک‌کنی خام و فراوری شده

نتایج مربوط به تأثیر زمان‌های مختلف فراوری بر کینتیک تولید گاز بعد از ۲، ۴، ۸، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت انکوباسیون در جدول ۷ گزارش شده است. بلومل و اورسکف (۱۹۹۳) گزارش کردند که به‌طور کلی تولید گاز در نتیجه تخمیر کربوهیدرات به استات، پروپیونات و بوتیرات است. وولین (۱۹۶۰) و منک و استینگس (۱۹۸۸) نیز عنوان کردند که تولید گاز ناشی از تخمیر پروتئین و چربی در مقایسه با تخمیر کربوهیدرات نسبتاً کم است. با توجه به اینکه میزان نشاسته خود به‌طور میانگین با توجه به مطالعات متعدد ۴۷/۳ درصد

(۲۰۱۱) نیز گزارش شده است. ماهری و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر زمان‌های مختلف پرتودهی ریزموج را بر ارزش غذایی و ویژگی‌های تخمیری تفاله گوجه‌فرنگی مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیدند که پرتوتابی ریزموج باعث کاهش تولید گاز می‌گردد. صادقی و شورنگ (۲۰۰۷) علت کاهش میزان تولید گاز در اثر افزایش زمان‌های پرتوتابی ریزموج را، کاهش حلالیت ماده خشک خوراک عنوان نمودند.

است می‌توان گفت بخش اعظم تولید گاز ناشی از تخمیر کربوهیدرات‌ها به‌ویژه نشاسته موجود در ترکیب ضایعات لپه پاک‌کنی است. در ساعات اولیه انکوباسیون میزان تولید گاز در گروه شاهد نسبت به گروه‌های پرتودهی شده کمتر است اما با افزایش زمان انکوباسیون از ۸ ساعت به بعد میزان تولید گاز در گروه‌های پرتودهی شده نسبت به گروه شاهد کاهش می‌یابد. تأثیر پرتوتابی ریزموج در کاهش میزان گاز تولیدی توسط سایر محققین از جمله ماهری و همکاران

جدول ۷- تأثیر روش‌های مختلف فراوری بر تولید گاز در ساعات مختلف انکوباسیون (میلی لیتر به ازای هر گرم ماده خشک

فراوری	۲	۴	۸	۱۲	۲۴	۴۸
خام	۳۵/۷۱ <sup>ab</sup>	۴۴/۶۶ <sup>b</sup>	۸۱/۱۸ <sup>a</sup>	۱۲۰/۸۲ <sup>a</sup>	۲۰۷/۱۵ <sup>a</sup>	۲۸۱/۲۹ <sup>a</sup>
ریزموج ۳ دقیقه	۳۶/۴۷ <sup>a</sup>	۵۲/۸۲ <sup>a</sup>	۸۰/۶۷ <sup>a</sup>	۱۰۷/۹۱ <sup>b</sup>	۲۰۱/۰۱ <sup>a</sup>	۲۷۹/۲۳ <sup>a</sup>
ریزموج ۵ دقیقه	۳۵/۷۴ <sup>a</sup>	۵۲/۱۲ <sup>a</sup>	۸۱/۸۴ <sup>a</sup>	۱۰۷/۵۳ <sup>b</sup>	۱۹۱/۵۱ <sup>b</sup>	۲۷۲/۱۳ <sup>a</sup>
ریزموج ۷ دقیقه	۳۳/۵۸ <sup>ab</sup>	۴۸/۵۷ <sup>b</sup>	۷۲/۲۱ <sup>b</sup>	۹۲/۵۷ <sup>c</sup>	۱۶۳/۹۸ <sup>c</sup>	۲۴۶/۷۹ <sup>b</sup>
خطای استاندارد	۰/۴۸۱	۰/۳۴۳	۱/۳۳۴	۰/۸۳۸	۱/۳۲۵	۱/۲۵۹

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد است.

ترکیب شیمیایی خوراک و میزان گاز تولیدی در ۲۴ ساعت محاسبه شده است. پرتودهی ریزموج سبب کاهش حجم گاز تولیدی و به تبع آن باعث کاهش میزان فراسنجه‌های محاسبه شده می‌گردد. نتایج گزارش شده در جدول ۸ در مورد تأثیر ریزموج بر میزان پروتئین میکروبی موافق با نتایج به دست آمده در بخش تجزیه‌پذیری پروتئین خام است. با افزایش زمان پرتودهی نسبت به گروه شاهد میزان پروتئین میکروبی کاهش و میزان پروتئین عبوری افزایش می‌یابد.

مقادیر برآورد شده انرژی، ماده آلی قابل‌هضم، پروتئین میکروبی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر مقادیر برآورد شده برای انرژی متابولیسمی، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، پروتئین میکروبی و ماده آلی قابل‌هضم از تولید گاز ضایعات لپه پاک‌کنی در جدول ۸ ارائه شده است. فراوری ضایعات لپه پاک‌کنی با ریزموج به مدت ۷ دقیقه باعث کاهش ( $P < 0.05$ ) فراسنجه‌های مذکور گردید. مقادیر گزارش شده برای فراسنجه‌های موجود در جدول از طریق روابط رگرسیونی بین

جدول ۸- فراسنجه‌های تخمینی برای ضایعات لپه پاک‌کنی خام و فراوری شده

فراوری	انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)	درصد ماده آلی قابل‌هضم	پروتئین میکروبی (گرم بر کیلوگرم ماده آلی قابل‌هضم)	اسیدهای چرب زنجیر کوتاه <sup>۳</sup> (میلی مول، به ازای ۵۰۰ میلی‌گرم نمونه انکوبه شده در ۴۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه)
خام	۱۰/۲۱ <sup>a</sup>	۵۱/۹۹ <sup>a</sup>	۶۲/۷۱ <sup>a</sup>	۲/۲۹ <sup>a</sup>
ریزموج ۳ دقیقه	۱۰/۰۹ <sup>a</sup>	۵۰/۷۹ <sup>a</sup>	۶۱/۳۶ <sup>a</sup>	۲/۲۳ <sup>a</sup>
ریزموج ۵ دقیقه	۹/۷۰ <sup>a</sup>	۴۸/۸۶ <sup>a</sup>	۵۸/۹۴ <sup>ab</sup>	۲/۱۳ <sup>b</sup>
ریزموج ۷ دقیقه	۸/۸۷ <sup>b</sup>	۴۳/۳۴ <sup>b</sup>	۵۲/۲۸ <sup>b</sup>	۱/۸۱ <sup>c</sup>
خطای استاندارد	۰/۴۲	۲/۶۰	۲/۸۸	۰/۰۵۷

همبستگی بین میزان حجم گاز تولیدی، تجزیه‌پذیری مؤثر و قابلیت هضم مواد مغذی است.

بلومل و اورسکف (۱۹۹۳) بیان کردند که می‌توان بین روش تولید گاز و روش کیسه‌های نایلونی همبستگی بالایی را مشاهده کرد. جدول ۹ نشان‌دهنده ضرایب

**جدول ۹ - ضرایب همبستگی (و سطح احتمال) بین حجم گاز تولیدی و تجزیه‌پذیری مؤثر و قابلیت هضم مواد مغذی**

	تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک	تجزیه‌پذیری مؤثر پروتئین خام
تولید گاز در ۲۴ ساعت	۰/۹۹۹۴۳ (۰/۰۰۰۶)	۰/۹۵۹۷۶ (۰/۰۴۰۲)
تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک		۰/۹۶۶۲۳ (۰/۰۳۳۸)
تجزیه‌پذیری مؤثر پروتئین خام		

دقیقه با تأثیر مثبت در کاهش میزان ترکیبات ضد مغذی، افزایش قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه و با حداقل تأثیر منفی بر قابلیت هضم پروتئین خام بهترین تأثیرات را داشته است. گرچه اثبات درستی یا نادرستی این نتایج به مطالعات دیگری نیازمند است.

#### تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه ارومیه بابت تأمین بخشی از هزینه‌های این پژوهش سپاس‌گزاری می‌نمایند.

#### نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر نشان می‌دهد که زمان‌های مختلف پرتوتابی ریزموج توانایی تغییر ترکیبات شیمیایی و مواد ضد تغذیه‌ای خوراک را دارا می‌باشند مؤثرترین زمان فراوری در کاهش میزان تانن و ترکیبات فنولی پرتوتابی ریزموج به مدت ۷ دقیقه است. علیرغم تأثیر پرتودهی به مدت ۵ و ۷ دقیقه در کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام و افزایش قابل‌توجه مقدار پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه می‌گردند؛ باعث کاهش قابلیت هضم ماده خشک در شکمبه نیز می‌شوند. لذا از داده‌های حاصل از این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که پرتودهی به مدت ۳

#### منابع مورد استفاده

افشار حمیدی ب و رازقی م ا، ۱۳۸۹. تعیین انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم ماده آلی برخی پس ماند های صنایع غذایی به روش آزمون گاز. همایش ملی مدیریت پس ماندها و پساب های کشاورزی اقبالی کوزه کنانی م، کفیل زاده ف و هژبری ف، ۱۳۸۶. اثر فراوری های فیزیکی و شیمیایی کنجاله کلزا بر حلالیت، تجزیه پذیری و قابلیت هضم پروتئین خام. مجله پژوهش های کشاورزی. آب، خاک و گیاه در کشاورزی، شماره هفت، صفحه های: ۱۳۹-۱۲۷

بقایی ه و حبیبی نجفی م، ۱۳۸۵. تأثیر روش های مختلف فراوری بر عوامل ضد تغذیه ای. شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی. گرگان ایران.

پرند ا و تقی زاده ا، ۱۳۸۹. بررسی قابلیت هضم دانه جو فراوری شده با روش های مختلف با استفاده از روش تولید گاز و دو منبع آنزیم میکروبی. مجله پژوهش های علوم دامی، شماره بیست، صفحه های ۱۳-۱.

- عبدی قزلجه ع، ۱۳۸۷. تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز ضایعات کارخانجات ماکارونی و لپه پاک کنی در سطوح مختلف. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره چهل و سه، صفحه های ۳۵۸-۳۴۹.
- Agricultural and Food Research Council, 1995. Energy and Protein requirements of ruminants. Technical committee on responses to nutrients. CAB International. Wallingford, U.K.
- Agricultural and Food Research Council, 1992. Nutritive requirements of ruminant animals. Protein. Nutr. Abs. Rev. Ser. B 62, 787- 835
- Aimone JC and Wagner DG, 1977. Micronized wheat. II. Influence on in vitro digestibility, gas production and gelatinization. J Anim Sci 44:1096-1099.
- Alajaji S , El-Adawy T, 2006. Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. J Food Compos Anal 10: 03-15
- Ankom, 1998. Procedures for fiber and in vitro analysis. Accesses <http://www.Ankom.com>
- AOAC, 2000. Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC., USA.
- Blummel M and Orskov ER, 1993. Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. Anim Feed Sci Tech 40: 109-119.
- Coblentz WK, Fritz JO, Cochran RC, Rooney WL and Bolsen KK, 1997. Protein degradation in response to spontaneous heating in alfalfa hay by in situ and ficin methods. J Dairy Sci 80:700-713.
- Czerkawski JW, 1986. An introduction to rumen studies. Pergamon Press, Oxford, UK.
- Deshpande SS, 2002. Hand book of food toxicology. Marcel Inc, New York.
- Ebrahimi SR, Nikkhab A and Sadeghi A, 2010. Changes in nutritive value and digestion kinetics of canola seed due to microwave irradiation. Asian-Austr. J Anim Sci 3: 347 – 354.
- Ebrahimi-Mahmoudabad SR and Tghinejad-Roudbaneh M, 2011. Investigation of electron beam irradiation effects on anti-nutritional factors, chemical composition and digestion kinetics of whole cottonseed, soybean and canola seed. Radiat. Phys. Chem 80: 1441-1447.
- FASS, 2010. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching (Ag Guide). 3rd ed. Federation of Animal Science Societies.
- Garcia-Parra J, Gonzalez-Cebrino F, Delgado J, Lozano M, Hernandez T and Ramirez R, 2011. Effect of thermal and high-pressure processing on the nutritional value and quality attributes of a nectarine purée with industrial origin during the refrigerated storage. J Food Sci 76: 618-625.
- Getachew G, Makkar HPS and Becker K, 2002. Tropical browses: content of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acids and in vitro gas production. J Agri Sci Camb 139: 341-352.
- Habiba RA, 2002. Changes in anti nutrients, protein solubility, digestibility and HCL extractability of ash and phosphorus in vegetable peas as affected by cooking methods. Food chem 77: 187-192.
- Kaasova J, Hubackova B, Kadlec P, Prihoda J and Bubnik Z, 2002. Chemical and biochemical changes during microwave treatment of wheat. Czech J Food Sci 20: 74–78.
- Kadlec P, Kaasova J, Dostalova J, Zatopkova M, Hosnedl V and Hrachovinova J, 2002. Microwave treatment on drying of germinated pea. Czech J Food Sci 20: 23–30.
- Kala BK and Mohan VR, 2012. Effect of microwave treatment on the antinutritional factors of two accessions of velvet bean, *Mucuna pruriens* (L.) DC. var. utilis (Wall. ex Wight) Bak. ex Burck. Int Food Res J 19: 961-969.
- Maheri N, Egbali M, Aghazadeh A, Mirzaei A and Golshani A, 2011. Effects of microwave irradiation on ruminal protein degradation of tomato pomace. Int J Anim Vet Adv 3: 177-181.
- Makkar HPS, 2000. Quantification of Tannins in Tree Foliage: A 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 Tanniniferous Tree Foliage'. IAEA, VIENNA.
- McDonald I, 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the ruminal. J Agr Sci Camb 96:251–252.
- Menke KH and Steingass H, 1987. Des energetischen futterwerts aus der in vitro mit pansensaft bestimmten gasbildung und der chemischen analyse. II. Regressionsgleichungen. Bers TierernHrg 15: 59-94.

- Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D and Schneider W, 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *J Agr Sci Camb* 93: 217–222.
- Menke KH and Steingass H, 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. *Anim Res Dev* 28: 7–55.
- Moshtaghi Nia SA and Ingalls JR, 1995. Influence of moist heat treatment on ruminal and intestinal disappearance of amino acids from rapeseed meal. *J Dairy Sci* 78:1552-1560.
- Orskov ER and McDonald I, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J Agr Sci Camb* 92: 499–503.
- Pena F, Tagari H and Satter LD, 1986. The effect of heat treatment of whole cottonseed on site and extent of protein digestion in dairy cows. *J Anim Sci* 62:1423-1432.
- Ramachandran Sand Ray AK, 2008. Effect of different processing techniques on the nutritive value of grass pea, *Lathyrus sativus* L., seed meal in compound for indan major carp rohu, lab eorohita (Hamil ton), fingerlings. *J Pol Fish* 16: 189-202.
- Randhir R and Shetty K, 2004. Microwave-induced stimulation of L-Dopa, phenolics and antioxidant activity in fava bean (*Vicia faba*) for Parkinsons's diet. *Process Biochem* 39: 1775-1784.
- Sadeghi AA and Shawrang P, 2006. Effects of microwave irradiation on ruminal protein and starch degradation of corn grain. *Anim Feed Sci Tech* 127: 113–123.
- Sadeghi AA and Shawrang P, 2007. Effect of microwave irradiation on ruminal dry matter, protein and starch degradation characteristics of barley grain. *Anim Feed Sci Tech* 141:184-194.
- SAS, 2002. Version 9.1 SAS/STAT user's guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.
- Somsub W, Kongkachuichai R, Sungpuag P, Charoensiri R, 2008. Effects of three conventional cooking methods on vitamin C, tannin, myo-inositol phosphates contents in selected Thai vegetables. *J Food Compos Anal* 21:187– 197.
- Theodorou MK, Williams BA, Dhanoa MS, McAllan AB and France J, 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim Feed Sci Tech* 48: 185-197.
- Thomas R, Tripathi R, Kamat SD, and Kamat DV, 2012. Comparative study of phenolics and antioxidant activity of phytochemical of T.CHEbula extracted using microwave and ultrasonication. *IJPSR* 3: 194-197.
- Van Straalen W, Tamminga S, 1990. Protein degradation of ruminant diets, In: Wiseman J and Cole DJA (Eds.), *Feedstuff Evaluation*. Butterworths, London, UK, pp.5: 55-72.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA, ۱۹۹۱. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74: 3583–3597
- Vanzant ES, Cochran RC and Titgemeyer EC, 1998. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. *J Anim Sci* 76:2717-2729.
- Vasta V, Nudda A, Cannas AL and Priolo A, 2008. A review, alternative feed resources and their effect on the quality of meat and milk from small ruminant. *Anim Feed Sci TechNOL* 147: 223 - 246.
- Vijayakumari P, Siddhuraju P, Pugalenti M and Janardhanan K, 1998. Effect of soaking and heat processing on the levels of antinutrients and digestible proteins in seeds of *Vigna aconitifolia* and *Vigna sinensis*. *Food Chem* 63: 259–264.
- Voragen AGJ, Gruppen H, Marsman GJP and Mul AJ, 1995. Effect of some manufacturing technologies on chemical, physical and nutritional properties of feed. In: Garnsworthy PC, Cole DJA (Eds.), *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham University Press, Nottingham, UK, Pp. 93–126.
- Wang N, Lewis MJ, Brennan JG and Westby A, 1997. Effect of processing methods on nutrients and anti-nutritional factors in cowpea. *Food Chem* 58: 59–68.
- Wolin MJ, 1960. A theoretical rumen fermentation balance. *J Dairy Sci* 43: 1452–1459.
- Zhao S, Xiong S, Qiu C, and Xu Y, 2007. Effect of microwaves on rice quality. *J Stored Prod Res* 43: 496-502.

## Effect of different microwave irradiation time on chick pea pre-cleaning nutritive value, using in situ and in vitro method

F Shamei<sup>1</sup>, R Pirmohammadi<sup>2</sup> and H Khalilvandi-Behroozyar<sup>2</sup>

Received: August 03, 2014

Accepted: September 05, 2015

<sup>1</sup>PhD Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

<sup>2</sup>Associate Professor and <sup>3</sup>Assistant Professor, respectively, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

\*Corresponding Author: Email: h.khalilvandi@urmia.ac.ir

### Abstract

**BACKGROUND:** Agricultural waste due to their high nutritive potential can be useful food for animal nutrition. **OBJECTIVE:** The present study was designed to determine the effects of different microwave irradiation time on chemical composition, content of phenolic compounds, DM, CP and OM digestibilities, ruminal degradability parameters of DM, CP and in vitro gas production kinetics and parameters. **METHODS:** Chick pea pre-cleaning was processed for 3, 5 and 7 minutes with microwave irradiation after sampling. **RESULTS:** Results showed effectiveness of microwave irradiation in reduction of chick pea anti-nutritional factors. Greatest reduction in contents of total phenolics and total tannine (51.67 and 53/31, respectively) was belong to microwave irradiation for 7 minutes. Increasing irradiation time significantly decreased soluble protein fraction which reduces rapidly degradable protein fraction ( $P < 0.05$ ). Microwave irradiation for 5 and 7 minutes compared with control group reduced ( $P < 0.05$ ) rapidly degradable protein fraction by 12.87 and 17.81%, respectively. **CONCLUSION:** Results of present study confirmed the ability of microwave irradiation in protection of CP form extensive ruminal degradation.

**Keywords:** Agri-Byproducts, Chick pea pre-cleanings, Degradability, Phenolic compounds, Tannin