

تعیین ارزش غذایی اجزاء مختلف باقلا و پوسته مرکبات با استفاده از تکنیک تولید گاز در شرایط برون تنی

عطیه رحیمی<sup>۱</sup>، عباسعلی ناصریان<sup>۲</sup>، سیدهادی ابراهیمی<sup>۳</sup>، زهره زرنگار<sup>۴</sup>، محمودرضا امینی<sup>۱</sup>، مهران جوریان<sup>۵</sup>، شبنم روشندل<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی دکتری تغذیه دام دانشگاه فردوسی مشهد،

<sup>۲</sup>استاد گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد،

<sup>۳</sup>استادیار گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد،

<sup>۴</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه دام دانشگاه فردوسی مشهد،

<sup>۵</sup>دانشجوی کارشناسی علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد.

ایمیل نویسنده مسئول: atiehrahimi.um@gmail.com

## چکیده

در این مطالعه ارزش غذایی اجزاء مختلف باقلا (مغز، پوسته، دانه، غلاف و میوه کامل) و پوسته مرکبات (لیموترش بزرگ، پرتغال تامسون جنوب و شمال، پرتغال تو سرخ، نارنگی پاکستانی-ایرانی و نارنگی ساری) با استفاده از آنالیز شیمیایی و تکنیک تولید گاز در شرایط برون تنی بررسی شد. ترکیب مواد مغذی موجود در نمونه‌ها بر اساس روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. روش فرائت فشار توسط فشارسنج برای پیش بینی گاز تولید شده استفاده گردید. میزان و نرخ تولید گاز با استفاده از مدل ارسکوف و مکدونالد برآورد شد. مقادیر انرژی قابل متابولیسم، انرژی خالص، قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین میکروبی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر با استفاده از معادلات و بر اساس نتایج آنالیز شیمیایی و تولید گاز تخمین زده شد. نتایج نشان داد که ترکیبات شیمیایی، پتانسیل و نرخ تولید گاز، ماده آلی قابل هضم، انرژی قابل متابولیسم، انرژی خالص، پروتئین میکروبی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر بین اجزاء مختلف باقلا و همچنین در پوسته انواع مختلف مرکبات دارای اختلاف معنی دار هستند ( $P < 0.05$ ). مغز باقلا دارای ارزش غذایی بیشتری نسبت به سایر اجزاء آن بوده و مقدار فیبر در غلاف بیشتر بود. و به طور کلی، کل میوه باقلا با پروتئینی حدود  $28.05\%$ ،  $34.83\%$  NDF و انرژی قابل متابولیسم  $11.46$  مگاژول دارای ارزش غذایی بسیار خوبی برای تغذیه دام است. همچنین نتایج نشان داد که پوسته لیموترش بزرگ و پرتغال تامسون شمال دارای بیشترین ارزش غذایی و پوسته نارنگی ساری دارای کمترین ارزش غذایی بود. پوسته پرتغال تامسون شمال بیشترین و پوسته نارنگی ساری کمترین مقدار انرژی قابل متابولیسم، انرژی خالص، قابلیت هضم ماده آلی، پروتئین میکروبی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر را به خود اختصاص داد.

واژه های کلیدی: باقلا- پوسته مرکبات- ارزش غذایی- تولید گاز.

## مقدمه

امروزه استفاده از ضایعات محصولات کشاورزی (*By-Product*) در تغذیه دام از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا قیمت علوفه و کنسنتره بالا است و از طرفی همه ساله مقدار زیادی ضایعات از محصولات کشاورزی تولید می‌شود که دارای ارزش غذایی بسیار خوبی برای تغذیه دام هستند. در بین این ضایعات، باقلا (با نام علمی *Vicia faba*) در صورت عدم برداشت برای تغذیه انسانی و یا عدم فروش آن در میوه فروشی‌ها، می‌تواند به عنوان منبع پروتئینی مناسب در تغذیه دام مورد استفاده قرار گیرد. همچنین پوسته مرکبات حاصل از مصرف انسانها در منزل و یا حاصل از ضایعات میوه فروشی‌ها می‌تواند به عنوان یک منبع غذایی مناسب برای

تغذیه دام باشد. مطالعات درمورد بررسی ارزش غذایی گیاه کامل باقلا (۱ و ۴) و یا تفاله مرکبات (۲) حاصل از کارخانجات آبمیوه گیری برای تغذیه دام به خوبی انجام شده است، اما ارزش غذایی اجزاء مختلف گیاه باقلا (مغز، پوسته، دانه، غلاف و میوه کامل) و پوسته (لایه خارجی زرد یا نارنجی و لایه داخلی سفید) انواع مرکبات (نارنگی، پرتغال و لیمو ترش) برای تغذیه دام به خوبی روشن نیست. لذا هدف این مطالعه بررسی ارزش غذایی اجزاء مختلف باقلا و پوسته مرکبات با استفاده از آنالیز شیمیایی و تکنیک تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی است.

### مواد و روش‌ها

باقلائی مورد استفاده در این آزمایش از مزارع کشت آن در شمال کشور و انواع مرکبات (لیموترش بزرگ، پرتغال تامسون جنوب و شمال، پرتغال تو سرخ، نارنگی پاکستانی- ایرانی (نارنگی پاکستانی کشت شده در ایران) و نارنگی ساری) استفاده شده از نواحی مختلف کشور تهیه و سپس اجزاء مختلف باقلا و پوسته مرکبات تفکیک و جهت آنالیز شیمیایی از هر نمونه ۳ تکرار برداشته و در آون خشک شد. بعد از محاسبه ماده خشک، نمونه‌ها توسط آسیاب چکشی با قطر منافذ ۱ میلی‌متر آسیاب شدند. سپس مقدار خاکستر، پروتئین، چربی و NDF بر اساس روش‌های استاندارد AOAC (۲۰۱۲) تعیین گردید. برای بررسی میزان و نرخ گاز تولیدی از روش قرائت فشار توسط فشارسنج استفاده گردید. داده‌های حاصل از ثبت فشار از هر بطری توسط قانون گاز بویل (Boyle's Gas Law) به حجم تبدیل شدند (۷). پتانسیل (b) و نرخ (c) گاز تولیدی با استفاده از مدل ارسکوف و مک دونالد (۶) برآورد شدند. مدل شامل  $Y = b(1 - \exp^{-ct})$  که در آن Y گاز تجمعی تولید شده در زمان t (ساعت) انکوباسیون است. همچنین مقادیر قابلیت هضم ماده آلی (OMD) و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFA) با استفاده از معادله منک و استینگاس (۵) و پروتئین میکروبی (MP) با استفاده از معادله سزارکاوسکی (۳) به صورت زیر محاسبه شد.

$$\text{قابلیت هضم ماده آلی } (\%) = 9 + 0.9991 \times GP + 0.0595 \times CP + 0.0181 \times XA$$

$$\text{اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (mMol)} = 0.00425 + 0.0222 \times GP$$

$$\text{قابلیت هضم ماده آلی } (\text{g/kg OM}) = 19.3 \times \text{پروتئین میکروبی}$$

$$\text{انرژی قابل متابولیسم (Mj/kg)} = 1.06 + 0.1570 \times GP + 0.0084 \times CP + 0.0220 \times EE - 0.0081 \times XA$$

$$\text{انرژی خالص (Mj/kg DM)} = -0.36 + 0.1149 \times GP + 0.0054 \times CP + 0.0139 \times EE - 0.0054 \times XA$$

که در این معادلات GP تولید گاز خالص در ۲۴ ساعت بر اساس (ml/200mg DM)، CP درصد پروتئین خام و XA درصد خاکستر نمونه‌ها می‌باشد. در پایان داده‌های آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ با رویه GLM مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون توکی در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده گردید.

### نتایج

با توجه به نتایج جدول ۱ ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و NDF بین اجزاء مختلف باقلا دارای اختلاف معنی‌دار بودند ( $P < 0.05$ ). بیشترین ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام در مغز و کمترین آنها در پوسته باقلا بود ( $P < 0.05$ ). مقدار ماده خشک بین دانه، غلاف و میوه کامل باقلا مشابه بود. پروتئین خام دانه باقلا بعد از مغز قرار داشت، اما بین غلاف و کل میوه باقلا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مقدار NDF از بالا به پایین به ترتیب در غلاف، پوسته، دانه، کل میوه و مغز باقلا وجود داشت. همچنین بیشترین مقدار چربی در مغز و کمترین آن در غلاف باقلا بود. پتانسیل تولید گاز به ترتیب از بالا به پایین در پوسته، مغز، کل میوه، غلاف و دانه باقلا وجود داشت. بیشترین نرخ تولید گاز در دانه باقلا و کمترین آن در مغز بود. ماده آلی قابل هضم،

انرژی قابل متابولیسم، انرژی خالص، پروتئین میکروبی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر به ترتیب از بالا به پایین در پوسته، مغز، کل میوه، غلاف و دانه باقلا وجود داشتند.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی، پتانسیل و نرخ تولید گاز و پارامترهای تخمینی تولید گاز در اجزاء مختلف باقلا

P-Value	SEM	اجزاء مختلف باقلا <sup>۱</sup>				ترکیب شیمیایی و پارامترهای تولید گاز	
		کل میوه باقلا	غلاف باقلا	دانه باقلا	پوسته باقلا		مغز باقلا
						ترکیب شیمیایی (%)	
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۳۳۵	۹۳/۱۹ <sup>b</sup>	۹۳/۱۷ <sup>b</sup>	۹۳/۱۶ <sup>b</sup>	۹۲/۴۸ <sup>c</sup>	۹۴/۱۱ <sup>a</sup>	ماده خشک
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۹۴	۹۷/۱۵ <sup>b</sup>	۹۶/۲۸ <sup>c</sup>	۹۵/۴۹ <sup>b</sup>	۹۵/۲۱ <sup>d</sup>	۹۷/۵۵ <sup>a</sup>	ماده آلی
<۰/۰۰۰۱	۰/۲۵۹۴	۲۸/۵۷ <sup>c</sup>	۲۷/۵۵ <sup>c</sup>	۳۱/۰۷ <sup>b</sup>	۲۵/۸۰ <sup>d</sup>	۳۲/۹۱ <sup>a</sup>	پروتئین خام
<۰/۰۰۰۱	۰/۳۶۰۴	۳۴/۸۳ <sup>c</sup>	۴۰/۶۵ <sup>a</sup>	۳۷/۷۰ <sup>b</sup>	۳۸/۴۰ <sup>b</sup>	۳۳/۱۰ <sup>c</sup>	فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF)
۰/۰۰۰۷	۰/۰۳۵۳	۲/۴۵ <sup>bc</sup>	۱/۹۲ <sup>d</sup>	۲/۲۷ <sup>b</sup>	۲/۰۷ <sup>cd</sup>	۲/۴۸ <sup>a</sup>	چربی خام
							پارامترهای تولید گاز
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۵۰۰	۳۲۲/۸۵ <sup>c</sup>	۳۰۷/۵۵ <sup>d</sup>	۳۰۶/۷۵ <sup>e</sup>	۳۸۰/۵۵ <sup>a</sup>	۳۳۱/۸۵ <sup>b</sup>	پتانسیل تولید گاز (ml/gDM)
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲۵	۰/۱۵۵ <sup>b</sup>	۰/۱۵۸ <sup>b</sup>	۰/۱۷۰ <sup>a</sup>	۰/۰۶۲ <sup>c</sup>	۰/۱۵۰ <sup>d</sup>	نرخ تولید گاز (ml/h/gDM)
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۳۹	۷۵/۲۶ <sup>c</sup>	۷۲/۱۶ <sup>b</sup>	۷۲/۲۲ <sup>d</sup>	۸۶/۶۶ <sup>a</sup>	۷۷/۳۱ <sup>b</sup>	ماده آلی قابل هضم (%)
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۵۶	۱۱/۴۶ <sup>c</sup>	۱۰/۹۶ <sup>d</sup>	۱۰/۹۶ <sup>d</sup>	۱۳/۲۳ <sup>a</sup>	۱۱/۷۹ <sup>b</sup>	انرژی قابل متابولیسم (Mj/kg)
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۵	۷/۲۲ <sup>c</sup>	۶/۸۶ <sup>d</sup>	۶/۸۶ <sup>d</sup>	۸/۵۲ <sup>a</sup>	۷/۴۶ <sup>b</sup>	انرژی خالص (Mj/kg)
<۰/۰۰۰۱	۰/۲۶۹۸	۱۴۵۲/۵۸ <sup>c</sup>	۱۳۹۲/۷۱ <sup>d</sup>	۱۳۹۳/۹۴ <sup>d</sup>	۱۶۷۲/۶۰ <sup>a</sup>	۱۴۹۲/۱۳ <sup>b</sup>	پروتئین میکروبی (g/kg OMD)
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۳	۱/۴۲ <sup>c</sup>	۱/۳۶ <sup>d</sup>	۱/۳۵ <sup>c</sup>	۱/۶۸ <sup>a</sup>	۱/۴۶ <sup>b</sup>	اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (Mmol)

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند ( $P < 0/05$ ).

<sup>۱</sup>مغز باقلا: جنین باقلا یا داخلی ترین بخش باقلا؛ پوسته باقلا: پوسته اطراف جنین باقلا؛ دانه باقلا: جنین و پوسته اطراف آن؛ غلاف باقلا: پوشش ضخیمی که دانه‌های باقلا پشت سر هم درون آن قرار گرفته‌اند؛ کل میوه باقلا: یک خوشه کامل باقلا که شامل غلاف، دانه، پوسته و جنین است.

همچنین نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام و NDF بین پوسته انواع مرکبات دارای اختلاف معنی‌دار بودند ( $P < 0/05$ ). بیشترین ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام در پوسته لیمو ترش بزرگ و کمترین آنها در پوسته نارنگی ساری بود ( $P < 0/05$ ). مقدار ماده خشک بین پوسته پرتغال تامسون شمال، پرتغال تو سرخ و نارنگی پاکستانی-ایرانی مشابه بود. همچنین مقدار ماده آلی بین پوسته پرتغال تامسون جنوب، تامسون شمال و تو سرخ مشابه بود. پروتئین خام در پوسته لیمو ترش بزرگ، پرتغال تامسون جنوب، تامسون شمال، پرتغال تو سرخ و نارنگی پاکستانی-ایرانی اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین مقدار NDF در پوسته نارنگی ساری و کمترین در پوسته لیمو ترش بزرگ بود. چربی در پوسته پرتغال تامسون جنوب دارای بیشترین و در پوسته نارنگی ساری دارای کمترین مقدار بود. پتانسیل تولید گاز به ترتیب از بالا به پایین در پوسته پرتغال تامسون شمال، تامسون جنوب، لیمو ترش بزرگ، نارنگی پاکستانی-ایرانی، پرتغال تو سرخ و نارنگی ساری وجود داشت. بیشترین نرخ تولید گاز در پوسته نارنگی ساری و کمترین آن در پوسته نارنگی پاکستانی-ایرانی بود. ماده آلی قابل هضم، انرژی قابل متابولیسم، انرژی خالص، پروتئین میکروبی و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر به ترتیب از بالا به پایین در پوسته پرتغال تامسون شمال، تامسون جنوب، لیمو ترش بزرگ، نارنگی پاکستانی-ایرانی، پرتغال تو سرخ و نارنگی ساری وجود داشتند.

**جدول ۲- ترکیب شیمیایی، پتانسیل و نرخ تولید گاز و پارامترهای تخمینی تولید گاز در پوسته انواع مرکبات**

P-Value	SEM	پوسته انواع مرکبات						ترکیب شیمیایی و پارامترهای تولید گاز
		نارنگی ساری	نارنگی پاکستانی - ایرانی	پرتغال تو سرخ	پرتغال تامسون شمال	پرتغال تامسون جنوب	لیموترش بزرگ	
ترکیب شیمیایی (%)								
<0/0001	0/0500	91/31 <sup>d</sup>	91/94 <sup>c</sup>	91/76 <sup>c</sup>	91/83 <sup>c</sup>	92/38 <sup>b</sup>	92/85 <sup>a</sup>	ماده خشک
<0/0001	0/1146	91/60 <sup>c</sup>	96/85 <sup>a</sup>	95/68 <sup>b</sup>	95/45 <sup>b</sup>	95/79 <sup>b</sup>	96/45 <sup>a</sup>	ماده آلی
0/0103	0/2930	6/35 <sup>b</sup>	7/35 <sup>ab</sup>	7/73 <sup>ab</sup>	8/25 <sup>a</sup>	8/36 <sup>a</sup>	8/75 <sup>a</sup>	پروتئین خام
<0/0001	0/1791	28/37 <sup>a</sup>	28/20 <sup>ab</sup>	26/40 <sup>c</sup>	27/30 <sup>bc</sup>	27/90 <sup>ab</sup>	25/17 <sup>d</sup>	فیبر نامحلول در شوینده خشتی (NDF)
0/0039	0/0145	1/78 <sup>c</sup>	1/85 <sup>bc</sup>	1/88 <sup>ab</sup>	1/82 <sup>bc</sup>	1/93 <sup>a</sup>	1/83 <sup>bc</sup>	چربی خام
پارامترهای تولید گاز								
<0/0001	0/1770	336/65 <sup>e</sup>	396/55 <sup>c</sup>	368/35 <sup>d</sup>	427/07 <sup>a</sup>	401/50 <sup>b</sup>	400/60 <sup>b</sup>	پتانسیل تولید گاز (ml/gDM)
<0/0001	0/0008	0/203 <sup>a</sup>	0/191 <sup>d</sup>	0/195 <sup>dc</sup>	0/198 <sup>bc</sup>	0/202 <sup>ab</sup>	0/158 <sup>c</sup>	نرخ تولید گاز (ml/h/gDM)
<0/0001	0/0422	76/74 <sup>e</sup>	88/73 <sup>c</sup>	83/14 <sup>d</sup>	94/91 <sup>a</sup>	89/80 <sup>b</sup>	89/63 <sup>b</sup>	ماده آلی قابل هضم (%)
<0/0001	0/0070	11/67 <sup>e</sup>	13/58 <sup>c</sup>	12/69 <sup>d</sup>	14/54 <sup>a</sup>	13/74 <sup>b</sup>	13/72 <sup>b</sup>	انرژی قابل متابولیسم (Mj/kg)
<0/0001	0/0049	7/40 <sup>e</sup>	8/80 <sup>c</sup>	8/14 <sup>d</sup>	9/49 <sup>a</sup>	8/91 <sup>b</sup>	8/89 <sup>b</sup>	انرژی خالص (Mj/kg)
<0/0001	10/8153	1481/18 <sup>e</sup>	1712/55 <sup>c</sup>	1604/64 <sup>d</sup>	1831/79 <sup>a</sup>	1733/16 <sup>b</sup>	1739/92 <sup>b</sup>	پروتئین میکروبی (g/kg OMD)
<0/0001	0/0090	1/49 <sup>e</sup>	1/75 <sup>c</sup>	1/63 <sup>d</sup>	1/89 <sup>a</sup>	1/77 <sup>b</sup>	1/77 <sup>b</sup>	اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (Mmol)

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<0/05).

#### منابع

- 1- Alghamdi, S. S. 2009. Chemical Composition of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Genotypes under Various Water Regimes. *Pakistan Journal of Nutrition* 8 (4): 477-482.
- 2- Bompidis, V. A., P. H. Robinson. 2006. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 128: 175 -217.
- 3- Czerkawski JW (1986). An introduction to rumen studies. Pergamum Press, Oxford, UK.
- 4- Garrido, A., A. Gemez Cabrera., J. E. Guerrero., R. R. Marquardt. 1991. Chemical composition and digestibility in vitro of *Vicia faba* L. cultivars varying in tannin content. *Animal Feed Science and Technology*, 35: 205 -21.
- 5- 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. *Journal of Animal Research and Development*, 28:7-55.
- 6- Orskov, E.R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to the rate of passage. *Journal of Agric. Sci.*, 92: 499-503.
- 7- Rogerio, M. M., Fergus, L. M., Mewa, S. D., Emyr, O., Kulwant. S. C., and Micheal. K. T. 1999. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 79: 321-330.

## Determination of the nutritional value of different parts of *Vicia faba* and shell of different kinds of citrus using *in vitro* gas production technique

In this study the nutritional value of different parts of *Vicia faba* (Seed embryo, Inner shell, Seed sheath, Outer shell, Whole plant) and shell of different kinds of citrus (Large lemon, South and north Thompson orange, red inner Orange, Pakistani-Iranian tangerine and Sari tangerine) using chemical analysis and *in vitro* gas production technique was determined. The composition of nutrients in feeds was measured based on the instructions of AOAC. The method of reading the pressure gauge was used to predict the gas production. Amount and rate of gas production were estimated according to Orskov and McDonald model. Amounts of organic matter digestibility (OMD), metabolizable energy (ME), net energy (NE), microbial crude protein (MCP) and short-chain fatty acid (SCFA) using equations based on the results of chemical analysis and gas production were estimated. Data were analyzed in a completely randomized design using the GLM procedure of SAS ( $P < 0.05$ ). Results showed that chemical composition, gas production potential, rate of gas production, OMD, ME, NE, MCP and SCFA of different parts of *Vicia faba* and shell of different kinds of citrus were significantly different ( $P < 0.05$ ). Seed embryo had the highest nutritional value than other parts of *Vicia faba* and amount of NDF was the highest in Seed sheath. Totally whole plant of *Vicia faba* with 28.57% CP, 34.93% NDF and 11.46 Mj/kg ME is a valuable nutritional source for feeding of animal. Also, shell of large lemon and north Thompson orange had the highest nutritional value and Sari tangerine had the lowest nutritional value. Shell of north Thompson orange had the highest and Sari tangerine had the lowest OMD, ME, NE, MCP and SCFA.

**Keywords:** *Vicia faba*- Citrus shell- Nutritional value- Gas production.