

تاثیر وارپته و تفت دادن بر خصوصیات فیزیکی و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای دانه جو

سمیرا سروری^۱، علی حسین‌خانی^{۲*}، اکبر تقی‌زاده^۲، حسین جانمحمدی^۲ و حمید محمدزاده^۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۱

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

^۲ به ترتیب دانشیار، استاد، استاد و استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه: Email: hoseinkhani2000@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: فرآوری حرارتی و نوع وارپته دانه جو می‌تواند بر خصوصیات فیزیکی و تخمیری آن در شکمبه تاثیر بگذارد. **هدف:** این آزمایش به منظور بررسی تاثیر وارپته‌های دانه جو و طول مدت تفت دادن بر خصوصیات فیزیکی و تجزیه‌پذیری دانه جو انجام شد. **روش کار:** دو وارپته دانه جو (سهند و ماکویی) و چهار زمان فرآوری حرارتی (دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و زمان‌های ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ دقیقه) در قالب طرح فاکتوریل ۲*۴ مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای با استفاده از ۲ راس گوسفند قزل فیستولادار و روش کیسه‌های نایلونی انجام پذیرفت. **نتایج:** فرآوری حرارتی موجب کاهش تجزیه‌پذیری ماده خشک دانه جو در ساعات ۱۶ تا ۴۸ گردید. میزان تجزیه‌پذیری وارپته سهند بیشتر از وارپته ماکویی بود ($P < 0/05$). با این حال نوع وارپته و تیمار حرارتی تاثیر بر میزان تجزیه‌پذیری دانه جو در ساعات اولیه انکوباسیون نداشتند. بخش با تجزیه‌پذیری سریع (a) و با تجزیه‌پذیری آهسته (b) و ثابت نرخ تجزیه (c) با تفت دادن در هر دو وارپته کاهش یافت. چربی خام، حل‌پذیری ماده خشک و خاکستر، تحت تاثیر اثر ثابت وارپته، ماده خشک تحت تاثیر زمان فرآوری و دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی سلولز، ظرفیت نگهداری آب و جرم حجمی توده‌ای (BD_{100}) تحت تاثیر اثرات ثابت زمان فرآوری و وارپته قرار گرفتند. ظرفیت نگهداری آب دارای همبستگی مثبتی با ترکیبات دیواره سلولی ($r=0/84$) و دیواره سلولی منهای همی سلولز ($r=0/71$) بود. همچنین ارتباط بین BD_{100} با دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی سلولز مثبت و به ترتیب ($r=0/40$ و $r=0/35$) بود. **نتیجه‌گیری نهایی:** نتایج آزمایش نشان داد که با استفاده از وارپته و فرآوری تفت دادن میتوان ضریب تجزیه‌پذیری ماده خشک دانه-جو در شکمبه را کاهش داد.

واژگان کلیدی: غلات، ظرفیت نگهداری آب، جرم حجمی توده‌ای، فرآوری حرارتی

مقدمه

تاثیر بگذارد (دان و همکاران ۱۹۹۹). تحت شرایط مصرف بالای غلات، عمل‌آوری حتی در مقیاس اندک نیز می‌تواند نتایج اقتصادی مهمی دربر داشته باشد (آریلی و همکاران ۱۹۹۵). عمل‌آوری غلات می‌تواند نرخ و میزان هضم مواد مغذی را بهبود بخشد (پائولی و

عمل‌آوری خوراک یکی از عوامل مهم و موثر بر مصرف و گوارش‌پذیری خوراک است. عمل‌آوری و تغییر در اندازه ذرات خوراک می‌تواند بر برخی از صفات تولیدی و عملکردی دام و متابولیت‌های شکمبه

واریت‌های مختلف دانه‌جو در جرم حجمی توده‌ای و محتوای شیمیایی (کولکسن و همکاران ۲۰۰۵) و قابلیت تجزیه‌پذیری (قربانی و حاج حسینی ۲۰۰۲) با یکدیگر تفاوت دارند. مواد خوراکی مختلف دارای ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی متفاوتی هستند و اثر متقابل این ویژگی‌ها در مورد استفاده قرار گرفتن آنها نقش زیادی دارد. معمولاً بخش محلول خوراک به سرعت تجزیه شده، لیکن نرخ عبور بخش‌های نامحلول خوراک با توجه به ویژگی‌های فوق‌الذکر می‌تواند بسیار متنوع باشد. همچنین روش‌های فیزیکی، اطلاعات جدیدی درباره ارزش تغذیه‌ای خوراک نشخوارکنندگان و تشخیص اختلاف بین خوراکی‌ها ارائه می‌دهند. این خصوصیات می‌توانند بخشی از نقش میکروارگانیسم‌های شکمبه در تجزیه خوراک که با خصوصیات شیمیایی قابل درک نیست را مشخص نمایند (گیگر - ریوردین ۲۰۰۰). جرم حجمی توده‌ای می‌تواند بر حرکت مواد در دستگاه گوارش اثر گذاشته و در نتیجه میزان ماده خشک مصرفی را تحت تاثیر قرار دهد (هریستوف و همکاران ۲۰۰۲). همچنین قابلیت انحلال مواد خوراکی می‌تواند تخمینی از محتوای مواد مغذی مورد بررسی باشد (زالی کره‌ناب و همکاران ۱۳۸۷). به نظر می‌رسد شناسایی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی می‌تواند در جلوگیری از ناهنجاری‌های متابولیکی و داشتن جیره‌های متعادل‌تر موثر واقع شود. هدف از مطالعه حاضر تعیین تجزیه‌پذیری ماده خشک به روش کیسه‌های نایلونی، اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و همبستگی بین آنها در واریته‌های مختلف دانه جو بود.

مواد و روش‌ها

دو واریته جو به اسامی سهند و ماکویی از مرکز تحقیقات اصلاح نهال و بذر کشور تهیه شدند. دانه‌های جو در درجه حرارت ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵، ۱۰، ۱۵ دقیقه در یک ظرف چدنی دوار تفت داده شدند.

همکاران (۱۹۹۲). عمده‌ترین ماده مغذی در دانه‌های غلات، نشاسته است و با توجه به اینکه تجزیه‌پذیری نشاسته در شکمبه در بین انواع غلات متفاوت می‌باشد، بنظر می‌رسد پاسخ به عمل‌آوری نیز در بین آنها متفاوت باشد. این ناهمگنی می‌تواند به تفاوت در بخش‌های کریستالینه منابع نشاسته و یا ارتباط بین نشاسته و شبکه پروتئینی دربرگیرنده‌ی گرانول‌های نشاسته مربوط گردد (تیورر ۱۹۸۶).

مشخص شده که فرآوری باعث افزایش دسترسی نشاسته می‌شود، هر چند تفاوت‌های بارزی بین روش‌های مختلف فرآوری وجود دارد. تعیین کارایی روش‌های فرآوری در شرایط بومی می‌تواند در انتخاب روش متناسب با شرایط موجود و مزایای احتمالی راهگشا بوده و منجر به افزایش بهره‌وری خوراک و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید گردد. هدف اولیه در روش‌های مختلف فرآوری، فراهم نمودن دسترسی آنزیم‌های میکروبی به محتوای آندوسپرم دانه و افزایش میزان گوارش پذیری دانه تغذیه شده به حیوان است. تفت دادن یک عمل‌آوری فیزیکی گرم است که باعث ایجاد تغییرات فیزیکی و شیمیایی در دانه غلات می‌شود. یکی از تغییرات احتمالی که حین فرآوری روی می‌دهد تغییر در نسبت سطح به حجم دانه و یا جرم حجمی توده‌ای می‌باشد که با ایجاد تغییر در ساختار فیزیکی دانه امکان‌پذیر است (کلیری و همکاران ۲۰۱۱). تغییر احتمالی دیگر ظرفیت نگهداری آب است. هر دو این تغییرات می‌توانند بر نحوه استقرار اجزای خوراک در شکمبه و کیتینیک هضم آن تاثیرگذار باشند. انتخاب زمان و دمای مناسب در فرآوری تفت دادن بسیار حائز اهمیت است. در اغلب گزارشات به اثرات واریته که عامل مهمی در مقادیر ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز اکثر غلات و به ویژه دانه جو است اشاره نشده‌است. مطالعه این اثر می‌تواند به توسعه و کشت واریته‌هایی گردد که از ارزش بالایی در تغذیه دام برخوردار هستند (جان‌محمدی و همکاران ۱۳۸۸).

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای: برای اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک از ۲ راس گوسفند دارای فیستولای شکمبه استفاده شد. گوسفندان با یک جیره کاملاً مخلوط (یونجه ۳۸٪، سیلاژ ذرت ۳۹/۶٪، کنجاله سویا ۸/۵٪، جو ۱۰/۹٪، سبوس ۳٪) در ۲ نوبت صبح و عصر در ساعت‌های ۸ و ۱۶ تغذیه شدند و دسترسی آزاد به آب داشتند. در این روش از کیسه‌های نایلونی با ابعاد ۱۲×۶ سانتیمتر (۲۹ سانتیمتر مربع برای هر گرم نمونه) و منافذ ۶ ± ۰.۰۲ میکرون استفاده شد. نمونه‌های مورد آزمایش به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد، خشک شده و سپس با آسیاب دارای غربال ۲ میلی متر آسیاب شدند. از هر نمونه به میزان ۵ گرم ماده خشک در داخل کیسه‌های نایلونی قرار داده شد. مدت زمان قرار دادن نمونه‌ها در شکمبه با توجه به ماهیت آن معادل صفر، ۲، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۳۶، ۴۸ ساعت بود که از هر نمونه ۲ تکرار (۲ کیسه در ۲ هر گوسفند) درون شکمبه قرار داده شد. کیسه‌ها پس از خارج کردن از شکمبه به همراه نمونه‌های زمان صفر با آب سرد شستشو شدند تا زمانی که آب صاف و زلال از آنها خارج گردید. بعد از عمل شستشو کیسه‌ها جهت خشک شدن به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. وزن کیسه‌ها پس از خروج از آون به دقت تعیین و ماده خشک با استفاده از رابطه زیر بدست آمد:

$$\text{ماده خشک ناپدید شده} = \frac{(BW+S1)-(BW+RW)}{(S1 \times DM1)} \times 100$$

در این رابطه BW = وزن کیسه، RW = وزن نمونه باقیمانده، S1 = وزن نمونه و DM1 = ماده خشک نمونه بودند. تجزیه‌پذیری بالقوه توسط نرم افزار SAS و با استفاده از مدل $P=a+b(1-e^{-ct})$ محاسبه گردید. در این رابطه P درصد تجزیه‌پذیری در زمان t، a عرض از مبدأ در زمان صفر، b ماده خشک نامحلول با پتانسیل تجزیه‌پذیری، c نرخ سرعت تجزیه‌پذیری بخش b در زمان t و e عدد ثابت نپیرین (۲/۷۱۸) میباشد. تجزیه-

آنالیز شیمیایی: میزان ماده خشک، پروتئین خام، دیواره سلولی (با تصحیح خاکستر بدون استفاده از آنزیم آلفا آمیلاز) و چربی خام طبق روشهای پیشنهادی AOAC (۲۰۰۲) اندازه‌گیری شدند. مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) نیز به روش ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) تعیین شد.

خصوصیات فیزیکی

جرم حجمی توده‌ای (BD): جرم حجمی عبارت است از وزن ماده به حجم آب جایگزین شده با آن. جرم حجمی توده‌ای نیز معادل با وزن نمونه (میلی گرم) بر حجم اشغال شده (میلی لیتر) است. جرم حجمی توده‌ای با روش مونتگومری و بومگارد (۱۹۶۵) اندازه‌گیری شد. یک استوانه مدرج به حجم ۱۰۰ میلی لیتر با نمونه (آسیاب شده با الک ۱ میلی متری) خشک شده در آون تا حجم ۱۰۰ میلی لیتر پر شد و به مدت ۵ ثانیه چرخانده و حجم و وزن نهایی اندازه‌گیری شد (جرم حجمی ۱۰۰ میلی لیتر).

ظرفیت نگهداری آب (WHC): برای اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب از روش فیلترکردن استفاده گردید (رابرتسون و ایستوود، ۱۹۸۱). مقدار ۲/۵ گرم نمونه (آسیاب شده با الک ۱ میلی متری) به مدت ۲۴-۱۶ ساعت در ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر خیسانده شد. سپس نمونه با استفاده از کاغذ واتمن شماره ۱ صاف گردید. وزن نمونه تر پس از سپری شدن ۱۰ دقیقه ثبت گردید (گیگر - ریوردین ۲۰۰۰).

قابلیت انحلال: نمونه صاف شده که پس از عبور از صافی جمع‌آوری شده بود به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۱۰۳ درجه در آون خشک، توزین و سپس در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد خاکستر آن تهیه شد. حل‌پذیری ماده خشک، خاکستر و ماده آلی به صورت درصدی از وزن اولیه نمونه و یا به صورت گرم به ازای لیتر محاسبه شد (گیگر - ریوردین ۲۰۰۰).

حاصل در توافق با نتایج تقی نژاد و ابراهیمی (۱۳۸۹) بود. این محققین با تفت دادن سویا، افزایش در میزان NDF و ADF را در مقایسه با گروه کنترل گزارش کردند. بر اساس نتایج بررسی زمان و همکاران (۱۹۹۵) محتوای ADIN دانه سویا با تفت دادن به طور معنی-داری افزایش یافت. آرلی و همکاران (۱۹۸۹) نیز افزایش در محتوای ADIN پنبه دانه را با آون تحت فشار در ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ تا ۲ ساعت گزارش کردند. اما نتایج به دست آمده توسط فالدت و همکاران (۱۹۹۱) نشان داد که سویای خام و تفت داده شده در ۱۶۵ درجه و سپس غلتک زده شده، مقادیر NDF و ADF یکسانی را داشتند. همچنین پلگ و همکاران (۱۹۸۲) گزارش کردند که تفت دادن دانه سویا در ۱۴۴ و ۱۰۳ درجه سانتیگراد، میزان ADIN را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد.

انجمن ملی تحقیقات (۲۰۰۱) میزان ماده خشک، پروتئین خام، دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز را در دانه جو به ترتیب ۹۳، ۱۳/۱۶، ۱۳/۲ و ۶/۷ درصد گزارش کرده‌است. تقی‌زاده و نعمتی (۲۰۰۸) این مقادیر را به ترتیب ۹۲، ۱۱/۵۶، ۲۶/۸ و ۶ درصد گزارش نمودند که اندکی با مقادیر به دست آمده در این تحقیق تفاوت دارد. البته آنها به نوع واریته اشاره ای نکردند اما احتمالاً تفاوت موجود در مقادیر می‌تواند به دلیل تفاوت در گونه، واریته، شرایط کشت و محیط باشد. میزان خاکستر و پروتئین خام تحت تاثیر تیمار حرارتی و واریته قرار نگرفتند در مقابل چربی خام در هر دو واریته متفاوت بود.

پذیری موثر ماده خشک و دانه جو از طریق رابطه زیر محاسبه گردید:

$$ED = a + bc/(c+k)$$

k نرخ عبور شکمبه‌ای می‌باشد که برای این تحقیق در محاسبه تجزیه‌پذیری موثر، از نرخ‌های ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. مدل آماری به صورت زیر بود:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

که در آن: μ = میانگین، A_i = اثر فاکتور A (زمان تفت دادن)، B_j = اثر فاکتور B (واریته)، $(AB)_{ij}$ = اثر متقابل فاکتور A و B و e_{ijk} = خطای آزمایش بودند. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به آنالیز شیمیایی در جداول ۱ و ۲ ارائه شده‌است. در هر دو واریته با افزایش زمان تفت دادن، میزان ماده خشک نسبت به حالت بدون فرآوری (کنترل) افزایش یافت. نتایج آزمایش حاضر هماهنگ با نتایج یو و همکاران (۲۰۰۱) بود که گزارش کردند فرآوری تفت دادن باعث افزایش ماده خشک در دانه ناربون شد که می‌تواند به دلیل تبخیر آب در طی فرآوری تفت دادن باشد. همچنین این نتایج هماهنگ با نتایج دیگر محققین (بلاک و همکاران ۱۹۸۱، مک‌گوفی و سینگوت ۱۹۸۲) بود که گزارش کردند تیمارهای حرارتی باعث افزایش محتوای ماده خشک در دانه‌های مختلف می‌شود. غلظت NDF و ADF نیز در هر دو واریته با تفت دادن افزایش یافت (جدول ۱). افزایش در میزان ADF و NDF با تفت دادن می‌تواند در نتیجه کاهش میزان آب نمونه‌ها و در نتیجه افزایش سهم این اجزا باشد. همچنین می‌تواند به دلیل افزایش در میزان نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی نیز باشد. نتایج

جدول ۱ - اثرات ثابت زمان تفت دادن و واریته بر ترکیب شیمیایی دانه جو (درصد ماده خشک)

Table 1- The fixed effects of roasting duration and variety on chemical composition of barley grain

		(% of DM)					
		DM ¹	CP ²	ASH	EE ³	ADF ⁴	NDF ⁵
Variety	Sahand(سهند)	92.12	9.69	2.21	2.29	4.11	18.43
	Makoei(ماکویی)	92.27	10.75	2.34	1.81	4.92	20.26
Roasting (تفت دادن)	0	91.18	10.19	2.42	1.98	3.90	18.78
	5	92.06	9.88	2.28	2.04	4.60	19.03
	10	92.50	10.38	2.22	2.07	4.73	19.63
	15	93.03	10.42	2.18	2.11	4.83	19.95
Effects of Variety(اثرات واریته)		0.50	0.05	0.35	0.01	0.01	0.01
Effects of Roasting(اثرات تفت دادن)		0.01	0.87	0.66	0.8	0.01	0.01
SEM		0.01	0.59	0.89	0.01	0.01	0.01

۱- ماده خشک ۲- پروتئین خام ۳- عصاره اتری ۴- فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ۵- فیبر نامحلول در شوینده خنثی

1-Dry matter, 2- Crude protein, 3-Ether extract, 4- Acid detergent fiber, 5-Neutral detergent fiber

میزان تجزیه‌پذیری، افزایش یافت ($P=0.02$) (جدول ۳). بطور معمول اوج فعالیت تخمیری شکمبه در حوالی ۴ - ۲ ساعت پس از مصرف خوراک می‌باشد. لذا به نظر می‌رسد این تغییر در روند تخمیر، می‌تواند ریسک کاهش pH شکمبه و احتمال بروز اسیدوز شکمبه‌ای را افزایش دهد. در ساعات ۱۶ تا ۴۸ انکوباسیون، میزان تجزیه‌پذیری واریته سهند بیشتر از واریته ماکویی بود ($P<0.05$). این امر احتمالاً بدلیل پائین بودن میزان دیواره سلولی در واریته سهند نسبت به واریته ماکویی می‌باشد. با این حال نوع واریته و تیمار حرارتی هیچ تأثیر معنی‌داری بر میزان تجزیه‌پذیری دانه جو در ساعات اولیه انکوباسیون نداشتند (جدول ۳).

اثرات متقابل واریته و تفت دادن تنها برای ماده خشک و ADF معنی‌دار بود (جدول ۲). در مقایسه رفتار واریته-ها در مقابل زمان تفت دادن، مشاهده شد که در واریته سهند میزان کاهش رطوبت حدود ۳ درصد و در واریته ماکویی تنها ۱ درصد بود. به نظر می‌رسد این تفاوت منجر به معنی دار شدن اثرات متقابل واریته و فراوری حرارتی گردیده است. مقایسه میزان ماده خشک هر دو رقم پس از ۱۵ دقیقه تفت دادن و برابری آنها در محدوده ۹۳ درصد حاکی از این است که با فراوری حرارتی دانه جو، حد نهایی ماده خشک ۹۳ درصد بوده و اجازه خروج مقادیر بیشتر آب از دانه در این محدوده دمایی و زمانی توسط مکانیسم‌های حفاظتی دانه داده نمی‌شود.

تجزیه‌پذیری ماده خشک: نتایج مربوط به تجزیه‌پذیری ماده خشک واریته‌های سهند و ماکویی دانه جو در جداول ۳ و ۴ ارائه شده است. علیرغم اینکه تفت دادن در آزمایش حاضر، تجزیه‌پذیری کل و همچنین تجزیه-پذیری در ساعات ۱۶ به بعد را بطور معنی‌داری در هر دو واریته کاهش داد اما در مقابل در ساعات اولیه تخمیر به ویژه ۴ ساعت پس از شروع انکوباسیون

جدول ۲ - اثرات متقابل زمان تفت دادن و واریته بر ترکیب شیمیایی دانه جو (درصد ماده خشک)

Table 2- The interaction effects of roasting duration and variety on chemical composition of barley grain (% of DM)

Variety (واریته)	Roasting duration (min) (مدت زمان تفت دادن - دقیقه)	DM ¹	CP ²	ASH	EE ³	ADF ⁴	NDF ⁵
	Sahand (سه‌ند)	0	90.35	9.66	2.33	2.23	3.06
5		92.06	9.1	2.26	2.27	4.3	17.9
10		93	9.71	2.1	2.3	4.46	18.86
15		93.06	10.27	2.13	2.36	4.63	19.26
Makoei (ماکویی)	0	92	10.71	2.5	1.73	4.73	19.86
	5	92.06	10.66	2.3	1.81	4.9	20.16
	10	92	11.04	2.33	1.83	5	20.4
	15	93	10.57	2.23	1.85	5.03	20.63
Variety *Roasting (اثرات متقابل واریته در تفت دادن)		0.01	0.84	0.96	0.99	0.02	0.51
SEM		0.01	0.59	0.89	0.01	0.01	0.01

1-Dry matter, 2- Crude protein, 3-Ether extract, 4- Acid detergent fiber, 5-Neutral detergent fiber

۱- ماده خشک ۲- پروتئین خام ۳- عصاره اتری ۴- فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ۵- فیبر نامحلول در شوینده خنثی

جدول ۳ - اثرات ثابت زمان تفت دادن و واریته بر تجزیه‌پذیری ماده خشک دانه جو

Table 3. The fixed effects of roasting duration and variety of barley grain on dry matter degradability (%)

Variety (واریته)	Roasting duration (مدت زمان تفت دادن)	Time of incubation (hour)(زمان انکوباسیون - ساعت)									
		0	2	4	6	8	12	16	24	36	48
Sahand (سه‌ند)		24.11	34.53	36.45	44.08	54.99	61.99	67.93	70.85	76.07	82.93
	Makoei (ماکویی)	25.31	33.13	35.28	44.63	53.76	61.69	64.22	67.80	72.74	77.91
Effects of Variety (اثرات واریته)	0	24.31	32.85	33.89	44.56	55.31	65.55	70.43	73.94	80.19	85.85
	5	24.59	33.59	34.37	43.89	54.44	62.97	66.39	70.60	75.74	82.91
	10	24.86	33.96	36.61	44.74	53.18	59.97	64.69	67.41	72.26	77.72
	15	25.09	34.94	38.59	44.24	54.58	58.87	62.80	65.35	69.45	75.20
Effects of Roasting (اثرات تفت دادن)		0.97	0.71	0.02	0.97	0.73	0.23	0.01	0.01	0.01	0.01
SEM		0.99	0.88	0.11	0.23	0.05	0.15	0.01	0.01	0.01	0.01

بود (جدول ۴). نتایج به‌دست آمده در آزمایش حاضر کمتر از مقادیر به‌دست آمده توسط وودز و همکاران (۲۰۰۲) و تقی‌زاده و همکاران (۱۳۸۲) بود. این محققین

میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک واریته سه‌ند در صفر و ۴۸ ساعت در حالت بدون فرآوری به ترتیب ۲۳/۷۰ و ۸۸/۲۰ و در واریته ماکویی به ترتیب ۲۴/۹۲ و ۸۳/۵۰

بدون فراوری مقایسه کردند و هیچ نوع کاهشی را به لحاظ تجزیه‌پذیری ماده خشک گزارش نمودند. اثرات متقابل زمان تفت دادن و وارپته بر تجزیه‌پذیری ماده خشک جو در ساعت‌های ۶ و ۸ پس از انکوباسیون معنی‌دار بود ($P < 0.05$) (جدول ۴). این امر به رفتار متفاوت تجزیه‌پذیری دو وارپته در این ساعتها مربوط است.

میزان ناپدید شدن ماده خشک دانه جو را در صفر و ۴۸ ساعت انکوباسیون به ترتیب ۳۷/۵ و ۸۹/۹ درصد و ۳۷ و ۸۲ درصد گزارش کردند. این اختلاف می‌تواند به دلیل تفاوت در نوع وارپته باشد. نتایج حاضر با نتایج آریلی و همکاران (۱۹۹۵) نیز متفاوت بود. آنها دانه جو را حرارت داده و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای آن را با دانه جو

جدول ۴ - اثرات متقابل زمان تفت دادن و وارپته بر تجزیه‌پذیری ماده خشک دانه جو

Table 4- The interaction effects of roasting duration and variety of barley grain on dry matter degradability

Variety (وارپته)	Roasting duration (min) (مدت زمان تفت دادن)	Time of incubation (hour) (زمان انکوباسیون - ساعت)									
		0	2	4	6	8	12	16	24	36	48
Sahand (سهند)	0	23.7	33.02	34.92	46.77	59.37	66	71.8	75.3	82.35	88.2
	5	23.95	34.2	34.57	44.32	56.72	63.87	68.62	72.17	78.27	85.37
	10	24.3	34.75	36.92	44	52.15	59.72	66.47	69.2	73.75	80.47
	15	24.5	36.15	39.37	41.22	51.7	58.37	64.82	66.72	69.92	77.67
Makoei (ماکویی)	0	24.92	32.67	32.85	42.35	51.25	65.1	69.05	72.57	78.02	83.5
	5	25.22	32.97	34.17	43.45	52.15	62.07	64.15	69.02	73.2	80.45
	10	25.42	33.17	36.3	45.47	54.2	60.22	62.9	65.62	70.77	74.97
	15	25.67	33.72	37.8	47.25	57.45	59.37	60.77	63.97	68.97	72.72
Variety * Roasting اثرات متقابل وارپته در تفت دادن		1	0.95	0.94	0.04	0.01	0.91	0.97	0.99	0.7	0.99
SEM		0.99	0.88	0.11	0.23	0.05	0.15	0.01	0.01	0.01	0.01

تجزیه (a) نشان ندادند اگرچه فراوری حرارتی و افزایش زمان تفت دادن منجر به کاهش بخش محلول در هر دو وارپته گردید ($P < 0.05$) (جدول ۵). در مقابل میزان تجزیه‌پذیری بخش (b) بطور معنی‌داری هم تحت تاثیر وارپته و هم تفت دادن قرار داشت ($P < 0.01$). بخش با قابلیت تجزیه‌پذیری آهسته در وارپته سهند بیشتر از وارپته ماکویی بود. در عین حال فراوری حرارتی بطور قابل توجهی این بخش را کاهش داد ($P < 0.01$) (جدول ۵). کاهش بخش c یا نرخ تجزیه‌پذیری در وارپته ماکویی نسبت به سهند بیشتر بود ($P < 0.05$) و بر خلاف وارپته سهند روند کاهشی بیشتری (هر چند غیر معنی‌دار) با

در حالیکه تا ۴ ساعت پس از انکوباسیون، فراوری حرارتی در هر دو وارپته منجر به افزایش میزان تجزیه‌پذیری شده بود، این روند در وارپته ماکویی تا ۸ ساعت ادامه یافت ولی در وارپته سهند عکس این پدیده روی داد و فراوری حرارتی تجزیه‌پذیری را کاهش داد (جدول ۴). لذا تفاوت در روند تجزیه‌پذیری منجر به معنی‌دار شدن اثر متقابل در این ساعت‌ها گردیده‌است. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک: فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک دو وارپته در جداول ۵ و ۶ ارائه شده‌است. همان گونه که مشاهده میشود، وارپته‌های سهند و ماکویی تفاوتی در مقادیر بخش سریع

نتایج این آزمایش همسو با نتایج رایبسون و مک نیون (۱۹۹۴) بود که گزارش کردند تفت دادن دانه جو نرخ تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام را کاهش داده و با کاهش تجزیه‌پذیری موثر، باعث عبوری شدن بیشتر آن گردید. مک نیون و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که تفت دادن دانه جو، نرخ و گستردگی هضم ماده خشک و ناپدید شدن پروتئین را کاهش داد اما بر هضم روده‌ای تاثیری نداشت.

تفت دادن نشان داد که میتواند بیانگر افزایش میزان عبور به روده باریک باشد (جدول ۵). مقادیر تجزیه-پذیری موثر با نرخ‌های متفاوت عبور از شکمبه، هم از واریته و هم از فرآوری حرارتی متاثر شد بطوریکه مطابق انتظار، تفت دادن میزان آن را در تمامی نرخهای عبور کاهش داد (جدول ۵) ($P < 0.05$). بطور کلی مقادیر تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک واریته ماکویی کمتر از سهند بود ($P < 0.05$).

جدول ۵ - اثرات ثابت زمان تفت دادن و واریته بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک دانه جو

Table 5. The fixed effects of roasting duration and variety of barley grain on degradability parameters of dry matter

		Effective degradability (%/h) (تجزیه پذیری موثر - درصد در ساعت)					
		A	b	C	2	5	8
Variety (واریته)	Sahand (سهند)	23.05	57.45	0.08	70.29	59.93	53.16
	Makoei (ماکویی)	24.39	53.41	0.09	66.89	57.05	49.59
Roasting duration (مدت زمان تفت دادن)	0	25.19	63.27	0.10	73.08	61.80	54.09
	5	24.23	58.41	0.09	70.09	59.39	52.71
	10	23.32	51.80	0.08	66.36	57.54	51.49
	15	22.14	48.25	0.08	64.82	55.24	47.21
Effects of Variety (اثرات واریته)		0.09	0.01	0.04	0.01	0.05	0.01
Effects of Roasting (اثرات تفت دادن)		0.05	0.01	0.19	0.01	0.01	0.01
SEM		0.14	0.01	0.06	0.01	0.01	0.01

a: Soluble fraction (%), b: Potentially degradable fraction (%); c: Degradation constant fraction (%/h)

محققان دانه‌های غلات را با قدرت ۸۰۰ وات به مدت ۳، ۵ و ۷ دقیقه مورد پرتوتابی قرار داده و آنها را با تکنیک کیسه‌های نایلونی بررسی کردند. نکته بسیار حائز اهمیت در جدول ۶، کاهش بخش c یا نرخ تجزیه‌پذیری به ویژه در مورد واریته ماکویی میباشد. کاهش بخش c به واسطه فرآوری حرارتی و همین طور تحت تاثیر افزایش زمان فرآوری بود. در واقع این تغییر از نظر تغذیه‌ای بسیار مطلوب میباشد چرا که یکی از ویژگی

اثرات متقابل بین واریته و فرآوری حرارتی برای هیچ یک از فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک معنی‌دار نبود (جدول ۶). محققین متعددی به کاهش نرخ تجزیه-پذیری دانه جو در تیمارهای حرارتی اشاره کرده‌اند (تقی‌زاده و نعمتی ۲۰۰۸، لوکل ۲۰۰۳، پرسلوککن ۱۹۹۹، فیمس و همکاران ۱۹۹۰). صادقی و شورنگ (۲۰۰۶) و (۲۰۰۸) ارزش تغذیه‌ای دانه جو و ذرت فرآوری شده با پرتوهای مایکروویو را مورد ارزیابی قرار دادند. این

بروز اسیدوز حاد یا تحت حاد شکمبه‌ای، بسیار چالش‌آفرین می‌باشد. لذا این روند کاهش نرخ تجزیه می‌تواند در کنترل سرعت تخمیر و تجزیه جو در شکمبه موثر بوده و تبعات ناشی از مصرف جیره‌هایی بر پایه جو را تا حد قابل توجهی تخفیف دهد.

های بارز دانه جو سرعت تجزیه‌پذیری و تخمیر بالای آن در شکمبه است. این سرعت بالا می‌تواند باعث به هم خوردن اسمولاریته و تعادل pH در شکمبه گردد و معمولاً در گاوهای شیری پرتولید یا حیوانات پرواری که مقادیر زیادی دانه جو در جیره خود دارند، مشکل

جدول ۶ - اثرات متقابل زمان تفت دادن و وارپته بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک دانه جو

Table 6. The interaction effects of roasting duration and variety of barley grain on degradability parameters of dry matter

Variety (وارپته)	Roasting duration (min) (مدت زمان تفت دادن - دقیقه)	Effective degradability (%/h) (تجزیه پذیری موثر - درصد در ساعت)					
		A	b	C	2	5	8
Sahand (سهند)	0	24.17	64.48	0.085	74.9	64	55.8
	5	23.58	60.91	0.084	72.17	60.92	54
	10	22.97	54.09	0.083	67.85	57.82	51.62
	15	21.48	50.31	0.082	66.22	56.97	51.22
Makoei (ماکویی)	0	26.2	62.05	0.115	71.25	59.6	52.37
	5	24.87	55.9	0.1	68	57.85	51.42
	10	23.67	49.5	0.083	64.87	57.25	51.35
	15	22.8	46.18	0.081	63.42	53.5	43.2
Variety * Roasting اثرات متقابل وارپته در تفت دادن		0.94	0.93	0.14	0.91	0.07	0.09
SEM		0.14	0.01	0.06	0.01	0.01	0.01

a: Soluble fraction (%), b: Potentially degradable fraction (%); c: Degradation constant fraction (%/h)

گزارش کردند که جرم حجمی توده‌ای و محتوای نشاسته دانه جو متغیر است که می‌تواند بر انرژی قابل تخمیر آن تأثیر داشته‌باشد. بر اساس تئوری هتلینگ ون‌سوست (۱۹۹۴) آسیاب کردن باعث افزایش جرم حجمی توده‌ای ذرات خوراکی می‌شود، زیرا منجر به کاهش میزان فضاهای خالی بین سلولی می‌شود که می‌توانست توسط گاز، آب یا حتی ذرات کوچکتر پر شود. BD₁₀₀ در دامنه ۰/۵ تا ۰/۵۶ در بین دو وارپته متغیر بوده، کمترین آن مربوط به وارپته سهند تفت داده‌شده در ۱۵ دقیقه و بیشترین آن مربوط به وارپته ماکویی فرآوری نشده بود (جدول ۸). تعیین جرم حجمی توده‌ای و ظرفیت نگهداری آب در دانه جو از این حیث اهمیت

خصوصیات فیزیکی: تفت دادن ظرفیت نگهداری آب را در دانه جو افزایش داد ضمن اینکه تفاوت بین وارپته‌ها نیز کاملاً مشهود بود ($P < 0.01$) (جدول ۷). (گیگر - ریوردین ۲۰۰۰) مقدار جرم حجمی توده‌ای دانه جو را ۰/۵۶ گزارش نمود. عبدی قزلجه و همکاران (۲۰۱۱) که جرم حجمی توده‌ای وارپته‌های مختلف دانه جو را بررسی کردند مقادیر آن را برای وارپته سهند و ماکویی به ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۶۷ گزارش نمودند که با مقادیر به دست آمده در آزمایش حاضر دارای تفاوت می‌باشد، اگرچه وارپته‌های مورد بررسی در هر دو تحقیق یکسان بودند. این تفاوت می‌تواند ناشی از شرایط کشت و محیط باشد. رینولدز و همکاران (۱۹۹۲)

جرم حجمی توده‌های دانه جو در اثر فرآوری حرارتی و قرار گرفتن آن در لایه‌های فوقانی‌تر توده شکمبه‌ای، شدت تاثیر میکروارگانیزم‌ها بر این ماده را کاهش داده و شاید این امر به کاهش سرعت تخمیر جو در شکمبه و تعدیل شرایط داخلی آن کمک نماید.

دارد که می‌تواند جایگاه استقرار این ماده غذایی را در شکمبه مشخص کند. با توجه به اینکه مواد در شکمبه بر اساس چگالی و جذب آب استقرار می‌یابند و با توجه به اینکه کمیت و کیفیت جمعیت میکروبی نیز در لایه‌های مختلف متفاوت می‌باشد لذا هضم و تخمیر مواد نیز متأثر از این پدیده خواهد بود. به نظر می‌رسد کاهش

جدول ۷ - اثرات ثابت طول مدت تفت دادن و واریته بر خصوصیات فیزیکی دانه جو

Table 7. The fixed effects of roasting duration and variety on physical characteristics of barley

		WHC ¹ (gr/gr DM) (ظرفیت نگهداری آب)	BD ₁₀₀ ² (gr/ml DM) (جرم حجمی توده‌ای)	DS ³ (gr/gr DM) (حل پذیری ماده خشک)	AS ⁴ (gr/gr DM) (حل پذیری خاکستر)
Variety (واریته)	Sahand (سهند)	1.59	0.52	0.32	0.93
	Makoei (ماکویی)	2.44	0.55	0.34	0.95
Roasting duration (مدت زمان تفت دادن)	0	1.77	0.54	0.34	0.95
	5	1.86	0.54	0.34	0.94
	10	2.18	0.54	0.33	0.94
	15	2.26	0.52	0.32	0.93
Effects of Variety (اثرات واریته)		0.01	0.01	0.04	0.01
Effects of Roasting (اثرات تفت دادن)		0.01	0.01	0.09	0.15
SEM		0.01	0.01	0.12	0.07

1-Water holding capacity, 2- Bulk density₁₀₀, 3- Dry matter solubility 4- Ash solubility

هستند. همچنین (گیگر - ریوردین ۲۰۰۰) بیشترین مقدار حل‌پذیری را در یونجه مشاهده کرد. بیشترین مقدار حل‌پذیری خاکستر مربوط به واریته ماکوئی تفت داده نشده و کمترین آن مربوط به واریته سهند تفت داده شده در ۱۵ دقیقه بود (جدول ۸) ($P < 0.05$). اثر ثابت واریته بر حل‌پذیری خاکستر معنی‌دار بود (جدول ۷) ($P < 0.01$). حل‌پذیری ممکن است تخمینی از قابلیت دسترسی مواد مغذی باشد، اما بعضی از مواد محلول مثل محصولات واکنش میلارد، تانن محلول و دیگر مواد فنولیک، ممکن است قابل هضم

حل‌پذیری ماده خشک با تفت دادن در هر دو واریته بطور غیر معنی‌داری کاهش یافت ($P = 0.09$) (جدول ۷). کمترین میزان حل‌پذیری مربوط به واریته سهند تفت داده شده در ۱۵ دقیقه و بیشترین آن مربوط به واریته ماکوئی بدون فرآوری حرارتی بود (جدول ۸). تفت دادن باعث کاهش عددی در مقادیر حل‌پذیری ماده خشک گردید. در مقابل واریته تاثیر معنی‌داری بر مقادیر حل‌پذیری ماده خشک داشت (جدول ۷) ($P < 0.05$). سینگ و نارانگ (۱۹۹۱) گزارش کردند که علوفه‌های لگومی دارای حل‌پذیری بیشتری از علوفه‌های غیرلگومی

نباشند (ون سوست ۱۹۹۴)، بنابراین توسط باکتری‌های شکمبه استفاده نمی‌شوند.

همبستگی خصوصیات فیزیکی و ترکیب شیمیایی: با توجه به جدول ۹ مشاهده میشود که ارتباط بین BD_{100} با دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی سلولز مثبت و به ترتیب ($r=0/40$ و $r=0/35$) می‌باشد. نتایج این آزمایش همسو با نتایج دهقان و همکاران (۱۳۹۰) بود که این مقدار را ۰/۳۸ گزارش کردند اما با نتایج گیگر - ریوردین ۲۰۰۰، تیموری‌یانسری و همکاران

۲۰۰۴ و بهگر و همکاران ۲۰۰۹ مغایرت داشت. این محققین گزارش کردند معمولا مواد خوراکی با دیواره سلولی بالا جرم حجمی توده ای پایین تر دارند که این امر سبب انباشتگی شکمبه و در نتیجه باعث کاهش ماده خشک مصرفی می‌گردد. علت این تفاوت میتواند به نوع خوراک مورد آزمایش و میزان فضاهای موجود در خوراک مرتبط باشد چراکه در مطالعه گیگر - ریوردین (۲۰۰۰) علاوه بر مواد کنسانتره‌ای و دانه‌ای، مواد علوفه‌ای هم وجود داشت.

جدول ۸ - اثرات متقابل طول مدت تفت دادن و وارپته بر خصوصیات فیزیکی دانه جو

Table 8. The interaction effects of roasting duration and variety on physical characteristics of barley

Variety	Roasting duration (min) (مدت تفت دادن - دقیقه)	WHC ¹ (gr/gr DM) (ظرفیت نگهداری آب)	BD ₁₀₀ ² (gr/ml DM) (جرم حجمی توده‌ای)	DS ³ (gr/gr DM) (حل پذیری ماده خشک)	AS ⁴ (gr/gr DM)	
					پذیری خاکستر)	(حل
	0	1.37	0.52	0.33	0.94	
Sahand (سهند)	5	1.47	0.52	0.33	0.93	
	10	1.73	0.52	0.32	0.93	
	15	1.79	0.5	0.31	0.91	
Makoei (ماکویی)	0	2.17	0.56	0.35	0.96	
	5	2.24	0.56	0.34	0.95	
	10	2.63	0.55	0.33	0.94	
	15	2.72	0.53	0.33	0.94	
Variety * Roasting اثرات متقابل وارپته در تفت دادن		0.71	0.79	0.71	0.58	
Standard error		0.01	0.01	0.12	0.07	

که قبلا نیز اشاره گردید موقعیت قرار گرفتن ماده خوراکی در لایه‌های شکمبه نیز متاثر از جرم حجمی خوراک بوده و می‌تواند فرآیند تخمیر را متاثر نماید. ظرفیت نگهداری آب همبستگی مثبتی با دیواره سلولی ($r=0/71$) و دیواره سلولی منهای همی سلولز ($r=0/84$) داشت (جدول ۹). ارتباط بین ظرفیت نگهداری آب با دیواره سلولی و دیواره سلولی منهای همی سلولز به صورت زیر می‌باشد:

$$WHC=0.36 NDF-4.98 (R^2=0.71, n=6)$$

$$WHC=0.53 ADF-0.38 (R^2=0.51, n=6)$$

سینگ و نارنگ (۱۹۹۱) بر اساس تئوری ون سوست (۱۹۹۴) دریافتند که با شکستن دیواره سلولی نمونه‌های خوراکی، دانسیته توده‌ای افزایش می‌یابد زیرا فضاهای خالی زمینه در سلولز که با هوا، آب و ذرات ریزتر پرمی‌شوند کاهش می‌یابد. داشتن تخمین دقیقی از جرم حجمی توده‌ای خوراک‌ها در شکمبه بسیار مهم است، زیرا این عامل عبور و جابجایی ذرات در شکمبه و در نتیجه مصرف خوراک را تحت تاثیر قرار می‌دهد (مونت گومری و بومگارد ۱۹۶۵). در عین حال همانطور

میزان همبستگی می‌تواند به این دلیل باشد که در آزمایش گیگر - ریوردین (۲۰۰۰) مواد از نظر کمیت و کیفیت دیواره سلولی بسیار متفاوت بودند و در آن آزمایش مواد دانه‌ای و کنسانتره‌ای مثل دانه غلات تا مواد علوفه‌ای و فیبری مانند یونجه و ساقه ذرت وجود داشت. ارتباط مثبت بین این دو فراسنجه برای مواد علوفه‌ای و خشبی به وجود فضای خالی در دیواره سلولی و جایگزینی آب با هوای موجود در این فضاها برمی‌گردد (دهقان و همکاران ۱۳۹۰).

تجزیه رگرسیون خطی نشان داد که ظرفیت نگهداری آب دارای ارتباط مثبتی با اجزاء دیواره سلولی است. با افزایش دیواره سلولی، ظرفیت نگهداری آب نیز افزایش یافته‌است. به دلیل همبستگی بالای خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میتوان از این معادلات برای تخمین ADF و NDF استفاده کرد. نتایج ما هماهنگ با نتایج به دست آمده توسط گیگر - ریوردین (۲۰۰۰) بود که این مقدار را برای دیواره سلولی ($r=0/45$) و برای دیواره سلولی منهای همی سلولز ($r=0/41$) گزارش نمود. تفاوت در

جدول ۹- همبستگی بین ترکیبات شیمیایی و خصوصیات فیزیکی دانه جو

Table 9. Correlation (r) between chemical composition and physical characteristics of barley grain

	DM	CP	ASH	EE	ADF	NDF	WHC	D ₁₀₀	DS	AS
DM (ماده خشک)										
CP (پروتئین خام)	0.41									
Ash (خاکستر)	-0.15	-0.18								
EE (عصاره اتری)	0.02	-0.06	0.02							
ADF (فیبر نامحلول در شوینده اسیدی)	0.60	0.20	-0.02	-0.33						
NDF (فیبر نامحلول در شوینده خنثی)	0.40	0.10	0.18	-0.39	0.72					
WHC (ظرفیت نگهداری آب)	0.38	0.26	0.13	-0.61	0.71	0.84				
BD ₁₀₀ (جرم حجمی توده‌ای)	0.00	-0.20	0.13	0.53	0.35	0.40	0.48			
DS (حل پذیری ماده خشک)	-0.36	-0.35	0.09	-0.24	0.09	0.34	0.09	0.23		
AS (حل پذیری خاکستر)	-0.17	0.01	0.27	-0.49	0.21	0.17	0.34	0.55	0.26	

DM: Dry matter (% of DM) CP: Crude protein(% of DM) EE: Ether extract(% of DM)
 ADF: Acid detergent fiber (% of DM) NDF: Neutral detergent fiber (% of DM)
 WHC: Water holding capacity (gr/gr DM) BD: Bulk Density(gr/ml DM)
 DS: Dry Matter solubility (gr/gr DM) AS: Ash solubility (gr/gr DM)

دهقان و همکاران (۱۳۹۰) از پوسته پسته، تفاله انگور، تفاله خرما، تفاله لیمو ترش و هسته خرما استفاده شد. همچنین برخلاف آزمایش حاضر خوراک آسیاب نشده- بودند. در خوراکی‌های فیبری، همی سلولز و لیگنین

نتایج حاضر با نتایج دهقان و همکاران (۱۳۹۰) مغایرت داشت چراکه آنان ارتباط منفی بین ظرفیت نگهداری آب با دیواره سلولی ($r=0/54$) را گزارش کردند. این اختلاف می‌تواند به دلیل تفاوت در نوع خوراک مورد آزمایش و فضاهای موجود در بین خوراکیها باشد. در آزمایشات

توانند آب را نگه دارند اما ویسکوزیته آنها نسبتاً کم است. این پدیده معمولاً مشکلی را در نشخوارکنندگان ایجاد نمی‌کند. همچنین تفاوت در میزان ظرفیت نگهداری آب در نمونه‌هایی با دیواره سلولی یکسان می‌تواند به وجود بعضی مواد مانند پکتین، نشاسته و لیگنین مرتبط باشد. همبستگی بین حل‌پذیری خاکستر و ماده خشک با دیواره سلولی مثبت و به ترتیب $r=0/34$ و $r=0/17$ بود. نتایج ما مخالف با نتایج سینگ و نارانگ (۱۹۹۱) بود که همبستگی منفی معنی‌داری را بین حل‌پذیری و دیواره سلولی ($r=0/75$) گزارش کردند.

نتیجه‌گیری کلی

فرآوری تفت دادن در وارپته‌های مختلف جو باعث کاهش تجزیه‌پذیری ماده خشک می‌گردد. این فرآوری با کاهش نرخ تجزیه‌پذیری می‌تواند در متعادل سازی اکوسیستم شکمبه موثر باشد. از آنجایی که میزان تجزیه‌پذیری وارپته ماکوئی نسبت به سهند تحت فرآوری حرارتی به میزان بیشتری کاهش یافت لذا می‌توان آن را برای جیره‌های بر پایه جو پیشنهاد نمود.

فاکتورهای مهم تاثیرگذار بر ظرفیت نگهداری آب می‌باشند (ون سوست ۱۹۹۴).

در آزمایش حاضر ارتباط بین BD_{100} و ظرفیت نگهداری آب، مثبت بود ($r=0/48$). نتایج بدست آمده با نتایج گیگر - ریوردین (۲۰۰۰) و دهقان و همکاران (۱۳۹۰) مغایرت داشت. گیگر - ریوردین (۲۰۰۰) گزارش نمود که به علت وجود فضاهای بزرگ حاوی هوا در ماتریکس دیواره سلولی مواد خوراکی با دانسیته توده‌ای پایین، با قرار گرفتن در محیط آبی شکمبه، هیدراسیون در آن‌ها صورت گرفته و ظرفیت نگهداری آب افزایش می‌یابد. اما این فضاهای خالی در مواد دانه‌ای نظیر جو در آزمایش حاضر، نمی‌تواند وجود داشته باشد یا اینکه حداقل به اندازه مواد علوفه‌ای نمی‌باشد. یکی از مشکلات عمده تغذیه در ارتباط با تغذیه پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای (NSP) در طیور افزایش ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب است. محققان نشان داده‌اند که ویسکوزیته به علت پکتین‌های محلول یا بتاگلوکان است که حتی در مقادیر کم به طور چشم‌گیری ویسکوزیته روده را افزایش می‌دهد. پلی-ساکاریدهای غیر محلول مانند سلولز و زایلان‌ها می-

منابع مورد استفاده

- AOAC. 2002. Official Methods of Analysis. 17th Edn. AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA.
- Abdi Ghezeljeh E, Danesh Mesgaran M, Nassiri Moghaddam H and Vakili A, 2011. Bulk density, chemical composition and in vitro gas production parameters of Iranian barley grain cultivars grown at different selected climates. African Journal of Agriculture Research 6:5: 1226-1232.
- Arieli A, Ben-Moshe A, Zamwel S and Tagari H, 1989. *In situ* evaluation of the ruminal and intestinal digestibility of heat-treated whole cottonseeds. Journal of dairy science 72:1228-1233.
- Arieli A, Bruckental I, Kedar O and Sklan D, 1995. *In sacco* disappearance of starch, nitrogen and fat in processed grains. Animal of Feed Science Technology 51: 287-295.
- Behgar M, Valizadeh R, Mirzaee M, Nasserian AA and Nasiri MR, 2009. Correlation between the physical and chemical properties of some forage and non forage fiber sources. Journal of Animal and Veterinary advances 8:11: 2280-2285.
- Block ELD, Muller LC and Garwood DL, 1981. Brown midrib-3 corn silage and heat extruded soybeans for early lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 64:1813-1825.
- Cleary LJ, Van Herk F, Gibb DJ, McAllister TA and Chaves AV, 2011. Dry matter digestion kinetics of two varieties of barley grain sown with different seeding and nitrogen fertilization rates in four different sites across Canada. Asian-Aust. Journal of Animal Science 24:7: 965 - 973

- Colkesen M, Kamalak A, Canbolat O, Gurbuz Y and Ozkan CO, 2005. Effect of cultivar and formaldehyde treatment of barley grain on rumen fermentation characteristics using *in vitro* gas production. South African Journal of Animal Science 35: 206-212.
- Dann HM, Varga GA and Putnan DE, 1999. Improving energy supply late gestation and early postpartum dairy cows. Journal of Dairy Science 82: 1765-1778.
- Dehghan M, Tahmasebi A, Dayyani O and Khezri A, 1390. Determination of physical, chemical and digestibility of some agricultural by-products. Iranian Journal of Animal Science Research 3: 4:412-421. (In Persian)
- Faldet MA, Voss VL, Broderick GA and Sutter LD, 1991. Chemical, *in vitro* and *in situ* evaluation of heat-treated soybean proteins. Journal of Dairy Science 74: 2548-2554.
- Fiems LO, Cottyn BG, Boucque CV, Vanacker JM and Buysee FX, 1990. Effect of grain processing on *in sacco* digestibility and degradability in the rumen. Archives of Animal Nutrient 40: 713-721.
- Giger-Reverdin S, 2000. Characterisation of feedstuffs for ruminants using some physical parameters. Animal Feed Science Technology 86: 53-69.
- Ghorbani GR and Hadj-Hussaini A, 2002. *In situ* degradability of Iranian barley grain cultivars. Small Ruminant Research 44: 207-212.
- Heristov AN, Ahvenjarvi S, McAllister TA and Huhtanen P, 2003. Composition and digestive tract retention time of ruminal particles with functional specific gravity greater or less than 1.02. Journal of Animal Science 81:2639-2648.
- Jonmohammadi H, Taghizadeh A and Pirani N, 1388. Chemical composition and metabolizable energy content of some barley varieties of east Azarbyjan using adult Leghorn roosters. Animal Science Reserches 19: 105-115. (In Persian).
- Ljøkjel K, Harstad OM, Prestløkken E and Skrede A, 2003. *In situ* digestibility of protein in barley grain (*Hordeum vulgare*) and peas (*Pisum sativum* L.) in dairy cows: influence of heat treatment and glucose addition. Animal Feed Science Technology 107: 87-104.
- McNiven MA, Hamilton RMG, Robinson PH and Leeuiwe JW, 1994. Effect of flame roasting on the nutrition quality of common cereal grain for ruminants and nonruminants. Animal of Feed Science Technology 47:31-40.
- Montgomery MJ and Baumgardt BR, 1965. Prediction of nutrient composition and *in vitro* dry matter digestibility from physical characteristics of forages. Journal of Dairy Science 48: 1623-1628.
- NRC (National Research Council) 2001. Nutrient requirement of dairy cattle. 7th ed. National Academy of Science, Washington D.C.
- Pauly T, Spomdly R and Uden P, 1992. Rumen degradability *in sacco* of physically and chemically treated oat and barley grain. Journal of Science Food Agriculture 58: 465-473.
- Plegge SD, Beryer LL and Fahey GC, 1982. Effect of roasting on utilization of soybean meal by ruminants. Journal of Animal Science 55:395-401.
- Prestlokken E. 1999. *In situ* ruminal degradation and intestinal digestibility of dry matter and protein in expanded feed stuffs. Animal of Feed Science Technology 77:1-23.
- Robertson JA and Eastwood MA, 1981. An investigation of the experimental conditions which could affect water holding capacity of dietary fiber. Journal of Science Food Agriculture 32: 819-825.
- Robinson PH and McNiven MA, 1994. Influence of flame roasting and feeding frequency of barley on performance of dairy cow. Journal of Dairy Science 77:3631-3643.
- Reynolds WK, Hunt CW, Eckert JW and Hall MH, 1992. Evaluation of the feeding value of barley as affected by variety and location using near infrared reflectance spectroscopy. Proceedings western section american society animal science 43: 498.
- Sadeghi AA and Shawrang P, 2008. Effects of microwave irradiation on ruminal dry matter, protein and starch degradation characteristics of barley grain. Animal of Feed Science Technology, 141:184-194.
- Singh B. and Narang MP, 1991. Some physico-chemical characteristics of forages and their relationships to digestibility. Indian Journal of Animal Nutrition 8: 179-186.

- Taghinejad Roudbaneh M. and Ebrahimi SR, 1389. Effects of roasting cotton seed on its gossypol content, ruminal degradability and in vitro protein digestibility. *Journal of Agricultural Sciences* 4: 13: 95-106. (In Persian)
- Teimouri Yansari AR, Vailzadeh AA, Nasserian DA, Christensen P, and Eftekhari Shahroodi F. 2004. Effects of alfalfa particle size and specific gravity on chewing activity, digestibility, and performance of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 87:3912-3924.
- Taghizadeh A, Danesh mesgharan M and eftekhar shahroodi F, 1382. Study of ruminal digestion model for crude protein and dry matter using mobile nylon bag technique. *Journal of Agricultural Science* 131:101-123. (In Persian)
- Taghizadeh A and Nemati Z, 2008. Degradability characteristics of treated and untreated barley grain using *in situ* technique. *American Journal of Animal and Veteran Science* 3:2: 53-56.
- Theurer CB, 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *Journal of Animal Science* 63:1649-1662.
- Van Soest PJ, 1994. Nutritional ecology of the ruminant, 2th edition. Comestock publishing associates, Cornell University press, Ithaca and London.
- Vansoest PJ, Robertson JB and Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-3592.
- WoodsVB, O'Mara FP. and Moloney AP. 2002. The in situ ruminal degradability of concentrate feedstuffs in steers as affected by level of feed composition and ratio of grass silage to concentrate. *Animal Feed Science Technology* 100: 15-30.
- Yu D, Sprague M, Egan AR, Castleman GH, and Leury BJ. 2001. Comparison of raw and roasted narbon beans (*vicia narbonensis*) on performance and meat sensory attributes of lambs fed a roughage-based diet. *Animal Feed Science Technology* 92:1-16.
- Zaman MS, Mc Niven MA, Grimmelt B, Macleod JA. 1995. Effect of roasting of lupins (*Lupinus albus*) and high protein variety of soybeans (*AC proteus*) on chemical composition and in situ dry matter and nitrogen disappearance in dairy cows. *Animal Feed Science Technology* 51:329-335.
- Zalikarenab L, Pirmohammadi R and yalchi T, 1387. Determination of solubility, bulk density and water holding capacity of white and red grape pomace. *Proceeding of 3rd Iranian congress in Animal Science* (In Persian).

The effects of variety and roasting on physical characteristics and ruminal degradability of barley grain

S Sarvari¹, A Hosseinkhani^{2*}, A Taghizadeh², H Janmohammadi² and H Mohammadzadeh²

Received: January 15, 2017

Accepted: November 22, 2017

¹MSc Graduated, Department of Animal Science, University of Tabriz, Iran

²Associated Professor, Professor, Professor and Assistant Professor respectively, Department of Animal Science, University of Tabriz, Iran

*Corresponding author: hoseinkhani2000@yahoo.com

Introduction: Barley grain is one of the major feedstuff in ruminant animal's nutrition due to its high energy density and lower price than grains such as corn. Rate of barley starch digestion in the rumen is critical issue in high-grain fed ruminants because it is associated with higher performance of animal. Feeding high amount of barley in ruminant animal rations can cause an increase in the incidence of digestive disorders including reduced feed intake, off-feed, acidosis, and liver abscesses. Processing methods such heat treatment can affect physical characteristics and ruminal fermentation of grain. Moreover, barley grains from diverse cultivars are different in their chemical composition and fermentation characteristics due to geographical, environmental and genetic variations as well as their interactions. This experiment was conducted to investigate the effects of variety and heat treatment duration on physical characteristics and ruminal disappearance of barley grain.

Material and methods: Two varieties of endemic barley grain (i.e. Sahand and Makoei) were prepared from Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. The grains were roasted in three time duration (5, 10 or 15 min at 120° C) in a cast iron container. The experiment was conducted using a 2*3 factorial design. The samples were dried in 60° oven for 48 hours. Chemical composition was determined according to prescribed procedures of AOAC (2002). Neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were measured by method of Van-Soest *et al.* (1991). Bulk density of sample was determined using the method described by Montgomery and Baumgardt (1965). Water holding capacity (WHC) determined by filtration method (Robertson and Eastwood, 1981). Dry matter solubility and ash solubility of samples were determined by method of Giger-Reverdin (2000). Dry matter degradability was measured by *in situ* technique using two fistulated Ghezel sheep (fed 60% forage + 40% concentrate). Samples were put in the polyester bags and incubated in the rumen for 2, 4, 8, 12, 16, 24, 36, and 48 hours. After the specific incubation periods, bags were washed under running tap water until the effluent was clear and then dried at 55°C for 48 h. Bags and contents were weighed to estimate DM disappearance (DMD). Kinetic parameters of DM degradation was estimated by the nonlinear regression procedure of SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC) using the model of McDonald (1981) $y = a + b(1 - e^{-c(t-lag)})$. Data were subjected to analysis as a factorial in a completely randomized design using the General Linear Model (GLM) procedure of SAS.

Results: Roasting increased dry matter (DM) content of both barley varieties (P<0.05). An increase in ADF and NDF content of roasted grain was due to decrease in water content of grain. Sahand variety showed higher degradability than Makoei (P<0.05). Dry matter degradability of both barley varieties decreased during 16 to 48 h of incubation due to roasting process (P<0.05); however, these varieties showed different kinetics of degradation during early period of incubation. Roasting increased DM degradability of the Sahand variety during initial 6 h of incubation; however, it showed different pattern in the Makoei variety. The rapid and slow degradable fractions (*ie*; a and b) decreased by roasting duration in both varieties (P<0.05). Also heat processing of barley grain resulted in a lower effective degradability of dry matter (P<0.01). Effective degradability of

Sahand variety was higher than Makoie in all passage rates and all duration of heat processing ($P<0.05$). Fractional rate of degradability did not change by heat treatment. Makoei variety had higher water holding capacity (WHC), bulk density (BD), dry matter solubility (DS), and ash solubility (AS) than Sahand ($P<0.05$). Roasting increased WHC and decreased BD in both varieties ($P<0.05$) but had no effect on DS and AS. There were positive correlations between BD_{100} and Ether Extract (EE), NDF and ADF content of barley grain, which were 0.53, 0.40, and 0.35, respectively. Also, water holding capacity showed high positive correlation with NDF and ADF content ($r=0.84$ and $r=0.71$ respectively) and as expected conversely correlated with EE content ($r=-0.61$) of barley grain. Both of DMS and AS conversely correlated with EE content of barley grain ($r=-0.24$ and $r=-0.49$ respectively).

Conclusions: The results of the current study demonstrated that it is possible to decrease ruminal degradability of barley grain by using the right roasting treatment and choosing the proper variety. Makoei variety showed more decrease in fractional rate of digestion, which should be considered in the ration formulation.

Key words: Bulk density, Grains, Heat processing, Water holding capacity