

## تعیین اثرات فرآوری شیمیایی دو رقم جو بر ناپدیدشدن شکمبه‌ای ماده خشک، نشاسته و بخش‌های کربوهیدرات سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل (CNCPS)

محسن سمیعی زفرقندی<sup>۱\*</sup>، تقی قورچی<sup>۲</sup> و مجتبی آهنی آذری<sup>۳</sup>  
۱، ۲، ۳، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان  
(تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۱۵ - تاریخ تصویب: ۸۹/۳/۱۹)

### چکیده

این آزمایش به منظور تعیین اثرات فرآوری شیمیایی بر ناپدیدشدن شکمبه‌ای ماده خشک، نشاسته و بخش‌های کربوهیدرات سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل (CNCPS) دو رقم جو معمولی و بدون پوشینه انجام شد. برای عمل‌آوری دانه جو از سود، فرمالدئید و اوره، به ترتیب به مقدار ۳۵، ۴ و ۳۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک استفاده شد. سه راس قوچ بالغ نژاد زل مجهز به کانولای شکمبه‌ای که با  $1 \pm 0.2$  کیلوگرم ماده خشک در سطح نگهداری با ۵۰٪ یونجه خشک و ۵۰٪ جو کامل در دو وعده صبح و عصر تغذیه می‌شدند، برای محاسبه درصد ناپدیدشدن شکمبه‌ای ماده خشک و نشاسته استفاده شد. زمان‌های انکوباسیون شکمبه‌ای کیسه‌های نایلونی به ترتیب صفر، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت بود. برای محاسبه بخش‌های کربوهیدرات CNCPS فراسنجه‌های آن اندازه‌گیری شدند. یافته‌های بخش ناپدیدشدن شکمبه‌ای این پژوهش نشان داد که عمل‌آوری با سود و فرمالدئید، اثر محافظتی مناسب‌تری بر تجزیه شکمبه‌ای ماده خشک و نشاسته داشته و در نتیجه اختلاف معنی‌داری نسبت به عمل‌آوری با اوره و بدون عمل‌آوری داشته است ( $P < 0.05$ ). همچنین ناپدیدشدن نشاسته رقم معمولی کمتر از رقم بدون پوشینه بود ( $P < 0.05$ ). درصد بخش‌های مختلف کربوهیدرات CNCPS جو نیز تحت تأثیر فرآوری شیمیایی قرار گرفت. هر سه عمل‌آوری نسبت به شاهد (بدون عمل‌آوری) در کاهش بخش‌هایی که با سرعت بالایی تجزیه می‌شوند (A و B1) مؤثر بودند ( $P < 0.05$ ). بخش C یا NDF غیرقابل دسترس در جو معمولی بدون عمل‌آوری، بیشترین مقدار (۱/۰۰ درصد) بود و با جو معمولی با عمل‌آوری فرمالدئید و اوره، تفاوت معنی‌داری داشت ( $P < 0.05$ ). بنابراین نتایج ناپدیدشدن شکمبه‌ای این پژوهش نشان‌دهنده اثرات مناسب‌تر عمل‌آوری با سود و فرمالدئید در انتقال جایگاه هضم نسبت به عمل‌آوری با اوره و بدون عمل‌آوری بودند اما درصد بخش‌های مختلف کربوهیدرات CNCPS، تحت تأثیر فرآوری تفاوت چندانی را نشان ندادند.

واژه‌های کلیدی: جو، فرآوری شیمیایی، ناپدیدشدن شکمبه‌ای ماده خشک و نشاسته، CNCPS.

## مقدمه

دانه جو یکی از مهمترین منابع انرژی و حتی پروتئین برای نشخوارکنندگان می باشد (Wang et al., 1999). با وجود این، دقت و مدیریت ویژه‌ای در تغذیه آن باید صورت پذیرد تا از عوارض متابولیکی ناشی از تجزیه سریع نشاسته جو در شکمبه، جلوگیری شود. اصولاً روش‌های فرآوری دانه جو مانند آسیاب نمودن، به منظور افزایش قابلیت هضم در دام انجام می‌شود. از طرفی تغییر جایگاه هضم، نیاز به فرآوری داشته تا جریان مواد مغذی به روده کوچک را بدون کاهش در قابلیت هضم آن در کل دستگاه گوارش، افزایش دهد (Dehghan-Banadaky et al., 2006). Nocek & Tamminga (1991) گزارش نمودند که انتقال هضم نشاسته از شکمبه به روده کوچک، انرژی قابل دسترس را برای حیوان افزایش می‌دهد.

تفاوت در ناپدیدشدن ماده خشک در میان انواع ارقام هر نوع غله نیز وجود دارد (Zin et al., 1996). از سوی دیگر مصرف ارقام بدون پوشینه به دلیل بالا بودن نرخ هضم، تجمع بیش از حد اسید در شکمبه و متعاقب آن افزایش بروز اختلالات متابولیکی محدود شده است (Hunt et al., 1996; Lehman et al., 1995; Yang et al., 1997; Zin et al., 1996).

فرآوری شیمیایی عبارتست از آغشته نمودن دانه به یک محلول شیمیایی، چند ساعت و یا چند روز پیش از خوراندن آن (Dehghan-Banadaky et al., 2006). فرآوری‌های معمول شیمیایی عبارتند از: عمل‌آوری با سود (NaOH)، عمل‌آوری با آلدئیدها، عمل‌آوری با اوره یا آمونیاک (Dehghan-Banadaky et al., 2006). Dehghan-Banadaky et al. (2008) نشان دادند که همه عمل‌آوری‌های شیمیایی باعث کاهش ناپدیدشدن شکمبه‌ای پروتئین خام می‌شوند ولیکن تنها عمل‌آوری با سود و فرمالدئید باعث کاهش نرخ ناپدیدشدن شکمبه‌ای مجموع اسیدهای آمینه می‌شود. McNiven et al. (1995) گزارش نمودند که قابلیت هضم ماده خشک جو عمل‌آوری شده با سود در کل دستگاه گوارش مشابه با جو غلتک زده است، ولی قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده‌خشی (NDF) بالاتر و قابلیت هضم نشاسته پائین‌تر بود. جو عمل‌آوری شده با اوره باعث کاهش

سرعت هضم ماده خشک در شکمبه، بهبود ضریب تبدیل غذایی و کاهش نرخ عبور نیتروژن می‌شود (Ortega-Cerrilla, Dehghan-Banadaky et al., 2006). et al. (1999) دریافتند که عمل‌آوری جو با فرمالدئید، تأثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن و نشاسته عبوری به روده کوچک نداشته است.

روش‌های زیادی وجود دارد که با استفاده از آنها می‌توان ارزش غذایی خوراک را پیش‌بینی نمود (Mansuri et al., 2003). روش کیسه‌های نایلونی با قرار دادن مواد خوراکی در شکمبه دام، امکان مجاورت نزدیک خوراک مورد آزمایش را با محیط طبیعی تخمیر می‌سازد و شاید بتوان گفت که روشی بهتر از آن برای تقلید از محیط شکمبه (از نظر درجه حرارت، pH، بافر و آنزیم‌ها) وجود ندارد (Mansuri et al., 2003).

روش دیگر برای تعیین ارزش غذایی مواد خوراکی، سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل<sup>۱</sup> (CNCPS) است که براساس بخش‌های نیتروژن‌دار و ماهیت کربوهیدرات می‌باشد (Mirzaii Alamoti et al., 2005). در این سیستم درصد کل کربوهیدرات یک ماده خوراکی از تفاوت مجموع پروتئین خام، چربی و خاکستر از عدد صد به دست می‌آید (Lanzas et al., 2007). کربوهیدرات برحسب نرخ تجزیه شکمبه‌ای به سه بخش A، B و C تقسیم می‌شود. A خود شامل ۴ بخش: A1، اسیدهای چرب فرار؛ A2، اسیدلاکتیک؛ A3، اسیدهای آلی و A4، قندها می‌باشد. B به ۳ بخش B1، نشاسته؛ B2، الیاف محلول و B3، NDF قابل دسترس تقسیم می‌شود. C، NDF غیرقابل دسترس می‌باشد (Lanzas et al., 2007). هدف از انجام این پژوهش، تعیین اثرات عمل‌آوری جو معمولی و بدون پوشینه با سود، فرمالدئید و اوره به روش کیسه‌های نایلونی بر روی نرخ تجزیه شکمبه‌ای ماده خشک، نشاسته و همچنین تعیین اثرات این عمل‌آوری‌ها بر بخش‌های کربوهیدرات CNCPS، بوده است.

## مواد و روش‌ها

دو رقم جو یکی رقم معمولی (پوشینه‌دار) صحرا و

نرم افزار Fitcurve (Chen, 1995) بر اساس معادله ذیل، بررسی بیولوژیکی بخش قابل تجزیه در شکمبه را انجام می‌دهد:

$$P = a + b(1 - e^{-ct})$$

به طوریکه P، درصد ناپدیدشدن؛ a، مقدار مواد محلول در زمان صفر؛ b، مقدار مواد غیرمحلول بالقوه قابل تخمیر؛ c، سرعت ناپدید شدن بخش b؛ e، عدد نپرین (۲/۷۱۸) و t، زمان انکوباسیون می‌باشد.

از آنجایی که تجزیه مواد در شکمبه به مقدار زیادی به نرخ عبور آن از شکمبه بستگی دارد، با وارد کردن این عامل در فرمول ناپدیدشدن، می‌توان ناپدیدشدن مؤثر را از طریق فرمول ذیل محاسبه نمود (Orskov et al., 1980):

$$P = a + [bc/(c + r)]$$

به طوریکه P، درصد ناپدیدشدن مؤثر؛ a، مقدار مواد محلول در زمان صفر؛ b، مقدار مواد غیرمحلول قابل تخمیر؛ c، سرعت ناپدیدشدن بخش b و r، سرعت عبور مواد می‌باشد. در این آزمایش، درصد ناپدیدشدن مؤثر کربوهیدرات خوراک با فرض سرعت‌های عبور ۲، ۵ و ۸ درصد محاسبه گردید.

فراسنجه‌های بخش‌های کربوهیدرات CNCPS اندازه‌گیری شد و به روش (Tylutki et al., 2008) محاسبه گردید (جدول ۱). ماده خشک، پروتئین خام، خاکستر و عصاره اتری نمونه‌ها از روش AOAC (2005)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی به روش (Van Soest et al., 1991)، نیتروژن نامحلول در شوینده خنثی (NDIN)، به روش (Licitra et al., 1996)، فندها از روش (Rong et al., 1996)، لیگنین کلاسون به روش (Cousins, 1976) و نشاسته به روش پلاریمتری (Parvane, 2007) تعیین شد. قبل از اندازه‌گیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی برای حذف نشاسته از آنزیم آمیلاز (Sigma No. A5426) استفاده شد.

این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل (۴×۲) بر

دیگری رقم بدون پوشینه شماره ۱۷ از مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان تهیه شد. برای عمل‌آوری دانه جو از سود، فرمالدئید و اوره، به ترتیب به مقدار ۳۵، ۴ و ۳۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک استفاده شد (Dehghan-Banadaky et al., 2006; 2008). برای عمل‌آوری‌های شیمیایی، دانه کامل جو با هر یک از مواد شیمیایی با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به ازای هر کیلوگرم ماده خشک مخلوط شد و هر یک در کیسه‌های دربسته به دور از هوا و نور به مدت ۳۰ روز نگهداری گردید. پس از این مدت همه تیمارها، آسیاب و با الک مش (Mesh) ۲۰ غربال شدند. در این پژوهش برای محاسبه درصد ناپدیدشدن ماده خشک و نشاسته از سه رأس قوچ بالغ (یکساله) نژاد زل به وزن ۳±۳ کیلوگرم استفاده شد که با ۱±۰/۲ کیلوگرم ماده خشک در سطح نگهداری با ۵۰٪ یونجه خشک و ۵۰٪ جو کامل تغذیه می‌شدند (Ghorbani & Hadj-Hussaini, 2002) و مجهز به کانولای شکمبه‌ای بودند. نیاز نگهداری گوسفندان از جداول استاندارد NRC (1985) تعیین گردید. خوراک‌دهی روزانه در دو وعده در ساعت‌های ۸:۰۰ صبح و ۱۸:۰۰ عصر صورت گرفت. آب و بلوک‌های لیسیدی نمک و مواد معدنی نیز به‌طور آزاد در دسترس دام‌ها قرار داشت. زمان‌های ماندگاری کیسه‌های نایلونی مورد استفاده به ترتیب صفر، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت بودند. کیسه‌های نایلونی مورد استفاده در این آزمایش از جنس داکرون با ابعاد ۷×۷/۵ سانتی‌متر و قطر منافذ ۴۰ تا ۵۰ میکرومتر بودند. حدود ۵ گرم نمونه در هر کیسه قرار داده شد. بلافاصله پس از خارج کردن کیسه‌ها، برای توقف فرآیند تخمیر میکروبی، کیسه‌ها درون ظرفی تحت جریان مداوم آب ۲۰ درجه سانتی‌گراد با فشار ۳ لیتر در دقیقه قرار گرفتند تا زمانی که آب خارج شده از ظرف کاملاً زلال و شفاف شود (حدود ۱۵ دقیقه) و سپس به مدت ۴۸ ساعت در آون ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا خشک شوند.

درصد ناپدیدشدن ماده خشک و نشاسته توسط معادلات زیر محاسبه گردید:

$$100 \times \frac{\text{وزن نمونه پس از انکوباسیون} - \text{وزن نمونه اولیه}}{\text{وزن ماده خشک}} = \text{درصد ناپدید شدن ماده خشک}$$

$$100 \times \frac{\text{نشاسته باقی‌مانده در کیسه} - \text{نشاسته اولیه}}{\text{نشاسته}} = \text{درصد ناپدیدشدن نشاسته}$$

وجود ندارد (جدول ۳).

جدول ۱- فهرست معادلات محاسبه بخش‌های کربوهیدرات

بخش	تعریف	معادلات (Tylutki et al. 2008)
CHO	مجموع کربوهیدرات	۱۰۰-CP-EE-Ash
C	NDF غیر قابل دسترس	$NDF \times \frac{2}{4} \times \frac{1}{100}$
B3	NDF قابل دسترس	NDF-C
NFC	کربوهیدرات‌های غیرالیافی	CHO -NDF
A1	اسیدهای چرب فرار	استیک+پروپیونیک+بوتیریک
A2	اسید لاکتیک	اسید لاکتیک
A3	اسیدهای آلی	اسیدهای آلی
A4	قندها	قند
B1	نشاسته	نشاسته
B2	الیاف محلول	NFC-A1-A2-A3-A4-B1

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی جو معمولی و بدون پوشینه

ترکیبات شیمیایی	جو معمولی	جو بدون پوشینه
پروتئین خام (DM%)	۱۲/۸۴	۱۳/۲۵
عصاره اتری (DM%)	۲/۱۸	۲/۲۷
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (DM%)	۶/۴۵	۴/۶۳
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (DM%)	۱۹/۲۸	۱۸/۱۸
خاکستر (DM%)	۲/۶۷	۲/۲۵
ماده خشک (%)	۸۸/۷۵	۸۷/۶۲
کربوهیدرات (DM%)	۸۲/۳۲	۸۲/۲۵
کربوهیدرات‌های غیرالیافی (DM%)	۶۳/۰۴	۶۴/۰۷
لیگنین (DM%)	۲/۱۷	۱/۶۹
پروتئین خام نامحلول در شوینده خنثی (CP%)	۲۹/۵۰	۲۹/۷۹
نشاسته (g/kg)	۵۱۵/۰۰	۵۸۷/۰۰
قند (g/kg)	۲۴/۹۰	۳۰/۷۸

مجموع مواد قابل تجزیه در شکمبه جو بدون پوشینه (۹۱/۹۷ درصد) تفاوت معنی‌داری با جو معمولی (۸۳/۳۰ درصد) داشت ( $P < 0.05$ ). نتایج این آزمایش نشان داد که تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک جو بدون پوشینه در هر سه سرعت عبور بالاتر از جو معمولی بوده و اختلاف معنی‌داری با آن داشت ( $P < 0.05$ ). فرآوری‌های شیمیایی باعث کاهش معنی‌داری در نرخ تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک در سرعت‌های عبور مختلف شد (جدول ۳). در تمام سرعت‌های عبور تیمار بدون پوشینه و بدون عمل‌آوری بالاترین و تیمار جو معمولی با فرمالدئید کمترین مقدار تجزیه‌پذیری مؤثر را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

پایه طرح کاملاً تصادفی با ۸ تیمار و ۳ تکرار بر روی ۳ رأس گوسفند انجام شد. فاکتور اول فرآوری (۳) عمل‌آوری شیمیایی شامل اوره، فرمالدئید، سود و یک تیمار بدون عمل‌آوری) و فاکتور دوم رقم جو (۲ رقم) بود. مدل آماری طرح مورد استفاده عبارتست از:

$$X_{ijkl} = \mu + \alpha_k + \beta_l + (\alpha\beta)_{kl} + \epsilon_{ijkl}$$

به‌طوریکه  $\mu$  میانگین جمعیت؛  $\alpha_k$  اثر رقم؛  $\beta_l$  اثر فرآوری؛  $(\alpha\beta)_{kl}$  اثر متقابل رقم  $\times$  فرآوری و  $\epsilon_{ijkl}$  اثر اشتباه آزمایشی باشد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (1996) استفاده شد و مقایسه میانگین تیمارها در سطح معنی‌داری ۵٪ انجام گرفت (Duncan, 1995).

## نتایج

### ناپدید شدن شکمبه‌ای ماده خشک

مقادیر فراسنجه‌های ناپدید شدن و ناپدید شدن مؤثر ماده خشک تیمارهای مختلف در جدول ۳ ذکر شده است. فراسنجه a (بخش محلول با سرعت تجزیه‌پذیری بالا) تجزیه‌پذیری ماده خشک جو رقم بدون پوشینه بالاتر از معمولی (معمولی) بود و اختلاف معنی‌داری با آن داشت ( $P < 0.05$ ). تیمار شاهد در بخش تجزیه‌پذیری ماده خشک نسبت به تیمارهای عمل‌آوری شده دارای بخش a بالاتری بود و اختلاف معنی‌داری با هر یک از تیمارها داشت ( $P < 0.05$ ). اثر متقابل رقم و فرآوری در فراسنجه a تجزیه‌پذیری ماده خشک معنی‌دار بود و تیمار بدون پوشینه و بدون عمل‌آوری بالاترین مقدار را داشت (۳۱/۲۷) که با تیمار بدون پوشینه با عمل‌آوری اوره (۲۹/۵۴) و فرمالدئید (۳۰/۸۷) از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت ولیکن اختلاف آن با سایر تیمارها از نظر آماری معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ).

در بخش b تجزیه‌پذیری ماده خشک، جو بدون پوشینه (۳۶/۷۷) تفاوت معنی‌داری با جو معمولی (۵۸/۹۸) نداشت ( $P < 0.05$ ). نتایج نشان می‌دهد که فرآوری‌های مختلف تأثیر معنی‌داری بر روی بخش b تجزیه‌پذیری ماده خشک نداشت ( $P > 0.05$ ). همچنین بررسی اثر متقابل رقم جو و فرآوری‌ها نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین آنها در تجزیه‌پذیری بخش b

جدول ۳- فراسنجه‌های مختلف تجزیه‌پذیری ماده خشک در تیمارهای آزمایشی

تیمار*	فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری (درصد)				RSD	تجزیه‌پذیری مؤثر (درصد) در سرعت عبور (درصد در ساعت)		
	۱۰۰-(a+b)	A+b	b	a		۸	۵	۲
رقم								
۱ معمولی	۱۶/۷۰ <sup>a</sup>	۸۳/۳۰ <sup>b</sup>	۵۸/۹۸ <sup>b</sup>	۲۴/۳۲ <sup>b</sup>	۳/۰۵	۵۲/۰۳ <sup>b</sup>	۵۸/۹۳ <sup>b</sup>	۷۰/۲۶ <sup>b</sup>
۲ بدون پوشینه	۸/۰۳ <sup>b</sup>	۹۱/۹۷ <sup>a</sup>	۶۳/۷۷ <sup>a</sup>	۲۸/۲۰ <sup>a</sup>	۲/۶۷	۵۶/۵۳ <sup>a</sup>	۶۳/۸۸ <sup>a</sup>	۷۶/۵۴ <sup>a</sup>
فرآوری								
۱ بدون عمل‌آوری	۱۱/۴۰	۸۸/۶۰	۵۹/۴۴	۲۹/۱۷ <sup>a</sup>	۲/۶۰	۶۰/۶۳ <sup>a</sup>	۶۷/۳۳ <sup>a</sup>	۷۷/۷۰ <sup>a</sup>
۲ اوره	۱۱/۷۶	۸۸/۳۵	۶۱/۱۷	۲۷/۰۷ <sup>b</sup>	۲/۹۳	۵۴/۳۰ <sup>b</sup>	۶۱/۴۲ <sup>b</sup>	۷۳/۶۲ <sup>b</sup>
۳ فرمالدئید	۱۱/۶۵	۸۸/۲۴	۶۱/۵۹	۲۶/۷۶ <sup>b</sup>	۲/۸۰	۵۱/۸۸ <sup>c</sup>	۵۹/۲۰ <sup>c</sup>	۷۱/۹۷ <sup>bc</sup>
۴ سود	۱۴/۶۴	۸۵/۳۶	۶۳/۳۱	۲۲/۰۵ <sup>c</sup>	۳/۰۳	۵۰/۳۰ <sup>c</sup>	۵۷/۶۸ <sup>c</sup>	۷۰/۳۳ <sup>c</sup>
رقم × فرآوری								
۱ معمولی بدون عمل‌آوری	۱۶/۶۳	۸۳/۳۷	۵۶/۳۰	۲۷/۰۷ <sup>b</sup>	۱/۴۱	۵۶/۲۳ <sup>b</sup>	۶۲/۶۳ <sup>b</sup>	۷۲/۷۰ <sup>c</sup>
۲ معمولی با اوره	۱۷/۰۲	۸۲/۹۸	۵۸/۳۸	۲۴/۶۰ <sup>c</sup>	۳/۰۸	۵۲/۷۳ <sup>cd</sup>	۵۹/۵۳ <sup>cd</sup>	۷۰/۵۷ <sup>cde</sup>
۳ معمولی با فرمالدئید	۱۵/۸۶	۸۴/۱۴	۶۱/۴۸	۲۲/۶۶ <sup>cd</sup>	۴/۹۲	۴۸/۷۰ <sup>e</sup>	۵۶/۱۷ <sup>e</sup>	۶۸/۶۳ <sup>e</sup>
۴ معمولی با سود	۱۷/۲۷	۸۲/۷۳	۵۹/۷۶	۲۲/۹۷ <sup>cd</sup>	۲/۸۲	۵۰/۴۳ <sup>de</sup>	۵۷/۴۰ <sup>de</sup>	۶۹/۱۳ <sup>de</sup>
۵ بدون پوشینه بدون عمل‌آوری	۶/۱۶	۹۳/۸۴	۶۲/۵۷	۳۱/۳۲ <sup>a</sup>	۳/۳۹	۶۵/۰۰ <sup>a</sup>	۷۲/۰۰ <sup>a</sup>	۸۲/۷۰ <sup>a</sup>
۶ بدون پوشینه با اوره	۶/۵۰	۹۳/۵۰	۶۳/۹۶	۲۹/۵۴ <sup>a</sup>	۲/۷۹	۵۵/۸۷ <sup>b</sup>	۶۳/۳۰ <sup>b</sup>	۷۶/۶۷ <sup>a</sup>
۷ بدون پوشینه با فرمالدئید	۷/۴۳	۹۲/۵۷	۶۱/۷۰	۳۰/۸۷ <sup>a</sup>	۱/۳۸	۵۵/۰۷ <sup>bc</sup>	۶۲/۲۳ <sup>bc</sup>	۷۵/۳۰ <sup>a</sup>
۸ بدون پوشینه با سود	۱۲/۰۱	۸۷/۹۹	۶۶/۸۶	۲۱/۱۳ <sup>d</sup>	۳/۱۷	۵۰/۱۷ <sup>de</sup>	۵۷/۹۷ <sup>de</sup>	۷۱/۵۰ <sup>cd</sup>
SEM	۱/۷۳	۱/۷۳	۱/۸۱	۰/۶۳		۰/۹۶	۰/۹۱	۰/۸۶

\* درج حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) بین تیمارها می‌باشد.

SEM: خطای استاندارد بین میانگین‌ها

RSD: انحراف معیار خطا مربوط به مدل پتانسیل تجزیه‌پذیری

### ناپدید شدن شکمبه‌ای نشاسته

در این آزمایش اختلاف معنی‌داری بود و عمل‌آوری سود ( $59/30$ ) بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد و تیمار شاهد کمترین مقدار ( $50/80$ ) را داشت. نتایج این آزمایش نشان داد که اثر متقابل معنی‌داری بین رقم جو و نوع فرآوری در میزان تجزیه‌پذیری بخش b نشاسته وجود دارد ( $P < 0.05$ ) و تیمار بدون پوشینه با سود بالاترین مقدار و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها به جز تیمار جو معمولی با اوره داشت ( $P < 0.05$ ).

مجموع مواد قابل تجزیه در شکمبه جو بدون پوشینه ( $94/55$  درصد) تفاوت معنی‌داری با جو معمولی ( $90/82$  درصد) داشت ( $P < 0.05$ ). اثر فرآوری بر روی مجموع مواد قابل تجزیه در شکمبه معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) بدین صورت که بین تمام عمل‌آوری‌ها و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود داشت و عمل‌آوری اوره ( $95/63$ ) بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد و تیمار فرمالدئید کمترین مقدار ( $89/15$ ) را داشت. اثر متقابل رقم و فرآوری مربوط به مجموع مواد قابل تجزیه در

مقادیر فراسنجه‌های ناپدید شدن و ناپدید شدن مؤثر نشاسته تیمارهای مختلف در جدول ۴ ذکر شده است. فراسنجه a تجزیه‌پذیری نشاسته جو رقم بدون پوشینه بالاتر از جو معمولی بود و اختلاف معنی‌داری با آن داشت ( $P < 0.05$ ). تیمار شاهد در تجزیه‌پذیری نشاسته نسبت به تیمارهای عمل‌آوری شده دارای بخش a بالاتری بود و اختلاف معنی‌داری با هر یک از تیمارها داشت ( $P < 0.05$ ). اثر متقابل رقم و فرآوری در فراسنجه a تجزیه‌پذیری نشاسته معنی‌دار بود و تیمار بدون پوشینه و بدون فرآوری بالاترین مقدار را داشت ( $45/13$ ) و از نظر آماری با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ( $P < 0.05$ ).

در بخش b تجزیه‌پذیری نشاسته، جو بدون پوشینه تفاوت معنی‌داری با جو معمولی نداشت ( $P > 0.05$ ). اثر فرآوری بر روی بخش b تجزیه‌پذیری نشاسته معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) بدین صورت که بین تمام عمل‌آوری‌ها

بخش B2 یا الیاف محلول جو معمولی با عمل‌آوری فرمالدئید، سود و بدون عمل‌آوری به ترتیب با ۱۰/۸۹، ۹/۰۵ و ۱۰/۳۹ درصد بیشترین مقدار عددی را دارا بودند که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ( $P > 0.05$ ) ولیکن با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشتند ( $P > 0.05$ ). کمترین مقدار بخش B2 در جو بدون پوشینه با عمل‌آوری اوره، سود و بدون عمل‌آوری مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ( $P > 0.05$ ).

بخش B1 یا نشاسته در جو بدون پوشینه بدون عمل‌آوری، با عمل‌آوری سود و فرمالدئید به ترتیب با ۵۸/۷۰، ۵۷/۹۰ و ۵۶/۵۵ درصد، بیشترین مقادیر بود که البته تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ( $P > 0.05$ ). جو معمولی در تمام عمل‌آوری‌های شیمیایی و بدون عمل‌آوری کمترین مقدار بخش B1 را داشت که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

بخش A4 یا قندها در جو بدون پوشینه با فرآوری فرمالدئید بالاترین مقدار بود (۳/۱۲ درصد) اما با جو بدون پوشینه بدون عمل‌آوری و بدون پوشینه با عمل‌آوری سود، تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P > 0.05$ ). جو معمولی با عمل‌آوری فرمالدئید کمترین مقدار را با ۲/۰۲ درصد دارا بود اما با جو بدون پوشینه با عمل‌آوری اوره و معمولی با سود، تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P > 0.05$ ).

## بحث

### ناپدید شدن شکمبه‌ای ماده خشک

در بخش محلول با سرعت تجزیه‌پذیری بالا (a) ماده خشک جو کمترین مقدار را در عمل‌آوری جو با سود داشته است، زیرا عمل‌آوری جو با سود علی‌رغم اینکه با هیدرولیز جزئی همی سلولز و لیگنین، سبب تخریب پوشش دانه می‌شود اما از طرفی خاکستر نامحلول را افزایش داده و به این ترتیب در مجموع، باعث کاهش بخش محلول می‌شود (Dehghan-Banadaky et al., 2006). میزان ماده خشک محلول تحت تأثیر ساختار فیزیکی، میزان دیواره سلولی و خاکستر محلول می‌باشد. به‌طوریکه هرچه میزان الیاف خوراک بیشتر باشد، میزان بخش محلول کاهش می‌یابد. در مطالعه‌ای بر روی ۲۲

شکمبه معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) و تیمار بدون پوشینه و بدون عمل‌آوری بالاترین مقدار (۹۷/۷۲) و تیمار جو معمولی با فرمالدئید کمترین مقدار (۸۶/۶۳) را داشت (جدول ۴).

نتایج این آزمایش نشان داد که تجزیه‌پذیری مؤثر نشاسته جو بدون پوشینه در هر سه سرعت عبور بالاتر از جو معمولی بوده و اختلاف معنی‌داری با آن داشت ( $P < 0.05$ ). فرآوری‌های شیمیایی باعث کاهش معنی‌داری در نرخ تجزیه‌پذیری مؤثر نشاسته در سرعت‌های عبور مختلف شد (جدول ۴). تیمار عمل‌آوری با سود کمترین مقدار تجزیه‌پذیری مؤثر را در سرعت‌های مختلف عبور به ویژه در سرعت عبور ۰/۰۸ داشت.

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که اثر متقابل معنی‌داری در میزان تجزیه‌پذیری مؤثر نشاسته در سرعت‌های مختلف عبور وجود دارد ( $P < 0.05$ ) و تیمار جو بدون پوشینه و بدون عمل‌آوری بالاترین مقدار را در هر سه سرعت عبور به خود اختصاص داد (جدول ۴).

### بخش‌های کربوهیدرات CNCPS

بر اساس سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل (CNCPS)، کربوهیدرات موجود در مواد خوراکی خود به بخش‌های مختلفی تفکیک می‌شود. مقادیر این اجزا در جدول ۵ ارائه شده است. بر اساس مقالات مورد مطالعه، اسیدهای چرب فرار، اسیدلاکتیک و اسیدهای آلی در دانه جو وجود ندارد (Lanzas et al., 2007). به همین دلیل از اندازه‌گیری آنها در این پژوهش صرف‌نظر شده است.

بخش C یا NDF غیرقابل دسترس در جو معمولی بدون عمل‌آوری بیشترین مقدار بود (۱/۰۰ درصد) ولیکن تنها اختلاف آن با جو معمولی با عمل‌آوری سود، از نظر آماری معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). کمترین مقدار بخش C نیز مربوط به جو بدون پوشینه با عمل‌آوری اوره بود (۰/۷۱ درصد) هرچند که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت ( $P > 0.05$ ).

بیشترین مقدار NDF قابل دسترس یا B3 در جو معمولی بدون عمل‌آوری (۱۸/۲۸ درصد) بود که با جو معمولی عمل‌آوری شده با اوره و سود و بدون پوشینه عمل‌آوری شده با سود اختلاف معنی‌داری داشت ( $P < 0.05$ ).

اسیدآمینه پس از ۱۲ ساعت انکوباسیون در شکمبه، نشان دادند که همه عمل‌آوری‌های شیمیایی جو باعث کاهش ناپدیدشدن پروتئین‌خام در شکمبه می‌شوند ولیکن بر روی سایر فراسنجه‌های ذکر شده تأثیر معنی‌داری ندارند. در این بین عمل‌آوری با سود نسبت به عمل‌آوری با اوره و فرمالدئید به میزان بیشتری باعث کاهش نرخ ناپدیدشدن پروتئین‌خام در شکمبه می‌شود.

نتایج این مطالعه نشان داد که درصد تجزیه‌پذیری مؤثر ماده‌خشک جو معمولی نسبت به جو بدون پوشینه بیشتر بوده است. چنان‌که قبلاً ذکر شد، ارقام بدون پوشینه مقدار فیبر کمتر و مقدار نشاسته بالاتری دارند و در نتیجه ناپدیدشدن مؤثر بیشتری در شکمبه دارند. اثرات متقابل نشان می‌دهد که همه عمل‌آوری‌ها باعث کاهش ناپدیدشدن مؤثر ماده‌خشک جو به‌ویژه جو بدون پوشینه شدند. ناپدیدشدن مؤثر نشان‌دهنده میزان عبور مواد از شکمبه می‌باشد. سرعت عبور مواد از شکمبه وابسته به سطح تولید حیوان بوده و با افزایش سطح تولید، سرعت عبور مواد از شکمبه افزایش می‌یابد. مدت زمان ماندگاری خوراک در شکمبه، می‌تواند بر میزان سرعت عبور مواد از شکمبه و مصرف خوراک مؤثر باشد. به این ترتیب جو معمولی با عمل‌آوری فرمالدئید تحت تأثیر اثر متقابل رقم و عمل‌آوری فرمالدئید در هر سه سرعت عبور ۲، ۵ و ۸ درصد در ساعت، کمترین میزان ناپدیدشدن مؤثر ماده‌خشک جو در شکمبه را داراست. به همین ترتیب دیگر عمل‌آوری‌ها نیز اثر افزایشی بر نرخ عبور از شکمبه و کاهش تجزیه مؤثر ماده‌خشک جو در شکمبه داشتند به این معنی که نرخ عبور ماده‌خشک جو، هم تحت تأثیر رقم و هم تحت تأثیر عمل‌آوری قرار داشته است. در این آزمایش مشاهده شد که سود در کاهش تجزیه‌پذیری مؤثر جو بدون پوشینه نسبت به فرمالدئید و اوره تأثیر بیشتری داشته است. در تأثیر عمل‌آوری با سود، نتایج ما مشابه با نتایج Orskov, (2008) Dehghan-Banadaky et al. و et al. (1980) Sriskandarajah et al. بود.

#### ناپدیدشدن شکمبه‌ای نشاسته

اثر متقابل رقم در فرآوری بخش محلول (a) نشاسته جو نشان می‌دهد که فرآوری شیمیایی در کاهش نشاسته محلول مؤثر بوده است. در مقایسه اثر متقابل

رقم جو کانادایی Lehman et al. (1995) دریافتند که تفاوتی در میزان ناپدیدشدن ماده‌خشک میان ارقام پوشینه‌دار و بدون پوشینه وجود ندارد با این حال بخش به‌کندی قابل‌تجزیه (b) ارقام بدون پوشینه ۱۱ درصد بیشتر از ارقام پوشینه‌دار می‌باشد. در اثرات متقابل نیز رقم بدون پوشینه با عمل‌آوری سود کمترین بخش محلول را داشته و عمل‌آوری با سود باعث کاهش حدود ۷ درصدی رقم بدون پوشینه شده است درحالی‌که عمل‌آوری با سود فقط حدود ۱/۴ درصد بخش محلول رقم معمولی را کاهش داده است. در مقایسه با ارقام پوشینه‌دار، ارقام بدون پوشینه مقدار فیبر کمتر و مقدار نشاسته بالاتری (در نتیجه عدم وجود پوشینه) دارند (Yang et al., 1997) و بیشتر ترکیبات فیبری جو در پوسته آن موجود است درحالی‌که نشاسته در آندوسپرم وجود دارد (Hunt, 1996). ممکن است سود با تجزیه بیشتر فیبر، تأثیر بیشتری بر بخش محلول ماده‌خشک داشته باشد. کاهش بخش a ممکن است باعث کندی رشد میکروارگانیزم‌های شکمبه به‌علت تجزیه آهسته مواد غذایی قابل‌دسترس در شکمبه گردد اما این کاهش در مورد غلات سریع‌التخمیر مانند جو، می‌تواند موجب تجزیه آهسته و یکنواخت آن و ایجاد ثبات بیشتر در محیط شکمبه شود (Ghorbani & Hadr-Hussaini, 2002). تفاوت در گزارشات بخش محلول ممکن است در اثر تفاوت در اندازه‌گیری آن باشد (به‌عنوان مثال میزان و مدت شستشو). بخش b و مجموع مواد قابل‌تجزیه (a+b) در شکمبه مطابق با گزارش Bowman et al. (2001) مشابه بوده که در میان انواع ارقام غلات، تفاوت در ناپدیدشدن ماده‌خشک را گزارش کردند. آنها در آزمایشی بر روی ۱۴۸۰ رقم جو موجود از مجموعه دانه‌های ملی اداره کشاورزی ایالات متحده (USDA)<sup>۱</sup> که از سراسر جهان جمع‌آوری شده بود، اختلاف در میزان ناپدیدشدن ماده‌خشک را پس از سه ساعت انکوباسیون شکمبه‌ای، در دامنه‌ای از ۸/۲ تا ۶۲/۱ گزارش نمودند. Dehghan-Banadaky et al. (2008) با بررسی مقادیر ناپدیدشدن ماده‌خشک، خاکستر، پروتئین‌خام، نشاسته، لیاف نامحلول در شوینده‌خنتی، لیاف نامحلول در شوینده اسیدی و

اسیدی و نشاسته بررسی و گزارش کردند که بین ارقام و فرآوری‌ها برای ماده‌آلی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و نشاسته اثر متقابل وجود داشته، به طوری که هضم شکمبه‌ای ماده‌آلی جو بدون پوشینه با پولکی کردن با بخار ۹ درصد افزایش یافت اما برای جو پوشینه‌دار با این فرآوری ۱/۹ درصد کاهش یافت. با فرآوری پولکی کردن با بخار هضم شکمبه‌ای نشاسته جو بدون پوشینه و پوشینه‌دار به ترتیب ۲۱/۵ و ۸/۴ درصد افزایش یافت و هضم شکمبه‌ای الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، به ترتیب ۶/۲ و ۵۴/۳ درصد کاهش یافت.

اثر متقابل رقم در فرآوری بخش محلول (a) نشاسته جو نشان می‌دهد که فرآوری شیمیایی در کاهش نشاسته محلول مؤثر بوده است. در مقایسه اثر متقابل رقم معمولی بدون عمل‌آوری با رقم بدون پوشینه بدون عمل‌آوری مشخص می‌شود که رقم بدون پوشینه نشاسته محلول بیشتری دارد همان‌طور که در اثر اصلی رقم نیز مشخص است. بخش b نشاسته همانند بخش b ماده خشک در جو عمل‌آوری جو بدون پوشینه با سود افزایش چشم‌گیری داشته است اما با توجه به اثرات متقابل در بخش قابل تجزیه (a+b) و غیرقابل تجزیه در شکمبه ((a+b)-100) واضح است که فرمالدئید تأثیر بیشتری بر انتقال جایگاه هضم نشاسته به قسمت‌های بعدی دستگاه گوارش داشته است.

در بررسی اثرات متقابل این آزمایش مشاهده شد که کمترین مقدار تجزیه‌پذیری مؤثر نشاسته مربوط به جو معمولی با عمل‌آوری فرمالدئید و سود بود، که نشان‌دهنده اثر فرمالدئید و سود بر کاهش تجزیه مؤثر نشاسته در شکمبه و افزایش نرخ عبور آنها از شکمبه است. عمل‌آوری دانه‌های غلات با آلدئیدها، از تجزیه نشاسته در شکمبه محافظت می‌کند (Hyslop et al., 1989; Svihus, 2005). Owens et al. (1986) بیان کردند که تجزیه نشاسته در شکمبه تنها ۷۰ درصد بازدهی تجزیه در روده کوچک را داراست زیرا باعث تلفات انرژی به شکل گرمای تخمیر، متان و فضولات می‌شود. با وجود این، آنها یادآور شدند که کاهش هضم شکمبه‌ای نشاسته در عوض ممکن است همراه با کاهش تامین پروتئین میکروبی برای حیوان باشد. همچنین Tanguchi et al. (1995) بیان کردند که

رقم معمولی بدون عمل‌آوری با رقم بدون پوشینه بدون عمل‌آوری مشخص می‌شود که رقم بدون پوشینه، نشاسته محلول بیشتری دارد، همان‌طور که در اثر اصلی رقم نیز مشاهده می‌شود. بخش b نشاسته همانند بخش b ماده خشک، در جو بدون پوشینه با عمل‌آوری سود افزایش چشم‌گیری داشته است اما با توجه به اثرات متقابل در بخش قابل تجزیه (a+b) و غیرقابل تجزیه در شکمبه ((a+b)-100) واضح است که فرمالدئید تأثیر بیشتری بر انتقال جایگاه هضم نشاسته داشته است. به طور کلی این مطالعه نشان داد که عمل‌آوری با فرمالدئید عبور نشاسته را به قسمت‌های پس از شکمبه افزایش داده و باعث انتقال جایگاه هضم از شکمبه به روده می‌شود. Ortega-Cerrilla et al. (1999) نیز نتایج مشابه دریافت‌های مطالعه حاضر را گزارش کردند ولیکن نتایج مطالعه Dehghan-Banadaky et al. (2008) و McAllister et al. (1990b) مشابه نتایج مطالعه حاضر نبود. تفاوت نتایج می‌تواند به علت تفاوت در ترکیب شیمیایی، رقم، خصوصیات کیسه‌ها و شرایط انکوباسیون باشد. همچنین این تفاوت نتایج می‌تواند به دلیل تفاوت در نوع دام مورد آزمایش باشد به طوری که Zin (1993) گزارش کرد که میزان هضم شکمبه‌ای نشاسته در گوسفند نسبت به گاو، بیشتر است. عمل‌آوری با فرمالدئید باعث کاهش قابلیت هضم ماتریکس پروتئینی اندوسپرم می‌شود و میزان دسترسی باکتری‌های شکمبه را به گرانول‌های نشاسته محدود می‌کند و از این رو می‌تواند یک اثر محافظتی برای گرانول‌های نشاسته در داخل شکمبه داشته باشد (McAllister et al., 1990a). همچنین چربی و پروتئین موجود در سطح گرانول‌های نشاسته نیز می‌توانند به عنوان مانع فیزیکی هضم عمل کنند. مقاومت به آب‌گیری و تجزیه آنزیمی به دنبال عمل‌آوری فرمالدئید تا اندازه‌ای ناشی از تشکیل مشتقات استالی بین گروه‌های آلدئیدی و هیدروکسیلی گلوکز و گروه‌های آمینی مولکول‌های پروتئین می‌باشد (Ortega-Cerrilla et al., 1999).

Zin et al. (1996) در آزمایشی اثر متقابل دو رقم جو بدون پوشینه و پوشینه‌دار با دو فرآوری فیزیکی پولکی کردن با بخار و غلتک‌زدن خشک را بر قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده‌آلی، الیاف نامحلول در شوینده



نسبت به عدم عمل‌آوری جو معمولی، بیشترین تأثیر را بر بخش A4 کربوهیدرات داشته است درحالی‌که تفاوت عمده نوع عمل‌آوری برای جو بدون پوشینه نسبت به شاهد مربوط به عمل‌آوری اوره بوده که حدود ۳۰ درصد کاهش داشته است. تفاوت در عمل‌آوری دو رقم ممکن است مربوط به تفاوت در میزان و نسبت قندها باشد. البته قندهای عمده خوراک گلوکز، فروکتوز و ساکارز هستند (Knudsen, 1997 ; Van Soest, 1994). ساکارز معمولترین قند بوده و ماده عمده انتقالی در گیاهان است. در بخش B1 کربوهیدرات CNCPS که همان میزان نشاسته ماده خوراکی می‌باشد، عمل‌آوری اوره باعث کاهش در جو بدون پوشینه شد. تنوع و اختلاف در میزان بخش B1 مربوط به اندازه ذرات، نوع غله، اثر فرآوری و روش نگهداری می‌باشد (Offner & Sauvant, 2003). در این آزمایش بخش B1 رقم معمولی کمتر از رقم بدون پوشینه بود که این تفاوت احتمالاً ناشی از عمل‌آوری نبوده بلکه به دلیل اختلاف در میزان نشاسته رقم‌های جو بوده است. سرعت تجزیه شکمبه‌ای نشاسته هر خوراک در دامنه‌ای از ۰/۰۳ در ساعت (سورگوم) تا ۰/۴۰ در ساعت (گندم) قرار دارد.

B2 یا الیاف محلول در جو معمولی بیشتر از جو بدون پوشینه بوده و شاید به همین دلیل تفاوت آنها با یکدیگر در این مطالعه کاملاً معنی‌دار شده است و نمی‌توان به‌وضوح تفاوت‌ها را مربوط به فرآوری شیمیایی دانست. B2 شامل بتاگلوکان‌ها و مواد پکتینی است که جز الیاف جیره محسوب می‌شوند و به‌وسیله آنزیم‌های پستانداران هضم نمی‌شوند. اسید استیک از جمله اسیدهای چرب فرار شکمبه است که از تخمیر الیاف محلول تولید می‌شود (Strobel & Russell, 1986). در pH پائین میزان تخمیر الیاف محلول کاسته می‌شود. نرخ تجزیه شکمبه‌ای این بخش معمولاً در دامنه‌ای از ۰/۲۰ تا ۰/۴۰ در ساعت قرار دارد (Hall et al., 1998). اما بتاگلوکان‌های جو و جو دوسر که به میزان ۴۰ تا ۱۲۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک وجود دارند، در نرخ‌های مشابه با نشاسته تجزیه می‌شوند (Engstrom et al., 1992). از این رو، این بخش ممکن است برای جو خطای زیادی داشته باشد.

بخش B3 در جو معمولی با عمل‌آوری سود نسبت

کاهش نشاسته عبوری از شکمبه بیشترین میزان انرژی و پروتئین را برای حیوان فراهم می‌کند مگر اینکه نشاسته و پروتئین، هردو از تخمیر شکمبه‌ای محفوظ باشند.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که عمل‌آوری جو با سود باعث کاهش ناپدیدشدن نشاسته در شکمبه می‌شود. این اثر می‌تواند باعث بهبود راندمان بهره‌وری خوراک به‌واسطه کاهش تلفات انرژی به شکل متان یا گرما، شود (Dehghan-Banadaky et al., 2006). Dehghan-Banadaky et al. (2008) در مورد اثر عمل‌آوری با سود بر کاهش ناپدیدشدن ماده خشک در شکمبه برخلاف نتایج این مطالعه را گزارش کردند. در مطالعاتی (McGregor et al., 2007) بیان شده است که توان روش کیسه‌های نایلونی (*in situ*) را در برآورد ناپدیدشدن شکمبه‌ای نشاسته، کمتر از میزان واقعی می‌باشد و این روش را تحت تأثیر اندازه ذرات مواد خوراکی درون کیسه‌ها دانستند که این موضوع نیز می‌تواند دلیلی برای اختلاف در گزارشات باشد.

در این پژوهش عمل‌آوری با اوره تأثیری بر میزان ناپدیدشدن شکمبه‌ای ماده خشک نداشت اما ناپدیدشدن شکمبه‌ای نشاسته را افزایش داد که با نتایج Dehghan-Banadaky et al. (2008) و Zin (2003) مطابقت داشت. همچنین میانگین ناپدیدشدن شکمبه‌ای نشاسته با حدود ۰/۹۳ در دامنه‌ای از ۰ تا ۱ با دیگر مطالعات مطابقت داشت (Dehghan-Banadaky et al., 2008; 0.90, Zin et al., 1993; 0.90, Zin et al., 1996; 0.93, Zin & Barajas, 1997).

#### بخش‌های کربوهیدرات CNCPS

بخش‌های مختلف کربوهیدرات CNCPS جو نیز تحت تأثیر فرآوری شیمیایی قرار گرفتند. Offner & Sauvant (2004) گزارش کردند قابلیت هضم کربوهیدرات غیرالیافی (NFC) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نمی‌گیرد.

نتایج این مطالعه نشان داد که هر ۳ عمل‌آوری شیمیایی در کاهش بخش‌های با سرعت تجزیه بالا مانند A4 و B1 تأثیر معنی‌داری دارند. بخش A4 شامل مونوساکاریدها، دی‌ساکاریدها و الیگوساکاریدها می‌باشد. فرمالدئید با کاهش تقریباً ۲۰ درصدی در میزان قند

محاسبه بخش B1 در این مطالعه از روش پلاریمتری استفاده شده و در مطالعات مختلف روشهای گوناگون دیگری استفاده شده است.

#### نتیجه‌گیری کلی

اطلاعات این آزمایش نشان داد که عمل‌آوری جو با فرمالدئید و سود، اثر محافظتی بر روی نشاسته و به میزان کمتری بر تجزیه ماده خشک در شکمبه داشته و از تجزیه آن‌ها ممانعت کرده است. اثر محافظتی فرمالدئید بیشتر از سود بود، هر چند که معرفی یکی از این دو به‌عنوان عمل‌آوری بهتر نیاز به بررسی‌های بیشتری به‌ویژه در اثرات و ایجاد اختلالات متابولیکی وجود دارد. به‌طورکلی بخش‌های مختلف کربوهیدرات CNCPS تحت تأثیر فرآوری تفاوت چندانی را نشان نداد. با CNCPS می‌توان بر اساس تقسیم‌بندی کربوهیدرات خوراک در انتخاب اجزاء مناسب جیره، تصمیم‌گیری نمود.

#### سپاسگزاری

از نظرات و پیشنهادات ارزنده آقای دکتر مهدی دهقان‌بنادکی، دکتر سعید حسنی، مهندس بهنام قربانی و همکاری مسئولین آزمایشگاه‌های مرکزی و تغذیه‌دام دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان سپاسگزاریم.

به شاهد، کاهش معنی‌داری داشته که ممکن است بر اثر هیدرولیز جزئی NDF و تخریب پوشش دانه باشد (Dehghan-Banadaky et al., 2006). B3 یا NDF قابل دسترس، بخشی از کربوهیدرات است که باعث انباشتگی فضای دستگاه گوارش شده است.

در این مطالعه مشاهده شد که تحت عمل‌آوری با سود بخش C یا الیاف غیرقابل هضم بطور معنی‌داری به‌ویژه در رقم معمولی کاهش یافت. بخش C یا NDF غیرقابل دسترس در برابر هضم مقاومت نموده و از اینرو در تولید انرژی نقش چندانی ندارد (Mertenz, 1997).

Lanzas et al. (2007) مقادیر A4، B1، B2، B3 و C را در جو معمولی غلتک‌شده با بخار و همچنین آسیاب شده، به‌ترتیب ۲۴، ۵۲۳، ۶۱، ۱۸۶ و ۵۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک، گزارش نمودند با این تفاوت که نرخ تجزیه بخش B1 در جو معمولی غلتک‌شده با بخار، ۰/۳۵ در ساعت و در جو معمولی آسیاب‌شده، ۰/۳۰ در ساعت بوده است. تفاوت در مقادیر گزارش شده بخش‌های کربوهیدرات CNCPS مربوط به تفاوت در روش‌های برآورد فراسنجه‌های آن می‌باشد زیرا برخلاف وجود روش استاندارد جهت برآورد بخش‌های پروتئین CNCPS (Licitra et al., 1996)، روش استاندارد برای برآورد فراسنجه‌های بخش‌های کربوهیدرات CNCPS، وجود ندارد. به‌عنوان مثال برای برآورد نشاسته و

#### REFERENCES

1. AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis*. (20<sup>th</sup> ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington D. C.
2. Bowman, J. G., Blake, T. K., Surber, L. M., Habernicht, D. K. & Bockelman, H. (2001) Feed-quality variation in the barley core collection of the USDA National Small Grains Collection. *Journal of Crop Science*, 41,863-870.
3. Cousins, W. J. (1976). Elastic modulus of lignin as related to moisture content. *Wood Science and Technology*, 10,9-17.
4. Dehghan-Banadaky, M., Amanlou, H., Nikkhah, A., Danesh-Mesgaran, M. & Emami, M. R. (2008). Rumen and post-abomasal disappearance in lactating cows of amino acids and other components of barley grain treated with sodium hydroxide, formaldehyde or urea. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 142,306-316.
5. Dehghan-Banadaky, M., Corbett, R. & Oba, M. (2006). Effects of barley grain processing on productivity of cattle. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 137,1-24.
6. Duncan, D. B. (1955). *Multiple range and multiple F test*. Biometrics. 11:pp. 1-42.
7. Engstrom, D. F., Mathison, G.W. & Goonewardene, L. A. (1992). Effect of beta-glucan, starch, and fiber content and steam vs dry rolling of barley-grain on its degradability and utilization by steers. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 37,33-46.
8. Ghorbani, G. R. & Hadj-Hussaini, A. (2002). *In situ* degradability of Iranian grain cultivars. *Journal of Small Ruminant Research*, 44,207-212.
9. Hall, M. B., Pell, A. N. & Chase, L. E. (1998). Characteristics of neutral detergent-soluble fiber fermentation by mixed ruminal microbes. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 70,23-39.

10. Hunt, C. W. (1996). Factors affecting the feeding quality of barley for ruminants. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 62,37-48.
11. Hyslop, J. J., Weir, J., Offer, N. W., Reid, S. J. & Wilcock, J. M. (1989). Effect of formaldehyde treatment on the rumen digestion of barley and wheat grain and its influence on hay intake and digestion by sheep. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 25, 55-66.
12. Knudsen, K. E. B. (1997). Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 67,319-338.
13. Lanzas, C., Sniffen, C. J., Seo, S., Tedeschi, L. O. & Fox, D. G. (2007). A feed carbohydrate fractionation scheme for formulating rations for ruminants. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 136, 167-190.
14. Lehman, K. B., Okine, E. K., Mathison, G. W. & Helm, J. (1995). *In situ* degradabilities of barley grain cultivars. *Canadian Journal of Animal Science*, 75,485-487.
15. Licitra, G., Hernandez, T. M. & Van Soest, P. J. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 57, 347-358.
16. Mansuri, H., Nikkhah, A., Rezaeian, M., Moradi Shahrababack, M. & Mirhadi, S. A. (2003). Determination of Roughages Degradability through *In vitro* Gas Production and Nylon Bag Techniques. *Journal of Iran Agricultural Science*, 34(2), 495-507.
17. McAllister, T. A., Cheng, K. J., Rode, L. M. & Buchanan-Smith, J. G. (1990b). Use of formaldehyde to regulate digestion of barley starch. *Canadian Journal of Animal Science*, 70,581-590.
18. McAllister, T. A., Rode, L. M., Cheng, K. J., Schaefer, D. M. & Costerton, J. W. (1990a). Morphological study of the digestion of barley and maize grain by rumen microorganisms. *Journal of Animal Feed Technology*, 30, 91-105.
19. McGregor, G., Oba, M., Dehghan-banadaky, M. & Corbett, R. (2007). Extent of processing of barley grain did not affect productivity of lactating dairy cows. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 138, 272-284.
20. McNiven, M. A., Weisbjerg, M. R. & Hvelplund, T. (1995). Influence of roasting or sodium hydroxide treatment of barley on digestion in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 78, 1106-1115.
21. Mertens, D. R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80, 1463-1481.
22. Mirzaii Alamoti, H. R., Amanlou, H. & Nikkhah, A. (2005). Protein and Carbohydrate Fractions of Common Feedstuffs in the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. *Journal of Iran Agricultural Science*, 36,409-414.
23. Nocek, J. E. & Tamminga, S. (1991). Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3598-3606.
24. NRC. (1985). *Nutrient Requirements of Sheep*. (6<sup>th</sup> ed.) Revised edition. National Academy of Science. Washington D. C.
25. Offner, A. & Sauvant, D. (2004). Comparative evaluation of the molly, cncps, and les rumen models. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 112, 107-130.
26. Offner, A., Bach, A. & Sauvant, D. (2003). Quantitative review of *in situ* starch degradation in the rumen. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 106, 81-93.
27. Orskov, E. R., DeB-Hovell, F. D. & Mould, F. (1980). The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*, 5, 195-213.
28. Ortega-Cerrilla, M. E., Finlayson, H. J. & Armstrong, D. G. (1999). The effect of chemical treatment of barley on starch digestion in ruminants. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 77, 73-81.
29. Owens, F. N., Zinn, R. A. & Kim, Y. K. (1986). Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *Journal of Animal Science*, 63,1634-1648.
30. Parvane, V. (2007). *Quality control and chemical testing of food*. (4th ed.) Tehran university publication. P:358. (In farsi)
31. Rong, L., Volenec, J. J., Joern, B. C. & Cunningham, S. M. (1996). Seasonal changes in non-structural carbohydrates, protein, and macronutrients in roots of alfalfa, red clover, sweetclover, and birdsfoot trefoil. *Crop Science*, 36, 617-623.
32. SAS Institute Inc. (1996). *Statistical Analysis System (SAS) User's Guide*. SAS Institute. Cary. N. C. USA.
33. Sriskandarajah, N., Ashwood, A. & Kellaway, R. C. (1980). Effects of rolling and alkali treatment of barley grain supplements on forage intake and utilization by steers and lactating cows. *Journal of Agricultural Science*, 95,555-562.
34. Strobel, H. J. & Russell, J. B. (1986). Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. *Journal of Dairy Science*, 69, 2941-2947.
35. Svihus, B., Uhlen, A. K. & Harstad, O. M. (2005). Effect of starch granule structure, associated

- components and processing on nutritive value of cereal starch: a review. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 122, 303-320.
36. Taniguchi, K., Huntington, G. B. & Glenn, B. P. (1995). Net nutrient flux by visceral tissues of beef steers given abomasal and ruminal infusions of casein and starch. *Journal of Animal Science*, 73, 236-249.
  37. Tylutki, T. P., Fox, D. G., Durbal, V. M., Tedeschi, L. O., Russell, J. B., Van Amburgh, M. E., Overton, T. R., Chase, L. E. & Pell, A. N. (2008). Cornell Net Carbohydrate and Protein System: A model for precision feeding of dairy cattle. *Journal of Animal Feed Science & Technology*, 143, 174-202.
  38. Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. (2nd ed.) Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.
  39. Van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. (1991). Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
  40. Wang, Y., McAllister, T., Xu, Z., Gruber, M., Skadhauge, B., Jende-Strid, B. & Cheng, K. (1999). Effects of proanthocyanidins, dehulling and removal of pericarp on digestion of barley grain by ruminal micro-organisms. *Journal of Science Food Agricultural*, 79, 929-938.
  41. Yang, W. Z., Beauchemin, K. A., Farr, B. I. & Rode, L. M. (1997). Comparison of barley, hull-less barley, and corn in the concentrate of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80, 2885-2895.
  42. Zinn, R. A. (2003). Influence of dietary urea level on digestive function and growth performance of cattle fed steam-flaked barley-based finishing diets. *Journal of Animal Science*, 81, 2383-2389.
  43. Zinn, R. A., Montano, M. & Shen, Y. (1996). Comparative feeding value of hullless vs covered barley for feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 74, 1187-1193.
  44. Zinn, R. A. (1993). Influence of processing on the comparative feeding value of barley for feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 71, 3-10.