Research on Animal Production, Vol.14, No. 41, Autumn 2023 p: 25-32

"Research Paper"

Determining the Ruminal Degradability of Sunflower Head Residues and the Effect of its Different Levels on Digestibility, Blood Parameters and Chewing Activity of Fattening Afshari Lambs

Ahmad Fakhrani[1], Taghi Ghoorchi[2] and Somayeh Pashaei[3]

1- Graduated of M.Sc., Dept. Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resoureces

2– Professor., Dept. Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resoureces, (Corresponding author: ghoorchit@yahoo.com)

3- Graduated of Ph.D. Student., Dept. Animal and Poultry Nutrition, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resoureces

Received: 4 December, 2022 Accepted: 31 July, 2023

Extended Abstract

Introduction and Objectives: Sunflower is primarily an oil crop but the plant itself and its crop residues are used as animal feed. This study was to investigate the replacing of sunflower head wastes with wheat straw.

Material and Methods: This research was conducted in the form of two experiments. In the first experiment, in order to determine the degradability of dry matter and neutral detergent fibre (NDF) of sunflower heads, three rams of Dalagh breed with rumen fistula were used and in the second experiment, 8 male Afshari lambs with an average live weight of 30±4.5 kg were tested in the change-over design with zero, 7, 14 and 21% in the diet. In this research, feed intake, digestibility, blood parameters, and chewing activity were measured.

Results: The results showed that degradation percentage of DM and NDF was 20.41 and 25.59, respectively at time zero, and at 96 hour later it reached to the highest level of degradation equal to 73.47% and 46.40%, respectively. In this study dry matter intake (DM) was influenced by the experimental treatments (p=0.003). Replacing wheat straw with sunflower head improved digestibility of dry matter, organic matter and neutral detergent fiber but not significant. The feed conversion rate was improved with sunflower head treatments but not significant. Lambs that were used sunflower head residues, had more weight gain compared to the control group. None of the treatments containing sunflower head residues had a significant effect on blood parameters. Eating and chewing activity and whole chewing activity were influenced by the experimental treatments (p=0.01). The highest rumination activity per kg neutral detergent fiber, was related to the control treatment.

Conclusion: In general, replacing wheat straw with sunflower head residues up to 21 percent in the diet, can be done successfully. In general, according to daily weight gain, sunflower head residues can be replaced up to 21% levels in the diet by wheat straw.

Keywords: Blood parameters, Chewing activity, Degradability, Digestibility, Sunflower head Residues

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-10]

[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.3.8]

[DOI: 10.61186/rap.14.41.25]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

"مقاله پژوهشی"

تعیین تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ضایعات طبق آفتابگردان و تأثیر سطوح مختلف آن بر قابلیت هضم، فراسنجه‌های خونی و فعالیت جویدن بره‌های پرواری افشاری

احمد فخرانی[۱]، تقی قورچی[۲] و سمیه پاشایی[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه تغذیه دام و طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- استاد تمام، گروه تغذیه دام و طیور دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، (نویسنده مسوول: ghoorchit@yahoo.com)
۳- دانش‌آموخته دکتری، گروه تغذیه دام و طیور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۹
صفحه: ۲۵ تا ۳۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: آفتابگردان یک محصول روغنی است اما خود گیاه و ضایعات آن به‌عنوان علوفه دام استفاده می‌شود. این پژوهش جهت بررسی جایگزینی ضایعات طبق آفتابگردان با کاه گندم انجام شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در قالب دو آزمایش صورت گرفت. در آزمایش اول جهت تعیین تجزیه‌پذیری ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی از سه رأس قوچ نژاد دالاق، دارای فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد. در آزمایش دوم تعداد ۸ رأس بره‌ی نر نژاد افشاری با متوسط وزن زنده ۴/۵±۳۰ کیلوگرم در قالب طرح چرخشی، با تیمارهای صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ درصد در جیره مورد آزمایش قرار گرفتند. دراین پژوهش خوراک مصرفی، قابلیت هضم، فراسنجه‌های خونی، و فعالیت جویدن اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج نشان دادکه درصد تجزیه‌پذیری ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در زمان صفر به‌ترتیب ۲۰/۴۱ و ۲۵/۵۹ درصد و ۹۶ ساعت بعد به بالاترین میزان برابر با ۷۳/۴۷ و ۴۶/۴۰ درصد رسید. در این پژوهش مصرف ماده خشک، تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (p=۰/۰۰۳). جایگزینی طبق آفتابگردان تا حدودی سبب افزایش قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی شد ولی معنی‌دار نبود. تیمارهای حاوی طبق آفتابگردان سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک شد ولی تفاوت معنی‌دار نبود. بره‌هایی که ضایعات طبق آفتابگردان استفاده کرده بودند نسبت به تیمار شاهد، افزایش وزن بیشتری داشتند. هیچ یک از تیمارهای حاوی ضایعات طبق آفتابگردان، تأثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های خونی بره‌ها نداشتند. فعالیت خوردن، نشخوار و فعالیت کل جویدن تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (p=۰/۰۱). بیشترین فعالیت نشخوار به ازای هر کیلوگرم الیاف نامحلول در شوینده خنثی، مربوط به تیمار شاهد بود.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی باتوجه به افزایش وزن روزانه بیشتر تا سطوح ۲۱ درصد در جیره، می‌توان ضایعات طبق آفتابگردان را جایگزین کاه گندم نمود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه‌پذیری، ضایعات طبق آفتابگردان، فراسنجه خونی، فعالیت جویدن، قابلیت هضم

مقدمه

افزایش نرخ نهاده‌ها سبب عدم سودمندی تولید در واحدهای دامپروری شده است. زیرا درصد بالایی از مخارج روزمره واحدهای دامداری را هزینه‌های مربوط به خوراک تشکیل می‌دهد و از طرفی محدودیت منابع آب و خاک و واردات اقلام عمده خوراکی مورد استفاده در تغذیه دام، سبب افزایش هزینه‌های تولید شده است. اولین مسئله در تهیه جیره، انتخاب مواد اولیه با قابلیت دسترسی زیاد، قیمت ارزان و دارای ارزش خوراکی برای تأمین احتیاجات غذایی توصیه شده هر نوع دام است.

یکی از راهکارهای موجود برای کاهش هزینه خوراک و در نتیجه هزینه تولید و قیمت محصول، استفاده از پسماندهای کشاورزی قابل مصرف در جیره دام است. با گسترش در تنوع محصولات و نیز پیشرفت صنایع غذایی، تنوع پس‌ماندها نیز افزایش یافته است. علاوه بر این، بخش اصلی پس‌ماندهای کشاورزی را مواد لیگنوسلولزی تشکیل می‌دهند که ارزش تغذیه ای و قابلیت استفاده از آنها برای دام پایین است که نیاز به فرآوری و غنی‌سازی دارند، هرچند که به‌طور بالقوه دارای ارزش غذایی و انرژی‌زایی بالایی هستند (Forouzan et al., 2019). این مواد (لیگنوسلولزی) به‌طور طبیعی دارای پلیمرهای لیگنینی می‌باشند و مانع دسترسی آزاد آنزیم‌های هیدرولیتیک به کربوهیدرات‌های گیاهان می‌شود (Hadar et al., 1992).

یکی از این ضایعات که تا به‌حال پژوهش‌های بسیار اندکی بر روی آن صورت گرفته است ضایعات طبق آفتابگردان است. عملکرد علوفه خشک آفتابگردان زیاد می‌باشد و از نظر مواد معدنی، پروتئین و کلسیم غنی‌تر از ذرت است، بنابراین استفاده از این علوفه در جیره‌غذایی دام‌ها می‌تواند کمک شایانی برای رفع فقر مواد مغذی آنها باشد (Mafakher et al., 2011; Drackle et al.,1984). در مطالعات راو همکاران (Rasool et al., 1998) درصد ترکیب شیمیایی این مواد باقیمانده، برای ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و لیگنین به‌ترتیب، ۸۷/۹۰، ۸۸/۶۲، ۷/۴۳، ۲۶/۷۸، ۳۲/۱۰ و ۸/۳۶ درصد ماده خشک گزارش شد با توجه به مطالعات اندک در خصوص این پسماند، نیاز است تا آزمایش‌هایی برای استفاده ضایعات طبق آفتابگردان در جیره گوسفند صورت گیرد تا اینکه مناسب‌ترین میزان جایگزینی این ضایعات در جیره مشخص شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش شامل دو بخش بود که هر بخش در زمان و مکان متفاوت انجام شد. بخش اول برای اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی طبق آفتابگردان در مزرعه شماره یک، آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. تمام آزمایش‌های مربوط به تجزیه خوراک در آزمایشگاه تغذیه دام دانشکده علوم دامی دانشگاه گرگان انجام شد.

برای تعیین ماده خشک، خاکستر، ماده آلی، عصاره اتری، پروتئین خام، الیاف خام از روش‌های توصیه شده AOAC

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.3.8]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.25]

(2005) استفاده شد. الیاف نامحلول در شوینده خنثی (Van Soest et al., 1991) و اسیدی (AOAC, 2005)، با استفاده از روش فیلتر بگ (Komarek, 1994) اندازه‌گیری شد.

به‌منظور تعیین تجزیه‌پذیری طبق آفتابگردان، از سه راس قوچ نژاد دالاق (وزن زنده حدود ۵±۵۰ کیلوگرم) دارای فیستولای شکمبه‌ای، با روش کیسه‌های نایلونی استفاده شد. انکوباسیون نمونه‌ها، در زمان‌های صفر، ۲، ۴، ۶، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انجام شد (Ørskov and McDonald, 1979).

فرآسنجه‌های مختلف تجزیه‌پذیری و تجزیه‌پذیری موثر از رابطه ارسکف و مک دونالد (Ørskov and McDonald, 1979) و با استفاده از نرم‌افزار SYSTAT محاسبه شد (SYSTAT,2013).

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

در این رابطه a بخش سریع تجزیه، b بخش کند تجزیه، c ثابت نرخ تجزیه در واحد زمان و P پتانسیل تجزیه‌پذیری می‌باشد.

با به‌کار بردن رابطه زیر، تجزیه‌پذیری موثر با سرعت عبور ۲، ۵، ۸ درصد در ساعت محاسبه گردید

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

k سرعت عبور می‌باشد

آزمایش دوم در استان خراسان شمالی، شهرستان مانه‌وسملقان انجام شد. در این پژوهش، تعداد ۸ رأس بره نر نژاد افشاری با متوسط وزن ۳۰±۴/۵ کیلوگرم مورد استفاده قرار گرفت. دام‌ها در جایگاه‌های انفرادی به‌صورت انتخاب تصادفی در یک طرح گردشی در ۴ دوره ۲۱ روزه، به‌مدت ۸۴ روز نگهداری شدند. به‌طوری‌که در هر دوره برای هر تیمار ۲ تکرار بود و در مجموع تعداد تکرارها برای هر تیمار به ۸ تکرار رسید. در هر دوره، ۱۴ روز برای عادت‌پذیری و ۷ روز برای جمع‌آوری نمونه در نظر گرفته شد. پیش از شروع آزمایش، به هر دام مقدار ۵ میلی‌لیتر شربت آلبندازول خورانده شد. با استفاده از قرص‌خوران به هر گوسفند یک عدد قرص خوراکی رافوکساناید ۱۵۰ میلیگرمی خورانده شد. اولین تزریق واکسن آنتروتوکسمی به‌صورت زیرپوستی انجام گرفت. واکسن یادآور آنتروتوکسمی بعد از گذشت دو هفته از اولین تزریق، به‌صورت زیرپوستی و به‌میزان ۲ میلی‌لیتر تزریق گردید. بعد از اتمام این دوره سازگاری، آزمایش ۸۶ روزه شروع و تمام داده‌ها مورد نیاز به‌صورت روزانه ثبت می‌گردید. با استفاده از جداول احتیاجات غذایی (NRC, 1985) ۴ جیره غذایی با نسبت‌های صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ درصد طبق آفتاب‌گردان تهیه شد (جدول ۱). تنها تفاوت بین جیره‌های آزمایشی در نسبت جایگزین شدن طبق آفتابگردان با کاه گندم در جیره‌ها بود. در طول دوره آزمایش جیره‌های کاملاً مخلوط به‌صورت روزانه توزین و در دو نوبت در ساعت‌های ۸ و۱۷ در اختیار دام‌ها قرار گرفت. میزان باقی‌مانده خوراک هر رأس، به‌طور جداگانه جمع‌آوری و توزین شد تا خوراک مصرفی به‌دست آید.

برای تعیین ضرایب هضمی جیره‌های آزمایشی، در هر دوره آزمایشی روزهای ۱۷، ۱۸ و ۱۹ نمونه‌های خوراک و مدفوع گرفته شد. بدین‌صورت که در هر روز در سه نوبت صبح، ظهر و عصر به‌وسیله دستکش تلقیح مصنوعی از هر بره نمونه‌های مدفوع از طریق رکتوم گرفته و نمونه‌های هر روز به تفکیک با هم مخلوط گردید و تا زمان انجام آزمایش قابلیت هضم به روش خاکستر نامحلول در اسید (Van Keulen and Young, 1977) در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد داخل فریزر نگهداری شد و مطابق با روزهای نمونه‌گیری مدفوع، نمونه‌های خوراک هر بره در مجموع به مقدار ۵۰۰ گرم گرفته شد. در هر دوره، روز بیست و یکم پس از ۱۶ ساعت گرسنگی بره‌ها توزین شده و افزایش وزن روزانه محاسبه شد.

در هر دوره، روز بیست و یکم پس از ۱۶ ساعت گرسنگی بره‌ها وزن‌کشی و نمونه‌های خون از طریق ورید وداج گرفته شد. پس از چند ساعت، پلاسمای خون جدا و در لوله‌های در بسته‌ای قرار داده شد و تا زمان تعیین متابولیت‌های خونی شامل گلوکز، نیتروژون اوره‌ای خون، تری‌گلیسرید و کلسترول در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

برای اندازه‌گیری فعالیت جویدن در روز ۱۷ هر دوره آزمایشی از ساعت ۰۸:۰۰ صبح پس از خوراک‌دهی تا ساعت ۰۸:۰۰ صبح روز بعد، بره‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت تحت نظر قرار گرفتند. هر ۵ دقیقه یک بار تمام بره‌ها بازدید می‌شدند و فعالیت خوردن، نشخوار، خوابیدن و ایستاده ثبت شده و در هر بازدید عمل ثبت شده مبنی بر این بود که آن فعالیت تا ۵ دقیقه ادامه می‌یابد و در پایان تمامی فعالیت‌ها جمع و مورد تجزیه واقع شدند.

به‌منظور تجزیه داده‌ها از طرح گردان در قالب ۴ تیمار، ۲ تکرار و در طی ۴ دوره استفاده گردید. داده‌ها با استفاده از رویه‌ی Mixed نرم‌افزار تجزیه آماری (SAS, 2003) تجزیه و تحلیل شدند. مقایسات میانگین‌ها به‌روش توکی-کرامر صورت گرفت. به‌منظور تصحیح اثر وزن اولیه گوسفندان، این اثر به‌عنوان کواریت در مدل قرار داده شد.

$$Y_{ijklmn}=\mu + X_{ijklm} + Ti + B_k + S(B)_{jk} + Pl + e_{ijklmn}$$

Y_{ijklmn}= مشاهده $ijklmn$ ام، μ = میانگین کل، X_{ijklm} = اثر متغیر کمکی، Ti= اثر تیمار i ام، B_k= اثر kامین ترتیب اعمال **تیمارها**

$S(B)$= اثر تصادفی jامین حیوان درون kامین ترتیب تیماری، P_l= اثر lامین دوره، e_{ijklmn} = اشتباه تصادفی.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.3.8]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.25]

جدول ۱- اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی مورد استفاده بره‌های پرواری (درصد ماده خشک)
Table 1. Ingredients and chemical composition of the experimental diets used for fattening lambs (% dry matter)

Levels of heads residues to sunflower (%) سطوح طبق آفتابگردان				Diet ingredient(%) اجزاء جیره
21	14	7	0	
18.0	18.0	18.0	18.0	یونجه خشک (Alfalfa hay)
0.0	7.0	14.0	21.0	کاه گندم (Wheat straw)
21.0	14.0	7.0	0.0	طبق آفتابگردان (Heads residues to sunflower)
55.5	55.5	55.5	55.5	دانه‌جو (Barley grain)
4.0	4.0	4.0	4.0	سبوس گندم (Wheat bran)
0.5	0.5	0.5	0.5	اوره (Urea)
0.5	0.5	0.5	0.5	مکمل معدنی، ویتامینی (Vitamin & mineral mix1)
0.5	0.5	0.5	0.5	نمک (Salt)
				ترکیبات شیمیایی جیره (%) Chemical composition
2.52	2.51	2.51	2.50	انرژی قابل متابولیسم (ME (Mcal/Kg))
84.00	85.00	84.00	80.00	ماده‌خشک (Dry matter)
90.53	91.45	91.93	91.16	ماده‌آلی (Organic matter)
14.11	13.87	13.63	13.40	پروتئین‌خام (Crude protein)
4.60	5.00	4.80	4.50	چربی‌خام (Ether-extract)
13.10	14.30	16.00	17.50	الیاف‌خام (Crude fibre)
9.47	8.55	8.07	8.84	خاکستر (Ash)
42.20	48.80	48.70	53.40	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (Neutral detergent fiber)
16.20	20.20	20.90	24.70	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (Acid detergent fiber)
29.57	23.73	24.75	19.82	کربوهیدارت غیر الیافی (Non-fibrous carbohydrate)

Non-Fibrous Carbohydrate (Van Soest, 1994) = 100- (NDF+ Ether-extract+ Crude fibre+ Ash)

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی طبق آفتابگردان در این آزمایش با مقادیر گزارش شده (جدول ۲) مطالعات گذشته، در مقادیر پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و ماده خشک تا حدودی برابر بوده ولی در برخی از اجزاء تفاوت زیادی مشاهده شد. علت تفاوت در ترکیبات شیمیایی را می‌توان به اثر فصل، حاصلخیزی خاک، مرحله رویشی گیاه، سن گیاه، نسبت سر و ساقه و دیگر فاکتورهای محیطی نسبت داد. نوسان زیاد در میزان ماده خشک می‌تواند به‌علت نوسانات در رطوبت باشد (Madibela et al., 2003).

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی طبق آفتابگردان میزان تجزیه‌پذیری هر دو فراسنجه، ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی، با افزایش ساعات انکوباسیون سیر صعودی داشت، به‌طوری‌که در زمان صفر برای هر دو فراسنجه به‌ترتیب، ۲۰/۴۱ و ۲۵/۵۹ درصد و در زمان ۹۶ ساعت به ۷۳/۴۷ و ۵۰/۸۵ درصد رسیده است (شکل ۱). مشاهده می‌شود که در زمان صفر، درصد ناپدید شدن الیاف نامحلول در شوینده خنثی بالاتر از ماده خشک بوده است ولی پس از گذشت ۱۶ ساعت انکوباسیون شکمبه‌ای، درصد ناپدید شدن ماده خشک به ۵۴/۳۳ درصد رسید، این درحالی بود که تجزیه‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی در زمان ۱۶ ساعت انکوباسیون به ۳۲/۷۴ درصد رسیده بود و میزان ناپدید شدن آن کمتر بود و پس از گذشت ۹۶ ساعت انکوبه‌شدن میزان ناپدید شدن آن به ۵۰/۸۵ درصد رسیده بود. این کاملاً طبیعی است که تجزیه‌پذیری ماده خشک بالاتر از بخش الیاف نامحلول در شوینده خنثی باشد. به خاطر اینکه اجزاء ماده خشک نمونه مورد آزمایش، حاوی پروتئین‌ها و قندهای محلول در آب بوده و در نتیجه سریع‌تر از الیاف، مورد تجزیه‌پذیری توسط میکرارگانیسم‌های شکمبه قرار گرفته و در زمان‌های کمتری ناپدید شده است (شکل۱).

با توجه به مطالعات انجام شده (Wilson, 1985) با بلوغ گیاه مقدار پروتئین خام گیاه کاهش و دستگاه آوندی و محتویات دیواره سلولی افزایش می‌یابد که به‌همین دلیل میکروارگانیسم‌ها، در تجزیه بافت آنها دچار مشکل می‌شوند. در این پژوهش نیز نمونه‌های ضایعات طبق آفتابگردان مربوط به آخرین مرحله رشدی آفتابگردان بوده و به‌طور حتم از میزان پروتئین خام آن، نسبت به مراحل رویشی اولیه کاسته شده است. در جدول ۳ مقادیر تجزیه‌پذیری مؤثر در سرعت‌های عبور ۲ درصد، ۵ درصد و ۸ درصد در ساعت آورده شده است. این مقادیر برای ماده خشک به‌ترتیب، ۶۰/۸۲، ۵۰/۱۱ و ۴۳/۸۹ درصد و برای و الیاف نامحلول در شوینده خنثی به‌ترتیب، ۳۹/۶۰، ۳۳/۱۳ و ۳۰/۷۵ درصد بود که درصد تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک نسبت به الیاف نامحلول در شوینده خنثی در تمامی بخش‌ها بالاتر بود.

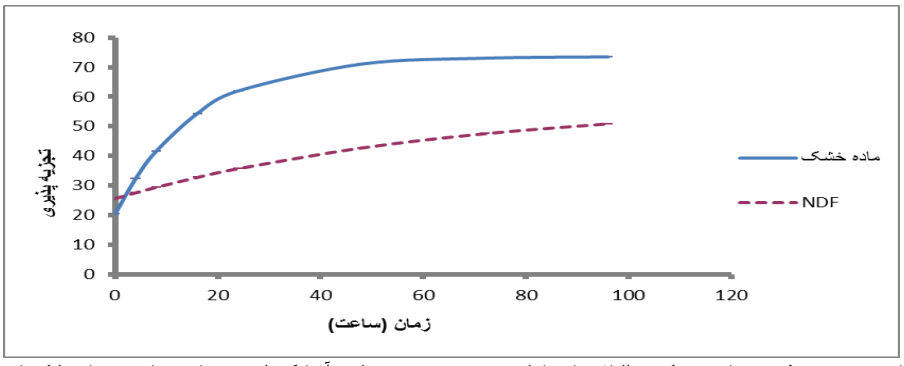
از ۷۳/۴۷ درصد تجزیه شده ماده خشک طبق آفتابگردان، ۲۰/۴۷ درصد آن مربوط به بخش سریع تجزیه (a) بود و ۵۳/۱۷ درصد دیگر مربوط به بخش کند تجزیه (b) بود که در طی ۹۶ ساعت انکوباسیون ناپدید شده بود. به‌علاوه از ۵۰/۸۵ درصد تجزیه شده الیاف نامحلول در شوینده خنثی طبق آفتابگردان، ۲۵/۵۹ درصد مربوط به بخش سریع تجزیه و ۳۲/۶۸ درصد مربوط به بخش کند تجزیه بود. در مطالعاتی که مهرابی و همکاران (Mehrabi et al., 2015) بر روی تجزیه‌پذیری کاه گندم و جو انجام داده بودند، میزان تجزیه‌پذیری در زمان صفر به‌ترتیب، ۱۱/۹۶ و۱۳/۳۰ درصد و برای زمان ۹۶ ساعت به‌ترتیب، ۳۳/۲۳ و ۲۸/۱۴ درصد گزارش شده بود که در مقایسه با طبق آفتابگردان، در تمامی ساعات دارای تجزیه‌پذیری کمتری می‌باشند. دلیل آن لیگنین و الیاف بالای این کاه‌ها نسبت به طبق آفتابگردان است، و همچنین در بخش تجزیه‌پذیری موثر، و در بخش‌های سریع‌تجزیه (a) و کندتجزیه (b)، طبق آفتابگردان نسبت به کاه‌های گندم و جو از تجزیه‌پذیری بالاتری برخوردار بود.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.3.8]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.25]

جدول ۲- درصد ترکیبات شیمیایی طبق آفتابگردان
Table 2. The percentage of chemical composition of sunflower head residue

ترکیبات شیمیایی (٪) (Chemical composition)	آزمایش حاضر The present experiment	رسول و همکاران (Rasool et al., 1998)	رائو وهمکاران (Rao et al .,1996)
ماده خشک (Dry matter)	90.92	–	87.90
مادهآلی (Organic matter)	84.55	89.40	–
خاکستر خام (Ash)	15.24	10.60	–
پروتئین خام (Crude protein)	7.00	7.20	7.43
چربیخام (Ether-extract)	4.60	2.90	–
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (Acid detergent fiber)	27.50	–	26.78
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (Neutral detergent fiber)	33.40	–	32.10
الیاف خام (Crude fibre)	19.90	16.00	–
کربوهیدارت غیر الیافی (Non-fibrous carbohydrate)	39.56		

Non-Fibrous Carbohydrate (Van Soest, 1994)= 100- (NDF+ Ether-extract+ Crude fibre+ Ash



شکل ۱- تجزیهپذیری ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی طبق آفتابگردان در ساعتهای مختلف انکوباسیون
Figure 1. The degradability of dry matter and insoluble neutral detergent fiber of sunflower head residue at different hours of incubation

جدول ۳- تجزیهپذیری بخشهای مختلف و تجزیهپذیری مؤثر ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده خنثی
Table 3. The degradability of different parts and the effective degradation of dry matter and insoluble fiber in neutral detergent

فراسنجهها Parameters	a	b	c	a+b	Effective degrability تجزیهپذیری موثر			RSD
					0.02(h^{-1})	0.05(h^{-1})	0.08(h^{-1})	
تجزیهپذیری ماده خشک Dry matter degradability (%)	20.47	53.17	0.06	73.64	60.82	50.11	43.89	0.93
تجزیهپذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی Neutral detergent fiber degradability (%)	25.59	32.68	0.02	58.27	39.60	33.13	30.75	0.91

a: مقدار مواد محلول در زمان صفر، b: مقدار مواد غیرمحلول و قابل تخمیر، c: سرعت ناپدید شدن، a+b: پتانسیل تجزیه پذیری، RSD: انحراف استاندارد باقیمانده
a, washout fraction; b, potentially degradable fraction; a+b, potential degradability; c, degradation rate of b fraction; RSD, residual standard deviation

مصرف ماده خشک و قابلیت هضم مواد مغذی: میانگین ماده خشک مصرفی تیمارهای ۷، ۱۴ و ۲۱ درصد طبق آفتابگردان نسبت به تیمار شاهد در طی دورههای ۲۱ روزه، تفاوت معنیداری (P=۰/۰۰۳) داشت (جدول ۴). در بخش مصرف خوراک روزانه بین تیمارهای مورد آزمایش با تیمار شاهد تفاوت معنیداری دیده شد. بهطور کلی میتوان گفت که با افزایش سطوح طبق آفتابگردان در جیره برههای پرواری، میزان خوراک مصرفی افزایش یافته است. در این آزمایش افزایش ماده خشک مصرفی را میتوان به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی جیره تعمیم داد. با توجه به اینکه خوراکهای با الیاف بالا و حجیم سبب تحریک گیرندههای مکانیکی شکمبه و نگاری میشوند (Ghoorchi and Seyed Almoosavi, 2018)، پس دور از انتظار نیست که مصرف خوراک تیمار شاهد بهعلت دارا بودن درصد بالای کاه گندم که دارای تجزیهپذیری و قابلیت هضم پایین نیز است، سبب پرشدگی شکمبه و در نتیجه تحریک گیرندههای شکمبهای و ایجاد سیری کاذب و در نهایت کاهش مصرف خوراک گردد. بهسبب اینکه مواد با تجزیهپذیری بالا نسبت به مواد با تجزیهپذیری کم، زمان کمتری را در شکمبه سپری میکنند ماده خشک مصرفی در اینگونه مواد خوراکی بالاتر است (Russell et al., 1992). بنابراین عامل دیگر افزایش مصرف خوراک در این پژوهش، تجزیهپذیری بالاتر طبق آفتابگردان نسبت به کاه گندم است.

مقایسه میانگین قابلیت هضم مادهخشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در جدول ۴ آورده شده است. تیمار ۷ درصد دارای کمترین قابلیت هضم مادهخشک، مادهآلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی با درصدهای بهترتیب ۶۱/۹۹، ۶۳/۸۳ و ۵۱/۲۸ و بیشترین قابلیت هضم مربوط به تیمار ۱۴ درصد که بهترتیب، ۶۸/۷۶، ۷۰/۷۴ و ۶۱/۳۹ درصد مشاهده شد. در تمامی تیمارها بیشترین درصد قابلیت هضم مربوط به بخش مادهآلی و کمترین درصد قابلیت هضم مربوط به بخش الیاف نامحلول در شوینده خنثی بود. نتایج پژوهش حاضر

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.3.8]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.25]

برای قابلیت هضم ماده خشک با درصدهای ۷، ۱۴ و ۲۱ درصد به‌ترتیب، ۶۱/۹۹، ۶۸/۷۶ و ۶۸/۳۷ درصد بود که تا حدودی بیشتر از نتایج پژوهش‌های گذشته است. از مدت‌ها پیش دانسته شده است که قابلیت هضم تحت تأثیر دو پدیده رقابتی، نرخ گوارش و نرخ عبور است (Van Soest, 1994). جانگ و آلن (Jung, and Allen, 1995) گزارش دادند که با افزایش سطوح الیاف علوفه‌ای جیره، نرخ عبور شکمبه‌ای کاهش می‌یابد، زیرا علوفه‌ها از قابلیت هضم کمتری برخوردار هستند و همچنین اندازه ذرات آنها بزرگتر است. با توجه به اینکه گوارش‌پذیری تابعی از رقابت بین نرخ گوارش و عبور است و معمولاً انتظار می‌رود که با کاهش ذرات خوراک به‌دلیل افزایش سطح تماس میکروبی، گوارش‌پذیری افزایش یابد اما این پدیده تحت تأثیر نرخ عبور بیش‌تر ذرات کوتاهتر ممکن است خنثی گردد (Mertens, 1997; Yang and Beauchemin, 2005). به‌علاوه گوارش‌پذیری الیاف، به‌وجود اجزای غیرالیافی جیره نیز بستگی دارد. در پژوهش حاضر میزان تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای طبق آفتابگردان نسبت به پژوهش‌های صورت گرفته برای کاه گندم بالاتر بود، پس عامل دیگری که در افزایش قابلیت هضم نقش داشته است درصد بالای تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای تیمارهای ۱۴ و ۲۱ درصد بوده است که احتمالاً به‌دلیل لیگنین پایین‌تر طبق آفتابگردان است. بنابراین با توجه به جدول ۲ میزان الیاف در تیمار شاهد به‌مراتب بالاتر بوده و سبب کاهش در نرخ گوارش شده است. با توجه به اینکه قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و الیاف نامحلول در شوینده خنثی در تیمارهای ۱۴ و ۲۱ درصد طبق آفتابگردان افزایش یافته بود، و از طرفی مصرف ماده خشک و عملکرد بره‌هایی که از این تیمارها استفاده کردند نیز بهتر بود، می‌توان نتیجه گرفت که ارتباط مستقیمی بین افزایش مصرف خوراک و عملکرد حیوان با قابلیت هضم خوراک وجود دارد.

جدول ۴- تأثیر جایگزینی طبق آفتابگردان با کاه گندم بر مصرف ماده خشک و قابلیت هضم مواد مغذی بره‌های پرواری

Table 4. Effect of replacing sunflower heads residues with wheat straw on the dry matter intake and nutrient digestibility of fattening lambs

فراسنجه	سطوح طبق آفتابگردان Levels of heads residues to sunflower (%)				اشتباه معیار میانگین (SEM)	سطح معنی‌داری (P-value)
	0	7	14	21		
ماده خشک مصرفی (روزانه) Feed intake (Daily)	1.01[b]	1.08[a]	1.14[a]	1.11[a]	0.04	0.003
قابلیت هضم (٪) Digestibility						
ماده خشک (Dry matter)	66.55	61.99	68.76	68.37	1.00	0.53
ماده آلی (Organic matter)	67.75	63.83	70.74	70.19	0.97	0.53
الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی (Neutral detergent fiber)	59.13	51.28	61.39	58.86	1.29	0.58

[a-b] در هر سطر اعداد با حروف غیر مشابه با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵)

[a-b] Means within each row with different superscripts are significantly different

اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی جایگزینی طبق آفتابگردان در جیره بره‌های پرواری، موجب تغییرات گسترده در فراسنجه های خونی نگردید (جدول ۵)، به‌طوری که تفاوت معنی‌داری در میزان گلوکز، نیتروژن اوره‌ای خون، کلسترول و تری‌گلیسرید بین تیمارهای مختلف دیده نشد. بیشترین غلظت گلوکز خون با ۴۷/۷۹ (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) مربوط به تیمار شاهد و کمترین غلظت با ۴۵/۷۰ (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) مربوط به تیمار ۱۴ درصد طبق آفتابگردان بود ولی معنی‌دار نبود. به‌طور کلی غلظت طبیعی گلوکز خون گوسفندان بین (۸۰- ۵۰) و غلظت نیتروژن اوره‌ای خون بین (۲۰-۸) میلی‌گرم در دسی‌لیتر تعیین شده است (Anderson et al., 2015) بنابراین در پژوهش حاضر به‌نظر می‌رسد غلظت گلوکز خون بره‌ها اندکی پایین‌تر از حالت طبیعی بوده است که احتمالا به‌خاطر عدم دسترسی به خوراک برای ۱۴ تا ۱۶ ساعت بوده که سبب افت گلوکز خون شده است. یکی از ویژگی‌های نشخوارکنندگان بالغ، غلظت کمتر گلوکز پلاسما نسبت به نشخوارکنندگان جوان می‌باشد (Ghoorchi and Seyed Almoosavi, 2018).

جدول ۵- تأثیر جایگزینی طبق آفتابگردان با کاه گندم بر غلظت متابولیت‌های خونی (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)

Table 5. Effect of replacing sunflower heads residues with wheat straw on the blood metabolites concentrations (mg /dl)

فراسنجه (Parameter)	سطوح طبق آفتابگردان Levels of heads residues to sunflower (%)				اشتباه معیار میانگین (SEM)	سطح معنی‌داری (P-value)
	0	7	14	21		
گلوکز (Glucose)	47.79	47.37	45.70	46.12	3.57	0.97
نیتروژن اوره‌ای خون (Blood urea nitrogen)	13.38	14.25	14.74	14.43	0.73	0.41
کلسترول (Cholesterol)	54.68	54.00	56.36	56.37	4.48	0.97
تری‌گلیسرید (Triglycerides)	14.70	15.75	15.26	16.43	1.21	0.74

غلظت نیتروژن اوره‌ای خون برای تیمارهای صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ درصد طبق آفتابگردان، به‌ترتیب ۱۳/۳۸، ۱۴/۲۵، ۱۴/۷۴ و ۱۴/۴۳ (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) بود که برای تمام تیمارها در محدوده نرمال (۲۰-۸ mg/dl)، بوده است (Anderson et al., 2015) و بین تیمارها تفاوت معنی‌داری دیده نشد. هرچند که غلظت نیتروژن اوره‌ای خون تیمارهای ۷، ۱۴ و ۲۱ درصد

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.3.8]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.25]

طبق آفتابگردان نسبت به تیمار شاهد کمی بالاتر بود. با توجه به غلظت نیتروژن اوره‌ای خون تمامی بره‌ها، به‌نظر می‌رسد که غلظت آمونیاک در شکمبه و به تبع آن رشد باکتری‌های شکمبه بهینه بوده است. غلظت تری‌گلیسرید خون تیمارهای صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ درصد طبق آفتابگردان به‌ترتیب ۱۴/۷۰، ۱۵/۷۵، ۱۵/۲۶ و ۱۶/۴۳ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود و غلظت کلسترول خون نیز به‌ترتیب ۵۴/۶۸، ۵۴، ۵۶/۳۶ و ۵۶/۳۷ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود. مشاهده می‌شود که با افزایش طبق آفتابگردان در جیره‌های بره‌های پرواری غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول به مقدار اندکی افزایش یافت، هر چند که این تفاوت بین تیمارها معنی‌دار نبود.

فعالیت جویدن طبق جدول ۶ زمان نشخوارکردن، خوردن و کل زمان جویدن، در تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری داشتند (P=۰/۰۱). وجود کاه در جیره بره‌های پرواری میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی را افزایش و از طرفی حجم خوراک به‌خاطر بزرگتر بودن اندازه ذرات کاه، را نیز افزایش داد، در نتیجه بره‌ها زمان بیشتری را صرف خوردن خوراک‌های حجیم کردند. کاهش اندازه ذرات علوفه می‌تواند منجر به کاهش کل زمان جویدن (Tafaj et al., 2007) از طریق کاهش زمان خوردن یا کاهش نشخوار (Kononoff et al., 2003) شود. به‌ازای مقدار کاه افزوده شده به جیره، به‌صورت صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ درصد کاه گندم، میزان بیشترین تغییر در زمان خوردن صرف شده برای خوردن بین تیمارهای ۱۴ با ۷ درصد کاه گندم، ۷۸ دقیقه بود و کمترین تفاوت زمانی بین تیمارهای ۲۱ با ۱۴ درصد کاه گندم، ۲۲ دقیقه بود. نتایج حاصل از فعالیت نشخوار نیز مشابه فعالیت خوردن بود و با افزایش طبق آفتابگردان در جیره، فعالیت نشخوار کاهش یافت. مدت زمان ثبت شده برای نشخوار (دقیقه در روز) برای تیمارهای صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ درصد به‌ترتیب، ۵۲۱/۲۵، ۴۷۱/۲۵، ۴۲۱/۸۸ و ۴۱۸/۷۵ دقیقه در روز بود و تفاوت بین تیمارها معنی‌دار بود (p<۰/۰۱) ولی تفاوت بین تیمار ۱۴ و ۲۱ درصد طبق آفتابگردان معنی‌دار نبود. در پژوهش حاضر اگرچه میزان مصرف خوراک تیمارهای ۷، ۱۴ و ۲۱ درصد طبق آفتابگردان افزایش یافته و به‌تبع آن مقدار مصرف الیاف نیز افزایش یافته بود، پس باید فعالیت نشخوار نیز افزایش می‌یافت، ولی به‌نظر می‌رسد که چگالی ذرات طبق آفتابگردان نسبت به ذرات کاه گندم بالاتر باشد و به‌محض ورود به شکمبه و جذب رطوبت بیشتر، به لایه‌های پایین‌تر شکمبه رفته و تحریک نشخوار کمتر شده است. البته با توجه به اینکه در تمامی تیمارها ۱۸ درصد یونجه خشک با ذرات نسبتاً بزرگ گنجانده شده بود، پس تحریک نشخوار فقط متاثر از کاه‌ها نبوده است و تأثیرات یونجه خشک نیز در تحریک نشخوار قابل ملاحظه بوده است. در تیمار شاهد تحریکات نشخوار به‌واسطه وجود ۲۱ درصد کاه گندم و ۱۸ درصد یونجه خشک در جیره، بالاتر بوده است. فعالیت جویدن (خوردن و نشخوار) تیمارهای صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ درصد طبق آفتابگردان به‌ترتیب ۸۷۱/۸۸، ۸۰۰، ۶۷۱/۸۸ و ۶۲۹/۳۸ دقیقه در روز بود و تفاوت میانگین بین کلیه تیمارها به‌جز تیمار۱۴ با ۲۱ درصد طبق آفتابگردان، معنی‌دار (p<۰/۰۱) بود. به‌طور کلی فعالیت کل زمان جویدن (دقیقه در روز)، نسبت به تیمار شاهد، به‌ترتیب برای تیمارهای ۷، ۱۴ و ۲۱ درصد طبق آفتابگردان کاهش یافت.

جدول ۶- تأثیر جایگزینی طبق آفتابگردان با کاه گندم بر رفتار جویدن (دقیقه/ روز)

Table 6. Effect of replacing sunflower heads residues with wheat straw on Chewing activity (Min/ day)

فراسنجه	سطوح طبق آفتابگردان(%) Levels of heads residues to sunflower				اشتباه معیار میانگین (SEM)	سطح معنی‌داری (P-value)
	0	7	14	21		
زمان خوردن (Eating time)	350.63[a]	328.75[a]	250.00[b]	210.63[c]	15.00	0.01
زمان نشخوار (Rumination time)	521.25[a]	471.25[b]	421.88[c]	418.75[c]	20.65	0.01
زمان جویدن (Chewing Time)	871.88[a]	800.00[b]	671.88[c]	629.38[c]	24.54	0.01
زمان استراحت(Resting Time)	568.12	640.00[b]	768.12[a]	810.62[a]	24.54	0.01

[a-c]در هر سطر اعداد با حروف غیر مشابه با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند (p<۰/۰۵)

[a-c]Means within each row with different superscripts are significantly different

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش جایگزینی طبق آفتابگردان در جیره‌های بره‌های پرواری نژاد افشاری، اثر معنی‌داری بر میزان قابلیت هضم و ضریب تبدیل غذایی نداشت و بر افزایش وزن روزانه اثرات معنی‌داری (p<۰/۰۵) داشت. به‌طور کلی با توجه به افزایش وزن روزانه می‌توان گفت بهترین سطوح استفاده از طبق آفتابگردان در این آزمایش بین ۱۴ تا ۲۱ درصد بود.

منابع

Anderson, L., Otto, G., Whary, M., Pritchett-Corning, K., & Fox, J. (2015). *Laboratory Animal Medicine. American College of Laboratory Animal Medicine Series*, Academic Press.

AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists*. Washington. DC. 18th ed.

Drackley, J. K., Clark, A. K., Sahlu, T., & Schingoethe, D. J. (1985). Evaluation of sunflower crop residue in rations for growing Holstein heifers. *Journal of dairy science*, *68*(9), 2390-2395. DOI:10.3168/JDS.S0022-0302(85)81114-0

Ghoorchi, T., & Seyed Almoosavi, S.M.M. (2018). *Ruminant Nutration Principles.* Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Publications (In Persian).

Hadar, Y., Kerem, Z., & Gorodecki, B. (1993). Biodegradation of lignocellulosic agricultural wastes by Pleurotus ostreatus. *Journal of Biotechnology*, 30(1), 133-139. https://doi.org/ 10.1016/0168-1656(93)90034-K

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.3.8]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.25]

Forouzan, S., Ghoorchi, T., Toghdory, A., & Parsa., B. (2019). Effect of different levels of dried tomato forages on performance and digestibility and blood metabolites in Dalagh lambs. *Animal science Journal (Pajouheh and Sazandegi)*, 126, 83-94 (In Persian). 10.22092/asj. 2019.124272.1816.

Jung, H. G., & Allen, M. S. (1995). Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal of animal science*, *73*(9), 2774-2790. DOI: 10.2527/1995.7392774x

Komarek, A. R. (1994). *Fiber analysis system*. United States patent. Patent number.

Kononoff, P. J., Heinrichs, A. J., & Lehman, H. A. (2003). The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *86*(10), 3343-3353. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73937-X

Madibela, O. R., Mabutho, S., & Sebolai, B. (2003). Dry matter and crude protein degradability of four parasitic plants (Mistletoes) associated with browse trees in Botswana. *Tropical Animal Health and Production*, *35*, 365-372. DOI: 10.1023/a:1025197406313.

Mafakher, E., Meskarbashi, M., Hasibi, P., Mashayekhi, M., & Baghaeipoor, J. (2011). Evaluation of chemical composition, fermentation quality and digestibility of sunflower silage in different development stages. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42, 10-12 (In Persian) 20.1001.1.20084811.1390.42.1.11.7

Mehrabi, A., Ghoorchi, T., & Rasavi, S.E. (2015). Comparison of chemical and rumen degradability among four types of straws treated by Trametes versicolor fungus. *Animal Science Journal (Pajouheh and Sazandegi)*, 107, 13-28 (In Persian). 10.22092/asj.2015.102337.

Mertens, D. R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1463-1481. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2

National Research Council. (1985). *Nutrient Requirement of Sheep*. National Academy Press Washington D.C.

Ørskov, E. R., & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, *92*(2), 499-503. https://doi.org/10.1017/S0021859600063048

Rao, K. S., Reddy, M. R., and Reddy, G. V. N. (1996). Utilization of sunflower crop residues in the rations of dairy cattle. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 16, 155-159.

Rasool, E., Khan, M. F., Nawaz, M., & Rafiq, M. (1998). Utilization of sunflower crop residues as feed in small ruminants. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *11*(3), 272-276.

Russell, J. B., O'connor, J. D., Fox, D. G., Van Soest, P. J., & Sniffen, C. J. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of animal science*, *70*(11), 3551-3561.

SAS (Statistical Analysis System). (2003). *SAS/STAT® 9.2. User's Guide.* SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. USA.

SYSTAT. (2013). version 13, from Systat Software, Inc., San Jose California USA, www.sigmaplot.com.

Tafaj, M., Zebeli, Q., Baes, C., Steingass, H., & Drochner, W. (2007). A meta-analysis examining effects of particle size of total mixed rations on intake, rumen digestion and milk production in high-yielding dairy cows in early lactation. *Animal Feed Science and Technology*, *138*(2), 137-161. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2007.06.025

Van Keulen, J., & Young, B.A. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44, 282-287.

Van Soest, P. J. (1994). Nutritional Ecology of the Ruminant, 2nd Edition. Comstock Publishing Associated, a division of Cornell University Prees, Ithaca, NY, USA.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. (1991). Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 35-83. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2

Wilson, J. R. (1985). An interdisciplinary approach for increasing yield and improving quality of herbages. Proceedings of the XVth International Grassland Congress, Kyoto, 49-55.

Yang, W. Z., & Beauchemin, K. A. (2006). Effect of physically effective fiber on digestion and milk production of dairy cows fed diets containing barley or corn grains. *Journal of Animal Science*, 84. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72776-4

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1402.14.41.3.8]
[DOI: 10.61186/rap.14.41.25]