

## قابلیت هضم و مصرف اختیاری کاه گندم عمل آوری شده با قارچ صدفی در گوسفند و گاو

حسن فضائلی<sup>\*۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۸۵/۱۲/۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۷/۳)

### چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر کشت قارچ صدفی بر ارزش غذایی کاه گندم انجام گرفت. بدین منظور کاه گندم با قارچ صدفی، گونه "پلوروتوس، فلوریدا" عمل آوری شد. سپس مواد آزمایشی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار: (۱) کاه معمولی، (۲) کاه عمل آوری شده پس از میسلیوم دوانی قارچ، (۳) کاه باقی مانده پس از برداشت محصول قارچ، هر کدام در ۴ تکرار آماده سازی شد. ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم آزمایشگاهی نمونه های هر واحد آزمایشی تعیین شد. علاوه بر این، قابلیت هضم ظاهری و مقدار مصرف اختیاری نیز روی گاو و گوسفند اندازه گیری شد. سپس با استفاده از داده های به دست آمده، شاخص ارزش غذایی تیمارها برآورد گردید و با هم مقایسه شد. نتایج نشان داد که، در اثر کشت قارچ روی کاه، میزان پروتئین خام و قابلیت هضم آزمایشگاهی افزایش یافت در حالی که بخش دیواره سلولی کاهش نشان داد ( $P < 0/05$ ). هم چنین میزان مصرف اختیاری و قابلیت هضم مواد مغذی کاه، پس از رشد میسلیوم قارچ روی آن، در گاو و گوسفند افزایش معنی داری را نشان داد ( $P < 0/05$ ) اما در تیمار سوم، یعنی کاه باقی مانده پس از برداشت محصول قارچ، قابلیت هضم و میزان مصرف اختیاری روند کاهشی داشت. میزان ماده خشک و ماده آلی مصرفی و نیز ماده خشک قابل هضم و ماده آلی قابل هضم مصرفی، به ازای هر کیلوگرم وزن متابولیکی، در گاو بالاتر از گوسفند بود ( $P < 0/05$ ). بالاترین شاخص ارزش غذایی، مربوط به تیمار ۲ بود که در تغذیه گاو مشاهده شد در حالی که پایین ترین آن مربوط به کاه باقی مانده پس از برداشت محصول قارچ در تغذیه گوسفند به دست آمد. براساس یافته های به دست آمده چنین می توان نتیجه گیری نمود که، عمل آوری کاه گندم با استفاده از قارچ صدفی پلوروتوس فلوریدا، قبل از مرحله میوه دهی قارچ، سبب بهبود ارزش غذایی می شود.

واژه های کلیدی: کاه گندم، عمل آوری، قارچ پلوروتوس فلوریدا، ارزش غذایی

### مقدمه

جهان و از جمله ایران، مورد استفاده قرار می گیرد اما ارزش غذایی آنها بسیار پایین است (۳ و ۷). تاکنون روش های مختلف مکانیکی، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به منظور بهبود ارزش غذایی کاهها مورد بررسی قرار گرفته است (۳، ۱۶، ۱۸، ۲۲ و ۳۰).

سالیانه حجم عظیمی از مواد لیگنوسلولزی در جهان تولید می گردد که فراوان ترین منبع انرژی تولیدی بر روی کره زمین محسوب می شود. بخش زیادی از این مواد، کاه غلات است که به عنوان اصلی ترین منبع خوراک دام، در بسیاری از کشورهای

۱. عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hfazaeli@gmail.com

## مواد و روش‌ها

### کشت قارچ بر روی کاه

مایه قارچ از گونه «پلوروتوس، فلوریدا» (*Pleurotus florida*) از مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی تهیه شد و با استفاده از آن بذر قارچ با روش معمول روی دانه گندم، در کیسه‌های سلفون، به اندازه مورد نیاز آماده‌سازی شد. کاه گندم در داخل کیسه گونی ریخته شد و در یک مخزن فلزی حاوی آب با حجم ۲/۵ متر مکعب، به مدت یک شب، قرار داده شد تا کاملاً خیس گردید (۱۹). روز بعد مشعل نصب شده در زیر مخزن روشن گردید تا آب داخل آن گرم شود، زمانی که دمای آب به ۷۵ درجه سانتی‌گراد رسید، عمل گرم کردن آب تا یک ساعت بعد ادامه یافت به طوری که در طی این مدت دمای آب در قسمت‌های مختلف مخزن بین ۷۰-۸۰ درجه سانتی‌گراد در نوسان بود. سپس گونی‌های حاوی کاه از مخزن خارج گردید و در داخل سالن کشت، آویزان شد تا ضمن خنک شدن، آب اضافی آن نیز خارج گردد. پس از خنک شدن کیسه‌ها، عملیات آغشته نمودن بستر با بذر قارچ به روش دستی و به میزان حدود ۳/۵ کیلوگرم بذر به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم کاه مرطوب، انجام گرفت و کاه بذرپاشی شده در داخل کیسه‌های نایلونی نسبتاً ضخیم به طول ۷۰ و عرض ۴۰ سانتی‌متر بسته‌بندی شد.

کیسه‌ها که حاوی حدود ۱۰-۱۲ کیلوگرم کاه بذر پاشی شده مرطوب بودند در داخل سالن کشت در دمای  $24 \pm 5$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد که با نصب دستگاه آب پاش و نیز دستگاه تأمین کننده جریان هوا تنظیم شده بود، به صورت ردیفی آویزان گردید.

پس از گذشت ۱۷-۱۸ روز، نیمی از کیسه‌های حاوی کاه، که از نظر ظاهری، در اثر ریشه دوانی قارچ، سفید رنگ شده بودند، از سالن کشت خارج شده و محتویات آنها در زیر آفتاب خشک گردید. مابقی کیسه‌ها در سالن باقی مانده تا دوران محصول‌دهی را طی نموده و پس از برداشت دو چین قارچ، از سالن خارج و محتویات داخل آنها در زیر آفتاب خشک گردید. توضیح این‌که طی هفته اول کشت، زمانی که ریشه دوانی قارچ روی بستر فعال شد،

طی دهه‌های اخیر، غنی‌سازی مواد لیگنوسلولزی با روش بیولوژیکی، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. گزارش‌های حاکی از آن است که عمل‌آوری کاه گندم با استفاده از قارچ‌های صدفی همانند «پلوروتوس، اوستراتوس» سبب کاهش لیگنین، افزایش پروتئین خام و بالا بردن قابلیت هضم گردیده است (۲ و ۲۹). در پژوهشی که اثر کشت قارچ‌های «پلوروتوس اوستراتوس»، «پلوروتوس، ارینجی» و «ترامتس، ورسیکالر» روی کاه گندم مورد آزمایش قرار گرفت، قابلیت هضم آزمایشگاهی ۶۰ تا ۷۰ درصد افزایش نشان داد (۲۵). هم‌چنین عمل‌آوری کاه گندم با استفاده از قارچ‌های «پلوروتوس، ساجور-کاجو» و «پلوروتوس، پولمونا ریوس» سبب کاهش لیگنین از ۱۱/۷ به ۵/۷ درصد و افزایش قابلیت هضم آزمایشگاهی ماده خشک از ۲۹/۸ به ۵۹ درصد شد (۱۷). کشت قارچ‌های «پلوروتوس، اوستراتوس» و «پلوروتوس، اوستراتوس جهش یافته» نیز روی کاه گندم، نشان داد که این قارچ‌ها طی مدت ۳۰ روز، رشد وسیعی روی کاه داشتند و منتج به افزایش قابل توجهی در قابلیت هضم دیواره سلولی، لیگنوسلولز، سلولز، ماده خشک و ماده آلی کاه شدند (۳۱).

البته همه قارچ‌های تجزیه کننده مواد لیگنوسلولزی سبب بهبود ارزش غذایی کاه‌ها نمی‌شوند و بعضی از سویه‌های قارچ ممکن است حتی اثر منفی بر ارزش غذایی کاه داشته و سبب کاهش قابلیت هضم گردند (۱۴، ۲۷ و ۲۸) با این حال عمل‌آوری مواد لیگنوسلولزی با استفاده از قارچ‌ها ممکن است روش جدیدی را معرفی نماید که کاربرد آن قابل توسعه باشد، چرا که تنوع بسیار زیاد گونه‌های قارچ‌ها و نیز امکان ایجاد یک سیستم دومنظوره، یعنی تولید قارچ خوراکی هم‌زمان با تولید خوراک دام، زمینه توسعه چنین روش‌هایی را فراهم می‌نماید.

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر کشت قارچ خوراکی «پلوروتوس فلوریدا» بر ارزش غذایی کاه گندم در دو مرحله زمانی قبل و بعد از میوه‌دهی قارچ و مقایسه قابلیت هضم و میزان مصرف اختیاری کاه عمل‌آوری شده در تغذیه گوسفند و گاو بود.

خوراک، باقی مانده خوراک و نیز مدفوع، نمونه برداری و نمونه‌ها پس از توزین در خشک کن قرار داده می‌شد.

### تجزیه آزمایشگاهی نمونه‌ها

ترکیبات شیمیایی نمونه‌های تهیه شده از خوراک‌های آزمایشی (۴ تکرار از هر خوراک) و هم‌چنین نمونه‌های مدفوع دام‌ها، با روش‌های استاندارد (۱)، دیواره سلولی و اجزای آن با روش معرفی شده توسط ون سوست و همکاران (۲۶) و قابلیت هضم آزمایشگاهی با روش تیلی و تری (۲۳) تصحیح شده (۲۰) اندازه‌گیری شد. انرژی خام نیز با استفاده از بمب کالری متر در نمونه‌های خوراک و مدفوع اندازه شد. با استفاده از داده‌های به‌دست آمده، قابلیت هضم مواد مغذی و انرژی محاسبه شد.

### برآورد شاخص ارزش غذایی

این معیار با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

= شاخص ارزش غذایی

(میزان مصرف اختیاری کاه عمل آوری شده توسط دام × ضریب قابلیت هضم کاه عمل آوری شده)

(میزان مصرف کاه اولیه توسط دام × ضریب قابلیت هضم کاه اولیه)

×۱۰۰

### تجزیه آماری داده‌ها

داده‌های جمع‌آوری شده در برنامه اکسل ثبت و مرتب گردید، سپس در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از برنامه نرم افزاری SAS (۲۱) مورد تجزیه آماری قرار گرفت. برای مقایسه ضرایب هضمی و نیز میزان مصرف اختیاری و شاخص ارزش غذایی خوراک‌ها بین گاو و گوسفند از روش مقایسه مستقل استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت.

### نتایج و بحث

اثر کشت قارچ بر ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم

#### آزمایشگاهی

میزان پروتئین خام و خاکستر خام کاه، پس از کشت قارچ،

اطراف کیسه‌ها با استفاده از تیغ شکاف داده شد تا ضمن نفوذ هوا به داخل بستر کشت، در زمان محصول‌دهی، میوه قارچ به راحتی از شکاف‌ها به بیرون رشد نمایند. بنابراین در زمان برداشت میوه‌ها از شکاف کیسه‌ها بیرون زده بود که به راحتی با دست برداشت گردید. موارد بهداشتی در تمام مراحل کار رعایت شد به نحوی که به‌جز گونه مورد کشت، کپک زدگی و رشد قارچ‌های دیگر روی بستر مشاهده نشد. کلیه عملیات آزمایشی پژوهش حاضر طی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۸۴ در مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور انجام شد.

### آزمایش‌های تغذیه‌ای روی دام

مواد آزمایشی مورد استفاده شامل:

۱) کاه معمولی به‌عنوان شاهد (۲) کاه عمل آوری شده با قارچ در مرحله میسلیوم دوانی و (۳) کاه باقی مانده پس از برداشت قارچ، بود. هر یک از خوراک‌های آزمایشی مزبور روی ۴ راس گوسفند نر بالغ کوچک جثه (نژاد زل) با وزن زنده بین ۳۹-۴۲ کیلوگرم و نیز ۴ راس گاو نر بالغ کوچک جثه (بومی گیلان) با وزن زنده بین ۳۲۰-۳۵۰ کیلوگرم و سن حدود ۳/۵ سالگی مورد آزمایش قرار گرفت. دام‌ها به‌صورت انفرادی در قفس متابولیکی نگهداری و تغذیه شدند. جهت جبران کمبود پروتئین و مواد معدنی و ویتامینی (۱۸)، از مخلوط خوراک مکمل تشکیل شده از بلغورجو، سبوس گندم، کنجاله سویا که حاوی ۱۸ درصد پروتئین خام و ۲/۸۵ مگا کالری انرژی قابل متابولیسم بود همراه با مکمل معدنی و ویتامینی به میزان ۶۰ گرم برای هر گوسفند و ۴۰۰ گرم برای هر گاو در روز استفاده شد.

آزمایش‌های مربوط به تعیین میزان مصرف اختیاری و قابلیت هضم خوراک، به مدت ۲۴ روز به طول انجامید که طی آن، دو هفته دوره عادت‌دهی و مدت ده روز نیز دوره جمع‌آوری در نظر گرفته شد. خوراک مورد نظر در دو وعده صبح و عصر، در حد مصرف اختیاری کنترل شده، در اختیار حیوانات قرار می‌گرفت و باقی مانده خوراک هر روز صبح، قبل از خوراک دادن، جمع‌آوری و توزین می‌شد. در دوره جمع‌آوری، میزان خوراک روزانه، باقی مانده خوراک و کل مدفوع اندازه‌گیری شد. هم‌چنین، طی این دوره، از

جدول ۱. اثرکشت قارچ بر ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم آزمایشگاهی کاه گندم (بر حسب درصد ماده خشک)

اشتباه معیار	تیمارها #			مورد
	۳	۲	۱	
از میانگین				
۱/۵	۸۱/۸ <sup>c</sup>	۹۰/۲ <sup>b</sup>	۹۴/۱ <sup>a</sup>	ماده آلی
۱/۵	۱۸/۲ <sup>a</sup>	۹/۸ <sup>b</sup>	۵/۹ <sup>c</sup>	خاکستر خام
۰/۳۳	۶/۸ <sup>a</sup>	۵/۱ <sup>b</sup>	۳/۲ <sup>c</sup>	پروتئین خام
۲/۸۳	۶۵/۰ <sup>c</sup>	۷۳/۷ <sup>b</sup>	۸۳/۵ <sup>a</sup>	دیواره سلولی (NDF)
۲/۰۴	۵۱/۵ <sup>bc</sup>	۵۵/۴ <sup>b</sup>	۶۲/۸ <sup>a</sup>	لیگنوسلولز (ADF)
۰/۰۴	۶/۲ <sup>c</sup>	۷/۴ <sup>b</sup>	۸/۲ <sup>a</sup>	لیگنین (ADL)
۱/۰۷	۴۱/۳ <sup>c</sup>	۴۸/۳ <sup>b</sup>	۵۴/۸ <sup>a</sup>	سلولز
۱/۳۶	۱۴/۵ <sup>c</sup>	۱۸/۷ <sup>b</sup>	۲۰/۷ <sup>a</sup>	همی سلولز
۲/۲۱	۳۳/۰ <sup>b</sup>	۴۰/۳ <sup>a</sup>	۲۸/۱ <sup>c</sup>	قابلیت هضم ماده خشک
۲/۰۷	۳۵/۸ <sup>b</sup>	۴۱/۲ <sup>a</sup>	۲۷/۵ <sup>c</sup>	قابلیت هضم ماده آلی

مشاهده حروف متفاوت در بالا نویس ارقام در هر ردیف، نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار ( $P < 0/05$ ) بین تیمارها می باشد.

# ۱- کاه گندم معمولی؛ ۲- کاه گندم کشت شده با قارچ پس از گسترش میسلیم

۳- کاه گندم کشت شده با قارچ پس از برداشت محصول قارچ

غلظت خاکستر افزایش می یابد (۳۰). به همین دلیل، غلظت خاکستر خام کاه گنده، پس از کامل شدن ریشه دوانی قارچ، افزایش نشان داد و در کاه به جای مانده از برداشت محصول قارچ، افزایش شدید تری را نشان داد (جدول ۱). بر اساس یک آزمایش انجام شده، کشت قارچ «فانوری کایت، کریزوسپوریوم» روی کاه گندم سبب کاهش لیگنین و سلولز اما افزایش پروتئین خام شد (۲۲). گزارش های منتشر شده، حاکی از آن است که قارچ های پوسیدگی سفید، مانند «پلوروتوس، اوسترا توس» و جنس های دیگری از همین گونه، قادرند آنزیم هایی تولید کنند که ترکیبات پیچیده لیگنوسلولزی را تجزیه نمایند (۲) و (۱۵). تجزیه پلیمرهای لیگنین نیز توسط این نوع قارچ ها از طریق تولید آنزیم های تجزیه کننده ترکیبات فنولی و فرایندهای اکسیداسیون و احیا امکان پذیر است (۹ و ۲۴). به همین دلیل، قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در کاه، پس از رشد میسلیم قارچ، افزایش معنی داری را نشان داد اما زمانی که فرصت داده شد تا قارچ به مرحله میوه دهی و برداشت محصول

افزایش یافت (جدول ۱) در حالی که دیواره سلولی، لیگنو سلولز، سلولز و همی سلولز در حد معنی داری کاهش یافت ( $P < 0/05$ ). چنین تغییراتی در ترکیبات شیمیایی و اجزای دیواره سلولی کاه قابل پیش بینی بوده است. بدنه قارچ ها غنی از پروتئین می باشند، به نحوی که میزان آن در گروه قارچ های صدفی بین ۱۷ تا ۲۸ درصد در ماده خشک گزارش شده است (۵ و ۱۹). بنابراین کاه حاصل از کشت قارچ که حاوی میسلیم و اجزای بدنه قارچ می باشد، در مقایسه با کاه اولیه، حاوی پروتئین بالاتری خواهد بود. قارچ های پلوروتوس قادرند نیتروژن مورد نیاز برای رشد خود را از هوا جذب نموده و آن را تبدیل به پروتئین نمایند (۵ و ۸) در حالی که برای تامین انرژی وابسته به کربوهیدرات های ذخیره شده در مواد آلی هستند (۲۵). بنابراین، در مراحل اولیه میسلیم دوانی، از همی سلولز و سپس از سلولز موجود در کاه استفاده می کنند که در نهایت سبب کاهش غلظت ماده آلی و افزایش خاکستر خام در بستر کشت می گردند (۱۰ و ۱۳). هر چه دوره کشت طولانی تر شود، مواد آلی بستر بیشتر تخلیه شده و

جدول ۲. اثر کشت قارچ بر قابلیت هضم مواد مغذی کاه در گاو و گوسفند (گرم در کیلوگرم)

مورد	تیمارها #					
	۳		۲		۱	
	گوسفند	گاو	گوسفند	گاو	گوسفند	گاو
ماده خشک	۳۵۲ <sup>c</sup>	۴۱۰ <sup>b</sup>	۴۰۱ <sup>b</sup>	۴۵۲ <sup>a</sup>	۳۰۴ <sup>d</sup>	۳۴۸ <sup>c</sup>
ماده آلی	۳۷۸ <sup>bc</sup>	۴۱۵ <sup>b</sup>	۴۲۵ <sup>ab</sup>	۴۴۸ <sup>a</sup>	۳۳۴ <sup>c</sup>	۳۵۰ <sup>c</sup>
پروتئین خام	۳۸۸ <sup>b</sup>	۳۹۸ <sup>b</sup>	۴۳۱ <sup>a</sup>	۴۶۳ <sup>a</sup>	۳۴۰ <sup>c</sup>	۳۵۴ <sup>bc</sup>
الیاف خام	۳۵۷ <sup>b</sup>	۳۷۲ <sup>b</sup>	۴۰۸ <sup>ab</sup>	۴۳۸ <sup>a</sup>	۳۰۴ <sup>d</sup>	۳۳۴ <sup>c</sup>
دیواره سلولی	۳۳۱ <sup>b</sup>	۳۴۱ <sup>b</sup>	۳۹۱ <sup>a</sup>	۴۱۱ <sup>a</sup>	۳۰۳ <sup>c</sup>	۳۱۹ <sup>c</sup>
لیگنوسلولز	۳۱۴ <sup>bc</sup>	۳۲۴ <sup>bc</sup>	۳۸۸ <sup>ab</sup>	۴۱۸ <sup>a</sup>	۲۷۸ <sup>c</sup>	۲۹۸ <sup>c</sup>
سلولز	۴۴۴ <sup>b</sup>	۴۵۳ <sup>b</sup>	۶۱۰ <sup>a</sup>	۵۹۵ <sup>a</sup>	۳۲۲ <sup>c</sup>	۳۳۳ <sup>c</sup>
همی سلولز	۳۹۳ <sup>a</sup>	۳۷۹ <sup>a</sup>	۳۷۱ <sup>a</sup>	۳۹۱ <sup>a</sup>	۳۱۳ <sup>b</sup>	۳۱۹ <sup>b</sup>
قابلیت هضم انرژی (/)	۳۵۳ <sup>bc</sup>	۴۳۲ <sup>ab</sup>	۴۲۰ <sup>a</sup>	۴۵۴ <sup>a</sup>	۳۱۶ <sup>c</sup>	۳۱۷ <sup>c</sup>

مشاهده حروف متفاوت در بالا نویس ارقام در هر ردیف، نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار ( $P < 0.05$ ) بین ارقام می باشد.

۱- کاه گندم معمولی؛ ۲- کاه گندم کشت شده با قارچ پس از گسترش میسلیوم

۳- کاه گندم کشت شده با قارچ پس از برداشت محصول قارچ

خوراکی، به طور مستقیم بر روی حیوان، گزارش های چندانی منتشر نشده است. در عین حال نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر با محدود گزارش های دیگران که از قارچ های صدفی جهت عمل آوری کاه استفاده نمودند هم خوانی دارد (۱۰ و ۱۷)، اما گزارشاتنی نیز وجود دارد که با این نتایج هم خوانی ندارد (۲۷). افزایش ۱۱ درصدی در قابلیت هضم کاه غنی شده با قارچ صدفی «پلوروتوس، اوسترا توس» توسط دیگران گزارش شده است (۲۹)، در حالی که غنی سازی کاه با قارچ «کوپرینوس، فیمه تارپوس» بر قابلیت هضم بی اثر بوده است و در موردی نیز استفاده از قارچ «پلوروتوس، ساجور-کاجو» اثر بازدارندگی بر هضم داشته است (۴ و ۱۷). به نظر می رسد گزارش چنین نتایج ضدو نقیضی ناشی از کاربرد نوع قارچ و تفاوت در قدرت تجزیه کنندگی مواد لیگنوسلولزی آنها و نیز شرایط و محیط کشت و شرایط آزمایش بر روی حیوان باشد (۶ و ۱۸). به نحوی که در این پژوهش، نتایج به دست آمده روی گاو و گوسفند در بعضی

برسد، قابلیت هضم، روند نزولی داشت (جدول ۱) که علت آن را می توان به کاهش مواد آلی مربوط دانست.

### قابلیت هضم روی دام

نتایج به دست آمده از این مرحله که در جدول (۲) ارائه گردیده است، بیانگر تغییر در قابلیت هضم مواد مغذی کاه گندم عمل آوری شده با قارچ می باشد. پس از رشد میسلیوم قارچ بر روی کاه قابلیت هضم آن، در هر دو نوع دام مورد آزمایش، افزایش معنی داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ) که با نتایج ارائه شده در جدول ۱ هم خوانی دارد.

روند قابلیت هضم مواد مغذی در کاه باقی مانده پس از برداشت محصول قارچ، تغییر یافت به نحوی که به جز در مورد همی سلولز، در سایر موارد، کاهش معنی داری را نشان داد ( $P < 0.05$ )، هرچند که در اغلب موارد نسبت به کاه اولیه بالاتر بود. در مورد تعیین قابلیت هضم کاه عمل آوری شده با قارچ های

(۲۵ و ۳۱) گزارش دادند که پروتئین خام در کاه کمپوست بیشتر از کاه معمولی است اما انرژی‌زایی آن کمتر است که البته میزان انرژی‌زایی آن تحت تأثیر میزان خاکستر متغیر می‌باشد (۱۱ و ۲۷). شاخص ارزش غذایی، در زمانی که میسیلوم قارچ سطح کاه را پوشانیده و آماده جوانه‌زنی و ورود به مرحله میوه‌دهی گردید، افزایش معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ ) اما پس از مرحله برداشت قارچ، نه تنها افزایشی را نشان نداد بلکه، بر اساس میزان ماده آلی قابل هضم مصرفی، کاهش یافت. در گاوهای تحت آزمایش شاخص مزبور در کاه عمل‌آوری شده، قبل از محصول دهی قارچ، افزایش نشان داد اما در کاه باقی‌مانده پس از برداشت محصول قارچ، کاهش یافت ( $P < 0/05$ ) و به حد کاه اولیه رسید. دلیل چنین تغییراتی را می‌توان به تخلیه مواد آلی کاه بستر و نیز وجود مواد کیتینی در بقایای قارچ موجود در آن نسبت داد (۵، ۱۱ و ۲۸).

#### مقایسه مصرف اختیاری و شاخص ارزش غذایی در گاو و گوسفند

همان‌طوری که در نمودارهای ۱ تا ۴ مشاهده می‌شود، پاسخ دو نوع حیوان به تیمارهای آزمایشی متفاوت بوده است ( $P < 0/05$ ). در تمام تیمارها، میزان ماده خشک و ماده آلی مصرفی و نیز مقادیر ماده خشک قابل هضم و ماده آلی قابل هضم مصرفی، به ازای هر کیلوگرم وزن متابولیکی، در گاو بالاتر از گوسفند بود.

شاخص ارزش غذایی، خوراک‌های آزمایشی نیز در گاو بالاتر از گوسفند بود. به‌طور کلی در انتخاب خوراک و به‌خصوص در مورد مواد خشبی و بقایای کشاورزی، گاو حساسیت کمتری نسبت به گوسفند دارا می‌باشد و توان بهره‌وری بالاتری را از این منابع خوراکی دارا می‌باشد. گزارشات مبنی بر بالاتر بودن قابلیت تجزیه‌پذیری مواد خشبی در گاو و گاو میش نسبت به گوسفند (۱۲) می‌تواند مؤید این پدیده باشد.

به طور کلی، براساس یافته‌های به‌دست آمده از پژوهش حاضر، چنین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که رشد میسیلیوم قارچ

از موارد متفاوت بود. در اغلب موارد، قابلیت هضم کاه و کاه عمل‌آوری شده در گاو بالاتر از گوسفند بود که در مورد ماده خشک و الیاف خام در کاه اولیه (تیمار ۱) و ماده خشک در کاه عمل‌آوری شده (تیمارهای ۲ و ۳) تفاوت‌ها به حد معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) رسید. وجود چنین تفاوت‌هایی نشان دهنده اختلاف در توان حیوان جهت هضم مواد خشبی مانند کاه و کاه عمل‌آوری شده با قارچ می‌باشد (۱۲).

#### میزان مصرف خوراک

نتایج حاصل از میزان مصرف اختیاری و مقادیر مواد مغذی مصرفی در آزمایش انجام شده بر روی گوسفند و یا گاو (جدول ۳)، نشان داد که بین تیمارها از نظر مصرف ماده خشک و ماده آلی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $P < 0/05$ ). کشت قارچ روی کاه سبب گردیده‌است که در مرحله میسیلیوم دوانی و قبل از میوه‌دهی، میزان مصرف ماده خشک، ماده آلی، ماده خشک قابل هضم و ماده آلی قابل هضم دریافتی، در گوسفندان تحت آزمایش، روند افزایشی را نشان دهد که این بهبود را می‌توان ناشی از تغییرات شیمیایی (مانند تجزیه دیواره سلولی) ایجاد شده در کاه، طی فرایند تخمیر جامد، دانست (۲، ۸ و ۱۳). داده‌های به‌دست آمده در مورد مصرف خوراک در گاوهای تحت آزمایش، حاکی از آن است (جدول ۳) که تیمار ۲، در تمام موارد، بالاترین میزان را دارا بوده است اما تیمار ۳، نسبت به تیمار ۱ یعنی کاه اولیه تفاوت، معنی‌داری را نشان نداد.

پس از تولید و برداشت قارچ (تیمار ۳)، میزان مصرف مواد مغذی روند کاهشی نشان داد، به‌نحوی که حتی بعضی از موارد نسبت به کاه معمولی نیز در سطح معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) کاهش یافت و در مواردی نیز کاهش‌ها معنی‌دار نبود. گزارش‌های محدود منتشر شده در این زمینه نیز دلالت بر عدم بهبود در میزان مصرف کاه باقی‌مانده حاصل از کشت و برداشت قارچ «پلوروتوس، ساجور- کاجو» در تغذیه گوسفند و یا گاو میش دارد (۴ و ۸). در ارتباط با استفاده از کاه باقی‌مانده از بستر پرورش قارچ تا کنون مطالعات محدودی انجام گرفته‌است. محققین

جدول ۳. میزان مصرف اختیاری و شاخص ارزش غذایی کاه گندم قبل و بعد از کشت قارچ در گوسفند و گاو<sup>#</sup>

میزان مصرف	گوسفند			گاو			
	تیمارها <sup>##</sup>			تیمارها <sup>##</sup>			
	۱	۲	۳	از میانگین	۱	۲	۳
ماده خشک (گرم در روز)	۵۷۵ <sup>b</sup>	۶۴۶ <sup>a</sup>	۵۲۲ <sup>bc</sup>	۲۷	۴۴۶ <sup>b</sup>	۵۴۴ <sup>a</sup>	۴۲۸ <sup>b</sup>
ماده آلی (گرم در روز)	۵۴۶ <sup>b</sup>	۶۱۴ <sup>a</sup>	۴۶۲ <sup>c</sup>	۲۵	۴۱۴ <sup>b</sup>	۴۹۰ <sup>a</sup>	۳۸۰ <sup>b</sup>
ماده خشک (گرم به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی)	۳۵ <sup>b</sup>	۳۹ <sup>a</sup>	۳۲ <sup>b</sup>	۱/۸	۶۳ <sup>b</sup>	۷۷ <sup>a</sup>	۵۹ <sup>b</sup>
ماده آلی (گرم به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی)	۳۳ <sup>b</sup>	۳۷ <sup>a</sup>	۲۸ <sup>bc</sup>	۱/۵	۵۸ <sup>b</sup>	۶۸ <sup>a</sup>	۵۳ <sup>b</sup>
ماده خشک قابل هضم (گرم در روز)	۱۸۴ <sup>b</sup>	۲۵۸ <sup>a</sup>	۱۸۳ <sup>b</sup>	۰/۱۲	۱۵۵ <sup>b</sup>	۲۴۰ <sup>a</sup>	۱۸۰ <sup>b</sup>
ماده آلی قابل هضم (گرم در روز)	۱۸۶ <sup>bc</sup>	۲۵۲ <sup>a</sup>	۱۵۷ <sup>c</sup>	۰/۱	۱۴۴ <sup>b</sup>	۲۲۰ <sup>a</sup>	۱۶۲ <sup>b</sup>
ماده خشک قابل هضم (گرم به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی)	۱۱/۲ <sup>b</sup>	۱۵/۷ <sup>a</sup>	۱۱ <sup>b</sup>	۱/۱	۲۱/۵ <sup>b</sup>	۳۳/۳ <sup>a</sup>	۲۴/۴ <sup>b</sup>
ماده آلی قابل هضم (گرم به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی)	۱۱/۳ <sup>b</sup>	۱۵/۳ <sup>a</sup>	۹/۵ <sup>c</sup>	۱/۱	۲۰ <sup>b</sup>	۳۰/۵ <sup>a</sup>	۲۲/۵ <sup>b</sup>
### شاخص ارزش غذایی:							
بر اساس ماده خشک قابل هضم مصرفی	۱۰۰ <sup>b</sup>	۱۴۰ <sup>a</sup>	۹۹ <sup>b</sup>	۱۷	۱۰۰ <sup>b</sup>	۱۵۵ <sup>a</sup>	۱۱۳ <sup>b</sup>
بر اساس ماده آلی قابل هضم مصرفی	۱۰۰ <sup>b</sup>	۱۳۵ <sup>a</sup>	۸۴ <sup>bc</sup>	۱۴	۱۰۰ <sup>b</sup>	۱۵۳ <sup>a</sup>	۱۱۲ <sup>b</sup>

<sup>#</sup>: اطلاعات ارائه شده در جدول برای گوسفند و گاو مستقل از هم می باشند.

مشاهده حروف متفاوت در بالا نویس ارقام در هر ردیف، نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار ( $P < 0.05$ ) بین تیمارها می باشد.

<sup>##</sup> ۱- کاه گندم معمولی؛ ۲- کاه گندم کشت شده با قارچ پس از گسترش میسلیم

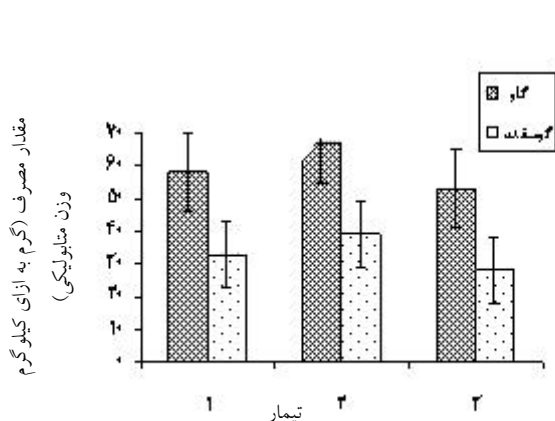
۳- کاه گندم کشت شده با قارچ پس از برداشت محصول قارچ.

(میزان مصرف کاه عمل آوری شده X ضریب قابلیت هضم)

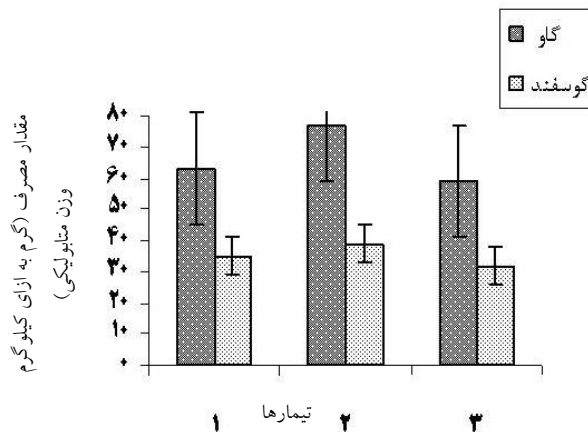
### شاخص ارزش غذایی =  $\frac{100 \times X}{100}$

(میزان مصرف کاه اولیه X ضریب قابلیت هضم)

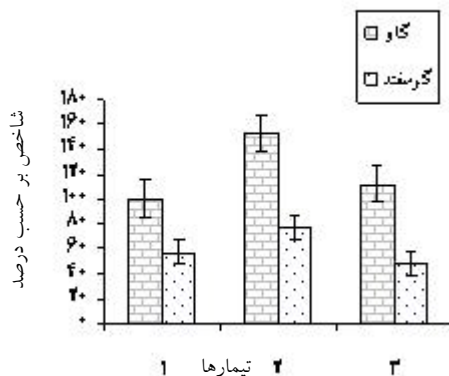
شاخص ارزش غذایی کاه اولیه (قبل از عمل آوری) عدد ۱۰۰ در نظر گرفته شد.



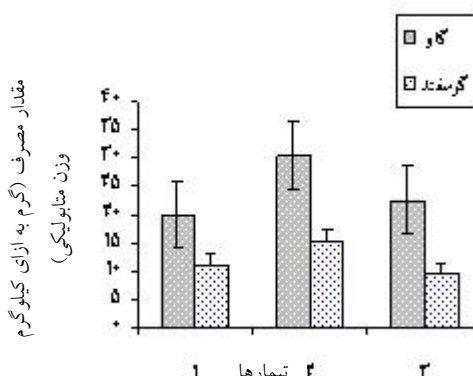
نمودار ۲. مقایسه ماده آلی مصرفی بین گوسفند و گاو



نمودار ۱. مقایسه ماده خشک مصرفی خوراک‌های آزمایشی بین گوسفند و گاو



نمودار ۴. مقایسه شاخص ارزش غذایی خوراک‌های آزمایشی بین گوسفند و گاو



نمودار ۳. مقایسه ماده آلی قابل هضم مصرفی خوراک‌های آزمایشی بین گوسفند و گاو

یابد، ارزش غذایی کاه باقی مانده پس از برداشت محصول قارچ روند کاهشی خواهد داشت.

صدفی پلوروتوس فلوریدا، بر روی کاه گندم، سبب بهبود ارزش غذایی آن می‌شود اما چنانچه فرایند تخمیر تا میوه‌دهی قارچ ادامه

### منابع مورد استفاده

1. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (14th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
2. Ardon, O., Z. Kermen and Y. Hadar. 1996. Enhancement of lacase activity in liquid cultures of the lignolytic fungus *Pleurotus ostreatus* by cotton stalks extract. J. Biotechnol. 51:201-207.
3. Arora, J. K., V. K. Kakkar, K. Sukhvir and S. Kaur. 1994. Bioconversion of agro residues for food and feed. Agric. Rev. Karnal. 15:3-4.
4. Calzada, J. F., Franco, M. C. Arriola, C. Rolz and M. A. Ortiz. 1987. Acceptability, body weight changes and digestibility of spent wheat straw after harvesting of *Pleurotus sajor-caju* fed to lambs. Biol. Waste. 22:303-309.
5. Chahal, D. S., S. M. Khan, R. C. Upadhyay and B. Vijay. 1991. Production of mycelial biomass of oyster mushrooms on rice straw. In: 13th Int. Cong. of the science and cultivation of edible fungi. Rotterdam, The Netherlands.



6. Chaudhry, A. S. and E. L. Miller. 1996. The effect of sodium hydroxide and alkaline hydrogen peroxide on chemical composition of wheat straw and voluntary intake, growth and digesta kinetics in lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 60(1-2):69-86.
7. Chesson, A. and S. D. Murison. 1987. Biotechnological evaluation of straw as a feedstuff for ruminants. *In: M. Chenost and P. Reiniger (Eds.), Evaluation of Straws in Ruminant Feeding.* Elsevier Applied Science, London.
8. Dhanda, S., H. S. Garcha, V. K. Makkar and G. S. Makkar. 1996. Improvement in feed value of paddy straw by *Pleurotus* cultivation. *Mushr. Sci.* 5:1-4.
9. Eriksson, K. E. L., N. Habu and M. Samejima. 1993. Recent advances in fungal cellobiose oxidoreductases. *Enzyme Microbiol. Technol.* 15:1002-1008.
10. Fazaeli, H., A. Azizi, Z.A.M. Jalan and S. A. Mirhadi. 2003. Effect of fungal treatment on the chemical composition, *in vitro* digestibility and *in sacco* degradability of wheat straw. *Proceedings of the British Society of Animal Science.*
11. Fazaeli, H. and A. R. Talebian Masoodi. 2006. Spent Wheat Straw Compost of *Agaricus bisporus* Mushroom as Ruminant Feed. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* (19) 6: 845-851.
12. Francia, A. Di., F. Masucci, V. Proto and A. Di. Francia. 1996. Rumen degradability of dry matter and NDF in buffalo and sheep. *Zootecnica Nutrizione Animale* 22(5): 279-287.
13. Jalc, D., F. Nerud, R. Zitnan and P. Siroka. 1996. The effect of white-rot *Basidiomycetes* on chemical composition and *In vitro* digestibility of wheat straw. *Folica Microbiol.* 41:73-75.
14. Jalc, D., F. Nerud and P. Siroka. 1998. The effectiveness of biological treatment on wheat straw by white-rot fungi. *Folica Microbiol.* 43(6):687-689.
15. Martinez, A. T., S. Camarero, F. G. Carretero, A. Gutierrez, C. Munoz and E. Varela. 1994. Progress in biopulping of non-woody materials: Chemical, enzymatic and ultrastructural aspects of wheat straw delignification with lignolytic fungi from the genus *Pleurotus*. Centro de Investigaciones Biologicas, CSIC, Velazquez, Madrid Spain.
16. Marwaha, C. L., S. Manoj, B. Singh, B. S. Katoch and M. Sharma. 1990. Comparative feeding value of untreated, urea-ammoniated and fungal treated wheat straw in growing Jersey calves. *Ind. J. Dairy Sci.* 43(3):308-313
17. Moyson, E. and H. Verachtert. 1991. Growth of higher fungi on wheat straw and their impact on the digestibility of the substrate. *J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 36:421-424.
18. Oosting, S. J., J. Van Bruchem and X. B. Chen. 1995. Intake, digestion and small intestinal protein availability in sheep in relation to ammoniation of wheat straw with or without protein supplementation. *Br. J. Nutr.* 74:347-368.
19. Ragnathan, R., R. Gurusamy, M. Palaniswamy and K. Swaminathan. 1996. Cultivation of *Pleurotus spp.* on various agro-residues. *Food Chem.* 55:139-144.
20. Ruiz, R. 1995. Digestibility *in vitro* of forages. Thesis in option of the degree of PhD. University of Reading, England. pp 80-83
21. SAS Institute. 1992. SAS/STAT user's guide. SAS Institute Inc, Cary.
22. Shubhayu B., R. Guar, J. Gome, T.R. Sreekrishnan and V. Bisaria. 2002. Effect of Seed Culture on Solid-State Bioconversion of Wheat Straw by *Phanerochaete chrysosporium* for Animal Feed Production. *J. Bioscience Bioengin.* 93(1): 25-30.
23. Tilley, J. M. A and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassland Soc.* 18(21):104-111.
24. Tuor, U., K. Winterhalter and A. Fiechter. 1995. Enzymes of white-rot fungi involved in lignin degradation and ecological determinants for wood decay. *J. Biotechnol.* 41:1-17.
25. Valmaseda, M., G. Almendros and A. T. Martinez. 1991. Chemical transformation of wheat straw constituents after solid state fermentation with selected lignocellulose degrading fungi. *Biomass and Bioener.* 1(5):261-266.
26. Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods of dietary fibre, neutral detergent fibre and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
27. Walli, T. K., S. N. Rai, B. N. Gupta and S. Kishan. 1991. Influence of fungal treated and urea treated wheat straw on nutrient utilization in calves. *Ind. J. Anim. Nutr.* 8(3):227-230.
28. Yamakawa, M., H. Abe and M. Okamoto. 1992. Effect of incubation with edible mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on voluntary intake and digestibility of rice straw by sheep. *Anim. Sci. Technol.* 63:133-138.
29. Yoshida, N., T. Takahashi, T. Nagao and J. Chen. 1993. Effect of edible mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivation on *in vitro* digestibility of wheat straw and sawdust substrate. *Japanese J. Grass. Sci.* 39:177-182.
30. Zadrazil, F., D. N. Karma, O. S. Isikhuemhen, F. Schuchardt and G. Flachowsky. 1996. Bioconversion of lignocellulose into ruminal feed with white-rot fungi. *J. Appl. Anim. Res.* 10:105-124.
31. Zadrazil, F. 1997. Changes in, *in vitro* digestibility of wheat straw during fungal growth and after harvest of oyster mushrooms (*Pleurotus spp.*) on laboratory and industrial scale. *J. Appl. Anim. Res.* 11:37-48.