

## ارزش غذایی تفاله مركبات (ليمو و پرتقال) عمل آوری شده با قارچ *(Neurospora sitophila)* نوروسپورا سیتوفیلا

کورش ناظم<sup>۱</sup>، یوسف روزبهان<sup>\*</sup><sup>۱</sup> و سید عباس شجاعالساداتی<sup>۲</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۱/۱۱/۸۵؛ تاریخ پذیرش: ۰۷/۰۸/۸۶)

### چکیده

در این بررسی ارزش غذایی تفاله‌های لیمو و پرتقال عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا از طریق تعزیه شیمیایی، ضرایب هضمی ماده خشک و ماده آلی به روش *in vitro* تعزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام به روش *in sacco* مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج بدست آمده بوسیله آزمون *t* مقایسه شدند. مقادیر پروتئین خام، خاکستر خام، ماده آلی، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز برای تفاله لیموی عمل آوری نشده به ترتیب  $6/8$ ,  $6/2$ ,  $6/3$ ,  $8/3$ ,  $9/3$ ,  $21/3$ ,  $17/9$  و  $17/9$  عمل آوری شده  $1/1$ ,  $25/1$ ,  $89/4$ ,  $10/6$ ,  $12/7$ ,  $8/8$  و  $12/7$  عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا  $1/1$ ,  $1/1$ ,  $1/1$ ,  $1/1$ ,  $1/1$ ,  $1/1$  و  $1/1$  درصد بود. تفاله پرتقال عمل آوری نشده  $6/8$ ,  $6/5$ ,  $9/4$ ,  $26/1$ ,  $20/3$  و  $26/1$  عمل آوری شده  $1/1$ ,  $1/1$ ,  $1/1$ ,  $1/1$ ,  $1/1$  و  $1/1$  درصد بود. تفاوت تعزیه شیمیایی انجام شده بین نمونه‌های عمل آوری نشده و شده هر دو نوع تفاله در سطح ( $P < 0.01$ ) معنی‌دار بود. ضرایب هضمی ماده خشک و آلی و ماده آلی قابل هضم در ماده خشک برای تفاله لیموی عمل آوری نشده به ترتیب  $79/3$ ,  $75/5$ ,  $80/5$  و  $75/5$ ,  $79/3$ ,  $80/5$  و  $75/5$ ,  $79/3$ ,  $80/5$  عمل آوری شده  $91/4$ ,  $91/4$ ,  $91/4$ ,  $91/4$ ,  $91/4$  و  $91/4$  عمل آوری شده  $1/1$ ,  $1/1$ ,  $1/1$ ,  $1/1$ ,  $1/1$  درصد ( $P < 0.01$ ) گردید. تفاوت در ضرایب هضمی انجام شده بین نمونه‌های عمل آوری نشده و شده هر دو نوع تفاله در سطح ( $P < 0.01$ ) معنی‌دار بود. تعزیه‌پذیری ماده خشک (با سرعت  $0.05/0$ ) تفاله لیموی عمل آوری نشده  $66/3$ ,  $66/3$ ,  $66/3$ ,  $66/3$ ,  $66/3$ ,  $66/3$  تفاله لیموی عمل آوری شده  $75/2$ ,  $75/2$ ,  $75/2$ ,  $75/2$ ,  $75/2$ ,  $75/2$  تفاله پرتقال عمل آوری نشده  $68/7$  و تفاله پرتقال عمل آوری شده  $75/5$  درصد بود. تفاوت در تعزیه‌پذیری ماده خشک انجام شده بین نمونه‌های عمل آوری نشده و شده هر دو نوع تفاله در سطح ( $P < 0.01$ ) معنی‌دار بود. میزان تعزیه‌پذیری مؤثر پروتئین (با سرعت  $0.05/0$ ) برای تفاله لیموی عمل آوری نشده و عمل آوری شده به ترتیب  $12/1$  و  $73/7$  و برای تفاله پرتقال عمل آوری نشده و عمل آوری شده  $14/8$  و  $77/8$  درصد گردید. تفاوت در تعزیه‌پذیری مؤثر پروتئین انجام شده بین نمونه‌های عمل آوری نشده و شده هر دو نوع تفاله در سطح ( $P < 0.01$ ) معنی‌دار بود. بهطور کلی، عمل آوری تفاله مركبات با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا باعث بهبود غالظت پروتئین، افزایش ضرایب هضمی و تعزیه‌پذیری مؤثر پروتئین گردید.

واژه‌های کلیدی: تفاله مركبات، نوروسپورا سیتوفیلا، ارزش غذایی، پروتئین

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲. استاد بیوتکنولوژی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: rozbeh\_y@modares.ac.ir

## مقدمه

عمل آوری این ضایعات در جهت افزایش محتوای پروتئین باعث افزایش کارایی آنها در تغذیه دام می‌گردد. به منظور تولید مواد خوراکی پروتئینی از ضایعات مرکبات و افزایش محتوای پروتئین آنها، روش‌های مختلفی به کار گرفته شده است. افزودن موادی مثل اوره به ضایعات مرکبات (۲۵)، سیلو کردن به همراه مواد با پروتئین بالا مثل سبوس گندم (۱۹) و یا عمل آوری آن با استفاده از قارچ و مخمر (۲۱) از جمله این روش‌هاست. تحقیقات زیادی به منظور افزایش پروتئین تفاله مرکبات با استفاده از قارچ‌ها صورت گرفته و نتایج آنها منتشر گردیده است (۸، ۹، ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۲۰ و ۲۲). نتایج تحقیقات مذکور نشان داده که عمل آوری تفاله مرکبات با استفاده از قارچ‌ها منجر به افزایش پروتئین خام در آنها گردیده است. به منظور تعیین خصوصیات ضایعات مرکبات عمل آوری نشده و ضایعات عمل آوری شده با قارچ لازم است که ترکیبات شیمیایی آنها تعیین شده و کیفیت مواد مغذی موجود در آنها بررسی گردد. در تحقیق حاضر از قارچ نوروسپورا سیتوفیلا به منظور عمل آوری و افزایش غلاظت پروتئین خام ضایعات مرکبات استفاده گردید.

## مواد و روش‌ها

### ۱. تجزیه شیمیایی

تفاله‌های لیمو و پرتقال، در برابر آفاتاب خشک شده و مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. میزان پروتئین خام نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کلداخ و خاکستر خام با سوزاندن هر نمونه در کوره الکتریکی طبق روش‌های استاندارد (AOAC) تعیین شد (۴). مقدار دیواره سلولی با استفاده از محلول شوینده خشی و دیواره سلولی بدون همی سلولز با استفاده از محلول شوینده اسیدی بر اساس روش ون سوت و هم‌کاران (۲۴) تعیین گردید.

### ۲. عمل آوری نمونه‌ها

#### الف) تهیه مایه تلقیح

از روی کشت اصلی قارچ نوروسپورا سیتوفیلا (Ain قارچ جزء دسته آسکومیست‌ها

یکی از عمده‌ترین مشکلات در صنعت دام و طیور کشور کمبود خوراک دام است. واردات مجموع انواع خوراک دام و طیور در طی سال‌های برنامه دوم توسعه به طور میانگین در هر سال به میزان ۱۴۷۹ هزار تن بوده است که مقدار ۱۳۸۸ هزار تن از این واردات به مصرف غذای دام رسیده است (۳). یکی از راه‌های جبران این کمبود، استفاده از ضایعات صنایع غذایی در تغذیه دام می‌باشد. بقایای لیمو و پرتقال در برخی از نقاط ایران به میزان زیادی یافت می‌شود. ضایعات مرکبات در ایران شامل ضایعات برداشت، حمل و نقل و نگهداری و تبدیل آنها می‌باشد که ضایعات تبدیل سالانه حدود ۹۰۰ هزار تن است (۲). ضایعات مرکبات محتوى انرژی بالا برای نشخوار کنندگان است، به نحوی که میزان انرژی قابل متابولیسم تفاله خشک و تفاله مرتبط آن به ترتیب برابر  $\frac{1}{3}$  و  $\frac{2}{4}$  مگاکالری در کیلوگرم بوده و می‌تواند به عنوان یک ماده خوراکی با انرژی بالا در تغذیه نشخوار کنندگان به کار رود (۱۳). با این وجود، استفاده از تفاله مرتبط مرکبات ممکن است مشکلاتی نظیر کپکزدگی و در نتیجه مسمومیت دام را ایجاد کند (۱۲). اگرچه سیلو کردن تفاله‌های مرتبط یکی از راه‌های نگهداری آنهاست، اما سیلو کردن علاوه بر هزینه زیاد ساخت سیلو، مسائلی همچون تبدیل پروتئین حقیقی به ازت آمونیاکی و آلودگی محیط زیست به دلیل تراویش سیلو را به همراه دارد (۱۶). از طرف دیگر خشک کردن تفاله‌های مرتبط در دماهای بالا مستلزم صرف هزینه زیاد بوده و ضمناً می‌تواند باعث بروز واکنش میلارد و کاهش کیفیت پروتئین شود (۱۶). استفاده مؤثر از محصولات فرعی صنایع غذایی به عنوان خوراک دام به برخی از عوامل از جمله ترکیب مواد مغذی محصول فرعی در مقایسه با نیازهای دام بستگی دارد (۱۶). عامل مهم دیگر، مقرر به صرفه بودن عمل آوری محصول فرعی برای استفاده از آن به عنوان خوراک دام (۵). از آنجایی که ضایعات مرکبات از ارزش اقتصادی پایینی برخوردار بوده و دور ریختن آنها باعث آلودگی محیط زیست می‌شود، لذا می‌توان از آنها در تغذیه دام استفاده نمود. از طرف دیگر،

خشک در داخل آون قرار داده شد. رطوبت لیموی خشک شده برابر ۱۰ درصد بود. برای تهیه نمونه ابتدا pH تفاله‌های آسیاب شده تعیین شد. بدین منظور ۴ گرم از نمونه آسیاب شده درون یک ارلن ریخته شد و سپس ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و با استفاده از pH متر، pH آن تعیین شد که برابر با ۳/۵۶ بود (۲۱). سپس برای رسیدن pH به ۵/۵ به نمونه مقدار مناسب آمونیاک اضافه گردید (۲۱). با دانستن مقدار رطوبت تفاله لیموی خشک (۱۰ درصد)، مقدار آمونیاکی که باید برای تنظیم pH به تفاله اضافه می‌شد (۶۵٪ میلی‌لیتر به ازای هر ۱۰ گرم تفاله الک شده با الک ۴۰ مش و ۵۷٪ میلی‌لیتر به ازای هر ۱۰ گرم تفاله الک شده با الک ۱۲ مش)، مقدار مایه تلقیحی که باید به کار می‌رفت (۱ میلی‌لیتر به ازای هر ۱۰ گرم تفاله خشک) مقدار آب مقطر مورد نیاز برای رسیدن رطوبت محیط به ۷۵ درصد محاسبه شد (۲۱). در مرحله بعد، آب مقطر (۸/۱۰۳ میلی‌لیتر برای تفاله الک شده با الک ۴۰ مش و ۱۰۴/۱ میلی‌لیتر برای تفاله الک شده با الک ۱۲ مش) و آمونیاک مورد نیاز با هم مخلوط شدند. در چهار ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری در هر کدام ۲۰ گرم از تفاله لیموی الک شده با الک ۴۰ مش و در دو ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری هم در هر کدام ۲۰ گرم از تفاله الک شده با الک ۱۲ مش ریخته شد و سپس مقدار لازم از مخلوط آب و آمونیاک (۵۳/۲ میلی‌لیتری برای هر کدام از ارلن‌ها) به آنها اضافه شد. برای مشاهده اثر حجم نمونه در ارلن بر افزایش درصد پروتئین، در یک ارلن هم مقدار ۴۰ گرم نمونه الک شده با الک ۴۰ مش و در دو ارلن هم در هر کدام مقدار ۱۰ گرم نمونه آسیاب شده، در یکی الک شده با الک ۱۲ مش و در دیگری الک شده با الک ۴۰ مش ریخته شده و مقادیر لازم آب و آمونیاک برای رسیدن رطوبت به ۷۵ درصد و pH به ۵/۵ اضافه شد. پس از این مرحله برای استریل کردن نمونه‌ها، ارلن‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در داخل اتوکلاو در دمای  $121^{\circ}\text{C}$  قرارداده شد.

**ج) تلقیح قارچ و عمل آوری**  
پس از استریل شدن ارلن‌ها و محتويات آنها، عمل تلقیح قارچ بر

می‌باشد که به عنوان قارچ‌های عالی شناخته می‌شوند. آنها در شرایط محیطی وسیعی قادر به زندگی بوده و ترکیباتی از قبیل گلوکز، سلولز و کراتین را تجزیه می‌کنند که از سلولز موجود در تفاله مركبات به عنوان منبع کربنی و از آمونیاک به عنوان منبع ازت استفاده کرده و تولید پروتئین می‌نمایند. در شرایط کاملاً استریل به هر کشت PDA یک لوپ میسلیوم قارچ تلقیح شد و در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  به مدت ۴۸ ساعت گرم‌گذاری شد. پس از آن کشت‌های تهیه شده در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  درون یخچال قرار داده شدند. ترکیب محیط کشت نگهدارنده و مایه تلقیح (در یک لیتر) به شرح زیر بود (۱۲).

گلوکز ۱۰۰ گرم، عصاره مخمر ۲ گرم، فسفات هیدروژن پتاسیم ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) ۰/۷۱۴ گرم، اوره ۰/۸۶ گرم، سولفات آمونیوم ۰/۲ ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) ۰/۴۷ گرم، سولفات منگنز ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) ۰/۴ گرم، کلرید کلسیم ۰/۲ گرم، سولفات روی ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) ۰/۱۱۴ گرم، مولیبدات میلی‌گرم، اسید بوریک ( $\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) ۰/۴۸ گرم، سولفات مس ( $\text{MnCl}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) ۰/۷۸ گرم، کلرید منگنز ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) ۰/۱۴۴ گرم، کلرید آهن ( $\text{FeCl}_3$ ) ۳/۲ میلی‌گرم.  
برای تهیه کشت نگهدارنده، ۱۰۰ میلی‌لیتر محیط کشت با ترکیب فوق تهیه و در یک ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. پس از آنکه pH در ۵/۵ تنظیم و در دمای  $121^{\circ}\text{C}$  و فشار ۱۵ psi به مدت ۱۵ دقیقه استریل گردید، در شرایط کاملاً استریل چند لوپ از میسلیوم‌های قارچ روی کشت به درون ارلن محتوی محیط کشت نگهدارنده تلقیح شد و در دمای  $35^{\circ}\text{C}$  به مدت ۲۴ ساعت روی همزن باشدت ۲۰۰ دور در دقیقه گرم‌گذاری شد و کشت تلقیحی به دست آمده برای نگهداری به یخچال با دمای  $4^{\circ}\text{C}$  منتقل شد.

### ب) آماده سازی نمونه‌ها

ابتدا مقداری از تفاله لیموی خشک شده در برابر آفتاب، در آزمایشگاه آسیاب شد و با الک‌های ۴۰ و ۱۲ مش الک گردیدند. مقدار ۵ گرم از تفاله لیموی آسیاب شده برای تعیین مقدار ماده

جدول ۱. مقدار پروتئین خام نمونه‌ها

| نوع عمل آوری  | نوع الک | مقدار تفاله در هر ارلن (گرم) | درصد رطوبت | درصد پروتئین |
|---------------|---------|------------------------------|------------|--------------|
| بدون عمل آوری | -       | -                            | ۱۰         | ۶/۲۵         |
| بدون عمل آوری | ۱۲      | -                            | ۱۰         | ۸/۹۲         |
| بدون عمل آوری | ۴۰      | -                            | ۱۰         | ۸/۹          |
| عمل آوری      | ۴۰      | ۲۰                           | > ۷۵       | ۱۶/۳۸        |
| عمل آوری      | ۴۰      | ۴۰                           | ۷۵         | ۲۳/۷         |
| عمل آوری      | ۴۰      | ۱۰                           | ۷۵         | ۲۴/۲۴        |
| عمل آوری      | ۱۲      | ۲۰                           | ۷۵         | ۲۲/۰۵        |

شده، آزمایش‌های لازم روی آنها انجام شد.

برای تهیه نمونه پرتوکال ابتدا تفاله‌های تهیه شده در آزمایشگاه در برابر آفتاب خشک شده و سپس آسیاب و با الک ۴۰ مش الک شدند. مانند تفاله لیمو، ابتدا pH تفاله تعیین شد که برابر ۴/۶ بود. جهت تنظیم pH در حد ۵/۵ از آمونیاک استفاده شد و به عنوان منبع ازت و فسفر به ترتیب از سولفات آمونیوم و فسفات دی هیدروژن پتاسیم استفاده شد. در هر ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری مقدار ۲۰ گرم نمونه ریخته شد و برای رساندن pH به ۵/۵ از ۰/۱ میلی‌لیتر آمونیاک به ازاء هر ۲۰ گرم نمونه استفاده شد. به همین ترتیب مقدار ۰/۰۱ گرم سولفات آمونیوم و ۰/۰۱۴ گرم فسفات هیدروژن پتاسیم نیز به هر ارلن اضافه شد و برای رسیدن رطوبت به ۷۰ درصد مقدار محلول تلقیح اضافه شد و ارلن‌ها درون انکوباتور در دمای ۳۵°C به مدت ۱۱۰ ساعت قرار گرفتند.

### ۳. تعیین ضرایب هضمی

تعیین قابلیت هضم ماده خشک (Dry Matter) DMD و ماده آلی (Organic Matter) OMD (Digestibility) و میزان ماده آلی قابل هضم در ماده خشک (Digestibility Organic Matter) DOD (21).

روی تفاله‌ها (به ازای هر ۱۰ گرم از تفاله‌ها مقدار ۱ میلی‌لیتر از محیط کشت قارچ) در زیر هود و در شرایط استریل انجام شد. سپس، ارلن‌ها به دستگاه انکوباتور منتقل شد و به مدت ۱۲۰ ساعت در دمای ۳۵°C قرار گرفتند. پس از گذشت ۱۲۰ ساعت ارلن‌ها از انکوباتور خارج شده و نمونه‌های داخل هر کدام به طور جداگانه داخل پتری گذاشته شد. این نمونه‌ها داخل آون در دمای ۵۰°C قرار داده شد تا کاملاً خشک شوند. پس از خشک شدن کامل، نمونه‌ها به طور جداگانه آسیاب شده و میزان پروتئین آنها تعیین شد تا بهترین شرایط جهت عمل آوری تعیین گردد. از آنجایی که ممکن است با الک کردن تفاله‌ها درصد پروتئین آنها تغییر کند، بنابراین مقداری از تفاله‌ها با الکهای ۴۰ مش الک شده و مقدار پروتئین آنها تعیین گردید. مقدار پروتئین خام نمونه‌ها در جدول ۱ ارائه داده شده است.

با توجه به نتایج فوق تصمیم گرفته شد که تفاله‌ها با الک ۴۰ مش الک شوند و در هر ارلن ۳۰ گرم از تفاله الک شده ریخته شد و سپس عمل تلقیح انجام شود. برای تهیه نمونه برای آزمایش‌های بعدی، پس از انجام عمل تلقیح و انکوباسیون نمونه‌ها و گذشت ۱۲۰ ساعت، تفاله‌های عمل آوری شده از ارلن‌ها خارج شدند و در آون در دمای ۴۵-۵۰°C قرار گرفتند تا به تدریج خشک شوند. دلیل انتخاب این دما برای خشک کردن نمونه‌ها، جلوگیری از کاهش کیفیت پروتئین آنها در اثر دمای بالا بود (21). پس از خشک شدن تفاله‌های عمل آوری

## جدول ۲. نتایج حاصل از تجزیه شیمیابی (برحسب درصد ماده خشک)

| تفاله پرتقال |                   |                   | تفاله لیمو |                   |                   |
|--------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------|-------------------|
| t            | مقدار t           | عمل آوری شده      | t          | مقدار t           | عمل آوری شده      |
| ۷۸/۴۴        | ۲۳/۲ <sup>a</sup> | ۶/۸ <sup>b</sup>  | ۱۱۹/۰۹     | ۲۵/۱ <sup>a</sup> | ۶/۳ <sup>b</sup>  |
| ۲۰/۴۵        | ۹۱/۹ <sup>b</sup> | ۹۴/۵ <sup>a</sup> | ۳۰/۲۱      | ۸۹/۴ <sup>b</sup> | ۹۳/۸ <sup>a</sup> |
| ۵/۳          | ۸/۱ <sup>a</sup>  | ۶/۵ <sup>b</sup>  | ۱۹/۵۱      | ۱۰/۶ <sup>a</sup> | ۶/۲ <sup>b</sup>  |
| ۲۸/۵۵        | ۱۸/۵ <sup>b</sup> | ۲۶/۱ <sup>a</sup> | ۲۸/۰۲      | ۱۲/۷ <sup>b</sup> | ۲۱/۳ <sup>a</sup> |
| ۲۱/۶۴        | ۱۵ <sup>b</sup>   | ۲۰/۳ <sup>a</sup> | ۴۵/۳۱      | ۶/۸ <sup>b</sup>  | ۱۷/۹ <sup>a</sup> |
|              |                   |                   | همی سلولز  |                   |                   |

حرروف مختلف در هر ردیف نشان دهنده تفاوت تفاله های مورد آزمایش در صفت مذکور می باشد ( $P<0.01$ ).

خام نمونه ها از نرم افزار Neway استفاده شد.

### ۵. روش آماری

اختلاف بین میانگین تیمارهای (هر تیمار ۴ تکرار) عمل آوری نشده و عمل آوری شده در هر گروه (ليمو و پرتقال) با استفاده از آزمون t و بر اساس مدل آماری زیر مقایسه شد:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad [2]$$

$Y_{ij}$ - صفت مقایسه شده.

$\mu$ - میانگین صفت اندازه گیری شده.

$T_i$ - اثر تیمار و  $e_{ij}$ - خطای آزمایشی بود. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

### نتایج

نتایج به دست آمده در جداول ۲ تا ۶ آورده شده است. همان طوری که در جدول ۲ مشاهده می شود میزان خاکستر خام و پروتئین خام در تفاله های لیمو و پرتقال پس از عمل آوری به طور معنی داری افزایش یافت ( $P<0.01$ ). اما میزان افزایش ایجاد شده در محتوای خاکستر خام تفاله پرتقال نسبت به تفاله لیمو کمتر بود. میزان ماده آلی، NDF و ADF پس از عمل آوری در هر دو نوع تفاله به طور معنی داری کاهش یافت ( $P<0.01$ ).

(Degradability Organic Matter Digestibility) DOMD استفاده از روش تابعی و تری (۲۳) انجام پذیرفت. بدین ترتیب که با استفاده از محلول مک دوگال (۲۳) و شیرابه شکمبه، در دمای ۳۹ درجه سانتی گراد نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت تحت انکوباسیون بی هوازی قرار گرفتند. در مرحله بعد انکوباسیون بی هوازی نمونه با استفاده از محلول پسین اسیدی به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۳۹ درجه سانتی گراد انجام شد (۲۳). انرژی قابل متابولیسم با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۶).

$$ME (MJ/Kg DM) = 0.0157 \times DOMD (g/Kg DM) \quad [1]$$

- ماده آلی قابل هضم در ماده خشک

- انرژی قابل متابولیسم

### ۴. تعیین تجزیه پذیری

تعیین میزان تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین نمونه ها با استفاده از روش کیسه های نایلونی انجام شد (۶). نمونه ها پس از توزیع در داخل کیسه های داکرونی قرار گرفته و از طریق فیستولا وارد شکمبه دام گردید. میزان ناپدید شده نمونه ها در فواصل زمانی مختلف، به عنوان بخش تجزیه شده در نظر گرفته شد (۶ و ۱۸). برای انجام آزمایش های مربوط به تجزیه پذیری و ضرایب هضمی از سه راس گاو نر تالشی اخته شده استفاده گردید. به منظور برآوردن مشخصه های تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین

## جدول ۳. میزان ماده خشک (درصد)

| ماده خشک | درصد کاهش وزن* | لیموی خام | لیموی عمل آوری شده | پرتقال خام | پرتقال عمل آوری شده | ۲۱/۹ | ۲۷ | ۲۲ | ۲۵/۴ |
|----------|----------------|-----------|--------------------|------------|---------------------|------|----|----|------|
|          |                |           |                    | ۱۹         | ۱۳/۳                |      |    |    |      |

\*: اختلاف بین ماده خشک تفاله خام و تفاله عمل آوری شده

## جدول ۴. قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، ماده آلی در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم (MJ/Kg DM)

| قابلیت هضم           | تفاله لیمو | تفاله پرتقال | مقدار t | خام               | عمل آوری شده      | مقدار t | خام               | عمل آوری شده      | تفاله پرتقال |
|----------------------|------------|--------------|---------|-------------------|-------------------|---------|-------------------|-------------------|--------------|
| ماده خشک             |            |              | ۲۵/۹    | ۹۱/۲ <sup>a</sup> | ۸۱/۵ <sup>b</sup> | ۳۷/۵    | ۹۱/۴ <sup>a</sup> | ۷۹/۳ <sup>b</sup> |              |
| ماده آلی             |            |              | ۳۷/۵    | ۹۴/۵ <sup>a</sup> | ۸۲/۸ <sup>b</sup> | ۳۹/۷    | ۹۳/۵ <sup>a</sup> | ۸۰/۵ <sup>b</sup> |              |
| ماده آلی در ماده خشک |            |              | ۳۹/۴    | ۸۶/۹ <sup>a</sup> | ۷۸/۲ <sup>b</sup> | ۳۹/۷    | ۸۳/۵ <sup>a</sup> | ۷۵/۵ <sup>b</sup> |              |
| انرژی قابل متابولیسم |            |              | ۳۶/۲۵   | ۱۳/۶ <sup>a</sup> | ۱۲/۳ <sup>b</sup> | ۳۷/۲    | ۱۳/۱ <sup>a</sup> | ۱۱/۹ <sup>b</sup> |              |

حروف مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت تفاله‌های مورد آزمایش در صفت مذکور می‌باشد ( $P < 0.01$ ).

جدول ۵ نشان داده شده است. ضرایب تجزیه‌پذیری ماده خشک هر دو نمونه پس از عمل آوری به‌طور معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) افزایش یافت. میزان مواد محلول در آب (a) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ( $P < 0.01$ ) در تفاله لیمو و ( $P < 0.05$ ) در تفاله پرتقال، اما عمل آوری اثری بر بخش‌های b و c نداشت.

مقادیر مربوط به تجزیه‌پذیری پروتئین مؤثر نمونه‌ها پس از ۴۸ ساعت قرار گرفتن در شکمبه در جدول ۶ نشان داده است. ضرایب تجزیه‌پذیری پروتئین پس از عمل آوری شده است. ضرایب تجزیه‌پذیری پروتئین پس از عمل آوری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ( $P < 0.01$ ). میزان مواد محلول در آب (a) در هر دو نمونه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ( $P < 0.01$ ). مقادیر b و c در تفاله پرتقال عمل آوری شده افزایش معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0.01$ )، اما در تفاله لیموی عمل آوری شده نسبت به تفاله لیموی خام افزایش معنی‌داری در بخش‌های b و c مشاهده نشد.

نکته قابل توجه در این آزمایش تغییرات ایجاد شده در میزان ماده خشک نمونه‌های عمل آوری شده نسبت به نمونه‌های خام می‌باشد که در جدول ۳ نشان داده شده است.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود پس از عمل آوری، مقدار ماده خشک نمونه‌ها کاهش یافت. کاهش ماده خشک با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\text{وزن ماده خشک نمونه اولیه} = (\%) \text{ کاهش وزن} \\ \text{وزن ماده خشک نمونه اولیه} / (\text{وزن ماده خشک نمونه نهایی}) - [3]$$

مطابق جدول ۴ پس از عمل آوری، ضرایب قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی، ماده آلی قابل هضم در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک در هر دو نمونه افزایش یافت ( $P < 0.01$ ).

نتایج مربوط به تجزیه‌پذیری ماده خشک نمونه‌ها در

جدول ۵. تجزیه‌پذیری و مشخصه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک

| تفاله پرتقال |                   |                   |         | تفاله لیمو        |                   |                       |                       | ضریب تجزیه‌پذیری |
|--------------|-------------------|-------------------|---------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| مقدار t      | عمل آوری شده      | خام               | مقدار t | عمل آوری شده      | خام               | مشخصه‌های تجزیه‌پذیری |                       |                  |
| ۱۰/۵         | ۸۴/۵ <sup>a</sup> | ۷۷ <sup>b</sup>   | ۱۵/۶    | ۸۴/۱ <sup>a</sup> | ۷۵/۲              |                       | %۲ <sup>۱</sup>       |                  |
| ۱۷/۵         | ۷۵/۵ <sup>a</sup> | ۶۸/۷ <sup>b</sup> | ۳۷/۲    | ۷۵/۲ <sup>a</sup> | ۶۶/۳              |                       | %۵ <sup>۲</sup>       |                  |
| ۱۵/۵         | ۶۹/۹ <sup>b</sup> | ۶۳/۶ <sup>b</sup> | ۴۹/۱    | ۶۹/۶ <sup>a</sup> | ۶۰/۸              |                       | %۸ <sup>۳</sup>       |                  |
|              |                   |                   |         |                   |                   |                       | مشخصه‌های تجزیه‌پذیری |                  |
| ۹/۵          | ۸۴/۵ <sup>a</sup> | ۴۴/۸ <sup>b</sup> | ۱۷/۵    | ۴۷/۲ <sup>a</sup> | ۳۹/۲ <sup>b</sup> |                       | a                     |                  |
| ۴/۵          | ۴۵/۸              | ۴۱/۳              | ۰/۶۲    | ۴۶/۳              | ۴۵/۴              |                       | b                     |                  |
| ۰/۱۱         | ۰/۰۷۶۹            | ۰/۰۷۷۳            | ۰/۱۱    | ۰/۰۸۴۲            | ۰/۰۸۴۶            |                       | c                     |                  |

۱. میزان عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در سطح نگهداری (بخش/ساعت).
۲. میزان عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در دو برابر سطح نگهداری (بخش/ساعت).
۳. میزان عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در سه برابر سطح نگهداری (بخش/ساعت).
- حروف مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت تفاله‌های مورد آزمایش در صفت مذکور می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

## بحث

### ترکیب شیمیایی

پروتئین خام، منابع ازته افزوده شده به تفاله‌ها در زمان عمل آوری است (از جمله آمونیاک). از طرف دیگر، قارچ نوروسپورا سیتوفیلای افزوده شده به تفاله، حاوی سطح بالایی از پروتئین (۴۵٪) است (۱۷). علاوه بر این، فراوری تفاله‌ها موجب کاهش کل ماده خشک می‌گردد. لذا از این طریق نیز میزان پروتئین خام بر اساس درصد ماده خشک تا حدودی افزایش می‌یابد. درصد پروتئین خام تفاله فراوری نشده نسبت به مقادیر ارایه شده در AFRC (۶) و نیز نسبت به مقدار محاسبه شده توسط آرگور و ایخاتوا (۷) کمتر بود که دلیل آن شاید تفاوت در نوع نمونه‌های مورد استفاده است. در مقایسه با آزمایش شجاعالساداتی و همکاران (۲۱) میزان افزایش درصد پروتئین خام پس از عمل آوری در این تحقیق بیشتر بود (۲۵/۱) در مقایسه با ۱۶/۸ برای تفاله لیمو و ۲۳/۲ در مقایسه با ۱۸/۲ برای تفاله پرتقال) و در مقایسه با آزمایش بارتودمنز و همکاران (۸)، میزان افزایش درصد پروتئین خام کمتر بود.

بر اساس نتایج ارایه شده در جدول ۱ بین درصد پروتئین خام نمونه‌های عمل آوری نشده و نمونه‌های عمل آوری شده تفاوت معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) مشاهده شد. دلیل آن افزایش بالای درصد پروتئین نمونه‌ها بعد از عمل آوری می‌باشد، به نحوی که پس از عمل آوری، درصد پروتئین خام تفاله لیمو ۴ برابر و درصد پروتئین خام تفاله پرتقال حدود ۳/۵ برابر شد. دلیل این افزایش پس از عمل آوری، رشد قارچ بر روی تفاله‌ها است. قارچ‌ها بیشتر مواد سهل‌الهضم و لیگنوسلولزی موجود در تفاله را توسط آنزیم‌های خارج سلولی مصرف کرده و تولید انرژی، پروتئین و دی‌اکسیدکربن می‌نمایند (۲۱). قارچ‌ها از سلولز موجود در تفاله مركبات به عنوان منع کرینی و از منابع ازته افزوده شده به تفاله استفاده کرده و تولید پروتئین می‌کنند. این عمل سبب افزایش درصد پروتئین خام تفاله عمل آوری شده می‌گردد (۱۰). یکی از دلایل افزایش

## جدول ۶. تجزیه پذیری و مشخصه‌های تجزیه پذیری پروتئین

| تفاله پرتفال                 |                   |                     |         |                   |                   | تفاله لیمو |  | ضریب تجزیه پذیری |
|------------------------------|-------------------|---------------------|---------|-------------------|-------------------|------------|--|------------------|
| مقدار t                      | عمل آوری شده      | خام                 | مقدار t | عمل آوری شده      | خام               |            |  |                  |
| ۲۰/۶                         | ۴۰/۶ <sup>a</sup> | ۲۵/۱ <sup>b</sup>   | ۱۷/۷    | ۳۵/۴ <sup>a</sup> | ۲۲/۶ <sup>b</sup> |            |  | %۲ <sup>۱</sup>  |
| ۱۹/۷                         | ۳۸/۱ <sup>a</sup> | ۲۲/۵ <sup>b</sup>   | ۲۲/۴    | ۳۳/۲ <sup>a</sup> | ۲۰/۳ <sup>b</sup> |            |  | %۵ <sup>۲</sup>  |
| ۲۱/۱                         | ۳۶/۲ <sup>a</sup> | ۲۲/۱ <sup>b</sup>   | ۳۷/۷    | ۳۲/۱ <sup>a</sup> | ۱۹/۶ <sup>b</sup> |            |  | %۸ <sup>۳</sup>  |
| <u>مشخصه‌های تجزیه پذیری</u> |                   |                     |         |                   |                   |            |  |                  |
| ۲۲/۷                         | ۲۳/۵ <sup>a</sup> | ۱۲/۸ <sup>b</sup>   | ۱۷/۵    | ۲۱/۳ <sup>a</sup> | ۱۱/۲ <sup>b</sup> |            |  | a                |
| ۱۱                           | ۱۹/۳ <sup>a</sup> | ۱۳/۷ <sup>b</sup>   | ۱۰/۳    | ۱۵/۹              | ۱۲/۶              |            |  | b                |
| ۲۴/۵                         | ۰/۱۶۰۹            | ۰/۲۴۷۸ <sup>a</sup> | ۱۶/۹    | ۰/۱۸۳۰            | ۰/۲۱۴۳            |            |  | c                |
| ERDP*                        |                   |                     |         |                   |                   |            |  |                  |
| ۲۵/۵                         | ۸۳/۴ <sup>a</sup> | ۱۵/۷ <sup>b</sup>   | ۲۴/۵    | ۷۸/۴ <sup>a</sup> | ۱۲/۹ <sup>b</sup> |            |  | %۲ <sup>۱</sup>  |
| ۲۴/۳                         | ۷۷/۸ <sup>a</sup> | ۱۴/۸ <sup>b</sup>   | ۲۸/۴    | ۷۳/۷ <sup>a</sup> | ۱۲/۱ <sup>b</sup> |            |  | %۵ <sup>۲</sup>  |
| ۲۲/۲                         | ۷۳/۵ <sup>a</sup> | ۱۴/۱ <sup>b</sup>   | ۲۷/۴    | ۷۰/۱ <sup>a</sup> | ۱۱/۴ <sup>b</sup> |            |  | %۸ <sup>۳</sup>  |

۱. میزان عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در سطح نگهداری (بخش/ساعت).

۲. میزان عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در دو برابر سطح نگهداری (بخش/ساعت).

۳. میزان عبور مواد خوراکی از شکمبه به روده در سه برابر سطح نگهداری (بخش/ساعت).

\* ضریب تجزیه پذیری مؤثر پروتئین (%).

حرروف مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت تفاله‌های مورد آزمایش در صفت مذکور می‌باشد (P&lt;۰/۰۱).

نمونه‌های عمل آوری شده گردیده است. به علاوه، استفاده قارچ از مواد آلی به خصوص دیواره سلولی و هم‌چنین کربوهیدرات‌های محلول به عنوان سوبسترا نیز موجب کاهش ماده آلی (جدول ۲) و در نتیجه افزایش نسبی میزان خاکستر خام می‌شود (۲۱). گزارش شده که پس از عمل آوری نمونه‌ها با قارچ، درصد سلولز و همی‌سلولز کاهش یافته است (۲۱)، این مسئله می‌تواند سبب کاهش درصد ماده آلی شود. درصد خاکستر خام تفاله پرتفال عمل آوری نشده (۶/۵ درصد) در این مطالعه با مقدار به دست آمده توسط شجاع الساداتی و همکاران (۲۱) تفاوت داشت که دلیل آن تفاوت در نوع نمونه مورد استفاده بود. درصد خاکستر خام محاسبه شده در این آزمایش با مقدار محاسبه شده توسط

ماده خشک نمونه‌ها پس از عمل آوری با قارچ کاهش یافت (جدول ۳). دلیل کاهش ماده خشک پس از عمل آوری، استفاده قارچ از سوبسترا به عنوان یک ماده خوراکی می‌باشد که به دنبال تنفس قارچ، مقداری از کربن موجود در تفاله به صورت دی‌اکسید کربن وارد محیط شده و به این ترتیب پس از عمل آوری، میزان ماده خشک نمونه‌ها کاهش می‌یابد. فرایند کاهش توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (۲۱).

پس از عمل آوری، مقدار خاکستر خام افزایش و مقدار ماده آلی کاهش یافت (P<۰/۰۵). در طی عمل آوری، برخی منابع مواد معدنی (از جمله فسفر و پتاسیم) به تفاله‌های اولیه افزوده شد که احتمالاً این عامل باعث افزایش درصد خاکستر خام در

آنژیم‌های آنها، در این نوع از خوراک است (۱۶). درصد ماده آلی قابل هضم در ماده خشک و میزان انرژی قابل متابولیسم به ازای هر کیلوگرم ماده خشک نیز پس از عمل آوری افزایش یافت که این افزایش از نظر آماری معنی‌دار بود. داشتی (۱) نیز در مورد افزایش ضرایب هضمی ماده خشک و آلتی تفاله چغندر قند عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا نتایج مشابهی به دست آورد، و افزایش ۲۵ درصدی این ضرایب گزارش نموده است.

### تجزیه‌پذیری (*in sacco*)

#### تجزیه‌پذیری ماده خشک

بر اساس نتایج به دست آمده (جدول ۵) میزان مواد محلول در آب (بخش a) در تفاله‌های عمل آوری شده نسبت به تفاله‌های خام به ترتیب  $1/2$  و  $1/1$  برابر شده است. افزایش میزان مواد محلول در آب پس از عمل آوری در تفاله لیمو در سطح  $0/01$  و در مورد تفاله پرتقال در سطح  $0/05$  معنی‌دار بود. دلیل افزایش میزان مواد محلول در آب آن است که احتمالاً قارچ با استفاده از آنژیم‌های خود دیواره سلولی تفاله‌های خام را که در آب نامحلول است تجزیه کرده و با تبدیل آن به ترکیبات ساده‌تر و قابل حل در آب سبب افزایش میزان مواد محلول در آب شده است. با افزایش میزان مواد محلول در آب، انرژی پیشتری برای میکروارگانیسم‌های شکمبه فراهم شده و در نتیجه رشد و فعالیت این میکروارگانیسم‌ها بیشتر می‌شود. افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه موجب افزایش تجزیه مواد خوراکی موجود در شکمبه شده که این مسئله در مورد نمونه‌های عمل آوری شده به خوبی مشهود است (۱۶).

میزان مواد غیر قابل حل در آب اما قابل تخمیر در شکمبه (بخش b) در نمونه‌های عمل آوری شده به میزان اندکی افزایش یافته، اما این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. هم‌چنان، بین نمونه‌های خام و نمونه‌های عمل آوری شده از نظر  $\epsilon$  (سرعت تجزیه بخش b) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این مسئله نشان می‌دهد که علی‌رغم افزایش میزان مواد محلول در

آرگور و ایخاتوا (۷) تقریباً برابر است.

کاهش بیشتر دیواره سلولی در مقایسه با دیواره سلولی بدون همی سلولز به دلیل وجود همی‌سلولز در ترکیب دیواره سلولی می‌باشد که همی‌سلولز به خوبی توسط قارچ نوروسپورا سیتوفیلا استفاده شده و قارچ آن را تجزیه می‌کند (۲۰). مقادیر دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز نمونه‌ها در تحقیق حاضر با مقادیر ارایه شده توسط AFRC (۶) متفاوت است، که دلیل آن، تفاوت موجود بین نمونه‌های مورد استفاده است. برخلاف نتیجه به دست آمده در این تحقیق در تحقیقی که سرا و همکاران (۲۰) انجام دادند، درصد دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز پس از عمل آوری افزایش یافت (به ترتیب از  $14/5$  به  $32/6$  و از  $11/2$  به  $24/8$  درصد برای تفاله لیمو و از  $15/5$  به  $38/7$  و از  $10/9$  به  $30/7$  درصد برای تفاله پرتقال)، که دلیل آن احتمالاً تفاوت در نوع قارچ استفاده شده برای عمل آوری نمونه‌هاست، در مطالعه آنها از قارچ پنی‌سیلیوم روکفورتی (*Penicillium roqueforti*) استفاده شده بود (۲۰).

### قابلیت هضم

قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلتی هر دو تفاله پس از عمل آوری با قارچ به طور معنی‌داری ( $P < 0/01$ ) افزایش یافت. افزایش در قابلیت هضم ماده خشک تفاله لیمو و پرتقال به ترتیب برابر  $15/3$  و  $12$  درصد و افزایش قابلیت هضم ماده آلتی به ترتیب برابر  $16$  و  $14$  درصد بود. افزایش قابلیت هضم در تفاله‌های عمل آوری شده به دلیل کاهش دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز نمونه‌ها (جدول ۲) و افزایش مواد محلول در آب (جدول ۵) بود (۱)، کاهش دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز و افزایش مواد محلول موجب افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه و هضم بیشتر مواد خوراکی شده و این امر نشان دهنده تأثیر مثبت قارچ بر فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه و در نتیجه بر قابلیت هضم مواد خوراکی است (۱). به طور کلی، خوراک تخمیر شده قابلیت هضم بهتری دارد، که دلیل آن وجود میکروارگانیسم‌های مختلف و

پروتئین بخش b نسبت به تفاله‌های پرتفال خام ۱/۴۱ برابر بیشتر بود، اما این افزایش در تفاله لیموی عمل آوری شده نسبت به تفاله لیموی خام کمتر و به میزان ۱/۲۷ برابر می‌باشد. علت افزایش میزان بخش b پس از عمل آوری کاهش دیواره سلولی و دسترسی بیشتر میکرووارگانیسم‌ها به پروتئین است. در مورد ۵ (سرعت تخمیر بخش b) هم بین تفاله پرتفال عمل آوری شده و تفاله پرتفال خام تفاوت زیادی وجود داشت، اما بین تفاله لیموی عمل آوری شده و تفاله لیموی خام تفاوتی از لحاظ آماری مشاهده نشد. نتایج به دست آمده با نتایج دشتی (۱) می‌باشد.

نشخوارکنندگان به صورتی متفاوت از حیوانات تک‌معده‌ای از پروتئین مواد خوراکی استفاده می‌کنند، بدین صورت که بخشی از پروتئین خوراک در شکمبه توسط میکرووارگانیسم‌ها تجزیه شده و صرف تولید پروتئین میکروبی می‌شود. همانگونه که در جدول ۵ مشاهده می‌شود بین ERDP نمونه‌های خام و نمونه‌های عمل آوری شده تفاوت زیادی وجود دارد (۰/۰۱٪). علت افزایش ERDP نمونه‌ها پس از عمل آوری از یک طرف به خاطر افزایش درصد پروتئین نمونه‌ها پس از عمل آوری و از طرف دیگر افزایش میزان مواد محلول در آب (بخش a) است که باعث فعالیت بیشتر میکرووارگانیسم‌های شکمبه و تجزیه بیشتر پروتئین شده است. از طرفی همانگونه که در جدول ۵ مشاهده می‌شود با افزایش سرعت عبور مواد از شکمبه میزان تجزیه‌پذیری مؤثر پروتئین کاهش یافته است زیرا با افزایش سرعت عبور دسترسی میکرووارگانیسم‌های شکمبه به مواد خوراکی کاهش می‌باید. در تحقیق صورت گرفته روی تفاله چغندرقند عمل آوری شده با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا (۱) نیز نتایج مشابه با نتایج فوق گزارش گردیده است.

### نتیجه‌گیری

به طور کلی، عمل آوری تفاله مرکبات با قارچ نوروسپورا سیتوفیلا باعث بهبود غلظت پروتئین خام و افزایش ضرایب هضمی ماده خشک و ماده آلی می‌گردد، لذا پیشنهاد می‌شود اثر این تفاله‌های عمل آوری شده بر عملکرد دام بررسی شود.

آب در نمونه‌های عمل آوری شده، بخش قابل تخمیر این نمونه‌ها با سرعتی مشابه با نمونه‌های خام تجزیه شده است. بین میزان مواد محلول در آب و میزان مواد قابل تخمیر در شکمبه در نمونه‌های مورد استفاده در این آزمایش و مقادیر ارایه شده توسط AFRC (۶) تفاوت وجود دارد که دلیل آن احتمالاً تفاوت بین نمونه‌های استفاده شده در دو آزمایش است. سرعت تجزیه بخش b در هر دو آزمایش یکسان به دست آمد.

همان گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، تجزیه‌پذیری نمونه‌های لیمو و پرتفال عمل آوری شده نسبت به تفاله‌های خام افزایش یافته است. دلیل افزایش تجزیه‌پذیری ماده خشک نمونه‌ها پس از عمل آوری، کاهش درصد دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز آنها است، همچنین افزایش مواد محلول در آب پس از عمل آوری باعث می‌شود که میکرووارگانیسم‌های شکمبه دسترسی بیشتری به منابع انرژی داشته و با راندمان بیشتری مواد غذایی را تجزیه کند با توجه به این موضوع می‌توان نتیجه گرفت که دام می‌تواند به راحتی مقادیر زیادی از تفاله لیمو و پرتفال عمل آوری شده را در جیره روزانه مصرف کند بدون آن که میزان خوراک مصرفی روزانه کاهش یابد. نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج دشتی (۱) مطابقت دارد.

### تجزیه‌پذیری پروتئین

همان گونه که در جدول ۶ ملاحظه می‌شود میزان پروتئین محلول در آب (بخش a) پس از عمل آوری تفاله‌های لیمو و پرتفال به میزان زیادی افزایش یافت. مقدار بخش a تفاله لیموی عمل آوری شده ۱/۸۹ برابر تفاله لیموی خام و مقدار بخش a تفاله پرتفال عمل آوری شده ۱/۸۴ برابر تفاله پرتفال خام بود. تجزیه دیواره سلولی تفاله‌ها توسط قارچ سبب افزایش بخش محلول می‌شود. افزایش میزان مواد محلول در آب موجب تأمین انرژی اولیه بیشتری برای میکرووارگانیسم‌های شکمبه شده و از این طریق موجب تجزیه بیشتر مواد خوراکی موجود در شکمبه و افزایش مصرف خوراک توسط دام می‌شود (۱۰). در تفاله‌های پرتفال عمل آوری شده میزان

### منابع مورد استفاده

۱. دشتی، م. ۱۳۸۰. تعیین ارزش غذایی تفاله چغندرقند عمل آوری شده با قارچ نئوروسپورا سیتوفیلا با استفاده از گاوهای طالشی جراحی شده. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
۲. محمدپور، ا. ۱۳۷۶. غنی‌سازی پروتئین تفاله مركبات به روش تخمیر حالت جامد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
۳. معاونت امور دام جهاد سازندگی. ۱۳۷۸. فرآورده‌های دامی از واردات تا خودکفایی. پیام جهاد سازندگی ۸ (۳): ۲۶-۳۰.
4. AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists, 1990. Official methods of analysis, Fourteenth Edition. AOAC, Washington, DC.
5. Ammerman, C. B. and P. R. Henry. 1991. Citrus and vegetable products for ruminant animals. In: Proceedings, Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle, St Louis, MO.
6. AFRC, 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International, Wallingford, UK.
7. Aregheore, E. M. and J. Ikhataua. 1999. Nutritional evaluation of some tropical crop residues: *In vitro* organic matter, neutral detergent fiber, true dry matter digestibility and metabolizable energy using the Hohenheim gas test. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 5:747-51.
8. Barreto de Menezes, T. J., J. G. de, T. Salva, V. L. Baldini, R. S. Papini and A. M. Sales. 1989. Protein enrichment of citrus wastes by solid substrate fermentation. Process Biochem. 167-171.
9. Forage, A. J. and R. C. Richelato. 1979. Microbial Biomass. Academic Press, London.
10. Gibriel, A. Y., R. M. Mahmoud, M. Goma and M. Abou-Zeid. 1981. Production of single cell protein from cereal by-products. Agric. Wastes 3: 229-240.
11. Grewal, H. S., K. L. Kalra and S. S. Kahlon. 1990. Citrus (Kinnow-mandarin) residue as potential substrate for single cell protein. J. Res. Punjab Agric. Univ. 27:90-96.
12. Griffiths, B. and S. H. Done. 1991. Citrinin as a possible cause of the pruritis, pyrexia, haemorrhagic syndrome in cattle. Vet. Record. 129:113-117.
13. Kayouli, C. and L. Stephen. 2000. Silage from by-products for small holders. In: Silage Making in the Tropics with Particular Emphasis on Small holders. FAO Plant Production and Protection. Paper 161.
14. Labaneiah, M. E. O., S. A. Abou-Donia, M. S. Mohamed and E. M. EL-Zalaki. 1979. Utilization of citrus wastes for the production of fungal protein. J. Food Technol. 14: 95-100.
15. Lequerica, J. L. and B. Lafuente. 1977. Citrus by-products utilization; II. Semisolid fermentation of orange peels by candida utilities. Rev. Agroquim. Technol. Aliment. 17:77.
16. McDonald, P., R. A. Edwards., J. F. D. Greenhalgh and C. A. Morgan. 1995. Animal Nutrition. Addison Wesley Longman.
17. Moo-Young, M., Y. Chisti and D. Vlach. 1993. Fermentation of cellulosic materials to mycoprotein foods. Biochem. Adv. 11: 469-479.
18. Nocek, J. E. 1988. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A Review. J. Dairy Sci. 77:2051- 2069.
19. Raihani, N., W. N. Garrett and R. A. Zinn. 1993. Effects of source of supplemental nitrogen on the utilization of citrus pulp based diets by sheep. J. Anim. Sci. 71: 2310-21.
20. Scerra, V., A. Caridi, F. Foti, M. C. Sinatra and P. Caparra. 2000. Changes in chemical composition during the colonization of citrus pulps by a dairy *Penicillium roquefortii* strain. Bioresource Technol. 72:197-198.
21. Shojaosadati, S. A., R. Faraidouni, A. Madadi-Nouei and I. Mohamadpour. 1999. Protein enrichment of lignocellulosic substrates by solid state fermentation using *Neurospora sitophila*. Resourc. Conserv. and Recycl.
22. Suha Sukan, S. and B. F. A. Yasin. 1986. SCP production from citrus wastes by using constituted mixed fungal inoculum. Process Biochem. 21: 50-53.
23. Tilley, J. M. A and R. A. Terry. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grassland. Soc. 18:104-111.
24. Van Soest, P.J., J.B. Robertson, B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
25. Wing, J. M. 1982. Citrus feedstuffs for dairy cattle. Florida Agricultural Express State Bull. Page 829.