

# بررسی آلودگی های لجن ناشی از تصفیه پساب کشتارگاه های صنعتی و ارایه راهکارهای عملی جهت کاهش آن (مطالعه موردی کشتارگاه صنعتی مشهد)

سید مصطفی خضری<sup>۱</sup>

مسعود منوری<sup>۲</sup>

پروین فرشچی<sup>۳</sup>

شادی کافی ملاک<sup>۴</sup>

shadi\_k\_m@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۶/۱۰/۵

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۸۷/۲/۱۷

**چکیده:** لجن به عنوان یک ماده اضافی در فرآیند تصفیه در طولانی مدت باعث ایجاد مشکلات فراوان در سیستم تصفیه می شود و باید جمع آوری گردد و به روش هایی بهداشتی دفن گردد. دفن لجن به رعایت ضوابط خاصی نیازمند است و معمولاً به دلیل رعایت نکردن این ضوابط محیط زیست آلوده می گردد. آلودگی می تواند از طریق آب و خاک به محصولات کشاورزی و انسان منتقل گردد. بهترین راه مهار این مشکلات استفاده بهینه از این ماده زاید می باشد، زیرا این ماده در صورت عمل آوری صحیح می تواند به یک ماده مفید تبدیل گردد. به این منظور، در این تحقیق به بررسی راهکارهایی جهت کاهش آلودگی لجن تصفیه فاضلاب کشتارگاه صنعتی مشهد به عنوان نمونه و استفاده بهینه از آن پرداختیم. پس از انجام چندین مرحله نمونه گیری از لجن حاصل از تصفیه فاضلاب کشتارگاه صنعتی مشهد، آزمایشات میکروبی، شیمیایی، بررسی فلزات سنگین و خوراک دام بر روی لجن به منظور مقایسه آلودگی آن نسبت به استانداردهای زیست محیطی و پی بردن به ارزش این ماده به عنوان خوراک دام، صورت گرفت. نتایج حاصله نشان دادند که از این لجن می توان به عنوان یک بخش تشکیل دهنده خوراک دام استفاده کرد. پس از جیره نویسی با توجه به استانداردهای خوراک دام، کنسنتره تهیه شد و آزمایشات خوراک دام مجدداً بر روی آن صورت پذیرفت و نتایج حاصل با سایر خوراک ها، از قبیل کنسنتره های تولیدی کارخانجات خوراک دام، سبوس برنج و گندم، کاه و جو، مقایسه شد. پس از رسم منحنی های مربوطه، نتایج نشان دادند کنسنتره تولید شده از لجن تصفیه فاضلاب کشتارگاه صنعتی مشهد دارای ارزش غذایی مناسب به عنوان خوراک دام می باشد. به جرأت می توان گفت که روش پیشنهادی ما، اولین کار تحقیقاتی است که به بررسی لجن حاصل از تصفیه می پردازد و کاربرد این عامل مهم و سرنوشت ساز را در تهیه خوراک دام در نظر می گیرد.

**کلمات کلیدی:** کشتارگاه صنعتی مشهد- لجن تصفیه فاضلاب کشتارگاه- خوراک دام- کنسنتره- جیره غذایی گاو

۱. استادیار دانشکده مهندسی محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

۲. استادیار دانشکده مهندسی محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

۳. استادیار دانشکده مهندسی محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

۴. کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات (مسئول مکاتبات)

## مقدمه

کشتارگاه های صنعتی دارای فاضلاب و ضایعات بسیار آلوده می باشند. آلودگی های فاضلاب ناشی از کشتارگاه ها، یکی از مشکلات عمده کشتارگاه های سراسر دنیا می باشد. [۱]

لجن حاصل از تصفیه فاضلاب نیز به عنوان ماده زاید جانبی در سیستم تصفیه فاضلاب حایز اهمیت است. زیرا که لجن حاصل از تصفیه فاضلاب کشتارگاه ها شامل آلاینده هایی از قبیل پاتوژن های حیوانی و قابل انتقال از دام به انسان می باشد و برخی از این عوامل بیماری زا حتی طی طرح تصفیه بی هوازی قادر به زیست بوده و در لجن های هضم شده یافت می شود و این امر ریسک بهداشتی استفاده از این لجن ها را به عنوان کود افزایش می دهد، زیرا پس از استفاده از چنین لجن هایی به عنوان کود زراعی گاوهای آلوده به کرم کدو مشاهده شدند. [۲] [۳]

همچنین لجن های فاضلاب عمدتاً حاوی فلزات سنگین هستند که می توانند در خاک باقی مانده و موقعیتی مخاطره آمیز برای انسان، حیوان و گیاه به وجود آورند. [۴] به خاطر وجود این آلودگی ها، در دهه های اخیر روش های مختلف سوزاندن لجن و دفع لجن در اراضی و اقیانوس ها با محدودیت قانونی مواجه شد در نتیجه انواع روش های استفاده مجدد از لجن به طور گسترده ای مورد توجه قرار گرفت. زیرا طبق قوانین ترمودینامیک، ضایعات نابود نمی شوند، تنها می توان آن ها را به موادی با ترکیبات مختلف تبدیل کرد که سرانجام وارد آب، خاک و اتمسفر می گردند. استفاده از حیوانات مزرعه در امر به مصرف رساندن ضایعات، دستاوردی امیدوار کننده جهت حداقل کردن اثر ضایعات بر محیط زیست با کاهش کمی ضایعات آلوده کننده محیط زیست است. [۲] زیرا که لجن تصفیه فاضلاب با رطوبت مناسب و میزان مجاز فلزات سنگین و عوامل بیماری زا، به عنوان پارامتر مؤثر در خوراک دام استفاده می شود. البته اطلاعات ناچیزی در مورد تغذیه دام از لجن ها وجود دارد ولی عده ای از دانشمندان بر این حقیقت تأکید داشته اند که، لجن ها مواد خام بسیار ارزانی هستند که در مقادیر تقریباً نامحدود در دسترس می باشند و مورد استفاده قرار دادن آن ها باعث پاکیزگی محیط زیست می شود. آن ها لجن ها را به عنوان منابعی از اسیدهای آمینه و ویتامین های گروه B مورد توجه قرار داده اند. [۲]

استفاده از لجن به عنوان کود، سیمان و... در ایران رواج دارد ولی تا کنون استفاده های خوراکی از لجن تصفیه فاضلاب کشتارگاه ها به عمل نیامده است [۵]. در تحقیقی که بر روی لجن تصفیه فاضلاب شهری صورت گرفته است نشان داده شده که وقتی در جیره غذایی خوک، طیور و نشخوارکنندگان به ترتیب ۵٪، ۸٪ و ۸٪ از لجن استفاده گردد مشکل تغذیه ای به وجود نخواهد آمد و این مواد می توانند تأمین کننده بخشی از خوراک دام مورد نظر باشند [۶]. در کشورهای خارجی استفاده از ضایعات به عنوان

خوراک های غیر معمول در تغذیه حیوانات حائز اهمیت است. در یکی از کشتارگاه های آفریقا، از لجن تصفیه فاضلاب که حدود ۴۰ درصد پروتیین داشت به عنوان مکمل خوراک دام استفاده شد، طوریکه هزینه های صرف شده جهت تصفیه و عمل آوری لجن از طریق فروش محصول مورد نظر در عرض یک سال جبران شد. [۷] در ادامه مقاله که شامل هفت بخش می باشد مطالب زیر آورده شده است: در فصل دوم به بررسی محل انجام تحقیق می پردازیم. در فصل سوم مراحل نمونه گیری و آزمایشات لجن معرفی می گردند. آزمایشات خوراک دام بر روی لجن مورد تحقیق جهت بررسی کمبودها و بهبودها و قابلیت استفاده در فصل چهارم مورد بررسی قرار می گیرد. در فصل پنجم مراحل تهیه خوراک دام را معرفی می نماییم. فصل شش حاوی نتایج آزمایشات و بررسی های صورت گرفته است و در فصل آخر نتایج و کارهای آتی در این زمینه پیشنهاد می گردد.

### بررسی محل انجام تحقیق (سیستم تصفیه خانه کشتارگاه صنعتی مشهد)

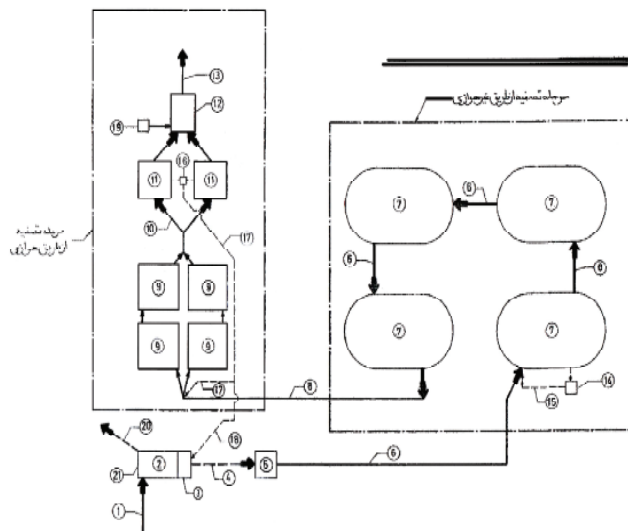
این تحقیق بر روی لجن بی هوازی حاصل از تصفیه خانه کشتارگاه صنعتی مشهد صورت گرفته است. کشتارگاه صنعتی مشهد در زمینی به مساحت ۲۸ هکتار در حاشیه خط راه آهن مشهد - تهران و در مجاورت ایستگاه سلام واقع شده است و یکی از مهم ترین مراکز استحصال و تبدیل گوشت در استان خراسان می باشد. واحدهای تشکیل دهنده این کارخانه در جدول شماره (۱) ذکر شده است. سیستم تصفیه فاضلاب کشتارگاه صنعتی مشهد به صورت جدول شماره (۱) مشخص شده است. در این کشتارگاه میزان ورودی فاضلاب با کشتار متوسط برابر ۸۰۰ متر مکعب در نظر گرفته می شود. این میزان فاضلاب وارد سیستم آشغال گیری شده و از آنجا به سیستم تصفیه اختیاری منتقل می شود. این بخش شامل ۴ لاگون اختیاری می باشد که هر کدام از این لاگون ها بر اساس ۸ شبانه روز زمان ماند طراحی شده اند. پس از این مرحله فاضلاب وارد مرحله تصفیه هوازی می شود، در این بخش ۴ لاگون که ۲ به ۲ سری و موازی هستند وجود دارد. پس از این بخش فاضلاب وارد مرحله ته نشینی شده و از آنجا وارد استخرهای کلر زنی می گردد و سپس در انتهای بخش، فاضلاب تصفیه شده به زمین های کشاورزی اطراف پمپ می شود. نمودار شماره (۱)

### مراحل نمونه گیری و آزمایشات لجن

در ابتدا نمونه گیری از لجن، به صورت تصادفی و به مقدار کافی و همگن صورت گرفت. نمونه لجن با استفاده از میله فلزی بلندی که در انتهای آن طرفی متصل بود مطابق شکل شماره (۱) از لاگون شماره ۳ که یک لاگون اختیاری می باشد برداشته شد. لجن مطابق شکل به حالت قیری شکل و نیمه

جدول ۱. واحدهای صنعتی زیر مجموعه مؤسسه [کشتارگاه صنعتی مشهد، ۱۳۸۶]

ردیف	نام واحد	ظرفیت
۱	خطوط کشتار گوسفندی	ذبح و استحصال ۴۰۰۰ راس گوسفند در یک شیفت کاری (در دو خط مجزا)
۲	خط کشتار گاوی	ذبح و استحصال ۲۵۰ راس گاو و ۶۰ نفر شتر در یک شیفت کاری
۳	سالن انتظار	جهت نگهداری دام با ظرفیت ۲۵۰ راس گاو و ۴۰۰۰ راس گوسفند و ۱۰۰ نفر شتر
۴	سردخانه	سی و یک واحد سردخانه مجزا به ظرفیت ۵۰۰۰ تن شامل سردخانه های زیر صفر ، صفروتونل انجماد
۵	بسته بندی	دو سالن مجزا جهت بسته بندی گوشت و آلایش بصورت فانتزی و کارتنی با ظرفیت ۱۰ تن در روز
۶	رندرینگ	دارای سه سالن مجزا جهت تبدیل ضایعات دامی به پودر گوشت و استخوان با ظرفیت ۲ تن در روز
۷	همبرگر	دارای توانایی تولید انواع همبرگر و کباب لقمه با ظرفیت ۲۰ تن در ماه
۸	پودر خون	با توانایی تبدیل ۱۰۰۰۰ لیتر خون استصحالی روزانه به ۲ تن پودر خون
۹	تصفیه فاضلاب	دارای ۲۰ لاگون هوازی ، اختیاری و توان تصفیه ورودی ۸۰۰ متر مکعب فاضلاب
۱۰	کله پاک کنی	دارای دو سالن مجزا کله پاک کنی گاوی و گوسفندی با ظرفیت متناسب با کشتار روزانه
۱۱	پوست	جهت نگهداری و آماده سازی پوست انواع دام سبک و سنگین با ظرفیت کامل کشتار روزانه
۱۲	زهتابی	با دو سالن مجزا جهت تمیز و پاک کردن شکمبه و روده دام با ظرفیت کامل کشتار روزانه
۱۳	بازار دام	جهت خرید و فروش و نگهداری دام با ظرفیت ۱۰۰۰ راس گاو و ۲۰۰ نفر شتر
۱۴	بارشکمی	با ظرفیت خشک کردن ۱۰ تن محتویات بار شکمی دام و عرضه آن در بازار
۱۵	تاسیسات	مجهز به دو دیگ بخار و با ظرفیت ۲۰ تن جهت تولید بخار ، مخازن آب با ظرفیت ۸۰۰ متر مکعب زیر زمین و ۴۰ مترمکعب هوایی و قسمت برق با ظرفیت ۱ مگاوات



نمودار ۱. سیستم تصفیه فاضلاب کشتارگاه مشهد ، ۱۳۸۶

۱۹۹۵ و اندازه گیری نیتريت با روش رنگ سنجی و فسفات توسط جذب اتمی با دستگاه اسپکتوفتومتر مطابق با استاندارد متد سال ۱۹۹۵ صورت پذیرفت. نتایج به صورت جدول شماره (۲) ذکر شده است.

## ۲. آزمایشات مربوط به پارامترهای میکروبی لجن

به منظور بررسی آلودگی های میکروبی لجن، نمونه گیری از لجن در دو مرحله صورت گرفت و نمونه به منظور بررسی قارچ، باکتری و انگل به آزمایشگاه مرکزی اداره کل دامپزشکی خراسان رضوی منتقل و آزمایشات براساس استانداردهای اداره کل دامپزشکی خراسان رضوی به صورت زیر انجام شد.

### • بررسی باکترهای موجود در لجن

در این نوع آزمایش، بررسی باسیل های موجود در لجن مدنظر می باشد. برای شناسایی باسیل های موجود در لجن به غیر از باسیلوس آنتراسیس که عامل بیماری شاربن می باشد، بعد از رقیق سازی نمونه لجن، از محیط بلادآگار برای

جامد و سیاه رنگ می باشد. آن را در ظرف سر بسته ای ریخته و به منظور انجام آزمایش های شیمیایی، اندازه گیری فلزات سنگین، آزمایش های میکروبی و آزمایش های مربوط به خوراک دام (به منظور بررسی ارزش غذایی لجن) به آزمایشگاه منتقل می گردید. برای انجام هر کدام از آزمایش ها نمونه گیری لجن به طور جداگانه و در فواصل زمانی مختلف صورت گرفت. لازم به ذکر است برای انجام آزمایشات فوق لجن به همان صورت که نمونه گیری شد به صورت آسفد<sup>۱</sup> (به شکل طبیعی که حاوی رطوبت و ماده خشک است) به آزمایشگاه منتقل گردید.

### ۱. آزمایشات مربوط به پارامترهای شیمیایی لجن

جهت ارایه راه کارهایی جهت کاهش آلودگی های لجن لازم است قبل از هر اقدامی آلودگی های لجن مورد آزمایش قرار گیرد. به همین منظور نمونه لجن به همان صورت که نمونه گیری شد (حاوی رطوبت و ماده خشک)، به آزمایشگاه مرکز تحقیقات زیست محیطی استان خراسان منتقل شد. در این آزمایشگاه آزمایشات مربوط به BOD و COD بر اساس استاندارد متد سال



شکل ۲. کشت نمونه باکتری، آزمایشگاه اداره کل دامپزشکی، ۸۵



شکل ۱. لجن بی هواری تصفیه فاضلاب کشتارگاه صنعتی مشهد، ۱۳۸۵

جدول ۲. پارامترهای شیمیایی موجود در لجن فاضلاب کشتارگاه مشهد

نتیجه (PPM)	تست
۹۹۰	BOD <sub>5</sub>
۲۰۵۵	COD
۲	نیتريت
۱۸۹۰	فسفات
۷/۲	pH

کرده و در هر دو محیط بلادآگار و نوترینت براس، اسپورها را رشد داده و از فاکتورهای مختلف جهت بررسی و شناسایی این باسیل استفاده می گردد.

#### • آزمایش مربوط به قارچ شناسی لجن

برای بررسی قارچ در نمونه ، ابتدا لجن را توسط سرم فیزیولوژی رقیق کرده و آن را در محیط کشت ساپرو دکس تروز آگار کشت داده و به مدت ۲ تا ۵ روز در دمای ۲۵ درجه در انکوباتور قرار داده می شود. اگر نمونه حاوی قارچ باشد ، کلنی های قارچ تشکیل شده و برای شناسایی آن ها ، از روش های ماکروسکوپی و میکروسکوپی کمک گرفته می شود.

#### • آزمایش مربوط به تشخیص انگل در لجن

در این جا برای شناسایی انگل از روش شناورسازی استفاده شد. نتایج آزمایشات به صورت جدول شماره (۴) نشان داده شده است.

کشت استفاده شد. پس از تشکیل، نوع کلنی ها به صورت میکروسکوپی و ماکروسکوپی تشخیص داده شد. در این آزمایش باسیلوس سوبتیلیس که باسیل خاک می باشد [۸] در محیط به صورت کلنی های نامنظم و کنگره ای دیده شد که خاصیت همولیز داشته و باعث کدر شدن محیط کشت می شود. در این آزمایش به منظور بررسی باسیلوس آنتراسیس که باکتری بسیار خطرناکی می باشد و از اهمیت بیش تری برخوردار است ، به طور جداگانه نمونه را کشت می دهند.

#### • آماده سازی و کشت نمونه

نمونه را در محیط «لاکتوز براس» کشت داده ، به این صورت که محیط کشت «لاکتوز براس» را داخل نمونه ریخته مطابق شکل شماره (۲) در دمای ۶۴ درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه داخل انکوباتور نگهداری می شود. بعد از این که در محیط کشت اسپور مشاهده شد، آن را به فرم رویشی تبدیل

جدول ۳. میکروبیولوژی لجن تصفیه فاضلاب کشتارگاه صنعتی مشهد، ۸۶

نمونه لجن	۸۶/۲/۱۷	۸۶/۳/۲۳
قارچ	منفی	منفی
انگل	منفی	منفی
باکتری	به تعداد ۱۰۲ گرم باسیلوس سوبتیلیس	منفی
باسیلوس آنتراسیس	منفی	منفی

جدول ۴. فلزات سنگین موجود در لجن کشتارگاه صنعتی، ۸۵

پارامترها	نتیجه بر حسب (ppm)
As	منفی
Hg	منفی
Ni	۱/۲
Mn	۱۵/۶
Cu	۲/۶۹
Pb	۱/۶۸
Cr	۱/۸
Cd	۰/۲۸
Co	۰/۱۶

در حرارت ۵۵۰ درجه سانتیگراد موجب تبدیل آن‌ها به خاکستر می‌شود. خاکستر ممکن است حاوی عناصری نظیر گوگرد و فسفر که در ترکیب مواد آلی مثل پروتئین‌ها شرکت دارند باشد یا حاوی مقداری از عناصر فراوان مثل سدیم، کلسیم، پتاسیم، فسفر و گوگرد باشد که در جریان سوختن از بین می‌روند بنابراین خاکستر مقدار حقیقی مواد معدنی غذا را از لحاظ کیفیت و کمیت تعیین نمی‌کند.

پروتئین خام: از طریق روش کجلدال و توسط ۲ دستگاه هضم پروتئین و کلدال اندازه‌گیری می‌شود.

ازت آزاد: بسیاری از ترکیباتی که دارای پروتئین بالا هستند مانند پودر گوشت در طول مدت ذخیره و نگهداری به علت وجود میکروارگانیسم‌ها و عدم شرایط محیطی مناسب نگهداری دچار تغییراتی از قبیل فساد باکتریایی و قارچی می‌شود و این تغییرات در اثر فعالیت آنزیم‌های مترشحه از باکتری‌ها در گوشت به وجود می‌آیند و نتیجه این فعل و انفعالات باعث تولید و آزاد شدن مقادیری مواد فرار و آمونیاک از گوشت و پودر ماهی می‌شود. مصرف ترکیباتی با میزان ازت آزاد بیش از حد مجاز در جیره طیور و دام باعث بروز مسمومیت می‌گردد [۱۰].

چربی خام: برای اندازه‌گیری چربی از دستگاه دسیکاتور و از دستگاه سوکسله جهت چربی‌گیری استفاده شد.

فیبر خام: بخش فیبر خام شامل سلولز می‌باشد. آزمایش تعیین فیبر خام در ابتدا به منظور محاسبه مواد غیر قابل هضم غذا متداول گردید ولی نشخوارکنندگان قادرند قسمت اعظم فیبر خام را به وسیله ی باکتری هضم و سپس جذب نمایند [۹].

کلسیم: روش اندازه‌گیری آن به روش ماکرو و میکرو می‌باشد. در این جا برای اندازه‌گیری کلسیم روش ماکرو به کار رفت.

فسفر: اندازه‌گیری فسفر خوراکی دام تهیه شده با استفاده از مولیبدوانادات آمونیوم بر اساس استاندارد ملی ایران (۵۳۰) صورت گرفت. جدول شماره (۶)

## ۲. مقایسه پارامترهای لجن کشتارگاه صنعتی مشهد با پارامترهای خوراک دام

به منظور بررسی عملی شدن تولید خوراک دام از لجن لازم است قبل از انجام مراحل تهیه خوراک دام و جیره نویسی پارامترهای اندازه‌گیری شده با استانداردهای خوراک دام از لحاظ ارزش غذایی و آلودگی‌های میکروبی مقایسه شده و از عملی شدن این روش اطمینان حاصل گردد. مطابق با جدول شماره (۸)، حد مجاز میکروارگانیسم‌ها در مواد غذایی دام با لجن مقایسه شده است و در جدول شماره (۹)، مواد معدنی مجاز و تقریبی در خوراک دام با مواد معدنی موجود در لجن مقایسه شدند.

## ۳. آزمایشات مربوط به بررسی فلزات سنگین در لجن

در این تحقیق میزان فلزات As, Hg, Ni, Mn, Cu, Pb, Cr, Cd و Co اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فلزات سنگین، لجن به همان صورت که نمونه‌گیری شد (حاوی رطوبت و ماده خشک) به آزمایشگاه شیمی پارک علمی و فن آوری خراسان منتقل شد. مشخص کردن فلزات توسط دستگاه جذب اتمی صورت گرفت و کلیه مراحل مربوط به جذب اتمی از قبیل تهیه مواد مورد نیاز، نمونه برداری، تنظیم مقیاس دستگاه، روش کار و محاسبه مطابق با استاندارد متد شماره ۲۳۵۴ ایران انجام شد. نتایج بر حسب ppm در جدول شماره (۴) آورده شده است و در جدول شماره (۵) نتایج به منظور لزوم مقایسه با استانداردهای خوراک دام به میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک تبدیل گردید.

## آزمایش خوراک دام بر روی لجن

آزمایشات خوراک دام از طریق تجزیه مقدماتی<sup>۱</sup> صورت می‌گیرد و به نام تجزیه ویندر<sup>۲</sup> نامیده می‌شود [۹]. در این روش لجن را به ۲ جزء کلی رطوبت و ماده خشک تقسیم می‌نمایند و به طور دقیق تر به ۶ جزء رطوبت، الیاف خام، چربی خام، پروتئین خام، ازت آزاد و خاکستر تقسیم می‌نمایند. از روی نتایج حاصل می‌توان اطلاعات سودمندی درباره ارزش غذایی نمونه مورد آزمایش به دست آورد [۱۰]. کلیه آزمایشات مربوط به اندازه‌گیری پارامترهای موثر برای خوراک دام مطابق با استانداردهای موجود در آزمایشگاه اداره کل دامپزشکی خراسان صورت پذیرفت و نتایج به صورت جدول شماره (۶) آورده شده است. از آن جا که خوراک‌ها از نظر رطوبت بسیار متغیر هستند بسیار ساده است ترکیب غذاها و احتیاجات غذایی دام‌ها براساس ماده خشک بیان گردد [۱۱]. به همین منظور پارامترهای خوراک دام موجود در لجن را در ۱۰۰ درصد ماده خشک به دست آورده و نتایج حاصل از تناسبات به صورت جدول شماره (۷) می‌باشد.

## ۱. روش تعیین پارامترهای خوراک دام

رطوبت خام: شامل کلیه موادی است که در حرارت ۱۰۳ با انحراف معیار ۲ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲ ساعت فرار باشد یک پلیت شیشه‌ای را که حداقل به مدت دو ساعت در آن با دمای ۱۰۰-۱۰۵ درجه سلسیوس برای رطوبت‌گیری قرار داده و به مدت ۱۵ دقیقه در داخل دسیکاتور گذاشته و پلیت سرد شده را با ترازوی حساس آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم وزن کرده حدود ۱۵ تا ۲۰ گرم نمونه را داخل پلیت توزین نموده وزن دقیق آن یادداشت می‌شود. پلیت حاوی نمونه را پس از ثبت شماره حداقل ۸ ساعت داخل فور قرار داده می‌شود. پلیت و نمونه رطوبت‌گیری شده را به مدت ۱۵ دقیقه در دسیکاتور سرد نموده و وزن کشی نموده و میزان رطوبت از روابط ریاضی به دست می‌آید.

خاکستر خام: از آن جایی که مواد اکثراً از کربن تشکیل شده اند سوزاندن آن‌ها

1. Proximate analysis

2. Weender

جدول ۰۶. پارامترهای خوراک دام در لجن کشتارگاه صنعتی مشهد، ۸۵

نتیجه (درصد)	تست
۷۳/۷	رطوبت
۲۶/۳	ماده خشک
۳/۹	پروتئین خام
۰/۵۶	چربی
۱۴/۹	خاکستر
۰/۵	فیبر خام
۴۶۴(Kcal/kg)	انرژی

جدول ۰۵. فلزات سنگین موجود در کشتارگاه مشهد بر حسب (mg/kg)

پارامترها	نتیجه بر حسب (mg/kg)
Ni	۰/۳۱
Mn	۴/۱۰
Cu	۰/۷۷
Pb	۰/۴۴
Cr	۰/۴۷
Cd	۰/۰۷
Co	۰/۰۴

جدول ۰۷. پارامترهای خوراک دام لجن در ۱۰۰٪ ماده خشک

نتیجه (درصد)	تست
۱۰۰	ماده خشک
۱۴/۸	پروتئین خام
۲/۱	چربی
۵۶/۶	خاکستر
۱/۹	فیبر خام
۴۶۴(Kcal/kg)	انرژی

جدول ۰۸. مقایسه حد مجاز میکروارگانیسم ها در مواد غذایی دام و طیور با لجن کشتارگاه [۸]

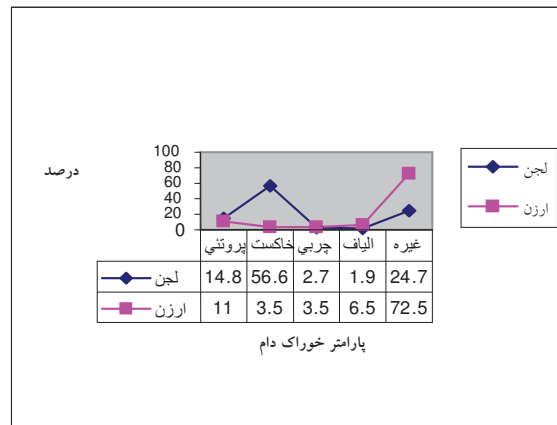
میکروارگانیسمهای بیماری زا	مواد غذایی با منشأ حیوانی	مواد غذایی با منشأ پروتئین گیاهی	خوراک کامل طیور	لجن ناشی از تصفیه فاضلاب کشتارگاه مشهد
اشربیشیاکلی	کم تر از یک عدد در یک گرم	کم تر از ۱۰ عدد در یک گرم	کم تر از ۱۰ عدد در ۱ گرم	-
سالمونلا	در ۲۵ گرم منفی می باشد	در ۲۵ گرم منفی می باشد	در ۲۵ گرم منفی می باشد	-
کپک ها	حداکثر ۱۰۴ در یک گرم	حداکثر ۵×۱۰۵ در یک گرم	حداکثر ۵×۱۰۴ در یک گرم	-
شمارش کل باکتری	حداکثر ۱۰۶ در یک گرم	حداکثر ۵×۱۰۵ در یک گرم	حداکثر ۱۰۶ در یک گرم	-

جدول شماره ۰۹. مقایسه مواد معدنی لجن کشتارگاه با مواد معدنی مجاز و تقریبی در خوراک دام [۱۱]، [۲]

مواد معدنی	استاندارد در خوراک دام (mg/kg)	لجن تصفیه فاضلاب کشتارگاه (mg/kg)
As	۲	-
Hg	۰/۱	-
Ni	نسبتاً غیر سمی	۰/۱۳
Mn	۰/۲-۰/۵	۴/۱
Cu	۱-۵	۰/۷
Pb	۱۰	۰/۴
Cr	۱	۰/۴
Co	۰/۱-۰/۰۲	۰/۰۴
Nox	۲۰۰	۰/۵



نمودار ۳. مقایسه ارزش غذایی لجن و تفاله چغندر قند به عنوان خوراک دام



نمودار ۲. مقایسه ارزش غذایی ارزن و لجن به عنوان خوراک دام

جدول ۱۰. مقایسه رطوبت مجاز مواد غذایی با رطوبت لجن کشتارگاه [اداره کل دامپزشکی خراسان رضوی، ۱۳۸۵]

میزان رطوبت مجاز بعضی از مواد غذایی	حداکثر
پودر ماهی و پودر گوشت	٪۱۰
کنجاله سویا	٪۱۰
چربی مورد استفاده در غذای طیور	٪۲
ذرت	٪۱۴
لجن کشتارگاه	٪۷۳/۷

- مخلوط کردن مواد با لجن آسیاب شده
- انجام عملیات آزمایشگاهی

### روش عمل آوری لجن

ابتدا مطابق شکل شماره (۳)، لجن را حرارت داده و در مقابل آفتاب قرار داده تا کاملاً آب خود را از دست دهد. پس از خشک شدن کامل، لجن را آسیاب کرده و جیره نویسی توسط کارشناس خوراک دام برای گاو پرواری که در سنین بین ۳ ماه تا ۲ سال می باشد انجام شد و تهیه مواد جیره مطابق با جدول شماره ۱ صورت گرفت.

مصرف کنسانتره در تغذیه گاوهای پرواری باید بین ۱ تا ۱/۵ درصد وزن بدن باشد و لجن به نحو مطلوبی می تواند در کنسانتره به کار رود [۶] و مطابق شکل شماره (۴)، خوراک دام تهیه شد. شکل شماره (۴) و (۳) به منظور بررسی ارزش غذایی کنسانتره تهیه شده، نمونه به آزمایشگاه منتقل شد و نتایج به صورت جدول شماره (۱۲) ذکر شده است.

همچنین به منظور بررسی ارزش غذایی لجن قبل از عمل آوری از نظر پارامترهای خوراک دام در نمودارهای شماره (۲) و (۳)، ارزش غذایی لجن با ارزش غذایی ارزن و چغندر قند مقایسه شده است.

### مراحل تهیه خوراک دام

بعد از انجام مراحل مقایسه پارامترهای خوراک دام لجن با استانداردهای مربوط به خوراک دام لازم است عمل آوری لجن به منظور پایین آوردن رطوبت آن تا میزان مجاز مطابق با جدول شماره (۱۰)، صورت گیرد. مطابق با مراحل زیر خوراک دام تهیه شد.

- عمل آوری لجن و رساندن رطوبت آن به ۷ درصد
- خشک کردن لجن عمل آوری شده
- آسیاب کردن لجن عمل آوری شده
- جیره نویسی
- تهیه مواد جیره و آسیاب کردن هر یک از مواد



جدول ۱۱. جیره غذایی گاو پرواری برای سنین ۳ ماه تا ۲ سال

مقدار (بر حسب درصد)	مواد تشکیل دهنده جیره
۷	پودر لجن خشک شده
۱۰	تفاله خشک چغندر قند
۳۰	سبوس گندم
۴۰	جو
۱۳	کنجاله ی تخم پنبه
۱۰۰	جمع کل

جدول شماره ۱۲. پارامترهای خوراک دام کنسانتره تولیدی [ اداره کل دامپزشکی خراسان رضوی، ۸۶/۶/۵ ]

نتیجه	تست
٪۶/۸	رطوبت
٪۹۳/۲	ماده خشک
٪۱۴	پروتئین خام
۱۰/۶ ۱۰۰gr/Mg	TVN (ازت آزاد)
٪۱/۶	چربی
٪۸/۷	خاکستر
٪۱۳/۵	فیبر خام
Kcal/kg ۳۹۲۰	انرژی
٪۰/۴	نمک
٪۰/۶۱	کلسیم
٪۰/۴۷	فسفر



شکل ۴. کنسانتره تهیه شده با لجن



شکل ۳. حرارت دان لجن کشتارگاه صنعتی مشهد، ۸۶

## نتایج

### ۱. مقایسه پارامترهای لجن کشتارگاه صنعتی مشهد با استانداردها

در این بخش به منظور بررسی آلودگی های لجن و پی بردن به ارزش غذایی کنسانتره تهیه شده، مقادیر اندازه گیری شده با استانداردها و سایر خوراک های معمول برای دام مقایسه شدند. در جدول شماره (۱۳)، مواد آلاینده لجن با استانداردهای خروجی فاضلاب جهت بررسی اثرات سوی این ماده بر محیط زیست مقایسه شد. جدول شماره (۱۴)، فلزات سنگین موجود در لجن را با استانداردهای خروجی فاضلاب جهت بررسی اثرات سوی این ماده در صورت دفع در محیط زیست نشان می دهد.

### ۲. مقایسه خوراک تهیه شده با سایر خوراک ها

در نمودارهای شماره ۴، ۵ و ۶ خوراک تهیه شده از لحاظ پارامترهای مورد نیاز دام به ترتیب با کنسانتره تولیدی توسط کارخانه خوراک دام پارس و سبوس برنج و سبوس گندم مقایسه شد.

### ۳. بحث و تفسیر نتایج

بر اساس جدول شماره (۱۳)، مشاهده می شود که پارامترهای شیمیایی لجن به غیر از pH و نیتريت بیش از استانداردهای خروجی فاضلاب می باشد و تخلیه لجن در آب های سطحی و زیر زمینی و مصارف کشاورزی، مغایر با استانداردها و ضوابط زیست محیطی است. در بین پارامترهای ذکر شده، میزان COD و فسفات به مقدار قابل توجهی بالاست. بالا بودن مواد آلوده کننده لجن نسبت به استانداردهای فاضلاب باعث می شود تا تدابیری جهت جلوگیری از تخلیه لجن به محیط زیست و جلوگیری از آلودگی آن اندیشیده شود. طبق نظریه مهندسين تصفيه فاضلاب کشتارگاه، بالا بودن فسفات به میزان زیاد (۱۸۹۰ ppm) به علت راه یافتن مقادیر بسیار زیادی از مواد داخل شکمبه دام به لاگون های تصفیه فاضلاب می باشد و علت این امر به علت سیستم ناقص تصفیه مکانیکی در این کشتارگاه می باشد.

مطابق با جدول شماره (۱۴)، میزان فلزات سنگین موجود در لجن با استانداردهای زیست محیطی فاضلاب مقایسه شد و دیده می شود که میزان فلزات Ni، Hg، As، Cd و Co نسبت به استاندارد ناچیز می باشند و آلودگی در آب های سطحی، زیر زمینی و مصارف کشاورزی ایجاد نمی کند. همچنین فلزات Cu، pb، cr تا حدودی نزدیک به استاندارد هستند ولی در بین فلزات موجود Mn به میزان زیادی با استاندارد فاصله دارد و جدول شماره (۹)، مقادیر ذکر شده را با مواد معدنی مجاز در خوراک های دامی نشان می دهد. در بین عناصر موجود در لجن، در مقایسه با استانداردهای خوراک دام، منگنز بیش تر از استاندارد می باشد و بقیه عناصر در حد تعیین شده می باشند. در بعضی از منابع عوارض و مسمومیت هایی که منگنز ایجاد می کند

شامل کاهش اشتها و تأخیر در رشد حیوانات می باشد. همچنین در بعضی از منابع دیگر ذکر شده است که مسمومیت با منگنز به ندرت اتفاق می افتد و منگنز در بیش تر خوراک های دامی یافت می شود، به طوری که سبوس برنج و پوسته های خارجی بذر گندم از منابع غنی منگنز به شمار می آیند و اکثر مراتع ۲۰۰-۴۰ میلی گرم در کیلوگرم منگنز دارند [۶] [۱۱].

مطابق با جدول شماره (۳)، لجن بی هوازی کشتارگاه صنعتی مشهد فاقد عوامل بیماری زا (قارچ، انگل و باکتری) می باشد. این لجن فقط حاوی باسیلوس سوبیتیلیس<sup>۱</sup> است. این باسیل فاقد هر گونه عامل خطرناک و بیماری زا بوده و در خاک به طور معمول وجود دارد و در تخمیر اسیدی و به طور کلی در تجزیه مواد آلی به طور موثر شرکت دارد [۱۲]. بیماری زا بودن لجن به عنوان عامل موثر و مفید برای استفاده از این ماده به عنوان پارامتر تشکیل دهنده خوراک دام محسوب می گردد. زیرا که، این لجن در مقایسه با سایر لجن های دیگر کشتارگاه ها در وضعیت مطلوبی قرار دارد به طوری که در تحقیقی لجن ۱۳ کشتارگاه را بررسی کردند و لجن حاصل از این کشتارگاه ها بسیار آلوده بودند، طوری که در تمامی لجن ها سالمونلا که به عنوان باکتری بیماری زا و مشترک بین انسان و دام مطرح می باشد و عامل بیماری سالمونلوز است دیده شد [۱۳].

نمودار شماره (۲)، نتیجه مقایسه لجن و ارزن را نشان می دهد. پروتیین لجن از ارزن به عنوان ارزش غذایی بالاتر است. وجود الیاف خام زیاد در ارزن، این ماده را برای هضم توسط حیوانات جوان نامناسب می سازد. منظور از کلمه غیره در ستون آخر جدول، شامل موادی از قبیل نشاسته، قند، الیاف نامحلول و مواد معدنی می باشد.

نمودار شماره (۳) پارامترهای لجن و تفاله چغندر قند را به عنوان پارامتر خوراک دام نشان می دهد. طبق جدول میزان پروتیین و چربی لجن بیش تر از تفاله چغندر قند می باشد در صورتی که اگر میزان ماده ی خشک تفاله چغندر قند ۳۰٪-۲۰٪ باشد با داشتن چنین درصد چربی، یک خوراک انرژی زای مطلوب برای دام ها محسوب می شود [۱۴].

با توجه به این که لجن های عاری از تخم های انگلی و عوامل بیماری زا را می توان با استفاده از حرارت دادن در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه تهیه نمود [۲]. برای اطمینان بیش تر، برای عمل آوری لجن از روش حرارت دادن استفاده شد. در تحقیقی دیگر میزان جذب فلزات سنگین در مزارع کاهو که توسط لجن فاضلاب کوددهی شده بودند در جنوب استرالیا در آدلاید بررسی شده است. براساس این تحقیق میزان جذب فلزات سنگین کادمیوم، مس، نیکل، منگنز، سرب و روی در مزارعی که به طور مداوم از لجن استفاده شد بررسی شد و به نتیجه رسیدند استریلیزاسیون لجن ها از طریق حرارت

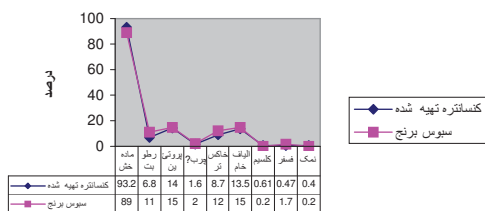
1. Bacillus subtilis

جدول ۱۴. مقایسه فلزات سنگین موجود در لجن با استانداردهای خروجی فاضلاب [ضوابط و استانداردهای زیست محیطی، ۱۳۸۲]

شماره	فلزات سنگین	تخلیه به آب های سطحی mg/L	تخلیه به چاه جاذب mg/L	مصرف کشاورزی و آبیاری mg/L	لجن تصفیه خانه کشتارگاه مشهود mg/L
۱	AS	۰/۱	۰/۱	۰/۱	ندارد
۲	Hg	ناچیز	ناچیز	ناچیز	ندارد
۳	Ni	۲	۲	۲	۱/۲
۴	Mn	۱	۱	۱	۱۵/۶
۵	Cu	۱	۱	۰/۲	۲/۹۶
۶	Pb	۱	۱	۱	۱/۶۸
۷	Cr	۰/۵	۱	۱	۱/۸
۸	Cd	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۲۸
۹	Co	۱	۱	۰/۰۵	۰/۱۶

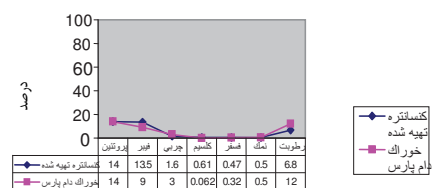
جدول ۱۳. مقایسه مواد آلوده کننده لجن با استانداردهای خروجی فاضلاب [ضوابط و استانداردهای زیست محیطی، ۸۲]

مواد آلوده کننده	تخلیه به آب های سطحی mg/L	تخلیه به چاه فاضلاب mg/L	مصارف کشاورزی و آبیاری mg/L	لجن تصفیه خانه کشتارگاه صنعتی مشهود mg/L
BOD <sub>5</sub>	۵۰	۵۰	۱۰۰	۹۹۰
COD	۱۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۲۰۵۵
pH	۶/۵-۸/۵	۵/۹	۶-۸/۵	۷/۲
نیتریت بر حسب (NO <sub>2</sub> )	۱۰	۱۰	-	۲
فسفات بر حسب (فسفر)	۶	۶	-	۱۸۹۰



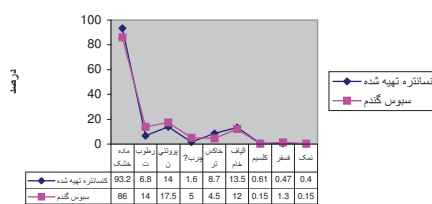
پارامترهای خوراک دام

نمودار ۵. مقایسه ارزش غذایی سبوس برنج و کنسانتره تولیدی



پارامترهای خوراک دام

نمودار ۴. مقایسه ارزش غذایی کنسانتره تولیدی خوراک دام پارس و کنسانتره تولیدی



پارامترهای خوراک دام

نمودار ۵. مقایسه ارزش غذایی کنسانتره تهیه شده با سبوس گندم

شده توسط کارخانه خوراک دام پارس شامل: ذرت، جو، کنجاله تخم پنبه، تفاله چغندر، سبوس گندم، سبوس برنج، ذرت، پودر ماهی، مکمل ویتامینه و معدنی، ب کمپلکس و بیکربنات سدیم می باشد.

\* میزان انرژی کنسانتره دامی خوراک دام پارس برای گاو پرواری برابر با ۲۸۰۰ kcal/kg می باشد و در مقایسه انرژی حاصل از کنسانتره تهیه شده که برابر با ۲۹۲۰ kcal/kg می باشد کم تر است.

\* مطابق با نمودار شماره (۴) میزان پروتئین ۲ کنسانتره با یکدیگر برابر می باشد و میزان کلسیم و نمک تقریباً مشابه با خوراک دام مورد نظر است. همچنین ایاف خام کنسانتره تهیه شده، بیش تر از کنسانتره خوراک دام پارس می باشد.

- نمودارهای شماره (۵) و (۶)، ارزش غذایی سبوس گندم و برنج را با کنسانتره تهیه شده نشان می دهد. بر اساس منحنی ها مشاهده می شود که کنسانتره ی تهیه شده پارامترهای مشابه با خوراک ها دارد و ارزش غذایی آن در بعضی موارد برابر و یا حتی بیش تر از خوراک های مذکور است که به طور رایج در تغذیه دام به کار می رود.

#### نتیجه گیری و پیشنهادات آتی

##### • نتایج

- آزمایش های انجام شده نشان داد که لجن حاصل از تصفیه فاضلاب کشتارگاه صنعتی مشهد عاری از میکروارگانیسم های بیماری زا است.

- آنالیز فلزات سنگین نشان داد به غیر از فلز Mn سایر فلزات در لجن در حد استاندارد و یا نزدیک به استاندارد می باشند و چون مطابق با جدول شماره (۱۰)، میزان ۷ درصد از لجن در جیره به کار رفته مقدار مگنیز نیز کاهش می یابد.

- آنالیز خوراک دام لجن نشان داد که می توان از این لجن به عنوان مکمل خوراک دام استفاده کرد.

- مشکل اصلی در تهیه خوراک دام نداشتن سیستم لجن خشک کن و یا سیستم های مکانیکی آبیگری لجن نظیر فیلتر پرس و ساتریفوز یا سیستم های حرارتی خشک کردن لجن نظیر Flash drier و Rotary drier می باشد. - اگر لجن به طریق مناسب آبیگری شود، می توان از آن برای مکمل خوراک دام استفاده کرد.

- از خوراک دام تهیه شده که جیره آن برای گاو پرواری نوشته شده بود به میزان ۷٪ از لجن آبیگری شده استفاده شد و استفاده از مقادیر بیشتر نیازمند آزمایش های بیشتر و تحقیقات میدانی است. بدین معنی که نتایج حاصله بر روی دام هایی که با این خوراک تغذیه می شوند مورد مطالعه قرار گیرند.

- با توجه به فسفر بالای لجن می توان از آن به عنوان کود نیز استفاده کرد. زیرا میزان عوامل بیماری زا و میزان فلزات سنگین آن در حد قابل قبولی

دادن باعث کاهش جذب فلزات شده است [۱۵]. در نتیجه عمل آوری لجن از طریق حرارت دادن می تواند در کاهش جذب فلزات سنگین نیز موثر باشد. - جدول شماره (۱۰) رطوبت مجاز مواد غذایی دام را نشان می دهد. مطابق با جدول رطوبت لجن بسیار بالاتر از حد مجاز می باشد و علت این امر انتقال لجن پس از نمونه گیری (به همان صورت که حاوی ماده خشک و رطوبت است) به آزمایشگاه می باشد و این امر، حرارت دادن لجن را برای کاهش رطوبت و رساندن آن به میزان مجاز ضروری می سازد.

#### ۴. تفسیر آزمایشات مربوط به خوراک دام تهیه شده

- رطوبت: طبق جدول شماره (۱۲)، رطوبت برابر با ۶/۸٪ می باشد که برای خوراک دام رطوبت نرمالی است.

- پروتئین خام: این مقدار پروتئین (۱۴٪) تقریباً مقدار نیاز دامی است که برای آن جیره نویسی صورت گرفته است.

- TVN: طبق دستورالعمل سازمان دامپزشکی کل کشور، مواد مصرفی در خوراک دام، طیور و آبزیان مقدار ازت آزاد (TVN) نباید بیش از ۱۰۰ gr/mg باشد. در غیر این صورت خوراک مربوطه سمی محسوب می شود.

طبق جدول شماره (۱۲)، TVN نسبت به استاندارد، مجاز می باشد.

- چربی: میزان چربی (۱/۶٪) می باشد که منجر به تولید انرژی معادل ۲۹۲۰ (کیلوکالری بر kg شده است) و این مقدار انرژی، انرژی نسبتاً مناسب برای دامی می باشد که برای آن دام، جیره نویسی صورت گرفته است. اما بهتر است که به وسیله ی مکمل های خوراکی مقدار انرژی خوراک را برای بهتر پرور شدن بالا برد.

- خاکستر: مقدار خاکستر (۸/۷٪) نشان دهنده برآورد شدن میزان مناسبی از مواد معدنی موجود در خوراک است و البته به صورت جداگانه نیز این خاکستر مورد آنالیز قرار گرفته است.

- فیبر: فیبر خام (۱۳/۵٪) در حدی است که بتوان به عنوان کنسانتره از آن استفاده کرد و تا تکمیل شدن ظرفیت فیبر خام که جیره می شود، می توان از علوفه یا کاه استفاده کرد.

نمک: میزان نمک معمولاً در کنسانتره های دامی ۱ درصد در نظر گرفته می شود. کمبود نمک در کنسانتره بایستی به صورت کمکی در اختیار دام گذاشته شود.

- کلسیم و فسفر: میزان کلسیم و فسفر در مقایسه با نیاز گاو شیری به کلسیم و فسفر در حد تعادلی در جیره وجود دارد. کلسیم و فسفر باید به میزان حداقل در خوراک موجود باشد و رابطه ی آن دو حایز اهمیت است. این رابطه معمولاً باید به نسبت ۲ به ۱ تا ۳ به ۱ باشد. برای این که دام بتواند این عنصر را جذب نماید وجود ویتامین (د) ضروری می باشد [۹].

- در نمودار شماره (۴)، کنسانتره تولیدی با کنسانتره دامی کارخانه خوراک دام پارس مقایسه شده است. مواد اولیه و تشکیل دهنده کنسانتره دامی تولید

ماده، نیاز به انجام تحقیقات گسترده تری دارد، بنابراین پیشنهاد می شود تا قبل از تحقیقات گسترده بیش از ۵ تا ۷ درصد استفاده نگردد.

- به علت این که کاهش ارزش غذایی لجن در صورت حل شدن در آب مورد آزمایش قرار نگیرد و احتمال می رود که اگر ماده غذایی تهیه شده در آب حل شود ارزش غذایی آن کاهش می یابد، پیشنهاد می شود تا حد امکان از این ماده برای تغذیه آبزیان استفاده نشود.

- پیشنهاد می شود برای ترغیب تولید کنندگان خوراک دام و همچنین نهادینه کردن این روش در ابتدای امر تا زمانی که این مسئله جایگاه خود را باز کند، کشتارگاه های صنعتی لجن های خود را به صورت رایگان در اختیار کارخانجات تولید خوراک دام قرار دهند.

### فهرست منابع

۱. مرکز تحقیقات زیست محیطی خراسان، اداره محیط زیست خراسان، "بررسی سیستم های رفع آلودگی آب در صنایع عمده منتخب مصرف کننده آب در سطح استان خراسان، شامل گروه کشتارگاه ها"، ۱۳۷۹.

۲. کلمان بودا، "خوراک های غیرمعمول در تغذیه حیوانات"، ترجمه علی رضا جعفری صیادی، انتشارات دانشگاه گیلان، ۱۳۷۹.

3. Martens, Wolfram, Bohm, Reinhard, 2006, "Public health aspects connected to the use of sludge on land," Hohen university.

۴. فرزادکیا، م، "ارایه الگوهای مناسب جهت تثبیت لجن فاضلاب شهر تهران"، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشت درمانی تهران، دانشکده بهداشت، ۱۳۷۸.

۵. مؤمنی، ل، "ارایه طرح مدیریتی لجن فاضلاب شهری (مطالعه موردی تصفیه خانه شهرک قدس)"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست، ۱۳۸۰.

۶. هاشمی، م، "کاربرد فضولات حیوانی در تغذیه دام، طیور و ماهی"، انتشارات فرهنگ جامع، ۱۳۷۵.

7. Gauris, Mittal, 2005, "Treatment of waste water from abattoirs before land application-a review", school of engineering, university of Guelph, Canada. www.sciencedirect.com

۸. فضایی نژاد، "اصول بهداشت دام و طیور"، انتشارات پرتو واقعه تهران، ۱۳۸۴.

۹. ساعدی، ه و همکاران، "اصول تغذیه دام و طیور"، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.

۱۰. نوریان، الف و همکاران، "اصول تجزیه خوراک دام و طیور"، انتشارات دانشگاه رازی، ۱۳۸۵.

می باشد و برای گیاهان درختی مناسب است.

- بالا بودن COD، BOD و فسفات لجن و بعضی از پارامترهای اندازه گیری شده نشان دهنده اثرات مخرب زیست محیطی لجن در صورت تخلیه آن به آب و خاک می باشد در نتیجه پیدا کردن راه کارهایی از جمله درست کردن خوراک دام با لجن اضافی می تواند نقش مؤثری در کاهش این آلودگی ها ایفا کند.

- ایده درست کردن خوراک دام از لجن به عنوان استفاده بهینه از این ضایعات از یکی از کشتارگاه های آفریقا گرفته شد که در آن کشتارگاه لجن حاصل از تصفیه فاضلاب حاوی ۴۰ درصد پروتئین بود که به عنوان مکمل خوراک دام استفاده شد و تمام هزینه های صرف شده در این کشتارگاه جهت تصفیه و آبگیری و عمل آوری لجن از طریق فروش این ماده به عنوان مکمل خوراک دام جبران شد.

- در این تحقیق جنبه های اقتصادی درست کردن خوراک دام مدنظر نمی باشد، بلکه جنبه های زیست محیطی آن مد نظر بوده است.

- با توجه به نتایج به دست آمده از مقایسه ارزش غذایی کنسانتره تهیه شده با سایر خوراک ها، نتایج موفقیت آمیزی حاصل شد. زیرا در بسیاری از موارد ارزش غذایی کنسانتره تهیه شده با ارزش غذایی مواد ذکر شده برابر بود و حتی در بعضی موارد بیش تر بود.

### • پیشنهادات

- اکثر کشتارگاه ها به علت هزینه بالای تصفیه لجن، از تصفیه آن خودداری می کنند که این امر باعث آلودگی شدید می گردد. پیشنهاد می شود این سیستم در کشتارگاه ها تعبیه شود تا آثار سوی زیست محیطی لجن کاهش یابد.

- عمل آوری لجن بدون آن که توسط سیستم آبگیری اولیه، آبگیری نشده باشد بسیار دشوار است و نیاز به صرف زمان زیاد جهت خشک کردن لجن می باشد. اگر آبگیری اولیه صورت می گرفت، عمل آوری لجن بسیار ساده تر می شد و لجن به حالت خمیری در می آمد. در آن صورت یکی از راه های عمل آوری پیشنهادی استفاده از روش (flash drier) می باشد. با توجه به این که در این روش مواد غذایی در مدت کوتاهی خشک می شوند، بدون این که نیاز باشد در معرض حرارت دهی طولانی مدت قرار گیرند، و در این روش احتمال از بین رفتن ارزش مواد غذایی کاهش می یابد.

- پیشنهاد می شود از این ماده در تغذیه نشخوارکنندگان استفاده شود. زیرا که جیره غذایی حیوانات نشخوارکننده معمولاً با پروتئین کم تر نسبت به جیره غذایی طیور و آبزیان تنظیم می گردد. زیرا بعضی از خوراک های دام در صورت داشتن پروتئین بالا، اسید آمینه قابل جذب کمی دارند.

- پیشنهاد می شود برای استفاده از لجن به عنوان خوراک دام، این ماده در کنسانتره به کار برده شود. زیرا در کار دامپروری هیچ ماده غذایی را مستقیم به دام نمی دهند.

- به علت این که استفاده از لجن به عنوان خوراک دام به دلیل پیچیدگی این

۱۱. مکدونالد، الف، گرین هال، م، "تغذیه دام"، ترجمه بهمن نویدشاد و علی رضا جعفری صیادی، انتشارات فرهنگ جامع تهران، ۱۳۷۹.
۱۲. گاگیک بدلیانس قلی کندی، "طراحی فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تصفیه فاضلاب"، انتشارات صنعت آب و برق، ۱۳۸۱.
13. G.Nicoline, et al, 1996, "Pathogenic microorganism in slaughter house sludge-a survey", International journal of food microbiology, volum33, Issues 3-2, pages256-245
۱۴. وسلی.ان.ایوبینگ، "راهنمای خوراکیهای دام و طیور"، ترجمه عبدالرضا کامیاب، انتشارات حق شناس، ۱۳۸۰.
15. Vries MPC de and KG.Tiller, 2006, "the effects of sludge from two Adelaide sewage treatment plants on the growth of and heavy metal concentrations in lettuce, Australian journal of experimental Agricultural 147-143-901/18