چکیده

این پروژه برای تعیین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل متابولیسم ضایعات بوجاری واریته های مختلف گندم و بررسی اثر سطوح مختلف آن بر عملکرد جوجه های گوشتی در قالب ۶ آزمایش انجام گرفت. در آزمایش اول، ترکیب شیمیایی ضایعات بوجاری ۱۰ واریته گندم تعیین شد. مقادیر میانگین پروتئین خام، عصاره اتری، فیبر خام، NDF، ADF، خاکستر، انرژی خام و TMEn برای ۱۰ واریته به ترتیب ۱۲/۹۸٪، ۱/۸۰٪، ۴/۹۹٪، ۳۷/۹۲٪، ۶/۹۶٪، ۲/۷۱٪، ۴۱۰۷ و ۳۰۹۸ کیلوکالری برکیلوگرم بودند. بیشترین ضریب تغییرات مربوط به بخش فیبر خام (CV = ۴۵/۱۵) و ADF (CV = ۳۲/۵۹) واریته ها بود. مقادیر TMEn به طور معنی داری برای ضایعات بوجاری واریته های مختلف گندم متفاوت بودند. معادلات به دست آمده از آنالیز رگرسیون نشان داد که NDF بهترین فاکتورمنفرد برای تخمین TMEn است (R^2=۹۰). نتایج این قسمت نشان داد که محتوای فیبر و انرژی متابولیسم ضایعات بوجاری واریته‌های مختلف گندم، متفاوت است. در بین ترکیبات شیمیایی، فیبر خام فاکتور کلیدی در انتخاب معادلات پیش بینی انرژی قابل متابولیسم حقیقی می باشد. در آزمایش دوم، مقادیر AMEn برای ۵ واریته از ضایعات بوجاری گندم و اثر مکمل آنزیمی زایلاناز بر AMEn محاسبه شد. مقادیر AMEn واریته ها، ۳/۳۵± درصد با مقدارمیانگین (۲۵/۷۰ ± ۲۶۹۸/۴۵ کیلوکالری برکیلوگرم) تفاوت داشت و از ۲۸۱۱ تا ۳۱۲۳ کیلوکالری برکیلوگرم در تغییر بود. افزودن آنزیم منجر به افزایش معنی داری در مقادیر AMEn (۴/۴۱ درصد) گردید. در آزمایش سوم، اثر مکمل آنزیمی فیتاز بر AMEn و قابلیت هضم فسفر دو واریته از ضایعات بوجاری گندم تعیین شد. مقادیر AMEn دو واریته به ترتیب ۲۹۶۸ و ۲۹۸۵ کیلوکالری برکیلوگرم بودند. افزودن فیتاز به جیره، AMEn را ۲/۹۲ درصد افزایش داد. مقادیر قابلیت هضم ظاهری فسفر دو واریته به ترتیب ۴۰/۰۷ و ۲۸/۵۸ درصد بودند. افزودن فیتاز منجر به افزایش معنی دار قابلیت هضم ظاهری فسفر به میزان ۹/۲۲ درصد گردید. نتایج آزمایش ۲و۳، نشان داد که AMEnتحت تأثیر واریته و ترکیب شیمیایی آن قرار می‌گیرد و مکمل آنزیمی مقدار AMEn را افزایش می دهد. درآزمایش های ۴، ۵ و۶، اثر سطوح ضایعات بوجاری گندم و مکمل آنزیمی بر عملکرد، اندازه و مورفولوژی سیستم گوارشی و برخی متابولیتهای خونی در سه دوره زمانی صفر تا ۱۰، ۱۱ تا ۲۴ و ۲۵ تا ۴۲ روزگی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بررسی شد. پنج سطح ضایعات بوجاری گندم به ترتیب صفر، ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴٪ در جیره آغازین ، صفر، ۹، ۱۸، ۲۷ و ۳۶ درصد در جیره رشد و صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰٪ در جیره پایانی و دو سطح آنزیم اندوفید حاوی زایلاناز و بتا گلوکاناز (صفر و ۰/۰۵٪) بودند. نتایج این آزمایش نشان داد که سطح مطلوب استفاده از ضایعات بوجاری گندم در جیره آغازین، رشد و پایانی جوجه های گوشتی به ترتیب ۱۲، ۱۸ و ۴۵ درصد جیره بود. با استفاده از آنزیم های تجاری سطح مطلوب استفاده از ضایعات بوجاری گندم در جیره آغازین، رشد و پایانی جوجه های گوشتی به ترتیب به ۱۸، ۲۷ و۶۰ درصد جیره افزایش پیدا کرد. مصرف ضایعات بوجاری گندم به دلیل دارا بودن پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای منجر به افزایش ویسکوزیته ماده هضمی، بزرگ شدن سیستم هضمی و کوتاه، ضخیم شدن و آتروفی پرزهای روده و همچنین کاهش سطح کلسترول خون می‌گردد که افزودن مکمل آنزیمی اثرات ضد تغذیه‌ای ضایعات بوجاری گندم را بهبود می بخشد.

کلمات کلیدی: ضایعات بوجاری گندم، واریته، انرژی قابل متابولیسم، آنزیم، عملکرد

فصل اول

مقدمه

تأمین و شناخت منابع خوراکی جدید برای طیور نه تنها به رشد و افزایش تولید بهینه کمک می‌کند، بلکه با افزایش کیفیت محصولات منجر به افزایش سلامت جامعه انسانی می شود. ضایعات بوجاری گندم یک فرآورده جانبی است که پس از درو کردن و فرآوری گندم در کارخانجات آرد، ماکارونی و کارخانه تولید و اصلاح نژاد بذر، بدست می‌آید و ۸ تا ۱۲ درصد تولید گندم در ایران را شامل می‌شود (گلیان و پارسایی، ۱۹۹۶؛ رجب زاده، ۲۰۰۱). دانه های شکسته و چروکیده گندم ارزش غذایی یکسانی با دانه کامل گندم دارند و بخش بزرگی از ضایعات بوجاری گندم را تشکیل می‌دهند (آدرن و همکاران، ۲۰۰۲). ضایعات بوجاری گندم می‌توانند جایگزین بخشی از غلات در جیره طیور شده و سبب کاهش هزینه های تولید شوند. عمده ترین بخش هزینه های یک واحد پرورش طیور را خوراک تشکیل می دهد که حدود ۷۰ درصد کل هزینه های تولید را شامل می‌شود. یکی از راههای کاهش این هزینه‌ها شناخت ارزش غذایی مواد خوراکی می باشد. هدف از جیره نویسی اقتصادی تأمین مقدار بهینه هر یک از مواد مغذی خوراک جهت رفع احتیاجات حیوان می‌باشد. شناسایی کلی منابع

خوراکی مانند ضایعات گندم به تنهایی برای مصرف آنها کافی نیست، بلکه تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و مواد مغذی قابل استفاده از قبیل محتوای انرژی آنها نیز ضروری است. در بین مواد مغذی، انرژی قابل متابولیسم تأثیر عمده ای بر ترکیب بدنی وعملکرد جوجه های گوشتی دارد. تعیین انرژی قابل متابولسیم ضایعات گندم به عنوان یک منبع جایگزین گندم و ذرت، اطلاعات مفیدی در تنظیم جیره طیور می دهد (لوپز و لیسون، ۲۰۰۵). گندم به دلیل محتوای بالای نشاسته و پروتئین آن یک ماده مغذی مهم در جیره جوجه های گوشتی و اغلب به عنوان تنها غله در جیره های رشد و پایانی است. به هر حال ترکیب شیمیایی و انرژی در دسترس گندم‌های مختلف متفاوت است (کیم و همکاران، ۲۰۰۳؛ مولاه و همکاران، ۱۹۸۳). بنابراین ترکیب شیمیایی فرآورده های جانبی گندم مانند ضایعات بوجاری گندم به دلیل متفاوت بودن منابع گندم آن یعنی گندم نرم یا سخت(کیم و همکاران، ۲۰۰۳) و تفاوت در مراحل فرآوری (لی و پوسنر، ۱۹۸۹)، بسیار متفاوت است. گزارش شده است که پروتئین خام، نشاسته و فیبر متغیرترین ترکیبات گندم بسته به واریته، محل کشت و پرورش و آب و هوا هستند،که سبب تغییر انرژی قابل متابولیسم واریته های مختلف ضایعات بوجاری گندم می‌شوند (کیم و همکاران، ۲۰۰۳). مواد خوراکی با منشأ گیاهی حاوی ترکیباتی هستند که حیوانات تک معده ای به دلیل فقدان آنزیم های درون زادی قادر به هضم آنها نیستند. علاوه بر غیر قابل استفاده بودن برای حیوان، این ترکیبات مصرف دیگر مواد مغذی را نیز کاهش داده، منجر به کاهش عملکرد می‌شوند. نمونه هایی از این ترکیبات شامل پنتوزان ها و اسید فایتیک می باشند که تقریباً در تمام ترکیبات گیاهی دیده می‌شوند. در سالهای اخیر با پیشرفت صنعت تولیدات آنزیمی خاص سوبستراهای مختلف، کاربرد آنزیم ها جهت رفع اثرات این عناصر ضد تغذیه ای مورد توجه زیادی واقع شده است (راویندران و همکاران، ۱۹۹۹). فاکتورهای ضد تغذیه ای اصلی در بعضی از غلات نظیر گندم و جو، پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای محلول هستند. پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای اصلی درگندم

پنتوزان ها می‌باشند. گندم حاوی سطوح بالایی از پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای در لایه آلورون و دیواره اندوسپرم می‌باشد. پس از هضم، آرابینوزایلان ها در شیرابه روده حل شده و سبب افزایش ویسکوزیته ماده هضمی می‌شوند. افزایش ویسکوزیته روده سبب کاهش نرخ عبور، کاهش مصرف و عملکرد جوجه ها می گردد. با افزایش ویسکوزیته میزان هضم و جذب مواد مغذی کاهش می‌یابد. افزایش ویسکوزیته روده،کاهش نرخ عبور مواد هضمی، کاهش جذب کلسیم و فسفر و کاهش قابلیت هضم چربی و پروتئین به دنبال مصرف گندم توسط چوکت و همکاران (۱۹۹۶) گزارش شده است. آنزیم های اگزوژنوس مانند زایلاناز به طور تجاری به جیره های بر پایه گندم اضافه شده که سبب بهبود نرخ رشد و ضریب تبدیل خوراک می شوند. آنزیم زایلاناز بخش آرابینو زایلان گندم را تجزیه کرده و منجر به کاهش ویسکوزیته روده و به دنبال آن، افزایش قابلیت هضم نشاسته، پروتئین، چربی و انرژی قابل متابولیسم در جوجه های تغذیه شده با جیره حاوی گندم می‌شود (آنیسون و چوکت، ۱۹۹۱).

حدود دوسوم از کل فسفر موجود در منابع گیاهی، به شکل فسفر فیتاته می باشد. فسفر فیتاته از نظر قابلیت استفاده برای حیوانات تک معده ای مناسب نیست و این امر به دلیل ترشح مقدار ناچیز آنزیم فیتاز در دستگاه گوارش این حیوانات است. اسید فیتیک (فیتات) دارای قابلیت باند شدن با کاتیونهای دو و سه ظرفیتی وتشکیل نمکهای نامحلول از آنها می‌باشد و کلسیم و فسفر را غیر قابل دسترس می‌سازد. قابلیت دسترسی پائین فسفر به شکل فیتات در حیوانات تک معده ای دو مشکل عمده را به وجود می‌آورد: نخست آنکه افزودن مکمل های فسفر معدنی به جیره غذایی آنها را ضروری می‌سازد و دوم آنکه باعث دفع مقادیر زیادی فسفر از طریق فضولات می‌شود (راویندران و همکاران، ۱۹۹۹). مطالعاتی در زمینه اثر فیتاز روی قابلیت دسترسی مواد معدنی، انرژی و قابلیت هضم مواد مغذی در جیره های حاوی گندم انجام شده است (سله و همکاران، ۲۰۰۱؛ راویندران و

همکاران، ۱۹۹۹؛ زایلا و همکاران، ۲۰۰۱؛ وو و همکاران، ۲۰۰۳). اثر فیتاز میکروبی بر افزایش قابلیت دسترسی فسفر به خوبی ثابت شده است (کورنگای، ۱۹۹۶) و مطالعاتی وجود دارند که اثرات مثبت فیتاز بر افزایش قابلیت هضم پروتئین و انرژی را تأیید کرده اند (راویندران و همکاران، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۱).

با وجودیکه ضایعات گندم حاوی پروتئین بیشتری نسبت به ذرت می‌باشند، اما استفاده بیش از ۳۰ درصد آن در جیره مشکلاتی را برای پرندگان جوان بوجود می‌آورد. در مورد استفاده از ضایعات بوجاری گندم در تغذیه طیور گوشتی اطلاعات کمی وجود دارد که می‌توان به تحقیقات استاپلتون و همکاران (۱۹۸۰) اشاره کردکه پس از تعیین ترکیب شیمیایی ضایعات بوجاری گندم نشان دادند که ضایعات بوجاری ازنظر اسیدهای آمینه غنی‌تر از گندم می باشد و مصرف آن تا سطح ۶۰ درصد خوراک در مقایسه با گندم تا سن ۶ هفتگی تأثیر نامطلوبی روی وزن زنده، ضریب تبدیل غذایی و رشد جوجه های گوشتی نداشت. قیصری و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادندکه مصرف ضایعات گندم و ماکارونی تأثیری بر وزن بدن، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک نداشته و می‌توان ضایعات گندم و ضایعات ماکارونی را به ترتیب در سطوح ۴۵ و ۳۰ درصد بدون اثر نامطلوبی بر عملکرد جوجه های گوشتی استفاده کرد. تحقیقات براگ و بیلی (۱۹۷۷) نشان داد که استفاده از ضایعات بوجاری‌گندم تا سن ۷ هفتگی تأثیر نامطلوبی روی رشد روزانه، ضریب تبدیل غذایی، وزن زنده و سلامتی جوجه های گوشتی نداشت. ولد و براگ (۱۹۸۰) پس از تعیین ترکیب شیمیایی ضایعات بوجاری گندم گزارش نمودند که ضایعات بوجاری ازنظر اسیدهای آمینه غنی می باشند و استفاده از آنها به جای گندم تأثیر نامطلوبی روی ضریب تبدیل غذایی، وزن زنده و سلامتی جوجه های گوشتی از سن ۲۱ تا ۴۲ روزگی نخواهد داشت.

اهداف این پژوهش عبارت بودند از:

۱- تعیین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل متابولیسم حقیقی ضایعات بوجاری واریته‌های مختلف گندم

۲- بررسی اثر افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز- بتاگلوکاناز برانرژی قابل متابولیسم ظاهری ضایعات بوجاری گندم

۳- بررسی اثر افزودن مکمل آنزیمی فیتاز برانرژی قابل متابولیسم ظاهری و فسفر قابل استفاده ضایعات بوجاری گندم

۴- بررسی اثرسطح ضایعات بوجاری‌گندم با و بدون افزودن مکمل آنزیمی زایلاناز- بتاگلوکاناز درجیره آغازین، رشد و پایانی بر عملکرد، متابولیت های خونی و پارامترهای دستگاه گوارش

۵- تعیین سطح مطلوب ضایعات بوجاری گندم در تغذیه جوجه‌های گوشتی

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱. انرژی

حیوان انرژی خود را از غذا تأمین می‌کند. مقدار انرژی شیمیایی غذا با تبدیل آن به انرژی حرارتی اندازه‌گیری می‌شود. این تبدیل با سوزاندن غذا صورت گرفته و به مقدار حرارتی که از اکسیداسیون کامل واحد وزن غذا به دست می‌آید، انرژی خام اطلاق می‌گردد. برای اندازه گیری انرژی خام از وسیله ای به نام بمب کالریمتر استفاده می شود. ساده ترین نوع این دستگاه از یک اطاقک فلزی محکم (بمب) که در داخل مخزن عایق حاوی آب قرار می‌گیرد، تشکیل شده است. نمونه غذا در داخل بمب جای می‌گیرد و سپس به داخل آن اکسیژن فشرده وارد نموده و پس از اندازه گیری حرارت آب اطراف بمب، توسط جریان برق نمونه را می‌سوزانند. حرارت حاصل از اکسیداسیون توسط آب جذب می‌گردد. پس از برقراری تعادل، حرارت آب دوباره اندازه‌گیری می‌شود. مقدار حرارت تولید شده با استفاده اختلاف درجات حرارت قبل و بعد از سوزاندن و همچنین وزن و درجه حرارت ویژه بمب و آب تعیین می‌گردد. تمام انرژی خام موجود در خوراک برای حیوان قابل استفاده نمی باشد. مقداری از این انرژی به شکل جامد، مایع و گاز از بدن حیوان دفع می شود و بخش دیگری نیز به شکل حرارت تلف شده و از دسترس حیوان خارج می‌گردد (صوفی سیاوش و جانمحمدی، ۱۳۷۹).

قسمت عمده انرژی مصرفی [۱] (IE) که مورد هضم و جذب قرار نگرفته است به صورت انرژی مدفوع [۲] (FE) دفع می‌گردد. تفاوت بین انرژی مصرفی و دفعی (IE-FE) انرژی قابل هضم ظاهری [۳] (ADE) نامیده می‌شود (سیبالد، ۱۹۸۶). انرژی مدفوع به سه قسمت تقسیم می شود:

۱) انرژی دفعی که منشأ آن خوراک است (F_iE)

۲) انرژی اندوژنوس مدفوع [۴] (F_eE)، که شامل باکتری ها و لاشه های آنها می‌باشد و در اکثر موارد آن را جزئی از F_iE فرض می نمایند.

۳) انرژی متابولیکی مدفوع [۵] (FmE) نیز شامل سلول های مرده و جدا شده از دیواره روده، ترشحات صفراوی و آنزیم های جذب نشده است (مک ناب، ۱۹۹۰). انرژی ادرار نیز به سه قسمت تقسیم می‌شود :

۱) انرژی موجود در ادرار که منشأ آن خوراک است (U_iE)

۲) انرژی اندوژنوس ادرار (U_eE) که در ترکیبات ازت دار دفعی حاصل از سنتز و تجزیه پروتئین بدن وجود دارد که یک فرآیند ممتد بوده و به میزان مصرف خوراک ارتباطی ندارد و لی توسط وزن بدن و احتمالاً شرایط محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

۳) انرژی متابولیکی ادرار (U_mE) که در محصولات دفعی حاصل از تجزیه ازت که مستقل از سنتز و تجزیه بافتی می باشد قرار دارد. در پرندگان گرسنه، بافت های بدنی جهت رفع احتیاجات انرژی برای نگهداری تجزیه شده و انرژی ترکیبات ازت دار دفعی حاصل جزو این گروه قلمداد می‌شود (سیبالد، ۱۹۸۶؛ سالار معینی، ۱۳۷۳).

---

[1]– Intake Energy (IE)

[2]- Fecal Energy (FE)

[3]- Apparent Digestible Energy

[4]- Feces Endogenous Energy (FeE)

[5]- Fecal Metabolic Energy (FmE)

۲-۱-۱. انرژی قابل هضم[1]

انرژی قابل هضم ظاهری یک غذا عبارت است از میزان انرژی خام واحد وزن غذا منهای انرژی خام مدفوع حاصل از مصرف هر واحد وزن آن خوراک (صوفی سیاوش و جانمحمدی، ۱۳۷۹). برای محاسبه انرژی قابل هضم ظاهری نیاز به اندازه گیری میزان انرژی مدفوع، مستقل از انرژی ادرار، است که این مشکل توسط روشهای زیر برطرف شده است: خارج نمودن رکتوم به وسیله جراحی، خارج نمودن مجاری ادراری، قرار دادن کانولا در کلوآک، جداسازی مدفوع و ادرار پس از دفع، کشتن پرندگان و جمع آوری محتویات روده آنها. رفتار پرندگانی که عمل جراحی بر روی آنها اعمال شده است ممکن است تغییر نموده و صحت داده های بدست آمده را مورد تردید قرار دهد. جداسازی انرژی مدفوع و ادرار نیز با مشکلاتی مواجه است زیرا جیره مصرفی می تواند بر ترکیب ادرار اثرگذارد. در روش کشتن پرندگان، امکان ورود ادرار از کلوآک به روده بزرگ یک مشکل عمده محسوب می‌شود. صحت مقادیر انرژی قابل هضم ظاهری همواره مورد سؤال بوده و تنها در مواردی که چگونگی دفع انرژی مهم می‌باشد با اهمیت بوده و در عمل استفاده چندانی ندارد (سالار معینی، ۱۳۷۳).

۲-۱-۲. انرژی قابل متابولیسم[2]

امروزه آگاهی از سطح انرژی جیره بسیار مهم است و چه بسا در آینده اهمیت بیشتری پیدا کند. بسیاری از تنظیم کنندگان جیره اخیراً انرژی قابل متابولیسم را به عنوان شاخص اصلی در تنظیم جیره طیور به کار می‌برند (دانسکی، ۱۹۷۸). علاوه بر اتلاف انرژی از طریق مدفوع، حیوان متحمل اتلاف انرژی بیشتری از راه دفع ادرار و

[1]- Digestible Energy
[2] - Metabolizable Energy

خروج گاز می‌گردد. مقدار انرژی قابل متابولیسم خوراک از تفاضل مجموع مقادیر انرژی تلف شده در ادرار و گاز از انرژی قابل هضم به دست می‌آید. مدفوع و ادرار طیور از طریق مجرای مشترک کلوآک دفع می‌گردند. بنابراین تفاوت بین انرژی مصرفی و دفعی تخمینی از انرژی قابل متابولیسم است نه انرژی قابل هضم (صوفی سیاوش و جانمحمدی، ۱۳۷۹).

۲-۱-۳. انواع انرژی قابل متابولیسم

۲-۱-۳-۱. انرژی قابل متابولیسم ظاهری (AME)[1]

انرژی قابل متابولیسم ظاهری از اختلاف انرژی خوراک و انرژی ادرار و مدفوع که در طیور با هم مخلوطند و تحت عنوان فضولات دفع می شوند، به دست می‌آید. روش های مختلف تعیین انرژی قابل متابولیسم ظاهری بر این فرض استوار هستند که یک رابطه خطی بین انرژی مصرفی و انرژی دفعی وجود دارد. البته باید توجه داشت که حتی پرندگان گرسنه نیز مقداری انرژی به صورت انرژی متابولیکی مدفوع و اندوژنوس ادرار دفع می نمایند ولی میزان این خطا با افزایش مصرف خوراک کاهش می‌یابد. در طیور تعیین انرژی قابل متابولیسم نسبت به انرژی قابل هضم آسان تر است، چرا که ادرار و مدفوع با یکدیگر دفع می شوند (هریس، ۱۹۶۶).

۲-۱-۳-۲. انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن (AMEn)[2]

انرژی قابل متابولیسم ظاهری از انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن متفاوت است چرا که یک تصحیح برای ابقای نیتروژن صورت می‌گیرد که می تواند مثبت یا منفی باشد (کیم، ۱۹۹۹). بر اساس شاخص مرک (۱۹۸۹)، نیتروژن حاوی ۸/۰۳۵ کیلوکالری برگرم انرژی خام است. اما مقادیر تصحیح نیتروژن

[1] - Apparent Metabolizable Energy
[2] - Nitrogen corrected Apparent Metabolizable Energy

بیشتر از مقدار انرژی خام آن است. هیل و آندرسون (۱۹۵۸)، فاکتور تصحیح ۸/۲۲ کیلوکالری برگرم (۳۴/۴ کیلوژول برگرم) را برای نیتروژن ابقا شده معرفی کردند. این مقدار انرژی خام اسید اوریک است که شکل اصلی دفع نیتروژن در طیور می باشد. تیتوس و همکاران (۱۹۵۹)، فاکتور تصحیح ۸/۷۳ کیلو کالری بر گرم (۳۶/۵ کیلوژول برگرم) را برای نیتروژن پیشنهاد کردند که مقدار صحیح تری از انرژی خام نیتروژن تشکیل دهنده ادرار در جوجه می باشد. متأسفانه هر دو فاکتور در محاسبات استفاده می شوند و این امر منجر به تغییرات مقادیر انرژی قابل متابولیسم می‌گردد (سیبالد ۱۹۸۹).

۲-۱-۳-۳. انرژی قابل متابولیسم حقیقی (TME)[1]

انرژی قابل متابولیسم حقیقی اصطلاحی است که توسط هریس (۱۹۶۶)، جهت شرح تخمینی از انرژی قابل متابولیسم که در آن تصحیح برای انرژی متابولیکی مدفوع و انرژی اندوژنوس ادرار صورت گرفته، به کار برده شد. روش های قدیمی تعیین انرژی قابل متابولیسم قادر به برطرف نمودن نیازهای فعلی نیستند، زیرا این روش ها با سختی و کار زیاد همراه هستند، نمونه خوراک زیادی جهت آزمایش نیاز دارند (۱۰ کیلوگرم) و کند و پر هزینه هستند. این ها از جمله دلایلی هستند که سیبالد در سال ۱۹۷۶ جهت رفع آنها روش نوینی را با استفاده از تغذیه اجباری و تصحیح بر اساس انرژی متابولیکی مدفوع و اندوژنوس ادرار بنیان نهاد که به آن روش تغذیه اجباری، سیبالد و یا TME اطلاق می شود.

این روش بر دو فرض استوار است:

۱) وجود یک رابطه خطی بین انرژی دفعی و انرژی مصرفی.

[1] - True Metabolizable Energy

۲) شیب خط رگرسیون، یک تخمین واقعی از میزان انرژی متابولیکی مدفوع و اندوژنوس ادرار است. هیچکدام از فرضیات فوق را نمی توان کاملاً اثبات نمود، اما مدارک موجود بر پذیرش آنها دلالت دارند (سیبالد، ۱۹۸۲). وجود رابطه خطی بین انرژی مصرفی و دفعی توسط محققان زیادی اثبات شده است (تنساکا و سله، ۱۹۷۹؛ شیرز و همکاران، ۱۹۶۰).

اگر زمان جمع آوری کم باشد و یا خوراک مصرف شده بیش از توانایی پرنده جهت هضم و جذب آن باشد ، همچنین برای چربی ها و مواد خوراکی که منجر به ناراحتی های گوارشی می شوند، رابطه غیر خطی گزارش شده است (سیبالد، ۱۹۸۱ و۱۹۸۲؛ مک ناب، ۱۹۹۰). به خاطر این که خوراک مصرفی در این روش بسیار کم است، بنابراین نمونه گیری بسیار مهم می باشد. سرعت عمل (تغذیه اجباری) در این روش بسیار زیاد است (۱۵ تا ۳۰ ثانیه برای هر پرنده، برای اکثر خوراک ها) البته لازم به ذکر است که این عمل به مهارت زیادی نیاز دارد (فیشر ومک ناب، ۱۹۸۹). هم اکنون از این روش به طور گسترده ای در آمریکای شمالی استفاده می‌شود و مقادیر انرژی قابل متابولیسم حقیقی تصحیح شده برای نیتروژن در جداول نشریه احتیاجات غذایی طیور انجمن ملی تحقیقات آمریکا (۱۹۹۴ میلادی) نیز ارائه شده است.

انرژی قابل متابولیسم و انرژی قابل متابولیسم ظاهری با مصرف خوراک تغییر می‌کنند، درحالیکه انرژی قابل متابولیسم حقیقی مستقل از این متغیر است. در شرایط استاندارد، دفع انرژی اندوژنوس (انرژی متابولیکی مدفوع و اندوژنوس ادرار)، ثابت است. هنگامیکه مصرف خوراک زیاد است، دفع انرژی به شکل اندوژنوس نسبتاً کم است، اما زمانیکه مصرف کاهش می‌یابد، دفع انرژی افرایش می‌یابد و مقدار انرژی قابل متابولیسم کاهش می‌یابد. مشکل تغییر در مصرف خوراک زمانیکه از مواد خوراکی با خوش خوارکی کم در جیره استفاده می‌شود، حائز اهمیت است (سیبالد ۱۹۸۹).

هزینه نگهداری پرنده با اندازه متابولیکی آن، حالت فیزیولوژیکی اش و محیطی که در آن نگهداری می‌شود، تغییر می‌کند. منطقی است اگر بگوییم که این فاکتورها، اتلاف انرژی اندوژنوس و درنتیجه مقادیر انرژی قابل متابولیسم و انرژی قابل متابولیسم ظاهری را تحت تأثیر قرار می دهند. اندازه گیری انرژی قابل متابولیسم حقیقی تا حدودی اثرات این متغیرها را رفع می‌کند و باعث می شود داده های صحیح تری بدست آید (سیبالد ۱۹۸۹).

۲-۱-۳-۴. انرژی قابل متابولیسم حقیقی تصحیح شده برای نیتروژن (TMEn)[1]

رابطه انرژی قابل متابولیسم حقیقی تصحیح شده برای نیتروژن با انرژی قابل متابولیسم حقیقی مشابه و همانند با رابطه انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن با انرژی قابل متابولیسم ظاهری می باشد. تصحیح برای نیتروژن مشابه با آنچه که برای انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن ذکرشد، می‌باشد (کیم، ۱۹۹۹).

۲-۱-۴. ارزیابی انرژی قابل متابولیسم برای طیور

برای تعیین مقدار انرژی ترکیبات خوراک ، تکنیک سنجش ارزیابی انرژی قابل متابولیسم غالباً توسط تغذیه دانان به کار گرفته می‌شود. برای قضاوت در زمینه بهتر بودن روشهای متفاوت تعیین انرژی قابل استفاده، باید در نظر گرفت که کدام یک از آنها سه عامل مهم تعادل انرژی، مصرف خوراک و اتلاف انرژی اندوژنوس را فراهم می‌کنند. از دیگر فاکتورهای تأثیر گذار می توان سرعت، هزینه و سهولت انجام روش را ذکر کرد. سه نوع آزمایش کلی توسط فیشر و مک ناب (۱۹۸۹) معرفی شده اند.

[1] - Nitrogen corrected True Metabolizable Energy

۱) *روش قدیمی یا سنتی*[1]: این روش شامل یک دوره پیش تغذیه ای جهت رسیدن به حالت تعادل می باشد. اختلاف در محتوای سیستم هضمی بین آغاز و انتهای دوره کنترل می شوند. در اکثر موارد باید جیره‌های کامل تغذیه شوند و از روشهای جایگزینی برای اجزا استفاده شود.

۲) *روش ارزیابی سریع با گرسنگی و مصرف اختیاری*[2]: در این روش قبل و بعد از دسترسی آزاد به خوراک، به پرنده گرسنگی داده می شود. در این روش از جیره کامل و روشهای جایگزینی ترکیبات غذایی استفاده می‌شود.

۳) *روش ارزیابی سریع با تغذیه اجباری*[3]: این روش مشابه روش قبل است اما ماده آزمایشی مستقیماً در چینه دان پرنده قرار می گیرد. این روش ها نیاز به جایگزینی ترکیبات غذایی ندارند و می‌توان اکثر مواد خوراکی را به تنهایی به کار برد.

۲-۱-۵. فاکتورهای متغیر در تعیین انرژی قابل متابولیسم

۲-۱-۵-۱. تعادل انرژی و مصرف خوراک

آماده‌سازی خوراک و اندازه گیری دقیق مصرف انرژی، بحث برانگیزترین جنبه های تعیین انرژی قابل متابولیسم می باشند. در زمان دسترسی آزاد پرنده به خوراک، دقت در جلوگیری از اتلاف خوراک، جلوگیری از جدا شدن اجزای خوراک و جلوگیری از تغییر در محتوای رطوبت خوراک، برای نمونه گیری خوراک ضروری است (مک ناب ۱۹۹۰). مزیت روش قدیمی، اندازه گیری دقیق مصرف خوراک و تعادل انرژی است، اما این روش مستلزم صرف زمان زیاد، هزینه بیشتر و استفاده از مقادیر بیشتر مواد خوراکی است (مک ناب و فیشر، ۱۹۸۲). روش تغذیه اجباری سریعتر است و اندازه گیری مصرف دقیق انرژی را امکان پذیر نموده و از اتلاف

[1] - Tradition assay
[2]- Rapid assay using starvation and voluntary intake
[3] - Rapid assay using Force Feeding

خوراک و تغییر در محتوای ماده خشک جلوگیری می نماید. این روش نیازمند مهارت است که پس از چندین مرتبه تمرین به سادگی قابل اجراست. جمع آوری فضولات، یکی از مراحل این روش است که انجام صحیح آن می‌تواند مشکل باشد. هنگامیکه سینی های جمع آوری فضولات در زیر قفس ها قرار داده می شود، مشکلاتی نظیر چسبیدن فضولات به پرها، آلودگی به پوسته ها، اتلاف تخمیر و آلودگی با مواد بالا آورده شده توسط پرنده، وجود دارند (مک ناب، ۱۹۹۰).

۲-۱-۵-۲. اثرات جانبی[1]

فاکتورهایی‌که احتمال می‌رود بر مقدار ماده باقی مانده در سیستم گوارشی تأثیر بگذارند، ماهیت جیره قبلی، زمان صرف شده برای حذف کامل جیره قبلی، ماهیت ماده خوراکی آزمایشی، مقدار داده شده، طول دوره جمع‌آوری تغییر تصادفی در دفع سکومی می باشند.

سیبالد در ۱۹۷۶، ۲۴ ساعت گرسنگی و ۲۴ ساعت جمع آوری مدفوع را پیشنهاد کرد، اما در سال ۱۹۸۶ این زمان ها را به ۲۴ ساعت گرسنگی و ۴۸ ساعت برای جمع آوری مدفوع تغییر داد. دیگر دانشمندان (مک ناب و فیشر، ۱۹۸۴؛ مک ناب و بلیر، ۱۹۸۸)، ۴۸ ساعت گرسنگی و ۴۸ ساعت جمع آوری مدفوع را پیشنهاد کرده اند. سیبالد (۱۹۸۲) بیان کرد که ۱۲ ساعت گرسنگی قبل از تغذیه اجباری، جهت پاک شدن سیستم هضمی از غذای قبلی کافی نیست و زمان طولانی تر از ۲۴ ساعت استرس زا می باشد و مسائلی نظیر جثه پرنده و تغذیه گلوکز مطرح می‌شوند.

[1] . End Effects

۲-۱-۵-۳. اتلاف اندوژنوس انرژی[1]

آگاهی از اتلاف انرژی اندوژنوس یک عامل مهم در تعیین انرژی قابل متابولیسم حقیقی است. دو روش عمده جهت محاسبه اتلاف انرژی اندوژنوس، گرسنگی دادن به پرندگان و تغذیه پرنده با یک منبع انرژی کاملاً قابل متابولیسم می باشد. گرسنگی دادن به پرندگان در مقیاس وسیعی به کار رفته و روشی است که توسط سیبالد در ۱۹۸۶ توصیه شده است. به هر حال در حالت گرسنگی، پرندگان مختلف مقادیر مختلفی انرژی دفع می‌کنند. مقادیر از ۷/۹ تا ۱۹/۷ کیلوکالری در ۲۴ ساعت (فارل، ۱۹۷۸)، و ۶ تا ۱۶/۶ کیلوکالری در ۲۴ ساعت (سیبالد و پریس، ۱۹۷۸) برای دومین ۲۴ ساعت از ۴۸ ساعت گرسنگی گزارش شده است. مک ناب (۱۹۹۰)، دامنه ۵/۸ تا ۲۸/۶ کیلوکالری برای ۲۴ ساعت و ۱۱/۳ تا ۵۷/۱ کیلوکالری برای ۴۸ ساعت در یک آزمایش ۴۸ ساعت گرسنگی و ۴۸ ساعت جمع آوری را گزارش کرده است. بعضی محققین گزارش کرده اند که وزن یا تغییرات وزن اثری بر اتلاف انرژی اندوژنوس ندارند (سیبالد و پریس ۱۹۷۸؛ موزتور و اسلینگر، ۱۹۸۰)، اما بعضی وزن بدن را مؤثر دانسته اند(شیرز و همکاران ۱۹۷۹). دیل و فولر(۱۹۸۱) تغییرات محیطی را در ارتباط با تغییر در اتلاف انرژی اندوژنوس دانسته اند. یامازاکی و ژانگ (۱۹۸۲) گزارش کرده اند که اتلاف انرژی اندوژنوس در خروس های بالغ گرسنه ۳۰/۳۶ کیلو کالری در۴۸ ساعت در هوای سرد (۵ تا ۱۵ درجه سانتیگراد) و ۱۵/۵۰ کیلو کالری در۴۸ ساعت در هوای گرمتر (۲۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد) بوده است، اما محیط روی پرندگان تغذیه شده با ۲۵ گرم خوراک اثری نداشته است.

[1] . Endogenous Energy Loss

۲-۱-۶. قابلیت استفاده از انرژی قابل متابولیسم ظاهری وحقیقی در جیره نویسی برای طیور

کینگ(۱۹۷۸) دریافت جیره هایی که براساس انرژی قابل متابولیسم حقیقی نوشته شده اند در محدوده مشخصی ارزانتر از آنهایی هستند که براساس انرژی قابل متابولیسم ظاهری نوشته شده باشند. سالمون و همکاران(۱۹۷۹) در مطالعه ای بر روی بوقلمون های گوشتی دریافتندکه مقادیر انرژی قابل متابولیسم ظاهری منتشر شده قادر به منعکس‌کردن تولید بوقلمونها می‌باشد. براساس‌گزارش دیگر سالمون و همکاران (۱۹۸۱)، بازده غذایی هنگامیکه انرژی قابل متابولیسم حقیقی جیره ها ثابت بود تغییری نیافت. پتچل(۱۹۸۰) در مطالعه‌ای بر روی مرغان تخمگذار دریافت که ارتباط بسیار نزدیکی بین تولید تخم مرغ و انرژی قابل متابولیسم حقیقی دریافتی وجود دارد. دیل و فولر (۱۹۸۲) نیز دریافتند که انرژی قابل متابولیسم حقیقی نسبت به نوع ظاهری به نحو بهتری قادر به منعکس کردن تولید جوجه های گوشتی می باشد. لورین و همکاران (۱۹۸۵) بیان کردند که استفاده از انرژی قابل متابولیسم ظاهری، به علت دقت بیشتر، برای پرندگان جوان ارجحیت داشته و تصحیح نیتروژن فقط برای انرژی قابل متابولیسم حقیقی در جوجه هایی که تغذیه محدود دارند، مفید می باشد (سالار معینی، ۱۳۷۳) .

۲-۱-۷. اهمیت اقتصادی تعیین انرژی قابل استفاده

خوراک حداقل حدود ۵۵ تا ۶۰ درصد هزینه تولید را در طیور به خود اختصاص می‌دهد. انرژی قابل استفاده حدود ۷۰ درصد هزینه خوراک و در نتیجه ۴۰ درصد هزینه تولید در طیور را شامل می‌شود. بنابراین‌کاهش هزینه مربوط به مصرف انرژی قابل استفاده از طریق استفاده از مقادیر دقیق تر و صحیح تر آن، یکی از مؤثرترین روشها جهت کاهش هزینه تولید می‌باشد. به علاوه بهبود جیره نویسی منجر به افزایش بازدهی مصرف سایر مواد مغذی خواهد شد که از این طریق نیز هزینه ها کاهش می‌یابد (سیبالد، ۱۹۸۲). تعیین مقدار دقیق انرژی و مواد مغذی

مورد نیاز بستگی به میزان اطلاعات ما در مورد انرژی قابل استفاده مواد خوراکی دارد. بنابراین جهت به حداقل رساندن هزینه خوراک، دانستن مقدار دقیق احتیاجات پرنده و هم چنین مقدار دقیق انرژی قابل استفاده موجود در مواد خوراکی ضروری می باشد.

۲-۱-۸. منابع انرژی

انرژی مورد نیاز مرغ نهایتاً از پیوندهای پر انرژی فسفات به دست می‌آید. هنگامیکه آدنوزین تری فسفات (ATP) یک گروه فسفات خود را از دست داده و به آدنوزین دی فسفات تبدیل می شود حدود ۸ کیلوکالری درمول انرژی آزاد می‌کند. تجزیه و ترکیب ATP بسیار زیاد بوده و در عرض ۴۰ دقیقه با اکثر مولکول ها واکنش می‌دهد و تشکیل می‌گردد. ساخت ATP در نتیجه اکسیداسیون مواد غذایی مختلف جیره صورت می‌گیردکه مهمترین آنها کربوهیدراتها، پروتئین ها و چربی ها می باشند. در جیره بیشتر پرندگان، کربوهیدراتها منبع اصلی انرژی خواهند بود (پوررضا و همکاران، ۱۳۸۵).

۲-۲. کربوهیدراتها

۲-۲-۱. نشاسته

نشاسته فراوانترین ترکیب کربوهیدراتی موجود در دانه غلات و ذخیره قندی گیاهان است. همانند سلولز، نشاسته پلیمری از مولکولهای گلوکز است. نشاسته موجود در غلات به شکل گرانول هایی است که بسته به منبع آن ممکن است کروی، بیضی، عدسی شکل یا نامنظم باشد(پوررضا و همکاران، ۱۳۸۵). آنزیم آلفاآمیلاز لوزالمعده، آنزیم اصلی دخیل در هضم نشاسته به حساب می آید. علیرغم توانایی طیور در هضم کامل نشاسته خالص و همچنین ترشح مقادیر کافی آنزیم آمیلاز در آنها، تعدادی موانع فیزیکی وجود دارند که دسترسی

آنزیم آلفاآمیلاز را به بخش نشاسته را محدود می‌کند که در این رابطه می توان به ساختار خوراک و میزان ژلاتینی شدن و ترکیب نشاسته و پروتئین و بازدارنده آمیلاز و عوامل ضد تغذیه ای همانند اسید فیتیک اشاره نمود (آن-چارلوت، ۲۰۰۴).

تمام حیوانات دارای مقدار فراوانی آنزیم آلفاآمیلاز هستند. در پستانداران این آنزیم ها از طریق بزاق و لوزالمعده وارد دستگاه گوارش می‌شوند. اگر چه در چینه دان و بزاق مرغ مقداری آنزیم آلفا آمیلاز وجود دارد، نشان داده شده است که مقدار بسیار کمی از نشاسته در چینه دان هضم می شود. در روده کوچک مرغ هضم‌کامل نشاسته‌های خام ذرت، گندم و سیب زمینی در اثر فعالیت آمیلازهای روده صورت می‌گیرد. دانه های غلات حاوی کربوهیدراتهای قابل هضم نشاسته هستند و لذا منبع خوب انرژی اند (پوررضا و همکاران، ۱۳۸۵). در بعضی از نقاط ایالات متحده و در سایر نقاط جهان، گندم فراوان تر و ارزان تر از ذرت یافت می شود. اگر در متعادل ساختن جیره دقت شود، این دانه ها نتایج رضایت بخشی به عنوان منبع کربوهیدرات ایجاد می‌کنند. در حال حاضر محصولات فرعی گندم و جو از لحاظ اقتصادی ارزانتر از ذرت هستند و می توانند بخش عمده ای از کربوهیدراتهای جیره را تأمین کنند (گلیان و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۲-۲. پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای[1]

بخش الیاف غلات عمدتاً از پلی ساکارید های غیر نشاسته ای تشکیل شده اند . این ترکیبات درگندم و جو به عنوان بخشی از دیواره سلولی به حساب می‌آیند. پلی ساکارید های غیر نشاسته ای، به تعداد زیادی از مولکولهای پلی ساکاریدی غیر از آلفا گلوکان (نشاسته) اطلاق می‌گردد. پلی ساکارید های غیر نشاسته ای شامل سلولز، همی سلولز، پکتین و الیگوساکاریدهای آلفا گلوکوزیدی می باشند. آنها به دو قسمت محلول و غیر محلول در

[1] . Non Starch Polysaccharides