تولیدات دامی
دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵
صفحه‌های ۳۵۷-۳۴۷

بهبود قابلیت هضم سورگوم دانه‌ای با کاهش تانن و جیره‌نویسی به روش اسیدهای آمینه قابل هضم استاندارد شده در جیره جوجه‌های گوشتی

محمدرضا رضوانی[1*]، کریم هوشیار[2]

۱. استادیار، بخش علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران
۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد، بخش علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۱/۰۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۳۰

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی روش فرآوری سورگوم دانه‌ای و روش جیره نویسی بر عملکرد و قابلیت هضم مواد مغذی با استفاده از ۳۲۰ قطعه جوجه گوشتی (هشت روزه) در یک آزمایش فاکتوریل ۲ × ۲ × ۲ با دو روش جیره‌نویسی (اسیدآمینه کل و قابل هضم)، فرآوری با پلی وینیل پیرولیدون (PVP، صفر و یک درصد) و اسید آلی (صفر و دو درصد مخلوط اسید استیک و اسید پروپیونیک با نسبت ۶۰ به ۴۰) در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار، چهار تکرار و ۱۰ پرنده در هر تکرار انجام شد. اثر اصلی استفاده از جیره‌نویسی به روش قابل هضم، افزودن اسید و PVP در دوره پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی) و کل دوره (هشت تا ۴۲ روزگی) باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن روزانه و اثر اصلی روش جیره‌نویسی قابل هضم و افزودن اسید سبب بهبود گوارش‌پذیری مواد مغذی شد ($P\leq ۰/۰۵$). اثر افزودن اسید و PVP سبب کاهش وزن پانکراس شد ($P\leq ۰/۰۵$). برهم‌کنش PVP، اسید و روش جیره‌نویسی در هیچ‌یک از دوره‌های پرورش بر ویژگی‌های عملکرد معنی‌دار نبود. براساس نتایج تحقیق حاضر، تنظیم جیره براساس اسیدهای آمینه قابل هضم هنگام استفاده از سورگوم دانه‌ای در جیره‌های جوجه‌های گوشتی، به‌دلیل عدم نیاز به هزینه‌های اضافی برای فرآوری سورگوم دانه‌ای و دارا بودن نتایج عملکردی مشابه با جیره‌های فرآوری شده قابل توصیه است.

کلیدواژه‌ها: اسید استیک، اسید پروپیونیک، پلی‌وینیل پیرولیدون، تانن، عملکرد، لاشه

* نویسنده مسئول Email: Rezvani@shirazu.ac.ir

مقدمه

سورگوم از نظر سطح زیرکشت پس از گندم، برنج، ذرت و جو مقام پنجم جهان را دارد [۷]. با توجه به قرار گرفتن ایران در کمربند خشک زمین و مشکل کمبود آب و همچنین افزایش قیمت جهانی ذرت و حجم واردات این غله به کشور و سهم آن در جیره پرندگان، به نظر می‌رسد سورگوم با نیاز کم به آب و ارزش غذایی تقریباً همانند، جایگزین مناسبی برای ذرت باشد [۱]. یکی از ویژگی‌های این گیاه، داشتن گروهی از پلی‌فنل‌های ناهمگن به نام تانن است که بیشتر در پوشش دانه قرار داشته و با رنگ دانه مرتبط است. هر چند این مواد سبب جلوگیری از رشد قارچ‌ها، جوانه‌زدن پیش از برداشت و مقاومت گیاه در برابر پرندگان مهاجم می‌شوند ولی از سازه‌های ضدتغذیه‌ای به‌ویژه برای تک‌معده‌ای‌ها محسوب می شوند [۱۰]. از جمله ویژگی ضدتغذیه‌ای تانن در جیره پرندگان، ترکیب شدن با پروتئین‌های جیره، کاهش مصرف خوراک، کاهش نرخ رشد، ناهنجاری‌های استخوانی، کاهش قابلیت هضم مواد مغذی، کاهش تولید و کاهش فعالیت آنزیم‌ها است که سبب کاهش ارزش غذایی و انرژی‌زایی مواد مصرفی می‌شود [۱۶].

فرایندسازی شیمیایی کنجاله سال (*Shorea robusta*) که یک ماده خوراکی دارای تانن بالا است، پیامدهای بازدارندگی تانن آن را بر آنزیم‌های گوارشی و عملکرد جوجه‌های گوشتی و مرغ‌های تخمگذار، کاهش داد. .در این تحقیق از اسید استیک و بی‌کربنات سدیم برای کاهش تانن بهره گیری شد [۱۱]. محققین دیگری با فرآوری سورگوم دانه ای با اسید استیک و اسید پروپیونیک به مدت ۱۰ روز در رطوبت بالا، توانستند تانن سورگوم را به طور قابل توجهی کاهش دهند. جوجه‌های تغذیه شده با سورگوم فرآوری شده، افزایش وزن، ضریب تبدیل و گوارش‌پذیری پروتئین بهتری نسبت به جوجه‌های تغذیه شده با سورگوم پر تانن داشتند [۱۳]. پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) و پلی وینیل پیرولیدون (PVP) پلیمرهایی هستند که می‌توانند در گستره وسیعی از pH به صورت برگشت‌ناپذیر با تانن‌ها پیوند شوند، از تشکیل کمپلکس‌های تانن و پروتئین جلوگیری کنند و از این راه تأثیر منفی تانن ها را بر خوراک مصرفی و قابلیت هضم کاهش دهند [۵].

از طرف دیگر، اسیدهای آمینه موجود در مواد خوراکی به میزان ۱۰۰ درصد برای پرنده قابل استفاده نیستند. با توجه به این‌که قابلیت هضم اسیدهای آمینه در بیشتر مواد خوراکی کمتر از صد و بین منابع خوراکی مختلف نیز متفاوت است، مقایسه مواد خوراکی بر پایه قابلیت هضم اسید آمینه معیار دقیق‌تری از ارزش نسبی تغذیه‌ای آن‌ها نسبت به کل اسیدهای آمینه را ارایه می‌دهد [۱۴]. تنظیم جیره غذایی بر پایه اسیدهای آمینه قابل هضم، به جای اسیدهای آمینه کل، امکان برآورد نیازهای اسیدآمینه‌ای جانوران را افزایش داد و باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک و کاهش مصرف خوراک و درصد مرگ‌ومیر جوجه های گوشتی شد [۲۰]. باید در نظر داشت که جیره‌نویسی بر پایه اسیدآمینه قابل هضم در جیره های دارای ذرت و کنجاله سویا، ارزش چندانی ندارد و تنها جیره‌نویسی بر پایه قابلیت هضم آن‌ها در جیره های دارای مقادیر پایین هضم اسیدهای آمینه ضروری، می‌تواند ارزشمند باشد [۹]. جیره‌نویسی به روش قابل هضم اسید آمینه تنها در جیره‌های دارای قابلیت هضم کمتر (جیره های دارای پودر گوشت و استخوان)، عملکردی مشابه به جیره‌های دارای قابلیت هضم پروتئین بالاتر (کنجاله سویا و پودر ماهی) را دارد [۲۴].

به نظر می‌رسد که با کاهش تانن سورگوم به دنبال افزودن محلول‌های اسیدی و افزودن پلی‌وینیل پیرولیدون و جیره نویسی بر پایه اسیدهای آمینه قابل هضم بتوان به

کاهش قیمت جیره، رفع محدودیت مصرف سورگوم و استفاده بیشتر از آن در جیره و جلوگیری از آلودگی محیط زیست ناشی از نیتروژن موجود در مدفوع پرندگان، دست یافت. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر همزمان روشهای کاهش تانن دانه سورگوم و جیره‌نویسی به روش اسیدهای آمینه قابل هضم در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سورگوم دانه‌ای است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. در این آزمایش، از ۴۰۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه کاب ۵۰۰ (مجتمع طیور فارس شیراز با میانگین وزن ۴۹ گرم)، اسید استیک، اسید پروپیونیک و پلی‌وینیل پیرولیدون (PVP، شرکت دارویی بهسا – تهران) جهت فرآوری سورگوم و اکسید کروم III (شرکت مرک – آلمان) به عنوان نشانگر استفاده شد.

جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار UFFDA و برای تأمین احتیاجات مواد مغذی سویه تجاری کاب ۵۰۰ برای سه دوره آغازین (یک تا هفت روزگی)، رشد (هشت تا ۲۱ روزگی) و پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی) تنظیم شدند [۲۲] (جدول ۱).

در هفته اول به دلیل کمک به عادت پذیری پرندگان با محیط آزمایشگاهی و وارد نشدن تنش زیاد بر آنها، جیره آغازین توصیه شده استاندارد به همه پرندگان داده شد. در پایان هفته اول، جوجه‌ها وزن شدند و به طور تصادفی ۱۰ جوجه به هر یک از ۳۲ واحد آزمایشی انتقال یافتند. مصرف آب و خوراک به شیوه آزاد و شرایط محیطی برای تمام گروه‌ها یکسان بود. برنامه نوری مطابق جدول استاندارد سویه کاب تنظیم شد.

کاهش تانن سورگوم با دو روش انجام شد. در روش اول، از محلول اسیدی استفاده شد [۱۳]. در این روش، رطوبت دانه سورگوم به ۲۵ رصد رسید و مخلوط اسید استیک و اسید پروپیونیک (نسبت ۶۰ به ۴۰) به میزان دو درصد ماده خشک سورگوم افزوده شد. سپس دانه‌ها به طور کامل با هم مخلوط شده و برای ۱۰ روز در کیسه‌های پلاستیکی در دمای ۲۵°C نگهداری شدند. در روش دوم، یک درصد پلی‌وینیل پیرولیدون (بر پایه ماده خشک) به سورگوم اضافه شد [۳]. جیره نویسی به دو روش کل اسیدهای آمینه و اسیدهای آمینه قابل هضم انجام شد. میزان قابلیت هضم اسید های آمینه خوراک ها با استفاده از جدول ضرایب هضمی ارایه شده در مراجع محاسبه [۱۵] و احتیاجات پرنده از جداول کتابچه راهنمای سویه کاب استخراج شد. این آزمایش بر پایه فاکتوریل ۲ × ۲ × ۲ با دو روش جیره‌نویسی (اسیدآمینه کل و قابل هضم)، فرآوری با پلی وینیل پیرولیدون (صفر و یک درصد) و اسید آلی (صفر و دو درصد) در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار، چهار تکرار و ۱۰ پرنده در هر تکرار انجام شد. جوجه‌ها به صورت روزانه در چند نوبت بازرسی و کنترل شدند تا مشکلات سلامتی، رفتاری و میزان تلفات آن‌ها ثبت شود. در پایان هر هفته، مقدار دان مصرفی و افزایش وزن هر واحد آزمایشی، محاسبه شد. در طول دوره آزمایش، تعداد جوجه‌های تلف شده، وزن و تاریخ مرگ آن‌ها به طور دقیق یادداشت شد تا تصحیحات لازم در محاسبه خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک انجام شود.

برای اندازه‌گیری قابلیت هضم مواد مغذی از اکسید کروم III (Cr_2O_3) به غلظت ۰/۳ درصد جیره به عنوان نشانگر، در پنج روز آخر دوره پرورش استفاده شد. در پایان دوره، محتویات ایلئوم در فاصله یک سانتی‌متر مانده به زایده مکل تا دو الی سه سانتی‌متر قبل از دریچه ایلیوسکال نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها به سرعت به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. پیش از اندازه‌گیری مواد مغذی (ماده خشک، چربی، پروتئین خام و خاکستر) نمونه‌ها در آون خلا، در دمای ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد با فشار ۱۵- اتمسفر به مدت ۱۰ تا ۱۲ ساعت خشک شدند.

جدول ۱. اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌های دوره آغازین (یک تا هفت روزگی)، رشد (هشت تا ۲۱ روزگی) و پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی)

مواد خوراکی (٪)	آغازین	رشد		پایانی	
		کل	قابل هضم	کل	قابل هضم
ذرت	۵۴/۳۴	۴۴/۰۶	۴۱/۷۱	۳۸/۴۴	۳۳/۱۶
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)	۳۷/۶۵	۲۷/۵۹	۳۱/۹۵	۲۴/۵۳	۲۹/۳۷
سورگوم*	۰	۲۰	۲۰	۳۰	۳۰
روغن سویا	۳	۳	۲/۶۷	۳/۳۴	۳/۹۸
سنگ آهک	۲/۵۰	۱/۴۶	۱/۵۵	۱/۴۶	۱/۴۶
دی‌کلسیم-فسفات	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۳۷	۱/۳	۱/۲۶
نمک طعام	۰/۳۹	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۳۶
مکمل معدنی	۰/۲۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
مکمل ویتامینی[۱]	۰/۲۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
دی ال متیونین[۱]	۰/۳۴	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۲۵	۰/۲۱
ال لیزین	۰/۱۵	۰	۰	۰/۱۲	۰
پوسته برنج	۰	۱/۶۷	۰	۰	۰
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)	۳۰۲۵	۳۰۸۳	۳۰۸۳	۳۱۷۶	۳۱۷۶
پروتئین (٪)	۲۳	۱۹	۱۹	۱۸	۱۸
کلسیم (٪)	۱/۳۴	۱/۵۳	۰/۹۶	۰/۹	۰/۹
فسفر قابل دسترس (٪)	۰/۵	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۵	۰/۴۵
سدیم (٪)	۰/۲	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹
آرژنین (٪)	۱/۵۷	۱/۲۵	۱/۲۲	۱/۱۶	۱/۱۴
لیزین (٪)	۱/۴۳	۱/۱	۱/۰۳	۱/۰۵	۰/۹۶
متیونین + سیستین (٪)	۱/۰۷	۰/۸۴	۰/۷۵	۰/۸۲	۰/۷۴
ترئونین (٪)	۰/۹۶	۰/۷۸	۰/۷۴	۰/۷۳	۰/۶۹
تریپتوفان (٪)	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۰

۱ – هر کیلوگرم مکمل ویتامینی و مواد معدنی شامل: ویتامین A ۷۵۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین D_3 ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۱۰ واحد بین‌المللی، ریبوفلاوین ۵/۳ میلی‌گرم، پانتوتنیک اسید هشت میلی‌گرم، پیریدوکسین ۱/۸ میلی‌گرم، اسیدفولیک ۰/۵ میلی‌گرم، ویتامین K دو میلی‌گرم، تیامین دو میلی‌گرم، ویتامین B_{12} ۱۲/۵ میکروگرم، بیوتین ۰/۱۵ میلی‌گرم، نیاسین ۲۴ میلی‌گرم، کولین ۳۵۰ میلی‌گرم، سلنیوم ۰/۱۵ میلی‌گرم، ید یک میلی‌گرم، مس شش میلی‌گرم، آهن ۳۰ میلی‌گرم، روی ۵۰ میلی‌گرم و منگنز ۸۰ میلی‌گرم.

* سورگوم در مرحله رشد و پایانی به چهار صورت: بدون فرآوری، فرآوری با افزودن یک درصد PVP، فرآوری با افزودن دو درصد اسید و در نهایت به هر دو صورت فرآوری (افزودن PVP و اسید) در تهیه جیره‌های آزمایش استفاده شد.

پروتئین خام با دستگاه میکروکلدال (Peco-PDU 500)، چربی خام با دستگاه سوکسله (BUCHI-810)، ماده خشک با استفاده از آون (Precision W-8) و خاکستر با کوره الکتریکی (Precision W-8) اندازه‌گیری شد [۲۳]. برای اندازه‌گیری کروم به مقدار ۰/۰۲۵ گرم از نمونه وزن و در لوله‌های مدرج ریخته شد و سپس با استفاده از محلول هضم (۷۰ درصد اسید نیتریک و ۳۰ درصد پرکلریک) حجم نمونه را به یک سی‌سی رسانده و در بن ماری با دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶ تا ۲۰ ساعت قرار داده شد تا نمونه هضم شوند و سپس با دستگاه جذب اتمی (Shimadzu, Model AA 670)، در طول موج ۳۵۸ نانومتر، جذب اتمی نمونه ها خوانده شدند. برای اندازه‌گیری تانن کل و تانن فشرده از روش مرجع بهره‌برداری شد [۱۲].

برای محاسبه قابلیت هضم مواد مغذی از رابطه ۱ استفاده شد [۱۹]:

رابطه (۱)

جیره)) − 100 = درصد قابلیت هضم ماده مغذی ماده مغذی پیش) × (Cr_2O_3 پیش سکومی/Cr_2O_3 (۱۰۰ × (ماده مغذی جیره/سکومی

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹) رویه خطی برای مدل ۲ تجزیه و میانگین حداقل مربعات فراسنجه های مورد بررسی با هم مقایسه شدند [۱۸]. مدل آماری طرح چنین بود:

رابطه (۲)

$$x_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha_i\beta_j + \alpha_i\gamma_k + \beta_i\gamma_k + \alpha_i\beta_j\gamma_k + b(w_1 - w) + e_{ijk}$$

در این رابطه، x_{ijk} داده مربوط به هر یک از صفات مورد بررسی، μ میانگین، α_i اثر i امین روش جیره‌نویسی، β_j اثر j امین روش کاهش تانن با محلول اسیدی، γ_k اثر k امین روش کاهش تانن با افزودن پلی‌وینیل پیرولیدون ($\alpha_i\beta_j$ برهم‌کنش روش جیره‌نویسی و افزودن محلول اسیدی)، $\alpha_i\gamma_k$ برهم‌کنش روش جیره‌نویسی و افزودن پلی‌وینیل پیرولیدون، $\beta_j\gamma_k$ برهم‌کنش روش کاهش تانن با محلول اسیدی و افزودن پلی‌وینیل پیرولیدون، $\alpha_i\beta_j\gamma_k$ برهم‌کنش روش جیره‌نویسی و کاهش تانن با محلول اسیدی و افزودن پلی‌وینیل پیرولیدون، b ضریب رگرسیون خطی مربوط به وزن در آغاز آزمایش که w_7 وزن ۷ روزگی و $\bar{w}$ میانگین وزن ۷روزگی و e_{ijk} اثر خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

اثر فرآوری با اسید بر کاهش تانن دانه سورگوم در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲. غلظت تانن کل و تانن فشرده در سورگوم فرآوری نشده و فرآوری شده با اسید

نوع سورگوم	تانن فشرده (٪)	تانن کل (٪)
سورگوم فرآوری نشده	۴/۷۴[a]	۸/۰۶ [a]
سورگوم فرآوری شده با اسید	۳/۹۶[b]	۷/۳۴[b]
خطای استاندارد	۰/۰۱	۰/۰۲
P-value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف غیرمشترک معنی‌دار است (P≤ ۰/۰۵).

جدول ۳. اثر جیره‌های آزمایشی برخوراک مصرفی (گرم در روز) و وزن بدن (گرم) و ضریب تبدیل خوراک در دوره رشد(هشت تا ۲۱ روزگی) پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی) و کل دوره (هشت تا ۴۲ روزگی)

عامل تغییرات	دوره رشد			دوره پایانی			کل دوره			وزن زنده ۴۲ روزگی
	مصرف خوراک	افزایش وزن	ضریب تبدیل	مصرف خوراک	افزایش وزن	ضریب تبدیل	مصرف خوراک	افزایش وزن	ضریب تبدیل	
	اثرات اصلی									
جیره										
اسیدهای آمینه کل	۶۳/۷	۳۶/۵	۱/۷	۱۳۰/۴	۶۸/۷^{b}	۱/۸^{a}	۸۵/۷	۶۳/۷^{b}	۱/۷^{a}	۲۵۲۴/۷
اسیدهای آمینه قابل هضم	۶۴/۱	۳۷/۷	۱/۷	۱۲۹/۲	۸۲/۳^{a}	۱/۶^{b}	۸۴/۸	۷۴/۱^{a}	۱/۵^{b}	۲۵۸۵/۱
SEM	۰/۶۳	۰/۵۶	۰/۰۳	۲/۸۴	۱/۱۵	۰/۰۲	۱/۴۶	۱/۳۸	۰/۰۳	۶۳/۶
اسید										
۰	۶۳/۷	۳۷/۶	۱/۷	۱۳۰/۴	۷۱/۳^{b}	۱/۷^{a}	۸۵/۳	۶۳/۷^{b}	۱/۷^{a}	۲۵۲۹/۲
دو درصد	۶۴/۱	۳۶/۵	۱/۷	۱۲۹/۲	۷۹/۷^{a}	۱/۶^{b}	۸۵/۳	۷۴/۱^{a}	۱/۵^{b}	۲۵۸۰/۶
SEM	۰/۶۲	۰/۵۵	۰/۰۵	۲/۸۱	۱/۱۴	۱/۰۳	۱/۴۵	۱/۳۷	۰/۰۳	۶۳/۴
PVP										
۰	۶۳/۷	۳۶/۷	۱/۷	۱۲۹/۷	۷۳/۵^{b}	۱/۷^{a}	۸۵/۲	۶۶/۱^{b}	۱/۷^{a}	۲۵۸۳/۲
یک درصد	۶۴/۱	۳۷/۵	۱/۷	۱۲۹/۹	۷۷/۵^{a}	۱/۶^{b}	۸۵/۳	۷۱/۸^{a}	۱/۶^{b}	۲۶۲۶/۶
SEM	۰/۶۵	۰/۵۵	۰/۰۲	۲/۸۵	۱/۱۴	۰/۰۱	۱/۴۶	۱/۳۷	۰/۰۴	۶۳/۵
P-value										
جیره	۰/۶۴	۰/۱۶	۰/۴۸	۰/۷۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۶۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۵۱
اسید	۰/۷۵	۰/۱۹	۰/۲۸	۰/۷۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۹۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۵۷
PVP	۰/۶۹	۰/۳۱	۰/۶۵	۰/۹۷	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۹۶	۰/۰۰۱	۰/۰۴	۰/۱۲
جیره × اسید	۰/۴۱	۰/۸۹	۰/۷۲	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۱۳
جیره × PVP	۰/۹۹	۰/۷۰	۰/۸۱	۰/۵۹	۰/۳۶	۰/۲۲	۰/۷۰	۰/۳۹	۰/۵۵	۰/۳۲
اسید × PVP	۰/۴۵	۰/۸۷	۰/۷۶	۰/۶۶	۰/۸۷	۰/۰۶	۰/۶۸	۰/۶۰	۰/۴۰	۰/۱۹
جیره × اسید × PVP	۰/۲۰	۰/۶۹	۰/۸۰	۰/۸۶	۰/۱۱	۰/۴۹	۰/۷۸	۰/۸۷	۰/۹۰	۰/۷۸

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف غیرمشترک معنی‌دار است (P≤ ۰/۰۵).

فرآوری اسیدی سورگوم منجر به کاهش غلظت تانن فشرده و تانن کل نسبت به نمونه شاهد شد (P≤۰/۰۵). یافته های حاصل از دیگر تحقیقات، هنگام استفاده از محلول‌های اسیدی مشابه نتایج تحقیق حاضر می باشد. در پژوهشی مقدار ترکیب فنلی قابل استخراج دانه‌های سورگوم قرمز، ارزن، نخود، ماش و لوبیا قرمز پس از ۲۴ ساعت خیساندن در اسید استیک به ترتیب هفت، ۲۸، ۳۸، ۳۷ و ۸ درصد کاهش یافت [۲۱]. در پی اسیدی کردن سورگوم با اسید پروپیونیک و اسید استیک، کاهش زیاد تانن فشرده پس از ۱۰ روز نگهداری را گزارش شد [۱۳]. سازوکار کم شدن تانن در پی فرآوری با اسید به درستی مشخص نیست، اما به نظر می‌رسد مولکول‌های تانن در خلال نگهداری به مولکول‌های بزرگتر پلیمریزه شوند که غیرقابل حل بوده و دارای مکان‌های فعال بسیار اندکی برای واکنش دادن با مولکول‌های دیگر هستند. درنتیجه، توانایی باند شدن با پروتئین جیره و دیگر ماکروکرومول‌ها را از دست می‌دهند.

نتایج اثر اصلی و برهم‌کنش روش جیره‌نویسی، اسید و PVP را بر عملکرد دوره رشد، دوره پایانی و کل دوره نشان می‌دهد (جدول ۳). در دوره رشد، هیچ‌کدام از شاخص‌های عملکرد تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفت. اثر اصلی تیمارهای آزمایش نشان داد که استفاده از روش جیره‌نویسی اسیدهای آمینه قابل هضم، افزودن اسید وPVP در دوره پایانی و کل دوره به تنهایی به طور معنی‌داری سبب بهبود افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک شد (P≤۰/۰۵). افزودن یک درصد PVP به جیره‌های دارای سورگوم دانه‌ای سبب افزایش وزن و بهبود ضریب تبدیل خوراک گردید [۳]. تانن موجود در سورگوم می‌تواند از راه ایجاد پیوندهای هیدروفوبی و هیدروژنی با پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌های جیره باند شود. از آنجا که PVP میل ترکیبی بیشتری با تانن دارد، از تشکیل کمپلکس تانن-پروتئین در دستگاه گوارش پرنده جلوگیری می‌کند. در واقع، PVP با پیوند یافتن با تانن، آن‌را از دستگاه گوارش پرنده خارج می‌سازد و درنتیجه تانن بر قابلیت هضم و جذب در دستگاه گوارش اثر نمی‌گزارد [۴].

در دوره پایانی و کل دوره، جیره‌های فرآوری شده با اسید سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن روزانه شدند (P≤ ۰/۰۵). اثر مثبت اسیدی کردن سورگوم با افزودن اسید پروپیونیک و اسید استیک نیز گزارش شد [۱۳]. اسیدی کردن سورگوم دارای تانن زیاد سبب کاهش تانن و درنتیجه افزایش انرژی قابل متابولیسم و زیست فراهمی بیشتر اسیدهای آمینه در دستگاه گوارش شد [۸]. در پژوهش حاضر، فرآوری سورگوم با اسید در دوره پایانی و کل دوره سبب افزایش وزن بدن و بهبود ضریب تبدیل خوراک شد و این بهبود را می‌توان ناشی از کم شدن تانن فشرده در پی فرآوری با اسید دانست.

جیره نویسی بر پایه روش قابل هضم اسیدهای امینه در مقایسه با کل اسیدهای آمینه در دوره رشد و کل دوره سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک و افزایش وزن شد (P≤ ۰/۰۵) که این نتایج با یافته‌های دیگر محققین هم خوانی دارد [۶]. هنگامی‌که جیره حاوی مواد خوراکی با کیفیت پایین نظیر پودر گوشت و استخوان، پودر پر، کنجاله کلزا، سورگوم دانه‌ای و ارزن باشد، جیره نویسی بر پایه اسیدهای آمینه قابل هضم، عملکرد بهتری را نسبت به جیره‌نویسی بر پایه اسیدهای آمینه کل نشان داد [۶]. به نظر می رسد در پژوهش حاضر نیز، جیره‌نویسی بر پایه اسیدهای آمینه قابل هضم، در دوره رشد و کل دوره نیازهای اسید آمینه پرنده را بهتر تأمین کرده باشد و درنتیجه عملکرد پرنده بهبود یافته است. برهم‌کنش روش جیره‌نویسی، افزودن اسید و PVP در هیچ‌یک از دوره‌های پرورش بر فراسنجه‌های عملکردی معنی‌دار نبود.

اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم مواد خوراکی و

وزن نسبی اندام های داخلی بدن در جدول ۴ نشان داده شده است. روش جیره‌نویسی اسیدهای آمینه قابل هضم و افزودن اسید به طور معنی داری سبب بهبود قابلیت هضم پروتئین خام، چربی خام، ماده خشک و ماده آلی شدند (P≤ ۰/۰۵). برهم‌کنش ناشی از روش جیره‌نویسی و افزودن اسید بر قابلیت هضم مواد مغذی معنی‌دار بود (P≤ ۰/۰۵)، به‌طوری‌که بیشترین قابلیت هضم مواد مغذی در جیره اسیدآمینه قابل هضم و دارای اسید به دست آمد. این یافته ها با یافته های سایر محققین مطابقت دارد [۲ و ۳]. می‌توان بهبود قابلیت هضم پروتئین خام جیره را درنتیجه کاهش تانن سورگوم دانست. درنتیجه کاهش تانن با افزودن اسید، این ماده دیگر نمی‌تواند درون دستگاه گوارش با پروتئین جیره پیوند یابد و در نتیجه قابلیت هضم پروتئین جیره بهتر می‌شود. هنگامی‌که تانن با محلول‌های اسیدی و قلیایی کاهش پیدا می‌کند، غلظت آنزیم‌های تریپسین و کیموتریپسین درون دستگاه گوارش افزایش می‌یابد و درنتیجه قابلیت هضم پروتئین افزایش می‌یابد [۱۳]. در پژوهش حاضر، افزودن PVP به سورگوم سبب افزایش قابلیت هضم مواد مغذی نشد (P≤ ۰/۰۵).

جدول ۴. اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم مواد غذایی (درصد)، وزن نسبی اندام‌ها (درصدی از وزن زنده) و بازرده لاشه (درصد)

عامل تغییرات	ماده خشک	پروتئین خام	چربی خام	ماده آلی	قلب	طحال	بورس فابریسیوس	پانکراس	بازده لاشه
				اثرات اصلی					
جیره									
اسیدهای آمینه کل	۳۷/۶^{b}	۴۴/۴^{b}	۳۸/۹^{b}	۴۰/۱^{b}	۰/۵۳	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۴۴	۴۹/۱
اسید های آمینه قابل هضم	۶۴/۷^{a}	۶۹/۳^{a}	۶۷/۴^{a}	۶۶/۶^{a}	۰/۵۰	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۳۸	۴۶/۱
SEM	۱/۸۶	۱/۵۴	۱/۹۲	۱/۲۶	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳
اسید									
صفر	۴۷/۳^{b}	۵۲/۹^{b}	۴۹/۰^{b}	۵۰/۶^{b}	۰/۵۳	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۴۶^{a}	۵۲/۱
دو درصد	۵۵/۰^{a}	۶۰/۸^{a}	۵۷/۳^{a}	۵۶/۲^{a}	۰/۴۹	۰/۱۷	۰/۱۱	۰/۳۵^{b}	۴۳/۱
SEM	۱/۸۶	۱/۵۴	۱/۹۲	۱/۲۵	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۲
PVP									
صفر	۴۹/۰	۵۵/۰	۴۹/۸^{b}	۵۲/۰	۰/۴۹	۰/۱۶	۰/۱	۰/۴۵^{a}	۱/۴۵
یک درصد	۵۳/۳	۵۸/۶	۵۶/۵^{a}	۵۴/۸	۰/۵۳	۰/۱۷	۰/۱	۰/۳۶^{b}	۱/۵۰
SEM	۱/۸۶	۱/۵۴	۱/۹۲	۱/۲۵	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۴
اثرات متقابل									
کل و بدون اسید	۳۶/۹^{cd}	۴۳/۸^{cd}	۳۸/۶^{cd}	۴۱/۳^{cd}	۰/۵۳	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۵۱	۵۲/۱
کل و با اسید	۳۸/۳^{c}	۴۵/۰^{c}	۳۹/۲^{c}	۳۹/۰^{d}	۰/۵۲	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۳۶	۴۷/۱
قابل هضم و بدون اسید	۵۷/۷^{b}	۶۲/۰^{b}	۵۹/۴^{b}	۵۹/۸^{b}	۰/۵۳	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۴۰	۵۲/۱
قابل هضم و با اسید	۷۱/۷^{a}	۷۶/۶^{a}	۷۵/۵^{a}	۷۳/۴^{a}	۰/۴۷	۰/۲۳	۰/۱۱	۰/۳۵	۴۰/۱
SEM		۲/۶۵	۲/۲۰	۲/۷۳	۱/۷۹	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۵

ادامه جدول ۴. اثر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم مواد غذایی (درصد)، وزن نسبی اندام‌ها (درصدی از وزن زنده) و بازرده لاشه (درصد)

عامل تغییرات	ماده خشک	پروتئین خام	چربی خام	ماده آلی	قلب	طحال	بورس فابریسیوس	پانکراس		بازده لاشه
					P-Value					
جیره		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۳۰۳	۰/۹۷۱	۰/۰۶۲	۰/۵۳۸	
اسید		۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۲۴۸	۰/۱۰۲	۰/۰۰۲	۰/۱۱۴	
پلی وینیل پیرولیدون		۰/۱۱۹	۰/۱۱۳	۰/۰۲۰	۰/۱۲۵	۰/۱۷۳	۰/۷۷۸	۰/۰۰۸	۰/۴۲۵	
جیره × اسید		۰/۰۲۹	۰/۰۰۶	۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	۰/۴۱۳	۰/۸۱۹	۰/۱۱۱	۰/۴۵۹	
جیره × پلی وینیل پیرولیدون		۰/۳۳۶	۰/۹۵۲	۰/۸۴۰	۰/۰۸۵	۰/۹۳۰	۰/۰۷۰	۰/۳۰۲	۰/۸۷۶	
اسید × پلی وینیل پیرولیدون		۰/۷۴۹	۰/۲۶۷	۰/۹۲۵	۰/۳۳۵	۰/۵۷۴	۰/۹۰۱	۰/۰۳۶	۰/۸۹۴	
جیره × اسید × پلی وینیل پیرولیدون		۰/۵۸۷	۰/۶۸۹	۰/۰۵۴	۰/۸۹۱	۰/۵۱۷	۰/۰۰۹	۰/۰۳۳	۰/۱۷۶	

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف غیرمشترک معنی‌دار است (P≤ ۰/۰۵).

وزن نسبی هیچ‌یک از اندام‌های درونی بدن به‌جز پانکراس تحت تأثیر تیمار اسیدی قرار نگرفت. وزن نسبی پانکراس جوجه‌های تغذیه شده با سورگوم فرآوری نشده (دارای تانن بالا) بیشتر از جوجه‌های تغذیه شده با سورگوم فرآوری شده با اسید بود که می‌تواند به علت کاهش تانن در تیمارهای فرآوری شده باشد. این نتایج با یافته‌های سایر محققین هماهنگ است. کنجاله سال (که دارای تانن بالایی است) سبب افزایش وزن نسبی پانکراس در جوجه‌های گوشتی شد [۱۱]. اسیدی کردن و قلیایی کردن کنجاله سال باعث کاهش تانن در این ماده خوراکی شد. پانکراس در هنگام تغذیه با جیره دارای مواد ضدتغذیه‌ای نظیر تانن موجود در سورگوم دانه‌ای مجبور به سوخت و ساز بیشتری برای تولید آنزیم (برای شکستن پیوندهای شیمیایی تانن موجود در سورگوم) می شود و درنتیجه پانکراس دچار هایپرتروفی می‌شود. با کاهش تانن، فعالیت تراوشی پانکراس افزایش نمی‌یابد و درنتیجه، پانکراس دچار هایپرتروفی نمی‌شود. افزودن PVP به سورگوم دانه‌ای نیز سبب کاهش وزن نسبی پانکراس شد (P≤ ۰/۰۵) که علت آن را می‌توان به بی‌نیازی به افزایش کنش پانکراس دانست. افزودن PVP به جیره می‌تواند پرکاری پانکراس را کاهش دهد و مانع افزایش اندازه آن شود، زیرا PVP درون دستگاه گوارش با تانن باند شده و از باند شدن تانن با آنزیم‌های گوارشی و پروتئین‌ها در دستگاه گوارش جلوگیری می کند. درنتیجه تانن را از دستگاه گوارش پرنده خارج می‌سازد [۱۷].

به‌طورکلی، جیره‌نویسی با روش اسیدهای آمینه قابل هضم و تانن زدایی سورگوم با روشهای نگهداری در اسید یا افزودن PVP هر کدام به تنهایی می‌تواند آثار ضدتغذیه‌ای منفی ناشی از تغذیه دانه سورگوم بر افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی را بهبود دهد. بدین ترتیب

تنظیم جیره براساس اسیدهای آمینه قابل هضم هنگام استفاده از سورگوم دانه‌ای در جیره‌های جوجه‌های گوشتی، به دلیل عدم نیاز به هزینه های اضافی برای فرآوری سورگوم دانه‌ای و دارا بودن نتایج عملکردی مشابه با جیره‌های فرآوری شده قابل توصیه‌تر است.

منابع

۱. عبادی م ر، پوررضا ج، خوروش م و ناظرعدل ک (۱۳۷۶) ترکیب مواد مغذی و انرژی قابل سوخت و ساز ۳۶ رقم سورگوم دانه‌ای و مقایسه آن با دو رقم ذرت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱(۱): ۶۷-۷۶.

2. Ahmed AE, Smithard R and Ellis M (1991) Activities of enzymes of the pancreas, and the lumen and mucosa of the small intestine in growing broiler cockerels fed on tannin-containing diets. British Journal of Nutrition. 65(2): 189-197.

3. Ambula MK, Oduho GW and Tuitoek YK (2001) Effect of sorghum tannin, a tannin binder (polyvinylpyrrolidone) and sorghum inclusion level on the performance broiler chicks. Asian Australian Journal of Animal Science. 14(9): 1276-1281.

4. Armstrong WD, Rogler JC and Featherston WR (1974) *In vitro* studies of the protein digestibility of sorghum grain. Poultry Science. 53(6): 2224-2227.

5. Decandia M, Sitzia M, Cabiddu A, Kababya D and Molle G (2000) The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. Small Ruminants Research. 38(2): 157-164.

6. Dari RL, Penz AM, Kessler AM and Jost HC (2005) Use of digestible amino acids and the concept of ideal protein in feed formulation for broilers. The Journal of Applied Poultry Research. 14(2): 195-203.

7. Elzubeir EA and Jubarah SK (1993) Nutritional evaluation of sorghum germ meal as a substitute for sorghum in broiler diets. Animal Feed Science and Technology. 44(1-2): 93-100.

8. Farran MT, Barbour GW, Uwayjan MG and Ashkarian VM (2001) Metabolizable energy values and amino acid availability of vetch (*Vicia sativa*) and ervil (*Vicia ervilia*) seeds soaked in water and acetic acid. Poultry Science. 80(7): 931-936.

9. Farrell DJ, Mannion PF and Perez Maldonado RA (1999) A comparison of total and digestible amino acids in diets for broilers and layers. Animal Feed Science and Technology. 82(1-2): 131-142.

10. Gualtieria M and Rapaccini S (1990) Sorghum grain in poultry feeding. World's Poultry Science Journal. 46(3): 246-254.

11. Mahmood S, Khan MA, Sarwar M and Nisa M (2006) Chemical treatments to reduce anti nutritional factors in salseed (*Shorea robusta*) meal: effect on nutrient digestibility in colostomized hens and intact broilers. Poultry Science. 85(12): 2207-2215.

12. Makkar HPS (2000) Quantification of Tannins in Tree Foliage. A Laboratory Manual for the FAO/IAEA Co-ordinated Research Project on Use of Nuclear and Related technique to Develop Simple Tannin Assays for Predicting and Improving the safety and Efficiency of Feeding Ruminants on Tanniniferous Tree Foliage. Joint FAO/IAEA, FAO/IAEA of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Animal Production and Health Sub-62 program, FAO/IAEA Working Document. IAEA, Vienna, Austria.

13. Mitaru BN, Richert RD and Blair R (1983) Improvement of the nutritive value of high tannin sorghums for broiler chickens by high moisture storage. Poultry Science. 62(10): 2065-2072.

14. Nalle CL, Ravindran V and Ravindran G (2010) Nutritional value of faba beans (*Vicia faba* L.) for broilers: Apparent metabolisable energy, ileal amino acid digestibility and production performance. Animal Feed Science and Technology. 156(3-4): 104-111.

15. NRC (1994) Nutrient Requirements of Poultry. 9th Rev. Ed., National Academy Press, Washington, DC, USA. P. 74.

16. Oduho GW and Baker DH (2005) Some tropical high tannin sorghums and their effects on broiler performance. Agricultura Tropica Et Subtropica. 38(3-4): 105-111.

17. Rayudu GVN, Kadirvel R, Pran V and Kratzer FH (1970) Effect of various agents in alleviating the toxicity of tannic acid for chickens. Poultry Science. 49(5): 1323-1326.

18. SAS (2004) User's Guide: Statistics. Version 9.1 Edition. SAS Inst. Inc. Cary, NC.

19. Scott ML, Nesheim MC and Young RJ (1976) Nutrition of the Chicken. 4th Edition. Ithaca, New York. NY, PP. 7-54.

20. Szczurek W (2010) Performance and nitrogen output in young broilers fed diets containing different plant by-products and formulated with predetermined ileal digestible amino acid values. Annual Animal Science. 10(3): 285-298.

21. Towo EE, Svanberg U and Ndossi GD (2003) Effect of grain pre-treatment on different extractable phenolic groups in cereals and legumes commonly consumed in Tanzania. Journal of the Science of Food and Agriculture. 83(9): 980-986.

22. UFFDA (1992) User Friendly Feed Formulation. University of Georgia, Georgia, USA.

23. Wendt Thiex NJ (2000) Animal feed. In: Horwitz, W. (Editor), Official Methods of Analysis. 17th Edition, Vol. 1. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Gaithersburg, MD, USA. PP. 1-54.

24. Widyaratne GP and Drew MD (2011) Effect of protein level and digestibility on the growth and carcass characteristics of broiler chickens. Poultry Science. 90(3): 595-603.