

## اثر افزودن آنزیم و اسید آلی در جیره‌های بر پایه ذرت و گندم بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی روده جوجه‌های گوشتی

محمد حسین شهیر<sup>۱</sup> - سعید مرادی<sup>۲</sup> - امید افسریان<sup>۳\*</sup> - افشین حیدری نیا<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۳۰

تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۳

### چکیده

هدف از این آزمایش تعیین اثرات افزودن آنزیم گریندآزیم (صفر یا ۰/۴ گرم بر کیلوگرم جیره) و بوتیرات سدیم (صفر یا ۲ گرم بر کیلوگرم جیره) در جیره‌های بر پایه ذرت و گندم بر عملکرد، خصوصیات لاشه و خصوصیات مورفولوژیکی روده جوجه‌های گوشتی بود. ۴۸۰ قطعه جوجه خروس گوشتی سویه آرپوراکرز به ۸ تیمار آزمایش اختصاص داده شدند و هر تیمار شامل ۴ تکرار بود و در هر تکرار ۱۵ قطعه جوجه قرار داده شد. این آزمایش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل (۲×۲) اجرا گردید. در انتهای آزمایش، ۲ قطعه خروس از هر تکرار جهت تعیین خصوصیات لاشه کشتار شد. نتایج به دست آمده نشان داد که نوع جیره پایه، آنزیم و بوتیرات سدیم تاثیر معنی داری بر خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی در کل دوره داشت. هرچند نوع جیره پایه و آنزیم بر افزایش وزن جوجه‌ها در کل دوره تاثیر معنی داری داشت، ولی اثر بوتیرات سدیم به لحاظ آماری معنی دار نبود. نوع جیره پایه بر ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی تاثیر معنی داری داشت. جیره حاوی گندم باعث افزایش وزن نسبی سنگدان، کبد، وزن و طول نسبی روده گردید. نوع جیره پایه و بوتیرات سدیم اثر معنی داری بر تعداد خمل‌های زبانی و برگی شکل، ارتفاع پرز، عمق کریبت و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریبت در دئودنوم و ژژنوم داشت. در نهایت، نتایج به دست آمده نشان داد که در جیره‌های بر پایه ذرت و گندم بهترین عملکرد جوجه‌های گوشتی زمانی حاصل شد، که آنزیم و بوتیرات سدیم به جیره اضافه گردید.

واژه‌های کلیدی: ذرت، گندم، آنزیم، بوتیرات سدیم، جوجه‌های گوشتی

### مقدمه

ذرت ماده خوراکی اصلی مورد استفاده در جیره غذایی طیور است و علت آن بالا بودن مقدار انرژی و نداشتن مواد ضدتغذیه ای است. با این حال، صنعت طیور کشور به علت واردات ذرت بعضاً با تنگنانهایی مواجه می‌شود، لذا نیاز به یک منبع غذایی جایگزین در جیره‌های طیور به ویژه جوجه‌های گوشتی کاملاً احساس می‌شود. گندم یک جایگزین مناسب برای ذرت محسوب می‌گردد، ولی به خاطر وجود عوامل ضد تغذیه ای موجود در گندم، با مصرف زیاد آن در جیره، عمل آوری آن الزامی است. گندم حاوی سطوح نسبتاً بالایی از پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای در لایه آلورون و دیواره سلولی می‌باشد. آرابینوزایلان‌ها بیشترین درصد پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای

(NSP)<sup>۵</sup> گندم را به خود اختصاص می‌دهند (۲۰). پلی‌ساکاریدهای

غیر نشاسته‌ای منجر به افزایش گرانروی محتویات گوارشی، کاهش سرعت عبور غذا، کاهش نرخ جذب مواد مغذی، کاهش واکنش بین آنزیم - سوبسترا، کاهش خوراک مصرفی و در نهایت کاهش عملکرد رشد پرنده می‌شود.

یکی از روش‌های عمل آوری گندم جهت کاهش اثرات ضد تغذیه ای پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای موجود در آن، استفاده از آنزیم است. تاثیرات استفاده از آنزیم به عواملی نظیر ترکیب جیره، نوع آنزیم مورد استفاده و سوبسترای اختصاصی آن، فعالیت آنزیمی، سطح آنزیم مصرفی، پایداری آنزیم، روش بکارگیری آنزیم، زمان واکنش، مقدار رطوبت و pH خوراک بستگی دارد (۲۰). آنزیم‌های تجزیه کننده پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای عمل خود را در دو مرحله انجام می‌دهند که عبارتند از: مراحل ایلئومی و سکومی. در طی مرحله ایلئومی عمل آنزیم، آنزیم‌ها سوبستراهای تخمیر پذیر را حذف

۱، ۲، ۳، ۴ - به ترتیب استادیار، دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشجویان دکتری

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

(Email: [omid.afsarian@znu.ac.ir](mailto:omid.afsarian@znu.ac.ir))

\* - نویسنده مسئول:

## مواد و روش ها

در این آزمایش اثرات افزودن آنزیم (صفر یا ۰/۴ گرم بر کیلوگرم جیره) و بوتیرات سدیم (صفر یا ۲ گرم بر کیلوگرم جیره) در جیره‌های بر پایه ذرت و گندم بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی روده جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت. ۴۸۰ قطعه جوجه گوشتی نر آبروراکرز ۱۰ روزه به طور تصادفی در داخل ۳۲ واحد آزمایشی (۴ تکرار و ۱۵ پرنده به ازای هر تکرار) قرار گرفتند. جوجه‌های اختصاص داده شده به واحدهای آزمایشی دارای میانگین وزن  $195 \pm 5$  گرم در ۱۰ روزگی بودند. همه جوجه‌ها تا سن ۱۰ روزگی با یک جیره مشابه، بر پایه ذرت-کنجاله سویا تغذیه شدند. جیره‌های مورد استفاده در این آزمایش، بر اساس نیازهای غذایی توصیه شده (NRC, 1994) برای دوره آغازین (۱۰ تا ۲۱ روزگی) و رشد (۲۲ تا ۴۲ روزگی) تهیه شدند. تمام جیره‌ها از لحاظ انرژی و پروتئین یکسان بودند (جدول ۱).

در این تحقیق از آنزیم گریندآزیم (Grindazym GP 15000) استفاده گردید، که حاوی ۱۸۰۰۰ واحد فعال از آنزیم ۱ و ۴ بتاگلوکاناز و ۴۳۰۰۰ واحد فعال از آنزیم ۱ و ۴ بتازایلاناز در هر گرم بود. این محصول از شرکت بیوشم تهیه و استفاده گردید. همچنین از بوتیرات سدیم به عنوان اسید آلی در این آزمایش استفاده گردید، این محصول از شرکت Ding Su در کشور چین خریداری گردید.

وزن جوجه‌ها، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها در پایان هر دوره اندازه گیری شد. در پایان آزمایش (۴۲ روزگی) دو جوجه از هر تکرار به طور تصادفی انتخاب و ذبح گردید. سپس وزن قسمت‌های مختلف لاشه از قبیل پیش معده و سنگدان، پانکراس، کبد و صفرا، روده کوچک و سکوم (بصورت درصد نسبی از وزن زنده بدن) ثبت گردید. طول قطعات مختلف روده کوچک نیز مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

همچنین پس از ذبح از قطعات مختلف روده کوچک، قطعاتی به طول ۷-۸ سانتیمتر جدا و توسط محلول نمکی بافر فسفات (pH=7) شسته شد. سپس، یک انتهای هر قطعه بوسیله نخ معمولی مسدود گردید. با استفاده از سرنگ، از انتهای باز قطعه، محلول تثبیت کننده به داخل قطعه وارد می‌شد. پس از اینکه کاملاً پر شد با قطعه نخ دیگری به طور محکم بسته شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۴۵ دقیقه در ظرف حاوی محلول تثبیت کننده (برای تهیه یک لیتر از محلول تثبیت کننده، باید ۷۵۰ سانتیمتر مکعب الکل اتیلیک با درجه خلوص ۱۰۰ را با ۲۵۰ سانتیمتر مکعب اسید استیک گلاسیسیال خالص مخلوط نمود) قرار گرفتند و نمونه‌ها پس از سپری شدن زمان فوق از محلول تثبیت کننده خارج و گره انتهایی آنها با قیچی باز شد تا محلول داخل آن خارج گردد. سپس در ناحیه اتصال به مزانتر یک شکاف طولی، بر روی نمونه داده شد و پس از آن نمونه‌ها به ظرف دیگری که حاوی محلول نگهدارنده (الکل ۵۰ درصد) بود منتقل شد تا در فرصت‌های بعدی از نظر مورفولوژیکی مورد بررسی قرار گیرند (۱، ۱۸ و ۲۰).

می‌کنند. این عمل بوسیله آزاد سازی مواد مغذی داخل سلولی دانه‌ها انجام می‌گیرد. از طرفی با کاهش گرانیوی نرخ هضم و جذب مواد مغذی را افزایش داده، اختلاط آنزیم‌های گوارشی را افزایش می‌دهند و با افزایش سرعت عبور غذا باعث افزایش مصرف خوراک می‌شوند. از طرفی به خاطر پر و خالی شدن سریع دستگاه گوارش از جایگزین شدن کلونی‌های میکروبی ممانعت نموده و قابلیت دسترسی مواد غذایی را برای آنها کاهش می‌دهند و بدین وسیله از رشد و تزیاد میکروبی و بروز اثرات مضر آنها جلوگیری می‌نمایند. در خلال مرحله سکومی، محصولات حاصل از تجزیه پلی ساکاریدها یعنی قندهای زایلوز و الیگومرهای آن به وسیله باکتری‌های سکومی تخمیر شده و مقادیری اسیدهای چرب فرار تولید می‌گردد که باعث تحریک رشد باکتری‌های سودمند و ممانعت از رشد برخی از باکتری‌های مضر می‌شوند (۲۵). این امر می‌تواند تا حدودی نیاز به آنتی بیوتیک‌ها را در جیره منتفی سازد.

pH دستگاه گوارش طیور در روزهای اول زندگی بیشتر از حد معمول است که این حالت شرایط را برای رشد میکروارگانیسم‌های پاتوژنیک از قبیل اشریشیاکلی و سالمونلا بسیار مناسب می‌کند. این میکروارگانیسم‌ها در روده تشکیل کلونی‌های متعدد داده و جذب مواد غذایی را کاهش می‌دهند. نتایج تحقیقات متعدد نشان داده است که عوامل اسیدی کننده دستگاه گوارش را می‌توان به عنوان جایگزین آنتی بیوتیک‌های محرک رشد استفاده نمود. همچنین، استفاده از عوامل اسیدی کننده دستگاه گوارش کمک زیادی به حفظ تعادل میکروبی دستگاه گوارش می‌کند (۳ و ۹).

عملکرد اسیدهای آلی در دستگاه گوارش را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود: ۱) اتصال اسیدهای آلی با مواد معدنی در ابتدای دوازدهه و افزایش جذب مواد معدنی، ۲) افزایش سرعت تبدیل پپسینوژن به پپسین در اثر کاهش اسیدیته دستگاه گوارش، ۳) کاهش رشد باکتری‌های مضر از جمله اشریشیاکلی در محیط دستگاه گوارش در اثر کاهش اسیدیته دستگاه گوارش، ۴) کاهش عفونت‌های تحت بالینی در طیور، ۵) pH معده را در حد مساعدی نگه می‌دارد که این عمل باعث فعالیت بهتر آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین می‌شود. ۶) تحریک مصرف غذا از طریق خوش خوراک نمودن آن، ۷) کاهش تولید آمونیاک و سایر متابولیت‌های میکروبی کاهش دهنده رشد، ۸) قابلیت هضم و جذب پروتئین و انرژی را بواسطه کاهش دادن رقابت‌های میکروبی با میزبان برای مواد غذایی را افزایش می‌دهد، ۹) استفاده جوجه از برخی اسیدهای آلی به عنوان واسطه متابولیکی در چرخه تولید انرژی (۲۰ و ۲۱). هدف از تحقیق حاضر استفاده همزمان آنزیم و اسید آلی در جیره‌های بر پایه ذرت و گندم بوده است.

جدول ۱- ترکیب جیره‌های آزمایشی (%)

اجزای جیره	استارتر (۷ تا ۲۱ روزگی)		رشد (۲۱ تا ۴۲ روزگی)	
	جیره بر پایه ذرت	جیره بر پایه گندم	جیره بر پایه ذرت	جیره بر پایه گندم
ذرت	۵۸/۴	۲۴/۳	۶۱/۳	۱۸/۴
گندم	۰	۴۰	۰	۵۰
کنجاله سویا	۳۰/۵	۲۴/۶	۲۶/۳۵	۱۸/۵
روغن گیاهی	۴	۴	۴/۶۵	۵
پودر ماهی	۴	۴	۴/۸۵	۵/۵
پودر صدف	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰
دی کلسیم فسفات	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۰
نمک	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
پرمیکس ویتامین <sup>۱</sup> مواد معدنی <sup>۲</sup>	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
دی ال متیونین	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۰
لیزین	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰
<b>آنالیز جیره</b>				
پروتئین خام	۲۰/۵	۲۰/۴۹۵	۱۹/۵	۱۹/۵
انرژی قابل متابولیسم	۳۱۰۰	۳۰۹۹	۳۲۰۰	۳۱۹۹
لیزین (%)	۱/۱۴	۱/۱۰	۰/۹۹	۰/۹۹
متیونین (%)	۰/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۱	۰/۴۱
متیونین+سیستئین (%)	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۷۵	۰/۷۶
کلسیم (%)	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۹۸
فسفات (%)	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۹	۰/۵۲

\*: این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی به روش فاکتوریل (۲×۲×۲) انجام پذیرفت، اثرات اصلی عبارتند از: دو جیره بر پایه ذرت و یا گندم، افزودن آنزیم (۰ یا ۰/۴ گرم بر کیلوگرم جیره) و بوتیرات سدیم (۰ یا ۲ گرم بر کیلوگرم جیره). جیره‌های آزمایشی شامل: (۱) جیره بر پایه ذرت؛ (۲) جیره بر پایه ذرت+آنزیم؛ (۳) جیره بر پایه ذرت+بوتیرات سدیم؛ (۴) جیره بر پایه ذرت+آنزیم+بوتیرات سدیم؛ (۵) جیره بر پایه گندم؛ (۶) جیره بر پایه گندم+آنزیم؛ (۷) جیره بر پایه گندم+بوتیرات سدیم و (۸) جیره بر پایه گندم+آنزیم+بوتیرات سدیم، بود.

۱- هر کیلوگرم جیره حاوی: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۲۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین E، ۳۰ واحد بین المللی؛ ویتامین K، ۰/۵ میلی گرم؛ ویتامین B<sub>12</sub>، ۰/۰۲ میلی گرم؛ تیامین، ۱/۵ میلی گرم؛ ریوفلاوین، ۶ میلی گرم؛ اسید فولیک، ۰/۶ میلی گرم؛ بیوتین، ۰/۱۵ میلی گرم؛ نیاسین، ۶۰ میلی گرم؛ پریدوکسین، ۵ میلی گرم؛ کولین کلراید، ۷۸۸ میلی گرم.  
۲- مس، ۲۰ میلی گرم؛ آهن، ۸۰ میلی گرم؛ منگنز، ۲۱/۸ میلی گرم؛ سلنیوم، ۰/۱ میلی گرم؛ ید، ۰/۳۵ میلی گرم و روی، ۱۰۰ میلی گرم.

رنگ فوشین، نمونه‌ها با آب مقطر شستشو داده شده و بعد به کمک چاقوی ظریف جراحی چشم، لایه مخاطی از لایه ماهیچه ای چسبیده به آن جدا شد. لایه مخاطی جدا شده بر روی سطح پارافین در داخل پتری دیش قرار می‌گرفت و مقداری سرم فیزیولوژیک بر روی آن اضافه می‌شد. سپس پتری دیش حاوی نمونه در زیر استریومیکروسکوپ قرار گرفته و با عدسی با بزرگنمایی ۲۵، ردیف‌هایی از خمل‌ها همراه با غدد زیر آنها با چاقوی جراحی چشمی برش داده شده، جدا می‌شدند. برشها که حاوی ۳-۱۰ عدد خمل بودند توسط پنس بر روی لام گذاشته می‌شد و پس از افزودن چند قطره گلیسرین به آن، لامل بر روی آن قرار می‌گرفت. لام تهیه شده از خمل‌ها با غدد همراه آنها در زیر میکروسکوپ قرار گرفته و با استفاده از گراتیکول مدرج و عدسی چشمی و شیئی ۱۰ (بزرگنمایی ۱۰۰)،

برای تعیین فراوانی انواع خمل، از هر نمونه قطعه‌ای به مساحت تقریبی ۲ سانتیمتر مربع جدا شده و در ظرف حاوی رنگ فوشین به مدت ۳-۵ دقیقه قرار گرفت. سپس نمونه‌ها از داخل رنگ خارج شده و توسط آب مقطر شستشو داده شد. قطعه مذکور با استفاده از سوزن‌های ته‌گرد بر روی پارافین گسترده و تثبیت شد و پس از ریختن مقداری سرم فیزیولوژیک بر روی آن، توسط استریومیکروسکوپ با درشت‌نمایی ۵۰ مورد بررسی قرار گرفت. تقسیم بندی انواع خمل و شمارش آنها بر حسب طبقه بندی موون (۱۹۷۱) انجام شد. در این طبقه بندی خمل‌ها به ۵ دسته تقسیم می‌شوند، که عبارتند از: خمل‌های انگشتی، برگ‌گی شکل، زبانی، پل مانند، رشته‌ای و پیچیده.  
برای اندازه‌گیری ابعاد خمل، پس از خارج نمودن نمونه از داخل

طول و عرض خمل‌ها و عمق غدد لیبرکون اندازه‌گیری شد. داده‌های بدست آمده از این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل (۲×۲×۲) با استفاده از نرم افزار SAS(9) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌های تیمارهای آزمایشی از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید. جهت مقایسه میانگین‌ها سطح احتمال ۰/۰۵ به عنوان سطح معنی‌دار در نظر گرفته شد.

## نتایج و بحث

### مصرف خوراک

نتایج حاصل از تاثیر نوع جیره پایه، افزودن آنزیم و بوتیرات سدیم بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که نوع جیره پایه اثر معنی‌داری بر خوراک مصرفی دارد، بطوریکه پرنده‌گانی که جیره بر پایه گندم را

دریافت نمودند در مقایسه با پرنده‌گانی که با جیره بر پایه ذرت تغذیه شدند، مصرف خوراک کمتری (P<۰/۰۱) داشتند. در خصوص کاهش مصرف خوراک در جیره‌های حاوی گندم به این نکته می‌توان اشاره نمود که گندم حاوی مقادیر زیادی از پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای (NSP) محلول در آب است، که با جذب آب سبب افزایش گرانیروی محتویات دستگاه گوارش می‌شوند، با افزایش گرانیروی سرعت عبور مواد غذایی کاهش می‌یابد و به دلیل پدیده‌های فیزیکی دستگاه گوارش مصرف خوراک پرنده کاهش می‌یابد. البته با افزایش سن جوجه گوشتی، به دلیل تثبیت میکروفلور ساکن در دستگاه گوارش اثرات مضر NSP بر مصرف خوراک تا حدودی کاهش می‌یابد (۵). در مطابقت با نتایج آزمایش اخیر، آلمیرال و همکاران (۲)، و وایت و همکاران (۲۳)، گزارش کردند، جوجه‌هایی که با جیره‌های حاوی جو تغذیه شدند نسبت به آنهایی که با جیره‌هایی بر پایه ذرت تغذیه شدند، مصرف خوراک کمتری داشتند.

جدول ۲- اثر نوع جیره پایه، آنزیم، بوتیرات سدیم و اثرات متقابل بین آنها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی

اثرات اصلی	خوراک مصرفی (گرم)			افزایش وزن (گرم)			ضریب تبدیل خوراک		
	۱۰-۲۱ روزگی	۲۲-۴۲ روزگی	۱۰-۴۲ روزگی	۱۰-۲۱ روزگی	۲۲-۴۲ روزگی	۱۰-۴۲ روزگی	۱۰-۲۱ روزگی	۲۲-۴۲ روزگی	۱۰-۴۲ روزگی
گندم	۵۹۸ <sup>a</sup>	۲۸۹۳ <sup>b</sup>	۳۴۹۰ <sup>b</sup>	۱۴۱۸ <sup>b</sup>	۳۸۹/۶ <sup>b</sup>	۳۸۹/۶ <sup>b</sup>	۱/۵۹ <sup>a</sup>	۲/۰۴ <sup>a</sup>	۱/۹۳ <sup>a</sup>
ذرت	۶۵۹/۳ <sup>b</sup>	۲۹۱۸ <sup>a</sup>	۳۵۷۸ <sup>a</sup>	۱۵۳۴ <sup>a</sup>	۴۴۳/۷ <sup>a</sup>	۳۵۷۸ <sup>a</sup>	۱/۴۹ <sup>b</sup>	۱/۹۰ <sup>b</sup>	۱/۸۱ <sup>b</sup>
SEM	۲/۳۶	۲/۹۰	۳/۶۱	۷/۱۴	۲/۶۸	۳/۶۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸
A0	۶۱۷/۳ <sup>b</sup>	۲۸۹۳ <sup>b</sup>	۳۵۱۱/۷ <sup>b</sup>	۱۴۶۳/۵ <sup>b</sup>	۴۰۶/۴ <sup>b</sup>	۳۵۱۱/۷ <sup>b</sup>	۱/۵۸ <sup>a</sup>	۱/۹۸	۱/۸۸
A1	۴۴۰ <sup>a</sup>	۲۹۱۶ <sup>a</sup>	۳۵۵۶/۵ <sup>a</sup>	۱۴۸۸/۵ <sup>a</sup>	۴۲۶/۹ <sup>a</sup>	۳۵۵۶/۵ <sup>a</sup>	۱/۵۰ <sup>b</sup>	۱/۹۶	۱/۸۶
SEM	۲/۳۶	۲/۹۰	۳/۶۱	۷/۱۴	۲/۶۸	۳/۶۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸
بوتیرات سدیم	۶۱۶/۳ <sup>b</sup>	۲۸۹۶/۵ <sup>b</sup>	۳۵۱۳ <sup>b</sup>	۱۴۶۶/۲	۴۲۰/۲	۳۵۱۳ <sup>b</sup>	۱/۵۳ <sup>b</sup>	۱/۹۸	۱/۸۶
B1	۶۴۱ <sup>a</sup>	۲۹۱۳/۵ <sup>a</sup>	۳۵۵۵/۳ <sup>a</sup>	۱۴۵۸/۷	۴۱۳/۱	۳۵۵۵/۳ <sup>a</sup>	۱/۵۶ <sup>a</sup>	۱/۹۶	۱/۸۷
SEM	۲/۳۶	۲/۹۰	۳/۶۱	۷/۱۴	۲/۶۸	۳/۶۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸
اثرات متقابل <sup>۱</sup>									
ذرت × آنزیم	۶۵۰	۲۹۰۸	۳۵۵۸	۱۵۲۶	۴۴۲/۶	۳۵۵۸	۱/۴۷	۱/۹۰	۱/۸۱
گندم × آنزیم	۶۰۸	۲۸۹۸	۳۵۰۶	۱۴۳۰	۴۰۶/۴	۳۵۰۶	۱/۴۹	۲/۰۳	۱/۹۱
SEM	۴/۷۲	۵/۸۰	۷/۲۳	۱۴/۲۹	۵/۲۶	۷/۲۳	۰/۰۲۵	۰/۰۱۹	۰/۰۱۵
جیره پایه	**	**	**	**	**	**	**	**	**
آنزیم	**	*	**	*	**	**	**	*	ns
بوتیرات سدیم	**	**	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
جیره پایه × آنزیم	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	*	ns
بوتیرات سدیم × جیره پایه	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
آنزیم × بوتیرات سدیم	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
بوتیرات سدیم × آنزیم × جیره	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

A0 جیره بدون آنزیم، A1 جیره حاوی آنزیم، B0 جیره بدون بوتیرات سدیم و B1 جیره حاوی بوتیرات سدیم

SEM: انحراف استاندارد از میانگین

a,b میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند

\*: (P<۰/۰۵)، \*\*: (P<۰/۰۱)، ns: میانگین‌ها از لحاظ آماری با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

۱- فقط اثرات متقابلی که معنی‌دار بوده‌اند، در جدول گزارش شده است.

موضوع می‌تواند دلیل بالقوه ای برای توجیه کاهش وزن در جوجه‌هایی باشد که با گندم تغذیه شده‌اند. یکی دیگر از دلایل احتمالی کاهش رشد جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی گندم، می‌تواند در رابطه با ناتوانی این پرندگان در تغذیه مقادیر کافی خوراک به دلیل افزایش بیش از حد گرانشی باشد. نتایج این آزمایش در مطابقت با نتایج آزمایش بوبا و همکاران (۴)، است، این محققین گزارش کردند که پرندگانی که با یک جیره پر فیبر (۲۰ درصد) تغذیه شدند به دلیل گنجایش محدود و پدیده پر شدگی فیزیکی دستگاه گوارش نتوانستند مقادیر کافی خوراک را مصرف نمایند، در نتیجه این پرندگان خوراک مصرفی پایین تری داشته و این موضوع در اضافه وزن و رشد ضعیف تر آنها منعکس گردید.

نتایج آزمایش نشان داد که افزودن آنزیم به جیره‌های آزمایشی، وزن بدن جوجه‌های گوشتی را به طور معنی داری ( $P < 0/01$ ) افزایش می‌دهد. نتایج آزمایش اخیر در مطابقت با نتایج کلاسن و همکاران (۵)، و بوبا و همکاران (۴)، می‌باشد، این محققین گزارش کردند که استفاده از آنزیم، سبب کاهش ویسکوزیته محتویات گوارشی و افزایش قابلیت هضم و جذب مواد غذایی می‌گردد. در نتیجه با کاربرد آنزیم می‌توان انتظار داشت که روند افزایش وزن پرنده با مصرف جیره بر پایه گندم بهبود یابد.

بر طبق نتایج آزمایش استفاده از بوتیرات سدیم در جیره‌های بر پایه ذرت و گندم تاثیری بر افزایش وزن جوجه‌های گوشتی ندارد. نتایج آزمایش حاضر در مغایرت با نتایج زیرلیبیک و بگلوبوم (۲۷)، می‌باشد، این محققین گزارش کردند که استفاده از بوتیرات سدیم وزن بدن جوجه‌های گوشتی را در مقایسه با گروه شاهد به طور معنی داری بهبود می‌بخشد. دلیل این مغایرت در نتایج را می‌توان به نوع جیره مورد استفاده در آزمایشات و سطح استفاده از بوتیرات سدیم در جیره‌های آزمایشی نسبت داد.

اثرات متقابل بین نوع جیره، آنزیم و بوتیرات سدیم، تنها در مورد نوع جیره پایه آنزیم معنی دار بود.

### ضریب تبدیل غذایی

نتایج مربوط به اثرات نوع جیره پایه، افزودن آنزیم و بوتیرات سدیم بر ضریب تبدیل غذایی در جدول ۲ ارائه شده است. بر طبق نتایج آزمایش اخیر نوع جیره پایه بر ضریب تبدیل غذایی تاثیر ( $P < 0/01$ ) داشت، به طور کلی ضریب تبدیل غذایی به هنگام استفاده از گندم در جیره بدتر گردید. به نظر می‌رسد بدتر شدن ضریب تبدیل غذایی به هنگام استفاده از گندم در جیره مربوط به ایجاد ویسکوزیته در دستگاه گوارش و کاهش هضم و جذب مواد غذایی باشد. نتایج آزمایش حاضر در مطابقت با نتایج آزمایش پترسون و همکاران (۱۵)، بود.

بر طبق نتایج آزمایش، استفاده از آنزیم و بوتیرات سدیم در جیره‌هایی بر پایه ذرت و یا گندم، مصرف خوراک را به طور معنی داری ( $P < 0/01$ ) افزایش می‌دهد. به طور کلی چندین عامل بر میزان بروز اثرات مضر NSP در دستگاه گوارش تاثیر گذار است، که از این بین می‌توان به وزن ملکولی NSP و ترکیب میکروفلور اشاره نمود. بین وزن ملکولی پلی ساکارید و میزان ایجاد گرانشی، همبستگی مثبت بالایی وجود دارد. با افزودن آنزیم‌هایی با منشا خارجی، وزن ملکولی این پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای در دستگاه گوارش کاهش و به طبع آن گرانشی حاصل از آنها نیز کاهش می‌یابد. از سوی دیگر پاتوژن‌های موجود در دستگاه گوارش، نیز می‌توانند اثرات مضر حاصل از NSP محلول را تشدید و مصرف خوراک و عملکرد پرندگانی را که با جیره‌هایی بر پایه گندم تغذیه شده‌اند را کاهش دهند. استفاده از بوتیرات سدیم سبب اسیدی شدن دستگاه گوارش می‌شود، pH اسیدی از رشد میکروب‌های مضر از قبیل سالمونلا و کلسترییدیوم پرفرانژ و... جلوگیری می‌کند و سبب تقویت میکروفلور مفید می‌گردد. احتمالاً آنزیم و بوتیرات سدیم از طریق این مکانیسم‌ها از بروز اثرات منفی NSP محلول در آب، بر مصرف خوراک جلوگیری می‌کنند. نتایج آزمایش اخیر در مطابقت با نتایج آزمایش زونگونگ و یومینگ (۲۶)، بود، این محققین مشاهده کردند که جیره‌های حاوی ۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم بوتیرات سدیم، مصرف خوراک به طور غیر معنی داری افزایش می‌یابد. همچنین جوزفیک و همکاران (۱۱)، نیز نشان دادند که استفاده همزمان از آنزیم و بوتیرات سدیم در جیره غذایی سبب بهبود در هضم پلی ساکاریدها و بافت روده می‌شوند، که این عوامل سبب افزایش خوراک مصرفی در جیره‌هایی بر پایه گندم می‌گردد. بر طبق نتایج آزمایش هیچیکدام از اثرات متقابل بین تیمارها تاثیر معنی داری بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی نداشت.

### افزایش وزن

نتایج مربوط به اثر نوع جیره پایه، افزودن آنزیم و بوتیرات سدیم بر میانگین افزایش وزن جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ ارائه شده است. بر طبق نتایج آزمایش اخیر، نوع جیره پایه تاثیر معنی داری بر افزایش وزن جوجه‌ها در کل دوره آزمایش داشت. به هر حال، روند افزایش وزن جوجه‌ها در جیره بر پایه گندم نسبت به جیره بر پایه ذرت، به طور معنی داری ( $P < 0/01$ ) کاهش می‌یابد و این جوجه‌ها میانگین وزنی کمتری را تجربه کردند.

به نظر می‌رسد آرایینوزایلان‌های موجود در گندم با ایجاد ویسکوزیته بالا در دستگاه گوارش سبب ممانعت از مخلوط شدن آنزیم‌های گوارشی با محتویات دستگاه گوارش و همچنین کاهش سطح تماس مواد مغذی با پرزهای روده می‌شود در نتیجه هضم و جذب مواد مغذی و راندمان استفاده از خوراک کاهش می‌یابد و این

زیاد، منجر به افزایش حجم اندام‌های گوارشی و توسعه اندام‌ها در جوجه‌ها، اردک‌ها و غازها می‌شود.

افزایش وزن نسبی پانکراس، کبد و صفرا با مصرف جیره‌های بر پایه گندم نیز می‌تواند با افزایش گرانروی محتویات گوارشی در رابطه باشد. افزایش گرانروی در دستگاه گوارش سبب افزایش فلور میکروبی مضر (مانند کلستریدیوم پرفرانژ و...) می‌شود. این میکروارگانیسم‌ها باعث دکترزوزگه شدن نمک‌های صفراوی و عدم باز جذب آن در بخش‌های انتهایی ایلئوم می‌شود، از این رو هضم و جذب چربی کاهش می‌یابد و نیاز به ترشح صفرا افزایش می‌یابد (۶). نتایج این آزمایش در مطابقت با نتایج گارسیا و همکاران (۷)، می‌باشد، این محققین گزارش کردند که وزن نسبی پانکراس، کبد و سنگدان در پرندگانی که با جو تغذیه شدند افزایش می‌یابد.

افزودن آنزیم و بوتیرات سدیم به جیره‌هایی بر پایه ذرت و گندم، وزن دستگاه گوارش، پیش معده و سنگدان، پانکراس و کبد را کاهش داد، ولی این اثر به لحاظ آماری معنی دار نبود. نتایج این آزمایش در مطابقت با نتایج وو و رایندران (۲۴)، است، این محققین گزارش نمودند که افزودن آنزیم زایلاناز به جیره‌های حاوی دانه کامل گندم تاثیری بر وزن نسبی چینه دان، پیش معده و سنگدان نداشت. نتایج این تحقیق در خصوص تاثیر آنزیم بر کاهش وزن کبد بر خلاف نتایج گارسیا و همکاران (۷)، است، این محققین متوجه شدند که افزودن آنزیم باعث افزایش وزن نسبی کبد می‌شود (۳/۷۴ در مقابل ۴ درصد). احتمال دارد که در مطالعه گارسیا و همکاران (۷)، چون غله مورد بررسی جو با ویسکوزیته بالا بوده است، لذا افزودن آنزیم باعث افزایش چشمگیر قابلیت هضم مواد مغذی شده و لذا وظیفه کبد را از لحاظ ذخیره و سوخت و ساز مواد مغذی را افزایش داده است.

از سوی دیگر افزایش گرانروی باعث افزایش نیازمندی پرند به ترشحات پانکراس برای هضم و جذب مواد مغذی می‌شود. احتمالاً در این مورد، افزایش ترشحات باعث هضم موثر مواد مغذی موجود در مواد ویسکوز موجود در دستگاه گوارش شده و منجر به فعالیت بیشتر پانکراس هایپرتروفی آن شده است. افزودن آنزیم از این طریق کاهش گرانروی نیاز به ترشحات پانکراس را کمتر نموده است (۵).

نتایج مربوط به اثر نوع جیره پایه، افزودن آنزیم و بوتیرات سدیم بر طول و درصد وزن نسبی قطعات مختلف روده کوچک در جدول ۴ ارائه شده است. نوع جیره پایه تاثیر معنی داری بر طول قطعات مختلف روده کوچک (دودنوم، ژوژنوم و ایلئوم) داشت، بر طبق نتایج آزمایش طول قطعات مختلف روده کوچک در پرندگانی که با جیره بر پایه گندم تغذیه شدند در مقایسه با پرندگانی که با جیره بر پایه ذرت تغذیه شدند، به طور معنی داری ( $P < 0.05$ ) افزایش یافت. استفاده از سطوح بالای مواد خوراکی حاوی NSP باعث پدید آمدن ویسکوزیته در روده کوچک پرندگان می‌شود.

نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد آنزیم تنها در دوره آغازین سبب بهبود ( $P < 0.05$ ) ضریب تبدیل غذایی می‌گردد و در دوره رشد افزودن آنزیم تاثیری بر ضریب تبدیل نداشت. نتایج آزمایش حاضر در مطابقت با نتایج آزمایشات کلاسن و همکاران (۵)، و روتر و همکاران (۱۷)، می‌باشد، در کل این محققان گزارش کردند که استفاده از آنزیم تنها در سنین اولیه می‌تواند مفید باشد اما نمی‌تواند تاثیر مثبت قابل توجهی بر راندمان استفاده از غذا در پرندگان مسن داشته باشد زیرا پرندگان مسن تر به لحاظ سازگاری‌های فیزیولوژیکی، توانایی مبارزه و خنثی سازی اثرات منفی پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای را پیدا می‌کنند.

بر طبق نتایج آزمایش استفاده از بوتیرات سدیم در جیره‌های بر پایه ذرت و گندم باعث بهبود ضریب تبدیل می‌گردد، اما این اثر به لحاظ آماری معنی دار نبود. نتایج این آزمایش در مغایرت با نتایج آزمایشات فریدمن و همکاران (۶)، ایسولوری و همکاران (۹)، جوزفیک همکاران (۱۱)، و وان ایمرسیل و همکاران (۲۰)، می‌باشد، این محققان گزارش کردند که توسعه سیستم ایمنی دستگاه گوارش در اوایل زندگی جوجه‌ها رخ می‌دهد و توسعه مناسب GALT<sup>۱</sup> باعث می‌شود اندام‌های هضمی و جذبی روده عملکرد بهتری داشته باشند، اسید بوتیریک با بیشترین بازده برای توسعه GALT استفاده می‌شود که منجر به کاهش پاتوژن‌های دستگاه گوارش می‌شوند، در نتیجه راندمان استفاده از مواد غذایی بهبود می‌یابد. دلیل مغایرت نتایج این محققین با نتایج آزمایش اخیر می‌تواند در رابطه با مقدار و نوع نمک مورد استفاده در اسید بوتیریک باشد. اثرات متقابل بین هیچکدام از تیمارهای آزمایشی بر ضریب تبدیل غذایی معنی دار نبود.

### طول و وزن نسبی اندام‌های گوارشی

نتایج مربوط به اثر نوع جیره پایه، افزودن آنزیم و بوتیرات سدیم بر وزن نسبی (گرم به ازای ۱۰۰ گرم وزن زنده بدن) اندام‌های دستگاه گوارش در جدول ۳ ارائه شده است. نوع جیره پایه تاثیر معنی داری بر وزن نسبی دستگاه گوارش، سنگدان، پانکراس و کبد و صفرا داشت. به طور کلی، وزن نسبی دستگاه گوارش، پیش معده و سنگدان در جوجه‌هایی که جیره‌های بر پایه گندم را مصرف نمودند نسبت به جوجه‌هایی که با جیره بر پایه ذرت تغذیه شدند، به طور معنی داری ( $P < 0.05$ ) افزایش یافت. علت بروز چنین اثری می‌تواند در رابطه با افزایش گرانروی محتویات دستگاه گوارش در نتیجه مصرف گندم باشد. با افزایش گرانروی، سرعت عبور مواد غذایی از دستگاه گوارش کاهش می‌یابد و در نتیجه سبب اتساع و افزایش وزن این اندام‌ها می‌گردد. نتایج این آزمایش در مطابقت با نتایج جامروز و همکاران (۱۰)، بود، این محققین گزارش کردند که تغذیه جیره‌های حاوی فیبر

1- Gut Associated Lymphoid Tissue(GALT)

جدول ۳- اثر نوع جیره پایه، افزودن آنزیم، بوتیرات سدیم و اثرات متقابل<sup>۱</sup> بین آنها بر صفات لاشه جوجه‌های گوشتی (%).

اثرات اصلی	دستگاه گوارش	پیش معده و سنگدان	پانکراس	کبد و صفرا
جیره پایه	گندم	۲/۴۶ <sup>a</sup>	۰/۲۳	۲/۱۸ <sup>a</sup>
	ذرت	۲/۳۱ <sup>b</sup>	۰/۲۲	۱/۹۷ <sup>b</sup>
SEM		۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۶
آنزیم	A0	۲/۴۵	۰/۲۳	۲/۱۱
	A1	۲/۳۰	۰/۲۲	۲/۰۴
SEM		۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۶
بوتیرات سدیم	B0	۲/۴۲	۰/۲۲	۲/۰۶
	B1	۲/۳۴	۰/۲۲	۲/۰۸
SEM		۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۶
سطح احتمال				
جیره پایه	**	*	*	*
آنزیم	ns	ns	ns	ns
بوتیرات سدیم	ns	ns	ns	ns
جیره پایه × آنزیم	ns	ns	ns	ns
جیره پایه × بوتیرات سدیم	ns	ns	ns	ns
آنزیم × بوتیرات سدیم	ns	ns	ns	ns
جیره × آنزیم × بوتیرات سدیم	ns	ns	ns	ns

A0 جیره بدون آنزیم، A1 جیره حاوی آنزیم، B0 جیره بدون بوتیرات سدیم و B1 جیره حاوی بوتیرات سدیم SEM: انحراف استاندارد از میانگین

a,b - میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشتک دارای اختلاف معنی دار می‌باشند

\*: (P<0/05), \*\*: (P<0/01), ns: میانگین‌ها از لحاظ آماری با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

۱- اثرات متقابل بین تیمارهای آزمایشی، به دلیل عدم معنی‌داری گزارش نشده است.

#### کوچک نداشت.

بر طبق نتایج این آزمایش، استفاده از آنزیم باعث کاهش معنی داری (P<0/05) طول دئودنوم گردید و بر طول ژژنوم و ایلئوم تاثیری نداشت. همچنین استفاده از بوتیرات سدیم تاثیری بر طول قطعات مختلف روده کوچک نداشت.

نتایج آزمایش نشان داد که نوع جیره پایه تاثیری بر وزن نسبی ژژنوم و ایلئوم نداشت اما تاثیر معنی داری بر وزن نسبی دودنوم و سکوم دارد، به طوری که استفاده از جیره بر پایه گندم وزن نسبی دئودنوم (P<0/05) و سکوم (P<0/01) را به طور معنی داری افزایش می‌دهد. به نظر می‌رسد عدم هضم مواد غذایی در نتیجه افزایش گرانروی در دستگاه گوارش سبب، رسیدن حجم قابل ملاحظه‌ای از مواد مغذی هضم نشده به روده می‌شود و علاوه بر اتساع دیواره روده و در نتیجه عضلانی شدن دیواره آن باعث تولید ترکیبات سمی و گازهای فرار زیادی بوسیله جمعیت میکروبی انتهای روده کوچک شده، که به تحریک سدهای دفاعی دیواره روده

ویسکوزیته از چند طریق باعث افزایش طول و وزن روده کوچک می‌گردند. اول این که این ترکیبات با اتساع دیواره روده باعث وارد آمدن فشار زیادی به دیواره روده و لایه‌های عضلانی آن می‌شوند که باعث افزایش طول سارکومرها و در نتیجه میوفیبریل‌های لایه عضلانی شده تا از این طریق با فشار وارده مقابله کند. به علاوه افزایش طول ماهیچه‌های جداره روده و همچنین ضخامت آنها یک ساز و کار سازشی از سوی پرند می‌باشد تا به این نحو بتواند، این مواد ویسکوز را در مجرای روده به حرکت درآورد. دومین مکانیسمی که از طریق آن ویسکوزیته باعث افزایش طول روده می‌گردند، احتمالاً نیازمندی پرند به مواد مغذی است. در تطابق با این نتایج، یسار (۲۵)، نیز مشاهده نمود که طول روده پرندگان تغذیه شده با کلیه جیره‌های مخلوط با گندم آسیاب شده یا دانه کامل گندم، نسبت به پرندگان شاهد، به طور معنی داری بیشتر بود. بر خلاف این نتایج، وُو و همکاران (۲۴)، مشاهده نمودند که دانه کامل گندم اگرچه وزن سنگدان را افزایش داد، ولی تاثیری بر وزن یا طول نسبی روده

در نتیجه سطح جذبی بیشتر مواد مغذی، ولی به خاطر ضخیم شدن دیواره سلول‌های جذبی، سطح تماس و همچنین سطح جذب کاهش یافته و بهبودی در قابلیت جذب مواد مغذی حادث نمی‌شود. نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از آنزیم و بوتیرات سدیم تاثیر معنی داری بر وزن نسبی قطعات مختلف روده کوچک نداشت، اما استفاده از آنزیم سبب کاهش معنی داری در وزن سکوم گردید. نتایج در مورد تاثیر آنزیم بر درصد وزن قطعات مختلف روده در مغایرت با نتایج ویروس و همکاران (۱۹۹۴) می‌باشد، این محققین گزارش کردند که استفاده از آنزیم منجر به کاهش وزن نسبی ژژنوم و ایلئوم می‌شود.

می‌انجامد و باعث افزایش وزن نسبی این قسمت‌ها می‌گردد. نتایج آزمایش اخیر در مطابقت با نتایج گی و همکاران (۸)، و لانگوت و همکاران (۱۳)، می‌باشد، این محققین نیز گزارش کردند که ترکیبات پلی ساکاریدی غیر قابل هضم، توسط جمعیت میکروبی روده تخمیر شده و سبب افزایش جمعیت میکروبی می‌شوند. این میکروب‌های تکثیر یافته همراه با گازهای سمی و سمومی همچون آمین‌ها و آمونیاک، مورفولوژی روده را دستخوش تغییر می‌نمایند. پرنده با ضخیم نمودن دیواره خود و ترشح مواد مخاطی و موسین بیشتر، سعی در ممانعت از ورود گازها و سموم به سلول‌های مجرای روده خود می‌نماید و به همین دلایل علی‌رغم افزایش طول روده و

جدول ۴- اثر نوع جیره پایه، افزودن آنزیم، بوتیرات سدیم و اثرات متقابل بین آنها بر طول (سانتی متر به ازای ۱۰۰ گرم وزن بدن) و وزن نسبی (نسبت به وزن زنده بدن) قطعات مختلف روده کوچک جوجه‌های گوشتی

اثرات اصلی	دئودنوم		ژژنوم		ایلئوم		سکوم
	سانتی متر	%	سانتی متر	%	سانتی متر	%	
جیره پایه	گندم	۱/۴۹ <sup>a</sup>	۰/۷۶۸ <sup>a</sup>	۳/۷۷ <sup>a</sup>	۱/۷۳	۲/۴۵ <sup>a</sup>	۱/۰۱
	ذرت	۱/۲۸ <sup>b</sup>	۰/۶۵۹ <sup>b</sup>	۳/۴۱ <sup>b</sup>	۱/۶۲	۲/۲۷ <sup>b</sup>	۰/۹۹
	SEM	۰/۰۳۶	۰/۰۳۲	۰/۰۲۷	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۳۵
آنزیم	A0	۱/۴۴ <sup>a</sup>	۰/۷۵	۳/۶۳	۱/۷۲	۲/۳۸	۱/۰۳
	A1	۱/۳۳ <sup>b</sup>	۰/۶۷۷	۳/۵۶	۱/۶۴	۲/۳۴	۰/۹۶۸
	SEM	۰/۰۳۶	۰/۰۳۲	۰/۰۲۷	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۳۵
بوتیرات سدیم	B0	۱/۴۰	۰/۷۲۵	۳/۶۳	۱/۶۸	۲/۳۹	۰/۹۹۷
	B1	۱/۳۷	۰/۷۰۲	۳/۵۶	۱/۶۸	۲/۳۳	۱/۰۰
	SEM	۰/۰۳۶	۰/۰۳۲	۰/۰۲۷	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۳۵
اثرات متقابل <sup>۱</sup>	ذرت × آنزیم	۱/۳۰	۰/۶۷	۳/۴۲	۱/۶۱	۲/۳۴	۰/۹۵
	گندم × آنزیم	۱/۳۹	۰/۷۰	۳/۷۳	۱/۶۶	۲/۴۱	۰/۹۶
	SEM	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۰۹
جیره پایه	سطح احتمال						
	جیره پایه	**	*	**	ns	*	ns
	آنزیم	*	ns	۰/۰۷	ns	ns	ns
	بوتیرات سدیم	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	جیره پایه × آنزیم	ns	ns	ns	ns	ns	*
	جیره پایه × بوتیرات سدیم	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	آنزیم × بوتیرات سدیم	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	جیره پایه × آنزیم × بوتیرات سدیم	ns	ns	ns	ns	ns	ns

A0 جیره بدون آنزیم، A1 جیره حاوی آنزیم، B0 جیره بدون بوتیرات سدیم و B1 جیره حاوی بوتیرات سدیم SEM: انحراف استاندارد از میانگین

a,b- میانگین‌های هر ستون یا حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می‌باشند

\*: (P<۰/۰۵)، \*\*: (P<۰/۰۱)، ns: میانگین‌ها از لحاظ آماری با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

۱- فقط اثرات متقابلی که معنی دار بوده‌اند، در جدول گزارش شده است.



جدول ۵- اثرات جیره پایه، آنزیم، بوتیرات سدیم و اثرات متقابل<sup>۱</sup> بین آنها بر انواع خمل‌های قطعات مختلف روده کوچک (%)

اثرات اصلی	دئودنوم			ژژنوم			ایلئوم		
	برگی	زبانی	پیچیده	برگی	زبانی	پیچیده	برگی	زبانی	انگشتی
گندم	۳۰/۴۹ <sup>a</sup>	۶۸/۵۴ <sup>b</sup>	۰/۷۶	۲۶/۱۹	۶۸/۴۲ <sup>b</sup>	۴/۲۵	۲۶/۰۱	۶۳/۳۳	۶/۶۱
جیره پایه	۲۲/۰۱ <sup>b</sup>	۷۶/۴۴ <sup>a</sup>	۲/۶۶	۲۱/۸۸	۷۶/۳۹ <sup>a</sup>	۱/۱۸	۲۷/۰۳	۶۹/۶۴	۳/۸۵
ذرت	۲/۴۵	۲/۲۴	۰/۸۴	۲/۷۳	۲/۲۷	۱/۶	۲/۷۳	۲/۲۷	۱/۶
SEM									
A0	۲۶/۵	۷۲/۷	۱/۹۳	۲۴/۳۷	۷۳/۶۳	۱/۶۹	۲۹/۳۰	۶۴/۹۸	۴/۶۲
آنزیم	۲۶/۰	۷۲/۳	۱/۴۹	۲۳/۷۰	۷۱/۱۸	۱/۷۴	۲۵/۷۳	۶۷/۹۸	۵/۸۴
A1	۲/۴۵	۲/۲۴	۰/۸۴	۳	۲/۰	۱/۴۶	۲/۷۳	۲/۲۷	۱/۶
SEM									
B0	۲۷/۴۴	۷۰/۹۴	۲/۶۲	۲۶/۲	۶۸/۹۶ <sup>b</sup>	۳/۴۶	۲۶/۰۷	۶۲/۷۷	۵/۵۳
بوتیرات	۲۵/۰۵	۷۴/۰۴	۰/۸۱	۲۱/۹	۷۵/۸۵ <sup>a</sup>	۱/۹۸	۲۶/۹۷	۷۰/۲۰	۴/۹۳
B1	۲/۳۵	۲/۱۵	۰/۸۱	۲/۹	۱/۹۵	۱/۴۰	۲/۷۳	۲/۲۷	۱/۶
SEM									
سطح احتمال									
جیره پایه	*	*	*	ns	*	ns	ns	ns	ns
آنزیم	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
بوتیرات سدیم	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
جیره پایه × آنزیم	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
جیره پایه × بوتیرات	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
آنزیم × بوتیرات	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
جیره پایه × آنزیم × بوتیرات	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

A0 جیره بدون آنزیم، A1 جیره حاوی آنزیم، B0 جیره بدون بوتیرات سدیم و B1 جیره حاوی بوتیرات سدیم

SEM: انحراف استاندارد از میانگین

a,b- میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می‌باشند

\*: (P<۰/۰۵)، \*\*: (P<۰/۰۱)، ns: میانگین‌ها از لحاظ آماری با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

۱- اثرات متقابل بین تیمارهای آزمایشی، به دلیل عدم معنی‌داری گزارش نشده است.

## ویژگی‌های مورفولوژیکی روده کوچک

### انواع خمل

نتایج مربوط به اثر نوع جیره پایه، افزودن آنزیم و بوتیرات سدیم بر انواع خمل‌های روده باریک در جدول ۵ ارائه شده است. نوع جیره پایه بر خمل‌های برگه، زبانی و انگشتی موجود در دئودنوم و خمل زبانی شکل در ژژنوم تاثیر معنی داری (P<۰/۰۵) داشت، اما بر سایر انواع خمل‌های موجود در ژژنوم و ایلئوم تاثیری نداشت. به طور کلی ثابت شده است که غلظت بالای پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای اثرات زیادی بر فراوانی انواع مختلف خمل در روده باریک دارد، بر این اساس استفاده از خوراک‌های حاوی مقادیر زیاد پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، سبب کاهش فراوانی خمل‌های زبانی شکل و افزایش سایر انواع خمل‌ها در روده کوچک می‌گردد. نتایج آزمایش اخیر با گزارشات ویوریوس و همکاران (۲۲)، و موحراری و محمد پور (۱۴)، که نشان دادند خمل‌ها در روده کوچک پرندگان تغذیه شده با جیره‌ای بر پایه جو کوتاه تر و پهن تر از خمل‌های روده پرندگان

تغذیه شده با جیره ای بر پایه ذرت است، مطابقت دارد. همچنین راکوساکا و همکاران (۱۶)، مشاهده کردند که جوجه‌هایی که با جیره بر پایه جو تغذیه شدند، تعداد خمل‌های زبانی در این پرندگان کاهش و فراوانی سایر خمل‌ها افزایش یافته است.

افزودن آنزیم بر فراوانی انواع خمل‌های موجود در قطعات مختلف روده کوچک تاثیر معنی داری نداشت، اما افزودن بوتیرات سدیم تنها فراوانی خمل‌های زبانی شکل در ژژنوم را به طور معنی داری (P<۰/۰۵) افزایش داد و بر فراوانی سایر انواع خمل‌ها در ژژنوم، دئودنوم و ایلئوم تاثیر معنی داری نداشت. نوده (۱)، گزارش نمود که ۶۰ تا ۷۰ درصد خمل‌های روده باریک طیور را خمل‌های زبانی، ۱۵ تا ۲۰ درصد را خمل‌های برگه شکل و بقیه را سایر خمل‌ها به خود اختصاص می‌دهند. بنابراین خمل‌های زبانی در طیور بیشترین سطح جذبی و همچنین بیشترین فعالیت ترشحی آنزیم‌های گوارشی را در روده کوچک فراهم می‌آورند، لذا افزایش تعداد آنها باعث افزایش سطح جذب می‌شود. نتایج آزمایش حاضر در مطابقت با نتایج وو و همکاران (۲۴)، می‌باشد.

## تغییرات ابعاد خمل

نتایج مربوط به اثر نوع جیره پایه، افزودن آنزیم و بوتیرات سدیم بر ابعاد خمل‌های روده باریک در جدول ۶ ارائه شده است. بر طبق نتایج آزمایش نوع جیره پایه بر ارتفاع پرز و عمق کریپت در دئودنوم و ژژنوم تأثیر معنی داری دارد، اما بر ارتفاع پرز و عمق کریپت در ایلئوم تأثیری ندارد. به طور کلی در این آزمایش مشخص گردید که استفاده از جیره‌هایی بر پایه گندم در مقایسه با جیره‌هایی بر پایه ذرت، ارتفاع پرز و عمق کریپت را در دئودنوم ( $P < 0/05$ ) و ژژنوم ( $P < 0/01$ ) به ترتیب کاهش و افزایش می‌دهد. به طور کلی ثابت شده است که ویسکوزیته بالای محتویات گوارشی سبب کاهش ارتفاع پرز می‌گردد، دلیل این موضوع را می‌توان به تخریب و آتروفی سلول‌های

پوششی نوک پرز توسط فیبر نسبت داد، با افزایش آتروفی این سلول‌ها فعالیت سلول‌های زاینده موجود در عمق کریپت برای ساخت سلول‌های پوششی و جایگزین نمودن آنها با سلول‌های آتروفی شده افزایش می‌یابد، با افزایش ترن‌آور سلولی ارتفاع پرز کاهش و عمق کریپت افزایش می‌یابد. نتایج این آزمایش در مطابقت با نتایج راکوسکا و همکاران (۱۶)، می‌باشد این محققین گزارش کردند که خمل‌های روده و غشا مخاطی روده کوچک جوجه‌های گوشتی که با جیره‌های محتوی ۸۰ درصد چاودار تغذیه شده اند آسیب‌های زیادی وارد شده است. همچنین ویوروس و همکاران (۲۲)، تغییراتی را در مخاط روده کوچک جوجه‌هایی که با جیره حاوی جو تغذیه شده بودند مشاهده کردند به طوری که خمل‌ها کوتاه تر و ضخیم تر شده بودند و تعداد سلول‌های گابلت افزایش یافته بود.

جدول ۶- اثرات جیره پایه، آنزیم، بوتیرات سدیم و اثرات متقابل<sup>۱</sup> بین آنها بر ابعاد خمل‌های قطعات مختلف روده کوچک

اثرات اصلی	دئودنوم		ژژنوم		ایلئوم		اثرات اصلی
	ارتفاع پرز (μm)	عمق کریپت (μm)	ارتفاع پرز (μm)	عمق کریپت (μm)	ارتفاع پرز (μm)	عمق کریپت (μm)	
جیره پایه	گندم	۱۰۶۵ <sup>b</sup>	۳۸۹ <sup>a</sup>	۲/۸۱ <sup>b</sup>	۹۴۲ <sup>b</sup>	۲۴۰	۳/۷۹
	ذرت	۱۱۸۱ <sup>a</sup>	۳۱۵ <sup>b</sup>	۳/۸۰ <sup>a</sup>	۹۷۸ <sup>a</sup>	۲۴۷	۳/۵۵
	SEM	۳۳	۲۱	۰/۱۸	۳/۳	۰/۳	۰/۵۲
آنزیم	A0	۱۱۱۷	۳۵۲	۳/۳۰	۹۳۳	۲۴۴	۳/۸۲
	A1	۱۱۲۹	۳۵۱	۳/۳۱	۹۸۷	۲۴۳	۳/۵۲
	SEM	۳۳	۲۱	۰/۱۸	۳/۳	۰/۳	۰/۵۲
بوتیرات سدیم	B0	۱۰۷۸	۳۷۱	۳/۰۳	۹۲۰	۲۴۷	۳/۶۲
	B1	۱۱۶۷	۳۳۳	۳/۵۷	۱۰۰۰	۲۴۰	۳/۷۱
	SEM	۳۳	۲۱	۰/۱۸	۳/۳	۰/۳	۰/۵۲
سطح احتمال							
جیره پایه	*	*	*	**	**	**	ns
آنزیم	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
بوتیرات سدیم	۰/۰۹	ns	۰/۰۷	*	*	**	ns
جیره پایه × آنزیم	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
جیره پایه × بوتیرات	ns	ns	ns	۰/۰۹	ns	ns	ns
آنزیم × بوتیرات	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
جیره × آنزیم	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
آنزیم × بوتیرات	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

A0 جیره بدون آنزیم، A1 جیره حاوی آنزیم، B0 جیره بدون بوتیرات سدیم و B1 جیره حاوی بوتیرات سدیم SEM: انحراف استاندارد از میانگین

a,b- میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می‌باشند  
 \* : ( $P < 0/05$ )، \*\* : ( $P < 0/01$ )، ns : میانگین‌ها از لحاظ آماری با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.  
 ۱- اثرات متقابل بین تیمارهای آزمایشی، به دلیل عدم معنی‌داری گزارش نشده است.

بر طبق نتایج آزمایش استفاده از آنزیم در جیره‌های آزمایشی بر ابعاد خمل (ارتفاع پرز و عمق کریپت) در قطعات مختلف روده کوچک تاثیر معنی داری نداشت. در مغایرت با نتایج این آزمایش و و همکاران (۲۴)، مشاهده کردند که افزودن آنزیم زایلاناز به جیره‌های حاوی گندم باعث افزایش طول خمل ها می‌شود ولی بر روی عمق غدد کریپت اثری ندارد.

نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از بوتیرات سدیم تنها بر ابعاد خمل (ارتفاع پرز و عمق کریپت) در ژژنوم تاثیر گذار بود و بر ابعاد خمل در دئودنوم و ایلئوم تاثیری نداشت. به طور کلی در این آزمایش بوتیرات سدیم ارتفاع پرز ( $P < 0.05$ ) را افزایش و عمق کریپت ( $P < 0.01$ ) را کاهش داد. لانگوت و همکاران (۱۲)، گزارش کردند که اسید بوتیریک در لومن روده باعث افزایش رشد موکوس و

افزایش در نسبت ظاهری ویلی موکوس و عمق کریپت می‌شود و این افزایش منطقه ی سطحی موکوس، موجب افزایش توانایی جذب مواد مغذی موکوس روده می‌شود.

به طور کلی، مکمل آنزیمی کاهش رشدی را که در نتیجه کاربرد جیره هایی بر پایه گندم اتفاق می‌افتد، را حداقل می‌کند. اثرات سودمند افزودن آنزیم و بوتیرات سدیم احتمالاً در رابطه با افزایش مصرف مواد مغذی به وسیله کاهش ویسکوزیته روده و حذف اثرات ضد تغذیه ای پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای می‌باشد. این یافته ها ممکن است منجر به توسعه استراتژی‌های تغذیه ای برای حفظ عملکرد در جوجه‌های گوشتی، بدون استفاده از محرکهای رشد آنتی‌بیوتیکی گردد.

## منابع

- ۱- نوده، ح. ۱۳۸۰. مطالعه مورفولوژی خملها و فعالیت آنزیمی در مخاط روده با استفاده از مدل خوراکی T3 برای ایجاد آسیت. رساله دکتری تخصصی فیزیولوژی، دانشکده دامپزشکی. دانشگاه تهران.
- 2- Almirall, M., and Francesh, A. 1995. The differences in intestinal viscosity produced by barely and  $\beta$ -glucanase alter digesta enzyme activities and ileal nutrient digestibilities more in broiler chicks than in cocks. *J. Nutr.* 125:947-955.
- 3- Antongiovanni, M., A. Buccioni, P. Francesco, S. Leeson, S. Minieri, A. Martini, and R. Cecchi. 2007. Butyric acid glycerides in the diet of broiler chickens: effects on gut histology and carcass composition. *Ital. J. Anim. Sci.* 6: 19-25.
- 4- Boffa, L. C., J. R. Lupton, M. R. Mariani, M. Ceppi, H. L. Newmark, A. Scalmati, and M. Lipkin. 1992. Modulation of colonic epithelial cell proliferation, histone acetylation, and luminal short chain fatty acids by variation of dietary fiber (wheat bran) in rats. *Cancer Res.* 52: 5906-5912.
- 5- Classen, H. L., and M. R. Bedford. 1999. The use of enzymes to improve the nutritive value of poultry feeds. pp. 285-821.
- 6- Friedman, A., and E. Bar-Shair. 2005. Effect of nutrition on development of immune competence chickens gut associated lymphoid system. Pp 234-242 in *Proc. 15th Eur. Symp. on Poultry Nutrition*. WPSA., Balatonfüred, Hungary.
- 7- Garcia, A., R. Lazaro, and G. G. Mateos. 2003. Heat processing of barley and enzyme supplementation of diets for broilers. *Poult. Sci.* 82: 1281-1291.
- 8- Gee, J. M., W. Lee- Finglas, G. W. Wortley, and J. T. Johnson. 1996 Fermentable carbohydrate elevate plasma entrolucagon but high viscosity is also necessary to stimulate small bowell mucosal cell proliferation in rats. *J. Nutr.* 105: 827-838.
- 9- Isolauri, E., S. Salminen, and A. C. Ouwehand. 2004. Probiotics. *Best Pract. Res. Cl. Ga.* 18:299-313.
- 10- Jamroz, D., A. Wiliczkievicz, and A. Skorupinska. 1992. The effects of diets containing different levels of structural substances on morphological changes in the Intestinal walls and the digestibility of the crude fibre fractions in geese (part III). *Anim. Feed Sci. Technol.* 1:37-50.
- 11- Joze fiak, D., A. Rutkowski, and S. A. Martin. 2004. Carbohydrate fermentation in the avian ceca: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 113: 1-15.
- 12- Langhout, D. J., J. B. Schuttle, J. De Jong, H. Sloetjes, M. W. A. Verstegen, and S. Tamminga. 2000. Effect of viscosity on digestion of nutrients in conventional and germ-free chicks. *Br. J. Nutr.* 83: 533-540.
- 13- Langhout, D. J., J. B. Schutte, D. Vanleeuwen, J. Wiebenga, and S. Tamminga. 1999. Effect of dietary high and low-methylated citrus pectin on the activity of the ileal microflora and morphology of the small intestinal wall of broiler chicks. *Br. Poult. Sci.* 40:340-347.
- 14- Moharrery, A., and A. A. Mohammadpour. 2005. Effect of Diets Containing Different Qualities of Barley on Growth Performance and Serum Amylase and Intestinal Villus Morphology. *Int. J. Poult. Sci.* 4:549-556.
- 15- Pettersson, D., and P. Aman. 1998. effects of enzyme supplementation of diets based on wheat, rye or triticale on their productive value for broiler diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 20; 313-324.
- 16- Rakowska, M., B. Rek-Cieply, E. Lipinska, T. Kubinski, I. Barcz, and B. Afanasjew. 1993. The effect of rye,

- probiotics and niasin on fecal flora and histology of the small intestine of chicks. *J. Anim. Sci.* 2: 73-81.
- 17- Rotter, B. A., O. D. Frriesen, W. Gventer, and R. R. Mmarquardt. 1990. Influence of enzyme supplementation on the bioavailable enegy of barely. *Poult. Sci.* 69: 1174-1181.
  - 18- Sharifi, S. D., A. Yaghubfar, F. Shariatmadari, and H. Manafi Rasi. 2005. Effect of hull-less barely inclushen in corn-soy diet on the nutrients digestion of broiler chickens. 15<sup>th</sup> European Symposium on poultry nutrition. 25-29 Septamber. Balatonfured, Hungary.
  - 19- Van Immerseel, F., F. Boyen, I. Gantois, L. Timbermont, L. Bohez, F. Pasmns, F. Haesebrouck, and R. Ducatelle. 2005. Supplementation of coated butyric acid in the feed reduces colonization and shedding of *Salmonella* in poultry. *Poult. Sci.* 84:1851-1856.
  - 20- Van Immerseel, F., V. Fievez, J. Debuck, F. Pasmans, A. Martel, F. Haesebrouck, and R. Ducatelle. 2004. Microencapsulated short-chain fatty acids in fee modify colonization and invasion early after infection with *Salmonella enteritidis* in young chickens. *Poult. Sci.* 83:69-74.
  - 21- Van Immerseel, F., J. De Buck, I. De Smet, F. Pasmans, F. Haesebrouck, and R. Ducatelle. 2004a. Interactions of butyric acid and acetic acid-treated *Salmonella* with chicken primary cecal epithelial cells in vitro. *Avian Dis.* 48:384-391.
  - 22- Viveros, A., A. Brenes, M. Pizarro, and M. Castanb. 1994. Effect of enzyme supplementation of a diet based on barely, on apparent digestibility, growth performance and gut morphology of broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48:237-251.
  - 23- White, W. B., H. R. Bird, M. L. Sunde, and J. A. Marlett. 1983. Viscosity Of  $\beta$ -D-glucan as a factor in the enzymatic improvement of barley for chicks. *Poult. Sci.* 62: 853-862.
  - 24- Wu, Y. B., V. Ravindran, D. G. Thomas, M. J. Birties, and W. H. Hendriks. 2004. Influence of method of whole wheat inclusion and xylanase supplementation on the performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology of broilers. *Br. Poult. Sci.* 45: 385-394.
  - 25- Yasar, S. 2003. Performance, gut size and ileal digesta viscosity of broiler chickens fed with a whole wheat added diet and the diets with different wheat particle sizes. *Int. J. Poult. Sci.* 2(1): 75-82.
  - 26- Zhonghong, H., and G. Yuming. 2006. Effects of dietary sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorptive function and gut flora in chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 54:234-244.
  - 27- Zirelbeke, A., and G. Belguom. 2003. The effect of Sodium Butyrate in combination with Lactic/formic on the performance of broilers. Research Centre of Animal Nutrition, Department of Small Husbandry.