نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۳۶۲-۳۵۱

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 3, No. 4, Winter 2012, p. 351-362

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

محمد حسین شهیر[۱]- سعید مرادی[۲]- امید افسریان[۳*]- افشین حیدری نیا[۴]

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 آربوراکرز 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 کاملا" تصادفی به روش فاکتوریل (۲×۲×۲) 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 جوجه ها 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 کریپت و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت 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 تنگناهایی 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. آرابینوزایلان ها بیشترین درصد پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای (NSP[۵]) 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، آنزیم ها سوبستراهای تخمیر پذیر را حذف

۱،۲،۳و۴- به ترتیب استادیار، دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشجویان دکتری گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: omid.afsarian@znu.ac.ir)

5- Non starch polysaccharides

می‌کنند. این عمل بوسیله آزاد سازی مواد مغذی داخل سلولی دانه ها انجام می‌گیرد. از طرفی با کاهش گرانروی 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 تزاید میکروبی و بروز اثرات مضر آنها جلوگیری می‌نمایند. در خلال مرحله سکومی، محصولات حاصل از تجزیه پلی ساکارید ها 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 بیوتیک ها را درجیره منتفی سازد.

pH دستگاه گوارش طیور در روزهای اول زندگی بیشتر از حد معمول است که این حالت شرایط را برای رشد میکروارگانیزم های پاتوژنیک از قبیل اشریشیاکلی و سالمونلا بسیار مناسب می کند. این میکروارگانیزم ها در روده تشکیل کلونی‌های متعدد داده و جذب مواد غذایی را کاهش می دهند. نتایج تحقیقات متعدد نشان داده است که عوامل اسیدی کننده دستگاه گوارش را می توان به عنوان جایگزین آنتی بوتیک‌های محرک رشد استفاده نمود. همچنین، استفاده از عوامل اسیدی کننده دستگاه گوارش کمک زیادی به حفظ تعادل میکروبی دستگاه گوارش می کند (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 اثرکاهش 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 درحد مساعدی نگه می دارد 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 می دهد، ۹) استفاده جوجه از برخی اسیدهای آلی به عنوان واسطه متابولیکی در چرخه تولید انرژی (۲۰ و۲۱). هدف از تحقیق حاضر استفاده همزمان آنزیم و اسید آلی در جیره‌های بر پایه ذرت و گندم بوده است.

## 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 آربوراکرز 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 ۵±۱۹۵ 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 گرینداَزیم (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 جوجه ها، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی جوجه ها 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 ۸-۷ 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 کاملا پر شد با قطعه نخ دیگری به طور محکم بسته شد. سپس نمونه ها 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 گلایسیال خالص مخلوط نمود) قرار گرفتند و نمونه ها 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 نمونه ها 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).

**جدول ۱- ترکیب جیره‌های آزمایشی (٪)**

| اجزای جیره | استارتر(۷ تا ۲۱ روزگی) | | رشد(۲۱ تا ٤۲ 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[1] مواد معدنی[2] | 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 |
| **آنالیز جیره** | | | | |
| 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 $B_{12}$، ۰/۰۲ میلی گرم;تیامین، ۱/۵ میلی گرم; ریبوفلاوین، 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.

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

برای اندازه گیری ابعاد خمل، پس از خارج نمودن نمونه از داخل رنگ فوشین، نمونه ها 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، ردیف هایی از خمل ها 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 گلیسیرین به آن، لامل بر روی آن قرار می‌گرفت. لام تهیه شده از خمل ها با غدد همراه آنها در زیر میکروسکوپ قرار گرفته و با استفاده از گراتیکول مدرج و عدسی چشمی و شیئی ۱۰ ( بزرگنمایی ۱۰۰ )،

طول و عرض خمل ها و عمق غدد لیبرکون اندازه گیری شد.

داده‌های بدست آمده از این آزمایش در قالب طرح کاملا 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 دامنه ای دانکن استفاده گردید. جهت مقایسه میانگین ها سطح احتمال ۰/۰۵ به عنوان سطح معنی دار 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 معنی داری بر خوراک مصرفی دارد، بطوریکه پرندگانی که جیره بر پایه گندم را دریافت نمودند در مقایسه با پرندگانی 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 گرانروی محتویات دستگاه گوارش می‌شوند، با افزایش گرانروی سرعت عبور مواد غذایی کاهش می‌یابد و به دلیل پر شدگی 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، جوجه هایی که با جیره‌های حاوی جو تغذیه شدند نسبت به آنهایی که با جیره هایی 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 |
| جیره پایه | گندم | ۵۹۸$^{a}$ | ۲۸۹۲$^{b}$ | ۳۴۹۰$^{b}$ | ۳۸۹/۶$^{b}$ | ۱۴۱۸$^{b}$ | ۱۸۰۷/۷$^{b}$ | ۱/۵۹$^{a}$ | ۲/۰۴$^{a}$ | ۱/۹۳$^{a}$ |
| | ذرت | ۶۵۹/۲$^{b}$ | ۲۹۱۸$^{a}$ | ۳۵۷۸$^{a}$ | ۴۴۳/۷$^{a}$ | ۱۵۳۴$^{a}$ | ۱۹۷۸$^{a}$ | ۱/۴۹$^{b}$ | ۱/۹۰$^{b}$ | ۱/۸۱$^{b}$ |
| SEM | | ۲/۳۶ | ۲/۹۰ | ۳/۶۱ | ۲/۶۸ | ۷/۱۴ | ۷/۸۳ | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۱۰ | ۰/۰۰۸ |
| آنزیم | A0 | ۶۱۷/۲$^{b}$ | ۲۸۹۴$^{b}$ | ۳۵۱۱/۷$^{b}$ | ۴۰۶/۴$^{b}$ | ۱۴۶۳/۵$^{b}$ | ۱۸۷۰/۲$^{b}$ | ۱/۵۸$^{a}$ | ۱/۹۸ | ۱/۸۸ |
| | A1 | ۴۴۰$^{a}$ | ۲۹۱۶$^{a}$ | ۳۵۵۶/۵$^{a}$ | ۴۲۶/۹$^{a}$ | ۱۴۸۸/۵$^{a}$ | ۱۹۱۵/۵$^{a}$ | ۱/۵۰$^{b}$ | ۱/۹۶ | ۱/۸۶ |
| SEM | | ۲/۳۶ | ۲/۹۰ | ۳/۶۱ | ۲/۶۸ | ۷/۱۴ | ۷/۸۳ | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۱۰ | ۰/۰۰۸ |
| بوتیرات | B0 | ۶۱۶/۲$^{b}$ | ۲۸۹۶/۵$^{b}$ | ۳۵۱۳$^{b}$ | ۴۲۰/۲ | ۱۴۶۶/۲ | ۱۸۸۷ | ۱/۵۲$^{b}$ | ۱/۹۸ | ۱/۸۶ |
| سدیم | B1 | ۶۴۱$^{a}$ | ۲۹۱۳/۵$^{a}$ | ۳۵۵۵/۲$^{a}$ | ۴۱۳/۱ | ۱۴۵۸/۷ | ۱۸۹۸/۷ | ۱/۵۶$^{a}$ | ۱/۹۶ | ۱/۸۷ |
| SEM | | ۲/۳۶ | ۲/۹۰ | ۳/۶۱ | ۲/۶۸ | ۷/۱۴ | ۷/۸۳ | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۱۰ | ۰/۰۰۸ |
| اثرات متقابل[۱] | | | | | | | | | | |
| ذرت× آنزیم | | ۶۵۰ | ۲۹۰۸ | ۳۵۵۸ | ۴۴۲/۶ | ۱۵۲۶ | ۱۹۶۹ | ۱/۴۷ | ۱/۹۰ | ۱/۸۱ |
| گندم × آنزیم | | ۶۰۸ | ۲۸۹۸ | ۳۵۰۶ | ۴۰۶/۴ | ۱۴۳۰ | ۱۸۳۷ | ۱/۴۹ | ۲/۰۳ | ۱/۹۱ |
| SEM | | ۴/۷۲ | ۵/۸۰ | ۷/۲۳ | ۵/۲۶ | ۱۴/۲۹ | ۱۵/۶۶ | ۰/۰۲۵ | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۱۵ |
| | | | | | سطح احتمال | | | | | |
| جیره پایه | | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| آنزیم | | ** | * | ** | ** | * | ** | ** | * | ns |
| بوتیرات سدیم | | ** | ** | ** | ns | ns | ns | ns | * | ns |
| جیره پایه×آنزیم | | 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 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.

بر طبق نتایج آزمایش، استفاده از آنزیم و بوتیرات سدیم در جیره هایی بر پایه ذرت و یا گندم، مصرف خوراک را به طور معنی داری (P<۰/۰۱) 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 گرانروی، همبستگی مثبت بالایی وجود دارد. با افزودن آنزیم هایی با منشا خارجی، وزن ملکولی این پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای در دستگاه گوارش کاهش و به طبع آن گرانروی 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 جیره هایی بر پایه گندم تغذیه شده اند را کاهش دهند. استفاده از بوتیرات سدیم سبب اسیدی شدن دستگاه گوارش می‌شود، pH اسیدی از رشد میکروب‌های مضر از قبیل سالمونلا و کلستریدیوم پرفرانژ و... جلوگیری می‌کند و سبب تقویت میکروفلور مفید می‌گردد. احتمالا آنزیم و بوتیرات سدیم از طریق این مکانیسم ها 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 ساکارید ها و بافت روده می‌شوند، که این عوامل سبب افزایش خوراک مصرفی در جیره هایی 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 جوجه ها در کل دوره آزمایش داشت. به هر حال، روند افزایش وزن جوجه ها در جیره بر پایه گندم نسبت به جیره بر پایه ذرت، به طور معنی داری (P<۰/۰۱) کاهش می‌یابد و این جوجه ها میانگین وزنی کمتری را تجربه کردند.

به نظر می‌رسد آرابینوزایلان‌های 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 موضوع می‌تواند دلیل بالقوه ای برای توجیه کاهش وزن در جوجه هایی باشد که با گندم تغذیه شده اند. 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 گرانروی باشد. نتایج این آزمایش در مطابقت با نتایج آزمایش بوفا 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<۰/۰۱) افزایش می‌دهد. نتایج آزمایش اخیر در مطابقت با نتایج کلاسن و همکاران (۵)، و بوفا 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 زیرلبیک و بگلویم (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<۰/۰۱) 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.

نتایج آزمایش نشان داد کـه کـاربرد آنـزیم تنهـا در دوره آغـازین سبب بهبود (P<۰/۰۵) ضریب تبدیل غذایی می‌گردد و در دوره رشـد افزودن آنزیم تاثیری بر ضریب تبدیل نداشت. نتایج آزمایش حاضر در مطابقت با نتایج آزمایشات کلاسن و همکاران (۵)، و روتر و همکـاران (۱۷)، می‌باشد، در کل این محققان گزارش کردند که استفاده از آنزیم تنها در سنین اولیه می‌تواند مفید باشد اما نمی تواند تاثیر مثبـت قابـل توجهی بر راندمان استفاده از غذا در پرندگان مسن داشـته باشـد زیـرا پرندگان مسن تر به لحاظ سازگاری‌های فیزیولوژیکی، توانایی مبـارزه و خنثی سازی اثرات منفی پلی ساکاریدهای غیـر نشاسـته ای را پیـدا می‌کنند.

بر طبق نتایج آزمایش استفاده از بوتیرات سدیم در جیره‌هـای بـر پایه ذرت و گندم باعث بهبود ضریب تبدیل می‌گردد، اما ایـن اثـر بـه لحاظ آماری معنی دار نبود. نتایج ایـن آزمـایش در مغـایرت بـا نتـایج آزمایشات فریدمن و همکاران (۶)، ایسولوری و همکاران(۹)، جوزفیک همکـاران (۱۱)، و وان ایمرسـیل و همکـاران (۲۰)، مـی‌باشـد، ایـن محققان گزارش کردند که توسعه سیستم ایمنـی دسـتگاه گـوارش در اوایل زندگی جوجه ها رخ می‌دهد و توسـعه مناسـب GALT[1] باعـث می‌شود اندامهای هضمی و جذبی روده عملکرد بهتری داشـته باشـند، اسید بوتیریک با بیشترین بازده برای توسعه GALT استفاده می‌شـود که منجر به کاهش پاتوژن‌های دستگاه گوارش مـی‌شـوند، در نتیجـه راندمان استفاده از مواد غذایی بهبود می‌یابد. دلیل مغایرت نتـایج ایـن محققین با نتایج آزمایش اخیر می‌تواند در رابطه با مقدار و نـوع نمـک مورد استفاده در اسید بوتیریک باشد. اثرات متقابـل بـین هیچکـدام 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 سـدیم بر وزن نسبی (گرم به ازا ۱۰۰ گرم وزن زنده بدن) اندام‌هـای دسـتگاه گوارش در جدول ۳ ارائه شده است. نوع جیره پایه تاثیر معنی داری بر وزن نسبی دستگاه گوارش، سنگدان، پانکراس و کبد و صـفرا داشـت. به طور کلی، وزن نسبی دستگاه گـوارش، پـیش معـده و سـنگدان در جوجه هایی که جیره‌های بر پایه گندم را مصـرف نمودنـد نسـبت بـه جوجه هایی که با جیره بر پایه ذرت تغذیه شدند، به طـور معنـی داری (P<۰/۰۵) افزایش یافت. علت بروز چنین اثری می‌تواند در رابطـه بـا افزایش گرانروی محتویات دستگاه گـوارش در نتیجـه مصـرف گنـدم باشد. با افزایش گرانروی، سرعت عبور مواد غذایی از دستگاه گـوارش کاهش می‌یابد و در نتیجه سبب اتساع و افـزایش وزن ایـن انـدام هـا می‌گردد. نتایج این آزمایش در مطابقت با نتـایج جـامروز و همکـاران (۱۰)، بود، این محققین گزارش کردند که تغذیه جیره‌های حاوی فیبـر زیاد، منجر به افزایش حجم اندام‌های گوارشی و توسـعه انـدام هـا در جوجه ها، اردک ها و غازها می‌شود.

افزایش وزن نسبی پانکراس، کبد و صفرا با مصرف جیره‌های بـر پایه گندم نیز می‌تواند با افزایش گرانروی محتویات گوارشی در رابطـه باشد. افزایش گرانروی در دستگاه گوارش سبب افزایش فلور میکروبی مضر (مانند کلستریدیوم پرفرانژ و...) می‌شود. این میکروارگانیسـم هـا باعث دکنژوگه شدن نمـک‌هـای صـفراوی و عـدم بـاز جـذب آن در بخش‌های انتهای ایلئوم مـی‌شـود، از ایـن رو هضـم و جـذب چربـی کاهش می‌یابد و نیاز به ترشح صفرا افزایش می‌یابـد (۶). نتـایج ایـن آزمایش در مطابقت با نتایج گارسـیا و همکـاران (۷)، مـی‌باشـد، ایـن محققین گزارش کردند که وزن نسبی پـانکراس، کبـد و سـنگدان در پرندگانی که با جو تغذیه شدند افزایش می‌یابد.

افزودن آنزیم و بوتیرات سدیم به جیره هایی 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 ایـن آزمـایش در مطابقت با نتـایج وُو و رایـندران (۲۴)، اسـت، ایـن محققـین گـزارش نمودند که افزودن آنزیم زایلاناز به جیره‌های حاوی دانه کامـل گنـدم تاثیری بر وزن نسبی چینه دان، پیش معده و سنگدان نداشـت. نتـایج این تحقیق در خصوص تاثیر آنزیم بر کاهش وزن کبد بر خلاف نتایج گارسیا وهمکاران (۷)، است، این محققین متوجـه شـدند کـه افـزودن آنزیم باعث افزایش وزن نسبی کبد می‌شود (۳/۷۴در مقابل ۴ درصد). احتمال دارد که در مطالعه گارسـیا و همکـاران (۷)، چـون غلـه مـورد بررسی جو با ویسکوزیته بالا بـوده اسـت، لـذا افـزودن آنـزیم باعـث افزایش چشمگیر قابلیت هضم مواد مغذی شده و لذا وظیفه کبـد را از لحاظ ذخیره و سوخت و ساز مواد مغذی را افزایش داده است.

از سوی دیگر افزایش گرانروی باعث افزایش نیازمندی پرنـده بـه ترشحات پانکراس برای هضم وجذب مواد مغذی می‌شود. احتمـالاً در این مورد، افزایش ترشحات باعث هضم موثر مـواد مغـذی موجـود در مواد ویسکوز موجود در دستگاه گوارش شده و منجر به فعالیت بیشـتر پانکراس هـایپرتروفی آن شـده اسـت. افـزودن آنـزیم از ایـن طریـق کاهش گرانروی نیاز به ترشحات پانکراس را کمتر نموده است (۵).

نتایج مربوط به اثر نوع جیره پایه، افزودن آنزیم و بوتیرات سـدیم بر طول و درصد وزن نسبی قطعات مختلف روده کوچک در جـدول ۴ ارائه شده است. نوع جیره پایـه تـاثیر معنـی داری بـر طـول قطعـات مختلف روده کوچک (دودنوم، ژوژنوم و ایلئوم) داشت، بر طبـق نتـایج آزمایش طول قطعات مختلف روده کوچک در پرندگانی که با جیره بـر پایه گندم تغذیه شدند در مقایسه با پرندگانی که با جیره بر پایـه ذرت تغذیه شدند، به طور معنی داری (P<۰/۰۵) افزایش یافـت. اسـتفاده از سطوح بالای مواد خوراکی حاوی NSP باعث پدید آمدن ویسـکوزیته در روده کوچک پرندگان می‌شود.

1- Gut Associated Lymphoid Tissue(GALT)

**جدول ۳- اثر نوع جیره پایه، افزودن آنزیم، بوتیرات سدیم و اثرات متقابل[1] بین آنها بر صفات لاشه جوجه‌های گوشتی (٪)**

| اثرات اصلی | | دستگاه گوارش | پیش معده و سنگدان | پانکراس | کبد و صفرا |
|---|---|---|---|---|---|
| جیره پایه | گندم | ۱۱/۷ | ۲/۴۶[a] | ۰/۲۳ | ۲/۱۸[a] |
| | ذرت | ۱۱/۳ | ۲/۳۱[b] | ۰/۲۲ | ۱/۹۷[b] |
| SEM | | ۰/۲۲ | ۰/۰۸ | ۰/۰۱ | ۰/۰۶ |
| آنزیم | A0 | ۱۱/۶ | ۲/۴۵ | ۰/۲۳ | ۲/۱۱ |
| | A1 | ۱۱/۴ | ۲/۳۰ | ۰/۲۲ | ۲/۰۴ |
| SEM | | ۰/۲۲ | ۰/۰۸ | ۰/۰۱ | ۰/۰۶ |
| بوتیرات سدیم | B0 | ۱۱/۵ | ۲/۴۲ | ۰/۲۲ | ۲/۰۶ |
| | B1 | ۱۱/۴ | ۲/۳۴ | ۰/۲۲ | ۲/۰۸ |
| SEM | | ۰/۲۲ | 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 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.

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 پرنده 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، احتمالا نیازمندی پرنده 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 کوچک نداشت.

بر طبق نتایج این آزمایش، استفاده از آنزیم باعث کاهش معنی داری (P<۰/۰۵) 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 طوریکه استفاده از جیره بر پایه گندم وزن نسبی دئودنوم (P<۰/۰۵) و سکوم (P<۰/۰۱) 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

می‌انجامد و باعث افزایش وزن نسبی این قسمت ها 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 تخمیرشده و سبب افزایش جمعیت میکروبی می‌شوند. این میکروب‌های تکثیر یافته همراه با گازهای سمی و سمومی همچون آمین ها 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 علی رغم افزایش طول روده و 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 نمی شود.

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 ویوروس و همکاران (۱۹۹۴) می‌باشد، این محققین گزارش کردند که استفاده از آنزیم منجر به کاهش وزن نسبی ژژنوم و ایلئوم می‌شود.

**جدول ٤- 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**

| | | دئودنوم | | ژژنوم | | ایلئوم | | سکوم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اثرات اصلی | | سانتی متر | ٪ | سانتی متر | ٪ | سانتی متر | ٪ | ٪ |
| جیره پایه | گندم | ۱/۴۹[a] | ۰/۷۶۸[a] | ۳/۷۷[a] | ۱/۷۳ | ۲/۴۵[a] | ۱/۰۱ | ۱/۵۵[a] |
| | ذرت | ۱/۲۸[b] | ۰/۶۵۹[b] | ۳/۴۱[b] | ۱/۶۲ | ۲/۲۷[b] | ۰/۹۹ | ۱/۳۵[b] |
| SEM | | ۰/۰۳۶ | ۰/۰۳۲ | ۰/۰۲۷ | ۰/۵۶ | ۰/۰۵۶ | ۰/۰۵۰ | ۰/۰۳۵ |
| آنزیم | A0 | ۱/۴۴[a] | ۰/۷۵ | ۳/۶۳ | ۱/۷۲ | ۲/۳۸ | ۱/۰۳ | ۱/۴۹ |
| | A1 | ۱/۳۳[b] | ۰/۶۷۷ | ۳/۵۶ | ۱/۶۴ | ۲/۳۴ | ۰/۹۶۸ | ۱/۴۱ |
| SEM | | ۰/۰۳۶ | ۰/۰۳۲ | ۰/۰۲۷ | ۰/۰۵۶ | ۰/۰۵۶ | ۰/۰۵۰ | ۰/۰۳۵ |
| بوتیرات سدیم | B0 | ۱/۴۰ | ۰/۷۲۵ | ۳/۶۳ | ۱/۶۸ | ۲/۳۹ | ۰/۹۹۷ | ۱/۴۵ |
| | B1 | ۱/۳۷ | ۰/۷۰۲ | ۳/۵۶ | ۱/۶۸ | ۲/۳۳ | ۱/۰۰ | ۱/۴۴ |
| SEM | | ۰/۰۳۶ | ۰/۰۳۲ | ۰/۰۲۷ | ۰/۵۶ | ۰/۰۵۶ | ۰/۰۵۰ | ۰/۰۳۵ |
| اثرات متقابل[1] | | | | | | | | |
| ذرت× آنزیم | | ۱/۳۰ | ۰/۶۷ | ۳/۴۲ | ۱/۶۱ | ۲/۳۴ | ۰/۹۵ | ۱/۳۹ |
| گندم × آنزیم | | ۱/۳۹ | ۰/۷۰ | ۳/۷۳ | ۱/۶۶ | ۲/۴۱ | ۰/۹۶ | ۱/۴۵ |
| SEM | | ۰/۰۷ | ۰/۰۹ | ۰/۰۵ | ۰/۱۵ | ۰/۱۱ | ۰/۱۴ | ۰/۰۹ |
| | | | | سطح احتمال | | | | |
| جیره پایه | | ** | * | ** | ns | * | ns | ** |
| آنزیم | | * | ns | ۰/۰۷ | ns | ns | ns | ns |
| بوتیرات سدیم | | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| جیره پایه×آنزیم | | ns | ns | ns | ns | ns | ns | * |
| جیره پایه × بوتیرات سدیم | | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| آنزیم× بوتیرات سدیم | | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| جیره × آنزیم×بوتیرات سدیم | | 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- فقط اثرات متقابلی که معنی دار بوده‌اند، در جدول گزارش شده است.

**جدول ۵- اثرات جیره پایه، آنزیم، بوتیرات سدیم و اثرات متقابل[1] بین آنها بر انواع خمل‌های قطعات مختلف روده کوچک(٪)**

| اثرات اصلی | | دئودنوم | | | | ژژنوم | | | | ایلئوم | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | برگی | زبانی | انگشتی | پیچیده | برگی | زبانی | انگشتی | پیچیده | برگی | زبانی | انگشتی | پیچیده |
| جیره پایه | گندم | ۳۰/۴۹[a] | ۶۸/۵۴[b] | ۰/۷۶ | ۰/۲۱ | ۲۶/۱۹ | ۶۸/۴۲[b] | ۴/۲۵ | ۱/۰۱ | ۲۶/۰۱ | ۶۳/۳۳ | ۶/۶۱ | ۰/۳ |
| | ذرت | ۲۲/۰۱[b] | ۷۶/۴۴[a] | ۲/۶۶ | ۰/۳۱ | ۲۱/۸۸ | ۷۶/۳۹[a] | ۱/۱۸ | ۰/۱۴ | ۲۷/۰۳ | ۶۹/۶۴ | ۳/۸۵ | ۰/۸۷ |
| SEM | | ۲/۴۵ | ۲/۲۴ | ۰/۸۴ | ۰/۲۱ | ۲/۷۳ | ۲/۲۷ | ۱/۶ | ۰/۳۰ | ۲/۷۳ | ۲/۲۷ | ۱/۶ | ۰/۳۰ |
| آنزیم | A0 | ۲۶/۵ | ۷۲/۷ | ۱/۹۳ | ۰/۳۳ | ۲۴/۳۷ | ۷۳/۶۳ | ۱/۶۹ | ۰/۳۰ | ۲۹/۳۰ | ۶۴/۹۸ | ۴/۶۲ | ۰/۷۶ |
| | A1 | ۲۶/۰ | ۷۲/۳ | ۱/۴۹ | ۰/۱۹ | ۲۳/۷۰ | ۷۱/۱۸ | ۱/۷۴ | ۰/۹۷ | ۲۵/۷۳ | ۶۷/۹۸ | ۵/۸۴ | ۰/۴۱ |
| SEM | | ۲/۴۵ | ۲/۲۴ | ۰/۸۴ | ۰/۲۱ | ۳ | ۲/۰ | ۱/۴۶ | ۰/۳۳ | ۲/۷۳ | ۲/۲۷ | ۱/۶ | ۰/۳۰ |
| بوتیرات | B0 | ۲۷/۴۴ | ۷۰/۹۴ | ۲/۶۲ | ۰/۴۲ | ۲۶/۲ | ۶۸/۹۶[b] | ۳/۴۶ | ۰/۹۷ | ۲۶/۰۷ | ۶۲/۷۷ | ۵/۵۳ | ۰/۷۳ |
| سدیم | B1 | ۲۵/۰۵ | ۷۴/۰۴ | ۰/۸۱ | ۰/۱۰ | ۲۱/۹ | ۷۵/۸۵[a] | ۱/۹۸ | ۰/۳۰ | ۲۶/۹۷ | ۷۰/۲۰ | ۴/۹۳ | ۰/۴۴ |
| SEM | | ۲/۳۵ | ۲/۱۵ | ۰/۸۱ | ۰/۲۱ | ۲/۹ | ۱/۹۵ | ۱/۴۰ | ۰/۳۱ | ۲/۷۳ | ۲/۲۷ | ۱/۶ | ۰/۳۰ |
| | | سطح احتمال | | | | | | | | | | | |
| جیره پایه | | * | * | * | ns | ns | * | ns | ۰/۰۶ | ns | ns | ns | ns |
| آنزیم | | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| بوتیرات سدیم | | ns | ns | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| جیره پایه×آنزیم | | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ۰/۰۸ | ns | ns | ns | ns |
| جیره پایه × بوتیرات | | ns | ns | ns | ns | ns | ۰/۰۶ | ns | ۰/۰۷ | ns | ns | ns | ns |
| آنزیم× بوتیرات | | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| جیره × آنزیم×بوتیرات | | ns | ns | ns | 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

### انوع 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 برگی، 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 غیرنشاسته ای اثرات زیادی بر فراوانی انواع مختلف خمل در روده باریک دارد، بر این اساس استفاده از خوراک‌های حاوی مقادیر زیاد پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای، سبب کاهش فراوانی خمل‌های زبانی شکل و افزایش سایر انواع خمل ها در روده کوچک می‌گردد. نتایج آزمایش اخیر با گزارشات ویوریوس و همکاران (۲۲)، و موحارای و محمد پور (۱۴)، که نشان دادند خمل ها 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 جوجه هایی که با جیره بر پایه جو تغذیه شدند، تعداد خمل‌های زبانی در این پرندگان کاهش و فراوانی سایر خمل ها 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 خمل ها 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 برگی شکل و بقیه را سایر خمل ها به خود اختصاص می‌دهند. بنابرین 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 وُو 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 تاثیر معنی داری دارد، اما بر ارتفاع پرز و عمق کریپت در ایلئوم تاثیری ندارد. به طور کلی در این آزمایش مشخص گردید که استفاده از جیره هایی بر پایه گندم در مقایسه با جیره هایی بر پایه ذرت، ارتفاع پرز و عمق کریپت را در دئودنوم ($P<0/05$) و ژژونوم ($P<0/01$) 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 سلول ها فعالیت سلول‌های زاینده موجود در عمق کریپت برای ساخت سلول‌های پوششی و جایگزین نمودن آنها با سلول‌های آتروفی شده افزایش می‌یابد، با افزایش ترن آور 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 جوجه هایی که با جیره حاوی جو تغذیه شده بودند مشاهده کردند به طوری که خمل ها کوتاه تر و ضخیم تر شده بودند و تعداد سلول‌های گابلت افزایش یافته بود.

**جدول ٦- اثرات جیره پایه، آنزیم، بوتیرات سدیم و اثرات متقابل[1] بین آنها بر ابعاد خمل‌های قطعات مختلف روده کوچک**

| اثرات اصلی | | دئودنوم | | | ژژنوم | | | ایلئوم | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ارتفاع پرز (µm) | عمق کریپت (µm) | ارتفاع/عمق | ارتفاع پرز (µm) | عمق کریپت (µm) | ارتفاع/عمق | ارتفاع پرز (µm) | عمق کریپت (µm) | ارتفاع/عمق |
| جیره پایه | گندم | ۱۰۶۵$^{b}$ | ۳۸۹$^{a}$ | ۲/۸۱$^{b}$ | ۹۴۲$^{b}$ | ۲۴۰ | ۳/۹۳ | ۶۸۳ | ۱۹۴ | ۳/۷۹ |
| | ذرت | ۱۱۸۱$^{a}$ | ۳۱۵$^{b}$ | ۳/۸۰$^{a}$ | ۹۷۸$^{a}$ | ۲۴۷ | ۳/۹۷ | ۶۲۷ | ۱۸۹ | ۳/۵۵ |
| SEM | | ۳۳ | ۲۱ | ۰/۱۸ | ۳/۳ | ۰/۳ | ۰/۱۳ | ۴۷ | ۲۷ | ۰/۵۲ |
| آنزیم | A0 | ۱۱۱۷ | ۳۵۲ | ۳/۳۰ | ۹۳۳ | ۲۴۴ | ۳/۸۳ | ۷۰۲ | ۱۹۲ | ۳/۸۲ |
| | A1 | ۱۱۲۹ | ۳۵۱ | ۳/۳۱ | ۹۸۷ | ۲۴۳ | ۴/۰۷ | ۶۰۸ | ۱۹۲ | ۳/۵۲ |
| SEM | | ۳۳ | ۲۱ | ۰/۱۸ | ۳/۳ | ۰/۳ | ۰/۱۳ | ۴۷ | ۲۷ | ۰/۵۲ |
| بوتیرات سدیم | B0 | ۱۰۷۸ | ۳۷۱ | ۳/۰۳ | ۹۲۰ | ۲۴۷ | ۳/۷۳$^{b}$ | ۶۴۴ | ۱۸۸ | ۳/۶۲ |
| | B1 | ۱۱۶۷ | ۳۳۳ | ۳/۵۷ | ۱۰۰۰ | ۲۴۰ | ۴/۱۷$^{a}$ | ۶۶۶ | ۱۹۵ | ۳/۷۱ |
| SEM | | ۳۳ | ۲۱ | ۰/۱۸ | ۳/۳ | ۰/۳ | ۰/۱۳ | ۴۷ | ۲۷ | ۰/۵۲ |
| | | | | | سطح احتمال | | | | | |
| جیره پایه | | * | * | ** | ** | ** | ** | ns | ns | ns |
| آنزیم | | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| بوتیرات سدیم | | ۰/۰۹ | ns | ۰/۰۷ | * | ** | ** | ns | ns | ns |
| جیره پایه×آنزیم | | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| جیره پایه × بوتیرات | | ns | ns | ns | ns | ۰/۰۹ | ns | ns | ns | ns |
| آنزیم× بوتیرات | | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| جیره × 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

* : ($P<0/05$)، **: ($P<0/01$)، 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 وُو 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 ($P<۰/۰۵$) را افزایش و عمق کریپت ($P<۰/۰۱$) 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 اشتفاده 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 β-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 entroglucagon 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. Wiliczkiewicz, 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 nutritents 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 Performanceand 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 histologhy 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. 15th European Symposium on poultry nutrition. 25-29 Septamber. Balatonfured, Hunggary.
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 0f β-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.