



بررسی مقایسه‌ای قابلیت هضم پروتئین پودر آرتمیا و پودر ماهی تحت شرایط *in vivo* و *in vitro*

• ابوالفضل زارعی، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
 • محمود شیوازاد، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران - کرج
 • سیداحمد میرهادی، عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات علوم دامی ایران، کرج
 • عباس گرامی، عضو هیأت علمی دانشگاه تهران - پردیس علوم - دانشکده ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر
 • محمود حافظیه، عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۸۳

Email: a-zarei@KIAU.AC.IR

چکیده

به منظور تعیین قابلیت هضم پروتئین پودر آرتمیا در شرایط *in vivo* و *in vitro*، از سه منطقه دریاچه ارومیه، استخرهای خاکی حاشیه دریاچه ارومیه و دریاچه نمک قم توده زنده آرتمیا جمع آوری و پس از آب گیری توسط خشک کن در دمای ۶۰-۵۰ درجه سانتی گراد خشک و به صورت ورقه ورقه درآمدند. قبل از استفاده در آزمایشات توسط آسیاب چکشی آسیاب شدند. در آزمایشگاه تغذیه از هر یک از سه نوع پودر آرتمیا همراه با نمونه‌ای از پودر ماهی پرو آنالیز شیمیایی از نظر مواد مغذی، مطابق دستور العمل روش استاندارد (۶) صورت گرفت. در مرحله بعد قابلیت هضم پروتئین نمونه‌ها با استفاده از روش قابلیت هضم در آنزیم پپسین مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بین تیمار آرتمیای دریاچه ارومیه با سایر تیمارها از نظر این صفت اختلاف معنی داری وجود دارد ($P < 0.05$). بیشترین درصد قابلیت هضم پپسین مربوط به تیمار آرتمیای دریاچه قم (۹۲/۷۴ درصد) و کمترین درصد مربوط به تیمار آرتمیای دریاچه ارومیه (۹۰/۴۷ درصد) بود. در آزمایشی دیگر قابلیت هضم ظاهری و حقیقی پروتئین سه نوع پودر آرتمیا و همچنین پودر ماهی پرو با استفاده از روش نمونه برداری از محتویات ایلئومی پس از کشتار، بر روی ۱۰۹ قطعه جوجه نر گوشتی از سویه راس ۳۰۸ انجام شد. نتایج بدست آمده از این آزمایش با داده‌های حاصل از آزمایش قابلیت هضم در آنزیم پپسین مطابقت داشت. در این آزمایش نیز بین تیمار آرتمیای دریاچه ارومیه با سایر تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0.05$). بیشترین درصد قابلیت هضم ظاهری و حقیقی مربوط به تیمار پودر ماهی (به ترتیب ۸۸/۰۲ و ۹۲/۱۲ درصد) و کمترین درصد مربوط به تیمار آرتمیای دریاچه ارومیه (به ترتیب ۸۲/۹۶ و ۸۶/۸۷ درصد) بود. نتایج این تحقیق نشان داد، با توجه به بالا بودن میزان پروتئین پودر آرتمیا و قابلیت هضم بالای آن، می توان این ماده خوراکی را در جیره غذایی طیور به عنوان مکمل پروتئینی مورد استفاده قرار داد.

کلمات کلیدی: پودر آرتمیا، قابلیت هضم پروتئین، ایلئوم، آنزیم پپسین

pajouhesh & Sazandegi No: 68 pp: 10-18

Comparative study of protein digestibility of artemia meal and fish meal under condition of *in vitro* and *in vivo*

By: Zarei. A. Islamic Azad University - Karaj Branch - College of Agriculture - Department of Animal Science.

Shivazad. M. Tehran University - College of Agriculture - Department of Animal Science.

Mirhad. A. Iranian Animal Science Research Institute, Karaj.

Gerami. A. Tehran University, Faculty of Mathematic, Statistic and Computer Sciences.

Hafezieh. M. Iranian Fisheries Research Organization.

For determination of nutritive value and protein digestibility of artemia meal by *in vitro* and *in vivo* methods, artemia biomass were harvested from three regions including Urmia Lake, earth ponds in border of Urmia Lake and Ghom Salt Lake. The samples were dried at 50-60°C and homogenized before experiment. Chemical analysis of three samples of artemia meal and one sample of fish meal were performed for nutrients by standard procedure (AOAC 1995). In another experiment protein apparent digestibility of samples evaluated using pepsin digestibility method. Results from this experiment showed that there is significant difference between Urmia Lake artemia treatment and other treatments. The highest digestibility percent belong to Ghom Salt Lake artemia (92.74%) and the lowest digestibility percent belong to Urmia Lake sample (90.47%). Apparent and true digestibility of artemia meal and fish meal (from Peru) were evaluated *in vivo* using 109 male broiler chicks (308 Ross strain). Ileum samples were collected from the sacrificed birds. Results obtained from this experiment were compared with the data obtained from pepsin digestibility test. In this experiment also there was significant difference between Urmia Lake, s artemia treatment and other treatments ($p < 0.05$). The highest percent of apparent and true protein digestibility belong to fish meal (88.02%, 92.12 respectively). It was concluded that artemia meal can be used as a feedstuff in poultry diets because it has high level of protein and high protein digestibility.

Key words: Artemia meal, Protein digestibility, Ileum, Pepsin enzyme

مقدمه

تا کنون حضور آرتمیا یا میگوی آب شور (Brine Shrimp Artemia) از ۵ قاره جهان و در ۵۰۰ منطقه جغرافیایی گزارش و به اثبات رسیده است (۴). کشور ایران به دلیل داشتن شرایط اقلیمی گرم و خشک و مناطق کویری و آبگیرهای نمکی فراوان و همچنین حضور یکی از بزرگترین دریاچه‌های نمکی جهان (دریاچه ارومیه)، پتانسیل بسیار خوبی از نظر پرورش و تکثیر آرتمیا دارا می‌باشد. در حال حاضر در کشور ما از تخم آرتمیا پس از تخم گشائی آن و تولید لارو به عنوان یک منبع غذایی با ارزش در تغذیه بچه میگو و بچه ماهیان خاوباری استفاده می‌شود، اما برداشت و تولید توده زنده آرتمیا به طور گسترده‌ای صورت نمی‌گیرد.

خیامی و حیدری (۲) در تحقیق خود نمونه‌های آرتمیا را از دریاچه ارومیه از دو منطقه رشکان و زنبیل جمع‌آوری کردند. این نمونه‌ها از نظر میزان چربی و پروتئین مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این آزمایش نشان داد که آرتمیای بالغ دریاچه ارومیه حاوی ۴/۹۳ درصد چربی و ۵۲/۲۵ درصد پروتئین خام است که در مقایسه با نمونه آرتمیای ایتالیا و خلیج سانفرانسیسکو از درصد بالای پروتئین برخوردار است.

Leger و همکاران طی مطالعه جامعی که بر روی ترکیب شیمیایی نژادهای مختلف آرتمیا انجام دادند نتایج زیر را به دست آوردند (۱۳). برای ناپلیوس ۳۷-۷۱ درصد پروتئین، ۱۲-۳۰ درصد چربی، ۱۱-۲۳ درصد کربوهیدرات و ۲۱-۴ درصد خاکستر و برای آرتمیای بالغ ۶۹-۵۰ درصد پروتئین، ۱۹-۲ درصد چربی، ۱۷-۹ درصد کربوهیدرات و ۲۹-۹ درصد خاکستر (اعداد بر حسب ماده خشک نمونه می‌باشد).

آق و حسینی (۱) طی تحقیقی نشان دادند که *Artemia urmiana* در کلیه مراحل رشد خود دارای مقادیر بالایی پروتئین و چربی و اسیدهای چرب اولئیک و لینولنیک است.

برای تعیین قابلیت هضم پروتئین می‌توان از روش‌های آنزیمی استفاده نمود. در این روش از آنزیم‌هایی نظیر پیپسین، تریپسین، کامپوتریپسین و پپتیداز استفاده می‌شود. استفاده از هضم آنزیمی در شرایط آزمایشگاهی بر این اساس استوار است که هضم همانند آنچه در داخل دستگاه گوارش صورت می‌گیرد باشد (۵).

روش قابلیت هضم ازت در آنزیم پیپسین یک روش سریع، آسان و مرسوم برای تعیین کیفیت پروتئین خوراک‌های با منشأ حیوانی نظیر پودر ماهی، پودر گوشت و استخوان و..... می‌باشد (۸، ۱۵، ۱۷).

قابلیت هضم ازت به وسیله روش هیدرولیز آنزیمی پیپسین سال‌ها است که برای ارزیابی خوراک‌های پروتئینی با منشأ حیوانی که ممکن است طی فرآوری آنها آسیب حرارتی رخ داده باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش به‌طور گسترده‌ای مورد قبول صنایع تولیدی خوراک دام و طیور قرار گرفته است زیرا نسبتاً ساده است، گران نیست، سریع می‌باشد و نمونه‌های زیادی را می‌توان در یک زمان با یکدیگر مقایسه نمود (۲۰).

غلظت آنزیم در این آزمایش عامل حیاتی است. آزمایشات نشان داده‌اند که کاهش میزان آنزیم پیپسین از ۰/۱۲٪ به ۰/۰۲٪ یا ۰/۰۲٪ تاثیر مثبتی بر روی قابلیت هضم پروتئین دارد.

با توجه به اینکه قابلیت هضم در آنزیم پیپسین تحت شرایط اسیدی

استخرها متغییر بود. برای نمونه‌های قم نیز دما متغییر و شوری نیز بین ۱۰۰-۵۰ ppt بود.

پس از جمع آوری و برداشت توده زنده آرتمیا از این مناطق، نمونه‌های جمع آوری شده، ابتدا آب‌گیری و سپس توسط خشک‌کن، در دمای ۶۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک و به صورت ورقه ورقه درآمدند و قبل از استفاده در جیره غذایی طیور توسط آسیاب چکشی آسیاب شدند. قبل از شروع آزمایش‌ها، به منظور تجزیه تقریبی و آنالیز شیمیایی، از هر نوع آرتمیا نمونه‌ای به آزمایشگاه تغذیه موسسه تحقیقات علوم دامی کشور ارسال گردید و در آنجا میزان ماده خشک، پروتئین خام، انرژی خام، چربی خام، الیاف خام، ADF، خاکستر، مواد معدنی شامل کلسیم، فسفر، منیزیم، پتاسیم، آهن، منگنز، مس، روی و سدیم، مطابق دستورالعمل روش استاندارد (۶) تعیین گردیدند.

روش *in vivo*

این آزمایش در شهریور ماه سال ۱۳۸۲ در سالن شماره یک واحد طیور جنوبی بخش تحقیقات طیور موسسه تحقیقات علوم دامی کشور انجام شد. برای این آزمایش تعداد ۶ قفس ۴ طبقه باطری سرد انتخاب و هم زمان با شستشو و ضد عفونی سالن، این قفس‌ها نیز شستشو و ضد عفونی شدند. تعداد ۵۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ از شرکت مرغک خریداری و به این سالن منتقل شدند و بر روی بستر پوشال تا سن ۲۱ روزگی پرورش یافتند.

در سن ۲۱ روزگی تعداد ۱۰۹ قطعه جوجه از بین ۵۰۰ قطعه جوجه نر، به صورت انفرادی توزین و در بین واحدهای آزمایشی (طبقات باطری) توزیع شدند. برای هر تیمار ۴ تکرار در نظر گرفته شد و به هر تکرار ۵ قطعه جوجه (با میانگین وزنی $2/8 \pm 0/2$ کیلوگرم برای هر تکرار) اختصاص یافت به استثناء تیمار دریاچه قم که به دلیل کمبود نمونه در زمان آزمایش، از ۳ تکرار و در هر تکرار از ۳ قطعه جوجه (با میانگین وزنی $1/7 \pm 0/1$ کیلوگرم برای هر تکرار) استفاده گردید.

جوجه‌ها به مدت یک هفته جهت عادت دهی از جیره متداول دریافت کردند. در سن ۲۷ روزگی جیره‌های مورد آزمایش به جوجه‌ها داده شدند. در طی این مدت آب و خوراک به طور آزاد در دسترس آنها قرار گرفت.

جیره‌های آزمایشی

یک جیره پایه بر اساس ذرت و کنجاله سویا و ۴ جیره دیگر برای سه نوع پودر آرتمیا و یک نوع پودر ماهی (پرو) تهیه شد به طوری که در هر یک از آنها ماده خوراکی مورد نظر تنها منبع پروتئین جیره بود. سپس هر یک از این جیره‌ها با جیره پایه به نسبت ۱:۱ مخلوط شدند که در نتیجه ۴ جیره آزمایشی با ترکیب ۵۰ درصد از جیره پایه و ۵۰ درصد از جیره مربوط به هر یک از مواد خوراکی آزمایشی تهیه گردید. یک جیره فاقد ازت حاوی ساکاروز و نشاسته ذرت نیز تهیه گردید. با توجه به اثر الیاف خام جیره بر روی میزان دفع آندونوس، به برخی از جیره‌ها سلولز افزوده شد تا اثر الیاف خام در بین جیره‌های آزمایشی تا حدودی یکسان شود.

به تمام این جیره‌ها اکسید کروم به میزان ۰/۳ درصد به عنوان نشانگر غیر قابل هضم افزوده شد. اجزاء جیره به طور کاملاً یکنواخت مخلوط

صورت می‌گیرد لذا به نظر می‌رسد خرد و ریز کردن نمونه‌ها تاثیر زیادی بر روی قابلیت هضم پروتئین دارد به طوری که با ذرات کمتر از ۴۰۰ میکرون بالاترین نتایج حاصل شده است (۵).

Ravindran و همکاران مقادیر قابلیت هضم ازت در آنزیم پیسین را برای پودر گوشت و استخوان ۹۴/۴ - ۸۴/۳ درصد با ضریب تغییرات ۳/۲٪ بدست آوردند (۲). یکی از بهترین و دقیق ترین روش جهت تعیین قابلیت هضم مواد خوراکی در طیور تحت شرایط *in vivo* روش قابلیت هضم ایلنومی است. برای نخستین بار Payne و همکاران اظهار داشتند که اندازه‌گیری محتویات ایلنومی در مقایسه با روش جمع آوری فضولات تکنیک قابل اطمینانی برای تعیین قابلیت هضم پروتئین و آمینو اسیدها در طیور می‌باشد (۱۸). سایر محققین نیز این نظریه را تأیید نموده‌اند (۹، ۱۰، ۱۶، ۲۰).

به دلیل کاتابولیسم و سنتز آمینو اسیدها در روده‌های کور همراه با عدم توانایی مرغ در جذب ازت در این ناحیه، قابلیت هضم ایلنومی اندازه‌گیری دقیقی نسبت به روش جمع‌آوری فضولات می‌باشد (۲۰).

از فوائد روش هضم ایلنومی حذف آلودگی‌هایی نظیر مواد دفعی، شوره و پر موجود در روش جمع‌آوری فضولات می‌باشد. ثانیاً مشکل اثر میکروارگانیزم‌های انتهای روده بر ترکیب پروتئین دفعی بر طرف می‌شود. همچنین دفع ادراری اسیدهای آمینه در نظر گرفته نمی‌شود. روش قابلیت هضم ایلنومی به دو صورت انجام می‌شود: ۱- جمع آوری محتویات ایلنومی پس از کشتار مرغ ۲- برداشت محتویات ایلنوم با استفاده از کانولا. نتایج حاصله در این رابطه نشان داده است که چهار ساعت پس از خوردن غذا توسط جوجه‌های گوشتی، زمان مناسبی برای نمونه‌برداری از ناحیه ایلنوم است. همچنین ۱۵ سانتیمتر انتهای ایلنوم محل مناسبی برای نمونه‌برداری گزارش شده است (۹، ۱۰).

Kadim و Moughan گزارش دادند چنانچه جیره حاوی پروتئین مورد آزمایش به عنوان تنها منبع پروتئینی مورد استفاده قرار گیرد، قابلیت هضم ظاهری ازت ایلنومی بیشتر از زمانی است که این جیره به نسبت ۵۰:۵۰ با یک جیره پایه مخلوط شود. این امر به دلیل اثرات متقابل مواد خوراکی بر قابلیت هضم پروتئین است که ناشی از دفع داخلی ازت در جیره مخلوط می‌باشد.

هدف از انجام این تحقیق تعیین قابلیت هضم پروتئین نمونه‌های پودر آرتمیا تحت شرایط *in vivo* و *in vitro* به وسیله قابلیت هضم در آنزیم پیسین و همچنین با استفاده از تکنیک نمونه‌برداری از ایلنوم پرندگان و مقایسه آنها با پودر ماهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

انواع پودر آرتمیای مورد استفاده در این تحقیق طی فصول بهار و تابستان از منطقه دریاچه ارومیه (دو نوع پودر آرتمیا) و دریاچه نمک قم (یک نوع پودر آرتمیا) تهیه شدند. دو نوع پودر آرتمیای منطقه ارومیه عبارت بودند از: آرتمیای دریاچه ارومیه و آرتمیای پرورشی در استخرهای خاکی موجود در حاشیه دریاچه ارومیه.

در زمان نمونه برداری میزان شوری دریاچه ارومیه ۱۹۰ ppt با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و شوری استخرهای خاکی به طور میانگین حدود ۱۲۰ ppt بود اما به دلیل برداشت در زمان‌های مختلف، دمای

شدند. پس از جمع آوری مدفوع و محاسبه خوراک مصرفی، حیوانات مجدداً از خوراک‌های آزمایشی به مدت دو روز استفاده کردند و به دنبال آن ۲۴ ساعت از غذا محروم شدند (۲۴). بعد از این مدت حیوانات به‌طور آزادانه به مدت یک ساعت از جیره‌های آزمایشی تغذیه نمودند و ۴ ساعت پس از خاتمه تغذیه با گاز CO₂ کشته شدند. میزان دان مصرفی هر واحد در زمان تغذیه یک ساعته محاسبه گردید.

پس از کشتار سریعاً محوطه شکمی جوجه‌ها باز شد و از پائین تر از زانده مکمل ۲ تا ۴ سانتی متر قبل از تقاطع ایلئوسکال، برش برداری صورت گرفت و محتویات آن به آرامی به داخل ظروف پلاستیکی تخلیه گردید. نمونه‌های ایلئومی جمع‌آوری شده توزین و به آزمایشگاه تغذیه

شدند. شش جیره تهیه شده شامل جیره پایه، پودر ماهی، پودر آرتیمیای استخر، پودر آرتیمیای دریاچه ارومیه، پودر آرتیمیای دریاچه قم و جیره فاقد ازت در سن ۲۸ روزگی به گروه‌های آزمایشی اختصاص یافتند. جوجه‌ها این جیره‌ها را تا سن ۳۳ روزگی به طور آزاد دریافت نمودند. مشخصات جیره‌های آزمایشی مورد استفاده جهت تعیین قابلیت هضم پروتئین در جدول ۲ نشان داده شده است.

در سن ۳۳ روزگی، جوجه‌ها به مدت ۲۴ ساعت محرومیت غذایی کشیدند و پس از آن از جیره‌های آزمایشی به مدت یک ساعت به صورت اختیاری تغذیه شدند و طی ۱۳ ساعت بعد فضولات آنها جمع‌آوری گردید.

جدول ۱- آنالیز تقریبی سه نوع پودر آرتیمیای دریاچه ارومیه، پرورشی در استخر و دریاچه قم و پودر ماهی پرو (بر حسب درصد، کیلوکالری در کیلو گرم و میلی گرم در کیلو گرم ماده خشک)

نوع پودر آرتیمیا	آرتیمیای دریاچه ارومیه	آرتیمیای پرورشی در استخر	آرتیمیای دریاچه قم	پودر ماهی (پرو)
ماده خشک (%)	۹۲/۸	۹۳/۴	۹۳/۸	۹۲/۶
پروتئین خام (%)	۴۰/۱۹	۳۹/۰۸	۴۲/۳۵	۶۷/۹
انرژی خام (کیلوکالری در کیلو گرم)	۴۰۲۶/۱۹	۳۸۹۸/۷۵	۳۵۷۹/۰۱	۳۲۴۶
چربی خام (%)	۱۳/۵	۸/۵۵	۲۰/۶۵	۱۰/۸
الیاف خام (%)	۳/۶	۱/۸	۲/۸	۰/۹
ADF (%)	۶	۶/۴	۷/۴	-
خاکستر (%)	۲۴	۲۸/۷	۲۸/۴	۱۵/۷
کلسیم (%)	۲/۳۴	۲/۰۲	۲/۶۱	۴
فسفر (%)	۱/۱۱	۰/۸۶	۱/۴۲	۱/۸۱
سدیم (%)	۱/۱۲	۰/۹۶	۱/۶۴	۰/۷
منیزیم (%)	۰/۳۳	۰/۴۱	۰/۳۱	۰/۲۵
پتاسیم (%)	۱/۶۵	۲/۰۹	۱/۳۹	۰/۸۲
آهن (میلی گرم در کیلوگرم)	۱۱۴۷/۲۵	۱۶۴۲/۷۵	۴۳۷/۷۵	۲۳۲
منگنز (میلی گرم در کیلوگرم)	۵۳/۷۸	۱۳۲/۴۵	۸۴/۰۸	۱۰/۶
مس (میلی گرم در کیلوگرم)	۳/۵	۳/۵۵	۵/۰۵	۹/۵۲
روی (میلی گرم در کیلوگرم)	۵۲/۷۵	۴۶/۷۵	۵۹	۱۰۹

مؤسسه منتقل و در دمای ۲۰- تا زمان شروع آنالیز آزمایشگاهی نگهداری شدند.

در آزمایشگاه، درصد ماده خشک، پروتئین خام، ازت و میزان کروم نمونه‌های جیره، فضولات و محتویات ایلئومی اندازه‌گیری شدند (جدول شماره ۳).

برای تعیین قابلیت هضم ظاهری و حقیقی ازت و همچنین پروتئین جیره‌ها با استفاده از روابط ۱ تا ۳ محاسبات انجام شد (۱۱):
سپس قابلیت هضم ظاهری و حقیقی ازت و پروتئین موادخوراکی با استفاده از رابطه ۴ بدست آمد (۱۱).

نحوه جمع‌آوری فضولات به این صورت بود که پس از محرومیت غذایی بر روی سینی‌های زیر قفس‌ها پلاستیک توزین و نصب گردید و به دنبال تغذیه یک ساعته و سپری شدن زمان ۱۳ ساعته فضولات همراه با پلاستیک جمع‌آوری و مجدداً وزن کشی گردیدند. تفاوت وزن اولیه و وزن ثانویه بیانگر میزان فضولات هر تکرار آزمایشی بود. علاوه بر فضولات، میزان خوراک مصرفی طی مدت یکساعت تغذیه نیز برای هر تکرار بدقت اندازه‌گیری شد. فضولات جمع‌آوری شده، پس از جدا کردن پرها و سایر مواد خارجی، در ظروف پلاستیکی درب دار ریخته شده و به آزمایشگاه تغذیه مؤسسه منتقل و تا زمان آنالیزهای شیمیایی در دمای ۲۰- نگهداری

جدول ۲- درصد ترکیب جیره های مورد استفاده در آزمایش تعیین قابلیت هضم پروتئین

فقد ازت	پودر آرتمیای دریاچه قم	پودر آرتمیای دریاچه ارومیه	پودر آرتمیای استخر	پودر ماهی	پایه	اجزاء جیره (%)
-	-	-	-	۳۱/۶۲	-	پودر ماهی
-	-	-	۵۵/۶۲	-	-	پودر آرتمیای استخر
-	-	۵۴/۴۲	-	-	-	پودر آرتمیای دریاچه ارومیه
-	۵۱	-	-	-	-	پودر آرتمیای دریاچه قم
-	-	-	-	-	۳۵	کنجاله سویا
-	-	-	-	-	۵۷/۹۰	ذرت
۵/۵۰	۳	۳	۳	۳	۳	روغن ذرت
۶۸/۸۰	۳۳/۵۰	۳۱/۰۵	۲۸/۰۸	۵۰/۴۰	-	نشاسته ذرت
۱۸	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	-	سوکروز
۳/۵۰	۰/۷۰	-	۱/۵۰	۳	-	سلولز
۰/۴۰	-	-	-	-	۰/۳۰	نمک طعام
۲	-	-	-	۱	۲	دی کلسیم فسفات
۱	۱	۱	۱	۰/۱۸	۱	صدف
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینی
۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	اکسید کروم

رابطه ۱ D_A : قابلیت هضم ازت در ماده خوراکی مورد آزمون (بر حسب درصد)

رابطه ۲ D_D : قابلیت هضم ایلئومی ازت در جیره مخلوط (بر حسب درصد)
 $D_D = \frac{\text{درصد اکسیدکروم در محتویات ایلئوم}}{\text{درصد ازت در محتویات ایلئوم}} \times \text{درصد ازت در محتویات ایلئوم} = \text{مقدار ازت دفعی در ایلئوم}$ (بر حسب درصد)

رابطه ۳ D_B : قابلیت هضم ایلئومی ازت در جیره پایه (بر حسب درصد)

نسبتی از ازت جیره مخلوط که توسط جیره پایه تامین شده است. $S_B = 1 - S_A$
 ۱۰۰ × $\frac{\text{درصد ازت یا پروتئین در محتویات ایلئوم} - \text{درصد ازت یا پروتئین در جیره}}{\text{درصد ازت یا پروتئین در محتویات ایلئوم}} = \text{قابلیت هضم ظاهری ازت}$ (پروتئین) (بر حسب درصد)

رابطه ۴ S_A : نسبتی از ازت جیره مخلوط که توسط جیره آزمایشی تامین شده است.

مدل آماری تجزیه و تحلیل داده های مربوط به قابلیت هضم پروتئین نمونه‌ها، مدل طرح کاملاً تصادفی (CRD) با تکرارهای نا مساوی شامل ۴ تیمار (پودر ماهی، آرتمیای استخر، آرتمیای دریاچه ارومیه و آرتمیای دریاچه قم) با ۴ تکرار بود به استثناء تیمار آرتمیای دریاچه قم که ۳ تکرار داشت. برای قابلیت هضم $D_A = \frac{D_D - D_B \times S_B}{S_A}$
 ۱۰۰ × $\frac{\text{درصد ازت دفعی داخلی}}{\text{درصد ازت یا پروتئین در جیره}} + \text{قابلیت هضم ظاهری ازت یا پروتئین} = \text{قابلیت هضم حقیقی ازت}$ (پروتئین) (بر حسب درصد)

رابطه ۴ $D_A = \frac{D_D - D_B \times S_B}{S_A}$

برای اطمینان از صحت نتایج حاصله آزمایش مجدداً تکرار شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

مدل آماری تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به قابلیت هضم در آنزیم پیپسین، مدل طرح کاملاً تصادفی (CRD) شامل ۴ تیمار (آرتمیای استخر، آرتمیای دریاچه ارومیه، آرتمیای دریاچه قم و پودر ماهی پرو) و ۳ تکرار بود (۲۲). این مدل عبارتست از:

$$y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

رابطه ۹

مشاهده تکرار y_{ij} : اثر تیمار نام مربوط به صفت مورد بررسی:

T_i : اثر تیمار نام

i : ۱، ۲، ۳ و ۴

j : ۱، ۲، ۳

μ : میانگین

ε_{ij} : خطای مدل

تجزیه و تحلیل آماری این طرح با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به قابلیت هضم ظاهری و حقیقی پروتئین خام سه نوع پودر آرتمیای دریاچه ارومیه، استخر، دریاچه قم و پودر ماهی (پرو) نشان می‌دهد که بین قابلیت هضم ظاهری و حقیقی پروتئین آرتمیای دریاچه ارومیه با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p < 0.05$) (جدول ۴).

همانگونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، بین تیمارهای پودر آرتمیای استخر، آرتمیای دریاچه قم و پودر ماهی تفاوت معنی‌داری از نظر قابلیت هضم ظاهری و حقیقی پروتئین وجود ندارد. کمترین میزان قابلیت هضم ظاهری و حقیقی مربوط به تیمار آرتمیای دریاچه ارومیه (به ترتیب ۸۲/۹۶٪ و ۸۶/۸۷٪) و بیشترین میزان مربوط به تیمار پودر ماهی (به ترتیب ۸۸/۰۲٪ و ۹۲/۱۲٪) می‌باشد.

نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به قابلیت هضم پروتئین نمونه‌های مورد آزمایش در آنزیم پیپسین با روش بیولوژیکی نمونه برداری ایلئومی مطابقت داشت. در این روش نیز فقط بین قابلیت هضم آرتمیای دریاچه ارومیه با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید ($p < 0.05$).

بین تیمارهای پودر آرتمیای استخر، آرتمیای دریاچه قم و پودر ماهی تفاوت معنی‌داری از نظر قابلیت هضم پروتئین در آنزیم پیپسین وجود ندارد.

ظاهری و حقیقی به‌طور جداگانه تجزیه و تحلیل آماری انجام گرفت. برای این منظور از مدل زیر استفاده شد (۲۲).

$$y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

رابطه ۵

مشاهده تکرار y_{ij} : اثر تیمار نام مربوط به صفت مورد بررسی:

T_i : اثر تیمار نام

i : ۱، ۲، ۳ و ۴

j : ۱، ۲، ۳ و ۴

μ : میانگین

ε_{ij} : خطای مدل

تجزیه و تحلیل آماری این طرح با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد.

روش *in vitro*

در این مرحله قابلیت هضم نمونه‌ها با استفاده از روش هضم در آنزیم پیپسین به شرح زیر صورت گرفت:

۲ گرم نمونه (از انواع پودر آرتمیا و یا پودر ماهی پرو) با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و به یک ارلن مایر مدرج ۵۰۰ میلی لیتری منتقل شد. ۴۵۰ میلی لیتر از محلول پیپسین - اسیدکلریدریک (این محلول از حل شدن ۰/۲ گرم آنزیم پیپسین با فعالیت ۲ واحد در هر میلی گرم، در یک لیتر محلول ۰/۰۷۵ مولار اسید کلریدریک حاصل گردیده بود) که قبلاً تا دمای ۴۰ درجه سانتی گراد شده بود به ارلن مایر ذکر شده اضافه گردید. مخلوط نمونه و محلول پیپسین اسید کلریدریک به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور در دمای 1 ± 40 درجه سانتیگراد قرار گرفت. بعد از این مدت ۱۵ میلی لیتر از اسید کلریدریک با وزن مخصوص ۱/۱۲۵ گرم در میلی لیتر به آن اضافه شد و تا دمای ۲۰ درجه سانتیگراد خنک گردید. سپس به وسیله یک کاغذ صافی، مخلوط فوق صاف گردید و میزان پروتئین خام موجود در بقایای هضم نشده با استفاده از روش کلدال تعیین شد. درصد قابلیت هضم در پیپسین پروتئین خام نمونه‌ها بوسیله روابط زیر محاسبه گردید (۳). برای اطمینان از نتایج بدست آمده، این آزمایش دو مرتبه تکرار شد.

رابطه ۶

پروتئین خام موجود در بقایای هضم نشده - پروتئین خام موجود در نمونه اولیه = پروتئین خام هضم شده

$$\text{رابطه ۷} \quad \% = \frac{\text{پروتئین خام هضم شده}}{\text{وزن نمونه}} \times 100$$

$$\text{رابطه ۸} \quad \% = \frac{\text{درصد پروتئین قابل هضم نمونه}}{\text{درصد پروتئین خام نمونه}} \times 100$$

جدول ۳- میزان مواد مغذی و کروم نمونه‌های جیره غذایی (بر حسب درصد ماده خشک)

نوع جیره	ماده مورد آزمایش	ماده خشک	ازت	پروتئین خام	کروم	سدیم	فسفر	کلسیم	الیاف خام
پایه	۹۲/۲۸	۳/۷۸	۲۳/۶۳	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۵۰	۰/۴۰	۳/۷۲	
پودر ماهی	۹۳/۰۳	۳/۶۷	۲۲/۹۴	۰/۳۳	۰/۲۲	۰/۵۷	۱/۲۶	۲/۷۸	
پودر آرتمیای استخر	۹۲/۹۰	۳/۲۶	۲۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۶۰	۱/۴۰	۲/۸۰	
پودر آرتمیای دریاچه ارومیه	۹۳/۵۹	۴/۰۲	۲۵/۱۳	۰/۳۱	۰/۶۰	۰/۶۰	۱/۵۰	۳/۰۰	
پودر آرتمیای دریاچه قم	۹۴/۰۵	۳/۳۰	۲۰/۶۳	۰/۲۹	۰/۶۵	۰/۷۱	۱/۲۰	۲/۶۰	
جیره فاقد پروتئین	۹۴/۲۹	۰/۱۰	۰/۶۰	۰/۳۶	۰/۱۸	۰/۳۷	۰/۸۲	۳/۰۰	

استخر و دریاچه قم قابلیت هضم پائین تری را نیز از خود نشان داده است. نتایج این آزمایش با نتایج Parsons (۱۵) مطابقت دارد اما با نتایج Ravindran و همکاران (۲۱) مغایرت دارد.

Parsons (۱۵) در آزمایشی که بر روی خوراک‌های حیوانی شامل پودر گوشت و استخوان و پودر ضایعات طیور انجام داد نتیجه‌گیری نمود که میزان خاکستر هیچگونه تاثیر منفی بر روی قابلیت هضم پروتئین و آمینو اسیدهای این دو پروتئین حیوانی ایجاد نکرده است.

اما Ravindran و همکاران (۲۱) نشان دادند که قابلیت هضم آمینو اسیدها همبستگی منفی با میزان خاکستر دارد و نمونه‌های حاوی سطوح بالای خاکستر قابلیت هضم پائینی دارند. نتایج این تحقیق با یافته‌های Kadim و همکاران (۱۱) مطابقت دارد. ایشان قابلیت هضم حقیقی پروتئین و آمینو اسیدهای ایلئومی و فضولات را در چند پروتئین گیاهی و حیوانی محاسبه کردند. نتایج بدست آمده نشان داد که قابلیت هضم پروتئین‌های سور گوم، گندم، کنجاله سویا و پودر ماهی بالاتر، اما قابلیت هضم پروتئین‌های پودر گوشت استخوان و پودر خون به‌طور قابل توجهی پائین تر است. در این آزمایش آنها نتیجه‌گیری کردند که داده‌های قابلیت هضم ایلئومی از اعتبار بیشتری نسبت به نتایج قابلیت هضم فضولات برخوردار است.

اختلاف مشاهده شده در قابلیت هضم پروتئین انواع آرتمیا در این آزمایش نظرات Watanabe (۲۵) را که اظهار داشت ارزش غذایی آرتمیا در حیوانات دریایی از سویه ای به سویه دیگر بسته به موقعیت جغرافیایی متفاوت است را مورد تأیید قرار می‌دهد.

همچنین این نتایج با نتایج Lavens و Sargeloos (۱۲) که ارزش تغذیه‌ای آرتمیا را به‌عنوان منبع غذایی برای ماهیان دریایی، متغیر اعلام کرده بود، مطابقت دارد.

در این رابطه Kadim و Moughan (۱۰) اشاره نمودند که زمان پس از شروع تغذیه برای نمونه‌برداری از محتویات تاثیر معنی‌داری بر روی قابلیت هضم ظاهری ایلئومی ازت برای کنجاله سویا، پودر ماهی، گندم و ذرت نداشته

کمترین میزان قابلیت هضم در آنزیم پیپسین مربوط به تیمار آرتمیای دریاچه ارومیه (۹۰/۴۷٪) و بیشترین میزان مربوط به تیمار آرتمیای دریاچه قم (۹۲/۷۴٪) می‌باشد (جدول ۴).

بحث و نتیجه‌گیری

علت معنی‌دار شدن قابلیت هضم ظاهری و حقیقی پروتئین پودر آرتمیای دریاچه ارومیه نسبت به سایر تیمارها احتمالاً به دلیل بیشتر بودن پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای در این ماده خوراکی می‌باشد. Choct و Anisson نیز در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که توانایی جوجه های گوشتی در استفاده از پروتئین و آمینواسیدها اساساً به دلیل تنوع در وجود پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای می‌باشد (۷). بالا بودن قابلیت هضم پروتئین پودر ماهی نیز نسبت به سایر تیمارها به دلیل مقدار پائین الیاف خام و خاکستر آن در مقایسه با تیمارهای حاوی پودر آرتمیا می‌باشد.

Parsons نیز در آزمایشی که بر روی چند پروتئین حیوانی انجام داد قابلیت هضم پروتئین پودر ماهی را بالاتر از سایر پروتئین‌های حیوانی اعلام نمود (۱۴).

در این آزمایش میزان خاکستر نمونه‌های حاوی پودر آرتمیا تاثیر معنی‌داری را بر روی قابلیت هضم پروتئین آنها نداشته است و علی‌رغم پایین بودن میزان خاکستر آرتمیای دریاچه ارومیه نسبت به آرتمیای

جدول ۴- مقایسه میانگین قابلیت هضم پروتئین خام با استفاده از روش نمونه برداری ایلئومی (ظاهری و حقیقی) و آنزیم پیپسین (بر حسب درصد) سه نوع پودر آرتمیا و یک نوع پودر ماهی (پرو)

تیمار	قابلیت هضم ظاهری	قابلیت هضم حقیقی	قابلیت هضم در آنزیم پیپسین
آرتمیای استخر	۸۶/۹۲a	۹۱/۳۲a	۹۱/۸۶a
آرتمیای دریاچه ارومیه	۸۲/۹۶b	۸۶/۸۷b	۹۰/۴۷b
آرتمیای دریاچه قم	۸۵/۸۱a	۹۰/۱۶a	۹۲/۷۴a
پودر ماهی (پرو)	۸۸/۰۲a	۹۲/۱۲a	۹۲/۰۹a

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

پیشنهادات

نتایج این تحقیق نشان داد که پودر آرتیمیا^۲ را می‌توان به‌عنوان یک مکمل پروتئین حیوانی جدید به فهرست مواد خوراکی مورد استفاده در تغذیه طیور اضافه کرد. از جمله مزایای پودر آرتیمیا در مقایسه با سایر پروتئین‌های حیوانی می‌توان به عدم وجود استخوان، مو، پر و محتویات دستگاه گوارشی در آن اشاره نمود. همچنین برای فرآوری و تهیه آن نیاز به دمای بالا و فشار مخصوص نیست و با درجه حرارت‌های پائین (۶۰-۵۰ درجه سانتیگراد) و حتی در آفتاب می‌توان آنرا خشک نمود. از این رو مسئله حفظ کیفیت پروتئین‌های حیوانی در هنگام تهیه آن که امروزه تحقیقات زیادی در این زمینه در حال انجام است برای تهیه پودر آرتیمیا از اهمیت کمتری برخوردار است.

با توجه به شرایط موجود در کشور ایران و داشتن مناطق گسترده کویری، از آنجایی که این موجود را به راحتی می‌توان در آب‌های شور و مناطق کویری و در گودال‌ها و آبگیرهای این مناطق پرورش داد لذا پتانسیل بسیار خوبی علاوه بر دریاچه‌های طبیعی موجود در ایران برای توسعه کشت و پرورش و تولید انبوه آرتیمیا به‌صورت مصنوعی در کشور وجود دارد. به این ترتیب علاوه بر افزایش تولید آرتیمیا فشار کمتری به اکوسیستم طبیعی وارد می‌شود و از صدها هزار هکتار زمین زراعی در حاشیه دریاها جهت فعالیت تولیدی-اقتصادی فوق‌العاده سودآور استفاده می‌شود و باعث اشتغال زایی می‌گردد. نتایج این تحقیق نیز همانطور که نشان داده شد، قابلیت هضم پروتئین آرتیمیا در برخی از نمونه‌ها بسیار خوب و هم‌ردیف پودر ماهی است. توصیه می‌شود با توجه به اهمیت بالانس اسیدهای آمینه در جیره غذایی طیور توسط تکنیک‌های مرسوم نظیر نمونه برداری از ایلئوم، قابلیت هضم اسیدهای آمینه موجود در پودر آرتیمیا نیز اندازه‌گیری شود.

سپاسگزاری

از ریاست محترم، مسئولین و همکاران گرامی بخش تغذیه و بررسی‌های طیور موسسه تحقیقات علوم دامی موسسه تحقیقات شیلات، مرکز تحقیقات آرتیمیا، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قم که در اجرای این تحقیق همکاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

پاورقی‌ها

- 1- Part Per Thousand
- 2 - Artemia meal

منابع مورد استفاده

- ۱- آق‌ن، حسینی قطره‌ح، ۱۳۸۱؛ بررسی میزان پروتئین، چربی و پروفیل اسیدهای چرب آرتیمیای دریاچه ارومیه در مراحل مختلف رشد. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۵۴، ص ۸۹-۸۵.
- ۲- خیامی، م.، حیدری، ر.، ۱۳۷۴؛ تعیین میزان چربی، پروتئین و ترکیب کل اسیدهای آمینه در آرتیمیای دریاچه ارومیه. مجله پژوهش و سازندگی شماره ۲۷، ص ۱۲۰-۱۱۸.
- ۳- جان محمدی، ح.، ۱۳۷۴؛ ارزشیابی کیفیت پروتئین پودر ماهی کیلکای ایران

است اما برای پودر گوشت و استخوان و کنجاله تخم پنبه این تاثیر مشاهده شده است. ایشان زمان مناسب جهت نمونه برداری از محتویات ایلئومی را برای پودر گوشت و استخوان و پودر ماهی ۴ ساعت پس از شروع تغذیه اعلام نمودند.

این احتمال وجود دارد که پائین بودن قابلیت هضم پروتئین آرتیمیای دریاچه ارومیه نسبت به پودر ماهی به دلیل تاثیر مدت زمان نمونه برداری از محتویات ایلئومی پس از شروع تغذیه باشد.

نتایج بدست آمده از روش آزمایشگاهی اندازه‌گیری قابلیت هضم پروتئین نمونه‌ها در آنزیم پیپسین با نتایج حاصل از اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری و حقیقی در شرایط *In vivo* مطابقت دارد. در این آزمایش نیز تیمارهای حاوی پودر آرتیمیای استخر، آرتیمیای دریاچه قم و پودر ماهی تفاوت معنی داری را از نظر قابلیت هضم پروتئین از خود نشان ندادند. علی‌رغم این موضوع اما ملاحظه می‌شود که قابلیت هضم پروتئین آرتیمیای دریاچه قم حتی از قابلیت هضم پروتئین پودر ماهی نیز از نظر عددی بیشتر شده است که این نشان از برتری کیفی پروتئین این ماده خوراکی می‌باشد.

در این آزمایش همانند آزمایش اندازه‌گیری قابلیت هضم پروتئین بر روی جوجه‌های گوشتی، پروتئین آرتیمیای دریاچه ارومیه قابلیت هضم پائین تری را نسبت به سایر تیمارها از خود نشان داده و اختلاف معنی داری را بوجود آورده است ($P < 0.05$).

نتایج این آزمایش با نتایج Ravindran (۲۱) و جان محمدی (۳) مطابقت دارد، اما با یافته‌های Parsons و همکاران (۱۷) مغایرت دارد. Ravindran و همکاران (۲۱) قابلیت هضم ظاهری ایلئومی و پیپسین آمینو اسیدهای ۱۹ نمونه پودر گوشت و استخوان از کارخانجات مختلف در نیوزیلند را بر روی جوجه‌های گوشتی مورد ارزیابی قرار دادند. قابلیت هضم پیپسین بین ۹۴/۴-۸۴/۳ درصد بود. نتایج آزمایش ایشان نشان داد که قابلیت هضم پیپسین تفاوت زیادی با قابلیت هضم در شرایط *in vivo* ندارد. جان محمدی (۳) در تحقیق خود نتیجه‌گیری کرد که در اغلب پودرهای ماهی، درصد قابلیت هضم پروتئین با روش آنزیم پیپسین بالای ۹۰ درصد بوده و در مورد پودر ماهی پرو این میزان ۹۳/۷۴ بدست آمده است.

نتایج بدست آمده در این آزمایش نشان داد که ماهیت ماده خوراکی و کیفیت پروتئین آن باعث افزایش قابلیت هضم آرتیمیای دریاچه قم نسبت به سایر تیمارها شده است. در این رابطه Parsons و همکاران (۱۷) اعلام نمودند که بدلیل ماهیت مواد خام و روش‌های عمل‌آوری و تهیه، کیفیت پروتئین‌های حیوانی به‌طور قابل توجهی متفاوت می‌باشد.

عامل دیگر میزان چربی بالای پودر آرتیمیای دریاچه قم است که می‌تواند کیفیت پروتئین را در برابر اثرات مخرب حرارت محافظت نماید. Parsons و Shirley (۲۳) در تحقیق خود اظهار داشتند که میزان چربی و رطوبت زیاد مواد خام ممکن است پروتئین را از اثرات مخرب عمل‌آوری محافظت نماید.

Ras و همکاران (۱۹) در یک آزمایش تغذیه‌ای به مدت ۹ هفته، پودر آرتیمیای آفتاب خشک را جایگزین پودر ماهی در تغذیه جوجه‌های یک روزه گوشتی نمودند. ایشان اظهار داشتند که آرتیمیا یا میگوی آب شور را می‌توان به عنوان یک ماده خوراکی با انرژی و پروتئین بالا در تغذیه طیور مورد استفاده قرار داد.

به‌وسیله روش‌های شیمیایی و بیولوژیکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

4-Abatzopoulos, T.H. J., J. A. Beardmore., J. S. Clegg. and P. Sorgeloos. 2002; *Artemia: Basic and Applied Biology*. Kluwer Academic Publishers. 255-285

5- Ammerman, C.B., D.H. Baker., A. J. Lewis. 1995; Statistical evaluation of bioavailability assays. in *Bioavailability of Nutrients for Animals-amino acids, minerals and vitamins*. Academic press. pp: 5-33.

6- Association of official Analytical chemist (A. O. A. C). 1994; *Official method of Analysis*, 16th edition. Washington. D. C. U.S.A.

7-Choct, M., and G. Anissson. 1990; Anti nutritive activity of wheat pentosans in poultry diets. *Poultry Science*. 31:809-819.

8-Han, Y., C.M. Parsons. 1991; Protein and amino acid quality of feather meals. *Poultry Science*. 70:812-822.

9-Kadim, I. T., P. J. Moughan. 1997a; Development of an ileal amino acid digestibility assay for the growing chicken-Effects of time after feeding and site of sampling. *British Poultry Science*. 38:89-95.

10-Kadim, I. T., P. J. Moughan. 1997b; Ileal amino acid digestibility assay for the growing meat chicken-Effects of the imposition of a fasting period and the nature of the test diet. *British poultry science*. 38:285-290.

11-Kadim, I. T., P. J. Moughan., V. Ravindran. 2002; Ileal amino acid digestibility assay for the growing meat chicken – comparison of ileal and excreta amino acid digestibility in the chicken. *British Poultry Science*. 44:588-597.

12- Lavens, P. and P. Sorgeloos. 1996. *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. Food and agriculture organization of the united nations. 186-199.

13-Leger, P., E. Naessens, and P. Sorgeloos. 1987; International study on artemia. Techniques to manipulate the fatty acid profile in *Artemia nauplii* and the effect on its nutritional effectiveness for marine crustacean mysidopsis bahia. *Artemia research and its*

applications, vol.3, Universa press, Wetteren. Belgium, p.411-424.

14-Parsons, C.M. 1991; Current status of amino acid digestibility work reviewed. *Feedstuffs*. 13-14.

15-Parsons, C.M. 1999; Protein quality and amino acid digestibility. Multi-state poultry meeting, May 25-27.

16-Parsons, C.M. 2002; Digestibility and bioavailability of protein and amino acids. In *Poultry feedstuffs*. chapter 8. 115-135.

17-Parsons, C.M., F. Castanon, and Y. Han. 1997; Protein and amino acid quality of meat and bone meal. *Poultry Science*. 76: 361-368.

18- Payne, W.L., G. F. Combs., R. R. Kifer, and D.G. Snider. 1968; Investigation of protein quality-ileal recovery of amino acids. *Federation proceedings*, 27:1199-1203.

19-Ras, M. B. B., N. Agh., M. Y. Yahyazadeh., J. Sahebkalam., M. Hojjati. 2002; Chemical composition and nutritive value of *Artemia urmiana* in broiler ration. *World Aquaculture*. April 23-27. Beijing, China.

20-Ravindran, V., W.L. Bryden. 1999; Amino acid availability in poultry-*in vitro* and in vivo measurements. *Aust. J. Agric. Res.* 50: 889-908.

21-Ravindran, V., W.H. Hendriks., B.J. Camden., D.V. Thomas., P.C. Morel, and C.A. Butts. 2002; Amino acid digestibility of meat and bone meals for broiler Chickens. *Aust. J. Agric. Res.* 53:1257-1264.

22-SAS Institute, 1992; *A software system for data analysis*, Inc. North Carolina. USA.

23-Shirley, R.B. and C.M. Parsons. 2000; Effect of pressure processing on amino acid digestibility of meat and bone meal for poultry. *Poultry Science*. 79:1775-1581.

24-Summers, D.J., A.R. Robblee. 1985; Comparison of apparent amino acid digestibilities in anesthetized versus sacrificed chickens using diets containing soybean meal and canola meal. *Poultry Science*. 64:536-541.

25-Watanabe, T. 1987; The use of artemia in fish and crustacean farming in Japan. *Artemia research and its applications*. vol 3:373-393.

