مقاله تحقیقی

تعیین ترکیبات شیمیایی هفت گونه از بی‌مهرگان و امکان استفاده از آن‌ها در تغذیه طیور و ماهی

ندا خردپیر[1*]، سیامک یوسفی سیاه‌کلرودی[2]، سید پیمان توسلی[3]، نادیا شکرانه[3]

۱. گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، تهران، ایران
۲. گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، تهران، ایران
۳. شرکت پروتئین گستر سینا (گوشتیران)، شادآباد، خیابان هفده شهریور، بعد از ۱۵ متری سوم، تهران، ایران

***مسئول مکاتبات**: ندا خردپیر n.kheradpir@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۶/۱۵

فصلنامه علمی پژوهشی دانش زیستی ایران
جلد ۱۳- شماره ۲- تابستان ۱۳۹۷

چکیده

با افزایش جمعیت جهان و نیاز به تولید و عرضه مواد غذایی بیش‌تر، سهم پروتئین دریافتی از منابع حیوانی دام، طیور و شیلات مورد اهمیت بسیاری قرار می‌گیرد؛ هم‌چنین دامداران نسبت به استفاده از سایر منابع پروتئینی حشرات و نرم‌تنان در جیره طیور و ماهی‌ها به‌دلیل کاهش هزینه‌ها، کاهش اثرات جانبی فیزیولوژیک و کاهی آلودگی زیست محیطی تمایل دارند. در این تحقیق ارزش غذایی هفت گونه از بی‌مهرگان به‌عنوان جایگزین یا مکمل در غذایی طیور و ماهی‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌های مورد بررسی عبارت بودند از سوسری‌ها شامل دو گونه مناطق شهری تهران، سوسری شرقی و سوسری آمریکایی، زنبور عسل، سن گندم، ملخ‌ها شامل دو گونه بومی جنوب استان تهران ملخ ایتالیایی و ملخ مراکشی، لیسه‌های خاکزی، حلزون‌های صدفدار و زالوی آب شیرین. جهت مة ارزش غذایی نمونه‌ها، پارامترهای درصد چربی با استفاده از دستگاه سوکسله، درصد پروتئین با کمک کجلدال، د کلسیم و فسفر با روش نورسنجی شعله‌ای، درصد رطوبت نسبی با کمک یک آون ساده، درصد ماده خشک و خاکس استفاده از کوره الکتریکی، درصد فیبر با کمک دستگاه فایبرتک، مقدار انرژی خام در مقیاس کیلوکالری به‌ازاء هر کیل وزن نمونه، و درصد کربوهیدرات با روش مانسون-والکر اندازه‌گیری شدند. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این تح حلزونهای صدفدار بیشترین میزان کربوهیدرات (۰/۲۰۲ ± ۲/۳۹۳ ٪)، ملخ ایتالیایی بیشترین مقدار چربی (۰۴۰ ۶/۰۴ ٪)، سوسری بالاترین مقدار پروتئین (۰/۴۳۵ ± ۷۳/۴۰ ٪)، کلسیم (۰/۰۳± ۳/۴۹ ٪)، فسفر (۰/۰۶۳±۱ بیشترین مقدار انرژی (۳۲۶۳ کیلوکالری بر کیلوگرم)، لیسه بالاترین مقدار رطوبت نسبی (۰/۶۴۱±۸۵/۱۹ ٪)، سن بیشترین مقدار فیبر (۰/۰۴۳±۱۸/۶۳ ٪) و ماده خشک (۰/۱۷۶±۹۳/۱۷ ٪) و در نهایت زنبور عسل بیشترین خاکستر (۰/۱۲۹±۱۰/۲۴ ٪) را نشان دادند. طی مقایسه داده‌ها با تحقیقات مشابه می‌توان نتیجه گرفت که سو آمریکایی می‌تواند جایگزین خوبی به‌جای آرد ماهی در جیره غذای طیور و آبزیان باشد. پیشنهاد می‌شود این به‌دلیل درصد بالای پروتئین، کلسیم، ماده خشک، فیبر، فسفر و انرژی و درصد کمی چربی به‌همراه آرد ماهی در غذایی ماهی‌ها و طیور استفاده شود.

واژه های کلیدی: حشرات، نرم‌تنان، تغذیه، طیور، ماهی

مقدمه

با توجه به نرخ سریع افزایش جمعیت، پیش بینی می شود تا سال ۲۰۵۰ نیاز به تأمین مواد غذایی ۱۰۰٪ افزایش پیدا کند و این در حالی است که با توجه به روند فعلی تولید محصول از طریق کشاورزی تنها ۶۰٪ افزایش خواهد داشت (۸،۹). بنابر گزارش‌ها، سالانه ۱۷-۱۶ میلیون تن غذای ماهی در سراسر جهان تولید می شود که بیش از نود درصد آن دقیقاً به مصرف تولید ماهی و آبزیان می‌رسد و از این رو نیاز به تولید غذای ماهی از سایر منابع غیر از ماهی و روغن ماهی منطقی است (۱۰). در سراسر جهان حدود ۱۹۰۰ گونه حشره مورد مصرف انسان قرار دارند که به‌عنوان منبع غذایی می‌توانند نقش بسیار مهمی را در تأمین غذای انسان و صنعت دامپروری ایفاء نمایند. بنابر تحقیقات انجام شده حشرات می‌توانند جایگزین خوبی برای روغن ماهی و روغن سویا مورد مصرف در دامپروری باشند. هزینه تولید سویا و تهیه روغن آن به‌منظور استفاده در دامپروری بیش از حدی است که در دسترس تمامی پرورش‌دهندگان طیور قرار گیرد و لذا با افزایش هزینه تولید مواد اولیه نیاز به منابع ارگانیک و طبیعی در دسترس افزایش می‌یابد (۸،۱۱).

حشرات یا رده Insecta (Hexapoda) گروه عظیمی از بندپایان هستند که به‌همراه نرم‌تنان (Molusca) حدود ۷۵٪ تنوع گونه‌ای زیست توده و بیش از هشتاد درصد فراوانی جمعیت زنده کره زمین را تشکیل می‌دهند؛ با توجه به فراوانی جمعیت حشرات و برخی نرم‌تنان و حضور نسبی آن‌ها در تمام ماه‌های سال شاید بتوان از این منابع به‌عنوان یکی از منابع تأمین پروتئین طبیعی مورد نیاز برای پرورش طیور استفاده نمود (۱۲). بررسی‌های انجام شده نشان‌دهنده رغبت دامداران به استفاده از حشرات به‌عنوان منابع غذای جایگزین برای پرورش طیور بوده است که از کاهش هزینه‌های اقتصادی و احتمالاً کاهش اثرات جانبی فیزیولوژیک حاصل از مصرف مواد طبیعی، کاهش آلودگی‌های محیطی ناشی می‌شود (۱۳). در حال حاضر منابع پروتئینی مورد نیاز برای تولید ماهی و طیور در کشور سالانه ۸۰۰ هزار تن است که فقط ۱۶۰ هزار تن در داخل کشور تولید می‌شود و مابقی از سایر کشورها وار می‌گردد.

Barrosso و همکاران (۲۰۱۴) طی مطالعه‌ای ب روی شانزده گونه مختلف از حشرات راسته‌های قاب بالان، دوبالان و راست‌بالان به‌عنوان غذای ماهی مشخص گردید که بافت بدن حشرات در مقایسه غذای ماهی از درصد چربی بالاتری برخوردار بوده هم‌چنین از نظر مقدار بسیاری از اسیدهای آمینه مانند هیستیدین، ترئونین و لیزین مشابه غذای ماهی هستند (۱۴). به‌علاوه، در تحقیق دیگری گزارش شد ک حشرات درصد بالاتری از امگا-۶ و چربی‌های اشباع شد را در بدن خود ذخیره کرده‌اند (۸).

Bosch و همکاران (۲۰۱۴) طی بررسی گونه‌های مختلف مگس‌ها اعم از مگس گوشت و مگس خانگی هم‌چنین جیرجیرک خانگی، سوسری کله مرده سوسری آرژانتینی به‌عنوان غذای سگ و گربه خانگی دریافتند که محتوای پروتئینی و ازت خام در بسیار از این گونه‌های حشرات بسیار بالا بوده و مشابه غذای ماهی است (۱۵). در مطالعه‌ای بر روی لاروهای مگس سرباز (*Hermetia illucens*)، پوره‌های سوسری ترکستانی (*Blatta lateralis*)، لاروهای شب پر (*Chilecomadia moorei*) و مگس‌های خانگی بالغ (*Musca domestica*) از نظر میزان رطوبت، پروتئین چربی، خاکستر، فیبر، مواد معدنی، اسیدهای آمینه اسیدهای چرب، ویتامین‌ها و کاروتنوئیدهای خاص مورد بررسی قرار گرفتند و مشخص گردید که می‌توا از آن‌ها به همراه سایر مکمل‌های مورد نیاز در پرورش طیور بهره برد (۱۶). مطالعه‌ای در چین نشان داده است که مرغ‌ها با تغذیه از ملخ‌ها به آنتی‌اکسیدان‌های فراوان مجهز شده و دوره نگهداری طولانی‌تری خواهند داشت (۱۷). Finke (۲۰۰۸) در مطالعه مروری بر روی حشرات مختلف دریافت که محتوای رطوبت بدن حشرات بین ۸۵-۵۵ درصد متغیر است و معمولا حشراتی که محتوای رطوبت کم‌تری دارند، دارای چربی بیش‌تری هستند (۱۸). Diomand و همکاران (۲۰۰۸ ضمن استفاده از آرد حلزون (

نتیجه گرفتند که جیره‌های حاوی ارد حلزون با پروتئین و کلسیم بیش‌تر نسبت به آرد ماهی می‌تواند جایگزین آرد ماهی شده و باعث افزایش رشد می‌گردد (۱۹). در مطالعه‌ای ضمن بررسی ارزش غذایی چهارده گونه از حشرات خوراکی از پنج راسته مختلف شامل موریانه‌ها، جیرجیرک‌ها، ملخ‌ها، سوسک‌ها، زنبورعسل و لارو گونه‌های مختلف بال‌پولکداران ساکن نیجریه به بررسی مقدار رطوبت، کربوهیدرات‌های ساختاری (فیبرهای اصلی)، چربی، نمک‌های معدنی و نیتروژن آزاد پرداخته شد و این نتیجه حاصل گردید که این حشرات می‌توانند به‌عنوان جزء معنی‌داری از جیره غذایی مردم جنوب غرب نیجریه و منبع بسیار خوبی برای تأمین پروتئین مورد نیاز در تغذیه طیور به‌کار روند (۹). ارزش غذایی مشابهی بین آرد حلزون و آرد ماهی در جیره‌های غذایی احشام گزارش گردیده است (۱۰، ۲۰). ضمن بررسی ارزش غذایی کرم های خاکی این نتیجه حاصل شد که با توجه به ارزش غذایی بالای کرم های خاکی قابلیت کاربرد در جیره غذایی طیور و ماهی ها را دارند (۱۷). ملخ صحرایی (*Schistocerca gregaria*) دارای ۶۱/۸ درصد پروتئین، و ۱۷ درصد چربی هستند و مقدار چربی در میان گونه های مختلف ملخ ها بین ۷۵/۳-۵۰/۶ درصد و میانگین چربی بین ۱۸/۴-۴/۵ درصد نوسان دارد (۱۲).

مطالعات در ایران نیز نتایج مشابهی در پی داشتند؛ در مطالعه‌ی سماوات (۱۳۷۹)، با مصرف یک درصد کرم خاکی در جیره غذایی مرغ، تولید تخم مرغ، وزن و پروتئین بدن مرغ به ترتیب به میزان ۲۵، ۲۲ و ۷ درصد افزایش یافت (۱). اقدم (۱۳۸۶) با استفاده از کرم خاکی در تغذیه ماهی قزل آلای رنگین کمان نتیجه گرفت که جیره های حاوی ۲۰ درصد کرم خاکی، از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در وزن، طول کل، طول استاندارد، میزان کارایی غذایی و ضریب تبدیل غذایی نسبت به سایر جیره های غذایی نشان دادند و دارای وضعیت بهتری بودند (۲). در مقایسه با آرد سویا (آرد ماهی)، استفاده از لاروهای مگس سرباز (*Hermetia illucens*) در رژیم غذایی ماهی، میزان بهره وری نهایی از نظر وزن غذایی و سطحی بقای ماهی اختلاف معنی داری با ارد ماهی نشان نداده است. جایگزینی آرد ماهی با منابع پروتئینی جیرجیرک صحرایی تأثیر معنیداری بر میزان رشد جوجه‌های گوشتی، وزن نهایی و نسبت وزن به جیره نداشته است (۲۱).

تاکنون در مورد استفاده از حشرات در تغذیه طیور و ماهی در ایران گزارشی منتشر نشده است. البته در این راستا تحقیقاتی بصورت پراکنده انجام شده است، ولی تاکنون بی مهرگانی از قبیل زالو، لیسه، سن گندم، زنبور عسل و گونه های مختلف ملخ ها به‌صورت مقایسه‌ای در تغذیه طیور و آبزیان بررسی نشده اند که مهم‌ترین هدف اجرای این تحقیق بررسی جامع نمونه‌های دردسترس و به‌خصوص آفات کلیدی کشاورزی و بهداشتی مانند سن گندم و سوسری آمریکایی به‌منظور استفاده در جیره غذایی طیور و ماهی‌ها جهت جایگزین کردن به عنوان منبع پروتئینی بوده است.

مواد و روش ها

بی مهرگان مورد استفاده در این تحقیق عبارت بودند از سوسری آمریکایی (*Periplaneta Americana*)، زنبور عسل (*Apis mellifera mellifera*)، سن گندم (*Eurygaster integriceps*)، ملخ ایتالیایی (*Calliptamus italicus*)، لیسه شامل گونه‌های نرم‌تنان (Mollusca) خاکزی فاقد صدف متعلق به زیر رده لیسه‌های خاکزی یا Pulmonata متعلق به رده شکم‌پایان (Gastropoda) و زالوی آب شیرین (*Erpobdella octoculata*) از هر گونه حداقل ۵۰۰ گرم جمع آوری شد.

به منظور جمع آوری سوسری ها از روش صید دستی به صورت مستقیم از معابر شهری و منازل شهر تهران استفاده گردید. برای تأمین نمونه زنبور عسل از کندوهای متعلق به مزرعه پرورش دانشگاه آزاد اسلامی ورامین –پیشوا استفاده شد. به منظور جمع

- آوری سن گندم، از مزارع گندم شهرستان ورامین طی پنج نوبت بازدید به عمل آمد و در هر نوبت از طریق جمع‌آوری مستقیم با دست، سن‌های گندم در مراحل بالغ و پوره جمع آوری شدند. به منظور جمع آوری گونه‌های ملخ های مورد نظر، زمین های بایر دشت ورامین انتخاب گردید و در پنج نوبت در ساعات میانی روز اقدام به نمونه برداری با استفاده از تور ساده حشره گیری گردید. به منظور جمع آوری لیسه، مزارع سبزی و صیفی منطقه رودبار و گلخانه های گیاهان زینتی منطقه ورامین به عنوان ایستگاه های نمونه برداری در نظر گرفته شدند. جمع آوری به صورت مستقیم با دست یا با ابزار ساده مانند پنس انجام گرفت. نمونه برداری برای زالوها از ده ایستگاه انتخابی در طول رودخانه لار، به‌طور ماهیانه در فصل‌تابستان توسط پنس و بصورت جداسازی مسستقیم از زیر تخته سنگ های کف بستر انجام گرفت. کلیه نمونه ها پس از جداسازی به طور جداگانه درون ظروف شیشه‌ای درب دار تا مرحله آنالیز شیمیایی در فریزر و تحت دمای ۱۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند.

آنالیز شیمیایی

جهت مقایسه ارزش غذایی بی‌مهرگان مورد بررسی، پارامترهای ذیل مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند: درصد چربی، درصد پروتئین، درصد کلسیم، درصد رطوبت نسبی، درصد ماده خشک، درصد فیبر، درصد فسفر کل، مقدار انرژی خام در مقیاس کیلوکالری به ازاء هر کیلو گرم وزن نمونه، درصد خاکستر و درصد کربوهیدرات. مقدار رطوبت نمونه ها از قرار دادن یک گرم نمونه در آون (Memmert-BM55؛ آلمان) با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت تعیین گردید؛ با این روش، ماده خشک جیره های غذایی تهیه و خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی (مدل Ecotec-sic 07) در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت شش ساعت اندازه گیری شد. مقدار پروتئین خام به روش کجلدال (Behr؛ آلمان) با ضریب ثابت ۶/۲۵ تعیین شد. چربی کل با استفاده از دستگاه سوکسوله (Behr؛ آلمان) و با استفاده از اتر به عنوان حلال اندازه گیری گردید. مقادیر کلسیم و فسفر با استفاده از روش نورسنجی شعله‌ای (Flame Photometery) اندازه‌گیری شدند درصد کربوهیدرات با استفاده از ماده خشک حاصله با روش مانسون- والکر انداه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد فیبر نیز پس از اجرای مراحل هضم اسیدی قلیایی، از دستگاه اتوماتیک فایبرتک استفاده شد. د مرحله بعد، نمونه ها به منظور اندازه گیری سایر موار به آزمایشگاه تجزیه مواد ارسال و فرآیند تجزیه شناسایی عناصر مورد نظر در این تحقیق اجرا شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها:

مقادیر اندازه گیری شده اجزاء هر یک از نمون های غذایی در سه تکرار جمع آوری گردید و در قال طرح کاملاً تصادفی با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) در سطح اطمینان ۹۵٪ (احتما خطا ۵ ٪) مورد مقایسه قرار گرفتند. سپس با استفاد از آزمون مقایسه میانگین های دانکن نتایج حاصل د گروه های معنی دار تقسیم بندی شدند. کلیه آنالیزها آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 22 انجا شدند.

نتایج

مقایسه درصد میانگین چربی، پروتئین کربوهیدرات

بررسی ها نشان داد که از نظر درصد چربی موجو در نمونه ها، میان نمونه های بی مهره مورد استفاد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (اشتباه آزمایشی= ۱۴ احتمال= ۱۱۴۸/۷۱۷ و درجه معنی‌داری= ۰/۰۰۰). این حساب در آزمون مقایسه‌ای دانکن کلیه نمونه ها د هفت دسته بندی جداگانه قرار داده شدند. بر اساس دسته بندی دانکن، حلزون صدف دار با کمترین درص چربی در پایین ترین سطح (۰/۷۶۳ درصد) و ملخ ایتالیایی با بیشترین درصد چربی (۶/۰۴۶۷ درصد) د بالاترین گروه قرار داده شدند (جدول ۱).

از نظر درصد پروتئین موجود در نمونه ها، نتای آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که میان نمونه ها

اختلاف معنی‌دار وجود دارد و حداقل یک نمونه از نظر درصد پروتئین با سایر تفاوت معنی دار داشت (اشتباه آزمایشی=۱۴، احتمال= ۵۰۹۴/۹۲۷ و درجه معنی‌داری = ۰/۰۰۰). نتایج حاصل از آزمون دانکن نیز نشان داد هفت نمونه مورد بررسی از نظر درصد پروتئین در هفت گروه مجزا طبقه بندی شدند و در این قالب سوسری ها با میانگین ۷۳/۴ درصد پروتئین در بالاترین جایگاه و لیسه با ۷/۷۳۶۷ درصد پروتئین در پایین ترین جایگاه نسبت به سایر نمونه ها طبقه بندی شدند (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین درصد کربوهیدرات، چربی و پروتئین در هفت نمونه بی‌مهره همراه با دسته بندی آزمون دانکن.

نمونه جانوری	کربوهیدرات (٪)	چربی (٪)	پروتئین (٪)	کلسیم (٪)	فسفر (٪)
حلزون صدفدار	۲/۳۹ ± ۰/۲۰a	۰/۷۶ ± ۰/۰۸g	۱۳/۶۲ ± ۰/۰۸e	۰e	۰/۰±۱۹/۰۰c
لیسه	۲/۳۰ ± ۰/۰۱۱b	۱/۶۱ ± ۰/۰۱f	۷/۷۳ ± ۰/۰۶g	۰/۴۲ ۰±/۰۱d	۰/۰±۲۴/۰۰c
سوسری	۰c	۳/۷۴ ± ۰/۰۶c	۷۳/۴۰ ± ۰/۴۳a	۳/۴۹ ۰±/۰۳a	۰±۱/۰۶۳a
ملخ ایتالیایی	۰c	۶/۰۴ ± ۰/۰۴a	۲۴/۱۶ ± ۰/۱۰d	۰e	۰/۰±۳۶/۰۴d
زنبور عسل	۰c	۲/۱۷ ± ۰/۰۳e	۳۲/۳۱ ± ۰/۰۷c	۲/۳۲ ± ۰/۰۷b	۰/۰±۷۵/۰۳e
زالو	۰c	۲/۵۶ ± ۰/۱۲d	۱۲/۴۸ ± ۰/۰۶f	۰e	۰/۰±۰۷/۰۱b
سن گندم	۰	۵/۵۵ ± ۰/۰۴b	۶۰/۶۸ ± ۰/۸۱b	۱/۵۱ ± ۰/۱۸c	۰/۰±۵۵/۰۱d

مقایسه میانگین درصد کربوهیدرات موجود در نمونه های مورد بررسی نشان داد که میان نمونه های آزمایش شده اختلاف معنی‌دار وجود دارد (اشتباه آزمایشی= ۱۴، احتمال= ۱۶۸۶۷/۰۲۰ و درجه معنی‌داری= ۰/۰۰۰). بنابر جدول ۱، تنها در دو نمونه لیسه و حلزون صدفدار کربوهیدرات وجود داشت و سایر نمونه ها فاقد کربوهیدرات بودند. مقایسه میانگین درصد کربوهیدرات بین دو نمونه حلزون و لیسه اختلاف معنی‌دار نشان داد و با توجه به نتایج به دست آمده، حلزون از درصد کربوهیدرات بیشتری (۲/۳۹۳۳ درصد) در مقایسه با لیسه (۲/۳ درصد) برخوردار بود.

مقایسه میانگین درصد کلسیم و فسفر

مقایسه درصد کلسیم موجود در نمونه های بی مهرگان مورد بررسی نشاندهنده وجود اختلاف معنی‌دار میان نمونه ها بود (اشتباه آزمایشی= ۱۴، احتمال= ۳۲۴/۸۵۶ و درجه معنی‌داری= ۰/۰۰۰). همانطور که در جدول ۱ مشاهده می شود، لیسه، ملخ و زالو فاقد کلسیم بودند و طبق نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن بر روی چهار نمونه باقیمانده، لیسه با ۰/۴۲۳ درصد کلسیم در پایین ترین سطح و سوسری با ۳/۴۹۳ درصد کلسیم در بالاترین سطح از نظر این عنصر معدنی قرار گرفتند.

مقایسه میانگین درصد فسفر موجود در نمونه های مورد بررسی نیز نشان‌دهنده اختلاف معنی دار میان نمونه ها بود (اشتباه آزمایشی= ۱۴، احتمال= ۱۰۳/۹۱۸ و درجه معنی‌داری= ۰/۰۰۰). بنا بر نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن، زالو با کمترین مقدار فسفر (۰/۰۷۸۷ درصد) در پایین‌ترین سطح و سوسری با ۱/۰۰۶۷ درصد فسفر در بالاترین سطح از نظر وجود این منبع معدنی طبقه بندی شدند. بر اساس طبقه بندی دانکن، دو نمونه لیسه و حلزون صدفدار از نظر میانگین درصد فسفر با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان نداده و در یک گروه طبقه بندی شدند (جدول ۱).

مقایسه انرژی خام

مقدار انرژی خام بر اساس کیلوکالری به ازاء هر کیلوگرم از وزن نمونه‌های بی‌مهره اندازه‌گیری و با یکدیگر مقایسه شد. مقدار انرژی حاصل از نمونه های مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌دار بود (اشتباه آزمایشی= ۱۴، احتمال= ۴۲۰۳/۴۱۰ و درجه معنی-داری= ۰/۰۰۰). طبق نتایج حاصل از آزمون مقایسه

میانگین‌های دانکن، هفت نمونه در شش گروه مجزا طبقه‌بندی شدند. در میان نمونه‌ها، لیسه با کمترین انرژی (۵۴۵ کیلوکالری بر کیلوگرم) در پایین‌ترین سطح و سوسری با بیش‌تری انرژی (۳۲۶۳ کیلوکالری بر کیلوگرم) در بالاترین سطح قرار داده شدند. مقایسه انرژی خام حاصل از دو نمونه حلزون صدفدار و زالو اختلاف معنی‌داری نشان نداد و لذا طبق آزمون دانکن، این دو نمونه در یک گروه قرار داده شدند. نتایج نشان داد، بعد از لیسه با میانگین انرژی خام برابر با ۵۴۵±۳/۶۰ کیلوکالری بر کیلوگرم، به ترتیب ملخ ایتالیایی با ۶۴۲/۶۶±۴/۲۵ کیلوکالری بر کیلوگرم، ۷۰۳/۳۳±۱۰/۱۰ کیلوکالری بر کیلوگرم، زالو با ۷۲۸±۱۶/۲۸ کیلوکالری بر کیلوگرم قرار دارند. سپس با اختلاف مشهودی زنبور عسل با ۱۴۸۷/۳۳±۱۳/۳۸ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قرار داشت. در نهایت دو نمونه حشره بررسی شده در سطح بالاتری نسبت به سایر نمونه ها قرار گرفتند؛ سن گندم با ۲۹۷۵±۲۰/۲۵ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی و در بالاترین مقام سوسری با ۳۲۶۳±۳۵/۷۲ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی قرار گرفت.

مقایسه میانگین درصد رطوبت نسبی، فیبر، ماده خشک و خاکستر

آنالیز واریانس میانگین درصد رطوبت نسبی نمونه-های مورد آزمایش نشان دهنده وجود اختلاف معنیدار میان آنها بود (اشتباه آزمایشی= ۱۴، احتمال= ۱۲۲۷۵/۱۹۵ و درجه معنی‌داری= ۰/۰۰۰). نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن نشان داد که دو نمونه سن گندم (۶/۸ ٪=RH) و سوسری (۶/۹ ٪=RH) با کم‌ترین درصد رطوبت نسبی بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر در یک گروه طبقه بندی شدند و لیسه با بیش‌ترین درصد رطوبت نسبی (۸۵/۱۹ ٪=RH) قرار گرفتند. سایر نمونه‌ها با اختلاف معنی‌دار در گروه-های مجزا دسته بندی شدند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد رطوبت نسبی، فیبر، ماده خشک و خاکستر در هفت نمونه (Mean ± SEM).

نمونه جانوری	رطوبت نسبی (٪)	فیبر	ماده خشک	خاکستر
لیسه	۸۵/۰±۱۹/۶۴a	۰/۰±۵۵/۰۱d	۱۴/۰±۶۶/۱۰e	۲/۰±۲۵/۰۳e
حلزون صدفدار	۷۷/۰±۳۷/۳۵c	۰/۰±۵۶/۰۵d	۲۲/۰±۵۳/۲۳d	۵/۰±۰۳/۰۳d
ملخ	۶۳/۰±۱۵/۱۶d	۴/۰±۵۷/۰۷c	۳۶/۰±۸۷/۰۸c	۲/۰±۲۶/۰۴e
سن گندم	۶/۰±۸۰/۰۸f	۱۸/۰±۶۳/۰۴a	۹۳/۰±۱۷/۱۷a	۸/۰±۰۷/۰۲b
سوسری	۶/۰±۹۰/۰۷f	۱۰/۰±۵۰/۰۹b	۹۳/۰±۰۸/۰۴a	۵/۰±۳۷/۰۹c
زنبور عسل	۴۵/۰±۱۶/۱۰e	۱۰/۰±۱۶/۱۰b	۵۴/۰±۹۰/۰۹b	۱۰/۰±۲۴/۱۲a
زالو	۸۳/۰±۶۶/۲۷b	۰/۰±۴۶/۰۲d	۱۶/۰±۳۳/۳۴e	۰/۰±۵۵/۰۴f

آنالیز واریانس میانگین درصد ماده خشک نمونه-های مورد آزمایش نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار میان آنها بود (اشتباه آزمایشی= ۱۴، احتمال= ۳۴۷۱۰/۸۵۰ و درجه معنی‌داری= ۰/۰۰۰). طبق نتایج حاصل از آزمون میانگین‌های دانکن، لیسه (۱۴/۶۶ ٪) با کم‌ترین میانگین درصد ماده خشک در پایین‌ترین گروه و سن گندم (۹۳/۱۷ ٪) و سوسری (۹۳/۰۸۶۷ ٪) با بیش‌ترین درصد ماده خشک در بالاترین گروه طبقه بندی دانکن قرار گرفتند (جدول ۲).

آنالیز واریانس میانگین درصد فیبر موجود در نمونه‌های مورد آزمایش نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار حداقل میان یکی از آنها با سایرین بود (اشتباه آزمایشی= ۱۴، احتمال= ۱۰۶۸۶/۱۱۷ و درجه معنی-داری= ۰/۰۰۰؛ شکل ۴). نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن نشان داد که سه نمونه لیسه

(۰/۵۵۶۷ ٪)، حلزون صدفدار (۰/۵۶۳۳ ٪) و زالو (۰/۴۶۳۳ ٪) از نظر میانگین فیبر حاصل بدون اختلاف معنی‌دار در پایین‌ترین گروه طبقه بندی شدند. سن گندم بیشترین مقدار فیبر (۱۸/۶۳ ٪) را نشان داد (جدول ۲).

آنالیز واریانس میانگین درصد خاکستر حاصل از نمونه های مورد آزمایش نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار میان آنها بود (اشتباه آزمایشی= ۱۴، احتمال= ۲۶۲۸/۶۴۹ و درجه معنی‌داری= ۰/۰۰۰). طبق نتایج حاصل از آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن، زالو با کم-ترین میانگین خاکستر حاصل (۰/۵۵۶۷ ٪) در پایین-ترین رتبه و زنبور عسل با بیش‌ترین میانگین خاکستر حاصل (۱۰/۲۴۳۳ ٪) در بالاترین رتبه دسته بندی شدند. دو نمونه لیسه (۲/۲۵۳۳ ٪) و ملخ ایتالیایی (۲/۲۶۳۳ ٪) بدون اختلاف معنی‌دار در یک گروه طبقه بندی شدند (جدول ۲).

بحث

بنا بر مطالعات انجام شده و پیشنهاد FENDA مقدار انرژی حاصل از بسیاری از منابع غذایی موجود برای تغذیه جوجه بین ۷۰۰۰ کیلوکالری از چربی حیوانی تا ۱۵۲۰ کیلوکالری از آرد کانولا متغیر بوده است؛ کمترین ماده غذایی موجود برای تغذیه مرغ تخمگذار نیز بین آرد کانولا با ۱۴۲۰ کیلوکالری انرژی تا چربی حیوانی با انرژی ۷۶۱۰ کیلوکالری متغیر است؛ با توجه به رواج آرد سویا در تغذیه طیور و آبزیان در ایران مقدار انرژی حاصل از این ماده غذایی برای جوجه ۱۸۴۵ کیلوکالری، مرغ گوشتی ۲۳۶۰ کیلوکالری و مرغ تخمگذاری ۲۰۴۰ کیلوکالری گزارش شده است (۳، ۲۲). در مقایسه با نتایج حاصل از این تحقیق می توان اینطور استنباط نمود که نمونه های حشرات شامل زنبور عسل با ۱۳/۳۸±۱۴۸۷/۳۳ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی، سن گندم با ۲۰/۲۵±۲۹۷۵ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی و در بالاترین مقام سوسری با ۳۵/۷۲±۳۲۶۳ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی بر سایر نمونه های مورد بررسی برتری نشان داده اند و می توانند به عنوان انتخاب های مناسبی برای رژیم غذایی طیور قرار گیرند. سایر نمونه ها با توجه به اینکه از انرژی بسیار کمتری در مقایسه با استاندارد FENDA قرار دارند، برای استفاده در تغذیه طیور قابل توصیه نیستند. در ارتباط با تغذیه آبزیان می بایست ۱۵٪ حجم جیره غذایی از چربی به عنوان منبع اصلی انرژی تشکیل شود و لذا می بایست نمونه ای به عنوان جایگزین آرد ماهی متداول بکار گرفته شود که از درصد چربی نسبتاً بالاتری در مقایسه با سایر نمونه ها برخوردار باشد (۱۱). همچنین با توجه به اینکه دامنه انرژی متابولیسمی آرد ماهی بین ۳۲۰۰-۲۵۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم متغیر است، می توان در مقایسه با نمونه های مورد بررسی در این تحقیق اینطور نتیجه گرفت که دو گونه سن گندم و سوسری حمام می توانند انتخاب‌های خوبی به‌عنوان جایگزین آرد ماهی در تغذیه آبزیان باشند.

از آنجایی که با بالاتر رفتن سطح کلسیم موجود در رژیم غذایی امکان جذب آن نیز در روده های طیور و آبزیان افزایش می یابد، می توان اینطور نتیجه گرفت که نمونه هایی که درصد بالاتری از کلسیم دارند می توانند جایگزین های بهتری برای تغذیه طیور باشند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که از میان هفت نمونه مورد آزمایش، تنها سه گونه سن گندم، سوسری آمریکایی و زنبور عسل دارای مقادیر نسبتاً خوبی کلسیم بودند و مقدار کلسیم در سایر نمونه ها نزدیک به صفر به دست آمد. در میان نمونه های دارای کلسیم نیز سوسری آمریکایی با میانگین ۳/۴۹ درصد در بالاترین جایگاه قرار گرفت. در بررسی دیگری بر روی سطح کلسیم موجود در سوسری ترکستانی، درصد کلسیم در این گونه بسیار کم گزارش شد که با نتایج حاصل از درصد کلسیم در سوسری آمریکایی که در تحقیق حاضر بررسی گردید، مطابقت دارد (۱۶). افزایش مقدار فسفر در رژیم غذایی طیور باعث افزایش نرخ رشد و وزن گیری آنها نیز خواهد شد. در این تحقیق نیز مشخص گردید که سوسری آمریکایی در مقایسه با سایر نمونه ها دارای ۱

درصد فسفر به ازاء هر واحد وزنی است. در همان تحقیق، مقدار فسفر در هر واحد وزنی سوسری ترکستانی برابر با ۱/۷ درصد گزارش شد (۱۶) که با نتایج حاصل از این تحقیق اختلاف معنی‌داری نشان نمی‌دهد.

پروتئین مهم‌ترین و ارزشمندترین بخش از جیره غذایی در پرورش طیور و ماهی را تشکیل می‌دهد. با توجه به این‌که سوسری و سن گندم از میان نمونه‌های بررسی شده بیش‌ترین درصد پروتئین را دارا هستند می‌توانند جایگزین‌های خوبی به عنوان منبع پروتئینی به جای آرد ماهی در تغذیه ماهی ها و طیور باشند؛ در عین حال می‌بایست نمونه پیشنهادی از درصد چربی و کربوهیدرات مناسبی نیز برخوردار باشد، از این رو می بایست نمونه هایی انتخاب شوند که به موازات پروتئین، به نسبت چربی و کربوهیدرات بیشتری نیز داشته باشند. در مطالعه مشابهی توسط Finke (۲۰۱۲) طی بررسی ارزش غذایی چهار گونه از حشرات شامل مگس خانگی، پوره سوسری ترکستانی، لاروهای مگس سرباز سیاه و در نهایت شب پره های تبو مشخص گردید که هر چهار گونه از نظر درصد پروتئین ها بسیار غنی هستند ولی همانند نتایج از تحقیق حاضر مقدار هیدروکربن در نمونه های مورد بررسی وی نیز نزدیک به صفر گزارش شد (۱۶). در عین حال انرژی خام حاصل از گونه های مورد بررسی وی مشابه با نتایج تحقیق حاضر نسبتاً بالا بود. وی اینطور نتیجه گرفت که اسکلت خارجی حشرات اساساً از پروتئین ها و کیتین ساخته شده است و تجمع مواد معدنی بر روی اسکلت خارجی احتمال افزایش سطح کلسیم را بالا می برد.

Banjo و همکاران (۲۰۰۶) طی بررسی خود بر روی ارزش غذایی هفده گونه حشره معلق به راسته ها و خانواده های گوناگون دریافت که زنبور عسل گونه *Apis mellifera* دارای ۲۱ درصد پروتئین، ۲/۲ درصد خاکستر، ۲ درصد فیبر، ۹۱/۳ درصد ماده خشک و ۳/۸۲ درصد رطوبت نسبی است (۲۳). مقایسه نتایج از تحقیق حاضر با نتایج Banjo و همکاران نشان داد که درصد پروتئین در نمونه های زنبور عسل بومی ایرانی بیش از ۳۲ درصد بوده و در عین حال درصد ماده خشک نیز ۵۴/۹ درصد و فیبر حدود ۱۰ درصد و میزان خاکستر نیز حدود ۱۰ درصد برآورد گردید که این تفاوتها را می‌توان تحت تأثیر نوع رژیم غذایی زنبورها وضعیت کندو، نوع رابطه با سایر افراد هم کندو و .. تفسیر کرد.

سید حسنی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی امکان پذیری استفاده از ضایعات مرغ به عنوان جایگزینی برای آرد ماهی پرداختند و نشان دادند که می توان از درصد بالایی از آرد مرغ (۸۰٪) در جیره غذایی ماهیان استفاده کرد؛ بدون آنکه اثر منفی بر شاخص های رشد و ضریب تبدیل غذا در دوران رشد فیل‌ماهی مشاهده شود (۴). همین محققین مقدار پروتئین آرد ماهی را حدود ۹ درصد، چربی ۲۵-۱۱ درصد، خاکستر ۱۰ درصد کربوهیدرات ۱/۷۹ درصد و فیبر را ۲/۰۸ درصد گزارش نمودند که در مقایسه با نمونه های مورد بررسی د همین تحقیق می توان اینطور پیش بینی نمود ک سوسری با ۷۳ درصد پروتئین، ۱۰ درصد خاکستر، ۰ درصد فیبر و حدود ۳۲۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم انرژی خام شاید بتواند به عنوان ترکیب مکمل در کنار سای اجزاء تشکیل دهنده جیره غذایی قرار گیرد. لیسه ها ۳-۲ درصد کربوهیدرات به استاندارد هیدروکربن های آرد ماهی بسیار نزدیک هستند، ولی به دلیل فق پروتئینی جایگزین مناسبی نخواهند بود.

غفله مرمضی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد ک میان تیمارهای مختلف با ۴۰ تا ۶۰ درصد پروتئین هیچگونه اختلاف معنی داری از نظر شاخص های رشدی وجود ندارد. در عین حال نکته اصلی در نو جیره های انتخابی این محققین بالا نگهداشتن درص چربی بین حداقل ۱۳ تا حداکثر ۲۵ درصد بود. همین محققین نتیجه گرفتند که افزایش بیش از حد پروتئین و چربی تدریجاً به دلیل درگیری در فرآیند آمین زدایی باعث کاهش وزن نهایی و کاهش نرخ رشد بچه ماهی ها خواهد شد (۵).

علیرغم آنکه پروتئین جیره مهم ترین عامل مؤث در رشد ماهی و هزینه تأمین غذا ماهیان است، وجود

مقدار مناسب کربوهیدرات و چربی به عنوان منابع انرژی غیرپروتئینی در جیره باعث صرفه جویی در مصرف پروتئین می شود. با توجه به مطالعات انجام شده تعیین مقدار مورد نیاز پروتئین در جیره ماهی پیچیده است، چرا که میزان پروتئین به طور قابل توجهی تحت تأثیر اجزای جیره و شرایط آزمایشی است و عوامل مختلفی مانند دما، شوری، سن ماهی، اندازه و غیره نیز می تواند بر پروتئین مورد نیاز در تغذیه اثر بگذارد (۶). در نتیجه می بایست پس از آگاهی از پروفایل اسیدهای آمینه موجود در نمونه های غنی از پروتئین، راندمان تغذیه نمونه ها را در جیره های غذایی بررسی نمود. در عین حال در گونه هایی مانند ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) افزایش میزان پروتئین تأثیر معنی‌داری بر افزایش، کاهش یا بهبود رشد ماهی ندارد (۶). با توجه به اطلاعات محدودی که در مورد راندمان کارایی منابع پروتئینی مختلف در طیور و ابزیان مختلف وجود دارد، می بایست راندمان رشد و وزن گیری و همچنین هضم پذیریی طیور و آبزیان در صورت تغذیه از منابع غذایی مختلف سنجیده و سپس در مورد امکان کاربرد آنها در جیره های غذایی تصمیم گیری شود (۲۴).

طبق مطالعات امیری و همکاران (۱۳۹۳) مقدار چربی موجود در آرد ماهی به عنوان منبع غذایی متداول حدود ۱۲ درصد براورد شده است که این میزان بسیار بیشتر از مقادیر موجود در نمونه های بررسی شده در این تحقیق است و لذا می بایست به دلیل درصد بالای پروتئین در سه گونه برتر، از منابع چربی همراه در جیره غذایی استفاده کرد. در موارد دیگری نیز از منابع غذایی جایگزین مانند کنجاله کانولا با ۱/۵ درصد چربی در جیره غذایی آبزیان استفاده شده است و نتایج حاصل نشان داد که شاخص رشد بچه‌ماهیان سفید در صورت استفاده از کنجاله کانولا اختلاف معنی‌داری با تیمار تغذیه با آرد ماهی نداشته است و علی‌رغم پایین بودن درصد چربی در کنجاله کانولا در موارد مختلف توصیه شده است که از این ماده تا ۲۰٪ در جیره غذایی ماهیان استفاده شود (۳). از سوی دیگر رژیم‌های فاقد چربی هرگز برای تغذیه آبزیان توصیه نمی شوند؛ در نتیجه همواره می توان با تأمین پروتئین در جیره غذایی ماهی در حد لازم و حتی استفاده از سطح بالاتر انرژی با استفاده از چربی اثرات سودمندی بر رشد و ضریب تبدیل خوراک به دست آورد و لذا ماهی با کاهش دفع نیتروژن، فشار متابولیکی کمتری را متحمل خواهد شد (۷). غفله و همکاران (۱۳۹۱) بیان کردند که مصرف زیاد چربی توسط ماهی از یک سو باعث ذخیره چربی در لاشه شده و از سوی دیگر اثر معکوسی بر روی رشد خواهد داشت (۵). مطالعه مروری جامعی بر روی گونه های مختلف حشرات در کشورهای مختلف نشان داده است که ترکیب عناصر گوناگون غذایی حشرات به عنوان ماده خوراکی در گونه های مختلف بسیار متنوع است. مهم ترین عناصر موجود در بافت بدن حشرات به ترتیب اهمیت عبارتند از پروتئین، چربی، فیبر، نیتروژن آزاد و خاکستر. برای مثال گونه های راسته قاب بالان به طور متوسط دارای ۴۰ درصد پروتئین هستند که بین ۸ تا ۷۱ درصد متغیر است که ظاهراً این تنوع در مقدار پروتئین تنها وابسته به گونه و مرحله رشدی حشره نبوده و نوع رژیم غذایی و محل زندگی نیز نقش مهمی در تغییرات محتوای پروتئینی حشره ایفا می کنند. میانگین مقدار فیبر در راسته موریانه ها حدود ۵ درصد و در راسته نیم بالپوشان ۱۴ درصد و در نهایت در بالاترین مقدار در لاروهای بالپولکداران تا ۲۹ درصد گزارش شده است. مقدار نیتروژن آزاد نیز در راسته های مختلف حشرات متغیر بوده و از حدود ۴ درصد در طیاره مانندها تا ۲۲ درصد در موریانه ها نوسان دارد. گونه های غنی از کربوهیدرات بیشتر به راسته راست بالان مانند جیرجیرک ها و ملخها متعلقند. همچنین میانگین مقدار خاکستر از حدود ۳ درصد در سوسری ها تا ۲۵ درصد در برخی گونه های دوبالان متغیر است. آنچه بیش از مقادیر کمی محتوای غذایی حشرات اهمیت دارد، کیفیتی ترکیبات غذایی حشره است. طی بررسی بر روی موش‌های تغذیه شده با پروتئین‌های حاصل از بافت حشرات نشان‌دهنده کیفیت بالای اسیدهای

آمینه موجود در بدن حشرات در مقایسه با آرد سویا بوده است. هم‌چنین در برخی مطالعات مشخص شده است که حشرات از نظر بسیاری از ترکیبات معدنی و ریزمغذی‌ها مانند مس، آهن، منیزیم، منگنز، فسفر، سلنیوم و روی و هم‌چنین ریبوفلاوین، پانتوتینک اسید، بیوتین و حتی در مواردی فولیک اسید بسیار غنی هستند و همواره می بایست به خاطر داشت که ترکیب غذایی حشرات به شدت بر نوع رژیم غذایی و محیط زندگی حشره وابسته است (۲۵).

با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق و مقایسه داده ها با تحقیقات مشابه می‌توان اینطور نتیجه گرفت که سوسری آمریکایی می تواند جایگزین خوبی به جای آرد ماهی در جیره غذای طیور و آبزیان باشد. این نمونه به دلیل درصد بالای پروتئین، کلسیم، ماده خشک، فیبر، فسفر و انرژی و درصد کمی چربی می تواند به همراه آرد ماهی در جیره غذایی ماهی ها و طیور استفاده شود. در عین حال پیشنهاد می شود به جهت تصمیم گیری قطعی، پروفایل اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب موجود در این حشره آنالیز شده و پس از آن تأثیر استفاده از سطوح مختلف استفاده از این حشره در جیره غذایی گونه های مختلف ماهی ها و طیور بر روی عملکرد رشد و وزن گیری و هضم پذیری بررسی گردد تا بتوان با قاطعیت در خصوص امکان پذیری استفاده از این جایگزین به جای آرد ماهی با هدف صرفه جویی در مصرف آرد ماهی و کاهش واردات این محصول قدم برداشت.

تقدیر و تشکر

از همه کسانی که در اجرا ی این تحقیق یاری رساندند تشکر و قدردانی می شود.

منابع مورد استفاده

۱. . سماوات، س.، ۱۳۷۹. چگونگی تولید ورمی کمپوست از ضایعات کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب، گزارش نهایی، شماره۱۱۰۹.

۲. اقدم، ع.، ۱۳۸۶. استفاده از کرم خاکی گونه (*Eisenia Foetida*) در تغذیه ماهی قزل آلای رنگین کمان (به عنوان منبع پروتئینی). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین

۳. امیری، ا.، خارا، ح. و ولی پور، ع.ر. ۱۳۹۳. جایگیزی سطوح مختلف کنجاله به جای آرد کاهی بر رشد و لاشه بچه ماهیان سفید *Rutilus frisii kutum*. زیست شناسی دریا؛ ۶(۲۲): ۸۳- ۷۵.

۴. سید حسنی، م.، طالبی حقیقی، د.، حافظیه، م.، یزدانی ساداتی، م.ع.، پور علی، ح.ر. یگانه، ه.، ۱۳۹۳. کارایی پودر ضایعات مرغ به عنوان جایگزین پودر ماهی در جیره غذایی فیلماهی *Huso huso* در دوران رشد. مجله علمی شیلات ایران؛ ۲۳(۳): ۹۷-۸۱.

۵. غفله مرمضی، ج.، پقه، ا. مخبر، ز. ۱۳۹۱. تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره بر شاخص های رشد و راندمان غذا در هامور خالدار جوان *Epinephelus coioides*. مجله علمی شیلات ایران؛ ۲۱(۴): ۵۶-۴۱.

۶. خمر، ر.، قرایی، ا.، غفاری، م. راهداری، ع. ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی بر عملکرد رشد و ترکیب بیوشیمیایی لاشه بچه ماهیان سفیدک سیستان *Schizothorax zarudnyi* اقیانوس شناسی؛ ۶(۲۲): ۱۸-۱۱.

۷. علامه، ک.، محبوبی صوفیانی، ن.، نهاوندی، ر. ۱۳۹۵. بررسی نسبت انرژی قابل هضم و انرژی قابل متابولیسم به پروتئین جیره بر عملکرد ماهی قزل آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss*. مجله علمی شیلات ایران؛ ۲۶(۱): ۲۴-۱۵.

8. FAO, 2014. Insect as animal feed. *In:* Edible insects: future prospects for food and feed security. Pp. 89-97.
9. Timberlin, J.K., van Huis, A., Benbow, M.E., Jordan, H., 2015. Protecting the environment through insect farming as a means to produce protein for use as livestock, poultry and aquaculture. Journal of Insects as Food and Feed; DOI: 10.3920/JIFF2015.0098
10. Stamer, A., 2015. Insect proteins- a new source for animal feed. EMBO reports; 16(6). DOI: 10-15252/embr.201540528.
11. van Huis, A., 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. Annual Review of Entomology 58: 563-583.
12. Moreki, J.C., Tiroesele, B., Chiripasi, S.C., 2012. Prospects of Utilizing Insects as Alternative Sources of Protein in Poultry Diets in Botswana. Journal of Animal Science Advances 2(8): 649-658
13. Khusro, M., Andrew, N.R., Nicholas, A., 2012. Insects as poultry feed: a scoping study for poultry production systems in Australia. World's Poultry Science Journal 68: 435-446.
14. Barroso, F.G., de Haro, C., Sanchez-Muros, M.J., Venegas, E., Martinez-Sanchez, A., Perez-Ba N.C., 2014. The potential of various insect species for use as food for fish. Aquaculture 422-423:193–201.
15. Bosch, G., Zhang, S., Oonincx, D.G.A.B., Hendriks, W.H. 2014. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. Journal of Nutritional Science 3(e29): 1-4.
16. Finke, M.D., 2012. Complete nutrient content of four species of feeder insects. Zoo Biology 00: 1-15.
17. Sunn, T., Long, R J., Liu, Z Y., Ding, W.R., Zhang, Y., 2012. Aspects of lipid oxidation of meat from free-range broilers consuming a diet containing grasshoppers on alpine steppe of the Tibetan plateau. Poultry Science 91: 224-231.
18. Finke, M.D., 2008. Nutrient content of insects. p. 2687–2710. *In:* Capineira, J.L. (ed.) Encyclopedia of Entomology, 2nd edition. Springer Netherlands.
19. Diomande, M., 2008. Effect of snail (*Achatina fulica*) meal on broiler production and meat sensorial quality, University of Abobo-Adjame. http:// lrrd. Org /lrrd 20/12/ diom20192.html.
20. Ogle, B., 2005. Effect of ensiled or fresh Golden Apple snails (*pomacea* spp) on pig growth performance and production economics. MSc Thesis, SLU, Sweden. http://mekarn.org/msc2003-05/theses05/lamp3.pdf
21. Wang, D., Zhai, S.W., Zhang, C.X., Bai, Y.Y., An, S.H., Xu, Y.N., 2005. Evaluation on nutritional value of field crickets as a poultry feedstuff. Asian-Australian Journal of Animal Science 18(5): 667-670.
22. van der Klis, J.D., Vinyeta, E., 2015. Nutrient requirements in poultry: Critical review of actual recommendations of FENDA (2008) and suggestion for modifications. Conference of FENDA, Madrid.
23. Banjo, A.D., Lawal, O.A., Songonuga, E.A. 2006. The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria. African Journal of Biotechnology 5(3): 298-301.
24. Gilbert, R., 2002. Overview of world protein needs and supply. Expert consultation and workshop on protein sources for the animal feed industry. Siam city hotel, Bangkok. Thailand.
25. Rumpold, B.A., Schluter, O.K., 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. Molecular and Nutritional Food Research 57: 802-823.