ISC

کد اختصاصی ISC
۰۰۲۱۰-۳۲۵۲۲

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۸/۱۵
شماره: ۱۱۱/گ

نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین المللی

ماهی‌شناسی ایران

دانشگاه گیلان

انجمن ماهی‌شناسی ایران

بدینوسیله گواهی می شود مقاله با عنوان

مروری بر تاثیر استفاده از آرد میلورم (Tenebrio molitor) در جیره غذایی آبزیان

توسط نویسنده (گان) محترم

محمدمهدی شاه محمدپور عسکری، محمدحسن اسکندری، امید صفری

در «نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین المللی ماهی شناسی ایران» که در تاریخ چهارم و پنجم آبان ماه سال یک هزار و چهارصد و نود و نه میزبانی دانشگاه گیلان برگزار شد، مانظریات محترم داوران به شکل مقاله کامل پذیرفته و به صورت پوستر ارائه گردیده است. دبیرخانه همایش از مشارکت و ارائه مقاله توسط نویسندگان ارجمند قدردانی کرده و موفقیت روزافزون ایشان را از خداوند متعال خواستار است.

مسعود ستاری	سیدحامد موسوی ثابت	سهیل ایکدری
دبیر علمی همایش	دبیر همایش	رییس انجمن ماهی شناسی ایران

مروری بر تأثیر استفاده از آرد میلورم (*Tenebrio molitor*) در جیره غذایی آبزیان

محمد مهدی شاه محمدپور عسکری [۱*]؛ محمد حسن اسکندری [۱*]؛ امید صفری [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

Email: mmsh137798@gmail.com

چکیده

در سالهای اخیر گزارش‌های متعددی در مورد استفاده از منابع مختلف پروتئین از جمله استفاده از پروتئین گیاهی، محصولات جانبی آبزیان، طیور و دیگر حیوانات، دانه حبوبات، گیاهان دانه روغنی و غیره در جیره غذایی آبزیان ارائه شده است. یکی از اشکالات منابع پروتئین گیاهی داشتن مواد ضد تغذیه‌ای است. بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از منابع پروتئین حیوانی نتایج مطلوب‌تری را به دنبال داشته باشد. پودر ماهی و کنجاله سویا از رایج‌ترین منابع پروتئینی مورد استفاده در خوراک ماهیان هستند، در حالی که استفاده از آنها باعث مشکلات زیست محیطی، اقتصادی و تولیدی می‌شود. همواره از غذای زنده به عنوان یک مکمل غذایی برای افزایش رشد و بقای آبزیان، به خصوص در دوران اولیه رشد یادشده است. استفاده از حشرات و لارو آنها مانند کرم میلورم (*T. molitor*) می‌تواند منبع جایگزین جالب پروتئین باشد که به عنوان منابع خوراکی جدید برای آبزیان مطرح است. این کرم‌ها دارای ترکیباتی نظیر آمینواسیدهای متیونین، سیستئین، فنیلآلانین و تیروزین هستند که اهمیت خاصی در غذای حیوانات دارند. علاوه بر این کرم میلورم حاوی اسیدهای چرب بلند زنجیره، محتوای مواد معدنی و ویتامین‌ها به ویژه نیاسین است که باعث شده است تا تحت عنوان افزودنی به غذای حیوانات به شمار آیند.

واژگان کلیدی: منابع پروتئین، پروتئین گیاهی، پروتئین حیوانی، مشکلات زیست محیطی، منبع جایگزین

A review on the effect of using *Tenebrio molitor* flour in aquatic diet

Mohammadmahdi Shahmohammadpour Askari[1*]; Mohammad Hasan Eskandari[1*]; Omid Safari[2]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural resources and the environment, Ferdowsi University of Mashad, Mashhad, Iran.

2- Department of Fisheries, Faculty of Natural resources and the environment, Ferdowsi University of Mashad, Mashhad, Iran.

Email: mmsh137798@gmail.com

Abstract

In recent years, there have been numerous reports on the use of various sources of protein, including the use of plant protein, aquatic by-products, poultry and other animals, legumes, oilseeds, etc. in the aquatic diet. One of the drawbacks of plant protein sources is the Anti-nutritional substances. Therefore, it seems that the use of animal protein sources will lead to more favorable results. Fish meal and soybean meal are the most common sources of protein used in fish feed, while their use causes environmental, economic and production problems. Live food has always been mentioned as a dietary supplement to increase the growth and survival of aquatic animals, especially in the early stages of growth. The use of insects and their larvae, such as *Tenebrio molitor* worms, can be an interesting alternative source of protein, which is considered as a new food source for aquatic animals. These worms contain compounds such as the amino acids methionine, cysteine, phenylalanine and tyrosine, which are of particular importance in animal feed. In addition, Mealworm contains long-chain fatty acids, minerals and vitamins, especially niacin, which makes it an additive in animal feed.

Keywords: Sources of protein, Plant protein, Animal protein, Environmental problems.

مقدمه

هزینه تهیه غذا تقریباً نیمی از هزینه‌های تولید آبزیان را شامل می‌شود، که حدود ۶۷ درصد آن مربوط به منابع پروتئینی جیره غذایی است. برخلاف سایر حیوانات اهلی، پروتئین حدود ۵۷ درصد جیره غذایی آبزیان را تشکیل می‌دهد. افزایش سهم پروتئین در جیره غذایی سبب افزایش هزینه تولید و کاهش آن نیز سبب کاهش رشد می‌شود. بنابراین توازن آنان در جیره غذایی از نظر فیزیولوژیکی و اقتصادی بسیار مهم است. در حال حاضر به خاطر ارزش خوراکی و غذایی بالا، پودر ماهی ۳۵ تا ۵۵ درصد جیره غذایی ماهی‌ها را تشکیل می‌دهد. ولی به علت محدودیت میزان تولید و عرضه پودر ماهی در جهان و افزایش روز افزون تقاضا، قیمت پودر ماهی بسیار متغیر و رو به رشد است که این امر مدیریت هزینه تولید از طرف پرورش دهندگان را با مشکل روبرو می‌کند. با توجه به اینکه در سال‌های اخیر میزان برداشت از منابع دریایی روندی ثابت و تقریباً نزولی داشته است، یافتن جایگزین مناسب برای تداوم و رشد و توسعه صنعت آبزی پروری در سالهای آینده و همچنین حفظ منابع دریایی برای آیندگان امری اجتناب ناپذیر است. (Taheri mirghaed and Yadollahi, 2019) ترکیبات هر ماده غذایی خصوصاً میزان پروتئین، عامل مهمی در انتخاب آن به عنوان غذا در صنعت کشت و پرورش آبزیان، دام، طیور و غیره است. استفاده از غذای زنده از لحاظ حفظ ارزش غذایی تا زمان مصرف، دارا بودن آنزیم‌های گوارشی و کمک به هضم راحتتر غذا به هنگام مصرف و کاربردهای ارزشمند دیگر مورد توجه است (Das *et al*., 2012). خسارت حشرات به محصولات کشاورزی، دام‌ها و همچنین ایجاد مشکلات بهداشتی برای انسان، تصویر ناپسندی از حشرات برای عامل افراد به وجود آورده است. این در حالی است که سودمندی حشرات به مراتب بهتر از این آنهاست. بررسی‌ها نشان می‌دهد که فقط یک درصد است از حدود یک میلیون گونه شناخته شدهٔ حشرات به طور نسبی برای انسان زیان آور هستند و بدون حضور بسیاری از گونه‌ها زندگی برای انسان و سایر موجودات امکان پذیر نیست (Arbab, 2018). در چند سال اخیر تلاش‌هایی با داشتن ترکیبات نسبتاً (*Tenebrio molitor*) برای پیدا کردن جایگزین برای پودر ماهی صورت گرفته است. سوسک زرد آرد مشابه، یکی از گزینه‌های مورد توجه بوده است. از طرف دیگر هزینه تولید نسبتاً پایین آن موجب شده است تا تحقیقات متعددی در خصوص بررسی امکان جایگزینی بخشی از پودر ماهی با آن صورت گیرد (Harsij *et al*., 2019).

معرفی سوسک زرد آرد

مشخصات ظاهری: سوسک زرد آرد از راستهٔ سخت بالپوشان (سوسک‌ها)، بالا خانواده (Tenebrionoidea)، خانواده (Tenebrionidae)، زیر خانواده (Tenebrioninae) و جنس (Tenebrio) است.

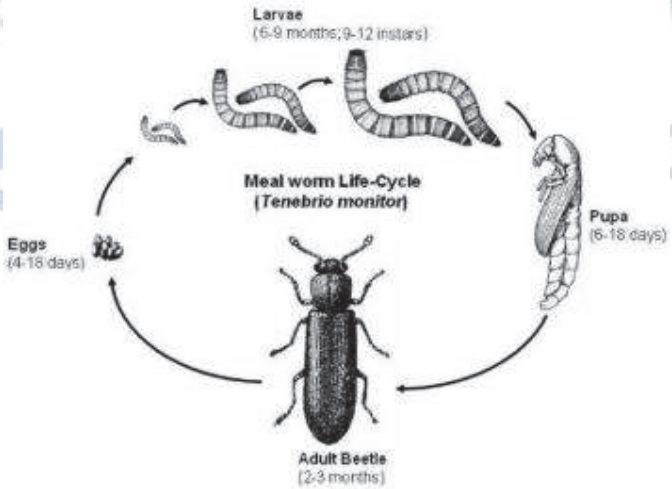
طول حشرات کامل بین ۱۲ تا ۱۸ میلی متر متغیر است و رنگ آنها هنگام خروج از شفیرگی ابتدا کرم رنگ سپس قهوه‌ای و در نهایت بعد از ۲ الی ۳ روز به رنگ مشکی در می‌آید. همانند سایر اعضای خانواده Tenebrionidae شاخک‌ها ۱۱ بندی است. طول شاخک ۳/۵ میلی‌متر بوده و همانند لاروها روی بندهای مختلف شاخک حشرات، گیرنده‌های حسی متنوع دیده می‌شود. حشرات نر شباهت زیادی با حشرات ماده دارند ولی در نوع گیرنده‌های حسی شاخک و شکل هفتمین نیم حلقه شکمی (استونیت) با هم متفاوت هستند. در حشرات ماده هفتمین نیم حلقه شکمی نوک‌تیز است.

سوسک‌ها تخم‌هایی لوبیایی شکل به طول ۱/۷-۱/۸ میلی متر، چسبناک و به رنگ سفید براق هستند.

لارو این حشرات الاتری فرم (سیمی شکل) و به رنگ کرم مایل به زرد دیده می‌شوند. آن‌ها تا قبل از شفیرگی چندین مرتبه (بین ۸-۲۰ مرتبه) پوست اندازی کرده و در نهایت طول آنها به حدود ۳ سانتی متر می‌رسد. وزن لاروها در بدو تولد حدود ۰/۴ میلی گرم است ک در سن آخر به بیش از ۱۶۰ میلیگرم می‌رسد. شفیره از نوع آزاد و فاقد پیله است. رنگ آنها ابتدا سفید ولی بتدریج تیره می‌شود (Arbab, 2018).

شکل ۱۸. تصویر سوسک بالغ، شفیره و لارو سوسک زرد آرد (Arbab., 2019)

چرخه زندگی: میزان زادآوری حشرات ماده بین 160 تا 500 تخم متغیر است، ولی به طور متوسط ۲۷۶ عدد تخم تولید می‌کنند. طول دوره تخم گذاری با توجه به شرایط محیطی بین ۲۲ تا ۱۳۷ روز متغیر است. طول دوره رشد جنینی (تخم) به شدت تحت تأثیر دما قرار دارد. برای مثال طول این دوره در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۵٪، ۱۹ روز و در دمای ۳۵ درجه سلسیوس با همین مقدار رطوبت ۱۴ روز است. در دمای ۱۰ درجه سلسیوس تخم‌ها تفریخ نمی‌شود. در شرایط مساعد طول دوره لاروی ۳ ماه و در شرایط نامساعد تا ۲ سال است (Hein, 1920). لاروهای کامل اندکی قبل از شفیره شدن کنار هم جمع شده و به جستجوی محلی برای شفیره شدن می‌پردازند. طول دوره شفیرگی نیز متأثر از درجه حرارت محیط است. به طوری که بین ۵ تا ۴۰ روز می‌تواند متغیر باشد. طول عمر حشرات کامل ۳۷-۹۶ روز است. جفت گیری یک هفته بعد از خروج از شفیرگی آغاز و تا پایان عمر چندین مرتبه تکرار می‌شود (Ghaly & Alkoaik, 2009). در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۵ درصد با ۱۶ ساعت روشنایی بهترین شرایط برای رشد و نمو به این حشره است. در دمای ۳۵ درجه سلسیوس طول عمر حشرات کامل به حداقل می‌رسد (Arbab, 2018).



شکل ۱۹. چرخه زندگی سوسک زرد آرد (Arbab., 2018)

نیازهای غذایی:

هرچند سوسک زرد آرد در طبیعت به عنوان یک حشره پوسیده خوار عمل کرده و بیشتر از غلات در حال تجزیه تغذیه می‌کند ولی در پرورش انبوه این حشره برای به حداکثر رساندن بازدهی تولید باید از رژیم‌های غذایی استفاده کرد که دارای حداقل ۲۰ درصد پروتئین باشند. رژیم‌های غذایی متعددی توسط پژوهشگران مختلف پیشنهاد شده است (جدول ۱) ولی بر اساس بررسی‌های صورت گرفته یکی از بهترین غذاها برای به حداکثر رساندن محتوای پروتئین خام و چربی لاروها، استفاده از رژیم غذایی دارای ۹۰ درصد سبوس گندم و ۱۰ درصد مخمر است. حشرات کامل و لاروها علاوه بر رژیم غذایی ذکر شده، برای تأمین آب و برخی ویتامین‌ها به سبزیجات تازه مانند هویج، چغندر، سیب زمینی و کاهو نیاز دارند. آن‌ها همچنین می‌توانند از میوه‌های دیگر مانند سیب، پرتقال، گوجه فرنگی و پوست موز نیز تغذیه نمایند. هرچند لاروها و حشرات نیاز غذایی مشابهی دارند ولی حشرات کامل به علت داشتن قطعات دهانی قوی‌تر توانایی تغذیه از مواد دارای بافت درشت‌تر را دارند. لاروها برای رشد سریع نیاز و خود نیازمند ژیم غذایی غنی از پروتئین باشد (Arbab, 2018).

ردیف	رژیم غذایی
۱	آرد گندم، جوی رول شده و مخمر به ترتیب نسبت ۵: ۵: ۱
۲	سبوس گندم به همراه برگ کلم
۳	آرد گندم و مخمر (به نسبت وزنی ۹۵ و ۵ درصد)
۴	سبوس گندم، آرد گندم و مخمر (به نسبت وزنی ۵۰-۴۵-۵)
۵	سبوس گندم (۵۰٪)، جو رول شده (۲۰٪)، شیر خشک (۵٪)، غذای ماهی (۲۰٪) و پودر مخمر (۵٪)
۶	سبوس گندم (۹۰٪) و مخمر (۱۰٪)
۷	آرد گندم (۲۵۰ گرم)، جو (۲۵۰ گرم)، آرد سویا (۱۰۰ گرم)، آرد ذرت (۷۰ گرم)، مخمر (۲۵۰ گرم)، سبوس گندم (۳۰۰ گرم)

جدول ۷. انواع رژیم‌های غذایی سوسک زرد آرد (Arbab., 2018)

ترکیبات تشکیل دهنده سوسک زرد آرد

ترکیبات تشکیل دهنده سوسک زرد آرد مانند سایر جانداران از آب، مواد آلی و مواد معدنی تشکیل شده است. تناسب بین این ترکیبات بستگی زیادی به مرحلهٔ زندگی، نوع رژیم غذایی و شرایط محیط پرورش دارد. برای مثال لاروهای پرورش یافته در چین و کره به طور معنی‌داری ترکیبات متفاوتی دارند (Siemianowaska *et al*., 2013). برای مثال مقدار پروتئین و چربی موجود در لاروها بستگی زیادی به نوع رژیم غذایی آنها دارد. همچنین پروفیل اسیدهای آمینه موجود در لاروها نیز تحت تأثیر رژیم غذایی آنها قرار می‌گیرد. بررسی‌ها نشان می‌دهد میزان متیونین در لاروهای تغذیه شده با رژیم غذایی متفاوت می‌تواند بین 1/01 – 1/73 گرم در ۱۰۰ گرم متغیر باشد. این پدیده از آن جهت دارای اهمیت است که می‌توان با تغییر رژیم غذایی میزان اسیدهای آمینه دارای گوگرد (مانند سیستم و متیونین) را در لاروها افزایش داد و از لاروها به عنوان رژیم غذایی مناسب برای پرورش ماکیان استفاده کرد. میزان عناصر معدنی نیز از این قانون پیروی می‌کند برای مثال هنگامی که لاروها با غذاهای حاوی کلسیم تغذیه می‌شوند، محتوی کلسیم آنها می‌تواند ۵ تا ۲۰ برابر شود. همچنین حشرات کامل در مقایسه با لاروها، غنی از ماده معدنی مس می‌باشند (Arbab, 2018).

جدول ۵. درصد ماده خشک، پروتئین خام، فسفر (گرم/کیلوگرم ماده خشک) و اسید چرب کل سوسک زرد آرد تغذیه کرده از رژیم‌های غذایی مختلف (Oonincx *et al.*,۲۰۱۵)

مرحله زندگی	ترکیبات تشکیل دهنده			
	آب	پروتئین	چربی	خاکستر
لارو زنده	۵۶/۲۷	۱۷/۹۲	۲۱/۹۳	۱/۵۵
پودر لارو خشک شده	۲/۴۳	۴۴/۷۲	۴۲/۴۸	۳/۶۹

جدول ۸. مقایسه درصد ترکیبات تشکیل دهندهٔ لاروهای زنده و پودر شده (Siemianowska *et al.*,2013)

نوع رژیم غذایی	درصد ماده خشک	پروتئین خام	فسفر	مجموع اسید چرب
دارای پروتئین و چربی بالا	۴۱/۵	۵۳/۶	۸/۹	۲۶/۵
دارای پروتئین بالا و چربی کم	۳۶/۷	۵۳/۵	۸/۸	۲۳
دارای پروتئین کم و چربی بالا	۳۷/۲	۴۴/۴	۸/۸	۲۶/۸
دارای پروتئین کم و چربی کم	۳۸/۲	۴۷/۵	۸/۲	۲۸/۵
شاهد ۱	۳۹/۸	۵۲/۴	۹/۷	۲۷
شاهد ۲	۳۹/۲	۴۹/۲	۷/۷	۳۰/۹
دارای پروتئین و چربی بالا+ هویج	۳۲/۳	۵۱/۳	۸/۳	۲۲/۶
دارای پروتئین بالا و چربی کم + هویج	۳۵/۱	۵۳/۳	۸/۴	۲۳/۶
دارای پروتئین کم و چربی بالا + هویج	۳۴/۸	۴۴/۱	۷/۸	۲۷/۲
دارای پروتئین کم و چربی کم + هویج	۳۰/۲	۴۸/۳	۷/۹	۲۴/۸
شاهد ۱ + هویج	۳۵	۵۰/۴	۹/۲	۲۴/۸
شاهد ۲ + هویج	۳۶	۴۷/۸	۷/۹	۳۴/۵

آب

بیشتر فعالیت‌های بدن در حضور آب صورت می‌گیرد و آب نقش مهمی در زندگی این حشره دارد. همانند سایر جانداران بخش قابل توجهی از بدن این حشره را آب تشکیل می‌دهد ولی میزان آن در مراحل مختلف زندگی متفاوت است که با افزایش سن و وزن لاروها، درصد ماده خشک افزایش می‌یابد. عوامل محیطی و میزان دسترسی به غذا نیز می‌تواند موجب تغییر درصد ماده خشک گردد (Arbab, 2018).

درصد ماده خشک	دامنه وزن لارو (میلی گرم)	متوسط وزن لارو (میلی گرم)
۲۴/۲	-	۰/۵۵ (لارو تازه از تخم خارج شده)
۳۶/۲	-	۱/۴
۳۷/۶	۱۹-۱۰۲	۵۸
۴۰/۵۱	۶۰-۱۰۰	۸۸
۴۲/۴	۸۰-۱۶۰	۱۱۸
۴۱/۲	۶۰-۱۹۰	۱۲۵
۴۲/۲	بیش از ۱۵۰	۱۷۴

درصد ماده خشک در مراحل مختلف لاروی سوسک زرد آرد (Mellanby,.۱۹۳۲)

مواد آلی

مواد آلی به ترکیبات گفته می‌شود که در ساختار آنها کربن وجود دارد و زنجیره‌ای از کربن اسکلت اصلی مولکولهای این مواد را می‌سازد. مهم‌ترین ترکیبات آلی بدن موجودات زنده از جمله سوسک زرد آرد عبارت است از پروتئین‌ها، چربی‌ها، هیدراتهای کربن و اسیدهای نوکلئیک. همانگونه که در جدول نشان داده شده است پروتئین‌ها بیشترین و هیدراتهای کربن (قندها) کمترین سهم را در ساختار این حشره دارند. از طرف دیگر ترکیبات تشکیل دهنده مراحل زندگی نیز با هم متفاوتند لاروها چربی و هیدرات کربن بیشتری دارند در حالیکه شفیره‌ها از پروتئین بیشتری برخوردار هستند (Arbab, 2018).

ترکیبات تشکیل دهنده (درصد وزن خشک)	لارو	شفیره
پروتئین کل	۵۳	۶۰
پروتئین محلول	۱۴/۵	۲۳
چربی	۳۶	۳۲
قند	۱	۰/۸۶

تفاوت ترکیبات تشکیل دهندهٔ لارو و شفیرهٔ سوسک زرد آرد (Morales-Ramos and Rojas.,۲۰۱۵)

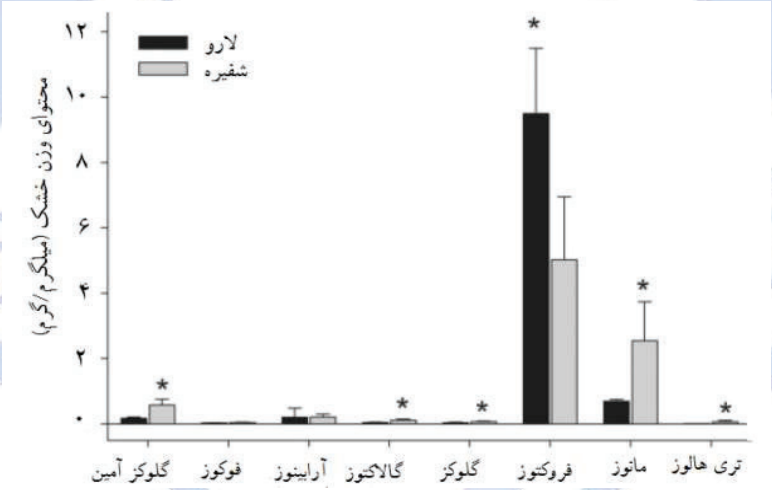
پروتئین: تقریباً نیمی (۴۵ تا ۵۳ درصد) از وزن خشک لاروهای سوسک زرد آرد را پروتئین تشکیل می‌دهد که یک سوم آن به صورت محلول است. گلوتامیک اسید و سیستین به ترتیب بیشترین و کمترین اسید آمینه موجود در لارو هستند. بررسی‌های مورالس- راموس نشان می‌دهد مقدار پروتئین محلول در سنین مختلف لار و شفیره دارای تغییراتی هستند (Arbab, 2018).

اسید آمینه	مقدار (درصد)	اسید آمینه	مقدار (درصد)
Aspartic acid	۳/۰۷	Glycin	۲/۰۴
Cysteine	۰/۳۵	Histidine	۱/۰۷
Methionin	۰/۵۴	Proline	۲/۲۳
Lysine	۱/۸۶	Phenylalanine	۱/۳۶
Isoleucine	۱/۳۹	Serine	۱/۸۶

Leucine	۲/۸۱	Threonine	۱/۵۷
Glutamic acid	۴/۵۷	Valine	۳/۱۴

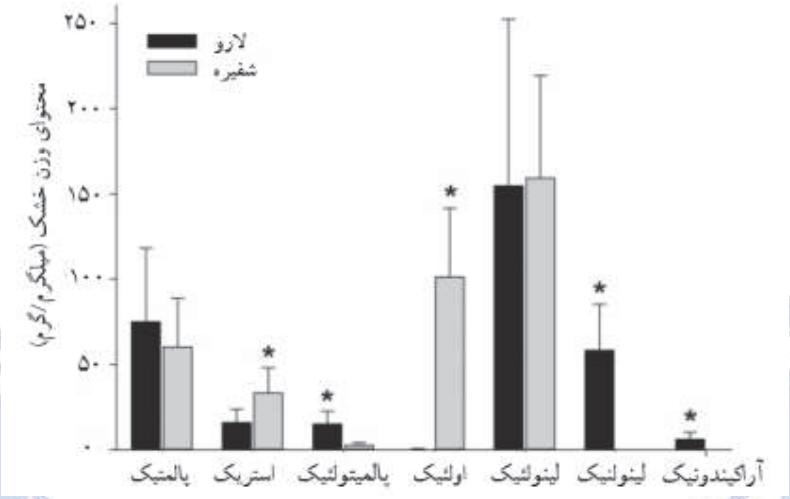
درصد اسیدهای آمینه در لاروهای خشک (Jin *et al*., 2016)

هیدرات‌های کربن: هیدرات‌های کربن تقریباً یک درصد وزن خشک سوسک زرد آرد را تشکیل می‌دهند. میزان انواع قندها در لارو و شفیره توسط مورالس- روماس و همکاران آن مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج نشان می‌دهد در میان ۸ قند موجود در لارو و شفیره، فروکتوز دارای بیشترین و فوکوز دارای کمترین غلظت در لارو و شفیره است (Morales-Ramos and Rojas, 2015).



شکل ۲۰. مقایسه میزان انواع قندها در لارو و شفیره سوسک زرد آرد (Morales-Ramos and Rojas.,۲۰۱۵)

چربی: در بین مراحل زندگی، شفیره‌ها بیشترین و حشرات کامل کمترین مقدار چربی را دارند. البته باید توجه داشت که نوع تغذیه (سیستم پرورشی) اثر مستقیم بر میزان چربی دارد. بررسی‌های لی و همکاران (li *et al*., 2012) نشان می‌دهد که لاروهایی که از ضایعات گیاهی تغذیه می‌کنند در مقایسه با آنهایی که از سبوس گندم تغذیه می‌کنند دارای چربی کمتری هستند. در سوسک زرد آرد نیز انواع چربی‌ها شامل چربی‌های قطبی، گلیسرول ها، استرول‌ها، اسیدهای چرب، تری گلیسرول ها و استرول‌ها و استرهای استرول دیده می‌شود. نوع و مقدار اسیدهای چرب در لارو و شفیره‌ها با هم متفاوت است. برای نمونه مقدار اسید چرب اولئیک موجود در لاروها در مقایسه با شفیره‌ها بسیار ناچیز است ولی اسیدهای چرب لینولئیک و آراکیدونیک در شفیره‌ها بیشتر است.



شکل ۲۱. مقایسه میزان انواع قندها در لارو و شفیره سوسک زرد آرد (Morales-Ramos and Rojas, 2015)

مواد معدنی و خاکستر: سیمون و (Simon *et al*., 2013) همکاران تغییرات غلظت عناصر را در طی مراحل دگردیسی سوسک زرد آرد مورد بررسی قرار داده‌اند. در این بررسی مشخص شد که کلسیم و منیزیم در غلظت نسبتاً بالا وجود دارند در حالی که آهن و روی ممکن است از عناصر ضروری در طول دگردیسی باشند. همچنین این نتایج نشان می‌دهد که در این حشره غلظت سدیم در مرحله شفیرگی بالا است که ممکن است توسط همولنف ایجاد شده باشد. این بررسی نشان می‌دهد که دگردیسی بر غلظت عناصر تشکیل دهنده بدن مؤثر است و در مراحل مختلف زندگی حشره تغییرات قابل توجهی در ترکیب عناصر دیده می‌شود.

مقایسه آرد میلورم با آرد ماهی

استفاده از برخی از کرمیشکلان و کرم‌ها در صنعت پرورش جانوران مخصوصاً پرندگان زینتی و آبزیان روند افزایشی پیدا کرده است. این موجودات مانند انواع کرم‌های کمتار، پرتار و لارو حشرات با توجه به ارزش غذایی مناسب و برابری نسبی ارزش غذایی آنها با نیازهای انواع آبزیان مانند میزان پروتئین، چربی و دارابودن انواع اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه مورد توجه قرار گرفته‌اند. حشرات اغلب به عنوان بخشی از رژیم غذایی طبیعی ماهیان هستند و یک منبع پایدار و غنی برای آنها محسوب می‌شوند از سرعت رشد بالایی برخوردارند و در حال حاضر هزینه‌های استفاده از وعده غذایی آنها حالت رقابتی با دیگر منابع پروتئینی را ندارد. با این حال افزایش تقاضا به ناچار منجر به افزایش مقیاس تولید و درنتیجه کاهش قیمت حشرات در آینده می‌شود. بررسی‌های اخیر نشان داده‌اند که وعده‌های غذایی به دست آمده از لارو برخی از حشرات ممکن است ارزش غذایی کافی را برای ماهی فراهم کند. لارو سوسک (*Tenebrio molitor*) از خانواده تنبریونیده (Tenebrionidae) است که در حال حاضر در مقیاس صنعتی تولید می‌شود. لارو این حشره معمولاً در غلات تولید می‌شود و به صورت خشک حاوی مقادیر بالایی از پروتئین (۴۷-۶۰ درصد)، چربی (۲۱-۴۳ درصد) و خاکستر (۵٪) است که یک منبع پروتئین و مواد معدنی محسوب می‌شود. هدف اولیه از ساخت غذا برای آبزیان فراهم کردن مخلوطی متعادل از مواد خوراکی برای رفع نیازهایی مانند انرژی نگهداری، رشد، تولیدمثل و سلامت است. در سالهای اخیر مصرف میلورم در جهان و ایران به منظور تغذیه حیوانات از جمله آبزیان پرورشی مورد توجه قرار گرفته است (Harsij *et al*., 2019).

ترکیبات تشکیل دهنده	آرد ماهی	آرد لارو سوسک زرد آرد
ماده خشک (درصد)	۹۰/۲۱	۹۰/۴۰
پروتئین خام (درصد)	۷۱/۴۶	۵۱
چربی خام (درصد)	۷/۹۷	۳۱/۱
فیبر خام (درصد)	۱/۱۸	۵/۷۷
خاکستر (درصد)	۷/۳۳	۳/۷
سدیم (گرم در ۱۰۰ گرم)	۰/۹۱	۱/۱
کلسیم (گرم)	۳/۵۳	۲/۷
پتاسیم (گرم)	۰/۹۶	۸/۹
فسفر (گرم)	۲/۴۰	۷/۸
انرژی (کیلوژول/۱۰۰ گرم)	۲۰۷۵	۲۵۳۲

جدول ۴. مقایسهٔ ترکیبات تشکیل دهندهٔ آرد ماهی با آرد لارو سوسک زرد آرد (Arbab., 2018)

برخی پژوهش‌ها و نتایج آن، در ارتباط با استفاده از میلورم در صنعت آبزی پروری

استفاده به صورت غذای زنده: به کار گیری غذاهای زنده در ترکیب جیره‌های اصلی می‌تواند باعث تحریک اشتهای ماهیان شود که در این بین لارو حشرات به دلیل رنگ، تحرک و اندازه مناسب توجه آبزیان را به خود جلب کرده و علاوه بر ارضاء حس شکارگری نیاز غذایی آنها را نیز تأمین می‌کند.

استفاده به صورت آرد: یکی دیگر از کاربردهای رو به گسترش این حشره استفاده از آرد (پودر) کامل لاروها یا شفیره‌ها است. این آرد بعنوان بخشی از فرمولاسیون جیره غذایی آبزیان جایگزین آرد ماهی یا آرد سویا می‌شود. در ادامه به نتایج چند تحقیق اشاره می‌شود (Arbab., 2018).

گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) : ان جی و همکاران (Ng *et al*., 2001) از لاروهای زنده و خشک شده سوسک زرد آرد به عنوان منبع تأمین پروتئین گربه ماهی آفریقایی استفاده کرده‌اند. آن‌ها با جایگزینی ۴۰ درصد از پودر ماهی با پودر لارو سوسک زرد آرد مشاهده کرده‌اند که رشد و بهره وری تغذیه در این ماهی‌ها با ماهی‌هایی که از جیره عادی استفاده می‌کرده‌اند شباهت دارد. آن‌ها همچنین بیان داشته‌اند که گربه ماهی‌هایی که از جیره‌هایی که ۸۰ درصد پودر ماهی با جایگزینی با لارو سوسک زرد دارد تغذیه شده بودند هنوز از رشد خوب و راندمان مصرف غذای مناسبی برخوردار بوده‌اند. گربه ماهی‌هایی که فقط از لاروهای زنده تغذیه می‌کنند کمی کاهش رشد نشان می‌دهند ولی ماهی‌هایی که در صبح از لاروهای زنده و در بعد از ظهر از غذاهای تجاری تغذیه می‌کنند رشد بهتری نسبت به ماهی‌هایی که فقط از غذاهای تجاری تغذیه می‌کنند دارند. لاروهای زنده و خشک شده سوسک زرد آرد بسیار خوش طعم هستند. لاشه گربه ماهی‌هایی که رژیم غذایی آنها مبتنی بر لارو سوسک زرد آرد باشد به طور قابل توجهی چربی دارند.

در مطالعهٔ دیگری که توسط پیکولو و همکاران (Piccolo *et al*., 2014) صورت گرفته است نشان می‌دهد که جایگزین کردن ۲۵ درصد پروتئین آرد ماهی با پودر لارو سوسک زرد در جیره بچه ماهی‌های سرطلایی دریایی (*Sparus aurata*) هیچگونه عوارض جانبی بر عملکرد رشد آنها نداشته است.

بررسی‌های گاسکو و همکاران (Gasco *et al*., 2014) نیز روی ماهی خاردار اروپایی (*Dicentriarchus labrax*) همین نتیجه را داشته است. بطوریکه اگر ماهی‌ها با جیره‌های غذایی که ۲۵ درصد پروتئین آنها با پودر لارو سوسک زرد تأمین شده باشد، تغذیه شوند، شاخص‌های رشد آنها کاهش نخواهد یافت.

چانگ و همکاران (Chang *et al*., 2015) در تحقیقی اثر ۴ نوع پودر ماهی را که منبع پروتئینی آن به ترتیب دارای ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد پودر سوسک زرد آرد بود، را بر رشد و نمو میگوی پا سفید مورد بررسی قرار دادند. ارزیابی آنها بعد از ۸ هفته نشان داد که میگوهایی که ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز پروتئینی خود را از لارو سوسک زرد آرد تأمین کرده بودند دارای وزن زنده، (وزن زنده آن‌ها از ۴۳/۲ گرم به ۸ گرم افزایش یافته بود) نرخ رشد و ضریب تبدیل غذای بیشتری نسبت به شاهد بودند. این تحقیق بیانگر آن است که پودر لارو سوسک زرد آرد نه تنها می‌تواند جایگزین منبع پروتئین در پودر ماهی شود بلکه از کارایی بیشتری هم برخوردار است.

نتیجه گیری

بررسی نتایج مطالعات انجام شده نشان می‌دهد سوسک زرد آرد پتانسیل بالایی برای تأمین نیازهای صنعتی غذایی صنعت آبزی پروری، خصوصاً آبزیان زینتی را دارد. این حشره از چرخه زندگی نسبتاً کوتاهی برخوردار است. پرورش آن با استفاده از طیف وسیعی از ضایعات کشاورزی و حتی دامی با هزینه کم امکان‌پذیر است. از طرف دیگر در دسترس بودن، عدم تولید گازهای گلخانه‌ای و همچنین مصرف آب پایین در فرآیند تولید آن، همگی نوید بخش جایگزینی موافق آن با آرد ماهی و آرد سویا را می‌دهد. به کارگیری میلورم در جیره غذایی می‌تواند بر ترکیبات لاشه اثرگذار باشد. اما برای دست یافتن مقدار مناسب دقیق مصرف باید تحقیقات بیشتری صورت گیرد.

منابع

Arbab A. (2018). Industrial insects. Tehran, 206p. [in persian]

Chung T., Park C. Shin G., Kim J. Kim S. and N. Kim. (2015). Nutritive advantage of mealworm (T. molitor) in the diet of white shrimp (L. vannamei). World Academy of Science, Engineering and Technology: Agriculture and Biosystems Engineering: 2 (7).

Das P., Mandal SC., Bhagabati SK., Akhtar MS., Singh SK. (2012). Important live food organisms and their role in aquaculture. Front Aquac. 5(4):69-86.

Ghaly A., Alkoaliak F N. (2009). The yellow mealworm as a novel source of protein. American jornal of agricultural and biological sciences. 4(4): 319-331.

Harsij M., Adineh H., Maleknejad R., Jafaryan H. (2019). The Use of Live Mealworm (*Tenebrio molitor*) in Diet of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Effect on Growth Performance and Survival, Nutritional Efficiency, Carcass Compositions and Intestinal Digestive Enzymes. *Journal of Fisheries Science and Technology. 8(3):137-143.*

Hein S. A.A. (1920). Technical experiences in breeding of Tenenbrio molitor. Proceedings Royal Acad. Amsterdam. Vol. 23:193-206.

Jin X H., Heo P S., Hong J S., Kim N J., Kim Y Y. (2016). Supplementation of Dried Mealworm (*Tenebrio molitor* larva) on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Blood Profiles in Weaning Pigs. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 29(7): 979-986.

Li L Y., Zhao Z., Liu H. (2012). Feasibility of feeding yellow mealworm (*Tenebrio molitor* L.) in bioregenerative life support systems as a source of animal protein for humans. Acta Astronautica. 92(1):103-109.

Mellanby K. (1932). The effect of atmospheric humidity on the metabolism of the fasting mealworm (*Tenebrio molitor* L., Coleoptera). Proceedings of the Royal Society B: biological Sciences. 111(772):376-437

Morales-Ramos J A., Rojas M G. (2015). Effect of Larval Density on Food Utilization Efficiency of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Economic Entomology. 108(5): 2259–2267.

Ng WK., Liew FL., Ang LP., Wong KW. (2001). Potential ofmealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, Clarias gariepinus. Aquac. Res., 32, 273–280.

Oonincx D G A B., Van broekhoven S., Van huis A., Van loon J J A. (2015). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by products. PLoS ONE. 10(12): doi.org/10.1371/journal.pone.0144601.

Piccolo G., Marono S., Gasco L., Iannaccone F., Bovera F., Nizza A. (2014). Use of *Tenebrio molitor* larvae meal in diets for gilthead sea bream Sparus aurata juveniles. In: Insects to Feed The World, The Netherlands: 76p

Siemianowaska E., Kosewska A., Aljewicz M., Skibniewska K A., Polak- Juszczak L., Jarocki A., Jedras M. (2013). Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. Agricultural sciences. 4(6): 287-291.

Simon E., Baranyai E., Braun M., Fábián I., Tóthmérész B. (2013). Elemental Concentration in Mealworm Beetle (*Tenebrio molitor* L.) During Metamorphosis. *Biological Trace Element Research*. 154(1):81-87.

Taheri Mirghaed.A., Yadollahi F. (2019). Feed and feeding practices in aquaculture. Tehran, 490p. (In Persian).