

## تعیین و مقایسه مقدار ترکیبات تقریبی ( پروتئین، چربی، خاکستر، رطوبت، کربوهیدرات و فیبر) لاروهای *Tenebrio molitor* و *Zophobas morio* جهت تهیه جیره غذایی دام و طیور

یحیی استادی<sup>۱\*</sup>، الهام معطوفی<sup>۱</sup>

۱- گروه گیاه پزشکی کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

پذیرش مقاله: ۱۶ دی ۹۹

دریافت مقاله: ۸ شهریور ۹۹

### چکیده

با توجه به افزایش جمعیت جهان و رسیدن آن تا سال ۲۰۵۰ به ۹ میلیارد نفر، تأمین غذای موجودات زنده‌ای که خود به عنوان منبعی برای تغذیه انسان به حساب می‌آیند، به یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های جوامع امروزی تبدیل شده است. به دلیل محدودیت منابع و میزان انرژی مصرفی برای تهیه پروتئین حیوانی، افزایش جمعیت، افزایش قیمت مواد غذایی و بسیاری از موارد دیگر نیز پیش‌بینی می‌شود. در این بین پروتئین استخراج‌شده از حشرات خوراکی به دلیل اینکه از لحاظ تراکم مواد مغذی در هر گرم، به مراتب از گوشت گاو یا حتی ماهی بالاتر است، می‌تواند در جیره غذایی دام و طیور گنجانده شود. در این پژوهش، چربی و پروتئین با روش‌های سوکسله و کدال، رطوبت، خاکستر و فیبر با روش خشک نمودن و سوزاندن و کربوهیدرات با روش معادله ریاضی از لاروهای *Tenebrio molitor* و *Zophobas morio* جهت تهیه جیره غذایی دام و طیور، بعد از ۳ نسل تغذیه از هویج و سیب‌زمینی به صورت توأمان محاسبه شد؛ میزان آن برای پروتئین به ترتیب به‌طور میانگین  $19/68 \pm 0/207$  و  $18/93 \pm 0/473$  درصد و برای چربی به ترتیب به‌طور میانگین  $13/89 \pm 0/415$  و  $16/79 \pm 0/496$  درصد بود. چربی، فیبر و کربوهیدرات در لارو *Zophobas morio* و میزان رطوبت در لارو *Tenebrio molitor* زیاده‌تر بودند. بین میزان پروتئین و خاکستر این دو لاروی مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $P > 0/05$ ) ولی بین میزان چربی، رطوبت، فیبر و کربوهیدرات، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ( $P < 0/05$ ) که می‌تواند با توجه به وجود این ترکیبات، برای تغذیه دام و طیور در جیره غذایی آن‌ها، لحاظ شود.

**کلمات کلیدی:** ترکیبات شیمیایی، *Tenebrio molitor*، *Zophobas morio*، جیره غذایی دام و طیور، حشرات خوراکی

\*نویسنده مسئول: یحیی استادی، آدرس پست الکترونیکی: yahya.ostadi@srbiau.ac.ir، شماره تماس: ۰۹۱۲۱۰۴۱۴۱۸

[view Journal](#)

<https://doi.org/10.30502/h.2021.245889.1048>



This paper is open access under [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license](#)

## مقدمه

که با عایدات آن همخوانی ندارد؛ برای مثال هفتاد درصد از زمین‌های کشاورزی به تهیه خوراک دام و طیور اختصاص دارند و همین‌طور کاربری یک‌چهارم از کل زمین‌های جهان برای چرای دام‌ها است [۶]، [۷]. در برزیل صنعت نوپای احشام، مسئول بخش عمده‌ای از تخریب جنگل آمازون است. از سوی دیگر با افزایش درآمد کشورهای در حال توسعه، مصرف گوشت نیز بیشتر می‌شود [۳]

بخش خواروبار و کشاورزی سازمان ملل متحد، فائو (۲۰۱۳) و مطالعات بلیکو و همکاران (۲۰۱۳) احشام را به‌عنوان یکی از دو یا سه عامل عمده مسائل و مشکلات زیست‌محیطی، هم در بعد محلی و هم در بعد جهانی می‌داند. همچنین این سازمان پیش‌بینی کرده است که تا سال ۲۰۵۰، مصرف گوشت در جهان نزدیک به دو برابر می‌شود. با این اوصاف حشره‌خواری، هم موجب حفظ محصولات کشاورزی می‌شود و هم آسیب به مراتب کمتری را نیز به دنبال دارد؛ درصد بالایی از حجم بدن حشرات تشکیل‌شده از پروتئین است [۸]، که آن‌ها را به یک منبع غذایی بسیار ارزشمندتر از احشام تبدیل می‌کند [۹]، [۱۰]، [۱۱]. پس می‌توان گفت، پتانسیل حشرات برای تبدیل از مواد آلی باکیفیت پایین به مواد غذایی باکیفیت بالا، بسیار زیاد است [۱۲].

با افزایش صنعت آبرزی‌پروری، تقاضا و قیمت برای پودر ماهی و سویا در سال‌های اخیر افزایش یافته است و در همین جهت، تحقیقاتی نیز باهدف افزایش پروتئین حشرات به‌منظور پرورش مرغ و ماهی، توسعه یافته است

از ۱/۴ میلیون گونه جانوری کشف‌شده بر روی زمین، حدود یک‌میلیون گونه را حشرات تشکیل می‌دهند. برخلاف باور عمومی، از یک‌میلیون گونه حشره، تنها حدود ۵۰۰۰ گونه از آن برای محصولات کشاورزی، دام و انسان مضر هستند. حشرات اجزای بسیار تأثیرگذار بر اکوسیستم‌ها هستند و نقش مهمی در تولیدمثل گیاهان و گرده‌افشانی دارند. به دلیل بالا بودن درصد پروتئین نسبت به حجم بدن حشرات، در گزارش سازمان ملل متحد، انواع حشرات خوراکی، جایگزین مناسبی برای پروتئین مرغ، گوشت و ماهی عنوان شده‌اند. یک‌صدوسیزده کشور جهان از ۴۴ گونه حشره خوراکی به‌عنوان غذا استفاده می‌کنند [۲]، [۱].

سازمان ملل متحد در گزارشی، به نقش مهم حشرات خوراکی در مقابله با گرسنگی در جهان تأکید و نظرات بسیاری را به خود جلب کرده است؛ در این گزارش، حشرات خوراکی می‌توانند ضمن کمک به افزایش تولید مواد غذایی، باعث کاهش آلودگی‌ها نیز شوند. سازمان خواروبار و کشاورزی سازمان ملل، در مورد ارزش غذایی حشرات، گفته است؛ میزان پروتئین، چربی و مواد معدنی در این جانوران بالا است [۳]، [۴].

به لحاظ تراکم مواد مغذی در هر گرم، ارزش غذایی حشرات به‌مراتب از گوشت گاو یا حتی ماهی بالاتر است که می‌تواند جایگزین مناسبی برای گوشت شود [۵]. باید یادآور شد که کمتر از یک‌پنجم انرژی مصرفی و تنها یک‌سوم از پروتئین روزانه موردنیاز بشر در حال حاضر از گوشت تأمین می‌شود. این در حالی است که تولید گوشت به‌عنوان یک فرآورده کشاورزی به منابع زیادی نیاز دارد

مشابهی نیز در آزمایشات با کرم ابریشم، شیشه آرد و موریانه‌ها یافت شد؛ در میان امیدبخش‌ترین گونه‌ها برای تولیدات غذایی صنعتی می‌توان به لارو مگس خانگی، کرم ابریشم و لارو سوسک زرد *Tenebrio molitor* و سوسک سیاه آرد *Zophobas morio* اشاره کرد [۱۸]. پنج درصد کشاورزان از موریانه‌ها برای تغذیه ماهی‌ها استفاده می‌کنند؛ که موریانه‌ها را به‌طور مستقیم جمع‌آوری و یا از جمع‌آوری‌کنندگان می‌خرند [۲۰]. در هند، در مورد استفاده از ملخ برای جیره غذایی دام و طیور تحقیقاتی انجام شد، چراکه این رژیم غذایی متداول حدود ۶۰ درصد از کل هزینه‌های پرورش حیوانات اهلی را تشکیل می‌داد و از طرف دیگر نیز به علت رقابت میان انسان و حیوانات اهلی، کمبود مواد غذایی مانند سویا و ذرت به چشم می‌خورد. به‌علاوه، صید این ملخ‌های خوراکی در مزرعه و چمن‌زارها می‌تواند استفاده از آفت-کش‌های مضر را برای کنترل آن‌ها، کاهش دهد [۲۱]. چهار گونه از ملخ‌های خانواده Acrididae از نظر محتوای غذایی بررسی شدند که این بررسی نشان داد که Acrididae ها دارای مقدار پروتئین بالاتری در مقایسه با پودر ماهی و سویا هستند [۲۰].

### مواد و روش‌ها

این تحقیق، در اوایل سال ۱۳۹۶ انجام شد و حشرات مورد مطالعه از نمونه‌های موجود در اتاق پرورش حشرات مجتمع آزمایشگاهی زکریای رازی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات انتخاب شدند که جنس و گونه لاروهای مورد نظر توسط اساتید حشره‌شناسی شناسایی و تأیید شدند.

در این پژوهش میزان پروتئین و چربی و سایر ترکیبات تقریبی موجود در لارو *T. molitor* و *Z. morio* بعد از

[۱۳]، [۱۴]. محصولات خوراکی مبتنی بر حشرات می‌تواند یک بازار مشابه با پودر ماهی و سویا، که در حال حاضر از اجزای اصلی خوراک آبزیان و دام هستند، داشته باشد. شواهد موجود نشان می‌دهد که خوراک مبتنی بر حشرات قابل قیاس با پودر ماهی و سویا است. در حال حاضر، حشرات زنده و مرده عمدتاً به‌عنوان خوراک حیوانات خانگی و حیوانات در باغ‌وحش‌ها استفاده می‌شوند [۱۵] [۱۶]. مطالعات نشان می‌دهد که آرد حشرات می‌تواند از نظر پروتئینی جایگزین مناسبی در جیره خوراک طیور باشد چراکه محتوای پروتئین خام آن‌ها بسیار بالا است و از ۴۲ تا ۶۳ درصد متفاوت است؛ این مقدار پروتئین قابل رقابت با پروتئین آرد سویا است ولی مقدار آن کمی کم‌تر از پروتئین آرد ماهی است. [۱۷].

لاروهای دوبالان (مانند لارو مگس سرباز سیاه و مگس خانگی) و لارو سوسک زرد آرد *Tenebrio molitor* حاوی پروتئین کم‌تری نسبت به حشرات کامل راست‌بالان (ملخ‌ها و جیرجیرک‌ها) و شغیره کرم ابریشم هستند. محتوای چربی حشرات بسیار متغیر است؛ این تفاوت، هم به علت تفاوت گونه‌ها و هم به علت تفاوت مرحله زندگی و نوع رژیم غذایی است. برای مثال لاروهای سوسک زرد آرد، حاوی ۳۶ درصد چربی هستند. ملخ‌ها در مرحله پورگی می‌توانند تا ۳۰ درصد، چربی داشته باشند [۱۸]. در آزمایشی دیگر لارو سوسک زرد آرد *Tenebrio molitor* که در محیط کم مغذی با محصولات زائد پرورش داده شده بود، به‌عنوان غذا به جیره غذایی مرغ-های گوشتی، اضافه شد. این لاروها قادر بودند که محیط ضعیف غذایی با محصولات زائد را به یک رژیم غذایی پرپروتئین تبدیل کنند که یک منبع پروتئینی مناسب برای جایگزین سویا در خوراک طیور هستند [۱۹]. نتایج

۳ نسل تغذیه در سه تکرار از هویج و سیب زمینی محاسبه شد، که می تواند جهت تغذیه دام و طیور در جیره غذایی آنها لحاظ شود.

از آنجائی که نحوه تغذیه حشرات با تیمارهای حاضر تفاوت اندکی داشت، برای یکسان سازی تغذیه و پرورش حشرات، اقدام به پرورش حشرات در سه نسل شد؛ محیط پرورش در دمای  $27 \pm 1$  گراد سانتی گراد و در رطوبت  $65 \pm 5$  و با فتوپریود ۱۲ ساعت روشنایی و تاریکی برای هر لارو انجام گرفت [۱۹]. این لاروها در بستری از جو تازه، سبوس گندم دست نخورده و سالم، تفاله حبوبات، پرورش داده شدند و با برش هایی از سیب زمینی، هویج و مقداری کمی سیب برای تأمین آب بدنشان، تغذیه شدند [۶]. سپس نمونه هایی از نسل سوم به صورت تصادفی انتخاب و اقدام به آزمایش شد. نمونه ها به اندازه صد گرم برای هر تکرار و در مجموع در سه تکرار انتخاب شدند.

از آنجائی که به طور میانگین  $0/16$  ماده پروتئینی را ازت تشکیل می دهد،  $N \times 6/25$  مقدار پروتئین را نشان می دهد.

برای تعیین میزان خاکستر، روش کار بر مبنای از بین بردن مواد آلی و باقی مانده مواد معدنی بود که به وسیله کوره الکتریکی در دمای بین ۵۰۰ تا ۵۵۰ درجه سانتی-گراد تعیین شد [۲۲].

$$\text{درصد خاکستر} = \frac{100 \times (\text{وزن بوته} - \text{وزن بوته و خاکستر})}{\text{وزن تر}}$$

برای اندازه گیری میزان فیبر، نمونه را به یک بشر به حجم ۵۰۰ میلی لیتر منتقل نموده و یک گرم پنبه نسوز به آن اضافه نموده و ۲۰۰ میلی لیتر محلول اسیدسولفوریک جوشان به آن اضافه کرده و همراه با سیستم سردکننده مبرد، آن را به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده، سپس محتویات بشر را با استفاده از قیف بوختر صاف نموده و اسید باقی مانده را با آب جوشانده، سپس مواد باقی مانده را همراه با ۲۰۰ میلی لیتر محلول هیدروکسید سدیم جوشان به مدت حدود ۵ ساعت حرارت داده و در نهایت صاف نموده و با آب جوش ظرف را شستشو و بعد از این مرحله تمامی مواد باقی مانده را به بوته منتقل کرده و با اتانول شسته و در دمای بین ۱۰۰ تا ۱۱۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت خشک کرده

برای اندازه گیری چربی در لارو حشرات مورد مطالعه، از روش سوکسله و از حلال دی اتیل اتر استفاده شد [۲۲]. برای اندازه گیری پروتئین موجود در نمونه های حشرات نیز از روش کجلدال استفاده شد. در این روش با استفاده از اسیدسولفوریک و کاتالیزور، نمونه حشرات هضم، سپس اتم نیتروژن به وسیله یک واسطه قلیائی، ترکیبات آلی نیتروژن دار به سولفات آمونیوم تبدیل و سپس در اسیدبوریک جذب شده و به وسیله تیتراسیون با یک اسید، مقدار آن تعیین شد. پروتئین در سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون تعیین شد و میزان ازت با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد [۲۲].

*Zophobas morio* که به میزان متوسط ۱۶/۷۹±۰/۴۹۶ در این آزمایش در لارو *Tenebrio molitor* به میزان متوسط ۶۲/۸۶±۰/۳۲۹ در هر ۱۰۰ گرم از حشره فوق بود که در مقایسه با لارو *Zophobas morio* که به میزان متوسط ۶۰/۹۶±۰/۰۴۶ بود، بیشتر است. میزان خاکستر به دست آمده در لارو *Tenebrio molitor* به میزان متوسط ۱/۳۸±۰/۰۵۱ در هر ۱۰۰ گرم از حشره فوق بود که در مقایسه با لارو *Zophobas morio* که به میزان متوسط ۱/۲۰±۰/۰۳۴ بود، بیشتر است. میزان فیبر به دست آمده در لارو *Tenebrio molitor* به میزان متوسط ۱/۷۲±۰/۰۶۳ در هر ۱۰۰ گرم از حشره فوق بود که در مقایسه با لارو *Zophobas morio* که به میزان متوسط ۳/۴۹±۰/۲۷۳ بود، کمتر است. در رابطه با میزان کربوهیدرات در لارو *Tenebrio molitor* به میزان متوسط ۳/۹۱±۰/۰۷۵ در هر ۱۰۰ گرم از حشره فوق بود که در مقایسه با لارو *Zophobas morio* که به میزان متوسط ۵/۴۰±۰/۰۶۳ بود، کمتر است همچنین بین میزان پروتئین و خاکستر این دو لارو مورد مطالعه، اختلاف معنی داری وجود نداشت ( $P > 0.05$ ) ولی بین میزان چربی، رطوبت، فیبر و کربوهیدرات اختلاف معنی داری مشاهده شد ( $P < 0.05$ ) (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین میزان تقریبی ترکیب های شیمیایی در دو لارو *Tenebrio molitor* و *Zophobas morio* (درصد)

خصوصیات فیزیکوشیمیایی (درصد)						نوع لارو
پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد)	فیبر (درصد)	کربوهیدرات (درصد)	
۱۹/۶۸±۰/۲۰۷ <sup>f</sup>	۱۳/۸۹±۰/۴۱۵ <sup>d</sup>	۶۲/۸۶±۰/۳۲۹ <sup>g</sup>	۱/۳۸±۰/۰۵۱ <sup>a</sup>	۱/۷۲±۰/۰۶۳ <sup>a</sup>	۳/۹۱±۰/۰۷۵ <sup>b</sup>	<i>Tenebrio molitor</i> (Mealworms)
۱۸/۹۳±۰/۴۷۳ <sup>f</sup>	۱۶/۷۹±۰/۴۹۶ <sup>e</sup>	۶۰/۹۶±۰/۰۴۶ <sup>h</sup>	۱/۲۰±۰/۰۳۴ <sup>a</sup>	۳/۴۹±۰/۲۷۳ <sup>b</sup>	۵/۴۰±۰/۰۶۳ <sup>c</sup>	<i>Zophobas morio</i> (Super worms)

\*حروف غیرمشترک در هر ستون اختلاف معنی دار را نشان می دهد ( $P < 0.05$ ).

و در دمای حدود ۶۰۰ درجه سانتی گراد سوزانده و در نهایت مقدار فیبر به دست آمد [۲۲].

کربوهیدرات، با انرژی حاصل از مواد غیر ازته (NFE) از طریق معادله زیر اندازه گیری شد [3].

$$NFE = 100 - (\text{پروتئین} + \text{چربی} + \text{خاکستر} + \text{رطوبت})$$

$$NFE + \text{میزان فیبر} = \text{میزان کربوهیدرات}$$

در این تحقیق، داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS 22 تجزیه و تحلیل شد و میانگین داده ها به وسیله آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون دانکن (Duncan test) با یکدیگر مقایسه شدند که وجود و یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $P = 0.05$ ) تعیین شد. در رسم جدول نیز از نرم افزار Excel 2007 استفاده شد.

### نتایج

در این آزمایش نتایج نشان داد؛ میزان پروتئین در لارو *Tenebrio molitor* به میزان متوسط ۱۹/۶۸±۰/۲۰۷ در هر ۱۰۰ گرم از حشره فوق بود که در مقایسه با لارو *Zophobas morio* که به میزان متوسط ۱۸/۹۳±۰/۴۷۳ بود، بیشتر است. میزان چربی در لارو *Tenebrio molitor* به میزان متوسط ۱۳/۸۹±۰/۴۱۵ در هر ۱۰۰ گرم از حشره فوق بود که در مقایسه با لارو *Zophobas morio* که به میزان متوسط ۱۶/۷۹±۰/۴۹۶ بود، کمتر است.

## بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر میزان پروتئین، رطوبت و خاکستر در لارو *Tenebrio molitor* نسبت به لارو *Zophobas morio* بیشتر بود. محتوای پروتئین خام حشرات بسیار بالا است و از ۴۲ تا ۶۳ درصد متفاوت است. این مقدار پروتئین قابل‌رقابت با پروتئین آرد سویا است ولی از پروتئین آرد ماهی کمی کمتر است. لارو سوسک زرد آرد یا *Tenebrio molitor* پروتئین کم‌تری نسبت به حشرات کامل راست‌بالان (ملخ‌ها و جیرجیرک‌ها) و شفیره کرم ابریشم دارد [۲۳]. هرچند مقدار خاکستر حشرات معمولاً کم‌تر از ۵ درصد وزن خشک است، ولی در بعضی گونه‌ها مانند لاروهای مگس سرباز سیاه مقدار آن بیش از ۱۵ درصد وزن خشک گزارش شده است [۲۴]. همچنین میزان چربی، فیبر و کربوهیدرات در لارو *Zophobas morio* بیشتر از لارو *Tenebrio molitor* بود که بیشتر بودن میزان کربوهیدرات در لارو *Zophobas morio* نسبت به لارو *Tenebrio molitor* به دلیل بیشتر بودن میزان کیتین در این گونه از لاروها است [۲۳].

در تحقیقات Ravindran و همکاران در سال ۱۹۹۹، میزان خاکستر، پروتئین، چربی و فیبر به ترتیب برای لارو *Tenebrio molitor* برابر با ۳/۵۲ درصد، ۳۰/۷۶ درصد، ۱۷/۵۱ درصد و ۶/۶۵ درصد بود [۲۴].

طبق تحقیقات Finke در سال ۲۰۰۲، میزان پروتئین، چربی، فیبر و خاکستر به ترتیب برای لارو حشره *Zophobas morio* ۴۶/۷۵ درصد، ۴۲/۰۴ درصد، به مقدار ناچیز و ۲/۳۸ درصد و برای لارو *Tenebrio molitor* به ترتیب ۴۹/۰۸ درصد، ۳۵/۱۷ درصد، به میزان ناچیز و ۲/۳۶ درصد بود [۲۵].

طبق تحقیقات شورای عالی تحقیقات ایالات متحده آمریکا در سال ۲۰۰۴، میزان پروتئین، چربی، فیبر و خاکستر به ترتیب برای لارو *Tenebrio molitor* برابر با ۵۰/۱۶ درصد، ۳۱/۰۹ درصد، ۵/۷۷ درصد و ۳۰/۷۰ درصد بود و برای لارو حشره *Zophobas morio* این مقادیر به ترتیب برابر با ۴۳/۱۳ درصد، ۳۸/۲۱ درصد، ۴/۲۲ درصد و ۲/۶۸ درصد بود [۲۶].

تحقیقات Tran و همکاران در سال ۲۰۱۵ بر روی لارو حشره *Tenebrio molitor* میزان پروتئین و چربی را به ترتیب به میزان ۵۲/۸ درصد و ۳۶/۱ درصد نشان داد [۲۳]. بررسی‌ها نشان داده است که غلظت و پروفایل چربی حشرات بسیار وابسته به رژیم غذایی است و می‌تواند با تغییر ترکیب بستر پرورش، تغییر یابد [۷].

برای تحقیق و استقبال از مصرف لارو حشرات در ایران محدودیت‌هایی وجود دارد. در بین موانع مورد بررسی در پژوهش استادی و همکاران در سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶ در رابطه با موانع تولید حشرات در ایران، موانع بهداشتی و غذایی در اولویت نخست موانع تولیدکنندگان دام و طیور قرار گرفت و از نظر احتمال آلودگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی و مصرف حشرات به صورت خام، نگرانی‌هایی مشاهده شد که پیشنهاد داده شد، جهت امنیت غذایی حشرات خوراکی از نظر بهداشتی، این محصولات به صورت کاملاً فراوری شده که در آن فرآیند پخت و انجماد به صورت کامل انجام گرفته، عرضه شود. در پخت و انجماد بسیاری از آلودگی‌های بیولوژیکی مانند انگل و باکتری از بین می‌روند. همچنین پذیرش حشرات به شکل پودر شده، می‌تواند باعث جلوگیری از آلودگی میکروبی شود که آن را در محصول نهایی مواد ضد میکروبی بیولوژیکی نیز اضافه نمود. باقی‌مانده سموم شیمیایی و فلزات سنگین در

متعادل پیدا کند و ارزش کلی محصول بالاتر برود. برای مثال می‌توان این کرم‌ها را با آرد گندم و یا جو با نسبت ۳۰ درصد از این کرم و ۷۰ درصد آرد و یا مواد مشابه مخلوط کرد و محصول نهایی که خمیری شکل است را به قطعات ریز تبدیل کرد و پس از خشک شدن برای تغذیه‌ی انواع ماهی و یا طیور استفاده کرد [۲۱].

رقابت محصولات جدید با محصولات مشابه، بستگی به مقرون‌به‌صرفه بودن تولید آن، دارد. تولید و پرورش حشرات خوراکی و استفاده از آن در جیره غذایی دام و طیور و آبزیان نیز از این اصل مستثنا نیست. هرچند در حال حاضر سایر رقبای آرد حشرات مانند آرد سویا و آرد ضایعات کشتارگاهی، به علت سابقه و تولید در مقیاس صنعتی از قیمت مناسب‌تری برخوردار هستند، ولی باید توجه داشت که دسترسی به هرکدام از آن‌ها در آینده نزدیک دارای محدودیت‌هایی خواهد بود. پس با توجه به نتایج پژوهش‌هایی که تاکنون انجام شده است، می‌توان دریافت که حشرات از پتانسیل خوبی برای تأمین غذای دام و طیور و آبزیان، برخوردار هستند. همچنین با وجود اینکه پرورش و مصرف حشرات در حال حاضر برای ایرانیانی که استانداردهای غذایی‌شان از لحاظ فرهنگی و مذهبی بسیار متفاوت است، امری دور از ذهن و درعین حال ناخوشایند است اما جالب است که در حال حاضر، حشرات در بخش‌های کوچکی از سبد غذایی کشور به‌صورت سنتی وجود دارد، حال اگر از بخش تغذیه انسان از حشرات عبور نماییم، می‌توانیم با تولید حشرات خوراکی، مانند بسیاری از کشورها، برای تغذیه دام و طیور، حیوانات خانگی و آبزیان به شکل آرد حشره استفاده کنیم [۲] و [۱].

### تعارض منافع

نتایج حاصل از این مطالعه با منافع دیگر نویسندگان در تعارض نمی‌باشد.

بدن حشرات خوراکی نیز، از موانع مهمی از دیدگاه تولیدکنندگان بود که این مانع را می‌توان با استفاده از محیط‌های بسته و کنترل‌شده و عدم استفاده از مواد شیمیایی در پرورش، میزان بقایای این مواد را در بدن حشرات خوراکی به حداقل رساند [۲]، [۱]. در پژوهشی در جمهوری چک، گرسنگی دادن به لاروها به مدت یک تا سه روز و قرار دادن آن‌ها در آب جوش قبل از فرآوری، توصیه شده است [۲۷]. همچنین در پژوهشی در زیمبابوه، تأکید شده برای افزایش ایمنی در برابر میکروارگانیسم‌ها از روش‌های جوشاندن، سرخ کردن و تفت دادن استفاده شود [۲۸].

از محدودیت‌های دیگر تحقیق، بحث حرام بودن مصرف حشرات توسط انسان است. طبق فتاوی مراجع عظام تقلید شیعه و اهل تسنن (به‌جز مذهب مالکی) به‌غیر از ملخ، آن‌هم طی شرایط خاص، حشرات برای استفاده‌ی انسان‌ها حرام اعلام شده است که البته برای مصارف پزشکی اگر ضرورتی داشته باشد در حد نیاز اشکال ندارد و از طرف دیگر با توجه به اینکه به‌طور سنتی در سبد غذایی دام و طیور حشرات جای دارند و طبق فتاوی موجود؛ استفاده از گوشت دام و طیوری که از حشرات تغذیه می‌کنند، مشکلی نداشته و حلال است [۲]، [۱].

از نقاط قوت این پژوهش می‌توان گفت؛ امروزه بسیاری از پرورش‌دهندگان طیور از این لاروها برای تغذیه طیور خود استفاده می‌کنند و از آنجاکه کرم‌ها خود از سبوس، جو، سویا، تغذیه می‌کنند، بهترین مکمل غذایی برای پرورش مرغ، بوقلمون، بلدرچین هستند که نتیجه آن رشد پرنده و تولید گوشت کاملاً طبیعی و باکیفیت است. به دلیل بالا بودن ارزش غذایی میل ورم، یکی از روش‌های عرضه آن به این صورت است که؛ این محصول را با پودرهای خنثی و یا ارزان‌قیمت مخلوط کرده تا کیفیت



## Determine and compare the chemicals composition (protein, fat, ash, moisture, carbohydrate and fiber) *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* larvae for livestock and poultry rations

Yahya ostadi<sup>1\*</sup>, Elham matofi<sup>1</sup>

*1-Department of Plant Protection, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

*Received: 29 August 2020*

*Acceptance: 5 January 2021*

### ABSTRACT

Considering that the world's population will increase to 9 billion by 2050, an important concern of today's societies is food supply for living organisms. Due to resource constraints, the amount of energy consumed to prepare animal protein, a population increase, rising food prices and many other cases, it is anticipated that extracted protein from edible insects due to the density of nutrients per gram, they are far better than beef or even fish, which can be included in the diet of livestock and poultry. In this study, fat and protein calculated together by Soxhlet and Keldal methods, moisture, ash and fiber by drying and burning method and carbohydrates by mathematical equation by *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* larvae to prepare livestock and poultry rations after 3 generations of feeding from carrots and potatoes With an average of  $19.68 \pm 0.207$  and  $18.93 \pm 0.383$  for protein and an average of  $13.89 \pm 0.415$  and  $16.79 \pm 0.496$  for fat. Also, fat, fiber and carbohydrate were higher in *Zophobas morio* larvae and moisture content was higher in *Tenebrio molitor* larvae, which there was no significant difference between the protein and ash content of the two larvae ( $P > 0.05$ ), but significant differences were observed between fat content, Moisture, fiber and carbohydrates ( $P < 0.05$ ) which can be considered in the diet of livestock and poultry due to the presses of these compounds.

**Keywords:** Chemicals composition, *Tenebrio molitor*, *Zophobas morio*, Livestock and poultry rations, Edible insects

\*Correspondance to: Yahya ostadi, Email: yahya.ostadi@srbiau.ac.ir, Tel: +98 09121041418

[view Journal](#)

<https://doi.org/10.30502/h.2021.245889.1048>



This paper is open access under [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International](#) license



## References

- 1-Ostadi, Y., Yavari, G., Shokat Fadaei, M., Ahmadian, M., Imani, S. (2016). Identification, prioritization and comparison educational barriers and effective sustainable development on production of edible insects as diets by AHP method from the viewpoint of selected groups. *Agricultural Extension and Education Research*, 8(serial 32), 45-62 [In Persian ]
- 2-Ostadi, Y., Yavari, G., Shokat Fadaei, M., Ahmadian, M., Imani, S. (2017). Identification and prioritization of obstacles in production of edible insects from perspective of livestock and poultry producers. *Journal of Entomological Research*, 9(1), 1-16. [In Persian ]
- 3- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *the State of Food and Agriculture 2013: Food Systems for Better Nutrition*. FAO.
- 4- Sánchez-Muros, M. J., Barroso, F. G., & Manzano-Agugliaro, F. (2014). Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 16-27.
- 5- Halloran, A., Muenke, C., Vantomme, P., & van Huis, A. (2014). Insects in the human food chain: global status and opportunities. *Food Chain*, 4(2), 103-118.
- 6- Hamerman, E. J. (2016). Cooking and disgust sensitivity influence preference for attending insect-based food events. *Appetite*, 96, 319-326.
- 7- Sánchez-Muros, M. J., Barroso, F. G., & Manzano-Agugliaro, F. (2014). Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 16-27.
- 8- Pascucci, S., & Magistris, T. D. (2013). Information bias condemning radical food innovators? The case of insect-based products in the Netherlands. *International Food and Agribusiness Management Review*, 16(1030-2016-82947), 1-16.
- 9- Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C. C., Paoletti, M. G., & Ricci, A. (2013). Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 12(3), 296-313.
- 10- Flores, R. C., Ponce-Reyes, R., & Rojas-García, F. (2015). Exploiting a pest insect species *Sphenarium purpurascens* for human consumption: Ecological, social, and economic repercussions. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(1), 75-84.
- 11- House, J. (2016). Consumer acceptance of insect-based foods in the Netherlands: Academic and commercial implications. *Appetite*, 107, 47-58.
- 12- EFSA Scientific Committee. 2015. Scientific Opinion on a risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal* 13(10): 4257
- 13- Tranter, H. (2013). Insects creeping into English diets: introducing entomophagy to school children in a provincial town. *Norwich: University of East Anglia, School of Biological Sciences*, 19-29.
- 14- Yen, A. L. (2009). Entomophagy and insect conservation: some thoughts for digestion. *Journal of Insect Conservation*, 13(6), 667.
- 15- Mushambanyi, T. M. B. (2000). Etude préliminaire orientée vers la production des chenilles consommables par l'élevage des papillons. *SOMMAIRE/INHOUD/SUMARIO*, 18(4 ), 208-211.
- 16- Van Huis, A. (2003). Insects as food in sub-Saharan Africa. *International Journal of Tropical Insect Science*, 23(3), 163-185.
- 17- van Broekhoven, S. (2015). *Quality and safety aspects of mealworms as human food* (Doctoral dissertation, Wageningen Universiteit).
- 18- Ramos-Elorduy, J. (2002). Edible insects of chiapas, Mexico. *Ecology of Food and Nutrition*, 41(4), 271-299.
- 19- Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: future prospects for food and feed security* (No. 171). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

20- Van Itterbeeck, J. (2014). *Prospects of semi-cultivating the edible weaver and Oecophylla smaragdina* (Doctoral dissertation, Wageningen University).

21- Ostadi, Y., Yavari, GH. Shokatfadaei, M., Ahmadian, M. and Imani, S. 2017. Identification and Prioritization Obstacles in Production of Edible Insects as Diets in Iran. 8st ICSA International Conference on Sustainable Agricultural For Food, Energy, Industry and Environment in Regional and Global Context, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

22- AOAC1995. Official methods of analysis, Association of official analytical chemists, INC. Arlington, Virginia, USA.

23- Tran, G., Heuzé, V., & Makkar, H. P. S. (2015). Insects in fish diets. *Animal frontiers*, 5(2), 37-44.

24- Ravindran, V., Hew, L. I., Ravindran, G., & Bryden, W. L. (1999). A comparison of ileal digesta and excreta analysis for the determination of amino acid digestibility in food ingredients for poultry. *British Poultry Science*, 40(2), 266-274.

25- Finke, M. D. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology: Published in Affiliation with the American Zoo and Aquarium Association*, 21(3), 269-285.

26- National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. *National Academy of Sciences Press, Washington DC, USA*.

27 - Kouřimská L, Adámková A. Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS journal*. 2016 Oct 1;4:22-6.

28- Murefu TR, Macheke L, Musundire R, Manditsera FA. Safety of wild harvested and reared edible insects: A review. *Food Control*. 2019 Jul 1;101:209-24.