



# مگس سرباز سیاه به عنوان پروتئین جایگزین: نگرشی نو در صنعت طیور

\* غلامحسین حبیبی

گروه علوم بالینی، دانشکده دامپزشکی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۲۸ اصلاح نهایی: ۱۴۰۲/۰۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۹

## چکیده

پروتئین ها یکی از درشت مولکولهای مهم تشکیل دهنده ی هستی هستند. پروتئین ها در ساختار و عملکرد سلولها نقش مهمی دارند. علاوه بر آن، پروتئین ها در تأمین نیتروژن و انجام فعالیتهای متابولیک در جانداران نقش به سزایی دارند. امروزه جمعیت جهان رو به افزایش است. پیش بینی شده که تا سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان از ۱۰ میلیارد نفر فراتر خواهد رفت. این افزایش جمعیت، افزایش نیاز به غذا را به همراه خواهد داشت. پروتئین ها، به عنوان پرهزینه ترین ماده ی اولیه در فرمولاسیون های غذایی، بخش مهمی از منابع تغذیه ای را به خود اختصاص می دهند؛ پس نیاز به پروتئین نیز به صورت روزافزون در حال افزایش است. محدودیت بودجه در کنار افزایش نیاز به تولید، اهمیت استفاده از منابع جدید تأمین پروتئین در صنایع دام و طیور را مطرح می کند. منابع پروتئینی حاصل از روش های جایگزین باید حاوی ترکیب آمینواسیدی مناسب باشند به گونه ای که بتوانند به میزان کافی آمینواسیدهای ضروری را تأمین کنند. همچنین، این روشها باید با کمترین هزینه ای تولید و کمترین میزان تخریب منابع محیطی همراه باشند. تاکنون منابع مختلفی جهت تولید پروتئین مورد بررسی قرار گرفته اند. از جمله ای این موارد می توان به باکتری ها، حشرات، جلبک ها، مخمرها و قارچ ها اشاره کرد که هر کدام مزایا و معایب مخصوص به خود را دارند. امروزه استفاده از مگس سرباز سیاه، به عنوان یکی از حشراتی که درصد مناسبی از وزن آن را پروتئین تشکیل می دهد مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. در این مقاله، به مزایا و معایب استفاده از مگس سرباز سیاه به عنوان منبع جایگزین پروتئین در صنعت طیور خواهیم پرداخت.

**واژه های کلیدی:** مگس سرباز سیاه، پروتئین جایگزین، چرخه زنگ کسی، پروتئین، اسید چرب

غلامحسین حبیبی. مگس سرباز سیاه به عنوان پروتئین جایگزین: نگرشی نو در صنعت طیور. مجله طب دامپزشکی جایگزین. ۱۴۰۲؛ ۶(۶): ۱۰۴۰-۱۰۵۱.

\* نویسنده مسئول: گروه علوم بالینی، دانشکده دامپزشکی، واحد کازرون، دانشگاه آزاد اسلامی، کازرون، ایران.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9239-1277>, Email: [habibigh42@yahoo.com](mailto:habibigh42@yahoo.com)

که تا سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان فراتر از ۱۰ میلیارد نفر خواهد رفت. همچنین، به نظر می‌رسد که میزان مصرف گوشت مرغ از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۵۰، ۱۷۳٪ افزایش خواهد یافت (Lu *et al.*, 2022). این افزایش نیاز به پروتئین، اهمیت استفاده از منابع جدید پروتئین را در کنار تلاش جهت بهینه سازی تولید حیوانات نشان می‌دهد. ایجاد پروتئین هایی با ترکیب آمینواسیدی بهینه روش مفیدی برای تامین غذای سالم تر برای انسانها و حیوانات است (Ritala *et al.*, 2017).

### پروتئین های جایگزین مفهوم واژه

هم اکنون منابع غیر معمول جهت ایجاد راه های کارامدتر و پر بازده تر برای تولید پروتئین در حال بررسی هستند. این منابع جدید، با نام "پروتئین های جایگزین" مشخص می‌شوند. البته، در مناطق مختلف جهان ممکن است مفاهیم متفاوتی از این واژه برداشت شود. به گونه‌ای که در مناطقی از آفریقا، برخلاف اروپا، اکثریت پروتئین موردنیاز از منابع گیاهی (ونه جانوری) تامین می‌شود؛ پس واژه‌ی "پروتئین های جایگزین" در اروپا و آفریقا به مفاهیم متفاوتی اشاره می‌کند. به همین دلیل، بهتر است در آینده واژه‌ی دیگری جایگزین آن شود تا در همه‌ی موارد یک مفهوم واحد را برساند (Grossmann & Weiss, 2021).

### منابع پروتئین های جایگزین

"پروتئین های تک سلولی" (Single cell protein) یکی از این منابع هستند. این منابع میکروارگانیسم هایی هستند که جهت تولید پروتئین مورد استفاده قرار می‌گیرند. باکتری‌ها، مخممرها و جلک‌ها جزء این دسته از پروتئین های جایگزین ها قرار می‌گیرند. ۵۰ تا ۸۰ درصد از وزن خشک باکتری‌ها،

### مقدمه

پروتئین‌ها جزو چهار درشت مولکول تشکیل دهنده‌ی هستی هستند (Molnar & Gair, 2015). ریشه‌ی کلمه‌ی پروتئین واژه‌ی یونانی "proteios" به معنای "نخستین" می‌باشد که اشاره به نقش مهم و بنیادی پروتئین در بافت‌های انسان و حیوانات دارد. آمینواسیدها اجزای تشکیل دهنده‌ی پروتئین‌ها هستند. حدود ۲۰ آمینواسید مختلف در ساختار پروتئین‌ها به کار می‌رود. جهت ساخت پروتئین، آمینواسیدها با پیوند پیتیدی به یکدیگر متصل می‌شوند (Wu, 2016). پروتئین‌ها علاوه بر تاًمین نیتروژن در جانداران در ساختار و عملکرد سلولها و فعالیتهای متابولیک نیز نقش مهمی دارند (Bratosin *et al.*, 2021). آمینواسیدها به دو دسته‌ی ضروری و غیرضروری تقسیم می‌شوند (Lopez & Mohiuddin, 2023). آمینواسیدهای غیرضروری توسط بدن تولید می‌شوند؛ درحالیکه بدن توانایی ساخت آمینواسیدهای ضروری را ندارد و این آمینواسیدها باید بواسیله Litwack, 2017; Lopez and Mohiuddin 2023) غذا دریافت شوند (Shirvani *et al.*, 2011). ارزش غذایی پروتئین‌ها توسط ترکیب آمینواسیدی (به خصوص درصد و نوع آمینواسیدهای ضروری)، میزان هضم آن در بدن و توانایی بدن در استفاده از آمینواسیدهای آن برای ساخت پروتئین جدید مشخص می‌شود (Henry & Kon 1958; Ritala *et al.*, 2017). پروتئین پرهزینه ترین ماده‌ی اولیه در فرمولاسیون‌های غذایی است و یکی از دلایل افزایش چشمگیر این هزینه طی سالهای اخیر، بازده ناکافی روش‌های سنتی تولید پروتئین و رقابت زیاد انسانها و حیوانات در مصرف آنها است. پیش‌بینی شده

ها باید مناسب باشد (از نظر محتوای اسیدآمینه های ضروری) و همچنین جذب آمینواسیدهای حاصل از آنها در لوله‌ی Gorissen *et al.*, 2018, Gorissen *et al.*, 2018, Quintieri *et al.*, 2023 باکتری‌ها) منابع تولید پروتئین مواد دیگری نیز می‌سازند که برای مصارف حیوانی و انسانی مضر هستند. در این موارد نیاز به خالص سازی مواد پروتئینی و جداسازی مواد ناخواسته لازم است (Nasseri *et al.*, 2011). مثلاً در گیاه pea grass موادی به نام neuroexcitatory  $\beta$ -N-oxalyl-l- $\alpha$ ,  $\beta$ -diaminopropionic acid ( $\beta$ -ODAP) یافت شد که در انسان موجب نورودژنراسیون می‌شوند. در قارچ‌ها نیز توکسین‌های قارچی وجود دارند که نیاز به جداسازی دارند. روش‌های جداسازی مختلفی برای جدا کردن اینگونه مواد مضر وجود دارد. به طور مثال دیده شد که حرارت میزان  $\beta$ -ODAP را کاهش می‌داد. همچنین دیده شد که با اضافه کردن ژن *Ery4 laccase* با استفاده از مهندسی ژنتیک، بیان این آنزیم (که خاصیت آنتی اکسیدانی نیز دارد) موجب کاهش توکسین‌های قارچی می‌شود (Quintieri *et al.*, 2023). همچنین تولید این مواد باید کمترین اثر مخرب را بر محیط زیست داشته باشد (Khan, 2018). دیده شده که حشرات از این نظر بسیار مناسب هستند؛ زیرا تولید گازهای گلخانه‌ای، تخرب جنگل و مصرف زیاد آب در تولید حشرات مطرح نمی‌باشد (Khan 2018, Queiroz *et al.*, 2023).

### استفاده از مگس سرباز سیاه

حشره‌ای ساپروفتی از راسته‌ی *Hermetia illucens* Black soldier Diptera است که مگس سرباز سیاه (fly نامیده می‌شود که لارو آن

۴۵ تا ۶۵ درصد از وزن خشک مخمرها و ۴۵ تا ۷۳ درصد از وزن خشک جلبک‌ها از پروتئین تشکیل شده است (Nasseri *et al.*, 2011, Matos 2019) دانه‌ی گیاهان غلافدار مانند دانه‌ی سویا و نخودفرنگی نیز جزء پروتئین‌های جایگزین به شمار می‌روند (Quintieri *et al.*, 2023). ۱۷ تا ۳۰٪ از وزن خشک آنها از پروتئین تشکیل شده است (Goldstein and Reifen 2022). قارچ‌های خوراکی مانند *Agaricus bisporus* نیز بعنوان پروتئین‌های جایگزین مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (Quintieri *et al.*, 2023). بسته به گونه‌ی قارچ‌ها ۱۹ تا ۴۵ درصد از وزن خشک قارچ‌ها از پروتئین تشکیل شده است (Quintieri *et al.*, 2023).

حشرات را نیز از دیرباز به عنوان جایگزینهای مناسب جهت تولید پروتئین در نظر گرفته‌اند. ۴۰ تا ۶۰٪ از وزن خشک آنها را پروتئین‌ها تشکیل می‌دهند. اعضای راسته‌های Orthoptera, Megadrilacea, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera، پروتئین مورد بررسی قرار گرفته‌اند (Khan, 2018).

### ویژگی‌های مورد نیاز پروتئین‌های جایگزین

جایگزین‌های پروتئین باید سرعت تولید مثل بالاتری داشته باشند. مثلاً سرعت رشد باکتری‌ها از مخمرها بیشتر است. ویژگی دیگری که بر هزینه و اثربخشی تولید اثر می‌گذارد سایز ارگانیسم می‌باشد؛ به گونه‌ای که هر چه سایز آن کوچکتر باشد هزینه‌ی تولید بیشتر می‌شود (Nasseri *et al.*, 2011). در صورت استفاده از گیاهان گیاه مورد استفاده باید از گیاهانی استفاده شود که کشت آنها راحت انجام گیرد (Quintieri *et al.*, 2023). ترکیب آمینواسیدی پروتئین

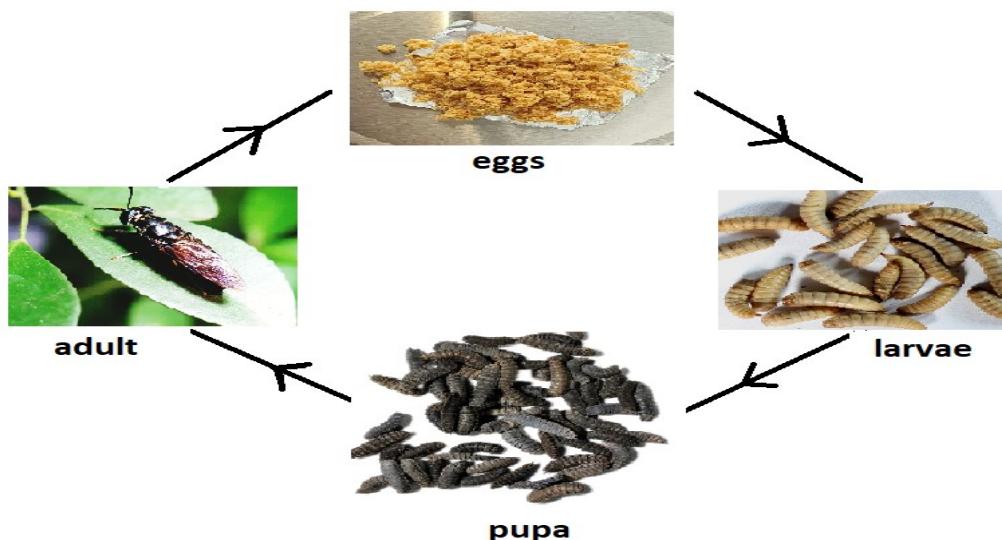
ضایعات آلی تغذیه می کند (Isibika *et al.*, 2023). در صد آب ضایعات آلی نباید کمتر از ۷۰٪ باشد. برخلاف لارو، مگس بالغ فقط آب مصرف می کند (Wang & Shelomi, 2017).

این حشرات در مکان های معتمد تا حاره ای فعالیت مناسبی دارند (Lu *et al.*, 2022). دمای مناسب جهت رشد و تکثیر آنها ۲۵ تا ۳۰ درجه هی سانتیگراد است و دیده شده که بقای آنها در دمای ۳۶ درجه هی سانتیگراد به شدت کاهش می یابد (Wang & Shelomi 2017, Lu *et al.*, 2022). این حشرات همچنین در مناطق سردسیر توانایی رشد ندارند (Lu *et al.*, 2022).

(Black soldier fly larvae, BSFL) در تغذیه می طیور کاربرد دارد (Lu *et al.*, 2022).

### چرخه هی زندگی و تغذیه

به طور کلی چرخه هی زندگی مگس سیاه از چهار مرحله هی تخم (۲ تا ۴ روز)، لارو (۱۸ روز) شفیره (۱۴ روز) و مگس بالغ (۹ روز) تشکیل شده است (شکل ۱) (Cannella *et al.*, 2016, Liu *et al.*, 2017, Müller *et al.*, 2017). مگس ماده در اطراف لبه هی (ونه بر روی) مواد غذایی مناسب لاروها تخم گذاری می کند (Liu *et al.*, 2017). فعالیت تغذیه ای این مگس فقط در مرحله هی لاروی (2017). انجام می گیرد (Müller *et al.*, 2017). این مگس از



شکل ۱. چرخه هی زندگی مگس سرباز سیاه

کمتری نیاز دارد و آنها گازهای گلخانه ای کمتری نسبت به محصولات حیوانی تولید می کنند (Wang & Shelomi, 2017). هر حشره تعداد زیادی تخم (۵۰۰-۱۰۰۰) در هنگام تخم گذاری تولید می کند (Müller *et al.*, 2017). استفاده هی آنها از پسماند موجب تبدیل پسماندهای آلی به

### مزایای استفاده از BSFL

از مزایای استفاده از این حشرات این است که چرخه هی زندگی آنها کوتاه است و آنها تمایلی به غذاهای تازه و بدن انسان ندارند نیش نمی زنند و ناقل بیماری نیستند (Wang & Shelomi, 2017, Lu *et al.*, 2022, Shah *et al.*, 2022). پرورش آنها در مقایسه با حیوانات به آب و فضای

مطالعات مختلف در صد پروتئین این حشره را ۳۱/۷ تا ۴۷/۶٪ وزن خشک آن بدست آوردند. همچنین در صد چربی بدن این حشرات بین ۱۱/۸ تا ۳۴/۳٪ وزن خشک حشره بدست آمد (Wang & Shelomi, 2017). وزن خالص پروتئین در آنها (۲۱۵-۶۵۵ g) از در میان (۲۱۴/۷) گرم در هر کیلو گرم (g/kg) از BSFL بود که این میزان از وزن پروتئین کنجاله‌ی سویا (۴۹۴/۴ g/kg) و پودر ماهی (۶۷۵/۳ g/kg) بسیار بیشتر بود. پس از جداسازی چربی، وزن چربی آن به ۶۹/۲ g/kg رسید که همچنان از میزان چربی کنجاله‌ی سویا بیشتر بود. میزان فیبر موجود در آن (۴۱-۲۱۳ g/kg) بدست آمد (جدول ۱). در حالیکه کنجاله‌ی سویا و پودر ماهی به ترتیب حاوی ۷۴/۳ و ۲/۶ g/kg فیبر بودند. میزان کیتین نیز (۳۸/۷-۷۲/۱ g/kg) بود (Lu, et al., 2022).

Ziviet توode‌ی حشره می‌شود (Wang & Shelomi, 2017). در نتیجه امکان ایجاد ضریب تبدیل غذایی مطلوب در عین پرورش لارو با خواراک کم کیفیت وجود دارد (Shah et al., 2022). همچنین پس از استفاده‌ی لاروها از پسماندها دیده شد که بار میکروبی بسترها کاهش یافت؛ به گونه‌ای که کمپوست‌های فرآوری شده غلظت کمتری از باکتریوفاژها و باکتری‌های مانند سالمونلا انتریتیدیس و انتروکوکوس کلی را نشان می‌دادند (Wang & Shelomi, 2017). استفاده‌ی این حشره از این پسماندها در حفظ اکوسیستم‌ها نیز کمک می‌کند. این مگس‌ها توانایی تولید انواعی از پپتیدهای با خاصیت ضد میکروبی نیز دارند که با توجه به افزایش روزافزون سویه‌های باکتری مقاوم به آنتی‌بیوتیک می‌توانند جهت مقابله با باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک مؤثر باشند (Shah et al., 2022).

	BSFL پس از جداسازی چربی	BSFL	کنجاله‌ی سویا	پودر ماهی
(g/kg) پروتئین	۲۱۶-۶۵۵	۲۷۵/۴-۴۳۹	۴۹۴/۴	۶۷۵/۳
(g/kg) چربی	۶۹/۲	(۲۹۴-۵۱۵/۳) ۳۵۳/۲	۱۴	۱۰۳/۶
(g/kg) فیبر	۷۰-۷۴	۴۱-۲۱۳	۷۴/۳	۲/۶
	Schiavone et al., 2017; Tyshko et al., 2021; Lu et al., 2022	Spranghers et al., 2017; Onsongo et al., 2018; Shumo et al., 2019; Rawski et al., 2020; Yildirim-Aksoy et al., 2020; de Souza Vilela et al., 2021; Tyshko et al., 2021; Lu et al., 2022	Council 2012; Lu et al., 2022	Council 2012; Lu et al., 2022

جدول ۱. مقایسه‌ی میزان پروتئین و چربی در BSFL با کنجاله‌ی سویا و پودر ماهی.

لوسین، لیزین و والین میزان بیشتری نسبت به سایر آمینواسیدها داشتند و همچنین نسبت به پودر ماهی و کنجاله‌ی سویا میزان بیشتری از این آمینواسیدها را دارا بودند. کمترین میزان

### ترکیب آمینواسیدها

بروفائل آمینواسیدی BSFL در جدول ۲ با کنجاله‌ی سویا و پودر ماهی مقایسه شده است. از میان آمینواسیدهای ضروری،

سویا بود. میزان فنیل آلانین و ترئونین در آن مشابه پودر ماهی و کنجاله‌ی سویا بود و میزان هیستیدین و آرژینین کمتر از پودر ماهی و کنجاله‌ی سویا بود.

آمینواسید در آنها را متیونین و تریپتوфан تشکیل می‌دادند که میزان آنها قابل مقایسه با کنجاله‌ی سویا بود. میزان هیستیدین و ایزوولوسین بیشتر از میزان آن در پودر ماهی و کنجاله‌ی سویا

پودر ماهی	کنجاله‌ی سویا	BSFL	BSFL پس از جداسازی چربی	نام آمینواسید	آمینواسیدهای ضروری
۴۱	۳۵/۷	(۱۸/۷-۶۲)۳۳	۲۰/۷	آرژینین	آمینواسیدهای ضروری
۱۵/۴	۱۴/۲	(۹/۸-۴۸)۲۱/۸	۱۶/۳	هیستیدین	
۲۷/۳	۲۲/۱	(۱۷/۷-۴۸)۲۸/۶	۲۴	ایزوولوسین	
۴۷/۷	۳۸/۶	(۲۷/۸-۷۸/۳)۴۵/۸	۳۶/۷	لوسین	
۴۸/۷	۳۱/۱	(۲۳-۷۴)۴۱	۲۵/۲	لیزین	
۱۸/۵	۶/۸	(۸-۲۱)۹/۲	۸/۵۶	متیونین	
۲۶/۴	۲۵/۵	(۱۶/۴-۷۷/۶)۳۴/۹	۲۱/۸	فنیل آلانین	
۲۷/۵	۱۹/۸	(۱۶/۲-۴۵)۲۷/۵	۲۱/۸	ترئونین	
۶/۷	۶/۶	(۰-۶/۳)۲/۸	-	تریپتوfan	
۳۲/۷	۲۱/۷	(۲۵-۶۷/۹)۴۰/۹	۳۴/۵	والین	
۴۱/۹	۲۱/۶	(۲۵/۶-۸۲/۱)۳۷/۳	۴۳/۷	آلانین	آمینواسیدهای غیر ضروری
۵۷/۷	۵۵	(۳۵/۶-۱۰۳)۵۶	۴۸/۸	آسپارتیک	
۶/۵	۷/۷	(۲/۲-۷/۶)۴/۲	۰/۲	اسید سیستئن	
۵۰/۳	۲۱/۳	(۲۴/۶-۶۱/۵)۳۶/۱	۳۰/۳	گلیسین	
۸۴/۱	۸۸/۶	(۳۸/۴-۱۳۱)۶۰/۵	۶۳/۷	گلوتامیک	
۳۰/۸	۲۷/۴	(۲۳/۱-۶۶/۸)۳۳/۴	۳۲/۷	پرولین	
۲۵/۹	۲۴/۱	(۱۵/۲-۴۸/۸)۲۶/۲	۲۶/۸	سرین	
۲۰/۱	۱۵/۵	(۲۶/۵-۶۷/۱)۳۰	۳۴/۱	تیروزین	
Council, 2012	Müller <i>et al.</i> , 2017; Spranghers <i>et al.</i> , 2017; Onsongo <i>et al.</i> , 2018; Rawski <i>et al.</i> , 2020; Romano <i>et al.</i> , 2021; Shah <i>et al.</i> , 2022	Schiavone <i>et al.</i> , 2017	-	منابع	

جدول ۲: مقایسه میزان هر آمینواسید (g/kg) در BSFL با کنجاله‌ی سویا و پودر ماهی.

تا حدودی در لارو beetle نیز وجود دارد؛ زیرا لارو آنها نیزداری میزان قابل توجهی اسید چرب mono-adult unsaturated است. اما بعضی از حشرات مانند mealworm و cricket میزان بسیار بیشتری از اسیدهای چرب poly-unsaturated (که مفید هستند) را نسبت به BSFL در ساختار خود دارند. یکی از راه حل های تغییر پروفایل اسیدهای چرب BSFL تغییر ترکیب چربی مواد غذایی مورد استفاده‌ی آنهاست (Wang & Shelomi, 2017).

## پروفایل اسیدهای چرب

دیده شده که بدليل چربی‌های اشباع زیاد در BSFL استفاده از آنها موجب افزایش اسید چرب‌های اشباع و mono-unsaturated (که مضر هستند) می‌شود؛ به علاوه اسیدهای چرب poly-unsaturated که مفید هستند را کاهش می‌دهند (Wang & Shelomi, 2017; Cullere *et al.*, 2018; Moula *et al.*, 2018; Cullere *et al.*, 2019; Gariglio *et al.*, 2021). بیشترین میزان چربی موجود در ساختار BSFL را اسید لوریک تشکیل می‌دهد (Lu *et al.*, 2022). این مشکل

نوع اسید چرب	BSFL
Lauric acid	۷۵-۵۷۵
Myristic acid	۲۳-۹۸/۷
Palmitic acid	۱۰/۳-۱۹۲
Stearic acid	۹/۸-۶۹
Oleic acid	۷۹/۷-۲۶۶
Palmitoleic acid	۱۰/۳-۱۹۲
Linoleic acid	۳۸-۳۱۴
Linolenic acid	۹/۸-۳۶
Saturated fatty acid	۲۶۲-۷۸۲/۹
Mono-unsaturated fatty acid	۸۵/۵-۲۸۷
n-6 poly-unsaturated fatty acid	۸۰-۳۱۴
n-3 poly-unsaturated fatty acid	۹/۸-۳۶
منابع	Spranghers <i>et al.</i> , 2017; Rabani <i>et al.</i> , 2019; Ewald <i>et al.</i> , 2020; Rawski <i>et al.</i> , 2020; Daszkiewicz <i>et al.</i> , 2022; Lu <i>et al.</i> , 2022; Nayohan <i>et al.</i> , 2022

جدول ۳. مقایسه میزان و انواع اسیدهای چرب در BSFL با کنجاله‌ی سویا و پودر ماهی (g/kg در وزن خشک)

همچنین مصرف این حشره میزان مناسبی از مس، منیزیوم، منگنز، فسفر، پتاسیم و روی را تأمین می‌کند. این حشره می‌تواند جیوه، مولیبدنیوم و باریوم (که برای جانداران مضرنند) را نیز در بافت‌های بدن خود انباسته کند و بدین ترتیب برای

## مواد معدنی BSFL

یکی از مزیتهای این حشره این است که میزان کلسیم موجود در این حشره نسبت به میزان کلسیم پودر ماهی و سایر حشرات بیشتر است (Wang & Shelomi, 2017).

است که استفاده از حشرات بعنوان غذای حیوانات را منع می کند (Rehman *et al.*, 2023). برای تولید این حشرات باید ترجیحاً از منابع غذایی غیر حیوانی برای تغذیه‌ی آنها استفاده شود. همچنین باید از اینکه این حشرات ناقل هیچ‌گونه بیماری انسانی حیوانی و گیاهی نباشند نیز اطمینان حاصل کرد (Lu *et al.*, 2022).

### نتیجه گیری

با توجه به محتوای پروتئینی غنی BSFL، استفاده از آن به عنوان خوراک دام و طیور در آینده در ابعاد گسترده قابل انتظار است (Lu *et al.*, 2022). به علاوه، خواص آن به عنوان آنتی اکسیدان و بهبود دهنده‌ی ایمنی نیز جهت مصارف آینده نیازمند تحقیقات بیشتر است. انجام تحقیقات بیشتر جهت بهبود پروفایل اسیدهای چرب این حشرات نیز لازمه‌ی گسترش مصرف آنهاست. به منظور رسیدن به حداقل کارایی، بایستی فرمولاسیون جیره‌های حاوی BSFL در آزمایشات بالینی مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به کاستی‌های اطلاعات کنونی، پژوهش‌های بیشتری جهت مشخص نمودن تمام ابعاد پرورش و مصرف این حشرات بعنوان منبع غذایی جایگزین مورد نیاز است.

### References

- Abd El-Hack ME., Shafi ME., Alghamdi WY., Abdelnour SA., Shehata AM., Noreldin A.E., et al. Black soldier fly (*hermetia illucens*) meal as a promising feed ingredient for poultry: a comprehensive review. *Agriculture*, 2020; 10: 339.
- Bratosin BC., Darjan S. and Vodnar DC. Single Cell Protein: A potential substitute

جاندارانی که از آنها تغذیه می‌کنند مشکل ساز شود (Lu *et al.*, 2022).

### اثرات استفاده از BSFL در تغذیه‌ی طیور

مطالعات مختلفی اثرات استفاده از مقادیر مختلف BSFL را در رشد طیور مورد بررسی قرار داده اند (Lu *et al.*, 2022). با مقایسه‌ی مطالعات انجام شده به نظر می‌رسد در صورتیکه BSFL، ۱۰٪ از رژیم غذایی را تشکیل دهد، Dabbou *et al.*, (2018; Onsongo *et al.*, 2018

از آنجایی که ایمونوگلوبولین‌های در گردش در طیور مصرف کننده‌ی BSFL افزایش می‌یابد، مصرف آن در طیور ایمنی را بهبود می‌بخشد (Abd El-Hack *et al.*, 2020). همچنین این حشرات دارای خواص آنتی اکسیدانی نیز هستند (Gariglio *et al.*, 2019).

### مشکلات استفاده از BSFL

جهت استفاده از BSFL به عنوان منبع غذایی، پذیرش مصرف حشرات توسط مصرف کنندگان یکی از موارد پراهمیت است (Lu *et al.*, 2022). از دیگر مسائل مشکل ساز در تولید انبوه این حشرات قوانین سخت گیرانه‌ی اروپا

in human and animal nutrition. *Sustainability*, 2021; 13: 9284.

Cannella L., Ferrarezi R., Nassee ARA., and Bailey DS. Alternative sources of food for aquaponics in the us virgin islands: a case study with black soldier flies. *Agricul Exp Station*, 2016; 34-39.

Council NR. Nutrient requirements of swine. 11nd ed., Washington, DC: The National Academies Press, 2012.

Cullere M., Schiavone A., Dabbou S., Gasco L. and Dalle Zotte A. Meat Quality and Sensory Traits of Finisher Broiler Chickens Fed with Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens* L.) Larvae Fat as Alternative Fat Source. *Animals*, 2019; 9(4):140.

Cullere M., Tasoniero G., Giaccone V., Acuti G., Marangon A. and Dalle Zotte A. Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: meat proximate composition, fatty acid and amino acid profile, oxidative status and sensory traits. *Animal*, 2018; 12(3): 640-647.

Dabbou S., Gai F., Biasato I., Capucchio MT., Biasibetti E., Dezzutto D., et al. Black soldier fly defatted meal as a dietary protein source for broiler chickens: Effects on growth performance, blood traits, gut morphology and histological features. *J Anim Sci Biotechnol*, 2018; 9: 9: 49.

Daszkiewicz T., Murawska D., Kubiak D. and Han J. Chemical Composition and Fatty Acid Profile of the Pectoralis major Muscle in Broiler Chickens Fed Diets with Full-Fat Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Meal. *Animals* (Basel), 2022; 12(4): 464.

de Souza Vilela J., Alvarenga TIRC., Andrew NR., McPhee M., Kolakshyapati M., Hopkins DL., et al. Technological quality, amino acid and fatty acid profile of broiler meat enhanced by dietary inclusion of black soldier fly larvae. *Foods*, 2021; 10(2): 297.

Ewald N., Vidakovic A., Langeland M., Kiessling A., Sampels S. and Lalander C. Fatty acid composition of black soldier

fly larvae (*Hermetia illucens*) - Possibilities and limitations for modification through diet. *Waste Manag*, 2020; 102: 40-47.

Gariglio M., Dabbou S., Crispo M., Biasato I., Gai F., Gasco L., et al. Effects of the dietary inclusion of partially defatted black soldier fly (*hermetia illucens*) meal on the blood chemistry and tissue (spleen, liver, thymus, and bursa of fabricius) histology of muscovy ducks (*cairina moschata domestica*). *Animals* (Basel), 2019; 9(6): 307.

Gariglio M., Dabbou S., Gai F., Trocino A., Xiccato G., Holodova M., et al. Black soldier fly larva in Muscovy duck diets: effects on duck growth, carcass property, and meat quality. *Poult Sci*, 2021; 100(9): 101303.

Ghasemi Y., Rasoul-Amini S. and Morowvat MH. Algae for the production of SCP. *Bioprocess Sciences and Technology*: Nova Science Publishers, Inc: 2011; 163-184.

Goldstein N. and Reifen R. The potential of legume-derived proteins in the food industry. *Grain Oil Sci. Technol*, 2022; 5(4): 167-178.

Gorissen SHM., Crombag JJR., Senden JMG., Waterval WAH., Bierau J., Verdijk LB., et al. Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. *Amino Acids*, 2018; 50(12): 1685-1695.

Grossmann L. and Weiss J. Alternative protein sources as technofunctional food ingredients. *Annu Rev Food Sci Technol*, 2021; 12: 93-117.

Henry KM. and Kon S. The nutritive value of proteins: general considerations. *Proc Nutr Soc*, 1958; 17(1): 78-85.

- Isibika A., Simha P., Vinnerås B., Zurbrügg C., Kibazohi O., Lalander C. Food industry waste-An opportunity for black soldier fly larvae protein production in Tanzania. *Sci Total Environ*, 2023; 858: 159985.
- Khan SH. Recent advances in role of insects as alternative protein source in poultry nutrition. *J Appl Anim Res*, 2018; 46(1): 1144-1157.
- Litwack G. Human biochemistry. 1nd ed., Academic Press, 2017.
- Liu X., Chen X., Wang H., Yang Q., Ur Rehman K., Li W., et al. Dynamic changes of nutrient composition throughout the entire life cycle of black soldier fly. *PLoS One*, 2017; 12(8): e0182601.
- Lopez MJ. and Mohiuddin SS. Biochemistry, essential amino acids. [Updated 2023 Mar 13]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-.
- Lu S., Taethaisong N., Meethip W., Surakhunthod J., Sinpru B., Sroichak T., et al. Nutritional composition of black soldier fly larvae (*hermetia illucens* l.) and its potential uses as alternative protein sources in animal diets: a review. *Insects*, 2022 ; 13(9): 831.
- Matos AP. Microalgae as a potential source of proteins. *Proteins: sustainable source, processing and applications*, Elsevier, 2019; 63-96.
- Molnar C. and Gair J. Concepts of biology. 1nd Canadian edition., BCcampus: Victoria, BC, Canada, 2015.
- Moula N., Scippo ML., Douny C., Degand G., Dawans E., Cabaraux JF., et al. Performances of local poultry breed fed black soldier fly larvae reared on horse manure. *Anim Nutr*, 2018; 4(1): 73-78.
- Müller A., Wolf D. and Gutzeit HO. The black soldier fly, *Hermetia illucens* - a promising source for sustainable production of proteins, lipids and bioactive substances. *Z Naturforsch C J Biosci*, 2017; 72(9-10): 351-363.
- Nasseri A., Rasoul-Amini S., Morowvat MH. and Ghasemi Y. Single cell protein: production and process. *Am J Food Technol*, 2011; 6: 103-116.
- Nayohan S., Susanto I., Permata D., Tri Pangesti R., Rahmadani M. and Jayanegara A. Effect of dietary inclusion of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) on broiler performance: A meta-analysis. *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, 2022.
- Onsongo VO., Osuga IM., Gachuiiri CK., Wachira AM., Miano DM., Tanga CM., et al. Insects for Income Generation Through Animal Feed: Effect of Dietary Replacement of Soybean and Fish Meal With Black Soldier Fly Meal on Broiler Growth and Economic Performance. *J Econ Entomol*, 2018; 111(4): 1966-1973.
- Queiroz LS., Nogueira Silva NF., Jessen F., Mohammadifar MA., Stephani R., Fernandes de Carvalho A., et al. Edible insect as an alternative protein source: a review on the chemistry and functionalities of proteins under different processing methods. *Heliyon*, 2023; 9(4): e14831.
- Quintieri L., Nitride C., De Angelis E., Lamonaça A., Pilolli R., Russo F., et al. Alternative protein sources and novel foods: benefits, food applications and safety issues. *Nutrients*. 2023; 15(6): 1509.

Rabani V., Cheatsazan H. and Davani S. Proteomics and lipidomics of black soldier fly (diptera: stratiomyidae) and blow fly (diptera: calliphoridae) larvae. *J Insect Sci*, 2019; 19(3): 29.

Rawski M., Mazurkiewicz J., Kierończyk B. and Józefiak D. Black Soldier fly full-fat larvae meal as an alternative to fish meal and fish oil in siberian sturgeon nutrition: the effects on physical properties of the feed, animal growth performance, and feed acceptance and utilization. *Animals* (Basel), 2020; 10(11): 2119.

Rehman KU., Hollah C., Wiesotzki K., Rehman RU., Rehman AU., Zhang J., et al. Black soldier fly, *Hermetia illucens* as a potential innovative and environmentally friendly tool for organic waste management: A mini-review. *Waste Manag Res*, 2023; 41(1): 81-97.

Ritala A., Häkkinen ST., Toivari M. and Wiebe MG. Single cell protein-state-of-the-art, industrial landscape and patents 2001-2016. *Front Microbiol*, 2017; 8: 2009.

Romano N., Fischer H., Kumar V., Francis SA. and Kumar Sinha A. Productivity, conversion ability, and biochemical composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae fed with sweet potato, spent coffee or dough. *Int J Trop Insect Sci*, 2022; 42: 183-190.

Schiavone A., De Marco M., Martínez S., Dabbou S., Renna M., Madrid J., Hernandez F., et al. Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal

amino acid digestibility. *J Anim Sci Biotechnol*, 2017; 8: 51.

Shah AA., Totakul P., Matra M., Cherdthong A., Hanboonsong Y. and Wanapat M. Nutritional composition of various insects and potential uses as alternative protein sources in animal diets. *Anim Biosci*, 2022; 35(2): 317-331.

Shumo M., Osuga IM., Khamis FM., Tanga CM., Fiaboe KKM., Subramanian S., et al. The nutritive value of black soldier fly larvae reared on common organic waste streams in Kenya. *Sci Rep*, 2019; 9(1): 10110.

Spranghers T., Ottoboni M., Klootwijk C., Ovyn A., Deboosere S., De Meulenaer B., et al. Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates. *J Sci Food Agric*, 2017; 97(8): 2594-2600.

Tyshko NV., Zhminchenko VM., Nikitin NS., Trebukh MD., Shestakova SI., Pashorina VA., et al. The comprehensive studies of *Hermetia illucens* larvae protein's biological value. *Vopr Pitan*, 2021; 90(5): 49-58.

Wang YS. and Shelomi M. Review of black soldier fly (*Hermetia illucens*) as animal feed and human food. *Foods*, 2017; 6(10): 91.

Wu G. Dietary protein intake and human health. *Food Funct*, 2016; 7(3): 1251-1265.

Yildirim-Aksoy, M., Eljack R. and Beck B. Nutritional value of frass from black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*, in a channel catfish, *Ictalurus punctatus*, diet. *Aquac Nutr*, 2020; 26(3): 819-2.



# Black Soldier Fly as an Alternative Protein: A New Insight in Poultry Industry

Gholam Hossein Habibi\*

Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kazerun Branch, Islamic Azad University, Kazerun, Iran

Received: 18/May/2023

Revised: 15/Jun/2023

Accepted: 19/Jun/2023

## Abstract

Proteins are one of the important macromolecules that make living systems. Proteins play important roles in the structure and function of the cells. Additionally, proteins supply living organisms with nitrogen and carry out their metabolic activities. Today, the world's population is increasing. It is predicted that by 2050, the world population will exceed 10 billion people. This increase in population will increase the need for food. Proteins, as the most expensive materials in food formulations, form an important part of nutritional resources, so the need for protein is increasing day by day. The budget limitations, along with the increase in need for food production, raise the importance of using new sources of protein supply in livestock and poultry industries. Alternative protein sources must contain appropriate amino acid composition to provide the food consumers with adequate necessary amino acids. Also, these methods should be done at the lowest production cost and the lowest amount of environmental destruction. So far, various alternatives for protein have been investigated. Some of these alternatives are bacteria, insects, algae, yeasts, and fungi. Each of them has its advantages and disadvantages. Nowadays, black soldier flies, insects with acceptable protein contents, have received much attention. In this article, we will discuss the pros and cons of using black soldier fly as an alternative source of protein in the poultry industry.

**Keywords:** *Black soldier fly, Replacement protein, Life cycle, Protein, Fatty acid*

**Cite this article as:** Gholam Hossein Habibi. Black soldier fly as an alternative protein: a new insight in poultry industry. J Altrn Vet Med. 2022; 6(17): 1040-1051.

## \* Corresponding Author

Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kazerun Branch,

Islamic Azad University, Kazerun, Iran.

E-mail: [habibigh42@yahoo.com](mailto:habibigh42@yahoo.com), Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9239-1277>