افروز بوکان

دانشجوی دکتری حشره‌شناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

Afrooz.boukan@ut.ac.ir

نقش کارآمد و نوین مگس سیاه در مدیریت پسماند آلی

مگس سرباز سیاه Hermetia illucens L. (Diptera: Stratiomiydae) (BSF) یک مگس ساپروفاژ بومی منطقه‌ی نئوتروپیک است (شکل ۱). با این‌حال، دامنه‌ی توزیع این مگس با گذشت زمان و توسعه‌ی حمل‌ونقل بین‌المللی از دهه ۱۹۴۰ به‌طور گسترده‌ای تغییریافته و تا مناطق گرم‌تر جهان پراکنش یافته است. مگس‌های سرباز شامل حدود ۲۸۰۰ گونه‌ی توصیف‌شده در سراسر دنیا می‌باشند.

شکل ۱. مگس سرباز سیاه بالغ (Hermetia illucens)

حشرات بالغ مگس سرباز فاقد قطعات دهانی جونده بود و فقط توسط خرطوم لوله‌ای خود، قادر به مکیدن مایعات هستند. به همین دلیل به‌واسطه‌ی چربی و پروتئین دریافت شده در مرحله‌ی لاروی زنده می‌مانند. لاروها دارای شش مرحله‌ی لاروی هستند و تا ۲۰-۱۸ میلی‌متر رشد می‌کنند.

مگس‌های بالغ معمولاً ترجیح می‌دهند در نزدیکی زیستگاه‌های لاروی زندگی کنند که بیشتر در تالاب‌ها، مناطق مرطوب، زیر پوستک درختان، روی مواد دفعی حیوانات و مواد آلی در حال پوسیدن است. لاروهای بسیاری از گونه‌ها در محیط‌های آبزیان، مانداب‌ها و مواد آلی در حال پوسیدن و زیر پوستک درختان زندگی می‌کنند. تعداد کمی نیز به چمن‌زارها وابسته هستند. در پژوهش‌ها مشخص شده است که جهت پرورش مصنوعی مگس‌های سرباز و این‌که بتوانند با موفقیت چرخه‌ی زندگی خود را کامل کنند (شکل ۲)، دما، رطوبت و شدت نور کافی و کنترل شده نقش مهم و اساسی دارد. این حشره معمولاً به‌عنوان یک حشره‌ی مفید و غیر آفت محسوب می‌شود. حشرات بالغ نیش نمی‌زنند و درنتیجه ناقل بیماری نیستند. مگس‌های سرباز سیاه گونه‌ای بسیار مقاوم هستند که قادر به مقابله با شرایط محیطی مقرون‌به‌صرفه مانند خشک‌سالی، کمبود مواد غذایی یا کمبود اکسیژن هستند.

شکل ۲. چرخه‌ی زندگی مگس سرباز سیاه

در دهه‌های گذشته علاقه‌ی زیادی به استفاده از این مگس‌ها در مدیریت پسماندهای ارگانیک وجود داشته است، با توجه به این‌که لارو آن‌ها از زباله‌های آلی به میزان قابل‌توجهی تغذیه می‌کنند (حشراتی که در توده‌های کمپوست هستند). یک کلنی ۲۰۰۰ تایی لارو می‌تواند روزانه حدود یک کیلوگرم زباله‌ی غذایی خانگی را مصرف کند (شکل ۳).

این لاروها دارای قطعات دهانی جونده بزرگ و قدرتمندی هستند و ازاین‌رو قادر به مصرف ترکیبات ارگانیک در زمان کوتاه‌تر از زمان طبیعی موردنیاز تجزیه می‌باشند، درنتیجه در مدت‌زمان کمی بوی ناشی از زباله‌ها را از بین می‌برند. علاوه بر این، توانایی اصلاح میکروفلور کود را نیز دارند و

به‌طور بالقوه باکتری‌های مضر مانند Escherichia coli H7 :0157 و Salmonella enterica را کاهش می‌دهند.

لاروها حاوی آنتی‌بیوتیک‌های طبیعی هستند که به‌عنوان تقویت‌کننده‌ی رشد در خوراک دام عمل می‌کنند. علاوه بر این‌ها، از مواد باقیمانده یا دفعی که در زمان پرورش لارو در شرایط کنترل‌شده به دست می‌آیند، می‌توان برای اصلاح خاک استفاده کرد. همان‌گونه که مشخص است مدیریت پسماندهای جامد شهری (MSW) در کشورهای با درآمد متوسط همچنان یک مسئله‌ی مهم و چالش‌برانگیز است. به‌خصوص در مناطق شهری، زباله‌های خانگی بیشتر از سطح خیابان‌ها و آبراه‌ها جمع‌آوری نمی‌شوند و به‌این‌ترتیب باعث جذب ناقلان بیماری‌ها و باعث ایجاد انسداد مجاری آب می‌شوند.

در مقایسه با سایر زباله‌های زائد مانند شیشه، فلز و کاغذ، بخش ارگانیک که معمولاً ۸۰ درصد از کل پسماندهای شهری را تشکیل می‌دهد، بیشتر به‌عنوان بخشی از زباله‌ها که ارزش بازارپسندی ندارند، دسته‌بندی می‌شوند و به همین دلیل توسط بخش خصوصی بازیافت زباله نادیده گرفته می‌شوند. حتی اگر زباله‌های ارگانیک جمع‌آوری شوند، به‌طورمعمول در یک زمین یا در یک محل انباشت زباله کم‌وبیش کنترل نشده به‌صورت توده‌ی حجیمی روی‌هم تلنبار می‌شوند و در آنجا مواد ارگانیک در شرایط بی‌هوازی تجزیه می‌شوند.

حدود ۶٫۸ درصد گازهای گلخانه‌ای آفریقا توسط فعالیت‌های مربوط به تجزیه‌ی زباله ایجاد می‌شود. گاز متان که از زباله‌های انباشته‌شده در محیط‌های باز آزاد می‌شود، در رتبه‌ی اول این گازهای گلخانه‌ای قرار دارد. برای کاهش بار زیست‌محیطی و بهبود سلامت عمومی، باید استراتژی‌های جدید مالی مدیریت پسماند موردبررسی و ارتقا قرار گیرد.

توانایی لارو BSF برای تبدیل زباله به زیست‌توده‌ی مغذی با کیفیت بالا، به‌سرعت در حال ایجاد یک چشم‌انداز اقتصادی نوآورانه برای مدیریت پسماندهای جامد شهری در بخش‌های مختلف است. همچنین، لارو BSF علاوه بر مدیریت پسماند، مواد مغذی تولید می‌کند که به‌طور متوسط از ۴۳/۲-۴۲/۱ درصد پروتئین خام، ۳۳ درصد چربی و ریزمغذی‌ها تشکیل شده است، بنابراین به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای غذای ماهی یا سویای مورداستفاده برای غذای دام، خوراک طیور و ... است و ازاین‌رو فرصت‌هایی برای ایجاد درآمد فراهم می‌آورد. لارو این مگس به دلیل دامنه‌ی وسیع تغذیه‌ای، بسیاری از انواع زباله‌های آلی (مانند زباله‌های آشپزخانه، مدفوع دام، میوه و سبزیجات رو به فساد، زباله‌های زراعی و زباله مواد غذایی) را می‌تواند به پروتئین‌ها، لیپیدها، پپتیدها، اسیدهای آمینه، کیتین، ویتامین‌ها و پلی پپتیدها تبدیل کند.

شکل ۳. لارو مگس سرباز سیاه در حال تجزیه‌ی مواد آلی

تاکنون از پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه برای تولید خوراک آبزیان و خوراک حیوانات استفاده شده است. علاوه بر این، گریس H. illucens با موفقیت به‌عنوان مواد اولیه‌ی یک ماده‌ی سوخت زیستی با عملکرد خوب مورداستفاده قرار گرفته است. پپتیدهای ضد میکروبی و کیتین استخراج‌شده از H. illucens دارای ارزش درمانی بالایی است. به‌طورمعمول، کمپوست سازی، دفن زباله‌ی سنتی و تجزیه‌ی زباله‌های آلی سال‌ها طول می‌کشد، درحالی‌که استفاده از ورمی‌کمپوست، تجزیه‌ی آن را به سه ماه کاهش می‌دهد. بااین‌وجود، BSFL می‌تواند در یک هفته زباله‌های آلی را متلاشی و تجزیه کند، بنابراین زمان کلی فرایند را به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌دهد (جدول ۱).

ازاین‌رو، علاقه‌ی زیادی به توسعه‌ی روش‌های نوین تولید انبوه لارو BSF به‌عنوان یک عامل مدیریت پسماندهای آلی و کمپوست سازی و همچنین عناصر غنی از پروتئین در خوراک دام وجود دارد. بااین‌وجود، کمبود اطلاعات علمی و تمایل نداشتن تولیدکنندگان تجاری برای به اشتراک گذاشتن اطلاعات دقیق، باعث اختلال در گسترش فناوری تولید BSF در بین کشاورزان خرده‌فروش می‌شود. درواقع کمبود اطلاعات در مورد

بسیاری از جنبه‌های مهم مربوط به فناوری‌های تولید انبوه BSF وجود دارد. در بین این عوامل، دما یکی از مهم‌ترین عوامل است که به‌طور قابل‌توجهی بر رفتار، توزیع، سرعت رشد، بقای نابالغ و تولیدمثل تأثیر می‌گذارد، بنابراین مانع ایجاد سیستم‌های پرورش انبوه موفق در سراسر جهان می‌شود. با توجه به اینکه تقریباً ۱/۳ میلیارد تن مواد غذایی تولیدشده در هرسال در جهان هدر می‌رود و همچنین پتانسیل خوب این حشره برای پرورش انبوه به‌منظور تجزیه‌ی مواد آلی حاصل از پسماند شهری، فرصت خوبی برای استفاده از این مگس‌ها وجود دارد.

جدول ۱. مقایسه‌ی تفاوت ورمی کمپوست با BSFL

	مشخصات /پارامتر	BSFL	ورمی کمپوست
۱	ماده خام	هر ماده‌ی آلی (زباله‌های زیستی / زباله کشتارگاه‌ها / پوسته‌ی تخم‌مرغ / انواع کود و...) مواد دارای رطوبت بالا، حتی بیش از ۸۰ درصد رطوبت	فقط باکتری‌های حاصل از مواد گیاهی در حال پوسیدن را مصرف می‌کنند.
۲	دما	بهترین نتایج در بازه‌ی دمایی ۲۵-۳۵۰C (تحمل حتی ۴۰۰C)	بهترین نتایج در بازه‌ی دمایی ۱۰-۱۵۰C، نمسازی
۳	رطوبت	کم/ حتی خشک	رطوبت بالا ۶۵-۸۵۰C
٤	بازده فرآیند	برای هضم ۲۰ درصد چربی فقط نیاز به ۲٤ ساعت دارد که به‌عنوان تسریع‌کننده نیز شناخته می‌شود.	روند آهسته، در ابتدا باید مواد گیاهی را با افزودن کود گاوی و غیره به مدت ۲۰ روز برای پوسیدگی آماده کنید.
٥	ارزش غذایی خوراکی	لاروهای BSF دارای ۳۵ درصد پروتئین و منبع انرژی خوبی هستند. می‌توانند نیاز اسیدهای آمینه ضروری را برای خوراک طیور تأمین کنند، به‌راحتی قابل‌هضم هستند، علاوه بر این سالمونلا را از بین می‌برد، بنابراین مشکل سالمونلوز در طیور کاهش می‌یابد.	ارزش چندانی ندارد
٦	کیفیت محصول	عاری از هرگونه بوی بد	عاری از هرگونه بوی بد
۷	بیوگاز	باقیمانده می‌تواند برای بیوگاز گیاهان استفاده شود.	ارزش چندانی ندارد.
۸	ارزش غذایی کمپوست	بستگی به نوع مواد اولیه دارد. بسیار بیشتر از ورمی کمپوست نیتروژن جذب‌شده را فراهم می‌کند.	عاری از هرگونه بوی بد
۹	ارزش اقتصادی/ هزینه تولید	مقرون‌به‌صرفه بودن در دوره‌ی کوتاه‌مدت، در ابتدا در دسترس بودن یک مشکل است اما نیاز به هیچ‌گونه ماشین‌آلات پیشرفته و نیروی ماهر ندارد. فرآیند را می‌توان در ۳-۵ روز به پایان رساند.	امکان استفاده وجود ندارد.

منابع

1. Diener, S., Studt Solano, N. M., Gutiérrez, F. R., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2011). Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. Waste and Biomass Valorization, 363-357 ,(4)2. https://doi.org/10.1007/s1-9079-011-12649.

2 .Kumar Chatli, M., Mehta, N., Kumar, P. (2019). Black Soldier Fly: A New Vista for Waste Management and Animal Feed. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 1342-1329:(01)8. DOI: 10.20546/ijcmas.2019.801.142.

3. Liu, C.; Wang, C.; Yao, H. Comprehensive Resource Utilization of Waste Using the Black Soldier Fly (Hermetia illucens (L.)) (Diptera: Stratiomyidae). Animals 349 ,9 ,2019.