



دانشگاه آزاد اسلامی
دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی
گروه آموزشی گیاهپزشکی

رساله برای دریافت درجه دکتری تخصصی
رشته حشره‌شناسی کشاورزی

تأثیر ورمی‌کمپوست و اسیدهیومیک روی برخی برهم‌کنش‌های شب‌پره‌ی پشت‌الماسی، *Plutella* *xylostella* (Lep.: Plutellidae) و گیاهان میزبان در شرایط آزمایشگاهی

پژوهشگر:

مهديه جعفری‌جاهد

اساتید راهنما:

دکتر جبرائیل رزمجو

دکتر قدیر نوری قنبلانی

اساتید مشاور:

دکتر بهرام ناصری

دکتر مهدی حسن‌پور

آذر ۱۳۹۸

عنوان و نام پدیدآور:	تأثیر ورمی کمپوست و اسیدهیومیک روی برخی برهم کنش‌های شب‌پره‌ی پشت الماسی، <i>Plutella xylostella</i> (Lep.: Plutellidae)، و گیاهان میزبان در شرایط آزمایشگاهی / مهدیه جعفری‌جاهد
اساتید راهنما:	دکتر جبرائیل رزمجو و دکتر قدیر نوری قنبلانی
اساتید مشاور:	دکتر بهرام ناصری و دکتر مهدی حسن‌پور
تاریخ دفاع:	۱۳۹۸/۹/۲۰
تعداد صفحات:	۱۰۹ ص.
شماره پایان‌نامه:	گروه گیاهپزشکی / شماره پایان‌نامه

چکیده:

شب‌پره‌ی پشت الماسی، *Plutella xylostella* (L.) (Lep.: Plutellidae)، آفت کلیدی گیاهان تیره‌ی کلمیان در سراسر جهان از جمله ایران می‌باشد. مطالعه حاضر شامل دو گروه از آزمایش‌ها می‌باشد. در آزمایش اول، تأثیر کودهای ورمی کمپوست و اسیدهیومیک روی رشد جمعیت شب‌پره‌ی پشت الماسی و روی توسعه سیستم ریشه در شش گیاه میزبان از جنس *Brassica* شامل کلزا، کلم بروکلی، کلم گل، کلم قمری، کلم پیچ قرمز و کلم پیچ سفید تحت شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. نتایج نشان داد که گیاهان کوددهی شده به وسیله‌ی این کودها به‌طور معنی‌داری نرخ بقای مراحل نابالغ شب‌پره‌ی پشت الماسی را کاهش دادند. طول عمر حشرات بالغ، دوره‌ی تخم‌ریزی و زادآوری این حشره روی گیاهان کوددهی شده در مقایسه با گیاهان شاهد کمتر بودند. مقادیر R_0 و r روی گیاهان کوددهی شده با اسیدهیومیک و ورمی کمپوست به‌طور معنی‌داری کمتر از گیاهان شاهد بود. همچنین تعداد تخم‌های گذاشته شده این شب‌پره در آزمایش انتخاب آزاد روی گیاهان کوددهی شده با اسید هیومیک و ورمی کمپوست، کمتر از گیاهان شاهد بود. به‌علاوه کودهای مذکور توسعه سیستم ریشه گیاهان مورد مطالعه را بهبود بخشیدند و تحمل گیاهان را به شب‌پره‌ی پشت الماسی افزایش دادند. نتایج ما نشان می‌دهد که کاربرد ریشه‌ای اسیدهیومیک و ورمی کمپوست دفاع را در گیاهان مورد بررسی القا می‌کند که تأثیرات منفی روی کارایی شب‌پره‌ی پشت الماسی دارد. این یافته‌ها به گسترش دانش ما راجع به اثرات کودهای اسیدهیومیک و ورمی کمپوست روی مقاومت گیاهان به شب‌پره‌ی پشت الماسی کمک خواهد کرد. در آزمایش دوم، ترجیح تخم‌ریزی و نشو و نما ی لاروی *P. xylostella* روی گیاهان میزبان در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. نتایج نشان داد که حشرات بالغ نر و ماده‌ی حاصل از لاروهای تغذیه شده روی کلم گل و کلزا نسبت به افراد تغذیه شده روی دیگر گیاهان مدت زمان طولانی‌تری زنده ماندند. همچنین، ماده‌های پرورش یافته روی کلم گل طولانی‌ترین (۵/۵۴ روز) و روی کلم قمری (۲/۶۸ روز) کوتاه‌ترین دوره‌ی تخم‌ریزی را داشتند. تخم‌های

گذاشته شده روی کلم گل (۱۶۳/۷۱ تخم به ازای ماده) به طور معنی داری بیشتر از دیگر گیاهان بود. زمان رشدی مراحل نابالغ روی گیاهان مورد آزمایش تفاوت معنی داری داشتند. کوتاه ترین زمان رشدی روی کلم گل (۱۷/۶۰ روز) و طولانی ترین مقدار آن روی کلم قمری (۲۱/۱۲ روز) مشاهده شد. شب پره های پرورش یافته روی کلم گل به طور معنی دار مقادیر بالاتر R_0 (۶۵/۴۶) ماده بر ماده در نسل) و r (۰/۲۰۰) ماده بر ماده بر روز) را داشتند. پایین ترین مقادیر R_0 (۱۲/۷۱) ماده به بر ماده در نسل) و r (۰/۱۰۵) ماده بر ماده بر روز) شب پره های پشت الماسی روی کلم قمری دیده شد. در وضعیت انتخاب آزاد، تخم ریزی روی کلزا و کلم گل مشابه بود، اما تعداد تخم های گذاشته شده روی این گیاهان بیشتر از سایر گیاهان مطالعه شده بود. مقادیر گلوکوزینولات در کلزا و کلم گل بیشتر بوده در حالی که میزان این ماده در کلم پیچ قرمز پایین تر از گیاهان دیگر بود. طول دوره ی حشرات بالغ شب پره ی پشت الماسی، طول دوره ی تخم ریزی و تعداد تخم های تولید شده به ازای هر فرد ماده روی کلم قمری کمتر از سایر گیاهان بود. این یافته ها نشان دادند که کلم قمری گیاه میزبان مناسبی برای تغذیه ی شب پره ی پشت الماسی نمی باشد.

واژه های کلیدی: ورمی کمپوست، اسیدهیومیک، گیاهان میزبان، گلوکوزینولات، سیستم

ریشه.

۱- مقدمه و هدف

۱-۱- مقدمه

جنس *Brassica* گیاهانی از تیره‌ی کلمیان^۱ بوده و شامل حدود ۱۵۹ گونه می‌باشد که جزو گونه‌های اهلی و گونه‌های وحشی می‌باشد (Zhang and Zhou, 2006; Zhou and Zhang, 2001). گونه‌های این جنس در بین قدیمی‌ترین گیاهان شناخته شده برای کشت توسط انسان‌ها هستند که قدمت کشت آن‌ها به حدود ۱۵۰۰ سال پیش برمی‌گردد (Raymer, 2002). کلمیان از نهان‌دانگان آوندی و یکی از بزرگترین تیره‌های گیاهان گل‌دار دولپه‌ای هستند که شامل ۱۰ تا ۱۹ قبیله، ۳۳۸ تا ۳۶۰ جنس و حدود ۳۷۰۹ گونه می‌باشد (Anjum et al. 2012). اندام‌های مختلف گیاهی در این تیره مصارف خوراکی دارند به طوری که ریشه‌های تربچه و شلغم، ساقه کلم‌قمری، برگ‌های کلم و سایر کلمیان برگی به صورت سبزیجات خام و تازه، پخته شده و فرآوری شده مصرف می‌شوند (Talekar and Shelton, 1993). این گیاهان بیشتر در مناطقی با آب‌وهوای معتدل و سردسیر نیم‌کره‌ی شمالی کشت می‌شوند و وجود آن‌ها در رژیم غذایی انسان و دام بسیار مهم می‌باشد (Shelton, 2004). کلمیان از ارزش غذایی بالایی برخوردار بوده و محتوی میزان قابل توجهی از ویتامین‌های A، B و C، عناصر کلسیم، پتاسیم، گوگرد و آهن و همچنین حاوی ترکیبات مختلفی هستند که از سرطان جلوگیری می‌کنند (Srinivasan et al. 2011; Tindall, 1983).

در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ سطح زیر کشت گیاهان تیره‌ی کلمیان در سطح جهان تا ۳۹ درصد افزایش یافته است و احتمالاً در سال ۲۰۲۰ سطح زیر کشت این گیاهان به حدود ۳/۴ میلیون هکتار در جهان خواهد رسید (FAOSTAT, 2012). سطح زیر کشت کلمیان در ایران حدود ۱۱ هزار هکتار و عملکرد آن بیش از ۲۷۵ هزار تن در سال است (باقری و نعمت‌اللهی، ۱۳۸۵).

حشرات آفت سالانه با کاهش زیاد در عملکرد محصولات تیره‌ی کلمیان، زیان اقتصادی چشمگیری در تولید این محصولات ایجاد کرده و تهدید جدی برای کشاورزی جهان به‌شمار می‌روند (Ahuja et al. 2010). سفیده بزرگ کلم (*Pieris brassicae* L. (Lep.: Pieridae))،

سفیده کوچک کلم (*Pieris rapae* L. (Lep.: Pieridae))، شب‌پره‌ی پشت الماسی (*Plutella* *Hellula undalis* F. (Lep.: Plutellidae))، کرم ساقه‌خوار کلم (*xylostella* L. (Lep.: Plutellidae))، سوسک برگ‌خوار (*Pyralidae*)، شب‌پره کلم (*Mamestra brassicae* L. (Lep.: Noctuidae))، سیفی (*Entomoscelis adonidis* Pallas (Col.: Chrysomelidae))، سفید بالک (*Aleurodes* *Scapturyza flava* (Dip.:))، مینوز کلم (*proletella* L. (Hom.: Aleyrodidae)) و شته‌ی مومی کلم (*Brevicoryne brassica* L. (Hom.: Aphididae)) از آفات مهم گیاهان این تیره محسوب می‌شوند (خانجانی، ۱۳۸۸).

در سال‌های اخیر شب‌پره‌ی پشت الماسی، به زیان‌آورترین آفت گیاهان تیره‌ی کلمیان در سرتاسر دنیا تبدیل شده و هزینه کلی مدیریت آن حدود ۴-۵ میلیارد دلار تخمین زده می‌شود (Zalucki et al. 2012). طول دوره زندگی کوتاه، طیف میزبانی وسیع، کشت متناوب گیاهان میزبان، در نظر نگرفتن کارایی دشمنان طبیعی در هر منطقه و عدم استفاده صحیح از روش‌های کنترلی توسط کشاورزان موجب شده است که کنترل این آفت سالانه هزینه‌های بسیار بالایی را در پی داشته باشد (افیونی‌زاده اصفهانی و کریم‌زاده اصفهانی، ۱۳۸۹). بررسی‌ها نشان می‌دهد که شب‌پره‌ی پشت الماسی قادر است به سرعت مقاومت به حشره‌کش‌های شیمیایی و باکتری *Bacillus thuringiensis* (Bt) را گسترش دهد (Saeed et al. 2010; Pichon et al. 2006). این موضوع مشکل مهمی می‌باشد، گیاهان تیره‌ی کلمیان شامل کلزا، کلم، تربچه، کلم‌بروکلی، کلم‌گل، خردل، و کلم‌چینی در بسیاری از نقاط جهان کشت شده و یک منبع غذایی مهم برای شب‌پره‌ی پشت الماسی می‌باشند (De Bortoli et al. 2013). همچنین با توجه به این‌که اکثر گیاهان تیره‌ی کلمیان مصرف تازه خوری دارند، بنابراین استفاده از سموم شیمیایی روی آن‌ها کمی قبل از مصرف، سبب تجمع و انتقال سموم به بدن انسان و سایر موجودات زنده شده و خطرات جانی و بهداشتی به‌دنبال خواهد داشت. بنابراین، به منظور کاهش مصرف سموم شیمیایی و کاهش مقاومت این آفت در برابر سموم، کاربرد روش‌های غیرشیمیایی در قالب مدیریت تلفیقی این حشره، ضروری به نظر می‌رسد.

یکی از بخش‌های مهم در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات، استفاده از گیاهان مقاوم می‌باشد (Dent, 2000). گیاهان مقاوم با تأثیر روی زندگی آفت می‌توانند شدت خسارت حشره را کاهش دهند (Dias et al. 2010). یکی از موارد بسیار حیاتی در این ارتباط، تغذیه‌ی حشره از میزبان می‌باشد. نوع و کیفیت غذایی که آفت دریافت می‌کند، می‌تواند این ارتباط را به شدت تحت تأثیر قرار دهد. حشرات هنگام تغذیه روی گیاهان مختلف، با چالش‌های تغذیه‌ای متفاوتی روبرو هستند. علاوه بر محدودیت‌های احتمالی ایجاد شده توسط درشت مغذی‌ها و آب، بافت‌های گیاهی ممکن است حاوی متابولیت‌های ثانویه دفاعی باشند که کارایی حشره گیاه‌خوار را در تغذیه از گیاه محدود می‌نماید (Babic et al. 2008). تغذیه مناسب، بسیار مهم بوده و تا حد

زیادی نشو و نما و تولیدمثل گیاه‌خواران را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Auger et al. 1995). بنابراین، حشرات مواد غذایی مورد تغذیه‌شان را تنظیم نموده و اغلب، مکانیسم‌های رفتاری و یا بیوشیمیایی برای مقابله با غذاهای نامناسب را دارند (Bede et al. 2007).

کودها از مهمترین نهاده‌های کشاورزی هستند که نقش مهمی در افزایش عملکرد گیاهان دارند. نوع کود مصرفی می‌تواند جمعیت آفات را در اکوسیستم‌های کشاورزی تحت تأثیر قرار دهد. تحقیقات مختلف نشان داده است که کودهای شیمیایی با کاهش مقاومت گیاه به حشرات موجب افزایش جمعیت آن‌ها شده و نیاز به استفاده از سموم را افزایش می‌دهند (Hosseini et al. 2010; Altieri and Nicholls, 2003; Zarghami et al., 2010). کودهای آلی حاوی مقادیر مختلفی از مواد مغذی برای گیاهان هستند که نوع و غلظت ترکیبات غذایی در کودهای مختلف متفاوت است. کودهای آلی به دلیل انتشار آهسته در طی تجزیه، منابع غنی از مواد مغذی هستند. کشاورزی ارگانیک با افزایش ماده آلی خاک، می‌تواند باروری طبیعی خاک آسیب دیده را بازگرداند و سبب افزایش بهره‌وری محصول برای تغذیه جمعیت رو به رشد انسان شود. کودهای آلی فرآیندهای طبیعی خاک را نیز افزایش داده و اثرات طولانی مدتی روی باروری خاک دارند (Chandra, 2005).

کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست می‌توانند جایگزین خوبی برای کودهای شیمیایی برای غلبه بر اثرات سوء آن‌ها باشند. ورمی‌کمپوست مخلوطی از فضولات کرم خاکی حاصل از تغذیه از مواد پسماند، ماده آلی تثبیت شده و میکروارگانیسم‌ها می‌باشد که ذرات ریز شبیه پیت بوده و حاصل فرآیند غیر گرمادوستی می‌باشد (Edwards and Burrows, 1988) که منجر به تثبیت مواد آلی می‌شود (Aira et al. 2000). همچنین، زمانی که این کود به خاک اطراف گیاهان در حال رشد اضافه می‌شود سبب افزایش جوانه‌زنی، رشد، گل‌دهی و تولید میوه و همچنین تسریع رشد طیف وسیعی از گونه‌های گیاهی می‌شود (Lazcano and Dominguez, 2011). افزودن ورمی‌کمپوست به گیاهان در حال رشد به طور قابل توجهی رشد آن‌ها را بهبود می‌بخشد، زیرا که این کود منبعی از مواد مغذی بوده که به اهستگی انتشار می‌یابد و خواص فیزیکی بسترهای گلدانی را تغییر می‌دهد (Hidalgo et al. 2006; Chaoui et al. 2003; Hidalgo et al. 2002).

اسید هیومیک یک ترکیب پلیمری طبیعی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می‌آید (Nardi et al. 2002). اسید هیومیک یکی از مهم‌ترین کودهای آلی می‌باشد که اثرات مثبتی روی رشد گیاه داشته و باعث افزایش جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، و فسفر توسط گیاه می‌شود (Sabzevari et al. 2009). این کود شامل عناصری است که موجب بهبود حاصل‌خیزی خاک از طریق جبران کمبود مواد مغذی

خاک شده و در دسترس بودن آب و مواد مغذی را از طریق تشکیل کلات‌های^۱ مختلف مواد مغذی افزایش می‌دهد (Sanchez et al. 2002؛ Bohme and Thi Lua, 1997). در خصوص نحوه اثر اسید هیومیک، گزارش‌های متعددی وجود دارد، اما می‌توان اثر آن را به دو دسته تقسیم کرد: اثر مستقیم به‌عنوان یک ترکیب شبه‌هورمونی (Nardi et al. 2002) و اثر غیرمستقیم که به‌صورت افزایش جذب عناصر غذایی از طریق خاصیت کلات‌کنندگی، احیاکنندگی و حفظ نفوذپذیری غشا (Chen and Aviad, Sánchez-Sánchez et al. 2002)، افزایش متابولیسم ریزجانداران در خاک، بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش رشد ریشه و ساقه است (Atiyeh et al. 2002).

هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر شش گیاه میزبان از جنس *Brassica* تیمار شده با کودهای ورمی کمپوست و اسیدهیومیک روی عملکرد رشدی و پارامترهای جدول زندگی شب‌پره‌ی پشت‌الماسی و تحمل گیاهان میزبان تیمار شده با کودهای مذکور به تغذیه لاروهای شب‌پره‌ی پشت‌الماسی می‌باشد. در ادامه، ویژگی‌های زیستی و پارامترهای جدول زندگی شب‌پره‌ی پشت‌الماسی روی این شش گیاه میزبان به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق می‌تواند به استفاده از کودهای مناسب همراه با میزبان‌های مقاوم برای مدیریت تلفیقی این آفت مفید واقع شود.

۲- مبانی و پیشینه تحقیق

۲-۱- جایگاه شب‌پره‌ی پشت الماسی در رده‌بندی جانوری

جایگاه شب‌پره‌ی پشت الماسی در رده‌بندی جانوری به شرح زیر است (Borror et al. 1992):

Kingdom: Animalia
Phylum: Arthropoda
Class: Hexapoda
Sub class: Pterygota
Order: Lepidoptera
Sub order: Ditrysia
Super family: Yponomeutoidea
Family: Plutellidae
Genus: *Plutella*
Species: *xylostella*
Scientific name: *Plutella xylostella* L.

۲-۱-۱- خاستگاه و پراکنش شب‌پره‌ی پشت الماسی

خاستگاه احتمالی شب‌پره‌ی پشت الماسی آفریقای جنوبی یا کشورهای واقع در سواحل دریای مدیترانه می‌باشد، زیرا بیش از ۱۴۰ گونه وحشی تیره‌ی کلمیان و ۲۲ گونه پارازیتوئید شب‌پره‌ی پشت الماسی در این ناحیه وجود دارد (Kfir, 1998). تکامل متقابل بین شب‌پره‌ی پشت الماسی و گیاهان تیره‌ی کلمیان به احتمال زیاد در این مناطق بین ۵۴ تا ۹۰ میلیون سال پیش شروع شده است (Kfir, 1998). امروزه این آفت در هر جایی که گیاهان تیره‌ی کلمیان کشت می‌شوند، یافت می‌شود و گفته شده که بیشترین پراکنش جهانی را در بین بال‌پولکداران دارد (Talekar and Shelton, 1993). در ایران شب‌پره‌ی پشت الماسی برای اولین بار در سال ۱۳۱۷ توسط افشار به‌عنوان یکی از آفات مهم کلم گزارش شد (بهداد، ۱۳۷۶). این آفت در سال ۱۳۷۸ در استان تهران حالت طغیانی پیدا کرد (مرزبان و بنی‌عامری، ۱۳۸۳). امروزه شب‌پره‌ی پشت الماسی در نواحی مختلف ایران و هر جایی که گیاهان تیره‌ی کلمیان کشت می‌شوند، حضور دارد و طی سال‌های شیوع می‌تواند باعث خسارت‌های قابل توجهی در محصولات گردد.

(Keihanian et al. 2005). از میان ۹ منطقه زیستی در ایران کشت و کار گیاهان تیره‌ی کلمیان در ۴ منطقه زیستی گلستان، البرز، اصفهان و خوزستان نسبت به دیگر مناطق از اهمیت بیشتری برخوردار است. از طرف دیگر، فعالیت و خسارت شب‌پره‌ی پشت الماسی در این مناطق بسیار زیاد بوده و حتی در سال‌های اخیر در حد طغیانی گزارش شده است (پوریان و همکاران، ۱۳۹۳).

۲-۱-۲- طیف میزبانی شب‌پره‌ی پشت الماسی

شب‌پره‌ی پشت الماسی حشره‌ای با دامنه‌ی میزبانی محدود می‌باشد که فقط از گیاهان تیره‌ی کلمیان تغذیه می‌کند. گیاهان مورد تغذیه لاروهای شب‌پره‌ی پشت الماسی شامل کلم (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)، کلم‌گل (*B. oleracea* L. var. *botrytis*)، کلم‌بروکلی (*B. oleracea* L. var. *italica*)، تربچه (*Raphanus sativus* L.)، شلغم (*B. rapa* L. var. *rapa*)، کلم‌بروکسل (*B. oleracea* L. var. *gemmifera*)، کلم‌چینی (*B. rapa* L. ssp. *Pekinensis*)، کلم‌قمری (*B. oleracea* L. var. *gongylodes*)، خردل (*B. juncea* (L.) Czern.)، کلزا (*B. napus* L.)، کولارد (*B. oleracea* L. var. *acephala*)، کلم‌سفید چینی (*B. rapa* L. cv. gr.)، *Pakchoi*، سایشین (*B. rapa* L. cv. gr. *Saishin*)، شاهی (*Nasturtium officinale* W.T.)، *Aiton* و کلم‌کیل (*B. oleracea* L. var. *alboglabra*) می‌باشند. علاوه بر این، شب‌پره‌ی پشت الماسی از کلمیانی که به‌عنوان علف هرز هستند نیز تغذیه می‌کنند. البته، لاروها فقط در غیاب میربان‌های کشت شده مورد علاقه خود از این علف‌های هرز تغذیه می‌کند (Talekar and Shelton, 1993). شب‌پره‌ی پشت الماسی روی برخی دیگر از تیره‌های گیاهی مانند Fabaceae (Talekar et al, 1985) و Malvaceae (Taleker et al., 1985) و Chenopodiaceae (Talekar et al, 1985) نیز گزارش شده است. اما به‌نظر می‌رسد این آفت فقط از گیاهان تیره‌ی کلمیان تغذیه کرده و روی آن‌ها تخم‌ریزی می‌کند. در واقع این آفت روی گیاهانی که گوگرد ندارند قادر به تخم‌ریزی نمی‌باشد (Gupta and Thorsteinson, 1960). گیاهان تیره‌ی کلمیان حاوی ترکیبات شیمیایی خاص از جمله گلوکوزینولات‌های حاوی گوگرد یا متابولیت‌های آن می‌باشند که باعث تحریک تخم‌ریزی ماده‌های بالغ این شب‌پره (Hillyer and Reed et al. 1989)؛ Thorsteinson, 1971؛ Nayar and Thorsteinson, 1963 و تحریک تغذیه لاروهای آن (Talekar and Shelton, 1993) می‌شوند. با این حال، دو ترکیب از گلوکوزینولات‌ها یعنی ۳-بوتنیل و ۲-فنیل‌اتیل در غلظت بالا برای لاروهای این آفت سمی هستند (Talekar and Shelton, 1993)؛ Nayar and Thorsteinson, 1963).

۲-۲- شکل‌شناسی شب‌پره‌ی پشت الماسی

۲-۲-۱- تخم

تخم‌های شب‌پره‌ی پشت الماسی بیضی شکل و مسطح، به‌رنگ زرد یا سبز روشن و طول تقریبی ۰/۴۴ و عرض ۰/۲۶ میلی‌متر می‌باشند (شکل ۲-۱). تخم‌ها به‌صورت انفرادی یا در دسته‌های کوچک ۲ تا ۸ تایی در فرورفتگی‌های سطح برگ یا در سایر قسمت‌های گیاهی گذاشته می‌شوند (Capinera, 2001). تخم‌ها قبل از تفریح تیره شده و لاروها قابل مشاهده هستند (Harcourt, 1957).

۲-۲-۲- لارو

این حشره دارای ۴ سن لاروی می‌باشد. طول بدن سنین اول تا چهارم به‌ترتیب ۱/۷، ۳/۵، ۷/۰ و ۱۱/۲ میلی‌متر و عرض کپسول سر این سنین به‌ترتیب حدود ۰/۱۶، ۰/۲۵، ۰/۳۷ و ۰/۶۱ میلی‌متر می‌باشد (شکل ۲-۲). بدن لاروها دوکی شکل بوده و دارای پنج جفت پای کاذب شکمی^۳ است. در انتهای بدن دارای یک جفت زائده‌ی V شکل می‌باشند. لاروهای سنین اول بی‌رنگ، ولی سنین بعدی سبز رنگ هستند. بدن آن‌ها دارای موهای ریز و پراکنده و لکه‌های کوچک سفید رنگ می‌باشد. لاروها در سن اول مینوز برگ هستند که بعد از خارج شدن از دالان‌ها در زیر برگ پوست‌اندازی کرده و سپس شروع به تغذیه از سطح پایین برگ می‌کنند. تغذیه لاروها منجر به ایجاد نواحی نامنظم در برگ شده و اپیدرم بالایی برگ اغلب سالم باقی می‌ماند (Capinera, 2001).

۲-۲-۳- شفیره

شفیره‌ها به‌طول ۷-۹ میلی‌متر و به‌رنگ زرد هستند که درون پیله شل و نازکی در پشت برگ‌ها تشکیل می‌شود (Capinera, 2001) (شکل ۲-۳).

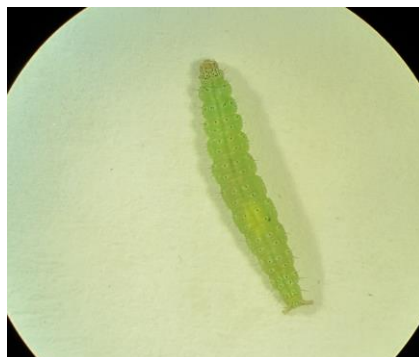
۲-۲-۴- حشره کامل

حشرات کامل این شب‌پره کوچک، باریک، قهوه‌ای متمایل به خاکستری با شاخک مشخص می‌باشند. طول بدن حشره کامل ۶ تا ۹ میلی‌متر و عرض بدن با بال‌های باز حدود ۲۰ میلی‌متر است (شکل ۲-۴). بال‌ها باریک و کشیده بوده و دارای ریشک‌های بلندی در حاشیه عقبی می‌باشند. در حاشیه عقبی بال‌های جلویی یک نوار موج‌دار به‌رنگ کرم یا قهوه‌ای روشن وجود دارد که در هنگام جمع شدن بال‌ها در پشت بدن مجموعاً به شکل الماس با رنگ روشن در قسمت پشتی بدن نمایان می‌شود. به‌همین دلیل به این حشره، شب‌پره‌ی پشت الماسی نیز گفته

می‌شود. بال‌های عقبی باریک‌تر بوده و به‌رنگ خاکستری تیره با ریشک‌های بلند و متراکم هستند (باقری و نعمت‌اللهی، ۱۳۸۵). هنگام مشاهده حشره کامل از طرفین، نوک بال‌ها اندکی به سمت بالا کشیده شده است (Capinera, 2001).



شکل ۲-۱- تخم شب‌پره‌ی پشت‌الماسی (اصل)



شکل ۲-۲- لارو شب‌پره‌ی پشت‌الماسی (اصل)



شکل ۲-۳- شفیره شب‌پره‌ی پشت‌الماسی (اصل)



شکل ۲-۴- حشره کامل شب‌پره‌ی پشت‌الماسی (اصل)

۲-۳- زیست‌شناسی شب‌پره‌ی پشت‌الماسی

حشرات کامل شب‌پره‌ی پشت‌الماسی شب فعال هستند. جفت‌گیری حشرات کامل در غروب همان روزی که ظاهر شدند، رخ می‌دهد. ماده‌ها خیلی زود بعد از جفت‌گیری شروع به تخم‌ریزی

می‌کنند. نسبت تخم‌های گذاشته شده روی سطح فوقانی و زیرین برگ‌ها تقریباً ۲:۳ است؛ روی ساقه و دم‌برگ تخم‌های کمتری گذاشته می‌شود. این حشره تخم‌های خود را بیشتر در فرورفتگی‌های برگ قرار می‌دهد. مواد فرار سطح برگ، ترکیبات ثانویه، دما، کرک‌ها و موم‌های سطح برگ‌ها بر روی تخم‌ریزی تأثیر دارند (Talekar and Shelton, 1993). هر حشره ماده به‌طور متوسط ۱۶ روز عمر می‌کند و در این مدت حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ عدد تخم می‌گذارد. تخم‌ها در شرایط مساعد بعد از ۲ تا ۳ روز تفریخ می‌شوند و لاروهای نئونات^۴ بلافاصله بعد از خروج روی برگ‌ها شروع به تغذیه می‌کنند. اولین سن لاروی به‌صورت مینوز از بافت پارانشیم اسفنجی برگ تغذیه می‌کند. در اواخر سن اول لاروها از دالان‌های لاروی خارج شده و پس از پوست اندازی در زیر برگ شروع به تغذیه می‌کنند (Talekar and Shelton, 1993). دوره لاروی معمولاً ۱۰ تا ۱۲ روز طول می‌کشد و در این مدت با تنیدن تار خود را به قسمت‌های دیگر گیاه رسانده و از برگ‌های سالم تغذیه می‌کنند. لاروها با کوچکترین تحریک بدن خود را جمع کرده و با تنیدن تار از برگ آویزان می‌شوند (باقری و نعمت‌اللهی، ۱۳۸۵). چهارمین سن لاروی پس از پایان تغذیه، یک پيله توری در سطح برگ در محل تغذیه می‌سازد، دو روز بی‌حرکت مانده و وارد مرحله پیش‌شفیرگی می‌شود. برای ورود به مرحله‌ی شفیرگی، پیش‌شفیره پوسته لاروی خود را می‌اندازد که متصل به انتهای شفیره باقی می‌ماند. طول دوره شفیرگی بسته به دما از ۴ تا ۱۵ روز متفاوت می‌باشد (Talekar and Shelton, 1993). کل دوره نشو و نماي این حشره از تخم تا مرحله شفیرگی به‌طور متوسط ۲۵ تا ۳۰ روز طول می‌کشد، که با توجه به شرایط آب و هوایی از حدود ۱۷ تا ۵۱ روز متغیر می‌باشد (Capinera, 2001). مانند سایر حشرات طول دوره نشو و نماي این آفت نیز به دمای محیط بستگی دارد، به‌طوری‌که طول یک نسل این آفت در دمای ۳۰ درجه سلسیوس ۱۲ روز، در دمای ۲۵ درجه سلسیوس ۱۶ روز و در دمای ۱۵ درجه سلسیوس ۳۵ روز می‌باشد. تحت شرایط گلخانه، طول یک دوره‌ی کامل رشدی حشره ۱۵ تا ۱۷ روز می‌باشد. شب‌پره‌ی پشت الماسی آفتی چندنسلی است و با توجه به این‌که دیپوز اجباری ندارد، می‌تواند در طول فصل سال بدون وقفه به رشد و نمو خود ادامه دهد. این آفت در مناطق معتدل و گرمسیری دارای ۴ تا ۲۰ نسل در سال می‌باشد (Vickers et al. 2004; Harcourt, 1986)، ولی در مناطق سردسیر نمی‌تواند زمستان‌های سخت را تحمل کند. اکثر ماده‌ها در طول زندگی خود فقط یک‌بار جفت‌گیری می‌کنند و تعداد کمی نیز دوبار جفت‌گیری انجام می‌دهند (Wang et al., 2005).

۴-۲- خسارت

شب‌پره‌ی پشت الماسی دارای چهار سن لاروی می‌باشد که این لاروها با تغذیه از گیاهان

تیره‌ی کلمیان به آن‌ها خسارت می‌زنند. اگرچه لاروهای شب‌پره‌ی پشت الماسی کوچک است، اما این لاروها بسیار پرخور بوده و در جمعیت بالا می‌توانند منجر به حذف کامل بافت برگ به‌جز رگبرگ‌ها شوند. سنین مختلف لاروی از بافت سطح زیرین برگ‌ها تغذیه کرده و به‌صورت نامنظم بخش‌هایی از برگ را جویده، اما اغلب اپیدرم فوقانی و رگبرگ‌ها را باقی می‌گذارند که موجب ایجاد نواحی پنجره مانند در ناحیه آسیب دیده می‌شوند (شکل ۲-۵). خسارت لاروها به‌ویژه در مرحله نهال بذری گیاه شدید می‌باشد و ممکن است تشکیل سر در کلم، بروکلی و کلم‌گل را مختل کند. حضور و تغذیه لارو روی گلچه‌ها می‌تواند منجر به عدم تشکیل میوه شود، حتی اگر سطح تخریب گیاهی ناچیز باشد.



شکل ۲-۵- نحوه خسارت لارو شب‌پره‌ی پشت الماسی (اصل)

۲-۵- روش‌های کنترل شب‌پره‌ی پشت الماسی

از میان حشره‌کش‌های مختلفی که روی این آفت آزمایش شده است می‌توان به ایندوکساکارب، اسپینوزاد، امامکتین (Mahmoudvand et al. 2011a؛ Zhao et al. 2006؛ Oouchi, Tsurubuchi et al. 2001)، پرمترین (Verkerk and Wright, 1996)، پایروپروکسی فن (Oouchi, 2005)، سایپرمترین، پروفنفسوس، تری‌آزونفوس، دلتامترین، کلروپایریفوس، لامبدا‌سای‌هالوترین، بی‌فنترین (Rafiq, 2005)، هگزا‌فلومورون (Mahmoudvand et al. 2011b)، کلورانترانلیپیرول، متافلومیزون (Han et al. 2012) و برخی حشره‌کش‌های میکروبی از جمله *Bt* (Seyyed et al. 2005) اشاره کرد. مطالعات آزمایشگاهی و مزرعه‌ای مختلف نشان داده است که روش‌های کنترل انفرادی برای کاهش خسارت شب‌پره‌ی پشت الماسی در اغلب موارد با شکست مواجه بوده است. همچنین، استفاده بی‌رویه از انواع مختلف حشره‌کش‌ها به‌ویژه حشره‌کش‌های غیرانتخابی باعث

گسترش مقاومت در جمعیت‌های شب‌پره‌ی پشت الماسی، عدم موفقیت در کنترل شیمیایی، از بین رفتن دشمنان طبیعی و وجود بقایای سموم در محصولات گیاهی شده است (افیونی‌زاده اصفهانی و کریم‌زاده اصفهانی، ۱۳۸۹؛ Yu and Nguyen, 1992). بنابراین، استفاده از حشره‌کش‌های سنتتیکی به‌تنهایی در کنترل این آفت مؤثر نیست و باید از سایر روش‌های کنترل مانند تنظیم تاریخ کاشت، بهداشت زراعی، استفاده از روش آبیاری بارانی، حذف بقایای گیاهی، کاشت گیاهان تله، کشت مخلوط کلم با سایر محصولات زراعی، کنترل بیولوژیک و فرمون‌های جنسی نیز در قالب کنترل تلفیقی این آفت استفاده شود (باقری و نعمت‌اللهی، ۱۳۸۵). بررسی راه‌کارهای تلفیقی برای مدیریت پایدار شب‌پره‌ی پشت الماسی برای چندین دهه در اولویت تحقیقات بوده است (Grzywacz et al. 2010). اساس اجرای همه برنامه‌ها تأکید بر حفظ دشمنان طبیعی این آفت می‌باشد (Furlong et al. 2008). مزایای استفاده از مدیریت تلفیقی می‌تواند شامل افزایش سود ناشی از بهبود کیفیت محصولات، افزایش عملکرد، کاهش هزینه‌های تولید و کاهش در معرض قرار گیری کارگران مزرعه و محیط‌زیست در برابر حشره‌کش‌های با طیف وسیع و خطرناک باشد (Furlong et al. 2008؛ Sivapragasam 2004). در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات، کنترل شیمیایی، فقط یکی از ابزارهای مورد استفاده است که در کنار سایر روش‌های کنترل می‌تواند به کنترل بهتر و کم‌هزینه‌تر آفت کمک نماید (Andow, 2008). استفاده از گیاهان میزبان مقاوم و متحمل به آفت از جمله روش‌های کنترل زراعی می‌باشد. مقاومت گیاه میزبان که به‌صورت ژنتیکی در گیاه وجود دارد یا به‌وسیله‌ی تقویت گیاه با کوددهی انجام می‌گیرد می‌تواند نیاز به استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی را به‌عنوان جزئی از برنامه مدیریت تلفیقی آفت کاهش دهد. این روش کنترل آفات ضمن کاهش جمعیت آفت از دشمنان طبیعی حفاظت کرده و باعث کاهش آلودگی محیط زیست می‌شود (Smith, 1989). استفاده از میزبان‌های گیاهی مقاوم در برابر حشرات می‌تواند به کاهش فشار حشرات و کاهش تدریجی استفاده از حشره‌کش‌ها منجر شود (Jyoti et al. 2001).

۶-۲- کودهای آلی

افزایش روزافزون جمعیت انسانی منجر به کشت بیش از حد و عدم جایگزینی مواد مغذی خاک می‌شود که نتیجه آن کاهش منابع پایه می‌باشد. زمانی که خاک در معرض شرایط سخت زیست محیطی یا کشت بیش از حد قرار می‌گیرد، شکننده شده و به سرعت مواد آلی و مغذی خود را از دست می‌دهد (Quansah, 2010). در سال‌های اخیر، افزایش نگرانی مصرف‌کنندگان در مورد مسائلی مانند کیفیت مواد غذایی، ایمنی محیط زیست و حفاظت از خاک منجر به افزایش استفاده از شیوه‌های کشاورزی پایدار شده است. کشاورزی پایدار عبارت است از تولید محصول با بکارگیری مجموعه‌ای از شیوه‌هایی که از منابع و محیط زیست محافظت می‌کنند.

البته استفاده از کودهای آلی مثل کودهای حیوانی به عنوان یکی از پایه‌های اصلی کشاورزی پایدار در نظر گرفته می‌شود (Tilman et al. 2002).

برای رشد بهینه گیاه، باید مواد مغذی به اندازه کافی و در مقادیر متعادل در دسترس گیاه قرار بگیرد. خاک‌ها حاوی ذخایر طبیعی از مواد مغذی گیاهی می‌باشند که بخشی از آن هر سال از طریق فعالیت بیولوژیکی یا فرآیندهای شیمیایی منتشر می‌شوند. این انتشار، حذف مواد مغذی توسط تولیدات کشاورزی را خیلی آهسته جبران کرده و نیازهای محصول را برآورده می‌سازد. بنابراین، از کودها به عنوان مکمل برای مواد غذایی موجود در خاک استفاده می‌شود (Bokhtiar and Sakurai, 2005).

دسترس‌ی بیشتر گیاه به منابع غذایی مورد نیاز یک فاکتور کلیدی می‌باشد که دفاع ذاتی و القایی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Chen et al. 2010؛ Barto et al. 2008؛ Stout et al. 1998). این تأثیر به این دلیل است که بسیاری از مولکول‌های فعال در دفاع ذاتی یا القایی گیاه، به سطوح مختلفی از عناصر غذایی برای فعالیت حداکثری نیاز دارند (Herms and Mattson, 1992). برای مثال، مطالعات گذشته نشان داد که افزودن کلرید آهن^۵ و دی پتاسیم هیدروژن فسفات^۶ به بستر برنج می‌تواند مقاومت این گیاه به بلاست برنج را افزایش دهد (Manandhar et al. 1998).

کودها علاوه بر مواد مغذی، کربن و ترکیبات دیگری را نیز ارائه می‌کنند که محتوای هوموس خاک، فعالیت بیولوژیکی و ساختار فیزیکی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند و سبب افزایش حاصلخیزی خاک می‌شوند (Salvagiotti et al. 2008). کودها به دو دسته آلی و معدنی دسته‌بندی می‌شوند. کودهای آلی از مواد در حال پوسیدن گیاهی یا جانوری مشتق شده‌اند. کودهای معدنی نیز طی فرآیندهای شیمیایی به دست می‌آیند و اغلب توسط انسان‌ها ساخته می‌شوند. کودهای آلی اغلب بیش از یک ماده مورد نیاز برای رشد گیاهان را فراهم می‌کنند، در حالی که کودهای معدنی معمولاً فقط یکی از مواد مورد نیاز رشد گیاهان را تأمین می‌کنند (Boller and Hani, 2004).

کاشت مداوم و استفاده مکرر از کودهای شیمیایی باعث افزایش اسیدیته خاک، شستشوی مواد مغذی و تخریب وضعیت فیزیکی خاک و مواد آلی آن می‌شوند (Nottidge et al. 2005؛ Obi and Ebo, 1995؛ Ojieniyi, 2000). با توجه به این تأثیرات، برای حفظ حاصلخیزی خاک باید از منابع جایگزین استفاده شود. تا به حال، کودهای آلی به عنوان بهترین جایگزین استفاده شده‌اند (Farahzety and Siti Aishah, 2013). کودهای آلی به دلیل متعادل کردن مواد مغذی،

5. Ferric chloride

6. di-Potassium hydrogen phosphate

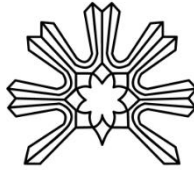
Title and Author:	The effect of vermicompost and humic acid on some of the interactions of the diamondback moth, <i>Plutella xylostella</i> (Lep.: Plutellidae) and host plants under laboratory conditions/ Mahdieh Jafary-Jahed
Supervisors:	Dr. Jabraeil Razmjou and Dr. Gadir Nouri-Ganbalani
Graduation date:	2019.12.11
Number of pages:	109

Abstract:

The diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lep.: Plutellidae), is a key pest of cruciferous vegetables, throughout the world including Iran. The present study is including two groups of experiments. In first experiment, the effects of vermicompost and humic acid fertilizers on the population growth of *P. xylostella* and the root system development on six brassicaceous host plants including canola, broccoli, cauliflower, kohlrabi, red cabbage and white cabbage were investigated under the same experimental conditions. The results showed that brassicaceous plants fertilized by these fertilizers significantly reduced the immature survival rate of *P. xylostella*. Reared adults from larvae on the treated plants also showed statistically significant reductions in the longevity, oviposition period, and fecundity compared with the control. On canola, broccoli, cauliflower, kohlrabi, red cabbage and white cabbage, the values of R_0 and r fertilized with both humic acid and vermicompost were significantly lower than control plants. We also found that on the plants fertilized with humic acid and vermicompost, the number of eggs laid was lower than control plants. The tested fertilizers improved the development of root systems and subsequently enhanced the plant tolerance to *P. xylostella*. Our results show that humic acid and vermicompost root application induces defenses in tested plants that have negative effects on the performance of *P. xylostella*. These findings will help to develop our knowledge regarding the effects of humic acid and vermicompost fertilizers on the resistance of plants to *P. xylostella*. In second experiment, the oviposition preferences and larval development of *P. xylostella* were evaluated in the laboratory on the host plants. The results showed that female and male adults from larvae fed on cauliflower and canola lived longer than those fed other plants. Also, the oviposition period was longest for females reared on cauliflower (5.54 days) and shortest on kohlrabi (2.68 days). Significantly more eggs were oviposited on cauliflower (163.71 eggs per female) than on the other plants. The differences in total development times of immature stages on *Brassica* plants tested were significant, being shortest on cauliflower (17.60 days) and longest on kohlrabi (21.12 days). The moths reared on cauliflower had significantly higher R_0 and r values (65.46 offspring per individual and 0.200 day^{-1} , respectively). The lowest R_0 and r values were obtained when individuals fed upon Kohlrabi (12.71 offspring per individual

and 0.105 day⁻¹, respectively). In free-choice situation, oviposition on canola and cauliflower were similar, but numbers of eggs deposited on these plants exceeded other plants. The amounts of glucosinolate were significantly greater in canola and cauliflower and the lowest in red cabbage. Correspondingly, diamondback moth longevity, duration of the oviposition period and number of eggs produced per female, all were lower when the larvae fed on kohlrabi. Our finding showed that kohlrabi was the non-preferred host plant for feeding of *P. xylostella*.

Keywords: vermicompost, humic acid, host plants, glucosinolate, root systems



**University of Mohaghegh Ardabili
Faculty of Agriculture & Natural Resources
Department of Plant Protection**

Dissertation submitted in partial fulfillment for the degree of Doctor
of Philosophy
in Agriculture Entomology

**The effect of vermicompost and humic acid on some
of the interactions of the diamondback moth, *Plutella
xylostella* (Lep.: Plutellidae) and host plants under
laboratory conditions**

By:
Mahdieh Jafary-Jahed

Supervisors:
**Dr. Jabraeil Razmjou
Dr. Gadir Nouri-Ganbalani**

Advisors:
**Dr. Bahram Naseri
Dr. Mahdi Hassanpour**

December 2019