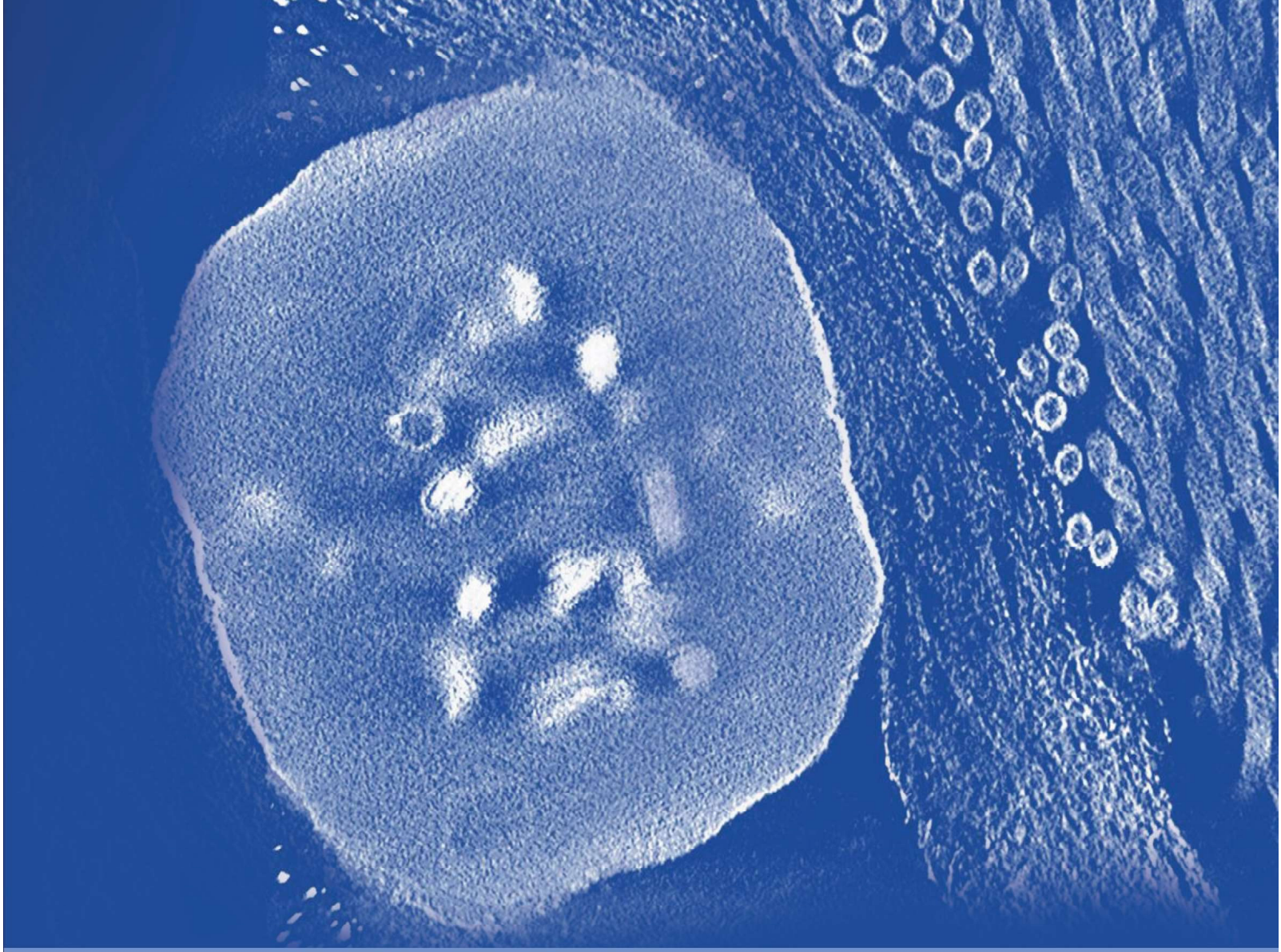


باکولو ویروس ها جایگزین نوید بخش در کنترل آفات پروانه ای

مطالعه موردی: ویروس چند وجهی هسته ای کرم غوزه پنبه (کرم ذرت)

Helicoverpa armigera Nucleopolyhedrovirus

راحله شهبازی[1]، مسعود نادرپور[2]

۱-محقق مؤسسه. ۲- عضو هیأت علمی مؤسسه

مصرف فراوان انواع سموم و کودهای شیمیایی از لحاظ تبعات زیست محیطی از قبیل آلودگی آب‌های زیرزمینی و برهم زدن تعادل زیستی روز به روز تهدید جدی‌تری محسوب می‌شود. طرح مسائل جدیدی همچون گیاهان تراریخته نیز برای کاهش مصرف سموم به این موارد اضافه شده است. الگوهای کشاورزی متداول، خسارت‌های جبران ناپذیری به منابع زیستی کشور وارد آورده و در صورت غفلت سیاست‌گذاران از اصلاح سیاست‌های جاری توسعه کشاورزی، پیش‌بینی می‌شود این روند مخرب به نحو روز افزونی ادامه یابد. امروزه افزایش آگاهی به مسائل فوق و افزایش گزارش‌های منتشره در خصوص تاثیرات سوء موارد فوق بر سلامتی بشر، آلودگی‌های خطرناک طبیعت از جمله آلودگی مخازن آب زیرزمینی و خاک مزارع و ایجاد بیماری‌های حاد و مزمن، اشتیاق برای تولید محصول در شرایط طبیعی و حتی‌الامکان بدون استفاده از انواع سموم و کودهای شیمیایی را افزایش داده است. کشاورزی ارگانیک، نظام زراعت

مبتنی بر مدیریت اکوسیستم زراعی، تمرکز بر حاصلخیزی خاک و سلامت گیاه و عدم مصرف مواد شیمیایی سنتتیک است که با شرایط اجتماعی، اقتصادی، منطقه‌ای و محلی سازگار است. افزایش تولید و عملکرد گیاهان با استفاده بیش از حد از کودها و سموم شیمیایی میسر است اما افزایش مصرف کود و آفت‌کش‌هایی که پیامد آنها زوال حاصلخیزی خاک و آلودگی هوا، آب و غذا است، نگرانی‌های روز افزونی درباره محیط زیست ایجاد کرده و نظام کشاورزی ارگانیک اهمیت فزاینده‌ای در راستای توسعه کشاورزی پایدار و بوم سازگار در سرتاسر جهان پیدا کرده است. رشد جهانی جمعیت بشر و نیاز به افزایش کمی و کیفی (سالم) محصولات غذایی از یک‌طرف و تغییرات اقلیمی جهانی و مساعد شدن شرایط رشد و نمو و پراکنش جغرافیایی حشرات، توسعه مقاومت به حشره‌کش‌های مرسوم و گیاهان تراریخته از طرف دیگر، نیاز به پژوهش‌های کاربردی در برنامه‌های کنترل بیولوژیک را شدت بخشیده است. با توجه به اهمیت کنترل آفات توسط دشمنان طبیعی برای حفظ پایداری محیط زیست و سلامت انسان و نیز جلوگیری از بروز مقاومت و طغیان آفات نوظهور، عوامل بیوکنترل آفات از توجه و اهمیت بالایی برخوردار هستند. همچنین به دلیل برجسته شدن تهیه مواد غذایی سالم و ارگانیک در کشور و لزوم استفاده از مواد غذایی سالم در سفره غذایی، فعالیت‌های مرتبط با تولید بذر سالم در آینده‌ای نزدیک گامی ضروری است. تهیه بذور سالم بدون استفاده از بذور تهیه شده از مزارع بذری ارگانیک امکانپذیر نبوده و لزوم گرایش به سموم ارگانیک و سالم همانند سموم مبتنی بر عوامل بیوکنترل وجود خواهد داشت.

ویروس‌های بیمارگر حشرات

بیشتر ویروس‌های بیمارگر حشرات در خانواده Baculoviridae یافت می‌شود، هر چند که این ویروس‌ها از ۱۵ خانواده دیگر هم گزارش شده است. ویروس‌های حشرات بر اساس محتوی و اندازه ژنوم، شکل و اندازه ویروس، حضور و عدم حضور پوشش یا جسم در برگیرنده طبقه‌بندی می‌شود. ژنوم ویروس‌ها تشکیل شده از RNA یا DNA که در ساختار خطی یا حلقوی در دو رشته یا تک رشته منظم شده اند. ژنوم ویروس ها با اتصال به پروتئین های ساختاری و آنزیم‌های مختص ویروس،نوکلئوکپسید را تشکیل می دهد. نوکلئوکپسیدها می توانند بدون پوشش، برهنه، یا پوشش دار باشند و در صورتی که با یک غشاء گلیکوپروتئینی احاطه شوند ویریون نام می گیرند. بیماری‌های ناشی از ویروس های بیمارگر حشرات از قرن ۱۶ شناخته شده هستند. بیماری *Jaundice o grasserie* که امروزه به عنوان یک نوکلئوپلی هدروسیس شناسایی شده است، در صنعت پرورش کرم ابریشم (*Bombyx mori* L. Lepidoptera: Bombycidae) مشاهده شده بود که توسط ویدا در سال ۱۵۲۴ شرح داده شده است. بعدها بیماری ویروسی دیگری در زنبورهای عسل (*Apis mellifera*) گزارش شد. در سال ۱۸۵۶ دو دانشمند ایتالیایی به نام های مائستری و کرنالیا اجسام محاط(Occlussion body,OBs) چندوجهی هسته ای ویروس کرم ابریشم را توصیف کردند. با ورود میکروسکوپ های الکترونی به سرعت دانش ویروس‌های بیمارگر حشرات توسعه یافت. استین هاوس که به پدر علم بیماری شناسی حشرات معروف است در سال ۱۹۴۵ اولین آزمایشگاه تخصصی خود را در این زمینه در دانشگاه کالیفرنیا آمریکا تأسیس نمود. بعد از آن در دهه‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰، استین هاوس و همکارانش با بکارگیری ویروس چندوجهی هسته‌ای، از باکولوویروس ها به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک در مزرعه علیه لاروهای کرم شبدر (*Colias eurytheme* Boisduval) استفاده کردند.

در بین عوامل کنترل بیولوژیک حشرات، ویروس‌ها یکی از منابع مفید کنترل میکروبی به‌ویژه برای کنترل آفات بال‌پولک‌دار بوده و بیشترین تحقیقات در این زمینه روی استفاده از باکولوویروس ها متمرکز است. باکولوویروس ها با داشتن ویژگی هایی چون تخصص میزبانی، زهرآگینی زیاد، ایمن برای موجودات غیرهدف و دشمنان طبیعی، سازگاری با محیط زیست، سازگاری و قابلیت اختلاط با سایر حشره‌کش‌ها و عوامل بیوکنترل گزینه مطلوبی در برنامه های مدیریت تلفیقی آفات محسوب می شوند. هزینه‌های تولید آن‌ها در موجود زنده (*in vivo*) نسبت به سموم شیمیایی کمتر است که البته امروزه روش‌هایی از تولید در شرایط آزمایشگاهی (*in vitro*) در حال ابداع است که هزینه های بسیار کم‌تری را در زمینه تولید انبوه ایجاد کرده است.

باکولوویروس‌ها

تاریخچه کشف باکولوویروس‌ها در ارتباط با توسعه صنعت ابریشم در چین در حدود ۵۰۰۰ سال پیش است. این صنعت همانند سایر صنایع کشاورزی با انواع بیماری ها مواجه بود که با ظهور میکروسکوپ های نوری، با قابل رویت شدن اجسام محاط قابل انکسار که نشان از وجود بیماری در حشرات آلوده بود، مشخص گردید. این اجسام عموما ساختار چندوجهی داشتند که منجر به نام‌گذاری بیماری به

«Polyhedrosis» در اواسط ۱۸۰۰ میلادی گردید. با ظهور میکروسکوپ الکترونی در اواخر ۱۹۴۰ میلادی، وجود ویریون های میله‌ای شکل در داخل اجسام محاط اثبات گردید. تحقیقات بعدی ماهیت ساختار کریستالین اجسام دربرگیرنده را مشخص کرد. متعاقبا دو نوع متفاوت از بیماری «Polyhedrosis» قابل تشخیص بود: نوع اول، اجسام پلی‌هدر که در هسته توسعه یافته و اجسام چندوجهی هسته‌ای (Nuclear Polyhedrosis Viruses, NPVs) نامگذاری شد و نوع دوم که در سیتوپلاسم حضور دارد و اجسام چندوجهی سیتوپلاسمی نام گرفت. دسته دوم از باکولوویروس‌ها، گرانولوویروس ها Granuloviruses GVs , هستند که در سال ۱۹۲۰ میلادی با رویت اجسام محاط تخم مرغی شکل، دانه‌دانه و ریز تعیین ویژگی شدند.

باکولوویروس‌ها یک گروه متنوع از ویروس‌ها با ژنوم دو رشته‌ای، مارپیچی، در اندازه متغیر ۸۰ – ۱۸۰ کیلوباز، کدکننده ۸۹ تا ۱۸۱ ژن هستند. باکولوویروس‌ها یک خانواده بزرگ از ویروس‌های DNA دار هستند که منحصراً به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک حشرات شناخته شده و در طول چند دهه اخیر به عنوان یکی از ابزارهای مفید در کنترل جمعیت حشرات در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات به کار برده می‌شوند.

آفت کرم غوزه پنبه میزبان ویروس چندوجهی هسته ای *Helicoverpa armigera* Nucleoployhedrovirus

ویروس *Helicoverpa armigera* Nucleoployhedrovirus که به اختصار HearNPV نامیده می‌شود از خانواده باکولوویریده[1] و جنس آلفاباکولوویروس است. این ویروس با اسامی متفاوتی شناخته شده و از دو گونه *H. armigera* و *H. zea* جداسازی شده است. تعداد زیادی NPV در سراسر دنیا از گونه حشره‌ای متعلق به جنس *Helicoverpa* که شامل آفات کشاورزی مهم از جمله *Helicoverpa zea*، *H. armigera*، *H. virescence* و *H. punctigera* می‌باشند، جداسازی شده‌اند.

گونه‌های شب پره متعلق به دو جنس Helicoverpa و Heliothis از خانواده Noctuidae از مهم‌ترین آفات خطرناک محصولات کشاورزی در ایران و جهان می‌باشند. گونه *Helicoverpa armigera* از لحاظ پراکنش یکی از گسترده‌ترین آفات کشاورزی می‌باشد و یکی از آفات مهم و پلی‌فاژ در دنیا بوده که بیش از ۷۰ گونه میزبان از جمله پنبه، ذرت، نخود، گوجه فرنگی، سویا، کنجد، آفتابگردان و غیره گزارش شده است. اهمیت کرم غوزه پنبه *H. armigera*، به عنوان مهم‌ترین آفت در بسیاری از نقاط جهان، به دلیل قابلیت سازگاری سریع با شرایط محیطی و نیز قدرت چندین خواری آن می‌باشد. در گذشته برخی محققین Helicoverpa را به عنوان زیرجنس Heliothis تلقی می‌کردند. امروزه با توجه به اختلاف اعضای تناسلی حشرات نر و ماده، جنس Helicoverpa از Heliothis جدا شده است. در ایران تاکنون ۶ گونه زیر از مناطق مختلف شناسایی شده‌اند:

(*Helicoverpa armigera*) Hubne (،*Heliothis peltigera*) Denis Shiffermuller، (*Heliothis viriplaca*) Hufnagel،(*Heliothis incarnata*) Freyer، (*Heliothis nubigara*) Herrich–Schaffer، (*Heliothis maritime*) Grasli

سه گونه اول از نظر خسارت به محصولات کشاورزی بخصوص نخود، پنبه و گوجه‌فرنگی بسیار مهم هستند. در صورتی که گونه‌های *H. peltigera* و *H. viriplaca* آفت برخی از محصولات کشاورزی با گسترش جغرافیایی محدودتر (گونه *H. viriplaca*) یا دامنه میزبانی محدودتر (گونه *H. peltigera*) می‌باشند. همچنین دو گونه *H. armigera* و *H. viriplaca* که در ایران اولین بار در سال ۱۳۱۷ توسط افشار گزارش شد در استان لرستان و سایر استان‌های غربی کشور از جمله کردستان، آذربایجان‌شرقی ، آذربایجان غربی، کرمانشاه و ایلام آفت درجه اول مزارع نخود به شمار می آیند و سهم عمده ای در کاهش محصول دارند. همچنین در اکثر مناطق پنبه‌کاری نظیر گرگان، گنبد، دشت مغان، کرمان و فارس انتشار دارند.

میزان خسارت آن در شمال ایران در سال‌های عادی ۱۰ تا ۲۵ درصد و در سال‌های طغیانی ۵۰ تا ۷۰ درصد محصول است . خسارت آفت در مزارع پنبه گرگان، گنبد و مازندران به طور متوسط ۲۵٪ کل محصول و در مزارع نخود ممکن است بیش از نیمی از محصول باشد. جمعیت *H. armigera* به طور افزاینده در مناطق کشت سویا در منطقه مغان واقع در شمال غربی ایران افزایش یافته است. نسل اول کرم قوزه پنبه در مزارع نخودفرنگی، گوجه‌فرنگی و یونجه فعالیت داشته و از نسل‌های بعد بر روی پنبه به‌ویژه در مناطق شمالی (گرگان، گنبد، دشت مغان) ومرکزی (کرمان و فارس، تهران) خسارت ایجاد می کند. در سالهای اخیر میزان خسارت آفت در مزارع گوجه‌فرنگی قابل توجه و حائز اهمیت است. ویژگی‌هایی از آفت *H. armigera* نظیر پلی‌فاژی، ترجیح به محصول قابل برداشت گیاه میزبان، باروری زیاد، کوتاه بودن نسل، توانایی تحرک و جابجایی زیاد و بالاخره، پتانسیل توسعه مقاومت به اکثر حشره‌کش‌های متداول باعث شده تا این حشره به یک آفت مهم در یک دامنه جغرافیایی وسیع تبدیل گردد.

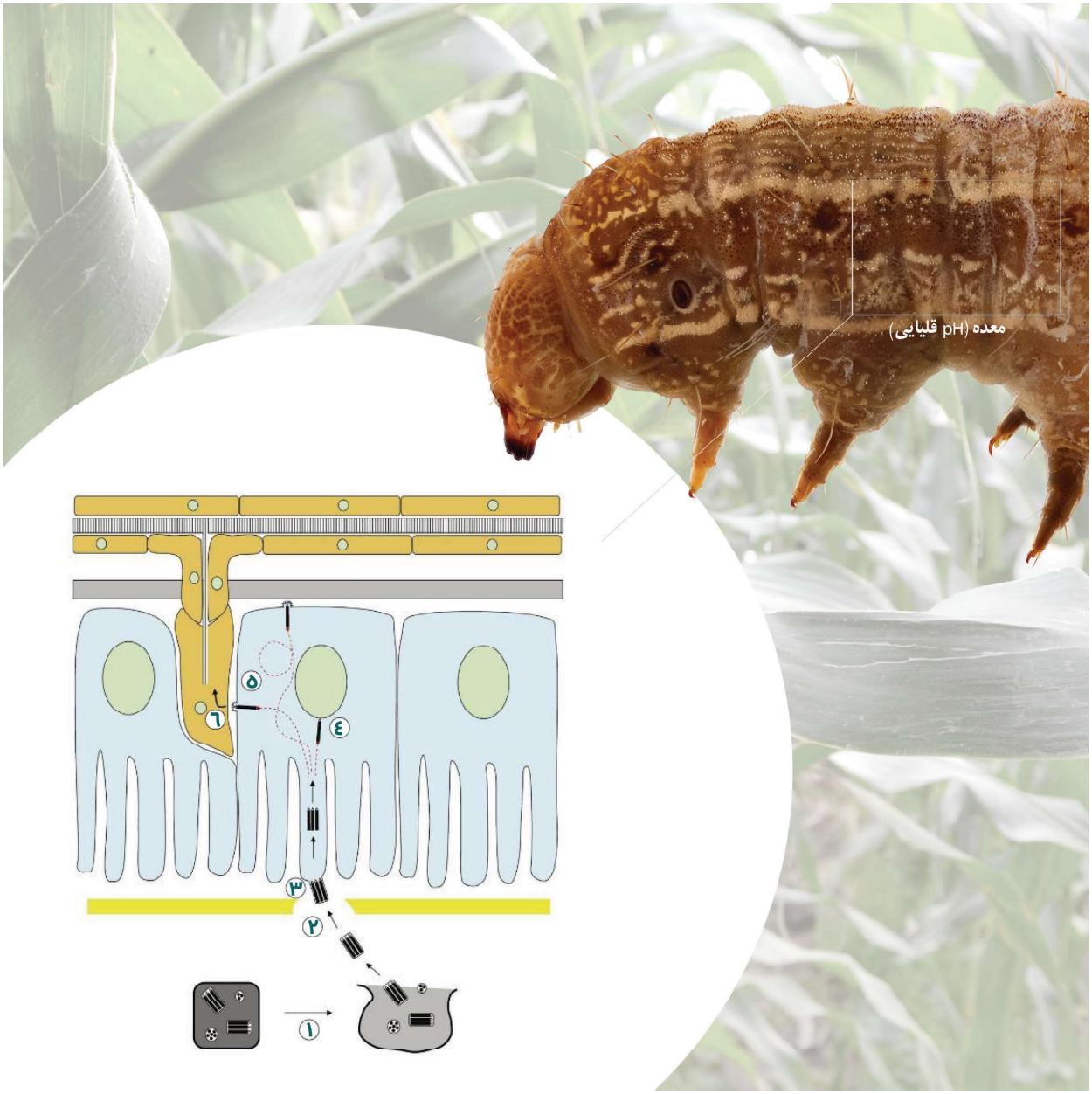
باکولوویروس ها: عوامل بیوکنترل آفات

باکولوویروس‌ها نقش مهمی در کنترل جمعیت میزبان ایفاء می کنند. این ویروس ها به طور گسترده در شش دهه گذشته به عنوان عوامل بیوکنترل با کارایی و اختصاصیت بالا و ایمن برای موجودات غیرهدف علیه آفات کشاورزی و جنگلی به کار برده شده‌اند. تمایل

بـه سـمت توسـعه باکولوویـروس‌ها به عنـوان عوامـل کنتـرل بیولوژیک بـه علـت افزایـش مقاومـت آفات به اکثر حشـره‌کـش‌های متـداول، عدم رغبـت بـه اسـتفاده از گیاهـان تراریخته مقاوم بـه آفات و حضـور کم بقایای سـموم شـیمیایی در غـذا و آب اسـت. در سـال ۱۹۷۵ اولیـن حشـره کـش باکولوویروسـی از گونـه HezeSNPV بـا نـام تجـاری Elcar در ایـالات متحـده آمریـکا علیـه کـرم غـوزه پنبـه *H.zea* ثبـت گردیـد از ایـن فـرآورده ویروسـی، *Heliothis zea* NPV، با دامنه میزبانی وسـیع علیه گونه های متعلق بـه جنـس Heliothis و Helicoverpa بـه کار گرفته شـد. یکی از موفق تریـن مثال‌هـای کاربرد باکولوویروس تیپ وحشـی، کاربـرد *Anticarsia gemmatalis* MNPV در کنتـرل لاروهـای بذرخـوار velvet bean در مزارع سـویا در برزیل اسـت که سـالیانه برای بیش از یک میلیون هکتار به کار گرفتـه می شـود. جدایـه‌های HearSNPV ویژگی های حشـره کشـی بهتـری نسـبت بـه HearMNPV نشـان مـی‌دهنـد و بنابرایـن در دنیـا جدایـه‌هـای متعـددی از آن شناسـایی و به عنوان حشـره‌کـش بیولوژیک تجاری سـازی شـده‌انـد. در چین جدایـه HearSNPV بـرای مدت بیش از ۲۰ سـال در کنتـرل *H. armigera* در منطقـه صـد هـزار هکتـاری در محصـولات پنبـه و سـبزیجات به کار بـرده شـد. تولید تجـاری و کاربرد) (*Cydia pomonella* GV (CypoGV بر روی سـیب و گلابی از دیگر موفقیـت‌های اسـتفاده از حشـره‌کـش‌های باکولوویروسـی اسـت. بیش از ۲۰ گونـه باکولوویـروس بـه عنوان حشـره‌کش‌هـای تجاری در دسـترس بـوده و بالـغ بـر ۳۰ فـرآورده مختلـف بـر پایـه NPV یـا GV ثبت شـده اسـت. ویـروس چندوجهـی HearSNPV از جهـت کارایـی، قابلیت تولید انبـوه، سـازگاری با حشـره‌کش‌های گیاهـی و غیره و نیـز از نظر عوارض جانبـی روی موجـودات غیرهـدف بسـیار گسـترده مورد مطالعـه و تحقیق قـرار گرفتـه اسـت. ایـن ویـروس‌هـا در بافـت زنـده تولیـد شـده و تحت اسـامی تجاری مختلف از جملـه Bio-control-VHZ، Viron-H، viz، Elcar وGemstar در کشـورهای مختلـف ثبـت شـده اسـت. در چیـن، ۱۲ فـرآورده باکولوویـروس بـه عنـوان حشـره‌کـش‌هـای تجـاری مجوز گرفتـه‌اند کـه *H. armigera* NPV (برای حفاظت پنبـه، فلفل و تنباکو)، *Spodeptera litura* NPV ،*S. exigua* NPV ، *Pieris rapae* GV و *Plutella xylostella* GV (چای) از جمله آنها محسـوب می‌شـوند. کاربـرد AngeMNPV در برزیل منافـع اقتصـادی، اکولوژیکی و اجتماعی بسـیاری به همراه داشـته اسـت. ایـن روش کنترلـی در برزیـل ثابـت کـرده که عوامـل بیوکنترل با منشـاء باکولوویـروس در مقیـاس وسـیع یـه طـور موثـر و کارا قابل تولیـد بوده و یـک جایگزیـن مناسـب برای حشـره‌کـش های شـیمیایی طیف وسـیع اسـت. جنـگل‌هـای نواحـی معتدلـه بـه شـدت مـورد حملـه لاروهـای پروانـه هـا (گونـه هـای آفـت متـداول شـامل ،*Lymantria dispar* *Lymantria monacha*، *Orgyia pseudotsugata* و *Panolis pini*) و بسـیاری گونـه‌هـای بـال‌غشـاییان (از جملـه *Neodiprion sertifer* و *Diprion piri*) قـــرار گرفتـه و برگ‌ریزان می‌شـوند. فرمـــولاسیون *L. dispar* MNPV بـا نـام‌هـای تجـاری Disparivirus، MGypchek و Virin-ENSH و MNPV *O. pseudotsugata* بـا نـام‌هـای تجـاری TM BioControl-۱ و Virtuss بـرای کنتـرل ایـن آفـات جنگل به کار بـرده می‌شـوند. لاروهای شـب پره هـای متعلق به جنـس Spodoptera، معضـل اصلی صنعت کشـاورزی در بسـیاری از کشـورهای جهان اسـت. دو ترکیـب تجـاری بـر اسـاس ویـروس *Spodoptera* NPV در حـال حاضـر موجود اسـت: ترکیـب SPOD-X TM حـاوی *S. exigua* NPV بـرای کنتـرل آفـت روی محصـولات سـبزی و صیفـی و Spodopterin TM حـاوی *S. littoralis* NPV بـرای حفاظـت از پنبـه، ذرت و گوجـه فرنگـی مـورد اسـتفاده قرار مـی‌گیرد . بـا توجه به موفقیت‌های چشـمگیر آفـت‌کـش‌هـای باکولوویروسـی، مـی تـوان گفت کـه فوایـد و مزیت‌های آفـت‌کـش‌های زیسـتی نسـبت به آفت‌کـش‌های شـیمیایی فراوان اسـت. سـلامت بشـر و موجـودات غیرهـدف، حفاظـت از تنوع زیسـتی محیط و کاهـش بقایـای سـمی در محصـولات کشـاورزی مـواردی از مزیـت این ترکیبـات اسـت، هرچنـد که هزینـه تولید آفت‌کـش‌های زیسـتی بالاتر از هزینه تولید آفت‌کش‌های مرسـوم اسـت. کلید رشـد و توسـعه یک حشـره کـش زیسـتی کارا و موثـر، انتخـاب اسـترین زهرآگین اسـت. اسـترین‌های بومـی بـر اسـاس قابلیت تحمل، سـازش‌پذیری و کارایی در یک اکوسیسـتم کشـاورزی معین انتخاب می شـوند. در صورت شـناخت جدایه‌ها و استرین های مطلـوب، میـزان دوزهـای مصرفـی آفـت کـش‌هـای ویروسـی به شـدت کاهـش مـی‌یابد.

نتیجه‌گیری

آفـت *H. armigera* یکـی از مهمترین آفات هلیوتین اسـت که سـبب خسـارات جـدی اقتصـادی بـه بسـیاری از محصـولات یکسـاله از جملـه گوجـه فرنگـی، پنبه، نخـود، ذرت، فلفـل، آفتابگردان، بادام‌زمینی، سـویا و غیـره در کل دنیا می‌شـود. خسـارت ایـن آفت به طور مسـتقیم روی اندام های زایشـی، گل، میوه و غنچه‌های سـبز می‌باشـد که کاهش محصول را بـه همـراه دارد. جـابه‌جایی‌های بین منطقـه‌ای و درون منطقه‌ای آفت و همچنین رفتار تغذیه‌ای حریصانه برای بهره‌برداری از اکوسیسـتم، پتانسـیل طغیـان و شـیوع آفـت را افزایش می‌دهد. بـا توجه به تغذیـه لاروهای آفت از داخـل میـوه‌هـا و بذرهـای گیـاه میزبـان، گسـترش مقاومت به حشـره کش‌هـا رو بـه افزایـش بـوده و در نتیجـه کنتـرل آفـت را با چالـش‌هایی مواجـه کـرده اسـت. طـی سـال‌هـای اخیـر یکـی از روشـهای جایگزین بـرای کنتـرل کـرم غـوزه پنبه، محصـولات دسـت‌کاری شـده ژنتیکی بر



شکل شماتیک از عفونت‌زایی اولیه معده و ثانویه در سیستم تراشه، برگرفته از لارو بال‌پولکدار آلوده با ویروس چندوجهی هسته‌ای (MNPV). با حل شدن اجسام محاط (OBs) خورده شده توسط لارو در محیط قلیایی لومن معده، ویریون‌های مشتق شده از جسم محاط (ODV) آزاد می‌شود (۱) ویریون‌های ODV از میان غشاء دور غذا (زرد) (۲) عبور می‌کنند. در بسیاری موارد با کمک پروتئیازهای کد شده توسط باکولوویروس‌ها به نام Enhancin ها و با تخریب پرده غشایی. ODVها با میکروویلی سلول‌های اپی‌تلیال ستونی معده باند شده، و نوکلئوکپسیدها پس از اتصال پوشش ODV و غشاء سیتوپلاسمی داخل می‌شوند (۳) نوکلئوکپسیدها در سیتوپلاسم بواسطه پلی‌مریزاسیون آکتین (خطوط قرمز) حرکت می‌کنند. بسیاری نوکلئوکپسیدها به سمت هسته جابه‌جا می‌شوند (۴) دی‌ان‌ای ویروس پوشش خود را از دست داده و ژن‌های اولیه بیان می‌شوند، که شامل ژن‌های کدکننده گلیکوپروتئین مهم پوشش ویریون جوانه‌زده یا BV (پروتئین GP64، F) هستند. سایر نوکلئوکپسیدها به سمت غشاء پایه سلول جابه‌جا شده و جوانه می‌زنند (۵)، تشکیل ویروس‌های جوانه‌زده با ساختار گلیکوپروتئین‌های پوششی بیان شده از نوکلئوکپسیدهایی که به داخل هسته سلول راه پیدا کرده‌اند. بیان فاکتور رشد فیبروبلاست ویروس منجر به تغییر و تبدیل غشاء پایه اطراف تراکئوبلاست‌ها شده که عفونت‌زایی تراکئوبلاست‌ها به واسطه ویروس‌های جوانه‌زده از سلول اپی‌تلیال معده میانی را تسهیل می‌کند (۶). عفونت پس از آن از طریق سلول‌های اپیدرمی تراکئول به سایر بافت‌ها در زیر غلاف معده میانی انتشار می‌یابد (برگرفته از Harrison and Hoover,2012).

پایـه ژن‌هـای توکسـین باکتـری (*Bacillus thuringiensis* (*Bt*) بـوده کـه بـه سـرعت توسـعه و کاربـرد آن‌هـا افزایـش یافتـه اسـت. از جهتـی نگرانـی افـکار عمومـی در رابطـه بـا اثـرات منفی ایـن ارقام دسـت‌کاری شـده ژنتیکی روی سـایر محصـولات زراعی و امکان اختلاط بذور سـنتی بـا آن‌هـا و مقاومـت مطرح اسـت. علی‌رغم اینکه مهم‌تریـن روش کنترل آفـت مبـارزه شـیمیایی اسـت، ولـی بـا ظهـور و پراکنـش جمعیـت‌هـای مقـاوم، حفاظـت از محیط زیسـت و تقاضـا برای تغذیه سـالم نیاز به روش های جایگزین از جمله کنترل بیولوژیک در اولویت اول توسـعه و بررسـی قـرار مـی‌گیـرد. باکولوویـروس‌هـا یکـی از مهم‌تریـن عوامـل بیولوژیک نویدبخـش بـرای ایـن دسـته از آفـات محسـوب مـی‌شـوند. از نقطه نظر زیسـت محیطـی، باکولوویروس‌هـا یک جایگزین مناسـب در کنترل آفات هسـتند چـرا کـه محـدود به گونه حشـره آفـت و یا گونه‌هـای یک جنس آفـت بوده و سـایر ارگانیسـم‌هـا را تحت تاثیر قـرار نمی‌دهنـد. اما از نقطه نظـر اقتصـادی، دامنه میزبانی محـدود برای کنترل همزمـان بیش از یک آفـت در یـک محیـط، ممکن اسـت از یک نگاه یک عیب محسـوب‌شـود در صورتیکـه اینگونـه نیسـت و شـرایط در برخـی مـوارد ایجـاب می‌کند کـه از سـموم اختصاصـی به جای سـموم عمومی اسـتفاده شـود. از طرف دیگـر پیامـد دامنـه میزبانی محـدود، بی‌ضرر بـودن این گـروه از ویروس‌ها بـرای مهـره‌داران اسـت. از آنجایـی کـه جدایه‌هـای بومـی روی جمعیت هـای بومـی آفت زهرآگینی بیشـتری دارند، شناسـایی سـویه‌هـای بومی یـک منطقـه با بیشـینه ظرفیـت کنترل آفت پیـش از تولید و توسـعه یک آفـت‌کـش زیسـتی ضـروری اسـت. چرا کـه زهرآگینـی ویروس بـا توجه بـه بیوتیـپ میزبـان و منطقه جغرافیایی جمـع‌آوری ویـروس متفاوت بوده و چـه بسـا شـاید جدایـه‌هـای غیربومـی، فعالیـت سـویه‌هـای بومی یک منطقه را کاهـش دهند.

باکولوویـروس‌ها پتانسـیل توسـعه به عنـوان آفت‌کش‌هـای بیولوژیک بالقـوه را دارا هسـتند. مطالعات زیـادی، جدایه‌های باکولوویـروس از جمعیت‌های مجـزای جغرافیایـی از یـک گونـه میزبان مشـخص را مورد مقایسـه قرار داده‌انـد. سـاختار ژنتیکـی جمعیـت‌هـای طبیعـی باکولوویـروس‌هـا برای بهبـود بقـا ویروس سـازگار شـده‌اند که بسـتگی به مجموعـه‌ای از عوامل از جملـه پایـداری در محیـط، پتانسـیل OB در آلـوده کـردن و تعداد OB تولید شـده در حشـره بیمار دارد. تولید موفق حشـره کش‌هـای بیولوژیک بـر پایـه NPVهـا، نیازمند دانـش و آگاهـی از جزییات بیولـوژی مولکولی ویـروس اسـت. پژوهش در زمینه تنـوع جغرافیایی و ژنتیکی باکولوویـروس‌ها و تاثیـر زیسـت مولکولـی آن‌هـا بـر ویـروس‌هـا، موضـوع مهـم مطالعـات عصـر حاضـر اسـت. به‌طـوری کـه منجـر بـه درک و فهم بهتر فرگشـت باکولوویـروس‌هـا و میزبـان‌هـای آن‌ها شـده و امکان توسـعه سـویه‌های ویروسـی کارآمدتـر را بـرای برنامه‌هـای کنترل میکروبی فراهـم می‌آورد. عـلاوه بـر ایـن، جسـتجو و ردیابی جدایـه‌های بومـی امکان دسـتیابی به تعـداد بیـش‌تـری از جدایه‌های موجـود و در نتیجه سـویه‌هـای کاراتر در هـر منطقـه را فراهـم و در نهایت عملکـرد کنترل بیولوژیک این دسـته از آفـات را افزایـش دهد.

منابع

قربانـی، ر.، موسـوی، س. ک.، غیاثونـد، م.، کریـم زاده، ج. ۱۳۹۱. تأثیـر تاریـخ و تراکم کاشـت بر جمعیت و شـدت خسـارت کـرم های پیله خـوار نخـود در اسـتان لرسـتان. نشـریهٔ پژوهـش هـای حبوبات ایـران.۳ (۲)، ۸۵-۹۶.

- Arrizubieta, M., Simon, O., Williams, T., Caballero, P. 2015. A novel binary mixture of Helicoverpa armigera single nucleopolyhedrovirus genotypic variants has improved insecticidal characteristics for control of cotton bollworms. Applied and Environmental Microbiology 81,3984 3993.

- Black, J. L. 2017. Horizontal transmission of Helicoverpa armigera nucleopolyhedrovirus (HearNPV) in soybean fields infested with Helicoverpa zea (Boddie). Theses and Dissertations. 2533. University of Arkansa, Fayetteville.

- CABI. 2007. Crop Protection Compendium. Common weath Agricultural Bureau, International. http://www.cabicompendium.org/

- Costa, V. H. D., Soares, M. A., Dimate, F. A. R., Sa, V. G. M., Zanincio, J. C. 2019. Genetic identification and biological characterization of baculovirus isolates from Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. Florida Entomologist 102, 59-64.

- Ikeda, M., Hamajima, R., Kobayashi, M. 2015. Baculoviruses: diversity, evolution and manipulation of insects. Entomological science 18, 1-20.

- Kalawate, A. P. 2014. Microbial viral insecticides. K. Sahayaraj (ed), Basic and Applied Aspects of Biopesticides. Entomology Section, Zoological Survey of India. 47-68.

- Matov, A., Zahiri, R., Holloway, J. D. 2008. The Heliothinae of Iran (Lepidoptera: Noctuidae). Zootaxa 1763, 137.

- Zhang, H., Yang, Q., Qin, Q., Zhu, W., Zhang, Z., Li, Y., Zhang, N., Zhang, J. 2014. Genomic sequence analysis of Helicoverpa armigera nucleopolyhedrovirus isolated from Australia. Archives of Virology 159, 595 601.