

مجله ایمنی زیستی

دوره ۱۴، شماره ۳، پائیز ۱۴۰۰

ISSN ۲۷۱۶-۹۸۰۴ الکترونیکی، ISSN ۲۷۱۷-۰۶۳۲ چاپی

نگاهی بر تاریخچه مدیریت کنترل آفت سن گندم (*Eurygaster*

integriceps) از روش‌های سنتی تا روش‌های نوین



[20.1001.1.27170632.1400.14.3.6.7](https://doi.org/10.1001.1.27170632.1400.14.3.6.7)

مهربانو کاظمی الموتی^۱، محمد مجدی^{۲*}، محمدرضا غفاری^{۳*} و قاسم حسینی سالکده^۴

۱- دانشجوی دکتری بیوتکنولوژی کشاورزی، گروه ژنتیک و تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲- دانشیار گروه ژنتیک و تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۳- استادیار بخش زیست‌شناسی سامانه‌ها، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج،

ایران

۴- استاد بخش زیست‌شناسی سامانه‌ها، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

m.majdi@uok.ac.ir

ghaffari@abrii.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۱

صفحه ۱۱۶-۱۰۱

چکیده

گندم یک محصول غذایی مهم است که بیش از ۴۰ درصد از سرانه کالری و پروتئین رژیم غذایی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه را تأمین می‌کند. تولید گندم نقش مهمی در امنیت غذایی و اقتصاد جهانی دارد. سن گندم جدی‌ترین آفت گندم در آسیای غربی و مرکزی است. کاهش عملکرد در گندم در صورت طغیان آفت ۵۰-۹۰ درصد برآورد شده است. استفاده از سموم شیمیایی رایج‌ترین روش کنترل این آفت است. اگرچه استفاده از سموم شیمیایی در سال‌های اخیر کاهش یافته است اما آسیب ناشی از این مواد و مدت زمان باقی ماندن آن‌ها در محیط زیست، نگران‌کننده است. بنابراین، یافتن روش‌های جایگزین ایمن‌تر و در عین حال، موثرتر یک ضرورت محسوب می‌شود. فناوری‌های جدید در بسیاری از سطوح جذاب هستند، به‌ویژه از این جهت که برای هدف قرار دادن گونه‌های خاص توسعه یافته‌اند و ممکن است جمعیت آفات را با شیوه ملایم‌تری از بین ببرند. محققان زیادی در سراسر دنیا با استفاده از روش‌های نوین نظیر تداخل آران.ا، تغییر ژنومی و مطالعات میکروبیوم، مطالعات متعددی جهت کنترل آفات مختلف انجام داده و به موفقیت‌هایی نیز دست یافته‌اند. استفاده از این روش‌های نوین می‌تواند نقش موثری در کنترل آفت سن گندم داشته و تا حدودی نگرانی‌ها را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: سن گندم، تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات، تداخل آران.ای، میکروبیوم.

مقدمه

در میان غلات، گندم و جو نه تنها در ایران بلکه در جهان دارای اهمیت زیادی هستند. گندم یکی از مهم ترین محصولات غذایی است که ۴۰ درصد از ظرفیت تامین انرژی و پروتئین را در بیشتر کشورهای توسعه یافته فراهم می کند و نقش حیاتی در امنیت غذایی و اقتصاد جهانی دارد (Davari and Parker, 2018). در ایران گندم مهم ترین محصول زراعی کشور است (۶ میلیون هکتار سطح زیر کشت در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸) (آمارنامه کشاورزی. ۱۴۰۰)) و نقش مهمی را در تامین تغذیه مردم ایفا می کند. از نکات جالب در مورد کشت گندم، فراگیر بودن آن است. به طوری که، در کلیه استان های کشور با اقلیم های گوناگون و نواحی جغرافیایی متفاوت کشت می شود. در سال ۲۰۱۹ نیاز کشور ۱۴ میلیون تن برآورد شده است که از این میان نقش تولید داخلی فقط ۹ میلیون تن است (FAO. 2019). عوامل مختلف زیستی باعث کاهش عملکرد گندم می شوند که یکی از مهمترین عوامل خسارت ز آفات هستند. شارما و همکاران (۲۰۱۷) خسارت ناشی از آفات کشاورزی در مقیاس جهانی را حدود ۱۸ تا ۲۰ درصد از محصولات کشاورزی و ۴۷۰ میلیارد دلار در سال اعلام می کند (Sharma et al. 2017). در

ایران خسارت کمی و کیفی آفت سن گندم در صورت طغیان حدود ۹ میلیون تن برآورد شده است (Abdollahi. 2004).

سن گندم با نام علمی *Eurygaster integriceps* Hemiptera: Scutelleridae از مهم ترین آفات گندم محسوب می شود (Critchly et al. 1998). در طول دوره زیستی، تقریباً ۱ تا ۲/۵ ماه را به عنوان حشره کامل بر روی گیاه سبز به سر می برد و بقیه سال را به حالت استراحت در زیر پوشش گیاهی دامنه تپه ها می گذراند. این دوره استراحت شامل دو فاز تابستان گذرانی در طول ماه های گرم و خشک و زمستان گذرانی در طول ماه های خیلی سرد است و جمعیت آفت در تابستان به شکل کپه ای و در زمستان به شکل پراکنده زیر بوته های گون و درمنه است. کوهستان های مخصوص زمستان گذرانی آفت به طور معمول در حدود ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر از مزارع گندم فاصله دارند. مهاجرت از کوه به مزرعه به شکل متناوب انجام می شود و حداکثر در طول یک ماه کامل می شود. بعد از تغذیه، جفت گیری و سپس تخم ریزی انجام می شود. با تکمیل سن پورگی و در نهایت ظهور حشره کامل، یک نسل کامل می شود (شکل ۱). سن گندم یکی از مهم ترین آفات در بسیاری از کشورهای تولید

"کاظمی الموتی و همکاران، نگاهی بر تاریخچه مدیریت کنترل آفت سن گندم..."

گندم در آسیا نظیر شمال شرقی ترکیه، ایران، سوریه، لبنان، عراق، قزاقستان، ازبکستان، تاجیکستان و افغانستان است (Al-Fayyadh et al. 2020). این آفت، قطعات دهانی خود را داخل بافت گیاه وارد می‌کند و شیره گیاه را می‌مکد که این امر باعث خسارت مستقیم به گیاه می‌شود. علاوه بر این، حشره با تزریق بزاق به داخل بذر باعث از بین رفتن پروتئین‌های بذر به وسیله آنزیم‌های هیدرولیتیک شده و در نتیجه خاصیت نانوائی گندم کاهش می‌یابد (Golmohammadi and Dastranj. 2020).

پوره‌ها و حشرات بالغ آفت با تغذیه از برگ‌ها، ساقه‌ها و دانه‌ها عملکرد را به شدت کاهش می‌دهند. آفت عملکرد در گندم ۵۰-۹۰ درصد و در جو ۲۰-۳۰ درصد برآورد شده است (Dizlek).



شکل ۱- چرخه زندگی سن گندم.

حشرات بالغ زمستان را در دامنه کوه‌ها، زیر بوته‌های گیاهان چند ساله و یا در زیر پوسته درختان می‌گذرانند. سن گندم با مساعد شدن شرایط محیطی به سمت مزارع هجوم می‌آورد. حشرات با ورود به مزرعه از شیره گیاهی تغذیه می‌کنند. حشرات ماده پس از تغذیه و جفت‌گیری، در پشت یا روی برگ‌ها تخم‌گذاری می‌کنند. پس از ۷ تا ۱۰ روز پوره‌ها از تخم‌ها خارج می‌شوند. پوره‌ها از گیاهان تغذیه کرده و بالغ می‌شوند. این حشره در هر سال یک نسل تولید می‌کند. دمای مطلوب برای بقاء این حشره بین ۶ تا ۲۵ درجه سلسیوس است و در دماهای بالای ۳۷ درجه سلسیوس جمعیت آفت کاهش می‌یابد.

برمی‌گردد. جمع‌آوری سن‌ها به وسیله کشاورزان و فروش آن به دولت به منظور انهدام آن روشی بود که برای کنترل سن گندم از سال ۱۲۸۶ شمسی

تاریخچه مدیریت سن گندم در جهان و ایران

قدیمی‌ترین نشانه‌ها از مبارزه با سن گندم به دوران نادرشاه افشار (۱۱۱۴ تا ۱۱۲۶ شمسی)

تا ۶۰ سال بعد اعمال شده و به عنوان یکی از راه‌های مبارزه با سن گندم مورد استفاده قرار گرفت (Radjab, 2000). در این مقاله روش‌های مدیریت سن گندم از قبیل کنترل شیمیایی، کنترل زیستی، کنترل طبیعی به واسطه تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات (insect growth regulators: IGR) و روش‌های نوین مولکولی نظیر استفاده از تکنیک تداخل آر.ان.ای (RNA-mediated double-stranded interference)، تغییر ژنی (gene drive) و مطالعات میکروبیوم مورد بررسی قرار می‌گیرند.

روش‌های مدیریت سن گندم

کنترل شیمیایی

مبارزه شیمیایی در ایران علیه سن گندم از حدود سال‌های ۱۳۱۰ شمسی و با ترکیبات نفتی و آرسنیک شروع شده است (Sheikhi, 2000). بهرامی و یوسترف اولین مبارزه شیمیایی را در کوه علیه سن گندم انجام دادند و در سال ۱۳۲۶ اولین مبارزه شیمیایی در مزارع گندم توسط الکساندروف انجام شد (Mohammadipour et al., 2019). در ابتدا با به کارگیری دی‌نیتروآرتوکروزول (dinitroorthocrocol) شروع شد و در دهه ۱۹۵۰ میلادی دی‌کلودی‌فنیل تری‌کلرواتان (dicholoro

DDT: diphenyl trichloroethane) و دیپتیریکس (dipteryx) استفاده شد که به دلیل پیدایش مقاومت در دهه ۱۹۷۰ میلادی متوقف شد. از دهه ۱۹۹۰ میلادی استفاده از سموم پایرتروئیدی (pyrethroid) مانند هالوترین (halothrin) و دلتامترین (deltamethrin) به دلیل سمیت کمتر برای پستانداران و همچنین پایداری کمتر در محیط زیست نسبت به سایر حشره‌کش‌ها کاربرد بیشتری دارد (Critchley, 1998). اما مطالعات بیشتر نشان دادند که استفاده مداوم از این گونه ترکیبات شیمیایی علاوه بر ایجاد جمعیت‌های مقاوم سن گندم، باعث آلودگی‌های زیست‌محیطی و از بین رفتن دشمنان طبیعی می‌شود (Amir, 2001). استفاده بیش از حد از سموم دفع آفات شیمیایی دارای خطرات زیست‌محیطی مانند تاثیر بالقوه آن‌ها بر گونه‌های غیرهدف از جمله دشمنان طبیعی دارد. تخم زنبور پارازیتوئید *Trissolcus grandis* یکی از مهم‌ترین عوامل کنترل‌کننده زیستی سن گندم است (Davari and Parker, 2018). کاربرد وسیع حشره‌کش‌هایی نظیر فنیروتین (phenitrotine)، فنتیون (phentione)، تریکلرفان (trichlorophane) و دلتامترین پایداری تخم زنبورهای پارازیتوئید در مزارع کشاورزی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به عنوان مثال فنیروتین و

حشره‌کش‌های شیمیایی بسیار محدود شود، اما در واقع این کار، بعید به نظر می‌رسد. اگر استفاده مداوم از حشره‌کش‌ها ادامه یابد، باید سیستم‌های نظارتی بیشتری فعال شوند و از نظر تاثیر بر روی موجودات غیرهدف بررسی‌های لازم انجام شود.

کنترل زیستی

واژه‌ی کنترل زیستی (biological control) برای اولین بار توسط اسمیت در سال ۱۹۱۹ برای مشخص کردن کاربرد دشمنان طبیعی در کنترل آفات استفاده شد. در سال ۱۹۲۶ واژه کنترل طبیعی و زیستی از هم تفکیک شدند (Huffaker, 1976). کنترل زیستی به استفاده از پارازیتوئیدها، شکارگرها یا عوامل بیمارگر در محدود کردن تراکم جمعیت یک موجود زنده در سطحی پایین‌تر از میانگین قابل مشاهده‌ی قبل از فعالیت آن‌ها گفته می‌شود (Shirazi et al. 2011).

کنترل زیستی آفت، در ایران قدمتی بیش از ۸۰ سال دارد که به کنترل شپشک‌ها (Coccoidea) با استفاده از کفشدوزک (Coccinellidae) در شمال کشور برمی‌گردد. این تلاش‌ها ادامه داشته و در سال‌های اخیر مورد توجه بیشتری نیز قرار گرفته‌است. جهت کنترل سن گندم در ایران اولین بار از زنبور *Trissolcus vassillievi* در سال

دلتامترین نرخ خروج تخم پارازیتوئید *T. grandis* از تخم‌های میزبان را به ترتیب ۱۸ و ۳۴ درصد کاهش می‌دهد (Saber et al. 2005).

به نظر می‌رسد حشرات گرده‌افشان، به‌ویژه زنبورها، در تماس با حشره‌کش‌هایی نظیر نئونیکوتینوئیدها (neonicotinoids) آسیب می‌بینند. به عنوان مثال، در یک مطالعه مشخص شد که زنبورهای در معرض نئونیکوتینوئیدها میزان گرده کمتری را به درختان سیب ارائه می‌دهند، که این امر کاهش عملکرد برای کشاورزان را به همراه داشت (Stanley et al. 2015).

همچنین در مطالعه دیگری یک رابطه معنی‌داری بین دانه‌های ذرت پوشیده از نئونیکوتینوئیدها و مرگ جمعی زنبورها مشاهده شد (Van der Sluijs et al. 2013). از دیگر حشره‌کش‌های مورد استفاده سولفوکسیمین (sulfoxime) بودند که متأسفانه به تازگی مشخص شده‌است که اثرات منفی معنی‌داری بر روی زنبورهای بامبو *Bombus terrestris* ایجاد کرده و باعث کاهش کارایی آن‌ها شده است (Siviter et al. 2018). نتایج مطالعات متعدد نشان می‌دهد که با افزایش کاربرد حشره‌کش‌ها، آثار منفی بیشتری بر روی موجودات غیرهدف مشاهده می‌شود. با توجه به اثرات زیان‌بار حشره‌کش‌ها، می‌بایست استفاده از

۱۳۱۹ شمسی توسط کوثری از ناحیه خوار ورامین و در دهکده ارادان استفاده شد که تا حدود ۹۰ درصد تخم‌ها را پارازیت‌ه کرده بود. از سال ۱۳۲۶ مبارزه زیستی با سن گندم در ورامین به صورت عملی شروع شد و بعدها به علت مناسب نبودن شرایط جوی و کمبود درخت در آن ناحیه عملیات پرورش و رها سازی پارازیت‌ها در ورامین تعطیل و از سال ۱۳۲۹ این عملیات در به دلیل شرایط مناسب جوی در اصفهان شروع شد. برنامه کنترل زیستی سن گندم تا سال ۱۳۴۴ انجام می شد که به نظر می رسد به دلیل توسعه کنترل شیمیایی و رواج روز افزون آن در کشور از دهه ۴۰ شمسی به بعد باعث عدم توجه به توسعه کنترل زیستی در کشور شد. از سال ۱۳۶۰ به بعد روش تولید انبوه دشمنان طبیعی و رهاسازی اشباعی و تا حدی عوامل میکروبی و حشره کش های گیاهی دوباره رواج پیدا کرد (Shirazi et al. 2011).

در حالی که سوابق موفقیت آمیزی در زمینه کنترل زیستی وجود دارد، شکست های زیادی نیز وجود دارد که برخی از آن ها پیامدهای زیانباری روی موجودات غیرهدف دارد. حلزون شکارچی *Euglandina rosea* برای کنترل حلزون غول پیکر آفریقایی *Achatina fulica* در جزایر هاوایی رها شد. در عوض، *E. rosea* به جنگل های بومی حمله کرد و اعتقاد بر این است که چندین گونه بومی حلزون را منقرض کرده است (Howarth. 1999). کنترل زیستی زنبورهای مهاجم در نیوزیلند توسط پارازیتوئید *Sphecophaga vesparum* نیز به طور کامل شکست خورد (Lester et al. 2014). مطالعات مربوط به کنترل زیستی شپشک ساقه آرژانتین *Listronotus bonariensis* توسط انگل *Microctonus hyperodae* به مقاومت در برابر تکامل در چنین سیستم هایی اشاره می کند. در حالی که معرفی اولیه پارازیتوئید در نیوزلند میزان آسیب مراتع را ۹۰-۸۰ درصد کاهش داد، بعدها این مقدار به ۴۴ درصد کاهش یافت. این کاهش همزمان در سراسر کشور رخ داد که نشان دهنده انتخاب ژنوتیپ های مقاوم است در صورتی که، در ابتدا در مقادیر کمتر وجود داشت (Tomasetto et al. 2017). صرف نظر از اهداف اولیه، رهاسازی عمدی گونه های خارجی در یک محیط جدید که توسط پژوهشگران انجام می شود مخاطرات زیادی را به همراه دارد و در موارد خاص بسیاری از گونه های بومی را از بین می برد. در صورتی می توان گونه های کنترل کننده را در طبیعت به کار گرفت که نظارت بر گونه های مشخص در محیط شبیه سازی شده با تمام موجودات زنده و شرایط

"کاظمی الموتی و همکاران، نگاهی بر تاریخچه مدیریت کنترل آفت سن گندم..."

محیطی کامل انجام شود. این امر نیاز به هزینه و نیروی کار زیاد دارد و بنابراین تا حدودی غیرممکن به نظر می‌رسد (McLaughlin and Dearden. 2019).

حشره‌کش‌های زیستی

حشره‌کش‌های زیستی برگرفته از ترکیبات گیاهی به‌عنوان یک روش کنترل آفات پنج دهه پیش توسط ویلیامز به‌عنوان آفت‌کش‌های زیستی معرفی شدند (Williams. 1967). ترکیبات گیاهی مختلفی مانند آنالوگ‌های هورمون جوانی (juvenile hormone analogues) آنتاگونیست‌های اکدیسون (ecdysone agonists) و ممانعت‌کننده‌های سنتز کیتین (chitin synthesis inhibitors) برای این منظور مورد بررسی قرار گرفته است (Smagghe et al. 2019). یکی از ترکیبات گیاهی مورد استفاده، آنالوگ‌های هورمون جوولین همانند متوپرین (methoprene) و ممانعت‌کننده سنتز کیتین مانند تیوفنوزید (tebufenozide) هستند. در حقیقت این مواد تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات هستند که با ایجاد اختلال در تعادل هورمون رشد و یا مختل کردن سنتز کیتین باعث کنترل جمعیت آفت موردنظر می‌شوند (Smagghe et al. 2019). این ترکیبات در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی ضروری در

حشرات نقش دارند و لزوماً سمی نیستند و می‌توانند مسیرهای خاصی از کنترل هورمونی مربوط به پوست‌اندازی، دگردیسی و تولید مثل را تغییر دهند (Apolinario and Feder. 2021). معرفی این نوع حشره‌کش‌ها توانست تا حدودی نگرانی‌های اکولوژیست‌ها را برطرف کند. این امر باعث توسعه این گونه مواد شیمیایی با اثر سمیت بر حشرات خاص و آسیب‌پذیری در مرحله رشدی مشخص و یا محل اثر ویژه و همچنین ایجاد ایمنی برای موجودات غیرهدف شد (Smagghe et al. 2019).

در یک مطالعه تأثیر پریپروکسیفن (periproxifen) (آنالوگ هورمون جوانی) و متوکسی فنوزوئید (methoxyphenoside) (آنالوگ اکدیسون) بر روی مراحل مختلف رشدی سن گندم بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از این دو آنالوگ به تنهایی و یا به‌صورت ترکیبی اختلاف معنی‌داری در مرحله تبدیل تخم به پورگی و محتوای پروتئینی همولف ایجاد می‌کند و بنابراین می‌توانند در مراحل مهم فیزیولوژیکی حشره نقش موثری داشته باشند (Amiri et al. 2012). تنظیم‌کننده‌های زیستی در مقایسه با حشره‌کش‌های رایج شیمیایی کندتر عمل می‌کنند و همچنین اثرات آن‌ها بر باروری با سرعت

کمتری در حشرات هدف آشکار می‌شود. اختلال در مکانیسم‌های تنظیم هورمونی که نقش اساسی در تغییر فرآیندهای زیستی نظیر تولید مثل دارد باعث کاهش تراکم حشرات و در نتیجه کاهش خسارات اقتصادی آن‌ها می‌شود. مطالعات بیشتر در این زمینه به منظور درک بهتر عملکرد IGRها و بررسی مکانیسم‌های خاص عملکرد آن‌ها در مدیریت کنترل آفات می‌تواند بسیار موثر باشد (Apolinario and Feder, 2021).

روش‌های نوین مولکولی جهت کنترل آفات

مکانیسم‌های مقاومت به حشره‌کش‌های شیمیایی در داخل جمعیت حشرات یک سناریوی تکرارشونده در اکوسیستم‌های کشاورزی است که منجر به کاهش کارایی بسیاری از آفت‌کش‌های شیمیایی شده است. استراتژی‌های جدید درکشف و توسعه روش‌های جایگزین به شدت مورد نیاز هستند چرا که به دلیل استفاده بی‌رویه سموم شیمیایی، جمعیت آفت تکامل یافته و گونه‌های مقاومی را در برابر سموم شیمیایی ایجاد می‌کنند. علاوه بر این، از آثار منفی استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی بر محیط زیست و حشرات غیرهدف نیز نباید غافل شد. در ادامه روش‌های نوین مبارزه با آفات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

استفاده از تکنیک تداخل آر.ان.اِ در کنترل آفات

تداخل آر.ان.اِ، یک فرآیند زیست‌شناختی است که طی آن مولکول‌های آر.ان.اِ، بیان ژن یا ترجمه را با خنثی‌سازی مولکول‌های آر.ان.اِ پیامبر هدف، مهار می‌کند. این تکنیک یک روش سریع و خاص برای تنظیم بیان ژن است که در طیف گسترده‌ای از موجودات زنده از جمله حشرات کاربرد فراوانی دارد. آر.ان.اِ دورشته‌ای کوچکی که به حشره تزریق می‌شود به قطعات کوچک تداخلی (small interference RNA: siRNA) تبدیل می‌شود که می‌تواند بیان ژن یا ژن‌های هدف را کاهش دهد. جهت توسعه تداخل آر.ان.اِ برای کنترل حشرات، شناسایی توالی ژنومی حشره هدف در شناسایی توالی هدف بسیار موثر است. ژنوم‌های ویروسی بطور موفقیت‌آمیزی برای انتقال ساختارهای آر.ان.اِ دورشته‌ای که باعث مرگ و میر حشرات می‌شود، مورد استفاده قرار گرفته است. به عنوان مثال، هاجری و همکاران (۲۰۱۴) جهت اصلاح ژنوم ویروس تریستیزای مرکبات با تولید پایدار آر.ان.اِ دورشته‌ای، روش جدیدی برای کنترل *Diaphorina citri* (پسیل ناقل چند بیماری مهم مرکبات) ایجاد کردند. نتایج این گونه بعد از استفاده از ویروس‌های اصلاح‌شده مذکور مرگ و میر بالایی را نشان دادند (Hajeri et al.

"کاظمی الموتی و همکاران، نگاهی بر تاریخچه مدیریت کنترل آفت سن گندم..."

- 2014). در مطالعه دیگری با استفاده از توالی ژنوم ویروس فلج حاد (israeli acute paralysis virus: IAPV) توانستند آر.ان.ای دورشته‌ای طراحی کنند که می‌تواند ویروس مذکور را از بین ببرد که این سازه بعدها برای کاهش این ویروس (لازم به ذکر است که این ویروس باعث مرگ و میر زنبورهای عسل در مزارع می‌شود) در زنبورهای عسل در مزارع مورد استفاده قرار گرفت (Desai et al. 2012).
- ویژگی‌های این فناوری، آن را به ابزاری مطلوب جهت مدیریت حشرات آفت تبدیل کرده و شانس انتشار اثر منفی آن را به سایر موجودات غیرهدف در طبیعت، کاهش می‌دهد. متداول‌ترین روش‌های مورد استفاده برای انتقال RNAi توسط حشرات از طریق سیستم آندوسیتوز، تزریق درون سیتوپلاسمی (micro-injection) و تغذیه است. تزریق درون سیتوپلاسمی برای اولین بار با موفقیت در جنین‌های مگس سرکه جهت خاموشی ژن‌های *frizzled* و *frizzled-2* انجام شد که این امر منجر به نقص در عملکرد بال در این حشره شد (Kennerdell and Carthew, 1998).
- درحالی‌که این روش در چندین مطالعه آزمایشگاهی برای کنترل حشرات موفقیت‌آمیز بوده است (Travanty et al. 2004; Boisson et al. 2006; Mutti et al. 2006)، اجرای این تکنیک در آزمایش‌های مزرعه‌ای دشوار است. تغذیه روشی کمتر تهاجمی است که امکان استفاده از آن در آزمایشات مزرعه‌ای فراهم است. تغذیه حشرات توسط گیاهان تراریخته حاوی آر.ان.ای دورشته‌ای کوتاه، به‌عنوان روشی مفید برای کنترل آفات معرفی شده است. در یک مطالعه با استفاده از گیاه تراریخته حاوی آر.ان.ای دورشته‌ای کوتاه، که به رژیم غذایی گونه‌های مختلفی از سوسک‌ها (coleopteran species) مانند کرم ریشه‌خوار ذرت غربی (*Diabrotica virgifera virgiera*) اضافه شد منجر به مرگ و میر این آفات در مرحله لاروی شد (Baum et al. 2007). همچنین در مطالعه مشابهی در نخودفرنگی pea aphid جهت محافظت از شته (*Acyrtosiphon pisum*)، رژیم غذایی حاوی آر.ان.ای کوتاه دورشته‌ای هدفمند مورد استفاده قرار گرفت و صرف‌نظر از مراحل زندگی شته نتایج خوبی در پی داشت (Mao and Zeng, 2012). با این حال، استفاده از این تکنیک از طریق تغذیه به دلیل غلظت کم آر.ان.ای دورشته‌ای که به اپیتلیوم روده می‌رسد ممکن است با شکست مواجه شود. در مطالعه‌ای که بر روی سن گندم انجام شد با استفاده از همین تکنیک ژن سیستمین پروتئاز را غیرفعال کرده و میزان مرگ و

تغییر ژنومی با استفاده از تکنیک کریسپر جهت کنترل آفات

تکنیک کریسپر یکی از روش‌های تغییر ژنومی به صورت توالی‌های تکراری کوتاه پالیندرومی متقاطع مرتب است و به عنوان یک سلاح جدید می‌تواند برای ایجاد تغییر ژنی در آزمایشگاه مورد استفاده قرار گیرد. کریسپر به طور طبیعی در باکتری‌ها به عنوان نوعی مصونیت از حمله ویروس‌ها و پلاسمیدها عمل می‌کند و بیشتر در *Streptococcus pyogenes* مورد بررسی قرار گرفته است، اساساً به عنوان یک قیچی عمل کرده و به دنبال ایجاد شکستگی دورشته‌ای در مارپیچ دوگانه دی.ان.ا، ترمیم را به یکی از دو روش زیر دنبال می‌کند: پیوستن انتهای غیرهمولوگ (non-homologous end joining) که رشته‌های دی.ان.ای آسیب‌دیده را با استفاده از آنزیم‌های نوکلئاز، پلیمراز و لیگاز با هم ترکیب کرده و اغلب منجر به حذف و افزودن نوکلئوتیدها در محل شکستگی می‌شود (Lieber, 2010). روش دوم ترمیم همولوگ مستقیم (homology directed repair) با استفاده از الگوی دی.ان.ای بومی (یا مهندسی‌شده) که برای جایگزینی ژن موردنظر عمل می‌کند (Barrangou and Doudna, 2016). این فرآیندها اساساً به محققان این امکان را

میر در دوره لاروی افزایش پیدا کرد ولی آر.ان.ای کوتاه دورشته‌ای به دلیل ناپایداری از بین رفت (Amiri and Bandani, 2016). اگرچه روش مولکولی تداخل آر.ان.ای ابزاری امیدوارکننده برای کنترل آفات حشرات است، با این حال، برخی محدودیت‌ها وجود دارد که ممکن است استفاده از آن را فراتر از شرایط آزمایشگاهی غیرممکن کند. به عنوان مثال، جمعیت طبیعی یک حشره آفت به طور بالقوه می‌تواند تنوع ژنتیکی بالاتری نسبت به جمعیت پرورش‌یافته در آزمایشگاه داشته باشد، که به نوبه خود نتایج متغیر بیشتری در آزمایشات صحرایی به دنبال خواهد داشت. علاوه بر این، در حالی که به نظر می‌رسد استفاده از روش تغذیه موثرترین کاربرد آر.ان.ای کوتاه دورشته‌ای در جمعیت‌های وحشی باشد، مقادیر زیادی از آن برای خاموشی ژن موردنظر و مشاهده اثرات سمی موردنیاز است. چنین غلظتی از آر.ان.ای کوتاه دورشته‌ای در طبیعت که سایر گزینه‌های رژیم غذایی نیز در دسترس است، امکان‌پذیر نیست. بنابراین، برای کاربرد تداخل آر.ان.ای به عنوان روشی برای کنترل آفات، مطالعات بیشتری با توجه به ثبات آر.ان.ای کوتاه دورشته‌ای و اثربخشی آن در آزمایشات صحرایی موردنیاز است (McLaughlin and Dearden, 2019).

"کازمی الموتی و همکاران، نگاهی بر تاریخچه مدیریت کنترل آفت سن گندم..."

می دهد که کدام صفت یا ویژگی ها را از جمعیت حذف یا انتخاب کنند، یا پتانسیل ترکیب توالی های موردنظر را در رمز ژنتیکی افراد فراهم سازند (McLaughlin and Dearden, 2019).

استفاده از تکنیک کریسپر می تواند به عنوان یک ابزار ژنتیکی جدید برای کنترل حشرات آفت در نظر گرفته شود. این تکنیک بارها در مگس سرکه *Drosophila melanogaster* به عنوان موجود مدل مورد مطالعه قرار گرفته است و حتی در گونه هایی که به صورت اجتماعی زندگی می کنند نیز مورد استفاده قرار می گیرد (Yan et al. 2017). با این حال، از آنجایی که این تکنیک اصلاح ژنتیکی انجام شده را به نسل های بعدی انتقال می دهد، قبل از در نظر گرفتن آزمایشات میدانی باید تحقیقات کاملی انجام شده و مقررات سنگینی وضع شود (McLaughlin and Dearden, 2019).

استفاده از موجودات اصلاح شده ژنتیکی با هر هدفی می تواند با مخالفت شدید جوامع محلی مواجه شود. به طور مسلم، تغییر ژنی از طریق فناوری کریسپر به طور بالقوه می تواند در کنار مزایای زیاد معایبی را نیز به همراه داشته باشد. مسائلی نظیر ایجاد آلل های مقاومتی (Champer et al. 2017)، کاهش کارایی در جمعیت های هم خون و همچنین کاهش تنوع طبیعی در جمعیت های

وحشی به وجود می آید که کارایی استفاده از این تکنیک را کاهش می دهد (Zentner and Wade, 2017). به طور ایده آل، چندین مورد باید مدت ها قبل از ورود حشره تغییر یافته ژن به طبیعت، به طور کامل مدنظر قرار گیرد. اولاً، یک ژن موفق باید در شرایط آزمایشگاهی تثبیت شود (جایگاه تغییر یافته بر روی ژنوم کاملاً مشخص شود). ثانیاً، آزمایشات مدل سازی باید برای برآورد تعداد مناسب افراد مورد نیاز برای رهایی جهت سرکوب اندازه جمعیت تخمینی انجام شود. ثالثاً، انتشار ژن های اولیه باید در مکان های جداگانه انجام شود و احتمال فرار از جمعیت های محلی را کاهش دهد. علاوه بر این، نتایج کلیه مطالعات باید به صورت شفاف در اختیار عموم مردم قرار گیرد و فرصت های متعددی فراهم شود تا افراد نگرانی های خود را بیان کرده و از فرآیندها و مقاصد محققان به خوبی آگاه شوند.

استفاده از میکروبیوم حشرات در کنترل آفات

بسیاری از حشرات رابطه همزیستی مفیدی با باکتری ها برقرار می کنند. این ارتباطات نزدیک، فرصت هایی را برای برهمکنش متابولیکی متقابل بین موجودات زنده و همچنین انتقال افقی ژن از میکروب به حشره فراهم می کند (Keeling and

مهم هستند، شناسایی می‌کنند که این ژن‌های کلیدی به‌عنوان ژن‌های کاندید احتمالی در اهداف جدید کنترل حشرات می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند (Husnik et al. 2013).

بحث و نتیجه‌گیری

سن گندم صدها سال است که به‌عنوان مهمترین آفت غلات محسوب می‌شود. تحقیقات بر روی تکنیک‌های مدیریت آن متمرکز شده است تا جمعیت آفت را در سطح پایینی نگه دارد. با این حال، افزایش تقاضا برای محصولاتی نظیر غلات به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه نگرانی‌هایی در مورد آینده امنیت غذایی در مناطق مستعد آفت سن ایجاد می‌کند. افزایش آگاهی از آثار منفی سموم شیمیایی در چند دهه گذشته و ظهور جنبش‌های زیست‌محیطی برای حفاظت از سلامت انسان و حفاظت از طبیعت نیاز به شیوه‌های ایمن برای محیط زیست و انسان را بیشتر کرده است. در حال حاضر، تحقیقات در مورد آفت سن به‌طور عمده بر اساس روش‌های شیمیایی و زیستی در یک برنامه مدیریت یکپارچه متمرکز شده است. جمعیت آفت در سال‌های مختلف به‌دلیل تغییر شرایط آب و هوایی متفاوت است و شیوع بیماری به‌صورت دوره‌ای رخ

(Palmer, 2008) توالی‌یابی و تجزیه و تحلیل محتوای ژنوم باکتریایی و میزبان حشرات آن‌ها، که اغلب با مطالعات تجربی تأیید می‌شود، در حال کشف است. روابط و وابستگی‌های تکامل‌یافته بین این موجودات زنده، و نیز بینش در مورد مبنای ژنتیکی این فعل و انفعالات متابولیک، درک غنی‌تری از نحوه پیشرفت تکامل همزمان فراهم می‌کند. میکروب‌های روده حشرات به‌عنوان منابع متنوعی از آنزیم‌ها به تجزیه موادی مانند سلولز و لیگنین می‌پردازند (Poelchau et al. 2016). مطالعات دیگر با استفاده از روش‌های ژنومی و ترانسکریپتومی، گونه‌ها و تنوع عملکردی جوامع میکروبی روده حشرات را آشکار کرده است (Shi et al. 2010). به‌عنوان مثال سوسک‌های پوست‌خوار *Lyctus tomentosus* مجموعه‌ای متنوع از میکروب‌های روده را در خود جای می‌دهند که باعث بقای آن‌ها در بافت‌های چوبی می‌شود. از آنجایی‌که بسیاری از این سوسک‌ها آفات جدی درختان هستند، مطالعات با هدف درک تعاملات بین این سوسک‌ها و میکروارگانیسم‌های روده آن‌ها برای کشف روش‌های جدید کنترل احتمالی آن‌ها و همچنین کشف آنزیم‌های کلیدی در این حشرات ضروری است. در سطح کاربردی، ژن‌هایی را که برای بقای حشره

"کالونی الموتی و همکاران، نگاهی بر تاریخچه مدیریت کنترل آفت سن گندم..."

متولیان برنامه مدیریت یکپارچه آفات (integrated pest management: IPM) دارد. درحالی‌که گزینه‌های زیادی برای کنترل بسیاری از مشکلات مربوط به حشرات در دسترس و یا در دست بررسی است، هیچکدام از آن‌ها به‌عنوان یک روش منحصر بفرد عمل نمی‌کند. مقایسه کوتاهی از مزایا و معایب روش‌های مورد بحث در جدول ۱ نشان داده شده است.

می‌دهد. بنابراین، پیش‌بینی جمعیت‌ها به‌صورت سالانه می‌تواند استفاده از حشره‌کش‌ها را به حداقل برساند. علاوه‌براین، استفاده از آفت‌کش‌های انتخابی با حداقل تأثیر بر روی گونه‌های غیرهدف، کاربرد آن‌ها هنگامی که جمعیت آفات به سطوح مخرب اقتصادی می‌رسند و توسعه سموم زیستی رویکردهای امیدوارکننده‌ای هستند که نیاز به توجه بیشتر

جدول ۱- مقایسه برخی روش‌های کنترل آفات: مثبت (آبی) و منفی (قرمز).

روش	کارایی اختصاصی	تأثیر در گونه هدف	حجم کار	امکانات مورد نیاز	هزینه
کنترل شیمیایی	قرمز	قرمز	آبی	قرمز	قرمز
کنترل زیستی	آبی	قرمز	آبی	آبی	آبی
تنظیم‌کننده‌های زیستی	آبی	آبی	قرمز	قرمز	قرمز
تداخل آران‌ا	قرمز	آبی	آبی	قرمز	قرمز
تغییر ژنومی	آبی	آبی	آبی	آبی	آبی

کمتری به محیط زیست وارد کند و هم به‌طور اختصاصی آفت موردنظر را کنترل کند و تا حد ممکن تنوع محیط زیست را دچار اختلال نکند. تکنیک‌های ژنتیکی جدید در مراحل ابتدایی خود هستند و سال‌ها طول خواهد کشید تا محققان اکثر این تکنیک‌ها را با موفقیت در آزمایشات صحرایی ایمن سازند. با این‌حال، این فناوری‌های نویدبخش جدید در بسیاری از سطوح جذاب هستند، به‌ویژه از این جهت که برای هدف قراردادن گونه‌های خاص توسعه یافته‌اند و ممکن

در پایان، آفات کشاورزی، یک تهاجم جهانی به زیان انسان‌ها، اقتصاد و معیشت آن‌ها، محیط زیست و بسیاری از گونه‌های بومی ساکن آن مناطق محسوب می‌شوند. روش‌های کنونی پرهزینه هستند و می‌توانند به محیط زیست و گونه‌هایی که محققان سعی در محافظت از آن‌ها دارند، آسیب برسانند. در عین‌حال، چنین روش‌هایی نباید بیهوده تلقی شوند چرا که تاکنون سهم موثری در کنترل آفات داشته‌اند، اما باید به دنبال تکنیک‌های جدید باشیم که هم آسیب

است جمعیت آفات را با شیوه ملایم تری از بین
شیمیایی در معرض خطر انقراض قرار دارند،
ببرند. با ابداع روش های کم خطرتر علاوه بر حفظ
می توان سهم ویژه ای در اقتصاد جهان داشته و
گونه های خاصی که در مواجهه با حشره کش های
بسیاری از مردم دنیا را از گرسنگی نجات داد.

References

فهرست منابع

- Abdollahi GA. 2004.** Sunn Pest management in Iran: An analytical approach Agri. Ed. Pub. 242 pp. (In Farsi with English abstract).
- Ahmadi k. 2020.** Agricultural statistics of the crop year 2018-2019.
- Amiri A, Bandani AR, Alizadeh H. 2016.** Molecular identification of cysteine and trypsin protease, effect of different hosts on protease expression, and rna mediated silencing of cysteine protease gene in the sunn pest. Archives of Insect Biochemistry and Physiology. 91(4): 189-209.
- Amiri A, Bandani AR, Darvishzadeh A. 2012.** Effects of the insect growth regulators methoxyfenozide and pyriproxyfen on adult diapause in sunn pest *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae). Journal of Agricultural Science and Technology. 14(6). 1205-1218.
- Amir-Maafi M, kharazi Pakdel A, Sahragard A, Rasoulia Gh. 2001.** Study on the biology of *Trissolcus grandis* (Hym: Scelionidae) under laboratory condition. Applied Entomology and Phytopathology. 68: 29-41. (In Farsi with English abstract).
- Al-Fayyadh MJ, Najim SA, Al-Husainawi KJ. 2020.** Description of sunn pest (hemiptera: Scutelleridae) and *Camponotus* spp. (hymenoptera: Formicidae) as their predator, from the wheat fields of Thi-Qar province southern Iraq. Journal of Physics: Conference Series. 1664: 12142.
- Apolinário R, Feder D. 2021.** Existing potentials in Insect Growth Regulators (IGR) for crop pest control. Research, Society and Development. 10(1). e35910111726-e35910111726.
- Barrangou R, Doudna JA. 2016.** Applications of CRISPR technologies in research and beyond. Nat. Biotechnol. 34: 933-941.
- Baum JA, Bogaert T, Clinton W, Heck GR, Feldmann P, Ilagan O, Roberts J. 2007.** Control of coleopteran insect pests through RNA interference. Nature biotechnology. 25(11). 1322-1326
- Boisson B, Jacques JC, Choumet V, Martin E, Vernick E, C Bourgouin. 2006.** Gene silencing in mosquito salivary glands by RNAi. FEBS Lett. 580: 1988-1992.
- Champer J, Reeves R, Oh SY, Liu C, Liu J, Clark AG, Messer PW. 2017.** Novel CRISPR/Cas9 gene drive constructs reveal insights into mechanisms of resistance allele formation and drive efficiency in genetically diverse populations. PLoS Genet. 13: 1-18.
- Critchley BR. 1998.** Literature review of sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera, Scutelleridae). Crop Protection. 17: 271-287.
- Darkoh C, El-Bouhssini M, Baum M, Clack B. 2010.** Characterization of a prolyl endoprotease from *Eurygaster integriceps* Puton (Sunn pest) infested wheat. Archives of Insect Biochemistry and Physiology. 74: 163-178.
- Davari A, Parker BL. 2018.** A review of research on sunn pest {*Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae)} management published 2004-2016. Journal of Asia-Pacific Entomology. 21: 352-360
- Desai SD, Eu Y-J, Whyard S, Currie RW. 2012.** Reduction in deformed wing virus infection in larval and adult honey bees (*Apis mellifera* L.) by double-stranded RNA ingestion reduction in DWV in honey bees using RNAi. Insect Mol Biol. 21: 446-455.
- Dizlek H, Islamoglu M. 2015.** Effects of sunn pest (*Eurygaster maura* L. Heteroptera; Scutelleridae) sucking number on physical and physicochemical characteristics of wheat varieties. Journal of Applied Botany and Food Quality. 88(1).
- FAO. 2019.** FAO Statistical Yearbook 2019. <http://www.fao.org/3/ca6463en/ca6463en.pdf>.

- Golmohammadi G, Dastranj M. 2020.** Comparison of the susceptibility of two populations of Sunn pest, *Eurygaster integriceps* to deltamethrin and fenitrothion. *Applied Entomology and Phytopathology*. 88: 53-59.
- Hajeri S, Killiny N, El-Mohtar C, Dawson WO, Gowda S. 2014.** *Citrus tristeza* virus-based RNAi in citrus plants induces gene silencing in *Diaphorina citri*, a phloem-sap sucking insect vector of citrus greening disease (Huanglongbing). *J Biotechnol*. 176: 42-49.
- Howarth FG. 1991.** Environmental impacts of classical biological control. *Annual review of entomology*. 36(1): 485-509.
- Huffaker CB. 1976.** An overview of biological control, with particular commentary on biological weed control. In *Proc. IVth Int. Symp. Biological Control of Weeds* (TE Freeman, ed.), Center for Environm. Progr. University of Florida at Gainesville. (pp. 3-12).
- Husnik F, Nikoh N, Koga R, Ross L, Duncan RP, Fujie M, Tanaka M, Satoh N, Bachtrog D, Wilson ACC. 2013.** Horizontal gene transfer from diverse bacteria to an insect genome enables a tripartite nested mealybug symbiosis. *Cell*. 153:1567-1578.
- Keeling PJ, Palmer JD. 2008.** Horizontal gene transfer in eukaryotic evolution. *Nat Rev Genet*. 9:605-618.
- Kennerdell JR, Carthew RW. 1998.** Use of dsRNA-mediated genetic interference to demonstrate that *frizzled* and *frizzled 2* act in the wingless pathway. *Cell*. 95: 1017-1026.
- Lester PJ, Gruber MAM, Brenton-Rule EC, Archer M, Corley JC, Dvořák L, Masciocchi M, Van Oystaeyen A. 2014.** Determining the origin of invasions and demonstrating a lack of enemy release from microsporidian pathogens in common wasps (*Vespula vulgaris*). *Divers. Distrib*. 20: 964-974.
- Lieber MR. 2010.** The mechanism of double-strand DNA break repair by the nonhomologous DNA end-joining pathway. *Annu. Rev. Biochem*. 79: 181-211.
- Mao J, Zeng F. 2012.** Feeding-based RNA interference of a gap gene is lethal to the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *PLoS One*. 7(11). e48718.
- McLaughlin GM, Dearden PK. 2019.** Invasive insects: management methods explored. *Journal of Insect Science*. 19(5): 17.
- Mohammadipour A, Jamshidi M, Haghashenas A, Bagheri Matin S. 2019.** Effectiveness of insecticides lambda cyhalothrin (Hef-Lambda®), fenitrothion and deltamethrin against overwintered adults Sunn pest, *Eurygaster integriceps* (Hem: Scutelleridae). *Plant Pests Research*. 8(4): 71-81.
- Mutti NS, Park Y, Reese JC, Reek GR, Amdam G, Simoes Z, Guidugli KR, Norberg N, Omholt SW, Arkane Y. 2006.** RNAi knockdown of a salivary transcript leading to lethality in the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *J. Insect. Sci*. 6: 1-7.
- Poelchau MF, Coates BS, Childers CP, de Leon AAP, Evans JD, Hackett K, Shoemaker D. 2016.** Agricultural applications of insect ecological genomics. *Current opinion in insect science*. 13. 61-69.
- Radjab GH. 2000.** Ecology of Cereal Sunn Pests in Iran. Agricultural Research, Education, Extension Organization Press, Tehran, 343 pp. (In Farsi with English abstract).
- Saber M, Hejazi MJ, Kamali K, Moharramipour S. 2005.** Lethal and sublethal effects of fenitrothion and deltamethrin residues on the egg parasitoid *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae). *Journal of Economic Entomology*. 98: 35-40.
- Sharma S, Kooner R, Arora R. 2017.** Capitule 2: Insect pests and crop losses. In: Arora, R., Sandhu, S.K. *Breeding insect resistant crops for sustainable agriculture*. Singapore: Springer.
- Sheikhi Garjan A. 2000.** Study of strategies in selective application of insecticides in sunn pest (*Eurygaster integriceps*) control. PhD thesis, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University. 223 pp. (in Farsi).
- Shi W, Syrenne R, Sun JZ, Yuan JS. 2010.** Molecular approaches to study the insect gut symbiotic microbiota at the 'omics' age. *Insect Sci*. 17:199-219.
- Shirazi J, Attaran M, Farrokhi S, Dadpour H, Nouri H. 2011.** An analytical review on the classical biological control of pests in Iran and the world. In 1st Biological Control Development Congress in Iran, Iranian Research Institute of Plant Protection. Tehran. pp. 27-28.
- Siviter H, Brown MJ, Leadbeater E. 2018.** Sulfoxaflor exposure reduces bumblebee reproductive success. *Nature*. 561(7721): 109-112.

- Smagghe G, Zotti M, Retnakaran A. 2019. Targeting female reproduction in insects with biorational insecticides for pest management: a critical review with suggestions for future research. *Current opinion in insect science*. 31, 65-69.
- Stanley DA, Garratt MP, Wickens JB, Wickens VJ, Potts SG, Raine NE. 2015. Neonicotinoid pesticide exposure impairs crop pollination services provided by bumblebees. *Nature*. 528(7583). 548-550.
- Tomasetto F, Tylianakis JM, Reale M, Wratten S, Goldson SL. 2017. Intensified agriculture favors evolved resistance to biological control. *PNAS*. 114: 3885-3890.
- Travanty EA, Adelman ZN, Franz AWE, Keene KM, Beaty BJ, Blair CD, James AA, Olson KE. 2004. Using RNA interference to develop dengue virus resistance in genetically modified *Aedes aegypti*. *Insect. Biochem. Mol. Biol.* 34: 607-613.
- Van der Sluijs JP, Simon-Delso N, Goulson D, Maxim L, Bonmatin JM, Belzunces LP. 2013. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. *Current opinion in environmental sustainability*. 5(3-4): 293-305.
- Williams CM. 1997. Third-generation pesticides. *Sci Am*. 277:13 17
- Yan H, Opachaloemphan C, Mancini G, Yang H, Gallitto M, Mlejnek J, Leibholz A, Haight K, Ghaninia M, Huo L. 2017. An engineered orco mutation produces aberrant social behavior and defective neural development in ants. *Cell*. 170: 736-747.
- Zentner GE, Wade MJ. 2017. The promise and peril of CRISPR gene drives. *BioEssays*. 39: 1700109.

A Historical Perspective to Sunn Pest (*Eurygaster integriceps*) Management of Wheat from Traditional to Modern Methods

Mehrbano Kazemi Alamuti¹, Mohammad Majdi^{2*}, Mohammad Reza Ghaffari^{3*}, Ghasem Hossini Salekdeh⁴

1- PhD Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, P. O. Box: 416, Sanandaj, Iran.

2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, P. O. Box: 416, Sanandaj, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Systems and Synthetic Biology, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, (ABRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

4- Professor, Department of Systems and Synthetic Biology, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, (ABRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

m.majdi@uok.ac.ir

ghaffari@abrii.ac.ir

Abstract

Triticum aestivum L. is an important food crop that provides more than 40% of the per capita calories and protein in the diet in many developing countries. Wheat production plays an important role in food security and the global economy. Sunn pest is one of the most serious pests of wheat in Asia, North Africa, and Eastern Europe. Yield losses caused by Sunn pest are estimated at 50-90% in wheat in case of pest out break. The use of chemical pesticides is the most common method of controlling Sunn pest. Although chemical pesticides have decreased in recent years, the damage caused by the chemicals, and how long they remain in the environment are the causes of most worrying. Thus, finding more effective alternative methods to be safer are a necessity. The Promising new technologies are attractive on many levels, mainly because they have been developed to target specific species and eradicate pest populations more gently. Many researchers worldwide have performed several studies to control various pests using new techniques such as RNA interference, genomic modification, and microbiome studies. The use of new methods may play effective roles in controlling the sunn pest of wheat and reduce some concerns.

Keywords: Sunn Pest, Insect Growth Regulators, RNA Interference, Microbiome.