

عقیم سازی حشرات؛

روش دوستدار محیط زیست برای مهار زیستی آفات

◀ افروز بوکان؛ دانشجوی مقطع دکتری حشره شناسی کشاورزی، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و

منابع طبیعی، دانشگاه تهران

afrooz.boukan@ut.ac.ir

دریافت: ۵ دی ۱۴۰۴ ■ بازنگری: ۲۶ بهمن ۱۴۰۴ ■ پذیرش: ۲۸ بهمن ۱۴۰۴ ■ انتشار آنلاین: ۲۷ اردیبهشت ۱۴۰۵

<https://doi.org/10.22059/giahpszhsj.2026.408867.1041>





چکیده

راهکار عقیم‌سازی حشرات (Sterile Insect Technique; SIT) یک روش پایدار و دوستدار محیط‌زیست برای مهار زیستی آفات است. این روش با پرورش انبوه و عقیم‌سازی نرهای حشرات هدف و رهاسازی آن‌ها، چرخه تولیدمثل آفات را مختل کرده و جمعیت آن‌ها را بدون تأثیر منفی بر گونه‌های غیرهدف یا اکوسیستم‌های اطراف به‌طور تدریجی کاهش می‌دهد. در سطح جهانی، SIT در کنترل مگس‌های میوه و پشه‌های ناقل بیماری‌هایی مانند مالاریا و دنگی موفق بوده است. در ایران نیز مطالعات روی مگس زیتون، کرم گلوگاه انار و مگس میوه مدیترانه‌ای نشان داده‌اند که با رعایت دوزهای بهینه پرتودهی و طراحی دقیق برنامه، SIT می‌تواند کاهش جمعیت آفات و خسارت اقتصادی را به همراه داشته باشد. این روش فاقد باقی‌مانده‌های شیمیایی، محدود به گونه هدف و همسو با اهداف توسعه پایدار است و پذیرش بالایی در میان کشاورزان دارد. با سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، آموزش نیروهای متخصص و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، SIT می‌تواند به‌عنوان یک روش مکمل و پایدار در کاهش استفاده از سموم شیمیایی و ترویج کشاورزی دوستدار محیط‌زیست عمل کند.

کلمات کلیدی: عقیم‌سازی حشرات، مدیریت آفات، کشاورزی پایدار، مهار زیستی، محیط‌زیست

مقدمه

افزایش جمعیت جهانی و نیاز فزاینده به تولید پایدار محصولات کشاورزی در کنار پیامدهای تغییرات اقلیمی، به یکی از جدی‌ترین چالش‌های قرن بیست‌ویک در حوزه امنیت غذایی تبدیل شده است. بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، سالانه بین ۲۰ تا ۴۰ درصد از محصولات کشاورزی جهان به دلیل خسارات ناشی از آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز از بین می‌رود که این میزان، تهدید مستقیمی برای پایداری تولید غذا محسوب می‌شود (FAO, ۲۰۲۱). این خسارات نه تنها پیامدهای اقتصادی گسترده‌ای برای کشاورزان دارد، بلکه موجب افزایش قیمت مواد غذایی و تشدید نابرابری در دسترسی به غذا در کشورهای در حال توسعه می‌شود (Oerke, ۲۰۰۶).

در دهه‌های گذشته، راهبرد غالب در مدیریت آفات بر پایه مصرف گسترده آفت‌کش‌های شیمیایی بنا شده بود. اگرچه این ترکیبات در کوتاه‌مدت باعث افزایش عملکرد و کاهش سریع جمعیت آفات شدند، اما شواهد علمی نشان می‌دهد که استفاده مداوم از این مواد منجر به بروز مشکلاتی نظیر آلودگی منابع آب و خاک، نابودی حشرات مفید به‌ویژه گرده‌افشان‌ها، اختلال در زنجیره‌های غذایی و تهدید سلامت انسان شده است (Silva et al, ۲۰۰۵; Pimentel).

۲۰۱۹). همچنین، فشار انتخابی ناشی از مصرف مکرر سموم، موجب ظهور جمعیت‌های مقاوم در بسیاری از آفات مهم کشاورزی شده است که کارایی روش‌های شیمیایی را به شدت کاهش داده است (Sparks and Nauen, ۲۰۱۵).

در پاسخ به این چالش‌ها، رویکردهای نوین مدیریت آفات با تأکید بر پایداری زیست‌محیطی و کاهش وابستگی به سموم شیمیایی مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این میان، راهکار عقیم‌سازی حشرات یا Sterile Insect Technique (SIT) به‌عنوان یکی از موفق‌ترین روش‌های کنترل زیست‌سازگار شناخته می‌شود. (Dyck et al, ۲۰۲۱) این روش به جای اتکا بر حذف مستقیم آفت، بر ایجاد اختلال در چرخه تولیدمثل جمعیت هدف استوار است و از طریق رهاسازی نرهای عقیم، موجب کاهش تدریجی جمعیت آفت در طبیعت می‌شود (Bourtzis et al, ۲۰۲۱).

ویژگی برجسته SIT، اختصاصی بودن آن برای گونه هدف و حداقل تأثیر بر حشرات غیر هدف و سایر اجزای اکوسیستم است. به همین دلیل، این راهکار به‌عنوان یکی از ارکان اصلی مدیریت ناحیه‌محور آفات^۱ معرفی شده و در بسیاری از کشورها به‌عنوان جایگزینی پایدار برای روش‌های متعارف شیمیایی مطرح شده است (Klassen and Curtis, ۲۰۰۵; Vreysen et al, ۲۰۰۷).

1. Area-Wide Integrated Pest Management

با توجه به افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی، توسعه کشاورزی پایدار و رشد تقاضا برای محصولات سالم، بررسی ظرفیت‌ها، مزایا و چالش‌های اجرای SIT در نظام‌های کشاورزی اهمیت ویژه‌ای یافته است. این مقاله با رویکردی علمی-ترویجی به معرفی اصول، کارکردها و جایگاه این روش در مدیریت مدرن آفات می‌پردازد و شواهد جهانی و داخلی مربوط به کاربرد آن را مرور می‌کند.

:: مبانی زیستی و اکولوژیکی راهکار SIT

راهکار عقیم‌سازی حشرات بر پایه اصول اکولوژی رفتاری، رقابت جنسی و زیست‌شناسی تولیدمثل حشرات بنا شده است. در این روش، نرهای حشره هدف پس از پرورش انبوه در شرایط آزمایشگاهی و نیمه‌صنعتی، در معرض پرتوهای یونیزان (نظیر گاما یا اشعه X) قرار می‌گیرند تا دچار ناهنجاری‌های کروموزومی برگشت‌ناپذیر در سلول‌های جنسی شوند، بدون آن که صفات رفتاری کلیدی مانند جستجوی جفت، پرواز، رقابت‌پذیری جنسی و رفتارهای جفت‌گیری آن‌ها به‌طور کامل از بین برود. (Bourtzis et al, ۲۰۲۱; Dyck et al, ۲۰۲۱)

فرآیند پرتودهی معمولاً با دوزهای کنترل‌شده انجام می‌شود تا تعادلی میان سطح عقیمی و حفظ تناسب زیستی (fitness) نرهای رهاسازی شده برقرار شود. مطالعات نشان داده‌اند که



دوزه‌های بیش از حد می‌توانند باعث کاهش توان پرواز و جذابیت جنسی نرها شوند و در نتیجه کارایی میدانی برنامه SIT کاهش یابد. (Parker and Mehta, ۲۰۰۷; Vreysen et al, ۲۰۰۷)

از این رو، تعیین دوز بهینه پرتوده‌ی از مهم‌ترین مراحل طراحی برنامه‌های SIT محسوب می‌شود. (Dyck et al, ۲۰۲۱)

پس از رهاسازی در طبیعت، نرهای عقیم با ماده‌های وحشی جفت‌گیری می‌کنند. به دلیل وجود شکاف‌های کروموزومی و آسیب‌های ژنتیکی در اسپرم این نرها، تخم‌های حاصل دچار ناپایداری ژنتیکی شده و قادر به طی مراحل طبیعی رشد جنینی نیستند (Bourtzis et al, ۲۰۲۱)

تکرار این فرآیند در چندین نسل متوالی، منجر به کاهش نرخ زادآوری خالص جمعیت^۲ و در نهایت فروپاشی تدریجی جمعیت آفت می‌شود. (Klassen and Curtis, ۲۰۰۵)

از دیدگاه اکولوژیکی، SIT یک روش کاملاً اختصاصی گونه^۲ محسوب می‌شود و تنها بر جمعیت هدف اثر می‌گذارد. برخلاف سموم شیمیایی که طیف وسیعی از حشرات مفید از جمله گرده‌افشان‌ها و دشمنان طبیعی را نیز نابود می‌کنند، SIT تعادل شبکه‌های غذایی و ساختار اکوسیستم را مختل نمی‌کند (Dyck et al, ۲۰۲۱; Bourtzis et al, ۲۰۰۵)

al, ۲۰۲۱) این ویژگی سبب شده است که SIT به‌عنوان یکی از ایمن‌ترین ابزارهای کنترل جمعیت آفات در چهارچوب مدیریت پایدار زیست‌محیطی شناخته شود.

به‌عنوان نمونه، در مطالعات انجام‌شده روی مگس میوه مدیترانه‌ای (*Ceratitis capitata*) نشان داده شده است که نرهای عقیم، در صورت پرتوده‌ی با دوزه‌های بهینه، قادر هستند به‌طور مؤثر با نرهای طبیعی رقابت کرده و نرخ تفریق تخم‌ها را به‌طور معنی‌داری کاهش دهند (Vreysen et al, ۲۰۰۷; Dyck et al, ۲۰۲۱). این یافته‌ها نقش کلیدی رقابت جنسی و رفتارهای جفت‌گیری را در موفقیت برنامه‌های SIT برجسته می‌سازد.

۲.۲ کاربردهای جهانی SIT در کشاورزی و بهداشت عمومی

راهکار عقیم‌سازی حشرات (SIT) نخستین بار به‌صورت موفق در کنترل مگس پیچ‌ساز نیورلد (*Cochliomyia hominivorax*) در ایالات متحده آمریکا اجرا شد. این برنامه، بارهاسازی گسترده نرهای عقیم در مناطق آلوده و در طول چند نسل، توانست جمعیت این آفت را به‌طور کامل ریشه‌کن کند و به‌الگویی موفقیت‌آمیز مدیریت ناحیه‌محور آفات تبدیل شود (Klassen and Curtis, ۲۰۰۵; Dyck et al, ۲۰۲۱). این موفقیت، الهام‌بخش برنامه‌های SIT در سایر نقاط جهان شد.

2. Net reproductive rate

3. Species-specific



به‌ویژه در مورد پشه‌های ناقل مالاریا، دنگی، زیکا و تب زرد، برنامه‌های آزمایشی در آفریقا، آسیا و آمریکای لاتین نشان داده‌اند که رهاسازی نرهای عقیم باعث کاهش معنی‌دار تراکم جمعیت پشه‌ها و کاهش نرخ انتقال بیماری‌ها شده است (Bouyer, ۲۰۲۴; Benedict and Robinson, ۲۰۰۳).

مزیت برجسته SIT در این زمینه، اثرگذاری بر جمعیت هدف و کاهش نیاز به سموم شیمیایی است که به‌نوبه خود منجر به حفظ تنوع زیستی، کاهش آلودگی محیط‌زیست و کاهش خطر مقاومت حشره‌ها به سموم می‌شود. (Bourtzis et al., ۲۰۲۱) علاوه بر این، این روش می‌تواند با سایر استراتژی‌های مدیریت تلفیقی آفات و ناقلین بیماری ترکیب شود تا بیشترین اثربخشی را داشته

در حوزه کشاورزی، SIT به‌ویژه برای کنترل مگس‌های میوه مانند مگس میوه مدیترانه‌ای، *Bactrocera dorsalis* و *Bactrocera oleae* به‌کاررفته است. مطالعات جهانی نشان داده‌اند که رهاسازی منظم نرهای عقیم می‌تواند جمعیت آفات را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد و خسارت اقتصادی در باغات میوه و سبزیجات را کاهش دهد (Dyck et al., ۲۰۲۱; Vreysen et al., ۲۰۰۷). به‌عنوان مثال، در برنامه‌های کنترل *Ceratitis capitata* در آمریکای جنوبی و اروپا، کاهش ۸۰-۹۰ درصدی جمعیت آفت در مناطق هدف گزارش شده است. (Vreysen et al., ۲۰۰۷) در بهداشت عمومی و کنترل ناقلین بیماری‌ها، SIT به‌عنوان ابزار تکمیلی و جایگزین پایدار برای سم‌پاشی شیمیایی مورد توجه قرار گرفته است.



باشد، به ویژه در مناطق شهری و نیمه شهری که استفاده از آفت کش های شیمیایی محدودیت دارد (Dyck et al, ۲۰۲۱) در مقابل، استفاده مکرر از سموم شیمیایی باعث کاهش تنوع زیستی و اختلال در عملکرد گرده افشان ها و دیگر گونه های مفید می شود. (Silva et al, ۲۰۱۹)

:: مزایای اقتصادی

اگرچه هزینه های اولیه تولید و رهاسازی حشرات عقیم در SIT بالاست، مطالعات اقتصادی نشان داده اند که در بلندمدت، این روش منجر به کاهش هزینه های خرید سموم شیمیایی، کاهش خسارت محصولات و افزایش بازدهی اقتصادی کشاورزی می شود (Dyck et al, ۲۰۲۱; Vreysen et al, ۲۰۰۷) به عنوان مثال، در برنامه های کنترل مگس پیچ ساز نیوورلد در آمریکای لاتین، هزینه اجرای SIT پس از چند سال کاهش چشمگیر خسارت اقتصادی و صرفه جویی در مصرف سموم را به همراه داشت (Klassen and Curtis, ۲۰۰۵).

:: مزایای اجتماعی و پذیرش عمومی

SIT با اهداف توسعه پایدار و کشاورزی ارگانیک همراستا است و در نتیجه، پذیرش اجتماعی بیشتری در میان کشاورزان و مصرف کنندگان دارد. این روش باعث کاهش نگرانی های زیست محیطی و سلامت انسانی می شود و می تواند نقش مؤثری در ارتقای آگاهی عمومی درباره مدیریت پایدار

باشد، به ویژه در مناطق شهری و نیمه شهری که استفاده از آفت کش های شیمیایی محدودیت دارد (Dyck et al, ۲۰۲۱).

در مجموع، تجربیات جهانی نشان می دهد که SIT به عنوان ابزار کنترل جمعیت آفات و ناقلین بیماری ها، از مزایای طولانی مدت و سازگار با محیط زیست برخوردار است و می تواند نقش مهمی در توسعه کشاورزی پایدار و کاهش بروز بیماری های ناقل حشره ای ایفا کند. (Klassen, Vreysen et al; ۲۰۲۴, Bouyer; ۲۰۰۵, and Curtis, ۲۰۰۷)

مزایای زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی راهکار عقیم سازی حشرات (SIT) به دلیل ویژگی های منحصر به فرد خود، مزایای چند جانبه ای از جنبه های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی ارائه می دهد.

:: مزایای زیست محیطی

یکی از مهم ترین مزایای SIT، عدم استفاده از آفت کش های شیمیایی است. این ویژگی باعث می شود که باقی مانده های سمی در آب، خاک و محصولات کشاورزی ایجاد نشود و سلامت مصرف کنندگان حفظ شود. (Bourtzis et al, ۲۰۲۱) علاوه بر این، SIT با اثرگذاری بر جمعیت هدف، حشرات غیر هدف و دشمنان طبیعی آفات را حفظ می کند که این موضوع برای پایداری

آفات داشته باشد. (Bouyer, 2024) در مناطقی که نگرانی‌های بهداشتی و محیط‌زیستی ناشی از سموم شیمیایی بالا است، SIT به‌عنوان یک راهکار قابل قبول و قابل اجرا برای جامعه محلی معرفی شده است (Bourtzis et al., 2021).

در ایران، نخستین مطالعات سیستماتیک روی راهکار عقیم‌سازی حشرات عمدتاً از دهه‌های اخیر آغاز شده و تمرکز اصلی آن‌ها بر آفات کلیدی کشاورزی بوده است. یکی از مطالعات برجسته در

این زمینه، تحقیق روی مگس زیتون (*Bactrocera oleae*) در استان‌های شمالی و غربی ایران است. نتایج این پژوهش‌ها نشان داد که دوزهای

مشخص تابش گاما می‌توانند عقیمی پایدار ایجاد کنند بدون آنکه توان رقابتی نرها در جفت‌گیری به‌طور قابل توجهی کاهش یابد که این امر برای موفقیت برنامه SIT حیاتی است. (Ahmadi et al., 2018)

در زمینه کرم گلوگاه انار (*Ectomyelois ceratoniae*)، مطالعات انجام‌شده در استان یزد نشان داد که ترکیب SIT با سایر روش‌های مدیریت تلفیقی آفات (IPM) می‌تواند خسارت اقتصادی ناشی از این آفت را به‌طور معنی‌داری کاهش دهد و بهره‌وری تولید را افزایش دهد. (Soofbaf et al., 2017)

همچنین، تحقیقات آزمایشگاهی و نیمه‌میدانی روی مگس میوه مدیترانه‌ای (*Ceratitis capitata*) در

ایران نشان داده است که نرهای عقیم می‌توانند رقابت‌پذیری مناسبی با نرهای طبیعی داشته باشند و رهاسازی آن‌ها اثر ملموسی در کاهش جمعیت آفت در سطح مزرعه یا باغ داشته باشد (Vreysen et al., 2007; Dyck et al., 2021).

این یافته‌ها اهمیت طراحی دقیق برنامه‌های SIT، انتخاب دوز پرتودهی مناسب و زمان‌بندی رهاسازی را برجسته می‌کنند.

چالش‌ها و محدودیت‌های اجرایی

باوجود ظرفیت بالای SIT در کنترل آفات، موانع عملی متعددی بر سر راه اجرای گسترده آن وجود دارد:

- نیاز به زیرساخت‌های پیشرفته: پرورش انبوه و پرتودهی ایمن حشرات نیازمند تجهیزات تخصصی و سرمایه‌گذاری اولیه سنگین است که محدودیت‌های مالی و فنی ایجاد می‌کند (Dyck et al., 2021).

- اجرای منطقه‌ای و هماهنگی: موفقیت SIT وابسته به اجرای منسجم در سطح منطقه‌ای است. برنامه‌های پراکنده و محدود معمولاً اثربخشی پایداری ندارند و نمی‌توانند جمعیت آفت را به‌طور مؤثر کاهش دهند (Klassen and Curtis, 2005).

- نیروی انسانی متخصص و آموزش بهره‌برداران: بهره‌برداران کشاورزی و



مسئولان فنی باید آموزش ببینند تا مدیریت

رهاسازی، پایش جمعیت و ارزیابی تأثیر SIT

به درستی انجام شود. کمبود تخصص و

:: نتیجه گیری

آگاهی می تواند موفقیت برنامه را تحت تأثیر

قرار دهد. (Bouyer, 2024)

• پایش و ارزیابی مداوم: موفقیت SIT نیازمند

رصد دقیق جمعیت آفات قبل، حین و بعد

از رهاسازی است. فقدان سامانه های پایش

مناسب می تواند منجر به عدم تطابق میان

اهداف برنامه و نتایج واقعی شود.

با توجه به تجربیات موجود، سرمایه گذاری در

زیرساخت ها، آموزش و برنامه ریزی هماهنگ

منطقه ای، از مهم ترین عوامل موفقیت اجرای

SIT در ایران محسوب می شوند و می توانند این

راهکار را به یک ابزار مؤثر و پایدار در مدیریت آفات

راهکار عقیم سازی حشرات به عنوان یکی از

پیشرفته ترین و پایدارترین روش های مهار زیستی

آفات، توانسته است نشان دهد که می توان

جمعیت آفات هدف را به طور مؤثر و تدریجی

کاهش داد بدون آنکه تعادل زیست محیطی و

سلامت اکوسیستم ها مختل شود. برخلاف

روش های شیمیایی، SIT محدود به گونه هدف

است و حشرات غیر هدف، دشمنان طبیعی و

گرده افشان ها را تحت تأثیر قرار نمی دهد که

این ویژگی، آن را به یک ابزار کلیدی در مدیریت

تلفیقی و پایدار آفات تبدیل کرده است.

تجارب جهانی در کنترل مگس های میوه،

پشه‌های ناقل بیماری و آفات دیگر نشان داده‌اند که رهاسازی منظم نرهای عقیم، به‌ویژه زمانی که با برنامه‌ریزی منطقه‌ای و پایش دقیق جمعیت همراه باشد، می‌تواند کاهش معنی‌دار جمعیت آفات و بهبود عملکرد محصولات کشاورزی و بهداشت عمومی را به همراه داشته باشد. مطالعات ایرانی نیز، از جمله روی مگس زیتون، کرم گلوگاه انار و مگس میوه مدیترانه‌ای، نشان داده‌اند که SIT با رعایت دوزهای بهینه پرتودهی و طراحی دقیق برنامه، می‌تواند در شرایط کشور نیز مؤثر باشد و خسارت اقتصادی را به‌طور چشمگیری کاهش دهد.

با این حال، موفقیت عقیم‌سازی آفات در ایران مستلزم سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های پرورش و پرتودهی، آموزش نیروهای متخصص و هماهنگی منطقه‌ای است تا این روش بتواند به جایگزینی پایدار و محیط‌دوست برای استفاده گسترده از سموم شیمیایی در کشاورزی کشور تبدیل شود. در نهایت، ادغام SIT با استراتژی‌های مدیریت تلفیقی آفات و حمایت سیاست‌گذاران می‌تواند مسیر توسعه کشاورزی پایدار و دوستدار محیط‌زیست در ایران را هموار کند و گامی مؤثر در حفظ منابع طبیعی و سلامت جامعه محسوب شود.



منابع

- Ahmadi, M., Salehi, B., Abd-Alla, A. M., & Babaie, M. (2018). Feasibility of using the radiation-based sterile insect technique (SIT) to control the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae) in Iran. *Applied Radiation and Isotopes*, 284-279, 139.
- Benedict, M. Q., & Robinson, A. S. (2003). The first releases of transgenic mosquitoes: an argument for the sterile insect technique. *Trends in parasitology*, 355-349, (8)19
- Bourtzis, K., & Vreysen, M. J. B. (2021). Sterile Insect Technique (SIT) and Its Applications. *Insects* 638, 12, 2021.
- Bouyer, J. (2024). Current status of the sterile insect technique for the suppression of mosquito populations on a global scale. *Infectious Diseases of Poverty*, 68, (1)13.
- Dyck, V. A., Hendrichs, J., & Robinson, A. S. (2021). Sterile insect technique: principles and practice in area-wide integrated pest management (p. 1216). Taylor & Francis.
- Fao, F. (2018). The impact of disasters and crises on agriculture and food security. Report.
- Klassen, W., Curtis, E. C., & Hendrichs, J. (2021). History of the sterile insect technique. In *Sterile insect technique* (pp. 44-1). CRC Press.
- Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of agricultural science*, 43-31, (1)144.
- Parker, A., & Mehta, K. (2007). Sterile insect technique: a model for dose optimization for improved sterile insect quality. *Florida entomologist*, 95-88, (1)90
- Pimentel, D. (2005). Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. *Environment, development and sustainability*, 252-229, (2)7
- Silva, V., Mol, H. G., Zomer, P., Tienstra, M., Ritsema, C. J., & Geissen, V. (2019). Pesticide residues in European agricultural soils—A hidden reality unfolded. *Science of the Total Environment*, 1545-1532, 653.
- Soofbaf, M., Salehi, B., Kalantarian, N., Zanganeh, A. H., Babaei, M., Fathollahi, H., ... & Aqda, S. A. A. (2017). Using sterile insect technique against carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lep.: Pyralidae), in Yazd province, Iran.
- Sparks, T. C., & Nauen, R. (2015). IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. *Pesticide biochemistry and physiology*, 128-122, 121.
- Vreysen, M. J. B., Robinson, A. S., & Hendrichs, J. (2007). Area-wide control of insect pests: from research to field implementation (pp. 744-723). Springer.

Insect Sterilization: An Environmentally Friendly Method for Biological Pest Control

The Sterile Insect Technique (SIT) is a sustainable and environmentally friendly method for the biological control of pests. This method disrupts the reproductive cycle of target pests by mass-rearing and sterilizing male insects and releasing them into the environment, gradually reducing their populations without negatively impacting non-target species or surrounding ecosystems. Globally, SIT has been successful in controlling fruit flies and mosquitoes that transmit diseases such as malaria and dengue. In Iran, studies on the olive fruit fly, the pomegranate fruit borer, and the Mediterranean fruit fly have shown that by adhering to optimal irradiation doses and carefully designing programs, SIT can lead to a reduction in pest populations and economic losses. This method is free of chemical residues, species-specific, and aligns with sustainable development goals, enjoying high acceptance among farmers. With investment in infrastructure, training of specialized personnel, and regional planning, SIT can serve as a complementary and sustainable approach to reducing the use of chemical pesticides and promoting environmentally friendly agriculture.

Keywords: Sterile Insect Technique, Pest management, Sustainable agriculture, biological