سال بیستم، دوره جدید
شماره دوم، بهار ۹۸

گیاه‌پزشک

انجمن علمی دانشجویی گیاه‌پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

آیا گرم‌تر شدن هوا باعث افزایش خسارت آفات کشاورزی می‌شود؟

در این شماره می‌خوانیم:

محصولات تراریخت از دریچه گیاه‌پزشکی ۲
مصاحبه با دکتر خلیل طالبی جهرمی
تازه‌های پژوهش در دنیای گیاه‌پزشکی
کاربرد اسانس‌ها در کنترل پوسیدگی‌های پس از برداشت

شناسنامه

فصلنامه علمی-دانشجویی گیاه‌پزشک

صاحب‌امتیاز: انجمن علمی – دانشجویی گروه گیاه‌پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

سال بیستم، شماره دوم دوره جدید، بهار ۱۳۹۸

تاریخ صدور و شماره مجوز: ۱۳۹۷/۹/۲۶ - ۱۳۲/۲۹۲۲۹۹

مدیرمسئول: امین صادقی

سردبیر: مینا حجازی

اساتید مشاور نشریه: دکتر محمد جوان نیکخواه و دکتر رضا طلایی حسنلویی

دانشجویان مقطع دکتری: امید اتقیا، کتایون پهلوان یلی، نازنین حاتمی، مینا حجازی و ساجده سرلک

دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد: سجاد رحیمی، محدثه شمسیان، امین صادقی، مهدی عاشوری، حمید قبادی، فرشته کرمی، فاطمه محرمی و عارف مرادپور

دانشجویان مقطع کارشناسی: محدثه جعفری، نگین رمضان زاده، سیاوش شریفی و سید محمد سید علیخانی

با تشکر از: دکتر خلیل طالبی جهرمی، دکتر علی کشاورزی، کبری فتوحی، وحیده مجیدی فر، کوثر شیرازی، افروز بوکان، الهه بابازاده و بهروز گلحسن

ویراستار نگارشی: علی‌اصغر خلیل خلیلی

طراح جلد و صفحه‌آرا: سید محمدرضا کیش‌بافان (گروه طراحی و تبلیغات دِزار)

رایانامه: plantprotection.ut1@gmail.com

تلفن تماس مدیرمسئول: ۰۹۳۹۲۹۹۲۹۰۰

بسم الله الرحمن الرحیم

اثر استاد جلیل رسولی

فهرست مطالب

سخن سردبیر ۵

معرفی آزمایشگاه‌های بخش بیماری شناسی گیاهی ۶

معرفی کلینیک گیاه‌پزشکی ۱۰
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

آشنایی با کتاب "راهنمای کاربردی NCBI" ۱۲

کنه‌های شکارگر Phytoseiidae و کنترل بیولوژیکی حفاظتی ۱۴

کاربرد اسانس‌ها در کنترل پوسیدگی‌های پس از برداشت ۱۸

تغییر و تحولات در روش‌های حفاظت محصولات انباری ۲۲

مصاحبه با دکتر خلیل طالبی جهرمی ۲۸
عضو هیئت‌علمی گروه گیاه‌پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

محصولات تراریخت از دریچه گیاه‌پزشکی ۲ ۳۴

آیا گرم‌تر شدن هوا باعث افزایش خسارت آفات کشاورزی می‌شود؟ ۳۸

اهمیت عوامل پروبیوتیک‌های گیاهی در کشاورزی زیستی ۴۲

تاریخچه و روند توسعه ترکیبات نئونیکوتینوئید ۴۶

تکامل ژن‌های HOX در نماندها ۵۰

چندشکلی ظاهری چیست؟ ۵۴
مطالعه‌ی این ویژگی در کفشدوزک Adalia decempunctata

متابولیت‌های گیاهی و مقاومت به آفات ۵۶

منتشر کن یا نابود شو؛ بازی در نقش ماشین چاپ مقالات ۶۲

اولین دوره آموزشی مدیران کنترل کیفیت محصولات کشاورزی ۶۷

تازه‌های پژوهش در دنیای گیاه‌پزشکی ۶۸

اخبار انجمن علمی - دانشجویی گیاه‌پزشکی ۷۲

عکاسی از زاویه دوربین گیاه‌پزشک ۷۴

فراخوان ۷۵

سخن سردبیر

مینا حجازی، دانشجوی دکتری حشره‌شناسی کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (Mina.hejazi1@ut.ac.ir)

بهار، پیام‌آور تعادل پس از وقوع دگرگونی است...

با آمدن بهار درمی‌یابیم که چشمه‌ی مهر ایزد همواره به‌سوی انسان‌ها و تمامی موجودات سرازیر است و هرگز ما را فراموش نمی‌کند...

در بهار هستیِ روینده رخت نو به تن کرده و یکی از زیباترین جلوه‌های خالق را به تصویر می‌کشد...همه می‌دانیم که طبیعت یکی از نشانه‌های خداوند و سرشار از عبرت است... دلی که بیدار است به هر پدیده‌ای با تفکر و تعمق نگریسته و سعی در افزایش درک و آگاهی خود نسبت به آن موضوع می‌کند...

کشاورزی نیز به‌نوعی بخشی از این طبیعت بوده و وابسته به نیروی بهار است. دانه‌هایی که در دل خاک می‌کاریم به یُمن تغییر فصل عزم رویش کرده و غذای نوع بشر و باقی موجودات را فراهم می‌آورد لذا انسان هرگز بی‌نیاز از کشاورزی نخواهد شد و در هر عصر و دوره‌ای متناسب با آن، به کشت و کار خواهد پرداخت.

اینجاست که حفظ محصولات کشاورزی اهمیت پیدا می‌کند. مهار منسجم آفات و بیمارگرهای گیاهی جزء کلیدی نظام‌های کشاورزی پایدار محسوب شده و لازم هست که در شیوه‌های کاشت و تولید با به حداقل رساندن سموم شیمیایی یا به عبارت بهتر، مصرف درست آن و به کار گرفتن اصول مبتنی بر بوم‌شناسی این عوامل، از خطرات ناشی از کاربرد بیش‌ازحد سموم کاست و سایر روش‌های مدیریتی مانند کنترل بیولوژیک، روش‌های زراعی، رفتاری و غیره را در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی در کنار روش‌های شیمیایی اجرا کرد تا با صرف کمترین هزینه به بهترین نتایج دست‌یافت... باشد تا گیاه‌پزشکان نیز با کمک به حفظ محصولات کشاورزی و افزایش تولید، سهمی در "رونق تولید" کشور عزیزمان ایران، در این سال داشته باشند.

با ذکر این مقدمه و ضمن تبریک سال نو، خداوند خالق را شکرگزارم که دومین شماره از دوره‌ی جدید نشریه‌ی گیاه‌پزشک هم‌زمان با بهار ۹۸ منتشر شده است. بی‌شک بدون کار بی‌وقفه‌ی همکاران عزیز این شماره، راهنمایی اساتید ارجمند مشاور نشریه و توصیه‌های دقیق اعضای محترم هیئت‌علمی گروه گیاه‌پزشکی این نسخه گردآوری نمی‌شد. پس بسیار واجب است که از تلاش‌ها، زحمات و نکته‌سنجی تمامی این بزرگواران نهایت تشکر را داشته باشم و از خداوند توفیق بیش‌ازپیش برایشان خواستارم.

باتشکر- مینا حجازی

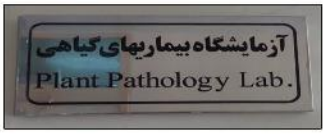
معرفی آزمایشگاه‌های بخش بیماری شناسی گیاهی

فاطمه محرمی، دانشجوی کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

ساختمان بیماری‌شناسی گیاهی در غرب پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع شده است. این بخش دارای هفت آزمایشگاه پژوهشی برحسب گرایش‌های تخصصی موجود و یک گلخانه تحقیقاتی است که در ادامه به معرفی آزمایشگاه‌ها، گلخانه و مسئول هرکدام از بخش‌های ذکرشده پرداخته‌می‌شود.

تجهیزات مهم: سانتریفیوژ و سانتریفیوژ یخچال‌دار- شیکر- شیکر انکوباتور- الایزا ریدر- اسپکتروفتومتر- ترموبلاک- ورتکس- هود میکروبی- ترازو معمولی و حساس- یخچال- آون- شیکر- بن‌ماری- اتوکلاو- انکوباتور- فریزر منفی بیست و منفی هشتاد- Hotplate- PH متر- Thermal cycler- **الکتروفورز افقی- ژرمیناتور- هود لامینار**

برخی از زمینه‌های فعالیت: ردیابی ژنی بیمارگر، بیماری‌زایی، تشخیص بیمارگر و علائم بیماری و مقاومت



تجهیـزات مهـم: انکوباتـور و شـیکر انکوباتـور- آون- میکروسـکوپ- بینوکولار- یخچال فریزر

برخـی از زمینه‌هـای فعالیـت: تشـخیص عامـل بیماری‌زایـی، جداسـازی قارچ‌های سـاپروفیت، اندوفیت و پارازیـت از میزبان گیاهی، شناسـایی بیمارگرهای قارچی، تست‌های استاندارد، تولید متابولیت‌های قارچی، آزمون‌های بیماری‌زایی

تجهیـزات مهـم: بینوکـولار بـا نـور بـالا و پاییـن- میکروسـکوپ و میکروسـکوپ چهارچشـمی- میکروسـکوپ مجهـز بـه لولـه ترسـیم- دسـیکاتور- انکوباتـور- سـانتریفیوژ یخچـال‌دار- تـرازو- لـوپ مجهـز به نور بالا- Hotplate- رایانه- الک در مش‌های مختلف- یخچال

برخـی از زمینه‌هـای فعالیـت: شناسـایی مرفولـوژی و مولکولـی نماتدهای گیاهی (سیستماتیک) و بیولوژی نماتدها

تجهیـزات مهـم: انکوباتـور- بینوکـولار- میکروسـکوپ- ورتکس- تـرازو معمولـی- رایانه- سـانتریفیوژ- بن ماری- مایکرو ویو- شیکر انکوباتور- آون- میکروسکوپ دوربین‌دار- هود لامینار- Hotplate

برخـی از زمینه‌هـای فعالیت: شناسـایی مرفولوژی و مولکولـی قارچ‌های اندوفیت، سـاپروفیت و پارازیت گیاهی (سیستماتیک قارچ‌ها) و شناسایی ساختاری

تجهیـزات مهـم: انکوباتـور و شـیکر انکوباتور- ژرمینانور- میکروسـکوپ و میکروسـکوپ با قابلیت عکس بـرداری- بینوکـولار- اسـپکتروفتومتر- شـیکر- یخچال‌فریـزر- سـانتریفیوژ ده‌هـزار دور- آون- اتـوکلاو- ورتکس- هود میکروبی- ترازو- Hotplate - PH سنج- کلنی کانتر

برخی از زمینه‌های فعالیت: جداسـازی و شناسـایی میکروارگانیسـم‌های مفید کشـاورزی و اسـتفاده از این میکروارگانیسم‌ها در بهبود رشد گیاهان، کنترل بیمارگرها و تنش‌های گیاهی

تجهیـزات مهـم: انکوباتـور- یخچـال و فریـزر- بن‌مـاری- اتـوکلاو- هـود شـیمیایی- هـود میکروبـی- الکتروفورز افقی

در حال حاضر برخی از فعالیت‌های آزمایشـگاه‌های قارچ‌شناسـی و بیماری‌های گیاهی در این آزمایشـگاه انجام می‌گیرد.

تجهیزات مهم: PH متر- هود میکروبی- ترازو معمولی و حساس- Thermal Cycler- انکوباتور و شیکر انکوباتور- بن‌ماری- انواع سمپلر- شیکر- دستگاه آب مقطر گیری- سانتریفیوژ یخچال‌دار- میکروسکوپ- Hotplate- Gel Documentation System

برخی از زمینه‌های فعالیت: شناسایی مولکولی میکروارگانیسم‌ها

گلخانه‌های تحقیقاتی بخش بیماری شناسی

این گلخانه در سمت چپ ساختمان بیماری‌شناسی قرار داشته و آزمون‌های مربوط به بیماری‌زایی قارچ‌ها، ویروس‌ها و کنترل بیولوژیک بیماری‌های گیاهی روی گیاه هدف، بیولوژی نماتدها، جداسازی اولیه نماتدها از خاک و... در این گلخانه‌ها انجام می‌شود.

آقای مهندس غضنفری
مسئول آزمایشگاه‌های قارچ‌شناسی و مولکولی

خانم مهندس حمزه
مسئول آزمایشگاه ویروس‌شناسی و مسئول گلخانه

آقای مهندس خدابنده
مسئول مجموع دارایی ساختمان

آقای مهندس یوسف‌لو
مسئول آزمایشگاه کنترل بیولوژیک

معرفی کلینیک گیاه‌پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

امید اتقیا[1]، دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران در سال ۱۳۷۸ تأسیس گردید. دفتر کلینیک مستقر در طبقه دوم ساختمان گروه گیاه‌پزشکی با بهره‌مندی از بیست‌نفر کادر هیئت‌علمی مجرب و همچنین دارا بودن دوازده آزمایشگاه تخصصی با تجهیزات آزمایشگاهی جدید و به روز آماده خدمت‌رسانی به مؤسسات، شرکت‌ها، کشاورزان، باغداران، فعالان بخش کشاورزی و علاقه‌مندان به کشاورزی است. کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران، از طرف سازمان حفظ نباتات به‌عنوان کلینیک دارای رتبه درجه‌یک در سطح کشور انتخاب گردیده و می‌تواند در فعالیت‌های قرنطینه گیاهی دارای ریسک کم، متوسط و زیاد شرکت نماید. در حال حاضر مدیریت گروه و مسئول فنی کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران را جناب آقای دکتر محمد جوان نیکخواه بر عهده دارند. همچنین کارشناس کلینیک، جناب آقای مهندس امید اتقیا می‌باشند.

زمینه فعالیت کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران:

- شناسایی مورفولوژیکی و مولکولی آفات، عوامل بیمارگر گیاهی و علف‌های هرز و ارائه دستورالعمل‌های مبارزه
- مشاوره و نظارت در زمینه نگهداری مزارع، باغات، گلخانه‌ها و فضای سبز
- مدیریت، نظارت و اجرای برنامه‌های کنترل آفات و بیماری‌ها
- مشارکت در طرح‌های تحقیقاتی- اجرایی و ترویجی
- صدور گواهی بهداشت و سلامت نهال

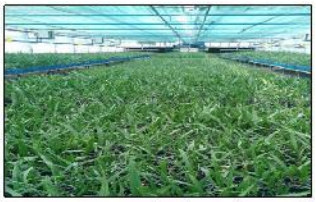
1. omidatghia@ut.ac.ir

خدمات انجام‌شده کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران تا سال ۱۳۹۷

- انعقاد قرارداد و تفاهم‌نامه‌های نظارت و مشاوره گیاه‌پزشکی با شرکت‌های تولیدی مختلف
- صدور گواهی سلامت جهت ارسال نهاده‌ها، میوه‌ها و سایر محصولات کشاورزی به استان‌های داخلی و کشورهای خارجی مانند آذربایجان، هندوستان، تایلند، امارات، روسیه و ...
- کشت و بررسی نمونه‌های کلینیکی، نوشتن نسخه فنی و توصیه مربوطه به مراجعه‌کنندگان
- بررسی سلامت محصولات وارد شده به کشور از نظر آفات و بیماری‌های گیاهی قرنطینه‌ای مانند محموله‌های غدد بذری سیب‌زمینی وارداتی از کشورهلند
- همکاری، نمونه‌برداری و نظارت از مزارع، باغات، گلخانه‌ها، شرکت‌های کشت بافت، شرکت‌های کشت و صنعت خصوصی و دولتی، مراکز تولید نشاء، سردخانه‌های نگهداری میوه استان البرز و همچنین همکاری با مراکز جهاد کشاورزی استان‌ها.
- تشکیل زیرمجموعه‌ای از دانشجویان کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری گیاه‌پزشکی
- آموزش شناسایی، ردیابی و تشخیص نمونه‌های کلینیکی برای دانشجویان
- تبلیغات، بازاریابی و ایجاد صفحات مجازی کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران

گزارشی اجمالی از برخی فعالیت‌های کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران

بازدید جناب آقای دکتر محمد جوان نیکخواه، مدیر گروه و مسئول فنی کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران و آقای مهندس اتقیا، کارشناس کلینیک از مزرعه رویایی سبز سلیم (مرکز تولید نشاء صیفی و سبزی)



بازدید از شرکت کشت و صنعت رعنا جهت صدور گواهی سلامت ۱۲۰۰ اصله نهال کشت بافت خرما برای صادرات به کشور تایلند

بازدید از شرکت کشت و صنعت رعنا جهت‌صدور گواهی‌سلامت ۲هزارنهال گردو تکثیرشده با روش کشت بافت

بازدید از هشت‌هزار نهال لیمو و نارنگی پایه ولکامریانا شرکت کشت و صنعت محیا جهت صدور گواهی سلامت

بازدید و نمونه‌برداری از ۴۸۰۰ اصله نهال کشت بافت خرما جهت صادرات به هندوستان

بازدید و نمونه‌برداری از نهال کشت بافت خرما رقم مجول از مرکز کشت بافت دکتر رستگار در حضور نماینده جهاد کشاورزی استان تهران

نظارت کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران بر فضای سبز پروژه هزار یک شهر واقع در محدوده دریاچه چیتگر

کنترل غیر شیمیایی آفات و بیماری‌های گیاهی مزارع و باغات استان البرز توسط کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران با همکاری شرکت فن‌آوری زیستی طبیعت‌گرا (بایوران)

بازدید و نمونه‌برداری از گیاهان کشت بافت شرکت کشت بافت گیاهان دارویی آسیا

آدرس کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران در صفحات مجازی:

صفحه کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران در اینستاگرام: @pputclinic

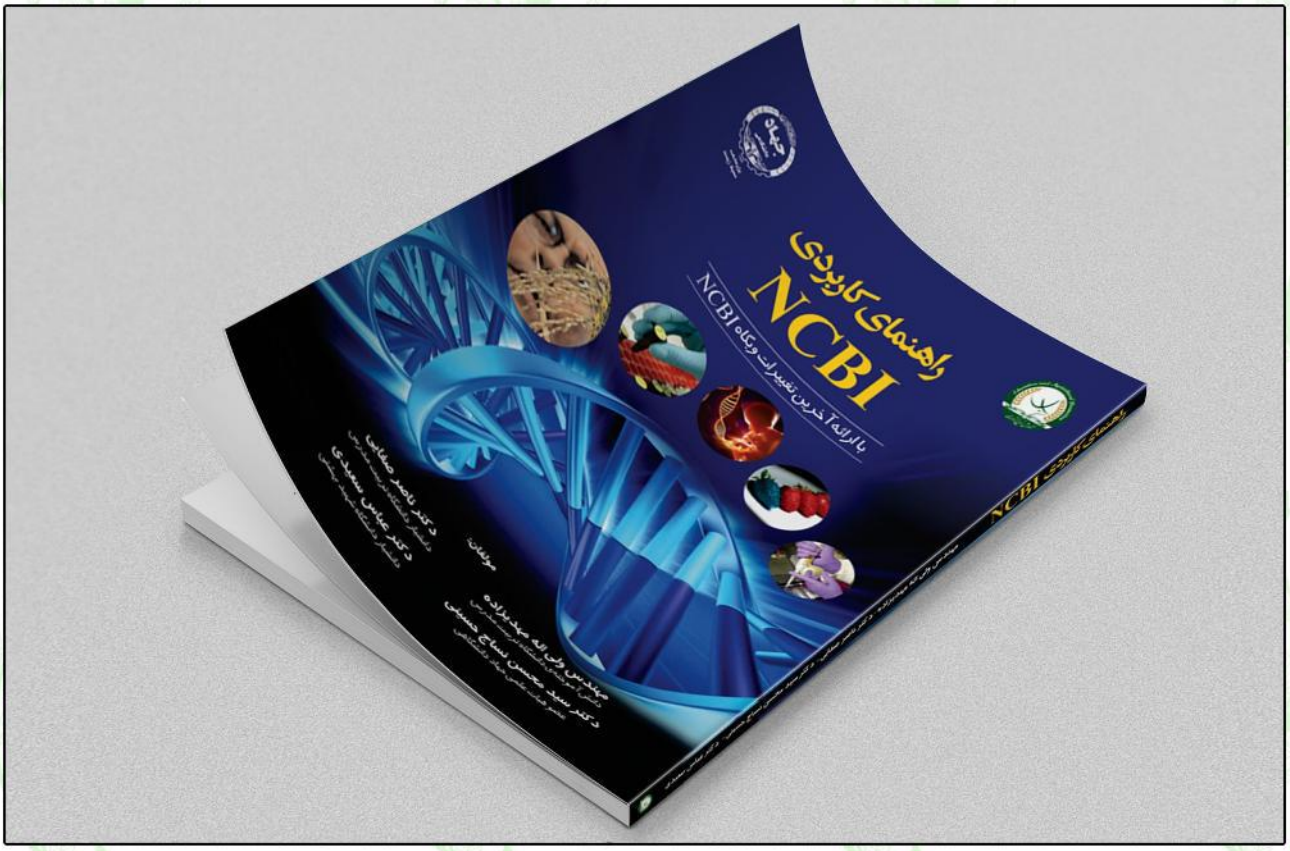
آدرس کانال تلگرامی کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران:

Telegram.me/UTclinic

آشنایی با کتاب "راهنمای کاربردی NCBI"

محدثه شمسیان [1]، دانشجوی کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

مؤلفان: مهندس ولی‌اله مهدی زاده (دانش‌آموخته دانشگاه تربیت مدرس)
دکتر ناصر صفایی (دانشیار دانشگاه تربیت مدرس)
دکتر سید محسن نساج حسینی (عضو هیئت‌علمی جهاد دانشگاهی) و دکتر عباس سعیدی (دانشیار دانشگاه شهید بهشتی)



1. Shamsian.m71@ut.ac.ir

این کتاب در سال ۱۳۹۲ توسط انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی به چاپ رسیده است. افزایش روزافزون اطلاعات بیولوژیکی و پیچیده شدن مطالعه آن‌ها، استفاده از ابزارهای بیوانفورماتیک را ضروری ساخته است. یکی از مجموعه‌هایی که حاوی ابزارهای مفیدی جهت این مقصود است NCBI است. NCBI درواقع مجموعه‌ای از پایگاه‌ها (مانند پایگاه توالی‌های نوکلئوتیدی و پروتئینی و...) برای نگه‌داری اطلاعات و ابزارهایی (مانند BLAST و e PCR و...) جهت تجزیه‌وتحلیل اطلاعات بیولوژیکی است. هم‌اکنون این مجموعه به همراه همه‌ی پایگاه‌ها و ابزارها در تارنمای اینترنتی آن به‌صورت رایگان در دسترس عموم قرار دارد.

در این کتاب سعی بر آن بوده که در عین اجتناب از توضیح واضحات، مطالب برای عموم افراد قابل‌استفاده باشد.

کتاب نام‌برده دارای ده فصل است. در فصل اول به تعریف دانش بیوانفورماتیک و معرفی مرکز ملی اطلاعات بیوتکنولوژی (NCBI) پرداخته‌شده است. این مرکز در سال ۱۹۸۸ در کتابخانه پزشکی ملی آمریکا (NLM) با هدف تجزیه‌وتحلیل و پردازش اطلاعات بیولوژیکی ایجادشده است. فصل دوم: منابع پژوهشی و آموزشی. در این فصل با پایگاه‌هایی که مرتبط با فعالیت‌های پژوهشی و آموزشی می‌باشند آشنا می‌شویم. ازجمله‌ی این پایگاه‌ها می‌توان به پایگاه PubMed (جستجوی مقالات)، پایگاه Bookshelf (استفاده از کتاب‌های مرجع)، پایگاه Mesh (پایگاه واژگان)، پایگاه Picture (جستجوی تصاویر علمی) و همچنین OMIM (بیماری‌های ژنتیکی انسان) اشاره نمود. فصل سوم: جستجو در پایگاه‌ها. به موتور جستجوی این تارنما موتور جستجوی Entrez گفته می‌شود. یکی از پراستفاده‌ترین ابزارهای جستجوی اطلاعات زیستی هست که توسط NCBI ایجادشده است. این موتور قادر است به‌صورت هم‌زمان، پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، توالی‌های نوکلئوتیدی (GenBank)، توالی‌های پروتئین، ساختار پروتئین‌ها، ژنوم کامل انسان و بسیاری از موجودات دیگر، تاکسونومی، اختلالات ژنتیکی (OMIM) و بسیاری موارد دیگر را جستجو کند. در این فصل نحوه‌ی استفاده از این موتور جستجو شرح داده‌شده است. فصل چهارم: توالی‌های نوکلئوتیدی. توالی‌های نوکلئوتیدی در سه پایگاه اطلاعاتی GenBank، EMBL و DDBJ نگه‌داری می‌شوند. داده‌های جدید هر ۲۴ ساعت بین این سه پایگاه به اشتراک گذاشته می‌شود. سازمان NCBI پایگاه نوکلئوتیدی بزرگ GenBank را مدیریت می‌کند. به‌طور میانگین ماهانه سه میلیون توالی و ۱۴۰۰ گونه‌ی جدید به این پایگاه اطلاعاتی افزوده می‌شود. در این فصل به راه‌های ارسال توالی به GenBank، جستجو در پایگاه نوکلئوتیدی و انواع بلاست می‌پردازد. فصل پنجم: پایگاه پروتئین. پایگاه‌های اطلاعاتی متعددی با پروتئین‌های گروه‌بندی‌شده وجود دارد که از پیش هم‌ردیف اولیه شده‌اند. هم‌ردیفی با استفاده از الگوریتم‌های مختلف و بنابراین حاوی هم‌ردیفی‌هایی با طول‌های مختلف و تعداد پروتئین‌های متفاوت است که در این فصل به شرح آن‌ها پرداخته‌شده است.

فصل ششم: پایگاه structure. این پایگاه اطلاعات مربوط به ساختار سه‌بعدی پروتئین‌ها را در خود نگه می‌دارد. NCBI نرم‌افزاری را برای مشاهده‌ی ساختارهای سه‌بعدی ارائه داده است که Cn3D نام دارد. در این فصل راه‌های مختلف دسترسی به این بخش آموزش داده شده است. در فصول هفت تا ده از این کتاب نیز به معرفی پایگاه‌ها و ابزارهای دیگر موجود در NCBI پرداخته شده است. ازجمله این پایگاه‌ها می‌توان به پایگاه تاکسونومی که شامل اسامی همه موجوداتی است که در NCBI دارای حداقل یک توالی نوکلئوتیدی یا پروتئین هستند، اشاره کرد. در اینجا می‌توان به درخت تاکسونومیکی یک موجود نیز دسترسی داشت. پایگاه چندشکلی نوکلئوتیدی، پایگاه بیوسیستم، پایگاه ژنوتیپ‌ها و فنوتیپ‌ها و همچنین ابزارهایی نظیر ابزار ژنوتایپینگ ویروس‌ها، جستجوگر آمینواسیدها، نمایشگر نقشه ژنومی، لوکاسکرین و چندین ابزار مهم دیگر نیز معرفی گردیده است. طی فصول مختلف کتاب سعی شده است تا اکثر پایگاه‌ها و ابزارهای NCBI معرفی شوند. درصورتی‌که مطالب ارائه‌شده در این کتاب به‌خوبی دنبال شود، بخش‌های جدید که ممکن است در طی سال‌های اخیر اضافه شده باشد نیز قابل‌فهم و پیگیری خواهد بود.

امید است با معرفی این کتاب، کمکی هرچند ناچیز جهت آشنایی بیشتر پژوهشگران علوم زیستی با این پایگاه صورت گرفته باشد.

کنه‌های شکارگر Phytoseiidae و کنترل بیولوژیکی حفاظتی

سجاد رحیمی[1]، دانشجوی کارشناسی‌ارشد حشره‌شناسی کشاورزی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

افزایش بازده محصولات کشاورزی برای تأمین غذای جمعیت رو به رشد این سیاره و همچنین ارائه غذای باکیفیت‌تر با در نظر گرفتن نکات سلامتی و جلوگیری از آلودگی برای پایداری منابع از عواملی است که امروزه به عنوان یک اصل در کشاورزی در نظر گرفته می شود. در چندین کشور اقدامات مختلفی برای محدود کردن استفاده از آفت‌کش‌ها انجام شده است. به‌عنوان‌مثال، در سال ۲۰۰۹ مجلس و شورای اروپا دستورالعملی (EC/2009/128) با هدف دستیابی به استفاده پایدار از آفت‌کش‌ها، کاهش خطرات سلامتی و ترویج استفاده از مدیریت تلفیقی آفات و دیگر راهبردهای جایگزین محافظت از گیاهان تعیین کردند. برنامه‌های ملی باید در راستای رسیدن به چنین اهدافی (آموزش متخصصین، مقررات فروش آفت‌کش‌ها، تجهیزات استفاده از آفت‌کش‌ها) اجرا شود. در فرانسه طرح Ecophyto با هدف " کاهش مصرف آفت‌کش‌ها به نصف " تا سال ۲۰۲۵ پایه‌گذاری شده است. خانواده Phytoseiidae از کنه‌ها دارای بیش از ۲۴۰۰ گونه در سراسر جهان است که معمولاً در قالب سه راهبرد کنترل بیولوژیکی استفاده می‌شود.

Phytoseiulus persimilis

نخست، کنترل بیولوژیک کلاسیک (Classic) که شامل کنترل آفات تهاجمی و معرفی دشمنان طبیعی در منطقه مورد هدف، از ناحیه منشأ آفت است. این اقدامات معمولاً گران است و توسط دولت تأمین می‌شود. یک نمونه معرفی موفقیت‌آمیز *Typhlodromalus aripo* برای کنترل *Mononychellus tanajoa* در آفریقا است.

استراتژی دوم، کنترل بیولوژیک افزایشی (Augmentative)، شامل رهاسازی توده‌ای دشمنان طبیعی (بومی و غیربومی) در محصولات است. دشمنان طبیعی به‌طورمعمول توسط شرکت‌های خصوصی تجارتی می‌شوند و تولیدکنندگان محصولات کشاورزی باید آن‌ها را برای رهاسازی خریداری کنند. این دشمنان طبیعی معمولاً برای شکار خود تخصصی هستند و این راهبرد اساساً در گلخانه‌ها به‌کار گرفته می‌شود.یک مثال آن رهاسازی توده‌ای *Phytoseiulus persimilis* در گلخانه‌ها با یک بازار جهانی برابر با دوازده درصد کل بازار دشمن طبیعی‌است.سومین‌راهبرد،کنترل‌بیولوژیک‌حفاظتی(Conservation) شامل نگهداری و حفاظت دشمنان طبیعی در اکوسیستم کشاورزی، از طریق مدیریت آن است. این راهبرد کنترل بیولوژیکی معمولاً برای کنترل آفات بومی، به‌ویژه در فضاهای باز و محصولات چندساله بکار می‌رود. اکثر کنه‌های شکارگر عمومی‌خوار هستند (توانایی تغذیه از روی چندین شکار و همچنین روی ترشحات گیاهان، گرده و قارچ‌ها را دارند) و در اکوسیستم‌های کشاورزی به‌طور طبیعی روی محصولات و پوشش گیاهی مجاور فعال هستند. چنین خصوصیاتی آن‌ها را به‌عنوان گزینه‌های مناسبی برای ارائه خدمات اکوسیستم به عنوان دشمنان طبیعی گونه‌های آفات تبدیل می‌کند که می‌تواند نقشی در کاهش استفاده از آفت‌کش‌ها داشته باشد. برای اجرای کنترل بیولوژیک حفاظتی به یک دانش یکپارچه از تنوع زیستی کنه‌های شکارگر برای تعیین عوامل مؤثر بر

1. sajad.rahimi@ut.ac.ir

حضور این دشمنان طبیعی در نواحی تجمع و پراکندگی آن‌ها بین آن نواحی و محصولات موردنیاز است.

گیاهان به‌عنوان مناطق حفاظت‌شده برای کنه‌های شکارگر

اغلب کنه‌های شکارگر از خانواده Phytoseiidae به گونه‌های معینی از شکار وابسته نیستند، زیرا آن‌ها عمومی‌خوار هستند بااین‌حال، به‌شدت تحت تأثیر ویژگی‌های گیاه، به‌ویژه ساختار فیلوپلان (Phylloplan) هستند. بعضی از محققین گزارش دادند که ویژگی‌های فیلوپلان (ویژگی‌های فنوتیپی سطح برگ)، تراکم کنه‌های شکارگر را بیش از دسترسی به شکار تحت تأثیر قرار می‌دهد. مک مورتی و همکارانش در سال ۲۰۱۳، خانواده Phytoseiidae را به چهار دسته اصلی بسته به عادات غذایی تقسیم کردند: ۱- تخصصی ۲- انتخابی ۳- عمومی ۴-گرده‌خوار.

دوماتیا (Domatia) و برگ کرکی، ویژگی‌های گیاهی ثبت شده‌ای هستند که بیشتر بر رفتار و زیست‌شناسی کنه‌ها مؤثر است. اشمیت در ۲۰۱۴ بازنگری بسیار خوبی از این روابط را ارائه داد. فرضیه‌های پیشنهادشده برای توضیح چنین روابط عبارت‌اند از:

۱- فرار از هم‌خوارگی و شکارگری ۲- حفظ شرایط مناسب رطوبت، به‌ویژه برای بقای تخم‌ها ۳- نگهداری گرده و دیگر مواد غذایی حاضر در دوماتیا.

Acarodomatia

بااین‌حال، برخی از ساختارها برای کنه‌های شکارگر مناسب نیستند. به‌عنوان نمونه، گزارش‌شده تریکوم‌های غده‌ای Solanaceae شکارگرها را به دام می‌اندازند و مانع حرکت آن‌ها می‌شوند. ساختارهایی که مؤثر بر کنه‌های شکارگر هستند کاملاً مشخص نیستند. برای نمونه مطالعات کمی بر روی ارتفاع رگبرگ، حضور نکتارها، انواع تریکوم‌ها و دوماتیا متمرکز شده است. حتی گفته‌شده است گال‌های قدیمی کنه‌های Eriophyid می‌توانند به‌عنوان پناهگاهی برای کنه‌های شکارگر استفاده شوند. بعضی از نویسندگان نشان دادند که شهدهای خارج گل (EFN) تأثیر مثبتی بر پیشرفت کارایی کنه‌های شکارگر دارند. افزودن قند مصنوعی (نکتارهای ساختگی) بر روی *Vitis riparia* و *Vitis munsoniana*، تراکم کنه‌های قارچ‌خوار (برخی از Phytoseiidae و بسیاری از Tydeiidae) را افزایش داده و بر روی سفیدک پودری تأثیر منفی مرتبطی گذاشت.

گرده نیز می‌تواند بر تراکم کنه‌های شکارگر مؤثر باشد. بعضی از آن‌ها حتی روی گرده بهتر از گل رشد می‌کنند. مطالعات متعددی نیز نشان داد که گیاهانی با برگ‌های مودار می‌توانند گرده را بهتر از گیاهانی که دارای برگ‌های صاف هستند به دام اندازند. در سال ۲۰۰۳ گزارش شد بر روی برگ‌های مودارتر سیب به دلیل بیشترین مقدار گرده و اسپور قارچ، تراکم‌های بالاتری از *Typhlodromus pyri* وجود دارد.

بعضی از نویسندگان نیز گزارش دادند که برخی از گونه‌های کنه‌های شکارگر می‌توانند از گیاهان تغذیه کنند. شواهدی از رفتار تغذیه گیاهی روی آووکادو دیده می‌شود که نشان می‌دهد ویژگی‌های گیاهی بر رفتار تغذیه گیاهی تأثیر می‌گذارد. بافت گیاهی ممکن است یک غذای جایگزین و منبع آب باشد اما به دلیل کم بودن ارزش تغذیه‌ای آن اجازه تولید تخم را نمی‌دهد؛ بنابراین معلوم نیست که آیا آن شکارگرها هنگام استفاده از منابع غذایی دیگر از گیاهان تغذیه می‌کنند؟ تأثیر ترکیبات گیاهی در ارتباط بین گیاهان و کنه‌های گیاهی به‌خوبی بررسی نشده است. ارتباط میان کنه‌های شکارگر و گیاه پیچیده است و تمام عوامل مؤثر بر وقوع آن‌ها روی گیاهان شناخته‌شده نیستند.

بیش از ۳۷۴،۰۰۰ گونه گیاهی (۲۰۱۶) و ۲۴۰۰ گونه کنه‌های شکارگر (۲۰۱۸) وجود دارد. این تعداد کلان از گیاه و کنه شکارگر، به‌وضوح تعاملات پیچیده و بی‌شمار را باعث خواهد شد.

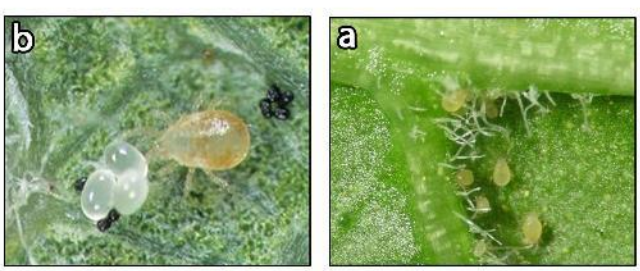
در چارچوب کنترل بیولوژیک حفاظتی، دانستن اینکه کدام گیاهان موردعلاقه کدام یک از کنه‌های شکارگر هستند، یک گام کلیدی است.

چگونه می‌توان گیاهان موردعلاقه را برای گونه‌های کنه‌های شکارگر مدنظر تعیین کرد؟

اطلاعات مربوط به وقوع گونه‌های کنه‌های شکارگر روی گیاهان از چندین نشریه مربوط به بررسی‌های فونتیک موجود است. چالش اصلی بازیابی، جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل این اطلاعات برای تعیین اینکه کدام گونه‌های شکارگر در محصولات حاضر هستند و احتمال پیدا کردن این‌گونه‌ها در گیاهان غیر محصول چقدر است، می‌باشد.

تیکسیر و همکارانش، این اطلاعات را از ۱۹۵۹ نشریه در پایگاه داده حاوی ۳۰۶۸۴ گزارش در سراسر جهان از ۲۴۰۰ گونه Phytoseiidae، روی ۴۹۰۰ گونه گیاهی در دویست و بیست و هشت کشور، گردآوری کرده است.

این پایگاه داده اجازه می‌دهد تا گونه‌های کنه‌های شکارگر گزارش‌شده برای هر گیاه و محل را تعیین کرد. به‌عنوان مثال از اطلاعات استخراج شده از پایگاه داده، جدول ۱ شامل گونه‌های کنه‌های شکارگر در سراسر جهان روی *Convolvulus arvensis* که یک‌گونه علف هرز معمولی است را نشان می‌دهد. بیست‌وپنج گونه متعلق به یازده جنس ثبت شده است و از میان آن‌ها شانزده مورد یک‌بار گزارش شدند. سه گونه *Amblyseius swirski (a)*، *P. persimilis* و *Typhlodromus athiasae (b)* بیشتر دیده شده است.



هدف این است که از اطلاعات موجود در این پایگاه داده برای تعیین و پیش‌بینی احتمال وقوع گونه‌های کنه‌های شکارگر در گیاهان محصول و غیرمحصول استفاده شود. در همین خصوص، سه رویکرد پیشنهاد شده است. اولاً، تجزیه‌وتحلیل اطلاعات برای تعیین نحوه توزیع فعلی کنه شکارگر می‌تواند به تعیین گونه‌هایی که احتمالاً محصولات (مثلاً انگور و مرکبات) در مناطق مختلف جهان یافت می‌شود، کمک کند. سپس، برای شایع‌ترین گونه‌های کنه‌های شکارگر، گیاهان غیرمحصول محتمل آن‌ها را موردبررسی قرار دهند. دوم، به دلیل اینکه صفات گیاهی بر تنوع کنه‌های شکارگر تأثیر می‌گذارد، تجزیه‌وتحلیل وقوع آن‌ها در رابطه با برخی از صفات گیاهی به‌منظور تعیین اینکه ویژگی‌های گیاهان می‌تواند شاخص‌های حضور برخی از گونه‌های کلیدی کنه‌های شکارگر باشد، فراهم شود. درنهایت به دلیل اینکه ارتباط بین گیاهان و کنه‌های شکارگر ممکن است یک اساس تکاملی داشته باشد، تجزیه‌وتحلیل روابط فیلوژنتیکی گیاهان و تنوع گونه‌های کنه‌های شکارگر مرتبط، به‌منظور تعیین نحوه استفاده از خانواده یا جنس گیاهان برای پیش‌بینی وقوع گونه‌های کنه‌های شکارگر فراهم شود.

با این‌وجود نواقصی نیز قابل‌ذکر است چراکه محدودیت مشترک برای این سه رویکرد این است که تراکم کنه‌های شکارگر همیشه در نشریات ثبت نشده است. علاوه بر این، روش‌های نمونه‌گیری و نحوه گزارش نتایج متفاوت است که برای تعمیم دادن به‌طورکلی دچار تردید می‌شویم.

TABLE 1 | Species of predatory mites (Acari: Phytoseiidae) and number of reports on *Convolvulus arvensis* L. around the world.

Genus	Species	Number of reports
Amblyseius	*andersoni*	1
	largoensis	2
	meridionalis	1
	swirskii	1
Euseius	*stipulatus*	3
Galendromimus (Nothoseius)	*borinquensis*	1
Galendromus (Galendromus)	*occidentalis*	1
Phytoseiulus	*macropilis*	1
	persimilis	6
Neoseiulus	*californicus*	2
	comitatus	1
	conterminus	1
	fallacis	1
	herbarius	1
	longilaterus	1
	umbraticus	1
	setulus	1
Phytoseius	*plumifer*	3
Proprioseiopsis	*messor*	2
	rotundus	1
Typhlodromips	*sessor*	1
Typhlodromus (Anthoseius)	*recki*	3
	kerkirare	1
Typhlodromus (Typhlodromus)	*athiasae*	4
	pyri	2

Data are issued from the own author database: occurrence of predatory mite species and their associated number of records all over the world (unpublished data).

جدول ۱- گونه‌های کنه‌های شکارگر Phytoseiidae و تعداد گزارش آن‌ها بر روی *Convolvulus arvensis* در سرتاسر جهان.

روابط تکاملی بین گیاهان و کنه‌های شکارگر

در این خصوص فرضیاتی مطرح است: (۱) گیاهان و کنه‌های شکارگر دارای یک تاریخ تکاملی مشترک هستند (۲) یک رابطه فنولوژیکی بین گیاه و کنه‌های شکارگر وجود دارد. وبر و همکاران در ۲۰۱۶ نشان دادند که شصت‌ویک درصد از هشتادوهفت خانواده گیاهی شامل گونه‌های Domatia هستند. همچنین گزارش شده است که آن‌ها دارای گونه‌های با شهدهای خارج از گل (EFNs) نیز هستند و این دو ویژگی به طور تصادفی در همان کلادها (Clades) در دولپه‌ای‌های

نو (Eudicots) رخ داده است. البته این محقق در ۲۰۱۲ نیز بر روی جنس Viburnum تمرکز کرد و بیان کرد که شهدهای خارج از گل (EFNs) و دوماتیای کنه با هم ایجادشده‌اند و این دو ویژگی به لحاظ تکاملی یک همبستگی دارند. چگونه این تکامل گیاه (و روابط) می تواند بر تنوع کنه شکارگر تأثیرگذار باشد؟ اثرات افزایشی زیستگاه (Domatia) و موادغذایی (EFNs) بر روی فراوانی کنه‌های شکارگر به‌ویژه کنه‌های Tydeidiae و همچنین به میزان کمتر در Phytoseiidae نیز موردبررسی قرار گرفته است. دسترسی به پایگاه داده مورداستفاده توسط متخصصان تکامل- اکولوژی گیاهان و برآورد اطلاعات مربوط به وقوع کنه‌های شکارگر ممکن است اساس را برای ارزیابی رابطه میان گیاه و کنه‌های شکارگر ارائه دهد.

مدیریت جنگل زارعی (Agroforestry)

مطالعات کمی بر روی تأثیر مدیریت جنگل زراعی (کاشت درختان در محصولات زراعی) بر است که در آن انگورها با درخت بارانک *Sorbus domestica* یا کاج کندر *Pinus pinea* کاشته شده‌اند. یک بررسی ده‌ساله نشان داد که جنگل زراعی تنوع زیستی را افزایش نمی‌دهد. در این بررسی بیان شد ویژگی‌های ارقام درخت انگور تراکم کنه‌های شکارگر را نسبت به مدیریت جنگل زراعی بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهند. علاوه بر این، اثر جنگل زراعی با توجه به ارقام انگور متفاوت بود. روی واریته Grenache، تراکم‌های پایین‌تر در انگورهای کاشته شده با درخت بارانک و تراکم بالاتر در انگورهای کاشته شده با کاج کندر در مقایسه با قطعه‌های تک‌کشتی مشاهده شد.

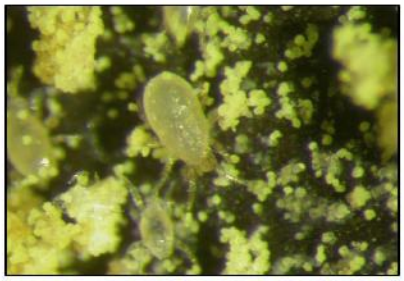
در پایان این کار چندین فرضیه مطرح شد:

(۱) کیفیت و مقدار مختلف گرده تولیدشده توسط دو درخت کاشته شده (همراه کاج کندر، گرده‌افشانی شونده توسط باد؛ درخت بارانک گرده‌افشانی شونده توسط حشرات).

(۲) توانایی‌های مختلف ارقام Grenache و Syrah برای به دام انداختن گرده با توجه به کرک‌های مختلف برگ‌هایشان.

(۳) تأثیر بر زیستگاه های کنه‌های شکارگر به علت تفاوت در تحمل تنش‌های خشکی، با توجه به درختان کاشته‌شده همراه.

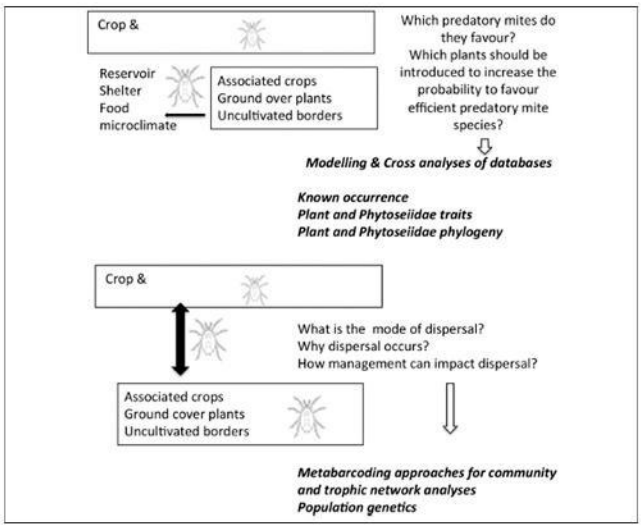
با وجود این مطالعه ده‌ساله، هیچ نتیجه‌گیری روشنی مبنی بر اثر مثبتی از مدیریت جنگل‌زراعی با توجه به درختان کشت شده همراه *P. pinea* و *S. domestica* نمی‌توان گرفت. ممکن است تعاملات پیچیده‌ای بین فیزیولوژی گیاه (مثلاً استرس) و کنه‌های شکارگر وجود داشته باشد. به‌علاوه، تأثیرات با توجه به درختان کاشته شده همراه متفاوت است و می‌توانیم فرض کنیم که دیگر درخت‌های موجود به‌خصوص ترجیحاً در مورد *Kampimodromus aberrans* (Phytoseiidae) می‌توانند جالب‌تر باشند (مانند *C. Australis* یا *F. carica*).



K. aberrans

مدیریت زراعی اکوسیستم برای تعیین ساختارهای جمعیت کنه های شکارگر، روی گیاه یا خارج از آن، می‌تواند پاسخگوی مناسبی باشد و می‌تواند عامل حفاظت برای کنه‌های شکارگر باشد (به‌عنوان‌مثال تأمین غذای جایگزین) اما در کنار آن می‌تواند شرایط میکروکلیمای موجود نیز تأثیرگذار باشد. البته باید گفت تعاملات و روابط پیچیده‌ای در این بین وجود دارد یعنی حضور کنه‌ی شکارگر روی گیاه غیر زراعی الزاما باعث بروز کنترل بیولوژیک در گیاه زراعی مجاور خود نخواهد شد. پس در اینجا مقیاس مدیریت زراعی اکوسیستم اهمیت پیدا می‌کند و متأثر از مسائل مختلفی است.

واضح است که پیشرفت روش‌های شناختی (متابارکدینگ، ژنتیک جمعیت) و تحلیلی (تجزیه‌وتحلیل متقابل پایگاه داده) نوین و همچنین رویکردهای بین‌رشته‌ای (برای مثال، گیاه‌شناسی، اکولوژی گیاه و کنه، زراعت، اکو فیزیولوژی گیاه، ژنتیک و غیره) چشم‌اندازی از آینده برای مدیریت بهتر سیستم‌های کشاورزی و افزایش تعاملات مثبت بیولوژیکی را تشکیل می‌دهد.



Synthesis of the key Questions and Further Future Approaches (in Bold and Italics) for Agro-Environmental Management of Predatory Mites in Agro-Ecosystem.

منبع:

Tixier, M. S. 2018. Predatory mites (Acari: phytoseiidae) in agro-ecosystems and conservation biological control: a review and explorative approach for forecasting plant-predatory mite interactions and mite dispersal. Frontiers in Ecology and Evolution. 6:12.

کاربرد اسانس‌ها در کنترل پوسیدگی‌های پس از برداشت

عارف مرادپور[1]، دانشجوی کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

میوه‌ها و سبزیجات غنی از ویتامین‌های ضروری، مواد معدنی، فیبرها و ترکیبات تقویت‌کننده سلامت‌اند که مصرف آن‌ها در سال‌های متمادی رو به افزایش است. مصرف‌کنندگان به محصولات باکیفیت و سالم تمایل دارند. کیفیت از نظر مصرف‌کنندگان شامل مواردی مانند شکل و اندازه عالی، رنگ و عطر دلخواه و نبود عیوبی مثل بریدگی، کبودی و پوسیدگی است. این موارد برای مصرف نیز ایمن‌نیستند.

پوسیدگی پس از برداشت به‌عنوان یک فاکتور مهم کم شدن و از دست رفتن محصول در طی زنجیره‌ی عرضه‌ی محصولات شناخته‌شده که در مراحل نگهداری میوه می‌تواند خسارت اقتصادی قابل‌توجهی وارد کند. وقوع بیماری‌های پس از برداشت در طی مراحل مختلف زنجیره‌ی پس از برداشت، در حین محصول دهی، برداشت محصول، عملیات بسته‌بندی، انتقال و نگهداری رخ می‌دهند. برای مثال پوسیدگی پس از برداشت کپک سبز (*Penicillum digitatum*) و کپک آبی (*Penicillum italicum*) موجب خسارت اقتصادی قابل‌توجه در صادرات مرکبات می‌شوند. از طرفی میوه‌ها احتمالاً به استرین‌هایی از قارچ‌های *Penicillium spp.*، *Alternaria spp.* و *Fusarium spp.* آلوده هستند که این قارچ‌ها می‌توانند زهرابه‌های قارچی (Mycotoxin) تولید کنند.

هنگام استفاده از میوه آلوده، احتمال برخورد با زهرابه‌های قارچی افزایش می‌یابد. وقوع زهرابه‌های قارچی و حد مجاز آن به‌عنوان یک فاکتور خطرناک مهم در نظر گرفته می‌شود. طبق آمار سازمان خواروبار جهانی سالانه بیست‌وپنج درصد کل محصولات به زهرابه‌های قارچی آلوده هستند. قارچ *Penicillium expansum* (عامل بیماری کپک آبی) در میان سایر عوامل، خسارت قابل توجهی به سیب و گلابی در طی انبارداری وارد می‌کند و حتی در دمای صفر یا منفی یک درجه سلسیوس آلودگی ایجاد کرده و نیز به خاطر تولید زهرابه‌های قارچی **پاتولین**، با خطر سلامتی مرتبط است.

علائم آلودگی به قارچ *Penicillium expansum* در سیب

کمیسیون اتحادیه اروپا حد مجاز ده میلی‌گرم در کیلوگرم زهرابه‌های قارچی پاتولین برای فرآورده‌های متفاوت سیب و حد مجاز ده میکروگرم در کیلوگرم آن را برای آب‌میوه‌ها را معرفی کرد.

برخی از بیماری‌ها مانند آنتراکنوز با عامل *Colletotrichum gloeosporioides* (آووکادو، خربزه درختی و مانگو) و *Colletotrichum musae* (موز) علائم مربوط به بیماری را فقط پس از رسیدن میوه از خود نشان می‌دهند که به‌عنوان آلودگی نهفته شناخته می‌شوند. کپک خاکستری (*Botrytis cinerea*) هم در توت‌فرنگی به‌عنوان آلودگی پنهان مطرح بوده و خسارت قابل‌توجهی در پوسیدگی و نابودی میوه پس از برداشت را در انبارها موجب می‌شود. پوسیدگی انتهایی گردن در مرکبات *Phomopsis citri* و *Lasiodiplodia theobromae* نیز به‌عنوان آلودگی پنهان شناخته می‌شوند. پوسیدگی قهوه‌ای (*Monilinia spp.*) در هلو و سایر هسته داران، میوه‌ها را فقط پس از برداشت بیمار می‌کند. به عبارتی ممکن است علائم قبل از برداشت توسعه‌نیافته باشند ولی پس از برداشت علائم بیماری گسترش خواهند یافت.

پوسیدگی پس از برداشت به‌عنوان یک فاکتور مهم کم شدن و از دست رفتن محصول در طی زنجیره‌ی عرضه‌ی محصولات شناخته‌شده که به خصوص در مراحل نگهداری میوه می‌تواند خسارت اقتصادی قابل‌توجهی وارد کند.

1. Moradpour.aref93@ut.ac.ir

علائم آلودگی به *P. citri* در مرکبات

علائم آلودگی به *B. cinerea* در توت‌فرنگی

کنترل و مدیریت بیماری‌های پس از برداشت معمولاً به استفاده از قارچ‌کش با روش‌هایی مانند پوشاندن، افشانه پاشی و یا خیساندن میوه در این مواد وابسته‌اند. از قارچ‌کش گزاتین با روش خیساندن میوه به‌صورت عمومی برای کنترل پوسیدگی ترش (*Geotrichum candidum*) مرکبات استفاده می‌شود ولی این ترکیب در اتحادیه اروپا ثبت نشده است. مصرف‌کنندگان ترجیح می‌دهند که میوه‌های عاری از عیوب، بیماری و آغشته به سموم که برای مصرف ایمن‌تر است را خریداری کنند البته کشورهای واردکننده برای مقدار باقی‌مانده‌ی سم روی میوه‌ها، قوانین سخت‌گیرانه‌ای را در نظر می‌گیرند. در امریکا کپک سبز میوه مرکبات در مراحل پس از برداشت به‌وسیله قارچ‌کش سیستمیک ایمازالیل کنترل می‌شود و از سم پروکلراز به‌منظور کنترل بیماری‌های پس از برداشت میوه آووکادو در آفریقا، نیوزیلند و استرالیا استفاده می‌شود. حداکثر میزان مجاز باقی‌مانده این سم در این میوه، دو میلی‌گرم در کیلوگرم و پنج میکروگرم در گرم به ترتیب توسط اتحادیه اروپا و ژاپن تعیین شده است.

از سوی دیگر این سموم اثرات منفی بر روی محیط‌زیست می‌گذارند و با توجه به کاربرد وسیع سموم، استرین‌های مقاوم به آفت‌کش‌ها به وجود آمده‌اند. مقاومت *Penicillium digitatum* و *Penicillium italicum* به قارچ‌کش تیابندازول و استرین‌هایی از *Pseudocercosporella herpotrichoides* به قارچ‌کش پروکلراز به دلیل استفاده مداوم گزارش شده است. اخیراً *B. cinerea* به قارچ‌کش پریمتانیل مقاوم شده است. ایزوله‌های متفاوت از قارچ *Colletotrichum gloeosporioides* به قارچ‌کش ایمازالیل پاسخ‌های متفاوتی می‌دهند. طبق مطالب عنوان‌شده می‌توان بیان داشت که یافتن راه‌حل جایگزین برای استفاده از قارچ‌کش‌ها دارای اهمیت ویژه‌ای است. برخی از روش‌ها مانند کنترل و اصلاح اتمسفر انبار، عوامل بیوکنترل، استفاده از نگه‌دارنده مانند کربنات‌ها، بیکربنات‌ها و پتاسیم سوربات، استفاده از اُزن، گرمادهی، متیل‌جاسمونات، سالیسیلیک اسید، پرتودهی و کیتوزان نیز قابل توصیه و کاربرد هستند؛ اما در این بین برخی از مواد محافظت‌کننده در گیاهان مثل اسانس‌های روغنی و ترکیبات عمده آن‌ها که دارای خاصیت ضد میکروبی و سمیت کم برای پستانداران و اثر کم بر روی محیط زیست اند، می‌توانند جایگزین‌های مناسبی برای قارچ‌کش‌ها باشند.

این ترکیبات همچنین به خاطر فرار بودن و کاربرد راحت آن‌ها در غلظت‌های کم و دوستدار محیط‌زیست بودن، به عنوان آفت‌کش‌های کم‌خطر شناخته می‌شوند. فعالیت ضد قارچی اسانس‌ها در فاز بخار به رسمیت شناخته شده است.

اثر اسانس‌ها بر کنترل بیماری‌های پس از برداشت

اسانس‌ها شامل ترکیبات ترپنوییدی، سسکویترپنویید، آلدهید، کیتوزان و ترکیبات فنولیک که توسط گیاهان تولید می‌شوند، است. یک روش کاربرد اسانس، خیساندن محصولات در محلول اسانس است. مطالعات انجام‌شده نشان داده است روغن آویشن و روغن دارچین ازجمله‌ی این ترکیبات است که اثرات خوبی در حفظ محصول پس از برداشت در برابر عوامل بیمارگر خصوصاً عوامل ایجادکننده پوسیدگی داشته است.

اسانس‌ها و نقطه اثر آن‌ها

غلظت ترکیبات فعال اسانس‌ها و ساختار شیمیایی آن‌ها، عامل خاصیت ضد میکروبی و طعم در میوه‌ها است. مطالعات نشان داده است که استفاده از اسانس‌های گیاهی نسبت به حالتی که ترکیبات سازنده آن‌ها به‌صورت تکی مورد آزمایش قرار می‌گیرند، خاصیت ضد میکروبی بیشتری دارند. خاصیت کنترلی اسانس‌ها علیه بیمارگرهای پس از برداشت بیشتر به دلیل اثر مستقیم روی رشد پرگنه قارچ و جوانه‌زنی اسپور از طریق اثر بر روی متابولیسم سلولی بیمارگر است.

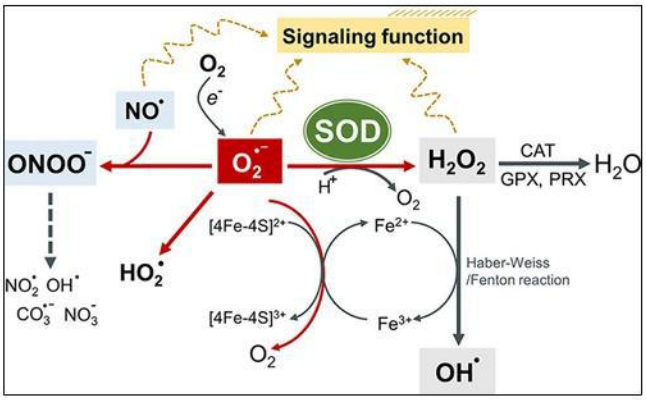
خاصیت آب‌گریز بودن اسانس‌ها و ترکیبات آن‌ها اجازه می‌دهد که بین لایه‌های لیپیدی غشای سلولی قارچ واردشده و آن را بشکند و درنتیجه ساختار غشای سلولی و تمامیت آن شکسته می‌شود. این امر موجب تغییر نفوذپذیری و تبادل کاتیون K و H^+ می‌شود. هم‌چنین می‌تواند موجب تغییر در جریان پروتون‌ها و شیب یونی، تغییر اسیدیته (PH) سلول، اثر بر ترکیبات شیمیایی سلول‌ها و فرآیندهای متابولیسمی در سلول بیمارگر و در نهایت موجب مرگ سلولی بشود. از سوی دیگر برهمکنش بین اسانس‌ها و غشای سلولی می‌تواند موجب نشت برخی از ترکیبات سلولی مانند ATP که همان مولکول اصلی ذخیره انرژی است، بشود. اسانس‌ها دارای ترکیبات فنولی هستند که می‌تواند با تعامل با پروتئین‌های سطح غشای سلولی، باعث تغییر شکل و تغییر در عملکرد آن‌ها شوند. تغییر شکل و اختلال در غشا می‌تواند از طریق مهار آنزیم‌های تولیدکننده‌ی ATP و استفاده از استروما برای تولید آن در میزان تولید ATP اثرگذار باشد. علاوه بر این، می‌تواند بر جوانه‌زنی اسپورها و طول لوله تندش اثر گذاشته و رشد پرگنه قارچ را متوقف کند. مشاهدات مشترک در مورد تغییرات پرگنه و اسپورهای قارچی شامل: ایجاد یک واکوئل بزرگ از طریق ادغام واکوئل‌های کوچک، ظهور لوموزم‌های متعدد پیچ‌خورده، جداسازی غشای پلاسمایی از دیواره سلولی و همچنین لایه‌های فیبری دیواره سلولی ضعیف‌تر شده که در نهایت یکپارچگی دیواره سلولی از بین رفته و نمی‌تواند شکل و عملکرد خود را اجرا کند.

اسانس‌ها حاوی درصد بالایی از ترکیبات فنولی (گروه هیدروکسیل در حلقه بنزن) مانند اوژنول (Eugenol)، کارواکرول (Carvacrol) و تیمول (Thymol) هستند که خاصیت ضد میکروبی بالایی را از خود نشان می‌دهند. این فرض وجود دارد که عملکرد اسانس‌های بدون فنول مانند اسانس علف لیمو، از طریق اختلال در غشا به واسطه داشتن ترکیبات چربی‌دوست است. اثر ضد میکروبی علف لیمو فقط وابسته به انتشار منوترپن‌ها در غشای سلولی و تخریب ساختار آن نیست بلکه میزان حلالیت غشای سلولی در حضور اسانس علف لیمو در فاز گازی افزایش می‌یابد که به خاطر تغییر شکل غشای سلولی است. آلدهید تشکیل‌دهنده سیترال، ترکیبی از دو ایزومر نرال (Neral) و جرانیال (Geranial) بوده که خاصیت ضد قارچی قابل‌توجهی دارند. کاربرد هم‌زمان دو یا چند ترکیب می‌تواند اثر سینرژیستی بگذارد. ترکیبات اکسیدکننده مثل سیترال، تیمول و کارواکرول از ترکیب P-Cymene (Terpene Hydrocarbons) خاصیت بیشتری دارند. با این وجود p Cymene موجب ایجاد تورم‌هایی در غشای سلولی قارچ شده که به دنبال آن ترکیبات سیترال، تیمول و کارواکرول وارد سلول می‌شوند و در نتیجه استفاده از ترکیبات دو اسانس متفاوت در کنترل بیماری‌های پس از برداشت، اثر سینرژیستی از خود نشان داد.

گزارش شده که ترکیبات اسانس مانند تیمول و اوژنول، توانایی افزایش سطح آنتی‌اکسیدانی (پلی‌فنول‌ها، فلاوونوییدها و آنتی‌سیانین‌ها) و یک ظرفیت جذب اکسیژن در بافت میوه شامل سیستم‌های آنزیمی و غیر آنزیمی که باعث افزایش جذب رادیکال اکسیژن و رادیکال هیدروکسیل در بافت میوه می‌شود را دارند. نفوذ ترکیبات اسانس بر روی افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانتی و فعالیت سوخت‌وساز می‌تواند به طور قابل توجه و مهمی مقاومت بافت میوه به پاتوژن‌ها و کاهش زوال فیزیولوژیکی را افزایش دهد. مطالعات نشان داده اسانس آویشن پس از آغشته شدن به میوه آووکادو محتوای فنول کل را افزایش می‌دهد. از سمتی محتوای فنول کل، به عنوان یک اصل کلیدی در مقاومت گیاه و فعالیت‌هایی مثل راهکارهای دفاعی علیه حمله بیمارگرهای گیاهی شناخته شده است. اسانس آویشن به علاوه می‌تواند به عنوان یک ترکیب سیگنالی مانند بخار متیل جاسمونات عمل کرده و موجب فرستادن سیگنال مشابه شرایط تنش خفیف در میوه بشود. اسانس آویشن موجب وادار کردن فعالیت کیتیناز، بتا-۱-۳-گلوکاناز و پروکسیداز در میوه آووکادو می‌شود. آنزیم‌های کیتیناز، بتا-۱-۳- گلوکاناز با اثر تخریبی بر روی دیواره سلولی قارچ،

به عنوان یک راهکار دفاعی در میوه علیه قارچها هستند. ارتباط بین پروکسیداز با مقاومت به بیماری و تشکیل اتصالات متقابل بین زنجیرهای پلیمری‌زیستی فنول، گزارش شده است.

آنزیم سوپراکسیداز دیسموتاز (Superoxide Dismutase) به عنوان یک پروتئین حاوی فلز که واسطه بین تبدیل O_2^- به H_2O_2 است شناخته شده و پروکسیداز و کاتالاز، H_2O_2 را به اکسیژن و آب تبدیل می‌کنند و هرگونه رادیکال آزاد H_2O_2 را محدود می‌کند. اسانس‌های آویشن و نعناع باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانتی آنزیم‌های سوپراکسیداز دیسموتاز، پروکسیداز و کاتالاز می‌شوند. همچنین گزارش شده است آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی سوپراکسیداز دیسموتاز، پروکسیداز و کاتالاز نیز در تیمار فلفل شیرین با کیتوزان و اسانس دارچین در بیش از سی و پنج روز افزایش‌یافته‌اند.



اثر اسانس‌ها بر روی تولید مایکوتوکسین قارچها

قارچ *Penicillium expansum* تولید زهرابه‌های قارچی پاتولین (Patulin)، روکوفورتین C (Roquefortine C)، سیترینین (Citrinin) و کتوگلوبوسین (Chaetoglobosins) می‌کند که هرکدام به عنوان عوامل مضر برای سلامت انسان و حیوانات شناخته‌شده‌اند. پاتولین یک پلی کتید لاکتون است که توسط گونه‌های *Penicillium* spp.، *Aspergillus* spp. و *Byssochlamys* spp. تولید می‌شود اما عمدتاً توسط *Penicillium expansum* در سیب و فرآورده‌های سیب تولید می‌شود. این قارچ عامل فساد پرتقال، زردآلو، هلو و گوجه و همچنین، فرآورده‌های آن‌ها است.

زهرابه‌های قارچی در مزرعه و هم پس از برداشت محصولات تولید می‌شوند و همچنین میزان و غلظت آن‌ها در انبار هم می‌تواند افزایش یابد. جلوگیری از رشد قارچ مانع تجمع زهرابه‌های قارچی در میوه خواهد شد. این زهرابه‌ها به صورت مستقیم از طریق مصرف میوه و یا همراه با انجام مراحل فرآوری مواد غذایی به مصرف‌کنندگان می‌رسند.

فعالیت ضد قارچی روغن سیر، آویشن و لاوندر (Lavender) به طور مستقیم روی اسپورهای *Penicillium expansum* اثر می‌گذارند. اسانس گیاهان ریحان، چمن معطر و آویشن معمولی حاوی ترکیبات فعال فراوانی مانند کارواکرول، تیمول، لینالول (Linalool)، نرال (Neral)، ترپینین-۴ (Terpinen-۴) و جرانیال (Geranial) هستند. اثر سینرژیستی بین موارد ذکرشده می‌تواند خاصیت ضد میکروبی را افزایش داده و در نهایت استفاده از غلظت‌های کمتر اسانس‌ها، اثر مزه را بر روی میوه کاهش خواهد داد.

زهرابه‌های آفلاتوکسین (Aflatoxins) از عوامل سرطان‌زای خطرناک هستند که توسط قارچهای *Aspergillus flavus* و *Aspergillus parasiticus* در آجیل، دانه‌های غلات و حبوبات تولید می‌شوند. آلودگی آفلاتوکسین یک مشکل رایج در کشورهای درحال‌توسعه است که موجب خسارات شدید اقتصادی می‌شود. آفلاتوکسین به عنوان یک ترکیب سرطان‌زا و خطرناک ضد سیستم ایمنی بدن شناخته شده که می‌تواند باعث قطع برخی از مسیرهای متابولیتی در سلول شود. اسانس‌های دارچین و میخک اثر مهارکنندگی روی تولید آفلاتوکسین توسط *A.flavus* داشتند.

قارچهای جنس *Fusarium* (*Fusarium verticillioides* و *Fusarium proliferatum*)، به واسطه تولید زهرابه قارچی در مزرعه و انبارداری به‌ویژه رطوبت بالا و دمای پایین، موجب آلودگی و خسارت شدید اقتصادی به محصولات اساسی مانند ذرت و گندم می‌شود. فومونیسن B۱ (Fumonisin B۱) زهرابه عمومی است که توسط *Fusarium verticillioides* و *Fusarium proliferatum* تولید می‌شود. در این مورد اسانس ریحان و چمن معطر، دارای خاصیت ضد تولید زهرابه قارچی بودند که به اوژنول همان ترکیب فنولی اسانس نسبت داده می‌شود.

منبع:
Sivakumar. D. and Bautista-Banos. S. 2014. A review on the use of essential oil for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. Crop Protection. 64: 27-37.

تغییر و تحولات در روش‌های حفاظت محصولات انباری

سید محمد سیدعلیخانی[1]، سیاوش شریفی[2]، محدثه جعفری[3]، نگین رمضان‌زاده[4]
دانشجویان کارشناسی گیاه‌پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

روش‌های سنتی نگهداری محصولات انباری نسل به نسل بین انسان‌ها منتقل شده است. در کتب و منابع باستانی مهر و موم کردن با سحر و جادو، سوزاندن گوگرد، استفاده از پودرهای خشک و ترکیبات گیاهی سمی به‌عنوان روش‌های اولیه‌ی کنترل آفات در انبار به چشم می‌خورد. با گذشت زمان روش‌های مرسوم غیر شیمیایی با روش‌های شیمیایی جایگزین شد و در کنار آن سایر روش‌های غیر شیمیایی رشد یافته و به‌صورت تلفیقی در کنار آفت‌کش‌های شیمیایی مورداستفاده قرار می‌گیرند. در مدیریت تلفیقی نیاز به آگاهی از تراکم جمعیت و آستانه‌ی فعالیت اقتصادی آن است. اگرچه اجزای برنامه‌های مدیریت تلفیقی به‌خوبی موردتحقیق و مطالعه قرار گرفته اما تحقیقات بیشتری در مورد چگونگی ترکیب این مؤلفه‌ها برای بهبودی اثربخشی و اطمینان از کیفیت و امنیت مواد غذایی در مرحله‌ی پس از برداشت برای این جمعیت انسانی در حال افزایش موردنیاز است.

مدیریت نگهداری محصولات انباری در پنج فاز تکامل یافته است. فاز اول: روش‌های سنتی و مرسومی که از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شد همان‌گونه که کشاورزی توسط افرادی که خودشان غذای خودشان را کشت می‌کردند به کشاورزی‌ای که در آن کشاورزان غذای جمعیت بزرگ بشری را کشت و تأمین می‌کنند تبدیل شد. فاز دوم: استفاده از ترکیبات شیمیایی تحت عنوان آفت‌کش‌ها که جایگزین اغلب روش‌های مرسوم غیر شیمیایی شد. فاز سوم: در این فاز روش‌های مرسوم، بهبود و توسعه یافتند و مدیریت، تنها با چند ترکیب شیمیایی کلیدی تلفیق شد. فاز چهارم: مربوط به چهار دهه‌ی گذشته است که استفاده از پویایی جمعیت و آستانه‌های تراکمی جمعیت آفات در دستور برنامه‌های مدیریت تلفیقی قرار گرفت و فاز پنجم: آن چیزی که امروزه در حال اجرا است یعنی استفاده از فنّاوری روز به همراه مدیریت تلفیقی برای حفظ غذای جمعیت در حال رشد جهان است.

فنّاوری اولیه و انتقال آن به حال حاضر

محصولات انباری در حقیقت شامل محصولاتی می‌شود که پس از برداشت باید بتوان آن‌ها را برای ماه‌ها نگهداری کرد. منابع قدیمی نشان می‌دهد یکی از اولین فنّاوری‌های بشر برای نگهداری غلات برداشت‌شده در برابر آفات، حفظ آن‌ها در شرایط اکسیژن پایین و دی‌اکسید کربن بالا است روش‌های دیگری نیز همچون شناور کردن دانه‌ها در آب برای حذف دانه‌های آلوده، سوزاندن گوگرد با در نظر گرفتن اثر تدخینی آن، اضافه کردن پودر گچ، خاکستر و ذغال به‌عنوان مواد جاذب رطوبت، اضافه کردن روغن‌زیتون و همچنین استفاده از ترکیبات گیاهی سمی را می‌توان نام برد که امروزه نیز در نوع خود مورداستفاده قرار می‌گیرد.

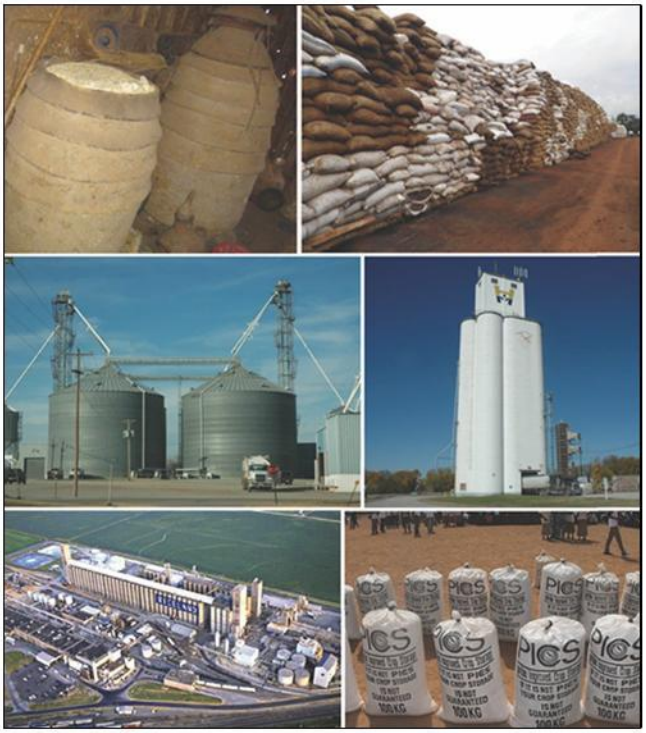
سازه‌های مخصوص انبار نمودن محصولات

بسیاری از انواع سازه‌ها در طول تاریخ برای انبارداری محصولات مورداستفاده قرار گرفته است (شکل ۱). در مناطق اروپا خشک‌کردن دانه‌های غلات برای انبارداری آن‌ها ضروری محسوب می‌شده است. Pit Storage، یکی از قدیمی‌ترین روش‌های ذخیره‌سازی است که هنوز در مناطقی از آسیای شرقی و آفریقا مورداستفاده قرار می‌گیرد در این روش چاله‌هایی ساخته می‌شود که در

1. seyyed.alikhani@ut.ac.ir
2. sia.sharifi@ut.ac.ir
3. mohadese.jafari@ut.ac.ir
4. Negin.ramezanzad@ut.ac.ir

پایین عریض و در بالا باریک هستند و در انتها روی آن با حصیر پوشانده می‌شود. خانواده‌ها و یا اهالی روستاهای کوچک غلات اندک خود را در سبد یا در گلدان‌های گلی نگهداری می‌کردند و مقادیر بیشتر را در محفظه‌های آجری بزرگ‌تری انباشت می‌نمودند.

اولین بالابر (Elevator) برای جابه‌جایی غلات در سال ۱۸۴۲ از چوب و در بوفالوی نیویورک ساخته شد. این بالابر دانه‌ها را از سطح زمین دریافت و آن‌ها را به طرف بالا برای ریختن داخل محفظه‌های مخصوص جابه‌جا می‌نمود. نوآوری‌ها و خلاقیت‌های دیگری نیز در راستای حفاظت محصولات انباری به‌خصوص غلات در شمال آمریکا با گذشت زمان توسعه یافت و به مرور به اروپا و سایر کشورهای صنعتی رسید.



شکل ۱: انواع سازه‌های مورداستفاده برای انبارداری

ترکیبات گیاهی

فراورده‌های گیاهی مانند پودرها یا روغن‌های استخراج‌شده از برگ، ریشه، گل، میوه و دانه به‌طور مرسوم برای کنترل آفات انباری استفاده می‌شود. اسیدهای چرب، فنل‌ها، آلکالوئیدها و ترپن‌ها عمده‌ترین ماده مؤثر این ترکیبات را تشکیل می‌دهند. ترکیبات مشتق شده از گیاهان می‌توانند با اثر تماسی، تدخینی، دورکننده، ضد تغذیه‌ای و نیز کاهش تولیدمثل، مورداستفاده قرار بگیرند.

استفاده از گردهای خشک‌کننده Desiccant Dusts

اگرچه به‌طورمعمول پودر غیر سمی سیلیس توانایی تخریب چربی موجود بر کوتیکول بدن حشره را دارد اما مرگ‌ومیر حاصل از استفاده از این نوع پودر در اثر خشک شدن و از دست رفتن آب بدن صورت می‌گیرد. برخی از اولین تحقیقات در ارتباط با حشره‌کش‌هایی که به‌صورت پودر هستند در آلمان انجام شده است. قبل از دهه‌ی ۱۹۵۰ پودر رس، شن و یا سیلیکا ژل به‌طور گسترده‌تر نسبت به خاک‌های دیاتومه مورداستفاده قرار می‌گرفت. استفاده از خاکستر نیز یکی دیگر از راه‌های حفاظتی محسوب می‌شود. کرونیک در سال ۱۹۹۸ تحقیقاتی در ارتباط با اثربخشی استفاده از خاک‌های دیاتومه بر روی پانزده گونه از آفات انباری انجام داد و نتیجه گرفت تحمل در گونه‌های مختلف متفاوت است و گونه‌های جنس Cryptoletes بسیار حساس و پس ازآن Sitophilus، Oryzaephilus، Rhyzopertha و Tribolium حساس می‌باشند.

خاک دیاتومه

سموم تدخینی Fumigants

فومیگانت‌ها آفت‌کش‌های گازی هستند. این سموم به سرعت پراکنده شده و اثر خود را در طی مدت‌زمان پخش، بر روی موجود هدف می‌گذارد. کربن دی سولفید اولین بار در سال ۱۸۵۴ مورداستفاده قرار گرفت اما تا سال ۱۸۷۹ برای تیمارکردن غلات کاربرد نداشت. بعدازآن

هیدروسیانیک‌اسید اولین بار در سال ۱۸۸۶، کلروپیکرین در ۱۹۰۷، اتیلن‌اکساید در ۱۹۲۷ و متیل بروماید در ۱۹۳۲ مورداستفاده قرار گرفتند. فسفین سال‌ها قبل‌تر از اینکه فومیگانت‌ها در سراسر دنیا ترکیب غالب باشد، در آلمان توسعه داشت. برای افزایش یکنواختی توزیع فومیگانت‌ها در مخازن بزرگ غلات استفاده از تکنیک گردش مجدد این گازها در فضای بسته‌ی مخازن در اوایل دهه‌ی ۱۹۰۰ در اروپا به کار برده شد. با توجه به ممنوعیت اخیر استفاده از متیل بروماید به دلیل تخریب لایه اوزون و به دلیل مقاومت حشرات به فسفین، تحقیقات بر روی استفاده از سولفوریل فلوراید به‌عنوان جایگزین متمرکز شد.

هزینه استفاده از آئروسل‌ها کمتر از استفاده از متیل بروماید و سولفوریل فلوراید است.

آئروسل‌ها

آئروسل‌ها مواد شیمیایی فعالی هستند که به صورت قطرات بسیار ریز مایع در محیط پخش می‌شوند و مانند فومیگانت‌ها قابلیت نفوذ ندارند. در ۱۹۵۷، دیکلروووس به‌صورت آئروسل اولین بار بر علیه آفات تنباکو در انبار مورداستفاده قرار گرفت. پایروتیروئیدهای مصنوعی و اورگانوفسفات‌ها نیز به‌عنوان ترکیب ضدعفونی‌کننده محموله‌های محصولات انباری که به کشورهای مختلف حمل می‌شد پرکاربرد بود. استفاده از پایروتیروئیدها به تنهایی یا در ترکیب با تنظیم‌کننده‌های رشد مانند متوپرن، هیدروپرن و پایروپیروکسی فن، بعدها ازنظر پتانسیل استفاده از آن‌ها در قالب آئروسل موردبررسی قرار گرفتند. هزینه استفاده از آئروسل‌ها کمتر از استفاده از متیل بروماید و سولفوریل فلوراید است. آئروسل‌ها به طور گسترده‌ای در ذخیره‌سازی مواد غذایی مورداستفاده قرارمی‌گیرند که البته ممکن است به دلیل محدودیت استفاده از متیل بروماید باشد. با این وجود آئروسل‌ها توانایی نفوذ مانند فومیگانت‌ها را ندارند و فعالیت سمی آن‌ها در بهترین حالت کم‌دوام است.

مقاومت در برابر حشره‌کش‌ها

در سراسر جهان بسیاری از آفات انباری در برابر حشره‌کش‌های رایج مورداستفاده مقاوم شده‌اند. بروز مقاومت در ابتدا در آفات انباری به آهستگی رخ می‌دهد. در آفریقا *Tribolium castaneum* به لیندان و مالاتیون و در برزیل به فسفین مقاوم شده است. در آسیا، *Oryzaephilus surinamensis* و *Cryptolestes ferrugineus* به فسفین مقاومت نشان داده‌اند. قبل از اینکه از هورمون‌های جوانی به‌عنوان حشره‌کش استفاده شود *T. castaneum* به آن مقاومت نشان داد. جمعیت‌های آفات پتانسیل مقاوم شدن به بسیاری از حشره‌کش‌های رایج را دارند و تنها با ترکیبات شیمیایی جدیدتر می‌توان کنترل قابل قبولی را با این دست آفات داشت. البته موارد قابل‌توجه بروز مقاومت در حشرات و خصوصاً حشرات انباری موجب دستیابی به پیشرفت‌هایی در حوزه‌ی ژنتیک و فیزیولوژی برای بشر شده است. ژنوم *T. castaneum* ابزاری را برای مطالعه‌ی محققین در خصوص پایه‌ی ژنتیکی مقاومت به فسفین و پایروتیروئید فراهم نمود.

T. castaneum

C. ferrugineus

O. surinamensis

هوادهی دانه

کاهش درجه حرارت دانه و خنک کردن با فن‌های هوادهی می‌توانند به طور قابل‌توجهی در توسعه حشرات آفت تأخیر ایجاد کند. استفاده از این روش در بهبود انبارداری ذرت تأثیر خاصی نداشته است اما مطالعات دیگری نشان دادند که این روش برای گندم روشی مؤثر محسوب می‌شود.

مطابق بیست و دو بولتن انتشاریافته بین سال‌های ۱۹۶۴ و ۱۹۹۸، از روش هوادهی برای جلوگیری از انتقال رطوبت یا به نوعی حذف آن استفاده می‌شده است. استفاده از کنترل‌کننده‌های خودکاری که فن‌ها را تنها وقتی‌که دمای بیرونی به قدر کافی برای خنک کردن دانه‌ها پایین باشد روشن می‌کنند، این روش را در مدیریت آفات انباری بهبود بخشیده است. سرد شدن دانه با هوای سرد شده برای اولین بار در اواخر دهه ۱۹۵۰ در ایالات متحده آمریکا مورد آزمایش قرار گرفت و دستگاه‌های ساخته‌شده توسط هفت تولیدکننده اصلی جهانی سردکن‌های دانه در آن حضور داشت با این حال هزینه‌های بالای سرد کردن، کاربرد آن را در شرایط خاص محدود می‌کند.

تیمار دمای بالا

حشرات قابلیت تنظیم دمای بدن خود را به طور مشخص ندارند بنابراین دماهای شدید بقای آن‌ها را کاهش می‌دهد. سرما حشرات را آهسته‌تر از گرما می‌کشد و درجه حرارت بین منفی یک و سه درجه سلسیوس در طی چند ساعت یا چند روز موجب مرگ حشرات می‌شود. برای اجرای یک گرمادرمانی مؤثر نیاز به ایجاد درجه حرارت بین چهل و سه تا چهل و شش درجه سلسیوس در سراسر محصول است. به‌طورکلی، استفاده از گرمادرمانی برای کنترل آفات انباری دارای تاریخچه مدور است. گرمادرمانی اکنون جایگزین گازدهی با متیل بروماید می‌شود که به دلیل آسیب زدن به ازن ممنوع است. در ۱۷۶۲ توسط مونسو بر روی بید غلات که برای اولین بار در فرانسه ایجاد مشکل کرده بود و در ۱۸۸۳ توسط وبستر در ایالات‌متحده و در زمانی که همان گونه ایجاد مشکل مشابه کرد گرمادرمانی یا تیمار گرمایی مورداستفاده قرار گرفت. گروسمن در ۱۹۳۱ از تیمار گرمایی در مخازن ذرت در فلوریدا استفاده کرد. در دهه ۱۹۰۰، تیمارهای گرمایی در کارخانه‌های آرد در کانزاس، مونتانا و اوهایو مورداستفاده قرار گرفت. در هند اجاق‌های آجری و همچنین تولید دود در یک انبار خالی مورداستفاده برای ذخیره‌سازی کیسه‌ها توصیه می‌شد. استفاده از امواج مایکروویو با فرکانس بالا برای گرم کردن دانه‌ها نیز موردبررسی قرار گرفته است. دانه‌ها قبل از ذخیره‌سازی طولانی مدت باید به اندازه کافی خنک شوند زیرا درجه حرارت بالا می‌تواند به دانه آسیب برساند. هانسن استفاده از حرارت خورشیدی بیش از پنجاه درجه سلسیوس برای تخریب محصولات ذخیره‌شده را موردبررسی قرار داده است.

بهداشت و ممانعت

حذف محصولات آلوده‌شده که می‌تواند پناهگاهی برای حشره باشد و نیز ممانعت از ورود حشرات به مواد غذایی ذخیره‌سازی شده از روش‌های پیشگیری اولیه در برنامه‌ی IPM محصول ذخیره‌شده هستند. طراحی ساختمان برای بهداشت مؤثر و ممانعت از ورود حشرات مهم است.

وجود آفت در محصول پس از بسته‌بندی

استفاده از دستگاه‌های پاک‌کننده‌ی مکنده در هر دو مرحله‌ی ذخیره سازی دانه و پردازش مواد غذایی نیز امری ضروری است. تجزیه‌وتحلیل هزینه و سود برای برنامه‌های بهداشتی کارخانه‌های آرد گزارش شده است که برای تصمیم‌گیری در اجرای

این روش، مؤثر واقع می‌شود. تحقیقات کمّی در مورد اثربخشی بهداشت برای ذخیره‌سازی دانه‌ها نشان داده است که رعایت بهداشت، حشرات انباری را به طور کامل از بین نمی برد اما باعث اثر بیشتر روش‌های دیگر مانند آفت‌کش‌ها و گرما درمانی می‌شود زیرا برخی از پناهگاه‌های حشرات را حذف می‌کند. ماشین‌آلات ضربه‌ای برای کشتن حشرات با انتقال سریع دانه در حین انتقال به انبار نود و هشت الی صد درصد در برابر *Sitophilus oryzea*، *Tribolium castaneum* و *Rhizopertha dominica* مؤثرند. قبل از استفاده از آسپیراتور پاک کننده برای حذف حشرات، از ماشین‌آلات ضربه‌ای در گندم خشک برای آزاد کردن حشرات از دانه استفاده می‌شود.

کنترل بیولوژیک

دشمنان طبیعی حشرات از بسیاری از حشرات آفت محصولات انباری شناخته شده‌اند. تحقیقات در حوزه کنترل بیولوژیک به بیش از صدسال پیش برمی‌گردد و هگستروم و سوبرامانیام ۴۶۸ گونه دشمنان طبیعی را گزارش کرده‌اند. برای مثال فروگات گزارش کرد که زنبور *venturia canescens* از خانواده Ichneumonidae توانایی کنترل *E. kuehniella* در آرد گندم را دارد.

زنبور Venturia در حال پارازیته کردن لارو

با مرور منابع در خصوص تاریخچه کنترل بیولوژیک در محصولات انباری، مشاهده شد برای سیزده گونه دشمن طبیعی که نوزده گونه آفات انباری را موردحمله قرار می‌دهند، در شرایط نیمه انباری اغلب نرخی بین هفتاد تا صد درصد مرگ‌ومیر را گزارش دادند. رهاسازی زنبور *Theocolax elegans* در گندم‌های انباری، جمعیت آفت *R. dominica* را تا نود و پنج درصد کاهش داده است که درنتیجه‌ی آن وجود قطعات بدن حشره در آرد همین گندم نیز به طرز محسوسی کمتر می‌شود.

زنبور پارازیتوئید *T. elegans*

چندین انستکاریوم بزرگ تجاری در شمال آمریکا دارای پرورش انبوه پارازیتوئیدها و پرداتورها برای استفاده در مقیاس‌های بزرگ رهاسازی در محصولات انباری در حال فعالیت هستند. رهاسازی تلقیحی *Teretriosoma nigrescens* (Col.) پرداتور *Prostephanus truncates* (Col.) در بنین، نمونه‌ای از موفقیت‌های بزرگ استفاده از کنترل بیولوژیک در غلات انباری است.

فرومون‌ها

در سال۱۹۸۹ در یکی از ستون‌های مجله‌ی American Miller جانسون موقعیت فراخوانی شب‌پره‌ی بید آرد را به این صورت که شکم خود را از بین بال‌ها به سمت بالا نگه داشته است، توصیف کرد. نوریس و ریچارد در ۱۹۳۲ و دکینگ در سال ۱۹۳۶ یافتند که نرهای این حشرات به فرومون آزادشده به وسیله‌ی ماده‌های فراخوان جلب می‌شوند. تغییرات در رفتار پروازی نرها به ماده‌های فراخوان در ماده‌های Pyralid نیز مشاهده شده است. فرومون جنسی سوسکِ سیاهِ فرش بانام علمی *Attagenus unicolor* در سال ۱۹۶۶ شناسایی شد و جزء اولین فرومون‌هایی از حشرات بود که شناسایی و سنتز شد. بعدها فرومون‌های دیگری نیز از چندین گونه‌ی شب‌پره‌های Pyralid انباری شناسایی شده است.

تله‌های فرومونی و جلب‌کننده‌ها برای حشرات محصولات انباری به صورت تجاری از اواسط دهه‌ی ۱۹۸۰ در دسترس قرار گرفتند و درحال حاضر نیز تله‌های فرومونی برای شناسایی و پایش جمعیت گونه‌های آفات مهم به عنوان بخشی از برنامه‌های معمول کنترل آفات و مدیریت تلفیقی آفات در سراسر جهان کاربرد دارند. کاربرد فرومون‌ها در مدیریت تلفیقی محصولات انباری رشد سریع پیدا کرد. فرومون‌ها به صورت تجاری برای کنترل شب‌پره‌های آفت با هدف

اختلال در جفت‌گیری، شکار انبوه و تنوعی از تکنیک‌های جلب-کشتن در دسترس قرار گرفتند. در ایالات متحده آمریکا برای کنترل شب‌پره‌ی آرد تکنیک اختلال در جفت‌گیری جایگزین آئروسل‌ها و دیگر سموم آفت‌کش شد تا بازده بهتری در نگهداری محصولات انباری ایجاد شود.

کنترل و تغییر اتمسفر

حدود صد سال پیش در استرالیا استفاده از CO_2 برای کنترل حشرات در ذرت‌های انباری توصیه شده است. در اتمسفرهای کنترل‌شده، گازها در غلظت‌های کشنده حضور دارند. برای مثال، تغییر اتمسفر به سمت زیادشدن CO_2 یا کم شدن O_2 در دوره‌های کوتاه توسط متصدی‌های تجاری برای استفاده در ساختمان‌های بزرگ و مخازن عایق‌بندی شده غلات امکان‌پذیر است.

مواد شیمیایی کم‌خطر

امروزه آنالوگ‌های هورمون جوانی کم‌خطر، خاک دیاتومه و اسپینوسین‌ها به عنوان ترکیبات شیمیایی کم‌خطر مورداستفاده قرار می‌گیرند. در حال حاضر حشره‌کش‌های متوپرن، هیدروپرن، پایری پروکسیفن، کلروفناپیر و خاک‌های دیاتومه در بازار تجاری ثبت شده و همچنین اسپینوزاد برای استفاده در غلات، فرموله شده است.

تحقیقاتی روی اثربخشی یکی دیگر از تنظیم‌کننده‌های رشد (نوالورون)، یک اسپینوزین جدید (اسپینتورام) و نئونیکوتینوئیدها (ایمیداکلوپرید و تیامتوکسام) به عنوان حشره‌کش‌های ابقائی (حشره‌کش‌هایی که در محیط انبار- نه مستقیماً روی محصول- برای تأثیرگذاری روی حشره از دوام نسبتاً مطلوبی برخوردار هستند) برای استفاده در محصولات انباری، منتشر شده است؛ بنابراین چندین ماده شیمیایی مؤثر و کم‌خطر برای کاربرد در محصولات انباری در دسترس هستند و مصرف آن‌ها در آینده نزدیک می‌تواند گسترش یابد.

روند تحقیقات و انتشار آن‌ها

انتشار تحقیقات در مورد آفات محصولات انباری توسط نهصد و سی و چهار نویسنده در طی صدسال گذشته نشان می‌دهد که تحقیقات در این بازه‌ی زمانی ذکرشده از نظر مرزبندی جغرافیایی، با همکاری چهارده کشور از سال ۱۹۱۱ تا سال ۱۹۴۵، سی و سه کشور از سال ۱۹۴۶ تا ۱۹۸۰ و شصت و پنج کشور از سال ۱۹۸۱ تا سال ۲۰۱۵ صورت گرفته است. اجلاس‌هایی در کشور آلمان و نیز ایتالیا به طور تخصصی برگزار می‌شود. انجمن حشره‌شناسی آمریکا از سال ۱۹۷۵ تاکنون هم‌نشست‌هایی را به‌صورت سالانه در این زمینه برگزار می‌کند البته اجلاس بین‌المللی حشره‌شناسی نیز هم‌نشستی به این حوزه‌ی مهم اختصاص می‌دهد. ستون‌های ژورنال‌ها نیز خالی از مطالب تحقیق‌شده روی آفات محصولات‌انباری‌نیست. AmericanMiller از قدیمی‌ترین (۱۹۰۷-۱۸۹۵)

ترکیب روش ممکن است زمانی که روش‌های خاص در زمان‌های مختلف، در تراکم‌های مختلف آفت، برای گونه‌های مختلف حشره یا برای کُند کردن رشد مقاومت آفت مؤثرتر باشد، مورداستفاده قرار بگیرد.

و ژورنال‌های دیگری نیز همچون (GEAPS) Grain Journal (۲۰۰۹-۱۹۹۳) و Miller Journal (۲۰۰۲ تاکنون) را می‌توان نام برد. برای مشاهده‌ی لیست ستون‌های این مجله‌ها می‌توانید از سایت: www.storedproductinsects.com دیدن نمایید.

چشم‌اندازی بر مدیریت آفات محصولات انباری

اگرچه استفاده از چندین روش مبارزه (حداقل دو روش) در قالب IPM هزینه‌بر است اما اثربخش‌تر از حالتی است که یک روش به تنهایی مورداستفاده قرار بگیرد. مطالعات عمدتاً بر روی اثر هم‌افزایی (سینرژیستی) ترکیب روش‌ها متمرکز شده است، به‌طوری که اگر یک روش، محافظت طولانی‌مدت را فراهم نسازد، ممکن است روش دیگر درکنار آن، مانع شیوع دوباره‌ی آفت شود و اثر مبارزه بیشتر شود. ترکیب روش ممکن است زمانی که روش‌های خاص در زمان‌های مختلف، در تراکم‌های مختلف آفت، برای گونه‌های مختلف حشره یا برای کُند کردن رشد مقاومت آفت مؤثرتر باشد، مورداستفاده قرار بگیرد. البته تحقیقات بیشتری در این خصوص که چگونه روش‌های مختلف می‌توانند در برنامه‌ی IPM محصولات انباری به طور متناوب مورداستفاده قرار بگیرند موردنیاز است.

طبق پیش‌بینی فائو، جمعیت انسانی کره‌ی زمین در سال ۲۰۵۰ به ۹/۸ بیلیون نفر می‌رسد که این تخمین هفتاد درصد بیشتر از تخمین ۵/۶ بیلیونی انجام‌شده در سال ۱۹۹۵ است. برآوردهای تولید مواد غذایی موردنیاز برای این جمعیت پیش‌بینی‌شده در مناطق مختلف متفاوت است به عنوان مثال سطح تولیدات، در کشورهای صنعتی کافی به نظر می‌رسد درحالی‌که در کشورهای درحال‌توسعه باید دو تا پنج برابر افزایش یابد.

افزایش در تولید محصول نیاز به امنیت پس از برداشت مؤثر و همیشگی دارد و همچنین زمان مناسب و بهینه‌ی اقدامات IPM باید تعیین شود همانند سایر تصمیم‌گیری‌ها در حوزه‌ی کشاورزی، تصمیم‌گیری در سیستم محصولات انباری نیز در زمانی که اجرای این کار مقرون‌به‌صرفه باشد عملی خواهد بود بنابراین تحقیقات در حوزه‌ی اقتصاد مدیریت آفات انباری همچنان باید ادامه‌دار باشد.

منبع:

Hagstrum. W. D. and Phillips. W. T. 2017. Evolution of stored – product entomology: protecting the world food supply. Annual Review of Entomology. 62: 379-397.

مصاحبه با دکتر طالبی جهرمی
عضو هیئت‌علمی گروه گیاه‌پزشکی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

امید اتقیا[1]، دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

در این نسخه تصمیم گرفتیم با یکی از اساتید پیشکسوت و به نام گروه گیاه‌پزشکی در حوزه سم‌شناسی کشاورزی، جناب آقای دکتر طالبی، گپ و گفت صمیمی‌ای داشته باشیم، به دفتر کارشان در بخش حشره‌شناسی سری زدیم. ایشان مثل همیشه با روی گشاده از ما استقبال نمودند و لحظات خوشی را برای ما به یادگار گذاشتند که برای شما نیز نقل می‌کنیم:

با سلام، لطفاً خودتان را معرفی کنید؟

بنده خلیل طالبی متولد سال ۱۳۲۷ در جهرم هستم. دوره ابتدایی را در جهرم گذراندم. دوره دانشگاه را در دانشکده علوم تهران رشته شیمی خواندم. با همان مدرک کارشناسی رشته شیمی در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به‌عنوان مربی استخدام شدم. بعد از مدتی که مربی آزمایشگاه بودم، برای ادامه تحصیل به خارج رفتم. کارشناسی ارشد را در رشته شیمی تجزیه در دانشگاه داکوتا آمریکا گذراندم. در سال ۱۳۵۷ که انقلاب شد، به وطن بازگشتم و بعد چند سال به دانشگاه ردینگ انگلستان رفتم و دکتری را در زمینه شیمی و بیولوژی کار کردم.

دوران تحصیل در دانشگاه چگونه گذشت؟

رشته شیمی یکی از رشته‌های پنج‌گانه دانشکده علوم تهران بود که دروس عمومی، پایه و... را می‌گذراندیم و پایان‌نامه نداشت. دوره کارشناسی ارشد، بر روی شیمی تجزیه، کروماتوگرافی و انواع اسپکتروسکوپی‌ها کار کردم. در دوره دکتری تجزیه آفت‌کش‌ها در خاک را کار کردم. تجاربی در زمینه مقاومت حشرات به آفت‌کش‌ها نیز کسب کردم.

مقایسه دانشگاه در دوره قبل با حال را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

به نظرم دانشجویانی که در گروه هستند به‌خوبی کار می‌کنند. البته تفاوت‌هایی بین آن‌ها ازنظر دقت کاری و نیز وقتی‌که صرف می‌کنند، وجود دارد. دانشجویان به‌اندازه پتانسیل و توانایی که دارند، کارهای آزمایشگاه و مزرعه را انجام می‌دهند. غالب دانشجویان در آزمایشگاه مواد و وسایل موردنیاز کافی در دسترس ندارند؛ بنابراین برای رسیدن به نتایج مطلوب همواره باید روش‌ها را تغییر داده و دستکاری کنند. آن‌ها در دوره فرصت مطالعاتی امکانات بیشتری در دسترس دارند و بنابراین بخشی از کار پیش‌بینی‌شده در پروپوزال را بهتر و کامل‌تر انجام می‌دهند. تجهیزات آزمایشگاهی دانشگاه تهران کم نیست اما

1. omidatghia@ut.ac.ir

جوابگوی نیاز دانشجویان نیست. فزون بر این مشکلات مالی عاملی محدودکننده برای نشان دادن و عملی کردن ظرفیت فکری و ذهنی دانشجویان است.

از دوران تحصیل خود (چه خارج چه داخل کشور) چه خاطرات به‌یادماندنی دارید؟ لطفاً از آن‌ها برای ما بگویید.

در خارج سیستم آموزشی متفاوت است و کمی طول می‌کشد تا دانشجویانی که به خارج می‌روند با آن سازگار شوند. کارایی بعضی از درس‌هایی که در خارج خوانده می‌شود زیاد است. دانشجو به‌طور ملموس حس می‌کند که در موضوع اعم از نظری یا عملی پیشرفت می‌کند. هرروز در دروس تحولی ایجاد می‌کنند تا خسته‌کننده نباشد. از نظر محتوا مشابه محتوای دروس داخل کشور است و تفاوتی ندارد اما نحوه ارائه و روش انتقال البته به کمک وسایل کمک‌آموزشی بهتر انجام می‌گیرد، به‌نحوی‌که باعث افزایش اشتیاق و کنجکاوی دانشجویان می‌شود. مثلاً نحوه برخورد اساتید خارج از کشور با دانشجویان در یک بحث تئوری یا عملی به این صورت بود که اگر در مورد موضوعی نظر متفاوتی داشتند که خیلی وقت‌ها حق با آن‌ها بود، می‌گفتند شما این‌گونه فکر می‌کنید اما بنده بدین نحو فکر می‌کنیم و شخص را متوجه اشتباه خود می‌کردند که این نوع رفتار بسیار آموزنده است.

آیا الگو اخلاقی یا علمی خاصی داشتید؟

اشخاصی را از نظر علمی می‌شناختم (داخل یا خارج کشور) و تلاش می‌کردم که روش‌های آن‌ها را دنبال کنم. برای این منظور در کلاس‌های کلیه دروس مربوط به تخصص خودم شرکت می‌نمودم.

چرا رشته گیاه‌پزشکی؟ چه شد که پردیس کشاورزی را به‌عنوان محل کار خود انتخاب کردید؟

انتخاب و قصدی نداشتم. سال آخر یکی از اساتید دانشکده علوم گفتند از دانشکده کشاورزی تماس گرفتند که مشتاق هستند فردی را جذب کنند که زمینه شیمی داشته باشد و بتواند در فعالیت‌های آزمایشگاهی کمک نماید. نامه زدند. من به دانشکده آمدم. مقداری وسایل اندازه‌گیری سموم خریده بودند. آزمایشگاه سم‌شناسی در ساختمان بیولوژی، طبقه سوم، آخرین اتاق سمت راست واقع بود. در آزمایشگاه تعدادی شیشه‌آلات، داروهای شیمیایی، یک دستگاه پمپ خلأ و یک دستگاه ساده که با آن می‌شد صفحات کروماتوگرافی درست کرد. مقداری سیلیکاژل هم موجود بود. با آن‌ها شروع به کار کردم. کروماتوگرافی روی صفحه یک روش شناخت کیفی و تا حدی نیمه کمی است که می‌تواند سموم متفاوت را باهم مقایسه کند. با این فن می‌توان آزمایش‌های اولیه را انجام داد. همچنین عملیات دروس را نیز برای دانشجویان کارشناسی انجام می‌دادم.

از نظر شما یک دانشجو گیاه‌پزشکی چه ویژگی‌هایی باید داشته باشد تا بتواند در آینده فردی با علم و موفق باشد؟

درگذشته دانشجوی گیاه‌پزشکی اطمینان داشت که حداقل بعد از دوره کارشناسی استخدام قسمت‌های مختلف وزارت کشاورزی می‌شود. مشوق بیشتر آن‌ها شغل بود. اما در حال حاضر این وجود ندارد. ضمن اینکه همه دانشجوها ازنظر علاقه‌مندی و پشتکار یکسان نیستند. البته گروه دیگری از دانشجویان بیشتر علاقه‌مند هستند و وقت بیشتری را صرف امور درسی و پژوهشی می‌کنند. این‌ها تقریباً هم توانایی و هم تمایل بیشتری به یادگیری دارند و علاقه دارند به مدارج بالاتر علمی در داخل یا خارج از کشور برسند. فارغ از اینکه به شغل آینده فکر کنند، مشتاق هم هستند. اساتید را هم بر سر شوق می‌آورند. این‌ها دانشجویان موفقی هستند.

به نظر شما چه عواملی باعث تفاوت بین دانشجویان سالیان گذشته با دانشجویان حال حاضر شده است؟

گذشته از علاقه‌مندی دانشجویان به کسب علم بیشتر و تمایل و جاذبه‌های بیشتر برای یادگیری مفاهیم کتابی یا تکنیک‌های آزمایشگاهی، درگذشته محرک‌هایی بود که حالا نیست. ازیک‌طرف دامنه و وسایل آموزش‌های الکترونیکی چندان گسترده نبود و البته سرگرمی‌ها غیر هم زیاد نبود، دانشجویانی که به دانشگاه می‌آمدند یکی از مواردی که خیلی برای آن‌ها جذاب بود، شور و شوق برای فراگیری مطالب علمی نو که شیوه ارائه و سطح آن با دبیرستان متفاوت بود و گاهی فعالیت در امور فوق‌برنامه بود و شاید برای بعضی هر از چند گاهی یک فیلم سینمایی که به تحرک و رفتن به سینما نیاز داشت. جوان‌ها کنجکاو هستند و مطالب نو اعم از تئوری و عملی برای آن‌ها جاذبه دارد. ولی الان در کنار فعالیت‌های درسی زمینه برای وقت گذرانی دانشجویان، شامل گشت زنی در دنیای بی‌پایان اینترنت، گوشی و... تقریباً برای همه به سهولت و در حال استراحت فراهم است و نیازی هم به جابجایی ندارد. مطالب علمی، سرگرم‌کننده، حتی هنری که باعث می‌شود وقت آن‌ها صرف شود. بیشترین تعداد دانشجویان در دوره کارشناسی می‌باشند که فرصت‌های شغلی معینی در انتظار آن‌ها نیست. افزون بر این دانشجویان از امکانات دانشجویان کشورهای دیگر هم کم‌وبیش باخبرند و این باعث برانگیخته‌شدن انتظار در آن‌ها می‌شود. پس علاقه‌مندی و دلگرمی بعضی دانشجویان کم می‌شود و با خود می‌گویند آینده شغلی من چه می‌شود؟ دانشجویان بلاتکلیف هستند. اگر آینده شغلی تضمین بود، علاقه‌مندی و کشش آن‌ها بیشتر می‌شد. خود بنده وقتی‌که به خارج رفتم، چون مدتی مربی بودم، می‌دانستم در ایران دانشجویان چه می‌خواهند و چه انتظاری دارند. پس تردیدی نداشته و سعی کردم کارهای خودم را به سمتی سوق بدهم و در کلاس‌هایی شرکت کنم که در این موضوعات باتجربه شوم تا بتوانم پاسخگوی آن‌ها باشم.

اگر به گذشته برگردید، بازهم انتخاب‌هایی را خواهید داشت که تاکنون داشته‌اید؟

بله. درست است که آمدن بنده به اینجا بخشی تصادفی بود اما همین راه را می‌رفتم. کارهایی که انجام می‌دهم، منظورم فعالیت‌های فکری و ذهنی که شامل درس‌ها می‌شود، برای بنده جذابیت دارد. به حدی وسیع هستند که هرچه وقت گذاشته شود بازهم جای کار دارد.

آیا به ایران بازمی‌گشتید؟

عده‌ای فکر می‌کنند که در خارج از کشور درهرحال موفق می‌شوند؛ اما این بستگی به شخص دارد. خارج از کشور برای یادگیری و انجام آزمایش‌ها مثلاً در دپارتمان‌های علمی راحت‌تر و گاهی دل‌نشین است و البته شاهد تفاوت‌هایی در فرهنگ رفتاری در دانشگاه خارج و داخل و نیز در مورد امکانات هستیم و شخص پیشرفت را حس می‌کند. در خارج زندگی نیز برای دانشجو آسان‌تر است. اگر بورس داشته باشید عرض می‌کنم؛ اما ازنظر روحی برخی آدم‌ها پایبندی دارند که به وطن خودشان برگردند. کشوری که در آن به دنیا آمدند و بزرگ شدند. شخصی مثل بنده که یک موقعیت و مسئولیت شغلی هم پیداکرده تمایل بیشتری برای بازگشت دارد و اگر خارج می‌رفتم گرچه تمایل داشتم برای مدتی آنجا بمانم و کارکنم و کسب تجربه، اما حتماً برمی‌گشتم.

میانه شما با ورزش چگونه است؟ و تفریح موردعلاقه‌تان چیست؟

ورزش را دوست دارم اما ورزش‌هایی با مهارت بالا را فقط در

مقاطع خاصی از زندگی غالباً دوران نوجوانی و جوانی می‌توان کسب کرد. در دوران دبیرستان که بودم، در شهر ما ورزش بسکتبال محبوب بود. کمی در این ورزش کارکردم اما حرفه‌ای خیر. ولی ورزشی که تابه‌حال ادامه دادم کوه‌پیمایی است. از دهه ۶۰ تابه‌حال پیاده‌روی با کمی ارتفاع (Hiking) انجام می‌دهم. این با کوهنوردی (Mountain Climbing) تفاوت دارد. هر انسانی که بخواهد سالم بماند باید نرمش روزانه انجام دهد. بنده استخر هم می‌روم. به‌طور شخصی و تجربی شنا را فراگرفتم.

فوتبالی هستید؟

به‌عنوان بازیکن خیر ولی جلب و جذب نتایج و تیم‌ها می‌شوم. شاید از جام جهانی ۶۶ که ۱۶ تیم در آن بودند و در نبود تلویزیون با مطالب روزنامه نتایج را دنبال می‌کردیم شروع شد. آن روزها پله و گارینشا در تیم برزیل، اوزه‌بیو در تیم پرتقال، یاشین دروازه‌بان شوروی، بکن بائر و زیلر در تیم آلمان و بابی و جکی چارتون در تیم انگلیس شاخص بودند. یک خاطره فوتبالی از روزهایی که در آمریکا که بودم، درسی را با عنوان Instrumental Analysis داشتیم که باید وقت زیادی را صرف آن می‌کردیم. یک روزی که مشغول مطالعه و آماده کردن این درس بودم، آمدند گفتند تیم فوتبال ایران ده‌نفره است و دروازه‌بان نداریم. آن روز ما ایرانی‌ها با تیم نروژ بازی داشتیم. لباس تیم نروژ یکسان و استاندارد اما لباس تیم ایران نامتجانس و رنگارنگ بود. ابتدا در بازی بودم چون سرعت نسبتاً بالایی در دویدن داشتم. بعد از مدتی از شروع بازی با صدای بگیرش، بگیرش هم‌تیمی‌ها سعی در متوقف کردن یک بازیکن حریف داشتم و روی یکی از بازیکنان نروژ نیز خطایی کردم که به زمین خورد. بعد قرار شد بروم دروازه. بنده هم رفتم درون دروازه ایستادم. تا آن روز فکر نمی‌کردم دروازه به این اندازه بزرگ و عریض باشد. هر طرف می‌ایستادم یک طرف دروازه باز و وسیع بود. چند تا شوت زدند که اوایل کار کنترل کردم اما در نیمه دوم تیم ایران ازلحاظ بدنی کم آورد و تیم نروژ به‌سرعت به دروازه می‌رسید و پشت سرهم حمله می‌کرد و تنها مانده بودم. تعداد زیادی گل خوردیم. طوری که هنوز از افسوس گل قبلی فارغ نشده گل بعدی وارد دروازه می‌شد. شب هم تلویزیون آن شهر نشان داد.

و تفریح موردعلاقه؟

تفریح بنده کوهنوردی است. ساعت ۵ تا ۵:۴۵ صبح تا نزدیک ظهر با همکاران می‌روم که برای بنده خوشایند است. من رانندگی و سفر را نیز خیلی دوست دارم. با توجه به سن خودم، استقامت رانندگی نسبتاً بالایی دارم. همین ماه گذشته، یک روز یکسره تا مشهد رانندگی کردم (ماشاالله).

طرفدار تیم استقلال هستید؟

خیلی طرفدار آتشین فوتبال نیستم که مثلاً از نتیجه سخت ناراحت شوم اما از باخت آبی‌ها خوشحال نمی‌شوم.

موضوع پایان‌نامه کارشناسی ارشد و رساله دکتری خود را بفرمایید و اینکه به چه زمینه تخصصی تحقیقی بیشتر علاقه‌مند هستید؟

در دوره دکتری بر روی تجزیه کاربوفوران در خاک کارکردم. این آفت‌کش از گروه کاربامات‌ها است. تأثیر عوامل مختلف در تند و کند شدن تجزیه آن در خاک را بررسی نمودم. مثلاً با کاربرد مهارکننده آنزیم در خاک. کاربوفوران در خاک دچار تجزیه سریع می‌شود. درصورتی‌که باید آفت هدف را کنترل کند، باقی آن‌هم در محیط نماند. در مورد کاربوفوران این زمان آن مقداری نبود که آفت را کنترل کند. قبل از عمل، توسط میکروب‌های خاکزی تجزیه می‌شد که البته موضوع این رساله به نفع محیط‌زیست نبود چون ماندگاری آفت‌کش را مثلاً برای مدت چند روز تا یک هفته در خاک افزایش می‌داد. در دوره ارشد بیشتر روی کروماتوگرافی گازی و اسپکتروفتومتری کار کردم.

بالاخره سم یا خوب است یا خیر؟

این سؤال مثل این است که بپرسیم آیا مصرف داروهای پزشکی خوب است؟ تقریباً به همان صورت بنابراین ما مجبور هستیم برای جلوگیری از خسارت آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز (خسارت حدود چهل درصد محصول) آفت‌کش را مصرف کنیم. ولی بهتر است با شناخت بیشتر خواص آن‌ها، با انتخاب مناسب‌تر و البته به روش علمی به نحوی مصرف کنیم که به مقدار کمتری در طبیعت ریخته شوند. تجربه نشان داده اگر دز مصرفی را پایین بیاوریم، در مواردی کم‌وبیش می‌توانیم همان نتیجه مصرف دز توصیه‌شده را بگیریم.

در کارتان به چه چیزی بیشتر از همه افتخار می‌کنید؟

چیزی که ماندگار می‌شود، نوشتن یک دل‌مشغولی است. بنده هم به مقالات و کتاب خودم مشغول هستم؛ اما نوشته‌هایی که پایه بیولوژیکی دارند دیر یا زود کهنه می‌شوند. ولی آن چیزی که مایه افتخارم است دانشجویان خوبی است که گروه تربیت‌کرده و من هم با آن‌ها درس داشتم. البته من تربیت نکردم. الان این دانشجویان، استاد و همکار ما شدند یا به خارج از کشور رفتند و یا سمتی دارند و به‌نوعی موفق هستند، این‌ها باعث افتخار بنده هستند.

انتشارات بنده کتاب سم‌شناسی آفت‌کش‌ها است که مطالب جدیدی از آن را در چاپ ششم با کمک برخی همکاران خود که تخصص‌های عمیق‌تری دارند در حال نوشتن هستیم. پنج چاپ قبلی را به‌تنهایی انجام دادم. اکنون چاپ ششم در حال بازنگری و ویرایش است. کتاب بعدی، اندازه‌گیری باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی است که به کمک دکتر ترابی نگاشته شده است.

موفقیت را چگونه توصیف می‌کنید؟

هرکسی در ذهن خود دنبال آرزو یا هدفی است. اگر بتواند به این هدف خود جامع عمل بپوشاند، موفقیت کسب کرده. مثلاً در زمینه‌های مختلف مانند موفقیت علمی یا موفقیت در یک موضوع تحقیقی خاص، کسب مدارج و مدارک علمی یا حتی در زندگی شخصی خود می‌تواند موفق شود. اگر شخص احساس کند در موقعیتی که دارد مفید است، این موفقیت است. الان دارندگان مدرک کارشناسی ارشد کم نیستند و گرفتن آن باوجود مؤسسات آموزش عالی و... برای افراد آسان شده و دست‌یافتنی است؛ اما گذراندن همین دوره برای یک دانشجوی علاقه‌مند و مصمم به ادامه تحصیل که با اندوختن علم و تجربه و کار مداوم می‌خواهد این مرحله را پشت سر بگذارد، یک موفقیت است. ولی شاید ازنظر کسی که همه‌چیز را کمی می‌بیند و بر اساس مادیات ارزش‌گذاری می‌کند، موفقیت محسوب نشود. پس موفقیت امری نسبی است.

بر روی یکی از قفسه‌های کتاب در اتاق عکس‌هایی زده‌شده بود که توجه ما را جلب کرد از ایشان خواستیم که در مورد عکس‌ها برای ما بگویند:

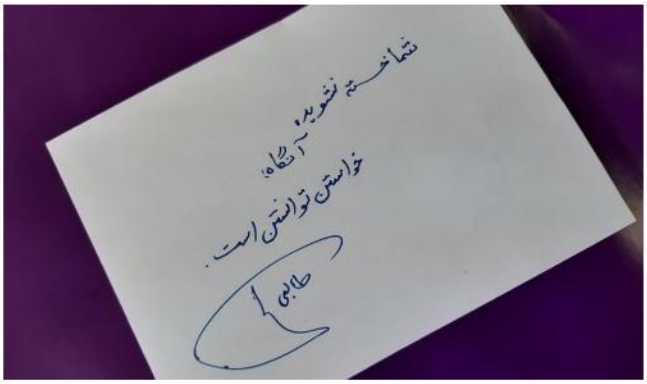
" عکس‌های یادگاری با F. Matsumura مؤلف کتاب Toxicology of Insecticides، Prof. Crosby استاد بازنشسته دانشگاه دیویس، Yamamoto که در سنتز نیکوتینوئیدها شرکت داشته، Mathews مؤلف کتاب ماشین‌های سم‌پاش، M. B. Isman که روی اسانس و عصاره در کشور کانادا کار می‌کند، G. Seiber سردبیر J. Agric. Food Chem ، R. Nauen و I. Denholm که روی مقاومت حشرات کار می‌کنند و T. Shibamoto استاد دانشگاه دیویس که تمامی عکس‌ها در سفرها و کنگره‌های مختلف گرفته شده است.

در پایان اگر سخن یا توصیه‌ای دارید بفرمایید.

توصیه من به دانشجویان این است که سعی کنند از وقت خود در دوران تحصیل بهره ببرند، بالاخره وقتی صرف می‌شود. انسان هرچه یاد بگیرد، به‌ویژه مواردی که خود علاقه‌مند به آن است و در آن استعداد دارد و یا مردم او را با آن حرفه می‌شناسند، روزی برای او مفید و لازم خواهد شد. مثل یادگیری و مهارت در کار با یک دستگاه آزمایشگاهی یا یک نرم‌افزار. امروزه برای تأمین آینده باید آموزش حرفه‌ای دید و تداوم در یادگیری و کسب مهارت را همواره مدنظر داشت.

بنده روی کسب تجربه و تخصص حرفه‌ای دانشجویان تأکید می‌کنم.

سپس از استاد تقاضا نمودیم دست خطی خطاب به خوانندگان این نشریه و همه‌ی دانشجویان بنویسند.



محصولات تراریخت از دریچه گیاه‌پزشکی ۲

امین صادقی [1]، دانشجوی کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

در نسخه اول به بحث و بررسی پیرامون تعاریف و نگاه جهانی به موضوع محصولات تراریخت پرداخته شد و هشت ادعای کلی در این زمینه نامبرده شد که عبارت‌اند از:

۱- اداره ایمنی غذایی اتحادیه اروپا سلامت محصولات تراریخت را نپذیرفته است، ۲- محصولات تراریخت سرطان‌زا هستند، ۳- تغذیه با ذرت تراریخت باعث افزایش مرگ‌ومیر در گاوها شده است، ۴- علف‌کش گلایفوسیت سرطان‌زا است، ۵- کشت محصولات تراریخت منجر به کاهش تنوع زیستی می‌شود، ۶- کشت محصولات تراریخت صرفه اقتصادی ندارد، ۷- سازمان جهانی بهداشت سلامت محصولات تراریخت را تائید نکرده است، ۸- موش‌ها با تغذیه از محصولات تراریخت دچار مرگ‌ومیر شده‌اند، ۹- باقی‌مانده Bt برای انسان مضر است.

در نسخه پیشین، ادعای اول موردبررسی قرار گرفت. در این شماره به بررسی ادعاهای دیگر از نگر علمی خواهیم پرداخت.

۱- محصولات تراریخت سرطان‌زا هستند

عمده‌ی افرادی که این ادعا را دستمایه‌ی مخالفت با این محصولات قرار می‌دهند، به مقاله‌ای علمی-پژوهشی استناد می‌کنند که توسط سرالینی و همکاران انجام گرفته است. او در سال ۲۰۱۲ میلادی مقاله‌ای تحت عنوان (سمیت درازمدت علف‌کش رانداپ و یک ذرت تراریخت مقاوم به رانداپ) در مجله Food and Chemical Toxicology به چاپ رساند و ادعا می‌کرد مصرف طولانی‌مدت یکی از این محصولات، باعث ایجاد تومور در موش‌ها می‌شود. در این تحقیق از ذرت تراریخت مقاوم به رانداپ در جیره غذایی موش‌ها به میزان صفر، یازده، بیست‌ودو و سی‌وسه درصد استفاده‌شده و همچنین نیم درصد علف‌کش رانداپ نیز به‌صورت مستقیم به آب آشامیدنی این موش‌ها افزوده‌شده است. در تحقیق از موش‌های نژاد هارلن اسپراگیو-داولی به مدت دو سال استفاده شده است و شصت موش نر و شصت موش ماده از این نژاد در گروه‌های ده‌تایی با جیره‌های مذکور مورد تغذیه قرار گرفتند به صورتی که نیمی از آن‌ها در آب آشامیدنی جیره‌ی خود نیم درصد رانداپ داشتند و درنهایت میزان مرگ‌ومیر و تومورهای موجود در بدن موش‌ها مورد شمارش قرار گرفتند. نتایج این مطالعه در جدول زیر خلاصه می‌شود.

	مرگ‌ومیر در ماده‌ها		مرگ‌ومیر در نرها	
جیره غذایی	نیم درصد رانداپ	بدون رانداپ	نیم درصد رانداپ	بدون رانداپ
صفر درصد ذرت تراریخت	۲	۲	۳	۳
۱۱ درصد ذرت تراریخت	۴	۳	۴	۵
۲۲ درصد ذرت تراریخت	۷	۷	۵	۱
۳۳ درصد ذرت تراریخت	۴	۴	۳	۱

اما چه ایراداتی بر این تحقیق و نتایج وارد است؟

نخست آن‌که نژاد موش هارلن اسپراگیو-داولی مستعد ابتلا به سرطان بوده و چه بدون استفاده از ذرت تراریخت و چه با آن، ایجاد سرطان در این نژاد صورت می‌گیرد. هدف از ایجاد این نژاد بررسی چگونگی بروز سرطان در موش و یافتن راه‌های درمان سرطان و استفاده از نتایج این تحقیقات در روند درمان بیماران سرطان‌های انسانی است. در نتایج یک مطالعه نشان داده‌شده است بیش از هفتاد درصد موش‌های نر این نژاد و هشتادوهفت درصد موش‌های ماده در طول دوره زندگی خود به‌صورت خودبه‌خودی به یکی از انواع سرطان مبتلا خواهند شد.

1. Amin.sadeghi@ut.ac.ir

آزمایش‌های این تحقیق بدون تکرار است. هر دانشجوی رشته‌های مرتبط با پژوهش در علوم تجربی و از جمله رشته‌های کشاورزی به‌خوبی می‌داند که در آزمایش‌ها برای پرهیز از اثرات ناخواسته‌ی ناشی از عدم دقت آزمایش‌کنندگان و عدم یکنواختی آزمایش‌شونده‌ها بر داده‌ها و نتایج آن آزمایش، باید از عامل تکرار در آزمایش‌ها استفاده شود. این امر بدین معنی است که در یک آزمایش، آن عامل آزمایشی باید چند مرتبه به‌صورت هم‌زمان و مستقل مورد آزمایش قرار گیرد و اثر نهایی آن عامل با در نظر گرفته شدن مجموعه‌ی نتایج حاصل از آن در تکرارهای مختلف، تعیین می‌شود و در غیاب تکرار، هر نتیجه‌ی حاصل از یک آزمایش، تصادفی و غیرقابل استناد تلقی می‌گردد. علاوه بر این بدون اعمال تکرار، آزمایش فاقد یک آزمون آماری است و هر نتیجه‌ی بدون استنتاج آماری، قابل استناد نیست.

بر اساس جدول ترسیمی، موش‌های نری که در غذای آن‌ها بیست‌ودو و سی‌وسه درصد ذرت تراریخت وجود داشته، کمتر از موش‌های شاهد (موش‌هایی که ذرت تراریخت نخورده‌اند) به سرطان مبتلا شده‌اند. اگر می‌شد به این نتایج اعتماد کرد باید به این نتیجه می‌رسیدیم که ذرت تراریخت باعث جلوگیری از بروز سرطان در موش‌های نر مستعد ابتلا به سرطان می‌شود. موش‌هایی که در غذای آن‌ها سی‌وسه درصد ذرت تراریخت وجود داشته و به آب آن‌ها علف‌کش رانداپ نیز اضافه شده، ازنظر بروز سرطان با گروه شاهد تفاوتی نداشته‌اند. وجود نیم درصد علف‌کش رانداپ در آب آشامیدنی موش‌های نر که یازده درصد غذای آن‌ها ذرت تراریخت بوده، باعث شده است که در مقایسه با شاهد (آب آشامیدنی آن‌ها فاقد علف‌کش بوده) کمتر به سرطان مبتلا شوند. وجود علف‌کش در موش‌های نر و ماده که در جیره آن‌ها ذرت تراریخت نبوده است، موجب افزایش مرگ‌ومیر در جیره‌ی بدون علف‌کش نشده است یعنی این علف‌کش به‌تنهایی باعث ایجاد سرطان بیشتر نشده است.

آشامیدنی موش‌های نر که یازده درصد غذای آن‌ها ذرت تراریخت بوده، باعث شده است که در مقایسه با شاهد (آب آشامیدنی آن‌ها فاقد علف‌کش بوده) کمتر به سرطان مبتلا شوند. وجود علف‌کش در موش‌های نر و ماده که در جیره آن‌ها ذرت تراریخت نبوده است، موجب افزایش مرگ‌ومیر در جیره‌ی بدون علف‌کش نشده است یعنی این علف‌کش به‌تنهایی باعث ایجاد سرطان بیشتر نشده است.

اشکالات عمده در این مقاله، موجب نقد و انتقادات مجامع علمی جهانی شد. دریکی از این موارد، مرجع ایمنی غذایی اتحادیه اروپا نتیجه می‌گیرد مقاله مذکور فاقد کیفیت علمی لازم برای اثبات عدم ایمنی ذرت تراریخت و علف‌کش رانداپ است. درنهایت پس از مشخص شدن این اشکالات، سردبیر مجله Food and Chemical Toxicology در سال ۲۰۱۳ و کمتر از دو سال پس از انتشار، رسماً مقاله مذکور را رد کرد و آن را از درجه اعتبار ساقط کرد. در واکنش به این اتفاقات، سرالینی در پاسخ به انتقادات اذعان کرد آمارها حاکی از حقیقت نیستند اما می‌توانند به درک نتایج کمک کنند. او درنهایت همین مقاله را در سال ۲۰۱۴ در مجله Environmental Science Europe به چاپ رساند. این مجله به‌صورت دسترسی آزاد بوده و در آن سال فاقد ضریب تأثیر بود.

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Food and Chemical Toxicology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodchemtox

Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize

Gilles-Eric Séralini [a,*], Emilie Clair [a], Robin Mesnage [a], Steeve Gress [a], Nicolas Defarge [a], Manuela Malatesta [b], Didier Hennequin [c], Joël Spiroux de Vendômois [d]

ARTICLE INFO

ABSTRACT

1. Introduction

RETRACTED

در موردی جدید، ادعای تازه‌ای در ارتباط با ارتباط تحریک سلول‌های ایمنی و سرطانی و بروز آلرژی با مصرف محصولات تراریخت دارای ژن تولیدکننده توکسین CRY2Ac است؛ اما در برشی از مقاله، خود نویسندگان مقاله اذعان به این نکته دارند که در تحقیق آن‌ها از توکسین خالص استفاده شده درحالی‌که پروتئین‌های بیان‌شده در گیاهان تراریخت به‌صورت تعدیل‌شده هستند و درنتیجه ویژگی‌های ایمنی‌شناختی متفاوتی با تحقیق انجام‌گرفته دارند.

تحقیقات درازمدت فرصت تحقیقات جامعی در این زمینه را فراهم کرده است و متاآنالیز این تحقیقات سلامت این محصولات را در مصرف انسانی و دامی تائید کرده است. همچنین سازمان جهانی بهداشت در صفحه پرسش و پاسخ خود ذیل سؤال هشتم محصولات تراریخت موجود را از این نظر تائید می‌کند.

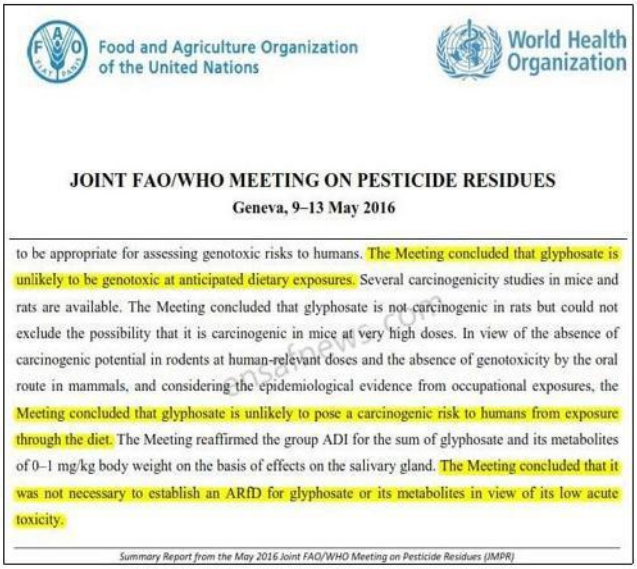
۳- تغذیه با ذرت تراریخت باعث افزایش مرگ‌ومیر در گاوها شده است.

به نقل از مقاله دیگری از سرالینی ادعاشده تغذیه برخی گاوها با ذرت تراریخت موجب افزایش مرگ‌ومیر دام شده است. مرکز بیولوژی اداره تحقیقات فدرال تغذیه و غذای آلمان، به بررسی موضوع پرداخت و اعلام کرد مرگ این دام‌ها به علت استفاده از غذای آلوده و روش غلط تغذیه گاوها بوده و مواد غذایی دارای آلودگی‌هایی مثل پلاستیک و موش مرده بوده است.

در مطالعات ون اینیام از دانشگاه دیویس در طول بیست‌وهفت سال با ارائه تحقیقی جامع نشان داده شد تغذیه با محصولات تراریخت تفاوتی با تغذیه با محصولات غیر تراریخت ندارد و تأثیر منفی بر حیوانات مشاهده نگردید.

۴- علف‌کش گلایفوسیت سرطان‌زا است

گلایفوسیت یک علف‌کش پراستفاده در کشاورزی و صنعت است و سم اختصاصی محصولات تراریخت نیست. این علف‌کش بیش از پنجاه سال است که در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آخرین گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی نشان می‌دهد سرطان‌زایی این علف‌کش در دوز مصرفی کشاورزی مردود است و این علف‌کش در دسته‌ی 2A به معنای اینکه شاید برای انسان سرطان‌زا باشد، دسته‌بندی می‌شود.


Food and Agriculture Organization of the United Nations

World Health Organization

JOINT FAO/WHO MEETING ON PESTICIDE RESIDUES

Geneva, 9–13 May 2016

to be appropriate for assessing genotoxic risks to humans. The Meeting concluded that glyphosate is unlikely to be genotoxic at anticipated dietary exposures. Several carcinogenicity studies in mice and rats are available. The Meeting concluded that glyphosate is not carcinogenic in rats but could not exclude the possibility that it is carcinogenic in mice at very high doses. In view of the absence of carcinogenic potential in rodents at human-relevant doses and the absence of genotoxicity by the oral route in mammals, and considering the epidemiological evidence from occupational exposures, the Meeting concluded that glyphosate is unlikely to pose a carcinogenic risk to humans from exposure through the diet. The Meeting reaffirmed the group ADI for the sum of glyphosate and its metabolites of 0–1 mg/kg body weight on the basis of effects on the salivary gland. The Meeting concluded that it was not necessary to establish an ARfD for glyphosate or its metabolites in view of its low acute toxicity.

Summary Report from the May 2016 Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR)

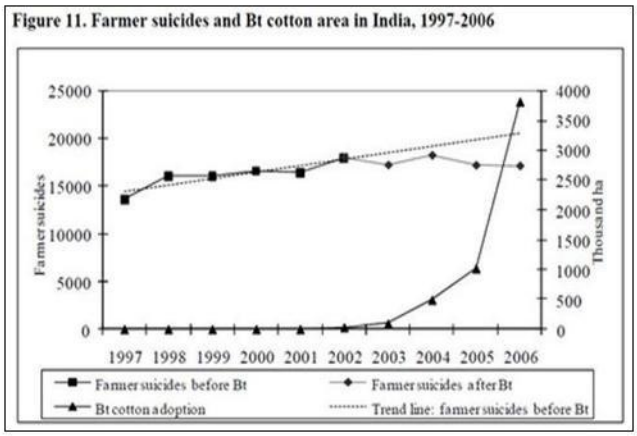
در صورت عدم استفاده از گلایفوسیت، علف‌کش‌هایی مثل فن مدیفام و اتوفومازیت با دو برابر سمیت یا هالوکسی‌فلوپ‌آرمتیل با ده برابر سمیت باید به‌جای گلایفوسیت استفاده شود. تابه‌حال تحقیقی نتوانسته است ارتباط میان ایجاد سرطان در انسان و گلایفوسیت را نشان دهد.

۵-کشت محصولات تراریخت منجر به کاهش تنوع زیستی می‌شود

تک‌کشتی در تمام محصولات کشاورزی مطرح بوده و برای جلوگیری از آن راه‌های مختلفی وجود دارد. برخی مطالعات در محصولات تراریخت نشان می‌دهد کشت این محصولات حتی منجر به افزایش تنوع زیستی شده است. برای مثال در سال ۱۹۹۵ تا سال ۲۰۰۰ که هفتاد و دو درصد اراضی پنبه به کشت پنبه تراریخت اختصاص داشت، بیست‌وهشت درصد کاهش یکنواختی پنبه گزارش شد. متاآنالیز تحقیقات انجام‌شده در این زمینه نشان می‌دهد با آغاز تولید تجاری و کشت محصولات تراریخت در دهه ۱۹۹۰، نه‌تنها کاهشی مشاهده نشده بلکه باعث افزایش تنوع زیستی شده است.

۶- کشت محصولات تراریخت صرفه اقتصادی ندارد

مطالعه پیامد اقتصادی کشت این محصولات در صد و چهل وهفت مقاله علمی نشان می‌دهد که استفاده از محصولات تراریخت در کشاورزی سود کشاورزان را به‌طور متوسط شصت‌و هشت درصد و همچنین میزان محصول را بیست و دو درصد افزایش داده است. با شروع کشت پنبه تراریخت در هند از سال ۲۰۰۲ این کشور از یک واردکننده به صادرکننده در جهان تبدیل شد و آمار خودکشی سالانه کشاورزان هندی با آغاز کشت پنبه تراریخت رو به کاهش گذاشت.

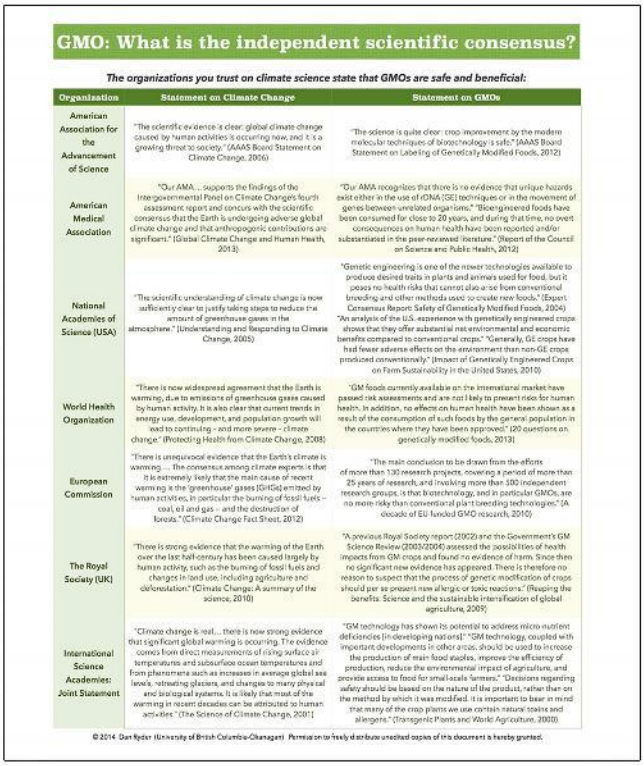


۷- سازمان جهانی بهداشت سلامت محصولات تراریخت را تائید نکرده‌است

صفحه پرسش و پاسخ سازمان جهانی بهداشت ذیل پرسش هشتم در ارتباط با ایمنی و سلامت محصولات تراریخت این عنوان را ذکر کرده است:

GM Foods Currently Available on the International Market have Passed Safety Assessments and are not Likely to Present Risks for Human Health.

ترجمه صحیح جمله سازمان بهداشت جهانی این است: {محصولات اصلاح‌شده ژنتیکی موجود در بازار مراحل ارزیابی و سلامت را گذرانده‌اند و احتمال خطر برای سلامت انسان ندارند}.


GMO: What is the independent scientific consensus?

The organizations you trust on climate science state that GMOs are safe and beneficial:

Organization	Statement on Climate Change	Statement on GMOs
American Association for the Advancement of Science	"The scientific evidence is clear: global climate change caused by human activities is occurring now, and it is a growing threat to society." (AAAS Board Statement on Climate Change, 2006)	"The science is quite clear: crop-improvement by the modern molecular techniques of biotechnology is safe." (AAAS Board Statement on Labeling of Genetically Modified Foods, 2012)
American Medical Association	"Our AMA ... supports the findings of the Intergovernmental Panel on Climate Change's fourth assessment report and concurs with the scientific consensus that the Earth is undergoing adverse global climate change and that anthropogenic contributions are significant." (Global Climate Change and Human Health, 2013)	"Our AMA recognizes that there is no evidence that unique hazards exist either in the use of rDNA [GE] techniques or in the movement of genes between unrelated organisms." "Bioengineered foods have been consumed for close to 20 years, and during that time, no overt consequences on human health have been reported and/or substantiated in the peer-reviewed literature." (Report of the Council on Science and Public Health, 2012)
National Academies of Science (USA)	"The scientific understanding of climate change is now sufficiently clear to justify taking steps to reduce the amount of greenhouse gases in the atmosphere." (Understanding and Responding to Climate Change, 2005)	"Genetic engineering is one of the newer technologies available to produce desired traits in plants and animals used for food, but it poses no health risks that cannot also arise from conventional breeding and other methods used to create new foods." (Expert Consensus Report: Safety of Genetically Modified Foods, 2004) "An analysis of the U.S. experience with genetically engineered crops shows that they offer substantial net environmental and economic benefits compared to conventional crops." "Generally, GE crops have had fewer adverse effects on the environment than non-GE crops produced conventionally." (Impact of Genetically Engineered Crops on Farm Sustainability in the United States, 2010)
World Health Organization	"There is now widespread agreement that the Earth is warming, due to emissions of greenhouse gases caused by human activity. It is also clear that current trends in energy use, development, and population growth will lead to continuing – and more severe – climate change." (Protecting Health from Climate Change, 2008)	"GM foods currently available on the international market have passed risk assessments and are not likely to present risks for human health. In addition, no effects on human health have been shown as a result of the consumption of such foods by the general population in the countries where they have been approved." (20 questions on genetically modified foods, 2013)
European Commission	"There is unequivocal evidence that the Earth's climate is warming. ... The consensus among climate experts is that it is extremely likely that the main cause of recent warming is the 'greenhouse' gases [GHGs] emitted by human activities, in particular the burning of fossil fuels – coal, oil and gas – and the destruction of forests." (Climate Change Fact Sheet, 2012)	"The main conclusion to be drawn from the efforts of more than 130 research projects, covering a period of more than 25 years of research, and involving more than 500 independent research groups, is that biotechnology, and in particular GMOs, are no more risky than conventional plant breeding technologies." (A decade of EU-funded GMO research, 2010)
The Royal Society (UK)	"There is strong evidence that the warming of the Earth over the last half-century has been caused largely by human activity, such as the burning of fossil fuels and changes in land use, including agriculture and deforestation." (Climate Change: A summary of the science, 2010)	"A previous Royal Society report (2002) and the Government's GM Science Review (2003/2004) assessed the possibilities of health impacts from GM crops and found no evidence of harm. Since then no significant new evidence has appeared. There is therefore no reason to suspect that the process of genetic modification of crops should per se present new allergic or toxic reactions." (Reaping the benefits: Science and the sustainable intensification of global agriculture, 2009)
International Science Academies: Joint Statement	"Climate change is real ... there is now strong evidence that significant global warming is occurring. The evidence comes from direct measurements of rising surface air temperatures and subsurface ocean temperatures and from phenomena such as increases in average global sea levels, retreating glaciers, and changes to many physical and biological systems. It is likely that most of the warming in recent decades can be attributed to human activities." (The Science of Climate Change, 2001)	"GM technology has shown its potential to address micro-nutrient deficiencies [in developing nations]." "GM technology, coupled with important developments in other areas, should be used to increase the production of main food staples, improve the efficiency of production, reduce the environmental impact of agriculture, and provide access to food for small-scale farmers." "Decisions regarding safety should be based on the nature of the product, rather than on the method by which it was modified. It is important to bear in mind that many of the crop plants we use contain natural toxins and allergens." (Transgenic Plants and World Agriculture, 2000)

© 2014 Dan Kahan (University of British Columbia-Okanagan) Permission to freely distribute unedited copies of this document is hereby granted.

۸- موش‌ها با تغذیه از محصولات تراریخت دچار مرگ‌ومیر شده‌اند.

با انتشار تصاویر عجیب از چند نوزاد موش غیرعادی به استناد صحبت‌های یک دانشمند روسی ادعا شده است نوزادان موش‌هایی که از سویای تراریخت تغذیه شوند دچار مرگ‌ومیر می‌شوند. دانشمندان زیست‌فناوری دراین‌باره پاسخ‌هایی در مجله Nature Biotechnology منتشر کرده‌اند. ازجمله این‌که این ادعا در قالب مقاله‌ای داوری شده تهیه نشده و روش نمونه‌گیری آماری رعایت نشده است. همچنین شرکتی که ادعاشده است سویای تراریخت متعلق به آن است (شرکت ADM هلند) اصلاً چنین سویایی ارائه نمی‌کند.

۹- باقی‌مانده Bt برای انسان مضر است

بی تی یک پروتئین ضد آفت محسوب می‌شود که در بدن پستانداران به دلیل عدم وجود گیرنده‌های آن عمل نمی‌کند. همچنین بی تی یک آفت‌کش طبیعی است که در کشاورزی ارگانیک به‌وفور مورداستفاده قرار می‌گیرد. مقدار بی تی تولیدی در برنج تراریخت ایرانی بسیار کمتر از بی تی مصرفی توسط کشاورزی ارگانیک است. در بسیاری از تحقیقات نشان داده است باقیمانده بی تی در بزاق اشخاص ساکن اطراف مزارع ارگانیک نیز دیده می‌شود. سازمان حفاظت از محیط‌زیست آمریکا هنوز هیچ گزارشی از خطرناک بودن این پروتئین برای انسان را گزارش نکرده است و موارد معدودی از بروز واکنش آلرژیک گزارش‌شده که آن‌هم درنهایت مربوط به وجود بیماری‌های قبلی در فرد مورادعا و داشتن سابقه آلرژی بود.

در این دو شماره به بررسی ادعاها در مقابل محصولات تراریخت از طریق علمی پرداخته شد. با این وجود انتظار می‌رود مسئولین علاوه بر ترویج موارد درست و تصدیق‌شده از نگر علمی، انتخاب نهایی را به مصرف کنندگان واگذار کرده و اقدام لازم برای نصب برچسب مخصوص این نوع محصولات را برای جلوگیری از برهم خوردن آرامش مصرف کننده، جدی بگیرند.

منابع:

1. https://www.anses.fr/sites/default/files/files/BIOT2012sa0227EN.pdf
2. https://www.bfr.bund.de/de/presseinformafuer_eine_neubewertung_von_glyphosat_und_gentechnisch_veraendertem_mais_nk_603-131728.html
3. https://www.enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-016-0070-0
4. https://www.esfa.europa.eu/en/press/news/121128
5. https://www.nature.com/nbt/journal/v25/n9/full/nbt0907-981.html
6. https://www.nature.com/news/italian-papers-on-genetically-modified-crops-under-investigation-1.19183
7. https://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en
8. https://www.who.int/foodsafety/jmprsummary2016.pdf
9. Ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4218791
10. Ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26767435

آیا گرم‌تر شدن هوا باعث افزایش خسارت آفات کشاورزی می‌شود؟

ساجده سرلک[1]، دانشجوی دکتری حشره‌شناسی کشاورزی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

در شماره‌ی پیشین نشریه‌ی گیاه‌پزشک، در مطلبی تحت عنوان "آیا آرماگدون اکولوژیکی در راه است؟" به بررسی دیدگاه بیان‌شده در خصوص رابطه‌ی بین گرمایش جهانی آب‌وهوا و تنوع زیستی حشرات با نگاه به مقاله‌ی تحلیلی Laether چاپ‌شده در ژورنال Annals of Applied Biology پرداخته شد. در این نسخه قصد داریم با استفاده از نتایج کار تحقیقاتی Deutsch و همکارانش، تأثیر گرم شدن جهانی هوا بر میزان خسارت آفات را بیان کنیم.

تا سال ۲۰۵۰، دمای فصل رشد به‌احتمال‌زیاد از آنچه در طول قرن گذشته ثبت شده است، تجاوز خواهد کرد و این افزایش دما ممکن است به‌طور قابل‌توجهی عملکرد محصول را کاهش دهد. بااین‌حال مدل‌هایی که اثرات گرم شدن آب‌وهوا بر عملکرد محصول را ارزیابی می‌کنند علی‌رغم خسارات لحاظ شده که به‌طور مستقیم به‌واسطه‌ی آلودگی آفات و به‌طور غیرمستقیم به‌واسطه‌ی آفت‌کش‌های مصرفی برای کاهش خسارت آفات اعمال می‌شود، اما به‌ندرت این اثرات را بر حشرات آفت در نظر می‌گیرند. به نظر می‌رسد در آینده، گونه‌های آفت در پاسخ به گرمایش جهانی متمایز خواهند شد و اثرات نسبی آفات در محدوده‌ی جغرافیایی مشخص و روی محصول مشخص تغییر خواهد کرد. آب‌وهوای گرم حداقل دو خصوصیت کشاورزی مرتبط با حشرات آفت را تغییر خواهد داد. در ابتدا نرخ متابولیسم فردی حشرات (M) با درجه حرارت افزایش می‌یابد و نتیجتاً میزان مصرف مواد غذایی توسط حشرات نیز باید افزایش یابد. دوم اینکه، تعداد حشرات (n) تغییر خواهد کرد، زیرا نرخ رشد جمعیت حشرات نیز با دما تغییر می‌کند. انتظار می‌رود که این نرخ رشد در اثر گرم شدن در نواحی گرمسیری کاهش یابد، درحالی‌که در جای دیگر افزایش می‌یابد. مصرف انرژی کل جمعیت آفت (متابولیسم جمعیت) متناسب با محصول این دو فاکتور است و به‌طور مستقیم به افت عملکرد محصول (L) ناشی از گیاه‌خواری حشره مربوط است؛ بنابراین تغییرات جزئی در کاهش محصول ناشی از آفت (DL/L) می‌تواند به بخش غیر متابولیک (DM/M) و بخش دموگرافیک (Dn/n) تقسیم شود.

$$\frac{\Delta L}{L}=\frac{\Delta M}{M}+\frac{\Delta n}{n}$$

مجموع این تغییرات جزئی تغییرات کلی تقریبی در کاهش محصول را تغییر می‌دهد.

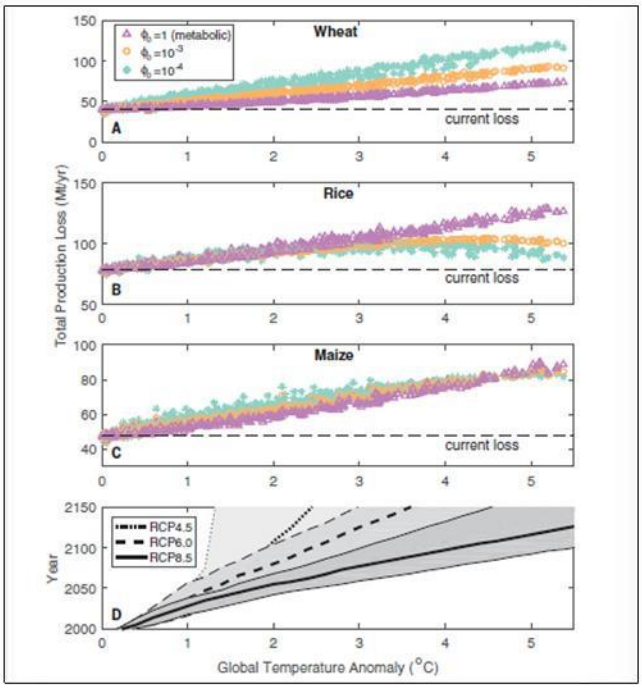
در این مطالعه برای ارزیابی چگونگی تأثیر گرم شدن هوا بر متابولیسم حشرات آفت، پاسخ‌های ثابت فیزیولوژیکی حشرات به دما با یک مدل دموگرافیک واضح فضایی ادغام‌شده است. نرخ متابولیسم و نرخ رشد جمعیت از آزمایش‌های آزمایشگاهی از میان طیف وسیعی از دماها و برای گونه‌های متنوعی از حشرات شامل گونه‌های آفت مشتق شدند. روابط بین دما و نرخ رشد جمعیت حشره، موجب افزایش لجستیک جمعیت حشرات در طول هر فصل رشد محصول می‌شود و همچنین میزان بقای حشرات در بقیه سال که به‌عنوان مرحله زمستان گذرانی شناخته می‌شود، اندازه‌گیری شده است. پارامترهای کلیدی مدل دموگرافیک - اندازه جمعیت و ظرفیت تحمل- با استفاده از عملکرد محصول معاصر (دوره‌ی حاضر) نیز واسنجی و کاهش ناشی از حشره، برای سه محصول اصلی (برنج، ذرت و گندم) در نقاط مختلف جهان اندازه‌گیری شد.

همچنین برای پیش‌بینی تغییرات آینده در نرخ رشد جمعیت و نرخ متابولیسم نیز از شبیه‌سازی مدل‌های آب و هوایی پیش‌بینی‌شده در ماه‌های گرم با یک سناریوی انتشار «Business-Asusual» به دماهای متغیر روزانه و فصلی از قرن بیستم (۱۹۵۰-۲۰۰۰) استفاده شده است. نتایج برای چندین مدل آب و هوایی که طیفی از حساسیت‌های آب و هوایی را پوشش می‌دهد و برای یک طیف از تردیدها (عدم اطمینان‌ها) در صفات بیولوژیکی و مفروضات ارائه‌شده‌اند. کاهش عملکرد به‌عنوان

1. Sajedeh.sarlak@ut.ac.ir

یک تابع از تغییر میانگین در سطح دمای جهانی گزارش در نظر گرفته شده است تا نتایج را در میان سناریوهای انتشار، دوره‌های زمانی و حساسیت‌های آب و هوایی قابل قیاس کند.

کاهش تولید محصول در اثر خسارت آفات در سراسر جهان با افزایش دما در تمام مدل‌های آب و هوایی و در همه پارامترهای بیولوژیک، افزایش می‌یابد (شکل ۱).

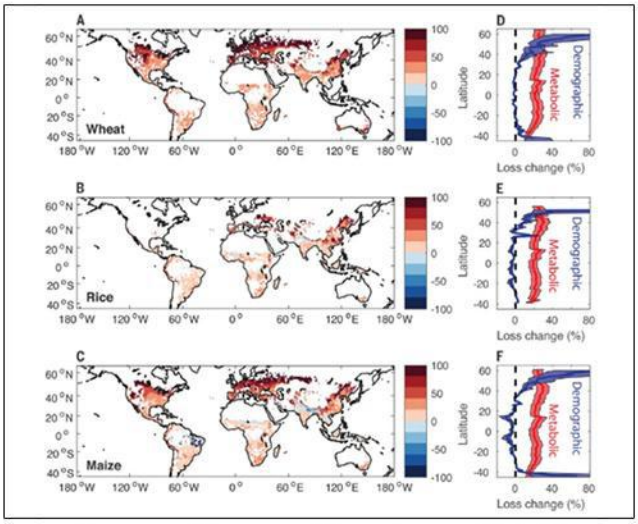


شکل ۱- کاهش جهانی تولید محصولات گیاهی با افزایش دما تحت فعالیت حشرات آفت

هنگامی‌که میانگین جهانی سطح دما به میزان دو برابر افزایش می‌یابد، به‌طور متوسط افزایش خسارات ناشی از فشار آفت به ترتیب ۱۹/۴۶ و ۳۱٪ برای گندم، برنج و ذرت اتفاق می‌افتد که موجب تلفات تخمین زده شده‌ی کل ۹۲/۵۹ و ۶۲ مگاتن متریک در سال می‌شود. این زیان‌های تخمین زده شده در تمام مدل‌های آب و هوایی شباهت دارند و بنابراین برای حل تردیدهای هر دو الگوی گرمایش منطقه‌ای و جهانی قدرتمند است. هرچند زمانی که این سطح از آسیب به دست می‌آید، به سناریوی انتشار و حساسیت هر مدل به افزایش CO_2 محیط بستگی دارد. تفاوت‌ها در تلفات/ کاهش جهانی غلات بین محصولات و در میان پارامترهای مدل (شکل ۱) نشان‌دهنده الگوهای فضایی متمایزی از اثرات دموگرافیک و متابولیک گرم شدن بر حشرات آفت در آب‌وهواهایی است که این محصولات کشت می‌شوند. در مناطق معتدل، گرم شدن، هم اندازه جمعیت حشرات و هم میزان متابولیسم سرانه‌ی آن‌ها را افزایش می‌دهد (شکل ۲، سمت راست). درنتیجه، افزایش خسارت ناشی از آفات همواره نسبت به مناطق گرمسیری بیشتر است، جایی که افزایش نرخ متابولیسم با کاهش نرخ رشد جمعیت جبران می‌شود و منجر به افزایش کلی کاهش خسارت می‌شود. این الگوی جغرافیایی گسترده در تمام محصولات کشاورزی، مدل‌های آب و هوایی و پارامترهای تاریخچه زندگی در نظر گرفته شده است (شکل ۲).

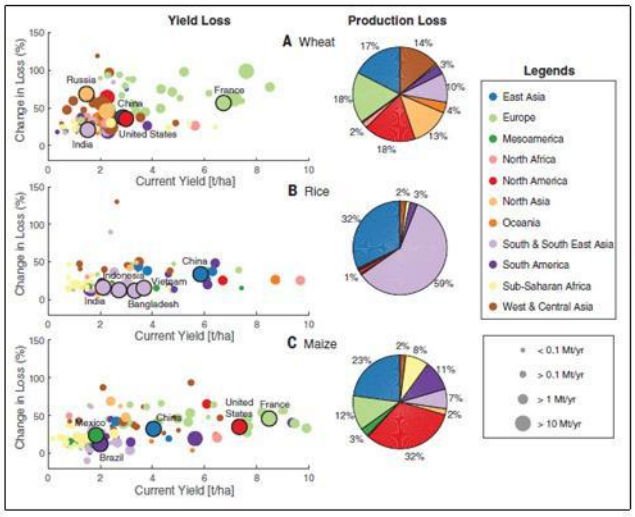
مناطق معتدل دمای بهینه رشد را دارا نیستند بنابراین اگر در این مناطق دما افزایش یابد، جمعیت‌ها سریع‌تر رشد خواهند کرد؛ اما در مناطق استوایی حشرات به دمای بهینه رشد خود نزدیک‌اند و افزایش دما درواقع رشد جمعیت‌ها را کند می‌کند.

پیش‌بینی‌شده است سهم میزان متابولیسم سرانه به کل تلفات محصول ناشی از آفات، به‌طور مداوم در میان مناطق و طول زمان افزایش می‌یابد. برای هر یک از سه محصول موردبررسی در اینجا افزایش دما تنها مقداری در میان نواحی رشد و فصل‌ها تغییر می‌کند و باعث افزایش تقریباً یکنواخت در میزان متابولیسم حشرات آفت می‌شود (شکل ۱). به‌عنوان یک نتیجه، جزء متابولیک متابولیسم جمعیت حشره‌ی آفت، می‌تواند در مقیاس‌های منطقه‌ای و جهانی به طور نسبتاً قابل‌توجهی برآورد شود.



شکل ۲- الگوی تغییرات جغرافیایی تغییر در کاهش محصولات گیاهی در اثر حشرات آفات در دو درجه سلسیوس گرم‌تر شدن هوا.

در مقابل، مؤلفه‌های دموگرافیک کاهش محصول ناشی از حشرات آفت در آینده ازنظر فضایی متغیر است و می‌تواند تأثیر نرخ رشد افزایش‌یافته را تشدید یا بهبود بخشد. در مناطق گرمسیری پایین‌دست پیش‌بینی می‌شود جمعیت‌های آفات در طول فصل‌های غیر رویشی که می‌توانند بسیار متغیر باشد کاهش یابد زیرا درجه حرارت فعلی در آنجا در حال حاضر نزدیک به بهینه است. از سوی دیگر به‌طورکلی پیش‌بینی می‌شود که جمعیت آفات غیرگرمسیری (خارج از نواحی گرمسیری) با کمترین سهم از افزایش زمستان‌گذرانی با گرم شدن زمستان‌ها همچنان که دما به مقدار بهینه نزدیک‌تر می‌شود رشد کنند؛ زیرا جمعیت‌های مناطق معتدل اغلب در اواخر فصل رشد به ظرفیت تحمل می‌رسند. درمجموع آن‌ها بیشترین پتانسیل را برای افزایش در اندازه جمعیت با افزایش دما دارند.



شکل ۳ پیش‌بینی منطقه‌ای افزایش در کاهش محصولات در اثر آفات در دو درجه سلسیوس گرم‌تر شدن هوا

ازآنجایی‌که سه محصول اصلی ما در اقلیم‌های مختلف رشد می‌کنند که گرمایش می‌تواند تغییرات مخالفی در نرخ رشد جمعیت حشره ایجاد کند، زمستان‌گذرانی (بقای از دیاپوز) به طور متفاوتی بر تلفات این سه محصول تأثیر می‌گذارد. برای گندم که به‌طورمعمول در آب‌وهوای نسبتاً سرد رشد می‌کند گرم شدن رشد جمعیت آفت را افزایش می‌دهد و میزان بقای زمستانه را افزایش می‌دهد که منجر به افزایش زیاد جمعیت در فصل رشد می‌شود (شکل 1A). در برنج که نسبتاً در محیط‌های گرم و گرمسیری رشد می‌کند پویایی جمعیت مشابه، تأثیر مختلفی دارد؛ گرما در آنجا باید نرخ رشد جمعیت حشره را کاهش دهد و بنابراین تا حدی افزایش تلفات محصول را به دلیل افزایش متابولیسم حشره خنثی کند. برای ذرت، اثر دموگرافیک تنها یک اثر خالص کوچکی بر تلفات تولید جهانی دارد، زیرا این محصول در برخی نواحی رشد می‌کند که میزان جمعیت افزایش خواهد یافت و در سایر نواحی در تقریباً میزان برابری میزان جمعیت کاهش خواهد یافت (شکل 1C).

الگوهای فضایی تغییرات در متابولیسم جمعیت حشرات و همچنین اثرات متمایزی در میان مرزهای جغرافیایی-سیاسی را پیش‌بینی می‌کنند (شکل ۳). مهم‌ترین کاهش عملکرد اساسی در بسیاری از مناطق تولیدکننده‌ی کشاورزی رخ خواهند داد بنابراین سبب کاهش دسترسی جهانی به محصولات دانه‌ای (غلات) می‌شود (شکل ۳). فرانسه، ایالات‌متحده و چین کشورهایی که بیشترین ذرت دنیا را تولید می‌کنند نیز در میان کشورهایی هستند که پیش‌بینی می‌شود بیشترین افزایش را در تلفات محصول ناشی از آفات داشته باشند (شکل‌های 1C و 3C). این کشورها در حال حاضر بالاترین عملکرد در هکتار را دارند. علاوه بر این، فرانسه و چین مسئول بخش قابل‌توجهی از تولید گندم و برنج جهانی هستند و پیش‌بینی می‌شود که خسارت زیادی از این کاهش عملکرد به دلیل اثرات آب‌وهوا بر آفات متحمل شوند (شکل‌های 1C و 3C).

آنالیزهای صورت گرفته در خصوص اثرات در حال تغییر حشرات آفت بر عملکرد محصول با افزایش جهانی دما بر روی قوی‌ترین پاسخ‌های حشرات آفت به دما تمرکز دارد. محدوده‌ی کامل اثرات اکولوژیکی و فیزیولوژیکی برای برهمکنش‌های بخصوص محصول-آفت پیچیده و حساس است و داده‌های بیشتری موردنیاز است. این برهمکنش‌ها همراه با پاسخ‌های مستقیم گیاه به گرم‌شدن و افزایش سطوح CO_2 اتفاق خواهد افتاد که برای سه محصول عمده موردنظر ما عمدتاً منفی است. با این‌حال سناریوهایی با پارامترهای بیولوژیک جایگزین همچون تنظیم دمایی حشرات یا افزایش مرگ در دیاپوز با گرم شدن نشان می‌دهد که الگوهای غالب توصیف‌شده در اینجا قوی هستند و پیش‌بینی‌های مختص گونه برای آفاتی که این سه

محصـول را متأثـر می‌کننـد به‌طورکلـی بـا پیش‌بینی‌هـای مدنظـر محقق هم‌سو هستند.

شـیوه‌های کشـاورزی همچنـان کـه آب‌وهـوا گـرم می‌شـود تغییـر خواهنـد کـرد. تغییـر در تاریـخ کشـت، رقـم مورداسـتفاده و مناطـق کشـت در حـال حاضـر در حـال انجـام هسـتند و بـا افزایـش نـرخ گرمایش بیشتر موردتوجه قرار خواهند گرفت.

از ایـن نتایـج چنیـن برمی‌آیـد کـه کشـاورزان بـه ایجـاد تغییـرات بیشـتری نیـاز خواهنـد داشـت، ازجملـه معرفـی چرخـش جدیـد محصـولات بـرای حفـظ عملکـرد در مواجهـه بـا افزایـش فشـار حشـرات آفـت. در محیط‌هـای کشـاورزی متمرکـز، اقدامـات انطباقـی ممکـن اسـت شـامل اسـتفاده بیشـتر از آفت‌کش‌هـا، هزینه‌هـای مرتبـط بـا سـلامتی، آسـیب‌های زیسـت‌محیطی و افزایـش خطـر مقاومـت بـه آفت‌کش‌هـا شـود. بـدون توجـه بیشـتر بـه چگونگـی تأثیـر گـرم شـدن آب‌وهـوا بـر تولیـد محصـول و اسـتراتژی‌های مدیریـت پایـدار آفـات، کاهـش محصـول ناشـی از حشـرات منجـر به کاهـش ذخایـر جهانـی غـلات و افزایـش قیمـت مـواد غذایی اساسـی خواهـد شـد؛ و مردمـی کـه بیشـتر در معـرض کمبـود غـذا و گرسنگی هستند بیشتر از همه رنج خواهند برد.

محقـق در پایـان ابـراز امیدواری می‌کنـد که نتایج کار تیمـی آن‌ها، اهمیـت جمـع‌آوری اطلاعـات بیشـتر راجـع بـه چگونگـی تأثیـر حشـرات آفـات برافزایـش خسـارت محصـولات کشـاورزی در آینـده‌ی گرم‌تـر را نشـان دهـد. چراکـه انتخـاب بشـر ایـن نیسـت کـه اجـازه دهـد گرم‌تـر شـدن جهانـی رخ دهـد امـا مایـل هستیم "چه اندازه " گرم‌تر شدن هوا را تحمل کنیم؟

شـما را بـه دیـدن کلیـپ زیـر در خصوص مطالعـات صـورت گرفتـه در حـوزه تأثیـرات تغییـرات اقلیمـی و حشـرات دعوت می‌نماییم.

https://www.aparat.com/v/BguM8

منبع:

Deutsch, A. C., Tewksbury, J. J., Tigchelaar, M. et al. 2018. Increase in crop losses to insect pest in a warming climate. Science. 361: 916-919.

اهمیت عوامل پروبیوتیک‌های گیاهی در کشاورزی زیستی

فاطمه محرمی[1]، دانشجوی کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

افزایش رویکرد بشر به نهاده‌های غیرطبیعی و اغلب شیمیایی برای افزایش تولید محصولات کشاورزی فزونی انواع بیماری‌ها و مشکلات زیست‌محیطی را منجر شده است. با توجه به دغدغه تأمین غذای کافی برای جمعیت رو به گسترش جهان، هنوز استفاده از این مواد شیمیایی رواج دارد. در چنین شرایطی ارزش و اهمیت تولید و مصرف محصولات سالم غذایی بیش‌ازپیش مشخص می‌شود. با توجه به جهت‌گیری‌های سیستم‌های جدید کشاورزی به سمت کشاورزی زیستی و یا ارگانیک استفاده از عوامل مفید میکروبی در کشاورزی یا به‌عبارت‌دیگر پروبیوتیک‌های گیاهی به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای مقابله با بسیاری از عوامل زیستی و غیر زیستی تهدیدکننده کیفیت و کمیت تولیدات گیاهی است. کشاورزی زیستی نقش مهمی در حفاظت از اکوسیستم‌های زراعی و منابع طبیعی و همچنین سلامت و بهداشت جوامع دارد. علاوه بر روش‌های زراعی، کودهای حیوانی و کودهای سبز، مواد معدنی طبیعی و موادی با منشأ گیاهی نظیر آزادیراختین، عوامل پروبیوتیک گیاهی (به‌خصوص باکتری‌ها و برخی قارچ‌ها) به دلیل داشتن مکانیسم‌های متعدد برای افزایش رشد و حفاظت گیاهان در برابر انواع تنش‌های زیستی (شامل بیمارگرهای میکروبی و علف‌های هرز و حشرات) و تنش‌های غیر زیستی (مانند کمبود مواد غذایی، سرمازدگی، خشکسالی، آلودگی‌های هوا، تأثیر ازن، شوری خاک، دمای کم خاک، آلودگی به فلزات سنگین و دیگر آلاینده‌ها) جایگاهی مهم و کلیدی در توسعه‌ی کشاورزی زیستی دارند.

پروبیوتیک یک لغت نسبتاً جدید به معنی "برای زندگی" است و به میکروارگانیسم‌هایی اطلاق می‌شود که توانایی تأثیر مفید بر زندگی و سلامت انسان را دارند و در صنایع مختلفی ازجمله صنایع غذایی، داروسازی، کشاورزی و... مورداستفاده قرار می‌گیرند.

اصطلاح میکروارگانیسم‌های مفید یا پروبیوتیک (Probiotic) به معنای برای گیاه در میکروبیولوژی گیاهی اولین بار توسط هس (Haas)ودفاگو(Defago)درسال۲۰۰۵برای‌باکتری‌های‌مفید PGPRs از جنس Pseudomonas مطرح شد. این اصطلاح در مورد سایر میکروارگانیسم‌های مفید مانند قارچ‌ها و حتی ویروس‌هایی که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم سبب افزایش و یا تسریع رشد گیاهان می‌شوند نیز صدق می‌کند. پس‌ازآن در سال ۲۰۰۸ پیکارد و همکاران در مقاله‌ای که در دومین اجلاس بین‌المللی تحقیقات کشاورزی ارگانیک ارائه کردند، واژه میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک گیاهی را در کشاورزی پایدار به جامعه علمی معرفی کردند. اداره غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد (FAO) و سازمان بهداشت جهانی (WHO) پروبیوتیک را این‌گونه تعریف می‌کنند.

"پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که مصرف کافی آن‌ها سبب نمایان شدن اثرات سلامت بخش در بدن میزبان می‌شود."

بدیهی است که منظور از میزبان در اینجا گیاه است که درنهایت موجب سلامتی انسان می‌شود. پروبیوتیک‌های گیاهی نقش مهمی در کنترل بیماری‌های گیاهی، حذف آفات گیاهی و تبدیل بخشی از مواد معدنی به شکل قابل‌استفاده برای گیاهان را بر عهده دارند و در مقایسه با ترکیبات شیمیایی از منافع اقتصادی و زیست‌محیطی فراوانی برخوردار هستند. این محصولات بازده تولید در واحد سطح را افزایش داده و عناصر غذایی را به مواد قابل‌جذب برای گیاه تبدیل می‌کنند.

یک گروه از پروبیوتیک‌های گیاهی، PGPRs (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) ها و یا باکتری‌های افزایش‌دهنده‌ی رشد گیاه هستند که حدود دو تا پنج درصد ریزوباکترها (باکتری‌هایی که در منطقه‌ی اطراف ریشه فعالیت می‌کنند) را تشکیل می‌دهند که اثرات مفید آن‌ها بر رشد گیاهان به‌صورت افزایش جوانه‌زنی، وزن گیاه، طول ریشه،

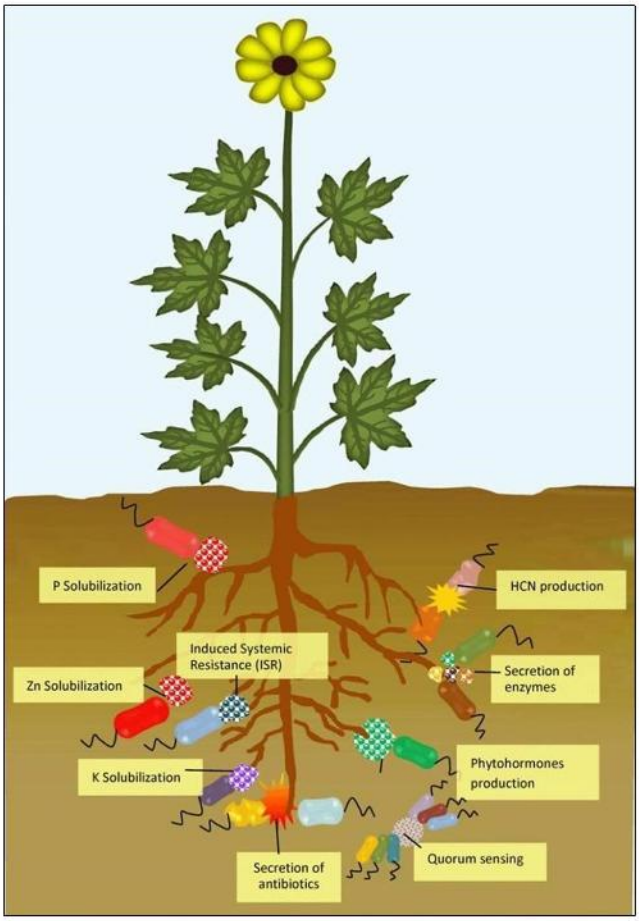
1. Moharami.fatemeh@ut.ac.ir

متابولیت‌های ثانویه و غیره بوده و میزان آن در گونه‌های گیاهی مختلف متفاوت است.

گروه بعدی PGPFs (Plant Growth Promoting Fungi) ها یا قارچ‌های افزایش‌دهنده‌ی رشد گیاه هستند. بیش از هشتاد درصد از تمام گونه‌های گیاهی دارای رابطه‌ی همزیستی با قارچ‌های مایکوریز هستند. قارچ‌های مایکوریز نقش مهمی را در تبادلات غذایی موجود در خاک بر عهده دارند و شامل ۱- اکتومایکوریزها (مایکوریزهای خارجی): همزیست با درختان جنگلی بوده و بیش از دو هزار گونه‌ی قارچ اکتومایکوریز شناخته شده است. ۲- اندومایکوریزها (مایکوریزهای داخلی): که همزیست سبزی‌ها، درختان میوه و به‌خصوص درختان توت و انگور و گیاهان زینتی هستند. از میکروارگانیسم‌های مفید در افزایش رشد گیاه و بازدارنده از آفات و بیماری‌های گیاهی که به‌خوبی مطالعه شده‌اند می‌توان به باکتری‌های موجود در جنس‌های Bacillus، Pseudomonas، Azospirillum، Sterptomyces، Rhizobium، Azotobacter و قارچ‌های موجود در جنس‌های Tricoderma، Ampelomyces و Coniothyrium اشاره کرد. یکی از معروف‌ترین آن‌ها باکتری *Bacillus thuringiensis* یا به اختصار Bt است که یک باکتری بیماری‌زای حشرات است.

عوامل پروبیوتیک گیاهی ازنظر عملکرد به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند ۱) عواملی که به‌طور مستقیم با مکانیزم‌های مختلف بر رشد گیاهان و جوانه‌زنی بذور یا بهبود تولید محصولات تأثیر می‌گذارند ۲) عواملی که از طریق کنترل بیمارگرهای گیاهی به‌طور غیرمستقیم برای رشد گیاهان مفید هستند.

نقش مستقیم عوامل پروبیوتیک به این صورت است: ۱- تثبیت ازت: هفتادوهشت درصد اتمسفر را ازت تشکیل می‌دهد اما گیاهان به طور مستقیم قادر به استفاده از آن نیستند. بنابراین باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت نقش مهمی را ایفا می‌کنند. ۲- حل کردن فسفات (PSB): باکتری‌های پروبیوتیک به کمک آنزیم‌های فسفاتاز خارج سلولی(ExtracellularPhosphatases)فسفات‌های آلی‌رابه‌ترکیبات معدنی تبدیل می‌کنند. ۳- حل کردن پتاسیم (KPS): بعضی از باکتری‌ها توانایی دسترسی گیاه را به پتاسیم افزایش می‌دهند. برای مثال گزارش شده است که باکتری *Bacillus edaphicus* توانایی جذب پتاسیم را در گندم افزایش داده است. ۴- افزایش دسترسی به آهن: گروهی از باکتری‌ها به کمک ترکیباتی تشکیل کمپلکس‌هایی با آهن سه‌ظرفیتی داده که قابلیت جذب توسط گیاه را دارند و درون گیاه به کمک آنزیم‌های احیاء کننده رداکتاز، آهن سه‌ظرفیتی تبدیل به آهن دو ظرفیتی می‌شود. ۵- اکسایش گوگرد: در باکتری *Thiobacillus ferrooxidans* مشاهده می‌شود که سبب حلالیت مستقیم ترکیبات گوگردی مثل سولفید آهن می‌شود. ۶- حلالیت فلزات سنگین: گروهی از باکتری‌های تیوباسیل دارای توانایی افزایش حلالیت سولفیدهای فلزات سنگی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم هستند.

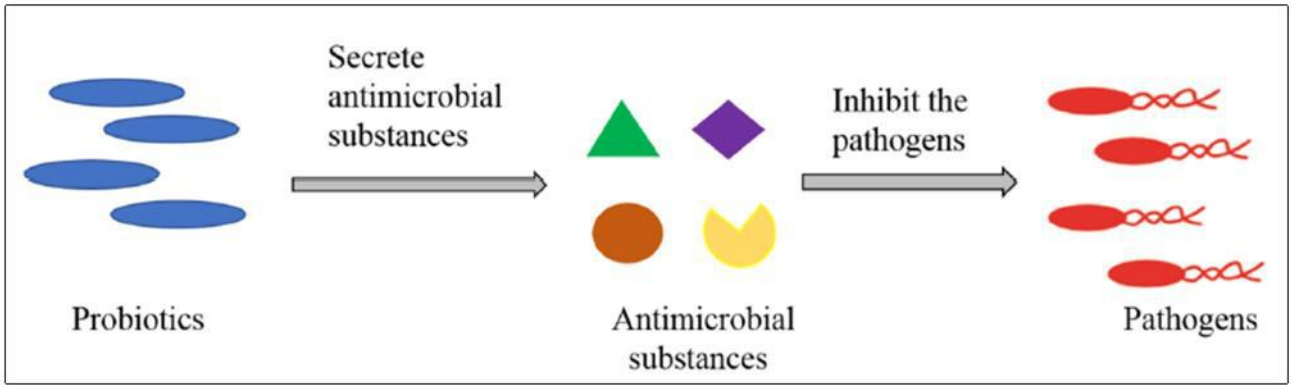


برخی مکانیسم‌های باکتری‌های افزایش‌دهنده‌ی رشد گیاه

۷- اکسایش متان: باکتری‌هایی همچون Methylobacter و Methylococcus دارای قابلیت اکسایش متان هستند. ۸- تولید فیتوهورمون‌ها: گروهی از باکتری‌ها با تولید ترکیبات فیتوهورمون همچون اکسین، سیتوکینین و جیبرلین به‌طور مستقیم سبب افزایش رشد طول ریشه، انشعابات ریشه و ریشه های موئین گیاهان می‌شوند. ۹- تنظیم تولید اتیلن در گیاه: اتیلن از ترکیبات محرک رشد گیاه است که سبب افزایش ریشه‌زایی و تولید ریشه‌های فرعی می‌شود و از رشد طولی ریشه و تشکیل گره جلوگیری می‌کند. ۱۰- افزایش‌دهنده‌های تنفس ریشه‌ای با تولید Lumichrome:Lumichrome ترکیبی از مشتقات ریبوفلاوین‌ها است که در باکتری *Sinorhizobium meliloti* در این فعالیت نقش دارد و با افزایش CO_2 ریزوسفر سبب افزایش تنفس

ریشه‌ای گیاه می‌شود. ۱۱- تولید ترکیبات فرار: عوامل پروبیوتیکی شناخته شده‌اند که با تولید ترکیبات فرار سبب افزایش رشد گیاهان می‌شوند. ۱۲- تجزیه‌ی آلاینده‌های زیست‌محیطی: (Bioremediation) گروهی از باکتری‌های PGPRs توانایی تجزیه‌ی آلاینده‌های زیست‌محیطی همچون ترکیبات حلقوی بنزن را دارند و آن‌ها را به هیدروکربن‌های کوچک‌تر به‌طور هوازی یا بی‌هوازی تجزیه می‌کنند. ۱۳- کاهش سمیت نسبت به فلزات سنگین: یک باکتری PGPRs به نام *Kluyvera ascorbata* شناسایی شده که این باکتری سبب افزایش مقاومت گیاه کلزا به فلزات سنگین مانند کرم، نیکل و سرب شده است بدون آن‌که میزان جذب آن‌ها توسط گیاه کاهش یابد. ۱۴- تحریک فعالیت میکوریزها: گروهی از باکتری‌های PGPRs اثرات مثبتی بر فعالیت همزیستی قارچ‌های مایکوریز با گیاهان داشته و باعث افزایش و تشدید کارآیی این قارچ‌ها می‌شوند. اثرات مهم آن‌ها شامل: ۱) کمک به فرآیند تشخیص میان قارچ اندومایکوریز و ریشه‌ی گیاه میزبان ۲) اثر بر افزایش رشد قارچ ۳) اثر بر افزایش جوانه‌زنی قارچ ۴) بهبود ساختار شیمیایی خاک جهت فعالیت قارچ مایکوریز.

نقش غیرمستقیم عوامل پروبیوتیک از طریق کنترل بیولوژیک بیماری‌های گیاهی به این صورت است: ۱- تولید ترکیبات آنتی‌بیوتیک: از طریق تولید یک یا چند آنتی‌بیوتیک همچون متابولیت‌های ضد قارچی سبب توقف رشد یا مرگ یک بیمارگر گیاهی می‌شوند. ۲- پارازیتیسم: با تولید آنزیم‌های خارج سلولی همچون کیتیناز و گلوکاناز سبب هیدرولیز کردن دیواره‌ی سلولی قارچ‌های بیمارگر می‌شوند. تولید هم‌زمان آنزیم‌های کیتیناز و گلوکاناز اثر تشدیدکننده در تجزیه‌ی دیواره‌ی سلولی قارچ‌ها دارد. ۳- رقابت برای جذب آهن: رقابت یکی از مهم‌ترین مکانیزم‌های بیوکنترل برخی از عوامل پروبیوتیک است. بعضی میکروارگانیسم‌ها با تولید ترکیبات با وزن مولکولی کم به نام سیدروفور، با آهن سه‌ظرفیتی پیوند برقرار کرده و آهن را کلاته می‌کنند که کمپلکس سیدروفور و آهن می‌تواند به مصرف باکتری و گیاه برسد و بدین‌صورت آهن را از دسترس بیمارگرهای گیاهی خارج می‌کنند. ۴- افزایش مقاومت القایی: گروهی از باکتری‌های مفید PGPRs سبب القای نوعی مقاومت به نام ISR در گیاه می‌شوند که درنهایت سبب افزایش مقاومت گیاه نسبت به بیمارگرهای گیاهی می‌شوند.



مکانیسم عوامل پروبیوتیک

با توجه به خصوصیات مفید پروبیوتیک‌های گیاهی و اثرات زیان‌آور سموم و کودهای شیمیایی، تحقیقات مربوط در این زمینه زمانی ارزش واقعی خود را پیدا می‌کند که بتواند محصولات قابل‌استفاده و مؤثری در اختیار کاربران بخش کشاورزی قرار دهد. تربیت نیروی انسانی متخصص که بتواند با استفاده از آخرین فناوری‌های به‌روز دنیا و دانش بومی کشور چنین محصولاتی را در سطح وسیع و تجاری و قابل‌عرضه به کشاورزان و باغداران تولید کند، از وظایف مهم دانشگاه‌ها است. از برخی از محصولات تجاری تولیدشده می‌توان به Yiel Plus از قارچ مخمرمانند *Cryptococus albidus* در آفریقای جنوبی که فعالیت آنتاگونیستی علیه بعضی گونه‌های Penicillium، Botrytis و Mucor دارد، ترکیب تجاری کودیاک از باکتری *Bacillus subtilis* که توسط شرکت گوستافسون به‌عنوان یک کود زیستی و تقویت‌کننده رشد گیاهان زراعی که علیه تعدادی از قارچ‌های بیمارگر مؤثر است، محصول Blightban A506 با ماده مؤثر *Pseudomonas fluorescens* A506 جداشده از باغات گلابی کالیفرنیا که یکی از قدیمی‌ترین محصولات برای مقابله با سرمازدگی گیاهان است، اشاره کرد.

منابع:

1. Hossain, M. I., Sadekuzzaman, M. & Ha, S-D. 2017.Probiotics as potential alternative biocontrol agents in the agriculture industries: A review. Food Research International 100: 63-73.

در کشورهای ایتالیا، آلمان و بلژیک محصول دیگری از ترکیب دو باکتری از جنس Azospirillum به نام Zea-NitTM تولیدشده است که استفاده از کودهای نیتروژن دار را سی الی چهل درصد کاهش داده است. کشورهای عضو گروه موسوم به NAFTA (North American Free Trade Agreement) شامل آمریکا، کانادا و مکزیک چهل‌وچهار درصد کل بازار محصولات بیوکنترل را در اختیار دارند. اروپا نیز با بیست درصد بیشترین نرخ رشد و توسعه صنعت تولید عوامل بیولوژیک و دومین جایگاه بازار مصرف را در اختیار دارد. بین کشورهای اروپایی، بیشترین بازار فروش آفت‌کش‌های میکروبی در کشورهای اسپانیا، ایتالیا و فرانسه دیده می‌شود، با این روند پیش‌بینی می‌شود که مقدار فروش این دسته از آفت‌کش‌ها تا سال ۲۰۲۰ به رقم دویست میلیون دلار برسد. کشورهای اقیانوسیه نیز سهم بیست‌درصدی فروش عوامل میکروبی در دنیا را دارند. این سهم در آسیا پنج درصد برآورد شده است. در هند به‌عنوان یک کشور درحال‌توسعه در حال حاضر چهار شرکت بزرگ به تولید آفت‌کش‌های بیولوژیک مشغول هستند و در مقابل صد و نود و چهار سم شیمیایی ثبت‌شده در هند، دوازده آفت‌کش بیولوژیک شامل انواع باسیلوس، سودوموناس، تریکودرما، بووریا، ویروس NPV برای کنترل آفات به ثبت رسیده است.

در کشور چین بیش از دویست شرکت فعال در حوزه تولید آفت‌کش‌های میکروبی فعال است که هفتاد و هفت محصول ثبت‌شده تا سال ۲۰۰۴ دارد و بیشتر به تولید *Bacillus thuringiensis* مشغول هستند و سی میلیون هکتار از اراضی این کشور زیرپوشش کنترل بیولوژیک قرار دارد. در کشور ایران نیز محصولاتی تولید می‌شوند که به طور محدود استفاده می‌شوند متأسفانه تعدادی از محصولات برخی از شرکت‌های داخلی از کیفیت مناسبی برخوردار نیست. چنین محصولاتی می‌تواند تأثیر منفی بر مقبولیت کاربر عوامل بیولوژیک در بین کاربران و کشاورزان عزیز داشته باشد. بدیهی است که درصورتی‌که این شرکت‌ها از افراد متخصص و صاحب‌نظر در زمینه عوامل بیولوژیک استفاده کنند، موفقیت‌های بیشتری خواهند داشت. در ادامه به معرفی اجمالی یک نمونه از شرکت‌های موفق در زمینه تولید عوامل میکروبی در کشاورزی اشاره می‌شود.

شرکت فن‌آوری زیستی طبیعت‌گرا با اهداف توسعه دانش بیوتکنولوژی در کشور در سال ۱۳۷۸ با دانش کاملاً ملی و بومی تأسیس و کارخانه تولید محصولات در شهرستان کرج در زمینه تولید و توزیع انواع محصولات بیولوژیک احداث شد. این شرکت در حال حاضر در توسعه منابع انسانی متخصص اقدامات ارزنده‌ای داشته است.

محصولات تولیدی شرکت دستاورد سال‌ها تحقیق بوده که با فرمولاسیون‌های مختلف قابل‌عرضه هستند و از مؤثرترین سویه‌های میکروبی در فرمولاسیون‌های کارآمد و بادوام تولید می‌شوند؛ و با تکیه‌بر گروه ماهر و متخصص خود با ارائه محصولات ارگانیک و پروبیوتیک، راه‌حلی مناسب برای مقابله با مصرف بی‌رویه مواد شیمیایی، سموم و آنتی‌بیوتیک در صنعت کشاورزی، دام‌پروری و محیط‌زیست گام‌های قابل‌توجهی را فراهم آورده است. در زمینه کشاورزی محصولات آن به دو بخش عمده کودهای بیولوژیک و آفت‌کش‌های بیولوژیک تقسیم‌بندی می‌شوند. کودهای بیولوژیک حاوی ریز موجودات مفید بوده که می‌توانند بخشی از نیازهای غذایی گیاهان را تأمین کرده و به‌طور مستقیم موجب افزایش رشد و مقاومت گیاه در مقابل تنش‌های محیطی (مثل خشک‌سالی، شوری و غیره) شوند. محصولات تولیدشده در قالب کودهای بیولوژیک شامل بایوفارم (محرک رشد گیاه)، پروبیو ۹۶ (جهت بهبود رشد و محافظت از گیاهان)، فسفاته به رشد (حل‌کننده فسفات جهت محصولات باغی و گلخانه‌ای)، رشدافزا (محرک رشد گیاهان مختلف)، بایوسوی (تثبیت‌کننده ازت، ویژه سویا) هستند. ازجمله آفت‌کش‌های بیولوژیک می‌توان حشره‌کش بیولوژیک بایولپ (کنترل‌کننده لارو آفات پروانه‌ای در کشاورزی که هفتاد درصد آفات کشاورزی را تشکیل می‌دهند، به خصوص در باغات، مزارع، گلخانه‌ها، جنگل‌ها و مراتع)، بایوبیت (کنترل‌کننده لارو سوسک‌های خسارت‌زای کشاورزی)، پیستاگارد (جهت کنترل پسیل پسته)، پروبیوتکت (جهت کنترل بیماری‌های گیاهی) و تریکوفارم (جهت کنترل بیماری‌های گیاهی) اشاره کرد. امید است با افزایش دانش پروبیوتیک‌های گیاهی و نیروهای متخصص، در آینده‌ای نزدیک شاهد تولید هرچه بیشتر این محصولات باشیم.

2. Menendez, E. & Garcia-Fraile, P. 2017. Plant probiotic bacteria: solution to feed the world. AIMS Microbiology, 3(3): 502-524.

۳. احمدزاده، م. صابری ریسه، ر. عسکری نیا، م. ۱۳۹۴. تکنولوژی تولید، فرمولاسیون و کاربرد پروبیوتیک‌های گیاهی در کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۹۱ ص.

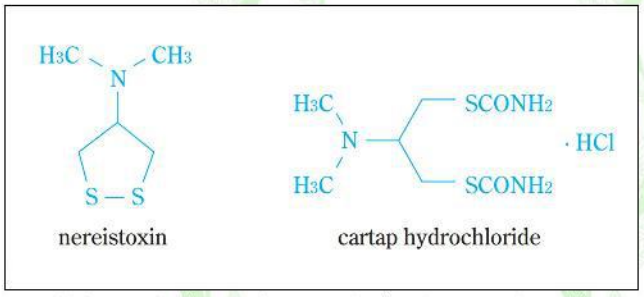
تاریخچه و روند توسعه ترکیبات نئونیکوتینوئید

حمید قبادی[1]، دانشجوی کارشناسی‌ارشد حشره‌شناسی کشاورزی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

آفت‌کش‌های کشاورزی ابزاری کارآمد و اجتناب‌ناپذیر در تولید محصولات کشاورزی هستند. جدای از تاریخچه سه‌هزارساله مبارزه شیمیایی (استفاده از گوگرد) علیه آفات، اولین گروه عمده‌ی آفت‌کش‌ها مربوط به ترکیبات کلره بوده که امروزه با توجه به اثرات نامطلوب زیست‌محیطی آن‌ها در بخش کشاورزی کنار گذاشته‌شده‌اند.

عمده ترکیبات گروه‌های مختلف آفت‌کش، مربوط به حشره‌کش‌ها است که نحوه‌ی عملکرد بسیاری از آن‌ها عصبی است. خانواده‌های مختلفی از حشره‌کش‌ها به شکلی با اختلال در سیستم عصبی بندپایان منجر به مرگ آن‌ها می‌شوند. یکی از گروه‌های حشره‌کش‌های عصبی مربوط به ترکیبات نئونیکوتینوئید بوده که در حدود چهار دهه گذشته مورد مصرف قرارگرفته‌اند و کماکان موردتوجه و دارای طرفداران بی‌شماری از کشاورزان در سراسر دنیا هستند.

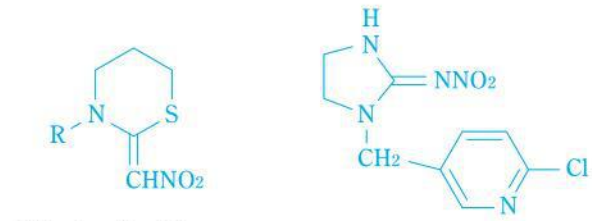
در سیستم عصبی حشرات گیرنده‌های استیل کولین در بخشی از غشای پس‌سیناپس وجود دارد. ترکیباتی که بر پایه نریستوکسین (Nereistoxin) هستند به‌عنوان آنتاگونیست به مدت طولانی در این فضا عمل می‌کنند. نمونه‌ای از این ترکیبات، ترکیبی به نام کارتاپ‌هیدروکلراید Cartap (Hydrochloride) است که با نام تجاری ®Padan عرضه می‌شود (شکل شماره ۱).



شکل شماره (۱): فرمول ساختاری نریستوکسین و کارتاپ‌هیدروکلراید

در سال ۱۹۷۸ شخصی بنام Shell کشف کرد که نیتیازین (Nithiazine) یکی از مشتقات ۳،۱- نیتیازین بوده و دارای گروه نیترومتیلن (Nitromethylene) که دارای فعالیت حشره‌کشی قوی‌تری بوده و در واقعیت مکانیزم آن ضد استیل‌کولین است.

ازآنجاکه این مواد در برابر نور ناپایدار هستند و ثبات ضعیفی دارند، تلاش برای ساخت فرم‌های دیگر ترکیبات مشابه آن شکل گرفت. شرکت بایر کراپ ساینس در دهه ۱۹۸۰ تلاش خود را در این زمینه آغاز کرد. هم‌زمان با تحقیقاتی که در این زمینه در نقاط مختلف دنیا در حال انجام بود شرکت بایر (۱۹۸۵) حشره‌کش ایمیداکلوپرید (Imidacloprid) را کشف و معرفی کرد (شکل شماره ۲). کارایی بالای این ترکیب علیه حشرات مکنده راسته نیم‌بالان (Hemiptera) و ثبات شیمیایی آن باعث شد ایمیداکلوپرید در سال ۱۹۹۱ به‌صورت تجاری به بازار جهانی معرفی گردد. دو گروه مهم نیکوتینوئیدها شامل مشتقات نیتروگوانیدین و پیریدیل‌متیل‌آمین است که ایمیداکلوپرید از گروه نیتروگوانیدین محسوب می‌شود.



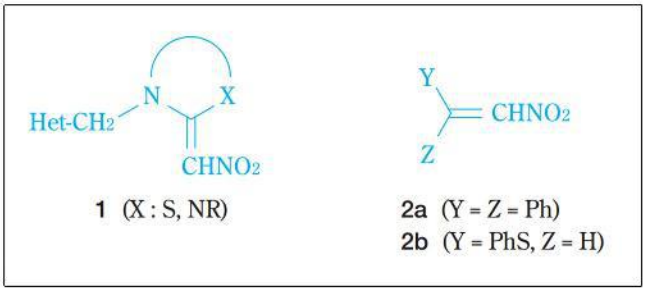
شکل شماره (۲): فرمول ساختاری نیتیازین و ایمیداکلوپرید

1. H_ghobadi@alumni.ut.ac.ir

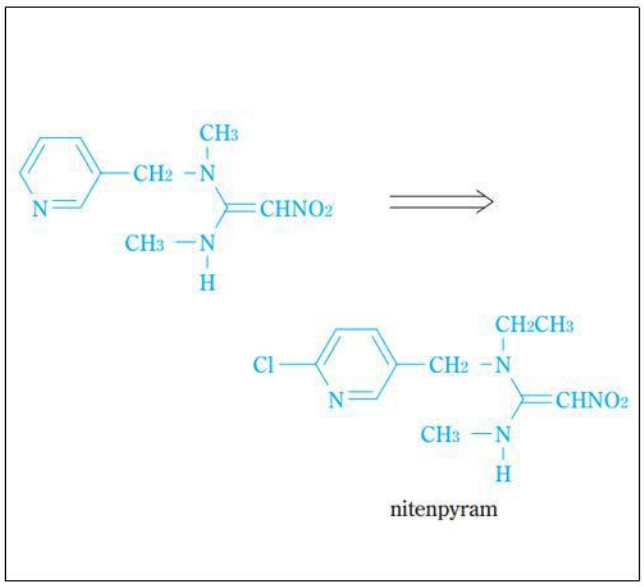
علاوه بر این شرکت‌های دیگر نیز در تلاش برای معرفی ترکیبات جدید از این گروه برآمدند تا اینکه علاوه بر ایمیداکلوپرید، شش ترکیب دیگر از گروه نئونیکوتینوئید توسط شرکت‌های سینجنتا، نیپون سودا، سومیکا-تاکیدا (سومیتومو) و میتسوئی معرفی گردید و تجاری شد. همه‌ی این ترکیبات ضد استیل کولین بوده و مشابه نیکوتین و نیتیازین عمل می‌کنند. نام دیگر این گروه علاوه بر گروه نئونیکوتینوئید، نیترومتیلن (Nitromethylene) یا کلرونیکوتینیل (Chloronicotinyl) نیز است. استفاده از این حشره‌کش‌ها به سرعت در دنیا افزایش یافت؛ زیرا خصوصیات برتری نسبت به سایر حشره‌کش‌ها نشان دادند تا اینکه در سال ۲۰۰۴ درمجموع هجده درصد مواد حشره‌کش در دنیا به این گروه تعلق گرفت.

توسعه حشره‌کش نیتنپیرام (Nitenpyram)

در اواسط سال ۱۹۸۰ شرکت Tokushu Noyaku تعداد زیادی از ترکیبات هتروسیکلیک دارای گروه نیترومتیلن خود را معرفی کرد. ترکیباتی که پیش‌ماده‌ی نیتنپیرام هستند و در شکل شماره (۳) مشاهده می‌شود. در همان زمان شرکت صنایع شیمیایی تاکیدا کشف کرد که ترکیبات غیرسیکلیک دارای عامل نیترومتیلن نیز خواص حشره‌کشی قوی دارند و علیه حشرات نیم بالان مؤثر واقع می‌شوند؛ و واقعیتی متفاوت با نظر Shell که ساختار چرخه‌ای هتروسیکلیک غیرضروری به نظر می‌رسد، مشخص شد. طی این کشف ساختار مولکولی بهینه‌سازی شد و در نهایت مولکول نیتنپیرام (شکل شماره ۴) سنتز و با نام تجاری (Bestguard®) معرفی گردید. حشرات هدف این ترکیب راسته‌های نیم‌بالان و تریپس‌ها (Thysanoptera) بودند.



شکل شماره (۳): پیش‌ماده‌های مولکول نیتنپیرام

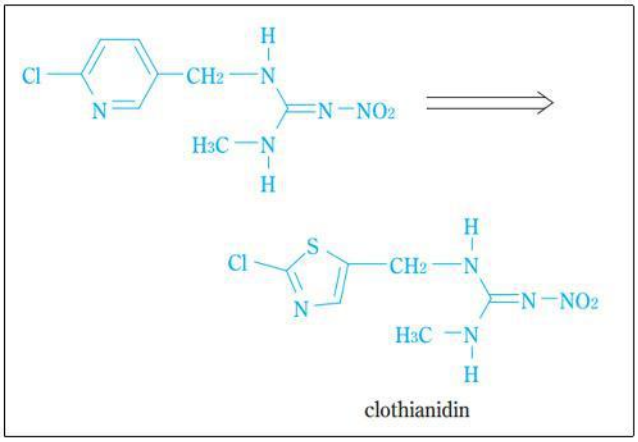


شکل شماره (۴): نیتنپیرام و ترکیب پیشگام

از نیتنپیرام تا کلوتیانیدین

نیتنپیرام چند خصوصیت برتر داشت. کارایی بالا در برابر حشرات مکنده، سمیت کم برای موجودات غیر هدف، خاصیت سیستمیک و عدم ایجاد مقاومت تقاطعی (Cross Resistance) با سایر حشره‌کش‌ها. برای ترکیباتی که از گروه متیلن در ساختار نیتنپیرام بودند جایگزینی انتخاب شد به نام نیتروآمینو (Nitroimino) که از مشتقات نیتروگوانیدین (Nitroguanidine) است (شکل شماره ۵).

با این تغییر علاوه بر اثر حشره‌کشی بر روی حشرات نیم‌بال، تأثیر آن بر روی گونه‌های بالپولکداران (Lepidoptera) نیز ظاهر شد. بهینه‌سازی بر روی ساختار مولکول جدید کشف‌شده انجام شد و در پایان منجر به سنتز و معرفی مولکول کلوتیانیدین توسط شرکت سومیتومو گردید. آزمایش‌های میدانی و آزمایش‌های ایمنی ترکیب در سال ۱۹۹۵ آغاز شد و در سال ۲۰۰۱ انجمن گیاه‌پزشکی ژاپن مولکول کلوتیانیدین را به‌عنوان ترکیب شیمیایی کشاورزی به ثبت رساند. با این ثبت نسل سوم ترکیبات نئونیکوتینوئیدی به بازار کشاورزی عرضه گردید.



شکل شماره (۵): ترکیب پیشگام برای کلوتیانیدین

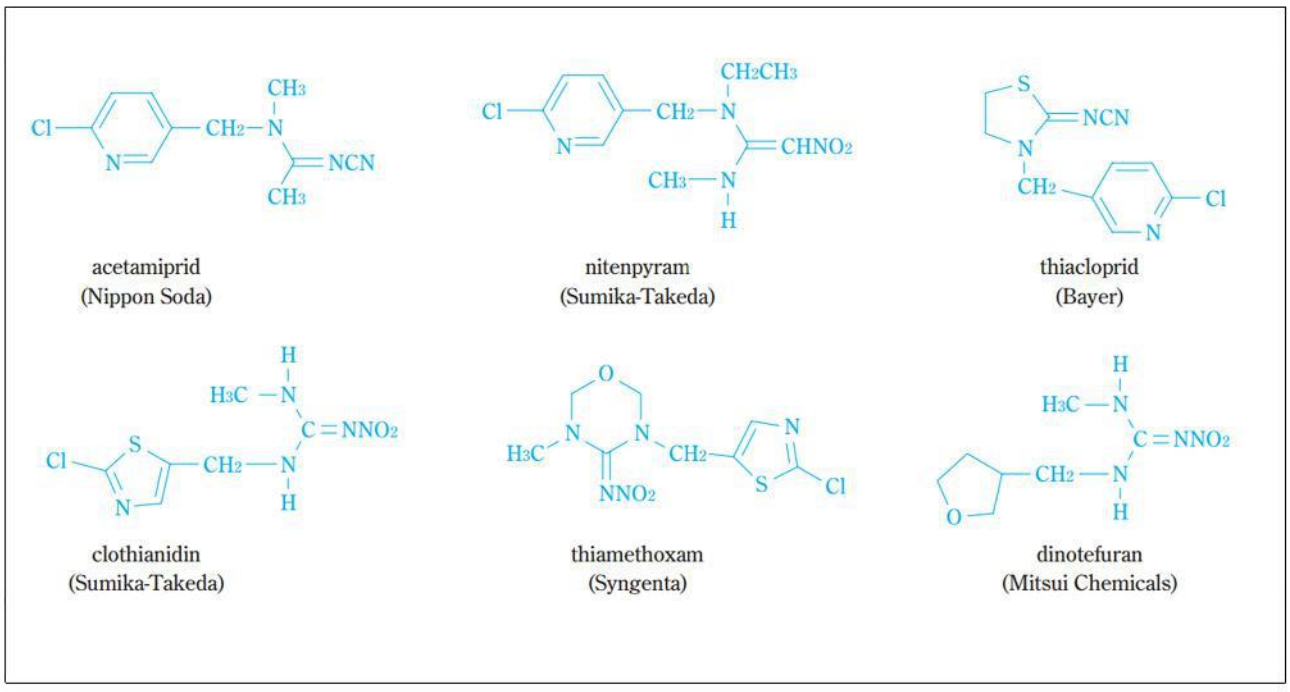
در این فاصله سایر شرکت‌های پیشرو در صنعت و ساخت ترکیبات آفت‌کش به معرفی ترکیباتی مانند استامی‌پرید، تیاکلوپرید، تیامتوکسام و دینوتفوران پرداختند.

استامی‌پرید (Acetamiprid) که از مشتقات کلروپایریدینیل نئونیکوتینوئید (Chloropyridinyl) است در اوایل سال ۱۹۹۰ توسط شرکت نیپون سودا معرفی گردید.

تیاکلوپرید (Thiacloprid) توسط شرکت بایر کراپ ساینس معرفی گردید. تیاکلوپرید دومین ترکیب شرکت بایر از گروه نئونیکوتینوئید است که مربوط به مشتقات پیریدیل‌متیل آمین است.

تیامتوکسام (Thiamethoxam) حشره‌کش سیستمیک دیگری از این گروه است که روی حشرات مختلف اثر کشندگی نشان می‌دهد. این ترکیب توسط شرکت سینجنتا از اوایل سال ۲۰۰۰ معرفی و توسعه پیدا کرد. در برخی منابع ذکرشده، حشره‌کش تیامتوکسام زمانی که شرکت سینجنتا آن را معرفی می‌کند، شرکت بایر نیز پیش‌تر در این زمینه گواهی‌های ثبت این مولکول جدید را داشته که این اختلاف با پرداخت غرامت صد و بیست میلیون دلاری سینجنتا به شرکت بایر مرتفع می‌شود. تیامتوکسام به‌خودی‌خود سمی نبوده و پیش ساز کلوتیانیدین است. تیامتوکسام همانند کلوتیانیدین جذب سریعی توسط بافت گیاه دارد.

دینوتفوران (Dinotefuran) ترکیب جدیدی از نسل سوم گروه نیکوتینوئیدها (زیرگروه Furanicotinyl) بوده که اولین بار توسط شرکت میتسوئی در سال ۲۰۰۲ معرفی می‌گردد. حشره کشی سیستمیک با اثر تماسی و گوارشی بوده و پس از محلول‌پاشی به سرعت وارد بافت گیاه می‌شود.



مصارف حشره‌کش‌های این گروه بخش قابل‌توجهی از کل مصارف آفت‌کش‌ها را به خود اختصاص داده است. به طوری‌که در سال ۲۰۱۱ نرخ فروش این ترکیبات مطابق جدول ذیل گزارش شده است.

پس از انتشار کتاب بهار خاموش (Silent Spring) به نویسندگی راشل کارسون در سپتامبر ۱۹۶۲ در ایالات متحده امریکا، جنبش‌های متعددی با محوریت حفاظت از محیط زیست در امریکا و اروپا شکل گرفت. فشار زیاد آژانس‌های بین‌المللی محیط زیستی و افزایش تحقیقات محققان در زمینه اثرات مخرب حشره‌کش‌های شیمیایی (خصوصاً ترکیبات با مکانیسم عصبی)، منجر به محدودیت‌های بی‌شماری در زمینه مصرف این ترکیبات و مخصوصاً حشره‌کش‌های نیکوتینوئیدی شد. به گفته برخی از شرکت‌های بزرگ پشت پرده بعضی از این محدودیت‌ها همانند آنچه در مورد محصولات تراریخت در دنیا اتفاق افتاد منافع اقتصادی حاصل از تجارت سودآور این گروه از آفت‌کش‌ها نیز بوده است. با این حال، طبق اطلاعات به‌دست‌آمده، این حشره‌کش‌ها به‌عنوان ترکیبات مهلک علیه زنبورهای گرده‌افشان و زنبورهای عسل شناخته شده‌اند و همین موضوع سبب محدودیت‌های مصرفشان شده است.

ردیابی ماده مؤثره ترکیب ایمیداکلوپرید در گرده گل گیاهان سبب شده تا در کشورهای توسعه‌یافته کاربرد این ترکیب و سایر حشره‌کش‌های هم‌گروه منطبق بر زمان خاص و معمولاً پیش از شکوفه‌دهی و ظهور گل و گرده صورت گیرد؛ اما آنچه مهم است معرفی ترکیبات جدیدتر نیکوتینوئیدها مانند کلوتیانیدین بوده که طبق ادعای محققین سازنده، خطرات کمتری برای گرده‌افشان‌ها و سایر عوامل مفید محیط‌زیست دارد که لازم است در این مورد تحقیقات و مطالعات بیشتری صورت پذیرد.

منابع

1. S. B. Soloway, A. C. Henry, W. D. Kollmeyer, W. M. Padgett, J. E. Powell, S. A. Roman, C. H. Tieman, R. A. Corey, and C. A. Horne, "Advances in Pesticide Science", Part 2, Pergamon Press (1978), p. 206.

A.Akayama and I. Minamida, "Nicotinoid Insecticides and the Nicotinic Acetylcholine

2. Receptor", Ed. by I. Yamamoto and J. E. Casida, Springer (1999), p. 127.

3. Nihon Tokusyu Noyaku, JP60-172976 (1985).

4. Bayer, WO98/42690 (1998).

5. Mitsui Chemicals, JP11-236381 (1999).

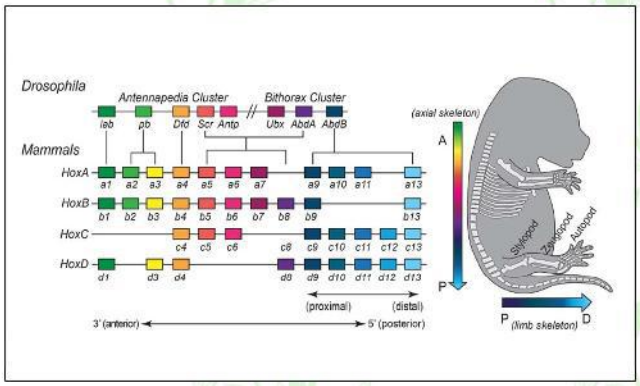
6. Bayer, WO01/46160 (2001).

نام ترکیب	شرکت	محصولات تجاری	فروش بر اساس میلیون دلار امریکا
ایمیداکلوپرید	بایر	Confidor, Admire, Gaucho, Advocate	۱۰۹۱
تیامتوکسام	سینجنتا	Actara, Platinum, Cruiser	۶۲۷
کلوتیانیدین	سومیتومو و بایر	Poncho, Dantosu, Dantop, Belay	۴۳۹
استامی‌پرید	نیپون سودا	Mospilan, Assail	۲۷۶
تیاکلوپرید	بایر	Calypso	۱۱۲
دینوتفوران	میتسوئی	Starkle, Safari, Venom	۷۹
نیتنپیرام	سومیتومو	Capstar, Guardian	۸

تکامل ژن‌های HOX در نماتدها

مهدی عاشوری[1]، دانشجوی کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

ژن‌های HOX (Homeobox) برای اولین بار در مطالعاتی که روی موتانت‌های مگس سرکه انجام می‌شد معرفی گردید. این ژن‌ها در قالب خوشه‌های ژنی حفاظت‌شده دارای عملکردهای اساسی در شکل‌گیری استخوان‌بندی جانوران در طول دوران جنینی هستند و در ایجاد ساختار مورفولوژی اسکلت موردنیاز بوده و همچنین آزمایش‌ها ژنتیکی حذف این ژن‌ها، ناهنجاری‌های شدید رشدی در جنین و پس از تولد را به دنبال داشته است. در مطالعات اخیر و با استفاده از روش‌های نوین آنالیز بیان ژن مشاهده شده است که بیان این ژن‌ها و عملکردشان در طول دوره بازسازی استخوان‌های بالغی که در پی شکستگی‌ها و دیگر جراحات استخوانی به وجود آمده‌اند ادامه دارد. در واقع فرآیندهای فیزیولوژیکی طبیعی و بازسازی‌کننده دوران بزرگ‌سالی وابستگی فزاینده‌ای با توسعه‌ی این سیستم در دوران جنینی دارد و محدودیت‌های ایجادشده در دوران جنینی در بزرگ سالی باقی خواهد ماند.



طرح شماتیک از خوشه‌های ژن HOX و بیان منطقه‌ای (بخشی/ نقطه‌ای) در جنین. هر خط نشان‌دهنده‌ی یک منطقه یا قسمتی از کروموزوم منفرد است. رمزگذاری رنگی یا کالر کدینگ ژن‌های هاکس، نشان‌دهنده‌ی ارتباطات حفاظت‌شده بین دروزوفیلا و ژن‌های هاکس پستانداران است و هم‌چنین نشان‌دهنده روابط پارالوگ بین شاخه پستانداران است.

این گروه از ژن‌ها، فاکتورهای رونویسی‌ای را کد می‌کنند که در شکل‌گیری محور قدامی-خلفی (A P Axis) در دوران جنینی نقش اساسی را دارند. این ژن‌ها در طی تکامل به‌صورت حفاظت شده وجود داشته و در همه جانوران دارای تقارن دو سمتی (Bilaterian) حضور دارند. در طول تکامل مهره‌داران سی‌ونه ژن در چهار خوشه ژنی در کمپلکس HOX به وجود آمده که در تمامی پستانداران و البته انسان‌ها نیز مشاهده می‌شوند. خوشه‌های HOX۱ و HOX۲ (یا HOX A, B) در مراحل اولیه رشد و بیشتر برای نواحی قدامی در دوران جنینی و خوشه‌های HOX۳ و HOX۴ (یا HOX C, D) متعاقباً در مراحل بعدی رشد جنین و برای شکل‌گیری نواحی خلفی شناسایی شده‌اند.

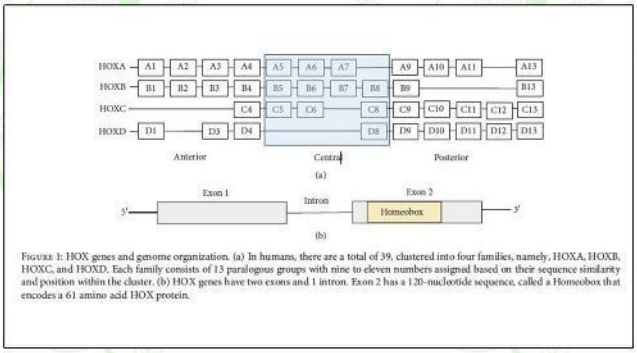
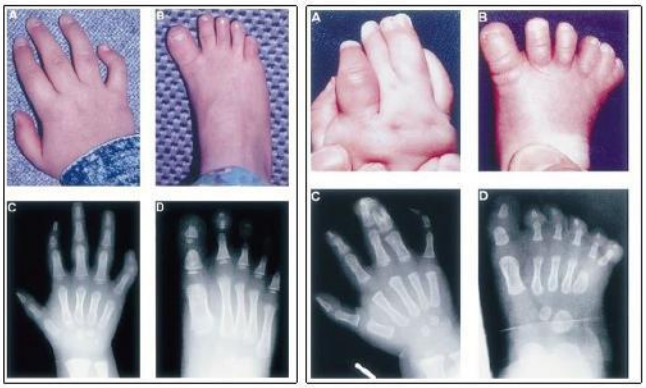


FIGURE 1: HOX genes and genome organization. (a) In humans, there are a total of 39, clustered into four families, namely, HOXA, HOXB, HOXC, and HOXD. Each family consists of 13 paralogous groups with nine to eleven numbers assigned based on their sequence similarity and position within the cluster. (b) HOX genes have two exons and 1 intron. Exon 2 has a 120-nucleotide sequence, called a Homeobox that encodes a 61 amino acid HOX protein.

امروزه نقش این ژن‌ها در توسعه سیستم عصبی مرکزی و همچنین دستگاه تناسلی و چند مورد دیگر مشخص شده است. تا مدت‌ها گمان بر این بود که هرگونه جهش در ژن‌های این گروه باعث مرگ جاندار خواهد شد تا اینکه گزارش‌هایی مبنی بر مشاهده موتانت‌های متولدشده منتشر گردید. جهش در دو ژن از سی‌ونه ژن HOX در انسان باعث ناهنجاری‌های مادرزادی می‌شود. برای مثال جهش در HOX D ۱۳ منجر به وقوع سندرم Syn Polydactyly (عکس ۱) و HOX A ۱۳ منجر به وقوع سندرم Hand-Foot-Genital (عکس ۲) می‌شود.

1. Mehdi.ashouri@ut.ac.ir



عکس ۱ عکس ۲

نکته جالب‌توجه دیگر اینکه نقش این ژن‌ها در توسعه سرطان نیز گزارش شده است. سرطان روده‌بزرگ و نوعی از سرطان خون به نام Acute Myeloid Leukemia (AML) از آن دسته‌اند به‌طوری‌که برای مثال در تقسیم سلولی نرمال ژن‌های HOX A ۹, HOX A ۴ و HOX D ۱۰ بیان می‌شوند که دو ژن HOX A ۴ و HOX A ۹ در توسعه سرطان روده‌بزرگ مشارکت داشته و بیان آن‌ها بیشتر می‌شود و همچنین استفاده از تکنیک siRNA برای حذف دو ژن فوق منجر به کاهش تکثیر سلول‌های سرطانی شد. مطالعات بسیاری بر روی عملکرد، بیان و دست کاری این خوشه ژنی صورت گرفته است که برای علاقه‌مندان منابع معتبر در قسمت پایانی معرفی خواهد شد.

ژن‌های HOX و نماتد شناسی

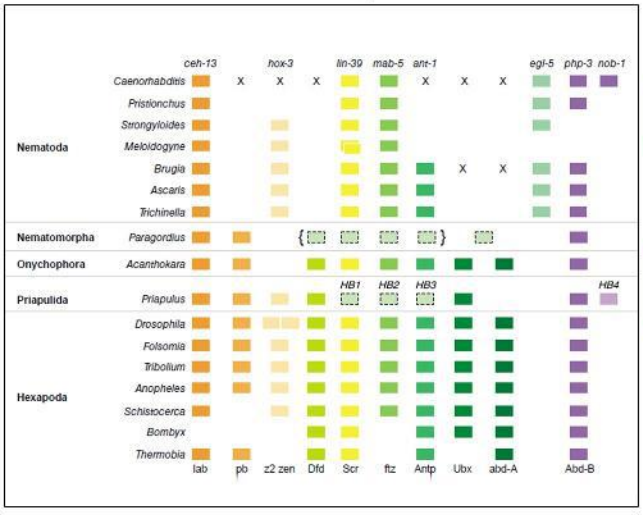
نماتدها می‌توانند در زیست‌شناسی تکاملی رشد، بسیار مؤثر واقع شوند چون ساختار بدن ساده و البته حفاظت‌شده آن‌ها هومولوژی در سطح سلولی را تعریف می‌کند.

جالب است بدانید خوشه ژنی محافظت‌شده HOX در نماتد Caenorhabditis elegans نه خوشه‌ای است و نه حفاظت‌شده.

در عوض *C. elegans* دارای ژن‌های مکمل کاهش‌یافته و پراکنده‌ای است که درنتیجه‌ی ازدست‌دادن ژن‌های HOX در طول تکامل به دست آورده است. الگوی تکاملی ژن‌های HOX در نماتدها نشان دهنده حالت تکامل متناوب در آن‌هاست. چنانکه این الگو حتی بین *C. elegans* و نماتد مدل دیگری به نام *Pristionchus pacificus* عمیقاً متفاوت است.

اگرچه هیچ شکی نیست که خوشه ژنی HOX در ساختار بدنی موجودات دارای تقارن دو سمتی نقش کلیدی ژنتیکی را بر عهده دارد ولی در نماتدها شکسته شدن این خوشه ژنی ممکن است به تغییرات اساسی مرتبط با شناسایی تاکسون‌ها در طی تکامل منجر شود. نماتدها به ساختار بدنی ساده و به‌شدت محافظت‌شده معروف هستند. مشاهدات اخیر تائید می‌نماید که نماتدها از اجداد واجد یک مجموعه کامل از ژن‌های HOX تکامل‌یافته‌اند. حال این سؤال مطرح می‌شود که نماتدها در طول تکامل چرا، چگونه و چه زمانی این ژن‌ها را تقلیل داده و ضعیف کرده و یا ازدست‌داده‌اند؟

در نماتد *C. elegans* تنها شش ژن HOX وجود دارد که در قالب سه جفت ژن و طولی به‌اندازه 5Mb بر روی کروموزوم شماره سه قرار دارند. اگرچه کاهش ژن‌های HOX در نماتدها یک واقعیت ژنتیکی اساسی است ولی در همه گونه‌ها یکسان نیست و در یک بررسی صورت گرفته بر روی یک درخت فیلوژنتیکی، ژن‌های HOX بیشتری در برخی گونه‌ها مشاهده شده است که در نماتد *C. elegans* حضور ندارند. باعث شگفتی است که مطالعه فوق از وجود یک مکانیزم پیچیده برای چگونه از دست دادن ژن‌های HOX در نماتدها صحبت می‌کند.



عملکرد ژن‌های HOX در نماتد *C. elegans* دارای برخی شباهت‌ها با عملکرد آن‌ها در مهره‌داران و حشرات می‌باشند. این ژن‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در سرنوشت سلول‌های محور طولی بدن ایفا می‌کنند و از طریق گروه‌های اورتولوگ هماهنگی فضایی را دنبال می‌کنند. بااین‌حال برخلاف سایر جانوران بیان این ژن‌ها در *C. elegans* وابسته به گروه‌بندی آن‌ها است نه موقعیت آن‌ها. در نماتد *C. elegans* حضور ژن ceh ۱۳ برای بخش‌های قدامی و ژن‌های php ۳ و nob ۱ برای بخش‌های خلفی در طول دوره رشد جنینی ضروری است. اگرچه حذف هر دو ژن php ۳ و nob ۱ باعث بروز نقص‌های شدید قسمت خلفی می‌شود ولی نقش ژن php-۳ در این رابطه در مقایسه با ژن nob ۱ بسیار جزئی است. با وجود این‌که سه ژن باقیمانده در دوران جنینی ضروری نیستند ولی در تعیین سرنوشت سلول بعد از دوران جنینی نقش دارند.

در مگس سرکه و سایر جانوران، ژن‌های همولوگ ژن‌های HOX در *C. elegans* برای بیان برخی عملکردها موردنیاز است که این می‌تواند نشان‌دهنده جنبه‌های دیگری از حفاظت‌شدگی در تنظیم و عملکرد ژن‌ها باشد. برای مثال در مگس سرکه تنظیم صحیح ژن اورتولوگ ceh ۱۳ جهت عملکرد درست مسیرهای Wnt[1] و TGF-β[2] (مسیرهای مؤثر در پرواز) ضروری است. مطالعه بر روی ناحیه پروموتوری ceh-۱۳ نشان داد که بیان اولیه جنینی ممکن است هم برای مسیر سیگنال دهی Wnt و هم برای ایجاد یک حلقه تنظیمی خودکار جهت نگهداری و بازسازی موردنیاز باشد.

بسیار جالب خواهد بود اگر بدانید بخشی از همین ناحیه پروموتوری مسئول بیان ژن مرتبط با شکل‌گیری دم (Tail) در *C. elegans* نر در یک فرآیند وابسته به مسیر TGF β است. اگرچه در موتانت‌های ceh-۱۳ هیچ‌گونه نقص الگویی در دم نماتد نر مشاهده نشده است. این احتمال مطرح است که تنظیم توسط همولوگ TGF-β در مگس سرکه و ceh-۱۳ در *C. elegans* یک منشأ تکاملی مشترک داشته باشند.

1. The Wnt signaling pathways are a group of signal transduction pathways which begin with proteins that pass signals into a cell through cell surface receptors.
2. The transforming growth factor beta (TGFB) signaling pathway is involved in many cellular processes in both the adult organism and the developing embryo including cell growth, cell differentiation, apoptosis, cellular homeostasis and other cellular functions

عملکرد متفاوت ژن‌های HOX در گونه‌های نماتدی که تاکنون موردبررسی قرار گرفته‌اند بسیار قابل‌تأمل است. برای مثال ژن lin-۳۹ در همه گونه‌های موردمطالعه برای توسعه Vulva ضروری است اما در نماتد مدل *P. pacificus* که تغییرات تکاملی در ژن lin-۳۹ در آن به شدت رخ داده است، همین ژن گروه‌های معادل Vulva و سلول‌های تولیدکننده پیش ماده Vulva را تعریف می‌کند و سلول‌های فاقد این ژن دچار مرگ سلولی برنامه‌ریزی شده (Apoptosis)[3] می‌شوند. اگر مرگ سلولی برنامه‌ریزی‌شده برای مثال در موتانت مضاعف ۳ ced ۳۹ lin رخ دهد، Vulva همچنان به صورت نرمال تشکیل می‌شود. برخلاف *C. elegans* که موتانت در ۳۹ lin موجب عدم تشکیل Vulva می‌شود.

مثال دیگر در تفاوت ژن‌های HOX در دو گونه نماتد مدل فوق، ژن ۵ mab است. به این صورت که اگرچه موتانت‌های رخ‌داده در این ژن با در نظر گرفتن فنوتیپ دم در نماتد نر در هر دو گونه بسیار مشابه هستند ولی در *C. elegans* جایگزینی باعث برگشتن زوائد انتهای دم در نرها می‌شود و نقصی در Vulva ایجاد نمی‌کند ولی در *P. pacificus* باعث نقص‌های شدید در تشکیل و توسعه Vulva می‌شود.

در پایان اینکه داده‌های جدید در مورد الگوهای رشد در نماتدهای غیر از Rhabditea نشان می‌دهند که حضور برخی مکانیسم‌های خاص تکاملی در این گروه (Rhabditea) از نماتدهاست که سایر نماتدهای موردمطالعه فاقد آن هستند. یا اینکه نماتد آسکاریس (*Ascaris suum*) که در آن ژن‌های HOX بیشتری یافت شده است، با وجود شباهت‌های اجدادی ولی بر اساس اطلاعات توالی یابی بیش از چندین میلیون سال قبل از هم جداشده‌اند. ممکن است از دست دادن ژن‌های HOX برای مکانیسم توسعه تکاملی یک نتیجه باشد نه یک علت.

3. Apoptosis: is a form of programmed cell death that occurs in multicellular organisms. Biochemical events lead to characteristic cell changes (morphology) and death.

منابع:

1. Aboobaker., A and Blaxter., M. 2003. Hox gene evolution in nematodes: novelty conserved. Current opinion in genetics and development. 13: 593-598.

2. Aboobaker., A and Blaxter., M. 2003. Hox gene loss during dynamic evolution of the nematode cluster. Current biology. 13: 37-40.

3. Rux., R. D. and Wellik., M. D. 2017. Hox genes in the adult skeleton: novel functions beyond embryonic development. Developmental dynamics. 246: 310-317.

چندشکلی ظاهری چیست؟
مطالعه‌ی این ویژگی در کفشدوزک *Adalia decempunctata*

کتایون پهلوان یلی[1]، دانشجوی دکتری حشره‌شناسی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

وجود افراد مختلف با ویژگی‌های دیداری درون یک جمعیت را پلی‌مورفیسم (چندشکلی) گویند. پلی‌مورفیسم از مهم‌ترین ویژگی‌های موجودات زنده است و سبب تمایز آن‌ها نسبت به سایر افراد گونه می‌شود. در بسیاری از گروه‌های جانوری پلی‌مورفیسم سبب به وجود آمدن ویژگی‌های خاص در بین افراد یک گونه شده است. برخی از چند شکلی‌ها ممکن است برای مخفی شدن از دست شکارگرها باشد که این نمونه بیشتر در مهره‌داران و همچنین بی‌مهره‌ها دیده می‌شود. چندشکلی در رنگ همچنین می‌تواند شانس تولیدمثل جاندار را از طریق تنظیم دمای بدن در محیط‌زیست افزایش دهد.

مطالعات مربوط به پلی‌مورفیسم مهم می‌باشند زیرا دلایل محکمی از برهم‌کنش بین فاکتورهای محیطی و صفات موجودات زنده را ارائه می‌دهند. در میان مطالعات انجام شده در مورد پلی‌مورفیسم، مطالعات مربوط به کفشدوزک‌ها جایگاه برجسته و مهمی را دارا بوده و به‌طور خاص نتایج مطالعات روی پلی‌مورفیسم در رنگ و الگوی سطح پشتی سر، سپرچه و بالپوش‌ها دارای اهمیت زیادی است. جمعیت‌های با رنگ تیره (دارای ملانین فراوان در پوست) دارای برتری نسبت به جمعیت‌های روشن و فاقد رنگ تیره (ملانین کم) در مناطق سرد و مرطوب هستند. گونه‌های سیاه‌رنگ قادرند در مواقعی که نور خورشید در میان آسمان پوشیده از ابر است نفوذ کرده و سریع‌تر دمای بدن خود را افزایش دهند و درنتیجه فعالیت افزایش یافته و باعث افزایش موفقیت آن‌ها در تولیدمثل می‌شود. معمولاً درصد مورف‌های تیره‌رنگ بین جمعیت‌های محلی و با گردش فصل و یا طی یک دوره زمان طولانی تغییر می‌کند، این تغییرات فرصتی را برای پژوهش درباره علت تغییر در فراوانی مورف‌ها فراهم می‌کند. انتخاب اقلیمی و یا اختفاء برای محافظت و پنهان شدن از دید شکارگرها دلایل خوبی برای توضیح تفاوت در فراوانی مورف‌های تیره‌رنگ است. با توجه به نقش مهم این کفشدوزک در کنترل طبیعی برخی از آفات مهم و نقش مؤثر آن در مبارزه بیولوژیکی و تلفیقی آفات و بالا بودن پتانسیل تغذیه‌ای و ظرفیت تولیدمثلی آن‌ها، حفظ و حمایت از این کفشدوزک‌ها می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات بسیار مؤثر باشد.

چهار تیپ ظاهری متفاوت کفشدوزک *Adalia decempunctata* در غرب استان مازندران توسط پهلوان یلی و همکاران در سال ۹۴ جمع‌آوری و مورد شناسایی قرارگرفته‌اند. کفشدوزک *A. decempunctata* بر اساس مشخصات نقش و رنگ سطح پشتی بالپوش و تیپ‌های ظاهری به شرح زیر است:

1. katayounpahlavan@yahoo.com

الف) بالپوش قرمز، هشت نقطه سیاه

بالپوش‌ها قرمزرنگ، روی هر بالپوش چهار نقطه سیاه‌رنگ که دو جفت آن در مرکز و دو جفت دیگر در حاشیه و گوشه بالایی بالپوش قرار دارد، پرونوتوم عمدتاً سفید و دارای چهار نقطه کنار هم و یک نقطه مرکزی سیاه‌رنگ.

ب) بالپوش شیری‌رنگ، فاقد نقطه

بالپوش‌ها شیری‌رنگ و فاقد نقطه، پرونوتوم عمدتاً روشن و دارای چهار نقطه کنار هم و یک نقطه مرکزی سیاه‌رنگ.

ج) بالپوش سیاه، پنج نقطه روشن

بالپوش‌ها سیاه، روی هر بالپوش پنج عدد نقطه (لکه) روشن، اولین و دومین نقطه در گوشه بالای بالپوش سومی و چهارمی در قسمت مرکز و پنجمی متمایل به قسمت پایین بالپوش، پرونوتوم روشن و دارای چهار نقطه کنار هم و یک نقطه مرکزی سیاه‌رنگ.

د) بالپوش قهوه‌ای،پنج نقطه شیری‌رنگ

بالپوش‌ها قهوه‌ای، روی هر بالپوش پنج نقطه (لکه) شیری‌رنگ دیده، اولین و دومین نقطه در گوشه بالای بالپوش سومی و چهارمی در قسمت مرکز و پنجمی متمایل به قسمت پایین بالپوش، پرونوتوم روشن و دارای چهار نقطه کنار هم و یک نقطه مرکزی سیاه‌رنگ.

چهار فرم متفاوت گونه‌ی *A. decempunctata* که عبارت است از: بالپوش قرمز هشت نقطه‌ای سیاه، بالپوش شیری‌رنگ فاقد نقطه، بالپوش سیاه پنج نقطه‌ای روشن و بالپوش قهوه‌ای پنج نقطه‌ای شیری‌رنگ از شهرستان عباس‌آباد استان مازندران جمع‌آوری شد. در زمینه‌ی بررسی پلی‌مورفیسم *Adalia bipunctata* زارع و صالحی نیز به ترتیب در یزد و کرمان مطالعاتی را انجام دادند. فراوانی مورف‌های تیره *A. decempunctata* به دلیل پوشش گیاهی متراکم، رطوبت زیاد و نوع زاویه تابش خورشید در شمال ایران بیشتر از بخش مرکزی که دارای پوشش گیاهی پراکنده، رطوبت کم و زاویه تابش عمود می‌باشد، است.

منابع:

1. Blehman, V. A. 2007."Variability of pronotum patterns in ladybird beetle Harmonia axyridis Pallas (Coleoptera, Coccinellidae), "Ekol. Genet. 5: 25–36.

2. Zare, M., Jafari, R., Dehghan, L., Dehnavi, M. .and Javan, S. 2012. " Polymorphism of Adalia bipunctataMulsant (Col.: Coccinellidae) in center of Iran, " Global Advanced Research Journal of Microbiology 1(2): 27-32.

۳) پهلوان یلی، ک. پاشایی راد، ش. و زارع خورمیزی، م. ۹۴. بررسی چندشکلی ظاهری در کفشدوزک در غرب استان مازندران

متابولیت‌های گیاهی و مقاومت به آفات

نازنین حاتمی [1]، دانشجوی دکتری حشره‌شناسی کشاورزی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

گیاهان منبع بسیاری از مواد شیمیایی هستند که به‌عنوان ترکیب دارویی مصرف می‌شوند و فرآورده‌های حاصل از متابولیسم ثانویه گیاهی در دسته‌ی گران‌بهاترین ترکیبات شیمیایی گیاهی می‌باشند. گیاهان گروه بزرگ و متنوعی از ترکیبات آلی به نام متابولیت‌های ثانوی را تولید می‌کنند که پراکنش محدودی در سلسله‌ی گیاهان دارند و میزان آن‌ها اغلب کم (کمتر از یک درصد وزن خشک) است. این ترکیبات معمولاً دارای وزن مولکولی پایینی (کمتر از صد و پنجاه‌ویک کیلو دالتون) هستند و تاکنون بیش از صد هزار متابولیت ثانویه شناسایی‌شده‌اند و هنوز هم تعداد بیشتری در حال اضافه شدن و بررسی هستند. در جدول ۱ انواع مختلفی از متابولیت‌های گیاهی، منشأ و عملکرد زیستی آن‌ها آورده شده است. متابولیت‌های ثانویه منحصر به گونه یا حتی نژاد بوده و اغلب در طی یک دوره رشد و نموی خاص در گیاه تولید می‌شوند و دارای عملکردهای اکولوژیکی مهم در گیاهان هستند. این دسته از ترکیبات در حفاظت گیاهان مقابل گیاه خواران و عوامل بیماری‌زای میکروبی، به‌عنوان جذب گرده‌افشان‌ها و جانوران منتشرکننده‌ی بذر، رقابت گیاه با گیاه و همزیستی گیاه با میکروب نقش دارند. متابولیت‌های ثانویه به‌عنوان دارو، علف‌کش‌های زیستی، عوامل طعم‌دهنده، رنگ‌های طبیعی، سم‌ها، مواد توهم‌زا (مانند کوکائین، هروئین و مورفین) و عطرها برای استفاده در حوزه‌ی زیست‌فناوری موردتوجه قرار گرفته‌اند.

فراورده‌هایی را که از راه‌های متابولیکی حاشیه‌ای تولید می‌شوند، متابولیت ثانویه می‌نامند. تعدادی از متابولیت‌های ثانویه وظیفه حیاتی مهمی در گیاهان ایفا می‌نمایند. گرچه محصولات ثانویه گیاهی درگذشته به‌صورت ترکیبات شیمیایی تعریف می‌شدند که دارای نقش بیوشیمیایی حیاتی در ساختار و حفظ سلول گیاهی نیستند، تحقیقات اخیر نشان داده که این ترکیبات دارای نقش‌های حیاتی در اکوفیزیولوژی گیاهان هستند. علی‌رغم پیشرفت‌های حاصل در علم شیمی آلی، گیاهان هنوز هم به عنوان منابع تجاری مهم برای تهیه و تأمین ترکیبات شیمیایی و طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارای کاربردهای مهمی در صنایع مختلف می‌باشند که در ادامه توضیح داده خواهد شد.

متابولیت‌های ثانویه گستره‌ی وسیعی از ترکیبات اقتصادی نظیر استروئیدها، آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، ساپونین‌ها،اسانس‌ها، رزین‌ها و... را در برمی‌گیرند. این متابولیت‌ها کاربردهای مختلفی در صنایع گوناگون و به‌ویژه پزشکی دارند. اسانس‌ها و مواد معطر، مواد مؤثره دارویی، فرمون‌ها، حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها، هورمون‌های گیاهی و مواد آللوپاتیک) ایجادکننده‌ی انواع مقاومت‌ها و یا بازدارنده رشد و نمو (از این جمله هستند. در این میان ترکیبات دارویی و اسانس‌ها دارای اهمیت ویژه‌ای هستند.

گروه	واحد ساختمانی	منابع گیاهی	فعالیت زیستی
الکالوئیدها	استات امینواسید ترپنوئید کلسترول	گیاهان، جلبک‌ها، قارچ‌ها، باکتری‌ها	منبع نیتروژن، سمیت‌زدا، بازدارنده، آللوشیمی
ترپنوئیدها	ایزوپرن	گیاهان، قارچ‌ها، باکتری‌های روده‌ای	ضد میکروبی
فلاونوئیدها	مالونیل COA سینامیل COA فنیل‌پروپانوئید	بازدانگان، نهاندانگان، خزه‌ها، باکتریها، سرخس‌ها، جلبک‌ها	آنتی بیوتیک، رنگیزه جذب کننده نور
لیگنین	فنیل پروپانوئیدها	بازدانگان، نهاندانگان، سرخس‌ها	حفاظت ساختاری سد دفاعی
لیگنان ها	فنیل پروپانوئیدها	بازدانگان، نهاندانگان، سرخس‌ها	فیتوآلکسین، ضد قارچی، ضد میکروبی، ضد ویروسی

جدول ۱) گروه‌های مختلف متابولیت‌های ثانوی، منابع و عملکرد زیستی آن‌ها

همچنین این ترکیبات خاص در گیاهان نقش عمده‌ای در دفاع گیاهان در برابر حشرات گیاه‌خوار دارند. ترکیباتی از قبیل الکل‌ها، ترپن‌ها و ترکیبات حلقوی توسط گیاهان آزاد می‌شوند. این مواد فرار می‌توانند باعث دور کردن آفات گیاه‌خوار، اعمال

1. n.hatami@ut.ac.ir

سمیت و یا جلب پارازیتوئیدها و شکارگرها در پاسخ به خسارت‌های ناشی از تغذیه آفات باشند. از گیاهان عصاره و اسانس تهیه می‌کنند. اسانس‌های گیاهی یکی از انواع متابولیت‌های ثانویه می‌باشند که در اغلب موارد فرار بوده و گاهی معطر می‌باشند .مواد موجود در اسانس‌ها علاوه بر خواص جلب‌کنندگی دارای خواص دورکنندگی، بازدارندگی از تخم‌ریزی و حتی حشره کشی هستند. هم‌چنین اثرات سمیت اسانس‌ها بر روی باکتری‌ها، قارچ‌ها و نماتدها نیز ثابت شده است. مهم‌ترین ترکیبات سازنده اسانس‌های گیاهی، ترپنوئیدها با ساختار حلقوی یا زنجیری می‌باشند که از واحدهای ایزوپرن (C_5H_8) تشکیل‌شده‌اند و بسته به تعداد مولکول‌های ایزوپرن به چندین گروه تقسیم می‌شوند؛ مثلاً سسکوئی ترپنوئیدها که بزرگ‌ترین دسته ترپنوئیدها با ساختار متنوع هستند از سه مولکول ایزوپرن و تری‌ترپنوئیدها مانند آزادیراختین که خاصیت تنظیم‌کنندگی رشد دارد از یک مولکول ایزوپرن تشکیل‌شده‌اند.

هیدروکربن‌ها، الکل‌ها، کتون‌ها و سایر مشتقات نیز در اسانس موجود هستند. اسانس‌های گیاهی از راه تماس و تنفس بر روی حشرات و کنه‌ها تأثیر می‌گذارند. بین اسانس و عصاره‌ی گیاهی تفاوت‌هایی وجود دارد. اسانس‌ها فرار بوده و وزن مخصوصی کمتر از یک دارند و همچنین بو و مزه آن‌ها خاص است. این ترکیبات دارای گروه ترپن‌ها بوده و یا منشأ ترپنی دارند درصورتی‌که عصاره‌ی گیاهی محلولی است که حاوی کلیه مواد موجود در گیاه ازجمله اسانس ها، تانن‌ها و آلکالوئیدها است. عصاره را به کمک آب یا یک حلال آلی مانند متانول، اتانول و روغن استخراج می‌کنند؛ درحالی‌که اسانس ها را معمولاً در مسیر تقطیر با بخارآب جدا می‌کنند. عصاره گیاهی نیز از راه تماس و تنفس روی بندپایان تأثیر می‌کند.

تصور عمومی بر این است که متابولیت‌های گیاهی که دارای اثر حشره کشی هستند فقط به ضرر حشرات بوده و منجر به کاهش جمعیت آن‌ها می‌شود. تحقیقات جالبی که در سال‌های اخیر انجام‌شده نشان داده این ترکیبات خود می‌توانند به‌عنوان سلاحی کشنده توسط برخی حشرات علیه دشمنان طبیعی‌شان استفاده شود که در ادامه توضیح داده خواهد شد.

مقاومت حشرات گیاه‌خوار به متابولیت‌های گیاهی

حشرات گیاه‌خواردر جهت رشد و تولیدمثل با موانع زیادی روبرو هستند. دفاع گیاه در بسیاری از موارد منجر به سخت‌تر شدن فرایند هضم مواد غذایی در دستگاه گوارش حشره شده و درعین‌حال منجر به تداخل برخی مسیرهای فیزیولوژی در بدن حشره می‌شوند. از طرف دیگر دشمنان طبیعی حشرات نیز عامل محدودکننده‌ی جمعیت این موجودات هستند.

یکی از نظرهای جالب و قابل‌قبول در بین اکولوژیست‌ها این است که دو عامل اشاره‌شده یعنی دفاع گیاه و دشمنان طبیعی حشرات گیاه‌خوار را اصلی‌ترین عوامل غالب بودن گیاه نسبت به حشرات گیاه‌خوار می‌دانند؛ اما با نگاهی دقیق‌تر پی به این واقعیت می‌توان برد که حشرات گیاه‌خوار از همین سیستم دفاعی گیاه در جهت مبارزه با دشمنان خود استفاده کرده و در حقیقت باعث خنثی شدن اثرات مخرب این دو عمل به‌صورت هم‌زمان می‌شود.

ذخیره‌سازی ایمن یا Sequestration به فرایند تجمع اختصاصی و انتخابی توکسین‌های گیاهی توسط حشرات اطلاق می‌شود. این فرایند یک فرایند کلیدی و تعیین‌کننده در شکست یا موفقیت بقاء حشرات گیاه‌خوار در اکوسیستم‌هایی است که جمعیتی از دشمنان طبیعی حشره حضور دارند. به‌عبارت‌دیگر حشراتی که قادر به انجام این فرایند هستند، پس از تغذیه قادر خواهند بود توکسین‌های گیاهی را در بدن خود نگه داشته و علیه دشمنان طبیعی خود به‌کارگیرند. بسیاری از حشرات گیاه‌خوار نیز در طول دوره تکامل خود این توانایی را کسب‌می‌کنند.

این موجودات قادر به تحمل، انتقال و فعال کردن این توکسین‌ها علیه دشمنان طبیعی خود هستند. برخلاف استراتژی‌های سم‌زدایی (Detoxification) که در طی آن خاصیت توکسین کمتر یا به‌طورکلی دفع می‌شود و در بسیاری از موجودات ازجمله گیاه، جانور و ... دیده می‌شود، در خلال فرایند ذخیره‌سازی ایمن حشرات نیازمند ذخیره توکسین به شکل فعال خود هستند. درک صحیح این فرایند درگرو آگاهی از مسیرهای مولکولی است که در سال‌های اخیر در مورد تعدادی از حشرات شناخته شده است. به‌عنوان‌مثال پروانه *Danaus plexippus* با نام عمومی Monarch Butterfly، با

جایگزین کردن تعداد مشخصی از آمینواسیدها مانند لوسین، هسیتیدین و ... در ATPase خود منجر به کاهش حساسیت این آنزیم به توکسین گیاهی می‌شود. این ATPase وظیفه انتقال یون‌های K و Na را در طول رشته عصبی به عهده دارد که در ادامه به آن اشاره می‌شود. زمانی که حساسیت آنزیم به توکسین کم می‌شود، هیچ‌گونه اختلالی در انتقال پیام عصبی رخ نداده و فعالیت حشره کاملاً طبیعی خواهد بود. یکی دیگر از مثال‌های جالب در این زمینه، گیاهان متعلق به خانواده کلمیان Brassicaceae است. تقریباً تمام گونه‌های گیاهی متعلق به این خانواده ترکیبات توکسینی گلوکوزینالات تولید می‌کنند. بسیاری از حشراتی که از این گیاه تغذیه می‌کنند ترکیبات پروتئینی سولفات دار تولید می‌کنند که در درجه اول باعث کاهش اثرات سمی این توکسین‌ها شده اما درعین‌حال باعث حفظ ماهیت سمی این توکسین‌ها می‌شود. بنابراین حشرات در طول تاریخ تکامل به‌منظور ابقا خود توانایی جذب توکسین‌های گیاهی را کسب کرده و از آن‌ها برای دفاع در برابر سایر دشمنان طبیعی خود استفاده می‌کنند. شایان ذکر است در همه موارد حشرات قادر به ذخیره‌سازی ایمن نیستند و مواردی مشاهده شده است که تنها راه بقا حشره در اکوسیستم از بین بردن کامل اثر توکسین در بدن خود بوده است.

جنگ شیمیایی، پاسخ دفاعی و وظایف متابولیت‌های گیاهی در مقاومت به آفات

در طی دهه‌های اخیر تلاش‌های بسیار زیادی برای درک بهتر سیستم دفاعی گیاه انجام شده است. ازجمله مهم‌ترین دستاوردهای این بخش، کشف الگوهای تشخیصی مولکولی وابسته به میکروب یا (Microbe-Associated Molecular Pattern (MAMPs است. گیاهان به‌واسطه برخی از ترکیبات مولکولی که به آن‌ها افکتور گفته می‌شود، حضور ارگانیسم بیماری‌زا را تشخیص داده و به‌واسطه این تشخیص سیستم دفاعی خود را فعال می‌کنند . در حقیقت افکتورها ترکیبات تولیدشده توسط میکروارگانیزم‌ها هستند که توسط سیستم‌های ترشحی به محیط پیرامونی ترشح‌شده و در صورت تشخیص توسط گیاهان، علیه آن‌ها پاسخ‌های ایمنی ظاهر می‌شود. پس از شروع پاسخ ایمنی توسط گیاه، مجموعه‌ای از واکنش‌های بیوشیمیایی زنجیروار به‌صورت آبشاری تحریک و راه‌اندازی می‌شود. به‌عبارت دیگر بیان بسیاری از ژن‌ها دستخوش تغییر قرارگرفته که یکی از آثار آن تولید هرچه بیشتر متابولیت‌های گیاهی است. هرچند هنوز مراحل نهایی دفاع گیاه و حذف کامل پاتوژن دقیق مشخص نیست ولی به نظر می‌رسد یکی از مهم‌ترین عوامل دخیل در موفقیت گیاه و شکست پاتوژن، متابولیت‌های گیاهی هستند. به‌منظور درک هرچه بهتر این رخدادها خصوصاً در مراحل پایانی این مبارزه، مطالعات عمیق‌تری موردنیاز است

یکی از جذاب‌ترین موضوعات در بحث مقاومت به آفات، بررسی مسیرهای متابولیتی راه‌اندازی شده در طی پروسه آلودگی گیاه است. از مجموعه مطالعاتی که در حال حاضر در دسترس است این‌طور نتیجه‌گیری می‌شود که طیف بسیار گسترده‌ای از این مسیرهای بیوشیمیایی در گیاه وجود دارند که هر یک نهایتاً منجر به تولید متابولیت خاصی می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند مجموعه متابولیت‌های تولیدشده در گیاه لزوماً به تنهایی عمل‌نکرده و این مجموعه در کنار هم برای غلبه گیاه بر پاتوژن موردنیاز هستند. تحقیقات جالبی که اساس آن‌ها ایجاد موتاسیون در ژن‌های بیان‌کننده‌ی این مسیرهاست نشان داده قطع یا بلوکه شدن هر یک از این مسیرها منجر به تغییرات بزرگی درنتیجه‌ی این مبارزه می‌شود. بنابراین نه‌تنها مطالعه بر روی انواع این مسیرها موردنیاز است، بلکه هر یک از این هزاران مسیر بر روی یکدیگر اثر داشته و مجموعه این اثرهاست که منجر به موفقیت یا شکست گیاه در برابر حمله پاتوژن می‌شود.

ازاین‌رو یکی از چالش‌های بزرگ محققین شناسایی و مطالعه برهمکنش این مسیرها بر روی یکدیگر است. همان‌طور که ذکر شد یکی از روش‌ها برای شناسایی این مسیرها ایجاد موتاسیون در ژن‌ها و بررسی تغییر رفتار دفاعی گیاه است. در این روش محققین به کمک روش‌های مختلفی ازجمله PCR کمی، Real Time PCR و... ژن‌های مشکوک در پروسه تولید متابولیت‌های گیاهی را تشخیص و در گام بعد در آن جهش ایجاد می‌کنند تا محصول نهایی و عملکردی این ژن فرم عملکردی خود را از دست بدهد. به عنوان‌مثال، نقش Benzoxazinones در غلات، Glucosinolates در گیاهان متعلق به تیره Brassicales و Camalexin در گیاه مدل آرابیدوبسیس به کمک این روش شناسایی شد.

یکی دیگر از روش‌های شناسایی این مسیرها، شناسایی افکتورهایی است که بعد از ورود پاتوژن به گیاه مجدداً توسط خود پاتوژن جذب‌شده و درنهایت گیاه توانایی شناسایی

آن‌ها را ندارد. درنتیجه پاسخ دفاعی در گیاه نیز راه‌اندازی نمی‌شود. در این روش محققین می‌کوشند تا با شناسایی این افکتورها گیرنده‌های هدف آن‌ها را در گیاه شناسایی کنند. پس از تشخیص گیرنده‌ها، ژن‌های دخیل در تولید این گیرنده‌ها شناسایی می‌شود. این ژن‌ها درنهایت ممکن است توسط محققین دست ورزی شده و درجات دفاع گیاه را افزایش دهند. به‌عنوان مثال می‌توان با قرار دادن پروموتور قوی بر روی این ژن‌ها و انتقال آن به گیاه، تعداد گیرنده‌ها را افزایش داد و به‌تبع آن حساسیت گیاه در برابر دزهای بسیار ناچیز افکتورهای پاتوژن نیز افزایش‌یافته و پاسخ‌های دفاعی در گیاه زودتر و بهتر راه‌اندازی می‌شود.

یکی دیگر از روش‌های پرکاربرد در شناسایی ژن‌های دخیل در مقاومت به آفت و بیماری‌ها، روش Association Mapping است. روشی که محققین به کمک آنالیز (Quantitative Trait Loci (QTL یا جایگاه صفات کمی پی به وجود یا عدم وجود ژن مقاومت و همچنین جایگاه احتمالی ژن بر روی کروموزوم می‌برند. آنالیز QTL بسیار دشوار بوده ولی اعتبار بسیار زیادی دارد. در این روش در حقیقت Candidate Genes یا ژن‌های کاندید انتخاب می‌شود. ژن‌های کاندید ژن‌هایی هستند که به‌احتمال‌زیاد در پروسه مقاومت گیاه به آفات و بیماری‌ها دخیل هستند. Association Mapping امکان بررسی و غربال‌گری سریع جمعیت‌های بزرگ (در اینجا گیاه) را فراهم کرده و صفات مطلوب (در اینجا مقاومت به حشره) را از صفات نامطلوب (عدم مقاومت گیاه به حشره) تمیز می‌دهد.

از این روش در بررسی مقاومت گیاه به بیماری به‌خصوص قارچ‌های بیمارگر استفاده می‌شود اما کاربرد آن در مورد مقاومت به آفات بسیار دشوار است. بیشترین مطالعه در این زمینه بر روی گیاه آرابیدوپسیس و تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* و شته سبز هلو *Myzus persicae* انجام شده است. اساس این روش بررسی میزان توارث پذیری یک یا چند صفت در نسل‌های مختلف و میزان نوترکیبی این صفات بین نتایج نسل‌های آینده است. با انجام این آنالیز علاوه بر پی بردن به وجود یا عدم وجود ژن یا ژن‌های مقاومت، فاصله یا جایگاه تقریبی این ژن بر روی کروموزوم نیز مشخص می‌شود.

افزایش تولید متابولیت‌های ثانوی گیاهی با استفاده از الیسیتورهای‌زیستی

یکی از روش‌هایی که امروزه بیش از هر موضوع دیگر در زمینه بررسی متابولیت‌های گیاهی موردتوجه قرار دارد روش کشت اندام، بافت و سلول گیاهی است. محققین با استفاده از این روش سعی می‌کنند تا شواهد بیشتری در رابطه با چگونگی بیوسنتز متابولیت‌ها و نیز مکانیسم تنظیمی آن به دست آورند و با این روش‌ها توانسته‌اند تولید متابولیت‌های ثانویه با ارزش در گیاهان را افزایش دهند. روش‌های مختلفی به‌منظور افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه در کشت سلول گیاهی استفاده می‌شود که شامل استفاده از الیسیتورها، افزودن پیش سازها، بهینه‌سازی محیط کشت، کشت ریشه‌های موئین و مهندسی متابولیت است. استفاده از الیسیتورها یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای افزایش تولید متابولیت‌های ثانوی است. الیسیتورها مواد شیمیایی یا عوامل زیستی مختلفی هستند که می‌توانند تغییرات فیزیولوژیکی و تجمع فیتوآلکسین (Phytoalexin) را القا کنند. الیسیتورهای زیستی به‌طور کارآمدی برای افزایش تولید متابولیت‌های ثانوی در کشت سلول گیاهان دارویی زیادی به‌کاررفته‌اند .الیسیتورهای زیستی، ترکیباتی با منشأ زیستی یا غیر زیستی هستند که از طریق القای پاسخ‌های دفاعی باعث بیوسنتز و انباشت متابولیت‌های ثانوی می‌شوند و شامل پلی ساکاریدها، پروتئین‌ها، گلیکوپروتئین‌ها و یا قطعات دیواره سلول قارچ‌ها، گیاهان (سلولز و پکتین) و میکروارگانیسم‌ها (کیتین و گلوکان) است. این الیسیتورها ممکن است دارای ترکیب مشخص مانند کیتین و کیتوزان و یا مانند قارچ و عصاره مخمر مجموعه‌ای از ترکیبات زیستی باشند. در بین الیسیتورهای زیستی، الیسیتورهای قارچی و ترکیبات اصلی دیواره‌ی سلول بسیاری از گونه‌های قارچی مانند کیتین و کیتوزان به‌طور گسترده به‌منظور تولید متابولیت‌های ثانوی در کشت سلول گیاهان به کار می‌روند. امروزه از حشرات نیز به‌عنوان افزایش‌دهنده‌ی تولید متابولیت‌های گیاهی استفاده می‌شود. عوامل مختلفی مانند غلظت الیسیتور، سن محیط کشت، زمان افزودن الیسیتور به محیط کشت و مدت زمانی که محیط در معرض الیسیتور قرار می‌گیرد بر افزایش تولید متابولیت‌های ثانوی تأثیر می‌گذارد.

روغن‌های فرار گیاهان دارویی جایگزینی مناسب برای آفت کش‌های مصنوعی متداول در کنترل آفات

روغن‌های فرار گیاهی در گیاهان دارویی معطر وجود داشته و با ترشح آن‌ها به‌صورت ذرات بسیار ریز از غده‌های موجود بر روی اندام‌های گیاه، بوی خاصی که ویژه آن گیاه است تولید می‌شود.

تولید این مواد در گیاهان نتیجه تکامل متقابل گیاه و گیاه‌خوار است. پیدایش گیاهان و گیاه‌خواران به حدود ۵۵۱ میلیون سال پیش برمی‌گردد و از آن زمان این موجودات زنده دائماً در حال جنگ و دفاع بوده‌اند. این تکامل متقابل هنوز هم ادامه دارد و نتیجه‌ی آن تولید هزاران ماده شیمیایی مختلف در گیاهان است که تحت عنوان متابولیت‌های ثانویه گیاهی نام برده شد. روغن‌های فرار گیاهی از این نوع ترکیبات بوده و از ریشه‌ها، برگ‌ها، میوه‌ها، بذرها، پوست و گل‌های گیاهان متعددی به‌دست‌آمده و بسیاری از آن‌ها علاوه بر دارا بودن ویژگی‌های دارویی، بر روی طیف وسیعی از آفات دارای تأثیرات بیولوژیکی از قبیل خاصیت حشره‌کشی، ضد تغذیه‌ای، دورکنندگی، بازدارندگی تخم‌گذاری و بازدارندگی رشد و نمو می‌باشند. کاربرد غیراصولی و مکرر آفت‌کش‌های متداول و مشکلات بهداشتی و زیست‌محیطی منتج از آن‌ها، دانشمندان را بر آن داشته تا جستجو برای یافتن ترکیبات ایمن‌تر را به‌طورجدی دنبال کنند تا بتوانند با تولید آفت‌کش‌های طبیعی ضمن کنترل مؤثر آفات، از مشکلات مذکور بکاهند. اهمیت بخش کشاورزی در تولید و اشتغال، مصرف مقادیر قابل‌توجه آفت‌کش‌های مصنوعی خطرناک و وارداتی بودن قسمت اعظم این آفت‌کش‌ها، وجود باقی‌مانده غیرمجاز آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی، عدم تمایل مشتری‌های خارجی برای خرید این محصولات، وجود تنوع کم‌نظیر پوشش گیاهی در کشور ایران، انجام پژوهش‌های برنامه‌ریزی‌شده و منسجم در تولید آفت‌کش‌های گیاهی را ایجاب می‌نماید.

مکانیسم اثر حشره کشی متابولیت‌های گیاهی

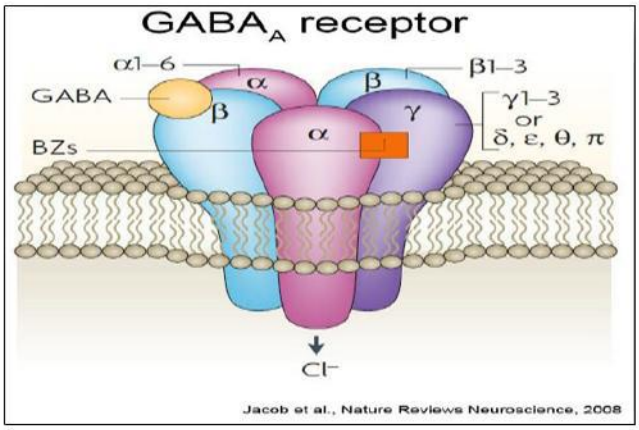
بازدارنده استیل کولین استراز

یکی از ویژگی‌های ساختاری ترپینوئیدها، اسکلت هیدروکربنی آن‌ها است که موجب آب‌گریز بودنشان می‌شود. خیلی از این ترکیبات آب‌گریز موجب غیر فعال کردن پروتئین یا آنزیم‌ها می‌شوند. یکی از این ترکیبات حساس، استیل کولین استراز است. ترکیباتی که استیل کولین استراز را مهار یا غیرفعال می‌کنند موجب تجمع استیل کولین در سیناپس محل‌های کولینرژیک می‌شوند. این عمل موجب تحریک مداوم در فیبرهای کولینرژیک در اتصالات عصبی عضلانی می‌شود. همچنین در سیستم عصبی مرکزی و محیطی نیز موجب پاسخ‌های سمیت عصبی می‌شود که منجر به فلج شدن و درنهایت مرگ می‌شود. مهار رقابتی استیل کولین استراز در چندین مونوترپن مشاهده شده است. بعضی منوترپن‌ها به‌طور مشابه برای اثرات روی استیل کولین استراز آزمایش شدند و نتایج مقایسه‌ای نشان داد که هر دو گروه اپوکسی و کتو برای مهار غیرقابل‌برگشت موردنیاز است. بااین‌حال مطالعاتی که در شرایط آزمایشگاهی انجام شده است نشان داده که هیچ‌گونه همبستگی معنی‌داری بین شروع علائم (قبل و بعد از مرگ) و مهار استیل کولین استراز وجود ندارد. به‌عبارت‌دیگر علائمی که منجر به مرگ می‌شود را نمی‌توان به مهار استیل کولین استراز نسبت داد.

حساسیت استیل کولین استراز به حشره‌کش‌ها کاملاً اثبات شده است. محققین با استفاده از استیل کولین استراز استخراج‌شده از آفت انباری *Rhizopertha dominica* نشان دادند که مهار فعالیت استیل کولین استراز فقط در غلظت‌های بالای اسانس اتفاق می‌افتد. این دزها در چنان سطح بالایی بودند که اثر سمی مشاهده شده در in vivo با ترکیبات مشابه و حتی حشرات مشابه قابل اندازه‌گیری نبود. شکست این اسانس‌ها در ایجاد یک مهارکننده آنزیم قوی نشان داد که احتمالاً استیل کولین استراز محل اثر اصلی این اسانس‌ها نیست.

اثر روی گیرنده‌های GABA

گیرنده‌های گابا از دو زیرگروه آلفا، دو زیرگروه بتا و یک زیرگروه گاما تشکیل شده است. وقتی گابا به محل اتصال خود در گیرنده گابا متصل می‌شود، باعث باز شدن کانال کلر شده و یون‌های کلر وارد سلول می‌شوند و بار داخل سلول را منفی تر می‌کنند. بدین ترتیب نیاز به ورود یون‌های سدیم بیشتری هنگام تحریک هست تا سلول بتواند به آستانه‌ی تحریک برسد. کانال‌های کلر سایت هدفی برای فعالیت آفت‌کش‌ها به‌عنوان آنتاگونیست هستند که با ثابت نگه‌داشتن ساختارهایی موجب این کار می‌شوند.



زیرواحدهای تشکیل‌دهنده‌ی گیرنده‌ی گابا

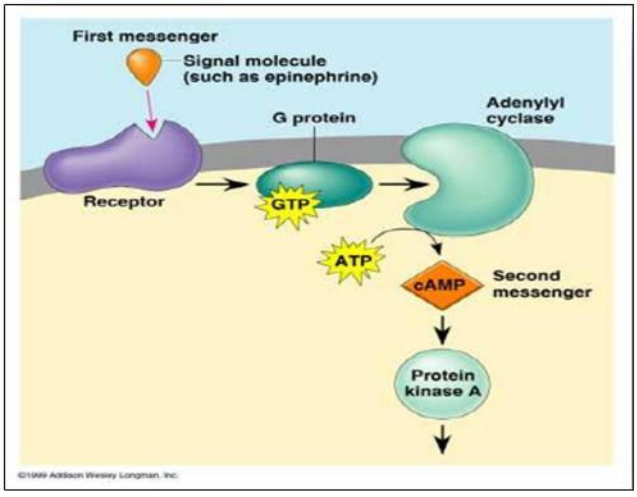
بلوکه کردن کانال‌های کلر، مهار عصبی را کاهش می‌دهد که منجر به تحریک بیش‌ازحد سیستم عصبی، تشنج و مرگ می‌شود. از مطالعات صورت گرفته چنین می‌توان نتیجه گرفت که اسانس دارای خاصیت آنتاگونیستی با GABA می‌باشد اما در این بین، مونوترپنوئید Thymol دارای اثر آگونیستی با گابا می‌باشد یعنی عمل گابا را تقلید کرده و موجب کاهش بیش‌ازحد تحریکات سلولی می‌شود. یکی از معروف‌ترین متابولیت‌های گیاهی که توسط اعضای متعلق به راسته Brassicales تولید می‌شود، Glucosinolates است. این ماده پیش ساز اولیه برای ساخت تعداد زیادی متابولیت دفاعی گیاه در برابر حشره است. زمانی که یک حشره از قسمتی از گیاه هدف تغذیه

می‌کند، فعالیت آنزیم Myrosinases با نام علمی TGGs (B ThioGlucoside Glucohydrolases) تحت تأثیر قرارگرفته و این تغییر درنهایت منجر به تولید پیش ساز اولیه Glucosinolates می‌شود. در سلول‌های آسیب‌ندیده یا سالم، ترکیب TGGs همیشه حضور دارد و در لایه‌های عمیق‌تر سلولی غلظت آن بیشتر است. تجزیه Glucosinolates منجر به تولید ترکیب Aglycone می‌شود. این ترکیب پایدار نبوده و تنها در شرایط تنش تولید می‌شود. در گام بعد این ترکیب به انواع مختلفی از ترکیبات از جمله IsoThioCyanate یا ITCs تبدیل می‌شود ITCs. یک ترکیب شیمیایی بسیار فعال است که خاصیت بالای آنتی‌بیوتیکی دارد. این ترکیب در فعالیت‌های عادی حشره اختلال ایجاد می‌کند.

اثر روی گیرنده‌های اکتوپامین

اکتوپامین در حشرات محل هدفی برای فعالیت اسانس‌ها می‌باشد. اکتوپامین به‌طور طبیعی یک آمین Biogenic چندمنظوره هست که نقش کلیدی به‌عنوان یک ناقل عصبی، تعدیل‌کننده عصبی و NeuroHormone در سیستم حشرات دارد و عملکرد فیزیولوژیکی شبیه نورواپی نفرین در مهره‌داران را دارد. اکتوپامین خود نمی‌تواند وارد سلول شود بنابراین اثر خود را روی گیرنده اکتوپامین در غشای سلول گذاشته و گیرنده فعال می‌شود و موجب حرکت G پروتئین به سمت آنزیم آدنیلات سیکلاز می‌شود و سپس این آنزیم را فعال کرده و متعاقب آن ATP را به cAMP تبدیل می‌کند cAM. نیز پروتئین کیناز را فعال می‌کند و درنهایت در نفوذپذیری یون‌های کلسیم در غشای سلول‌های ماهیچه‌ای اثر گذاشته و موجب انقباضات ماهیچه‌ای می‌گردد.

اثرات رفتاری حاد و زیر کشنده ترکیبات اسانس روی حشرات و همچنین سمیت کم در پستانداران و دیگر مهره‌داران، نشان‌دهنده سایت هدف اکتاپامینرژیک در حشرات است. سیستم اکتوپامینرژیک در حشرات نشان‌دهنده سایت هدفی زیست سازگار برای عملکرد حشره‌کش‌ها است و در گذشته مورد هدف حشره‌کش‌های مختلف مثل Formamidineها بوده است. انواع زیرگروه‌های گیرنده اکتوپامین وجود دارند که شامل OAR۲، OAR۱ و OAR۳ می‌باشند و در نوع بافت و تمرکز سلولی، تمایل به اکتوپامین و مسیر تولید پیام‌رسان ثانوی متفاوت‌اند. حقایق زیر این فرضیه که اسانس ممکن است روی سایت‌های هدف اکتوپامینرژیک اثر بگذارد را تقویت می‌نماید: ۱- پاسخ اسانس‌ها همانند ناقل عصبی اکتوپامین به‌شدت اختصاصی حشرات است ۲- توانایی تقلید اثر اکتوپامین در غلظت‌های پایین ۳- نقش بازدارندگی Phentolamine روی اسانس‌ها که یک بازدارنده‌ی اکتوپامین است. به نظر می‌رسد در آینده‌ای نه‌چندان دور با فرمولاسیون مناسب اسانس‌های گیاهی از آن‌ها به صورت تجاری علیه آفات استفاده شود. ازآنجاکه اسانس‌های گیاهی مکانیسم‌های اثر متفاوتی دارند، باید به این نکته توجه کرد که مکانیسم اثر ترکیبات اسانس باید کاملاً شناخته شود تا عمل هم را خنثی نکنند و تا جایی که ممکن است اثر هم‌افزایی در آن‌ها ایجاد کرد. به‌احتمال فراوان مکانیسم‌های عمل دیگری نیز توسط اسانس‌ها وجود دارد که هنوز شناخته نشده است که باید تحقیقات در این مورد ادامه داشته باشد.



مکانیسم اثر اکتوپامین بر روی گیرنده

منابع:

1. Heidel-Fischer, H. M. and Vogel, H. 2015. Molecular mechanisms of insect adaptation to plant secondary compounds. Current Opinion in Insect Science. 8: 8-14.

2. Mazid, M., Khan, T. and Mohammad, F. 2011. Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants. Biology and Medicine. 3(2):232-249.

3. Wink, M. 2010. Functions and Biotechnology of Plant Secondary Metabolites. second edition. Inc. New Delhi, India.

4. Karen, J. Kloth, Manus P.M. Thoen, Harro J. Bouwmeester, Maarten A. Jongsma and Marcel Dicke. 2012. Asscociation mapping of plant resistance to insects. Plant Science. 17(5).

منتشر کن یا نابود شو!
بازی در نقش ماشین چاپ مقالات

امین صادقی[1]، دانشجوی کارشناسی ارشد بیماری شناسی گیاهی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

دو خیاط به شهری وارد شدند و پادشاه را فریفتند که ما در فن خیاطی استادیم و بهترین لباس‌ها را می‌دوزیم و فقط حلال‌زاده‌ها می‌توانند آن را ببینند. پادشاه برای دوخت این لباس مقادیر هنگفت طلا و نقره اختصاص داد و خیاطان با استفاده از آن کارگاهی دایر کردند و بدون اینکه پارچه مصرف کنند، دست‌های خود را در هوا تکان می‌دادند. روزی نخست وزیر از طرف پادشاه به کارگاه فرستاده شد و از ترس اینکه مبادا دیگران بگویند حلال‌زاده نیست، لب به تحسین از هنر خیاطان گشود. مأموران عالی‌رتبه دیگر نیز به‌تدریج از کارگاه دیدن کرده و این حقیقت تلخ که لباسی در کار نیست را افشا نمی‌کردند.

بالاخره نوبت پادشاه رسید و او هم لباسی ندید اما درنهایت مقابل آیینه ایستاد و خیاطان لباس موهوم را تن پادشاه کردند و پادشاه لخت ایستاده بود. سرانجام جشن عظیمی در شهر برقرار گشت و مردم در دو سمت خیابان ایستاده و پادشاه لخت از برابر آن‌ها عبور می‌کرد و دو خدمه دنباله لباس را در دست داشتند تا به زمین مالیده نشود. مردم نیز غریو شادی سر داده و آماده شدن لباس جدید را به او تبریک می‌گفتند. ناگاه کودکی فریاد زد: این‌که لخت است. هرچه مادر بیچاره‌اش سعی کرد او را از تکرار سخنش منصرف کند نتوانست و کم‌کم باقی بچه‌ها نیز این حرف را تکرار کردند. کم‌کم جمعیت فریاد می‌زد که چرا پادشاه لخت است. این داستان، تصویری از جامعه‌ی دانشگاهی است که در آن پادشاه لخت است!

تا زمانی که یافته‌های حاصل از تحقیق منتشر نشود، فرآیند پژوهش ناقص است و عملیاتی کردن آن ملزم به نوشتن مقاله است؛ بنابراین منطقی است که لازم است اساتید و دانشجویان مرزهای علم را بشکافند و تولید علم کنند و درنتیجه تلاش‌های علمی خود را در نشریات بین‌المللی منتشر کنند. تولید علم، یک فرآیند جهانی است تا همگام نتایج تحقیقات علمی را رصد کرده و آن را موردنقد و ارزیابی قرار دهند. در محیط‌هایی که ارزش‌های عالی برای پژوهش در نظر می‌گیرند، پیام منتشر کن یا نابود شو در نیم‌قرن گذشته موردتوجه قرارگرفته است. این پیام، سؤال‌های زیادی را در ارتباط با کمیت. کیفیت مقالات تولیدی پیش روی محققان قرار داده است. در این عصر رقابتی، یکی از شاخص‌های اساسی رشد و دانش‌آفرینی، تعداد مقالات است که دانشجویان می‌کوشند تعدادی از آن‌ها را در کارنامه علمی خود داشته باشند و علاوه بر امتیازات علمی، از امتیازات مادی و اجتماعی آن نیز بهره‌مند شوند. مجموع این امتیازات باعث رقابت گسترده برای تولید مقاله شده است که در کنار محاسن آن، در جامعه دانشگاهی داخلی باعث بداخلاقی‌ها و عدم توجه به کیفیت مقالات شده است.

در این نگاره در دو بخش به بداخلاقی‌ها در این زمینه و آمار مربوط به کیفیت مقالات منتشرشده در ایران می‌پردازیم:

1. Amin.sadeghi@ut.ac.ir

اخلاق پژوهشی؛ گوهر ناب گم‌شده‌ی جامعه دانشگاهی ایران

سوء رفتار پژوهشی عبارت است از رفتار سهوی یا عمدی یک پژوهشگر که او را از چارچوب اخلاقی و علمی خارج سازد. طمع دانشگاهی برخواسته از داشتن حجم وسیع انتشارات در سوابق علمی از مهم‌ترین دلایل سوء رفتارهای پژوهشی است. این طمع ریشه در فشار ناشی از رقابت برای ارتقا رتبه علمی، بودجه‌های تحقیقاتی و تصدی شغل دارد و شعار "منتشر کن یا نابود شو" نباید با شعار "سرقت کن یا نابود شو" یکی انگاشته شود. در سال ۲۰۰۶، به‌تنهایی تقریباً ۱.۳ میلیون مقاله علمی داوری شده منتشرشده که درنهایت منجر به افزایش تعداد مجلات پژوهشی از شانزده هزار مجله در سال ۲۰۰۱ به حدود بیست‌وچهار هزار مجله در سال ۲۰۰۶ شده است. فقط چهل‌ودو درصد از مقالات منتشرشده ارجاع داده‌شده‌اند و پنج تا بیست‌وپنج درصد آن‌ها نیز خود ارجاعی هستند. به‌طورکلی، بیست درصد برگشت مقاله‌ها به دلیل خطاهای سهوی است و عمده دلیل برگشت مقالات به دلیل عدم توجه به رفتار پژوهشی صحیح است. در این بخش به معرفی انواع و اقسام مصداق‌های سوء رفتار پژوهشی در تولید مقاله خواهیم پرداخت:

فریب

در این روش، محقق نتایج گزارش جعلی یا ساختگی را گزارش می‌دهد. دریکی از معروف‌ترین رخدادها محققی فک پایینی اورانگوتانی را با استخوان انسان ترکیب کرد و مدعی کشف حلقه واسط در سیرتکاملی هومینیدها شد. این استخوان در سال ۱۹۱۲ قالب‌گیری شده بود ولی چهل سال بعد این فریب نمایان شد. در پژوهش‌های داخلی نیز این نوع بداخلاقی به‌وفور مشاهده می‌گردد اما به علت عدم توجه و دقت نظر، از چشم مخاطب پنهان می‌ماند.

برش سالامی

در این روش رایج، نویسنده یا نویسندگان برای افزایش سابقه انتشار به تکه کردن داده‌ها پرداخته و کار تحقیقاتی خود را به چند زیرمجموعه تقسیم می‌کنند و هر تکه را در مجله‌ی متفاوتی چاپ می‌کنند. این روش شاید ازنظر کمی منافعی برای نویسندگان دارد ولی از نگر اخلاق پژوهشی امری مذموم است و میزان اثربخشی یافته پژوهشی را کاهش می‌دهد. در برخی موارد نام نویسندگانی که به چنین اقدامی دست می‌زنند در لیست سیاه مجلات قرار می‌گیرد. این روش نیز روشی مرسوم بین دانشجویان و محققین داخلی است که احتمالاً با خود این‌چنین فکر می‌کنند که تا حال، اقدام هوشمندانه‌ای انجام می‌داده‌اند.

انتشار تکراری

در این روش، محقق یک پژوهش مشخص را با کلمات کلیدی متفاوت، برخی تغییرات در عناوین و ترکیب مختلفی از نویسندگان در مجلات مختلف منتشر می‌کند و از این طریق کار را برای ردیابی سرقت علمی سخت می‌کند. این روش برای افزایش سریع و یک‌باره‌ی رزومه انجام می‌گردد. در موردی دیگر، نویسندگان آثار قبلی منتشرشده خود را با افزودن داده‌های دیگر منتشر کرده و آن را به‌عنوان اثری نو انتشار می‌دهند. مطالب تکرار شده نیازی به انتشار دوباره ندارند و این کار حتی اگر توسط نویسندگان اثر صورت بگیرد، مصداق بارز نقض حقوق مالکیت‌معنوی است.

جورچین سازی

در این روش، نویسندگان قسمت‌های مختلفی از مقالات مختلف را در کنار هم قرار داده و بدون رعایت قوانین مربوط به این بخش، اقدام به انتشار آن به نام خود می‌کنند. در دنیای نشر این عمل سرقت ادبی نامیده می‌شود. زمانی که عین کلمات و گفته‌های فردی بیان می‌گردد باید از نمادهای ادبی مثل پاورقی، پرانتز یا سایر نمادها استفاده گردد.

داده سازی

در این روش، نویسندگان بدون انجام کار مشخص و عملی اقدام به داده سازی کرده و آن را در قالب پژوهش علمی منتشر می‌کنند. این روش در اکثر موارد باعث مصرف انرژی و تکرار روش‌ها شده و درنهایت صرف هزینه‌های مالی هنگفت برای تصحیح یافته‌های قبلی توسط محققان جدید را موجب می‌شود.

استاد مصلحتی

در این روش، اغلب اساتید راهنما یا افراد شاخص موجود در محل انجام پروژه، بدون انجام هیچ فعالیت علمی با اختصاص برخی کمک‌های کوچک یا وعده افزایش شانس انتشار در مجلات معتبر، نام خود را وارد مقاله می‌کند. در بسیاری موارد مخاطب شاهد انتشار ده‌ها مقاله از سوی این اساتید در سال بوده و مشخص می‌کند این فرد در ایده سازی، انجام فرآیندهای تحقیق، نگارش مقاله و انتشار نقشی نداشته است. برخی مجلات به‌تازگی در قوانین انتشار خود با ذکر این نکته که هر نویسنده

باید قسمت مشخصی از تحقیق را به‌صورت مستقل انجام داده باشد، این حق را به دیگر نویسندگان داده‌اند تا از این نوع استثمار، رهایی یابند.

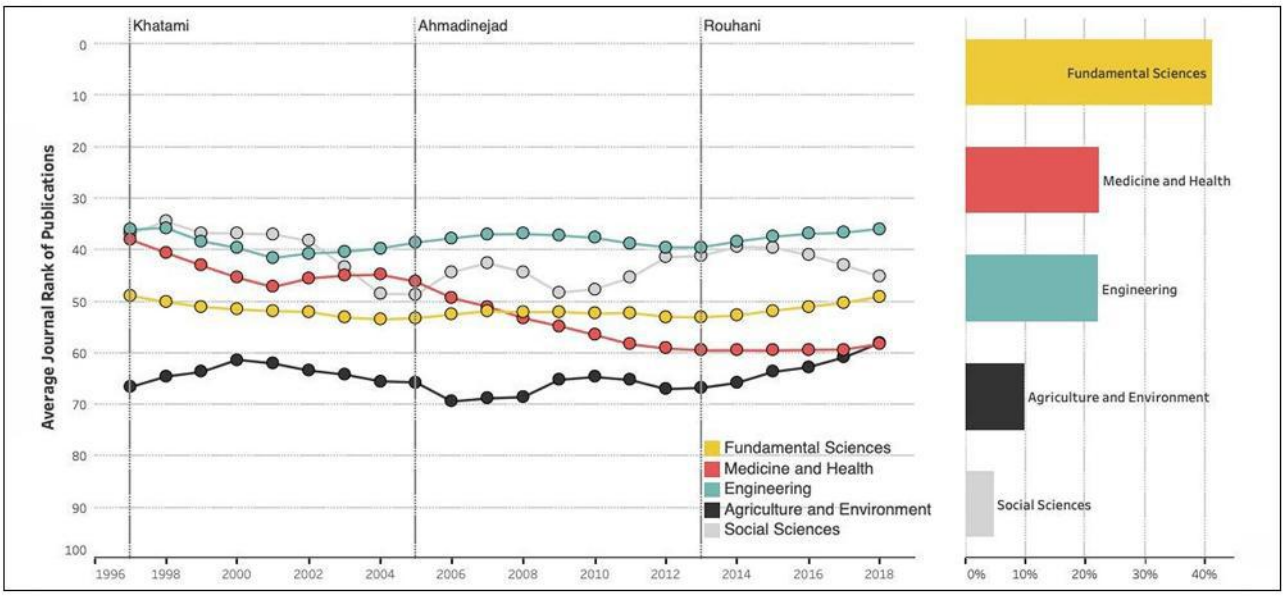
انواع سوء رفتارهای دیگر نیز وجود دارند که در مطالب فوق الذکر به شایع‌ترین آن‌ها پرداخته شد. با شناخت این مفاهیم، حالا نگاهی به کیفیت مقالات منتشرشده داخلی کرده تا بفهمیم آیا باید برای افزایش تعداد مقالات منتشرشده از سوی دانشجویان و محققان ایرانی خوشحال باشیم؟

خروجی مقالات ایران؛ کمیت، کیفیت، فساد

پروژه "ایران ۲۰۴۰ استنفورد " با همکاری تعدادی محقق برجسته ایرانی در دانشگاه استنفورد، ۴۵۰ هزار مقاله محققان ایرانی که طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۸ در اسکوپوس نمایه شده‌اند را همراه با اطلاعات کامل آن‌ها بررسی کرده‌اند. در این بخش به انتشاریافته‌های حاصل از این گزارش پرداخته می‌شود.

بر اساس این گزارش، شمار مقالات ایرانی از هزار مقاله در سال ۱۹۹۷ به بیش از پنجاه‌هزار مقاله در سال ۲۰۱۸ رسیده که سهم ۲.۶ درصدی از تولید علم سالانه جهانی را برای ایران نشان می‌دهد. در این بخش کشاورزی و محیط‌زیست سهم ده درصدی از کل انتشارات علمی ایران دارد. علوم پایه با چهل و یک درصد، علوم پزشکی و بهداشت با بیست‌وسه درصد و مهندسی با بیست‌ودو درصد صدرنشین این فهرست هستند. در زمینه استنادات، بیست درصد مقالات ایران با همکاری محققان خارجی منتشر می‌گردد و این مقالات به‌صورت متوسط دو برابر بیشتر از مقالاتی که با همکاری مؤسسات داخلی تهیه‌شده‌اند، مورد استناد قرارگرفته‌اند.

سهم همکاری‌های بین‌المللی نیز به‌جز بازه سال‌های ۲۰۱۲ الی ۲۰۱۸ همواره کاهشی بوده و دلیل افزایش همکاری در این سال‌ها نیز حضور دانشجویان و محققان ایرانی در دانشگاه‌های خارجی بوده است. ایالات‌متحده با بیست هزار و کانادا و انگلستان با ده هزار مقاله به‌صورت همکاری با محققین ایرانی در صدر فهرست همکاری‌ها با محققان ایرانی هستند. موج مهاجرت جوانان ایرانی، بهبود شرایط در همکاری‌های بین‌المللی طی سالیان اخیر را سبب شده‌اند. این مقالات هفده درصد کل مقالات تولیدی ایران هستند اما بیست‌وپنج درصد استنادات را دارا هستند.



Trends in quality of papers published by Iranian researchers by field of study based on the normalized ranks of journals (left panel) and the distribution of papers published by Iranian scholars between 1997 and 2018 among different fields (right panel). A total of 437,000 papers were published over this period.

بررسی‌های جمعیتی ایران نشان می‌دهد شمار دانشجویان تحصیلات تکمیلی در دو دهه گذشته ده برابر شده است که رشد تولیدات علمی را نیز موجب می‌شود اما در مقابل تعداد اعضای هیئت‌علمی دانشگاه‌های ایران متناسب با رشد تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی افزایش نیافته که همین مورد به کیفیت آموزش و تحقیق در ایران ضربه زده است. دانشگاه‌ها به سبب سرمایه‌گذاری بزرگ در حوزه آموزش عالی، به‌جای هدایت این ظرفیت عظیم بر انتشار مقالات متمرکزشده و تولیدات علمی را در راستای توسعه و پیشرفت پیش نمی‌برند. برداشت اشتباه و فانتزی از پیشرفت علم موجب شده دستاوردهای علمی سهم بسیار کمی در بهبود رفاه مردم ایران داشته باشند و حباب انتشار مقاله به نام مدرنیته و توسعه شکل بگیرد. ایرانی‌ها طی دو دهه گذشته به بیست و یکمین کشور جهان در تولید علم تبدیل شده‌اند و میزان انتشار سالانه مقالات در ایران رشد پنجاه برابری داشته درحالی‌که روند جهانی حاکی از افزایش سه برابری انتشار مقالات به‌صورت سالیانه است.

Statistical summary of scientific publications by Iranian researchers between ۱۹۹۷ and ۲۰۱۸.

Papers Published by Iranian Researchers	Papers		Citations	
	Number (k)	Share (%)	Total (k)	Per Paper
All papers	٤٣٧	١٠٠	٤,٤٠٠	١٠,١
Authors exclusively from Iran	٣٥٠	٨٠	٣,١٥٠	٩,٠
With at least one international author	٨٧	٢٠	١,٢٥٠	١٤,٣
International corresponding author	٢٨	٦,٥	٥٥٠	١٩,٣
Iranian (diaspora)	١٤	٣,٣	٢٥٣	١٧,٥
Non-Iranian	١٤	٣,٢	٢٩٦	٢١,١
Published in journals hosted in Iran	٥٣	١٢,٢	١٩٧	٣,٧

سهم دانشگاه‌های ایران در انتشار مقالات نیز بر اساس بیشترین میزان بهره‌وری از اعضای هیئت‌علمی نشان می‌دهد ازلحاظ کمی دانشگاه تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران و دانشگاه آزاد اسلامی (کل واحدها) بیشترین تعداد مقالات را در بازه موردمطالعه داشتند ولی ازنظر تعداد مقاله به ازای هر عضو هیئت‌علمی (بهره‌وری)، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی، دانشگاه صنعتی شریف و دانشگاه صنعتی امیرکبیر بالاترین میزان بهره‌وری را در انتشار مقالات به ازای تعداد اعضای هیئت‌علمی دارند.

نتایج این گزارش نشان می‌دهد نرخ تخلفات و بی‌اخلاقی‌های پژوهشی در مقالات محققان ایرانی بالاست و از هر ده هزار مقاله محققان ایرانی۱۳.۳ مقاله رتراکت شده است. این مقالات اغلب مربوط به مقالات پراکنده بوده و مقالات وابسته به مراکز علمی معتبر آمار کمتری را به خود اختصاص داده‌اند. سهم خود استنادی نیز از پنجاه درصد در سال ۱۹۹۷ به چهل درصد در سال ۲۰۱۵ کاهش‌یافته است.

Number of published papers, faculty members, productivity per faculty, and retraction rate by research institute

Research Institute	Total Papers 1997-2018	Publications in 2018	Faculty	Paper per Faculty (2018)	Retraction per 10,000 Papers
University of Tehran	48330	5062	2345	2.2	19
Tehran University of Medical Sciences	43742	4943	1518	3.3	10
Islamic Azad University (all branches)	38791	4699	39819	0.1	29
Sharif University of Technology	25974	2065	458	4.5	7
Amirkabir University of Technology	25940	2397	546	4.4	5
Tarbiat Modares University	24968	2524	724	3.5	8
Shahid Beheshti University of Med. Sci.	20008	3096	1266	2.5	10
Iran University of Science and Technology	19409	1867	475	3.9	21
Shiraz University	16612	1684	672	2.5	8
Isfahan University of Technology	15881	1724	482	3.6	7
Ferdowsi University of Mashhad	15507	1860	820	2.3	10
Shahid Beheshti University	14502	1556	800	2.0	8
University of Tabriz	14101	1738	743	2.3	10
Shiraz University of Medical Sciences	12638	1567	742	2.1	6
Isfahan University of Medical Sciences	12013	1380	668	2.1	14
K. N. Toosi University of Technology	10865	1018	324	3.1	12
Mashhad University of Medical Sciences	10546	1647	760	2.2	14
Tabriz University of Medical Sciences	10440	1577	716	2.2	17
Iran University of Medical Sciences	10379	1908	742	2.6	17
University of Isfahan	9476	1040	694	1.5	9
Payame Noor University	9470	1138	3647	0.3	8
The University of Guilan	7691	954	585	1.6	2
Shahid Bahonar University of Kerman	7472	822	645	1.3	14
Inst. for Studies in Theor. Phys. & Math.	7062	694	94	7.4	2
Razi University	6586	738	445	1.7	12
Urmia University	6124	820	482	1.7	39
Bu Ali Sina University	6099	613	428	1.4	4
Ahvaz Jundishapur Uni.of Med. Sci.	5462	851	592	1.4	0
University of Mazandaran	5276	523	352	1.5	2
University of Kashan	5239	711	301	2.4	11
Baqiyatallah University of Medical Sciences	5209	671	301	2.2	61
Shahid Chamran University of Ahvaz	5089	581	579	1.0	11
Semnan University	4847	721	330	2.2	10
Kharazmi University	4846	479	487	1.0	0
Yazd University	4782	665	498	1.3	5
Mazandaran University of Medical Sciences	4608	581	330	1.8	2
Kerman University of Medical Sciences	4393	638	384	1.7	0

نکته قابل‌تأمل در خروجی تولید علم ایران، سهم نیم درصدی مقالات در مجلات برتر است که نشان از سطح کیفی مقالات تولیدی دارد. تأکید بر انتشار مقاله، استخدام اعضای هیئت‌علمی با این معیار، تأکید سیاست‌گذاران کلان بر این موضوع و عدم نگاه انتقادی در این موضوع، وضعیتی را موجب شده تا اعضای هیئت‌علمی و دانشجویان تبدیل به ماشین چاپ مقاله شوند و اعضا و فعالان دانشگاهی ایران در چرخه‌ای باطل تحقیقات خود را ازنظر مواد و محتویات تحقیقاتی غیرقابل‌اعتماد کنند.

منابع:

1. ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3999612
2. https://iraniansstudies.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj6191/f/publications/the_scientific_output_of_iran-quantity_quality_corruption.pdf

اولین دوره آموزشی مدیران کنترل کیفیت محصولات کشاورزی

امید اتقیا[1]، دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

اولین دوره‌ی آموزشی "تربیت مدیران کنترل کیفی محصولات کشاورزی" ویژه مسئولین و کارشناسان کلینیک‌های گیاه‌پزشکی، کارشناسان آزمایشگاه‌های خاک و آب و فارغ‌التحصیلان کشاورزی به تاریخ چهار الی شش اسفندماه سال ۱۳۹۷ در محل مجتمع آموزش عالی امام خمینی کرج برگزار شد.

پیرو ابلاغیه وزیر جهاد کشاورزی همراه با دستورالعمل "صدور، تجدید، تعلیق، رفع تعلیق و ابطال پروانه کاربرد نشان حد مجاز آلاینده‌ها در محصولات کشاورزی" و شیوه‌نامه اجرایی آن، اولین دوره تربیت مدیران کنترل کیفیت محصولات کشاورزی برابر این دستورالعمل برگزار شد. هدف از برگزاری این دوره آموزشی سه‌روزه به‌منظور احراز صلاحیت فنی در حوزه کشاورزی جهت معرفی به سازمان ملی استاندارد برای دریافت پروانه مدیریت کنترل کیفی محصولات کشاورزی بوده است. برگزاری این دوره توسط دفتر محیط‌زیست و سلامت غذا و با همکاری موسسه ترویج و آموزش کشاورزی، مرکز آموزش عالی امام خمینی و سازمان‌های جهاد کشاورزی استان تهران و البرز در کرج صورت گرفت.

در ابتدای جلسه خانم دکتر فریده عظیمی، رئیس گروه محیط زیست و سلامت غذای سازمان جهاد کشاورزی استان تهران، به تشریح اهمیت دوره مدیریت کنترل کیفی پرداختند. در ادامه جلسه مهندس محمدحسین کریمی، رئیس گروه محصولات گواهی‌شده و ارگانیک، در سخنان خود اشاره کردند:

جهت تولید محصول سالم و گواهی‌شده (با رعایت استانداردهای آفت‌کش‌ها، نیترات، فلزات سنگین و زهرابه‌های قارچی)، متقاضی (کشاورز) پس از تائید جهاد کشاورزی شهرستان خود، ملزم خواهد شد یکی از مدیران کنترل کیفی استان خود را از سایت مربوطه انتخاب نماید. لیست مدیران کنترل کیفی هر استان در سایت اعلام خواهد شد. مدیر کنترل کیفی شخص حقیقی است که فارغ‌التحصیل کشاورزی بوده (به‌جز رشته‌های صنایع غذایی، شیلات و علوم دام) و به کشاورز کمک می‌نماید تا به صدور گواهی سلامت برسد. هر مدیر کنترل کیفی می‌تواند نظارت پنجاه هکتار زمین یا ده هکتار گلخانه یا سالن پرورش قارچ خوراکی را در استان خود بر عهده داشته باشد. مدیر کنترل کیفیت، استانی بوده و گواهی مدیریت کنترل کیفیت دو سال اعتبار دارد. تمدید گواهی نیازمند به شرکت مجدد در دوره آموزشی و قبولی در آزمون خواهد بود. مدیر کنترل کیفی می‌تواند تولیدکننده نیز باشد. همچنین گواهی صادرشده برای محصول سه سال اعتبار دارد. در این سیستم شرکت بازرسی نیز وجود خواهد داشت که آنالیز محصول و بررسی استانداردهای مذکور را انجام خواهد داد. درنهایت محصول کد پیگیری (QR Code) خواهد داشت که مصرف‌کننده را از شناسنامه تولیدی و نهاده‌هایی که جهت تولید آن محصول استفاده‌شده، مطلع خواهد کرد.

دکتر محمدرضا مهرور، دکتر صداقت حسینی، دکتر مجید بصیرت، دکتر محمدمهدی طهرانی، دکتر حسین صفاری، دکتر حامد فاطمیان، دکتر حسن حاجی نجاری و دکتر صمدی پور، مدرسین اولین دوره آموزشی "تربیت مدیران کنترل کیفی محصولات کشاورزی" بودند. جناب آقای امید اتقیا نیز به‌عنوان نماینده کلینیک گیاه‌پزشکی دانشگاه تهران در این دوره آموزشی شرکت نمودند و توانستند در آزمون برگزارشده پذیرفته شوند.

1. omidatghia@ut.ac.ir

تازه‌های پژوهش در دنیای گیاه‌پزشکی

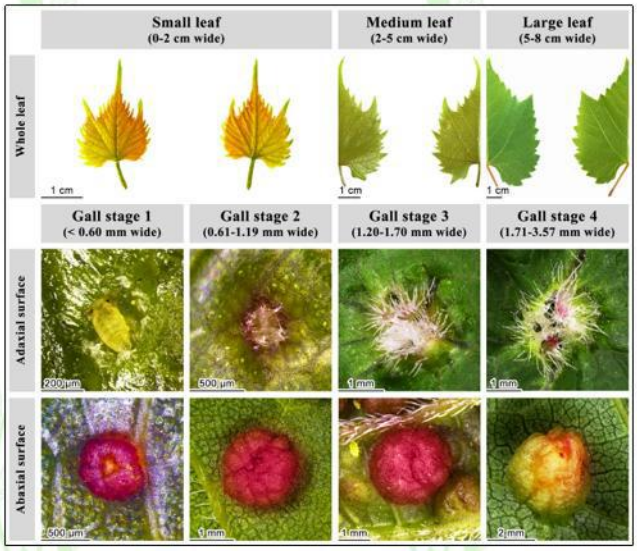
مینا حجازی، دانشجوی دکتری حشره‌شناسی کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (Mina.hejazi1@ut.ac.ir)
فرشته کرمی، دانشجوی کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (Fereshteh.karami@ut.ac.ir)

ژن‌های باروری گیاه در خدمت حشرات

گروهی از دانشمندان دانشگاه Toledo، جزئیات جدیدی از ارتباط نزدیک‌بین حشرات و گیاهان در فرآیند تولید گال کشف کردند و دریچه‌ی تازه‌ای را در حفاظت درختان مو از یک آفت مهم کشاورزی در سراسر جهان گشودند. شته فیلوکسرای مو (*Daktulosphaira vitifoliae*) باعث به وجود آمدن گال بر روی ریشه و سطح زیرین برگ‌های انگور می‌شود. گال یک اندام گیاهی کوچک است که می‌تواند شبیه زگیل، گل یا میوه باشد و یک مکان محافظت‌شده را برای تغذیه و تکثیر حشرات فراهم می‌کند. گال‌ها با ایجاد اختلال در جذب ترکیبات موردنیاز گیاه و نیز مسیر فتوسنتزی، به درخت انگور آسیب می‌رسانند و تولید محصول آن را کاهش می‌دهند. شته فیلوکسرای مو با تخم‌گذاری، ژن‌های مسئول تولیدمثل گیاه را در جهت ایجاد گال هدایت می‌کند. بسیاری از گال‌ها مشابه گل یا میوه‌های گیاه هستند که گفته می‌شود عناصر توسعه تولیدمثل ممکن است در این فرایند درگیر باشند.

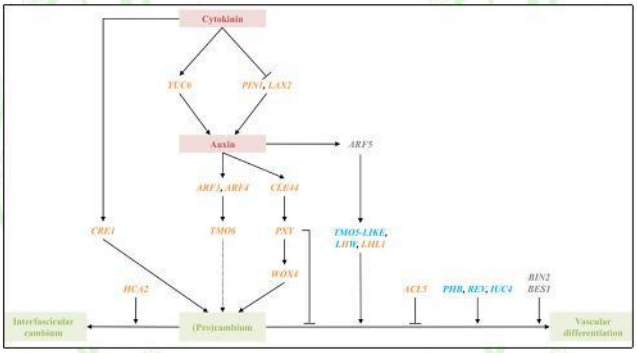
محققین در این تحقیق معتقد بودند هنگام ایجاد گال روی برگ، ژن‌های مسئول تولید گل نیز روی برگ حضور دارند که نباید فعال شوند، اما این حشره با ایجاد تغییراتی، سیگنال‌های خود را وارد می‌کند تا نتیجه‌ای شبیه گل حاصل شود. آن‌ها می‌گفتند چارلز داروین این ایده را در سال ۱۸۶۷ بیان نموده بود و او درجه‌ی خاصی از شباهت را بین ساختار درونی گال و داخل میوه‌ی هلو توصیف کرده بود.

این فرضیه با استفاده از توالی RNA برای اندازه‌گیری پاسخ‌های رونویسی از برگ‌های انگور وحشی (*Vitis vipania*) و شته فیلوکسرای مو مورد آزمایش قرار گرفت. اگر توسعه‌ی ساختارهای تولیدمثلی بخشی از تشکیل گال است پس انتظار می‌رود که بیان ژن‌های درگیر در تولید گل و یا میوه در برگ‌هایی که گال دارند در مقایسه با برگ‌های بدون گال به‌طور قابل‌توجهی افزایش یابد. محققان در این تحقیق نشان دادند که ژن‌های درگیر در تولیدمثل در زمان تشکیل گال و حتی بعدازآن به‌طور قابل توجهی در مقایسه با حالت طبیعی افزایش پیداکرده‌اند.



مراحل گال و مرحله‌ی رشدی برگی که این گال‌ها روی آن ایجادشده‌اند

الگوهای بیان ژن نشان می‌دهد که شته فیلوکسرا با به‌کارگیری کامبیوم آوندی، بافت مریستمی را به سمت توسعه‌ی برگ و تشکیل برچه ها (اندام مادگی گل) هدایت می‌کند. به نظر می‌رسد که ژن‌های تولیدکننده گال فیلوکسرا به لحاظ فنوتیپی و رونویسی کاملاً شبیه به برچه گیاه است. به‌این‌علت که اساس ژنتیکی این گال‌ها با استفاده از مکانیسم خود میزبان است.



دیاگرام فعال شدن مسیر کامبیوم درگیر در رشد گال

منابع:

Schultz, c. J., Edger, P. P., Body, J. A. M., Appel, M. H. 2019. A galling insect activates plant reproductive programs during gall development. Scientific Reports. 9:1833.

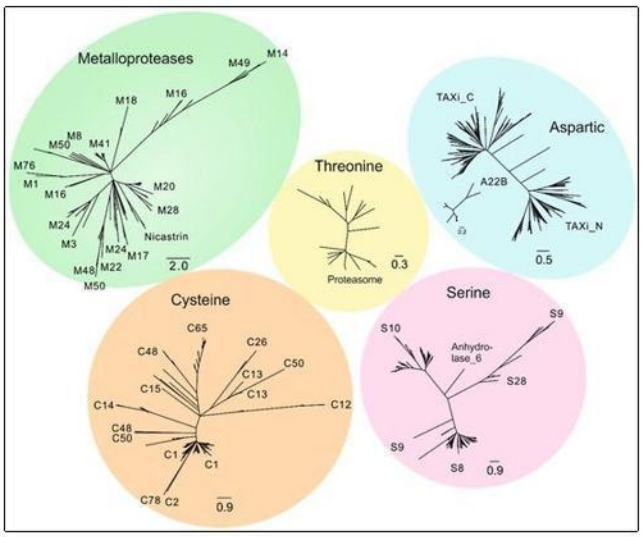
همکاری آنزیم‌های گیاه گندم در مبارزه با قارچ‌های بیمارگر

مقاومت گیاه به بیمارگرها تا حد زیادی توسط مجموعه‌ای از آنزیم‌های کد شده در DNA که در مرگ سلول-های آلوده و جلوگیری از گسترش عفونت دخیل هستند، تعیین می‌شود. علی‌رغم اهمیت گندم، واکنش این گیاه به بیمارگرها به‌طورکلی بدون تمرکز بر پروتئین‌های خاصی توصیف می‌شود. پیچیدگی این مطالعه به این واقعیت اشاره دارد که گندم همانند بسیاری از گیاهان پلی‌پلوئیدی است. به این معنی که هرکدام از سلول‌ها دارای چند مجموعه از کروموزوم‌ها هستند.

گندم در معرض بیمارگرهای مختلف ازجمله باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، نماتدها و حشرات است. بعضی از آن‌ها بر روی سلول‌های گیاهی اثرگذار هستند و رشد آن‌ها را کاهش می‌دهند (Biotrophic Pathogens) و برخی دیگر منجر به مرگ سلولی گیاه می‌شوند (Necrotrophic Pathogens).

در این مطالعه، دانشمندان از دو بیمارگر استفاده کردند ۱) بیمارگر بیوتروفیک (*Puccinia recandita*) که عامل زنگ گندم است و بیمارگر نکروتروفیک (*Stangospora nodorum*) که باعث آسیب به برگ‌ها، قسمت‌های انتهایی گیاه و دانه می‌شود.

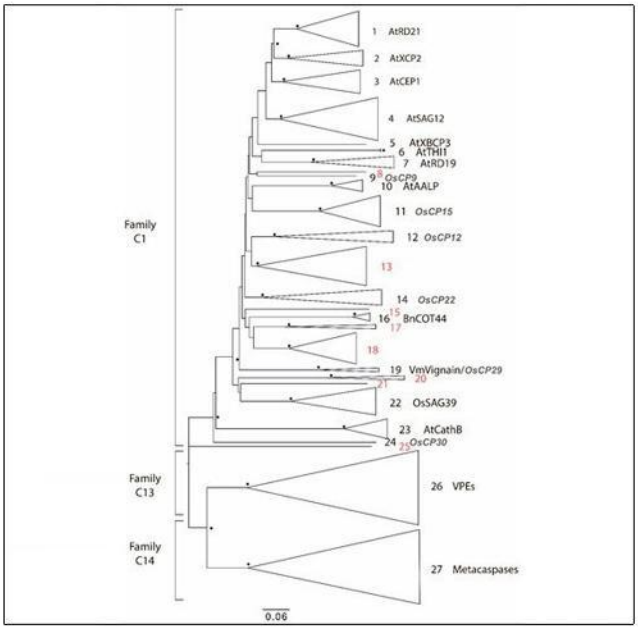
درمجموع ۱۵۴۴ آنزیم که متعلق به پنج نوع کاتالیزور پروتئین‌ها هستند شامل؛ سرین، سیستئین، آسپارتیک، ترونین و متالوپروتئاز را پیدا کردند.



آن‌ها مشخص کردند که نسبت پروتئازها در ارقام مختلف گیاه کمتر از حد انتظار هست (حدود ۶۰٪ در مقابل ۷۹/۳٪)، با این‌حال تفاوت چهل‌درصدی تقریباً به‌طور مساوی بین چندین پروتئاز تقسیم می‌شود که نشان می‌دهد این آنزیم‌ها احتمالاً جایگزین یکدیگر می‌شوند.

مطالعه پروتئازها به پیش‌بینی مکان‌های خاصی در ساختار آن‌ها کمک می‌کند. روند هیدرولیز در چندین منطقه ممکن است در طول آبشارهای پروتئولیتیک فعال شود. در این تحقیق مشخص شد که فعال‌سازی پروتئازهای موجود در گیاهان آلوده شامل آنزیم‌هایی با فعالیت‌های مشابه مانند Caspase و Metacaspase نیست. اگرچه قبلاً تصور می‌شد که چنین پروتئین‌هایی فعال‌سازی آبشار پروتئولیتیک را آغاز می‌کند که منجر به مرگ سلولی گیاه می‌شود. درنتیجه ممکن است برخی از پروتئازهای منحصربه فرد در واکنش زودهنگام به عفونت ناشی از هر دو پاتوژن‌های نکروتروف و بیوتروف درگیر باشند.

دانشمندان پروتئین‌های هومولوگ (مشابه‌ترین پروتئین‌ها) را برای آنزیم‌های چند گروه توصیف کرده و موقعیت مشخص این آنزیم‌ها را در یک درخت فیلوژنتیکی (نشان‌دادن فاصله تکاملی بین پروتئین‌ها) رسم کرده‌اند.



به‌عنوان‌مثال دانشمندان به این نتیجه رسیده‌اند که پروتئازهای آسپارتات به انواع مختلفی از پروتئین‌ها تعلق دارند و به‌اندازه‌ای متفاوت هستند که ممکن است به هم وابسته نباشند اما تشابه عملکردی مستقلی را به دست آورده‌اند.

منابع:

Balakireva, V. A., Deviatkin, A. A., Zgoda, G. V. et al. Metacaspase-like Activities are dispensable for activation of proteases involved in early response to biotic stress in Triticum aestivum. International journal of Molecular sciences. 19(12).

تأثیر قارچ‌ها بر کلونیزاسیون گیاهان جهان

همزیستی گیاهان و قارچ‌ها تأثیر زیادی بر گسترش جهانی گونه‌های گیاهی دارد و حتی در بعضی موارد مانند یک فیلتر عمل می‌کند. این مطالعه توسط گروه بین‌المللی محققان، با مشارکت دانشگاه گوتینگن انجام‌شده است و نتیجه‌ی آن در ژورنال Nature Ecology and Evolution به چاپ رسیده است. در کلونیزاسیون جزایر توسط گونه‌های گیاهی تنها فاکتورهای مهم اندازه، انزوا و توسعه نیستند بلکه تعامل بین گونه‌ها (گیاهان و قارچ‌های میکوریزا) نیز مهم است. این دو ارگانیسم از طریق سیستم ریشه‌ای گیاهی مواد غذایی را با هم تبادل کرده و در این عمل قارچ‌ها با دریافت کربوهیدرات از گیاه و گیاه با دریافت مواد تغذیه‌ای که قارچ از خاک جذب کرده است به تبادل می‌پردازند. برای اولین بار داده‌های جدید در مورد توزیع گونه‌های گیاهی در سراسر جهان در هزار و یک جزیره و مناطق اصلی، امکان بررسی تأثیر این تعامل را در مقیاس جهانی داد.

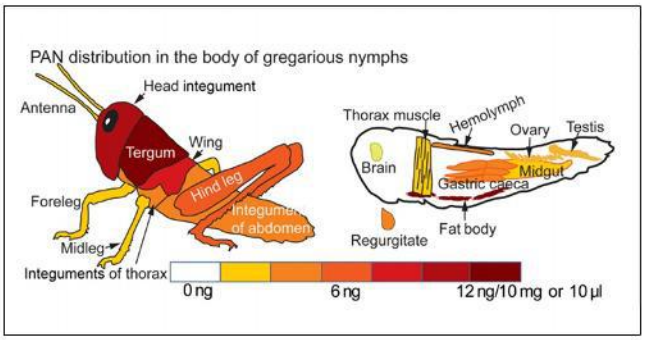
نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد تعامل گیاه-میکوریزا به‌طور طبیعی در جزایر کمتر دیده می‌شود زیرا این دو ارگانیسم به یکدیگر متکی هستند بدین معنی که دوری و فاصله جزایر مانعی برای کلونیزاسیون آن‌ها است. فقدان این رابطه همزیستی ممکن است به‌عنوان یک ترمز در گسترش گیاهان عمل کند. این دلیلی برای معرفی گونه‌های گیاهی توسط انسان نیست زیرا قارچ‌ها و گیاهان اغلب با هم معرفی می‌شوند. نسبت تعامل گونه‌های گیاهی با میکوریزاها نیز از قطب‌ها تا استوا افزایش می‌یابد. یکی از برجسته‌ترین الگوهای بیوگرافی (افزایش تعداد گونه‌ها از قطب به مناطق گرمسیری) با این نوع همزیستی در ارتباط است. محققین در این تحقیق بیان کردند ارتباط همزیستی گیاهان با قارچ‌های میکوریز یک محرک ناظر بر الگوی زیست‌زمین‌شناختی جهانی است. این امر نتایج مهمی برای درک ما از ژئوبیوگرافی حال حاضر جزایر و اهمیت ارتباطات پیچیده بین ارگانیسم‌های مختلف برای شناخت الگوهای جهانی تنوع و حفظ تنوع زیستی به انسان می‌دهد. فقدان همزیست مقابل می‌تواند اکوسیستم‌ها را مختل کند و آن‌ها را بیشتر در معرض تهاجم بیولوژیکی قرار دهد.

منابع:

Delavaux, S. C., Weigelt, P., Dawson, W. et al. Mycorrhizal fungi influence global plant biogeography. Ecology and Evolution. DOI: 10.1038/s41559-019-0823-4.

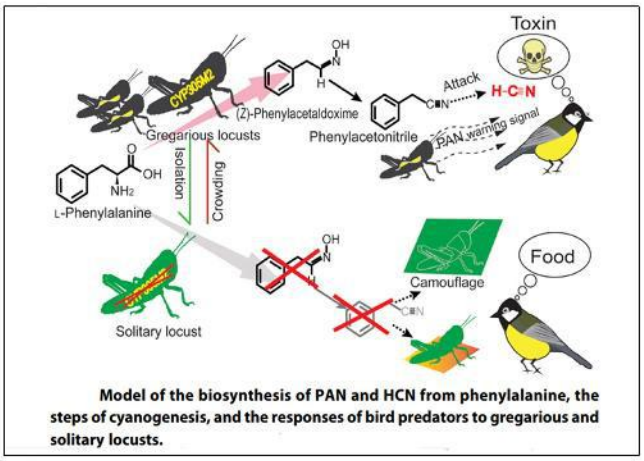
شناسایی مکانیسم دفاعی سمی ملخ مهاجر *Locusta migratoria* علیه شکارگر

بسیاری از موجودات تجمع‌کننده از علائم Aposematic برای ابلاغ سمی بودن خود به شکارگرانشان استفاده می‌کنند؛ اما رابطه بین این علائم هشدار و سم در آن‌ها چندان شناخته‌شده نبوده است. در این مطالعه محققین نشان دادند PAN (Phenylacetonitrile) به‌عنوان یک سیگنال بویایی Aposematic در ملخ‌های مهاجر عمل می‌کند و همچنین پیش ماده‌ی ساخت هایپرتوکسیک هیدروژن سیانید (HCN) برای محافظت آن‌ها در برابر شکارگران است. بر اساس همین ویژگی این ملخ یک حشره‌ی Cyanogenic محسوب می‌شود، پدیده‌ی سمی کردن خود یا Cyanogenesis به دلیل اینکه HCN یک سم سریع الاثر و طیف وسیع است، یک مکانیسم دفاعی بسیار قوی در گیاهان و بندپایان دیگر برای محافظت و بقا محسوب می‌شود. بیوسنتز PAN از فنیل‌آلانین توسط CYP۳۰۵M۲ که یک ژن جدیدی است که آنزیم سیتوکروم P۴۵۰ را در ملخ مهاجر کد می‌کند، صورت می‌گیرد. زمانی که ملخ‌ها موردحمله‌ی پرندگان قرار می‌گیرد، PAN به HCN تبدیل می‌گردد که باعث مسمومیت غذایی در پرندگان می‌شود. PAN نه مختص جنس (نر یا ماده) است و نه نقش فرومون تجمعی را در این ملخ‌ها دارد. انتشار این ترکیب وابسته به تراکم بوده به‌طوری‌که بیشترین سطح این ترکیب را در بیشترین تراکم ملخ می‌توان مشاهده کرد. PAN تقریباً در همه بافت‌ها اندام‌ها و مایعات بدن موجود است و به مقدار قابل‌توجهی در پوست سر، ترگوم و پای عقب نسبت به سایر ارگان‌های خارجی ذخیره می‌شود. در داخل بدن نیز اجسام چربی و روده کور سطح بالاتری از این ترکیب را در قیاس با سایر اندام‌های داخلی نشان می‌دهند.



نکته جالب‌توجه این است که PAOx- (Z) به‌عنوان پیش ماده‌ی ساخت PAN ترکیبی است که تنها در ملخ‌های مهاجر یافت می‌شود و همچنین PAN به‌عنوان یک Olfactory Aposematic Signal برای پرندگان شکارگر عمل می‌کند چراکه رنگ بدن و ترکیب رایحه‌ی بدن در فاز مهاجر و انفرادی با هم تفاوت دارد و در آزمایش صورت گرفته با یک پرنده‌ی رایج شکارگر حشرات *Parus major* مشاهده شد این حشره چه در تاریکی و چه در روشنایی تنها از ملخ‌های انفرادی تغذیه می‌کند.

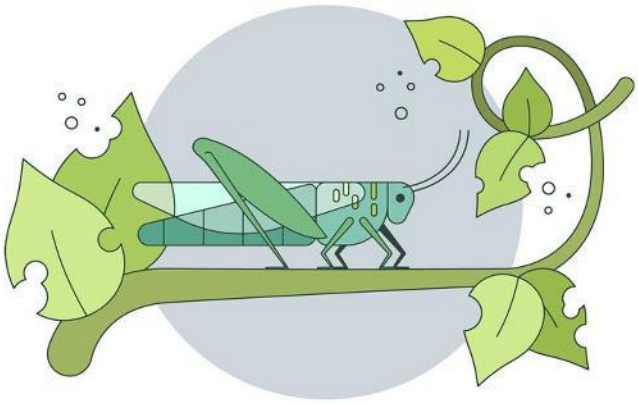
پس در ملخ مهاجر مسیرهای بیوسنتز PAN و HCN در یک مکانیسم دفاعی ضدشکارشدن به همراه تولید سیگنال Aposematic مشارکت می‌کنند. فعال شدن ژن حیاتی CYP در مسیر متابولیک فنیل آلانین در ملخ‌های مهاجر یک مکانیسم مهم در زندگی و مهاجرت این ملخ و موفقیتشان در حضور گروهی در محیط است.



Model of the biosynthesis of PAN and HCN from phenylalanine, the steps of cyanogenesis, and the responses of bird predators to gregarious and solitary locusts.

منابع:

Wei, J. Shao, W. Cao, M. et al. 2019. Phenylacetonitrile in locusts facilitates an antipredator defense by acting as an olfactory aposematic signal and cyanide precursor. Science Advances. 5, eaav5495.



تازه‌های چندرسانه‌ای

شما علاقه‌مندان می‌توانید با استفاده از لینک و کد قرار داده‌شده در این صفحه، اخبار را از طریق تلفن همراه خود با دیدن کلیپ دنبال نمایید.

گل مصنوعی برای تولیدمثل گیاه

محققین گل‌های مصنوعی تولید کرده‌اند که با جذب حشرات گرده افشان به‌خصوص زنبورعسل موجب گرده-افشانی گیاهان می‌شود.

https://www.aparat.com/v/QK52e

همکاری گیاهان و باکتری‌ها

کودهای زیستی که شامل باکتری‌های مفید برای گیاهان هستند، جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی می‌باشند. ارتباط پیچیده بین باکتری‌ها و گیاهان نظر محققین را به خود جلب کرده است.

https://www.aparat.com/v/j1PxU

اخبار انجمن علمی- دانشجویی گیاه‌پزشکی

فرشته کرمی[1]، دانشجوی کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

برگزاری کارگاه آموزشی نحوه نگارش مقالات انگلیسی بر اساس ISI در تاریخ ۹۷/۱۰/۱۹

این کارگاه با حضور دکتر آرش جوانمرد (عضو هیئت‌علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز) و با همکاری انجمن علمی-دانشجویی گروه گیاه‌پزشکی و علوم دامی، به‌منظور آشنایی با نگارش مقالات انگلیسی بر اساس اصول ISI ویژه دانشجویان تحصیلات تکمیلی تمام رشته‌های پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران برگزار شد.

در این کارگاه که به مدت شش ساعت به طول انجامید، دانشجویان ضمن یادگیری نحوه نگارش و ساختار مقالات، با سایت‌ها و نشریات بین‌المللی معتبر و همچنین نحوه‌ی ایجاد ارتباط با پژوهشگران بین‌المللی آشنا شدند. درنهایت نیز گواهی معتبر شرکت در کارگاه به شرکت‌کنندگان تقدیم گردید. دانشجویان با تکمیل فرم نظرخواهی ارزیابی خود را از این کارگاه به‌طور متوسط، بسیار خوب بیان کردند.

انتشار شماره نخست نشریه "گیاه‌پزشک" در تاریخ ۹۷/۱۲/۱۰

شماره نخست از دوره جدید نشریه علمی- دانشجویی "گیاه‌پزشک"، حاصل تلاش جمعی اعضای انجمن علمی و دانشجویان گروه گیاه‌پزشکی بعد از هفت سال وقفه در زمستان ۹۷ منتشر شد. بازتاب انتشار این نسخه در سایت معاونت فرهنگی و اجتماعی دانشگاه تهران پوشش داده شد. این نسخه با استقبال اکثر دانشجویان تحصیلات‌تکمیلی، اعضای هیئت علمی گروه گیاه‌پزشکی و دانشجویان گیاه‌پزشکی سایر دانشگاه‌ها همراه بود.

برگزاری بازدید از مزرعه رؤیایی سبز سلیم در تاریخ ۹۷/۱۲/۱۸

این بازدید به درخواست انجمن علمی دانشجویی گیاه‌پزشکی و با همکاری جناب آقای دکتر جوان نیکخواه مدیر گروه گیاه‌پزشکی با حضور دانشجویان گروه گیاه‌پزشکی و جمعی از دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته‌های باغبانی و زراعت برگزار شد.

مزرعه رؤیایی سبز سلیم تولیدکننده انواع سبزی، صیفی به صورت هیدروپونیک با کیفیت عالی است. در این بازدید دانشجویان با نحوه کشت محصولات گلخانه‌ای در زیر

1. Fereshteh.karami@ut.ac.ir

تونل، سالن‌های گلخانه‌ای و فضای باز و همچنین آفات و بیماری‌های معمول در گیاهان سبزی و صیفی، اتاقک جوانه‌زنی و دستگاه بذر ریزی آشنا گردیدند.

مشارکت در برگزاری دومین دوره مسابقه سخنرانی‌های ترویجی در دانشگاه تهران در تاریخ ۱۹ الی ۹۷/۱۲/۲۱

دومین دوره مسابقه سخنرانی‌های ترویجی با موضوع آزاد (UT_TED) به همت انجمن‌های علمی-دانشجویی دانشگاه تهران از جمله انجمن علمی-دانشجویی گیاه‌پزشکی با حضور امین صادقی به‌عنوان عضو هیئت‌داوران و فرشته کرمی به‌عنوان عضو اجرایی در باشگاه دانشجویان دانشگاه تهران برگزار شد.

در این دوره استقبال دانشجویان و دانش‌آموختگان بیش از هفده دانشگاه و مرکز پژوهشی از داخل و خارج کشور ازجمله دانشگاه‌های امیرکبیر، شریف، تهران، شهید بهشتی، شفیلد انگلستان، علوم پزشکی تبریز و...باعث پرهیجان شدن این رقابت‌ها شده بود. همچنین سخنرانی‌های ترویجی جذاب و محیط پویای ارائه‌ها در بیان سؤالات و نظرات بین حاضران و سخنران‌ها، موجب استقبال و باز تاب بسیار خوب از این سخنرانی‌ها گردید. از میان پنجاه‌وهفت چکیده اثر ارسالی، درنهایت بیست‌وسه اثر مجوز ارائه سخنرانی یافتند و درنهایت سه نفر به‌عنوان سخنران برگزیده و دو نفر به‌عنوان سخنران شایسته تقدیر معرفی گردیدند و با اهدای جوایز نقدی، لوح و تندیس مسابقه از آن‌ها تقدیر به عمل آمد.

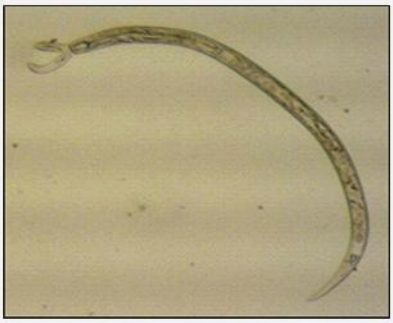
برگزاری کارگاه آموزشی آنالیز اطلاعات مولکولی با استفاده از نرم‌افزارهای (MrBays۳.۲ و Beast۲.۰)

این کارگاه به همت انجمن علمی- دانشجویی شیلات، گیاه‌پزشکی و محیط‌زیست برگزار شد. ازجمله اهداف این کارگاه؛ آشنایی با مفاهیم کاربردی ردیف خوانی و آشنایی با نرم‌افزارهای مرتبط و انتخاب نرم‌افزار مناسب و انتخاب بهترین مدل تکاملی، ایجاد درخت فیلوژنی با استفاده از نرم‌افزارهای MrBays۳.۲ و Beast۲.۰، جمع‌بندی و تفسیر درخت یا درختان فیلوژنی حاصله، تفسیر نتایج حاصل از DNA Sequencing، روش‌های ردیف خوانی، ردیف خوانی بخش‌های ترجمه نشده DNA و نحوه ثبت توالی‌های جدید در بانک‌های اطلاعاتی بود که با تدریس جناب آقای دکتر حمیدرضا غنوی دانشجوی دکتری دانشگاه لوند سوئد برگزار شد.

عکاسی از زاویه دوربین گیاه‌پزشک

تخم کرم گلوگاه انار در تاج انار، پارازیت شده توسط زنبور تریکوگراما
ارسالی: کبری فتوحی

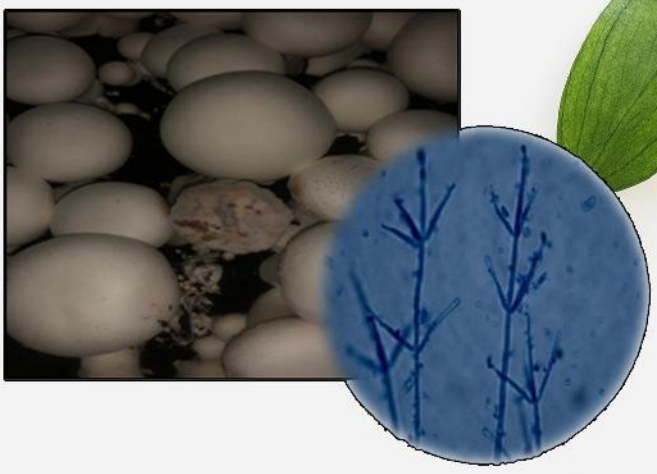
حمله‌ی کنه‌ی Laelapidae به یک گونه مورچه
ارسالی: وحیده مجیدی فر



شکار لحظه‌ها! حمله نماتد شکارگر به نماتدی دیگر
ارسالی: بهروز گلحسن

کنه‌ی Erythraeidae ساکن دزفول
ارسالی: افروز بوکان

بهار آمد...
ارسالی: الهه بابازاده



Lecanicillium fungicola عامل بیمارگر قارچ دکمه‌ای
ارسالی: کوثر شیرازی

علائم زنگ پنیرک در پشت برگ ختمی و تصویر میکروسکوپی از عامل آن
ارسالی: فرشته کرمی

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی

سومین فراخوان ارسال مطلب

نشریه علمی-دانشجویی گیاه‌پزشک

انجمن علمی گروه گیاه‌پزشکی از دانشجویان علاقه‌مند به همکاری با «نشریه گیاه‌پزشک» دعوت می‌نماید مطالب خود را برای فصلنامه بهار به آدرس الکترونیکی انجمن ارسال نمایند.

همراه با بخش ویژه عکاسی از زاویه دوربین گیاه‌پزشک

مطالب می‌تواند (در دوگرایش بیماری و حشره‌شناسی) شامل:

-مقالات علمی و کاربردی در حوزه گیاه‌پزشکی

-نگاه تحلیلی یا منتقدانه بر حوزه‌ای خاص در گیاه‌پزشکی

-خلاقیت‌ها و نوآوری‌های روز دنیا در گیاه‌پزشکی

و مطالب آزاد مرتبط با رشته گیاه‌پزشکی باشد.

مهلت ارسال: تا ۲۰ اردیبهشت ۹۸

آدرس پست الکترونیکی:

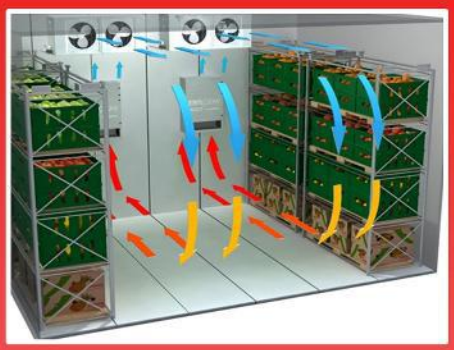
Plantprotection.ut1@gmail.com

گیاه‌پزشک

دانش میوه

خاورمیانه

پیشروترین در فناوری های پس از برداشت



زمینه فعالیت:

- اجرای کامل پروژه های سردخانه کنترل اتمسفر، سورتینگ و بسته بندی میوه
- تامین کلیه مواد و ادوات جهت افزایش ماندگاری میوه و سبزی:
  - واکس های پوشاننده میوه
  - سیستم های جذب اتیلن
  - بسته بندی های اتمسفر کنترل شده (MAP)
  - ضد عفونی سالنهای میوه
  - تیمار 1mcp (Smart Fresh)
  - رطوبت سازهای اولتراسونیک
- راه اندازی خطوط تبدیل ضایعات محصولات کشاورزی
- طراحی و نصب خطوط شستشو، واکسینگ، درجه بندی و بسته بندی میوه و سبزیجات
- احداث انبارهای هوشمند برای نگهداری مرکبات و سیب زمینی
- احداث اتاقهای رنگ آوری موز
- تحقیق و توسعه در زمینه های نانو-بیوتکنولوژی، هوشمندسازی و فیزیولوژی پس از برداشت میوه و سبزی
- احداث آزمایشگاههای کنترل کیفی مواد غذایی

www.fruitsci.com
info@fruitsci.com
t.me/fruitscience

نشانی : تهران، بلوار آفریقا، تقاطع ظفر، برج پم، طبقه ۸، واحد ۶

تلفن : ۸۸۸۸۴۹۴۵-۰۲۱ / فکس : ۸۸۶۷۴۲۷۳-۰۲۱