

فصلنامه علمی دانشجویی

سال اول / شماره دوم / زمستان ۱۳۹۸

انجمن علمی گیاه پزشکی

دانشگاه شیراز

گیاه پادی



گال طوقه، این بار روی رزهای وارداتی

مصاحبه خواندنی گیاه پادی با پروفسور آیتین گرارت،
استاد سابق جانورشناسی دانشگاه گنت بلژیک

**The level of research
in Nematology is
really high in Iran**

- رهایش مهارشده سموم زیستی و متابولیسم های خاص در قارچ ها
- تولیدمثل جنسی و شلیک اسپورها در المیست ها
- باکتری تهدیدکننده کشاورزی ایران
- کتاب های گیاه پزشکی در فهرست برگزیدگان کتاب سال





مجمع خیران خنجر پرو فارسی

جایزه علمی و بورس تحصیلی پروفیسور کریمت اله ایزدپناه در زمینه پدارشناسی گیاهی

۱۳۹۸-۱۳۹۹

Prof. Keramatollah Izadpanah Scientific Award and Scholarship

In the Field of Plant Pathology

2019-2020



برای کسب اطلاعات بیشتر
و ثبت نام، تا تاریخ

۳۱ خرداد ماه ۹۹

به سایت مجمع خیران نخبه
پرو فارسی مراجعه نمایید:

shiraz-feca.ir

دبیرخانه

شیراز- بلوار شهید چمران-

ابتدای بلوار شاهد- باغ مهر

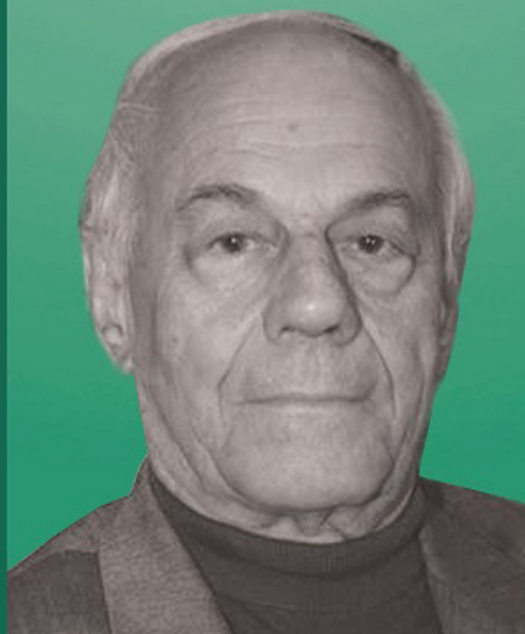
جوان

۰۷۱-۳۶۲۴۲۹۱۸

۰۹۳۰۵۲۸۸۵۱۶

shiraz.feca@gmail.com

این جایزه به دانش آموختگان و دانشجویان برگزیده دکتری و کارشناسی ارشد از دانشگاه های سراسر کشور که در زمینه بیماری شناسی گیاهی دارای پژوهش های کاربردی موثر یا انتشارات علمی معتبر در سطح ملی یا بین المللی باشند، اهدا خواهد شد. بورس تحصیلی نیز به تعدادی از دانشجویان برتر کارشناسی ارشد و دکتری بیماری شناسی گیاهی با نظر هیئت داوران اهداء می شود.



پروفیسور کریمت اله ایزدپناه

استاد و پژوهشگر برجسته دانشگاه شیراز، استاد نمونه کشوری، برگزیده مقام نخست شانزدهمین جشنواره خوارزمی، اولین استاد ممتاز دانشگاه شیراز، برگزیده جایزه علامه طباطبائی بنیاد ملی نخبگان، عضو پیوسته فرهنگستان علوم ایران، عضو پیوسته آکادمی علوم جهان (TWAS)، سردبیر مجله بیماری های گیاهی، بنیان گذار و مدیر مرکز تحقیقات ویروس شناسی گیاهی، دریافت کننده فلوئید های فولبرایت آمریکا و آلکساندر هومبولدت آلمان، عضویت و ریاست انجمن بیماری شناسی گیاهی ایران، عضویت در انجمن های علمی بین المللی

American Phytopathological Society (APS), International Organization of Citrus Virologists (IOCV), International Council for the Study of Virus and Virus-like Diseases of Grapevine (ICVG), شناسایی و توصیف چندین ویروس برای اولین بار در سطح جهانی، راهنمایی ۲۵ رساله دکتری و نزدیک ۱۰۰ پایان نامه کارشناسی ارشد، انتشار صدها عنوان مقاله، کتاب و فصل کتاب در سطح ملی و بین المللی

فصلنامه علمی دانشجویی گیاهپادی

صاحب امتیاز: انجمن علمی گیاهپزشکی دانشگاه شیراز

مدیر مسئول: زهرا شمس‌پور نهزمی (دانشجوی کارشناسی گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)

سر دبیر: زهرا شمس‌پور نهزمی (دانشجوی کارشناسی گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)

شماره مجوز: ۶۳۰ / ک ن ش (مورخ ۶ / ۹ / ۱۳۹۸)

هیئت تحریریه: دکتر سیدمحسن تقوی (استاد بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)

دکتر رضا مستوفی‌زاده قلمفرسا (استاد بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)

دکتر مریم آل‌عصفور (دانشیار بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)

دکتر رضا قادری (استادیار بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)

فاطمه سلمانی‌نژاد (دانشجوی دکترای بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه شیراز)

زینب بلیلی (دانشجوی دکترای بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه شیراز)

حمزه مفاخری (دانشجوی دکترای بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه شیراز)

یاسر بی‌نیاز (دانشجوی دکترای بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه شیراز)

بهناز توکلیان (دانشجوی کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه شیراز)

پری‌ناز اسمعیل‌زاده مطلق شیرازی‌نژاد (دانشجوی کارشناسی بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)

زهرا شمس‌پور نهزمی (دانشجوی کارشناسی بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)

اساتید مشاور: دکتر کرامت‌اله ایزدپناه (استاد بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)

دکتر محمدعلی اکرمی (استاد بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)

هیئت داوران: دکتر ضیاءالدین بنی‌هاشمی (استاد بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)

دکتر فائزه باقری (استادیار بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)

دکتر مریم میرطالبی (استادیار بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)

استاد مشاور علمی: دکتر رضا قادری

ویراستاران: فاطمه سلمانی‌نژاد

دکتر رضا قادری

طراح و صفحه‌آرا: مهرداد رضایی

ارتباط با نشریه: پست الکترونیک: giahpadi@gmail.com

آدرس پستی: شیراز، کیلومتر ۱۵ جاده شیراز-اصفهان، دانشکده کشاورزی، بخش گیاهپزشکی

کدپستی: ۷۱۴۴۱۶۵۱۸۶

شماره تماس: ۰۷۱۳۶۱۳۸۱۴۲

آدرس فضای مجازی: <https://giahpadi.persianblog.ir>



۵		آغازی دیگر
۶		شیوه‌نامه ارسال مطالب برای نشریه گیاه‌پادی

مقاله‌های علمی-تخصصی

۱۰		تکامل متابولیسم‌های خاص در قارچ‌ها فاطمه سلمانی‌نژاد و رضا مستوفی‌زاده قلمفرسا
----	-------	---

اکولوژی، زیست‌شناسی و مدیریت *Xylella fastidiosa*

۱۴		به عنوان تهدیدی برای کشاورزی در دنیا صادق زارعی و سید محسن تقوی
----	-------	--

۲۱		اساس ژنتیکی تولیدمثل جنسی در گونه‌های فیتوفتورا زینب حق و رضا مستوفی‌زاده قلمفرسا
----	-------	--

۲۷		رهایش مهارشده‌ی سموم زیستی قارچی بهناز توکلیان و رضا مستوفی‌زاده قلمفرسا
----	-------	---

گیاه‌پزشکی به قلم گیاه‌پزشکان

۳۲		مصاحبه با پروفسور آیتین گرات، استاد سابق جانورشناسی دانشگاه گنت بلژیک فاطمه سلمانی‌نژاد و رضا قادری
----	-------	--

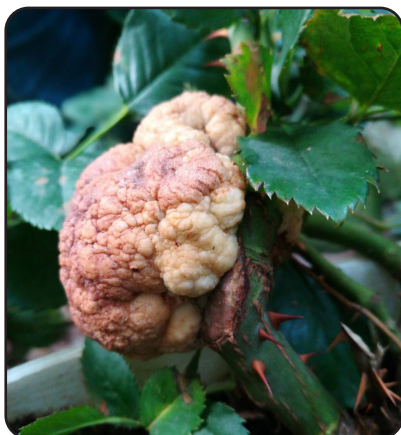
۳۹		معرفی کتاب: نمادهای انگل گیاهی ایران رضا قادری
----	-------	---

۴۰		معرفی کتاب: اندازه‌گیری باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی (مبانی و روش‌ها) خلیل طالبی جهرمی
----	-------	--

۴۱		گزارش مراسم معارفه جناب آقای دکتر سیدمحسن تقوی به عنوان رییس دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز فاطمه‌الهی
----	-------	---

گیاه‌پزشکی از نگاه گیاه‌پزشکان

۴۴		عکس و کلیپ‌های منتخب
----	-------	----------------------



شرح عکس روی جلد

ایجاد گال طوقه توسط باکتری *Agrobacterium tumefaciens*
بر روی قلمه‌های وارداتی رز.

حمزه مفاخری
دانشجوی دکتری بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز



آغازی دیگر

از شماره اول نشریه گیاهپادی که با یاری خدا راهی نو را آغاز کردیم، تا این شماره دوم که اکنون آماده انتشار است فاصله کوتاهی را پیموده‌ایم به اندازه کمتر از سه ماه و مسیر درازی را پشت سر گذاشته‌ایم به اندازه یادگیری تجربه‌هایی گرانبها. درس‌های تلخ و شیرین این مسیر را به ذهنمان سپرده‌ایم و آنها را به کار بسته‌ایم تا در این شماره و شماره‌های بعدی بهتر و بهتر از پیش باشیم. آدم‌های خوب و نازنین در این راه به کمک‌مان آمده‌اند و باور داریم که روز به روز با کمک آنها و دوستان جدیدتر، اتفاق‌های بزرگ‌تری را رقم خواهیم زد.

در شماره دوم همانند شماره اول، چهار مقاله علمی-تخصصی انتشار یافته که جدیدترین مطالب را درباره موضوع مورد بحث خود ارائه داده‌اند. در این شماره تلاش نموده‌ایم تا در اطلاع‌رسانی رویدادهای مهم گیاهپزشکی سهیم باشیم و همچنین دریچه نگاه‌مان را به گیاهپزشکی ارتقا دهیم. مصاحبه‌ای خواندنی با یکی از بزرگ‌ترین تاکسونومیست‌های دنیا در زمینه نماتدشناسی انجام داده‌ایم که قطعاً برای گیاهپزشکان و به ویژه نماتدشناسان سودمند و جذاب خواهد بود. مصاحبه به زبان اصلی (انگلیسی) منتشر گردید با این دیدگاه که مفهوم و هویت صحبت‌های پروفیسور گرارت دچار خدشه نشود و از طرف دیگر تلنگری باشد برای دانشجویان رشته گیاهپزشکی که به فکر تقویت هر چه بیشتر مهارت‌های زبان انگلیسی خود باشند.

این شماره را با تمام وجود به علاقه‌مندان گیاهپزشکی تقدیم می‌کنیم و در انتظار رهنمودها و مساعدت‌های اساتید، دانشجویان و سایر علاقه‌مندان در راستای بهتر شدن نشریه هستیم...

زهرا شمسی‌پور نهزمی
سردبیر و مدیر مسئول نشریه گیاهپادی

فراخوان ارسال مطالب برای نشریه گیاهپادی

نشریه انجمن علمی بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز

گیاهپادی یک نشریه چندرسانه‌ای (multimedia) است که آماده دریافت مطالب مرتبط با گیاهپزشکی به صورت مقاله علمی-تخصصی، عکس، فایل صوتی، کلیپ تصویری، انیمیشن و گزارش است. هدف اصلی نشریه، اطلاع‌رسانی و انتشار دانش روز در زمینه گیاهپزشکی و همچنین زیرشاخه‌ها و علوم وابسته به آن شامل بیماری‌شناسی گیاهی، حشره‌شناسی، علف‌های هرز، زیست‌فناوری، باغبانی، زراعت و علوم خاک است. این نشریه به صورت فصلنامه (چهار شماره در سال) و به شیوه الکترونیکی-چاپی زیر نظر مدیریت امور علمی دانشجویان دانشگاه شیراز انتشار می‌یابد.

۱-۲- نگارش مقاله

مقاله باید به صورت فایل word تهیه و ارسال شود. در تمامی مقاله‌ها باید قلم متن فارسی B Nazanin و متن انگلیسی Times New Roman به ترتیب با اندازه ۱۲ و ۱۰ به صورت Justify باشد. همچنین عنوان مقاله با قلم B Nazanin و اندازه ۱۸ (تیره) و سرعنوان‌ها در متن با اندازه ۱۴ (تیره) تدوین شوند. نام نویسندگان باید به صورت کامل با فونت B Nazanin و اندازه ۱۲ و تیره نوشته شود. جلوی نام نویسندگان شماره گذاشته شود و بر اساس شماره‌ها، در زیر اسامی نویسندگان، وابستگی سازمانی آنها (affiliation) نوشته شود. مرتبه یا وضعیت تحصیلی نویسندگان (استاد، دانشیار، استادیار، دانشجوی دکتری و ...) مشخص گردد. همچنین جلوی نام نویسنده مسئول علامت ستاره (*) گذاشته شود و نشانی ایمیل ایشان پس از وابستگی سازمانی نوشته شود. وابستگی سازمانی و ایمیل با قلم B Nazanin و Times New Roman به ترتیب با اندازه ۱۲ و ۱۰ و به صورت ایتالیک آورده شود.

مقاله باید در صفحه A4 (ابعاد ۲۹/۷ × ۲۱ سانتی‌متر) با حاشیه ۲/۵ سانتی‌متر و فاصله خطوط ۱/۵ سانتی‌متر تنظیم گردد. هر عنوان به اندازه یک خط از بند (پاراگراف) قبلی فاصله داشته باشد. همچنین کلیه صفحات (پایین صفحه، وسطا، شکل‌ها و جدول‌ها باید دارای شماره باشند. تمامی واژه‌های به کار برده شده در نشریه باید طبق ترجمه واژه‌نامه مصوب فرهنگستان علوم (جلد دوم، بیماری‌شناسی گیاهی؛ جلد یازدهم، حشره‌شناسی کشاورزی) تدوین شده باشند.

۱- مقاله علمی-تخصصی

نشریه گیاهپادی مقاله‌های علمی-پژوهشی، علمی-ترویجی و علمی-مروری مرتبط با تمامی جنبه‌های گیاهپزشکی را پس از طی فرآیند داوری، پذیرش و منتشر می‌نماید. مقاله‌های ارسالی نباید قبلاً در هیچ نشریه‌ای چاپ شده باشند و یا به طور هم‌زمان برای نشریه‌ای دیگر ارسال شده باشند.

۱-۱- ساختار مقاله

- تمامی مقاله‌های علمی-پژوهشی باید شامل موارد زیر باشند:
- ✓ چکیده (شامل ۱۰۰ الی ۲۵۰ کلمه به فارسی، در صورت تمایل به انگلیسی)
- ✓ واژه‌های کلیدی (شامل ۵ الی ۷ واژه کلیدی مرتبط با مقاله)
- ✓ مقدمه
- ✓ مواد و روش‌ها (شامل شرح کلی آزمایش‌های انجام شده)
- ✓ نتایج
- ✓ بحث (گاهی می‌توان آن را با نتایج ادغام نمود)
- ✓ منابع (با سبک APA که در ذیل توضیح داده شده است).

تمامی مقاله‌های علمی-مروری و علمی-ترویجی باید شامل موارد زیر باشند:

- ✓ چکیده (شامل ۱۰۰ الی ۲۵۰ کلمه به فارسی، در صورت تمایل به انگلیسی)
- ✓ واژه‌های کلیدی (شامل ۵ الی ۷ واژه کلیدی مرتبط با مقاله)
- ✓ مقدمه
- ✓ عناوین مختلف موضوع
- ✓ نتیجه‌گیری کلی
- ✓ منابع (با سبک APA که در ذیل توضیح داده شده است).



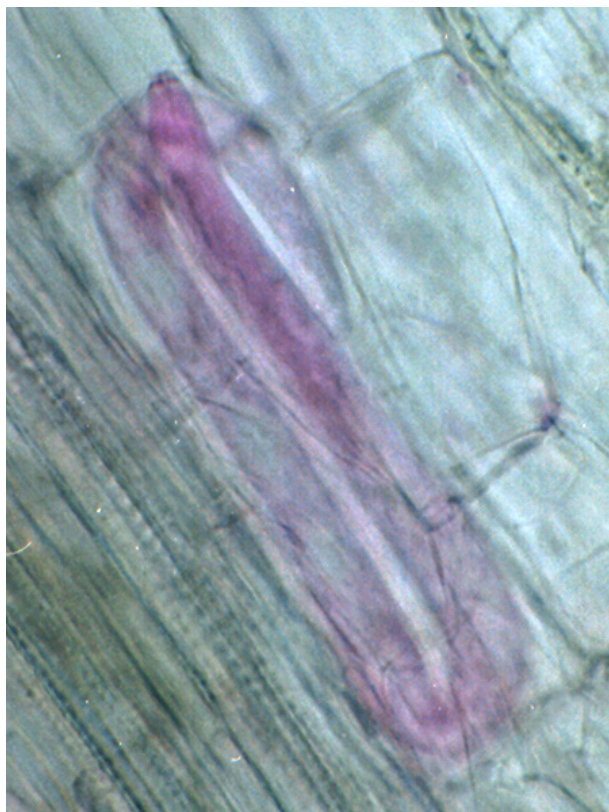
۳-۱- شکل‌ها و جدول‌ها

چنانچه مقاله دارای شکل و یا جدول است، باید مطابق دستور زیر تدوین شود.

شکل: کلیه شکل‌ها در وسط متن، با زیرنویس (قلم B Nazanin با اندازه ۱۱ و انگلیسی Times New Roman با اندازه ۱۰) و شماره (زیرنویس شکل در پایین شکل قرار بگیرد) تنظیم شوند (به نمونه زیر توجه شود). به هر شکل باید در متن ارجاع داده شود. چنانچه شکل از

منبع دیگری گرفته شده است، به آن منبع در زیرنویس ارجاع داده شود. فایل باکیفیت شکل (حداقل ۳۰۰ دپی‌آی) نیز به صورت JPEG یا TIFF همراه مقاله ارسال گردد.

جدول: کلیه جدول‌ها همگی به صورت زیر با سرعنوان (قلم B Nazanin با اندازه ۱۱ و انگلیسی Times New Roman با اندازه ۱۰) و شماره در وسط متن قرار بگیرد (به نمونه زیر توجه شود). به هر جدول باید در متن ارجاع داده شود.



شکل ۱. نماتد *Pratylenchus thornei* درون بافت ریشه گندم (اصلی).

جدول ۱. (در صورت لزوم منبع ذکر شود).

این قسمت تیره باشد	این قسمت تیره باشد	این قسمت تیره باشد	این قسمت تیره باشد
این قسمت معمولی باشد	این قسمت معمولی باشد	این قسمت معمولی باشد	این قسمت معمولی باشد
این قسمت معمولی باشد	این قسمت معمولی باشد	این قسمت معمولی باشد	این قسمت معمولی باشد
این قسمت معمولی باشد	این قسمت معمولی باشد	این قسمت معمولی باشد	این قسمت معمولی باشد

۴-۱- منابع

منابع در داخل متن، با شیوه‌هاواراد بر اساس نام نویسنده و تاریخ ارجاع داده شوند؛ به عنوان مثال: مستوفی‌زاده قلمفرسا، ۱۳۹۵؛ Erwin & Ribeiro, 1996؛ Datnoff et al., 2001؛ Banihashemi (1989). منابع در انتهای متن طبق شیوه ذیل نوشته شوند و بر اساس حروف الفبا مرتب گردند:

کتاب

Erwin, D. C., & Ribeiro, O. K. (1996). *Phytophthora diseases worldwide*. St. Paul, Minnesota, USA. APS Press.
Gallegly, M. E., ChuanXue, H., & Hong, C. (2008). *Phytophthora: identifying species by morphology and DNA fingerprints*. St. Paul, Minnesota, USA. APS Press.

مستوفی‌زاده قلمفرسا، ر. (۱۳۹۵). گونه‌های پیتوم در ایران. شیراز، ایران: مرکز نشر دانشگاه شیراز.

مستوفی‌زاده قلمفرسا، ر. و دریانی‌زاده، ن. (۱۳۹۴). دوازده مهارت برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی علوم زیستی. مشهد، ایران: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

فصلی از کتاب

Datnoff, L. E., Seebold, K. W., & Correa-Victoria, F. J. (2001). The use of silicon for integrated disease management: Reducing fungicide applications and enhancing host plant resistance. In Datnoff, L. E., Snyder, G. & Korndorfer, G. H. (Eds.), *Silicon in agriculture* (pp. 171-184). The Netherlands: Elsevier Science.

مقاله علمی-پژوهشی

Andjic, V., Hardy, G. E. S., Cortinas, M. N., Wingfield, M. J., & Burgess, T. I. (2007). Multiple gene genealogies reveal important relationships between species of *Phaeophleospora* infecting *Eucalyptus* leaves. *FEMS Microbiology Letters*, 268, 22-33.

سلمانی نژاد، ف. و مستوفی زاده قلمفرسا، ر. (۱۳۹۶). فیلوژنی گونه‌های *Phytophthora* و *tophthora* در شالیزارهای برنج در استان فارس. رستنیها، ۱۸، ۱۵-۱.

مقاله در کنفرانس

Banihashemi, Z. (1989). Study of pistachio gummosis in southern provinces of Iran. In Ershad, D., Ashkan, M., Banihashemi, Z., Kheiri, A., Mohasel, M. H. R., Rahimian, H., Alavi, A., & Maddah, M. B. (Eds.), *Proceedings of the 9th Iranian Plant Protection Congress* (p.87). Mashhad, Iran.

حبیبی، الف، و بنی‌هاشمی، ض. (۱۳۹۴). تعیین تاریخ واگرایی *Polystigma* از سایر *Sordariomycetes*. در م. جوان‌نیکخواه، خ. بردی فتوحی فر و ف. علی‌آبادی (ویراستاران)، خلاصه مقالات دومین کنگره قارچ‌شناسی ایران (ص. ۲۳). کرج: انجمن قارچ‌شناسی ایران.

پایان نامه و رساله

Salmaninezhad, F. (2016). Investigation of Oomyceteous flora of rice paddy fields of Fars province (Master's thesis, Shiraz University, Shiraz, Iran).

Bekker, T. F. (2007). Efficacy of water soluble silicon for control of *Phytophthora cinnamomi* root rot of avocado (Doctoral dissertation, University of Pretoria, Pretoria, South Africa).

راهنمای نرم افزار

SAS Institute. (1999). SAS users guide. SAS institute Inc., Cary, NC. USA.

وب‌گاه

FAOSTAT. (2014). Retrieved from <http://faostat.fao.org/site/567>.

هرمنوتیک. (۲۰۱۵). در ویکی‌پدیا، دانشنامه‌ی آزاد. بازیابی شده از <http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=هرمنوتیک&ol=1&did=15565955>

۵-۱- ارسال مقاله

پس از نگارش مقاله و تنظیم آن بر اساس شیوه‌نامه، نویسنده مسئول مکاتبه بایستی مقاله را به نشانی الکترونیکی نشریه (giahpadi@gmail.com) ارسال نماید.

۶-۱- فرایند داوری و چاپ مقاله

مقاله پس از دریافت توسط سردبیر بررسی می‌شود و در صورت مطابقت با اهداف و شیوه‌نامه نشریه، برای حداقل دو نفر از اعضای هیئت تحریریه جهت داوری علمی ارسال می‌شود. نتیجه نهایی پذیرش یا عدم پذیرش مقاله، ظرف حداکثر دو ماه پس از ارسال مقاله اعلام می‌گردد و مقاله در نخستین شماره ممکن منتشر می‌شود.

۲- گیاهپزشکی به قلم گیاهپزشکان

گزارش باید به صورت فایل word و حداکثر در پنج صفحه تنظیم گردد. برای تنظیم صفحات و مطالب، از شیوه‌نامه نگارش مقاله‌های علمی-تخصصی پیروی گردد. گزارش می‌تواند مربوط به اهمیت یا پیدایش یک آفت یا بیماری در یک منطقه، معرفی یک روش آزمایشگاهی، برپایی یک نمایشگاه یا همایش علمی، معرفی و نقد کتاب‌های مرتبط با گیاهپزشکی، چالش‌های سر راه پژوهش در گیاهپزشکی، معرفی سموم یا ارقام مقاوم جدید گیاهان و مواردی از این قبیل باشد.

۳- گیاهپزشکی از نگاه گیاهپزشکان

این قسمت مربوط به اسناد چندرسانه (multimedia) است. از بین فایل‌های ارسالی، تعدادی از آنها برای چاپ در نشریه انتخاب می‌شود و لذا ارسال فایل، تعهدی را برای نشریه جهت چاپ قطعی آنها ایجاد نمی‌کند. تمام افرادی که اثر آنها در نهایت انتخاب می‌شود بایستی فرم تعهدنامه اصالت اثر را تکمیل و ارسال نمایند. تمامی مکاتبات از طریق ایمیل (giahpadi@gmail.com) صورت می‌گیرد. چنانچه از gmail برای ارسال فایل استفاده شود، فایل‌های با حجم بالا به طور خودکار به صورت یک لینک توسط google drive ارسال می‌شوند.

عکس: تمامی عکس‌های مرتبط با گیاهپزشکی شامل عکس‌های ماکروسکوپی، عکس‌های میکروسکوپی، ترسیم‌های خلاقانه و کاریکاتورهای آفات و بیماری‌های مختلف قابل پذیرش خواهد بود. عکس‌ها به صورت فایل JPEG یا TIFF و با بزرگنمایی حداقل ۳۰۰ مگاپیکسل ارسال شوند. درباره آنچه در عکس دیده می‌شود توضیح کوتاهی بین ۱۰ الی ۱۰۰ کلمه در فایل word همراه عکس نوشته شود.

فایل صوتی: فایل‌های صوتی که حاوی اطلاعات ارزشمند و مفید درباره علم گیاهپزشکی باشد مورد داوری قرار خواهد گرفت. این فایل‌ها می‌تواند شامل مواردی چون بیان اهمیت و معرفی یک آفت یا بیماری خطرناک یا نوظهور، معرفی روش‌های نوین در آزمایشگاه‌ها، مصاحبه با یکی از اساتید، دانش‌آموختگان کارآفرین یا دانشجویان نخبه در گیاهپزشکی، معرفی فرصت‌های شغلی مرتبط با گیاهپزشکی، گزارش یک نمایشگاه یا همایش و مواردی از این قبیل باشد. فایل‌های صوتی ترجیحاً در قالب فرمت MP3 و ارسال شوند. درباره آنچه که در فایل شنیده می‌شود توضیح کوتاهی بین ۱۰ الی ۱۰۰ کلمه در فایل word همراه فایل نوشته شود.

کلیپ تصویری و انیمیشن: فایل‌هایی که دربردارنده اطلاعات ارزشمند درباره علم گیاهپزشکی باشد (شامل موارد اشاره شده در بخش فایل صوتی)، مورد داوری قرار خواهد گرفت. فایل‌ها ترجیحاً در قالب فرمت MP4 ارسال شوند. درباره آنچه که در فایل دیده می‌شود توضیح کوتاهی بین ۱۰ الی ۱۰۰ کلمه در فایل word همراه فایل نوشته شود.

مقاله‌های علمی – تخصصی



مقاله

تکامل متابولیسم‌های خاص در قارچ‌ها

فاطمه سلمانی‌نژاد / دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی، بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
 رضا مستوفی‌زاده قلمفرسا / استاد بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

 pegahsalmani90@gmail.com

چکیده

تکامل همواره روی فرآیندهای متابولیکی اثر می‌گذارد. مطالعات تبارشناسی و بالطبع آن تأیید روابط خویشاوندی موجودات، واکاوی تغییر و تنوع در فرآیندهای متابولیکی به کشف برخی از مکانیسم‌های تکاملی بنیادین کمک می‌کند. مطالعات متابولیسم قارچ‌ها از قارچ‌زهرها، عوامل بیمارگر، آنتی‌بیوتیک‌ها تا مطالعات بیوشیمیایی و زیستی و اثر ترکیبات در تکامل آن‌ها از گذشته تا به امروز به خوبی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. به علت این‌که متابولیسم‌های تکاملی همانند قوانین و محدودیت‌های بنیادین شیمی، بیوشیمی و بیوفیزیک در مورد تمام سلسله‌های حیات کاربرد دارند باید نظریه‌های مختلف در مورد تکامل متابولیک، شرایط موجود در گیاهان و تمام جنبه‌های تکامل متابولیک قارچ‌ها مورد بررسی قرار بگیرد.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات بیوشیمیایی، تکامل، قارچ‌ها، متابولیسم خاص.

مقدمه

متابولیسم همواره به عنوان یکی از ویژگی‌های اصلی حیات مطرح بوده و بنابراین فرایندهای متابولیکی پیوسته تحت تأثیر تکامل قرار گرفته‌اند (Schimek 2011). واکاوی تغییر و تنوع در فرایندهای متابولیکی به کشف برخی از سازوکارهای تکاملی بنیادین کمک کرده است (Schimek 2011; Rodriguez-Urra et al. 2012). در گذشته مطالعات متابولیسم قارچی روی متابولیت‌هایی با عملکرد خاص یعنی قارچ‌زهرها، عوامل بیماری‌زایی، آنتی‌بیوتیک‌ها و سایر ترکیبات موجود در فعالیت‌های بین-گونه‌ای متمرکز بوده است (Khalidi & Wolfe 2011; Schimek 2011). با گذشت زمان مجموعه‌ای وسیع از رخدادهای و داده‌های مرتبط با متابولیسم قارچی جمع‌آوری شدند که هم‌اکنون برای مقایسه و واکاوی در دسترس‌اند (Khalidi & Wolfe 2011; Schimek 2011; Strauss & Reyes-Dominguez 2011; Yin & Keller 2011).

متابولیسم خاص

در یک دیدگاه کلی می‌توان گفت که متابولیت‌های خاص، مانند قارچ‌زهر افلاتوکسین، ترکیباتی پیچیده و متنوع‌اند که عموماً به دامنه‌ی محدودی از گونه‌ها یا حتی جدایه‌ها مربوط می‌شوند و برای رشد یا سایر عملکردهای اصلی یاخته ضروری نیستند (Schimek 2011; Ho-epfner et al. 2012; Rodriguez-Urra et al. 2012). این ترکیبات معمولاً توسط مسیرهای پیچیده از اشکال ابتدایی ساده تولید می‌شوند که خاستگاه این اشکال ابتدایی متابولیسم‌های اصلی بوده است (Schimek 2011). متابولیت‌های خاص در مسیرهای ارتباطی درون یا بین یاخته‌ای ادغام شده، موجب پاسخی درون یاخته گیرنده یا فرد خواهند شد که عموماً به صورت تغییری در بیان ژن نمایان می‌شود (Schimek 2011; Lelandias et al. 2011; Yin & Keller 2011). به طور کلی متابولیسم خاص دربرگیرنده‌ی تمام هم‌کنش‌های یک موجود زنده با

فلاووآنزیم^۲ مفید تلقی می‌شود. این ژن ادغام شده باید در تمام دودمان‌ها پخش شده باشد. چون مزیتی تکاملی برای چرخه‌ی زندگی قارچ به ارمان می‌آورد (Harreithe et al. 2011; Moktaliv et al. 2012). در مورد آرابینیتول دی‌هیدروژناز باید گفت که این آنزیم در قارچ *Trichoderma reesei* احتمالاً به علت سازش به کاتابولیسم احیای مونوساکاریدهای همی سلولوز در محیط قارچ‌ها وجود دارد. در قارچ‌ها این آنزیم برای اولین بار به طور مجزا از سایر دودمان‌های یوکاریوتی و با ظرفیت کاتالیزوری بالاتری تکامل یافته‌اند. ولی تمام آمینواسیدهای فعال در اتصال سوربیتول هنوز وجود دارند و سازوکار کاتالیزوری حفاظت شده است (Seiboth & Metz 2011). با توجه به تولید زایلوز توسط جدایه‌ی E۲ قارچ بی‌هوازی *Piromyces sp* می‌توان گفت که این شرایط به باکتری‌ها بیش‌تر شباهت دارد چون برخی از تغییرات اختصاصی گیاه هنوز مشخص نیستند. حتی ژن‌های رمزگذار آنزیم‌های دیگر در این قارچ نیز مشابه باکتری‌هاست (Muller et al. 2012). در مورد مکان‌یابی مسیر انتهایی برای احیای اسیدهای چرب نیز می‌توان گفت که این فرایند هم در پروکسی‌زوم و هم در میتوکندری انجام می‌شود ولی در قارچ‌های مختلف خط تکاملی متفاوتی را دنبال می‌کند (Schimek 2011).

بیوسنتز و تغییرات کاروتنوئیدها

به طور کلی مسیرهای متابولیکی مرتبط با کاروتنوئید در تمام سلسله‌های موجودات زنده بسیار حفاظت شده است. این امر شمار محدودی از برهم‌کنش‌های شیمیایی را نشان می‌دهد که این ترپنوئید^۳ ها می‌توانند تحمل کنند (Schimek 2011; Rodriguez-Ortiz et al. 2012). متابولیسم کاروتنوئیدی در اکثر دودمان‌ها حفاظت شده است که اهمیت کلی این مولکول‌ها را منعکس می‌کند. چون کاروتن نقطه‌ی شروعی برای بیوسنتز شماری از ترکیبات حیاتی پیام‌دهی و ارتباطی است که در تنظیم رشد تمام موجودات زنده مشارکت می‌کند. برای شکستن کاروتن و مراحل تغییراتی که منجر به چنین تنوع متابولیتی بالایی می‌شوند هیچ خوشه‌ی ژنی تخصص‌یافته‌ای شناخته نشده است (Boba et al. 2011; Schimek 2011; Rodriguez-Ortiz et al. 2012). این امر ممکن است بیان‌گر این امر باشد که عملکرد پیام‌دهی آپوکاروتنوئید^۴‌ها به تازگی کسب شده است که منجر به استفاده از محصولات مختلف واکنش شکستگی در موجودات مختلف به عنوان ترکیبات تنظیم‌کننده‌ی مسیرهای مختلف می‌شود (Schimek 2011). در هر صورت، آنزیم کاروتن کلیواژ داکسیژناز بخشی از خوشه‌های ژنی بیوسنتز کاروتن است که محصول ژن *carX* در تنظیم خودکار سنتز کاروتن دخالت دارد (Boba et al. 2011; Schimek 2011). در مورد ارتباط جنسی با واسطه‌ی تریس‌پورنوئید در زیگومیسست‌ها نیز می‌توان اظهار کرد که شبکه‌های متابولیکی با گذشت زمان از حالت پیچیده به حالت ساده تبدیل می‌شوند. در موجودات یوکاریوتی خصوصاً مسیرهای متابولیسم ثانویه‌ی اصلی که منجر به ترکیبات پیام‌دهی می‌شوند، این ساده‌سازی معمولاً با افزایش تکرارهای کارکردی به دست می‌آید (Schimek 2011; Muller et al. 2012).

محیط خود است (Schimek 2011). در کل بیوسنتز متابولیت‌های خاص نیازمند مراحل کنشی بسیاری است که توسط آنزیم‌های خاص و به خصوص آنزیم‌های تنظیم‌کننده‌ی کاتالیز می‌شوند (Asperborg et al. 2012).

جنبه‌های کلی تکامل متابولیسم

تمرکز اصلی تکامل در تمام تحقیقات تکاملی مبتنی بر مقایسه‌ی پدیده‌ی جدید با هدف درک تغییرات آن در طول زمان است (Khalidi & Wolfe 2011; Lelandias et al. 2011; Richards 2011; Schimek 2011). در این‌جا نیز باید متابولیت‌ها و سازوکار مرتبط با آن‌ها با هم مقایسه شوند. بنابراین باید موجودات یا ویژگی‌هایی را با هم مقایسه کنیم که به هم بسیار نزدیک هستند. بنابراین نباید تنها تکامل آنزیم‌های مجزا را مورد مطالعه قرار داد، بلکه باید تکامل متابولیسم را به طور کامل تعریف و مطالعه کرد (Schimek 2011). پس باید بدانیم که تعیین بقای یک ظرفیت بیوسنتزی جدید برخاسته از جهش در جاندار توسط چه قوانینی وضع می‌شود (Schimek 2011).

سازوکارها و مسیرهای تکامل متابولیسم

فرایند تکامل متابولیسم از همان ابتدای حیات وجود داشته است. تمام ویژگی‌های اصلی از همان ابتدا پدید آمده و اکنون بسیار حفاظت شده هستند (Schimek 2011). در ابتدا به علت تنوع شیمیایی، متابولیسم‌ها به صورت تصادفی ایجاد شدند (Schimek 2011). این مورد بنا به نظر فیرن و جونز به عنوان متابولیسم هماهنگ پایه رده‌بندی شده است (Firn & Jonse ۲۰۰۹). در این نوع متابولیسم، انتخاب روی ویژگی‌های ذاتی هرگونه مولکول جدید حاصل از جهش اثر نمی‌کند بلکه روی سازگاری آن‌ها با مسیرهای موجود هدایت‌کننده‌ی آن‌ها اثر می‌گذارد (Firn & Jonse ۲۰۰۹). با گذشت زمان، برهم‌کنش بین عناصر مجاور این مسیر و نیز بین مسیرهای مختلف در متابولیسم یاخته‌ای به صورت شبکه‌ی ارتباطی وسیعی با هم ترکیب شده‌اند (Schimek 2011).

متابولیسم هماهنگ پایه فاقد تنوع متابولیکی بین موجودات مختلف است (Harreithe et al. 2011; Bergdahl et al. 2012). داده‌های مرتبط با متابولیسم هماهنگ پایه در مورد متابولیسم خاص در قارچ‌ها نادرند (Schimek 2011). برخی با استفاده از کربوهیدرات و شباهت‌های بنیادین بین این مسیرها و مسیرهای موجود در سایر سلسله‌ها سروکار دارند. از جمله‌ی این متابولیسم‌ها می‌توان به سلوبیوز دی‌هیدروژناز، آرابینیتول دی‌هیدروژناز، متابولیسم زایلوز در سوپه‌ی E۲ قارچ *Piromyces sp* و مکان‌یابی مسیرهای نهایی احیای اسیدهای چرب اشاره کرد (Harreithe et al. 2011; Schimek 2011; Muller et al. 2012). ژن‌های سلوبیوز دی‌هیدروژناز محصول ترکیب قدیمی دو ژن مستقل هستند که در ساختار ژن با دامانه‌ی مستقل تکامل یافته و یک ناحیه‌ی ارتباط‌دهنده بین آن‌ها قابل تشخیص است. این ادغام‌شدگی با افزایش ظرفیت کاتالیزوری به علت اتصال تمام گروه‌های پروستتیک^۱ لازم به یک مولکول در مقایسه با عملکردهای جداگانه‌ی سیتوکروم و

^۱ prosthetic^۲ flavoenzyme^۳ terpenoid^۴ apo-carotenoid

تکامل پروتئین‌ها و آنزیم‌ها

خوشه‌های ژنی در مسیرهای متابولیکی خاص

این مورد هم در زمینه‌های خوشه‌های ژنی متابولیکی در مخمرها، بیوسنتز آنتی‌بیوتیک‌های بتالاکتام، بیوسنتز قارچ‌زهرهای اپی‌پلی‌اکسوپیرازین^۶، بیوسنتز جیبرلین، بیوسنتز آلکالوئیدهای ارگوت و سایر مسیرهای پپتیدستاز غیرریبوزومی و پلی‌کتیدسیتنازها بررسی می‌شود (Khalidi & Wolfe 2011; Lelandias et al. 2011; Schimek 2011).

نتیجه‌گیری و بحث

از ابتدای مطالعه‌ی تنوع متابولیت‌ها، درک تکامل این شاخه از متابولیسم راه زیادی را طی کرده است. تمام داده‌های موجود، قطعاً از یک جورچین مبهم است که هیچ‌گاه نمی‌توان به شکل اصلی آن دست یافت، چون گذشته هیچ‌گاه قابل دست‌رسی نیست. تمامی فرایندهای تکاملی و تغییرات کماکان باقی خواهند ماند. چون شبکه‌ای پیچیده از عوامل مختلف، فرایندهای متابولیکی را در تمام مراحل تعیین و کنترل می‌کنند، مسیرهای بسیار قدیمی و حفاظت‌شده علی‌رغم گونه‌زایی شدید، باقی خواهند ماند (Schimek 2011). متابولیت‌های خاص، مبنای سازش انتخابی را تشکیل می‌دهند. انتخاب مستقیماً بر روی عملکرد یک ترکیب مشخص درون محیطی با تراکم جمعیت بالا و بسیار متغیر صورت می‌گیرد. در این محیط، هر نوع واکنشی بین موجودات زنده بسیار متفاوت رخ می‌دهد. در مقابل، انتخاب همچنین می‌تواند بر حفظ موفقیت تمرکز کند. این امر باعث ایجاد مسیرهای کارآمدتر با خطاهای بیوشیمیایی و هم‌کنش‌های جانبی کم‌تر و با سطح بالاتری از تکرارهای کلی، به صورت کاملاً کنترل‌شده و در واکنش با سایر تنظیم‌گرهای فیزیولوژیکی متابولیسم، می‌شود (Schimek 2011).

تعداد ژن‌ها و پروتئین‌های چندمنظوره با اندازه‌ی ژنوم در یوکاریوت‌ها افزایش می‌یابد. چندکارگی آنزیم‌ها و ژن‌ها ممکن است ناشی از ادغام ژن‌ها باشد (Schimek 2011). پروتئین‌های حاصل، ابزار ارزشمند کشف تکامل مسیرها در گونه‌های مرتبط است: ادغام دو یا تعداد بیش‌تری دامانه‌ی کاتالیزوری به عنوان بخشی از یک مسیر، معمولاً علامت این است که دامانه‌های مجزا قبلاً در همان مسیر در اجداد مشارکت داشته‌اند (Gunbin et al. 2011; Schimek 2011; Moktaliv et al. 2012). برخی دامانه‌ها در پروتئین‌های یوکاریوتی، "بی‌هدف" تلقی می‌شوند چون ممکن است با سایر دامانه‌ها یا زیرواحدهای مختلف در پروتئین‌های مرتبط با مسیرهای ترارسانی^۵ پیام‌دهی، ترکیب شده باشند (Gunbin et al. 2011). اکثر رخدادهای ادغامی در پروتئین‌های جدید چندکاره بعد از تفرق بین آمیست‌ها و دیاتومه‌ها اتفاق افتاده است (Schimek 2011). تعداد نسبتاً کمی از سازوکارهای آنزیمی ناشی از تنوع زیاد متابولیکی حاضر بوده و این سازوکارهای آنزیمی به ساختار بنیادین پروتئین‌ها وابسته‌اند. تغییرات جزئی در ساختار ثانویه یا درجه سوم پروتئین‌ها به واسطه‌ی تأثیرات pH، تغییر در جایگاه هیدرولیکی، قابلیت دست‌رسی به اکسیژن یا سایر عوامل مشابه ممکن است اختصاصیت یک برهم‌کنش کاتالیزوری را تحت تأثیر قرار دهند (Gunbin et al. 2011; Schimek 2011).

تکامل تنوع متابولیت‌های خاص

به طور کلی تکامل تنوع متابولیت‌های خاص در حیطه‌های تکثیر ژن، جورشدن خوشه‌های ژنی که از لحاظ عملکرد به هم مرتبط‌اند، انتقال افقی ژن^۷، تکامل سازگاری و تنظیم بیوسنتز متابولیسم خاص بررسی می‌شود (Paolo et al. 2006; Richards 2011).

^۵ transduction^۶ horizontal gene transfer (HGT)^۷ epipolyoxopiperazine

- ed by fungal and oomycete genomes. *BMC Genomics*, 13(1), 1–13.
- Muller, M., Mentel, M., van Hellemond, J. J., Henze, K., Woehle, C., Gould, S. B., ... & Martin, W. F. (2012). Biochemistry and evolution of anaerobic energy metabolism in eukaryotes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 76(2), 444–495.
- Paolo, W., Dadachova, E., Mandel, P., Casadevall, A., Szaniszlo, P., & Nosanchuk, J. (2006). Effects of disrupting the polyketide synthase gene *WdPKS1* in *Wangiella* (*Exophiala*) *dermititidis* on melanin production and resistance to killing by antifungal compounds, enzymatic degradation and resistance to killing by antifungal compounds, enzymatic degradation and extremes in temperature. *BMC Microbiology*, 6(1), 1–16.
- Richards, T. A. (2011). Genome evolution: Horizontal movements in the fungi. *Current Biology*, 21(4), 166–168.
- Rodriguez-Ortiz, R., Michielse, C., Rep, M., Limon, M. C., & Avalos, J. (2012). Genetic basis of carotenoid overproduction in *Fusarium oxysporum*. *Fungal Genetics and Biology*, 49(9), 684–696.
- Rodriguez-Urra, A. B. N., Jimenez, C., Nieto, M. I., Rodriguez, J., Hayshi, H., & Ugalde, U. (2012). Signaling the introduction of sporulation involves the infection of two secondary metabolites in *Aspergillus nidulans*. *ACS Chemical Biology*, 7(3), 599–606.
- Schimek, C. (2011). Evolution of special metabolism in fungi: concepts, mechanisms and pathways. In: *The Mycota XIV: Evolution of fungi and fungi-like organism*. Esser K. (ed.) pp. 293–329. Springer. Verlag Berlin Heidelberg. Germany.
- Seiboth, B., & Metz, B. (2011). Fungal arabinan and L-arabinose metabolism. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 89(6), 1665–1673.
- Strauss, J., & Reyes-Dominguez, Y. (2011). Regulation of secondary metabolism by chromatin structure and epigenic codes. *Fungal Genetics and Biology*, 48(1), 62–69.
- Yin, W., & Keller, N. P. (2011). Transcriptional regulatory elements in fungal secondary metabolism. *The Journal of Microbiology*, 49(3), 329–339.
- Asperborg, H., Coutinho, P., Wang, Y., Brumer, H., & Henrissat, B. (2012). Evolution, substrate specificity and subfamily classification of glycoside hydrolyase family GH5. *BMC Evolutionary Biology*, 12(1), 1–16.
- Bergdahl, B., Heer, D., Sauer, U., Hahn-Hagerdal, B., & van Niel, E. (2012). Dynamic metabolomics differentiates between carbon and energy starvation in recombinant *Saccharomyces cerevisiae* fermenting xylose. *Biotechnology & Biofuel*, 5(1), 1–19.
- Boba, A., Kulma, A., Kostyn, K., Starzycki, M., Starzycka, E., & Szopa, J. (2011). The influence of carotenoid biosynthesis modification on *Fusarium culmorum* and *Fusarium oxysporum* resistance in flax. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 76(1), 39–47.
- Firn, R. D., & Jonse C. G. (2009). Darwinian view of metabolism: molecular properties determine fitness. *Journal of Experimental Botany*, 60, 719–726.
- Gunbin, K., Suslov, V., Turnaev, I., Afonnikov, D., & Kolchanov, N. (2011). Molecular evolution of cyclin proteins in animals and fungi. *BMC Evolutionary Biology*, 11(1), 1–20.
- Harreither, W., Sygmund, C., Augustin, M., Narciso, M., Rabinovich, M. L., Gorton, L., ... & Ludwig, R.. (2011). Catalytic properties and classification of cellobiose dehydrogenases from ascomycetes. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(5), 1804–1815.
- Hoepfner, D., McNamara Case, W., Lim Chek, S., Studer, C., Reidl, R., Aust, T., ... & Winzeler, E. A. (2012). Selective and specific inhibition of the *Plasmodium falciparum* Lysyl-tRNA synthetase by the fungal secondary metabolite Cladosporin. *Cell Host and Microbe*, 11(6), 654–663.
- Khalidi, N., & Wolfe, K. H. (2011). Evolutionary origins of the fumonisin secondary metabolite gene cluster in *Fusarium verticillioides* and *Aspergillus niger*. *International Journal of Evolutionary Biology*, 1, 1–7.
- Lelandias, G., Goudot, C., & Devaux, F. (2011). The evolution of gene expression regulatory networks in yeasts. *Comptes Rendus Biologies*, 334(8–9), 655–661.
- Moktaliv, V., Park, J., Fedovora-Abrams, N., Park, B., Choi, J., ... & Kang, S. (2012). Systematic and searchable classification of cytochrome P450 proteins encoded

مقاله

اکولوژی، زیست شناسی و مدیریت *Xylella fastidiosa* به عنوان تهدیدی برای کشاورزی در دنیا

صادق زارعی / دانشجوی دکتری بیماری شناسی بخش گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
سیدمحسن تقوی / استاد بخش گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

 sadegh.zarei66@gmail.com

چکیده

بیماری‌هایی که توسط *Xylella fastidiosa* ایجاد می‌شوند، خسارت بالایی به تعداد زیادی از محصولات مهم اقتصادی وارد می‌کنند. در این گونه باکتریایی، شش زیرگونه تعریف شده است که همبستگی زیادی با اختصاصیت میزبانی دارند. علائمی که این باکتری ایجاد می‌کند، به صورت سوختگی در حاشیه برگ‌ها است که بافت برگ‌ها از بین رفته و از ناحیه سالم توسط یک ناحیه بافت مرده جدا می‌شود. برخلاف سایر باکتری‌های بیماری‌زا، این بیمارگر به طور انحصاری محدود به آوند چوبی است و فقط در یاخته چوب و عناصر آوندی زندگی می‌کند. همچنین این باکتری قادر است بدون ایجاد علائم خاصی در طیف وسیعی از گیاهان مختلف و علف‌های هرز به صورت اندوفیت وجود داشته باشد. ناقل‌های طبیعی این باکتری عمدتاً بسیاری از حشرات خانواده *Cicadellidae* هستند. این باکتری دارای دوره نهفتگی کوتاه در ناقل است اما به صورت پایا و تکثیری منتقل می‌شود. حذف گیاهان آلوده، مبارزه با ناقلین حشره‌ای و نیز مبارزه با باکتری برای کاهش خسارت و مدیریت بیماری از اهمیت خاصی برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: آنزیم لیپاز / استراز، آنزیم کیتیناز، باکتری *Xylella fastidiosa*، حشرات ناقل، مدیریت بیماری

(Gardi et al., 2016 Almeida and Nunney, 2015). در سال‌های اخیر ۴۰ درصد از درختان زیتون در ایتالیا به این باکتری آلوده شده و ۱۰۰۰۰ هکتار از این درختان در اثر آلودگی شدید تخریب شده‌اند. همچنین از ایتالیا گزارش شده است که وسعت منطقه آلوده به باکتری در درختان زیتون بیش از ۵۰۰۰ هزار متر مربع بوده و ۱-۳ میلیون درخت زیتون به این بیمارگر آلوده شده‌اند (Martelli et al., 2016; Strona et al., 2017).

زیرگونه‌های *X. fastidiosa*

تاکنون بر اساس مطالعات حاصل از هیبریداسیون DNA-DNA، توالی‌یابی ژن ۱۶S rRNA و نیز ژن‌های حفاظت شده، شش زیرگونه از این باکتری گزارش شده است:

- ۱- *X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa*
- ۲- *X. fastidiosa* subsp. *multiplex*
- ۳- *X. fastidiosa* subsp. *pauca*
- ۴- *X. fastidiosa* subsp. *sandyi*
- ۵- *X. fastidiosa* subsp. *tashke*
- ۶- *X. fastidiosa* subsp. *morus*

Nunney et al., 2010; Schaad et al., 2004; Yuan et al., 2010; Randall et al., 2009; Nunney et al., 2014; De-nancé et al., 2017). زیرگونه اول عامل بیماری پیرس انگور بوده، در بادام، افرا و نیز در گیاه یونجه بیماری‌زا است (EFSA, 2018). زیرگونه دوم عامل سوختگی برگ بادام بوده و در درختان هلو، آلو، بادام، نارون، افرا و نیز در درختان چنار بیماری‌زا است (Sanderlin, 2017). زیرگونه سوم عامل بیماری‌های مهمی از جمله زوال سریع زیتون^۱، بیماری ابلقی مرکبات و سوختگی برگ قهوه است (Martelli et al., 2016; Della Coletta-Filho et al., 2016; Ouyang et al., ۲۰۱۳). زیرگونه چهارم عامل سوختگی برگی در خرزهره بوده (*Nerium oleander*) و در گیاه ماگنولیا (*Magnolia* spp.) نیز بیماری‌زا است (شکل ۱) (Hernandez-Martinez et al., 2007). زیرگونه پنجم عامل سوختگی برگی در *Chitalpa tashkentensis* است (Randall et al., 2009). زیرگونه ششم عامل سوختگی برگی در شاه‌توت (*Morus alba*) است (Nunney et al., 2014).

پراکنش باکتری در دنیا

این باکتری در کشورهای آسیایی و اروپایی به تازگی شیوع پیدا کرده است. در قاره آسیا این باکتری فقط از ایران و تایوان گزارش شده است. در ایران امانی‌فر و همکاران این بیماری را برای نخستین بار از درختان انگور (چهارمحال و بختیاری، فارس، قزوین، خراسان رضوی، البرز و اصفهان) و نیز از درختان بادام (چهارمحال و بختیاری، آذربایجان غربی و سمنان) با استفاده از تکنیک الیزا و واکنش زنجیره‌ای پلی‌مرز گزارش کردند و موفق به جداسازی عامل بیماری نیز شدند (Amanifar et al., 2014; Amanifar et al., 2016). در تایوان این بیماری از درختان انگور گزارش شده است (Su et al., ۲۰۱۳). این باکتری در سال 2015 از فرانسه و سوئیس و در سال 2016 از کشورهای ایتالیا، اسپانیا و آلمان گزارش شده است. (<https://gd.eppo.int/taxon/XYLEFA/distribution>)

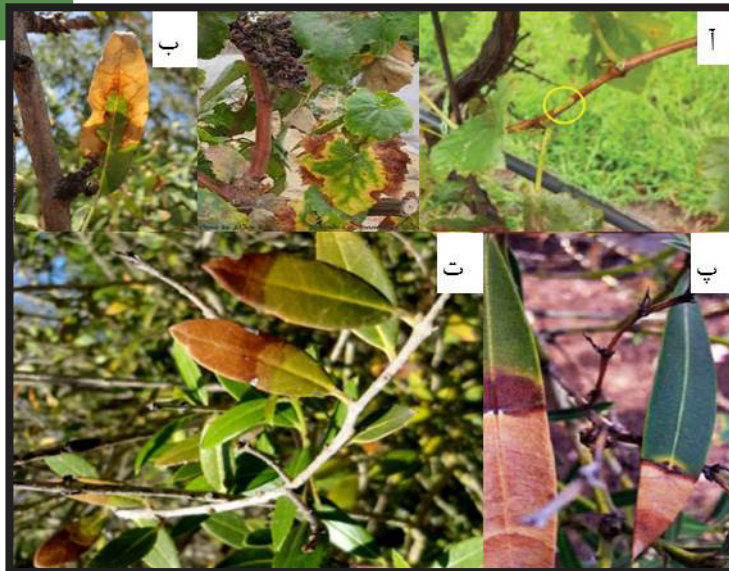
سویه‌های *Xylella fastidiosa* مرتبط با بیماری‌هایی هستند که خسارت بالایی در تعداد زیادی از محصولات مهم اقتصادی از جمله انگور (*Vitis vinifera*)، یونجه (*Medicago sativa*)، هلو (*Prunus persica*)، آلو (*Prunus salicina*)، بادام (*Prunus amygdalus*)، نارون (*Ulmus americana*)، بلوط (*Quercus palustris*)، افرا (*Baldi & La Por*) و مرکبات (*Citrus* spp.) ایجاد می‌کنند (ta, 2017). سویه‌های این باکتری هوازی اجباری، گرم منفی، محدود به آوند چوبی، فاقد تاژک و خیلی کند رشد هستند. ناقل‌های طبیعی این باکتری عمدتاً بسیاری از حشرات خانواده *Cicadellidae* بوده، که رفتار تغذیه‌ای کوتاه مدت و ویژگی‌های ریخت‌شناختی قطعات دهانی پیش معده تا حدودی تعیین کننده اختصاصیت انتقال است (Rapica-voli et al., 2018). باکتری *X. fastidiosa* دارای دوره نهفتگی کوتاه در ناقل است اما به صورت پایا منتقل می‌شود که این به نوبه‌ی خود منجر به فرد است. در این باکتری سامانه‌های ترشحی تیپ یک، دو و چهار وجود دارد که با ترشح آنزیم‌های مختلف نقش بسیار مهمی در بیماری‌زایی این باکتری دارند (Reddy et al., 2007; Jha et al., 2005). واکوای ژنوم چندین سویه *X. fastidiosa* نبود ژن‌های رمزگذاری کننده سامانه ترشحی تیپ ۳ را آشکار می‌سازد. یکی از نقش‌های مهم سامانه ترشحی نوع ۳ سرکوب پاسخ‌های دفاعی میزبان در بیمارگرهای گیاهی است. نبود سامانه ترشحی نوع ۳ در این باکتری ممکن است نشان دهنده این واقعیت باشد که به ندرت یاخته‌های زنده گیاهی همانند یاخته‌های مرده آوندهای چوبی به وسیله این بیمارگر آلوده می‌شوند (Dow and Daniels ۲۰۰۰; Dandekar et al., 2015). سه توصیف کلی برای توسعه علائم پیرس انگور توسط *X. fastidiosa* پیشنهاد شده است: ۱) انسداد آوندهای چوبی و مداخله در انتقال آب توسط باکتری همراه با تشکیل بیوفیلم؛ ۲) پاسخ سیستمیک گیاه مانند غیر متعادل بودن تنظیم کننده‌های رشد؛ و ۳) فیتوتوکسین‌های تولید شده توسط *X. fastidiosa*.

پیرس انگور و سایر بیماری‌های ناشی از *X. fastidiosa* همراه با کاهش پتانسیل آب و تغییر دادن پیوستگی ایزوتوپ‌های کربن و نیز شامل تنش آبی است. اگرچه فرضیه انسداد آوندهای چوبی به طور گسترده‌ای پذیرفته شده است، اما مشاهدات دیگر در تناقض با این فرضیه است. علائم پژمردگی و پیرس شبیه به هم نبوده و تجمع باکتری در برگ‌های انگور همبستگی با علائم پیرس ندارد و در بعضی از درختان انگور آلوده به باکتری و نیز در سایر میزبان‌ها، علائم شدید نکروتیک فقط همراه با انسداد اندک آوندها است. در این پژوهش مشخص شده است که علائم سوختگی برگی ارتباط چندانی با انسداد آوندی ندارد، زیرا در میزبان‌هایی که آوندها به طور کامل مسدود نشده‌اند و انتقال آب و مواد معدنی نیز از طریق آوندهای چوبی صورت می‌گیرد باز هم علائم سوختگی برگی در میزبان گیاهی مشاهده می‌شود.

دامنه میزبانی و اهمیت اقتصادی بیمارگر

این باکتری در ۳۵۰ گونه گیاهی از ۷۵ خانواده از گیاهان مختلف از جمله گیاهان زراعی، باغی، گیاهان زینتی و نیز درختان سایه‌دار بیماری‌زا است. از میزبان‌های مهم این باکتری می‌توان انگور، بادام، هلو، یونجه، مرکبات و زیتون (*Olea europaea*) را نام برد، که هر ساله خسارت زیادی از نظر کمی و نیز کیفی به این محصولات وارد می‌کند

^۱ Olive quick decline syndrome



شکل ۱. علائم *Xylella fastidiosa* در میزبان‌های گیاهی مختلف.
 آ- جزایر سبز (green island) همراه با سوختگی برگ مو؛ ب- سوختگی
 حاشیه برگ بادام؛ پ- سوختگی برگ خرزهره؛ ت- سوختگی برگ زیتون
 (Overall and Rebek, 2017; Rapicavoli et al., 2018).

می‌شود که علائم سوختگی برگ‌ی در *X. fastidiosa* با ترشح
 LesA در ارتباط بوده که توسط وزیکل‌های غشای خارجی آزاد می‌شود
 و تجمع آن در حاشیه برگ‌ها منجر به ایجاد مراحل اولیه ظهور علائم
 و سوختگی برگ‌ها می‌شود (شکل ۲) (Nascimento et al., 2016).

نقش پلی گالاکتوروناز^۵ در کلونیزه کردن گیاهان و بیماری‌زایی *X. fastidiosa*

پکتین‌ها پلیمرهایی هستند که منافذ موجود در دیواره سلولی و نیز
 منافذ بین آوندی در حفره‌های غشایی در گیاهان را پر می‌کنند. اندازه
 این منافذ در گیاهان بین ۵-۲۰ نانومتر است. از طرفی ارتباط داشتن و
 متصل بودن این منافذ غشایی در انگور اجازه عبور ذرات بیش از ۵ نانومتر
 را نمی‌دهد که یک محدودیت برای عبور سلول‌های *X. fastidiosa*
 که قطر آن‌ها ۳/۰-۵/۰ میکرومتر است به حساب می‌آید. نتایج تحقیقات
 نشان داده است که این باکتری با استفاده از آنزیم‌های تجزیه‌کننده،
 پلیمرهای دیواره سلولی موجود در آوندهای چوبی را تجزیه می‌کند که
 هم موجب انتشار باکتری بین آوندهای چوبی شده و هم اینکه باکتری
 احتمالاً از تجزیه پکتین و مشتقات آن به عنوان یک منبع غذایی استفاده
 می‌کند و بنابراین از این طریق جمعیت خود را نیز افزایش می‌دهد.
 این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده این واقعیت باشد که چرا سویه‌های
 جهش یافته پلی گالاکتوروناز جمعیت آن‌ها در داخل گیاه پایین بوده و نسبت
 به سویه تیپ وحشی فاقد قدرت بیماری‌زایی هستند (Roper et al., 2007).

بیماری‌زایی *X. fastidiosa* در درختان انگور

اگرچه سازوکار بیماری‌زایی این باکتری به طور کامل مشخص
 نشده است، اما ظهور علائم سوختگی در برگ به تنش آبی به واسطه
 انسداد آوندی به این بیمارگر نسبت داده می‌شود. اما مشاهدات دیگر
 نشان‌دهنده عدم ارتباط انسداد آوندی و سوختگی برگ‌ها در گیاهان
 میزبان است (Nascimento et al., 2016). آلوز و همکاران (2004)
 نیز اظهار داشتند که ارتباط چندانی بین انسداد آوندی و علائم سوختگی
 برگ‌ی وجود ندارد، اما دلیل علمی برای این نظریه ارائه ندادند.
 واکاوی‌های پروتئین‌ها در این باکتری نشان داده است که لیپاز/استراز^۲
^۲ (LesA) به میزان فراوانی در وزیکل غشای خارجی^۳ باکتری وجود
 دارد. ژن LesA در حاشیه برگ درختان انگور بسیار زیاد بوده و ارتباط
 مثبتی بین این آنزیم و ظهور سوختگی برگ‌ی وجود دارد. غلظت این
 آنزیم به تدریج به سمت دم‌برگ کاهش پیدا می‌کند، جایی که باکتری
 به طور معمول به عنوان یک شبکه بیوفیلم^۴ یافت می‌شود. پیشنهاد
 شده است که آزادسازی LesA از طریق وزیکول‌های غشای خارجی در
 حاشیه برگ‌ها بدون تشکیل بیوفیلم ممکن است یکی از دلایل اصلی
 تخریب بافت و جابه‌جایی مواد غذایی از حاشیه برگ‌ها به سمت نواحی
 کلونیزاسیون باکتری باشد.

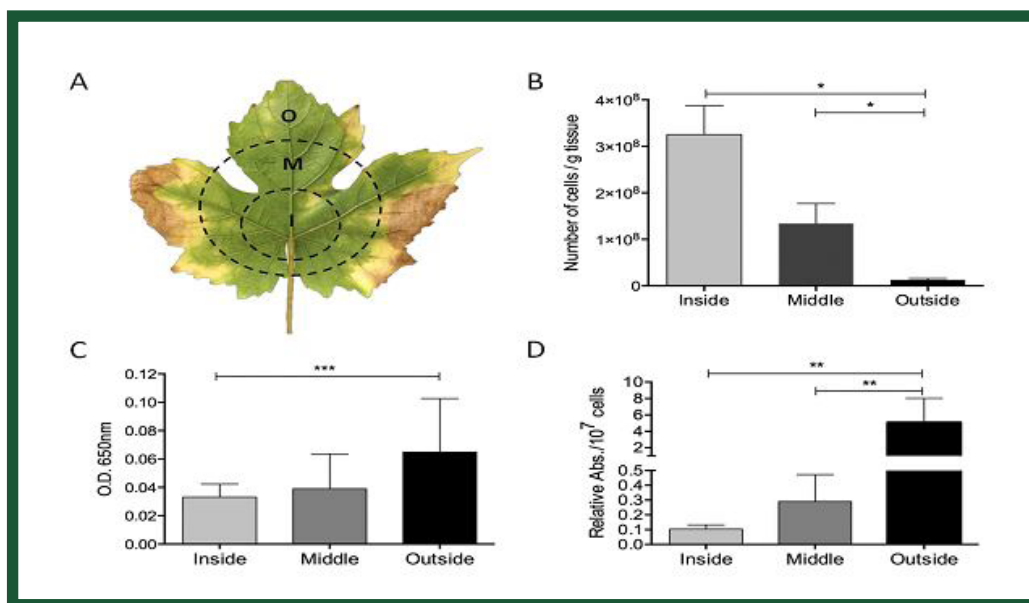
سویه‌هایی از این باکتری که از این نظر جهش یافته باشند، به
 طور قابل توجهی قدرت ایجاد بیماری وقتی که بطور مکانیکی به
 گیاه مایه‌زنی می‌شوند در آن‌ها کاهش پیدا می‌کند. بنابراین پیشنهاد

^۲ Lipase/Esterase

^۳ Outer membrane vesicles

^۴ Biofilm

^۵ Polygalacturonase



شکل ۲. پدیدایی LesA در برگ‌های انگور. A: برگ آلوده را به ۳ قسمت O: outer، M: middle و I: inside که در ارتباط با توسعه علائم است تقسیم کرده‌اند که LesA از مرکز برگ به طرف حاشیه برگ میزان آن افزایش یافته است. B: سلول‌های *X. fastidiosa* در ناحیه Inside یا مرکزی بیشتر می‌باشد. C: در جذب ۶۵۰ نانومتر بیشترین مقدار LesA در حاشیه برگ‌ها یا ناحیه outside بیشتر می‌باشد. D: رابطه بین سلول‌های باکتری و میزان LesA را نشان می‌دهد که بیشترین مقدار LesA در حاشیه برگ‌ها است. فرض شده است که وزیکل‌های غشای خارجی که حاوی LesA هستند این آنزیم را در حاشیه برگ‌ها که جمعیت باکتری پایین است آزاد می‌کنند و منجر به ظهور علائم سوختگی در حاشیه برگ‌ها می‌شوند (Nascimento et al., 2016)

این باکتری توسط زنجبرک‌های برگری از خانواده Cicadellidae، زنجبرک‌های خانواده Ceropideae و نیز توسط زنجره‌ها از خانواده Cicadidae به گیاهان سالم منتقل می‌شوند. این باکتری توسط حشرات ناقل به صورت پایا منتقل شده، اما فاقد دوره نهفتگی است. این باکتری هم توسط پوره‌ها و نیز حشرات بالغ از گیاهان آلوده کسب شده، اما بازده انتقال توسط پوره‌ها به دلیل جلداندازی بسیار پایین است. حشرات ناقل باکتری را به نتاج خود منتقل نمی‌کنند. به عبارتی دیگر فاقد انتقال عمودی یا انتقال با تخم هستند (Alves et al., 2008; Cornara et al., 2017a and 2017b). اگرچه حشرات ناقل باکتری را در اواخر تابستان و پاییز منتقل می‌کنند، انتقال باکتری فقط در فصل بهار اهمیت دارد، زیرا سرمای زمستان ممکن است باکتری را از گیاهان میزبان حذف کند. از طرفی دیگر آمانی‌فر و همکاران گزارش کرده‌اند که باکتری قادر به بقای خود در دمای منفی ۲۵ درجه سلسیوس در درختان بادام است (Amanifar et al., 2016).

راه‌های انتشار بیمارگر

انتشار توسط حشرات ناقل: تنها مسیر طبیعی انتشار بیمارگر زنجبرک‌های برگری و زنجبرک‌های خانواده Ceropideae هستند. این انتشار توسط ناقلین بسیار سریع صورت می‌گیرد، چون فاقد دوره نهفتگی است. ناقل می‌تواند بلافاصله بعد از کسب بیمارگر آن را انتقال دهد.

نقش کیتیناز^۶ در کلونیزه کردن حشرات و گیاهان میزبان

کیتیناز (chiA) برای کلونیزه کردن حشرات و گیاهان میزبان لازم است. این باکتری با استفاده از این آنزیم، آوندهای چوبی گیاهان را به منظور افزایش جمعیت و بیماری‌زایی، و نیز جدار پیش معده^۷ در حشرات را به منظور استفاده از کیتین به عنوان یک منبع غذایی از کربن، تشکیل بیوفیلم و نیز برای تکثیر خود کلونیزه می‌کند. سوبه‌های جهش یافته از این باکتری قادر به کلونیزه کردن حشرات و نیز استفاده از کیتین به عنوان منبع کربن نیستند و بنابراین نمی‌توانند جمعیت خود را در جدار پیش معده حشرات افزایش دهند. به طوری که وقتی حشره، سوبه‌های جهش یافته کیتیناز را کسب می‌کند، چسبندگی و اتصال استرین‌های جهش یافته به جدار پیش معده کاهش پیدا نمی‌کند، اما جمعیت آن‌ها به علت عدم توانایی در تجزیه کیتین و استفاده از آن به عنوان یک منبع غذایی کاهش پیدا می‌کند، و قادر به توسعه علائم نیز نیستند. در صورتی که بیش‌تر گیاهان آلوده شده با سوبه تیپ وحشی علائم بیماری را توسعه می‌دهند (Labroussaa et al., 2017).

انتقال بیمارگر توسط حشرات

بیماری‌های ایجاد شده توسط *X. fastidiosa* بستگی به هم‌کنش بین باکتری، گیاهان میزبان، ناقلین حشره‌ای و نیز شرایط محیطی دارد.

^۶ Chitinase

^۷ Foregut

می‌کند. اثرات هرس کردن بسیار متغیر است و بستگی به عوامل مختلفی از جمله فصل و زمان هرس، نوع گیاه و آلودگی ریشه گیاهان دارد (Haviland and Viveros, 2005).

مبارزه علیه باکتری: چندین ترکیب شیمیایی از جمله آنتی‌بیوتیک‌ها، ترکیبات مسی و نیز ترکیبات طبیعی در شرایط گلخانه و مزرعه بررسی شده است. در این میان استفاده از بنزوتیادiazole^۸ در برگ‌های گیاهان آلوده به *X. fastidiosa subsp. pauca* بی‌فایده بوده است (Martinati et al., 2007). در گیاهان مرکبات آلوده به این باکتری استفاده از ان-استیل سیستئین^۹ به عنوان کود اثرات ضد باکتریایی داشته و در تعدیل کردن علائم نیز نقش داشته است که احتمالاً به دلیل اثراتی است که روی تشکیل بیوفیلم باکتریایی دارد (Muranaka et al., 2013). امانی‌فر و همکاران با تزریق اوکسی تتراسایکلین به تنه درختان بادام، نشان داده‌اند، که شدت علائم تا ۷۳ درصد کاهش پیدا می‌کند (Amanifar et al., 2016). با این وجود مبارزه شیمیایی به دلیل سیستمیک بودن بیماری نمی‌تواند به تنهایی به عنوان یک روش کنترلی مناسب مدنظر قرار بگیرد.

مبارزه با حشرات ناقل: استفاده از حشره‌کش‌هایی مانند نتونیکوتینوئید ایمیداکلوپراید^{۱۰} عمدتاً در کنترل ناقلین بیماری موفقیت آمیز بوده است (Dongiovanni et al., 2018). در آمریکا و فرانسه دشمنان طبیعی ناقلین بیمارگر به ویژه حشرات جنس *Gonatocerus* که پارازیتوئید تخم ناقلین هستند، رهاسازی شده و در کاهش جمعیت زنجره‌های برگ‌گی نقش داشته‌اند (Son et al., 2012).

نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده

بیمارگر *Xylella fastidiosa* در میزبان‌های مهمی از جمله انگور، بادام، مرکبات، هلو، یونجه و ... بیماری‌های مهم اقتصادی ایجاد می‌کند. لذا به نظر می‌رسد که این بیمارگر دارای توان بالایی در ایجاد خسارت در میزبان‌های گیاهی باشد. مطالعه سازوکار بیماری‌زایی این باکتری اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا مطالعه جنبه‌های مختلف بیماری‌زایی آن و ارتباط آن با ناقلین حشره‌ای می‌تواند منجر به ارائه راه‌کاری مناسب به منظور مدیریت بیمارگر شود. مطالعات آینده در ارتباط با ژن‌هایی که به تازگی در سازوکار بیماری‌زایی باکتری در درختان انگور مطالعه شده‌اند، مانند *LesA* می‌تواند در سایر میزبان‌ها نیز مورد بررسی قرار گیرد. همچنین مطالعات آتی در ارتباط با *chiA* خواهد توانست به زیست‌شناسی این باکتری کمک بیش‌تری کند، زیرا هم در کلونیزاسیون حشرات و نیز در گیاهان میزبان نقش دارد (Labroussaa et al., 2017; Nascimento et al., 2016).

بنابراین باکتری به جدار پیش‌معه حشرات متصل شده و شروع به تکثیر می‌کند و به صورت پایا باقی می‌ماند و می‌تواند در سراسر طول زندگی خود باعث انتشار بیمارگر شود (Alves et al., 2008). از آن جایی که باکتری در قسمت ابتدایی از بدن ناقل وجود دارد با پوست‌اندازی ناقل از بین می‌رود، لذا پوره‌ها شانس بسیار اندکی برای انتقال باکتری دارند. از طرفی دیگر پوره‌ها قدرت تحرک بسیار پایینی دارند که یک محدودیت برای انتقال بیمارگر است. به نظر می‌رسد که انتشار بیمارگر به مناطق دورتر کم‌تر توسط حشرات ناقل صورت می‌گیرد. زیرا زنجره‌های خانواده *Ceropideae* فاصله پرواز آن‌ها از ۱۰۰ متر بیش‌تر تجاوز نمی‌کند (Plazio et al 2017). اما نکته‌ای که در این جا اهمیت دارد، این است که حشرات ناقل با باد به فاصله دورتری منتقل می‌شوند و خطر انتشار باکتری را به مناطق دوردست و عاری از آلودگی افزایش می‌دهند (EFSA PLH Panel 2015; White et al., 2017).

نقش انسان در انتشار بیمارگر: حمل و نقل مواد گیاهی آلوده یکی از راه‌های معمول در انتشار این بیمارگر به مناطق دوردست است (EFSA PLH Panel, 2015). انتشار مواد گیاهی از طریق پیوند به ویژه در گیاهان چند ساله که به طور گسترده‌ای برای میزبان‌های گیاهی *X. fastidiosa* استفاده می‌شود باعث پراکنش گسترده جغرافیایی این بیمارگر شده است. در این ارتباط دو عامل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند: ۱- ظاهر شدن علائم بیماری به دوره نهفتگی زیادی نیاز دارد؛ ۲- این حقیقت که باکتری می‌تواند از منابع گیاهی آلوده، اما فاقد علائم که از آن‌ها برای پیوند زدن استفاده می‌شود، به سایر مناطق انتشار پیدا کند (EFSA PLH Panel, 2015; Jeger et al., 2018).

روش‌های مهار بیمارگر

یک روش مهار به تنهایی برای مدیریت این باکتری بی‌نتیجه خواهد بود. روش‌های مدیریت این بیمارگر باید شامل مدیریت گیاهان آلوده، باکتری و ناقلین حشره‌ای باشد که در زیر شرح داده شده‌اند.

حذف گیاهان آلوده: حذف گیاهان آلوده در بعضی مواقع در شروع آلودگی می‌تواند موفقیت آمیز باشد که از جمله می‌توان به حذف گیاهان آلوده در کشورهای آلمان و نیز در جنوب کالیفرنیا به منظور محدود کردن گسترش بیمارگر به مناطق شمالی اشاره کرد (Bruening et al., 2014; Vicent and Blasco, 2017). علاوه بر ریشه‌کن کردن، هرس گیاهان آلوده برای کم کردن پیش‌روی علائم باکتری در گیاهان آلوده نیز می‌تواند مد نظر قرار بگیرد. علاوه بر این، هرس کردن، رشد شاخه‌های جدید و غیر آلوده را نیز تحریک

^۸ Benzothiadiazole

^۹ N-Acetylcysteine

^{۱۰} Imidacloprid

- eral subspecies and sequence types are associated with the emergence of *Xylella fastidiosa* in natural settings in France. *Plant Pathology*, 66, 1054-1064.
- Dongiovanni, C., Altamura, G., Di Carolo, M., Fumarola, G., Saponari, M., & Cavalieri, V. (2018). Evaluation of efficacy of different insecticides against *Philaenus spumarius* L., Vector of *Xylella fastidiosa* in olive orchards in southern Italy. *Arthropod Management Tests*, 43, 321-328
- Dow, J. M., & Daniels, M. J. (2000). *Xylella* genomics and bacterial pathogenicity to plants. *Yeast*, 17(4), 263-271.
- EFSA Panel on Plant Health (PLH). (2015). Scientific opinion on the risks to plant health posed by *Xylella fastidiosa* in the EU territory, with the identification and evaluation of risk reduction options. European Food Safety Authority, 13(1), 3989.
- Gardi, C., Koufakis, I., Tramontini, S., Andueza, M., Pautasso, M., Stancanelli, G., ... & Bragard, C. (2016). Update of a database of host plants of *Xylella fastidiosa*. European Food Safety Authority, 14, 567-574
- Haviland, D. R., & Viveros, M. A. (2005). Surveys for almond leaf scorch in Kern County, CA, and implications on pruning as a tool for management. Annual Report Submitted to the Almond Board of California, 14, 234-242
- Hernandez-Martinez, R., de la Cerda, K. A., Costa, H. S., Cooksey, D. A., & Wong, F. P. (2007). Phylogenetic relationships of *Xylella fastidiosa* strains isolated from landscape ornamentals in southern California. *Phytopathology*, 97, 857-864.
- Jeger, M., Caffier, D., Candresse, T., Chatzivassiliou, E., Dehnen Schmutz, K., ... & Navajas Navarro, M. (2018). Updated pest categorisation of *Xylella fastidiosa*. European Food Safety Authority, 16(7), e05357.
- Jha, G., Rajeshwari, R., & Sonti, R. V. (2005). Bacterial type two secretion system secreted proteins: double-edged swords for plant pathogens. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 18(9), 891-898.
- Labroussaa, F., Ionescu, M., Zeilinger, A. R., Lindow, S. E., & Almeida, R. P. (2017). A chitinase is required for *Xylella fastidiosa* colonization of its insect and plant hosts. *Microbiology*, 163, 502-509.
- Martelli, G. P., Boscia, D., Porcelli, F., & Saponari, M. (2016). The olive quick decline syndrome in south-east Italy: a threatening phytosanitary emergency. *European Journal of Plant Pathology*, 144, 235-243.
- Martinati, J. C., Lacava, P. T., Miyasawa, S. K. S., Guzzo, Almeida, R. P. P., & Nunney, L. (2015). How do plant diseases caused by *Xylella fastidiosa* emerge? *Plant Disease*, 99, 1457-1467.
- Alves, E., Leite, B., Marucci, R. C., Pascholati, S. F., Lopes, J. R., & Andersen, P. C. (2008). Retention sites for *Xylella fastidiosa* in four sharpshooter vectors (Hemiptera: Cicadellidae) analyzed by scanning electron microscopy. *Current Microbiology*, 56, 531-538.
- Alves, E., Marucci, C. R., Lopes, J. R. S., & Leite, B. (2004). Leaf symptoms on plum, coffee and citrus and the relationship with the extent of xylem vessels colonized by *Xylella fastidiosa*. *Journal of Phytopathology*, 152, 291-297.
- Amanifar, N., Taghavi, M., & Salehi, M. (2016). *Xylella fastidiosa* from almond in Iran: overwinter recovery and effects of antibiotics. *Phytopathologia Mediterranea*, 55, 337-345.
- Amanifar, N., Taghavi, M., Izadpanah, K., & Babaei, G. (2014). Isolation and pathogenicity of *Xylella fastidiosa* from grapevine and almond in Iran. *Phytopathologia Mediterranea*, 318-327.
- Baldi, P., & La Porta, N. (2017). *Xylella fastidiosa*: host range and advance in molecular identification techniques. *Frontiers in Plant Science*, 8, 944.
- Bruening, G., Kirkpatrick, B., Esser, T., & Webster, R. (2014). Managing newly established pests: Cooperative efforts contained spread of Pierce's disease and found genetic resistance. *California Agriculture*, 68, 134-141.
- Cornara, D., Cavalieri, V., Dongiovanni, C., Altamura, G., Palmisano, F., Bosco, D., ... & Saponari, M. (2017a). Transmission of *Xylella fastidiosa* by naturally infected *Philaenus spumarius* (Hemiptera, Aphrophoridae) to different host plants. *Journal of Applied Entomology*, 141, 80-87.
- Cornara, D., Saponari, M., Zeilinger, A. R., de Stradis, A., Boscia, D., Loconsole, G., ... & Porcelli, F. (2017b). Spittlebugs as vectors of *Xylella fastidiosa* in olive orchards in Italy. *Journal of Pest Science*, 90, 521-530.
- Dandekar, A. M., Gouran, H., Nascimento, R., Uberlandia, M., Gillespie, H., Goulart, L., & Chakraborty, S. (2015). Defining the role of secreted virulence protein Lesa and Prta in the pathobiology of *Xylella* and in the development of pierce's disease. *Research Progress Reports*.
- Della Coletta-Filho, H., Francisco, C. S., Lopes, J. R. S., De Oliveira, A. F., & Da Silva, L. F. D. O. (2016). First report of olive leaf scorch in Brazil, associated with *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*. *Phytopathologia Mediterranea*, 55, 130-135.
- Denancé, N., Legendre, B., Briand, M., Olivier, V., De Boisseson, C., Poliakoff, F., & Jacques, M. A. (2017). Sev-

- Rapicavoli, J., Ingel, B., Blanco-Ulate, B., Cantu, D., & Roper, C. (2018). *Xylella fastidiosa*: an examination of a re-emerging plant pathogen. *Molecular plant pathology*, 19(4), 786-800.
- Reddy, J. D., Reddy, S. L., Hopkins, D. L., & Gabriel, D. W. (2007). TolC is required for pathogenicity of *Xylella fastidiosa* in *Vitis vinifera* grapevines. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 20(4), 403-410.
- Roper, M. C., Greve, L. C., Warren, J. G., Labavitch, J. M., & Kirkpatrick, B. C. (2007). *Xylella fastidiosa* requires polygalacturonase for colonization and pathogenicity in *Vitis vinifera* grapevines. *Molecular Plant Microbe Interactions*, 20, 411-419.
- Sanderlin, R. S. (2017). Host Specificity of Pecan Strains of *Xylella fastidiosa* subsp. multiplex. *Plant Disease*, 101, 744-750.
- Schaad, N. W., Postnikova, E., Lacy, G., Fatmi, M. B., & Chang, C. J. (2004). *Xylella fastidiosa* subspecies: *X. fastidiosa* subsp. piercei, subsp. nov., *X. fastidiosa* subsp. multiplex subsp. nov., and *X. fastidiosa* subsp. pauca subsp. nov. *Systematic and Applied Microbiology*, 27, 290-300.
- Son, Y., Nadel, H., Baek, Johnson, S. M. W., & Morgan, D.J.W. (2012). Estimation of developmental parameters for adult emergence of *Gonatocerus morgani*, a novel egg parasitoid of the glassy-winged sharpshooter, and development of a degree-day model. *Biological Control*, 60, 233-240.
- Strona, G., Carstens, C. J., & Beck, P. S. (2017). Network analysis reveals why *Xylella fastidiosa* will persist in Europe. *Scientific Reports*, 7(1), 71.
- Su, C. C., Chang, C. J., Chang, C. M., Shih, H. T., Tzeng, K. C., Jan, F. J., ... & Deng, W. L. (2013). Pierce's Disease of grapevines in Taiwan: isolation, cultivation and pathogenicity of *Xylella fastidiosa*. *Journal of Phytopathology*, 161, 389-396.
- Vicent, A., & Blasco, J. (2017). When prevention fails. Towards more efficient strategies for plant disease eradication. *New Phytologist*, 214, 905-908.
- White, S. M., Bullock, J. M., Hooftman, D. A., & Chapman, D. S. (2017). Modelling the spread and control of *Xylella fastidiosa* in the early stages of invasion in Apulia, Italy. *Biological Invasions*, 19, 1825-1837.
- Yuan, X., Morano, L., Bromley, R., Spring-Pearson, S., Stouthamer, R., & Nunney, L. (2010). Multilocus sequence typing of *Xylella fastidiosa* causing Pierce's disease and oleander leaf scorch in the United States. *Phytopathology*, 100, 601-611.
- S. D., Azevedo, J. L., & Tsai, S. M. (2007). Redução dos sintomas causados pela *Xylella fastidiosa* subsp. pauca por meio de aplicação de benzotiadiazole e silício. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42, 1083-1089.
- Muranaka, L. S., Giorgiano, T. E., Takita, M. A., Forim, M. R., Silva, L. F., Coletta-Filho, H. D., ... & de Souza, A. A. (2013). N-Acetylcysteine in agriculture, a novel use for an old Molecule: Focus on controlling the plant-pathogen *Xylella fastidiosa*. *PLoS One*, 8(8), e72937.
- Nascimento, R., Gouran, H., Chakraborty, S., Gillespie, H. W., Almeida-Souza, H. O., Tu, A., ... & Dandekar, A. M. (2016). The type II secreted lipase/esterase LesA is a key virulence factor required for *Xylella fastidiosa* pathogenesis in grapevines. *Scientific reports*, 6, 18598.
- Nunney, L., Schuenzel, E. L., Scally, M., Bromley, R. E., & Stouthamer, R. (2014). Large scale intersubspecific recombination in the plant pathogenic bacterium *Xylella fastidiosa* is associated with the host shift to mulberry. *Applied and Environmental Microbiology*, AEM-04112.
- Nunney, L., Yuan, X., Bromley, R., Hartung, J., Monteiro-Astúa, M., Moreira, L., ... & Stouthamer, R. (2010). Population genomic analysis of a bacterial plant pathogen: novel insight into the origin of Pierce's disease of grapevine in the US. *PLoS One*, 5(11), e15488.
- Ouyang, P., Arif, M., Fletcher, J., Melcher, U., & Corona, F. M. O. (2013). Enhanced reliability and accuracy for field deployable bioforensic detection and discrimination of *Xylella fastidiosa* subsp. pauca, causal agent of citrus variegated chlorosis using Razor Ex technology and TaqMan quantitative PCR. *PLoS One*, 8(11), e81647.
- Overall, L. M., & Rebek, E. J. (2017). Insect vectors and current management strategies for diseases caused by *Xylella fastidiosa* in the southern United States. *Journal of Integrated Pest Management*, 8(1), 12.
- Plazio E, Bodino N, Cavaliere V, Dongiovanni E, Fumarola G, Ciniero A, Galetto L, Saponari M and Bosco D, 2017. Investigations on dispersal capability of *Philaenus spumarius* by mark-release-recapture method. European Conference on *Xylella* 2017. Finding answers to a global problem. Book of abstracts, p. 56. Palma de Mallorca (Spain), 13-15 November 2017.
- Randall, J. J., Goldberg, N. P., Kemp, J. D., Radionenko, M., French, J. M., Olsen, M. W., & Hanson, S. F. (2009). Genetic analysis of a novel *Xylella fastidiosa* subspecies found in the southwestern United States. *Applied and Environmental Microbiology*, 75, 5631-5638.

مقاله

اساس ژنتیکی تولیدمثل جنسی در گونه‌های فیتوفتورا

زینب حق / دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
رضا مستوفی‌زاده قلمفرسا / استاد بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز



haghizeinab@yahoo.com

چکیده

تولیدمثل جنسی یک رویداد زیست‌شناختی مهم در چرخه‌ی زندگی جنس *Phytophthora* است و گونه‌های دگرتال فیتوفتورا برای تولیدمثل جنسی به تیپ‌های آمیزشی مخالف نیاز دارند. شروع تولیدمثل جنسی تیپ‌های آمیزشی به وسیله هورمون‌های آمیزشی صورت می‌گیرد. این هورمون‌ها توسط ژن‌های موجود در ژن‌گاه تیپ آمیزشی کنترل می‌شوند که موقعیت مکانی دقیق آن هنوز بحث‌انگیز است. به نظر می‌رسد که تیپ آمیزشی با یک ژن‌گاه تعیین می‌شود که الگویی از تفرق غیرمندی را نشان می‌دهد و احتمالاً در گونه‌های فیتوفتورا ژن‌های میتوکندریایی تیپ آمیزشی را کنترل می‌کنند. اما در مورد این که هورمون‌های آمیزشی در گونه‌های فیتوفتورا چگونه رمزگذاری و توسط چه ژن‌هایی در ژن‌گاه تیپ آمیزشی کنترل می‌شوند، اطلاعاتی در دست نیست. درک اساس مولکولی آمیزش در گونه‌های فیتوفتورا می‌تواند به ایجاد راهبردهای جدید برای کنترل بیماری‌های ناشی از آن‌ها منجر شود. در این مقاله تنظیم هورمونی تولیدمثل جنسی و چگونگی کنترل ژنتیکی آن در گونه‌های فیتوفتورا بحث شده است.

واژه‌های کلیدی: تنظیم هورمونی، تولیدمثل جنسی، تیپ‌های آمیزشی، *Phytophthora* spp.

مقدمه

تولیدمثل جنسی یک رویداد زیست‌شناختی مهم در چرخه‌ی زندگی جنس فیتوفتورا است (Yajima, 2014)، زیرا هم وسیله‌ای برای انتشار و بقا در طبیعت است و هم منبع بالقوه‌ای برای تنوع ژنتیکی به شمار می‌رود (Ko, 1980). تولیدمثل جنسی با توجه به ساختار کروموزومی در قارچ‌های حقیقی و شبه‌قارچ‌های آمیستی متفاوت است. در جنس فیتوفتورا تولیدمثل نتیجه‌ی تولید اسپورهای با دیواره‌ی ضخیم در یک آگونیوم است که به آن‌ها یک یا چند آنتریدیوم می‌چسبند. گونه‌های فیتوفتورا به صورت هم‌تال و دگرتال دیده می‌شوند. رفتار جنسی گونه‌های دگرتال فیتوفتورا با همه‌ی موجودات شناخته‌ی شده دیگر متفاوت است و تولیدمثل جنسی بین گونه‌های دگرتال، که از نظر فیزیولوژی و ریخت‌شناسی مجزا هستند، به راحتی رخ می‌دهد. این

جنس *Phytophthora de Bary* یکی از مهم‌ترین آرایه‌های شاخه‌ی آمیکوتا است و شامل بیش از صد گونه می‌شود (Martin et al., 2012) که همه بیمارگر گیاهی هستند و خسارت‌های جدی را در گیاهان ایجاد می‌کنند. بیماری‌های عمده‌ی فیتوفتورایی شامل سوختگی برگ، مرگ گیاهچه، پوسیدگی‌های میوه، ریشه و ساقه هستند. برخی از گونه‌ها با دامنه‌ی میزبانی محدود مانند *Phytophthora infestans* (Mont.) و *P. soja* Kaufmann and Gerdmann و *de Bary* مانند *Butler P. palmivora* و *Rands P. cinnamomi* با دامنه‌ی میزبانی وسیع دیده می‌شوند (Niu, 2010).

اتفاق یک پدیده‌ی غیرمعمول است و احتمال می‌رود که اعضای جنس فیتوفتورا در جهان زیستی منحصر به فرد باشند. زیرا هیچ مانع ژنتیکی در آمیزش گونه‌های متفاوت با هم وجود ندارد (Ko, 2007). یک احتمال دیگر این است که در طول آمیزش و تشکیل اسپور تحریک شیمیایی صورت می‌گیرد که این فرضیه توسط آشی (Ashby, 1929) پیشنهاد شد. پژوهش‌گران مختلفی نشان داده‌اند که برای تولیدمثل جنسی در گونه‌های فیتوفتورا و جنس خواهری آن پیتيوم به استرول نیاز است و اثر محرک آن برای تولید زادمایه‌های جنسی در این شبه‌قارچ‌ها ضروری است. همچنین تعدادی از گونه‌های فیتوفتورا و پیتيوم در محیط کشت‌های حاوی کلسترول یا بتاسترول تولید اسپور می‌کنند (Ko, 2007).

گونه‌های دگرتال فیتوفتورا برای تولیدمثل جنسی به تیپ‌های آمیزشی مخالف نیاز دارند که این تیپ‌های آمیزشی با شناسه‌ی A₁ و A₂ نشان داده می‌شوند (Gu & Ko 2005). تحقیقات گسترده نشان می‌دهد که تیپ‌های آمیزشی برای شروع تولیدمثل جنسی و خودباروری به هورمون‌های جنسی نیاز دارند (Ko, 1980)، به طوری که از جدایه‌هایی که تیپ آمیزشی A₁ دارند ترکیبی به نام هورمون ۱۵ ترشح می‌شود و تشکیل اسپور را در جدایه‌ی A₂ القا می‌کند. درحالی که ماده‌ی ترش‌چی جدایه‌های تیپ آمیزشی A₂ ترکیبی به نام ۲۵ است که تشکیل اسپور را در تیپ آمیزشی A₁ القا می‌کند. بررسی‌های زیادی درباره تنظیم هورمونی تولیدمثل جنسی در فیتوفتورا صورت گرفته است (Ko, 1998, 2007; Gu & Ko 2005). با این حال در مورد ژنتیک تنظیم‌کننده‌ی هورمونی تولیدمثل جنسی و این که چگونه هورمون‌های آمیزشی، تولیدمثل جنسی را تنظیم می‌کنند، مطالعات زیادی انجام نگرفته است. با توجه به این که جنس فیتوفتورا شامل گونه‌های مهم بیمارگر گیاهی است که خسارت‌های قابل توجهی را به محصولات اقتصادی مهم در سراسر دنیا وارد می‌کنند، همچنین با توجه به اهمیت تولیدمثل جنسی در چرخه‌ی زندگی این بیمارگرها، راهبردهای مدیریت و مهار بیماری‌های مرتبط با گونه‌های این جنس نیازمند آگاهی و شناخت چگونگی تولیدمثل جنسی و عوامل تنظیم‌کننده‌ی آن است. در این مقاله تنظیم هورمونی تولیدمثل جنسی و چگونگی کنترل ژنتیکی آن در گونه‌های فیتوفتورا مورد بررسی قرار گرفته است.

تنظیم نمو جنسی

عوامل زیادی زمان و چگونگی نمو جنسی را تعیین می‌کنند. این عوامل شامل هم‌تال و دگرتال بودن جدایه‌ها، تمایل برای ایجاد گامتازیوم نر یا ماده و محیط زیست است. مطالعات فیزیولوژی، بیوشیمی و ژنتیکی وجود پیچیدگی در چرخه‌ی جنسی گونه‌های فیتوفتورا را نشان داده‌اند (Lamour & Kamoun 2009).

دوشکلی جنسی، دو جنسی و جنسیت نسبی

امیست‌ها با تشکیل گامتازیوم نر و ماده چرخه‌ی جنسی خود را تکمیل می‌کنند. در جدایه‌های دگرتال، والدها دارای تیپ آمیزشی مخالف هستند و آنتریدیوم و آگونیوم تشکیل می‌دهند. جدایه‌های بسیاری از گونه‌های امیست دگرتال دوجنسی هستند، اما برخی نر یا ماده هستند و تک‌پایه به شمار می‌روند که این حالت واکنش‌های تولیدمثلی را محدود می‌کند. اگرچه دوجنسی بودن پیش‌نیاز هم‌تالی است، این امکان وجود دارد که بعضی جدایه‌ها فقط به عنوان دهنده‌ی آنتریدیوم یا دهنده‌ی آگونیوم عمل کنند. این جدایه‌ها همچنین می‌توانند دگرآمیزی انجام دهند و ممکن است در طول چنین برهمکنش‌هایی ترجیح جنسی را نشان دهند. با این حال در گونه‌ی *Pythium sylvaticum* Carn-

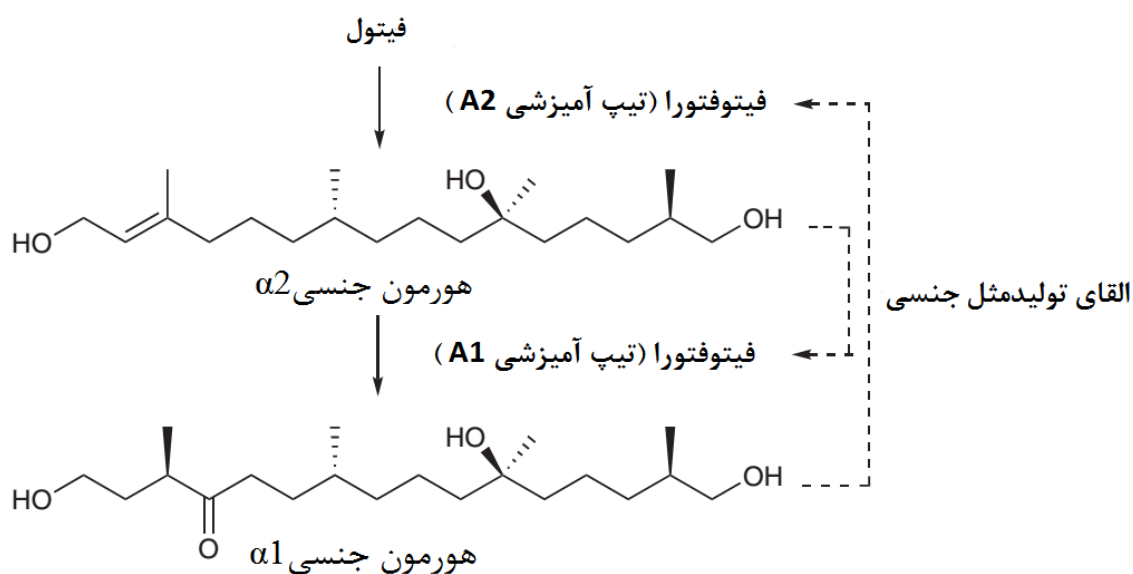
بیش‌تر اطلاعات درباره‌ی تیپ آمیزشی از گونه‌های دگرتال فیتوفتورا به دست آمده است که در این گونه‌ها تیپ‌های آمیزشی A₁ و A₂ از طریق ردیابی و تولید هورمون‌های جنسی متفاوت مشخص شده‌اند (Lamour & Kamoun 2009; Ko, 1980). به این شکل یک سیستم دگرتالی هورمونی ایجاد می‌شود که در آن سازگاری در اثر درک هورمون مخالف پدید می‌آید. این شکل از دگرتالی شیمیایی در زیست‌شناسی منحصر به فرد است. دگرتالی در قارچ‌های حقیقی شامل دوشکلی جنسی یا خودناسازگاری است ولی در این‌جا چنانچه هر دو هورمون آمیزشی حضور داشته باشند هیچ مانعی برای خودباروری در امیست‌های دگرتال وجود ندارد (Lamour & Kamoun 2009). با این حال در گونه‌ی *P. ramorum* Werres, De Cock, and Man in't Veld شواهدی از تولیدمثل جنسی در نهالستان‌هایی که هر دو تیپ آمیزشی حضور دارند دیده نمی‌شود. با این حال سطوحی از ناخالصی (یعنی هنگامی که در یک ژن‌گاه چند آلل دیده می‌شود) در *P. ramorum* سازگار با گونه دگرآمیز دیده شده است.

ساختار شیمیایی هورمون‌های جنسی و اهمیت زیست‌شناختی آن‌ها

در مطالعات مختلفی ساختار شیمیایی هورمون‌های جنسی مورد بررسی قرار گرفته است (Ojika et al., 2011; Molli et al., 2012).

گونه‌های دگرتال فیتوفتورا از هورمون‌های α_1 و α_2 برای تنظیم تولیدمثل جنسی استفاده می‌کنند. با توجه به ناچیز بودن میزان تولید هورمون در تیپ‌های آمیزشی، بررسی ساختار شیمیایی این هورمون‌ها دشوار است. کی و همکاران (Qi et al., 2005) ترکیبی را از کشت *Dastur P. nicotianae* جداسازی و خالص کردند که می‌تواند تشکیل آسپور را در سوبیه تیپ آمیزشی A_2 القا کند. آن‌ها ساختار این ترکیب را تعیین و هورمون آمیزشی α_1 را طراحی کردند. هورمون α_1 یک دی‌ترین^۱ با گروه‌های فعال هیدروکسیل^۲ است. در حضور هورمون α_1 تولید ساختارهای اسپورانژیوم و اسپوره‌های غیرجنسی متوقف می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که این هورمون در همه‌ی گونه‌های دگرتال فیتوفتورا وجود دارد (Qi et al., 2005). همچنین هورمون آمیزشی α_2 نیز از تیپ آمیزشی A_2 جداسازی و ساختار خالص آن طراحی شده است (Ojika et al., 2011). فرض می‌شود که خاستگاه هورمون α_2 ، فیتول^۳ (است که ساختاری مرتبط با هورمون α_1 دارد (شکل ۱). این ترکیب گیاهی تولید هورمون α_2 را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد (Ojika et al., 2011). تولید هورمون‌های α به عنوان واسط تولیدمثل جنسی احتمالاً در طبیعت نیز اتفاق می‌افتد زیرا فیتول از طریق مسیر سوخت‌وساز کلروفیل در گیاه تولید می‌شود. این می‌تواند یکی از دلایلی باشد که فیتوفتورا گیاهان را برای بیماری‌زایی ترجیح می‌دهد. سازوکاری که هورمون α_2 از فیتول سنتز می‌شود ناشناخته باقی مانده است. ژنوم فیتوفتورا شامل چندین ژن برای رمزگذاری سیتوکروم P₄₅₀ است. بعضی از این ژن‌ها می‌توانند آنزیم‌هایی را رمزگذاری می‌کنند که فیتول را به هورمون α_2 تبدیل می‌کنند (Ojika et al., 2011).

گونه‌های دگرتال فیتوفتورا از هورمون‌های α_1 و α_2 برای تنظیم تولیدمثل جنسی استفاده می‌کنند. با توجه به ناچیز بودن میزان تولید هورمون در تیپ‌های آمیزشی، بررسی ساختار شیمیایی این هورمون‌ها دشوار است. کی و همکاران (Qi et al., 2005) ترکیبی را از کشت *Dastur P. nicotianae* جداسازی و خالص کردند که می‌تواند تشکیل آسپور را در سوبیه تیپ آمیزشی A_2 القا کند. آن‌ها ساختار این ترکیب را تعیین و هورمون آمیزشی α_1 را طراحی کردند. هورمون α_1 یک دی‌ترین^۱ با گروه‌های فعال هیدروکسیل^۲ است. در حضور هورمون α_1 تولید ساختارهای اسپورانژیوم و اسپوره‌های غیرجنسی متوقف می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که این هورمون در همه‌ی گونه‌های دگرتال فیتوفتورا وجود دارد (Qi et al., 2005). همچنین هورمون آمیزشی α_2 نیز از تیپ آمیزشی A_2 جداسازی و ساختار خالص آن طراحی شده است (Ojika et al., 2011).



شکل ۱. مسیر سنتز زیستی هورمون‌های آمیزشی α .

عوامل مؤثر در تنظیم هورمونی تولیدمثل جنسی

تأثیر نور در تولیدمثل جنسی گونه‌های فیتوفتورا به خوبی شناخته شده است. این گونه‌ها در شرایط روشنایی تعداد کمی آسپور تولید می‌کنند یا در مواردی هیچ آسپوری تولید نمی‌کنند. نور یک عامل بازدارنده در تولید هورمون‌های آمیزشی است؛ اما مانع تشکیل گیرنده‌های هورمونی نمی‌شود. با این حال هورمون‌های α بعد از تولید، در مقابل نور پایدارند (Chern & Ko 1993).

همچنین برای اکثر گونه‌های فیتوفتورا دمای بیشینه‌ای که برای رشد رویشی مناسب است عاملی بازدارنده برای تولیدمثل جنسی محسوب می‌شود. به طوری که جدایه‌های تیپ آمیزشی A_1 و A_2 از *P. parasitica* می‌توانند در ۳۴ درجه‌ی سلسیوس رشد کنند، ولی آسپورها در این دما تشکیل نمی‌شوند (Chern & Ko 1994). بررسی‌ها نشان می‌دهد

تنظیم هورمونی تولیدمثل جنسی

در هنگام القای هورمونی برای تولید آسپور بین تیپ‌های آمیزشی A_1 و A_2 از گونه‌های مختلف فیتوفتورا در واقع تبادل ژنتیکی وجود ندارد. در نتیجه، همه‌ی دودمان‌های جنسی تولید شده به وسیله هر کدام از تیپ‌های آمیزشی A_1 یا A_2 به وسیله‌ی هورمون‌های α خودشان را القا می‌کنند. همان‌طور که گفته شد در تولیدمثل جنسی گونه‌های دگرتال فیتوفتورا به منظور شروع فرایند خودالقایی و برای تولید و دریافت هورمون‌های خاص تیپ آمیزشی به حضور یک تیپ آمیزشی مخالف نیاز دارند. اما گونه‌های هم‌تال فیتوفتورا برای تولیدمثل جنسی به تیپ آمیزشی مخالف نیاز ندارند. این گونه‌ها علاوه بر تولید هر دو هورمون، برای شروع خودباروری دارای گیرنده‌هایی برای هورمون‌های α تولیدی خود هستند. این شیوه‌ی شیمیایی تولیدمثل یک سبک جدید تولیدمثل جنسی در جهان زیستی است (Ko, 2007).

^۱ گروهی از هیدروکربن‌های غیراشباع و فرار که اغلب در اسانس، صمغ و رزین گیاهان یافت می‌شوند.

^۲ OH

^۳ نوعی دی‌ترین الکلی در گیاهان است که از آن برای ساختن ویتامین‌های E و K استفاده می‌کنند.

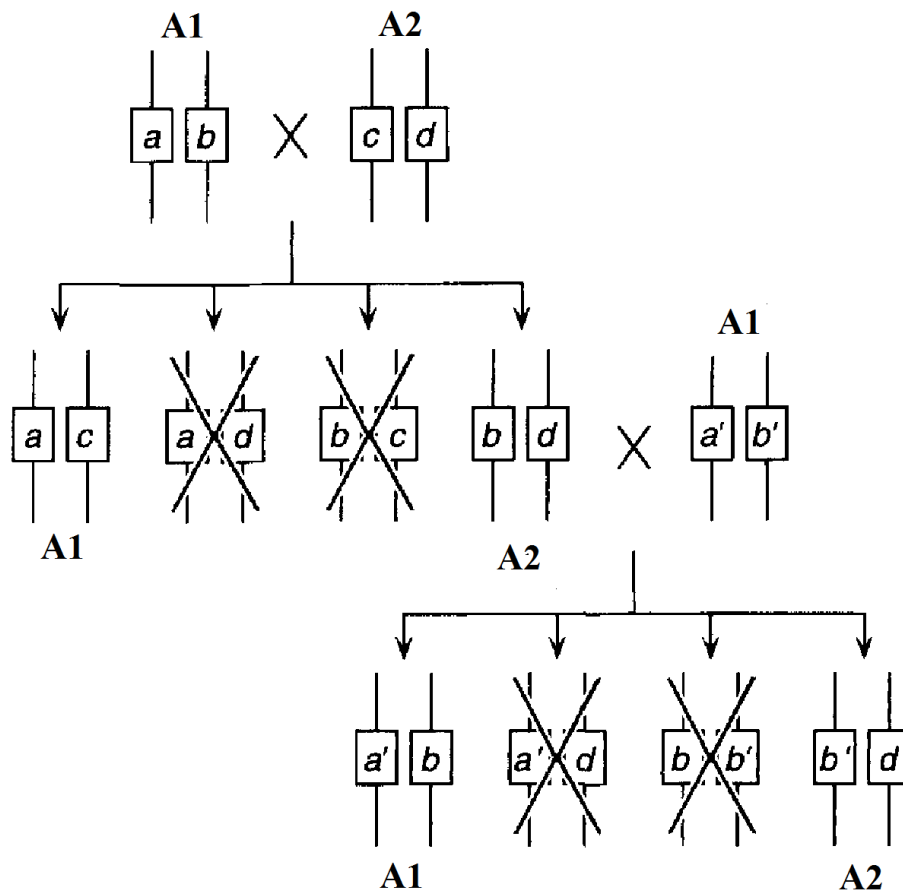
بررسی ژنتیکی جدایه‌های *P. infestans* نشان می‌دهد که این الگوی تفرق غیرمعمول ویژگی عمومی در ژن‌گاه تیپ آمیزشی این شبه‌قارچ است و نقش مهمی در تعیین تیپ آمیزشی این گونه بازی می‌کند. تفکیک مناطق کروموزومی ژن‌گاه تیپ آمیزشی *P. parasitica* برای تعیین این که آیا این گونه نیز یک الگوی تفرق غیرمندلی مشابه با *P. infestans* نشان می‌دهد یا نه، انجام شده است (Fabritius & Judelson 1997). نتایج نشان می‌دهند که در *P. parasitica* هر دو نشانگر RAPD و RFLP مربوط به مناطق کروموزومی دی‌ان‌ای اطراف ژن‌گاه تیپ آمیزشی، در مقایسه با مناطق مشابه در *P. infestans*، الگوی تفرق معمولی را نشان می‌دهند.

سازوکار ژنتیکی برای تمایز تیپ‌های آمیزشی A₁ و A₂ در *P. infestans* موضوعی تأمل‌برانگیز است به خصوص این که آمیست‌ها موجوداتی دیپلوئید هستند. بنابراین آلل‌های تیپ آمیزشی به طور بالقوه در شرایط ناخالص عمل می‌کنند. در این گونه، جدایه‌ها آلل‌های تیپ آمیزشی خود را از دو والد به ارث می‌برند. سیستم تیپ آمیزشی در این شبه‌قارچ‌ها پیچیده است و با سیستم تیپ آمیزشی دو قطبی بازیدیومیست‌ها و آسکومیست‌ها، که تیپ آمیزشی در یک چرخه‌ی هاپلوئید بیان می‌شود، تفاوت دارد (Judelson et al., 1995). با این حال، کشف تفاوت ژنتیکی بین تیپ آمیزشی *P. parasitica* و *P. infestans* غیرمنتظره است (Fabritius & Judelson 1997).

که تولید هورمون‌های α و گیرنده‌های آن‌ها در دمای بالا متوقف می‌شود. زمانی که کشت جدایه‌ها در طول دریافت هورمون در معرض دمای بالا قرار می‌گیرند، هیچ اسپوری تولید نمی‌شود. با وجود این بعد از فرایند تولید، هورمون‌های α و گیرنده‌های آن‌ها در دمای بالا پایدار هستند (Chern & Ko 1994; Ko, 2007).

اساس ژنتیکی تنظیم هورمونی تولیدمثل جنسی

جودلسون و همکاران (Judelson et al., 1995) الگوی تفرق ژن‌گاه تیپ آمیزشی *P. infestans* را مورد بررسی قرار دادند. این مطالعه برای تشخیص تفرق جایگاه تعیین‌کننده‌ی تیپ آمیزشی با استفاده از نشانگرهای مولکولی صورت گرفت که جنبه‌هایی کلیدی از ژنتیک تیپ آمیزشی را شرح می‌دهد. بر اساس مطالعه‌ی آن‌ها تیپ آمیزشی با یک تک ژن‌گاه تعیین می‌شود که الگویی از تفرق غیرمندلی را نشان می‌دهد. زیرا تنها دو ژنوتیپ از چهار ژنوتیپ مورد انتظار منطقه‌ی تیپ آمیزشی در نتایج مشاهده شده است (شکل ۲). این با الگوی تفرق معمول در گونه‌های دیپلوئید، که در آن‌ها چهار ترکیب آلی متفاوت برای یک جایگاه ژنی در نتایج مورد انتظار است، سازگار نیست.



شکل ۲. الگوی تفرق غیرمندلی در منطقه‌ی تیپ آمیزشی در جمعیت‌های A₁ و A₂. این شکل ژنوتیپ‌هایی از آلل‌های ژن‌گاه تیپ آمیزشی را نشان می‌دهد: آلل‌های a و b از جدایه‌ی تیپ آمیزشی A₁ و آلل‌های c و d از جدایه‌ی تیپ آمیزشی A₂ که در تلاقی بین این دو جدایه برخلاف تفرق معمول، دو ژنوتیپ مشاهده می‌شود.

ژن‌های کنترل کننده تیپ‌های آمیزشی

تیپ‌های آمیزشی در فیتوفتورا با ژن‌های هسته‌ای یا عوامل سیتوپلاسمی تعیین می‌شوند. بر اساس مشاهدات سلول‌شناختی و الگوهای تفرق، پیشنهاد شده است که تیپ آمیزشی A₁ خالص مغلوب (aa) و تیپ آمیزشی A₂ ناخالص (Aa) است در حالی که تیپ خودالقای A₁A₂ یک تریزومی Aaa است (Sansome, 1980). این فرضیه با مشاهده‌ی القای تفرق A₂ و A₁A₂ از A₁ به وسیله‌ی تیمارهای شیمیایی و پیری رد شد. زیرا خصوصیت خالص مغلوب نباید تفرق کند. اکثر داده‌های مدعی توارث هسته‌ای تیپ آمیزشی، بر اساس مطالعه‌ی نقشه ژنتیکی به دست آمده بودند. این مطالعات شامل استفاده از نشانگرهای دی‌ان‌ای هسته‌ای برای ساخت نقشه‌ی همبستگی ژنتیکی یا جست‌وجوی انواعی از تیپ آمیزشی بود که با نشانگرهای دی‌ان‌ای هسته‌ای همبستگی داشتند. استفاده از این داده‌ها که فقط بر اساس همراهی است، هسته‌ای بودن صفت تیپ آمیزشی را ثابت نمی‌کند و ژن‌گاه احتمالی تیپ آمیزشی هنوز همسانه‌سازی و مشخص نشده است (Ko, 2007).

تصور می‌شود که تیپ‌های آمیزشی به وسیله‌ی دی‌ان‌ای میتوکندریایی کنترل می‌شوند. احتمالاً هر دو تیپ آمیزشی A₁ و A₂ میتوکندریایی در هر جدایه از فیتوفتورا وجود دارد و بیان تیپ آمیزشی نتیجه‌ی نهایی برهم‌کنش بین این دو تیپ میتوکندریایی و مشابه رفتار مقاومت آنتی‌بیوتیکی در فیتوفتورا است (Gu & Ko 2000).

شواهد میتوکندریایی تیپ‌های آمیزشی

چانگ و کو (Chang & Ko ۱۹۹۰) نشان دادند که مقاومت به متالاکسیل^۴ (Mr) و کلرانب^۵ (Cnr) در *P. parasitica* با یک ژن هسته‌ای کنترل می‌شود در حالی که مقاومت به استرپتومایسین^۶ (Sr) و کلرامفنیکول^۷ (Cpr) با ژنوم سیتوپلاسمی کنترل می‌شوند. زمانی که پروتوپلاست هسته‌ای حاوی Mr از جدایه A₁ *P. parasitica* با پروتوپلاست حامل هسته‌ی Cnr از جدایه A₂ همان گونه ترکیب می‌شود، محصول آمیزش، هسته‌ی حامل Mr هر کدام از تیپ‌های آمیزشی A₂ یا A₁A₂ بود. درحالی که محصول آمیزش حاوی هسته‌ی Cnr هر یک از تیپ‌های آمیزشی A₁، A₂ یا A₁A₂ بود. محصول آمیزش هسته‌های حامل Mr و Cnr به شکل تیپ آمیزشی A₁، A₂ یا A₁A₂ رفتار می‌کردند. این نتایج فرضیه‌ای را که تیپ‌های آمیزشی در فیتوفتورا با ژن‌های هسته‌ای کنترل می‌شوند، رد می‌کند.

کشف کنترل تیپ‌های آمیزشی به وسیله ژن‌های میتوکندریایی در فیتوفتورا مسیر جدیدی برای تحقیق روی ژنتیک تولیدمثل جنسی در این گروه از میکروارگانیسم‌هاست. تغییر برگشت‌پذیر تیپ‌های آمیزشی منجر به این فرضیه می‌شود که هر دو تیپ A₁ و A₂ شامل ژن‌های A₁ و A₂ هستند که بیان تیپ A₁ نتیجه سرکوبی ژن A₂ به وسیله‌ی یک سرکوب‌گر به عنوان سرکوب‌گر A₂ است و برعکس. احتمال دیگر این است که تیپ‌های آمیزشی A₁ و A₂ حاوی دو نوع دی‌ان‌ای میتوکندریایی هستند که یکی ژن (A₁ mtDNA) A₁

و دیگری ژن (A₂ mtDNA) A₂ است. براساس این فرضیه‌ها در تیپ آمیزشی A₁، ژن A₁ mtDNA فراوانی بیش‌تری دارد و فراوانی ژن A₂ mtDNA در این تیپ آمیزشی کم‌تر است. همچنین در تیپ آمیزشی A₂ فراوانی ژن (A₂ mtDNA) A₂ بیش‌تر و فراوانی ژن A₁ mtDNA کم‌تر است (Ko, 2007).

نتیجه‌گیری

تولیدمثل جنسی نقش مهمی در چرخه‌ی بیماری‌زایی گونه‌های جنس فیتوفتورا دارد و اگرچه یک فرایند هزینه‌بر برای بیمارگر به شمار می‌رود، نشان دهنده‌ی مزیت‌های تکاملی برای سازگاری و بقاست. درک تولیدمثل جنسی در بیمارگرها نیازمند بررسی چگونگی مقاومت میزبان و تغییر ویژگی‌های آن‌ها در برابر تولیدمثل جنسی بیمارگر است. با این حال زندگی بیمارگر در کنار میزبان خود در طول زمان از افزایش بیش از حد قدرت بیماری‌زایی جلوگیری می‌کند و بنابراین به حفاظت از میزبان و مقاومت به بیمارگر منجر می‌شود. همچنین تولیدمثل جنسی می‌تواند منجر به اختصاصیت میزبانی شود (Clement et al., 2010). وقوع دگرلقاحی در مزرعه اثر زیادی روی جمعیت بیمارگر و ژنوم افراد دارد. ژنوتیپ‌های نتاج به طور واضحی از دودمان‌های متفاوت هستند و هر فرد دودمان ژنتیک مجزایی دارد. به‌نژادگران امیدوارند با استفاده از بررسی ساختار جمعیت بیمارگر با سازوکارهای قوی برای ایجاد و نگهداری تنوع، که ممکن است روی قدرت بیماری‌زایی تأثیرگذار باشند، میزبان‌های گیاهی پایداری را که به آمیست‌های دگرقال مقاوم هستند، معرفی کنند (Francis & Clair 1993).

در گونه‌های فیتوفتورا تولیدمثل جنسی به وسیله هورمون‌های جنسی A₁ و A₂ و گیرنده‌های آن‌ها تنظیم می‌شود. این هورمون‌ها توسط ژن‌های موجود در ژن‌گاه تیپ آمیزشی کنترل می‌شوند که موقعیت مکانی دقیق آن هنوز مشخص نشده است. بر اساس مطالعات انجام شده پیشنهاد شده که در گونه‌های فیتوفتورا تیپ آمیزشی توسط ژن‌های میتوکندریایی و به صورت تفرق غیرمندی کنترل می‌شود. درک اساس مولکولی آمیزش در گونه‌های فیتوفتورا راهبردهای جدیدی را برای کنترل بیماری‌های ناشی از آن‌ها ایجاد می‌کند. به منظور کشف سازوکارهای درگیر در تنظیم تولیدمثل جنسی در *P. infestans*، درک الگوی بیان زمانی و مکانی برخی ژن‌های فعال در تولیدمثل و عوامل ترانویسی که بیان این ژن‌ها را تنظیم می‌کنند، ضروری است. همچنین درک عملکرد پروتئین‌هایی که در طول مرحله‌ی تولیدمثل جنسی حضور دارند، موجب آگاهی از مسیرها و عوامل ضروری برای ورود به مرحله تولیدمثل جنسی می‌شود (Niu, 2010). اما در مورد این که هورمون‌های جنسی در فیتوفتورا چگونه رمزگذاری می‌شوند و توسط چه ژن‌هایی در ژن‌گاه تیپ آمیزشی کنترل می‌شود اطلاعاتی موجود نیست و ضرورت بررسی آن وجود دارد. بنابراین می‌توان از طریق مطالعه‌ی هورمون‌های آمیزشی و بررسی ساختار اسیدآمینه‌ای این ترکیبات توالی نوکلئوتیدی آن‌ها را به دست آورد و با توجه به این که ژنوم کامل برخی از گونه‌های فیتوفتورا مانند *P. soja* و *P. infestans* توالی‌سنجی گردیده است، می‌توان توالی نوکلئوتیدی هورمون را با ژنوم کامل تطابق داد و ژنوم کنترل کننده هورمون‌های جنسی را شناسایی کرد.

^۴ Metalaxyl

^۵ Cloramb

^۶ Streptomycin

^۷ Chloramphenicol

- Ko, W. H. (1980). Hormonal regulation of sexual reproduction in *Phytophthora*. *Microbiology*, 116(2), 459-463.
- Ko, W. H. (1988). Hormonal heterothallism and homothallism in *Phytophthora*. *Annual Review of Phytopathology*, 26(1), 57-73.
- Ko, W. H. (1998). Chemical stimulation of sexual reproduction in *Phytophthora* and *Pythium*. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 39.
- Ko, W.H. 2007. Hormonal regulation of sexual reproduction in *Phytophthora*. *Botanical Studies*. 48.
- Lamour, K., & Kamoun, S. (2009). Oomycete genetics and genomics: diversity, interactions and research tools. John Wiley & Sons.
- Martin, F. N., Abad, Z. G., Balci, Y., & Ivors, K. (2012). Identification and detection of *Phytophthora*: reviewing our progress, identifying our needs. *Plant disease*, 96(8), 1080-1103.
- Molli, S. D., Qi, J., Yajima, A., Shikai, K., Imaoka, T., Nukada, T., & Ojika, M. (2012). Structure-activity relationship of α hormones, the mating factors of phytopathogen *Phytophthora*. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 20(2), 681-686.
- Niu, X. (2010). Gene regulatory machinery and proteomics of sexual reproduction in *Phytophthora infestans* (Doctoral dissertation, UC Riverside).
- Ojika, M., Molli, S. D., Kanazawa, H., Yajima, A., Toda, K., Nukada, T., Mao, H., Murata, R., Asano, T., Qi, J., & Sakagami, Y. (2011). The second *Phytophthora* mating hormone defines interspecies biosynthetic crosstalk. *Nature chemical biology*, 7(9), 591.
- Qi, J., Asano, T., Jinno, M., Matsui, K., Atsumi, K., Sakagami, Y., & Ojika, M. (2005). Characterization of a *Phytophthora* mating hormone. *Science*, 309(5742), 1828-1828.
- Sansome, E. (1980). Reciprocal translocation heterozygosity in heterothallic species of *Phytophthora* and its significance. *Transactions of the British Mycological Society*, 74(1), 175-185.
- Yajima, A. (2014). Recent progress in the chemistry and chemical biology of microbial signaling molecules: quorum-sensing pheromones and microbial hormones. *Tetrahedron Letters*, 55(17), 2773-2780.
- Ashby, S. F. (1929). Strains and taxonomy of *Phytophthora palmivora* Butler (*P. faberi* Maubl.). *Transactions of the British Mycological Society*, 14(1-2), 18-38.
- Barksdale, A. W., & Lasure, L. L. (1973). Induction of gametangial phenotypes in *Achlya*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 199-202.
- CHANG, T. T., & KO, W. H. (1990). Effect of metalaxyl on mating type of *Phytophthora infestans* and *P. parasitica*. *Japanese Journal of Phytopathology*, 56(2), 194-198.
- Chern, L. L., & Ko, W. H. (1993). Effect of light on hormonal regulation of sexual reproduction in *Phytophthora parasitica*. *Canadian journal of botany*, 71(12), 1672-1674.
- Chern, L. L., & Ko, W. H. (1994). Effects of high temperature on physiological processes leading to sexual reproduction in *Phytophthora parasitica*. *Mycologia*, 86(3), 416-420.
- Clément, J. A. J., Magalon, H., Pelle, R., Marquer, B., & Andrivon, D. (2010). Alteration of pathogenicity-linked life-history traits by resistance of its host *Solanum tuberosum* impacts sexual reproduction of the plant pathogenic oomycete *Phytophthora infestans*. *Journal of evolutionary biology*, 23(12), 2668-2676.
- Fabritius, A. L., & Judelson, H. S. (1997). Mating-type loci segregate aberrantly in *Phytophthora infestans* but normally in *Phytophthora parasitica*: implications for models of mating-type determination. *Current genetics*, 32(1), 60-65.
- Francis, D. M., & Clair, D. A. S. (1993). Outcrossing in the homothallic oomycete, *Pythium ultimum*, detected with molecular markers. *Current genetics*, 24(1-2), 100-106.
- Gu, Y. H., & Ko, W. H. (2000). Transplantation and subsequent behavior of mitochondria in cells of *Phytophthora*. *Canadian journal of microbiology*, 46(11), 992-997.
- Gu, Y. H., & Ko, W. H. (2005). Evidence for mitochondrial gene control of mating types in *Phytophthora*. *Canadian journal of microbiology*, 51(11), 934-940.
- Judelson, H. S., Spielman, L. J., & Shattock, R. C. (1995). Genetic mapping and non-Mendelian segregation of mating type loci in the oomycete, *Phytophthora infestans*. *Genetics*, 141(2), 503-512.

مقاله

رهایش مهارشده‌ی سموم زیستی قارچی

بهناز توکلیان / دانشجوی کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
 رضا مستوفی‌زاده قلمفرسا / استاد بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

 b.tavakolian72@gmail.com

چکیده

آفت‌کش‌های غیر شیمیایی به ویژه قارچ‌کش‌های زیستی یکی از ارکان مهم مهار تلفیقی عوامل بیماری‌زای گیاهی به‌شمار می‌آیند. از این رو مطالعه‌ی این عوامل مهارزیستی به طور قابل توجهی افزایش یافته است. در این راستا اثرات مفید قارچ‌های حقیقی مانند گونه‌های جنس *Trichoderma* به فراوانی بررسی شده است و همچنین در سال‌های اخیر تعامل مفید بین آمیست‌ها و گیاه مورد مطالعه قرار گرفته است. اگرچه یک سم زیستی، دارای مزایای بیش‌تری نسبت به سموم شیمیایی است، اما فرمول‌بندی‌های معمولی آن هنوز متحمل برخی از کمبودها هستند. رهایش مهارشده، انتقال یک ماده‌ی فعال از یک مخزن به سطح هدف با نفوذ تنظیم‌شده است تا غلظت از پیش تعیین شده‌ی آن برای یک دوره‌ی زمانی ویژه حفظ شود. امروزه با توجه به توسعه فناوری نانو، سامانه‌های رهایش مهارشده با استفاده از نانو ذرات به عنوان حامل ابداع و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. همچنین پوشینه‌سازی آفت‌کش‌ها در حامل‌های پلیمری یکی دیگر از سازوکارهای رهایش مهارشده است که به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: رهایش مهارشده، قارچ‌کش‌های زیستی، پوشینه‌سازی، فرمول‌بندی سموم

مقدمه

غیرشیمیایی خصوصاً قارچ‌کش‌های زیستی صورت گرفته است. خاستگاه این قارچ‌کش‌ها می‌تواند میکروارگانیسم‌های موجود در خاک باشد (Mirsoleimani & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2011). فرمول‌بندی سم، امکان استفاده از آن را روی گیاه در شرایط مختلف، بدون کاهش کارایی سم فراهم می‌کند و تأثیر ترکیب قارچ‌کش بستگی زیادی به فرمول‌بندی^۱ آن دارد (Rhakhshani & Taheri 1976). معمولاً به دلیل تجزیه، سموم دفع آفات بیش‌تر از دوز توصیه شده مورد استفاده قرار می‌گیرند، که منجر به اتلاف منابع و آلودگی جدی محیط‌زیست می‌شود. پوشینه‌سازی^۲ آفت‌کش‌ها در حامل‌های زیست‌تخریب‌پذیر^۳ رویکردی عملی برای ایجاد یک سامانه‌ی کارآمد و سازگار با محیط‌زیست به نام سامانه‌ی رهایش مهار شده است (Liu et al. 2016).

در حال حاضر سالیانه حدود دو میلیون تن آفت‌کش برای مهار بیماری‌ها و آفت‌های گیاهی در سراسر جهان استفاده می‌شود. این در حالی است که تخمین زده می‌شود، حدود ۹۰ درصد از آفت‌کش‌ها به دلیل تخریب، تجزیه‌ی نوری، تبخیر و ریزش سطحی از بین رفته، در نهایت تنها ۱۰/۰ درصد از آفت‌کش‌ها برای حفاظت از محصول روی آفت هدف تأثیر می‌گذارد (Liu et al. 2016). کاربرد بی‌رویه‌ی آفت‌کش‌های شیمیایی، از جمله قارچ‌کش‌ها، ممکن است همراه با اثر سوء زیست‌محیطی باشد. باقیمانده‌ی سموم شیمیایی در محصولات کشاورزی و موادغذایی نیز همواره سلامتی انسان را تهدید می‌کند. بنابراین در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی برای یافتن آفت‌کش‌های

^۱ formulation

^۲ encapsulation

^۳ biodegradable

فرمول‌بندی رهایش‌مهارشده، کاربرد و مزایای آن

سازوکار فرمول‌بندی رهایش‌مهارشده

رهایش‌مهارشده‌ی ماده‌ی مؤثر را می‌توان با چندین سازوکار مانند انتشار از طریق غشایی با توان مهار سرعت آزادسازی، اسمز، تبادل یونی یا تجزیه‌ی بستره به دست آورد (Roy et al. 2014). چندین سامانه‌ی رها‌سازی، با استفاده از ریزپوشینه‌ها، ریزگوی‌ها^{۱۱} و ریزپوشینه‌های متخلخل^{۱۲} تولید شده و مورد بررسی قرار گرفته‌اند. از میان سامانه‌های یادشده، سامانه‌ی تحویل مبتنی بر ریزپوشینه دارای دامنه‌ی پخش بیش‌تر، گنجایش بیش‌تر، بازدهی جذب زیاد، اندازه‌ی مهارشده، مقاوم در برابر پرتو فربانفش و دارای ثبات است (Liu et al. 2016 Roy et al. 2014).

پوشینه‌سازی آفت‌کش‌ها در حامل‌های پلیمری بسیار مورد توجه است. بستره‌ی پلیمری باعث کاهش تلفات تخریری و تخریبی می‌شود و همچنین از قرار گرفتن مستقیم آفت‌کش در معرض محیط اطراف مانع می‌کند. پلی‌لاکتیک اسید (پی‌ال‌ای)^{۱۳} از جمله مواد پلیمری مورد تأیید سازمان غذا و داروی آمریکا (اف‌دی‌ای)^{۱۴} است که به طور گسترده‌ای در نقش حامل‌های دارو یا سلول در زمینه‌ی پزشکی استفاده می‌شود (Xu et al. 2015). اما استفاده از پی‌ال‌ای در نقش ماده‌ی حامل در زمینه‌ی آفت‌کش‌ها و سموم کشاورزی به ندرت مورد مطالعه قرار گرفته است. پی‌ال‌ای در شرایط درون‌زیوه‌ای به کربن دی‌اکسید و آب تجزیه می‌شود که به انسان و محیط‌زیست آسیب نمی‌رساند. پی‌ال‌ای صنعتی، ارزان قیمت و مقرون به صرفه است و به عنوان حامل‌های آفت‌کش استفاده می‌شود (Liu et al. 2016).

در حال حاضر اغلب تحقیقات بر روی کاربردهای مواد نانو در مورد سلامت انسان، مواد انرژی‌زا، فناوری‌های دفاعی، تجزیه، کشاورزی و محیط‌زیست تمرکز دارد. به عنوان مثال نانوکامپوزیت‌های سیلیس به دلیل تجزیه‌ی حرارتی و کاربرد آن در کروماتوگرافی، دارو، فیزیک نور و دیگر موارد توجه زیادی را به خود جلب کرده است (Suzuki et al. 2004). دیگر ذرات نانو نیز مثل نانوسیلیس باید در کشاورزی مورد آزمایش قرار بگیرند. (Barik et al. 2008). از جمله نانوساختارهای مهمی که به عنوان فرمول‌بندی رهایش‌مهارشده توجه زیادی به خود جلب کرده است، ال‌دی‌اچ^{۱۵} است که کاربرد دارویی دارد (Perera et al. 2015).

مهار زیستی با سموم زیستی

طبق نظر گابریل و کوک تمام روش‌های مهار آفت‌ها و بیماری‌های گیاهی به سه دسته‌ی مهار زیستی، فیزیکی و شیمیایی تقسیم می‌شوند (Gabriel & Cook 1990). مهارزیستی^{۱۶} نامی است که به استفاده از موجودات، ژن‌ها یا محصولات ژنی برای مهار آفت‌ها و موجودات مطلوب مانند محصولات کشاورزی، درختان، میکروارگانیسم‌های مفید و حشره‌ها،

رهایش‌مهارشده (سی‌آر)^۴ انتقال یک ماده‌ی فعال از یک مخزن به سطح هدف با نفوذ تنظیم‌شده است تا غلظت از پیش تعیین شده‌ی آن برای یک دوره‌ی زمانی ویژه حفظ شود. در استفاده‌ی معمولی از سموم، ابتدا دوز بالایی از سم آزاد می‌شود که به سرعت به زیر سطح مؤثر کاهش می‌یابد (Roy et al. 2014). در این فرمول‌بندی، آفت‌کش به نحوی فرمول‌بندی شده است که ماده‌ی سمی به تدریج از آن آزاد می‌شود. ممکن است ماده‌ی مؤثر^۵ مایع در داخل ریزپوشینه^۶ قرار بگیرد و یا به صورت کریستال فرموله شود (Beestman 2003). گاهی آفت‌کش جذب مواد مصنوعی یا طبیعی خاص شده و به همین شکل استفاده می‌شود. تهیه‌ی این فرمول‌بندی نیازمند روش‌های خاص و پیچیده و مشکل‌تر از سایر فرمول‌بندی‌هاست. نانوپوشینه‌سازی^۷ نیز از روش‌های بسیار جدید است که طی آن ذرات بسیار ریز آفت‌کش در یک پوشش محافظ قرار داده می‌شوند (Rhakhshani & Taheri 1976).

فرمول‌بندی رهایش‌مهارشده می‌تواند یک سطح مؤثر را برای مدت طولانی‌تر و قابل مهارتر حفظ کند. رهایش‌مهارشده در صنایع کشاورزی، غذایی، پزشکی و دارویی برای آزادسازی آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، کودها، مولکول‌های زیستی و داروها کاربرد دارد. در واقع فناوری سی‌آر در مواردی که حفاظت از محصول برای مدت طولانی ضروری است، کاربرد دارد (Roy et al. 2014).

از جمله مزایای این فرمول‌بندی می‌توان به سطح ثابت ماده‌ی مؤثربرای طولانی مدت، استفاده از دوزهای کم‌تر، کاهش تلفات تخریری، کاهش گیاه‌سوزی^۸، کاهش آلودگی زیست‌محیطی و سهولت کاربرد سموم اشاره کرد (Hekmat et al. 2009). هدف‌های اصلی این روش، درمان مؤثرتر، کاهش عوارض جانبی (غیرهدف) و اثربخشی طولانی مدت است و ایمنی و اطمینان استفاده از آن افزایش پیدا کرده است. فرمول‌بندی ایده‌آل، یک سطح کافی از ماده‌ی فعال را برای مهار آفت حفظ می‌کند، درحالی‌که حداقل باقی‌مانده را در محصول و محیط به‌جای می‌گذارد. پوشینه‌سازی در یک بستره پلیمری می‌تواند به دستیابی به این هدف‌ها کمک کند. فرمول‌بندی‌های پوشینه‌سازی پلیمری نسبت به فرمول‌بندی‌های تجاری پوشینه‌نشده در افزایش میزان اثر، کاهش تلفات تخریری، تجزیه، اشباع و سمیت پوستی برتری دارد. فرمول‌بندی رهایش‌مهارشده به خصوص هنگامی که نیمه‌عمر طبیعی یک آفت‌کش قوی کوتاه باشد، بسیار مؤثر است (Roy et al. 2014). به عنوان مثال تجزیه‌ی نوری و حلالیت ناچیز آبامکتین^۹، حشره‌کش و کنه‌کشی انتخابی با خاصیت تماسی، گوارشی و نفوذی از گروه آورمکتین، در آب از مسائل مهمی است که باید در نظر گرفته شود، زیرا دست‌رسی به آن محدود است و بقایای آن در محیط مانده و آن را آلوده می‌کند. اخیراً در مطالعه‌ای، یک سامانه‌ی رهایش‌آب‌دوست از طریق بارگیری آبامکتین با نانوذرات سیلیس متخلخل^{۱۰} ایجاد شد که برای افزایش پایداری شیمیایی، پراکندگی و رهایش‌مهارشده استفاده می‌شود (Wang et al. 2014).

^۴ controlled release

^۵ active agent

^۶ microcapsule

^۷ nanoencapsulation

^۸ phytotoxicity

^۹ abamectin

^{۱۰} abam- PSNs

^{۱۱} microspheres

^{۱۲} porous micricapsules

^{۱۳} polylactic acid

^{۱۴} Food and Drug Administration= FDA

^{۱۵} یک ساختار لایه مانند که از دو گروه هیدروکسیل تشکیل می‌شود (layered double hydroxide)

^{۱۶} biological control

اکتینوباکتری‌ها سامانه‌های میکروبی بالقوه برای تولید نانوذرات هستند که در سال‌های آینده می‌توانند برای سامانه‌های کشاورزی و غذا مورد استفاده قرار بگیرند (Subramanian et al. 2016). به عنوان مثال جدایی *VSMGT1014* از باکتری *Streptomyces sp.* به واسطه‌ی نانوذرات نقره به عنوان یک نامزد بالقوه در سامانه‌ی تحویل دارو هم در گیاه و هم در انسان برای مدیریت بیماری مؤثر است. مطالعات اخیر بر روی باکتری *Streptomyces sp.* نشان داده است که این باکتری می‌تواند در مهار زیستی بیمارگرهای قارچی گیاهی و بیمارگرهای انسانی که منجر به عفونت‌های بیمارستانی می‌شوند، مؤثر واقع شود. بنابراین *Streptomyces sp.* به عنوان یک نامزد بالقوه در سامانه‌ی رهایش مهارشده در گیاه و انسان برای مدیریت بیماری‌ها مؤثر است (Shanmugaiah et al. 2015).

یک مثال دیگر در این زمینه کاربرد دانه‌های مصنوعی یک‌نواخت^{۱۸} در نقش حامل برای تلقیح باکتری‌های فرازنده رشد گیاهان است. دانه‌ها از آلزینات سدیم و شیر چربی گرفته^{۱۹} تشکیل شده‌اند که حاوی یک مخزن بزرگ باکتریایی هستند و باکتری‌ها را با سرعت آهسته و ثابت آزاد می‌کنند (Bashan 1986).

نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده

در چند دهه‌ی گذشته، فعالیت‌های گسترده‌ای برای توسعه کشاورزی پایدار صورت گرفته است و روش‌های جایگزین ایمن و قابل اعتمادی نیز برای مبارزه با بیماری‌های گیاهی مورد بررسی قرار گرفته است. در کنار روش‌هایی مانند به‌زراعی و تولید رقم‌های مقاوم، آفت‌کش‌های غیر شیمیایی به ویژه قارچ‌کش‌های زیستی یکی از ارکان مهم مهار تلفیقی عوامل بیماری گیاهی به شمار می‌آیند. از این رو مطالعه‌ی این عوامل مهارزیستی به طور قابل توجهی افزایش یافته است. در این راستا اثرات مفید قارچ‌های حقیقی مانند گونه‌های جنس *Trichoderma* به فراوانی بررسی شده است. همچنین در سال‌های اخیر تعامل مفید بین آمیست‌ها و گیاه مورد مطالعه قرار گرفته است. بین گونه‌های قارچ انگل پیتوم که تا کنون شناسایی شده‌اند، گونه‌ی خاک‌زی *P. oligandrum* انتشار جهانی دارد و بی‌شک یک عامل مهارزیستی امیدوارکننده برای استفاده در کشاورزی در نظر گرفته می‌شود. اگرچه یک سم زیستی، دارای مزایای بیش‌تری نسبت به سموم شیمیایی است، اما فرمول‌بندی‌های معمولی آن هنوز متحمل برخی از کمبودها هستند. امروزه با توجه به توسعه فناوری نانو بهترین راه برای جبران این کمبودها ساخت سامانه‌های رهایش مهارشده با استفاده از نانو ذرات به عنوان حامل می‌باشد. همچنین پوشینه‌سازی آفت‌کش‌ها در حامل‌های پلیمری یکی دیگر از سازوکارهای رهایش مهارشده است که به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین می‌توان گفت امروزه فناوری نانو راه‌های جدیدی برای بهبود عملکرد فرمول‌بندی‌های سموم فراهم آورده است.

اطلاق می‌شود (Cook 2000). امروزه مهار شیمیایی هنوز هم یک راه مهم در حفاظت از محصولات در برابر عوامل خسارت‌زای زیستی و کاهش آفت محصول است. در مقایسه با سموم شیمیایی، سموم زیستی با توجه به بازدهی بالای زیست‌محیطی، ایمنی و سازگاری با محیط‌زیست، توجه بیش‌تری به خود جلب کرده است (Wang et al. 2014).

تعداد زیادی از میکروارگانیسم‌ها امروزه به عنوان آفت‌کش‌های زیستی به ثبت رسیده‌اند. در این بین گونه‌های مختلفی از قارچ‌های متعلق به جنس‌های *Ampelomyces*، *Candida*، *Coniothyrium*، *Trichoderma* و چند مورد دیگر اهمیت زیادی داشته‌اند. قارچ‌کش‌های زیستی از طریق رقابت مستقیم، آنتی‌بیوز، القای مقاومت در گیاه میزبان عامل بیماری‌زا، شکارگری و فعالیت انگلی بر عوامل بیماری‌زا اثر می‌گذارند. به عنوان مثال قارچ‌کش‌هایی با نام‌های تجاری *Intercept WGTM* و *Contans WGTM* از اسپورهای زنده قارچ *Coniothyrium minitans* W. A. Campb ساخته شده است (Rhakhshani & Taheri 1976). همچنین از اسپورهای قارچ *Pythium oligandrum* Drechsler تولید و در سال 1994 عرضه شده است (*PolyversumTM* (Brožová 2002).

مثال‌هایی از کاربرد سموم زیستی در فرمول‌بندی رهایش مهارشده

مطالعات نشان داده است که کلامیدوسپورهای قارچ نماتدخوار^{۱۷} *Duddingtonia flagrans* (Dudd.) R.C. Cooke می‌توانند از دستگاه گوارش نشخوارکنندگان عبور کنند (Faedo et al. 1998; Larsen et al. 1998). این امر امکان استفاده از این قارچ را به عنوان یک عامل مهارزیستی نماتدهای انگل دامی فراهم می‌کند. کلامیدوسپورهای این قارچ نماتدخوار وقتی که در بستره گنجانیده شده و یا به صورت قرص‌هایی برای ساخت نمونه اولیه دستگاه‌های رهایش مهارشده فشرده می‌شوند، قادر به حفظ فشار چندین تن هستند. کلامیدوسپورهای آزاد شده از این ساختارها می‌توانند به طور قابل توجهی تعداد لاروهای عفونی موجود در مدفوع جمع‌آوری شده‌ی گوسفند آلوده به نماتد *Haemonchus contortus* را کاهش دهند (Waller et al. 2001).

فرمول‌بندی‌های مبتنی بر *Bacillus thuringiensis* Berliner (بی‌تی) به طور گسترده‌ای در کشاورزی و جنگل‌داری برای مهارهای *Lepidoptera* استفاده می‌شوند (Cote et al. 2011). از نقاط ضعف آن‌ها این است که در هنگام استفاده در مزرعه مدت اثر آن‌ها کوتاه است. محققان با استفاده از امولسیون‌های انتخابی توانسته‌اند مخلوطی از اسپورها و کریستال‌های سه گونه‌ی بی‌تی را در ریزذرات کلوئیدی (۵۰ میکرومتر)، پوشینه‌سازی کنند (Bashir et al. 2016).

^{۱۷} nematophagous fungi

^{۱۸} uniform synthetic beads

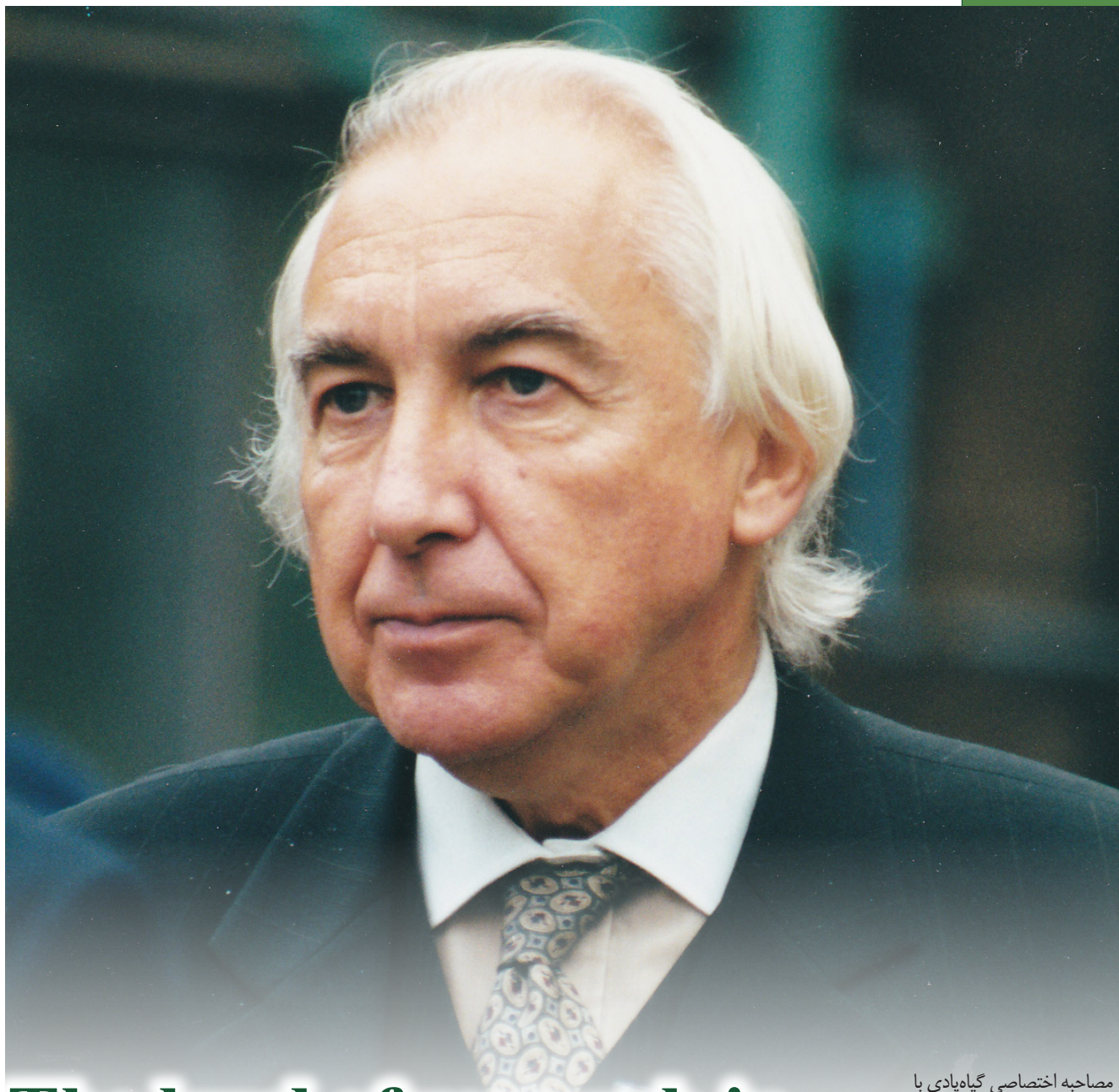
^{۱۹} skim milk

- Liu, B., Wang, Y., Yang, F., Wang, X., Shen, H., Cui, H., & Wu, D. (2016). Construction of a controlled-release delivery system for pesticides using biodegradable PLA-based microcapsules. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 144, 38–45.
- Mirsoleimani, Z., & Mostowfizadeh-Ghalemfarsa, R. (2011). Application of fungal-like *Pythium oligandrum* as a biofungicide. *Plant Pathology*, 1, 43–52.
- Perera, J., Weerasekera, M., & Kottegoda, N. (2015). Slow release anti-fungal skin formulations based on citric acid intercalated layered double hydroxides nanohybrids. *Chemistry Central Journal*, 9(1), 27–33.
- Rhakhshani, E., Taheri, A. (1976). Principles of agricultural toxicology. Iran, Tehran: Farhange Jame Press.
- Roy, A., Singh, S. K., Bajpai, J., & Bajpai, A. K. (2014). Controlled pesticide release from biodegradable polymers. *Central European Journal of Chemistry*, 12(4), 453–469.
- Shanmugaiah, V., Harikrishnan, H., Al-Harbi, N. S., Shine, K., Khaled, J. M., Balasubramanian, N., & Kumar, R. S. (2015). Facile synthesis of silver nanoparticles using *Streptomyces* sp. VSMGT1014 and their antimicrobial efficiency. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 10(1), 179–187.
- Subramanian, K. S., Muniraj, I., & Uthandi, S. (2016). Role of actinomycete-mediated nanosystem in agriculture. In Subramaniam, G., Arumugam, S., & Rajendran, V. (Eds.), *plant growth promoting actinobacteria* (pp. 233–247). Springer, Singapore.
- Suzuki, K., Ikari, K., & Imai, H. (2004). Synthesis of silica nanoparticles having a well-ordered mesostructure using a double surfactant system. *Journal of the American Chemical Society*, 126(2), 462–463.
- Waller, P. J., Faedo, M., & Ellis, K. (2001). The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: towards the development of a fungal controlled release device. *Veterinary Parasitology*, 102(4), 299–308.
- Wang, Y., Cui, H., Sun, C., Zhao, X., & Cui, B. (2014). Construction and evaluation of controlled-release delivery system of Abamectin using porous silica nanoparticles as carriers. *Nanoscale Research Letters*, 9(1), 655–660.
- Xu, X., Ho, W., Zhang, X., Bertrand, N., & Farokhzad, O. (2015). Cancer nanomedicine: from targeted delivery to combination therapy. *Trends in Molecular Medicine*, 21(4), 223–232.
- Barik, T. K., Sahu, B., & Swain, V. (2008). Nanosilica—from medicine to pest control. *Parasitology Research*, 103(2), 253–258.
- Bashan, Y. (1986). Alginate beads as synthetic inoculant carriers for slow release of bacteria that affect plant growth. *Applied and Environmental Microbiology*, 51(5), 1089–1098.
- Bashir, O., Claverie, J. P., Lemoyne, P., & Vincent, C. (2016). Controlled-release of *Bacillus thuringiensis* formulations encapsulated in light-resistant colloidosomal microcapsules for the management of lepidopteran pests of Brassica crops. *PeerJ*, 4, e2524.
- Beestman, G. B. (2003). Controlled release in crop protection: past experience and future potential. In Voss, G., & Ramos, G. (Eds.), *Chemistry of crop protection* (pp. 89–98). Wiley-VCH: Switzerland.
- Brožová, J. A. N. A. (2002). Exploitation of the mycoparasitic fungus *Pythium oligandrum* in plant protection. *Plant Protection Science*, 38(1), 29–35.
- Cook, R. J. (2000). Advances in plant health management in the twentieth century. *Annual Review of Phytopathology*, 38(1), 95–116.
- Cote, J. C., Vincent, C., Son, K. H., Bok, H. B. (2011). Persistence of insecticidal activity of novel bio-encapsulated formulations of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* against *Choristoneura rosaceana* [Lepidoptera: Tortricidae]. *Phytoprotection*, 82, 73–82.
- Faedo, M., Barnes, E. H., Dobson, R. J., & Waller, P. J. (1998). The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: pasture plot study with *Duddingtonia flagrans*. *Veterinary Parasitology*, 76(1-2), 129–135.
- Gabriel, C. J., & Cook, R. J. (1990). Biological control: The need for a new scientific framework. *BioScience*, 40(3), 204–206.
- Hekmat, A., Barati, A., Frahani, E. V., & Afraz, A. (2009). Synthesis and analysis of swelling and controlled release behavior of anionic sIPN acrylamide based hydrogels. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 3, 80–84.
- Larsen, M., Faedo, M., Waller, P. J., & Hennessy, D. R. (1998). The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: studies with *Duddingtonia flagrans*. *Veterinary Parasitology*, 76(1-2), 121–128.

گیاه پزشکی

به قلم
گیاه پزشکیان





The level of research in Nematology is really high in Iran

مصاحبه اختصاصی گیاهپادی با
پروفسور آیتین گراتر،
استاد سابق جانورشناسی دانشگاه گنت بلژیک

نقش پروفسور آیتین گراتر، استاد سابق جانورشناسی دانشگاه گنت بلژیک، در پیشرفت علم نماتدشناسی در ایران بسیار حائز اهمیت است چرا که شماری از نماتدشناسان برجسته کشور همچون دکتر احمد خیری، دکتر اکبر کارگریده، دکتر ابراهیم پورجم، دکتر زهرا تنهامعافی و مهندس شاپور باروتی نزد ایشان آموزش دیده‌اند و هر یک به نوبه خود شاگردان بسیاری را در دانشگاه‌های ایران تربیت کرده‌اند. مصاحبه‌ی جذاب ما با پروفسور آیتین گراتر در این جا آمده است.

فاطمه سلمانی نژاد / دانشجوی دکتری بخش گیاهپزشکی،
دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

رضا قادری / استادیار بخش گیاهپزشکی،
دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

 rghaderi@shirazu.ac.ir

نکته: به جهت زبان اصلی بودن مصاحبه، از این پس تا انتهای مطلب ستون‌ها از چپ به راست صفحه آرای شده‌اند اما ترتیب صفحات به صورت مرسوم نشریات فارسی زبان است.

The role of Professor Etienne Geraert, formerly professor of Zoology at Ghent University, Belgium, on the progress of Nematology in Iran is significantly important; because some of the well-known Iranian nematologists, e.g., Dr. Ahmad Kheiri, Dr. Akbar Karegar, Dr. Ebrahim Pourjam, Dr. Zahra Tanha Maafi, and Engineer Shapour Barooti have been educated under his supervision; each of them has trained a large number of students in different universities of Iran. Here's our interesting interview with Professor Etienne Geraert.

Please introduce yourself.

Born in the city of Gent, Belgium on February 16, 1937. In 1960 I married Nicole Rowan with whom I had 3 children (1 daughter and 2 sons). My wife became a professor in English literature at Ghent University. She passed away after more than 50 years of marriage (I commemorated her in my book on "The Pratylenchidae of the World"). Afterward, I married Prof. Wilfrida Decraemer, president of IFNS (International Federation of Nematological Societies) from 2008 to 2014.



Taken in 1960 when I started my Ph.D.



Taken in 1967 in Poland, next to me, Prof. Eno Krall and at the backside some famous Russian nematologists (Tulaganov, Kirjanova)

I started Ghent University as a Zoology student in 1955 and stayed as a staff member till my retirement in 2002. I became a specialist in a group of worms, called nematodes and more in particular of the plant-parasitic Tylenchs, soil nematodes of economic importance. I participated in a Zoology expedition in Cameroon in 1972; the soil samples taken in this country were thoroughly investigated by several students. In 1984 I have been invited by Prof. D. Raski, Davis, California, the USA to join a group of specialists to reconsider the systematics of the Tylenchs. This cooperation yielded numerous scientific articles with Raski, M. Luc, Maggenti, and R. Fortuner.

I have been invited by former students to Korea, China and Iran so that I could observe the progress they made in the field of Nematology. I lectured Nematology at the University of Dschang, Cameroon.



In Korea at the type locality of *Ditylenchus leptosoma*

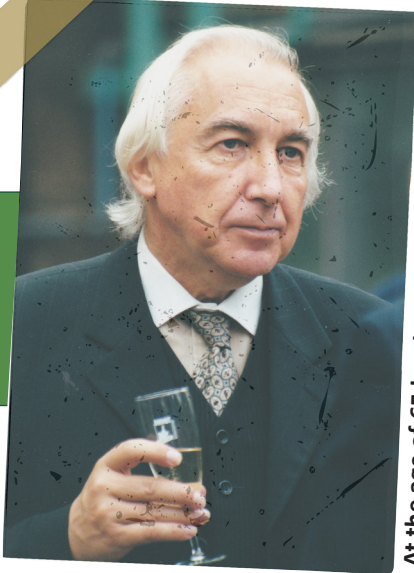
Could you please tell us about your work and research at Ghent University?

In 1959 I obtained Master's degree in Zoology on a thesis "The nematodes of banana in Yangambi, Congo". With this thesis, I obtained a fellowship for the study of nematodes in three laboratories in Europe: Münster (Germany), Wageningen (The Netherlands), and Rothamsted Experimental Station in Harpenden (England). I obtained my Ph.D. in 1965 with a thesis on "The Morphology, Systematics and Ecology of Nematodes in Agricultural Soils". In 1978 I obtained a Dr. Sc. degree, specialization Invertebrates, on a study of the female reproductive system and the growth in nematodes.

From October 1959 onwards I belonged to the scientific staff of the Laboratory of Morphology and Systematics, at the Institute of Zoology at Ghent University. The director of the lab was Professor L. De Coninck, the first nematologist to receive the lifetime award of the (American) Society of Nematologists. In 1981 I became Associate Professor in Zoology under the guidance of Prof. A. Coomans, who also received that lifetime award. From 1983 onwards I was Head of the Biology, Biochemistry and Biotechnology group in the Faculty of Sciences. After the reform of the University in 1991, I became a full professor and Head of the Department of Biology. In 1998 I was elected Dean of the Faculty of Sciences. I retired in 2002.



Nematology Course with professors, staff and students



At the age of 65 leaving the University

I lectured various aspects of Zoology to Biology students, and gave a general introduction to Zoology to students of Veterinary, Geological, and Pharmaceutical sciences; my total number of students that I have examined during my professorship has been estimated by the University to be about 25.000.

In 1991 I was able to organize a one year “Master Course in Nematology”. It was sustained by the Belgian Government, Ministry of Foreign Affairs with several fellowships and with further support of the Nematology lab. This course is since 2007 a two-years course entitled: “International MSC in Agro- and Environmental Nematology”.

You have been responsible as the associate editor of the journal “Nematology”. Please tell us about your experience at that time.

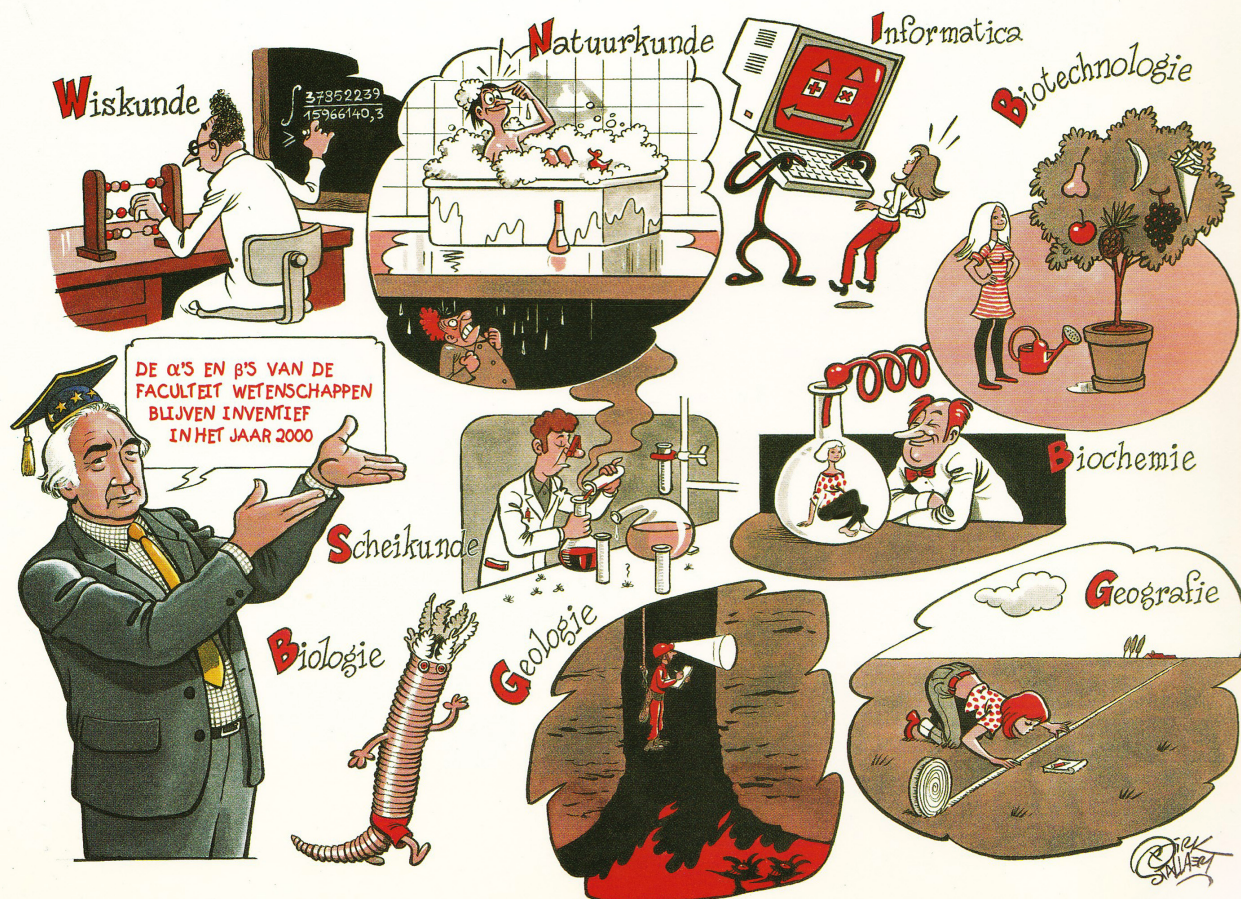
In 1974 I have been asked to become Associate Editor of the journal Nematologica, being responsible for the articles on morphology and systematics. It was the time that the journal was well known for its excellent reproduction of photographic material and so several studies on the ultrastructure of nematodes yielded beautiful publications. I had to stop with that position in 1998 because the deanship was too demanding. The name of the journal was then changed to Nematology.

As a well-known expert, you published a book in 2006, entitled: “Functional and detailed morphology of the Tylenchida”. Could you please give some more explanations about this book for nematologists?

During the years that I lectured “Morphology of the Tylenchida” to the Nematology students, I realized that there were still many gaps in this field and so, a need for additional research on that subject. After retirement, I reworked my course and submitted it to the editors of “Nematology Monographs and Perspectives”. It is “detailed” as it goes to the study of the cells; it determines rigorous “functional” relationships between the various parts and structures of the body.

You have started since 2008, documenting a series of impressive books on the systematics of different groups of plant-parasitic nematodes which are currently used by a wide spectrum of taxonomists. We would like to know more about these books.

My work with Prof. D. Raski resulted in publications on the reorganization of the Family Tylenchidae and the study of several genera of that family. Visiting some former students in Vietnam I realized that identification of various specimens was impossible because of the lack of the literature in this well-equipped laboratory. My collection of reprints helped in Ghent to identify most species but Siddiqi’s (2000) monumental



Overview of the several studies in the Faculty of Science explained by the dean

book “TYLENCHIDA” contained several names unfamiliar to me. With the help of the librarian of the university, of former students from China (Prof. Hongmei Li) and Russia (Dr. J. Zograf) for the Chinese and Russian papers, respectively and with the help of many nematologists I obtained most of the missing descriptions. The director of Academia Press, Ghent was willing to take the risk of editing the identification book on the Tylenchidae (2008), followed by the Criconematidae (2010), the Dolichodoridae (2011), and the Pratylenchidae (2013). Dr. R. Ghaderi proposed collaboration for the book on the Tylenchulidae with him and Prof A. Karegar which was published in 2016.

All these books contain full descriptions of all the species belonging to the family. The families being organized according to the series of articles published under the heading Reappraisal of the Tylenchina by Prof. Raski, Prof. Maggenti, Dr. Luc, Dr. Fortuner, and myself.

These books provide an indispensable basis for students and young researchers studying tylenchid nematodes.

Do you intend to continue publishing a new book from these series?

In the nematological community, the need is felt to edit books on the families not yet treated. Fortunately, colleagues published books on *Rotylenchus*, *Pratylenchus*, *Hemicycliophoridae*, and some other groups.

For the moment, I do not intend to write another book, but I hope that other taxonomists will continue.

You have another interesting book, less known to nematologists, entitled: “Why we stop growing”. Your explanations about that book would be exciting to our readers.

During the years 1978-1980, I published several articles on growth in nematodes. Apart from the several interesting conclusions on the changes in growth patterns in this group of animals, I also came to the conclusion that in these worms a particular growth formula characterizes the entire growth process. After my retirement, I published an article in 2004 which shows that in the study of birds (chicken) and mammals (rat) the same formula is applicable. In 2013 I was able to

show that Huxley's formula can no longer be used in the study of allometry, and in 2018 I used the thorough study of growth in human beings by Quetelet (founding father of statistics) to explain why human beings stop to grow and why females are smaller than men. All these articles, published in various scientific journals, were put together in my book on growth.

The main conclusions of my book being:

Allometry can best be described by a quadratic curve. The quadratic factor gives the exact change of the dependent variable (e.g. length) for each unit of growth of the independent variable (e.g. width). Growth, adulthood, aging, and death are aspects of the same process.



At a Nematology symposium with Prof. Coomans and Dr. Siddiqi

How do you see recent progress and improvements in the field of Nematology?

Good academic training is necessary to provide the students with basic and advanced skills and knowledge in Nematology. Hereby especially morphology (microscopic and ultra-structural) remains very important to better understand the animals and analyze relationships and phylogenetic trees based on DNA sequencing.

Extending the approach to all groups of nematodes in all types of environment, next to the economically important plant parasites would be the way ahead.

I trust that in the future excellent scientists will find their way to the science of Nematology.

Are you familiar with nematological research in Iran?

A. Kheiri was the first Iranian to join the lab in Ghent; he obtained a Ph.D. in the study of various parasites from his country. Later came A. Karegar who worked mainly on the genus *Basiria*, followed by E. Pourjam who became a specialist of *Pratylenchus*, S. Barooti who made a thorough study on *Rotylenchus* and Z.T. Maafi who studied cyst nematodes. I have joint publications with all of them.

In 1998 I have been invited to Iran as a member of the Ph.D. jury of E. Pourjam and I had the opportunity to visit several laboratories throughout the country and to discuss Nematology with researchers in various aspects.

As a reviewer working for several scientific journals I receive regular articles on taxonomy. I realize that Nematology attracts several young researchers in Iran. I trust it will continue that way.



Visiting Iran

What are your recommendations to young nematologists, particularly to Iranians?

The level of research in Nematology is really high in Iran. Young students have to try to do even better and should make themselves visible at international symposia by oral and/or poster contributions and publications in peer-reviewed international journals so that the study of nematodes remains at that high level. The present members of staff in the various labs have to give all the support the students need and also the recently installed Iranian Nematological Society can play a role in providing an international network and support for Iranian nematologists.

Have you ever had a special tendency to work on a certain group of nematodes during your research activities?

From the beginning, I was acquainted with almost all the groups of nematodes. The free-living marine nematodes are the most overwhelming, showing beautiful nervous endings and interesting internal structures; soil nematodes and especially the Tylenchs are less attractive.

At the time I started my research Prof. De Coninck studied marine nematodes (although he also published on Meloidogyne), Prof. Coomans studied mainly the Dorylaims (e.g. Xiphinema) and I had a preference for the economic importance of the Tylenchs. For my Ph.D. work, I visited the farmers in the neighborhood of Ghent discussing the importance of plant-parasitic nematodes. Later on, I helped several students from abroad with their research on Tylenchs.

Do you have any other comments for our audiences?

Quite a lot of research has still to be done. Ghent is the only place in the world where a Master Course in



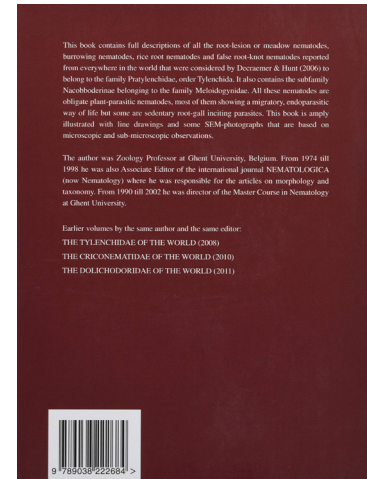
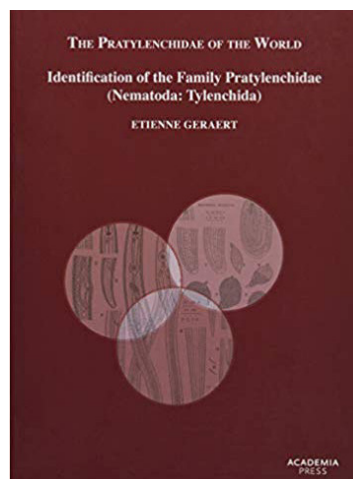
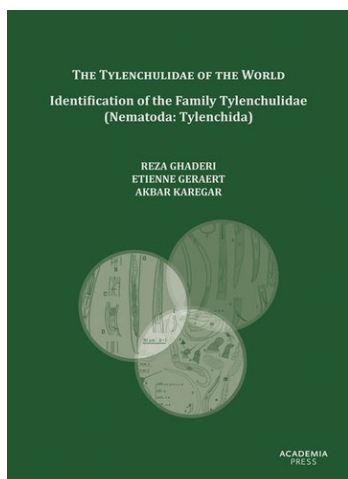
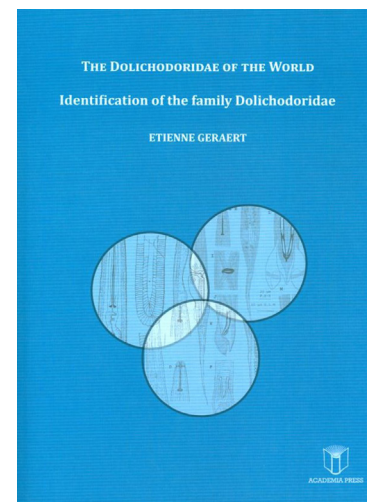
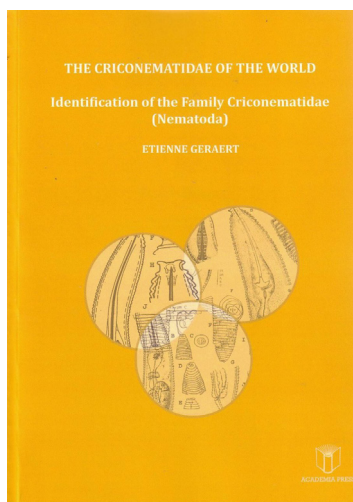
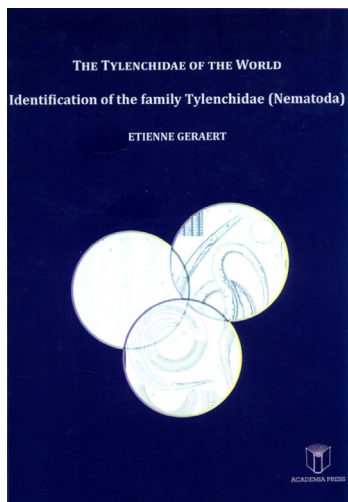
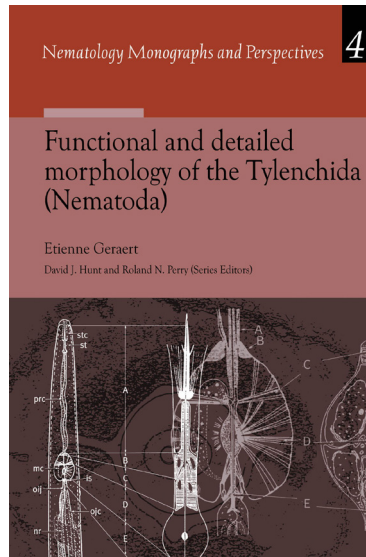
Visit of Prof. Choi from Korea with the Nematology students of that year

Nematology is given that is not restricted to plant-parasitic nematodes but covers nearly all taxa in all possible environments, and deals with fundamental as well as applied aspects in Nematology. Many of our students continued for a Ph.D. and obtained positions all over the globe; so, there is a need for well-trained nematologists. Iranian nematologists can also fill these positions.

Proclamation in the Faculty of Science with rector of the University (at my right side) with professors and students



Dr. Geraert books



نماتدهای انگل گیاهی ایران



کتاب شایسته تقدیر در سی و هفتمین دوره کتاب سال جمهوری اسلامی ایران

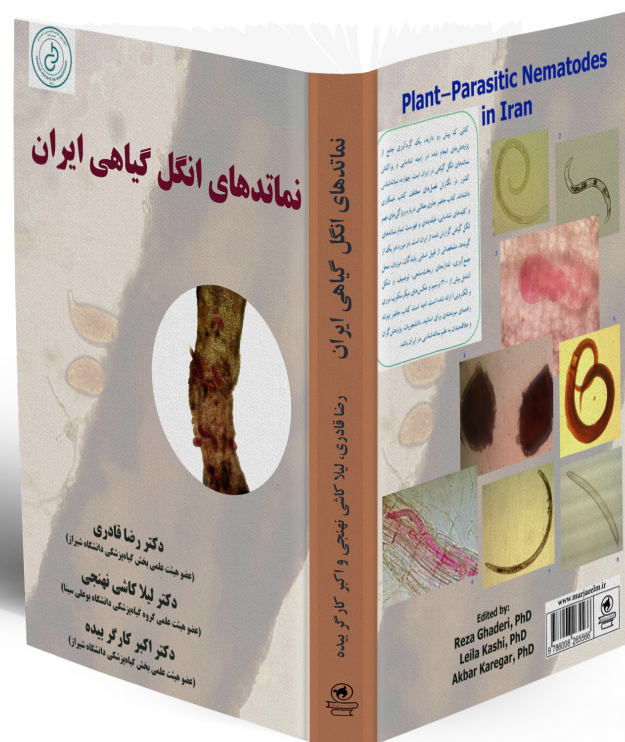
رضا قادری / استادیار بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

rgghaderi@shirazu.ac.ir

کتاب نماتدهای انگل گیاهی ایران، یک گردآوری جامع از پژوهش‌های انجام شده در زمینه شناسایی و پراکنش نماتدهای انگل گیاهی در ایران تا پایان سال شمسی ۱۳۹۵ یا سال میلادی ۲۰۱۶ است. تا حد امکان تلاش شده است نگارش هر یک از فصل‌ها توسط نماتدشناسانی صورت پذیرد که در آن زمینه از تخصص و تجربه کافی برخوردار هستند و فعالیت‌های پژوهشی قابل قبولی در مجامع علمی داخلی و بین‌المللی ارائه داده‌اند. کتاب حاوی مطالبی درباره ویژگی‌های مهم شناسایی نماتدها، طبقه‌بندی، کلیدهای شناسایی و فهرست تمام نماتدهای انگل گیاهی گزارش شده از ایران است.

در فصل اول کتاب، نکاتی در مورد کلیات ریخت‌شناسی و کاربرد آن در شناسایی نماتدهای انگل گیاهی به صورت خلاصه مطرح شده است. در فصل دوم، طبقه‌بندی مورد استفاده در این کتاب برای نماتدهای انگل گیاهی و همچنین کلیدهای شناسایی تا سطح خانواده ارائه شده است. در فصل‌های بعد، فهرست نماتدهای گزارش شده از ایران داده شده است. بالاخانواده‌ها، خانواده‌ها، جنس‌ها و گونه‌ها به ترتیب حروف الفبا مرتب شده‌اند. در هر فصل، ابتدا قسمت مقدمه به وضعیت طبقه‌بندی خانواده و ویژگی‌های کلیدی آن اشاره نموده و سپس کلید شناسایی تمام جنس‌های خانواده ارائه شده است. پس از اسم هر جنس، کلیدهای شناسایی در سطح گونه نیز معرفی شده است. در مورد گونه‌ها نیز، ابتدا اندازه‌ها و مشخصات گونه مورد نظر بر اساس جمعیت‌های گزارش شده از ایران ذکر گردیده و سپس گزارش‌های منتشر شده همراه با محل جمع‌آوری و میزبان به صورت فهرست‌وار آورده شده‌اند. تلاش شده است تمامی ترسیم‌ها و هر جا که به بهبود درک مطالب کمک نماید عکس‌های میکروسکوپ نوری و الکترونی ارائه شود، به طوری که بیش از ۳۰۰ ترسیم و عکس در کتاب حاضر ارائه شده است. منابع عمومی شناسایی نماتدها، منابع پژوهش‌های انجام شده در ایران و نمایه الفبایی اسامی جنس‌ها و گونه‌های نماتدها نیز در انتهای کتاب آورده شده است.

کتاب حاضر می‌تواند توسط اساتید، دانشجویان، پژوهش‌گران و علاقه‌مندان به علم نماتدشناسی مورد استفاده قرار بگیرد و با این هدف نگارش شده است که این افراد بتوانند به آسانی پیشینه پژوهش‌های مرتبط با تخصص خود را مطالعه نمایند. کتاب نماتدهای انگل گیاهی ایران در سی و هفتمین دوره کتاب سال جمهوری اسلامی ایران به عنوان کتاب شایسته تقدیر در شاخه علوم کشاورزی برگزیده شد.



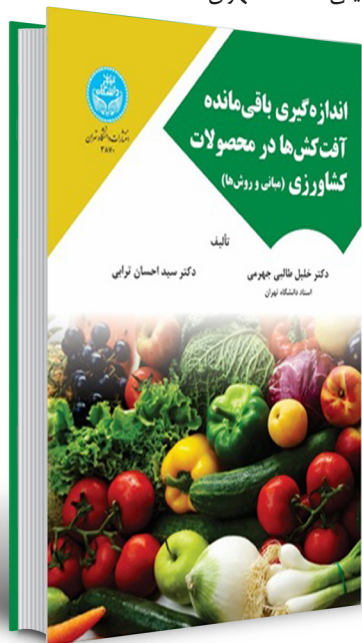
کتاب نماتدهای انگل گیاهی ایران با مشارکت ۱۴ نفر از متخصصان نماتدشناسی کشور به قلم نگارش درآمده و توسط دکتر رضا قادری (استادیار بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز)، دکتر لیلا کاشی نهنجی (استادیار گروه گیاهپزشکی دانشگاه بوعلی سینا همدان) و دکتر اکبر کارگریبده (استاد بخش گیاهپزشکی دانشگاه شیراز) ویراستاری شده است. کتاب توسط انتشارات مرجع علم (شیراز) با همکاری انجمن نماتدشناسی ایران انتشار یافته است و مشتمل بر ۱۴ فصل و ۷۵۴ صفحه می‌باشد.

اندازه‌گیری باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی (مبانی و روش‌ها)

کتاب برگزیده در سی و هفتمین دوره کتاب سال جمهوری اسلامی ایران

خلیل طالبی جهرمی / استاد گروه گیاهپزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

 khtalebij@gmail.com



اندازه‌گیری، تقدیم علاقه‌مندان شود. همچنین سعی بر آن بوده است که در هر فصل و مبتنی با موضوع‌های مطرح‌شده، مروری بر پژوهش‌های انجام‌شده صورت گیرد تا خوانندگان ضمن آشنایی با مفاهیم اصلی، از پژوهش‌های صورت گرفته در مورد آن موضوع نیز اطلاع حاصل کنند. فصل‌های این کتاب به نحوی تنظیم گردیده‌اند تا راهنمایی کاربردی برای پژوهشگرانی باشند که قصد انجام پژوهش در زمینه باقی‌مانده آفت‌کش‌ها را دارند. در فصل اول، کلیاتی در خصوص آفت‌کش‌ها با تأکید بر ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی آن‌ها بیان شده است که جهت طراحی و انجام آزمایش‌های باقی‌مانده آفت‌کش‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. در فصل دوم، به مبانی طراحی صحیح آزمایش‌های مزرعه‌ای و نمونه‌برداری جهت انجام آزمایش‌های باقی‌مانده آفت‌کش‌ها پرداخته شده است. فصل سوم به معرفی روش‌های مختلف استخراج و خالص‌سازی آفت‌کش‌ها از نمونه‌ها (با تأکید بر روش‌های جدید) اختصاص یافته است. در فصل‌های چهارم و پنجم، روش‌های مختلف اندازه‌گیری کمی و کیفی آفت‌کش‌ها (کروماتوگرافی لایه‌نازک، گازی، مایع و ایمنی‌سنجی) مورد بحث قرار گرفته‌اند. در فصل ششم نیز مبانی و روش‌های اعتبارسنجی آزمایش مورد بررسی و بحث قرار گرفته‌است.

کتاب اندازه‌گیری باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی (مبانی و روش‌ها) در سی و هفتمین دوره کتاب سال جمهوری اسلامی ایران در بهمن ماه ۱۳۹۸ به عنوان کتاب سال شاخه علوم کشاورزی برگزیده شد.

سالیانه آفت‌ها، فرآورده‌های کشاورزی را در مراحل تولید و انبار سازی مورد حمله قرار داده و موجب کاهش کیفیت و میزان تولید آن‌ها می‌شوند. به‌منظور کاهش آسیب برآمده از آفت‌ها و حفظ کیفیت فرآورده‌ها، به‌کارگیری روش‌های گوناگون مدیریتی رواج یافته است. در میان این روش‌ها، مدیریت شیمیایی با استفاده از آفت‌کش‌ها به دلیل کارکرد سریع، هزینه‌های پایین و سادگی کاربرد در سنجش با دیگر روش‌های مدیریتی روند رو به رشد بیشتری را داشته است. با این وجود، یکی از پیامدهای خطرناک انجام سم‌پاشی‌های بی‌رویه، بر جای گذاشتن باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی بعد از برداشت می‌باشد که سبب ایجاد نگرانی‌های جدی در زمینه سلامت مصرف‌کنندگان گردیده است. ازجمله اثرات سوء آفت‌کش‌ها بر سلامت انسان می‌توان به ایجاد نارسایی در تولیدمثل، نشو و نمو جنین، دشواری‌ها تنفسی و ایجاد انواع بیماری‌های مزمن اشاره کرد. برخی از آفت‌کش‌های پایدار در بافت‌های بدن باقی مانده و در نتیجه در طولانی‌مدت اثرات ناگواری بر سلامتی فرد خواهد داشت. این موضوع باعث شده است تا دولت‌ها هر چه بیشتر به پایش باقی‌مانده این ترکیب‌ها در مواد خوراکی اهتمام ورزند.

اندازه‌گیری دقیق کمی و کیفی آفت‌کش‌ها در محیط و محصولات کشاورزی نیازمند به‌کارگیری روش‌های مختلف اندازه‌گیری و استفاده از دستگاه‌های دقیق است که خوشبختانه امروزه با توسعه روش‌های جدید و با دقت بالا، این مشکل تا حد زیادی برطرف گردیده است. به‌طور کلی اندازه‌گیری کمی و کیفی آفت‌کش‌ها در یک نمونه شامل مراحل زیر است: طراحی آزمایش‌ها و نمونه‌برداری صحیح و اصولی، استخراج آفت‌کش از نمونه، خالص‌سازی نمونه استخراج‌شده و حذف ناخالصی‌ها، جداسازی و اندازه‌گیری کمی و کیفی آفت‌کش توسط دستگاه‌های دقیق و درنهایت اعتبارسنجی روش استخراج و اندازه‌گیری است. انجام صحیح و اصولی هر کدام از مراحل فوق سهم بسزایی در معتبر بودن نتایج به‌دست‌آمده خواهد داشت.

کتاب اندازه‌گیری باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی (مبانی و روش‌ها) توسط دکتر خلیل طالبی جهرمی (استاد گروه گیاهپزشکی دانشگاه تهران) و دکتر سید احسان ترابی (استادیار گروه گیاهپزشکی دانشگاه تهران) نگارش شده است. این کتاب توسط انتشارات دانشگاه تهران منتشر گردیده است و مشتمل بر شش فصل و ۴۲۴ صفحه می‌باشد. در این کتاب تلاش شده است تا تمامی مراحل لازم جهت انجام یک آزمایش قابل اطمینان در زمینه بررسی باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی از مرحله نمونه‌برداری تا اعتبارسنجی روش

گزارش

مراسم معارفه جناب آقای دکتر سیدمحسن تقوی به عنوان رییس دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

فاطمه الهی / دانشجوی کارشناسی بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

 fatimaelahi7575@gmail.com





گزارش اهم فعاليت ها و دستاوردهای دوران مدیریت دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز از بهمن ۱۳۹۶ تا بهمن ۱۳۹۸

(مستأن ۱۳۹۸)

جناب آقای دکتر سیدمحسن تقوی نیز در سخنرانی خود ضمن تقدیر و تشکر از زحمات جناب آقای دکتر محسن عدالت در مدت ریاست‌شان، محورهای فعالیت‌ها و برنامه‌های خودشان را بیان نمودند و ابراز امیدواری کردند که با همفکری اعضای هیئت رییسه دانشگاه، اعضای هیئت علمی، کارکنان و دانشجویان دانشکده کشاورزی بتوانند این وظیفه خطیر را به نحو احسن انجام بدهند.

جناب آقای دکتر حمید نادگران، رئیس محترم دانشگاه شیراز، با تقدیر از زحمات و تلاش‌های بی‌وقفه رئیس سابق دانشکده، از خداوند منان برای ریاست جدید دانشکده آرزوی توفیق درخواست نمودند.

اهدای لوح تقدیر از طرف رئیس دانشگاه، رئیس جدید دانشکده و مدیر امور پژوهشی دانشگاه به جناب آقای دکتر محسن عدالت و اهدای حکم ریاست جناب آقای دکتر سیدمحسن تقوی از طرف رئیس محترم دانشگاه شیراز، پایان‌بخش این مراسم بود.

مراسم تکریم و تجلیل از رئیس سابق دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز و معارفه رئیس جدید دانشکده در روز دوشنبه مورخ ۱۳۹۸/۱۱/۲۸ از ساعت ۱۳ الی ۱۵ در سالن اسدآبادی دانشکده کشاورزی برگزار شد. در این مراسم که با حضور رئیس محترم دانشگاه شیراز، اعضای هیئت رییسه دانشگاه، اساتید، کارمندان و دانشجویان دانشکده کشاورزی شیراز برگزار شد، ضمن تقدیر از خدمات شایسته جناب آقای دکتر محسن عدالت طی مدت تصدی ریاست دانشکده کشاورزی، جناب آقای دکتر سیدمحسن تقوی (استاد بخش گیاهپزشکی) به سمت رئیس جدید دانشکده منصوب شد.

در این مراسم، به ترتیب رئیس سابق دانشکده، رئیس فعلی دانشکده و رئیس دانشگاه سخنرانی خود را ایراد نمودند. جناب آقای دکتر محسن عدالت که از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ ریاست دانشکده را برعهده داشتند، با نگاهی اجمالی عملکرد خود را در این دوره ذکر کردند و از چالش‌های موجود در دانشکده و راهکارهای حل آنها سخن به میان آوردند و در نهایت صحبت خود را با سرودن شعری زیبا در وصف دانشکده کشاورزی به پایان رساندند.





گیاه‌پزشکی از نگاه گیاه‌پزشکان

کلیپ ۱

آزاد شدن زئوسپور از طریق لوله‌های تخلیه
اسپورانژیوم در گونه جدیدی از جنس شبه‌قارچ آبی
Saprolegnia sp.

زینب بلبلی

دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی بخش
گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

رضا مستوفی زاده قلمفرسا

استاد بخش گیاه‌پزشکی،
دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

کلیپ ۲

آبیاری کرت‌های گیاهان زراعی به
روش غرقابی توسط دانشجویان دانشکده
کشاورزی دانشگاه شیراز در درس عملیات
کشاورزی در سال تحصیلی ۹۵-۹۴.
آبیاری منظم و متعادل یکی از مؤلفه‌های
اصلی سلامت گیاهان محسوب می‌شود.

ابراهیم فرمانده

کارشناس بخش ترویج و آموزش
کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

عکس ۱

جوش‌های ایجاد شده توسط زنگ ترشک (*Uromyces rumicis*)
بر روی برگ‌های ترشک در منطقه اوز لارستان، بهمن ماه ۱۳۹۸.

فاطمه نوروزی

دانشجوی کارشناسی بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

مریم میرطالبی

دانش‌آموخته دکتری بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز





عکس ۲

ایجاد گال بر روی چغندر لبویی توسط باکتری
Agrobacterium tumefaciens
در منطقه اوز لارستان، بهمن ماه ۱۳۹۸.

فاطمه نوروزی

دانشجوی کارشناسی بخش گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز



عکس ۳

مقایسه چغندر قند در کرت‌های بدون (چپ) و با (راست) آلودگی به نماتد سیستی چغندر قند (*Heterodera schachtii*)؛ افت عملکرد، کاهش وزن و تشکیل ریشه‌های فرعی متعدد از نشانه‌های بارز آلودگی به این نماتد است که به وضوح در عکس دیده می‌شود.



سولماز عباسی

دانشجوی کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی
بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز



عکس ۴

علائم بیماری فتیله نارنجی (دار خور) ناشی از قارچ سیتوسپورا
روی درخت گردو در حومه شهر زرقان.

سید محمد سعادت

کارشناس بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

عکس ۵

علائم گال طوقه بر روی پایه های گل رز وارداتی از کشور کنیا، پایه رزهای وارداتی از کشورهای هلند و کنیا پس از انتقال به ایران بر روی آنها پیوند صورت می گیرد که بعد از گذشت یک ماه علائم گال در ناحیه پیوند ظاهر می شود و باعث ضعیف شدن گیاهان آلوده می شود. بر اساس آزمون های مرفولوژیکی و مولکولی، عامل بیماری باکتری متعلق به گونه کمپلکس *Agrobacterium tumefaciens* می باشد. بررسی ها نشان می دهد که باکتری مورد نظر در گیاهان فاقد علائم نیز وجود دارد و بدون هیچ محدودیت قرنطینه ای وارد کشور می شود.



حمزه مفاخری و زینب بلبلی

دانشجویان دکتری بیماری شناسی گیاهی بخش گیاه پزشکی،

دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز





عکس ۶

طراحی سیستم کشت هیدروپونیک توسط دانشجویان کارگاه کشت هیدروپونیک در درس عملیات کشاورزی، نیمسال دوم سال تحصیلی ۹۵-۹۶. پرورش گیاهان در بسترهای هیدروپونیک یکی از اقدامهای توصیه شده برای مدیریت بیماریهای خاکزاد محسوب می شود.

منصور تقوائی

دانشیار بخش تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

گزارش تصویری

بازدید و کارگاه آموزشی قارچ دارویی گانودرما

برگزاری توسط انجمن علمی گیاهپزشکی دانشگاه شیراز در بهمن ماه ۱۳۹۸
مدرس کارگاه: مهندس حسن اسماعیلی، مدیرعامل شرکت قارچ‌های دارویی آبالون فسا



مجتمع کشت و صنعت قارچ‌های دارویی فسا

بزرگ‌ترین مجتمع پرورش قارچ‌های دارویی در جنوب کشور

دفتر شرکت: استان فارس، شهرستان فسا، انتهای بلوار شهید محب، میدان استاد محمد بهمن بیگی، دانشگاه دولتی فسا، پارک رشد و فناوری، شرکت قارچ آب‌لون فسا



طریقه ی مصرف

روزانه نصف قاشق غذاخوری (سه گرم) را در یک قوری بریزید و سه لیوان معمولی آب به آن اضافه کنید سپس ۳۰ دقیقه آن را روی شعله ملایم دم کنید و جوشانده حاصله را در دو وعده صبح ناشتا و عصر مصرف کنید.



مجتمع کشت و صنعت قارچ های دارویی فسا

اینستاگرام: @GANODERMAESMAILI تلفن: ۰۹۳۹۷۳۱۲۲۲۱ - ۰۹۱۷۶۰۳۴۰۳۴

Scientific Journal

Plant Protection Journal

Scientific Society of Plant Protection of Shiraz University

second Year, Number 2, winter 2020



نشریه دانشکده
سومین جشنواره دانشجویی
۱۳۹۸

3rd SHIRAZ UNIVERSITY 2020
STUDENTS JOURNALISM FESTIVAL

نشریات برتر | آثار برتر | فضای مجازی | بخش ویژه

جهت اطلاع از نحوه ثبت نام و دریافت فراخوان به سامانه
معاونت فرهنگی اجتماعی دانشگاه شیراز مراجعه نمایید:
FARHANGI.SHIRAZU.AC.IR

آخرین مهلت انتشار نشریه و ارسال آثار:
۳۱ فروردین ماه ۱۳۹۹



دبیرخانه: پردیس ارم، معاونت فرهنگی اجتماعی دانشگاه شیراز، طبقه همکف، اتاق ۱۰۴
تلفن: ۰۷۱۳۶۲۸۶۴۴۰ - پست الکترونیک: SHZUSJF@GMAIL.COM

قیمت نشریه: ۵۰۰۰ تومان