



دانشگاه یاسوج

دوفصلنامه علمی- ترویجی دانش بیماری شناسی گیاهی

سال ششم، جلد ۱، پاییز و زمستان ۱۳۹۵
شاپا: ۹۲۷۰-۲۲۵۱



Yazouj University

Semiannual Scientific-Extensional Journal

Plant Pathology Science

Volume 6(1), 2017

ISSN:2251-9270

دوفصلنامه علمی- ترویجی دانش بیماری شناسی گیاهی

سال ششم، جلد ۱، پاییز و زمستان ۱۳۹۵

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

- ۱- مروری بر رویکردهای نوین در آرایه‌بندی نماتدها
محمد عبداللہی و احسان فاطمی..... ۱
- ۲- بیماری اسکای انگور
ابوالفضل نرمانی و مهدی ارزنلو..... ۱۲
- ۳- معرفی هشت گونه‌ی مفید *Aspergillus*
محیا رحیمی‌زاده و مهدی صدروی..... ۲۲
- ۴- دورگ‌های بین گونه‌ای *Phytophthora* spp. و خطر آنها برای کشاورزی
بنفشه صفایی فراهانی و رضا مستوفی‌زاده قلمقرسا..... ۳۳
- ۵- وضعیت بیماری جرب معمولی سیب‌زمینی در ایران
عزیز باقری..... ۴۷
- ۶- نقش آفتاب‌دهی خاک در مدیریت بیماری‌های گیاهی خاکزاد
ذبیح‌الله اعظمی ساردویی، عبدالرحمان میرزائی و فرناز فکرت..... ۵۷
- ۷- معرفی چهار گونه‌ی کل جعفری مهارکننده‌ی نماتدهای غده ریشه
المیرا ابوترابی..... ۶۸

Contents

Title

Page

- 1- Review of new approaches in nematodes taxonomy
M. Abdollahi & E. Fatemi.....1
- 2- Grapevine esca disease
A. Narmani & M. Arzanlou.....12
- 3- Eight useful *Aspergillus* species
M. Rahimizadeh & M. Sadravi22
- 4- *Phytophthora* spp. interspecific hybrids and their danger for agriculture
B.Safaiefarahani & R. Mostowfizadeh-Ghalamfarsa.....33
- 5- Situation of potato common scab disease in Iran
A.Bagheri.....47
- 6- Role of soil solarization in management of soil-borne diseases
Z. Azami-sardooui, A. Mirzaei & F. Fekrat57
- 7- Four marigold species as control agents of root knot nematodes
E. Abootorabi.....68



In the name of Allah

Semiannual Scientific-Extensional Journal

Plant Pathology Science

Volume 6(1), 2017

دانش بیماری شناسی گیاهی

(سال ششم، جلد ۱، پاییز و زمستان ۱۳۹۵)

ضرب تاثیر از پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC): ۰/۱۱۵

این نشریه بر اساس مجوز شماره ۲۳۴۷۵۵/۳ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و پروانه انتشار شماره ۱۴۸۳۶/۹۰ وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی منتشر می شود.

صاحب امتیاز: دانشگاه یاسوج مدیر مسئول و سردبیر: مهدی صدروی

گروه دبیران:

- ۱- دکتر سید علی اکبر بهجت نیا دانشیار بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه شیراز
- ۲- دکتر سید محسن تقوی استاد بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه شیراز
- ۳- دکتر حبیب اله حمزه زرقانی دانشیار بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه شیراز
- ۴- دکتر مهدی صدروی دانشیار بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه یاسوج
- ۵- دکتر عباس صلاحی اردکانی دانشیار بیماری شناسی گیاهی، مرکز تحقیقات کشاورزی یاسوج
- ۶- دکتر محمد عبدالمهدی استاد بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه یاسوج
- ۷- دکتر محمد رضا موسوی دانشیار بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت

دوران مقاله های این جلد:

مهدی ارزنلو، سید علی اکبر بهجت نیا، سید محسن تقوی، فائزه السادات ابطی، حبیب اله حمزه زرقانی، عباس صلاحی اردکانی، مهدی صدروی، محمد عبدالمهدی، صفرعلی مهدیان، محمد رضا موسوی، موسی نجفی نیا، علی ویانی

ویراستار و صفحه آرا: مهدی صدروی
کارشناس: فاطمه جعفری

آدرس: یاسوج، بلوار دانشجو، دانشگاه یاسوج، دانشکده کشاورزی، دفتر مجله دانش بیماری شناسی گیاهی، صندوق پستی ۳۵۳، کد پستی: ۷۵۹۱۸۷۴۸۳۱
تلفن: ۰۷۴-۳۱۰۰۶۳۰۸
پست الکترونیک: ijplantpatholsci@yu.ac.ir

آدرس تارنمای نشریه: <http://yujs.yu.ac.ir/pps>

چاپ و نشر: مرکز منطقه ای اطلاع رسانی علوم و فناوری (RiCEST)، پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC)، شیراز.

این نشریه در «ایران ژورنال» نظام نمایه سازی مرکز منطقه ای اطلاع رسانی علوم و فناوری به نشانی www.ricest.ac.ir

و پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC) به نشانی www.isc.gov.ir نمایه می شود.

Proprietor : Yasouj University

Executive Director & Editor in Chief : Mehdi Sadravi

Editorial Board :

- 1- Dr. Seied Ali Akbar Behjatnia Associate Professor of Plant Pathology, Shiraz University, Shiraz, Iran.
- 2- Dr. Seied Mohsen Taghavi Professor of Plant Pathology, Shiraz University, Shiraz, Iran.
- 3- Dr. Habibollah Hamzeh-Zarghani Associate Professor of Plant Pathology, Shiraz University, Shiraz, Iran.
- 4- Dr. Mehdi Sadravi Associate Professor of Plant Pathology, Yasouj University, Yasouj, Iran.
- 5- Dr. Abbas Salahi Ardakani Associate Professor of Plant Pathology, Kohgiluyeh & Boyer-Ahmad Research Center of Agriculture and Natural Resources, Yasouj, Iran.
- 6- Dr. Mohammad Abdollahi Professor of Plant Pathology, Yasouj University, Yasouj, Iran.
- 7- Dr. Mohammad Reza Moosavi Associate Professor of Plant Pathology, Islamic Azad University, Marvdasht Branch, Marvdasht, Iran.

Persian Editor & Type Setting: M. Sadravi

English Editor: M. Abdollahi

Address : Daneshju Ave., Yasouj University, Faculty of Agriculture, P. O. Box: 353, P. Code: 75918-74831,

Yasouj, Iran.

Tel: +98-74-31006308

E. mail: ijplantpatholsci@yu.ac.ir

Web Site: <http://yujs.yu.ac.ir/pps>

Publisher: Regional Information Center for Science and Technology (RiCEST: www.ricest.ac.ir),

Islamic World Science Citation Center (ISC: www.isc.gov.ir), Shiraz, Iran.



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
معاونت پژوهش و فناوری

کوبای تعیین اعتبار علمی

براساس آیین نامه تعیین اعتبار علمی نشریات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، نشریه با عنوان
دانش جاری شناسی گیاهی وابسته به دانشگاه یاسوج در جلد کیسینون بررسی نشریات علمی مورخ ۹۳/۴/۵ مطبوع و با
اعطای اعتبار علمی - ترویجی موافقت شد. بدون شک تلاش دست اندرکاران نشریه سهم به سزایی در گسترش
مرزهای دانش و ارتقای کیفی و کمی جایگاه علمی کشور خواهد داشت.
عدم رعایت مفاد آیین نامه مذکور موجب ابطال تاییدیه خواهد شد.

مظفر شمس
مدیرکل دفتر سیاستگذاری و برنامه ریزی امور پژوهشی

چهر کیسینون نشریات علمی

راهنمای تهیه و تنظیم مقاله

نشریه «دانش بیماری‌شناسی گیاهی» مقاله‌های علمی-مروری و علمی-ترویجی را که در آن‌ها یافته‌های نوین علم بیماری‌شناسی گیاهی در زمینه عوامل بیماری‌زای گیاهان (قارچ‌ها، شبه‌قارچ‌ها، پروکاریوت‌ها، نماتدها، ویروس‌ها، کمبود عناصر غذایی، تنش‌های محیطی و انگل‌های گل‌دار)، بیماری‌های ناشی از آن‌ها و روش‌های مدیریت بیماری‌های گیاهان، همراه با نتیجه‌گیری و پیشنهادی کاربردی به زبان فارسی و با چکیده انگلیسی، توسط افراد تحصیل‌کرده در رشته‌ی بیماری‌شناسی گیاهی نوشته شده‌اند و ترجمه مقاله‌های خارجی نباشند و قبلاً به هیچ طریق انتشار نیافته باشند، را با داوری علمی و ادبی پذیرفته و منتشر می‌کند.

۱- مقاله علمی-مروری

مقاله‌ای بر اساس زمینه تخصصی و سابقه پژوهشی نویسنده(گان) در یک زمینه خاص است، که با تفسیر و تحلیل یافته‌های پژوهشی خود و سایر مقاله‌های علمی-پژوهشی منتشر شده در آن زمینه، منجر به ارائه نظریه جدید، یا نقد نظریه‌های موجود، یا تبیین و روشن‌سازی راهکار مناسب در آن زمینه شده باشد. در این نوع مقاله لازم است که ۳۰ درصد منابع مورد استفاده متعلق به نویسنده(گان) باشد و اکثر شکل‌های آن اصلی باشند.

۲- مقاله علمی-ترویجی

مقاله‌ای بر اساس زمینه تخصصی، سابقه پژوهشی و مطالعاتی نویسنده(گان) است، که به شرح، تفسیر و تحلیل یافته‌های نوین در یکی از زمینه‌های دانش بیماری‌شناسی گیاهی به شیوه‌ای آموزشی-تحلیلی، می‌پردازد.

روش نگارش مقاله

مقاله باید در صفحه‌ی A4 (ابعاد ۲۹/۷ × ۲۱ سانتی‌متر) به صورت ۱ ستونه با ۳ سانتی‌متر حاشیه از ۴ طرف با فاصله خط ۱/۵ در قالب نرم‌افزار Word 2003-97 (.doc) نوشته شود. تمام صفحه‌های مقاله در پایین و میانه پشت سرهم شماره‌گذاری شوند. متن مقاله باید حداقل ۸ و حداکثر ۱۲ صفحه باشد. مقاله پس

از نگارش در قالب این قسمت‌ها باید از طریق تارنمای (Website) نشریه به نشانی <http://yujs.yu.ac.ir/pps> ارسال شود.

الف - صفحه شناسه مقاله: در یک صفحه جداگانه عنوان مقاله، نام و نام خانوادگی، مرتبه علمی (کارشناس، دانشجوی کارشناسی‌ارشد یا دکتری، کارشناس‌ارشد، مربی، استادیار، دانشیار، استاد)، محل کار و پست الکترونیک نویسنده(گان)، به همراه آدرس کامل پستی (همراه با کدپستی)، شماره تلفن (ثابت و همراه)، نمابر و پست الکترونیک نویسنده مسئول مکاتبه (ترجیحاً عضو هیأت علمی، که با نشانه ✉ بعد از نام خانوادگی وی مشخص شده است)، به فارسی و انگلیسی (نام و نام‌خانوادگی نویسندگان به انگلیسی با حروف بزرگ) نوشته شود.

ب - متن مقاله: در صفحه اول عنوان، چکیده و واژه‌های کلیدی به فارسی، سپس عنوان، چکیده و واژه‌های کلیدی به انگلیسی و از صفحه دوم مقدمه، زیر عنوان‌های متناسب با موضوع مقاله، نتیجه و منابع آورده شود. خصوصیات این قسمت‌ها به این شرح است:

عنوان: جمله‌ای خبری، کوتاه، رسا و جامع، بیان کننده موضوع اصلی مقاله است و نباید از ۱۰ کلمه تجاوز کند و با قلم B Nazanin 14 ضخیم (Bold) نوشته شود.

چکیده فارسی و واژه‌های کلیدی: چکیده یک پاراگراف، حداکثر ۲۰۰ کلمه‌ای (۱۰ خط) و فشرده‌گویی از تمام قسمت‌های مقاله (مقدمه، سایر قسمت‌ها، نتیجه‌گیری و پیشنهاد) است. در زیر چکیده فارسی بین ۳ تا ۵ واژه کلیدی، که در عنوان مقاله نباشند، به ترتیب حروف الفبا، در مورد موضوع اصلی مقاله درج شود.

عنوان، چکیده و واژه‌های کلیدی انگلیسی: برگردان صحیح و روان، مطابق با آیین نگارش زبان انگلیسی، از عنوان، چکیده و واژه‌های کلیدی فارسی است. عنوان با قلم Times New Roman 14 ضخیم، چکیده و واژه‌های کلیدی با قلم Times New Roman 12 نوشته شود.

مقدمه تا نتیجه‌گیری و پیشنهاد: این بخش از مقاله از صفحه دوم آغاز می‌شود و با قلم B Nazanin 12 نوشته شود. در مقدمه، تاریخچه و اهمیت موضوع بر اساس منابع علمی معتبر بیان گردد، سپس متناسب با موضوع مقاله زیرعنوان‌های دیگر آورده شود و با نتیجه‌گیری خاتمه یابد. در این بخش باید تا حد امکان از به کار بردن واژه‌های خارجی خودداری شود، هر واژه خارجی که برای آن در کتاب «فرهنگ کشاورزی و منابع

طبیعی، جلد دوم: بیماری‌شناسی گیاهی» معادل فارسی ذکر نشده باید به رسم‌الخط فارسی نوشته و در مقابل آن، داخل پرانتز، به زبان اصلی نگاشته شود. در این بخش از مقاله باید منبع مطالب درون پرانتز بر اساس نام‌خانوادگی نویسنده و تاریخ انتشار آن، برای منابع فارسی به فارسی (مانند: اعتباریان ۱۳۷۶) و برای منابع خارجی به انگلیسی و سال میلادی (مانند: Watanabe 2002) ذکر شود. برای منابعی که ۲ نویسنده دارند، ابتدا نام خانوادگی نویسنده اول سپس کلمه و (and)، سپس نام‌خانوادگی نویسنده دوم و بعد سال انتشار ذکر شود (مانند: احمدی و صدروی ۱۳۸۷، Jijakli and Lepoivre 2004). در مورد منابعی که بیش از ۲ نویسنده دارند فقط نام‌خانوادگی نویسنده اول و سپس کلمه همکاران (*et al.*) و سال انتشار آورده شود (مانند: بهجت‌نیا و همکاران ۱۳۸۳، Moosavi *et al.* 2010). در صورت تکرار یک منبع خارجی برای بار دوم یا بیشتر می‌توان نام نویسنده و سال میلادی را برای تکرارهای بعدی به فارسی نوشت. نام تمام آرایه‌ها و نام علمی جانداران به انگلیسی با حروف ایتالیک و بار اول در متن همراه با نام مصنف (ین) آورده شود. واژه‌های خارجی، نام‌خانوادگی نویسنده (گان) و سال میلادی با قلم Times New Roman¹² نوشته شود. در نگارش مقاله باید از منابع علمی معتبر (مقاله‌های علمی-پژوهشی، خلاصه مقاله‌ها و مقاله‌های کامل چاپ شده در مجموعه مقالات همایش‌های علمی و کتاب‌های تخصصی چاپ شده توسط ناشرین معتبر) استفاده شود و از استناد به منابع بی‌نام (Anonymous)، گزارش‌های نهایی یا سالیانه طرح‌های پژوهشی، پایان‌نامه‌های کارشناسی‌ارشد و دکتری و تارنماهای نامعتبر اینترنتی پرهیز شود. در صورت وجود جدول در متن، پس از کلمه جدول، شماره آن و خط تیره، عنوان آن که توصیف رسا و جامعی از آن است، به ۲ زبان فارسی و انگلیسی به همراه ذکر منبع آن درون پرانتز در بالا نوشته شود و با خطی ۲ تایی افقی از سرستون‌ها و قسمت اخیر با یک خط افقی از متن جدول جدا شوند. در صورت لزوم می‌توان برای تقسیم سرستون‌ها از خطوط افقی در داخل کادر مربوطه استفاده کرد. در متن جدول نباید از خطوط افقی و عمودی استفاده شود. در پایان متن جدول با خطی افقی، از سایر متن مقاله جدا گردد. در صورت نیاز به توضیح در مورد مطلبی از جدول، آن با عدد و یا نشانه مناسبی به شرح مربوطه در زیر جدول ارجاع داده شود. شکل (ها) در متن، باید به رنگ اصلی و با حداکثر وضوح ممکن باشند. قسمت‌های مختلف یک شکل نیز باید با حرف‌های بزرگ انگلیسی (A, B, ...) مشخص شوند و شماره، عنوان و شرح کامل و مستقل از متن (خودگویا)، به ۲ زبان فارسی و

انگلیسی در زیر آن نوشته شود. شکلی که متعلق به نویسنده(گان) باشد در پایان شرح آن عبارت (اصلی) نوشته شود و در صورتی که شکل یا جدول، متعلق به نویسنده(گان) نباشد، باید منبع آن در پایان شرح، داخل پرانتز نوشته شود. در هر صورت نویسنده(گان) حق ندارند از شکل‌ها یا جدول‌های دیگران که در کتاب‌ها یا نشریه‌های فارسی چاپ و منتشر شده، یا شکل‌های اینترنتی که دارای علامت "حق انحصاری چاپ copyright (©)" هستند، استفاده نمایند. به جدول و شکل باید در متن ارجاع داده شود و آن‌ها در نزدیک‌ترین فاصله از مطلب مربوطه قرار داده شوند.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد: در این قسمت، در قالب یک پاراگراف مستقل و بدون نیاز به مراجعه خواننده به قسمت‌های قبل، ضمن اشاره به اهمیت موضوع و مهمترین یافته‌های شرح داده شده، نظریه جدید یا راهکار مناسب برای حل مسئله پیشنهاد شود.

منابع: در این قسمت تمام منابع علمی مورد استناد در متن آورده شوند. در ابتدا منابع فارسی (B Nazanin 12)، سپس منابع خارجی به انگلیسی (Times New Roman 12) و به ترتیب الفبای حرف اول نام‌خانوادگی نویسنده اول، مطابق با این مثال‌ها نوشته شوند.

مقاله

بهجت‌نیا س. ع. آ.، ایزدپناه ک.، دری آ. ب. و رضاییان م. ع. ۱۳۸۳. خصوصیات مولکولی و موقعیت تاکسونومیکی جدایه ایرانی ویروس پیچیدگی برگ گوجه فرنگی. *بیماری‌های گیاهی* ۴۰: ۹۴ – ۷۷.

Moosavi S. M. R., Zare R., Zamanizadeh H. R. & Fatemy S. 2010. Pathogenicity of *Pochonia* species on eggs of *Meloidogyne javanica*. *Journal of Invertebrate Pathology* 104:125-133.

در صورتی که از یک نویسنده چند مقاله مورد استناد قرار گرفته باشد ترتیب درج آن‌ها بر حسب سال انتشار از قدیم به جدید و اگر از نویسنده‌ای چند منبع هم سال موجود باشد با نوشتن حروف الف، ب، ج، برای منابع فارسی و برای منابع خارجی با حروف c, b, a در جلو سال انتشار، از یکدیگر متمایز شوند. در صورتی که مقاله‌های منفرد و مشترک از یک نگارنده باید نوشته شود، ابتدا مقاله‌های منفرد و سپس مقاله‌های مشترک به ترتیب حروف الفبای نام نگارندگان بعدی مرتب شوند.

کتاب

آهون‌منش ع. ۱۳۸۶. اصول مبارزه با بیماری‌های گیاهی. دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳۹۱ ص.

Webster J. and Weber R. W. S. 2007. Introduction to Fungi. Cambridge University Press, England, 841p.

در صورتی که فصلی از یک کتاب که به وسیله چند نویسنده نوشته شده و در یک مجلد توسط یک یا چند نفر دیگر گردآوری و ویرایش شده است، مورد استناد قرار گرفته باشد طبق این نمونه نوشته شود:

Jijakli M. H. and Lepoivre P. 2004. State of the Art and Challenges of Post-harvest Disease Management in Apples. Pp.59-94. In: K.G. Mukerji (ed.). Fruit and Vegetable Diseases. Kluwer Academic Publishers, New York, USA.

کتاب ترجمه شده

آگریوس ج. ان. ۲۰۰۵. بیماری‌شناسی گیاهی. جلد دوم. ک. ایزدپناه، س. م. اشکان، ض. بنی‌هاشمی، ح. رحیمیان و و. میناسیان (مترجمان)، آبیژ، ۱۳۸۹، ۶۷۸ ص.

مقاله‌های همایش‌های علمی

صدروی م.، ادهمی ا. و عبدالمی م. ۱۳۸۹. قارچ‌های همزیست ریشه یونجه در استان کهگیلویه و بویراحمد. خلاصه مقالات نوزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، ایران، ص ۱۱۰.

Salahi Ardakani A., Gaur H. S., Kamra A. and Mojumder V. 2008. Efficacy of neem seed granules *Trichoderma viride* and *Pseudomonas fluorescens* alone or in combination against *Meloidogyne incognita* infecting cucumber and tomato. Proceedings of 5th International Congress of Nematology, Brisbane, Australia, p.275.

توصیه‌ها

۱-نویسنده(گان) در هر مقاله به حداقل ۱ مقاله مرتبط با موضوع از شماره‌های قبل این نشریه استناد نمایند. مقاله‌های منتشره مرتبط با موضوع مقاله ارسالی را می‌توان با وارد کردن عنوان یا واژه‌های کلیدی مقاله در منوی جستجو در پایگاه تارنمای نشریه یافت.

۲- برای تسریع در روند داوری مقاله بین هر منبع نگاشته شده در متن مقاله با همان منبع در قسمت منابع به این ترتیب اتصال (Hyperlink) برقرار نمایند: ۱- منبع مورد نظر در لیست منابع انتخاب شود، ۲- در زبانه‌ی Insert گزینه Bookmark را انتخاب و در کادر Bookmark name نام‌خانوادگی نویسنده اول (مانند: Webster) وارد شود و دکمه‌ی Add انتخاب گردد، ۳- با استفاده از دکمه Find در زبانه Home نویسنده مورد نظر (Webster) را در متن پیدا کرده و روی آن کلیک راست شود و گزینه‌ی Hyperlink انتخاب و در پنجره‌ی باز شده از بخش Link to (ستون سمت چپ) گزینه Place in This Document را انتخاب و در سمت راست نام نویسنده (Webster) وارد شده را انتخاب و تأیید (Ok) شود.

سایر نکات

۱- مقاله‌ای که در زمینه موضوعی این نشریه نباشد، ترجمه مقاله‌های خارجی باشد، توسط افراد غیر تحصیل کرده رشته‌ی بیماری‌شناسی گیاهی نگاشته شده باشد، یا مطابق با این راهنما تهیه نشده باشد و یا از نگارش قابل قبول فارسی و یا انگلیسی برخوردار نباشد، تحت بررسی قرار نخواهد گرفت و پذیرفته نخواهد شد.

۲- تعداد و ردیف نویسندگان مقاله به همان صورتی که در نسخه اولیه و موقع ارسال به دفتر نشریه مشخص شده است، مورد قبول است و تقاضای حذف، اضافه کردن یا تغییر در ترتیب اسامی نویسندگان در هر مرحله از بررسی، به هیچ وجه پذیرفته نمی‌شود.

۳- نویسنده(گان) مسئول نظراتی هستند که در مقاله خود بیان می‌کنند.

۴- پذیرش مقاله پس از اتمام مراحل داوری و تأیید داور نهایی و دبیر علمی به اطلاع نویسنده‌ی مسئول مکاتبه خواهد رسید. این نویسنده موظف به انجام اصلاحات ویرایشی علمی و ادبی نهایی مقاله (پیشنهادی از سوی گروه دبیران) در کوتاه‌ترین زمان است، تا مقاله در نوبت چاپ قرار گیرد. بدیهی است هر گونه بی‌توجهی به این نظرات و یا تاخیر در انجام آن‌ها، می‌تواند باعث به تعویق افتادن زمان چاپ و یا بایگانی شدن مقاله گردد.

۵- گروه دبیران برای بررسی و پذیرش مقاله‌های ارزشمند ارسالی از سوی اعضای هیئت علمی که در داوری مقاله‌ها با نشریه همکاری مستمر داشته باشند، اولویت قایل می‌شود.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱- مروری بر رویکردهای نوین در آرایه‌بندی نماتدها

محمد عبداللهی و احسان فاطمی..... ۱

۲- بیماری اسکای انگور

ابوالفضل نرمانی و مهدی ارزنلو ۱۲

۳- معرفی هشت گونه‌ی مفید *Aspergillus*

محیا رحیمی‌زاده و مهدی صدروی..... ۲۲

۴- دورگ‌های بین گونه‌ای *Phytophthora* spp. و خطر آن‌ها برای کشاورزی

بنفشه صفایی فراهانی و رضا مستوفی‌زاده قلمفرسا ۳۳

۵- وضعیت بیماری جرب معمولی سیب‌زمینی در ایران

عزیز باقری..... ۴۷

۶- نقش آفتاب‌دهی خاک در مدیریت بیماری‌های گیاهی خاکزاد

ذبیح‌الله اعظمی ساردویی، عبدالرحمان میرزائی و فرناز فکرت ۵۷

۷- معرفی چهار گونه‌ی گل جعفری مهارکننده‌ی نماتدهای غده ریشه

المیرا ابوترابی..... ۶۸



Review of New Approaches in Nematodes Taxonomy

MOHAMMAD ABDOLLAHI[✉] & EHSAN FATEMI

Professor and MSc. Student of Nematology, Department of Plant Protection,
Yasouj University, Yasouj, Iran (✉Corresponding author: abdollahi@yu.ac.ir)

Received: 05.07.2016

Accepted: 04.01.2017

Abdollahi M. & Fatemi E. 2017. Review of new approaches in nematodes taxonomy. *Plant Pathology Science* 6(1): 1-11.

Abstract: Use of advanced methods in nematode taxonomy and biodiversity is growing rapidly. Because the morphological and morphometric characteristics of nematodes are not enough for accurate nematode identification, the modern techniques were established to terminate the taxonomic challenging. According to the progress achieved, some new approaches such as molecular studies have enhanced the nematode diagnosis. Numbers of molecular techniques like RAPD, RFLP, AFLP, ISSR and SCAR have been established to give confirmation to traditional detection, especially for identification of undescribed species. In this review, every one of each new technique is discussed.

Key words: Biodiversity, Morphologic, Molecular taxonomy

مروری بر رویکردهای نوین در آرایه‌بندی نماتدها

محمد عبداللہی[✉] و احسان فاطمی

استاد و دانشجوی کارشناسی ارشد نماتدشناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۵

دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۱۵

عبداللہی م. فاطمی ا. ۱۳۹۵. مروری بر رویکردهای نوین در آرایه‌بندی نماتدها. *دانش بیماری‌شناسی گیاهی* ۶(۱): ۱-۱۱.

چکیده: کاربرد روش‌های پیشرفته در آرایه‌بندی و تنوع زیستی نماتدها به سرعت گسترش یافته‌اند. با توجه به اینکه مشخصات ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی نماتدها برای تشخیص دقیق آن‌ها کافی نیست، روش‌های جدیدی برای خاتمه دادن به موارد بحث‌برانگیز ایجاد شده‌اند. با پیشرفت‌هایی که اخیراً حاصل شده، رویکردهای جدیدی چون روش‌های مولکولی تشخیص نماتدها را تسریع کرده‌اند. روش‌های مولکولی مختلف مثل RAPD، RFLP، AFLP، ISSR و SCAR به منظور تأیید تشخیص‌های سنتی، به‌ویژه برای گونه‌های توصیف نشده، ایجاد شده‌اند. در این مقاله مروری، هر یک از این روش‌ها بحث شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: تنوع زیستی، ریخت‌سنجی، آرایه‌بندی مولکولی

مقدمه

نماتدها جاندارانی پرسلولی متنوعی هستند که تعداد کل گونه‌های آن‌ها بالغ بر یک میلیون تخمین زده می‌شود (Lamshead 2004). مک‌کارتر (McCarter 2009)، خسارت وارد شده به محصولات کشاورزی توسط نماتدها در سال ۲۰۰۱ را حدود ۱۱۸ میلیارد دلار تخمین زده است که حدود نیمی از این مبلغ مربوط به خسارت وارده دو محصول برنج و ذرت بوده است. با این وجود، مطالعات زیادی روی نماتدها صورت نگرفته است. تعداد ۲۶۰۰ گونه از نماتدها (کمتر از ۳٪ کل گونه‌های تخمین زده) توصیف شده‌اند (Hugot *et al.* 2001, Hallan 2007). در این مقاله روش‌های جدیدی که برای تشخیص و شناسایی نماتدها به کار گرفته می‌شود، مرور می‌گردد.

۱- اهمیت آرایه‌بندی

شناسایی نقش اساسی و زیربنایی در فهم نقش زیست‌بوم‌شناسی هر موجود زنده دارد (Kotliar 2000). هیوگات (Hugot 2002)، بر نیاز به روش‌های شناسایی دقیق و صحیح تأکید کرده و اعلام کرده که نیاز کنونی آرایه‌بندی نماتدها، پر کردن فاصله‌ی بسیار زیاد بین تعداد گونه‌های تخمینی نماتدها و تعداد گونه‌های نماتدهای شناسایی شده است. به دلیل اهمیت اقتصادی نماتدهای انگل گیاهی در کشاورزی و اهمیت نماتدهای انگل جانوری در بهداشت، شناسایی نماتدها در این دو مورد پیشرفت قابل توجهی داشته‌اند و به همین دلیل گونه‌های نماتدی مؤثر در کشاورزی و بهداشت بیشتر از گونه‌های آزادزی در سطح گونه و زیرگونه آرایه‌بندی شده‌اند (Abebe *et al.* 2011). بر اساس آرایه‌بندی قدیمی و مصنوعی، گونه‌های انگل جانوری از بقیه‌ی گروه‌های نماتدها جدا شده‌اند، بنابراین برای رعایت اختصار در این مقاله فقط گونه‌های آزادزی و گونه‌های انگل گیاهی در نظر گرفته شده است.

۲- روش‌های جدید مطالعه تنوع زیستی نماتدها

دانش نماتدشناسی در حال تغییر رویکرد از آرایه‌بندی ریخت‌شناسی به سمت استفاده از تلفیق ریخت‌شناسی و روش‌های مولکولی است (Powers *et al.* 1997, Powers 2004). تنوع زیستی مبتنی بر ریخت‌شناسی همیشه متناظر با تنوع زیستی مبتنی بر ژنتیک و بالعکس نیست. درک اهمیت این مشکل باعث

شد که محققین استفاده از فناوری‌های موجود برای مستندسازی و تبادل یافته‌ها ریخت‌شناسی، به طریقی کامل و سریع را مدنظر قرار دهند (De Ley & Bert 2002). عکس‌برداری چند کانونی دیجیتال (DMI) به کمک تبادل یافته‌ها ریخت‌شناسی آمده است (Eyualet *et al.* 2004). در هم آمیختن فناوری ثبت یافته‌ها و اینترنت، دسترسی خوبی به یافته‌های ریخت‌شناسی برای همه در جهان ایجاد کرده است (Eyualet *et al.* 2006). استفاده از تصویربرداری ویدیویی باعث شده که مدارک و شواهد به فرم مجموعه‌هایی به موزه‌ها فرستاده و باعث تقویت ذخایر یافته‌ها شوند (De Ley & Bert 2002). تصویربرداری از نمونه‌های شاهد برای ارتباط دادن آرایه‌بندی نماتدهای شناخته شده با گونه‌هایی که در آینده کشف خواهند شد، ضرورت دارد. تلاش‌های مستمر برای گردآوری این تصاویر در کلیدهای برخط و قابل‌دسترس باعث فراهم شدن زمینه‌های جدید در دانش آرایه‌بندی نماتدها و تبادل یافته‌ها ریخت‌شناسی خواهد شد (Eyualet *et al.* 2004).

۳- روش‌های مولکولی شناسایی نماتدها

روش شناسایی با استفاده از ریخت‌شناسی سال‌ها بود که به گستردگی برای شناسایی نماتدها بکار می‌رفت. با افزایش دانش در زمینه‌ی نماتدهای مهم در کشاورزی، مشخص شد که ریخت‌شناسی به‌تنهایی قادر به آرایه‌ی تصویر کاملی از تفاوت‌های بیماریزایی مشاهده شده بین جمعیت‌هایی که از نظر مشخصه‌های ریخت‌شناسی در یک گونه قرار داده شده‌اند، نمی‌باشد. در نتیجه، محققین در پی یافتن روش‌هایی بودند که بهتر بتواند رفتارهای بیماریزایی بین جمعیت‌های درون گونه‌ای نماتدها را پیش‌بینی کند. به این منظور، روش‌های مولکولی ابداع شده‌اند که قادرند نماتدها را از نظر کمی و کیفی در سطح گونه و پایین‌تر از گونه شناسایی کنند. روش‌هایی مانند تحلیل الگوی آیزوزایم‌ها، تحلیل چندشکلی در طول قطعات محدود (RFLP)، تکثیر تصادفی ماده وراثتی با استفاده از آغازگرهای تصادفی (RAPD)، واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR)، Real-time PCR (qPCR) و ناحیه‌های rDNA همگی با موفقیت برای شناسایی کیفی و کمی چندین نماتد مهم آفت کشاورزی به کار رفته‌اند. این روش‌ها هر یک مزایا و محدودیت‌هایی داشته‌اند (جدول ۱). از بین این روش‌ها، توالی‌های DNA ژن، واسرشت‌سازی شیبی ژل الکتروفورز (DGGE) و روش جدیدتر Pyrosequencing (تعیین توالی DNA بر اساس توالی‌های سنتزی)، سه روشی هستند که برای

جدول ۱- محدودیت‌ها و کاربردهای روش‌های مولکولی در شناسایی نماتدها

روش	موارد کاربرد	محدودیت	مثال از کاربرد
Allozymes	- اولین روش بیوشیمیایی در طبقه‌بندی نماتدها - داده‌های قابل مقایسه بین ایزوله‌های جغرافیایی فراهم می‌کند	- اساس ژنتیکی تأیید نشده - نمی‌توان از آن برای مطالعه بر روی یک نماتد استفاده کرد - مشخص مرحله‌ای خاصی از زندگی نماتد - فاقد اطلاعات برای مشخصه‌های خاصی از نماتد - نیاز به پروتئین‌های غیرواکسیر شده	- جنس‌های نماتدی مشخص شده با استفاده از این روش شامل: <i>Pratylenchus Heterodera Meloidogyne</i> , <i>Eshenshade & Aphelenchus</i> و <i>Diitylenchus</i> (Triantaphyllou 1990, Navas et al. 2001).
	چندشکلی در طول قطعات محدود (RFLP)	- مناسب برای افتراق گونه‌های مرتبط و نزدیک بر اساس حضور/عدم حضور گروهی از قطعات محدودکننده	- تشخیص گونه‌ها و یا جمعیت‌های یک گونه (Curran et al. 1985, 1986, Powers et al. 1986, Castagnone-Sereno et al. 1991, 1993, Garate et al. 1991, Cenis et al. 1992, Piorre et al. 1992, Xue et al. 1992, Fargette et al. 1996).
چندشکلی در طول قطعات تقویت‌شده (AFLP)	- مناسب برای ارزیابی تنوع درون‌گونه‌ای	- مراحل طولانی	- تشخیص گونه‌ها در گروه <i>Heterodera avenae</i> group (Subbotin et al. 1999). بررسی مولکولی گونه‌های <i>Pratylenchus</i> (Waeyenberge et al. 2000) و مطالعه‌ی تنوع درون‌گونه‌ای در <i>Radopholus similis</i> (Elbadri et al. 2002).
	- این روش برخلاف روش AFLP به مرحله‌ی محدودسازی نیازی ندارد - ساده و سریع	- نامناسب برای تمام موجودات زنده و فاقد تکرارپذیری - حساس به تغییرات در خلطت پرایمر و DNA	- تشخیص <i>G. pallida</i> , <i>Globodera rostochiensis</i> و <i>M. Meloidogyne incognita</i> (Fullaondo et al. 1999), <i>M. arenaria</i> و <i>Javanica</i> (Zijlstra et al. 2000).
Real-time PCR	- تشخیص کیفی و کمی گونه‌ها - سریع و دقیق	- نیازمند پرایمر گونه‌های خاص - تشخیص گونه‌های متعدد نیاز به بهینه‌سازی زمان‌بری دارد	- تشخیص نماتد سیسی سب‌زمینی (<i>G. pallida</i>) و نماتد سیسی چغندر (<i>Heterodera schachtii</i>) مقداری از <i>Meloidogyne</i> spp. از گوجه‌فرنگی، <i>Pratylenchus neglectus</i> و <i>Pratylenchus thomai</i> (Madani et al. 2005, Sirling et al. 2004, Hollaway et al. 2004).
	- تشخیص بیش از یک گونه در یک زمان - مقرون به صرفه - سریع	- شامل بهینه‌سازی خلطت معرف، تنوع در پرایمر در دمایی مختلف annealing، تمامات پرایمر و تکرار محصولات غیر اختصاصی - نیازمند پرایمر گونه‌های خاص	- شناسایی <i>G. rostochiensis</i> و <i>Globodera pallida</i> (Fullaondo et al. 1999), <i>Pratylenchus penetrans</i> و <i>scribneri</i> (Setterquist et al. 1996), <i>M. fallax</i> و <i>chirwoodi</i> (Petersen et al. 1997), <i>M. loosi</i> و <i>coffea</i> (Uehara et al. 1998).
DNA sequencing	- ترجیح داده می‌شود نسبت به روش‌های ذکر شده در بالا که در این روش حوصله‌ی الگوها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (به عنوان مثال، تنوع در پرایمر و خلطت DNA، کیفیت DNA، ژل الکتروفورز و نوع DNA پلیمراز می‌تواند کنترل شود) و نیز مرحله‌ی نوآلیابی می‌تواند بهینه شود - سریع و دقیق	- پیدا کردن یک ژن ایده‌آل برای تمام گروه‌های نماتدی، که هم در زمینه‌ی شناسایی تاکسونومی و هم در زمینه‌ی استنباط فیلوژنتیک کار کند، دشوار می‌باشد. - انتخاب نشانگر مولکولی هنوز یک مسئله‌ی حل نشده است.	- به‌طور گسترده‌ای در سال‌های اخیر استفاده می‌شود: در گروه‌های مختلف از جمله خانواده‌ی <i>Hoplolaimidae</i> (Subbotin et al. 2007), <i>Tylenchida</i> راستی (Subbotin et al. 2006), <i>Cricenematina</i> زیر راستی (ai. 2006), <i>Cephalobina</i> زیر راستی (Nadler et al. 2006), <i>Pratylenchus</i> (Al-Banna et al. 1997), <i>Acroboloides</i> (De Ley et al. 1999), <i>Meloidogyne</i> (Stock et al. 2001), <i>Longidorus</i> (Mekete et al. 2009).
واکسیرسازی شیبی ژل الکتروفورز (DGGE)	- روش آسان و ساده برای تجزیه و تحلیل جمعیت‌های نماتد - مورد استفاده برای افتراق گونه‌های متعدد	- استخراج DNA برای روش DGGE مشکل است.	- تجزیه و تحلیل جمعیت‌ها در اکوسیستم‌های مختلف (Foucher et al. 2004, Griffiths et al. 2006, Shi-Bin et al. 2008, Waite et al. 2003, Foucher et al. 2004).

مطالعه‌های تنوع زیستی نماتدهای آزادزی به کار رفته‌اند. در مورد محدودیت‌های استفاده از توالی‌های DNA برای تشخیص گونه‌ها گزارش کاملی ارائه شده است (Lee 2004). البته به نظر می‌آید که در این گزارش تفاوت بین دو رویکرد متفاوت در استفاده از توالی‌های DNA برای ثبت تنوع زیستی نماتدها به خوبی شرح داده نشده است. اولین رویکرد، تلاش می‌کند ژن‌هایی را بیابد که امید می‌رود بتوان از آن‌ها، برای پیش‌بینی تشخیص یا وجود گونه‌ها استفاده بشود (Hebert *et al.* 2003, Frezal & Leblois 2008). اما رویکرد دوم تلاش می‌کند که داده‌های به دست آمده به روش مولکولی را در راستای آرایه‌بندی سنتی گونه به کار ببرد. رویکرد دوم در تلاش است که تنوع زیستی را در سطح مولکولی و به روش عملیاتی ثبت کند و به‌وضوح بیان می‌کند که عناصر ثبت‌شده از تنوع زیستی لزوماً نباید انعکاس‌دهنده‌ی آن چیزی که به‌طور معمول به‌عنوان گونه در نظر می‌گیریم، باشد. تلاش برای مطابقت دادن توالی‌های DNA با تعریف کنونی گونه‌ها، از این مزیت برخوردار است که از نظر زیست‌شناسی معنی‌دار است و بنابراین اثر آن این است که نه‌تنها به ثبت تنوع زیستی می‌پردازد، بلکه عملی‌تر است و مشکلات ناشی از روش‌های سنتی را هم ندارد. این واقعیت که تبادل ژنتیکی در بین افراد کماکان نیروی محرکه‌ی نگهداری گونه‌ها به شکل جمعیت‌های مجزا می‌باشد، اعتبار بیشتری به روش‌های مولکولی می‌بخشد (Blaxter 2003 & 2004, Blaxter & Floyd 2003, Floyd *et al.* 2002). پژوهشی نشان داده که یک ژن به‌تنهایی می‌تواند مرزهای یک گونه را در بعضی نماتدها تعیین کند (Eyualem & Blaxter 2003)، اما برای بسیاری از جانوران تعداد بیشتری ژن برای تعیین و تشخیص محدوده‌ی آرایه‌ها نیاز است (Frezal & Leblois 2008).

۴- اهمیت مطالعه‌های ریخت‌شناسی

برخی مطالعه‌های تنوع زیستی با این هدف است، که کلاً یافته‌های ریخت‌شناسی را کنار بگذارند و تنها از روش‌های مولکولی برای تعیین حدود و شناسایی آرایه‌های جانداران استفاده کنند (Edgcomb *et al.* 2002, Floyd *et al.* 2002, López-García *et al.* 2003). البته سطح فعلی یافته‌های جمع‌آوری‌شده از توالی‌های DNA نماتدها برای مشخص کردن حدود یک گونه کافی نیستند، اما قابلیت منحصربه‌فرد تکرارپذیری آن‌ها کمک می‌کند که از تکرار توصیف‌های یک گونه جلوگیری شود (Tautz *et al.* 2002). به‌رغم مزیت‌های آشکار روش مولکولی حرکت‌های عجولانه برای کنارگذاشتن کلی یافته‌های ریخت‌شناسی، غیرمعتبر

می‌باشند. یافته‌های جمع‌آوری شده از روش‌های مولکولی بهترین ابزارهای کمکی برای تعیین حدود و شناسایی آرایه‌های نماتدها هستند (Mallet & Willmott 2003).

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

پیشرفت‌های اخیر علم نماتدشناسی در آینده به نحو گریزناپذیر و فزاینده‌ای بر اساس روش‌های مولکولی است. دقیق و سریع بودن روش‌های مولکولی به نفع نماتدشناسی است. همان‌گونه که استفاده از این روش‌ها، باعث تشویق به ورود این گروه متنوع از حیوانات به جرگه‌ی مطالعات تنوع زیستی و زیست‌محیطی خواهد شد. این یک قدم بزرگ در راستای دستیابی به درک بهتر از زیست‌شناسی و زیست‌بوم‌شناسی نماتدها خواهد بود. بنابراین، روش‌های مولکولی به ما کمک خواهند کرد که به اهدافمان یعنی ثبت و درک بهتر تنوع زیستی نماتدها، دست پیدا کنیم. به هر تقدیر، به‌رغم برخی دشواری‌ها در زمینه‌ی استفاده از ریخت‌شناسی در آرایه‌بندی برخی از نماتدها، در حال حاضر، حجم عظیمی از یافته‌ها در زمینه‌ی ریخت‌شناسی نماتدها در اختیار است، در نتیجه برقراری پیوند بین داده‌های ریخت‌شناسی و یافته‌های مولکولی پیشنهاد می‌شود.

References

منابع

1. Abebe E., Mekete T. & Thomas W. K. 2011. A critique of current methods in nematode taxonomy. *African Journal of Biotechnology* 10:312-323.
2. Adams B. 1998. Species concepts and the evolutionary paradigm in modern nematology. *Journal of Nematology* 30:1-21.
3. Adams B. 2002. The species delimitation uncertainty principle. *Journal of Nematology* 33:153-160.
4. Al-Banna L., Williamson V. & Gardner S. L. 1997. Phylogenetic analysis of nematodes of the genus *Pratylenchus* using nuclear 26S rDNA. *Molecular Phylogenetics* 7:94-102.
5. Blaxter M. 2003. Molecular systematics: counting angels with DNA. *Nature* 421:122-124.
6. Blaxter M. 2004. The promise of DNA taxonomy. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 359:669-679.
7. Blaxter M. & Floyd R. 2003. Molecular taxonomics for biodiversity surveys: already a reality. *Trends in Ecology* 18:268-269.

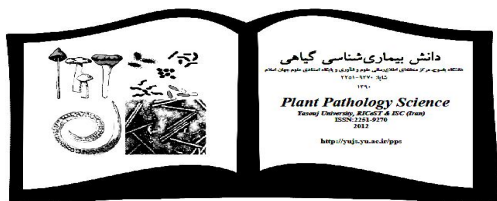
8. Castagnone-Sereno P., Piotte C., Abad P., Bongiovanni M. & Dalmasso A. 1991. Isolation of a repeated DNA probe showing polymorphism among *Meloidogyne incognita* populations. *Journal of Nematology* 23:316-320.
9. Castagnone-Sereno P., Piotte C., Uijthof J., Abad P., Wajnberg E., Vanlerberghe-Masutti F., Bongiovanni M. & Dalmasso A. 1993. Phylogenetic relationships between amphimictic and parthenogenetic nematodes of the genus *Meloidogyne* as inferred from repetitive DNA analysis. *Heredity* 70:195-204.
10. Castillo P., Vovlas N., Subbotin S. & Troccoli A. 2003. A new root-knot nematode: *Meloidogyne baetica* n. sp. (Nematoda: Heteroderidae) parasitizing wild olive in Southern Spain. *Phytopathology* 93:1093-1102.
11. Cenis, J., Opperman, C. & Triantaphyllou, A. 1992. Cytogenetic, enzymatic and restriction fragment length polymorphism variation of *Meloidogyne* spp. from Spain. *Phytopathology* 82:527-531.
12. Cook A., Bhadury P., Debenham N., Meldal B., Blaxter M., Smerdon G., Austen M., Lambshead P. & Rogers A. 2005. Denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) as a tool for identification of marine nematodes. *Marine Ecology Progress Series* 291:103-113.
13. Curran J., Baillie D. & Webster J. 1985. Use of genomic DNA restriction fragment length differences to identify nematode species. *Parasitology* 90:137-144.
14. Curran J., McClure M. & Webster J. 1986. Genotypic differentiation of *Meloidogyne* populations by detection of restriction fragment length difference in total DNA. *Journal of Nematology* 18:83-86.
15. De Ley P. & Bert W. 2002. Video capture and editing as a tool for the storage, distribution, and illustration of morphological characters of nematodes. *Journal of Nematology* 34:296-302.
16. Edgcomb V., Kysela D., Teske A., De Vera G. & Sogin M. 2002. Benthic eukaryotic diversity in the Guaymas Basin hydrothermal vent environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 99:7658-7662.
17. Elbadri G., De Ley P., Waeyenberge L., Verstraete A., Moens M. & Vanfleteren J. 2002. Intraspecific variation in *Radopholus similis* isolates assessed with restriction fragment length polymorphism and DNA sequencing of the internal transcribed spacer region of the ribosomal RNA cistron. *Parasitology* 32:199-205.
18. Esbenshade P. & Triantaphyllou A. 1990. Isozyme phenotypes for the identification of *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology* 22:10-15.

19. Eyualet A. & Blaxter M. 2003. Comparison of biological, molecular and morphological methods of species identification in a set of cultured *Panagrolaimus* isolates. *Journal of Nematology* 35:119-128.
20. Eyualet A., Baldwin J., Adams B., Hope D., Gardner S., Huettel R., Mullin P., Powers T., Sharma J., Ye W. & Thomas W. 2006. A position paper on the electronic publication of nematode taxonomic manuscripts. *Journal of Nematology* 38:305-311.
21. Eyualet A., Grizzle R., Hope D. & Thomas W. 2004. Nematode diversity in the Gulf of Maine, USA, and a web-accessible relational database. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 84:1159-1167.
22. Fargette M., Phillips M., Blok V., Waugh R. & Trudgill D. 1996. An RFLP study of relationships between species, populations, and resistancebreaking lines of tropical species of *Meloidogyne*. *Fundamental and Applied Nematology* 19:193-200.
23. Ferguson J. 2002. On the use of genetic divergence for identifying species. *Biological Journal of the Linnean Society* 75:509-516.
24. Floyd R., Eyualet A., Papert A. & Blaxter M. 2002. Molecular barcodes for soil nematode identification. *Molecular Ecology* 11:839-850.
25. Foucher A., Bongers T., Noble L. & Wilson M. 2004. Assessment of nematode biodiversity using DGGE of 18S rDNA following extraction of nematodes from soil. *Soil Biology and Biochemistry* 36:2027-2032.
26. Frezal L. & Leblois L. 2008. Four years of DNA barcoding: Current advances and prospects. *Infection, Genetics and Evolution* 8:727-736
27. Fullaondo A., Barrena E., Viribay M., Barrena I., Salazar A. & Ritter E. 1999. Identification of potato cyst nematode species *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* by PCR using species specific primer combinations. *Nematology* 1:157-163.
28. Garate T., Robinson M., Chacon M. & Park-House R. 1991. Characterization of species and races of the genus *Meloidogyne* by restriction enzyme analysis. *Journal of Nematology* 23:414-420.
29. Griffiths B., Donn S., Neilson R. & Dniell T. 2006. Molecular sequencing and morphological analysis of a nematode community. *Applied Soil Ecology* 32:325-337.
30. Hallan J. 2007. Synopsis of the Described Nematoda of the World. *Texas A & M Univ., College Station, TX. Online, <http://insects.tamu.edu/research/collection/hallan/Nematoda/Family/0NematodaIndex0.htm>. [Accessed on 5-X-2013]*.
31. Hebert P., Ratnasingham S. & DeWard J. 2003. Barcoding animal life: cytochrome *c* oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London*. 270: S96-S99.

32. Hollaway G., Ophel-Keller K., Taylor S., Burns R. & McKay A. 2004. Effect of soil water content, sampling method and sample storage on the quantification of root lesion nematode (*Pratylenchus* spp.) by different methods. *Australasian Plant Pathology* 32:73-79.
33. Hugot J. 2002. Proposal for a network devoted to the study of nematology and helminthology. *Nematology* 4:563-565.
34. Hugot J., Baujard P. & Morand S. 2001. Biodiversity in helminths and nematodes as a field study: an overview. *Nematology* 3:199-208.
35. Kotliar N. 2000. Application of the new keystone-species concept to prairie dogs: how well does it work? *Conservation Biology* 14:1715-1721.
36. Lamshead P. J. D. 2004. Marine nematode biodiversity. pp.436-467. In: Z.X. Chen S.Y. Chen & D.W. Dickson (ed.). *Nematology, Advances and Perspectives ACSE-TUP Book Series*.
37. Lee M. 2004. The molecularisation of taxonomy. *Invertebrate Systematics* 18:1- 6.
38. López-García P., Philippe H., Gail F. & Moreira D. 2003. Autochthonous eukaryotic diversity in hydrothermal sediment and experimental microcolonizers at the Mid-Atlantic Ridge. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100:697-702.
39. Madani M., Subbotin S. & Moens M. 2005. Quantitative detection of the potato cyst nematode, *Globodera pallida*, and the beet cyst nematode, *Heterodera schachtii*, using Real-Time PCR with SYBR green I dye. *Molecular and Cellular Probes* 19:81-86.
40. Mallet J. & Willmott K. 2003. Taxonomy: renaissance or Tower of Babel. *Trends in Ecology and Evolution* 18:57-59.
41. McCarter J. 2009. Molecular Approaches Toward Resistance to Plant-Parasitic Nematodes. pp. 239-267. In: *Cell Biology of Plant Nematode Parasitism*. Springer Berlin Heidelberg.
42. Mekete T., Grey M. & Niblack T. 2009. Distribution, morphological description, and molecular characterization of *Xiphinema* and *Longidorus* spp. associated with plants (*Miscanthus* spp. And *Panicum virgatum*) used for biofuels. *GCB Bioenergy* 1:257-266.
43. Nadler S., De Ley P., Mundo-Ocampo M., Smythe A., Stock S., Bumbarger D., Adams B., De Ley I., Holovachov O. & Baldwin J. 2006. Phylogeny of Cephalobina (Nematoda): Molecular evidence for recurrent evolution of problem and incongruence with traditional classifications. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 40:696-711.
44. Navas A., Castagnone-Sereno P., Blazquez J. & Esperrago G. 2001. Genetic structure and diversity within local populations of *Meloidogyne* (Nematoda: *Meloidogynidae*). *Nematology* 3:243-253.

45. Petersen D., Zijlstra C., Wishart J., Blok V. & Vrain T. 1997. Specific probes efficiently distinguish root-knot nematode species using signature sequence in the ribosomal intergenetic spacer. *Fundamental and Applied Nematology* 20:619-626.
46. Piotte C., Castagnone-Sereno P., Uijthof J., Abad P., Bongiovanni M. & Dalmasso A. 1992. Molecular characterization of species and populations of *Meloidogyne* from various geographic origins with repeated-DNA homologous probes. *Fundamental and Applied Nematology* 15:271- 276.
47. Powers T. 2004. Nematode molecular diagnostics: From Bands to Barcodes. *Annual Review of Phytopathology* 42:367-383.
48. Powers T., Platzer E. & Hyman B. 1986. Species-specific restriction site polymorphism in root-knot nematode mitochondrial DNA. *Journal of Nematology* 18:288-293.
49. Powers T., Todd T., Burnell A., Murray P., Fleming C., Szalanski A., Adams B. & Harris T. 1997. The rDNA internal transcribed spacer region as a taxonomic marker for nematodes. *Journal of Nematology* 29:441-450.
50. Setterquist R., Smith G., Jones R. & Fox G. 1996. Diagnostic probes targeting the major sperm protein gene that may be useful in the molecular identification of nematodes. *Journal of Nematology* 28:414-421.
51. Shi-Bin W., Liang L., Ju W., Yong J. & Si-Wei J. 2008. PCR-DGGE analysis of nematode diversity in Cu-contaminated soil. *Pedosphere* 18:621- 627.
52. Stirling G., Griffin D., Ophel-Keller K., McKay A., Hartley D., Curran J., Stirling A., Monsour C., Winch J. & Hardie B. 2004. Combining an initial risk assessment process with DNA assays to improve prediction of soil borne diseases caused by root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) and *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* in the Queensland tomato industry. Australas. *Plant Pathology* 33:285-293.
53. Stock S., Campbell J. & Nadler S. 2001. Phylogeny of *Steinernema* Travassos, 1927 (Cephalobina: Steinernematidae) inferred from ribosomal DNA sequences and morphological characters. *Journal of Parasitology* 87:877-889.
54. Subbotin S., Halford P. & Perry R. 1999. Identification of populations of potato cyst nematodes from Russia using protein electrophoresis, rDNA-RFLP and RAPDS. *Russian Journal of Nematology* 7:57-63.
55. Subbotin S., Sturhan D., Chizhov V., Vovlas N. & Baldwin J. 2006. Phylogenetic analysis of Tylenchida Thorne, 1949 as inferred from D2 and D3 expansion fragments of the 28S rRNA gene sequences. *Nematology* 8:455-474.
56. Subbotin S., Sturhan D., Vovlas N., Castillo P., Tanyi T., Moens M. & Baldwin J. 2007. Application of the secondary structure model of rRNA for phylogeny: D2-D3 expansion

- segments of the LSU gene of plantparasitic nematodes from the family *Hoplolaimidae* Filipjev, 1934. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 43:881-890.
57. Tautz D., Arctander P., Minelli A., Thomas R. & Vogler A. 2002. DNA points the way ahead in taxonomy. *Nature* 418: 479-479.
58. Uehara T., Mizukubo T., Kushida A. & Momota Y. 1998. Identification of *Pratylenchus coffeae* and *P. loosi* using specific primers for PCR amplification of ribosomal DNA. *Nematologica* 44:357-368.
59. Waeyenberge L., Ryss A., Moens M., Pinochet J. & Vrain T. 2000. Molecular characterization of 18 *Pratylenchus* species using rDNA Restriction Fragment Length Polymorphism. *Nematology* 2:135-142.
60. Waite I., O'Donnell A., Harrison A., Davies J., Colvan S., Ekschmitt K., Dogan H., Wolters V., Bongers T., Bongers M., Bakonyi G., Nagy P., Papatheodorou E., Stamou G. & Bostrom S. 2003. Design and evaluation of nematode 18S rDNA primers for PCR and denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) of soil community DNA. *Soil Biology and Biochemistry* 35:165-173.
61. Xue B., Baillie D., Beckenbach K. & Webster J. 1992. DNA hybridization probes for studying the affinities of three *Meloidogyne* populations. *Fundamental and Applied Journal of Nematology* 15:35-41.
62. Zijlstra C., Donkers-Venne D. & Fargette M. 2000. Identification of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* using sequence characterized amplified region (SCAR) based PCR assays. *Nematology* 2:847-853.



Grapevine Esca Disease

ABOLFAZL NARMANI & MAHDI ARZANLOU✉

PhD Student & Associate Professor of Plant Pathology, Department of Plant Protection,
Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran (✉Corresponding author:
arzanlou@tabrizu.ac.ir)

Received: 04.07.2016

Accepted: 20.02.2017

Narmani A. & Arzanlou M. 2017. Grapevine Esca disease. *Plant Pathology Science* 6(1): 12-21.

Abstract: Esca is one of the most important and destructive diseases of grapevines worldwide, decreasing growth and yield in all stages of growth. *Phaeoacremonium minimum* is known as the main fungal species associated with disease, worldwide and its pathogenicity on grapevines have been documented by several studies in Iran. In the vineyards, infected plant material, soil and reproductive material are the main sources of inoculums. Pruning wounds are the main route for entrance of pathogen and infection. Seasonal and environmental factors such as stress and damage caused by freezing are effective on the symptom developed. Disease management strategies are mainly preventive with pruning and elimination of infected organs and treatment of pruning wounds with fungicides have been suggested.

Key words: Grape, Trunk disease, *Phaeoacremonium*

بیماری اسکای انگور

✉ ابوالفضل نرمانی و مهدی ارزنلو

دانشجوی دکتری و دانشیار بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۰۲

دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۱۴

نرمانی ا. و ارزنلو م. ۱۳۹۵. بیماری اسکای انگور. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۶(۱): ۱۲-۲۱.
چکیده: اسکا یکی از مهم‌ترین و مخرب‌ترین بیماری‌های انگور در جهان است که باعث کاهش رشد و محصول در تمام مراحل کشت و پرورش آن می‌شود. قارچ *Phaeoacremonium minimum* به‌عنوان عامل اصلی این بیماری در جهان شناخته شده و بیماری‌زایی آن روی انگور در ایران به اثبات رسیده است. در تاجکستان‌ها، درختچه‌های مادری و مواد تکثیری آلوده و خاک منابع اصلی زادمایه به شمار می‌روند. مهم‌ترین راه ورود بیمارگر و شیوع آلودگی زخم‌های ناشی از هرس به شمار می‌رود. عوامل محیطی و فصلی مختلفی از جمله تنش خشکی و صدمات ناشی از یخبندان، در بروز نشانه‌های بیماری مؤثر هستند. روش مدیریت بیماری مبتنی بر پیشگیری از شیوع آن با هرس و معدوم کردن اندام‌های آلوده و تیمار زخم‌های ناشی از هرس با قارچ‌کش‌ها پیشنهاد شده‌اند.

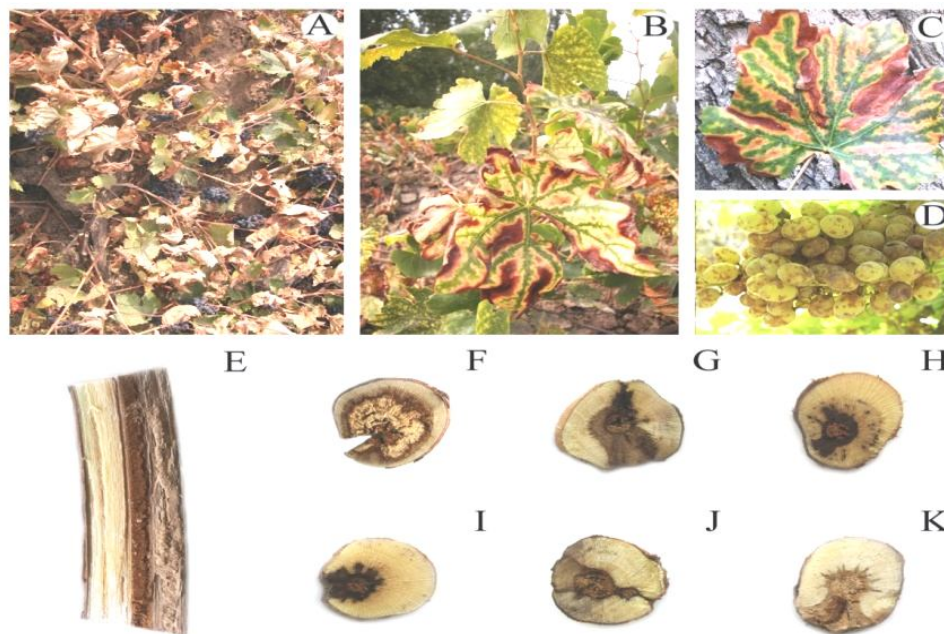
واژه‌های کلیدی: انگور، بیماری تنه، *Phaeoacremonium*

مقدمه

بیماری اسکا به عنوان یکی از مهم ترین عوامل زوال انگور در سراسر دنیا شناخته شده است (Mostert *et al.* 2006b) که اغلب درختچه های مسن انگور (۱۰ سال به بالا) را تحت تأثیر قرار می دهد (Mugnai *et al.* 1999, Mostert *et al.* 2006b). بیماری از تاکستان های استان های آذربایجان شرقی، اردبیل (Arzanlou & Narmani 2104)، آذربایجان غربی (Arzanlou *et al.* 2013)، فارس (Mohammadi *et al.* 2013)، خراسان های رضوی و شمالی (رضایی و همکاران ۱۳۹۳) که نقش مهمی در تولید انگور و فرآورده های آن دارند گزارش شده است.

۱- قارچ های بیمارگر

بیماری توسط چند گونه قارچ از جنس *Phaeoacremonium*، ایجاد نشانه های پوسیدگی داخلی چوب در انگور می کند (Larignon & Dubos 1997). از زمان توصیف *Phaeoacremonium* در سال ۱۹۹۶ تا به امروز مطالعات زیادی روی این جنس قارچی صورت پذیرفته که حاصل این مطالعات شناسایی و توصیف ۴۲ گونه آن بوده است. از این بین، حدود ۲۷ گونه از درختچه های انگور با نشانه های زوال جداسازی گردیده اند (Crous *et al.* 1996, Gramaje *et al.* 2009, 2014). گونه های این جنس دامنه میزبانی وسیعی دارند و از زیست بوم های متنوعی جداسازی شده اند. انگور میزبان اصلی گونه های این جنس است. تا به امروز نه گونه *Phaeoacremonium*، از جمله *Phaeoacremonium iranimum* L. Mostert, Gräfenhan, W. Gams & Crous از ایران گزارش شده که در بین آن ها گونه *Phaeoacremonium minimum* (Tul. & C. Tul.) D. Gramaje, L. Mostert & Crous از فراوانی بالاتری برخوردار بوده و به عنوان عامل اصلی بیماری شناخته شده است (Arzanlou *et al.* 2013, Mohammadi *et al.* 2013). همچنین مرحله جنسی این قارچ در ایران نیز گزارش شده است (نرمانی و همکاران ۱۳۹۳). حضور هر دو نوع تیپ آمیزشی در داخل جمعیت های ایرانی این قارچ نشان دهنده توان لازم برای تولید مثل جنسی در بین جدایه های این قارچ و بروز تنوع ژنتیکی می باشد (Arzanlou & Narmani 2104).



شکل ۱- نشانه‌های بیماری اسکا روی انگور: A-C: روی شاخ و برگ، D: روی میوه، E-K: در محل بافت‌های آوندی

Figure 1- Esca disease symptoms on grapevine. A-C: Foliar symptoms, D: On berries, E-K: In vascular tissues

۲- نشانه‌های بیماری

نشانه‌های بیماری اسکا روی شاخ و برگ و تنه ظاهر می‌شوند (شکل ۱). انگورهای بیمار را می‌توان با تأخیر در جوانه‌زنی در بهار شناسایی کرد (Mugnai *et al.* 1999). برگ‌ها به‌صورت سبز تیره با لکه‌های رنگ‌پریده بین رگبری مشاهده می‌شوند که به تدریج بزرگ‌شده و به هم می‌پیوندند (شکل ۱ A-C)، شاخه‌ها به‌طور ناگهانی پژمرده می‌شوند، در برش عرضی تغییر رنگ قهوه‌ای تا سیاه در محل آوندها دیده می‌شوند (شکل ۱ F). پوسیدگی سفید چوب یکی دیگر از نشانه‌ها می‌باشد (شکل ۱ G). نشانه‌های بیماری روی حبه‌ها به‌صورت لکه‌های کوچک قهوه‌ای تا بنفش بروز می‌کند، که از آن تحت عنوان خال سیاه یاد می‌شود (شکل ۱ D). حبه‌های انگورهای آلوده دارای ترک و خطوط متقاطع روی سطح حبه بوده، نسبت به حبه‌های انگورهای سالم دیرتر می‌رسند و محتوای قند کمتری هستند (Mugnai *et al.* 1999, Mostert *et al.* 2006a,b).

۳- اثر عامل‌های محیطی و سن گیاه میزبان بر بیماری

عامل‌های محیطی روی نشانه‌های بیماری اثرگذار هستند. نشانه‌های برگ‌ی معمولاً در فصل بهار دیده نمی‌شوند ولی در اواسط تابستان نشانه‌های برگ‌ی و تنه به‌طور واضح و مشخص بروز می‌کنند که احتمالاً ناشی از تنش‌های خشکی و گرمایی می‌باشند. صدمات ناشی از یخبندان و تگرگ راه‌های نفوذ جهت نفوذ عوامل بیماری را فراهم می‌کنند (Mugnai *et al.* 1999). سن درختچه‌های انگور به‌عنوان یک عامل مهم مطرح است، به‌طوری‌که در گیاهان مسن شدت آلودگی بالا می‌باشد و این پدیده به دلیل طولانی بودن مدت زمان واقع شدن میزبان در معرض آلودگی است (Mugnai *et al.* 1999). نحوه مدیریت باغ و رقم گیاه میزبان همگی در بیماری زوال اثرگذار هستند به‌طوری‌که اکثر کولتیوارهای *Vitis vinifera* L. حساس به بیمارگرهای عامل زوال هستند.

۴- راه‌های نفوذ، منابع بالقوه آلودگی و نحوه بیماری‌زایی عامل بیماری

منابع اصلی آلودگی به گونه‌های *Phaeoacremonium* در تاکستان‌ها، بقایای گیاهی آلوده، خاک و قلمه‌های تکثیری هستند (Mostert *et al.* 2006b). هاگ‌های گونه‌های *Phaeoacremonium* روی سطح چوب تشکیل می‌شوند و بعد از یک دوره‌ی بارانی آزاد می‌شوند (Mugnai *et al.* 1999). همچنین آلودگی‌های جدید از طریق ریشه‌ها و زخم‌های هرس ایجاد می‌شوند. در انگورکاری‌ها، زخم‌های هرس از مهم‌ترین راه‌های ورود و شیوع بیماری به شمار می‌روند (Adalat 2000). زخم‌های تازه و حتی کهنه هرس، زخم‌های مکانیکی که توسط عملیات زراعی و سایر عوامل ایجاد می‌شوند می‌توانند توسط ماده تلقیح هوازاد و باران‌زاد آلوده شوند (Eskalen *et al.* 2007). آسکوسپوره‌های هوازاد آزاد شده از پریسیوم‌ها که در محل زخم‌های عمیق روی تنه اصلی و شاخه‌های تنه اصلی و در محل زخم‌ها و قسمت‌های پوسیده در تاکستان‌ها تشکیل می‌شوند، می‌توانند به‌عنوان منبع مایه تلقیح باشند (شکل ۲). آسکوسپورها توسط حشرات یا آبیاری پخش می‌شوند (Rooney-Latham *et al.* 2005). همچنین درختان میوه دانه‌دار و هسته‌دار به‌عنوان میزبان ثانوی برخی گونه‌های *Phaeoacremonium* و یکی از منابع آلودگی به شمار می‌روند (Damm *et al.* 2008, Arzanlou *et al.* 2014). خاک مورد استفاده برای احداث انگورستان‌ها نیز در صورت داشتن سابقه آلودگی یا قرار گرفتن



Figure 2- Grapevine Esca disease cycle

شکل ۲- چرخه بیماری اسکای انگور

در نزدیکی مکان‌های آلوده‌ی بالقوه، مثل انگورکاری‌های رهاشده، محل مناسبی برای ایجاد منبع آلودگی جدید خواهند بود (Adalat *et al.* 2000). هاگ‌ها همچنین از طریق زخم‌های ایجادشده توسط عوامل فیزیکی، توانایی رخنه به بافت‌های انگور را دارند (Adalat *et al.* 2000). آلودگی شدید زمانی رخ می‌دهد که هرس در اواخر فصل زمستان انجام گیرد، همچنین در فاصله‌ی یک الی ۱۶ هفته بعد از هرس، آلودگی شدید ایجاد می‌شود (Eskalen *et al.* 2007). حرکت بیمارگر با جریان شیر خام به بالای ساقه همراه است، مخصوصاً زمانی که میزبان تحت استرس خشکی و رطوبت واقع شود (Mugnai *et al.* 1999, Mostert *et al.* 2006a,b). ایجاد زردی در برگ‌ها به علت تولید اکزو پلی ساکاریدها (مخلوطی از آلفا-گلوکان‌ها به نام پولولان‌ها) در چوب است که از طریق فرآیند هدایت چوب به شاخ و برگ‌های گیاه انتقال می‌یابند. تحقیقات

نشان داده‌اند که پولولان‌ها با کاهش محتوای کلروفیل گیاهان باعث ایجاد زردی برگ‌ها شده و منجر به کاهش فتوسنتز و توقف رشد می‌شوند (Santos *et al.* 2005).

برخی گونه‌های *Phaeoacremonium* از مخازن آب، قیچی باغبانی و ابزارآلات پیوند زنی توسط روش‌های تشخیص مبتنی بر PCR ردیابی شده‌اند (Aroca *et al.* 2010). حضور برخی از قارچ‌های دخیل در بیماری اسکا در داخل بافت‌های آوندی انگور بدون ایجاد نشانه‌ها ظاهری روی میزبان گزارش شده است. این عوامل احتمالاً وقتی گیاه تحت استرس واقع می‌شود وارد فاز بیمارگری می‌شوند (Mugnai *et al.* 1999). شواهدی نیز مبنی بر گسترش آلودگی توسط حشرات و بندپایان وجود دارد. گونه *Pm. scolyti* L. Mostert, Summerb. & Crous از لاروهای حشرات چوب‌خوار و همچنین گونه‌های *Pm. parasiticum* (Ajello, Georg & C.J.K. Wang) W. Gams, Crous & M.J. Wingf و *Pm. mortoniae* Crous & W. Gams از جمعیت‌های لاروی درختان (*Nectandra* sp. Rol. ex Rottb.) در کاستاریکا جداسازی شده‌اند (Hawksworth *et al.* 1976). گونه *Pm. parasiticum* از محل فعالیت سوسک‌های پوست‌خوار (*Scolytidae*) و متالیک سوراخ کننده چوب (*Buprestidae*) از درختان گیلان دارای زوال شدید جداسازی شده‌اند (Rumbos 1986).

۵- مدیریت بیماری

روش مدیریت بیماری عمدتاً پیشگیرانه و محدود به کاهش خطر عفونت می‌باشد (Hunt 2004). پیشگیری، مبارزه شیمیایی و مبارزه زیستی عوامل بیماری‌زا از مهم‌ترین روش‌های مدیریتی این بیماری در نهالستان می‌باشد. از اقدامات بهداشتی می‌توان هرس را نام برد که با قطع و از بین بردن شاخه‌های مرده و قطع درختچه‌های در حال زوال و از بین بردن شاخه‌های هرس شده از کف باغ همراه است. مؤثر بودن این روش منوط به از بین بردن مواد هرس شده است (Mugnai *et al.* 1999). با توجه به احتمال حضور عامل بیماری در داخل گیاهان بدون ایجاد نشانه، ضروری است که از وارد شدن تنش به درختچه‌های انگور و از عملیاتی که باعث ایجاد زخم در ریشه و ساقه می‌شود جلوگیری به عمل بیاید. از طریق آماده‌سازی مناسب زمین، کوددهی مناسب و آبیاری مناسب می‌توان از وارد شدن تنش به گیاه جلوگیری کرد و آلودگی را به حداقل کاهش داد (Fourie *et al.* 2000). غوطه‌ور کردن ریشه‌های مادری به خواب‌رفته و قلمه‌ها قبل از

قلمه‌زنی در محلول قارچ‌کش‌هایی مثل زیرام، تیرام، تیوفانات متیل و لایم سولفور باعث کاهش آلودگی به *Phaeomoniella chlamydospora* (W. Gams, Crous, M.J. Wingf. & Mugnai) Crous & W. Gams و *Pm. aleophilum* می‌شود (Eskalen et al. 2007). در مطالعه‌ای که توسط رضایی و همکاران (۱۳۹۳) در ایران صورت پذیرفته دو قارچ‌کش ارسنیت سدیم و تیوفانات متیل تیرام با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر بیشترین اثر بازدارندگی روی جوانه‌زنی هاگ قارچ‌های *Pm. iraniana* و *Pa. chlamydospora* را در شرایط آزمایشگاهی نشان دادند ولی به دلیل اثرات مخرب زیست‌محیطی غلظت ۳ میلی گرم در لیتر توصیه می‌شود. همچنین استفاده از آرسنیت سدیم با غلظت ۱۲.۵ گرم در لیتر به صورت سم‌پاشی روی تنه و شاخه انگور نیز مؤثر شناخته شده است (Mugnai et al. 1999). مطالعات نشان داده‌اند که تیمار زخم‌های ناشی از هرس با قارچ‌کش‌هایی نظیر تیوفانات متیل، سایپروکونازول، بورون و پیراکلواستروبین به‌طور مؤثر موجب حفاظت زخم‌های ناشی از هرس از بیمارگرهای *Pa. chlamydospora* و *Pm. aleophilum* در تاکستان‌ها می‌شود (Eskalen et al. 2007). برخی از این مواد روی برگ و تنه نیز استفاده شده است ولی به دلیل آوندی بودن بیمارگرها، کاربرد این قارچ‌کش‌ها زیاد مؤثر واقع نشده‌اند. سمی بودن این سم‌ها برای موجودات مفید و تبعات زیست‌محیطی این مواد باعث شده در برخی کشورها استفاده از آن‌ها ممنوع شود (Mugnai et al. 1999).

امکان مبارزه زیستی با بیماری با گونه‌های *Trichoderma* و باکتری (*Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn ثابت شده است (Fourie & Halleen 2004). دی مارکو و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که تیمار زخم‌های ناشی از هرس با سوسپانسیون هاگ گونه‌های *Trichoderma* قادر به حفاظت زخم‌ها از حمله قارچ *Pa. chlamydospora* و *Pm. aleophilum* می‌باشد. همچنین دی مارکو و استی (۲۰۰۷) گزارش کرده‌اند، که گونه‌های *Trichoderma* این توانایی را دارند که حجم ریشه‌های انگور آلوده به *Pa. chlamydospora* افزایش دهند.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که نشانه‌های بیماری اسکای انگور ممکن است بسته به شرایط آب و هوایی از سالی به سال دیگر متفاوت باشد و یا آلودگی پنهان بدون نشانه‌های ظاهری تا چندین سال ادامه پیدا کند.

برنامه مدیریت کارآمد بیماری، نیازمند اطلاعات کامل از بیمارگر، از جمله شناسایی دقیق راه‌های بقا، طیف میزبانی، بررسی تنوع ژنتیکی و بیماری‌زایی بیمارگرها است. پژوهش‌های صورت گرفته در ایران محدود به شناسایی قارچ‌های همراه با بیماری در برخی مناطق کشت انگور بوده است. با توجه به شیوع بیماری و توان خسارت قابل توجه آن، آگاهی از وضعیت بیماری در مناطق عمده کشت انگور، شناسایی منابع آلودگی، میزبان‌های ثانوی بیمارگرها و استفاده از روش تلفیق پیشگیری و مبارزه زیستی، برای مدیریت بیماری پیشنهاد می‌شود.

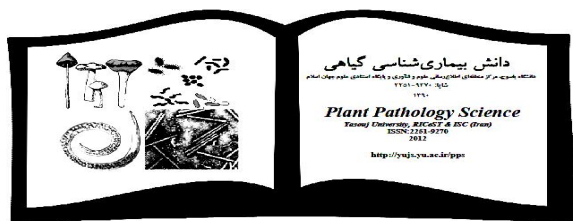
References

منابع

۱. رضایی ع.، کریمی شهری م.، هاشمی م.، قزل سفلو ن. و دهواری و. ۱۳۹۳. بررسی اثر چند قارچ کش مهم بر روی رشد میسلیم و جوانه زنی اسپور قارچ‌های انگورلد اسکای انگور در شرایط آزمایشگاهی. حفاظت گیاهان ۲۸: ۲۶۲-۲۵۴.
۲. نرمانی ا.، ارزنلو م. و بابای اهری ا. ۱۳۹۳. القای تولیدمثل جنسی و تعیین تیپ‌های آمیزشی قارچ *Phaeoacremonium aleophilum* عامل بیماری اسکای انگور در استان آذربایجان شرقی. بیماری‌های گیاهی ۵۰: ۲۸۹-۲۸۱.
3. Adalat K., Whiting C., Rooney-Latham S. & Gubler, W. D. 2000. Pathogenicity of three species of *Phaeoacremonium* spp. on grapevine in California. *Phytopathologia Mediterranea* 39:92-99.
4. Aroca A., Gramaje D., Armengol J., García-Jiménez J. & Raposo R. 2010. Evaluation of the grapevine nursery propagation process as a source of *Phaeoacremonium* spp. and *Phaeomoniella chlamydospora* and occurrence of trunk disease pathogens in rootstock mother vines in Spain. *European Journal of Plant Pathology* 126:165-174.
5. Arzanlou M. & Narmani A. 2014. Multiplex PCR for specific identification and determination of mating type in *Togninia minima* (anamorph *Phaeoacremonium aleophilum*), a causal agent of esca disease of grapevine. *Phytopathologia Mediterranea* 53:240-249.
6. Arzanlou M., Moshari S., Salari M. & Badali H. 2013. Molecular characterization and pathogenicity of *Phaeoacremonium* spp. associated with esca disease of grapevine in Northern Iran. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 46:375-388.

7. Arzanlou M., Narmani A., Moshari S. & Khodaei S. 2014. Pome and stone fruit trees as possible reservoir hosts for *Phaeoacremonium* spp., the causal agents of grapevine esca disease, in Iran. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 47:717-727.
8. Crous P. W., Gams W., Wingfield M. J. & van Wyk P. S. 1996. *Phaeoacremonium* gen. nov. associated with wilt and decline diseases of woody hosts and human infection. *Mycologia* 88:786-796.
9. Damm U., Mostert L., Crous P. W. & Fourie P. H. 2008. Novel *Phaeoacremonium* species associated with necrotic wood of *Prunus* trees. *Persoonia* 20:87-102.
10. Eskalen A., Feliciano A. J. & Gubler W. D. 2007. Susceptibility of grapevine pruning wounds and symptom development in response to infection by *Phaeoacremonium aleophilum* and *Phaeomoniella chlamydospora*. *Plant Disease* 91:1100-1104.
11. Fourie P. H. & Halleen F. 2004. Proactive control of Petri disease of grapevine through treatment of propagation material. *Plant Disease* 88:1241-1245.
12. Fourie P. H., Halleen F., Groenewald M. & Crous P. W. 2000. Black goo decline of grapevine: Current understanding of this mysterious disease. *Winelands* 2000:93-96.
13. Gramaje D., Armengol J., Mohammadi H., Banihashemi Z. & Mostert L. 2009. Novel *Phaeoacremonium* species associated with Petri disease and esca of grapevine in Iran and Spain. *Mycologia* 101:920-929.
14. Gramaje D., Leon M., Perez-Sierra A., Burgess T. & Armengol J. 2014. New *Phaeoacremonium* species isolated from sandalwood trees in Western Australia. *IMA Fungus* 5:67-77.
15. Graniti, A., Surico, G. & Mugnai, L. 2000. Esca of grapevine: a disease complex or a complex of diseases. *Phytopathologia Mediterranea* 39:16-20.
16. Halleen F., Crous P. W. & Petrin, O. 2003. Fungi associated with healthy grapevine cuttings in nurseries, with special reference to pathogens involved in the decline of young vines. *Australasian Plant Pathology* 32:47-52.
17. Hawksworth D. L., Gibson I. A. S. & Gams W. 1976. *Phialophora parasitica* associated with disease conditions in various trees. *Transactions of the British Mycological Society* 66:427-431.
18. Hunt J. S. 2004. *Trichoderma* and trunk disease fungi: prospects for new protective management options. *Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker* 17-20.
19. Larignon P. & Dubos B. 1997. Fungi associated with esca disease in grapevine. *European Journal of Plant Pathology* 103:147-157.
20. Luque J., Sierra D., Torres E. & Garcia F. 2006. *Cryptovalsa ampelina* on grapevines in N.E. Spain: Identification and pathogenicity. *Phytopathologia Mediterranea* 45:101-109.

21. Mohammadi H., Banihashemi Z., Gramaje D. & Armengol J. 2013. Fungal pathogens associated with grapevine trunk diseases in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology* 15:137-150.
22. Morton L. 2000. Viticulture and grapevine declines: lessons of black goo. *Phytopathologia Mediterranea* 39:59-67.
23. Mostert L., Groenewald J. Z., Summerbell R. C., Gams W. & Crous, P. W. 2006a. Taxonomy and pathology of *Togninia* (*Diaporthales*) and its *Phaeoacremonium* anamorphs. *Studies in Mycology* 54:1-115.
24. Mostert L., Halleen F., Fourie P. & Crous P. W. 2006b. A review of *Phaeoacremonium* species involved in Petri disease and esca of grapevines. *Phytopathologia Mediterranea* 45:12-29.
25. Mugnai L., Graniti A. & Surico G. 1999. Esca (black measles) and brown-wood streaking: two old and elusive diseases of grapevines. *Plant Disease* 83: 404-418.
26. Rolshausen P. E., Urbez-Torres J. R., Rooney-Latham S., Eskalen A., Smith R. J. & Gubler W. D. 2010. Evaluation of pruning wound susceptibility and protection against fungi associated with grapevine trunk diseases. *American Journal of Enology and Viticulture* 61:113-119.
27. Rooney-Latham S., Eskalen A. & Gubler W. D. 2005b. First report of naturally occurring *Togninia minima* perithecia. *Phytopathologia Mediterranea* 44:105.
28. Rumbos I. C. 1986. *Phialophora parasitica*, causal agent of cherry dieback. *Journal of Phytopathology* 117:283-287.
29. Santos C., Fragoeiro S. & Phillips A. 2005. Physiological response of grapevine cultivars and a rootstock to infection with *Phaeoacremonium* and *Phaeomoniella* isolates: an in vitro approach using plants and calluses. *Science in Horticulture* 103:187-198.



Eight Useful *Aspergillus* Species

MAHYA RAHIMIZADEH & MEHDI SADRAVI ✉

M.Sc. Student & Associate Professor of Plant Pathology, Department of Plant Protection,

Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran

(✉Corresponding author: msadravi@yu.ac.ir)

Received: 14.11.2016

Accepted: 28.02.2017

Rahimizadeh M. & Sadravi M. 2016. Eight useful *Aspergillus* species. *Plant Pathology Science* 6(1): 22-32.

Abstract: *Aspergillus* species are saprophytic fungi which can live on plant debris in the soil and water and also on some plant products, stored fruits and grains. They can be identified by studying the features of colonies, conidiophores, vesicles, phialids and conidia, on selective culture media. The biocontrol potential of some isolates of *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. piperis*, *A. repens*, *A. tamarii*, *A. terreus* and *A. tubingensis*, against some plant diseases such as cocoa black pod, root galls and *Fusarium* root rot of tomato, *Alternaria* leaf spot, *Fusarium* dry rot, potato pink and soft rot of tubers has been proven. They also can act as plant growth promoter and aflatoxin reducer agent in seeds and nuts. Key morphological characteristics of these eight species of *Aspergillus* is described in this paper. Most of these species are reported from Iran, thus identification and application of their efficient isolates can be suggested in plant diseases management as well as the plant growth enhancement programs.

Key words: *Aspergillus*, *Pythium*, *Fusarium*, *Phytophthora*

معرفی هشت گونه‌ی مفید *Aspergillus*

محیا رحیمی‌زاده و مهدی صدروی ✉

دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار بیماری‌شناسی گیاهی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۰

دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۴

رحیمی‌زاده م. و صدروی م. ۱۳۹۵. معرفی هشت گونه‌ی مفید *Aspergillus*. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۶(۱): ۲۲-۳۲.

چکیده: گونه‌های *Aspergillus* اغلب به حالت گندرو در بقایای گیاهی در خاک، آب، برخی فراورده‌های گیاهی، میوه‌های تازه و آب‌دار آسیب‌دیده یا میوه‌ها و دانه‌های انباری یافت می‌شوند. این قارچ‌ها را می‌توان بر اساس ویژگی‌های پرگنه، کنیدیوم‌بر، حباب، فیالید و کنیدیوم‌ها، روی محیط کشت‌های اختصاصی شناسایی کرد. توانایی برخی جدایه‌های هشت گونه *A. repens*, *A. piperis*, *A. niger*, *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. tubingensis* و *A. terreus*، برای مهار بیماری‌های سیاه‌شدن غلاف کاکائو، غده ریشه و پوسیدگی فوزاریومی ریشه گوجه‌فرنگی، لکه‌برگی آلترناریایی، پوسیدگی خشک فوزاریومی، پوسیدگی صورتی و نرم غده سیب‌زمینی و یا به‌عنوان عامل افزایش‌دهنده رشد گیاهان و عامل کاهنده تولید آفلاتوکسین در

دانه‌ها و خشکبار به اثبات رسیده است. خصوصیات ریخت‌شناسی کلیدی این قارچ‌ها در این مقاله شرح داده شده است. اکثر این قارچ‌ها از ایران گزارش شده‌اند بنابراین شناسایی و کاربرد جدایه‌های مؤثر آن‌ها برای مبارزه با بیماری‌های گیاهی و افزایش رشد گیاهان پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: *Phytophthora* ، *Fusarium* ، *Pythium* ، *Aspergillus*

مقدمه

گونه‌های شبه‌جنس *Aspergillus* به‌طور وسیع در محیط پراکنده هستند و اغلب به حالت گندرو در خاک، آب، مواد غذایی در حال فساد، میوه‌ها و دانه‌ها یافت می‌شوند. برخی از گونه‌های این قارچ‌ها متابولیت‌های خاصی تولید می‌کنند که دارای فعالیت بازدارندگی از رشد بعضی عوامل بیماری‌زای گیاهی می‌باشند و بعضی به‌عنوان ریزجاندار افزایش‌دهنده رشد گیاه (Plant growth promotion microorganism) شناخته شده‌اند (Klich 2002).

۱- روش شناسایی گونه‌های *Aspergillus*

۱-۱- شناسایی بر اساس خصوصیات ریختی

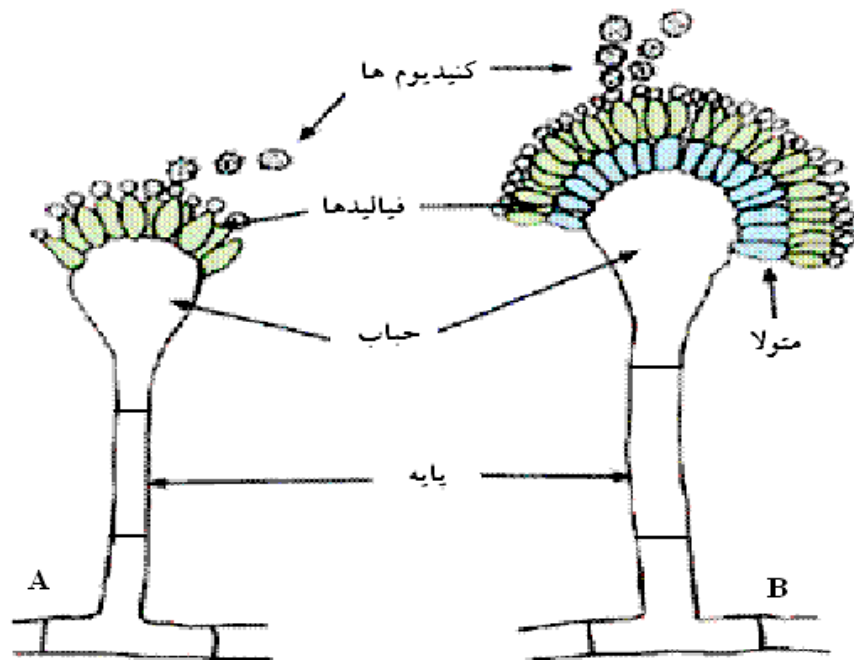
اولین صفت مورد استفاده برای شناسایی این قارچ‌ها، ویژگی‌های پرگنه آن‌ها معمولاً روی محیط زاپک مخمرآگار (Czapek yeast autolysat agar = CYA) و یا عصاره مالت‌آگار (Malt extract agar = MEA) است. صفت دیگر ویژگی‌های کنیدیوم‌بر مانند شکل سرهای کنیدیومی، رنگ، شکل و بافت پایه، حباب، متولا، فیالیدها و کنیدیوم‌ها (شکل ۱) نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند (Samson et al. 2014).

۱-۲- شناسایی بر اساس خصوصیات مولکولی

روش‌های مولکولی بر اساس نشانگرهای ناحیه رونویسی داخلی منطقه rDNA (ITS1 - 5.8 S - ITS2)، ژن کدکننده پروتئین کالمودولین (CaM)، ژن کدکننده پروتئین بتا-توبولین (BenA) و ژن‌های زیر واحد بزرگ RNA پلیمراز ۲ می‌باشند (Samson et al. 2014).

۱-۳- شناسایی بر اساس متابولیت‌ها (Extrolite data)

در ترشحات و رنگ‌دانه‌های قابل‌انتشار برخی از گونه‌های *Aspergillus* متابولیت‌های خاصی وجود دارند که می‌توانند به شناسایی آن‌ها کمک کنند (Samson et al. 2014).



شکل ۱- ویژگی‌های ریختی سر کنیدیومی گونه‌های *Aspergillus*: A - یک‌ردیفه، B - دوردیفه

Figure 1- Morphological characters of the conidial heads in *Aspergillus* species: A- Unicerate, B- Bicerate.

۲- معرفی گونه‌های مفید *Aspergillus*

۱-۲- *Aspergillus flavus* Link

قطر پرگنه پس از هفت روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، روی محیط MEA ۶۰ - ۵۰ میلی‌متر، CYA ۵۵ - ۵۰ میلی‌متر و CZ ۳۵-۴۰ میلی‌متر، می‌باشد. روی محیط MEA رنگ پرگنه سبز زرد با ریشه‌های سفید در حاشیه و پشت پرگنه قهوه‌ای دارچینی است. روی محیط CYA رنگ پرگنه در مرکز زرد با ریشه‌های سفید در لبه و پشت پرگنه کاهی رنگ است. روی همه محیط‌ها کنیدیوم‌ها زبر بوده و فاقد ترشحات و رنگ‌دانه‌های محلول می‌باشد. اغلب یک ردیفه، برخی دو ردیفه هستند. سرهای کنیدیومی یک ردیفه دارای حباب‌های واگرا با فیالیدهایی که سه چهارم سطح آن را می‌پوشانند، ولی در دوردیفه‌ها حباب‌ها کروی تا گرد، با قطر (۴۰) ۱۸-۳۹ (۱۴) میکرومتر، پایه (۱۶ - ۹) × (۷۶۰ - ۴۵۰) میکرومتر، با بافت زبر و بی‌رنگ، کنیدیوم‌ها بین ۵ - ۳/۵ میکرومتر، صاف تا کمی زبر و سبز زرد می‌باشند. مهم‌ترین ویژگی تشخیص این گونه پرگنه سبز-زرد و کنیدیوم‌های زبر است (Nyongesa et al. 2015).

برخی از سویه‌های این قارچ تولید سم آفلاتوکسین می‌کنند. از سویه‌های غیرتوکسین‌زای این گونه برای کاهش سویه توکسین‌زا استفاده می‌شود که در اثر رقابت، سویه با فنوتیپ توکسین‌زا کمتر می‌شود (Jane et al. 2003, Bandyopadhyay & Cardwel 2003, Ehrlich 2014, Grubisha & Cotty 2015, al. 2012). سویه‌های AF36 و NRRL 21882 به‌صورت یک فراورده تجاری به نام آلفا-گارد جهت جایگزینی با سویه‌های توکسین‌زا برای محافظت از دانه محصولاتی مانند بادام‌زمینی، ذرت، پسته و پنبه تولید و به فروش می‌رسد (Isakite 2011, Junaid et al. 2013).

۲-۲- *Aspergillus fumigatus* Fresen

قطر پرگنه بعد از هفت روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، روی محیط MEA ۴۰ - ۲۴ میلی‌متر، CYA ۳۰ - ۲۰ میلی‌متر و CZ ۲۵ - ۱۸ میلی‌متر است. روی محیط MEA پرگنه سبز تیره با میسلیم سفید و پشت آن دارچینی است و فاقد ترشحات و رنگ‌دانه‌های محلول می‌باشد. روی CYA پرگنه‌ها صورتی تا سفید و پشت آن کاهی رنگ است. میسلیم بی‌رنگ و فاقد ترشحات و رنگ‌دانه محلول می‌باشد. سر کنیدیوم ستونی کوتاه و یک ردیفه، حباب چماقی شکل، با قطر ۳۱-۱۹ میکرومتر؛ فیالیدها عمدتاً نصف تا سه چهارم حباب را پوشش می‌دهند. پایه کنیدیوم بر ۸-۴/۸ × ۴۴۰-۲۸۰ میکرومتر، صاف و کاهی رنگ و به سمت نوک گسترش یافته است. اندازه هاگ، ۳-۲ میکرومتر، گرد، کمی زبر و سبز رنگ می‌باشد. مهم‌ترین ویژگی‌های تشخیصی این گونه، پایه به سمت نوک گسترش یافته و به‌صورت فلاسکی شکل به حباب متصل می‌شود. سر هاگ بسیار کوتاه و کنیدیوم‌بر و کنیدیوم کوچک است (Nyongesa et al. 2015). متابولیت‌هایی که این قارچ تولید می‌کند شامل: Fumitremorgins, Fumigaclavines A & C, Fumitoxins, Fumagillin, Gliotoxin, Trypacidin, Pseurotins, Helvolic acid, Pyripyropens, Methyl-sulochrin, Verruculogen و Fumiquinazolines می‌باشند (Samson & Varga 2007). عصاره کشت جدایه‌ای از این گونه سبب کاهش تعداد غده و توده تخم نماتد غده ریشه در گوجه‌فرنگی شده است (Amer-Zareen 2001). جدایه‌ای از آن نیز سبب مهار زیستی بیماری غلاف سیاه کاکائو (Cocoa black pod) با عامل *Phytophthora palmivora* E. J. Butler شده است (Adebola & Amadi 2010).

۳-۲- *Aspergillus niger* Tiegh

قطر پرگنه روی محیط MEA ۵۵ - ۴۵ میلی‌متر، CYA ۶۰ - ۵۰ میلی‌متر و CZ ۶۵ - ۵۰ میلی‌متر می‌باشد. روی MEA رنگ پرگنه قهوه‌ای خرمایی و پشت آن قهوه‌ای است و فاقد رنگ‌دانه‌های محلول و ترشحات است. روی محیط CYA پرگنه سفید تا زیتونی و پشت آن قهوه‌ای کم‌رنگ تا زرد بوده و دارای ترشحات و فاقد رنگ‌دانه‌های محلول است. کنیدیوم سیاه‌رنگ در مرکز پرگنه و ریشه سفید در حاشیه تولید می‌کند. سرهای کنیدیومی دو ردیفه و گرد تا نیمه‌کروی عریض با حباب گرد با اندازه ۵۲ - ۳۷ میکرومتر، پایه ۱۲ - ۶ × ۶۸۰ - ۴۴۰ میکرومتر، صاف و قهوه‌ای روشن می‌باشند. کنیدیوم‌ها کروی ۶ - ۴ میکرومتر، با بافت زبر، گرد و قهوه‌ای‌رنگ هستند. مهم‌ترین ویژگی تشخیصی این گونه، داشتن پایه عریض و بزرگ است (Nyongesa *et al.* 2015, Reddy *et al.* 2010, Gautam & Bhadauria, 2012). جدایه‌ای از این قارچ سبب مهار زیستی بیماری غلاف سیاه کاکائو شده است (Adebola & Amadi 2010). *A. niger* AN27 با تولید دو ترکیب افزایش‌دهنده رشد به نام اسید ۲-کربوکسی‌متیل ۳-n-هگزیل مالدئیک و اسید ۲-متیلن هگزیل بوتانی‌دیویدیک به‌عنوان عامل کنترل زیستی شناخته شدند و به‌طور مستقیم سبب افزایش طول ریشه و پایه و زیست‌توده گیاهان زراعی شده است (Mondal *et al.* 2000). جدایه‌ای دیگر از این قارچ به نام CH12 سبب مهار زیستی بیماری‌های پوسیدگی خشک فوزاریومی و پوسیدگی صورتی غده سیب‌زمینی ناشی از *Fusarium sambucinum* Fuckel و *Phytophthora erythroseptica* Pethybr. شده است (Aydi-Ben 2015). (Abdallah *et al.* 2015). عصاره کشت جدایه‌ای از این قارچ روی تخم‌ها و لاروهای گونه‌های *Meloidogyne* سبب ۹۳/۳ درصد مرگ و میر لاروها حتی زمانی که ۲۰ برابر رقیق شده بود، گردید (Dahiya & Singh 1985). در پژوهشی عصاره کشت *A. niger*، بازدارندگی از تفریح تخم و سمیت روی لاروهای نماتد *M. incognita* را نشان داده است (Bhat & Wani 2012). همچنین عصاره کشت جدایه‌ای از این گونه در گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد غده ریشه (*M. javanica*) سبب کاهش تعداد گال و توده تخم نماتد و همچنین افزایش ارتفاع، طول ریشه و وزن تر اندام هوایی گیاه شد (Amer-Zareen 2001). جدایه‌ای دیگر سبب مهار زیستی بیماری لکه‌برگی گیاه (*Acmella oleracea* L.) (*Spilanthus oleracea* L.) ناشی از قارچ *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. شد (Thakur & Hareesh 2014). عصاره کلروفورم و اتیل استات کشت دو جدایه از

این قارچ سبب مهار زیستی بیماری پوسیدگی نرم سیب‌زمینی با عامل *Globisporangium ultimum* (Trow) Uzuhashi, Tojo & Kakish. شده است (Aydi-Ben Abdallah *et al.* 2014).

۴-۲ *Aspergillus piperis* Samson & Frisvad

قطر پرگنه روی محیط CYA ۷۵ - ۶۰، روی محیط MEA ۷۸ - ۵۹ و روی CYA ۸۲ - ۶۴ میلی‌متر است. پرگنه‌ها کم‌پشت با هاگ‌زایی ضعیف، کنیدیوم‌ها به‌صورت نقاط سیاه و پراکنده تولید می‌شوند، ریشه کم‌رنگ و سفید، سختینه‌ها بزرگ (۱۷ - ۱ میلی‌متر) و روی همه محیط‌ها به فراوانی تولید می‌شوند که ابتدا سفید بوده و بعداً زرد تا قهوه‌ای صورتی می‌شوند. ترشحات به‌صورت قطرات بی‌رنگ کوچک تشکیل می‌شوند و پشت پرگنه بی‌رنگ، کم‌رنگ تا کرمی است. سرهای هاگ واگرا، پایه (۲۰) ۱۵ - ۱۲ (۷) $\times$ ۳۰۰ - ۴۰۰ (۳۰۰) میکرومتر و با دیواره ضخیم، صاف و بی‌رنگ می‌باشد. حباب با عرض (۵۵) - ۵۰ - ۴۵ (۴۰) میکرومتر، تقریباً کروی و دوردیفه، متولاً ۶ - ۳ (۳۵) $\times$ ۳۰ - ۲۵ (۲۰) میکرومتر و تمام سطح حباب را می‌پوشاند. فیالیدها ۴ - ۳ (۸) $\times$ ۷/۵ - ۶ (۵/۵) میکرومتر. کنیدیوم‌ها ۳/۴ - ۲/۸ $\times$ ۳/۶ - ۲/۸ میکرومتر، تقریباً گرد تا بیضی گسترده، صاف تا زیر و با خطوط نامنظم می‌باشند. جدایه‌ای از این قارچ سبب مهار زیستی شبه‌قارچ *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. شده است (Jovicic-Petrovic *et al.* 2016).

۵-۲ *Aspergillus repens* (Corda) Sacc

پرگنه روی محیط CZA، کم‌پشت و صاف تا کمی چین‌خورده و متراکم به رنگ زرد مایل به سبز تا خاکستری مایل به سبز و پشت پرگنه زرد مایل به سبز است. درون آن ممکن است کلیستوتسیوم‌های زرد تا نارنجی‌رنگ تولید شوند. این قارچ تولید متابولیت‌هایی به‌نام: Erythroglauclin, Physoion, Echinulin, Asperentin, Flavoglaucin و Asperentin 8-methylether می‌کند که در میان این متابولیت‌ها آسپرنتین دارای فعالیت ضد باکتریایی و ضد قارچی می‌باشد (Podojil *et al.* 1978). جدایه‌ای از این قارچ سبب مهار زیستی بیماری غلاف سیاه کاکائو شده است (Adebola & Amadi 2010).

۶-۲ *Aspergillus tamarii* Kita

پرگنه روی محیط MEA به قطر ۵۵ - ۴۵، CYA ۶۵ - ۵۰ و CZ ۵۵ - ۵۰ میلی‌متر است. روی

محیط MEA رنگ پرگنه قهوه‌ای زیتونی و پشت آن قهوه‌ای، فاقد ترشحات و رنگ‌دانه‌های محلول و کنیدیوم‌ها زبر است. پرگنه روی CYA زرد کرمی با ریشه سفید کرکی ضخیم و پشت آن قهوه‌ای کم‌رنگ است. ترشحات و رنگ‌دانه محلول ندارد. روی CZ پرگنه زرد عمیق تا نارنجی و در مرکز پرگنه دارای یک بافت کرکی بوده و ترشحات بی‌رنگ تولید می‌کند. سرهای کنیدیومی دوردیفه و واگرا با اندازه ۶۹ – ۶۴ میکرومتر، حباب کروی به‌اندازه (۵۰) ۴۳ – ۲۸ (۲۰) میکرومتر، پایه کنیدیوم‌بر با دیواره زبر و بی‌رنگ و به‌اندازه ۱۸-۹×۹۰۰ – ۶۴۰ میکرومتر، کنیدیوم‌ها ۵ – ۳ میکرومتر، گرد، زبر و سبزرنگ است. مهم‌ترین ویژگی تشخیصی آن سرهای کنیدیومی بزرگ و کنیدیوم زبر می‌باشد (Nyongesa *et al.* 2015). عصاره کشت جدایه‌ای از این قارچ در گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد مولد غده، سبب افزایش ارتفاع، طول ریشه و وزن تر اندام هوایی شده است (Amer-Zareen *et al.* 2001).

۷-۲ *Aspergillus terreus* Thom

قطر پرگنه روی محیط CZA ۳۱ میلی‌متر، رنگ پرگنه زرد روشن تا زرد-نارنجی تیره و رنگ پشت آن زرد روشن است. روی محیط MEA قطر پرگنه ۴۵ میلی‌متر، رنگ پرگنه قهوه‌ای نارنجی و پشت آن قهوه‌ای زرد و دارای ترشحات شفاف روی هر دو محیط می‌باشد. روی محیط MEA سرهای کنیدیومی فشرده به طول ۱۶۰ – ۸۰ و عرض ۵۰ – ۴۰ میکرومتر، کنیدیوم‌بر بی‌رنگ و صاف و به طول ۲۲۵ – ۱۰۰ و عرض ۵ – ۴ میکرومتر با ۱ میکرومتر ضخامت دیواره، حباب به قطر ۲۰ – ۱۰ میکرومتر، دوردیفه، متولا آمپولی‌شکل، به طول ۷ – ۵ و عرض ۲ – ۱/۵ میکرومتر، فیالیدها آمپولی‌شکل به طول ۸ – ۵ و عرض ۵/۱ – ۲ میکرومتر، هاگ‌ها کروی به قطر ۲/۵ – ۱/۶ میکرومتر می‌باشند (Afzal *et al.* 2013, Gautam & Bhadauria 2012). عصاره کشت جدایه‌ای از این گونه در گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد عامل غده ریشه (*M. javanica*) سبب کاهش تعداد گال و توده تخم نماتد و همچنین افزایش ارتفاع، طول ریشه و وزن تر اندام هوایی گیاه شده است (Amer-Zareen 2001). عصاره کلروفورم و اتیل‌استات کشت جدایه‌ای از این قارچ سبب مهار زیستی بیماری پوسیدگی نرم سیب‌زمینی با عامل *Globisporangium ultimum* شده به‌طوری‌که در غلظت ۲۰ درصد (حجم/حجم) بازدارندگی کلی از رشد بیمارگر را سبب شده است (Aydi-Ben Abdallah *et al.* 2014).

۲-۸- *Aspergillus tubingensis* Mosseray

پرگنه روی محیط CYA در دمای 25°C به قطر ۷۲ - ۶۵ میلی‌متر، رنگ پرگنه سیاه و پشت آن صورتی، روی محیط MEA قطر پرگنه ۵۷ - ۵۶ میلی‌متر، رنگ پرگنه سیاه و پشت آن بی‌رنگ است. اندازه کنیدیوم‌ها ۵ - ۴ میکرومتر، کمی چروکیده تا چروکیده، گرد تا نیمه گرد و به رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه، حباب کروی، ۶۹ - ۴۵ میکرومتر می‌باشد (Mirhendi *et al.* 2016, Silva *et al.* 2011). جدایه‌ای از این قارچ با تولید ماده گلوکز اکسیداز (Glucose oxidase (GOD می‌کند که به‌عنوان یک قارچ‌کش زیستی قوی علیه قارچ‌های بیمارگر گیاهی شناخته شده است. این ماده رشد و تولید هاگ قارچ *Fusarium solani* Sacc. (Mart.) را در گوجه‌فرنگی مهار می‌کند و در واقع، تولید هاگ، تشکیل کلامیدوسپور، تولید توده میسلیمی و واکوئل‌سازی میسلیم قارچ را کاهش می‌دهد. وقوع بیماری در حضور GOD بی‌اثر بوده و به‌عنوان یک درمان پیشگیری‌کننده شناخته شده است (Kriaa *et al.* 2015).

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

برخی جدایه‌های هشت گونه *Aspergillus* که اغلب به حالت گندرو در خاک، آب، مواد گیاهی در حال فساد، میوه‌ها و دانه‌های انباری یافت می‌شوند توانایی تولید مواد بازدارنده از رشد بیمارگرهای گیاهی و کاهش شدت بیماری‌هایی مانند غلاف سیاه کاکائو، نماتدهای غده ریشه و پوسیدگی فوزاریومی ریشه گوجه‌فرنگی، لکه برگ‌ی آلترناریایی، پوسیدگی خشک فوزاریومی، پوسیدگی صورتی و پوسیدگی نرم غده سیب‌زمینی را دارا می‌باشند، برخی به‌عنوان ریزجانداران افزایش‌دهنده رشد گیاهان و برخی نیز به‌عنوان عامل کاهش‌دهنده تولید آفلاتوکسین در دانه‌های انباری و خشکبار عمل می‌کنند. از بین این قارچ‌ها، گونه‌های *A. flavus*، *A. niger*، *A. fumigatus*، *A. tamaritii* و *A. terreus* از روی زنبور عسل کوچک، بادام‌زمینی، کلزا، فندق، انجیر، سویا، پنبه معمولی، پنبه آمریکایی، جو، پسته، کنجد، گندم نان، ذرت، چغندرقد، سیاه‌تاغ، سفیدتاغ، انبه، خرما، انار و انگور در ایران گزارش شده‌اند (ارشاد ۱۳۸۸)، بنابراین شناسایی و کاربرد جدایه‌های مؤثر آن‌ها برای مبارزه با بیماری‌های گیاهی، کاهش تولید آفلاتوکسین در محصولات و افزایش رشد گیاهان پیشنهاد می‌شود.

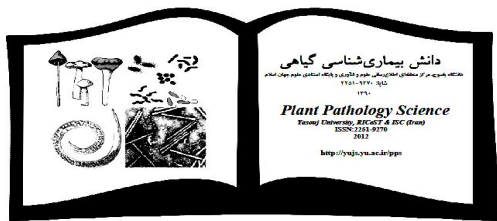
References

منابع

۱. ارشاد ج. ۱۳۸۸. قارچ‌های ایران. مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران، ایران، ۵۳۱ ص.
2. Adebola M. O. & Amadi J. E. 2010. Screening three *Aspergillus* species for antagonistic activities against the cocoa black pod organism (*Phytophthora palmivora*). *Agriculture and Biology Journal of north Amerika* 1:362-365.
3. Afzal H., Shazad S. & Un Nisa S. Q. 2013. Morfological Identification of *Aspergillus* species from the soil of Larkana district (Sindh, Pakistan). *Asian Journal of Agriculture Biology* 1:105-117.
4. Amer-zareen M., Zaki J. & Khan N. J. 2001. Effect of fungal filtrates *Aspergillus* species on development of root-knot nematodes and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Pakistan journal of Biological Sciences* 4 (8): 995 – 999.
5. Aydi-Ben Abdallah R., Hassine M., Jabnoun-Khiareddine H., Haouala R. & Daami-Remadi M. 2014. Antifungal activity of culture filtrates and organic extracts of *Aspergillus* spp. against *Pythium ultimum*. *Tunisian Journal of Plant Protection* 9:17-30
6. Aydi-Ben Abdallah R., Jabnoun-Khiareddine H., Mejdoub-Trabelsi B. & Daami-Remad M. 2015. Soil-borne and Compost-borne *Aspergillus* Species for Biologically Controlling Post-harvest Diseases of Potatoes Incited by *Fusarium sambucinum* and *Phytophthora erythroseptica*. *Plant Pathology & Microbiology* 6:1–9.
7. Bandyopadhyay R. & Cardwel K. F. 2003. Species of *Trichoderma* and *Aspergillus* as biological control agents against plant diseases in Africa. *Biological Control in IPM Systems in Africa* 2:193–206.
8. Bhat M. Y. & Wani A. H. 2012. Bio-activity of fungal culture filtrates against root-knot nematode egg hatch and juvenile motility and their effects on growth of mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek) infected with the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 45:1059-1069.
9. Dahiya J. S. & Singh D. P. 1985. Inhibitory effects of *Aspergillus niger* culture filtrate on mortality and hatching of larvae of *Meloidogyne* spp. *Plant and Soil* 86:145-146.
10. Ehrlich K. C. 2014. Non-aflatoxigenic *Aspergillus flavus* to prevent aflatoxin contamination in crops: advantages and limitations. *Frontiers in Microbiology* 5:1-9.
11. Gautam A. K. & Bhadauria, R. 2012. Characterization of *Aspergillus* species associated with commercially stored triphala powder. *African Journal of Biotechnology* 11:16814-16823.
12. Grubisha L. C. & Cotty P. J. 2015. Genetic Analysis of the *Aspergillus flavus* Vegetative Compatibility Group to Which a Biological Control Agent That Limits Aflatoxin

- Contamination in U.S. Crops Belongs. *Applied and Environmental Microbiology* 81:5889–5899.
13. Jane C., Kiprop E. K. & Mwamburi Dr. L. A. 2012. Biocontrol of Aflatoxins in Corn using Atoxigenic *Aspergillus flavus*: Review. *International Journal of Science and Research (IJSR)* 1984–1958.
 14. Jovicic-Petrovic J., Jeremic S., Vuckovic I., Vojnovic S., Bulajic A., Raicevic V. & Nikodinovic-Runic J. 2015. *Aspergillus piperis* A/5 from plumdistilling waste compost produces a complex of antifungal metabolites active against the phytopathogen *Pythium aphanidermatum*. *Biological Sciences* 68:1-18.
 15. Junaid J. M., Dar N. A., Bhat T. A., Bhat T. H. & Bhat M. A. 2013. Commercial Biocontrol Agents and Their Mechanism of Action in the Management of Plant Pathogens. *International Journal of Modern Plant & Animal Sciences* 1:39-57.
 16. Klich, M. A. 2002. Biogeography of *Aspergillus* species in soil and litter. *Mycologia*, 94:21-27.
 17. Kriaa M., Hammami I., Sahnoun M., Azebou M. C., Triki M. A. & Kammoun R. 2015. Biocontrol of tomato plant diseases caused by *Fusarium solani* using a new isolated *Aspergillus tubingensis* CTM 507 glucose oxidase. *Comptes Rendus Biologies* 338:666–677.
 18. Mirhendi H., Zarei F., Motamedi M. & Nouripour-Sisakht S. 2016. *Aspergillus tubingensis* and *Aspergillus niger* as the dominant black *Aspergillus*, use of simple PCR-RFLP for preliminary differentiation. *Journal de Mycologie Médicale/Journal of Medical Mycology* 26:9-16.
 19. Mondal G., Dureja P. & Sen B. 2000. Fungal metabolites from *Aspergillus niger* AN27 related to plant growth promotion. *Indian Journal of Experimental Biology* 38:84–87.
 20. Nyongesa B. W., Okoth S. & Ayugi V. 2015. Identification key for *Aspergillus* species isolated from maize and soil of Nandi county, Kenya. *Advances in Microbiology* 5:205–229.
 21. Podojil M., Sedmera P., Vokoun J., Betina V., Barathova H., Durackova Z., Horakova K. & Nemec P. 1978. *Eurotium (Aspergillus) repens* metabolites and their biological activity. *Folia Microbiologica* 23:438-43.
 22. Reddy K. R. N., Farhana N. I., Wardah A. R. & Salleh B. 2010. Sciences. Morphological identification of Food borne Pathogens Colonizing Rice Grains in South Asia. *Pakistan Journal of Biological* 13:794–801.
 23. Samson R. A. & Varga J. 2007. The species concept in *Aspergillus*: recommendations of an international panel. *Studies in Mycology* 59:71-73.

24. Samson R. A., Hong S., Peterson S. W., Frisvad J. C. & Varga J. 2007. Polyphasic taxonomy of *Aspergillus* section *Fumigati* and its teleomorph. *Studies in Mycology* 59:147–203.
25. Samson R. A., Houbraken A. M. P., Angelina F.A., Kuijpers J., Mick F. & Frisvad J. C. 2004. New ochratoxin A or sclerotium producing species in *Aspergillus* section *Nigri*. *Studies in Microbiology* 50:45–61.
26. Samson R. A., Visagie C. M., Houbraken J., Hong. S. B., Hubka V., Klaassen C. H. W., Perrone G., Seifert K. M., Susca A., Tanney J. B., Varga J., Kocsube S., Szigeti G., Yaguchi T. & Frisvad J. C. 2014. Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. *Studies in Mycology* 78:141–173.
27. Silva D. M., Batista L. R., Rezende E. F., Fungaro M. H. P., Sartori D. & Alves E. 2011. Identification of fungi of the genus *Aspergillus*. *Brazilian Journal of Microbiology* 42:761-773.
28. Thakur S. & Harsh N. S. K. 2014. Phylloplane fungi as biocontrol agent against *Alternaria* leaf spot disease of (Akarkara) *Spilanthes oleracea*. *Bioscience Discovery* 5:139-144.



Phytophthora spp. Interspecific Hybrids and Their Danger for Agriculture

BANAFSHEH SAFAIEFARAHANI¹ & REZA MOSTOWFIZADEH-GHALAMFARSA²✉

1- Research Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran.

2-Professor Shiraz University, Department of Plant Protection, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran (✉Corresponding author: rmostofi@shirazu.ac.ir)

Received: 20.01.2016

Accepted: 28.10.2016

Safaiefarahani B. & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa R. 2017. *Phytophthora* spp. interspecific hybrids and their danger for agriculture. *Plant Pathology Science* 6(1): 33-46.

Abstract: Interspecific hybridization is an important evolutionary process contributing to adaptation and speciation. During the last decade, advances in the molecular taxonomy techniques have led to increasing the number of descriptors interspecific hybrids in the genus *Phytophthora*. In *Phytophthora* hybrids, inheriting and recombining genes from both parents may result in increased aggressiveness and broader host range compared with either parent. Some *Phytophthora* natural hybrids have also been reported in Iran to date. Consequently, identification, pathogenicity and host range tests of these hybrids as well as preventing the formation of new hybrids before experiencing large economic losses are recommended for management of plant diseases caused by this fungal-like organisms.

Key words: *Oomycetes*, Plant pathogen, Interspecific hybridization

دورگ‌های بین گونه‌ای *Phytophthora* spp. و خطر آن‌ها برای کشاورزی

بنفشه صفایی فراهانی^۱ و رضا مستوفی‌زاده قلمفرسا^۲✉

۱-استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز

۲-استاد دانشکده کشاورزی، بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۰۷

دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰

صفایی فراهانی ب. و مستوفی‌زاده قلمفرسا ر. ۱۳۹۵. دورگ‌های بین گونه‌ای *Phytophthora* spp. و خطر آن‌ها برای کشاورزی. *دانش بیماری‌شناسی گیاهی* ۶(۱): ۳۳-۴۶.

چکیده: دورگ‌شدن بین گونه‌ای فرآیند تکاملی مهمی است که منجر به سازگاری و گونه‌زایی می‌شود. در دهه‌ی اخیر، پیشرفت در روش‌های رده‌بندی مولکولی منجر به افزایش تعداد دورگ‌های بین گونه‌ای توصیف شده در جنس *Phytophthora* شده است. در دورگ‌های *Phytophthora*، توارث و نوترکیبی ژن‌های دو والد منجر به افزایش تهاجم و وسیع‌تر شدن دامنه‌ی میزبانی در مقایسه با هر یک از والدین می‌شود. تاکنون چندین دورگ بین گونه‌ای *Phytophthora* در ایران گزارش شده است. شناسایی و بررسی بیماری‌زایی و

دامنه‌ی میزبانی دورگ‌های موجود در ایران و پیش‌گیری از تشکیل دورگ‌های جدید پیش از بروز خسارت اقتصادی شدید، برای مدیریت بیماری‌های ناشی از این شبه‌قارچ‌ها پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آلمسیت‌ها، بیمارگر گیاهی، دورگ‌شدن بین گونه‌ای

مقدمه

جنس *Phytophthora* یکی از مهم‌ترین جنس‌های بیماری‌زای گیاهی است که تاکنون نزدیک به ۱۲۰ گونه و ۱۰ تبار فیلوژنتیکی در آن توصیف شده است (Martin *et al.* 2014). گونه‌های *Phytophthora* هر ساله باعث خسارت اقتصادی قابل توجهی در تمام دنیا می‌شوند. تا کنون بیش از هزار گونه‌ی گیاهی به عنوان میزبان گونه‌های *Phytophthora* گزارش شده‌اند. برخی از این گونه‌ها دامنه‌ی میزبانی محدودی دارند، ولی دیگر گونه‌ها طیف وسیعی از گیاهان را بیمار می‌کنند (Erwin & Ribeiro 1996, Kroon *et al.* 2012). گونه‌های *Phytophthora* با استفاده از روش‌های متنوع و انعطاف‌پذیر تولیدمثل قادر هستند به سادگی با محیط زندگی خود سازگار شوند. این انعطاف‌پذیری سبب مقاومت سریع به سموم (Goodwin *et al.* 1996) و غلبه بر مقاومت گیاهی (Fry 2012) آن‌ها شده است.

روش‌های سنتی شناسایی گونه‌های *Phytophthora* مبتنی بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی است (Waterhouse 1963, Stamps *et al.* 1990)، ولی شناسایی گونه‌های این جنس تنها با استفاده از ویژگی‌های ریخت‌شناختی مشکل است، زیرا تعداد نسبتاً اندکی ویژگی ریخت‌شناختی وجود دارد که تشخیص گونه بر پایه‌ی آن انجام می‌شود، همچنین این ویژگی‌ها دارای تنوع زیادی بوده، هم‌پوشانی آن‌ها در گونه‌ها نیز مشاهده شده است (Forster *et al.* 1990, Mills *et al.* 1991). به همین دلیل پیش از شناسایی دورگ‌های طبیعی *Phytophthora* اعتقاد بر این بود که شناسایی دورگ‌های *Phytophthora* حتی اگر وجود داشته باشند، بسیار مشکل خواهد بود (Brasier 1991)، اما در دهه‌ی اخیر استفاده از روش‌های مولکولی منجر به پیشرفت چشم‌گیری در آرایه‌بندی جنس *Phytophthora* شده است به طوری که تعداد گونه‌های توصیف شده تقریباً دو برابر شده و گونه‌های جدید و دورگ‌های جدید به طور مرتب شناسایی می‌شوند (Brasier *et al.* 2004, Ioos *et al.* 2006, Man *et al.* 2007, Hurtado-Gonzales *et al.* 2009, Nirenberg *et al.* 2009, Goss *et al.* 2011, Man *et al.* 2012, Bertier *et al.* 2013, Nagel *et al.* 2013, Oh *et al.* 2013, Martin *et al.* 2014, Yang *et al.* 2014, Burgess 2015, Husson *et al.* 2015).

اصطلاح دورگ به معنی گونه حاصل از آمیزش میان دو گونه‌ی مجزا است. دورگ‌شدن بین گونه‌ای در گیاهان یک فرآیند تکاملی مهم است که منجر به سازگاری با محیط می‌شود (Soltis & Soltis 2009)، اما این فرآیند در قارچ‌ها و شبه‌قارچ‌ها کم‌تر شناخته شده است (Schardl & Craven 2003). در جنس *Phytophthora*، دورگ‌شدن بین گونه‌ای در سال‌های اخیر مورد بررسی قرار گرفته است (Bertier *et al.* 2013, Burgess 2015).

۱- دورگ‌های مصنوعی در جنس *Phytophthora*

نخستین دورگ بین گونه‌ای *Phytophthora* در آزمایشگاه و از طریق آمیزش جنسی میان گونه‌های دگرتال *Phytophthora mirabilis* Galindo & H.R. Hohl (1986) و *P. infestans* de Bary (1876) ساخته شد (Goodwin & Fry 1994). پس از آن، دورگ‌های مصنوعی بین دو گونه‌ی هم‌تال *P. soja* Kaufm. & Gerd. (1958) و *P. vignae* Purss (1957) (May *et al.* 2003) و دو گونه‌ی دگرتال *P. capsici* Leonian (1922) و *P. tropicalis* Aragaki & J.Y. Uchida (2001) نیز از طریق آمیزش جنسی در آزمایشگاه تولید شدند (Donahoo & Lamour 2008). علاوه بر آمیزش جنسی، هم‌جوشی رویشی (Somatic fusion) روشی که در آن دو سلول رویشی برای تشکیل یک سلول دورگ با یکدیگر ادغام می‌شوند نیز برای دورگ‌سازی بین گونه‌ای *Phytophthora* در آزمایشگاه به کار رفته و منجر به تولید نتاج دورگ بین گونه‌های دگرتال *P. capsici* و *P. nicotiana* Breda de Haan (1896) شده است (Érsek *et al.* 1995).

۲- دورگ‌های طبیعی در جنس *Phytophthora*

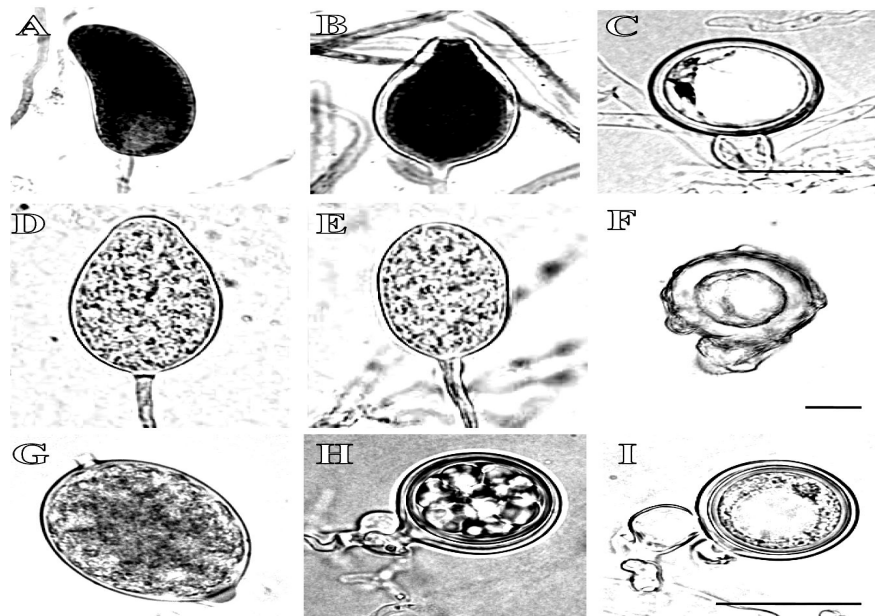
هنگامی که دورگ‌های مصنوعی در آزمایشگاه ساخته شدند، این پرسش مطرح شد که آیا دورگ‌شدن بین گونه‌ای در طبیعت نیز رخ می‌دهد (Goodwin & fry 1994, Érsek *et al.* 1995)؟ شناسایی دورگ طبیعی بین *P. nicotiana* و *P. cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt. (1886) دورگ‌های بین گونه‌ای *Phytophthora* که روی توسکا بیماری‌زا بودند و سایر دورگ‌های طبیعی بین گونه‌ای *Phytophthora* با قطعیت به این پرسش، پاسخ مثبت داد (Man *et al.* 1998, Brasier *et al.* 1999).

تا کنون چندین دورگ بین گونه‌ای طبیعی در جنس *Phytophthora* شناسایی شده است که والدین

تمامی آنها به تبارهای مشابه تعلق دارند. مشهورترین مثال، (2004) *P. alni* Brasier & S.A. Kirk است. این گونه، دورگی از تبار هفت *Phytophthora* است که تصور می‌شود پیش از ورود به محیط طبیعی و ایجاد بیماری جدید روی توسکا، در نهالستان‌ها به وجود آمده است (Brasier et al. 1999, Brasier et al. 2004,). (2015) *Loos et al.* 2006, *Husson et al.* 2015. گونه‌ی (*P. andina* Adler & Flier (2010) که دورگی بین *P. infestans* و یک گونه‌ی ناشناخته است، به تبار یک *Phytophthora* تعلق دارد (Goss et al. 2011). دورگ بین *P. nicotianae* و *P. cactorum* که امروزه به نام *P. ×pelgrandis* شناخته می‌شود (Man et al. 2009, Nirenberg et al. 2009, Hurtado-Gonzales et al. 2009, Bonants et al. 2000, 1998) و دورگ بین *P. cactorum* و (*P. hedraiandra* De Cock & Man (2004) که با نام *P. ×serendipita* (شکل ۱) توصیف شده است (Man in't Veld et al. 2007, Man et al. 2012) نیز به تبار یک تعلق دارند. همچنین چهار گروه دورگ با والدین (*P. hlamydospore* Brasier & E.M. Hansen (2015) *P. amnicola* T.I. Burgess & T. Jung (2012) و (*P. thermophila* T. Jung & Stukely (2011) در تبار شش *Phytophthora* شناسایی شده‌اند (Nagel et al. 2013). گونه‌ی *P. ×stagnum* (شکل ۱) که دورگی بین *P. yhlamydospore* و (*P. mississippiiae* X. Yang, W.E. Copes & C.X. Hong (2013) است نیز به تبار شش تعلق دارد (Yang et al. 2014). اخیراً چندین دورگ در تبار شش *Phytophthora* توصیف شده‌اند که حاصل دورگ‌شدن بین پنج گونه‌ی والدی هستند (Burgess 2015). دورگ‌های بین (*P. cryptogea* Pethybr. & Laff. (1919) و (*P. erythrosetica* Pethybr. (1913) (شکل ۱) نیز به تبار هشت تعلق دارند (Safaiefarahani et al. 2016).

۳- فرآیند تشکیل دورگ‌های بین گونه‌ای *Phytophthora* spp.

اغلب گونه‌های قارچی و شبه‌قارچی مناطق جغرافیایی نسبتاً محدودی را اشغال می‌کنند (Giraud et al. 2011; Ellison et al. 2010) اما اگر بتوانند بر موانع انتشار خود غلبه کنند، این قابلیت را دارند که مناطق وسیع‌تری را اشغال نمایند (Springer & Chaturvedi 2010). فعالیت‌های انسانی در زمینه‌ی کشاورزی، احداث نهالستان‌ها و باغ‌های زینتی منجر به انتشار قارچ‌ها و شبه‌قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی در مناطق



شکل ۱- گونه دورگ *Phytophthora cryptogea* × *P. pseudocryptogea*: A, B - اسپورانژیوم‌ها، C - آسپور، آگونیوم و آنترییدیوم، خط مقیاس=۲۰ میکرومتر (Safaiefarahani et al. 2016)، گونه دورگ *P. ×stagnum*: D, E - اسپورانژیوم‌ها، F - آسپور، آگونیوم و آنترییدیوم، خط مقیاس=۱۰ میکرومتر (Yang et al. 2014)، گونه دورگ *P. ×serendipita*: G - اسپورانژیوم، H, I - آسپور، آگونیوم و آنترییدیوم، خط مقیاس=۲۰ میکرومتر (Man et al. 2012).

Figure 1- *Phytophthora cryptogea* × *P. pseudocryptogea* hybrid species: A, B- Sporangia, C- Oospore, oogonium and antheridium, Bar = 20 μm (Safaiefarahani et al. 2016), *P. ×stagnum* hybrid species: D, E- Sporangia, F- Oospore, oogonium and antheridium, Bar = 10 μm (Yang et al. 2014), *P. ×serendipita* hybrid species: G-Sporangium, H, I - Oospore, oogonium and antheridium, Bar = 20 μm (Man et al. 2012).

جغرافیایی جدید و در کنار هم قرار گرفتن گونه‌های خویشاوند شده است که از طریق گونه‌زایی دگر بوم (Allopatric speciation): فرآیندی که در آن گونه‌های جدید از یک جد مشترک در مناطق جغرافیایی متفاوت مشتق می‌شوند) به وجود آمده بودند (Brasier 2008, Stukenbrock et al. 2008).

ناتوانی در انجام تولیدمثل جنسی میان گونه‌هایی که از طریق گونه‌زایی دگر بوم به وجود آمده‌اند کم‌تر از گونه‌هایی است از طریق گونه‌زایی هم‌بوم (Sympatric speciation): فرآیندی که در آن گونه‌های جدید از یک جد مشترک در یک منطقه‌ی جغرافیایی مشابه مشتق می‌شوند) تشکیل شده‌اند (Coyne & Orr 1997, Stukenbrock 2013)، بنابراین شگفت‌آور نیست که دورگ‌ها، از طریق آمیزش گونه‌های دگر بوم که اجداد مشترکی دارند و احتمالاً فاقد موانع تولید مثلی ذاتی هستند تشکیل شوند (Ortiz-Barrientos et al. 2009, Oberhofer & Leuchtman 2012, Stukenbrock 2013، این موضوع به ویژه هنگامی که تعداد

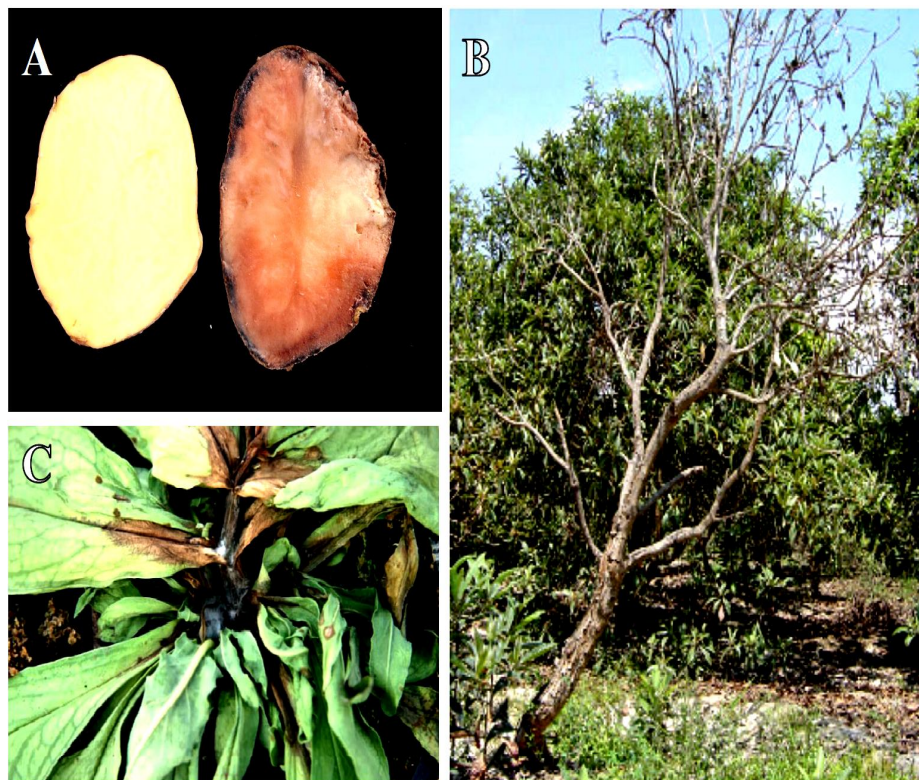
کروموزوم‌ها در گونه‌های والدی مشابه است، اهمیت پیدا می‌کند (Gross & Rieseberg 2005). هنگامی که گونه‌زایی به صورت هم‌بوم انجام شده باشد، میزبان‌های جدید که تازه وارد منطقه شده‌اند می‌توانند محلی را برای دورگ‌شدن بیمارگرهایی فراهم کنند که تا کنون از طریق تخصص میزبانی از یک‌دیگر جدا بوده‌اند (Ersek & Man in't Veld 2013). در جنس *Phytophthora* تمام دورگ‌های طبیعی که تاکنون توصیف شده‌اند، حاصل در کنار هم قرار گرفتن گونه‌هایی هستند که پیش از این از طریق گونه‌زایی دگربوم به وجود آمده‌اند. در واقع فعالیت‌های بشر، محیطی را فراهم کرده که در آن گونه‌های دگربوم در بافت‌های آلوده گیاهی، خاک، آب و غیره در مجاورت یک‌دیگر قرار می‌گیرند. این محیط به عنوان یک آزمایشگاه طبیعی برای تشکیل و انتخاب دورگ‌ها عمل می‌کند (Brasier *et al.* 1999, Bertier *et al.* 2013, Burgess 2015).

خاستگاه اغلب دورگ‌های بین گونه‌ای *Phytophthora*، گلخانه‌ها، نهالستان‌ها و سایر محیط‌های دست‌کاری شده توسط انسان است. این محیط‌ها بستری لازم برای در کنار هم قرار گرفتن گونه‌های مجزا و خویشاوند را فراهم کرده‌اند (Bertier *et al.* 2013, Burgess 2015). به عنوان مثال گونه‌های رودودندرون (*Rhododendron* spp.) گیاهانی زینتی هستند که در بسیاری از مراکز تجاری پرورش گیاهان کشت می‌شوند. بسیاری از گونه‌های *Phytophthora* قادر هستند به گونه‌های رودودندرون حمله کنند، بنابراین گونه‌های رودودندرون می‌توانند بستری لازم را برای در کنار هم قرار گرفتن گونه‌های *Phytophthora* و تشکیل دورگ‌های بین گونه‌ای فراهم نمایند. دورگ‌های بین گونه‌ای *Phytophthora* که تا کنون از گونه‌های رودودندرون گزارش شده‌اند، نقش این گیاهان را در فرآیند دورگ شدن بین گونه‌ای *Phytophthora* نشان می‌دهند (Leonberger *et al.* 2013, Yakabe *et al.* 2009, Schwingle & Blanchette 2008). علاوه بر گونه‌های رودودندرون بسیاری از گیاهان زینتی، زراعی و باغی که به گونه‌های مختلف *Phytophthora* حساس هستند نیز می‌توانند به عنوان بستری برای در کنار هم قرار گرفتن گونه‌های خویشاوند و دورگ‌شدن بین گونه‌ای عمل نمایند.

۴- خطرات بیماری‌زایی دورگ‌های بین گونه‌ای *Phytophthora* spp.

پیش از شناسایی نخستین دورگ طبیعی در جنس *Phytophthora*، پیش‌بینی شده بود که آب‌بیمارگرها (Super-pathogens) با دامنه‌ی میزبانی جدید ممکن است از طریق دورگ‌شدن بین گونه‌های

آمیست‌ها تشکیل شوند (Brasier 1995). بسیاری از دورگ‌های بین گونه‌ای *Phytophthora* که تا کنون گزارش شده‌اند، بیمارگران گیاهی هستند. این دورگ‌ها، با نوترکیبی آلل‌ها و ژن‌های دو والد و تکامل سریع آن‌ها، نسبت به والدین خود دامنه‌ی میزبانی گسترده‌تری دارند و عامل‌های پرآزاری جدیدی را تولید می‌کنند و در مقایسه با گونه‌های والدی، مهاجم‌تر هستند (Man et al. 2007, Man et al. 2012, Bertier et al. 2013). به عنوان مثال، دورگ *P. × alni* بیمارگر مخربی است که تنها در سال ۱۹۹۶ بیش از ده هزار درخت توسکا را در اروپا از بین برده است. در حالی که هیچ‌یک از گونه‌های والدی این دورگ قادر به حمله به درخت توسکا نبوده‌اند (Brasier et al. 1999). دورگ *P. × pelgrandis* گونه‌های گیاهی را در جنس‌های سیکلامن (*Cyclamen spp.*)، ازگیل ژاپنی (*Eriobotrya spp.*)، اسطوخودوس (*Lavandula spp.*)، شمعدانی (*Pelargonium spp.*)، پامچال (*Primula spp.*) و گل چمچمه‌ای (*Spathiphyllum spp.*) در هلند، آلمان، ایتالیا، پرو و تایوان آلوده کرده است (Man et al. 1998, Bonants et al. 2000, Hurtado-Gonzales et al. 2009, Nirenberg et al. 2009, Man et al. 2012). دورگ *P. × serendipita* از میزبان‌هایی در جنس پیاز (*Lilium spp.*)، *Idesia spp.*، *Penstemon spp.*، *Kalmia spp.* و *Dicentra spp.* در اروپا و ایالات متحد آمریکا جداسازی شده است در حالی که والدین آن تنها گونه‌های خرزهره‌ی هندی (*Rhododendron spp.*) و بداغ (*Viburnum spp.*) را آلوده می‌کنند (Man et al. 2007, Man et al. 2012). دورگ بین آرایه‌های *P. porri* و *P. taxon parsley* نیز به گونه‌های *Allium victorialis*، *Allium grayi*، *Pastinaca sativa* و *Parthenium argentatum* حمله می‌کند در حالی که والدین آن تنها تره فرنگی (*Allium porrum*) و جعفری (*Petroselinum hortense*) را آلوده می‌نمایند (Bertier et al. 2013). نشانه‌های بیماری ناشی از برخی گونه‌های دورگ *Phytophthora* در شکل ۲ نشان داده شده است. علاوه بر تغییر دامنه‌ی میزبانی ناشی از نوترکیبی ژنتیکی در گونه‌های دورگ، توارث عامل‌های پرآزاری سبب می‌شود در جمعیت‌های حاصل از دورگ‌شدن بین یک گونه‌ی تازه وارد در منطقه و یک گونه‌ی بومی، عامل‌های پرآزاری جدیدی منتشر شود که جمعیت‌های گیاهی محلی به آن‌ها سازگار نشده و فاقد مقاومت هستند (Man et al. 2007). بنابراین، دورگ‌های بین گونه‌ای *Phytophthora* با ایجاد بیماری‌های جدید، تهدیدی جدی برای کشاورزی و زیست‌بوم‌های طبیعی هستند و می‌توانند سبب شیوع بیماری‌های خطرناک و خسارت اقتصادی شدید شوند.



شکل ۲- A: پوسیدگی صورتی سیب زمینی ناشی از *Phytophthora cryptogea* × *P. pseudocryptogea* (راست) در مقایسه با سیب زمینی سالم (چپ)، B: خشکیدگی سرشاخه و مرگ از گیل ژاپنی (*Eriobotrya japonica*) ناشی از دورگ *Phytophthora nicotianae* × *P. cactorum* (Érsek & Man in't Veld 2013)، C: پوسیدگی طوقه *Penstemon* sp. ناشی از دورگ *P. hedraiaandra* × *P. cactorum* (Érsek & Man in't Veld 2013).

Figure 2- A: Potato pink rot caused by *Phytophthora cryptogea* × *P. pseudocryptogea* (right) in comparison with uninfected potato (left), B: Dieback and death of loquat (*Eriobotrya japonica*) caused by *Phytophthora nicotianae* × *P. cactorum* (Érsek & Man in't Veld 2013), C: Crown rot of *Penstemon* sp. caused by *P. hedraiaandra* × *P. cactorum* (Érsek & Man in't Veld 2013).

۵- راه کارهای مدیریتی برای کمینه سازی احتمال تشکیل دورگ‌های بین گونه‌ای

Phytophthora spp.

اغلب جدایه‌های دورگ *Phytophthora* از نظر خصوصیات ریخت‌شناختی و فیزیولوژیکی به گونه‌های والدی خود شباهت دارند، بنابراین تفکیک قابل اعتماد این جدایه‌ها از گونه‌های والدی و سایر گونه‌های مشابه تنها با استفاده از روش‌های مولکولی شامل توالی‌سنجی و همسانه‌سازی ژن‌های هسته‌ای و میتوکندریایی انجام می‌شود (Man et al. 2007, Hurtado-Gonzales et al. 2009, Nirenberg et al. 2009, Goss et al. 2011, Man et al. 2012, Bertier et al. 2013, Nagel et al. 2013, Yang et al. 2014, Burgess 2015).

راه‌کارهای مختلفی وجود دارد که می‌تواند ورود، استقرار، انتشار و احتمال دورگ‌شدن *Phytophthora* را در مراکز تجاری پرورش گیاهان کاهش دهد. مهم‌ترین راه‌کار، رعایت اصول قرنطینه‌ای داخلی و خارجی است. گیاهان جدید پس از ورود به مراکز باید تحت شرایط قرنطینه‌ای و در مکانی مجزا نگهداری شوند. در طول دوره‌ی قرنطینه باید از تیمارگیاهان با سموم مؤثر روی *Phytophthora* خودداری کرد، زیرا این سموم نشانه‌های بیماری را سرکوب می‌کنند اما قادر به درمان گیاهان بیمار نیستند؛ بنابراین استفاده از این سموم در این مرحله با پوشاندن نشانه‌های بیماری مانع از بین بردن گیاهان آلوده می‌شود. گیاهان قرنطینه شده باید چندین هفته مورد بررسی قرار گرفته، گیاهانی که نشانه‌های بیماری را نشان می‌دهد با سوزاندن از بین ببرند. ادوات کشاورزی نیز باید به طور منظم سترون‌سازی شوند (Ersek & Man in't Veld 2013).

۶- دورگ‌های بین‌گونه‌ای *Phytophthora* spp. در ایران

در میان دورگ‌های بین‌گونه‌ای *Phytophthora* تا کنون دورگ‌های بین *P. cryptogea* و *P. erythrosepica* از انبارهای سیب‌زمینی استان فارس و چندین دورگ در میان اعضای تبار هشت *Phytophthora* در سایر نقاط ایران گزارش شده است (Safaiefarahani et al. 2016). به دلیل عدم رعایت اصول قرنطینه‌ای، این احتمال وجود دارد که تعداد بیش‌تری دورگ بین‌گونه‌ای *Phytophthora* در ایران وجود داشته باشد که هنوز شناسایی نشده‌اند. با توجه به خطر دورگ‌های بین‌گونه‌ای *Phytophthora* برای زیست‌بوم‌های طبیعی و کشاورزی ایران، لازم است با رعایت اصول قرنطینه‌ای از ایجاد دورگ‌های جدید پیش‌گیری نمود. علاوه بر این، شناسایی دورگ‌های موجود در ایران و بررسی بیماری‌زایی آن‌ها پیش از بروز خسارت اقتصادی شدید و ایجاد همه‌گیری ضروری است.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

به طور کلی، دورگ‌های بین‌گونه‌ای در جنس *Phytophthora* بسیار غیرقابل پیش‌بینی هستند. آن‌ها ممکن است تهاجم بیش‌تری را در مقایسه با والدین خود نشان دهند و یا قادر به اشغال زیستگاه‌های جدید و آلوده کردن میزبان‌های جدید باشند. احتمال دورگ‌شدن بین گونه‌ای با پیدایش کشاورزی مدرن و تجارت جهانی افزایش یافته است. در هر حال، دورگ‌های بین‌گونه‌ای *Phytophthora* چه اخیراً به وجود آمده باشند و چه زمان طولانی از تشکیل‌شان گذشته باشد، بخش غالبی از جمعیت گونه‌های *Phytophthora* در برخی

مناطق هستند و خطر منحصر به فردی برای کشاورزی و زیست‌بوم‌های طبیعی هستند که می‌توانند سبب شیوع بیماری‌های خطرناکی شوند. بنابراین علاوه بر رعایت اصول پیش‌گیری از تشکیل این دورگ‌ها، شناسایی و بررسی خصوصیات دورگ‌های موجود به منظور پیش‌گیری از بروز خسارت اقتصادی پیشنهاد می‌شود.

References

منابع

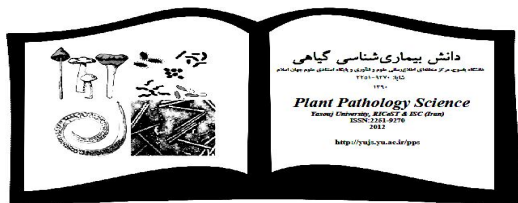
1. Bertier L., Leus L., D'hondt L., de Cock A. W. & Höfte M. 2013. Host adaptation and speciation through hybridization and polyploidy in *Phytophthora*. *PloS One* 8:e85385.
2. Bonants P. J. M., Hagenaar-de Weerd M., Man in't Veld W.A. & Baayen R. P. 2000. Molecular characterization of natural hybrids of *Phytophthora nicotianae* and *P. cactorum*. *Phytopathology* 90:867–874.
3. Brasier C. M. 1995. Episodic selection as a force in fungal microevolution, with special reference to clonal speciation and hybrid introgression. *Canadian Journal of Botany* 73:1213–1221.
4. Brasier C. M. 2008. The biosecurity threat to the UK and global environment from international trade in plants. *Plant Pathology* 57:792–808.
5. Brasier C. M., Cooke D. E. L. & Duncan J. M. 1999. Origin of a new *Phytophthora* pathogen through interspecific hybridization. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96:5878–5883.
6. Brasier C. M., Kirk S. A., Delcan J., Cooke D. E. L., Jung T. & Man in't Veld W. A. 2004. *Phytophthora alni* sp. nov. and its variants: designation of emerging heteroploid hybrid pathogens spreading on *Alnus* trees. *Mycological Research* 108:1172–1184.
7. Brasier C. M. 1991. Current questions in *Phytophthora* systematics: the role of the population approach. *Phytophthora*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 104-128.
8. Burgess T. I. 2015. Molecular characterization of natural hybrids formed between five related indigenous clade 6 *Phytophthora* species. *PloS One* 10:e0134225.
9. Coyne J. & Orr H. A. 1997. Patterns of speciation in *Drosophila* revisited. *Evolution* 51:295–303.
10. Donahoo R. S. & Lamour K. H. 2008. Interspecific hybridization and apomixes between *Phytophthora capsici* and *Phytophthora tropicalis*. *Mycologia* 100: 911–920.

11. Ellison C. E., Hall C., Kowbel D., Welch J., Brem R. B., Glass N. L. & Taylor J. W. 2011. Population genomics and local adaptation in wild isolates of a model microbial eukaryote. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108:2831–2836.
12. Érsek T. & Man in't Veld W. A. 2013. Phytophthora species hybrids: a novel threat to crops and natural ecosystems. *Phytophthora: A Global Perspective* 37-47.
13. Érsek T., English J. T. & Schoelz J. E. 1995. Creation of species hybrids of *Phytophthora* with modified host ranges by zoospore fusion. *Phytopathology* 85:1343–1347.
14. Erwin D. C. & Ribeiro O. K. 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. APS Press, American Phytopathological Society, USA, 562p.
15. Forster H., Oudemans P. & Coffey M. D. 1990. Mitochondrial and nuclear DNA diversity within six species of *Phytophthora*. *Experimental Mycology* 14: 18–31.
16. Fry W. E. 2012. *Principles of Plant Disease Management*. Academic Press, USA, 378p.
17. Giraud T., Gladieux P. & Gavrillets S. 2010. Linking the emergence of fungal plant diseases with ecological speciation. *Trends in Ecology & Evolution* 25:387–395.
18. Goodwin S. B. & Fry W. E. 1994. Genetic analyses of interspecific hybrids between *Phytophthora infestans* and *Phytophthora mirabilis*. *Experimental Mycology* 18:20–32.
19. Goodwin S. B., Sujkowski L. S. & Fry W. E. 1996. Widespread distribution and probable origin of resistance to metalaxyl in clonal genotypes of *Phytophthora infestans* in the United States and western Canada. *Phytopathology* 86:793–799.
20. Goss E. M., Cardenas M. E., Myers K., Forbes G. A., Fry W. E., Restrepo S. & Grünwald N. J. 2011. The plant pathogen *Phytophthora andina* emerged via hybridization of an unknown *Phytophthora* species and the Irish potato famine pathogen, *P. infestans*. *PLoS One* 6:e24543.
21. Gross B. L. & Rieseberg L. H. 2005. The ecological genetics of homoploid hybrid speciation. *Journal of Heredity* 96:241–252.
22. Hurtado-Gonzales O. P., Aragon-Caballero L. M., Flores-Torres J. G., Man in't Veld W. & Lamour K. H. 2009. Molecular comparison of natural hybrids of *Phytophthora nicotianae* and *P. cactorum* infecting loquat trees in Peru and Taiwan. *Mycologia* 101:496–502.
23. Husson C., Aguayo J., Revellin C., Frey P., Ioos R. & Marçais B. 2015. Evidence for homoploid speciation in *Phytophthora alni* supports taxonomic reclassification in this species complex. *Fungal Genetics and Biology* 77:12–21.

24. Ioos R., Andrieux A., Marçais B. & Frey, P. 2006 Genetic characterization of the natural hybrid species *Phytophthora alni* as inferred from nuclear and mitochondrial DNA analyses. *Fungal Genetics and Biology* 43:511–529.
25. Kroon L. P. N. M., Brouwer H., de Cock, A. W. & Govers F. 2012. The genus *Phytophthora* anno 2012. *Phytopathology* 102:348–364.
26. Leonberger A. J., Speers C., Ruhl G., Creswell T. & Beckerman, J. L. 2013. A survey of *Phytophthora* spp. in midwest nurseries, greenhouses, and landscapes. *Plant Disease* 97:635–640.
27. Man W. A., de Cock A. W. & Summerbell R. C. 2007. Natural hybrids of resident and introduced *Phytophthora* species proliferating on multiple new hosts. *European Journal of Plant Pathology* 117:25–33.
28. Man W. A., Rosendahl K. C., & Hong C. 2012. *Phytophthora* × *serendipita* sp. nov. and *P.* × *pelgrandis*, two destructive pathogens generated by natural hybridization. *Mycologia*, 104:1390-1396.
29. Man W. A., Veenbaas-Rijks W. J., Ilieva E., de Cock A. W. A. M., Bonants P. J. M. & Pieters R. 1998. Natural hybrids of *Phytophthora nicotianae* and *Phytophthora cactorum* demonstrated by isozyme analysis and random amplified polymorphic DNA. *Phytopathology* 88:922–929.
30. Martin F. N., Blair J. E. & Coffey M. D. 2014. Combined mitochondrial and nuclear multilocus phylogeny of the genus *Phytophthora*. *Fungal Genetics and Biology* 66:19–32.
31. May K. J., Drenth A. & Irwin J. A. G. 2003. Interspecific hybrids between the homothallic *Phytophthora sojae* and *Phytophthora vignae*. *Australasian Plant Pathology* 32: 353–359.
32. Mills S. D., Forster H. & Coffey M. D. 1991. Taxonomic structure of *Phytophthora cryptogea* and *P. drechsleri* based on isozyme and mitochondrial DNA analysis. *Mycological Research* 95:31–48.
33. Nagel J. H., Gryzenhout M., Slippers B., Wingfield M. J., Hardy G. S. J., Stukely M. J. & Burgess T. I. 2013. Characterization of *Phytophthora* hybrids from ITS clade 6 associated with riparian ecosystems in South Africa and Australia. *Fungal Biology* 117:329–347.
34. Nirenberg H. I., Gerlach W. F. & Gräfenhan T. 2009. *Phytophthora* × *pelgrandis*, a new natural hybrid pathogenic to *Pelargonium grandiflorum* hort. *Mycologia* 101:220–231.

35. Oberhofer M. & Leuchtmann A. 2012. Genetic diversity in epichloid endophytes of *Hordelymus europaeus* suggests repeated host jumps and interspecific hybridizations. *Molecular Ecology* 21:2713–2722.
36. Oh E., Gryzenhout M., Wingfield B. D., Wingfield M. J. & Burgess T. I. 2013. Surveys of soil and water reveal a goldmine of *Phytophthora* diversity in South African natural ecosystems. *IMA Fungus* 4:123–131.
37. Ortiz-Barrientos D., Greal A. & Nosil P. 2009. The genetics and ecology of reinforcement; Implications for the evolution of prezygotic isolation in sympatry and beyond. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1168:156–182.
38. Safaiefarahani B., Mostowfizadeh-Ghalamfarsa R., Hardy G. E. S. J. & Burgess T. I. 2016. Species from within the *Phytophthora cryptogea* complex and related species, *P. erythrosetica* and *P. sansomeana*, readily hybridize. *Fungal Biology* 120:975–987.
39. Schardl C. L. & Craven K. D. 2003. Interspecific hybridization in plant-associated fungi and oomycetes: A review. *Molecular Ecology* 12:2861–2873.
40. Schwingle B. W. & Blanchette R. A. 2008. Host range investigations of new, undescribed, and common *Phytophthora* spp. isolated from ornamental nurseries in Minnesota. *Plant Disease* 92:642–647.
41. Soltis P. S. & Douglas E. S. 2009 The role of hybridization in plant speciation. *Annual Review of Plant Biology* 60:561–588.
42. Springer D. J. & Chaturvedi V. 2010. Projecting global occurrence of *Cryptococcus gattii*. *Emerging infectious diseases* 16:14–20.
43. Stamps D. J., Waterhouse G. M., Newhook F. J. & Hall G. S. 1990. Revised Tabular Key to The Species of *Phytophthora* (ed. 2). CAB-International Mycological Institute, Ferry Lane, Kew, UK. 1-28.
44. Stukenbrock E. H. 2013. Evolution, selection and isolation: a genomic view of speciation in fungal plant pathogens. *New Phytologist* 199:895–907.
45. Waterhouse G. M. 1963. Key to the Species of *Phytophthora* de Bary. CAB International Mycological Institute, USA. 92 p.
46. Yakabe L. E., Blomquist C. L., Thomas S. L. & MacDonald J. D. 2009. Identification and frequency of *Phytophthora* species associated with foliar diseases in California ornamental nurseries. *Plant Disease* 93:883–890.

47. Yang X., Richardson P. A. & Hong C. 2014. *Phytophthora* × *stagnum* nothosp. nov., a new hybrid from irrigation reservoirs at ornamental plant nurseries in Virginia. *PloS One* 9:e103450.



Situation of Potato Common Scab Disease in Iran

AZIZ BAGHERI✉

Assistant Professor, Department of Plant Protection Research, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran
(✉bagherisa78@gmail.com)

Received: 02.02.2016

Accepted: 20.04.2016

Bagheri A. 2017. Situation of potato common scab disease in Iran. *Plant Pathology Science* 6(1):47-56.

Abstract: Common scab disease of potato has been reported from all of the potato growing regions of the world. Potato scab is one of the serious diseases of potato in Iran. Integrated disease management program on reducing the potato scab in the country, needs to verify the key factors affecting the occurrence and spread of the disease. Growing the potato plants in a soil with a neutral pH with a constant moisture, sprinkler irrigation, crop rotation and a good weed control program, especially against convolvulus, are effective methods for disease control. The use of organic fertilizers and the use of resistant varieties are recommended also. The importance of the bacterial scab of potato, distribution and intensity of infection, disease symptoms, factors affecting the disease severity, disease cycle, response of the common potato cultivars to the disease, the dominant causal bacterial species in Iran and integrated management of disease that were carried out in Iran and other countries, are described in this article.

Key words: Disease, Scab, Potato, *Streptomyces*

وضعیت بیماری جرب معمولی سیب‌زمینی در ایران

عزیز باقری✉

استادیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۰۱

دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۳

باقری ع. ۱۳۹۵. وضعیت بیماری جرب معمولی سیب‌زمینی در ایران. *دانش بیماری‌شناسی گیاهی* ۶(۱): ۴۷-۵۶.

چکیده: بیماری جرب معمولی سیب‌زمینی در تمامی کشورهای تولیدکننده سیب‌زمینی گسترش داشته و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زای این محصول محسوب می‌گردد. در ایران نیز تاکنون بیماری جرب معمولی سیب‌زمینی از تمامی مناطق کشت سیب‌زمینی گزارش شده است. کاهش خسارت بیماری جرب در مناطق سیب‌زمینی‌کاری کشور نیازمند شناسایی عوامل تأثیرگذار بر وقوع و گسترش این بیماری است. بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده برنامه مدیریت تلفیقی بیماری شامل کشت در زمین‌های با اسیدیته حدود خنثی، رعایت تناوب، حفظ رطوبت زمین، استفاده از آبیاری بارانی، انتخاب زمین با بافت مناسب جهت کشت، کنترل دقیق علف‌های هرز به‌ویژه علف هرز پیچک، تقویت زمین با کودهای آلی و استفاده از ارقام

متحمل پیشنهاد می‌شود. در این مقاله اهمیت بیماری جرب باکتریایی سیب‌زمینی، پراکنش و شدت آلودگی، نشانه‌های بیماری، عوامل تشدیدکننده بیماری، چرخه بیماری، واکنش ارقام رایج سیب‌زمینی، گونه‌های غالب باکتری عامل بیماری در ایران و مدیریت تلفیقی بیماری بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده در ایران و جهان شرح داده شده است.

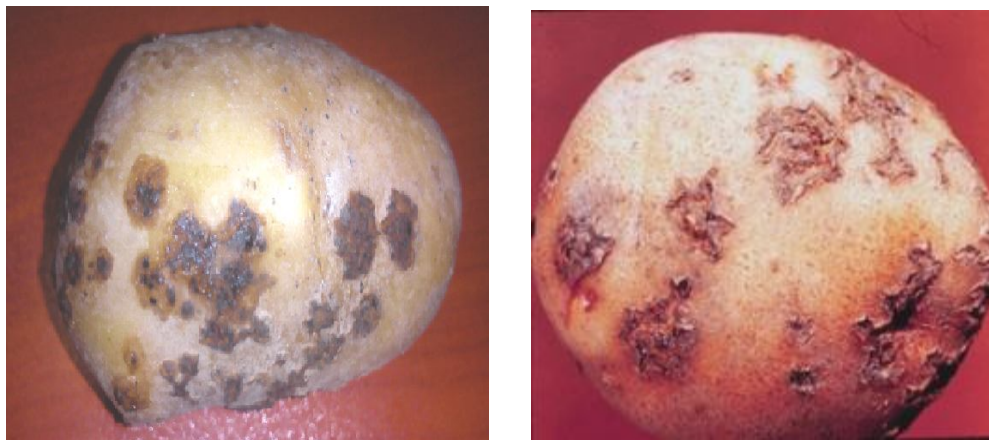
واژه‌های کلیدی: بیماری، جرب، سیب‌زمینی، *Streptomyces*

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یک منبع مهم سرشار از انرژی و دارای ۲٪ پروتئین با کیفیت عالی می‌باشد. (Beukema & Vander Zaag 1990). در ایران کشت عمده سیب‌زمینی در استان‌های اردبیل، همدان، آذربایجان شرقی، کردستان، زنجان و اصفهان می‌باشد که استان اردبیل بیشترین سطح زیر کشت و استان همدان بیشترین عملکرد را دارد. یکی از بیماری‌های مهم و اقتصادی سیب‌زمینی جرب معمولی است. این بیماری اثر قابل‌توجهی روی کیفیت و بازاریابی محصول دارد (Hooker 1981).

۱- نشانه‌های بیماری

آلودگی به بیماری محدود به اندام‌های زیرزمینی گیاهان بوده و نکروز بافت‌ها اغلب اولین نشانه‌های این بیماری می‌باشد. به‌طور کلی لکه‌های قهوه‌ای تیره با دوائر نامنظم و لایه‌های چین‌وچروک‌های چوب‌پنبه‌ای در اطراف و مرکز لکه‌های فرورفته در غده‌های آلوده سیب‌زمینی مشاهده می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱- نشانه‌های بیماری جرب روی غده‌های سیب‌زمینی (اصلی)

Figure 1- Symptoms of scab disease on potato tubers (Original)

۲- بیمارگرها

اولین بار بیماری جرب معمولی در سال ۱۸۲۵ در آمریکا مشاهده شد و در سال ۱۸۹۱ *Oospora scabies* به‌عنوان عامل بیماری جرب سیب‌زمینی معرفی گردید. تاکستر برای نخستین بار، عامل این بیماری را از سیب‌زمینی‌های آلوده در ایالت Connecticut آمریکا جدا کرد (Thaxter 1892). گونه‌های مختلفی از جنس *Streptomyces* ممکن است روی غده‌های سیب‌زمینی بیماری جرب ایجاد نمایند. اولین گونه جنس مذکور *S. scabies* است که توصیف شده است و اولین گزارش از بیماری جرب سیب‌زمینی نیز گونه مذکور را به‌عنوان عامل بیماری معرفی می‌نماید (Schaad 2001). گونه‌های *S. scabies*، *S. acidiscabies* و *S. turgidiscabies* نشانه‌های مشابه هم روی غده‌های آلوده سیب‌زمینی تولید می‌کنند (Rowe & Powelson 2002). محققین گونه *S. caviscabies* sp. nov. از منطقه کوبک (Quebec) کانادا را گزارش کردند. این گونه زخم‌های مشبک عمیق روی غده‌های آلوده سیب‌زمینی ایجاد می‌نماید. گونه مذکور میسلیوم‌های طلایی روی محیط Yeast-malt extract (YME) با هاگ‌های سفید زنجیره‌ای صاف و استوانه‌ای تولید می‌نماید (Goyer et al. 1996).

بیماری جرب سیب‌زمینی تاکنون از مناطق سیب‌زمینی‌کاری استان‌های همدان، خراسان، اصفهان، فارس، چهارمحال و بختیاری، زنجان، آذربایجان شرقی و کرمان گزارش گردیده است. البته در تمام مناطق سیب‌زمینی‌کاری ایران کم و بیش بیماری مشاهده می‌شود که شدت و ضعف آن بستگی به وضعیت آب و هوایی منطقه، برنامه مدیریتی کشت و کار منطقه و رقم دارد و در برخی مناطق شدت آلودگی بالا و گاهی تا صد درصد غده‌ها آلوده می‌شوند. عامل بیماری جرب در ایران گونه‌های *S. scabies*، *S. turgidiscabies*، *S. tendae*، *S. acidiscabies*، *S. griseus*، *S. aureofaciens*، *S. reticuliscabies*، *S. europaeiscabies* و *S. stelliscabies* گزارش شده‌اند (عینی و همکاران ۱۳۸۱، خداکرمیان و همکاران ۱۳۹۰، نصر اصفهانی و همکاران ۱۳۹۱، تقوی و فقیهی ۱۳۸۵، Hassani & Taghavi 2014).

باکتری *S. scabies*، که به‌عنوان متداولترین عامل این بیماری شناخته شده به ریشه و طوقه گیاهان غده‌ای مثل تربچه، هویج، هویج وحشی و چغندر نیز حمله می‌کند (Goyer & Beaulieu 1997). گزارش‌های نشان داده که *S. scabies* عامل جرب سیب‌زمینی روی بادام‌زمینی، لکه‌های شبکه‌ای روی پوست غلاف،

زخم‌های پراکنده قهوه‌ای تیره و زگیل‌های قهوه‌ای تولید می‌کند (Kelerk *et al.* 1997). بیماری جرب معمولی سیب‌زمینی در زمین‌های با اسیدیته کمتر از ۵/۲ اتفاق نمی‌افتد زیرا عامل بیماری به اسیدیته اسیدی خاک حساسیت دارد، ولی برخی از استرین‌های آن در خاک با اسیدیته $= 4/4$ رشد می‌کنند (Alivizatos & Pantazis 1992). بررسی اثر اسیدیته بر شدت بیماری جرب معمولی (*Streptomyces scabies*) نشان داده که اسیدیته خنثی تا کمی قلایی برای پیشرفت و گسترش بیمارگر مناسب است (Mishra & Servista 1996).

سیب‌زمینی مهم‌ترین میزبان گونه‌های *Streptomyces* می‌باشد. اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) و کلم (*Brassica oleracea*)، تربچه (*Raphanus sarivus* L.)، چغندر (*Beta vulgaris* L.)، هویج (*Dacus* *carota* L.)، شلغم (*Brassivca sativus* L.)، پونه (*Pstania sativa* L.)، سیب‌زمینی شیرین (*Ipomea batates* L. Lamm)، بادمجان (*Solanum melongena*)، شنگ تره‌ای (*Tragopogon porrifolius*) از جمله دیگر میزبان‌های گونه‌های *Streptomyces* می‌باشند (Faucher 1994).

گونه‌های *Streptomyces* در بسیاری از محیط‌های طبیعی وجود داشته و اغلب به‌صورت گندرو زندگی می‌نمایند، ولی تعداد معدودی از آن‌ها رابطه انگلی با جانوران و گیاهان دارند. اغلب گونه‌های *Streptomyces* در دمای بین ۱۰ تا ۳۷ درجه سلسیوس رشد می‌نمایند ولی به‌طور کلی دامنه حرارتی آن‌ها می‌تواند از ۴ تا ۵۵ درجه سلسیوس باشد. بهترین دما برای توسعه جرب معمولی ۲۴-۱۹ درجه سلسیوس می‌باشد.

۳- مدیریت بیماری

رطوبت نقش تعیین‌کننده در شیوع بیماری جرب معمولی دارد. مرطوب نگه‌داشتن خاک حدود دو هفته پس از خروج گیاه از خاک و تنظیم اندازه آبیاری موردنیاز گیاه (دوری از غرقاب شدن)، توسعه جرب را کند می‌کند. به‌منظور کاهش وقوع بیماری، خشک نگاه‌داشتن خاک تنها به‌مدت سه روز در آغاز غده‌زایی کافی است (Tonya *et al.* 2010).

بقای باکتری از سالی به سال دیگر متفاوت است و بستگی به شرایط محیطی دارد. بقای بیش از ده سال گونه‌های *Streptomyces* در خاک و بقایای گیاهی نیز گزارش گردیده است. کودهای دامی تازه می‌توانند پایداری عامل بیماری را در خاک افزایش دهند و چرخه تولید بیماری را پایدار نمایند ولی تناوب

حداقل سه‌ساله با گیاهان غیر میزبان و غیر حساس (چاودار، یونجه و سویا) می‌تواند توسعه بیماری را کم کند. سیب‌زمینی، چغندر قند، تربچه، شلغم و هویج میزبان بیماری می‌باشند. در بررسی پایداری عامل بیماری جرب در خاک و غده که در همدان انجام شد، نتایج نشان داد که عامل بیماری در تمام لکه‌هایی که روی غده‌ها است زنده نمی‌ماند و پایداری آن بستگی به شرایط انبارداری دارد. پایداری عامل بیماری در خاک نیز بستگی به شرایط زراعی داشته و بیشتر از سه سال است (باقری و اکبری ۱۳۸۷).

شیوع بیماری به‌طور کلی در خاک‌های شنی بیشتر از خاک‌های رسی بوده و خاک‌های گرم و خشک و آهکی بیماری را توسعه می‌دهند. خیلی از عوامل بر بروز و شدت زخم روی غده‌ها اثر دارند ولی تأثیر اسیدپته خاک، مواد آلی، گونه باکتری، بافت خاک، دمای خاک و رطوبت خاک در بروز بیماری بیشتر است. مصرف گوگرد و باکتری‌های تیوباسیلوس علاوه بر تعدیل آهک و اسیدپته خاک‌های آهکی، منجر به افزایش حلالیت و جذب عناصر غذایی می‌گردد. چه با کاهش هر واحد اسیدپته خاک، حلالیت و جذب آهن ۱۰۰۰ برابر بیشتر می‌شود. باکتری‌های تیوباسیلوس با اکسیداسیون گوگرد عنصری در خاک تولید اسید سولفوریک نموده، اسید سولفوریک حاصل منجر به کاهش اسیدپته خاک و افزایش جذب عناصری نظیر فسفر، آهن، روی و پتاسیم می‌شود. اسیدی شدن محیط فراریشه به‌واسطه اکسیداسیون گوگرد توسط باکتری‌های تیوباسیلوس در کاهش بیماری‌های قارچی و باکتریایی خاکزاد تأثیر به‌سزایی دارد. بیماری جرب سیب‌زمینی در نتیجه کاهش اسیدپته خاک و ایجاد شرایط نامناسب برای بیمارگر مهار می‌شود (Tonya 2010). در تحقیق دیگری جمعیت گونه‌های *استرپتومیسس* در خاک پیت با تیمار گوگرد کاهش پیدا کرد. در کرت‌هایی که با گوگرد تیمار شده بودند هم اسیدپته خاک و هم بیماری جرب کاهش پیدا کرد. در محیط کشت مصنوعی داخل تشتک هم سولفید هیدروژن مانع از رشد *S.scabies* شد (Vlitos & Hooker 1951).

تمامی محققان معتقدند که در حال حاضر، مقاومت ژنتیکی قابل‌اعتمادترین و کم‌هزینه‌ترین روش مدیریت بیماری است (Beugenia 2006). رقم Russet Nugget که رقمی دوکی، صاف، با عملکرد بالا، سرعت جوانه‌زنی بالا، دارای جوانه‌های راست و قوی با گل‌های سفید و دیررس می‌باشد بسیار مقاوم به جرب معمولی و نسبتاً مقاوم به بیماری ویروسی وای (Y)، بیماری پژمردگی ورتیلیسومی و لکه موی می‌باشد (Holm 1992). ارقام Centennial Russet, Hampton, Elba, Denali, Chippewa, Irish cobbler، و تعدادی دیگر از

ارقام را حساس و ارقام Ontario, Monona, Crystal, Belrus, Russet Burbank و تعدادی دیگر از ارقام را مقاوم به جرب گزارش شده‌اند (Rowe & Powelson 2002). جهت بررسی مقاومت ارقام مختلف سیب زمینی به جرب معمولی سه روش کشت گیاهان سیب زمینی در مزرعه به صورت طبیعی، کشت گیاهان سیب زمینی در خاک که به صورت طبیعی آلوده شده زیر یک تونل پلاستیکی و کشت گیاهان سیب زمینی در گلدان‌هایی که خاک آن‌ها به صورت مصنوعی آلوده شده باشند با هم مقایسه شد. ارقام آزمون شده درجات مختلفی از حساسیت و مقاومت به بیماری جرب معمولی را نشان دادند. که برای بررسی مقاومت گیاهان به جرب روش گلخانه‌ای بهترین روش است (Gunn *et al.* 1983). در چکاسلواکی حساسیت و مقاومت ۱۵ رقم سیب زمینی در مقابل بیماری جرب معمولی بررسی شده که ارقام Sante, Rosara, Krasa, Karin, Dali, Bionta, Vladan, Symfonia, Krumlov, Koruna, Desiree, Bolesta, Agria, Provia و Tomensa حساسیت زیاد داشتند. سطح غده‌های آگریا بیشتر از ۵۵٪ آلودگی نشان دادند (Divis & Kristufek 2003). تعدادی از ارقام سیب زمینی در مزارع مختلف آمریکا جهت بررسی و ارزیابی مقاومت آن‌ها به بیماری جرب کشت شدند. مقاومت نسبی رقم Krantz به جرب معمولی به عنوان یک شاخص در تجزیه و دسته‌بندی مقاومت ۲۵ رقم سیب زمینی بررسی گردید. هنگام برداشت، همه غده‌های هر کرت آزمایش به صورت مقدماتی با سطوح پوشیده شده از زخم‌های جرب (درصد ۷۵ تا ۱۰۰ درصد) و برای نوع زخم (۰= نبودن زخم تا ۵= زخم‌های فرورفته) بررسی شدند (Goth *et al.* 1995). در بررسی دیگری رقم Krantz بسیار مقاوم به بیماری جرب معمولی معرفی شده است (Lauer 1998). در تحقیقات دیگری، ۴۳ رقم سیب زمینی ارزیابی شد. ارقام Shepody, Renoma, Mayqueen, Jemseg, Diamant, Desiree, Azimba, Russet, Lemirusset, Cardinal, Atlantic, Franz, Burbank به جرب معمولی حساس و ارقام Russet, Lemirusset, Cardinal, Atlantic, Franz, Burbank به بیماری مقاوم بودند (Park *et al.* 2002). در بررسی واکنش ارقام سیب زمینی به بیماری جرب که در همدان انجام شد، رقم آژاکس متحمل به عامل بیماری، ارقام سانت، دیامانت، آتلانتیک و کاسموس نیمه متحمل، ارقام کاردینال، مارفونا و دراگا نیمه حساس و ارقام دزیره و آگریا به عامل بیماری حساس بودند (باقری و اکبری ۱۳۸۷). در بررسی دیگری که در اصفهان انجام شد ارقام کنکورد، سوناته و

کوزیما کمترین شدت بیماری و ارقام مارادونا و گراناولا بیشترین شدت آلودگی را نشان دادند (نصراصفهانی و همکاران ۱۳۹۱).

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

بیماری جرب معمولی سیب‌زمینی یکی از بیماری‌های مهم اقتصادی سیب‌زمینی است. بیماری انتشار جهانی داشته و خسارت زیادی به این محصول مهم وارد می‌کند. در مناطقی که سیب‌زمینی به صورت تک‌کشتی (Monoculture) کشت می‌شود، اهمیت اقتصادی بیماری بیشتر است. گاهی خسارت بیماری جرب در مزارعی که مدیریت زراعی ضعیفی دارند به حدی زیاد می‌شود که صد درصد غده‌های برداشت‌شده از یک مزرعه سیب‌زمینی آلودگی به بیماری نشان می‌دهند. تاکنون بیماری جرب معمولی از اکثر مناطق سیب‌زمینی‌کاری ایران نیز گزارش شده است. عامل بیماری جرب معمولی ایران گونه‌های *S. scabies*، *S. reticuliscabies*، *S. aureofaciens*، *S. griseus*، *S. acidiscabies*، *S. tenda*، *S. turgidiscabies* و *S. europaeiscabies* تاکنون گزارش شده است. عامل بیماری با بذور، خاک منتقل می‌شود و در خاک‌های آلوده تا چند سال زنده می‌ماند. چنانچه غده‌های آلوده نیز در شرایط انبارداری مناسب برای رشد باکتری قرار بگیرند عامل بیماری تا مدت زیادی در غده‌های آلوده زنده می‌ماند. عملیات زراعی نامناسب، خاک سفت، آبیاری‌های نامنظم، غده‌های بذری آلوده و خاک زراعی آلوده از عوامل افزایش بیماری می‌باشند، پیشنهاد می‌شود: ۱- در زمین‌هایی که قبلاً کشت سیب‌زمینی نشده یا حداقل تناوب ۳ ساله دارند، سیب‌زمینی کشت شود. ۲- بافت خاک کشت سیب‌زمینی سفت و خیلی رسی نباشد و از تردد غیرضروری ماشین‌آلات کشاورزی که سبب سفت شدن خاک مزرعه می‌شود خودداری شود. ۳- کنترل علف‌های هرز مزرعه سیب‌زمینی به‌طور جدی انجام شود. ۴- از غده‌های عاری از جرب برای کشت استفاده شود و آبیاری مزرعه به‌طور منظم و بهینه انجام گیرد. ۵- از کاشت غده در خاک‌های با اسیدیته بالاتر از ۸/۵ اجتناب شود.

References

منابع

۱. باقری ع. و اکبری ا. ۱۳۸۷. ارزیابی مقاومت ارقام مختلف سیب‌زمینی به بیماری اسکب باکتریایی. خلاصه مقالات هجدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان، ایران، ص ۴۶۷.

۲. باقری ع. و اکبری ا. ۱۳۸۷. بررسی مدت پایداری عامل اسکب باکتریایی سیب زمینی در غده و خاک. خلاصه مقالات هجدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان، ایران، ص ۴۶۸.
۳. تقوی س. م. و فقیهی م. م. ۱۳۸۵. بررسی و شناسایی گونه های *Streptomyces* عامل جرب معمولی سیب زمینی در استان فارس. *بیماری های گیاهی* ۴۲: ۸۵-۱۱۵.
۴. خداکرمیان غ.، ظفری د. و سلیمانی پری م. ج. ۱۳۹۰. تنوع استرین های استرپتومایسس عامل بیماری اسکب سیب زمینی در استان همدان و توانایی تولید آن ها در تولید تاکستومین. *آفات و بیماری های گیاهی* ۷۹: ۷۰-۵۳.
۵. عینی ا.، خداکرمیان غ. و رحیمیان ح. ۱۳۸۱. بررسی خصوصیات فنوتیپی و دامنه میزبانی استرین های *Streptomyces* عامل جرب سیب زمینی در ایران. خلاصه مقالات پانزدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران ص ۱۹۳.
۶. نصرافهانی م.، درستی م. و انتشاری ش. ۱۳۹۱. واکنش ارقام تجاری سیب زمینی به بیماری اسکب معمولی در اصفهان و فریدن. *به نژادی نهال و بذر* ۳: ۲۸-۱.
7. Alivizatos A. S. & Pantazis S. 1992. Preliminary Studies On Biological Control of Potato Common Scab Caused By *Streptomyces* sp. Pp.85-93. In: E.S. Tjmos (ed.). Biological Control of Plant Disease, Springer USA.
8. Beukema H. P. & Vander Zaag D. E. 1990. Introduction to Potato Production. 179P.
9. Conn K. L., Leci E., Kritzman G. & Lazarovits G. 1998. A quantitative method for determining soil populations of *streptomyces* and differentiating potential potato scab-inducing strains. *Plant Disease* 82:631-638.
10. Divis J. & kristufek V. 2003. Common scab and variety. collection of scientific papers faculty of Agriculture in ceske Budejovice. *Series for Crop Sciences* 20:5-9.
11. Fao stat 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat3.fao.org>.
12. Faucher E., Otrysko B., paradis E., Hodge N. C., Stall R. E. & Bealiu C. 1993. Characterization of streptomycetes causing russet scab in Quebec. *Plant Disease* 77:1217-1220.
13. Faucher E., Paradis E., Goyer C., Hodge N. C., Houge R. & Stall R. E. 1995. Characterization of *Streptomyces* causing deep-pitted scab of potato in Quebec. *International Journal of Systematic Bacteriology* 45:222-225.

14. Faucher E., Savard T. & Beaulieu C. 1992. Characterization of actinomycetes isolated from common scab lesions on potato tubers. *Canada Journal of plant pathology* 14:197-202.
15. Goth R. W., Haynes K. G., young R. Y., Wilson D. R. & lauer F. I. 1995. Relative resistance of the potato cultivar krantz to common scab caused by *Streptomyces scabies* as determined by cluster analysis. *American Potato Journal* 72:505-511.
16. Goyer C. & Beaulieu C. 1997. Host range of Streptomyces strains causing common scab. *Plant Disease* 81:901-904.
17. Goyer C., Charest P., Toussaint V. & Beaulieu C. 2000. Ultrastructural effects of Thxtoxin A produced by *Streptomyces scabies* on mature potato tuber tissues. *Canadian Journal of Botany* 78:374-380.
18. Goyer C., Faucher E. & Beaulieu C. 1996. *Streptomyces caviscabies* sp. nov., from deep-pitted lesions in potatoes in Quebec, Canada. *International Journal of Systematic Bacteriology* 46:635-639.
19. Hassani S. & Taghavi S. M. 2014. Phenotype and genotype diversity of Iranian *Streptomyces* isolates that cause potato common scab. *Journal of Plant Pathology* 96:467-476.
20. Holm D. 1992. Russet Nugget, a fresh market and processing potato cultivar with resistance to common scab. *American Journal of Potato Research* 69:331-336.
21. Hooker W. J. 1981. Compendium of Potato Diseases . International Potato Center, 123p.
22. Kelerk A., Mcleod A. & Faurie R. 1997. Net blotch and necrotic warts caused by *Streptomyces scabies* on pods of peanut (*Arachis hypogaea*). *Plant Disease* 81:958-958.
23. Kritzman G., Shani-cabani A., Krishner B., Riven Y., Bar Z., Katan J. & Grinstein A. 1996. Pod wart disease of peanuts. *Phytoparasitica* 24:293-304.
24. Lauer F., Miller J. C., Andersen N., Bantari E., Kallio A., Munson S., Preston D., Sowokinos J., Titrud G., Wenkel R., Wiersma J. & Wildung D. 1988. Arusset cultivar for the irrigated sands. *American Journal of Potato Research* 65:387-391
25. Loria R., Bukhalid R., Fry A. & King R. 1997. Plant pathogenicity in the genus *Streptomyces*. *Plant Disease* 81:836-846.
26. Mishra B. & Srivastav J. S. 1996. Effect of pH on the common scab disease of potato. *Environment and Ecology* 14:387-389.
27. Park Y. B., Kim S. Y. & Cho J. L. 2002. Conducive environment and ecology of common scab (*Streptomyces scabies*) of potato. *Journal-Korean Society for Horticultural Science* 43:607-612.
28. Potato Diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, Report 1891. Pp. 153-160.

29. Rowe R. C. & Powelson M. L. 2002. Potato early dying: management challenges in a changing production environment. *Plant Disease* 86:1184-1193.
30. Schaad N. W. 2001. Laboratory Guide for the Identification of Plant Pathogenic Bacteria. American Phytopathological Society (APS Press). USA, 373P.
31. Thaxter R. 1892. Potato scab. Connecticut Agriculture Experimental Station Report 1891:153-160.
32. Tonya J., Wiechel A., Nigel S. & Crump B. 2010. Soil nutrition and common scab disease of potato in Australia. In 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions For a Changing World 1-6.
33. Vlitos A. J. & Hooker W. J. 1951. The influence of sulfur on populations of *Streptomyces scabies* and other streptomycetes in peat soil. *American Journal of Botany* 38:678-683.



Role of Soil Solarization in Management of Soil-Borne Diseases

ZABIHOLLAH AZAMI-SARDOOEI^{1,✉}, ABDOLRAHMAN MIRZAEI²
& FARNAZ FEKRAT¹

1-Assistant Professor and M.Sc. of Plant Pathology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran. 2-Graduated Master of Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran

(✉Corresponding author, E. mail: z.azami_sardooei@ujiroft.ac.ir)

Received: 22.04.2016

Accepted: 19.09.2016

Azami-Sardooei Z., Mirzaei A. & Fekrat F. 2017. Role of soil solarization in management of soil-borne diseases. *Plant Pathology Science* 6(1):57-67.

Abstract: Nowadays, control of plant pathogens and weeds is more difficult and expensive than in the past. In last decades, due to adoption of inappropriate management methods and excessive use of agrochemicals, the soil fauna and flora threatened. Accordingly, many of ecologists and plant pathologists tried to find some alternative methods of pest and pathogen control. Soil solarization is of these approaches that is widely used against soil pathogens. This is an ecofriendly and safe as well as low cost and efficient method which can be used to control the plant pathogens, pests and weeds. As a part of integrated pest management program, this approach applies the ecological principles to protect the environment and reduce the hazards of pesticides. In this review, we have described the history and benefits of soil solarization and also the principles of this method.

Key words: Soil solarization, Fungus, Nematode

نقش آفتاب‌دهی خاک در مدیریت بیماری‌های گیاهی خاکزاد

ذبیح‌الله اعظمی ساردویی^{۱,✉}، عبدالرحمان میرزائی^۲ و فرناز فکرت^۱

۱- استادیار و مربی بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اگر واکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۲۹

دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۰۳

اعظمی ساردویی ذ، میرزائی ع. و فکرت ف. ۱۳۹۵. نقش آفتاب‌دهی خاک در مدیریت بیماری‌های گیاهی خاکزاد. *دانش بیماری‌شناسی گیاهی* ۶(۱): ۵۷-۶۷.

چکیده: امروزه مهار و مدیریت بیماری‌های خاکزاد و علف‌های هرز بسیار مشکل و هزینه‌بر می‌باشد. در دهه‌های اخیر به دلیل مدیریت نامناسب و استفاده‌ی بیش از حد سموم آفت‌کش و آلودگی‌های زیست‌محیطی، فلور و فون رو و زیر خاک به مخاطره افتاده است. به همین دلیل اکثر بوم‌شناسان و

متخصصین بیماری‌های گیاهی به فکر یافتن راهی جایگزین جهت کاهش این عوامل برآمده‌اند. یکی از این رهیافت‌ها، ضدعفونی خاک با کمک نور خورشید است. آفتاب‌دهی یک روش غیر شیمیایی ساده، ارزان، پاک و کارا جهت مدیریت بیماری‌های گیاهی خاکزاد، بعضی از آفات و همچنین بذور بسیاری از علف‌های هرز محسوب می‌شود. این روش بر مبنای اصول زیست‌بوم‌شناسی در مدیریت بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز و حفظ محیط‌زیست و همچنین کاهش تأثیرات منفی علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها بسیار مفید و کارا عمل می‌کند و در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته به‌وفور مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مقاله تاریخچه، مزایا و اصول انجام عملیات آفتاب‌دهی خاک، شرح داده شده است.

واژه‌های کلیدی: آفتاب‌دهی خاک، قارچ، نماتد

مقدمه

در دهه‌های اخیر مصرف مداوم یک آفت‌کش و یا آفت‌کش‌هایی با نحوه عمل یکسان و سموم تدریجی باعث ایجاد فشار انتخابی بر فلور و فون خاک به‌خصوص قارچ‌ها، علف‌های هرز و آفات گردیده و در نتیجه سبب تغییر در بیولوژی خاک، کاهش تراکم گونه‌های حساس و بروز گونه‌های مقاوم قارچ‌ها، باکتری‌ها، نماتدها و علف‌های هرز شده است (فکرت ۱۳۹۴). از میان مواد ضدعفونی‌کننده خاک، گاز متیل بروماید عمده‌ترین ماده شیمیایی جهت مدیریت بیماری‌های خاکزاد، آفات و علف‌های هرز درون خاک در دهه‌های گذشته بوده است و هزینه‌های اضافی و اثرات جبران‌ناپذیر این گاز شیمیایی بر محیط‌زیست و سلامتی انسان باعث شد که محققان به دنبال روش‌های جایگزین برای آن باشند (عسکرپور و همکاران ۱۳۸۸). از طرف دیگر توسعه و گسترش استفاده از ترکیبات شیمیایی بی‌خطر فعال‌کننده سیستم دفاعی گیاهان مانند ریپوفلاوین و بنزوتیادازول یا BTH در راستای مدیریت بیماری‌های گیاهی و کاهش مصرف سموم و حفظ محیط‌زیست می‌باشد (Azami-Sardooei *et al.* 2010 & 2013). این روش‌ها دربرگیرنده رهیافت‌های مدیریت تلفیقی بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز هستند که نیل به منافع بلندمدت و هم‌سویی با طبیعت از اصول اساسی آن می‌باشد (بیات و بنی‌جمال ۱۳۸۷). هم‌چنین علاوه بر آثار زیان‌بار زیست‌محیطی و نگرانی‌های سال‌های اخیر در مورد رقیق شدن لایه ازون به دلیل کاربرد گاز متیل بروماید باعث ممنوعیت استفاده از آن در جهان شده و موجب شد تا روش‌های غیرشیمیایی مانند آفتاب‌دهی خاک توسعه یابند. لذا آفتاب‌دهی یا «ضدعفونی خاک به کمک نور خورشید» یک روش مناسب گندزدایی خاک است که به‌عنوان بخشی از مدیریت تلفیقی

بیماری‌های خاکزی، آفات و علف‌های هرز بکار می‌رود (Baruch & Lambert 2007). به بیان دیگر ضدعفونی خاک به شیوه آفتاب‌دهی روشی برای از بین بردن و غیرفعال کردن علف‌های هرز و بیمارگرهای خاکزاد بدون تیمار شیمیایی است (Simmons *et al.* 2013). علاوه بر این، آفتاب‌دهی خاک یکی از روش‌های فیزیکی مبتنی بر دو عامل دما و رطوبت می‌باشد که برای مهار علف‌های هرز و نیز کاهش بسیاری از آفات و بیماری‌های گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Horowitz 1983). این روش نخستین بار در سال ۱۹۷۶ جهت مهار بیماری پژمردگی گوجه‌فرنگی (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*) گزارش گردید (Katan *et al.* 1976). در این روش، خاک مرطوب طی یک دوره زمانی مشخص با پوشش پلاستیک شفاف برای استفاده از تشعشعات خورشیدی پوشانده می‌شود (Sahile *et al.* 2005). طی این دوره ۸۵-۹۵ درصد تشعشعات خورشیدی از طریق لایه پلاستیک نفوذ و خاک را گرم می‌کند (Lamont 2005). آفتاب‌دهی، علف‌های هرز یک و چندساله را نیز به‌طور مؤثری مهار می‌کند (Chase *et al.* 1998). در سال‌های اخیر این روش در فصل تابستان که برابر با زمان نکاشت گلخانه‌ها منطقه جیرفت و کهنوج است به‌عنوان بهترین، ساده‌ترین، ارزان‌ترین، مؤثرترین و پاک‌ترین روش مهار عوامل بیماری‌زای خاکزاد در سطح بسیار وسیعی انجام می‌شود و همچنین با افزایش طول دوره آفتاب‌دهی تا ۶۰ روز در شرایط جنوب کشور (جیرفت) علف‌های هرز چندساله نیز قابل‌مهار می‌باشند (اعظمی ساردویی و همکاران، ۱۳۹۳). در مورد روش آفتاب‌دهی خاک مقالات فراوانی منتشر گردیده است و نتایج این پژوهش‌ها در ۳۸ کشور از جمله مصر، اردن، سوریه، کانادا، آلمان، هلند، انگلستان و آمریکا بکار گرفته شده است. طبق یافته‌های پژوهشی، روش آفتاب‌دهی خاک رشد گیاهان و عملکرد آن‌ها را افزایش می‌دهد و نه تنها علف‌های هرز و بیمارگرهای خاکزی را مهار می‌کند بلکه به آزادسازی عناصر غذایی خاک نیز کمک می‌نماید (Candido *et al.* 2013). به همین منظور در این مقاله چگونگی انجام عملیات آفتاب‌دهی خاک، پوشش‌های پلاستیکی، پیامد و نتایج آفتاب‌دهی، عوامل محدودکننده آن، ترکیب آفتاب‌دهی خاک با سایر روش‌های مدیریتی و جنبه اقتصادی این روش بررسی می‌شوند.

۱- اصول و چگونگی عملیات آفتاب‌دهی خاک

عملیات آفتاب‌دهی به‌طور کلی شامل مراحل زیر از جمله شخم و آماده‌سازی زمین، تأمین رطوبت خاک، کشیدن پلاستیک در سطح خاک و رعایت طول دوره آفتاب‌دهی می‌باشد که شرح آن‌ها در زیر می‌آید.

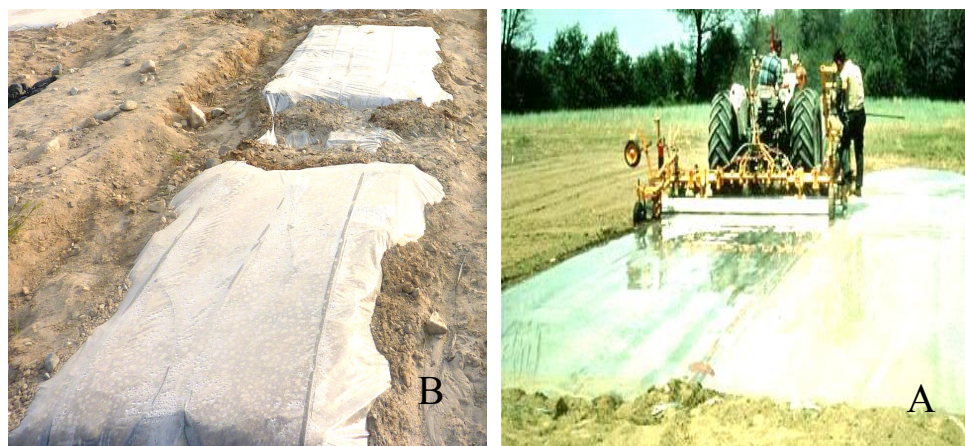
آماده‌سازی زمین: انجام عملیات خاک‌ورزی ضمن کاهش کلوخه‌ها و سایر باقی‌مانده‌ها، تهویه‌ی خاک و عمل آفتاب‌دهی را بهبود می‌بخشد. همچنین یک سطح مسطح، با ذرات ریز خاک و بدون کلوخه و قلوه‌سنگ از سوراخ شدن تصادفی پوشش پلاستیک نیز پیشگیری می‌کند و امکان حرکت جریان هوا و تأمین رطوبت جهت تأثیر دما بر بیمارگرهای خاکزاد را فراهم می‌آورد (Pokharel 2011).

آبیاری: در مرحله بعدی تأمین رطوبت خاک یک عامل اصلی بسیار مهم و مؤثر در روش آفتاب‌دهی خاک می‌باشد (DeVay 1991). تأمین رطوبت خاک با انجام آبیاری قبل از کشیدن پوشش پلاستیکی و یا تداوم آبیاری به روش قطره‌ای (شکل ۲) زیر پوشش پلاستیکی در طول دوره آفتاب‌دهی حساسیت دمایی خاک را افزایش می‌دهد و در حقیقت یکی از نکات کلیدی در میزان موفقیت روش آفتاب‌دهی خاک می‌باشد و همچنین به دلیل تبخیر آب زیر پوشش پلاستیک حرارت را در اعماق بیشتر و بخش‌های مختلف خاک منتقل و جابجا می‌کند (اعظمی ساردویی و همکاران، ۱۳۹۳).

کشیدن پلاستیک روی سطح خاک: بدین منظور از پلاستیک نوع شفاف استفاده می‌شود که به‌صورت مکانیزه و یا با استفاده از نیروی انسانی در سطح خاک کشیده می‌شود (شکل ۱). نکته بسیار مهم این است که اطراف لایه‌های پلاستیک می‌بایست ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر زیر خاک قرار داده شود تا از هدر رفتن حرارت و رطوبت زیر پوشش پلاستیک جلوگیری گردد که در غیر این صورت نتیجه رضایت بخشی حاصل نمی‌شود (اعظمی ساردویی و همکاران، ۱۳۹۳). لایه‌های پلاستیکی پلی‌اتیلن شفاف برای آفتاب‌دهی بسیار مفید بوده (Tu et al. 2001) و از هدر رفتن گرما جلوگیری می‌کند (Waggoner et al. 1960).

مدت‌زمان و طول دوره آفتاب‌دهی: معمولاً طول دوره آفتاب‌دهی خاک بیش از ۴ تا ۹ هفته در ماه‌های گرم سال (خرداد تا شهریور) که اغلب با تابش زیاد نور خورشید و کمترین مقدار ابر و نزولات آسمانی همراه است اجرا می‌شود؛ بنابراین این روش به شرایط آب و هوایی بستگی دارد (Gamliel & Katan 2012). کاربرد مدت‌زمان کمتر از حداقل ذکرشده در بالا به‌ویژه در مهار علف‌های هرز تأثیر رضایت بخشی ندارد (اعظمی ساردویی و همکاران ۱۳۹۳).

پوشش‌های پلاستیکی: بدون تردید متداول‌ترین ماده مورد استفاده برای آفتاب‌دهی خاک، پوشش‌های



شکل ۱- A- قرار دادن پلاستیک در سطح خاک، B- تکمیل عملیات پوشاندن خاک
Figure 1- A- Laying the plastic on the soil surface, B- Completed coverage

پلاستیکی پلی اتیلن شفاف و نازک است. این نوع پوشش به دلیل عبور دادن تشعشعات خورشیدی (طول موج‌های ۲۵۰۰-۲۸۰۰ نانومتر)، حفظ گرمای تابشی و همچنین انعطاف‌پذیری بالا نسبت به کشش، ایده‌آل‌ترین ماده برای این هدف می‌باشد (Katan & DeVay 1991). به‌طور کلی به دلیل قیمت ارزان و مقاومت بالا و امکان انتقال حداکثری انرژی تابشی از لایه‌های پلاستیک به ضخامت ۴۰ تا ۳۶ میکرومتر استفاده می‌شود (Waggoner *et al.* 1960). همچنین پوشش‌های شفاف نسبت به تیره دسترسی انرژی خورشیدی به خاک را بیشتر می‌کند (Tu *et al.* 2001). بر اساس گزارش‌ها و تحقیقات انجام‌شده پوشش‌های پلی‌ونیل کلرید برای آفتاب‌دهی در گلخانه‌های ایتالیا و ژاپن مورد استفاده قرار می‌گیرند (Stapleton 1996). پوشش‌های پلاستیک با قطر خیلی نازک به دلیل استحکام کم در برابر عوامل طبیعی قادر به دوام و ماندگاری در سطح خاک به مدت طولانی بیش از سه هفته را نداشته و زود صدمه‌دیده و از بین رفته و نیاز به تعویض دارند (اعظمی ساردویی و همکاران ۱۳۹۳).

۲- آثار مفید روش آفتاب‌دهی خاک

افزایش دمای خاک : دمای خاک از مهم‌ترین متغیرهای روش آفتاب‌دهی خاک می‌باشد. طی مطالعاتی مشخص گردیده است که دمای خاک در پلات‌های با پوشش پلاستیکی نسبت به پلات‌های بی پوشش افزایش بیشتری داشته است (Jacobson *et al.* 1980). افزون بر این محققین متوسط تغییرات حداکثر دمای خاک از ۳۱ و ۴۴ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در خاک‌های با و بدون آفتاب‌دهی اندازه‌گیری و ثبت کرده‌اند

(Massoori & Juliani 1996). به‌طور کلی رطوبت خاک و تبخیر آب در زیر پوشش‌های پلاستیکی در طی روز به افزایش درجه حرارت خاک در زیر پوشش پلاستیک کمک فراوانی می‌نماید (Chen & Katan 1980).

بهبود ویژگی‌های خاک: در جریان عملیات آفتاب‌دهی زمین، تغییرات زیستی و شیمیایی در خاک ایجاد می‌شود که می‌توان به بهبود جوامع میکروبی خاک، تولید ترکیبات سمی زیستی شیمیایی زودگذر و افزایش عناصر غذایی قابل‌دسترس گیاهان اشاره نمود (Stapleton 2000). روش آفتاب‌دهی تغییراتی در خصوصیات خاک ایجاد می‌کند؛ که با افزایش دمای خاک سرعت تجزیه و معدنی شدن مواد آلی خاک نیز زیاد می‌شود. این موضوع باعث افزایش ضریب هدایت الکتریکی (EC) محلول خاک بعد از عملیات آفتاب‌دهی می‌گردد. محققان بیان کردند که pH در خاک‌های آفتاب‌دهی شده اندکی کاهش یافت (Grunzweig *et al.* 1999). روش آفتاب‌دهی باعث افزایش آمینواسیدها در خاک می‌شود، این افزایش را به بالا رفتن فعالیت‌های میکروبی در دماهای بالا نسبت دادند (Chen *et al.* 2000).

مهار بیمارگرهای خاکزاد، آفات و علف‌های هرز: عملیات آفتاب‌دهی زمین طی ماه‌های گرم تابستان می‌تواند دمای خاک را تا حدی که برای بسیاری از عوامل بیماری‌زای گیاهی از جمله قارچ‌ها، نماتدها و بذر و گیاهچه‌های علف هرز کشنده باشد، افزایش دهد (جدول ۱). روش آفتاب‌دهی خاک یک شیوه غیرشیمیایی برای مهار علف‌های هرز در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار و حفظ محیط‌زیست است (Sahile *et al.* 2005). این روش برای مهار اکثر گونه‌های علف‌های هرز کارا می‌باشد (Gul *et al.* 2013). همچنین اغلب نماتدهای انگل گیاهان توسط این شیوه مهار می‌شوند (Gereco *et al.* 1995). اما در مهار نماتدهای مولد غده ریشه گیاهان این روش موفقیت نسبی داشته است (Porter *et al.* 1983). این روش همچنین موجب مهار موفقیت‌آمیز تعدادی از بیماری‌های ایجادشده توسط عوامل بیماری‌زای خاکزاد نظیر فوزاریوم‌های عامل پژمردگی شده است (Elena *et al.* 1997). در این شیوه، خاک مرطوب طی یک بازه زمانی با لایه‌های نازک پلاستیک جهت به دام انداختن انرژی تابشی خورشیدی پوشانده می‌شوند (Sahile *et al.* 2005). این عمل موجب افزایش گرمای خورشید در خاک‌های مرطوب شده و باعث از بین رفتن حدود ۷۰ درصد قارچ‌های بیماری‌زا می‌گردد. در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قارچ‌های رطوبت دوست، نماتدها و برخی از بیمارگرهای اوومیسست از بین می‌روند. در دمای ۶۰-۷۲ درجه اغلب قارچ‌ها و باکتری‌های بیماری‌زا، کرم‌ها، هزارپایان و

جدول ۱- تعدادی از عوامل بیماری‌زا و علف‌های هرز که با عملیات آفتاب‌دهی خاک مه‌ار می‌شوند.

<i>Macrophomina phaseolina</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Fusarium solani</i> f. sp., <i>Cylindrocarpan lichenicola</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	قارچ‌ها
<i>Phytophthora cinnamomi</i> , <i>Verticillium dahliae</i> , <i>Pythium ultimum</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Vasinfecum</i>	
<i>Dityenchus dipsaci</i> , <i>Heterodera schachtii</i> Schm., <i>Meloidogyne javanica</i> , <i>Pratylenchus penetrans</i> , <i>Tylenchulus semipenetrans</i>	نمات‌ها
<i>Cenchrus biflorus</i> Roxb., <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) D.C., <i>Heliotropium subulatum</i> Hochst. ex DC, <i>Cyperus rotundus</i> L., <i>Gisekia pharnacides</i> L., <i>Amarantus</i>	علف‌های
<i>retroflexus</i> L., <i>Brassica nigra</i> L., <i>Chenopodium album</i> L., <i>Convolvulus arvensis</i>	هرز
L., <i>Orobancha ramosa</i> L., <i>Cynodon dactylon</i> L., <i>Boerhaavia diffusa</i> L.	

حزون‌ها از بین می‌روند. در حدود ۸۲ درجه بیشتر علف‌های هرز، باکتری‌های بیماری‌زای گیاهی و اغلب ویروس‌های موجود در بقایای گیاهی نیز از بین خواهند رفت (عدالت ۱۳۸۲، برادر و همکاران ۱۳۹۳). روش آفتاب‌دهی، علف‌های هرز یک‌ساله را به‌طور مؤثری مه‌ار می‌کند، در حالی که مه‌ار علف‌های هرز چندساله بسته به گونه آن‌ها متفاوت است. مه‌ار بذر علف‌های هرز تابع دما و طول دوره آفتاب‌دهی، عمق جوانه‌زنی و بنیه بذر است (عسکری‌پور و همکاران ۱۳۸۸). جوانه‌زنی بعضی از بذور ممکن است با رسیدن دمای خاک به ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد، به دلیل شکستن خواب ناشی از پوسته بذر افزایش یابد. ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز و عمق قرارگیری اندام تولیدمثلی آن‌ها میزان اثر آفتاب‌دهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Egley 1990).

بهبود موقعیت زیستی موجودات مفید خاکزی و رشد گیاه: عملیات آفتاب‌دهی در ابتدا ممکن است جوامع میکروبی مفید را بکاهد اما در پایان این جمعیت‌ها به‌سرعت در خاک‌های آفتاب‌دهی شده رشد می‌کنند. باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در خاک‌های آفتاب‌دهی شده به‌صورت موقت غیرفعال می‌شوند، اما به‌کارگیری مجدد زادمایه آن‌ها همراه با بذر حبوب باعث استقرار مجدد آن‌ها می‌شود (Pokharel 2011).

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

خلاصه رهیافت‌های آفتاب‌دهی خاک و پیامدهای حاصله از آن به این شرح است: عملیات ضدعفونی خاک با استفاده از انرژی خورشید یکی از مؤثرترین روش‌های مدیریت بیماری‌های خاک‌زاد گیاهی و کاهش خسارات تعدادی از آفات می‌باشد که اغلب با سایر روش‌ها نمی‌توان موفقیتی در مه‌ار آن‌ها داشت. به کمک

روش آفتاب‌دهی خاک می‌توان منبع بذور علف‌های هرز و نیز بیشتر علف‌های هرز یک و چندساله را مدیریت نمود. این روش با افزایش فعالیت‌های زیستی درون خاک از جمله، افزایش مواد آلی به‌وسیله بهبود فعالیت‌های ریزجانداران مفید خاک، بهبود ساختار فیزیکی خاک، بهبود سلامتی خاک باعث افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود. بنابراین کاربرد این روش برای مدیریت مؤثر و پایدارتر بیمارگرهای خاکزاد گیاهان و کاهش مصرف سموم آفت‌کش جهت تولید محصولات ایمن‌تر برای مصرف‌کننده، کاهش هزینه تولید و مهم‌تر از همه حفظ محیط‌زیست پیشنهاد می‌شود.

References

منابع

۱. اعظمی ساردویی د.، روزخش م.، طایی م. و علیزاده ح. ۱۳۹۳. بررسی اثر آفتاب‌دهی خاک به‌عنوان روشی اکولوژیک در مهار علف هرز اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.). اولین همایش ملی کشاورزی، محیط‌زیست و امنیت غذایی، جیرفت، دانشگاه جیرفت.
۲. برادر ع.، صابری ریشه ر.، صداقتی ا. و اخگر ع. ۱۳۹۳. باکتری‌های کمکی قارچ‌های همزیست ریشه گیاهان. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۴: ۴۶-۵۳.
۳. بیات ح. و بنی جمال س. ح. ۱۳۸۷. مهار پژمردگی میخک با آفتاب‌دهی خاک در ترکیب با کود دامی یا متام سدیم. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۸۱: ۴۰-۴۶.
۴. عسکری‌پور ر.، قربانی ر.، کوچکی ع. و محمدآبادی آ. ۱۳۸۸. تأثیر آفتاب‌دهی بر بانک بذر علف‌های هرز و خصوصیات خاک. مجله پژوهشی حفاظت گیاهان ۲۳: ۸۸-۸۲.
۵. عدالت ع. ۱۳۸۲. بیماری‌های گیاهی، اصول بیماری‌های گیاهی، بیماری‌های غیرمسمری گیاهان، عوامل محیطی و بیو تکنولوژی. انتشارات آوای نور. ۲۳۹ ص.
۶. فکرت ف. ۱۳۹۴. مدیریت نماتدهای انگل گیاهی با استفاده از مواد زائد کشاورزی. کنگره بین‌المللی کشاورزی سالم، تغذیه سالم، جامعه سالم.
7. Azami-Sardoei Z., França S. C., De Vleeschauwer D. & Höfte M. 2010. Riboflavin induces resistance against *Botrytis cinerea* in bean, but not in tomato, by priming for a hydrogen peroxide-fueled resistance response. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 75:23-29.

8. Azami-Sardooei, Z., Soren Seifi H., De Vleeschauwer D. & Höfte M. 2013. Benzothiadiazole (BTH)-induced resistance against *Botrytis cinerea* is inversely correlated with vegetative and generative growth in bean and cucumber, but not in tomato. *Australasian Plant Pathology* 42:485-490.
9. Baradar A., Saberi Riseh R., Sedaghati E. & Akhgar A. 2015. Mycorrhiza helper bacteria. *Plant Pathology Science* 4:46-53.
10. Baruch, Y. & Lambert R. 2007. Organizational anxiety: applying psychological concepts into organizational theory. *Journal of Managerial Psychology* 22:84-99.
11. Candido V., D'Addabbo T., Miccolis V. & Castronuovo D. 2013. Weed control and yield response of soil solarization with different plastic films in lettuce. *Scientia Horticulturae*. 130:491-497.
12. Chase C. A., Sinclair T. R., Shilling D. G., Gilreath J. P. & Locascio S. J. 1998. Light effects on rhizome morphogenesis in nutsedges (*Cyperus* spp.): Implications for control by soil solarization. *Weed Science* 46:575-580.
13. Chen Y. & Katan J. 1980. Effect of solar heating of soils by transparent polyethylene mulching on their chemical properties. *Soil Science* 103:271-277.
14. Chen Y., Katan J., Galiel A., Avid T. & Schnitzer M. 2000. Involvement of soluble organic matter in increased plant growth in solarized soils. *Biology and Fertility of Soils* 32:28-34.
15. DeVay J. E. 1991. Use of soil solarization for control of fungal and bacterial plant pathogens including biocontrol. FAO Plant Production and Protection Paper (FAO). 369 p.
16. DeGomez T. & Loomis B. 2005. Firewood and bark beetles in the Southwest. Natural Resources & the Environment, School of College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona (Tucson, AZ), 2p.
17. Egley G. H. 1990. High-temperature on germination and survival of weed seeds in soil. *Weed Science* 38:429-435.
18. Elena K. & Tjamos E. C. 1997. Soil solarization for the control of fusarium wilt of greenhouse carnation. *Phytopathologia Meditaranea* 36:87-93.
19. Gamliel A. & Katan J. (ed.). 2012. Soil solarization: Theory and practice. St. Paul, MN: American Phytopathological Society.
20. Gelsomino A., Badalucco L., Landi L. & Cacco G. 2006. Soil carbon, nitrogen and phosphorus dynamics as affected by solarization alone or combined with organic amendment. *Plant and Soil* 279:307-325.
21. Grunzweig J. M., Katan J., Ben-Tal Y. & Rabinowitch H. D. 1999. The role of mineral nutrients in the increased growth response of tomato plants in solarized soil. *Plant and Soil* 206:21-27.

22. Gul B. Alikhan I., Hussain Z. & Saeed M. 2013. Impacts of Soil solarization combined with other weed control strategies on weed management in onion nurseries. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 19:101-108.
23. Horowitz M., Regev Y. & Herzlinger G. 1983. Solarization for weed control. *Weed Science* 31:170-179.
24. Jacobson R., Greenberger A., Katan, J., Levi M. & Alon H. 1980. control of Egyptian Broomrape (*Orobancha aegyptiaca*) and other weeds by means of solar heating of the soil by polyethylene mulching. *Weed Sci.* 28: 312-316.
25. Katan J., Greenberger A., Alon H. & Grinstein A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology* 76:683-688.
26. Katan J. & DeVay J. E. 1991. *Soil Solarization*. CRC Press. 259p.
27. Massoori B. & Juliani N.K. 1996. Control of soil borne pathogens of watermelon by solar heating. *Crop Protection* 15:423-424.
28. Lamont W. J. 2005. Plastics: Modifying the microclimate for the production of vegetable crops. *Horti Technology*. 15:477-481.
29. Ludha S. 2011. Soil solarization: An ecofriendly approach to manage soil borne plant pathogens. Den News.
30. Pokharel, R. R. 2011. Soil Solarization, an Alternative to Soil Fumigants. Colorado State University Extension, 3p.
31. Porter I. J. & Merriman L. R. 1983. Effect of soil solarization of soil on nematode and fungal pathogens at 2 sites in Victoria. *Soil Biology & Biochemistry* 15:39-44.
32. Sahile G., Adebe G. & Al-Tawaha A. R. M. 2005. Effect of soil solarization on Orobancha soil seed bank and tomato yield in Central Rift Valley of Ethiopia. *World Journal of Agricultural Sciences* 1:143-147.
33. Stapleton J. J. 1996. Fumigation and solarization practice in plasticulture systems. *HortTechnology* 6:189-192.
34. Stapleton J. J. 2000. Thermal components of soil solarization as related to changes in soil and root microflora and increased growth response. *Crop Protection* 19:837-841.
35. Simmons C. W., Guo H., Claypool J. T., Marshall M. N., Perano K. M., Stapleton J. J. & Vanderghaynst J. S. 2013. Managing compost stability and amendment to soil to enhance soil heating during soil solarization. *Waste Management* 33:1090-1096.
36. Tu M., Hurd C. & Randall J. M. 2001. Weed Control Methods Handbook: Tools and Techniques for Use in Natural Areas. The Nature Conservancy, 219p.

37. Waggoner, P. E., Miller, P. M. & De Roo, H. 1960. C. Plastic Mulching: Principles and Benefits. *Bulletin. Connecticut Agricultural Experiment Station*, 634p.



Four Marigold Species as Control Agents of Root Knot Nematodes

ELMIRA ABOOTORABI✉

Scientific Board Member, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran (✉ etorabi1350@gmail.com)

Received: 26.01.2016

Accepted: 04.07.2016

Abootorabi E. 2017. Four marigold species as control agents of root knot nematodes. *Plant Pathology Science* 6(1):68-79.

Abstract: The Root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are major limiting factors in growing many agricultural crops. With the aim of producing a healthy crop, cultivation of some plants with allelopathic effects on nematodes is one of the most effective control measure against root knot nematodes. This method can be used as an excellent substitute of chemical treatment. Marigolds (*Tagetes* spp.) are herbaceous plants of family *Astraceae* with more than 50 species, can be used as ornamental cover crops. Nematicidal effects of marigolds on several nematodes had been proved. Marigolds produce alpha-terthienyl enzyme, which can control root-knot nematodes and other pests and pathogens such as fungi, bacteria and insects. It also has positive role in promoting growth of bedding plants. In this article, important marigold species including *Tagetes tenuifolia* Cav., *T. minuta* L., *T. patula* L. and *T. erecta* L., have been introduced.

Key words: Marigold, Root knot nematode, *Tagetes* spp.

معرفی چهار گونه‌ی گل جعفری مهارکننده‌ی نماتدهای غده ریشه

المیرا ابوترابی✉

عضو هیئت علمی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۱۴

دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۰۶

ابوترابی ا. ۱۳۹۵. معرفی چهار گونه‌ی گل جعفری مهارکننده‌ی نماتدهای غده ریشه. *دانش بیماری‌شناسی گیاهی* ۶(۱): ۶۸-۷۹.

چکیده: نماتدهای غده ریشه (*Meloidogyne* spp.) از عوامل بازدارنده کشت محصولات کشاورزی هستند. کشت برخی از گیاهان با داشتن خاصیت آلوپاتی، همراه با گیاه میزبان نماتد، یکی از روش‌های مدیریتی در جهت مهار عوامل بیمارگر خاکزاد و تولید محصول سالم است و می‌تواند جایگزین مناسبی برای حذف و یا کاهش مصرف سموم آلاینده باشد. گل‌های جعفری (*Tagetes* spp.) گیاهانی یک‌ساله از تیره *Astraceae* و شامل بیش از ۵۰ گونه می‌باشند که به‌عنوان گیاهان زینتی پوششی کشت می‌شوند. اثر مهارکنندگی این گیاهان روی جنس‌های مختلف نماتدها به اثبات رسیده است. بنابراین گل‌های جعفری می‌توانند جایگزین مناسبی برای نماتدکش‌ها باشند. گل‌های جعفری با ترشح آنزیم آلفا-ترتینیل علاوه بر اثر بازدارندگی روی نماتدهای غده ریشه، سایر بیمارغدهای موجود در خاک از جمله قارچ‌ها، باکتری‌ها و حشرات را نیز مهار

نموده و نقش مثبتی در رشد رویشی گیاه همراه دارند. در این مقاله اثر مهارکنندگی مهم‌ترین گونه‌های گل جعفری شامل *Tagetes tenuifolia* Cav., *Tagetes minuta* L., *Tagetes patula* L., *Tagetes erecta* L. روی نماتدهای غده ریشه شرح داده شده است.

واژه‌های کلیدی: گل جعفری، نماتد غده ریشه، *Tagetes* spp.

مقدمه

نماتدهای غده ریشه *Meloidogyne* spp. یکی از عوامل بازدارنده کشت محصولات زراعی و باغی هستند و به علت پراکندگی وسیع و کثرت میزبان و تأثیر متقابل‌شان با سایر بیمارغدهای گیاهی، به‌عنوان یکی از عوامل درجه اول بیماری‌زا در گیاهان به شمار می‌آیند. به دلیل داشتن اهمیت اقتصادی، روش‌های مختلفی جهت مهار آن‌ها از جمله استفاده از سموم شیمیایی، ارقام مقاوم، تناوب زراعی، مهار زیستی و گاهی تلفیقی از روش‌های مذکور مورد استفاده قرار گرفته است (Javad *et al.* 2006). اغلب مناطق زراعی و گلخانه‌ها در سطح کشور آلوده به نماتد فوق بوده و مشکلات عدیده‌ای برای زارعین به وجود آورده‌اند. گونه‌ی *Meloidogyne incognita* Chitwood, 1949، قادر است تا ۳۰٪ باعث ایجاد خسارت در زمین‌های زراعی شود (Jain *et al.* 1994). این گروه از نماتدها، می‌توانند موجب ۲۳ تا ۳۸ درصد خسارت روی گوجه‌فرنگی شوند (Javed *et al.* 2007). همچنین، ارزیابی خسارت نماتد مولد غده ریشه روی گوجه‌فرنگی توسط لامبرتی و تایلور تا ۸۵٪ گزارش شده است (Lamberti & Taylor 1979). در کشورهای آسیایی، به دلیل محدودیت در زمین‌های قابل زرع، کشاورزان مجبور به کاشت متوالی زمین خود هستند و با این عمل، راه شیوع عوامل بیماری‌زا را هموار کرده و هر ساله با کاهش جدی عملکرد در محصول خود مواجه می‌شوند، لذا کشاورزان به دلیل محدودیت‌ها و استانداردهای خاص استفاده از سموم و مسائل زیست‌محیطی، چاره‌ای جز استفاده از روش‌های جایگزین ندارند. در چند دهه اخیر تحقیقات وسیعی بر روی ترکیبات گیاهی مختلف به‌منظور جایگزین کردن ترکیبات شیمیایی با ترکیبات طبیعی جهت مهار نماتدها، انجام گرفته است. استفاده از گیاهان و فرآورده‌های گیاهی یکی از روش‌های نوین برای مهار نماتدها است. ترکیبات گیاهی موجب ایجاد رفتارهای نامتدی نظیر جلب یا دفع از ریشه می‌شوند. گزارش‌های بسیاری، فعالیت نماتدکشی گیاهان را علیه نماتدهای انگل گیاهی به اثبات رسانیده است. در سال ۱۹۳۸ گیاه گل جعفری (*Tagetes* spp.) برای اولین بار توسط تیلر، به‌عنوان گیاه مقاوم به نماتد مولد غده ریشه (*Meloidogyne* spp.) معرفی گردید (Tyler 1938).

به دنبال گزارش مقاومت این گیاه نسبت به نماتد، تحقیقات نشان داد که نماتد، ضمن نفوذ به داخل ریشه این گیاه، قادر به تکامل چرخه‌ی زیستی خود نیست (Steiner 1941). با توجه به نفوذ نماتد به داخل ریشه‌ی گل جعفری و عدم تکامل زیستی آن در داخل ریشه، این گیاه به‌عنوان گیاه تله معرفی شد (Ogden 1997). عامل مهار نماتدها، ماده سمی موجود در ترشحات ریشه‌ی گیاه گل جعفری به نام آلفا-ترتینیل است که دارای قدرت نماتدکشی بسیار قوی است (Oostenbrink 1957). محققین اظهار داشتند که مواد سمی یا به‌اصطلاح ترکیبات ثانویه‌ی این گیاه، می‌تواند به‌عنوان عامل مهار زیستی ریزجانداران خاکزی، حشرات و نماتدها باشد (Mohamed et al. 2000). در بررسی‌های اولیه، کشت ارقام مختلف گل جعفری (*Tagetes spp.*) در خاک آلوده به نماتد مولد غده ریشه، به مدت ۷۰-۴۲ روز باعث کاهش چشمگیر جمعیت نماتد در خاک گلدان گردید (Daulton & Cortis 1963). با اینکه در اکثر گزارش‌ها اثر نماتدکشی گیاه گل جعفری به اثبات رسیده است، در برخی از منابع به نقش متفاوت گونه‌های مختلف ارقام این گیاه، بسته به جنس و گونه‌ی نماتد هدف، درجه حرارت خاک و طول روز اشاره شده است که تأثیر متفاوتی روی نماتد داشته‌اند. به‌طوری که برخی از ارقام حساس این گیاه از جمله رقم Tangerine Gem گونه *T. signata* L. می‌توانند به‌عنوان میزبان واسط، ناقل نماتد بوده و باعث افزایش جمعیت نماتد شوند و بالعکس Craker Jack گونه *T. erecta* نقش مهارکنندگی نماتد غده ریشه دارد (Kruger et al. 2007, Ploeg & Maris 1999). بر اساس پژوهشهای انجام‌شده به نظر می‌رسد گیاه گل جعفری با داشتن خصوصیات مذکور، اثر باقیمانده در خاک نداشته و روی سایر ریزجانداران مفید موجود در خاک اثر کشندگی نداشته باشد (Shamsul 2008). بنابراین با توجه به اهمیت گسترش آلودگی در بسیاری از مناطق تحت کشت محصولات سبزی و صیفی به نماتدهای مولد غده ریشه مدیریت این عامل بیماری‌زا با هدف کاهش مصرف سموم شیمیایی و در نتیجه تولید محصول سالم، ارائه راهکار مناسبی را که مقرون به‌صرفه نیز باشد می‌طلبد.

۱- معرفی چهار گونه گل جعفری موثر در کاهش جمعیت نماتدها

در بین بیش از ۵۰ گونه معرفی‌شده از این گیاه، خاصیت نماتدزدایی گونه‌های *T. patula* L.، *T. lucida* Cav.، *T. signata* L.، *T. erecta* L. و *T. tenuifolia* Cav.، بسته به جنس نماتد موردنظر و

شرایط کشت گیاه میزبان گزارش شده است. در این بین، دو گونه *T. erecta* و *T. patula* به دلیل تأثیر زیادی که در کاهش جمعیت نماتدها دارند، بسیار حائز اهمیت هستند.

الف- گل جعفری فرانسوی (*Tagetes patula*)

محل اصلی رویش این گونه، کشور مکزیک و گوآتمالا است (شکل ۱). زمان رویش آن از مرداد تا آبان ماه می‌باشد. روغن تلخ استخراج‌شده از این گیاه برای مداوای برخی بیماری‌های قارچی و ترشحات ریشه آن برای مهار نماتدها و مگس سفید، کاربرد فراوانی دارد (Mares et al. 2004). گونه *T. patula* به‌عنوان میزبان نماتد مولد غده ریشه و در واقع گیاه تله معرفی شده است، به‌طوری که با نفوذ نماتد به داخل ریشه‌ی این گیاه، ترکیبات مترشحه از ریشه باعث کشته شدن لاروها می‌گردد و جمعیت نماتد را به‌طور قابل توجهی کاهش می‌دهد (Ogden 1997). کشت هم‌زمان این گونه به همراه خیار در مزرعه آلوده به *M. incognita* سبب افت فعالیت لارو سن دو نماتد و در نتیجه کاهش جمعیت آن گردید (Sharadchandra et al. 2012). این گونه از گل جعفری، مهارکننده‌ی نماتد زخم ریشه Cobb, 1917 *Pratylenchus penetrans* و *P. pratensis* De Man, 1985 در اراضی تحت کشت موز شده است (Wang et al. 2007).

ب- گل جعفری آفریقایی (*Tagetes erecta*)

محل اصلی رویش این گونه، کشور مکزیک و امریکای مرکزی است (شکل ۲). لوتئین استخراج‌شده از این گیاه، به‌عنوان آنتی‌اکسیدان در طب سنتی کاربرد دارد و از ترشحات ریشه آن برای مهار نماتد بخصوص گونه *Pratylenchus penetrans* استفاده می‌شود (Kimpinski et al. 2000). در بررسی‌های آزمایشگاهی به عمل آمده، ترشحات استخراج‌شده از ریشه ارقام *T. erecta*، *T. patula* و *T. minuta* L. در غلظت‌های



Figure1. *Tagetes patula*

شکل ۱- گل جعفری فرانسوی

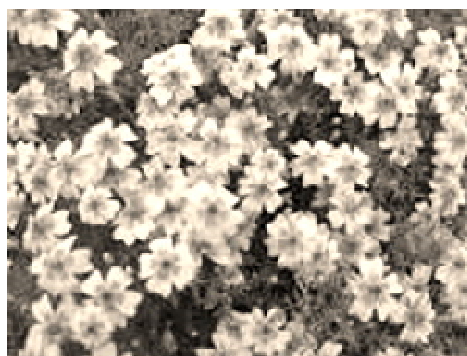


شکل ۲- گل جعفری آفریقایی *Tagetes erecta*

مختلف، نشان داد که همه ارقام، مهارکننده‌ی تفریخ تخم و فعالیت لارو سن دوم *M. incognita* بودند. اکثر ارقام متعلق به گونه‌ی *T. erecta* از جمله رقم‌های Crackerjack و Flor de muerto و ارقام متعلق به گونه‌ی *T. patula* از جمله ارقام Bonita mixed، Gypsy sunshine، Scarlet Sophia، Tangerine و Single gold قادرند به‌خوبی نماتد مولد غده ریشه را مهار نمایند (Ploeg & Maris 1999) مضافاً اینکه ارقام گونه‌ی *T. erecta* به دلیل تولید ترشحات زیاد، توانایی بیشتری در مهار جمعیت نماتد در مقایسه با ارقام گونه‌ی *T. patula* دارند (Kalaiselvam & Devaraj 2011). تأثیر گونه *T. erecta* در کاهش جمعیت نماتد مولد غده ریشه روی لوبیا چشم‌بلبلی و همچنین افزایش رشد رویشی گیاه از جمله وزن ریشه، طول اندام هوایی، تعداد برگ و میزان محصول نیز گزارش شده است (Olabiya et al. 2007). کشت هم‌زمان این گونه به همراه گوجه‌فرنگی در مزرعه آلوده به *M. incognita* سبب کاهش تعداد غده روی ریشه و همچنین افزایش رشد رویشی گیاه و میزان محصول گردید (Natarajan et al. 2006). این گونه از گل جعفری مهارکننده‌ی - *Hoplolaimus* و *Helicotylenchus multinctus* Cobb, 1893، *Radopholus similis*. Cobb, 1893 و *indicus* sher, 1963 در اراضی تحت کشت موز نیز می‌باشد (Wang et al. 2007).

ج- گل جعفری خاتم‌دار (*Tagetes tenuifolia*)

محل اصلی رویش آن، کشور کلمبیا و پرو است (شکل ۳). گل‌ها دارای تنوع رنگ زیاد هستند ولی اکثراً به رنگ زرد و نارنجی دیده می‌شوند. از این گیاه برای دفع آفات مثل ساس و پشه استفاده می‌شود. طبق گزارش صدیقی و آلام، ترشحات ریشه این گونه باعث کاهش تعداد غده روی ریشه گوجه‌فرنگی آلوده به



شکل ۳- گل جعفری خاتم‌دار *Tagetes tenuifolia*

M. incognita و همچنین کاهش میزان تفریح تخم تا ۸۰ درصد گردید (Siddiqui & Alam 1988).

د- گل جعفری جنوبی (*Tagetes minuta*)

محل کشت این گونه، فلوریدای جنوبی است (شکل ۴). به‌عنوان گیاه پوششی بسیار مقاوم به گونه‌های *M. incognita* و *M. javanica* که مانند گیاه تله در جلب و کشتن نماتد عمل می‌نماید، معرفی شده است. این گونه نسبت به تغییرات دما بسیار حساس است و جزو گیاهان گرمادوست به شمار می‌رود. گونه‌ی *T. minuta* به‌صورت تناوبی به دنبال کشت بهاره‌ی سبزیجات در زمین آلوده به نماتدها کاشته می‌شود و دارای پتانسیل بالایی در مهار نماتدها می‌باشد (McSorley et al. 1999).

ه- گل جعفری سیگناتا (*Tagetes signata*)

این گونه به‌عنوان میزبان نماتد مولد غده معرفی شده است، در مقایسه با سایر گونه‌های گل جعفری، سبب افزایش جمعیت نماتد می‌گردد (شکل ۵). در آزمایشی، تأثیر گونه‌های *T. patula*، *T. erecta* و *T. signata*



شکل ۴- گل جعفری جنوبی *Tagetes minuta*



شکل ۵- گل جعفری سیگناتا *Tagetes signata*

روی مہار چہار گونه *M. javanica*، *M. incognita*، *M. arenaria* و *M. hapla* مورد بررسی قرار گرفت. ہمہی گونه‌های نماتد، روی ریشہی گونه *T. signata* رقم Tangerine Gem تولیدمثل نموده و تکثیر یافتند (Ploeg & Maris 1999). در اکثر مواقع گونه‌های مختلف *Tagetes* spp. قادرند ہر چہار گونه نماتد مولد غدہ ریشہ را مہار نمایند (Suatmadji 1969).

۲- نقش زمان کاشت گل جعفری و دمای محیط در کاهش جمعیت نماتد

در مناطق تحت کشت محصولات سبزی و صیفی به‌عنوان یکی از میزبانان اصلی نماتد مولد غدہ ریشہ، معمولاً *Tagetes* spp. دو ماہ پیش از کشت این محصولات در زمین کاشته می‌شود. بر اساس گزارش آل ہاماوی و ہمکاران، کشت ہم‌زمان برخی از ارقام ہمراہ با گیاہ میزبان نماتد، علاوہ بر تأثیر بسزایی کہ در کاهش میزان آلودگی نماتد خواہد داشت، در تسریع جوانہ‌زنی، تولید بذر سالم، افزایش سطح برگ، تقویت ریشہ و افزایش رشد آن، افزایش میزان محصول، افزایش سیستم ایمنی در گیاہ میزبان و ہمچنین افزایش فعالیت ریزجاندارانی مفید خاک و حفظ رطوبت خاک نقش بسیاری دارد (El-Hamawi et al. 2004). درصد کاهش جمعیت نماتد توسط گیاہ گل جعفری، وابستہ بہ دماست کہ البتہ در مورد گونه‌های مختلف میزان دمای مؤثر، متفاوت است. بہ‌طوری کہ، دمای موردنیاز برای تأثیر ترشحات حاصل از گونه *T. patula* رقم Single gold و گونه *T. erecta* رقم Flor de muerto در کاهش نماتد، بین ۲۰ تا ۳۰ درجہ سلسیوس است. در مورد گونه *T. signata* رقم Tangerin Gem کہ نسبت بہ نماتد مولد غدہ ریشہ حساس است در دمای بیش از ۳۰ درجہ سلسیوس، نماتد قادر بہ نفوذ بہ داخل ریشہ و ایجاد غدہ در سطح آن می‌باشد. زمانی کہ دما بہ ۱۰ الی ۱۵ درجہ سلسیوس کاهش یابد، تنها رقم Cracker Jack از گونهی *T. erecta* قادر بہ مہار

نماتد خواهد بود. به‌طور کلی، برای اثرپذیری ترشحات گل جعفری، دمای بیش از ۱۵ درجه سلسیوس در محیط، ضروری است و نوع گونه کشت‌شده در حصول نتایج مطلوب، حائز اهمیت است (Ploeg & Maris 1999).

۳- مکانیسم عمل گل‌های جعفری در مهار نماتد مولد غده ریشه

گونه‌هایی از گیاه گل جعفری (*Tagetes spp.*) با داشتن خاصیت آلوپاتی و ترشح ماده سمی آلفا- ترترینیل که حاوی ترکیبات گوگردی است، مانع تفریح تخم نماتد و تکثیر لارو در ریشه می‌شود. این ویژگی باعث شده است که جمعیت نماتدهای انگل و همچنین تعداد غده روی ریشه‌ی آلوده به نماتد مولد غده در گیاهان میزبانی که به همراه گل جعفری کاشته می‌شوند، به‌طور چشمگیری کاهش یابد (El Hamawi *et al.* 2004). در کالیفرنیا، کشت این گیاه به‌صورت همراه و یا متناوب با میزبان حساس به نماتد توصیه گردیده که در اراضی تحت کشت گوجه‌فرنگی کشت گل جعفری طی چندین فصل متوالی باعث کاهش جمعیت نماتد و افزایش حدود ۵۰٪ محصول شده است (kruger *et al.* 2007) علاوه بر این، اثر بازدارندگی این گیاه روی سایر عوامل بیماری‌زای خاک‌زاد از جمله قارچ‌ها و حشرات به اثبات رسیده است (Soule 1993). لازم به ذکر است که خاصیت نماتدزدایی گیاه گل جعفری از نظر طول مدت کاشت، محدود است و معمولاً این گیاه بین ۲-۴ ماه همراه با گیاه میزبان نماتد و یا به‌صورت تناوبی کاشته می‌شود. کشت این گیاه، بیش از مدت زمان مذکور، علاوه بر اینکه خاصیت مهارکنندگی خود را از دست می‌دهد، اثر باقیمانده‌ی ترشحات حاصل از آن سبب افت رشد رویشی و در نتیجه عملکرد گیاه میزبان می‌شود. از سوی دیگر در برخی مواقع، اثرات ثانویه‌ی باقیمانده ترشحات ریشه‌ی گل جعفری، سبب فعال شدن قارچ‌های بیمارگر در خاک شده که با انتقال هیف به داخل بدن نماتد به‌عنوان منبع تغذیه، باعث پارازیت شدن نماتد در خاک می‌شوند (Wang *et al.* 2007).

۴- نقش گل جعفری به فرم تجاری (Marigold) در کاهش جمعیت نماتد مولد غده ریشه

ترکیب تجاری گل جعفری (Marigold NC, ABPL Company) به‌صورت گرانول حاوی ترکیبات (۱۰٪ درصد نیتروژن + ۰/۵ درصد پتاس + ۰/۵ درصد آهن + ۰/۵ درصد روی + بیش از ۲۰ درصد مواد آلی + ۸ درصد بیوماس + ۲ درصد فسفات آلی + ۲ درصد پتاس آلی + ۲۰ درصد کربن آلی) است. در آزمایشی،

نتایج حاصل از بررسی اثر غلظت‌های مختلف گل جعفری گرانوله در مهار *M. javanica* روی خیار گلخانه‌ای، نشان داد که فرم تجاری این گیاه، با توجه به ترکیبات تشکیل‌دهنده آن، حتی در غلظت‌های بالا، قادر به کاهش تعداد غده روی ریشه و جمعیت نماتد روی میزبان خیار نیست (شکل ۶). گل جعفری گرانوله، به دلیل نداشتن خاصیت سمی، نتوانست همانند فرم طبیعی این گیاه که قادر به تولید و ترشح مواد سمی است، در مهار نماتد نقشی داشته باشد. این ترکیب تجاری، تنها به دلیل همراه داشتن مواد آلی و سایر مواد موردنیاز برای رشد گیاه در ترکیبات خود، قادر بود در رشد رویشی گیاه و شادابی آن نقش داشته باشد (ابوترابی ۱۳۹۳). برخی از گونه‌های گیاه گل جعفری از جمله گونه‌ی *T. signata* رقم Tangerine Gem باعث تکثیر و تولیدمثل نماتد می‌شوند و نقش مهارکنندگی روی نماتد ندارند (Ploeg & Maris 1999). لذا در فرم گرانوله‌ی مورد آزمایش، با توجه به ارزیابی جمعیت نهایی و عامل تولیدمثل نماتد که نشان داد، با افزایش غلظت فرم تجاری، بر میزان جمعیت نماتد افزوده می‌شود، لذا می‌توان گفت که فرم گرانوله، احتمالاً برگرفته از ارقام حساس گیاه گل جعفری باشد که در افزایش جمعیت نماتد نقش داشته است و به‌عنوان یک عامل جایگزین و مهارکننده‌ی نماتد قابل توصیه نمی‌باشد.



شکل ۶- بوته‌های خیار تیمار شده با غلظت‌های مختلف شکل تجاری گل جعفری

Figure 6. The treated cucumber plants by various doses of marigold

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

نظر به پراکندگی و کثرت میزبان‌های نماتد مولد غده ریشه (*M. javanica*) از جمله انواع مختلف سبزی و صیفی که در کشور از ارزش اقتصادی قابل توجهی برخوردار می‌باشند و خسارت ناشی از نماتد که باعث کاهش کمی و کیفی محصولات می‌شود، لزوم مهار این عامل بیمارگر، جهت اجتناب از هر گونه زیان غیرقابل جبران در آینده را ایجاب می‌کند. با توجه به اینکه گیاه گل جعفری (*Tagetes* spp.) به‌عنوان یک گیاه زینتی جزو گیاهان پوششی شناخته شده است، بر اساس نتایج برگرفته از تحقیقات، این گیاه به دلیل داشتن خاصیت توکسینی، توانایی بسیاری در مهار نماتدهای مولد غده ریشه و کاهش جمعیت آن‌ها دارا می‌باشد. کشت گل جعفری طی چندین فصل متوالی باعث کاهش جمعیت نماتد و افزایش حدود ۵۰٪ محصول شده است. نتایج حاصل از بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که کشت این گیاه با توجه به مدت زمان تأثیر توکسین مترشحه از ریشه‌ی آن، دو ماه پیش از انتقال گیاه میزبان به محیط کشت در شرایط دمایی ۲۰-۳۰ درجه سلسیوس، در کاهش میزان آلودگی بستر کشت به نماتد مولد غده ریشه، تأثیر قابل توجهی دارد همچنین کشت هم‌زمان این گیاه به همراه گیاه میزبان، علاوه بر کاهش جمعیت نماتد، سبب افزایش رشد رویشی گیاه همراه و در نتیجه افزایش عملکرد آن می‌شود. در مجموع از بین ارقام مورد بررسی گیاه گل جعفری، کشت دو رقم *T. patula* (گل جعفری فرانسوی) و *T. erecta* (گل جعفری آفریقایی) بیشترین تأثیر را در کاهش جمعیت نماتد داشته و البته رقم *T. erecta* به دلیل تولید ترشحات توکسینی بیشتر، مؤثرتر بوده است و فرم تجاری و گرانوله‌ی این گیاه، به دلیل عدم حضور مواد توکسینی، تأثیری در کاهش جمعیت نماتد، نداشته است؛ بنابراین بهره‌گیری از فرم کشت طبیعی ارقام مذکور به همراه گیاه میزبان نماتد، حائز اهمیت است. بر اساس گزارش‌ها محققین مبنی بر نقش تأثیرگذار گیاه گل جعفری در مهار جمعیت نماتد مولد غده ریشه، پیشنهاد می‌گردد، تأثیر ارقام مختلف این گیاه به شکل طبیعی در زمان‌های مختلف، پیش از کشت، هم‌زمان با کشت و بعد از کشت گیاه حساس روی کاهش جمعیت نماتد موردبررسی قرار گیرد.

References

منابع

- ابوترابی ا. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر ماری‌گلد (*Tagetes* spp.) در مهار نماتد مولد غده ریشه *Meloidogyne javanica* روی خیار گلخانه‌ای. موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور. گزارش نهایی طرح

تحقیقاتی. ۱۷ ص.

- Daulton R. A. C. & Curtis R. F. 1963. The effects of *Tagetes* spp. on *Meloidogyne javanica* in Southern Rhodesia. *Nematologica* 9:357-362.
- El Hamawi M. H., Youssef M. M. A. & Zawam H. S. 2004. Management of *Meloidogyne incognita*, the root knot nematode, on soybean as affected by marigold and sea ambrosia (damsisa) plants. *Journal of Pest Science* 77:95-98.
- Jain R. K., Dabur K. R. & Gupta D. S. 1994. Assessment of available losses in field due to root knot nematodes *M. incognita* in a few vegetable crops. *Indian Journal of Nematology* 24:81-184.
- Javad N., Gowen S. R., Inam-ul-haq M., Abdullah K. & Shahina F. 2006. Systematic and persistent effect of neem (*Azadirachta indica*) formulation against root-knot nematodes, *Meloidogyne javanica* and their storage life. *Crop Protection* 26:911-916.
- Javed N., Gowen S. R., Inam-ul-haq M. & Anwar S. A. 2007. Protective and curative effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations on the development of root knot nematode *M. javanica* in roots of tomato plants. *Crop Protection*. 26:530-534.
- Kalaiselvam I. & Devaraj A. 2011. Effect of root exudates of *Tagetes* spp. On egg hatching behavior of *Meloidogyne incognita*. *International Research Journal of Pharmacy* 2:93-96.
- Kimpinski J. & Arsenault W. J. 1994. Nematodes in annual ryegrass, marigold, mustard, red clover and soybean. *Forage Notes* 37:52-53.
- Kruger R., Dover K. E., McSorley R. & Wang K. H. 2007. Marigolds (*Tagetes* spp.) for Nematode Management. Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service. University of Hawaii. HI 96822.
- Lamberti F & Taylor, C. E. 1979. Root knot Nematodes Systematics, Biology and Control. Academic Press, London, 477p.
- Mares D., Tosi B., Poli F., Androtti E. & Romagnoli C. 2004. Antifungal activity of *Tagetes patula* extracts on some phytopathogenic fungi. *Microbiological Research* 159:295-304.
- McSorley R., Ozores-Hampton M., Stansly P. A. & Conner J. M. 1999. Nematode management, soil fertility and yield in organic vegetable production. *Nematropica* 29:205-213.
- Mohamed M. A. H., Haris P. J. C. & Handerson J. 2000. In vitro selection and characterization of drought tolerant clone of *Tagetes minuta*. *Plant Science* 159:213-222.
- Natarajan N., Cork A., Boomathi N., Pandi R., Velavan S. & Dhakshnamoorthy G. 2006. Cold aqueous extracts of African marigold, *Tagetes erecta*, for control of tomato root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Crop Protection* 25:1210-1213.
- Ogden S. 1997. Marigolds bite back. *National Gardening*, March- April, 21.

- Olabiya T. I. & Oyedunmade E. E. A. 2007. Marogold (*Tagetes erecta* L.) as interplant with Cowpea for control of nematode pests. *African Crop Science Conference Proceedings* 8:1075-1078.
- Oostenbrink M., Jacob J. J. & Kuiper K. 1957. *Tagetes* als Feindpflanzen von *Pratylenchus*-Arten. *Nematologica Supplement* 2:424-433
- Ploeg A. T. & Maris P. C. 1999. Effect of temperature on suppression of *Meloidogyne incognita* by *Tagetes* cultivars. *Journal of nematology* 31:709-714.
- Shamsul I. 2008. Management of plant parasitic nematodes associated with date palm using common plants. (Ph.D Thesis), University of Karachi.
- Sharadchandra P. M., Brent S. & Cerruti R. 2012. Effects of *Tagetes patula* on active and inactive stage of Root knot nematodes. *Journal of Nematology* 44:26-30.
- Siddiqui M. A. & Alam M. M. 1988. Control of plant parasitic nematodes by *Tagetes tenuifolia*. *Revue Nematology*, 11:369-370.
- Soule J. 1993. *Tagetes minuta*: A potential new herb from South America. In: 649-654. J. Janick & J. E. Simon (ed.). New Crops, Wiley, New York.
- Steiner G. 1941. Nematodes parasitic on and associated with roots of Marogolds (*Tagetes* hybrids). *Proceeding of the biological society of Washington* 54:31-34.
- Suatmadji R. W. 1969. Studies on the Effect of *Tagetes* Species on Plant Parasitic Nematodes. Veenman and Zonen, NV, Wageningen, 132p.
- Tyler J. 1938. Proceedings of the root knot nematode conference held at Atlanta. *Plant Disease Reporter Supplement* 109:133-151.
- Wang K. H., Hooks C. R. & Ploeg A. T. 2007. Protecting Crops from Nematode Pests: Using Marigold as an alternative to chemical nematicides. *Plant Disease* 2:1-6.