فهرست مقالات

مدیریت تلفیقی بیماری سفیدک پودری سیب در ایران

حسین خباز جلفایی..... ۱

مروری بر قارچ‌های اندوفیت سرخدار با تاکید بر نقش آنها در تشکیل تاکسول

محمدرضا احمدی و کامران رهنما..... ۵

مرگ برنامه ریزی شده سلولی (Programmed Cell Death) در باکتری‌ها

محمدرضی نتاج و غلام خداکرمیان..... ۱۴

معرفی قارچ خوراکی "ترافل مکزیکی" برای بازار غذایی ایران

زینب السادات میراکبری..... ۲۰

بررسی زیست شناسی ملخ پلی سارکوس (*Polysarcus elbursianus*) در شهرستان آزادشهر

یوسف رضا نصیرایی و لیلا عطار..... ۲۸

معرفی و مدیریت پوتی ویروس‌های مهم حبوب استان گلستان

زهرا صادقی، سعید نصراله‌نژاد، فروه سادات مصطفوی نیشابوری و احد یامچی..... ۳۴

مقاله کوتاه

بررسی عامل مرگ گیاهچه کنگرفرنگی در شرایط کشت گلخانه‌ای

شیوا رحیمی تنها، عظیم قاسم‌نژاد و کامران رهنما..... ۳۹

گزارش یک قارچ جدید برای فلور قارچی ایران

رقیه حبیبی و کامران رهنما..... ۴۵

- هیات تحریریه در رد و اصلاح مقاله‌ها آزاد است.

- نقل مطالب از این نشریه با ذکر منبع بلامانع است.

- مسئولیت مطالب نشریه با نویسندگان است و لزوماً بیانگر نظر مجله نمی‌باشد.

این نشریه طبق نامه شماره ۳/۸۲٤۰ مورخ ۱۳۹۱/٤/۱٤ دبیرخانه کمیسیون بررسی نشریات علمی کشور وزارت علوم، تحقیقات و فناوری با عنوان جدید نشریه **ترویج گیاه‌پزشکی** مورد موافقت و تایید قرار گرفت.

مدیریت تلفیقی بیماری سفیدک پودری سیب در ایران

حسین خباز جلفایی
عضو هیات‌علمی مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور
پست الکترونیکی: hkh_jolfaee@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۹۲/۰۷/۰۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۷/۰۱

چکیده

هرجا که درختان سیب کشت می‌شوند بیماری سفیدک پودری نیز شیوع دارد و خسارت زیادی ایجاد می‌کند. عامل این بیماری که نوعی قارچ است می تواند به برگ، گل، میوه و سرشاخه‌ها حمله کند و باعث ریزش زود هنگام برگ‌ها و توقف رشد شاخه‌های مبتلا و در نتیجه کاهش محصول شود. برای کنترل این بیماری می‌توان از روش‌های غیرشیمیایی مثل اقدامات پیشگیرانه، رعایت نکات بهداشتی و اقدامات زراعی مناسب بهره برد ولی در شرایطی که خسارت بیماری زیاد است کنترل شیمیایی با استفاده از قارچ‌کش‌های مناسب در تلفیق با روش‌های غیرشیمیایی، ضروری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: درخت سیب، سفیدک پودری، کنترل، روش‌های غیر شیمیایی، روش‌های شیمیایی

مقدمه

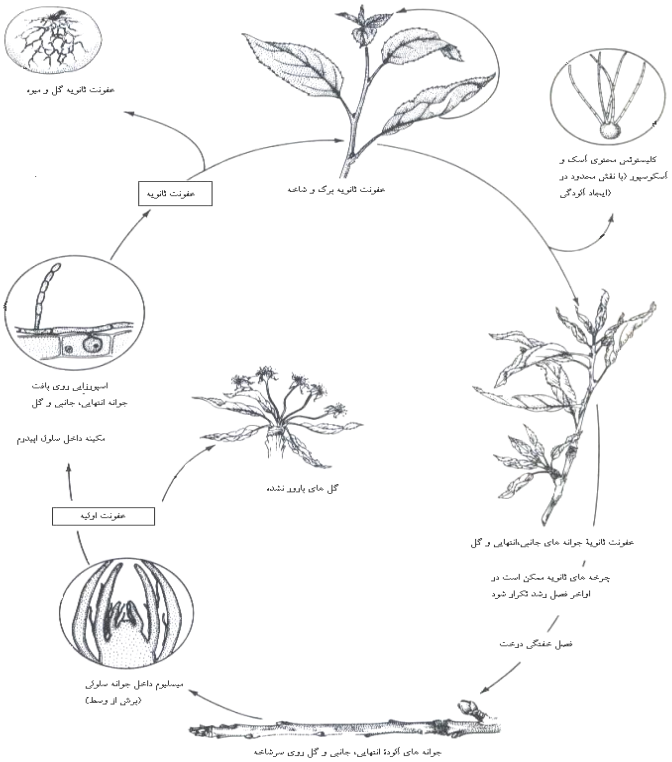
بیماری سفیدک پودری جزو بیماری‌های کلیدی درختان سیب می‌باشد. در باغ‌های سیب، این بیماری عامل خسارت‌های کمّی و کیفی فراوانی است (۱و۲). واکنش ارقام سیب به این بیماری متفاوت بوده ولی در کل ارقام تجاری و مرغوب نسبت به این بیماری حساس‌تر می‌باشند. در ایران خسارت بیماری سفیدک پودری سیب در مناطق سیب خیز کشور قابل توجه است و نیاز به اعمال شیوه‌های مدیریتی و کنترلی دارد. استفاده از روش‌های شیمیایی در تلفیق با روش‌های غیر شیمیایی مؤثرترین شیوه کنترلی برای این بیماری محسوب می‌شود (۲).

علایم بیماری و نشانه‌های بیمارگر

این بیماری معمولاً شاخه‌های یکساله، برگ‌های جوان، شکوفه‌ها، قسمت انتهایی پاجوش‌ها و میوه را مبتلا می‌سازد. از مشخص‌ترین علایم این بیماری می‌توان به ظهور لکه‌های پودری سفید رنگ در سطح زیرین برگ‌ها که به مرور زمان سطح بالایی را نیز می‌پوشاند، اشاره کرد (شکل۱). طول برگ‌های آلوده بیشتر از برگ‌های سالم می‌باشد. معمولاً این برگ‌ها از محور رگبرگ اصلی تا خورده، به تدریج شکننده شده و قبل از خزان می‌ریزند. سرشاخه‌های آلوده، کم رشد شده و پوشیده از لایه سفید متمایل به خاکستری اندام‌های قارچی می‌گردد. اواسط تابستان در

لابه‌لای این لایه، تعداد زیادی از اندام‌هـای بارده قارچ، به شکل گرد و به رنگ قهوه‌ای تیره به وجود می‌آید. در درختان به شدت آلوده سطح میوه به صورت زنگار دیده می‌شود (۵).

شکل ۱- علایم و نشانه‌های بیماری سفیدک پودری روی برگ‌های سیب (نگارنده)



شکل ۲- چرخه بیماری سفیدک پودری سیب (٦).

عامل بیماری

عامل بیماری سفیدک پودری سیب درختی، گونه قارچی *Podosphaera leucotricha* است. شکل غیرجنسی این گونه *Oidium farinosum* نام دارد (۱، ۵ و ٦).

چرخه بیماری

قارچ *P. leucotricha* یک انگل اجباری است که به شکل میسلیوم در جوانه‌های خفته که در سال قبل آلوده شده‌اند زمستان گذرانی می‌کند. در بهار، این میسلیوم‌ها با تولید کنیدی، برگ‌های جوان، شکوفه‌ها و گل‌ها را آلوده می‌کنند که این اندام‌ها موجب آلودگی ثانویه روی شاخه، جوانه، برگ، گل و میوه می‌شود (۵).

جدول ۱- قارچ‌کش‌های ثبت شده برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب در ایران (٤)

نام قارچ‌کش		میزان مصرف	نحوه مصرف
عمومی	تجارتی		
بنومیل	بنلیت	۰/۵ در هزار	سم‌پاشی کلیه اندام‌های هوایی گیاه
سولفور	کومولوس اس	۳ تا ٤ در هزار با فرمولاسیون پودر وتابل	سم‌پاشی کلیه اندام‌های هوایی گیاه
دینوکاپ	کاراتان	۱ در هزار با فرمولاسیون ۱۸/۲۵ ٪ پودر وتابل	سم‌پاشی کلیه اندام‌های هوایی گیاه
کرزوکسیم متیل	استروبی	۰/۱٦ تا ۰/۲ در هزار	سم‌پاشی کلیه اندام‌های هوایی گیاه
تری فلوکسی استروبین	فلینت	۰/۲ در هزار	سم‌پاشی کلیه اندام‌های هوایی گیاه

توصیه‌های مدیریتی و کنترلی

۱- سرشاخه‌های آلوده در پائیز و زمستان به‌طور کامل حذف و سوزانده شوند (۵ و ٦).

۲- حذف پاجوش‌های درختان و سوزاندن آن‌ها در کاهش بیماری بسیار مؤثر است (۵).

۳- رعایت فاصله مناسب کاشت درختان به‌طوری‌که هوا به راحتی بتواند میان آن‌ها جریان یابد، در کاهش بیماری بسیار مفید می‌باشد (٦). بهترین فاصله کاشت، فاصله‌ای است که طی تحقیقات باغبانی برای ارقام مختلف سیب در قالب فاکتورهای بهینه کاشت ارایه می شود.

٤- استفاده از قارچ‌کش کرزوکسیم متیل (WG50% استروبی): کلیه اندام‌های هوایی گیاه با استروبی به میزان ۰/۱٦ تا ۰/۲ در هزار در سه نوبت: الف- غنچه‌ها در حالت سبز کامل ب- اوایل صورتی شدن گل‌ها ج- ده روز پس از سم‌پاشی نوبت دوم، سم‌پاشی شود (۲).

۵- استفاده از قارچ‌کش تری فلوکسی استروبین (50%WG فلینت): کلیه اندام‌های هوایی گیاه با فلینت به میزان ۰/۲ در هزار در سه نوبت: الف- غنچه‌ها در حالت سبز کامل ب- اوایل صورتی شدن گل‌ها ج- ده روز پس از سم‌پاشی نوبت دوم، سم‌پاشی شود (۲).

٦- در صورت لزوم، استفاده از سایر قارچ‌کش‌های ثبت شده برای کنترل این بیماری بر اساس میزان و نحوهٔ مصرف ارایه شده در جدول ۱ توصیه می‌شود (٤).

۷- سم‌پاشی درختان، درست قبل از تورم جوانه‌ها با قارچ‌کش‌های مندرج در جدول ۱ (به غیر از سولفور) و تکرار سم‌پاشی دو بار به فواصل ۱۰-۱۵ روز، (رعایت دقیق اولین سم‌پاشی در کاهش بیماری بسیار مهم است) (٤).

۸- به‌دلیل این‌که عامل بیماری سفیدک پودری سیب توان بالایی برای مقاوم شدن علیه قارچ‌کش‌های استروبی و فلینت دارند لذا رعایت دقیق مقدار مصرف و زمان‌های سم‌پاشی اکیداً توصیه می‌شود. ضمن این که استفاده از سایر قارچ‌کش‌های ثبت شده بر علیه این بیماری در تناوب با استروبی و فلینت پیشنهاد می‌گردد (۳).

منابع

۱- اشکان، س.م. ۱۳۸۵. درسنامه بیماری‌های مهم درختان میوه در ایران، انتشارات آییژ، تهران، ایران، صفحات: ۳۰-۲۵.

۲- خباز جلفایی، ح.، ایرانی، ح.، و کربلایی خیاوی، ح. ۱۳۸۱. گزارش نهایی بررسی تأثیر دو قارچ‌کش جدید فلینت (WG 50%) و استروبی (WG 50%) و مقایسه آن‌ها با سموم متداول علیه بیماری سفیدک سطحی سیب در استان‌های آذربایجان‌غربی و اردبیل، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، ایران، ۱۰ صفحه.

۳- خباز جلفایی، ح، و عظیمی، ش. ۱۳۸۸. مقاومت بیمارگرهای قارچی گیاهان به قارچ‌کش‌های مصرفی در جهان و ایران، مقالات همایش ملی نیم قرن مصرف آفت‌کش‌ها در ایران، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، ایران. صفحات: ۳۱ –۱۱.

٤- خباز جلفایی، ح.، و عظیمی، ش. ۱۳۹۰. راهنمای مصرف صحیح بیمارگرکش‌های مجاز ایران در کنترل بیماری‌های گیاهان، انتشارات مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، صفحات: ۱۵۸-۱۵٦.

۵- کلیایی، ر.، خباز جلفایی، ح. و میرکمالی، ح. ۱۳۸۱. راهنمای آفات بیماری‌ها و علف‌های هرزسیب، نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران. صفحات: ۱٤٦-۱٤٤.

6.Hickey, K.D. and Yoder, K.S. 1990. Powdery mildew. p. 9-10. In A.L. Jones, and Aldwinckle, H.S. (ed.) Compendium of Apple and Pear Diseases. APS Press, Minnesota, USA. 100p.

مروری بر قارچ‌های اندوفیت سرخدار با تاکید بر نقش آنها در تشکیل تاکسول

محمدرضا احمدی* و کامران رهنما

به‌ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار بیماری‌شناسی گیاهی، گروه گیاهپزشکی،
دانشکده تولید گیاهی، پردیس دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

*پست الکترونیکی: ahmadimr@gau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۲۰

چکیده

در ایران توده‌های خالص از سرخدار در جنگل‌های شمالی وجود دارد که حفظ و نگهداری آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. کشف و اثبات خاصیت ضد سرطانی دی ترپنوئیدی به نام تاکسول که از سرخدار بدست می‌آید این درختان را در زمره یکی از با ارزش‌ترین گیاهان دارویی قرار می‌دهد. با توجه به نیاز روزافزون به این ترکیب برای درمان بیماران سرطانی، راندمان کم استخراج مستقیم از سرخدار، هزینه زیاد جداسازی و تخلیص و از همه مهم‌تر خطر انقراض این درختان ارزشمند، تلاش‌های زیادی در راستای سنتز کامل و تولید نیمه‌سنتزی تاکسول صورت گرفته است. به علت دشواری مراحل انجام و هزینه‌بر بودن این دسته از روش‌ها، محققین همواره به‌دنبال روش‌های جایگزین می‌باشند. در حال حاضر استفاده از کشت بافت سرخدار و همچنین بهره‌گیری از اندوفیت‌های قارچی که نقش آن‌ها در تولید تاکسول به اثبات رسیده است از مهم‌ترین راهکارهای تولید تجاری آن می‌باشند. در این راستا، پیشرفت علوم از قبیل بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک کمک شایانی به محققین نموده است به نحوی که از طریق کشت بافت سرخدار در بیوراکتورها به فراتولید ٦١٢ میکروگرم/لیتر و تخمیر قارچ‌های دخیل در تولید تاکسول به فراتولید ۸۰۰ میکروگرم/لیتر دست یافته‌اند. علاوه بر راندمان زیاد، مقرون به صرفه بودن از منظر اقتصادی، کوتاهی دوره تولید، عدم نیاز به بافت گیاهی در جهت کمک به حفظ رویشگاه‌های سرخدار، کیفیت و خلوص مناسب محصول از مهم‌ترین دلایل اهمیت اندوفیت‌ها در تولید تجاری این داروی ارزشمند می‌باشند. بر این اساس شناسایی این دسته از قارچ‌ها و بهینه‌سازی روش‌های فرمانتاسیون آن‌ها امری ضروری می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: سرخدار، اندوفیت، قارچ، تاکسول، کشت بافت

مقدمه

سرخدار و اهمیت آن

سرخدار از درختان نادر و کمیاب در دنیا و از معدود سوزنی‌برگان بومی ایران است. این درخت همیشه‌سبز در ایران با نام‌های سوختال و سیردار نیز شناخته می‌شود که متعلق به گونه *Taxus baccata* می‌باشد (۳). مطالعات فسیل‌شناسی نشان می‌دهند قدمت درختان سرخدار بالغ بر ۱۹۰ میلیون سال می‌باشد (٦). سرخدار در اغلب جنگل‌های

شمالی ایران از آستارا تا گرگان به صورت پراکنده در ارتفاعات ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ متری گسترش دارد. این گونه تنها در منطقه "پونه‌آرام" واقع در سیاه رودبار دره زرین‌گل از توابع علی‌آباد کتول، تشکیل جنگل‌های خالصی را می‌دهد که مساحت آن به ۱۰۰ هکتار می‌رسد (۳). این منطقه در زمره یکی از مهم‌ترین ذخیره‌گاه‌های ژنتیکی سرخدار در جهان به حساب می‌آید. همچنین "افراتخته" واقع در علی آباد کتول یکی دیگر از ذخیره گاه‌های مهم سرخدار در ایران و حتی در جهان می‌باشد که در آن درختانی با قدمت بسیار زیاد (سن برخی بیش از ۱۰۰۰ سال تخمین زده می‌شود) به طور انبوه و گاهی به صورت توده‌های خالص رویش دارند (۱). این رویش‌گاه به عنوان ذخیره‌گاه ژنتیکی سرخدار ایران در سال ۱۳۷۱ معرفی شده است. ارتفاع درختان مسن سرخدار به بیش از ۱۸ متر و قطر آنها به یک متر می‌رسد (٦). هرچند رویش‌گاه‌های پونه آرام و افراتخته همانند دیگر مناطق جنگلی شمال کشور از عوامل تخریب مصون نمانده‌اند ولی شرایط توپوگرافی بسیار ناهموار (دامنه‌های پرشیب و متعدد) منطقه سبب شده است تا بخش‌هایی از رویشگاه همواره به صورت نمونه‌های بکر و دست‌نخورده‌ای از بوم‌سازگان طبیعی باقی بمانند (۱). این گونه جز گونه‌های ممنوع‌القطع در ایران می‌باشد ولی چوب مستحکم، در حین حال انعطاف‌پذیر، زیبا و خوش‌نقش سرخدار منتج به قطع غیرمجاز این درختان توسط قاچاقچیان چوب می‌گردد. از طرف دیگر اهالی شمال ایران برای این‌که دام حین چرا در جنگل آسیب نبینند نهال‌های سرخدار را از خاک بیرون می‌آورند. چوب، پوست، شاخه و به خصوص برگ این درخت دارای ماده‌ای به نام تاگزین (Taxin) می‌باشند. این آلکالوئید، از سموم قلب و سیستم عصبی بوده و در صورت مصرف توسط دام و انسان می‌تواند باعث مرگ سریع شوند. همچنین قارچ‌های بیمارگر، حشرات، پرندگان و جوندگان خسارات قابل توجهی را روی سرخدار بوجود می‌آورند. از مهم‌ترین قارچ‌های بیمارگر سرخدار می‌توان به *Rhizoctonia solani*، *Cylindrocarpon radicola* و *Diplodia taxi* و شبه‌قارچ *Phytophthora cinnamomi* اشاره نمود (٦). مجموعه عوامل ذکر شده باعث کاهش شدید تراکم پایه‌های سرخدار شده و آن را در معرض انقراض قرار می‌دهند. در کنار مصارف یاد شده، سرخدار در زمره یکی از با ارزش‌ترین گیاهان دارویی به شمار می‌آید. بخش گوشتی دانه سرخدار (Aril) سمی نبوده و عصاره بدست‌آمده از آن برای درمان سرفه‌های مزمن، سیاه‌سرفه، سنگ کلیه، دیابت، رماتیسم، نرمی استخوان، اسکوربیت، صرع و دیفتری مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین در قسمت گوشتی میوه این درختان نوعی ماده رنگی کاروتنوئیدی به نام رودوگزانتین (Rhodoxanthine) وجود دارد که در صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی کاربرد دارد (۳). طی ۵۰ سال گذشته، کشف و اثبات خواص ضد سرطانی دی‌ترپنوئیدی بنام پاکلی‌تاکسل (Taxol: Palcitaxel) که از گونه‌های مختلف جنس *Taxus* بدست می‌آید منجر به اهمیت روز افزون حفظ و نگهداری رویشگاه‌های این درختان گردیده است (۸).

پاکلی‌تاکسل (تاکسول)

پاکلی‌تاکسل نام عمومی تاکسول می‌باشد. تاکسول نام تجاری است که توسط شرکت Bristol Myers Squib ثبت گردیده است (۵). اولین جداسازی تاکسول خالص در سال ۱۹٦٦ از پوست درخت سرخدار اقیانوس آرام (*T. brevifolia*) انجام پذیرفت. کشف تاکسول در واقع بخشی از یک پروژه است که توسط انیستیتوی ملّی سرطان آمریکا بین سال‌های ۱۹۵۸ تا ۱۹۷۰ انجام شد که طی آن خواص ضد سرطانی حدود ۱۱۰،۰۰۰ ترکیب بدست‌آمده از گیاهان

مورد بررسی قرار گرفت (۵). این متابولیت طبیعی با اتصال اختصاصی به بتا-توبولین مانع از تقسیم میتوزی سلول‌های سرطانی شده و دارای تاثیر شگرف بر علیه انواعی از سرطان از قبیل سینه، رحم، ریه، مثانه و سر و گردن می‌باشد. تاکسول با تشکیل دوک‌های غیرطبیعی تقسیم موجب توقف همانندسازی در فاز G_2/M DNA شده و بدین‌ترتیب منجر به مرگ سلول‌های هدف می‌گردد (۸). از دیگر مزایای این ترکیب می‌توان به سمیت کم برای بیماران تحت درمان اشاره نمود (۳۸). فروش جهانی تاکسول در سال ۲۰۰٤ بالغ بر سه میلیارد دلار تخمین زده شده است (۳۲). غلظت تاکسول بین گونه‌های مختلف سرخدار متفاوت می‌باشد. حتی در یک گونه خاص، تنوع در غلظت تاکسول مشاهده می‌شود. این تفاوت می‌تواند ناشی از سن درخت، فصل و نوع اندامی باشد که مورد نمونه‌برداری قرار گرفته است (۳۱). مطالعات صورت گرفته در جوامع جنگلی گرگان نشان می‌دهد که بالاترین غلظت تاکسول سرخدار در برگ‌ها (بین ۰/۰۲۸۵ تا ۰/۰۵۵ درصد وزن خشک) و ریشه‌ها (۰/۰۲۳ تا ۰/۰٤۷ درصد وزن خشک) وجود دارد و پوست ساقه‌های جوان در مرتبه بعدی قرار دارند. کمترین غلظت تاکسول هم در شاخه‌ها (بین ۰/۰۰۱۳ تا ۰/۰۰۵ درصد وزن خشک) مشاهده می‌شود. بررسی تغییرات فصلی نشان داد بالاترین غلظت تاکسول در برگ‌ها، ساقه‌های جوان و پوست در شهریور ماه وجود دارد (۵). تنوع مشاهده شده به علت بیان متفاوت ژن‌های دخیل در بیوسنتز آن می‌باشد که تحت تاثیر فصل، سن درخت، اندام گیاهی و همچنین تنوع اندوفیت‌های مهمان قرار می‌گیرند (۳۱). همچنین تاکسول توسط گیاهان دیگر از جمله انواع قندق و کاج و قارچ‌های اندوفیت سرخدار و سایر گیاهان تولید می‌گردد (۷).

اندوفیت‌های قارچی و اهمیت آن‌ها

اندوفیت‌ها شامل دسته‌ای از قارچ‌ها و یا باکتری‌ها می‌شوند که حداقل دوره‌ای از چرخه زندگی خود را در گیاهان به صورت درون سلولی و یا بین سلولی به سر می‌برند بدون این‌که نشانه‌ای از حضورشان مشاهده گردد. در واقع اندوفیتی ممکن است مرحله‌ای از چرخه زندگی یک قارچ ساپروفیت، بیمارگر و یا اندومیکوریز باشد (۲٦). طی شرایط خاص مانند تنش‌های محیطی، بروز بیماری و حمله آفات برخی از اندوفیت‌های قارچی که تاکنون همزیست میزبان خود بوده‌اند به حالت پارازیت تغییر یافته و علائم بیماری بروز می‌نماید (۲۵). در این مورد یکی از بارزترین مثال‌ها می‌توان به بیماری زغالی درختان جنگلی اشاره داشت که توسط گونه‌هایی از جنس قارچی *Biscogniauxia* ایجاد می‌گردد. تاکنون این بیماری در ایران روی بلوط بلند مازو (*Quercus castaneifolia*) در جنگل‌های استان گلستان گزارش گردیده است (۲۲). فرم غیرجنسی این قارچ متعلق به جنس‌های *Nodulisporium*، *Periconiella* و *Virgariella* می‌باشد (۳۰). آنامورف *Nodulisporium* یکی از جنس‌های مطرح در تولید تاکسول می‌باشد که از سرخدار جدا شده است (۳٤). حضور اندوفیت‌ها در اغلب گیاهان آوندی، خزه‌ها، جلبک‌ها، بریوفیت‌ها، پتریدیوفیت ها و حتی گلسنگ‌ها به اثبات رسیده است. این حضور به‌صورت اختصاصی برای میزبان نمی‌باشد بلکه در یک گیاه ممکن است چندین گونه اندوفیت حضور داشته باشند. همچنین جدایه‌های یک گونه قارچی اندوفیت در گیاهان متعلق به گونه‌ها، جنس‌ها و حتی خانواده‌های مختلف ردیابی شده‌اند. از نظر اکولوژیکی اندوفیت‌های قارچی در گیاهان متعلق به مناطق آب و هوایی مختلف از قبیل سردسیری، معتدله و گرمسیری وجود دارند (۱۸). اغلب

اندوفیت‌های قارچی درختان چوبی متعلق به شاخه Ascomycota می‌باشند (۲۸). تعداد گونه‌های اندوفیت قارچی در حدود ۱،۳ میلیون گونه تخمین زده شده است (۱۲) که بخش بزرگی از یک و نیم میلیون گونه تخمینی سلسله قارچ‌ها را در بر می‌گیرد (۱۵). اگرچه همزمان با پیشرفت روش‌های مولکولی، این رقم افزایش یافته است به نحوی که در سال ۲۰۰۵ توسط اوبرایان و همکاران و در سال ۲۰۱۰ توسط تایلور و همکاران حدود یک و نیم میلیون گونه تخمین زده شده است (۱۱). از آن‌جایی که تعداد ۹۰ گونه قارچی اندوفیت در یک برگ درخت و ٦۰ جنس قارچی اندوفیت در ریشه گیاه علفی شناسایی شده‌اند، بسیاری از قارچ‌شناسان بر این عقیده می‌باشند که اندوفیت‌ها بخش عظیمی از جمعیت سلسله قارچ‌ها را تشکیل می‌دهند و به عبارتی دیگر اعظم قارچ‌ها می‌توانند دارای مرحله اندوفیتی در چرخه زندگی خود باشند (۲٦).

قارچ‌های اندوفیت با تولید متابولیت‌های ثانویه و در اختیار گذاشتن آنها به میزبان خود مزایای زیادی برای گیاهان فراهم می‌آورند که از این دسته می‌توان به افزایش دسترسی مواد غذایی، مقاومت به بیماری‌ها، آفات، تنش‌های محیطی از قبیل شوری، اسیدیته و خشکی اشاره داشت (٦). به‌عنوان مثال متابولیت‌های تولید شده توسط اندوفیت‌های متعلق به جنس *Balansia* باعث افزایش مقاومت فسکوی مناطق سردسیر به تنش خشکی، آفات و بیماری‌ها می‌گردند (۱۹). همچنین به اثبات رسیده است که اندوفیت‌های قارچی فسکوی بلند مسئول تولید توکسین‌هایی هستند که باعث مسمومیت دام و مصونیت گیاه در برابر خطر چرا می‌گردند. از این دسته از توکسین‌ها می‌توان به Clavinet alkaloids، Lysegic acid amides و Ergopeptines اشاره نمود (۲۷). تنوع زیاد اندوفیت‌های قارچی و سازگاری آن‌ها با تعداد فراوانی از گیاهان، منبع عظیمی از متابولیت‌های ثانویه را فراهم می‌آورد که بسیاری از آن‌ها در صنایع داروسازی کاربرد دارند. به‌طور کلی متابولیت‌های استخراج شده از اندوفیت‌های قارچی جز آلکالوئیدها، سیکلوکالازین‌ها، پلی‌کتیدها، ترپنوئیدها، فلاونوئیدها و استروئیدها قابل طبقه‌بندی می‌باشند (۱۳).

ردیابی اندوفیت‌ها از طریق روش‌های کلاسیک و مولکولی قابل اجرا می‌باشد. مطالعه صورت گرفته نشان داد اگرچه تعداد گونه بیشتری در روش مبتنی بر PCR از اندوفیت‌های یک گیاه قابل شناسایی می‌باشد ولی در مقام مقایسه با روش کشت روی محیط غذایی، این تشخیص از نظر سیستماتیک قارچ‌ها تنوع کم‌تری دارد (۱۰). به عبارتی دیگر ردیابی برخی از تاکسون‌های قارچی به کمک روش‌های سنتی بهتر انجام می‌پذیرد. از طرف دیگر روش‌های مولکولی به‌خصوص انگشت‌نگاری DNA دارای قدرت بیشتری در تفکیک و تشخیص گونه‌های جدید می‌باشند. تنوع گونه‌های بدست‌آمده در روش کلاسیک تحت تاثیر زمان نمونه‌برداری، روش ضدعفونی سطحی و اندازه نمونه‌ها، نوع محیط کشت و شرایط نگهداری آن‌ها قرار می‌گیرد. مهم‌ترین عیب در روش انگشت‌نگاری DNA، عدم شناسایی یک ناحیه ژنومی می‌باشد که بتواند به‌صورت عمومی گونه‌های متعلق به تاکسون‌های مختلف را تشخیص بدهد. از دیگر مشکلات روش‌های مولکولی می‌توان به دشواری تشخیص خط برش در BLAST و اطلاعات نادرست پایگاه‌های اطلاعاتی نام برد که در نهایت منجر به تشخیص اشتباه می‌گردند (۲٤). بنابراین پیشنهاد می‌گردد در مطالعه تنوع اندوفیت‌ها از تلفیق روش‌های کلاسیک و مولکولی باید بهره برد (۲٦).

اندوفیت‌های قارچی دخیل در تولید تاکسول

تعامل بین اندوفیت و میزبان روی متابولیت‌های تولید شده در گیاهان تاثیر می‌گذارد که از طریق اثرات متقابل بین ژن‌های اندوفیت و گیاه کنترل شده و همچنین تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند (۲۳). نتایج تحقیقات نشان می‌دهند که الگوی بیان ژن در گیاهان پس از آلودگی به اندوفیت‌ها تغییر می‌یابد (۱۸). تحقیقات انجام‌شده نشان داد استفاده از تیمار قارچ‌کش و حذف اندوفیت‌ها، منجر به کاهش شدید غلظت تاکسول در درختان سرخدار شده است (۳۱). مطالعات آزمایشگاهی نشان داد کشت بافت سرخدار (*T. chinensis*) به همراه قارچ *Fusarium mairei* منجر به افزایش غلظت تاکسول در محیط کشت تا ۳۸ برابر بیشتر نسبت به زمانی گردید که کشت بافت سرخدار به تنهایی انجام می‌گردد (۲۱).

تاکنون ۱۸ جنس قارچی به عنوان اندوفیت‌های دخیل در تولید تاکسول از سرخدار و سایر گیاهان شناسایی شده‌اند (۳۱). اولین گونه قارچی تولید کننده تاکسول با نام *Taxomyces andreanae* در سال ۱۹۹۳ از درخت سرخدار بدست آمد (۳۳). برخلاف بسیاری از متابولیت‌های تولیدشده توسط اندوفیت‌ها، بیوسنتز تاکسول مستقل از سرخدار بوده و قارچ‌های اندوفیت سرخدار قادر به تولید تاکسول خارج از میزبان گیاهی می‌باشند (۱٤). قارچ‌های اندوفیت سرخدار به مانند میزبان خود قادر به بیوسنتز تاکسول از طریق هر دو مسیر موالونات و غیر موالونات می‌باشند (۳۱).

مهم‌ترین گونه‌های قارچی که نقش آن‌ها در تولید تاکسول به اثبات رسیده است شامل *Taxomyces andreanae* جدا شده از سرخدار اقیانوس آرام (*T. brevifolia*)، *Pestalotiopsis guepinii* جدا شده از نوعی کاج (*Wollemia nobilis*)، *Periconia* sp. جدا شده از *Torreya grandifolia*، *Seimatoantlerium nepalense* جدا شده از سرخدار هیمالیایی (*T. wallachiana*)، *Tubercularia* sp. جدا شده از سرخدار تایوانی (*Taxus mairei*)، *Bartalinia robillardoides* جدا شده از نوعی سیب سنگی یا Bengal Quince (*Aegle marmelos*)، *Phyllosticta spinarum* جدا شده از گونه‌های سرو (*Cupressus* sp.)، *Xylaria* sp.، *Sordaria* sp.، *Metarhizium anisopliae* و *Coniothyrium diplodiella* جدا شده از سرخدار چینی (*T. chinensis*)، گونه‌های *Paraconiothyrium* جدا شده از گونه‌ای سرخدار هیبرید (*T. xmedia*) و گونه‌های *Pestalotiopsis* جدا شده از سرخدار ژاپنی (*T. cuspidate*) می‌باشند (۱۷). نکته جالب توجه این است که برخی از این اندوفیت‌ها دارای میزبان‌هایی به غیر از سرخدار هستند. سایر جنس‌های مهم قارچی که به عنوان اندوفیت‌های تولید کننده تاکسول از درختان سرخدار جدا شده‌اند می‌توان به *Alternaria*، *Phoma*، *Guignardia*، *Phomopsis*، *Colletotrichum*، *Gibberella*، *Nigrospora*، *Glomerella* و *Nodulisporium* اشاره نمود (۳٤). در ایران، تا کنون تحقیقاتی پیرامون شناسایی اندوفیت‌های قارچی تولید کننده تاکسول انجام پذیرفته است. بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط اشکذری و همکاران، ۲۰ گونه قارچی اندوفیت سرخدار بومی ایران شناسایی شده‌اند که برخی شامل *Absidia spinosa* var. *spinosa*، *Alternaria alternata*، *Alternaria longipes*، *Aspergillus niger*، *Aureobasidium pullulans*، *Cheiromoniliophora elegans*، *Coniothyrium* sp.، *Cyclothyrium* sp.، *Cytospora leucostoma*، *Epicoccum nigrum*، *Fusarium lateritium*، *Fusarium tricinctum*، *Lecanicillium lecanii*، *Nemania serpens*، *Paraphoma fimeti*، *Phoma pratorum*،

Sclerostagonospora cycadis و *Seimatosporium pezizoides* می‌باشند. اما اطلاعی از پتانسیل تولید تاکسول توسط جدایه‌های بدست آمده در این تحقیق وجود ندارد (۲). بر اساس مطالعه صورت گرفته توسط نصیری مدیسه و همکاران، تعداد ۸۰ جدایه از اندوفیت‌های قارچی از درختان سرخدار بومی ایران بدست آمده‌اند که ضمن عدم مشخص بودن نام علمی جدایه‌ها، مشخص شده است بیش‌ترین میزان تاکسول در جدایه‌ای با نام TbPm4 (۲۱/۷٤ میکروگرم در لیتر) وجود دارد (۷). بنابراین به نظر می‌رسد علاوه بر مطالعات صورت گرفته، همچنان عرصه برای شناسایی اندوفیت‌های قارچی سرخدار در ایران باز بوده و در راستای بهره‌مندی از این منبع غنی هنوز در ابتدای راه قرار داریم.

ضروریت بکارگیری از اندوفیت‌های قارچی در تولید تجاری تاکسول

تاکنون بیش‌ترین میزان تاکسول در پوست *T. xmedia* و *T. yunnanensis* (حدود ۰/۰۰۷ درصد) ردیابی شده است. تولید یک کیلوگرم تاکسول نیازمند قطع ۲۰۰ تا ۲۵۰۰ اصله درخت سرخدار ۲۰۰ ساله می‌باشد. هر بیمار در طول دوره درمان به دو گرم تاکسول خالص نیاز دارد که از قطع شش اصله درخت سرخدار بدست می‌آید. با توجه به محدودیت منابع سرخدار، اهمیت حفظ آن‌ها و در راستای کاهش هزینه‌های شیمی‌درمانی استفاده از روش‌های جایگزین در تولید این ماده ارزشمند ضروری به نظر می‌رسد (۷ و ۳۸). در این راستا تحقیقاتی پیرامون سنتز کامل، تولید تاکسول نیمه‌سنتزی، ردیابی تاکسول در سایر گیاهان، تولید آن به کمک اندوفیت‌های قارچی و بهبود روش‌های کشت بافت سرخدار انجام شده است (٤).

محققین تلاش‌های زیادی نموده‌اند تا سنتز کامل تاکسول را انجام بدهند اما سنتز شیمیایی آن بسیار پرهزینه، دارای مراحل کاری دشوار و کارایی کم می‌باشد، بنابراین این روش هیچ سهمی در تولید تجاری این دارو نداشته است (۳٤). تولید نیمه‌سنتزی تاکسول نیازمند ترکیبات پیش‌ماده مانند باکاتین III می‌باشد که جداسازی و تخلیص آن از فنولیک‌ها، چربی‌ها و دیگر متابولیت‌های گیاهی امری پیچیده و هزینه‌بردار می‌باشد (۱٦ و ۳٤). تاکسول در پوست درختان فندق نیز ردیابی شده است. میزان تاکسول فندق در حدود ده برابر کمتر نسبت به سرخدار ارزیابی شده است (۱۷). در ایران استخراج مستقیم از بافت گیاهی به علت خطر انقراض درختان سرخدار، کندی رشد و غلظت کم تاکسول در بافت‌های سرخدار بومی ایران (*T. baccata*) منتفی می‌باشد (۸). از طرف دیگر، جداسازی و خالص نمودن تاکسول از بافت‌های سرخدار بسیار مشکل بوده و نیازمند صرف هزینه‌های زیادی می‌باشند. وجود موم‌های گیاهی، کلروفیل و سایر متابولیت‌ها که بعضا برای انسان سمی می‌باشند از دیگر معایب استخراج مستقیم تاکسول از بافت گیاهی سرخدار به شمار می‌آیند (۱۷). اگرچه روش‌های مبتنی بر کشت بافت از نظر زیست‌محیطی ارزشمند می‌باشند ولی طولانی بودن دوره انکوباسیون از معایب آن به شمار می‌آیند. در سال ۲۰۰۲ گزارش فراتولیدی تاکسول (٦۱۲ میکروگرم در لیتر) از بیوراکتورهای کشت بافت *T. chinensis* ارائه گردید. به‌عنوان روشی جایگزین، استفاده از کشت‌بافت سرخدار همزمان با تلقیح سوسپانسیون قارچی، منجر به افزایش القا بیان ژن‌های کد کننده تاکسول گشته و نتایج خوبی را به دنبال می‌آورد (۳٤).

با پیشرفت روزافزون دانش و فناوری مرتبط با علوم بیوتکنولوژی و قارچ‌شناسی، انتظار می‌رود راندمان تولید تاکسول با منبع اندوفیت‌های قارچی هم‌چنان افزایش یابد. معرفی روش‌های جدید در ردیابی و شناسایی گونه‌های اندوفیت قارچی، ژن‌ها و مسیرهای بیوشیمیایی دخیل در بیوسنتز تاکسول، فناوری انتقال ژن و ایجاد موجودات نوترکیب در کنار بهبود فرمانتاسیون تجاری قارچ‌ها کمک شایانی به این انتظار می‌نماید (۳۸). از زمانی که ژن‌های کدکننده تاکسول (10-deacetylbaccatin-III-10-*O* acetyl transferase و C-13 phenylpropanoid side chain-CoA acyl transferase) شناسایی شده است، تشابه ترادف اسید نوکلئوتیدی سرخدار با حداقل سه گونه از ۹۰ گونه اندوفیت بدست‌آمده از این درختان مشاهده شده است (۳٦). در این میان نظریه انتقال افقی این ژن از سرخدار به اندوفیت *T. andreanae* بیشتر مطرح می‌باشد (۳۲). بر اساس مطالعات صورت گرفته، خاصیت قارچ‌کشی تاکسول به‌خصوص روی شبه‌قارچ‌های Oomycetes مشاهده شده است که نمایانگر یکی از وظایف مهم اندوفیت‌های قارچی در رابطه همزیستی خود با سرخدار یعنی افزایش مقاومت به بیمارگران گیاهی می‌باشد (۳۵). علی‌رغم تاثیر قارچ‌کشی تاکسول ، اندوفیت‌های تولید کننده دارای مقاومت نسبت به آن می‌باشند (۳۱). میزان تاکسول در کشت *Pestalotiopsis microspore* جدا شده از *T. wallichiana* حدود ٦۰ تا ۷۰ میکروگرم/ لیتر اندازه‌گیری شده است (۷). عدم نیاز به بافت گیاهی و کمک به حفظ آن از خطر انقراض، مقرون به صرفه بودن از نظر زمانی و اقتصادی، تولید کارآمد محصول به واسطه دست‌یابی به انبوهی از جمعیت قارچی به کمک روش‌های فرمانتاسیون و سهولت در دستورزی ژنتیکی قارچ‌ها در جهت افزایش راندمان تولید از مهم‌ترین مزایای استفاده از اندوفیت‌های قارچی سرخدار در تولید تاکسول می‌باشد (۳٤). با بهبود تکنیک‌های آزمایشگاهی، محققین موفق به دستیابی به راندمان بسیار زیاد (۸۰۰ میکروگرم/ لیتر) در استخراج تاکسول از محیط کشت قارچی شده‌اند که نمایانگر پتانسیل اندوفیت‌ها در تولید این ماده ضروری می‌باشد (۳۷).

نتیجه‌گیری

با توجه به مطالب ذکر شده، به نظر می‌رسد بهترین راهکار در فرایند تجاری تولید تاکسول، بهره‌گیری از اندوفیت‌های قارچی باشد. امید است بکارگیری این عوامل منتج به کاهش هزینه‌های درمانی بیماران مبتلا به انواع سرطان گردد. در این راستا در مرحله اول، جداسازی و شناسایی اندوفیت‌های درختان سرخدار و سایر گیاهان از جمله فندق ضروری است. به دنبال آن، غربالگری گونه‌های قارچی که دارای ژن‌های کدکننده متابولیت‌های موثر در مسیر بیوسنتز تاکسول می‌باشند منجر به شناسایی اندوفیت‌های دخیل در تولید این داروی ارزشمند می‌گردد. این مهم با انجام واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز (PCR) و تکثیر اختصاصی ژن *DTAB* قابل اجرا است. اما با در نظر داشتن این موضوع که پتانسیل تولید تاکسول در شرایط کشت درون شیشه‌ای (In Vitro) در تولید تجاری این دارو اهمیت دارد، در ادامه ردیابی و شناسایی آن دسته از اندوفیت‌های دارای ژن *DTAB* که به طور مستقل و خارج از میزبان توانایی تولید تاکسول را دارا هستند باید در دستور کار قرار گیرد. این امر با بکارگیری روش‌های مبتنی بر کروماتوگرافی صورت می‌پذیرد. در این راستا شناسایی اندوفیت‌های تولید کننده تاکسول با بکارگیری کروماتوگرافی لایه نازک (TLC: Thin Layer Chromatography) انجام می‌پذیرد. تکنیک TLC نسبت به سایر روش‌های کروماتوگرفی از

سرعت بیشتری برخوردار بوده، نیاز به امکانات و تجهیزات پیشرفته آزمایشگاهی ندارد و از طرف دیگر مقرون به صرفه می‌باشد. لازم به ذکر است TLC یک روش کیفی بوده، بنابراین برای کمی‌سازی راندمان تولید آن نزد اندوفیت‌های قارچی، می‌توان از HPLC (High Pressure Liquid Chromatography) استفاده نمود. از این اندوفیت‌های قارچی می‌توان در تولید تجاری تاکسول بهره جست و با استفاده از تکنیک‌های دست‌ورزی ژنتیکی و بهبود شرایط فرمانتاسیون به فراتولید این دارو دست یافت.

منابع

۱-اسماعیل‌زاده، ا. و حسینی، م. ۱۳۸٦. رابطهٔ بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی با شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی در ذخیره‌گاه سرخدار افراتخته، محیط شناسی، ٤۳: ۲۱-۳۰.

۲-جمع اشکذری، س.، فتوحی‌فر، خ.، ب. و فرزانه، م. ۱۳۹۲. شناسایی قارچ‌های اندوفیت درختان سرخدار معمولی در ایران، خلاصه مقالات اولین کنگره قارچ‌شناسی ایران، گیلان، ص ۵۲.

۳-رضوی، ع. ۱۳۸۸. محصولات فرعی جنگل و مرتع، موسسه فرهنگی انتشاراتی گرگان، صفحات: ۲۵۸-۲٦۱.

٤-قربانلی، م. و دلاور، ک. ۱۳۸۰. بررسی اثر نوع و غلظت قندها بر میزان تولید تاکسول در کشت بافت سرخدار *Taxus baccata* L.، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۲ (۳): ۵۷۵-۵۸۳.

۵-گنجعلی، ر.، شریف نبی، ب. و میر لوحی، آ.ف. ۱۳۸۳. روش‌های کلایسک و آغازگرهای اختصاصی در ردیابی قارچ‌های اندوفیت در برخی گرامینه‌های علفی، رستنی‌ها، ۵ (۱): ۳۷-۵۱.

٦-مصدق، ا. ۱۳۸۰. درخت سرخدار، محیط‌شناسی، ۲۷ (۲۸): ۷۳-۷٤.

۷-نصیری مدیسه، ز.، مفید، م.ر.، ابراهیمی، م.، خیام‌نکویی، م و خسروشاهی، م. ۱۳۸۸. جداسازی قارچ‌های اندوفایت تولید کننده داروی ضد سرطانی تاکسول از سرخدار بومی ایران، مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، ۱۱(٤): ۱۰۱-۱۰٦.

۸-یزدانی، د.، شهنازی، س.، رضازاده، ش.ع. و پیرعلی همدانی، م. ۱۳۸٤. مروری بر درختان سرخدار، فصلنامه گیاهان دارویی، ٤ (۱۵): ۱-۸.

9.Aly, A., Debbab, A. and Kjer, J. 2010. Fungal endophytes from higher plants: a prolific source of phytochemicals and other bioactive natural products, Fungal Diversity, 41: 1–16.

10.Arnold, A.E. and Lutzoni, F. 2007. Diversity and host range of foliar fungal endophytes: are tropical leaves biodiversity hotspots?, Ecology, 88: 541–49.

11.Blackwell, M., 2011, The fungi: 1, 2, 3 … 5.1 million species?, American journal of botany, 98 (3): 426–438.

12.Dreyfuss, M.M. and Chapela, I.H. 1994. Potential of fungi in the discovery of novel, low molecular weight pharmaceuticals, In: Gullo, V.P., Discovery of natural products with therapeutic Potential, Butterworth-Heinemann, 49–80 pp.

13.Guo, B., Wang, Y., Sun, X. and Tang, K. 2008. Bioactive natural products from endophytes: a review, Applied biochemistry and microbiology, 44: 136–42.

14.Guo, B.H., Wang, Y.C., Zhou, X.W., Hu, K., Tan, F., Miao, Z.Q. and Tang, K.X. 2006. An endophytic Taxol-producing fungus BT2 isolated from *Taxus chinensis* var. *mairei*. African Journal of Biotechnology, 5(10):875–877.

15.Hawksworth, D.L. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. Mycological Research, 105: 1422–1432.

16.Holton R.A., Biediges, R.J. and Boatman, P.D. 1995. Semisynthesis of taxol and taxotere. In: Taxol: Science and Applications. CRC press, 97-121 pp.

17.Itokawa, H. and Lee, K. H., 2003, *Taxus*: The genus *Taxus*. Taylor & Francis press. 386 Pp.

18.Jalgaonwala, R. E, Mohite, B. V. and Mahajan, R. T., 2011, A review: Natural products from plant associated endophytic fungi, Journal of Microbiology and Biotechnology Research, 1 (2): 21-32
19.Kuldau, G. and Bacon, C., 2008, *Clavicipitaceous endophytes*: their ability to enhance resistance of grasses to multiple stresses, Biological control, 46: 57–71.
20.Kumaran, R.S., Kim, H.J. and Hur, B.K. 2010. Taxol promising fungal endophyte, *Pestalotiopsis* species isolated from *Taxus cuspidata*. Journal of Bioscience and Bioengineering, 110 (5):541–546.
21.Li, Y.C., Tao, W.Y. and Cheng, L. 2009. Paclitaxel production using co-culture of *Taxus* suspension cells and paclitaxel-producing endophytic fungi in a co-bioreactor, Applied Microbiology and Biotechnology, 83(2): 233–239.
22.Mirabolfathy, M. 2011. The occurrence of charcoal disease caused by *Biscogniauxia mediterranea* on Chestnut-leaved Oak (*Quercus castaneifolia*) in the Golestan forests of Iran, Plant disease, 95(7): 876.
23.Moricca, S. and Ragazzi, A. 2008. Fungal Endophytes in Mediterranean Oak Forests: A Lesson from *Discula quercina*, Phytopathology, 98(3):80-386.
24.Nilsson, R.H., Ryberg, M., Kristiansson, E., Abarenkov, K., Larsson, K.H. and oljalg, U. 2006. Taxonomic reliability of DNA sequences in public sequence databases: a fungal perspective, Plos one, 1:59.
25.Petrini, O. 1991. Fungal endophytes of tree leaves, In: Andrews J. A., Hirano, S. S., Microbial ecology of leaves, Springer, 179–197pp.
26.Porras-Alfaro, A. and Bayman, P. 2011. Hidden Fungi, Emergent Properties: endophytes and microbiomes, Annual review of phytopathology, 49: 291-315.
27.Roberts, C.A., Benedicts, H.R., Hill, N.S., Kjallenbach, R.L. and Rottinghaus, G.E. 2005. Determination of Ergot Alkaloid Content in Tall Fescue by Near-Infrared Spectroscopy, 45: 778-783.
28.Saikkonen, K., Faeth, S.H. and Helander, M.L. 1998. Fungal endophytes: a continuum of interactions with host plants, Annual review of ecology, evolution, and systematics, 29:319–343.
29.Schueffler, A. and Anke, T., Antimicrobial compounds from tree endophytes, In: Pirttilä, A., M., and Frank, C., Endophytes of forest trees: biology and applications, Springer, 265-311 pp.
30.Seifert, K.A., Jones, G.M., Gams, W. and Kendrick, B. 2011. The genera of hyphomycetes, CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 997 pp.
31.Soliman, S.M., Trobacher, C.P., Tsao, R., Greenwood, J.S. and Raizada, M.N. 2013. A fungal endophyte induces transcription of genes encoding a redundant fungicide pathway in its host plant, BMC Plant Biology, 13: 93-103
32.Staniek, A., Woerdenbag, H.J. and Kayser, O. 2009. *Taxomyces andreanae*: a presumed paclitaxel producer demystified? Planta Medica, 75: 1561–1566.
33.Stierle, A., Strobel, G. and Stierle, D. 1993. Taxol and taxane production by *Taxomyces andreanae*, an endophytic fungus of pacific yew. Science, 260: 214-216.
34.Xiong, Z.Q., Yang, Y.Y., Zhao, N. and Wang, Y. 2013. Diversity of endophytic fungi and screening of fungal paclitaxel producer from Anglojap yew, *Taxus xmedia*, BMC Microbiology, 13:71-81.
35.Young, D.H., Michelotti, E.L., Swindell, C.S. and Krauss, N.E. 1992, Antifungal properties of taxol and various analogues, Cellular and molecular life sciences, 48: 882–885.
36.Zhang, P., Zhou P.P. and Jiang, C. 2008. Screening of Taxol-producing fungi based on PCR amplification from *Taxus*, Biotechnology Letters, 30: 2119–2123.
37.Zhao, K., Ping, W.X., Zhang, L. N., Liu, J., Lin, Y., Jin, T. and Zhou, D.P. 2008. Screening and breeding of high taxol producing fungi by genome shuffling. Life science, 51: 222–231.
38.Zhou, X., Zhu, H., and Liu, L., Lin, J., and Tang, K. 2010. A review: recent advances and future prospects of taxol-producing endophytic fungi, Applied Microbiology and Biotechnology, 86:1707–1717.

مرگ برنامه ریزی شده سلولی (Programmed Cell Death) در باکتری‌ها

*محمدرضی نتاج[۱] و غلام خداکرمیان[۲]

[۱]مربی پژوهشی موسسه تحقیقات پنبه کشور، [۲]استاد بیماری‌شناسی گروه گیاهپزشکی دانشگاه بوعلی سینا همدان

*پست الکترونیکی: m.razi@areo.ir

تاریخ دریافت: ۹۲/٤/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۱٦

چکیده

درصورت عدم نیاز و یا آسیب به موجودات پرسلولی، برای حصول هموستازی و حفظ آن، خود را از بین می‌برند. این پدیده با فعال شدن ماشین خودکشی سلولی که به‌صورت ژنتیکی تنظیم می‌شود، انجام می‌گردد و به مشارکت فعال سلولی در یک فرآیند خودکشی بنام مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی نیاز دارد. عموماً مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی، در موجودات پرسلولی و ویوکاریوت انجام شده که در باکتری‌ها نیز وقوع این پدیده مشاهده شده است.

مقدمه

مرگ برنامه ریزی شده سلولی، خودکشی عمدی یک سلول ناخواسته در یک موجود پرسلولی است. اما در مقابل آن پدیده نکروز (necrosis) وجود دارد که شکل دیگری از مرگ سلولی است که از آسیب حاد بافت نتیجه می‌شود و باعث تحریک یک پاسخ التهابی می‌گردد. مرگ برنامه ریزی شده، طی یک فرآیند منظم، که عمدتاً مزایایی را برای آن موجود در چرخه زندگی‌اش ایجاد می‌کند، انجام می‌شود و وظایف اساسی طی نمو بافت گیاهان و جانوران پرسلولی را برعهده دارد.

نکروز به معنای مرگ برنامه ریزی نشده (passive) سلول‌ها یا بافت‌های زنده است. این پدیده در اثر عواملی نظیر زخم، آلودگی، سرطان، التهاب و تهاجم عوامل زنده و غیرزنده بوجود می‌آید و بوسیله آنزیم‌های خاص، اجرا می‌شود. بر خلاف PCD، سلول‌های مرده در اثر نکروز ممکن است مواد شیمیایی مضری را آزاد کنند که به سایر سلول‌ها آسیب برساند.سلول‌های یوکاریوتی میتوکندری‌دار در یک موازنه بین مرگ و زندگی به حیات خود ادامه دادند زیرا میتوکندری‌ها هنوز توانایی خود برای تحریک خودکشی سلولی (کشتن سلول یوکاریوتی) را حفظ کرده بودند و این پدیده با تکامل تبدیل به PCD گردیده که درآن میتوکندری‌ها اصلی‌ترین نقش را ایفا می‌کنند.

عموماً مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی، در موجودات پرسلولی و یوکاریوت اتفاق می‌افتد، در باکتری‌ها نیز مشاهده شده است. دو نوع مرگ برنامه ریزی شده در سلول‌های باکتریائی مشاهده شده است:

۱- مرگ با واسطه *mazEF*- ماژول توکسین- آنتی توکسین که در کروموزوم تعداد زیادی از باکتری‌ها وجود دارد و در باکتری *Escherichia coli* مطالعه شد (۳).

۲- در باکتری *Bacillus subtilis*، اپرون‌های *skf* و *sdp*، جمعیت‌هائی از سلول‌های باکتریائی تولیدکننده اسپور نابود می‌شوند (٤).

ماژول توکسین-آنتی‌توکسین در باکتری‌ها

از بهترین موارد مطالعه مرگ باکتری‌ها، ماژول‌های ژنتیکی به نام "addiction modules" یا سیستم‌های توکسین-آنتی‌توکسین است. هر مورد شامل دو ژن و ترکیب اختصاصی است: یکی شامل توکسین پایدار و دیگری آنتی توکسین ناپایدار (۳). سیستم‌های توکسین-آنتی‌توکسین هومولوگ نیز در کروموزوم تعداد زیادی از باکتری‌ها شناسایی شدند. در *E.coli* چندین جفت از چنین ژن‌هایی مانند *mazEF* (۱۳)، *chpBIK* (۱۲)، *relBE* (۱)، *yefM-yoeB* (۷)، *dinJ-yafQ* (۸) و *ecnA-ecnB* (٦) وجود دارند. اغلب مطالعات انجام شده نشان داده است که *mazEF* مسئول تنظیم مرگ برنامه ریزی شده سلول باکتری است.

***mazEF* در *E. coli* عامل خودکشی و تحریک مرگ سلول**

ماژول ژنتیکی *mazEF* حاوی دو ژن مجاور هم *maze* و *mazF* است که در پائین دست ژن *relA* قرار دارد. ژن *mazF* توکسین پایدار MazF را کد می‌کند که در موجود زنده توسط ATP-dependent ClpPA serine protease تجزیه می‌شود. MazE و MazF با هم تولید و واکنش می‌دهند. این سیستم‌ها در شرایط تنش فعال و بیان *mazEF* و سنتز MazE منجر می‌شود. این شرایط شامل:

۱. کمبود شدید آمینواسید منجر به تولید مولکول سیگنال دهنده کمبود ppGpp (گوانوزین ۵′/۳ بیس پیروفسفات) (۵).
۲. جلوگیری از رونویسی و یا ترجمه بوسیله آنتی بیوتیک‌هائی مانند ریفامپیسین، کلرامفنیکل و استرپتومایسین (١٤).
۳. پروتئین Doc (death on curing)، یک بازدارنده عمومی ترجمه که محصول سمی ماژول دو قسمتی *phd-doc* در پلاسمید پروفاژی P1 است. اثر کشندگی *phd-doc* P1 نیازمند وجود سیستم *mazEF* در *E.coli* است (۱۰).
٤. آسیب DNA در اثر میتومایسین سی، نالیدیکسیک اسید و اشعه ماورابنفش (۹).
۵. تنش اکسیداتیو (H_2O_2) (۹).

مرگ سلول‌های باکتریائی در شرایط تنش همراه باتحریک فعالیت ماژول *mazEF* است. موتانت اکسوتروف تیمین *E. colithyA* مرگ سلولی را در شرایط کمبود تیمین تحمل می‌کند. این پدیده به نام thymine-less death (TLD)، به‌طور گسترده‌ای در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها مشاهده می‌شود. معمولاً کمبود هر فاکتور رشد در باکتری‌ها، موجب بروز وضعیت باکتری وستاتیک می‌شود. کمبود تیمین آسیب به DNA را تحریک می‌کند و در نتیجه تخریب یا پیچیدگی کروموزوم، تمام مکانیسم‌های حفاظتی و بازسازی تحریک می‌شوند. چنین آسیب DNA، رونویسی از پروموتر P2 *mazEF* را کاهش داده که این مسئله می‌تواند برنامه مرگ سلول را فعال کند. پس *E. colimazEF* ماژولی خودکشی است که در شرایط تنشی القا و با جلوگیری از رونویسی یا ترجمه و بیان MazE عمل می‌کند. در این حالت از ترشح ماده سمی MazF جلوگیری نشده و در نتیجه موجب مرگ سلول می‌شود (٤).

MazF از طریق تاثیر اندوریبونوکلئولیتیک روی mRNAها از سنتز پروتئین جلوگیری می‌کند. اندوریبونوکلئاز ترجیحا، mRNAهای تک رشته و tmRNA (هیبرید tRNA-mRNA) را در ترادف‌های ACA می‌شکند. اثر اندوریبونوکلئولیتیک MazF می‌تواند از اولین مراحل PCD باشد. گام اول با اثر آنتاگونیستی MazE روی MazF می‌تواند برگشت‌پذیر باشد. MazE از تجزیه بیشتر mRNAها و tmRNA توسط MazF جلوگیری می‌کند و mRNAهایی که قبلاً

بریده شدند می‌توانند از طریق فعالیت tmRNA تجزیه نشده از ریبوزوم‌ها آزاد شوند. دو مکانیسم برای بازدارندگی ترجمه بوسیله MazF و القای مرگ سلول محتمل است:

۱- برخی از RNAهای تجزیه شده توسط MazF، پروتئین‌های کد می‌کنند که برای بقای سلول ضروری هستند.

۲- MazF تجزیه‌کننده mRNAها، در نقاط خاصی سنتز پروتئین‌های کد شده توسط mRNAها را هدایت می‌کند که نسبت به تجزیه MazF مقاوم هستند (۳).

گسترش *mazEF* در بین باکتری‌ها

ماژول‌های مشابه *mazEF* روی کروموزوم تعداد زیادی ازباکتری‌ها از جمله بیمارگرها وجود دارند که دارای خصوصیات زیر هستند:

۱- هیچ همبستگی بین وجود یا عدم وجود ماژول‌های مشابه *mazEF* در کروموزوم یک باکتری و رابطه فیلوژنیک آن با *E. coli* وجود ندارد. برای مثال در حالی که *E. coli* رابطه نزدیکی با *Salmonella typhimorium* دارد اما هیچ ژن مشابه با *maze* و یا *mazF*، در *E. coli* وجود ندارد. در مقابل باکتری‌های *Deinococcusradiodurans*، *Leptospirainterrogans*، *Neisseria meningitides* و *Streptococcus mutans*، حداقل با شباهت ۵ درصد، دارای ماژول‌هایی مشابه maze و mazF در *E. coli* هستند، در حالی که از نظر فیلوژنی رابطه ندارند.

۲- گاه ظاهرا ژنی وجود دارد که شباهت بسیار بالائی با mazF *E. coli* دارد. محصول ژن بالادست شباهت خیلی کمی با آنتی‌توکسین MazE دارد. البته پروتئینی که با آنتی توکسین MazE *E. coli* متفاوت است، ممکن است به‌عنوان آنتی‌توکسینMazF عمل کند. برای مثال در *Bacillus subtilis* ماژولی به نام *ydcDE* وجود دارد که محصول سمی آن YdsE به نام Endo A نامیده می‌شود، از نظر ترادف و ساختار شباهت بسیار زیادی به MazF *E. coli* دارد. Endo A نیز فعالیت اندوریبونوکلئولیتیک مشابه MazF دارد که به وسیله YdcDعمل می‌شود (٤).

۳- در کروموزوم‌های برخی از باکتری‌ها بیش از یک ماژول مشابه mazEF وجود دارد. باکتری *Mycobacterium tuberculosis* پاتوژن مخربی است که همولوگ‌های مشابه MazF دارد. کروموزوم این باکتری حداقل دارای هفت ژن (MazF-mt1 تا MazF-mt7) کد کننده محصولات مشابه MazF هستند. برخی از این ژن‌ها مانند MazF-mt1 وقتی در *E. coli* بیان شود، موجب مرگ سلولی می شود. MazF-mt1 یک اندوریبونوکلئاز با ویژگی مشابه *E. coli* MazF است (٤).

مرگ سلولی به‌عنوان دفاع در برابر گسترش آلودگی فاژ

وجود ماژول‌های مشابه mazEF در کروموزوم تعداد زیادی از باکتری‌ها، این مسئله را مطرح می‌کند که مرگ سلولی در فیزیولوژی و تکامل باکتری نقش ایفا می‌کند. مرگ ناشی از mazEF می‌تواند به‌عنوان مکانیسم دفاعی، در مقابل گسترش فاژ عمل کند. فاژهای P1 به دو صورت وجود دارند:

۱- ذرات ویرولنت که در سلول‌های میزبان گسترش یافته و با لیز کردن سلول باکتری آزاد می‌شوند.

۲- پروفاژهای لیزوژنیک که مانند پلاسمیدها با استفاده از منشاء مستقل خود همانندسازی می‌کنند. چنین فاژهائی، ژنی کد کننده را برای سرکوب حمل می‌کنند که بدون دخالت فاز لیتیک برای تکثیر در سلول میزبان مفید است. سلول‌های باکتری حامل پروفاژ، لیزوژن نامیده می‌شوند. وقتی لیزوژن‌های P1 Δ*mazEF* در اثر حرارت القاء

می‌شوند، اغلب سلول‌ها لیز می‌شوند، در حالی که فقط قسمت کوچکی از تیپ وحشی لیزوژن‌های P1 در اثر القای حرارتی لیز می‌شوند. علاوه بر این لیزوژن‌های P1 Δ*mazEF* به‌طور معنی‌داری فاژهای بیشتری را نسبت به لیزوژن‌های تیپ وحشی تولید می‌کنند. علی‌رغم وجود تفاوت در نحوه لیز کردن و تولید فاژ، در هیچ یک از این دو نوع پس از القای فاژ و آلودگی، کلنی تولید نمی‌شود (٤).

سلول‌های P1 Δ*mazEF* هیچ کلنی تولید نمی‌کنند زیرا آنها همگی توسط فاژها لیز می‌شوند. سلول‌های تیپ وحشی نیز فاژی تولید نمی‌کنند زیرا سلول‌ها، قبلاً در اثر ماژول mazEF از بین رفته‌اند. بنابراین ماژول mazEF از گسترش آلودگی جلوگیری و از اضمحلال جمعیت تیپ وحشی و پراکنش فاژهای P1 جلوگیری می‌کند. فعالیت mazEF ممکن است نقش محافظت عمومی جمعیت در مقابل گسترش فاژ داشته باشد. این مدل یادآور پاسخ ضد ویروسی یوکاریوت‌ها در اثر آپوپتسیس است و این امر را پیشنهاد می‌کند که ممکن است باکتری‌ها در برخی خصوصیات با موجودات پرسلولی مشترک باشند. ممکن است سیستم mazEF به‌عنوان محافظ کروموزوم باکتریایی عمل کند. برای مثال وقتی سیستم بازسازی DNA برای غلبه بر آسیب وارده گسترده کروموزومی ناموفق عمل کند، ممکناست مرگ سلولی ناشی از mazEF فعال و موجب نابودی سلول‌های جهش یافته و ژنوم معیوب شود. سیستم mazEF ممکن است در حصول پایداری ژنومی کل جمعیت نقش داشته باشد. این نقش بالقوه *mazEF* به نام "guardian chromosome حفاظت کروموزومی"، مزیتی برای باکتری فراهم می‌کند تا تداوم جمعیت باکتری را در پی داشته باشد. همچنین ممکن است مرگ ناشی از *mazEF*، در پاسخ به تنش شدید غذایی، برای باکتری مهم باشد. وقتی غذا کمیاب باشد، مرگ قسمتی از جمعیت باکتری می‌تواند مواد غذائی را برای سلول‌های باقی مانده فراهم کند. این عمل در طی اسپورزائی باکتری *B. subtilis* با فعال شدن سیستم PCD غیر مشابه mazEF یا سایر سیستم‌های توکسین– آنتی توکسین اتفاق می‌افتد (٤).

اپرون‌های *sdp* و *skf* در *B. subtilis*: عامل مرگ سلول‌های تولیدکننده اسپور

در شرایط محدودیت‌های غذائی، تولید اسپور در باکتری توسط پروتئین Spo 0A کنترل می‌شود. در آغاز اسپوزائی، Spo 0A دو اپرون را کنترل می‌کند: *skf*A-H (فاکتور مرگ آور تولیدکننده اسپور) و *sdp* ABC (پروتئین تاخیری تولیدکننده اسپور). در طی اسپورزائی اپرون *skf* مستقیماً فاکتور کشنده خارج سلولی تولید می‌کند. محصولات *skfE* و *skfF*، در بروز مقاومت به فاکتور کشنده یا توکسین نقش دارند. زیرا SkfE مشابه یکATP-binding cassetteو SkfF مشابه transport complex (ناقل ABC) عمل می‌کنند. این دو ممکن است به صورت یک پمپ صدور توکسین، با هم کار کنند. پروتئین ۵ کیلودالتونی SdpC (۲)، تولید شده توسط اپرون *sdpABC*، به‌صورت پروتئین سیگنال‌دهنده، رونویسی از اپرون دوژنی *sdpR1* (قبلاً به‌ترتیب به‌عنوان *yvbA* و *yvaZ*) در پائین دست *sdpABC* را تنظیم می‌کند. در صورتی که مواد غذائی محدود شوند، پروتئین Spo 0A در قسمتی از جمعیت (سلول‌های Spo 0A-ON) فعال می‌شود. در بقیه جمعیت سلول‌های (Spo 0A-OFF) این پروتئین خاموش می‌باشد. براساس مدل وقتی مرگ ناشی از کمبود مواد غذائی در کل جمعیت قطعی باشد سلسله اتفاقات زیر رخ می‌دهند (٤):

۱- در سلول‌های Spo 0A-ON، اپرون *skf* القاء و به‌صورت یک سلسله اتفاقات، فاکتور کشنده‌ای را به وسیله *skf* و پمپ (SkfE و SkfF) تولید و صادر می‌کند. بنابراین سلول‌های Spo 0A-ON از مرگ محافظت می‌کنند، اما سلول‌های Spo 0A-OFF فاکتور کشنده و پمپ را تولید نمی‌کنند و در نتیجه از بین می‌روند.

۲- علاوه بر این در سلول‌های Spo 0A-ON، اپرون *sdpABC* نیز القا و منجر به تولید پروتئین سیگنال SdpC می‌شود. سلول‌ها نسبت به سم SdpC تولید شده خود مقاوم هستند، چرا که اپرون *sdpR1* در مجاورت *sdpC* قرار دارد و ویژگی ایمنی‌زایی را کد می‌کنند که سلول‌های Spo 0A-ON را از تاثیر ماده سمی SpdC محافظت می‌کند. پروتئین ایمنی‌زایی SdpI پروتئین غشائی مفروض و SdpR یک خود بازدارنده است. سلول‌های Spo 0A-ON زنده مانده و سلول‌های Spo 0A-OFF به‌علت پروتئین SdpC از بین می‌روند. مرگ آنها مواد غذایی آزاد می‌کند که توسط سلول‌های Spo 0A-ON استفاده می شود. استفاده از این مواد غذایی اضطراری می‌تواند رشد سلول‌های فوق و تکمیل فرآیند تولید اسپور را فراهم کند. چنین امری برای جمعیت سلول باکتری می‌تواند مفید باشد زیرا تولید اسپور، نیازمند انرژی بسیار زیادی است که پس از طی مراحل اولیه، غیرقابل برگشت است. اگر در طی این دوره منابع غذائی در دسترس نباشند سلول‌های تولید کننده اسپور دچار مشکل می‌شوند (٤).

نتیجه‌گیری

مطالعه پدیده PCD در باکتری‌ها بسیار پایه ای و در ابتدای مسیر خود قرار دارد که مطالعات آینده موجب روشن شدن مسیرهای درگیر در مرگ سلولی و پاسخ به پرسش‌های موجود می شود. وجود PCD در باکتری‌ها و رشد در شرایط آزمایشگاهی پیشنهاد می‌کند که باکتری‌ها به ندرت رفتاری مانند یک موجود انفرادی داشته و مانند جانوران پرسلولی عمل می کنند. مثال‌هایی مانند ارتباط باکتری‌ها با هم از طریق مولکول‌های سیگنال "Quorum-Sensing" یک جنبه مهم از مفهوم میکروبیولوژی است.

منابع

1. Christensen, S.K., Mikkelsen, M., Pedersen, K. and Gerdes, K. 2001. RelE, a global inhibitor of translation, is activated during nutritional stress. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 98: 14328-14333.
2. Ellermeier, C.D., Hobbs, E.C., Gonzales-Pastor, J.E., and Losick, R. 2006. A three-protein signaling pathway governing immunity to a bacterial cannibalism toxin. Cell, 124: 549-559.
3. Engelberg, K.H., Sat, B., Reches, M., Amitai, S. and Hazan, R. 2004. Bacterial programmed cell death systems as targets for antibiotics. Ttrends in Microbiology, 12: 66-71.
4. Engelberg, K.H., Amitai, S., Kolodkin, G.I. and Hazan, R. 2006. Bacterialprogrammed cell death and multicellular behavior in bacteria. PLoS Genetics, 2: 1518-1526.
5. Engelberg-Kulka, H., Reches, M., Narasimhan, S., Schoulaker-Schwarz, R., and Klemes, Y. 1998. *rexB* bacteriophage λ is an anti -cell death gene. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 95: 15481-15486.
6. Gerdes, K., Christensen, S.K. and Lobner-Olesen, A. 2005. Prokaryotic toxin–antitoxin stress response loci. Nature Rev. Microbiol, 3: 371-382.
7. Grady, R. and Hayes, F. 2003. Axe-Txe, a broad-spectrum proteic toxin–antitoxin system specified by a multidrug-resistant clinical isolate of Enterococcus faecium. Mol. Microbiol, 47: 1419-1432.
8. Hayes, F. 2003. Toxins–antitoxins:Plasmid maintenance, programmed cell death, and cell cycle arrest. Science, 301: 1496-1499.
9. Hazan, R., Sat, B., and Engelberg-Kulka, H. 2004. *Escherichia coli mazEF*–mediated cell death is triggered by various stressful conditions. J. Bacteriol., 186: 3663-3669.

10. Hazan, R., Sat, B., Reches, M., and Engelberg-Kulka, H. 2001. The post-segregational killing mediated by the phage P1 "addiction module": *phd-doc* requires the Escherichia coli programmed cell death system *mazEF*. J. Bacteriol., 183: 2046-2050.
11. Lewis, K. 2000. Programmed Death in Bacteria. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 64: 503-514.
12. Masuda, Y., Miyakawa, K., Nishimura, Y., and Ohtsubo, E. 1993. *chpA* and *chpB, Escherichia coli* chromosomal homologs of the *pem* locus responsible for stable maintenance of plasmid R100. J. Bacteriol., 175: 6850-6856.
13. Metzger, S., Dror, I.B., Aizenman, E., Schreiber, G. and Toone, M. 1988. The nucleotide sequence and characterization of the *relA* gene of Escherichia coli. J. Biol. Chem., 263: 15699-15704.
14. Sat, B., Hazan, R., Fisher, T., Khaner, H., and Glaser, G. 2001. Programmed cell death in Escherichia coli: Some antibiotics can trigger the *MazEF* lethality. J. Bacteriol., 183: 2041–2045.

معرفی قارچ خوراکی "ترافل مکزیکی" برای بازار غذایی ایران

زینب السادات میراکبری

دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان

*پست الکترونیکی: zs.mirakbari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۱۶

چکیده

ترافل مکزیکی، قارچی است که با ورود اسپوریدی‌های عامل بیماری‌زای گیاهی *Ustilago maydis* به سلول‌های تخمدان ذرت، هر دانه بلال را به یک گال خوراکی خاکستری رنگ که در بخش درونی خود، سیاه رنگ است تبدیل می‌نماید. این قارچ بیماری‌زای گیاهی، که عامل بیماری سیاهک ذرت می‌باشد، تنها موجود بی‌نظیر و منحصر به‌فردی است که در صورت شناسایی ارزش‌های آن، مقبولیت آن در نزد کشاورز و بازار غذایی، از مقبولیت محصول اصلی ذرت، بیشتر خواهد شد. در حقیقت پس از ورود سلول‌های قارچ به درون سلول‌های ذرت، یک محصول غذایی "بسیار سالم‌تر از ذرت"، تولید می‌شود. مطالعاتی که تاکنون روی این بیمارگر در اغلب کشورها و ازجمله ایران صورت گرفته اغلب شامل مدیریت بیماری سیاهک ذرت و مطالعات ژنتیکی بوده است. در این مقاله، ضمن معرفی و اعلام تولید محصول غذایی" ترافل مکزیکی" برای اولین بار در ایران، و معرفی آن به‌عنوان قارچ خوراکی جدید به بازار غذایی و صنعت رستوران کشور، پاره‌ای از خصایص و ویژگی‌های این محصول جدید غذایی، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: Mexican Truffle، قارچ خوراکی، *Ustilago maydis*، سیاهک ذرت

مقدمه

با وجود تلاش‌های زیاد در جهان در جهت بالا بردن سطح سلامت جامعه، سوء تغذیه انرژی و پروتئین هم‌چنان مهم‌ترین مشکل تغذیه‌ای در اغلب کشورهای در حال توسعه و از جمله کشور ما است. برخی از علل بروز سوء تغذیه در ایران عبارتند از: توجه ناکافی به کیفیت و کمیت غذا به ویژه ریزمغذی‌ها و مصرف تنقلات کم ارزش. بنابراین با توجه به نیاز روز افزون به افزایش منابع غذایی و افزایش علاقمندی‌ها به غذاهای طبیعی و سالم، لازم است به‌منظور بهبود تغذیه جامعه، دسترسی فیزیکی به غذا از طریق کشت و تولید و عرضه مواد غذایی افزایش یابد. در این راستا، قارچ‌های خوراکی اختصاصی[1]، سرمایه‌گذاری تجاری نسبتاً جدیدی در ایالات متحده محسوب می‌شود. طی ۱۵ سال گذشته، تولید این‌گونه قارچ‌ها در آمریکا به‌طور متوسط هرسال ۲۰ درصد افزایش یافته و در سال ۲۰۰۰ میلادی ارزش حاصل از فروش آن‌ها ٤٥ میلیون دلار بوده است (۱۲).

ترافل مکزیکی با نام بومی Huitlacoche (مترادف: cuitlacoche)، نامی است برای گال‌های خوراکی، گوشتالو و جوان که بر روی خوشه ذرت بر اثر ورود قارچ بیماری‌زای سیاهک ذرت (*Ustilago maydis*) ایجاد می‌شود. این

1- Specialty mushrooms

قارچ، شیرین، مطبوع، خاکی، مرطوب و جنگلی بوده و طعمی مابین ذرت و قارچ‌های خوراکی و نزدیک به قارچ‌های دنبلان دارد (۹).

در سراسر جهان، این گال‌ها به"سیاهک ذرت"[1] موسومند و همه ساله مزارع ذرت را در شرایط آب و هوایی مساعد، متحمل خسارت می‌کنند. در واقع در هر نقطه از جهان که ذرت کشت شود، این بیماری منجر به خسارت ۱۰–۵ درصدی و یا بالاتر در این گیاه می‌شود (۷). همچنین کشاورزان برای سیلوی ذرت، گیاهان آلوده را حذف می‌کنند و ذرت‌های شیرین آلوده، حتی اگر آلودگی بسیار اندکی داشته باشند، دچار مشکل بازارپسندی شده و شدیداً غیرقابل استفاده در صنعت کنسرو و مواد غذایی خواهند بود (۱۵).

گال‌های ترافل مکزیکی، معمولاً ترکیبی از پوست رویی[2]، بافت چوبی[3]، بافت آبکش[4]، پارانشیم، و بافت اسکلرانشیم هستند. اندازه گال‌ها می‌تواند از دانه‌های ریز تا قطر چندین سانتی‌متری متغیر باشد. گال‌ها در ابتدا با بافت درخشان سفید مایل به سبز تا سفید مایل به نقره‌ای، پوشیده شده‌اند. بافت داخلی گال، تیره شده و به حجمی از تلیوسپورهای پودری قهوه ای زیتونی تیره تا سیاه، تغییر می‌یابد. گال بالغ نسبتاً اسفنجی است. وقتی‌که ترافل مکزیکی پخته می‌شود، ممکن است از نمونه خام، تیره‌تر شود (۲).

در مکزیک خوشه‌های ترافل مکزیکی به‌طور بسیار گسترده به‌عنوان یک غذای لذیذ و بسیار ارزشمند مصرف می‌شوند به‌طوری‌که آمار فروش خوشه‌های تازه آن، تنها طی دو ماه جولای و آگوست سال ۱۹۹۰ و تنها در شهر مکزیکوسیتی بالغ بر۴۰۰–۵۰۰ تن گزارش شده است (۳). در آمریکا این قارچ که محبوبیت آن خصوصاً در رستوران‌های گران‌قیمت، بسیار افزایش یافته، در زیرمجموعه "قارچ‌های خوراکی اختصاصی" کشت و تولید شده و در کنار مصرف تازه‌ی آن، کنسرو و منجمد شده این محصول، توسط چندین کمپانی محصولات غذایی، به ایالات مختلف آمریکا و چندین کشور اروپایی صادر می‌گردد (۱۲).

شکل۱– a: کنسرو ترافل مکزیکی (اقتباس از منبع شماره ۵)؛ b: خوشه تازه ترافل مکزیکی (اقتباس از منبع شماره ٤)؛ c: خوشه تازه ترافل مکزیکی (عکس از مزرعه شخصی نگارنده؛ گرگان؛ تابستان ۹۱)؛ d: ترافل مکزیکی پس از بسته‌بندی (عکس از نگارنده)

1- Common smut
2- Cortex
3- Xylem
4- Phloem

تاریخچه

ترافل مکزیکی در مکزیک به نام Huitlacoche موسوم است. این واژه، ریشه‌های اسپانیولی داشته و در زبان بومی آزتک‌ها که Nahuatl است، Cuitlacoche نامیده می‌شود. ترجمه تحت اللفظی این واژه، می‌تواند به‌صورت " ماده زائد خفته" – cuitlatl به‌عنوان "ماده زائد" و cochtli به‌عنوان "خفته"– معنا شود. "خفته" می‌تواند به طبیعت مخفی این قارچ خوراکی، که توسط غلاف‌های برگ پوشیده شده و بسته بندی می‌شود، احتمالاً اشاره نماید، اما می‌تواند به "دگرگونی مرتبط با آن– دنیایی و اخروی" که "حالتی رمزآلود از ذهن در حالت خواب" است، نیز ارجاع داده شود و این تعبیر احتمالاً به خواص دارویی این محصول اشاره دارد. همچنین" ماده‌ی زائد" در فرهنگ آزتک، به تشریفات و آئین‌های مذهبی تطهیر و خلوص، که برای پاک کردن بدن از اضافات و کردار مضر و دردناک، مرسوم است، ارتباط می‌یابد (۹).

رده‌بندی و چرخه زندگی

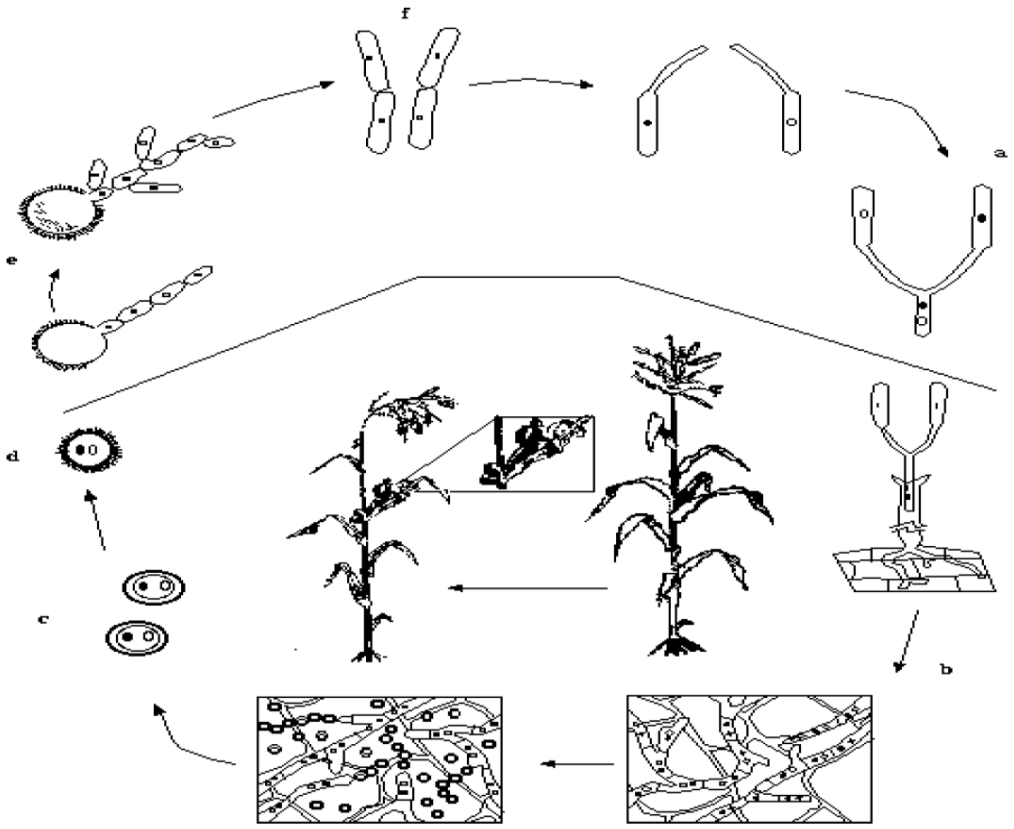
قارچ عامل سیاهک ذرت، از بازیدیومیست‌ها بوده و متعلق به شاخه Basidiomycota، رده Ustilaginomycete، راسته Ustilaginales، تیره Ustilaginaceae و جنس *Ustilago* می‌باشد که بافت‌های مریستمی را آلوده می‌کند (۱). گال‌ها تلیوسپورهای دیپلوئید را تولید کرده که مرحله زمستان‌گذران قارچ است. تلیوسپور جوانه‌زده و تشکیل پرومیسلیوم می‌دهد. پرومیسلیوم دستخوش میوز شده و اسپوریدی‌هاپلوئید تولید می‌کند. اسپوریدی هاپلوئید می‌تواند به آسانی در محیط کشت، ابقا شود. از بعد ژنتیکی، اسپوریدی‌های سازگار می‌توانند جفت شده و تشکیل ریسه‌ی آلودگی دیکاریون دهند. ریسه آلودگی، مرحله بیمارگر بوده که ذرت را آلوده می‌سازد (۱۳). جفتگیری و آلودگی، با دو لوکوس a و b کنترل می‌شوند. لوکوس a، لوکوس جفتگیری[1] بوده و لوکوس b، لوکوس بیماری‌زایی[2] است. شرکای جنسی، به آلل‌های مختلف در هر دو لوکوس a و b نیازمندند تا بتوانند ذرت را آلوده کنند. نژادهای‌هاپلوئید نمی‌توانند گیاه را آلوده سازند و در مقابل نژادهای دیپلوئید این توانایی را دارند (۷). تلقیح کلاله‌ها با نژادهای حامل آلل‌های سازگار a و آلل‌های ناسازگار b باعث آمیزش و جفت شدن سلول‌ها می‌شود اما در آلوده سازی گیاه ناتوان خواهد بود. همچنین نژادهای حامل آلل‌های سازگار b و ناسازگار a در جفتگیری ناتوان بوده بنابراین نمی‌توانند گیاه را آلوده کنند. با این‌حال مشاهده شده است دیپلوئیدهایی که شامل آلل‌های سازگار b و ناسازگار a هستند، توان آلوده سازی داشتند و این موضوع ثابت می‌کند که لوکوس a مستقیماً در بیماری‌زایی درگیر نمی‌باشد (۷ و ۱۳).

ریسه آلودگی دیکاریون، سوزن آلودگی[3] تشکیل می‌دهد که می‌تواند به میزبان نفوذ کند. سوزن آلودگی، تنها روی سلول‌های زنده‌ای که به سرعت در حال طویل شدن هستند، تشکیل می‌شود. برای تشکیل گال‌های دانه‌های ذرت، ریسه‌ی آلودگی زیر نوارهای ابریشمی بلال رشد کرده و هر تخمدان را به‌طور مجزا آلوده می‌کند (۱۳).

اطلاعات در مورد شرایط محیطی مساعد برای آلودگی طبیعی، متناقض است. گفته می‌شود هر دو شرایط خشکی شدید و رطوبت شدید، منجر به افزایش آلودگی می‌گردد. البته در تحلیل این مدعا، دیده شده که گرده افشانی موفق،

1- Mating type
2- Pathogenicity
3- Appressoria

حساسیت تخمدان را به آلودگی کاهش می‌دهد. شرایط محیطی که گرده افشانی را تخریب کند و یا آن را به تأخیر اندازد، منجر به افزایش آلودگی می‌شود (۱۲). درحقیقت سرعت گرده افشانی، یکی از دلایل عمده‌ای است که باعث شده ذرت‌های علوفه‌ای[1] مقاومت نسبی بالاتری نسبت به آلودگی داشته باشند (۱۲).



شکل ۲- چرخه زندگی سیاهک سخت ذرت *Ustilago maydis*؛ a: رشد لوله‌های لقاح به سمت یکدیگر و آمیزش سویه‌های اسپوریدیایی سازگار؛ b: حمله به گیاه به‌وسیله میسلیوم دیکاریون؛ c: تشکیل تلیوسپور؛ d: کاریوگامی و بلوغ تلیوسپور؛ e: جوانه زنی تلیوسپور و تشکیل پرومیسلیوم؛ f: اسپوردیا (اقتباس از منبع شماره ۵).

تولید

به‌منظور تهیه ترافل مکزیکی به‌عنوان یک محصول قابل اعتماد، آلودگی مصنوعی، مورد نیاز است و این دقیقاً با قارچ‌های وحشی که به‌صورت فرصت طلبانه تهیه می‌شوند، متضاد است (۱٤). برای تولید ترافل مکزیکی تلاش‌های بسیاری انجام شده است. در ابتدا دانه‌های ذرت با گال‌ها مخلوط شدند اما این روش هیچ نتیجه مثبتی نشان نداد. در تلاش بعدی ابتدا تلیوسپورها به خاک وارد شده و سپس دانه‌های ذرت کشت گردیدند، اما نتایج به دست آمده از این روش نیز رضایت بخش نبود. همچنین سعی شد زمانی‌که گیاهچه‌های ذرت کوچک هستند اسپورهای قارچ تکثیر شده و پراکنده شوند. این روش اگرچه به آلودگی منجر می‌شود لیکن به‌طور گسترده استفاده نمی‌گردد.

1- Field corn

با افزایش مصرف ترافل مکزیکی، انگیزه‌ها برای توسعه‌ی فن‌آوری که منجر به تولید انبوه این قارچ غیرمعمول و اشتها آور می‌شود و محصولی با ارزش بالا و با سود زیاد به تولید کنندگان آن اعطا می‌کند، افزایش یافته است (۱۵).

به‌نظر می‌رسد آلوده سازی کلاله‌های نخی شکل ابریشمی بلال به تولید ذرت‌هایی منجر می‌شود که گال‌های بیشتری بر روی خوشه ایجاد می‌کند. با این‌حال، موفقیت در نتایج آلوده‌سازی، متغیر گزارش شده است (۱۲).

کیفیت

کیفیت ترافل مکزیکی که براساس "رنگ" و "عطر و طعم" تعریف شده است، در طول زمان تغییر می‌کند. به‌نحوی‌که طبق نظر تریسی ووول، سرآشپز ارشد رستوران سطح بالا و گران‌قیمت Frontera Grill / Topolobampo Chicago, IL، کیفیت قارچ‌های برداشت شده در سن ۱۲–۱٤ روز، به‌علت فقدان بافت سیاه‌رنگ (تلیوسپورها) نامطلوب بوده و قارچ‌های ۱۵ روزه، کیفیت مرزی دارند. تریسی ووول کیفیت قارچ‌های ۱٦–۱۷ روزه را که حدود ۷۰ درصد بافت سیاه‌رنگ، در آن تشکیل شده، مطلوب و پذیرفتنی می‌داند (۱٦). همچنین این قارچ پس از برداشت می‌تواند درون یخچال تا ۱۰ روز سالم باقی مانده و کیفیت خود را حفظ کند. برای نگهداری طولانی مدت، روش‌های "خشک کردن"، "فریز شدن" و "کنسرو"، استفاده می‌شود (٦).

ارزش‌های غذایی

ترافل مکزیکی که به‌صورت "جزء اصلی یک ظرف غذا" و یا به‌صورت "چاشنی غذا" مصرف می‌شود (۳)، حاوی مقادیر مناسبی از پروتئین‌های بی‌همتا، مینرال‌ها، سطوح بالایی از ویتامین‌های مختلف به‌ویژه اسیدهای فولیک، نیاسین و ریبوفلاوین، اسیدهای چرب غیر اشباع، پلی‌ساکاریدها و فیبر و بتاگلوکان و مقادیر ارزشمندی از آنتی اکسیدان‌ها و نیز کربوهیدرات‌ها است (۲). در حقیقت متخصصان، از این محصول به‌عنوان "غذای کاملاً سالم"[1] نام برده‌اند که باعث پیشگیری و نیز کنترل برخی بیماری‌ها شده و نیز گزینه‌ای مناسب برای ارتقای کیفیت زندگی، توسط مصرف کنندگان آن، می‌باشد (۸).

این قارچ، منبع خوبی از پروتئین (۱۰–۲۵ درصد) و حاوی مقادیر مناسب از تمام اسیدهای آمینه ضروری در رژیم غذایی یک فرد بزرگسال است. در واقع می‌توان گفت مکزیکن ترافل دارای پروتئین با کیفیت بالا و دارای یک تعادل مناسب از تمامی اسید آمینه‌های ضروری و مقادیر بالای لایزین و شامل اغلب آمینو اسیدهای غیرضروری است (۱۵ و ۸). ارزش تأکید بر اسیدآمینه لایزین به‌علت کمبود و یا عدم تولید آن در واریته‌های ذرت و قارچ دکمه‌ای و برتری آن درمقابل قارچ صدفی است (۱٦). لایزین همان اسیدآمینه‌ای است که در درمان بیماری‌های قلبی- عروقی، پوسیدگی استخوان، آسم، میگرن و عفونت، بسیار تاثیرگذار است و باعث جلوگیری از رشد ویروس‌ها و پیشگیری از بیماری می‌گردد. ضمن آن‌که این اسید آمینه، در ترکیبات آرایشی و برای جوان‌سازی پوست و نیز توسط بدن‌سازان، برای ساخت عضله، به وفور استفاده می‌شود. ترافل مکزیکی همچنین دارای محتوای بالای فیبر (۱۰–۳۰ درصد که در برخی ژنوتیپ‌ها به ۵۰ درصد و یا بیشتر هم می‌رسد) و اسیدهای چرب کلیدی مانند لینولنیک، لینولئیک و

1- Super healthy food

پالمیتیک‌اسید و اولئیک‌اسید می‌باشد. در حقیقت این محصول غذایی دارای یک تعادل خوب از اسیدهای چرب ضروریست (۸، ۱۰، ۱۵ و ۱۶).

محتوای کلی فیبر و بتاگلوکان و قندهای آزاد، در مکزیک ترافل نسبت به سایر قارچ‌های خوراکی (دکمه‌ای- پورتوبلا- انوکی- شیتاکه- میتاکه- کریمینی، صدفی و *Lentinula edodes*) بالاتر است. این قارچ در مقایسه با سبوس گندم، فیبر بالاتر و در برابر جو و یولاف که منبع غنی بتاگلوکان- مهمترین ترکیب ضد کلسترول - هستند، مقادیر مشابهی از این ترکیب نشان داده است (۶، ۸ و ۱۶).

گلوکز، آرابینوز و مانوز که در برخی ژنوتیپ‌های این محصول، به‌دست آمده است، مقادیر بالاتری نسبت به سایر قارچ‌های خوراکی نشان داد. اهمیت مطالعه این قندها به پتانسیل سلامت‌زایی آنها بر می‌گردد. گالاکتوز، آرابینوز، زایلوز و مانوز، ویژگی‌های تغذیه‌ای دارند. آرابینوز معمولاً کاربردهای دارویی داشته و در کنترل وزن و رژیم دیابتی استفاده می‌شود. مانوز کاربری دارویی و به‌ویژه تغذیه‌ای دارد و به‌عنوان یک فاکتور ضد آلودگی ویروسی و باکتریایی مصرف شده است (۱۶).

غلظت بالای مواد ضد جهش از ارزش‌های بالای این محصول غذایی حکایت دارد. فعالیت ضد جهشی ناشی از ترکیبات فنل، ایندول و سسکوئی ترپن در برخی ژنوتیپ‌های ترافل مکزیکی در مقایسه با *Craterellus cornucopioides*، *Agaricus bisporus*، *Lactarius lilacinus* و سایر قارچ‌های خوراکی، قابل قبول گزارش شد (۱۶). غلظت‌های بالای ترکیبات فنولی موجود در ترافل مکزیکی که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بوده و در جلوگیری از بیماری‌هایی مانند سرطان و تصلب شرایین مفید شناخته شده‌اند، همچنین حضور آلکالوئیدهای ویژه، که باعث تسهیل زایمان شده و موثر در درمان برخی بیماری‌های زنان بوده است، بار دیگر از ارزش غذایی و دارویی این محصول حکایت می‌کند (۲، ۱۱، ۱۴ و ۱۵).

علاوه بر ارزش‌های ذکر شده، امتیاز دیگر ترافل مکزیکی، به طعم خاص آن که به "Umami" معروف است، بر می‌گردد. یومامی، طعم جداگانه‌ای ورای مقوله‌ی ٤ گانه "شیرین، شور، ترش و تلخ" است. در حقیقت ترافل مکزیکی حاوی سه چهارم آمینواسیدهایی است که مسئول تولید ذائقه umami هستند. آشپزی‌های سبک آسیایی، این طعم را به‌عنوان بخشی از طعم پایه‌ی دستورهای آشپزی‌شان لحاظ کرده‌اند (۱۱ و ۱٤).

از سوی دیگر، در آشپزی و فرایند پخت غذا، تعدادی از ترکیبات غذایی، از بین می‌روند. در اغلب قارچ‌های خوراکی، این فقدان دیده شده است. در خصوص ترافل مکزیکی، نشان داده شده که تنها ماده خشک تحت تأثیر فرایند پخت، دستخوش تغییر می‌شود (۱۶).

تاکنون هیچ‌گونه مدرکی دال بر سمیت و یا ضرر برای سلامتی انسان ناشی از این قارچ، گزارش نشده است. مصرف علاقمندانه و طویل‌المدت این محصول، طی دهه‌های متوالی در مکزیک و ایالات متحده، امنیت و سلامت غذایی این محصول را تأیید می‌کند (۲ و ٦).

ترافل مکزیکی باید به رژیم روزانه وارد شود و این الزام به‌علت مشخصات جذاب آن مانند عطر و طعم خاص و ترکیبات ارزشمندی است که به آن‌ها اشاره شد (٦).

چالش‌ها

رستوران‌ها ترافل مکزیکی را وقتی‌که پریدرم آن گسیخته می‌شود نمی‌خواهند زیرا در این حالت قارچ‌ها کثیف شده و به آسانی نمی‌توان آن‌ها را به‌وسیله دست نگه داشت. از طرف دیگر، مصرف کنندگان این قارچ، ترجیح می‌دهند ترافل مکزیکی را زمانی که پریدرم در تعدادی از قارچ‌های خوشه، ترک می‌خورد، استفاده کنند زیرا عقیده دارند بالاترین کیفیت آن در عطر و طعم، در این مرحله اتفاق می‌افتد. این مرحله برای تولیدکننده و خرده فروشان، معضلاتی به همراه دارد. قارچ‌ها در این مرحله بسیار ترد و شکننده‌اند بنابراین باعث کثیف شدن سایر اجناس سوپرمارکت می‌شوند (۱۱ و۱۲).

به غیر از مشکلات مربوط به بازاریابی، تولید این محصول برای تولیدکننده سطح متوسط، با محدودیت‌هایی همراه است زیرا تولید این محصول به تکنیک و تخصص نیاز دارد. در این راستا " کارگر" یک موضوع محدود کننده در تولید محسوب می‌شود، زیرا این قارچ به نیروی کارگری زیاد و درعین حال، مجرب و آموزش دیده نیازمند است. در فرایند تلقیح، به کارگران متخصص نیاز است تا ضمن انجام فرایند تلقیح‌سازی، منجر به اتلاف زاد مایه نشده و راندمان آلوده‌سازی و تولید محصول را کاهش ندهند (۱۵). همچنین هر یک روز تأخیر در مایه‌زنی، ۷/۵ درصد بازده را کاهش داده و جمع‌آوری و برداشت محصول در بازه زمانی که بیش از ۱-۲ روز طول بکشد، منجر به فساد و فقدان بخش عظیمی از خوشه‌های قارچ می‌شود (۱۲).

پیشنهادها و قابلیت‌های صنعتی

با توجه به ارزش‌های غذایی ترافل مکزیکی که آن‌را به‌عنوان یک "غذای هدفمند و کارکردی"[1] معرفی می‌کند، و همچنین به دلیل فیزیولوژی خاص این قارچ، که در تمام مدت روند تولید خود، قابلیت کشت و رشد به شکل یک "محصول ارگانیک" را دارا می‌باشد، این محصول می‌تواند به‌عنوان یک "غذای بسیار سالم"[2]، توزیع شود. همچنین توزیع آن به شکل "مکمل غذایی"[3] پروتئینی و فیبری، برای رژیم‌های دیابتی، رژیم‌های گیاه‌خواری و رژیم‌های بدنسازی و تناسب اندام ارزشمند است. نیز تولید و توزیع آن به شکل "پروتئین قارچی"[4] و یا به‌عنوان یک ماده بیو اکتیو طبیعی قابل استفاده در "غنی‌سازی سایر مواد غذایی"[5] ، دورنمای امیدوار کننده‌ای ارائه می‌دهد.

سپاسگزاری

نگارنده بر خود لازم می‌داند از جناب دکتر کامران رهنما و موسسه آموزش عالی بهاران، جهت همکاری صمیمانه در چاپ این مقاله و آزمایشات مربوط، نهایت تشکر و قدردانی را داشته باشد.

1- Functional Food
2- Super healthy food
3- Nutrient supplement
4- Mycoprotein
5- Fortifying Food

منابع

1. Alexopoulos, C.J., Mims, C.W. and Blackwell, M. 1996. Introductory mycology. 4th ed., John Wiley & Sons, New York. 696 p.
2. Cruz-Ramirez, A., Valdez-Morales, M., Chacon-Lopez, M., Rosas-Cardenas, F. and Cruz hernandez, A. 2006. Mexican crops of agroalimentary importance. Advances in Agricultural and Food Biotechnology. 35-53.
3. Herrera, J. and Martinez-Espinoza, A. 1998. The fungus *Ustilago maydis*, from the aztec cuisine to the research laboratory. International Microbiol., 1: 149-158.
4. Juarez-Montiel, M., Ruiloba, S., Chavez-Camarillo, G., Hernandez-Rodriguez, C. and Villa-Tanaca, L. 2011. Huitlacoche (corn smut), caused by the phytopathogenic fungus *Ustilago maydis*, as a functional food. Rev, Iberoam Micol., 28 (2): 69-73.
5. Lee, N., Bakkeren, G., Wong, K., Sherwood, J. and W. Kronstad, J. 1999. The mating-type and pathogenicity locus of the fungus *Ustilago hordei* spans a 500-kb region. PNAS. 26: 15026-15031.
6. Leon-Gozman, M., Silva, I. and G. Lopez, M. 1997. Proximate chemical composition, fFree amino acid contents, and fee fatty acid contents of some wild edible mushrooms from Quere´taro, Me´xico. J. Agric. Food Chem., 45: 4329-4332.
7. Litchfield, K. 2009. The natural history and cultivation of huitlacoche corn truffles, *Ustilago zeae*, the Corn Smut of *Zea mays*. FUNGI, 2 (1): 11.
8. Lizarraga-Guerra, R. and Lopez, M. 1996. Content of free amino acids in huitlacoche (*Ustilago maydis*). J. Agric. Food Chem., 44: 2556-2559.
9. Lizarraga-Guerra, R., Guth, H. and G. Lopez, M. 1997. Identification of the most potent odorants in huitlacoche (*Ustilago maydis*) and austern pilzen (*Pleurotus* sp.) by aroma extract dilution analysis and static head-space samples. J. Agric. Food Chem., 45: 1329-1332.
10. Pataky, J. and Chandler, M. 2003. Production of huitlacoche, *Ustilago maydis*: timing inoculation and controlling pollination. Mycologia, 95(6): 1261-1270.
11. Snetselaar, K.M. and Mims, C.W. 1993. Infection of maize stigmas by *Ustilago maydis*: light and electron microscopy. Phytopathology, 83: 843-850.
12. Stanton, A. 2007. Huitlacoche: friend or foe? Edible Boston. 31-32.
13. Valdez Morales, M., Valverde, M. and Lopez, O. 2009. Procedimiento tecnológico para la producción masiva de huitlacoche. Sinnco. 1-16.
14. Valdez-Morales, M., Barry, K., Faahey Jr., G.C., Dominguez, J., Gonzalez, E., Valverde, M. and Paredes-Lopez, O. 2010. Effect of maize genotype, developmental stage, and cooking process on the nutraceutical potential of huitlacoche (*Ustilago maydis*). Food Chemistry, 119: 689–697.

بررسی زیست شناسی ملخ پلی سارکوس *(Polysarcus elbursianus)* در شهرستان آزادشهر

یوسف رضا نصیرایی و *لیلا عطار

کارشناسان ارشد حفظ نباتات، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان آزادشهر

*پست الکترونیکی: liliattar@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۲۸

چکیده

ملخ *Polysarcus elbursianus* Uvarov (Tettigoniidae) یکی از مهم‌ترین آفات تهدیدکننده محصولات کشاورزی در شهرستان آزادشهر می‌باشد. مبارزه با این ملخ در ایران برای اولین بار در سال ۱۳٦۷ و در شهرستان آزادشهر از سال ۱۳٦۹ آغاز گردیده است. این مطالعه به‌منظور شناسایی این آفت، گیاهان میزبان آن و تعیین تاریخ مبارزه با آن در شهرستان آزادشهر صورت گرفت. نتایج نشان دادند که این آفت ابتدا از برگ‌ها تغذیه نموده و در صورت بالا رفتن تراکم جمعیت آن به دمبرگ، ساقه و میوه نیز خسارت می‌زند. پوره‌های سن اول و دوم از بوته‌های گون (*Astragalus* sp.) تغذیه و پوره‌های سن سوم به بعد به سمت دیگر گیاهان میزبان حرکت می‌نمایند. تغذیه این ملخ از یونجه، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، عدس، نخود، گردو و گیلاس مشاهده شد. ظهور پوره‌ها مصادف با اواسط اردیبهشت تا اواخر خرداد ماه بود بنابراین تاریخ مناسب جهت کنترل این آفت نیمه‌ی دوم اردیبهشت ماه و قبل از ظهور پوره‌های سن چهارم و پنجم و پیش از تخمریزی آفت تعیین گردید. کل دوره‌ی زندگی آفت، ٦۰ روز و طول عمر حشره کامل ۲۳ روز محاسبه گردید. بر اساس مشاهده میزان خسارت وارده به گیاهان به نظر می‌رسد وجود ۵ عدد پوره‌ی سن دوم یا سوم در هر مترمربع، کاهش چشمگیری در سطح سبز محصول ایجاد نماید.

واژه‌های کلیدی: ملخ، *Polysarcus elbursianus*، آزادشهر، دوره رشد، میزبان، تاریخ مبارزه.

مقدمه

ملخ *Polysarcus elbursianus* Uvarov (Tettigoniidae) یکی از مهمترین آفات تهدیدکننده محصولات کشاورزی در شهرستان آزادشهر می‌باشد (شکل۱). این گونه اولین بار توسط افشار در سال (۱۳۱٦) از منطقه دماوند جمع‌آوری و به موزه تاریخ طبیعی انگلستان فرستاده شد. نمونه‌های ارسالی توسط اووارف (۱۹۳۹) به نام *Orphania elbursiana* نامگذاری گردید. اوارف مطالعاتی را در مورد اندازه قسمت‌های مختلف بدن حشرات نر و ماده، مانند طول بدن، پیش‌گرده و ران پای عقبی و طول و عرض تخم‌ریز انجام داده و اضافه می‌نماید که این ملخ توسط رکینجر در سال ۱۹۳۷ در فاصله بین جابون تا فیروزکوه جمع‌آوری شده است. در سال ۱۳٦۷ ملخ‌های نر و ماده جمع‌آوری شده از منطقه نساء کرج به موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی ارسال گردیدند که آقای میرزایانس این نمونه را *P. elbursianus* تشخیص داد (۲).

به‌طورکلی در مورد این ملخ مطالعات محدودی در ایران و جهان صورت گرفته است. مفیدی و آزمایش‌فرد در سال ۲۰۰۰ در بررسی فون ملخ‌های شاخک بلند منطقه قزوین تا دماوند از این گونه نام بردند (۷). این حشره تاکنون در استان تهران، کرمانشاه، گیلان، چهار محال و بختیاری، کردستان، مازندران، زنجان و بسیاری نقاط کوهستانی کشور مشاهده شده است. در برخی سال‌ها جمعیت این آفت بسیار قابل توجه بود به‌طوری‌که در تیر ماه سال ۱۳۹۰ هزاران ملخ در مسیر جاده هراز بین روستای آبعلی تا امام زاده‌هاشم در مسیر جاده مشاهده شدند.

حشرات کامل به رنگ سیاه براق می باشند و در روی نیم‌حلقه‌های پشتی شکم دو نوار زرد رنگ مشاهده می‌شود. نیم‌حلقه‌های زیر شکم متمایل به قهوه‌ای است. پیش‌گرده در قسمت جلو تیره‌رنگ و فرورفته و در قسمت عقبی قهوه‌ای روشن است. طول بدن ۳٤ تا ٤۰ میلی‌متر و طول تخم‌ریز به ۲۰ میلی‌متر هم می‌رسد. این حشره در روستاهای اطراف دماوند و در بعضی سال‌ها حالت طغیانی یافته و سبب ایجاد خسارت اقتصادی می‌شود.

این ملخ درشت‌جثه و حشره کامل فاقد بال مشخص می‌باشد و با راه رفتن و غلطیدن مسیر حرکت خود را طی می‌کند. مبارزه با این ملخ در ایران برای اولین بار در سال ۱۳٦۷ و در سطح ۵۰۰ هکتار از مزارع و مراتع گچسر و نسای کرج توسط اداره حفظ نباتات و به صورت طعمه‌پاشی انجام گرفت (۲).

در سال ۱۳٦۹ کارشناسان حفظ نباتات استان گلستان در قسمت جنوب غربی روستای تیل‌آباد و غرب روستای خوش ییلاق در اطراف دکل مخابراتی این گونه را با جمعیتی قابل توجه در مزارع یونجه، سیب‌زمینی و حبوبات مشاهده نمودند. بنابراین مبارزه با این ملخ، از این سال در شهرستان آزادشهر آغاز گردید.

این آفت علاوه بر مناطق فوق، از سال ۱۳۷۵ فعالیت خود را از ارتفاعات خوش‌ییلاق و کوه‌های زردابه در مرز دو استان گلستان و سمنان آغاز و با حرکت دسته‌جمعی به‌تدریج خود را به روستاهای نراب و کاشیدار رسانده و مزارع یونجه، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، عدس، نخود و باغ‌های میوه این روستاها را مورد حمله قرار داده است. تاکنون فعالیت ملخ پلی‌سارکوس در مراتع و ارتفاعات اطراف روستاهای نراب، کاشیدار و وامنان از توابع شهرستان آزادشهر با اسامی محلی ذیل مشاهده و با آن مبارزه صورت گرفته است:

دره‌ی نودال، خدنچال، سولارباشی، شایورت، دشت زردابه، چهارکال، دشت باغبان، گورچال، بورده‌بولاغ، زریوان، قره‌پالچوق، دکل، سوته، سرچشمه، آق‌کمر، قره‌چال، امامزاده کلاته‌عنبر و دره دورمیشی بالا و پایین.

در مجموع ۷۳۲۹۳ هکتار از اراضی شهرستان در محدوده‌ی مرکز خدمات فارسیان دارای ارتفاعی بالای ۱۰۰۰ متر از سطح دریا هستند. که از این مقدار ٦۳٦۲۸ هکتار بین ۲۰۰۰-۱۰۰۰ متر و ۹٦٦٤ هکتار بالای ۲۰۰۰ متر ارتفاع دارند و این خود وسعت زیستگاه این ملخ و خطر افزایش جمعیت ملخ پلی‌سارکوس در صورت وجود شرایط مساعد آب و هوایی را نشان می‌دهد. با توجه به خسارت اقتصادی و شدید این آفت در این شهرستان، تحقیق حاضر به منظور شناسایی بهتر آفت، تعیین بهترین زمان مبارزه و کسب نتیجه‌ی مطلوب از مبارزه با این ملخ در این شهرستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تعیین محل‌های فعالیت آفت، در هنگام ظهور پوره‌ها مصادف با اوایل فروردین‌ماه در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ ارتفاعات تیل‌آباد، خوش ییلاق، نراب و وامنان مورد بازدید و بازرسی قرار گرفتند. در محل مشاهده پوره‌ها ارتفاع از سطح دریا با کمک دستگاه موقعیت یاب (GPS) شرکت Garmin مدل Etrex vista ثبت شد و مشخصات

مکان‌های اصلی فعالیت و محل‌های تخم‌ریزی (از قبیل جنس خاک، نوع پوشش گیاهی و غیره) مورد بررسی قرار گرفتند.

محل‌های فعالیت آفت در سه نقطه از ارتفاعات اطراف روستاهای نراب، کاشیدار و وامنان در اواخر اسفند ماه بازدید و تراکم کپسول تخم در مترمربع بررسی شد. این مناطق به‌منظور ثبت مرحله رشدی آفت و زمان ظهور پوره‌های سن اول تا مرحله ظهور حشرات کامل به صورت هفتگی مورد بازدید قرار گرفتند. پس از تخم‌ریزی آفت به منظور بررسی ادامه فعالیت حشرات کامل و احتمال ظهور مجدد پوره‌ها و نسل‌های بعدی، بازدیدها ۱۵ روز یک بار تا پایان سال ادامه یافت. بر اساس زمان ظهور پوره‌های سن اول و دوم زمان مبارزه تعیین شد.

پس از ظهور حشرات کامل، گیاهان میزبان و نحوه حرکت ملخ بررسی گردید. گیاهان زراعی و باغی میزبان توسط همکاران ادارات زراعت و باغبانی شهرستان مورد تایید قرار گرفتند.

نتایج

محل‌های فعالیت حشره

بررسی‌های انجام شده درمناطق مختلف شهرستان آزادشهر نشان دادند که کانون تخم‌گذاری این ملخ ارتفاع ۱۹۳۰ متری از سطح دریا می‌باشد که با ظهور پوره‌ها و افزایش جمعیت به تدریج به ارتفاعات پایین‌تر و به سمت مزارع و باغات روستاهای اطراف حرکت می‌نماید. فعالیت آفت در ارتفاع کمتر از ۱۱۰۰ متر مشاهده نشد. این ملخ پس از طی مراحل پورگی و ظهور حشرات کامل جفت‌گیری و در زیر بوته‌های گون و دیگر گیاهان مرتعی میزبان در داخل خاک تخم‌ریزی می‌نماید. ظهور پوره‌های ملخ در مناطق روستایی مشاهده نشد. به نظر می‌رسد حرکت جمعی ملخ به سمت مزارع با بروز تلفات شدیدی همراه بوده و موجب شده است تا در این مناطق جمعیت ناچیزی به مرحله تخم‌گذاری برسند، از طرف دیگر انجام عملیات خاک‌ورزی در مزارع و باغات تحت حمله ملخ، احتمالا موجب نابودی کیسه‌ی تخم آفت در خاک گردیده است.

محل‌های فعالیت مراحل مختلف رشدی حشره در ارتفاعات بالای ۱۱۰۰ متر از سطح دریا قرار داشت و در مزارع و باغ‌های روستاهای تیل آباد با ارتفاع ۱۱۰۰ متر، نراب با ارتفاع ۱۵۳۱متر، کاشیدار با ارتفاع ۱٤۰۸ متر، وامنان با ارتفاع ۱۵۱۰ متر و خوش ییلاق با ارتفاع ۱۸٦۳ متر مشاهده گردید.

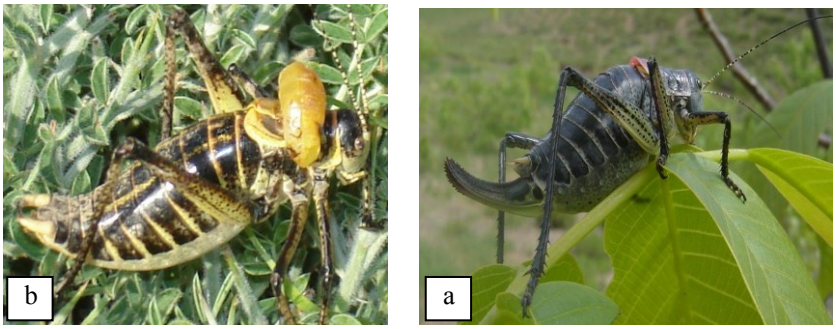
تعیین زمان ظهور پوره‌های سن اول

کپسول‌های تخم ملخ در ارتفاعات و کانون‌های آلودگی شهرستان بسته به وضعیت آب و هوایی در طول سال‌های مطالعه تا اواسط فروردین ماه مشاهده شدند. تراکم کپسول‌ها بین ۲ تا ۱۰ عدد در هر مترمربع متغیر بود. پوره‌های سن اول در نیمه‌ی دوم فروردین تا هفته‌ی اول اردیبهشت ماه مشاهده شدند. به‌نظر می‌رسد میانگین دمای روزانه منطقه در زمان ظهور پوره‌ها نقش مهمی دارد به نحوی که در سال‌هایی که زمستان سردتر و با یخبندان‌های بیشتر همراه بوده است پوره‌ها نیز با تاخیر ظاهر شدند.

زیست شناسی و بررسی حالات و رفتار حشره

بررسی فعالیت این حشره نشان داد پس از ظهور حشرات کامل و انجام تخم‌ریزی، جمعیت حشرات کامل به یکباره کاهش یافته و در اوایل مردادماه این حشرات مشاهده نمی‌شوند. همچنین به‌دلیل عدم ظهور پوره‌ها تا سال بعد به نظر می‌رسد این ملخ در سال یک نسل داشته باشد و تابستان، پاییز و زمستان را به صورت تخم در داخل خاک سپری کند. از طرفی جمعیت حشره در بهار سال ۱۳۸۹ بسیار بیشتر از سال ۱۳۹۰ بود. با توجه به تایید کارشناسان محلی مبنی بر ظهور جمعیت بالای این ملخ در هر دو سال یک بار، احتمال دارد این آفت هر دو سال یک نسل داشته باشد. همچنین این موضوع احتمال وجود نوعی دیاپوز در این حشره را نشان می‌دهد. این مشاهدات با تحقیقات بیلی (۱۹۹۰) در خصوص وجود دیاپوز ابتدایی در جنس پلی‌سارکوس مطابقت داشت (۵).

تخم‌ریزی حشره در خاک پای بوته‌های گون مشاهده شد. پوره‌های سن اول و دوم از برگ‌های گون تغذیه نمودند و پوره‌های سن سوم به بعد به سمت دیگر گیاهان میزبان حرکت می‌کردند. این زمان مصادف با اواسط اردیبهشت تا اواخر خرداد ماه بود. با تغییر سن پورگی، حشره پوست‌اندازی نموده و پوسته‌های حشره به فراوانی در محل قابل مشاهده بودند. رنگ پوره‌ها بسیار متغیر بود که این امر می‌تواند ناشی از عواملی مانند نوع تغذیه، تراکم جمعیت ملخ و غیره باشد. بی‌بینکو (۱۹۵٤) در مطالعات خود بیان داشت ملخ پلی سارکوس حالت مهاجرت گروهی[1] دارد و در اثر ازدیاد جمعیت دچار تغییرات رنگ، شکل، اندازه و رفتارشناختی می‌شود (٦).

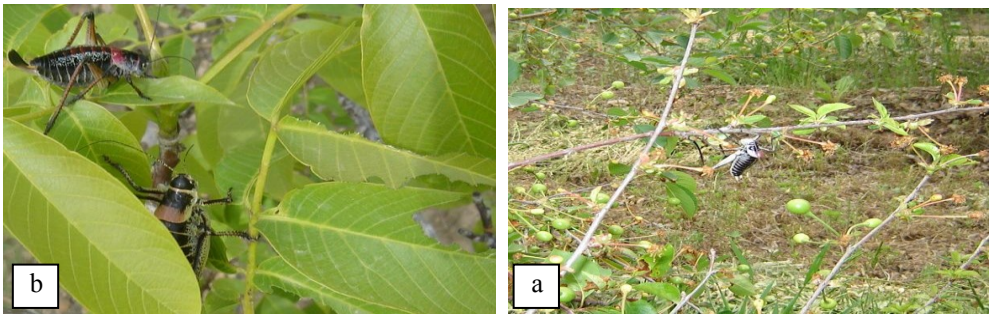


شکل ۱- ملخ *Polysarcus elbursianus* در منطقه تیل‌آباد (a ماده، b نر) (عکس از نگارنده)

گیاهان میزبان حشره

گیاهان مرتعی میزبان اولیه این آفت هستند. با حرکت آفت به سمت مزارع و باغات تاکنون تغذیه‌ی آفت از محصولات یونجه، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، عدس، نخود و گردو، گیلاس مشاهده شده است (شکل ۲). بهداد (۱۳٦۱) گیاهان زراعی میزبان حشره را سیب‌زمینی، ذرت، گوجه‌فرنگی و لوبیا ذکر کرده است (۱).

1- Gregariaptitude



شکل ۲- تغذیه ملخ *Polysarcus elbursianus* از درختان گیلاس (a) و گردو (b) (عکس از نگارنده).

بحث

محل‌های فعالیت مراحل مختلف رشدی حشره در ارتفاعات بالای ۱۱۰۰ متر از سطح دریا قرار داشت و در ارتفاع کمتر از ۱۱۰۰ متر مشاهده نشد. غدیری در سال ۱۳۷۳ در بررسی این گونه در منطقه نساء کرج حداکثر تراکم جمعیت حشره را در بین ارتفاع ۲۵۰۰ تا ۲۸۰۰ متر مشاهده نمود و بیان داشت که محل‌های فعالیت آفت در ارتفاعات کمتر از ۲۵۰۰ متر نیز قابل مشاهده است (۲).

پوره‌های سن اول در نیمه دوم فروردین تا هفته اول اردیبهشت ماه مشاهده شدند. به نظر می‌رسد میانگین دمای روزانه منطقه در زمان ظهور پوره‌ها نقش مهمی دارد به نحوی که در سال‌هایی که زمستان سردتر و با یخبندان‌های بیشتر همراه بوده است پوره‌ها نیز با تاخیر ظاهر شدند. طبق بررسی به عمل آمده در منطقه کرج نیز ظهور پوره‌های سن اول در سال ۱۳٦۸ در هفته اول اردیبهشت‌ماه و در سال ۱۳٦۹ در هفته آخر فروردین ماه اتفاق افتاد. این امر در شیب‌های جنوبی و شمالی متفاوت بود به‌طوری‌که در شیب‌های شمالی ظهور پوره‌ها با حدود یک هفته تاخیر انجام گردید (۲). بنابراین درجه حرارت در تفریخ تخم‌ها نقش مهمی دارد.

پوره‌های سن اول و دوم از گون تغذیه می‌نمایند. پوره‌های سن سوم به بعد به سمت دیگر گیاهان میزبان حرکت می‌کنند. این زمان مصادف با اواسط اردیبهشت ماه تا اواخر خرداد می‌باشد. بنابراین تاریخ مناسب جهت کنترل آفت در نیمه‌ی دوم اردیبهشت ماه و قبل از ظهور سن چهارم، پنجم و پیش از تخمریزی آفت می‌باشد.

خسارت اقتصادی بالای این آفت در برخی سال‌ها و حمله به باغات منطقه و در ضمن افزایش جمعیت سایر گونه‌های ملخ نظیر ملخ ایتالیایی (*Calliptamus italicus*)، ملخ پیشانی‌سفید (*Decticus albifrons*)، ملخ سبز شاخک‌بلند (*Tettigonia viridissima*)، ملخ بادنجانی (*Bradyporus dasypus*)، ملخ ترکمنی (*Ramburiella turcomana*) و دیگر گونه‌ها در مناطق بخش چشمه‌ساران حوزه مرکز خدمات فارسیان در شهرستان آزادشهر ایجاب می‌نماید که در زمینه فون و بیولوژی ملخ‌ها در این منطقه مطالعات بیشتر و جامع‌تری صورت پذیرد.

منابع

۱- بهداد، ا. ۱۳٦۱. آفات گیاهان زراعی ایران. موسسه بررسی آفات و بیماریهای گیاهی، تهران، ۵۸۹ صفحه.

۲- غدیری، و. ۱۳۷۳. بررسی بیولوژی ملخ *Polysarcus elbursianus* در منطقه نساء (کرج). آفات و بیماری‌های گیاهی. ٦۲: ۳۸-٤٦.

۳- غدیری، و.، رشدی، م. و ج، ناطق‌پور. ۱۳۷۰. بررسی بیواکولوژی ملخ *Polysarcus elbursianus* در منطقه کرج. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

4.Azmayesh-fard, P. 2005. Investigation on the long-horned grasshoppers (Orth: Tettigoniinae, Phaneropterinae) in the Karaj-Damavand region of Iran. 9Th International conference of the Orthopterists society. Canmore Alberta. Canada. 14-19 Aug 2005. University of Lethbridge. Publ. pp: 38-39.

5.Bailey, W.J., and Rentz, D.C. 1990. The Tettigoniidae, biology, systematic and Evolution. Springer-Verlag. pp: 42: 55-56.

6.Bei-Bienko, J.YA. 1954. Fauna of the U.S.S.R. ortopthera Tettigonioidea, phaneropterinae.Israel program for scientific translation. Jerusalem. 2(2): 244pp.

7.Mofidi-Neyestanak, M., and Fard, P.A. 2000. A faunal investigation on the long-horned grasshoppers (Orth., Tettigoniidae) of Ghazvin-to-Damavand distinct. Proceedings of the 21st international congress of entomology in Brazil. P: 275.

معرفی و مدیریت پوتی ویروس‌های مهم حبوب استان گلستان

زهرا صادقی[۱]، سعید نصراله‌نژاد[۲]، فروه سادات مصطفوی نیشابوری[۳] و احد یامچی[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، [۲]دانشیار گروه گیاهپزشکی و [۳]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]استادیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

*پست الکترونیکی: zahrasadeghi226@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۲

چکیده

حبوب پس از غلات، دومین منبع غذایی می‌باشد و جزء اصلی رژیم غذایی بسیاری از مردم فقیر جهان را تشکیل می‌دهد. در میان عوامل مختلفی که به حبوب حمله می‌کنند، خسارت ناشی از عوامل ویروسی به‌ویژه ویروس‌هایی که توسط بذر منتقل می‌شوند، در این محصولات بسیار قابل توجه می‌باشد. بیش از ۲۰ نوع ویروس بر روی حبوب در دنیا گزارش شده‌اند که براساس تحقیقاتی که تاکنون صورت گرفته، پوتی‌ویروس‌ها از مهمترین ویروس‌های حبوب هستند و از طریق بذر و شته به راحتی منتقل می‌شوند. از جمله این ویروس‌ها، ویروس موزائیک زرد لوبیا (BYMV) و ویروس موزائیک معمولی لوبیا (BCMV) می‌باشد، که این ویروس‌ها از مهم‌ترین عوامل ایجاد بیماری و کاهش محصول در مزارع حبوبات در سراسر جهان می‌باشند. در سال‌های اخیر، BYMV و BCMV در استان گلستان به شدت شیوع یافته و خسارت قابل توجهی را به وجود آورده‌اند. بنابراین، شناسایی این ویروس‌ها دارای اهمیت کاربردی قابل توجهی به ویژه در ردیابی آن‌ها در مزارع حبوب و برنامه‌های گواهی سلامت بذر دارد. برای پیشگیری و کنترل این بیماری‌های ویروسی، استفاده از بذر سالم و گواهی شده، کنترل شته‌های ناقل ویروس، تغییر زمان کشت (زود هنگام)، حذف منابع آلودگی، کشت مخلوط و استفاده از ارقام مقاوم از بهترین روش‌های مدیریتی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: حبوب، گواهی بذر، استان گلستان، BCMV، BYMV

مقدمه

حبوب (*Fabaceae*) بعد از غلات به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع گیاهی غنی از پروتئین، دومین منبع مهم غذایی انسان به شمار می‌روند. در ایران، اهمیت آن‌ها پس از گندم و برنج است (۲ و ۱۰). گونه‌های این تیره در مناطق گرمسیری و معتدل جهان پراکنده و در شرایط اقلیمی متفاوت می‌رویند (۱۶). تعدادی از گیاهان این تیره که از نظر کشاورزی مهم به شمار می‌روند شامل: لوبیا معمولی، نخود فرنگی، نخود، باقلا، عدس، لوبیاچشم‌بلبلی و ماش می‌باشند (۲). از کل سطح زیر کشت حبوبات در استان گلستان در سال ۱۳۹۱، میانگین کشت آبی معادل ۱۰۴۹ هکتار، کشت دیم ٥٤٦٤ هکتار و میزان تولید نیز در مجموع ٥٦٥٠ تن بوده است (۳). آلودگی‌های باکتریایی و قارچی با توجه به علایم خاصی که در محصول نشان می‌دهند، معمولا توسط کشاورزان شناسایی و حذف می‌شوند، اما در مورد بیماری‌های ویروسی غالبا با عوامل فیزیولوژیک اشتباه گرفته می‌شوند و تشخیص داده نمی‌شوند. محصولات آلوده به ویروس در کشت‌های آینده

مورد استفاده قرار می‌گیرند و باعث گسترش بیماری و افت عملکرد محصول می‌شوند (۷). از بین عواملی مختلفی که به حبوب خسارت وارد می‌کنند آسیب ناشی از عوامل بیماری‌زا به ۵۰ درصد می‌رسد که در این میان عوامل ویروسی بیشتر مورد توجه بوده و جنس پوتی‌ویروس اهمیت ویژه‌ای دارد (۸). پوتی‌ویروس‌ها یکی از دو جنس بزرگ ویروس‌های گیاهی هستند، که تعداد زیادی از آنها بیمارگرهای مهم محصولات زراعی می‌باشند و طیف وسیعی از گونه‌های گیاهی تک لپه و دو لپه را آلوده می‌کنند و در نقاط مختلف دنیا یافت می‌شوند. آن‌ها توسط شته‌ها به صورت ناپایا و نیز بذر و بقایای گیاهی آلوده پراکنده می‌گردند (۱۳). یکی از مهم‌ترین ویروس‌های این جنس، ویروس موزائیک زرد لوبیا (BYMV) است که اولین بار در سال ۱۹۲۵ روی لوبیای فرانسوی از ایالت متحده امریکا و هلند گزارش گردید و در استان گلستان از شهرستان گرگان و مناطق اطراف آن بر روی باقلا مشاهده شده است (۹ و ۵). این ویروس می‌تواند ۲۰۰ گونه گیاه متعلق به ١٤ جنس را آلوده نماید (۹). ویروس موزائیک معمولی لوبیا اولین بار روی ماش در ایران گزارش گردید و در استان گلستان در شهرستان گرگان و روستاهای اطراف مانند خطیرآباد دیده شده است (۸ و ٦). این ویروس به وسیله بذر آلوده می‌تواند وارد مزرعه شود، از ۳۰ تا ۸۰ درصد بذوری که از گیاهان آلوده به‌دست می‌آیند کاملا آلوده به ویروس می‌باشند. اگر گیاهان مادری بعد از گل دهی آلوده شوند، آلودگی در بذر اتفاق نمی‌افتد. ویروس در بذر برای حداقل ۳۰ سال می‌تواند زنده بماند. شته‌ها از مهم‌ترین ناقلین به شمار می‌روند و حداقل ۱۲ گونه شته، ویروس را انتقال می‌دهند (۱). در جدول (۱) علایم تیپیک و روش انتقال برخی از پوتی‌ویروس‌های مهم حبوب و شایع در ایران ذکر شده و علایم بارز آن‌ها در شکل (۱) آورده شده است.

جدول ۱- برخی از مهم‌ترین پوتی‌ویروس‌های بیمارگر حبوب در ایران (٤ و ۱۲)

ویروس	علائم	روش انتقال	وجود در استان
موزائیک معمولی لوبیا	موزائیک سبز، فنجانی و کوتوله	مکانیکی، بذور، دانه گرده،	+
موزائیک زرد لوبیا	موزائیک زرد، برگهای جوان سفت و براق شده	شته	+
موزائیک لوبیا چشم بلبلی چشم سیاه	موزائیک، بافت مردگی، پژمردگی	بذر	−
موزائیک شته‌زاد لوبیا چشم بلبلی	موزائیک، بدشکلی و تاولی شدن برگ	بذر	−
موزائیک هندوانه	موزائیک، ابلقی، بدشکلی برگها	شته، مکانیکی	+
موزائیک معمولی نکروز لوبیا	موزائیک، چین‌خوردگی، نکروز	شته	−

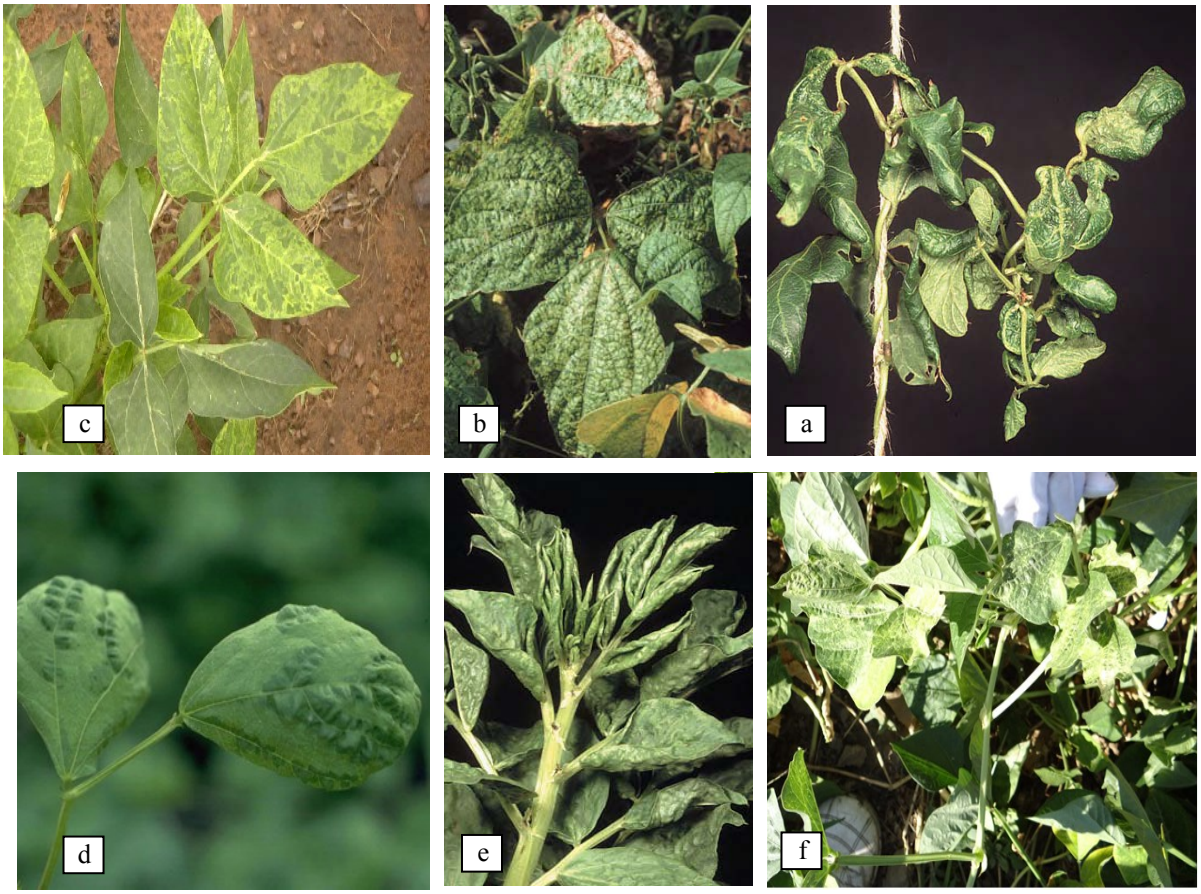
+/− : به‌ترتیب نشان‌دهنده وجود و عدم ویروس در استان گلستان.

روش‌های پیشگیری و کنترل

روش‌های زراعی

استفاده از ارقام مقاوم: بیماری‌های ویروسی را نمی‌توان مشابه بیماری‌های قارچی و باکتریایی با انجام برنامه‌های کنترلی نظیر؛ سم‌پاشی و از بین بردن و مبارزه با ناقلین، که اکثرا پرهزینه و از نظر زیست محیطی زیان‌بار هستند، کنترل کرد. بنابراین، تولید بذور عاری از ویروس و ارقام مقاوم از موثرترین روش‌ها است (۷). در ایران، نجفی در سال ۱۳٤۸ ارقام لوبیا خشک Red Mexi، UI.3.34، Pinto UI11 و لوبیای سبز رقم Contender را نسبت به نژادی از BCMV که در ایران موجود می‌باشد، مقاوم ذکر کرده است. تولید بذور گواهی شده در مناطق خشک یعنی مناطقی که شته‌ها کمیاب هستند و هوا برای گسترش ویروس نامناسب است، برای واریته‌های حساس به BCMV مناسب می‌باشد

(۱). از واریته‌های لوبیا سبز مقاوم به بیماری می‌توان به Contender، Cutlass، Eagle، Apollo، Astro، Cape، Early، Gallation، Gator Green checkmate، Logan، Slim Green، strike و Spurt اشاره نمود (۱). همچنین، پژوهشگران از طریق تلاقی، بین گونه‌های *Phaseolus vulgaris* L. و *P. coccineus* به یک عامل ژنتیکی عمده جهت تولید رقم مقاوم نسبت به BYMV دست یافته‌اند. یک ژن پایدار منفرد تحت عنوان (*By-2*) قادر است علیه اغلب جدایه‌ها و سویه‌های BYMV مقاومت قابل ملاحظه‌ای را در میزبان ایجاد کند (٤) و واریته‌های Great Northon UI-16 و Great Northon 1140 به ۸۲ جدایه ویروس موزائیک زرد لوبیا و همچنین به Pea virus 2 مقاوم هستند. واریته Black Turtle soup واریته‌ای است که شته‌ها تمایلی به تغذیه از آن ندارند و در نتیجه به بیماری مبتلا نمی‌شود. ارقام مقاوم به بعضی نژادهای ویروس BYMV ممکن است وجود داشته باشند. مثلاً لوبیا سفید نسبت به مایه‌زنی مکانیکی با نژاد جدا شده از گلایول در شیراز مقاومت نشان داده است (۱).



شکل ۱- علایم ویروسی تیپیک پوتی‌ویروس‌های مهم حبوبات بروی چند میزبان.

a: موزائیک شته‌زاد لوبیا چشم‌بلبلی بروی لوبیا چشم بلبلی. b: موزائیک سبز و پیچیدگی برگ در اثر موزائیک معمولی لوبیا بر روی لوبیا (۱۳). c: نکروز و سفت شدن برگ‌ها در لوبیا در اثرBYMV (۱۳). d: فنجانی شدن برگ در اثر BCMV بر روی لوبیا. e: موزائیک و بدشکلی در ماش در اثر ویروس موزائیک هندوانه (عکس از نگارنده). f: موزائیک زرد لوبیا در باقلا (۱۳).

تنظیم تاریخ کشت: کشت زودهنگام و استفاده از مقادیر زیاد بذر و ردیف‌های کم‌عرض باعث پرشدن سریع تاج‌پوشش (کانوپی) محصول و مانع از فرود آمدن شته‌ها و آلوده ساختن گیاهان می‌شود و از دسترسی شته‌ها به محصولات جلوگیری می‌کند. تراکم بالا نه تنها باعث کاهش آلودگی می‌شود، بلکه کاهش عملکرد را جبران می‌کند (۱٤). بنابراین، تنظیم تاریخ کشت به‌طوری‌که مصادف با طغیان جمعیت شته‌ها نباشد، می‌تواند در کم کردن میزان خسارت موثر باشد. درمورد ویروس موزائیک زرد لوبیا، کنترل اولیه شته‌ها در زمان گل‌دهی حبوب موثرترین روش کنترلی جهت آلودگی در مقیاس گسترده شناخته شده است (۱۱). کاشت زودهنگام لوبیا برای جلوگیری از انتقال بعدی شته‌ها برای مبارزه با ویروس موزائیک معمولی لوبیا نیز مناسب می‌باشد (۱).

فرار از بیماری: ویروس BYMV در میزبان‌های مختلفی مانند گلایول، نخود ایرانی، نخود شیرین، خلر، عدس، *Medicago hispida*، یونجه باغی، اسپرس، نخود فرنگی، انواع شبدر، شنبلیله، باقلا و ماشک می‌تواند زندگی کند و شته‌ها ویروس را از این میزبان‌ها کسب می‌کنند و به سایر گیاهان انتشار می‌دهند. از آن جایی که در تمام طول سال یک یا چند نوع میزبان این ویروس در هر منطقه حضور دارند، لذا پایداری آن از سالی به سال دیگر به سهولت انجام می‌پذیرد. بنابراین، کاشت یک محصول غیرمیزبان (برای مثال غلات) و ایجاد یک مرز نواری بین محصولات و مراتع مجاور باعث می‌شود که شته‌ها با از دست دادن ویروس‌ها بر روی گیاهان غیرمیزبان، باعث کاهش گسترش آن‌ها در محصولات شوند. بنابراین، مزارع لوبیا باید تا حدامکان دور از مزارع بقولات برگی و انواع شبدرها و همچنین گلایول قرار گیرند (۱٤ و ۱).

روش‌های بهداشتی

حذف منابع آلودگی و پایداری ویروس: چون ویروس زرد لوبیا در لوبیا بذرزاد نیست، وقوع بیماری با حضور گیاهان منبع ویروس از قبیل؛ .*Melilotus* sp، *Trifolium pratense*، *T. incarnatum* و .*Gladiolus* sp ارتباط مستقیم دارد. مزارع مجاور آلوده بسیار مهم‌تر از مزارع دوردست هستند. اگر گیاه شبدر به مقدار زیاد و علف‌های هرز کنترل نشده در مزرعه باقی بماند، باعث گسترش بیشتر بیماری می‌گردند. بنابراین، حذف منابع آلودگی، از بین بردن علف‌های هرز و وجین گیاهان آلوده در کنترل آن موثر است (۱ و ۱٤).

کنترل شیمیایی: جهت کنترل ویروس موزائیک زرد لوبیا، به‌ویژه در باقلا که یک گیاه زمستانه است و شته‌ها در زمستان در این مزارع به صورت موضعی حضور دارند و تحرک زیادی ندارند، مبارزه با ناقل به کنترل بیماری کمک می‌کند. و سمپاشی با حشره‌کش‌هایی مانند دیمتوات (Dimethoate، 40% EC) در اوایل فصل کاشت لوبیا سبب کاهش گسترش ویروس‌ها در داخل مزرعه می‌شود (۱). کاربرد حشره‌کش‌ها به منظور کنترل ناقلین نتوانسته است از شدت بیماری موزائیک زرد لوبیا تا حد محسوسی بکاهد. در برخی موارد، حشره‌کش‌ها توانسته‌اند پراکنش ثانویه ویروس را از کانون‌های اولیه آلودگی محدود سازند (٤).

منابع

۱- باقری، ع.، و وصال، س.ر. ۱۳۸۷. وضعیت و نقش حبوبات در کشاورزی، صفحات ۳۱-۲۳. در کتاب حبوبات، مولفین پارسا، م. و باقری، ع. انتشارات جهاد دانشگاه فردوسی، ۵۲۲ صفحه.

۲- بهداد، ا. ۱۳۸۵. فیتوپاتولوژی و بیماری‌های مهم گیاهی ایران. انتشارات عطر عترت، صفحات: ٤٩٨-٤٩٤.

۳- بی‌نام، ۱۳۹۱. آمارنامه کشاورزی جلد اول محصولات زراعی سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹. به نقل از سایت: http://www.agri-jahad.ir

٤- سعیدی‌زاده، آ. ۱۳۸۵. کلیاتی از بیماری‌های لوبیا. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ٢٦٣ صفحه.

۵- صادقی، ز. ۱۳۹۲. معرفی میزبان جدید ویروس موزائیک زرد لوبیا در مزارع حبوبات استان گلستان. کنگره ملی دانشجویی علوم‌زیستی اصفهان، ص ۸۰

٦- عطائی، ش. ۱۳۹۰. ردیابی سرولوژیکی و مولکولی ویروس موزائیک معمولی لوبیا در منطقه گرگان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشکده تولید گیاهی دانشگاه منابع طبیعی و کشاورزی گرگان، ٤٩ ص.

۷- فرزانفر، م. ۱۳۸۸. ارزیابی و مطالعه نحوه توارث به ویروس موزائیک معمولی نکروز لوبیا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۸۲ صفحه.

۸- قاسم‌زاده، آ.، سخندان، ن.، و خاکور، ر. ۱۳۹۱. شناسایی ویروس‌های مهم گیاهان خانواده‌ای حبوبات از مزارع استان آذربایجان شرقی بااستفاده از آغازگرهای عمومی. ویژه‌نامه دوازدهمین کنگره ژنتیک ایران، ۵ صفحه.

۹- قباخلو، ع.، پوررحیم، ر.، الهی‌نیا، ع.، و فرزانفر، ش. ۱۳۹۱. بکارگیری تکنیک مولکولی آر.تی.پی.سی.آر در تشخیص ویروس موزائیک زرد لوبیا در بذر یونجه. ویژه‌نامه دوازدهمین کنگره ژنتیک ایران، ۵ صفحه.

۱۰- مجنون حسینی، ن. ۱۳۷۲. حبوبات در ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، صفحات: ۲۵-۲٤.

11. Biddl, A.J. and Cattlin, N.D. 2007. Pests, diseases, and disorders of peas and beans. Manson Publication, 128 pp.
12. Farzadfar, Sh., Golnaraghi, A.R and Pourrahim, R. 2002. Plant viruses of Iran. Saman publication, Tahran, Iran, 205 pp.
13. Gibbs, A. and Oshima, K. 2010. Potyvirus and the digital revolution. Annual review of Phytopathology, 48: 205-233.
14. Jones, R., Coutts, B. and Kehoe, M. 2010. *Bean yellow mosaic virus* in lupins. Department of Agriculture and Food. Note: 403.
15. Mukeshimana, G., Hart, P., and Kelly, J.D. 2003. *Bean common mosaic virus* and *Bean common mosaic necrosis virus*. Extension Bulletin E-2894. September, P. 9.
16. Rundel, R.W. 1989. Ecological success in relation to plant form and function in the woody legumes. In C.H. Stirton and J.L. Zarucchi [eds.], Advances in Legume Biology, Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, 29: 377-398.

بررسی عامل مرگ گیاهچه کنگرفرنگی در شرایط کشت گلخانه‌ای

شیوا رحیمی تنها*[۱]، عظیم قاسم‌نژاد[۲] و کامران رهنما[۳]

[۱]به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم باغبانی، گرایش گیاهان دارویی، [۲]استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، [۳]دانشیار گروه گیاهپزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

*پست الکترونیکی: sh_rahimi2012@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۸

چکیده

کنگرفرنگی با نام علمی *Cynara scolymus* L. از تیره Asteraceae، از جمله گیاهان دارویی است که برگ‌های سال اول آن که مربوط به پایه‌های به گل نرفته هستند، بیشترین خواص دارویی را دارا می‌باشند. در کشت گلخانه‌ای این محصول، پوسیدگی همراه با نکروزه آوندی در قسمت ساقه و ریشه در ۲۰ درصد از نمونه‌های رقم Green globe مشاهده شد. به‌طوری‌که گیاهچه‌های یک‌ماهه در مرحله سه تا چهار برگی دچار نکروزه شدید آوندی شدند و به تدریج به مرگ گیاهچه منجر گردید. به‌منظور شناسایی عامل بیماری، گیاهچه‌های نسبتاً رو به زوال جمع‌آوری گشته و نمونه‌هایی روی محیط کشت PDA (سیب‌زمینی-دکستروز-آگار) کشت داده شد. پس از سه روز میسیلیوم‌های هوایی سفیدرنگی ظاهر شد و همچنین رنگدانه‌های صورتی-ارغوانی تشکیل شده از پرگنه از پشت پتری به وضوح قابل رویت بود. حضور رنگدانه‌های صورتی، قطر پرگنه ٤-۲/۵ سانتی‌متر و سرعت رشد قارچ، احتمال آلودگی فوزاریومی را نشان داد. پس از خالص‌سازی تک‌کلنی روی محیط کشت آب- آگار (WA)، تک اسپور در حال جوانه‌زنی به محیط کشت طبیعی CLA (برگ میخک و آگار) منتقل شده و بدین‌ترتیب بین شش تا ده روز تمامی خصوصیات مورفولوژیک قارچ، رویت و اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از کلید شناسایی معتبر و تطابق یافته‌ها با نمونه استاندارد *Fusarium oxysporum*، عامل بیماری شناسایی گردید. با تلقیح مجدد بیماریزایی توسط کلامیدوسپورها به گیاه کنگرفرنگی، بیماریزایی گونه *F. oxysporum* بر این گیاه اثبات شد. گزارش حاضر، اولین گزارش از شناسایی عامل مرگ گیاهچه کنگرفرنگی در شرایط کشت گلخانه‌ای می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کنگرفرنگی، *Fusarium oxysporum*، مرگ گیاهچه.

مقدمه

کنگرفرنگی (*Cynara scolymus* L.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی جهان است که در طول هزاران سال تحت کشت و کار بوده است. این گونه چندساله و بومی جنوب اروپا و حوزه مدیترانه می‌باشد. برگ‌های بزرگ متمایل به سفید به ابعاد ٤×۱۵ سانتی‌متر، به همراه دندانه‌های تیز و کوچک، سطح تحتانی کرکینه‌پوش به همراه تقسیمات شانه‌ای عمیق بریده بریده و رگبرگ‌های برجسته از خصوصیات متمایز این گیاه است. این گونه دارویی شناخته شده در جهان است که برگ‌های طوقه‌ای و بزرگ سال اول آن خواص دارویی دارند (۳).

بر اساس بررسی منابع در طی سال‌های ۱۹۹٤ و ۲۰۱۲ در ارتباط با پوسیدگی ریشه و ساقه گیاه کنگر فرنگی از برزیل و آمریکا گزارش‌هایی ارائه شده است (۷ و ۸). این بررسی نشان داد که قارچ عامل بیماری *Fusarium oxysporum* می‌باشد. بطورکلی آلودگی خاک مزارع در اغلب نقاط مختلف جغرافیایی به این قارچ از جهت پایداری بسیار گسترده است. در ایران طی بررسی‌های بعمل آمده این قارچ از گندم در مزارع کشت دیم پاییزه و همچنین از گیاهان صیفی‌جات در کشت تابستانه نیز گزارش شده است (۱، ۳ و ۵).

در شرایط آب و هوایی شمال ایران پس از گذشت یک‌ماه از کشت بذری، و در مرحله سه تا چهار برگی گیاه در ناحیه تماس ساقه با خاک، نکروز آوندی مشاهده شد که در طی مدت یک‌هفته رشد گیاه متوقف، برگ‌ها چروکیده، کاملاً پوسیده شده و کل گیاهچه نابود گردید. با توجه به کشت زراعی رو به گسترش این گیاه در منطقه شمال کشور، بررسی و مطالعه در زمینه بیماری‌ها و آفات آسیب‌رسان به این محصول بیشتر مورد نیاز است. لذا، هدف گزارش حاضر نیز در راستای شناسایی عامل مرگ گیاهچه کنگرفرنگی در شرایط کشت گلدانی در گخانه گروه علوم باغبانی واقع در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌بردای از گیاهچه‌های بیمار گیاه کنگر فرنگی رقم *Green globe*، در شرایط کشت گلدانی، در گلخانه گروه علوم باغبانی مستقر در پردیس دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان طی تابستان ۱۳۹۲ انجام گرفت. میزان رطوبت نسبی گلخانه ٦۰ درصد، ١٦ ساعت روشنایی و دمای ۳۲-۲۹ درجه سانتی‌گراد بود. گیاهان آلوده بر اساس علائم ظاهری نکروز ساقه در مراحل اولیه رشد (سه تا چهار برگ)، زردی و پژمردگی برگ‌های جوانتر انتخاب گردیدند. بدین‌ترتیب به‌طور تصادفی سه گیاه نسبتاً رو به زوال انتخاب و به آزمایشگاه انتقال داده شد. سپس به‌منظور جداسازی و خالص‌سازی قارچ نمونه‌ها، از حدفاصل بافت آلوده و سالم ساقه و ریشه قطعاتی به اندازه ۱-۰/۵ سانتی‌متر جدا کرده و پس از ضدعفونی آنها در محلول هیپوکلریت سدیم نیم درصد به‌مدت یک دقیقه و سه بار شستشو با آب مقطر استریل، نمونه‌ها بر روی کاغذ صافی استریل خشک شده (٤) و در شرایط استریل خالص‌سازی این جدایه با استفاده از محیط کشت آب- آگار دو درصد به روش جداسازی تک‌اسپور انجام شد (۹). تشخیص گونه فوزاریومی با استفاده از کلید شناسایی معتبر (۱۰) و با استفاده از محیط کشت طبیعی CLA (برگ میخک و آگار) به‌منظور تشکیل هرچه بیشتر ماکروکنیدی، میکروکنیدی و نحوه‌ی تشکیل، حضور یا عدم حضور کلامیدوسپورها و وضعیت فیالیدها صورت گرفت. به‌منظور اثبات بیماریزایی عامل شناسایی شده بر میزبان از دو روش استفاده شد.

الف) روش غوطه‌ورسازی ریشه(٤): برای تهیه سوسپانسیون قارچ، از روش تک اسپور کردن نلسون (۹) استفاده شد که برای تولید اسپور کافی، کلنی تک اسپور شده بر روی محیط WA (آب- آگار)، روی محیط PDA کشت داده شد و برای مدت یک هفته در دمای ۲۵ سانتی‌گراد قرار گرفت (۹). برای تهیه سوسپانسیون قارچی نیز، به داخل پتری‌های حاوی قارچ، آب مقطر اضافه شده و قسمت رویی محیط PDA حاوی قارچ جمع‌آوری شده از پارچه ململ عبور داده شد تا سوسپانسیون قارچ تهیه گردد. از سوسپانسیون تهیه شده، نمونه‌برداری شد و زیر میکروسکوپ توسط هموسایتومتر[1] و با استفاده از روش بداوین و همکاران (۵)، غلظت سوسپانسیون اسپورها بررسی شد. سپس، گیاهچه‌های سالم به

1- Hemicytometer

سوسپانسیون اسپور با غلظت 10^6 اسپور در میلی‌لیتر به‌مدت ۶۰-۳۰ ثانیه تلقیح، و به گلدان‌های حاوی مخلوط خاک استریل، ماسه و پرلیت منتقل شدند و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۱۲ ساعت نور قرار گرفتند. گیاهچه‌های گلدان‌های شاهد به جای سوسپانسیون اسپور در آب مقطر استریل غوطه‌ور شدند. بعد از مدت ۱۰ تا ۱۵ روز گیاهچه‌های پژمرده به آزمایشگاه منتقل و پس از کشت قسمت‌های آلوده و شناسایی عامل پوسیدگی، بیماریزایی این گونه اثبات شد.

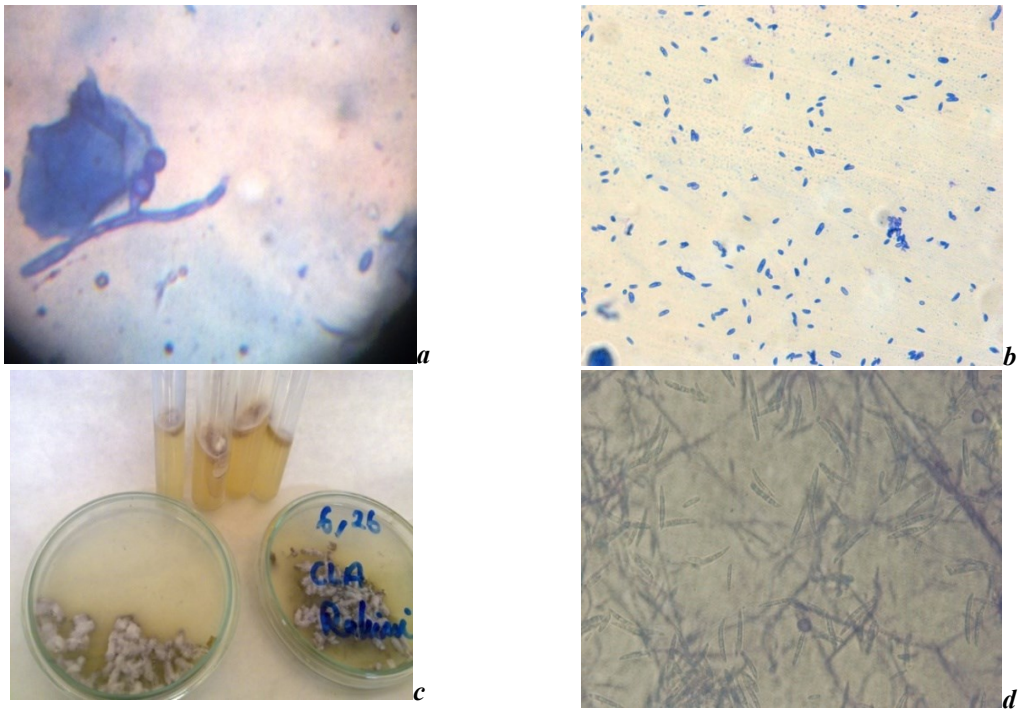
ب) روش استفاده از بلوک قارچی در مرحله گیاهچه‌ی یک‌ماهه: گیاهچه‌های سه تا چهار برگی تهیه شده و سپس با استفاده از یک اسکالپل استریل ناحیه ساقه در تماس با خاک (طوقه) برش کوچکی به طول یک سانتی‌متر ایجاد شد و سپس یک قطعه از کلنی قارچ موجود از محیط PDA در محل برش قرار گرفت و با پارافیلم محکم مسدود شد. برای گلدان‌های شاهد نیز از محیط کشت PDA عاری از کلنی قارچ استفاده گردید. گلدانها روزانه جهت بررسی علائم به بیماری تحت نظارت بودند و پس از ۱۰ روز قارچ عامل بیماری از گیاه دو مرتبه جداسازی گردید.

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس بررسی به‌عمل آمده متوسط قطر پرگنه پس از چهار روز در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد روی محیط کشت PDA، ٤-۲/۵ سانتی‌متر بود. رنگ پرگنه از پشت پتری، صورتی متمایل به ارغوانی بوده و نیز میسیلیوم‌های هوایی پنبه‌ای و سفیدرنگی در این شرایط تولید شد. میکروکنیدیوم‌ها فراوان و به‌صورت غیرزنجیری در سرهای کاذب (false head) و روی منوفیالیدهای کوتاه، ساده و گاه منشعب تشکیل شدند. میکروکنیدیوم‌ها تک سلولی، تخم مرغی، بیضوی و قلوه‌ای شکل بودند. میکروکنیدی‌ها در ابعاد (۳-٤/۱۱) × (۳/۸-۱/۸) میکرومتر و میکروکنیدیوم‌های دو سلولی با ابعاد (۳/۸-۱/۸) × (۱۵/۲-۱/۹) میکرومتر اندازه‌گیری شدند. ماکروکنیدی‌ها نیز با کمک محیط کشت طبیعی CLA به فراوانی تولید شدند که قایقی شکل و کمی کشیده و دارای دو تا پنج دیواره عرضی (اغلب سه دیواره) بودند. همچنین، سلول‌های انتهایی باریک و نوک‌تیز و کمی خمیده و سلول پایه آنها پاشنه‌ای شکل بود. اندازه ماکروکنیدی‌ها (۱/۱٤) ٤/٥٦-۲/۲۸×(۲٦/٦) ٤۱/۸-۲۲/۸ میکرومتر بودند که روی فیالیدهای منفرد یا کنیدیوفور منشعب به طول ۲٦/٤-۷/۲ میکرومتر تولید شدند. در سطح محیط کشت CLA، قطر کلامیدوسپورهای منفرد و دوتایی ۱۵/۲-۷/٦ میکرومتر بوده‌است (شکل ۱).

این گونه قارچی از جمله رایج‌ترین عوامل پژمردگی آوندی (wilt vascular) می‌باشد که مرگ ناگهانی گیاهچه (damping off) را بوجود می‌آورد (۲). تولید پوسیدگی طوقه و ریشه نیز به وسیله‌ی این قارچ گزارش شده است (۱). گونه‌های مولد پژمردگی معمولاً به‌طور اختصاصی عمل نموده و بیش از ۱۰۰ فرم اختصاصی[1] از این گونه گزارش شده است که عمدتاً در مورد گیاهان زینتی، سبزیجات، موز، نخل و خرما است (۲). باید توجه کرد که جدایه‌های این گونه که به‌صورت پوده رست (saprophyte) قسمت‌هایی از ریشه را اشغال می‌کنند و به صورت مهاجمان ثانویه محسوب می‌گردند، به‌عنوان بیماری تلقی نگردند. لذا باید با دقت، آزمایش برای اثبات بیماریزایی آن انجام شود (۲). آزمون بیماریزایی با سوسپانسیون قارچی به ریشه گیاهچه‌های چند روزه منجر به زوال آنها انجامید. همچنین در آزمون استفاده از بلوک قارچی از محیط کشت PDA پس‌از یک هفته، ۵۰ درصد گیاهچه‌های آلوده از بین رفته و پس از ۱۵ روز هر چهار تکرار گیاهچه فوزاریومی در اثر پژمردگی آوندی نابود گردیدند. نکروز آوندی و کاهش حجم ریشه نسبت به گیاهچه‌های شاهد مشهود بود. مجدداً عامل بیماریزا از گیاهچه‌های رو به زوال جداسازی و شناسایی گردید (شکل ۲).

1- Specialis formae



شکل ۱- مشخصات میکروسکوپی قارچ *Fusarium oxysporum* (a: میکروکنیدی، b: منوفیالید و میکروکنیدیوفور C: ماکروکنیدی و کلامیدوسپورd: شکل پرگنه در محیط کشت PDA و برگ میخک آگار CLA، خط مقیاس=25µm)

این گزارش با فهرستی از بیماری‌های گزارش شده از سبزیجات، طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ توسط مرکز تحقیقات بیماری و آفت‌شناسی دانشگاه واشنگتن، مبنی بر شناسایی عامل پوسیدگی ریشه و ساقه گیاه کنگرفرنگی (*Cynara scolymus*) تحت جنس *Fusarium* sp.، مطابقت دارد (٦). پینتو (١٩٩٤) نیز گونه *F. oxysporum* را روی کنگرفرنگی *C. scolymus* در برزیل گزارش کرد (٧). از استان گلستان نیز (ابتدای جاده قدیم گرگان- کردکوی، روستای حیدرآباد، شهر سرخنکلاته) سه جدایه فوزاریومی *F. oxysporum*، *F. moniliform* و *F. semitectum* از گندم گزارش گردیده است (٤). بر اساس یافته‌های حاصل از این گزارش روی عامل پوسیدگی و زوال کنگرفرنگی در منطقه مذکور و با توجه به تطابق شاخص‌های شناسایی مورفولوژیک قارچ توسط کلید نلسون و همکاران (١٠)، توصیفات ذکر شده در منبع لسلی و همکاران (٨) و نیز با مشاهده و مقایسه نتایج حاصل با جدایه استاندارد *F. oxysporum* می‌توان به عامل بوته‌میری و زوال ناگهانی کنگر فرنگی *F. oxysporum* تاکید نمود.

شکل۲-a: تلقیح مجدد قارچ به گیاه (سمت راست) و شاهد (سمت چپ) **b**: عوامل پاتوژنی در کشت مجدد (ماکروکنیدی و میکروکنیدی. خط مقیاس=**25µm**). **c**: برش عرضی از ریشه و طوقه گیاه سالم، **d**: نمود علائم پوسیدگی آوندی دربرش عرضی از ریشه و طوقه گیاه آلوده.

منابع

۱- اعتباریان، ح.ر. ۱۳۷۹. بیماری‌های سبزیجات. دانشگاه تهران. ۱۲٦ ص.

۲-امینی، ج.، ارشاد، ج. و ترابی، م. ۱۳۷۷. بررسی مایکوفلور ریشه گندم در استان تهران. خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. کرج، صفحه ٤٥.

۳-صارمی، ح. ۱۳۷۷. اکولوژی و تاکسونومی گونه‌های فوزاریوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۳۲ صفحه.

٤-ضیایی، ع.، دست‌پاک، ا.، و نقدی بادی، ح. ۱۳۸۳. مروری بر گیاه کنگرفرنگی. فصلنامه گیاهان دارویی. جلد۱۳. شماره ٤. صفحه۱۰-۱.

۵- مقصودلو، ر.، طاهری، ع.، رهنما، ک. ۱۳۸٦. شناسایی گونه‌های فوزاریوم جدا شده از ریشه و طوقه گندم در منطقه گرگان و بررسی بیماریزایی آنها. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ١٤. شماره ۲. ۱۵ صفحه.

6.Bedawin, F., Robert, F., Eplee, E. and Norris, R.S. 1984. Longevity of wicthweed (*Striga asiatica*) seed. Weed Sci., 32: 494-497.

7.Mils, C. and Inglis, D.H. 2012. Pathogen index for the WSU Puyallup plant and insect diagnosis laboratory. http://mtvernon.wsu.edu/path_team/vegetable.

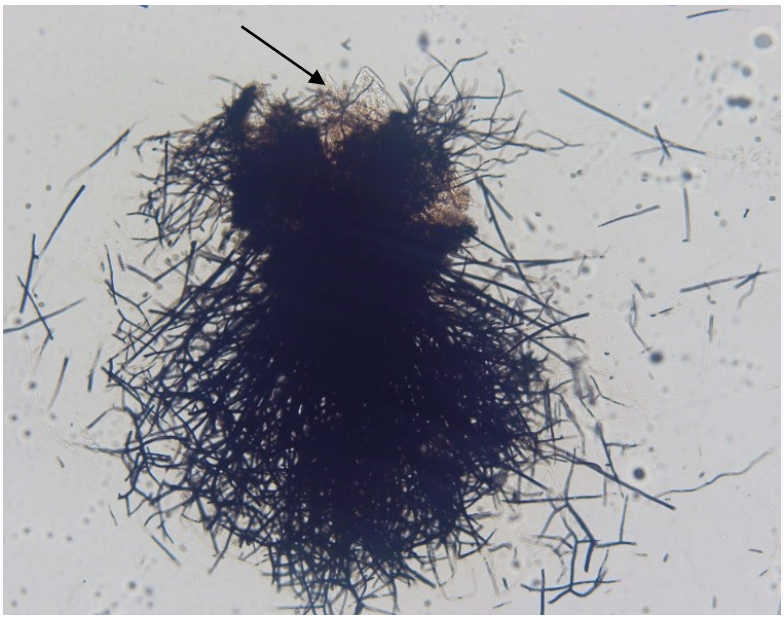
8.Pinto, C.M.F. Júnior, P. and Mizubuti, E.S.G. 1994. Diseases caused by fungi on artichoke, lettuce, chicory, strawberries and okra. Informe Agropecuário (Belo Horizonte). 17: 5-13.
9.Leslie, J.F., and Summerell, B. 2006. The *Fusarium* laboratory manual Blackwell publications. Oxford. England.
10.Nelson, P.E. 1981. Life cycle and epidemiology of *Fusarium oxysporum*. Fungal wilt disease of plants. (eds.) M.E. Mace, A.A.Bell and C.H. Beckman. Academic press, New York. US. pp: 51-80.
11.Nelson, P.E., Toussoun, T.A. and Marasas, W.F.O. 1983. *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. The Pennsylvania state university press. Press park. London. England. 193 pp.

گزارش یک قارچ جدید برای فلور قارچی ایران

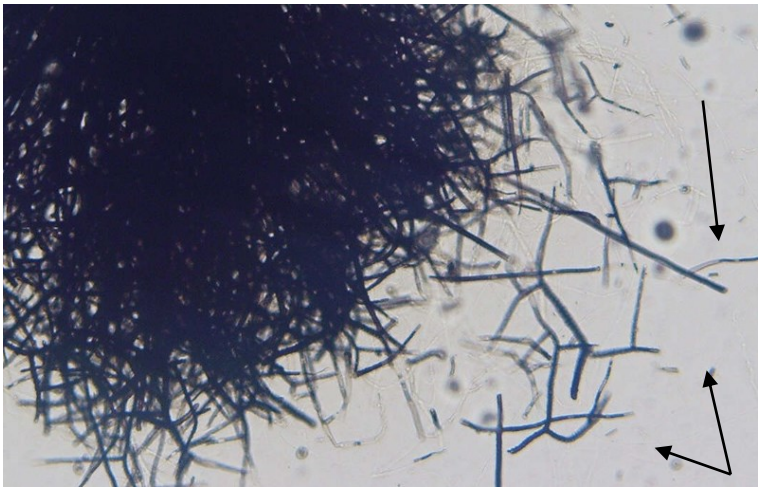
*رقیه حبیبی[۱] و کامران رهنما[۲]
[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی
[۲]دانشیار گروه گیاهپزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان
*پست الکترونیکی: rogaeehhabibi@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۸

چکیده

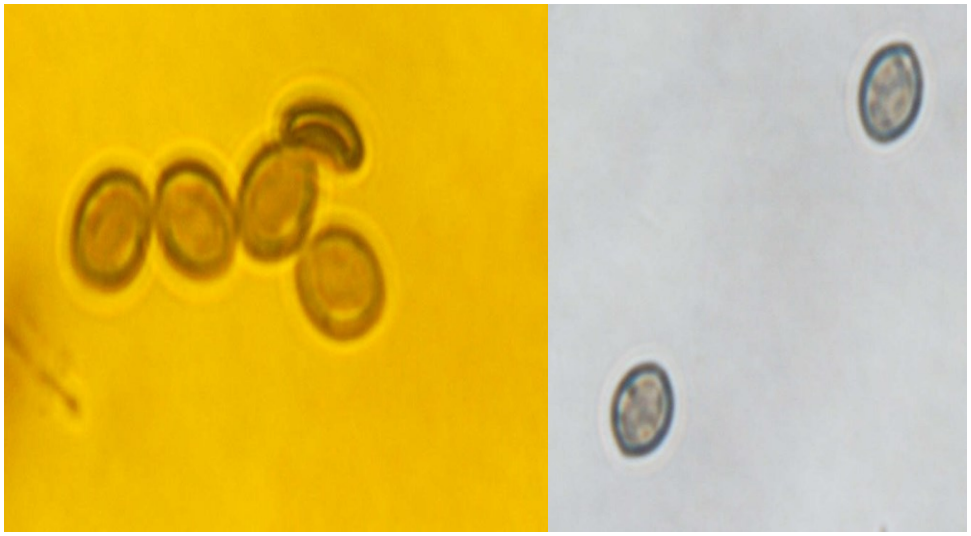
فندق (*Corylus avellana*) درختچه‌ای است به ارتفاع تقریباً دو متر، از خانواده *Corylaceae* که محل رویش آن نواحی با زمستان نسبتاً سرد و تابستان خنک می‌باشد. در مهرماه سال ۱۳۹۲، طی بازدید از منطقه جنگلی فندقلو واقع در استان اردبیل، از شاخه و سرشاخه‌ها با آلودگی شدید به کپک سیاه رنگ که در اثر آن شاخه‌ها خشکیده بودند، نمونه‌برداری شد. در بررسی‌های میکروسکوپی، پریتسیوم (آسکوکارپ) به طول (۲۳۸) ۲۴۰-۲۲۳ میکرومتر، پوشیده از موهای تیره و روشن فراوان به قطر (۱۲) ۱۳-۱۰ میکرومتر که در انتها دو شاخه بود، مشاهده گردید. آسک‌های گرزی یا تخم مرغی شکل که ناپایدار بوده و دیواره آن‌ها در داخل پریتسیوم از بین رفته بود. آسکوسپور در این جنس به صورت کروی تا تخم مرغی با اندازه (۱۹)۲۰-۱۸× (۲۷)۲۹-۲۴ میکرومتر مشاهده گردید. براساس برخی از منابع معتبر (۱، ۳ و ٤)، قارچ مذکور به عنوان *Chaetomium* شناسایی گردید. این قارچ به صورت ساپروفیت در سطح مواد غنی از سلولز هستند که برخی از آن‌ها از آلودگی‌های انسانی جدا شده‌اند. براساس منابع موجود این جنس برای نخستین بار در ایران از منطقه جنگلی فندقلو (۱) که احتمالاً به عنوان میزبان جدیدی برای این جنس در دنیا معرفی گردد (۲ و ۵).



شکل ۱- نمای بیرونی پریتسیوم جنس *Chaetomium* به همراه منفذ خروج آسک و آسکوسپور (×۱۰)



شکل ۲- انشعاب دو شاخه در انتهای فولکر جنس *Chaetomium* (×٤٠)



شکل ۳- آسکوسپورهای تک سلولی و تخم مرغی در جنس *Chaetomium* (×١٠٠)

منابع

۱- فلاحتی رستگار، م. ۱۳۷۰. کلید مصور قارچ شناسی (آسکومیست‌ها)، (تالیف Hanlin, R.H.)، انتشارات مشهد. ۲٦۳ صفحه.

2.Ershad, D. 2009. Fungi of Iran. Ministry of Agriculture, Agricultural research, education and extention organization. 528 pp. Tehran, Iran.

3.Rodríguez, K. 2002. Three new species of *Chaetomium* from soil. The Mycological Society of America, Lawrence, 94(1):116-126.

4.Ranjkesh Shourkaei, H., Fotouhifar, Kh.B. and Aghapour, B. 2010. New information on some species of the genus *Chaetomium* in Iran. Iranian Plant Protection Congress, Volume II, Plant Diseases, P 98.

5.Von Arx J.A., Guarro J. and Figueras M.J. 1986. The ascomycete genus Chaetomium. Beih. Nova Hedwigia; 84:1-16.

معرفی کتب جدید

نام کتاب: روش‌های بهره‌برداری از جوامع گیاهان دارویی و معطر

نویسنده: هوشنگ ریاضی

ناشر: موسسه آموزش عالی بهاران

سال نشر: ۱۳۹۲

تعداد صفحه: ۲۱۶ صفحه

موضوع: هدف این کتاب آشنایی با گیاهان ارزشمند در رویشگاههای مرتعی و جنگلی، مروری بر تاریخچه استفاده از گیاهان صنعتی و دارویی در جهان، ملاحظه روش ها و بهره برداریی های سنتی از محصولات فرعی مراتع و جنگل ها، ارزش اقتصادی آنها، همچنین توجه به ارزش آنها در شفابخشی و تسکین بیماری ها، کاربرد آن ها در صنعت و نکاتی در جهت اصلاح روش های بهره برداری های سنتی و احیاء رویشگاه ها می باشد.

نام کتاب: نماتدهای ایران

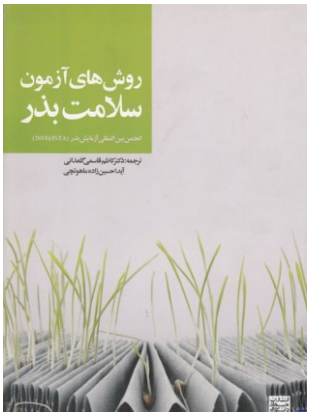
نویسندگان: مهندس رضا قادری، مهندس لیلا کاشی نهنجی و دکتر اکبر کارگربیده

ناشر:

سال نشر: ۱۳۹۱

تعداد صفحه: ۳۷۱

موضوع: علم نماتود شناسی در ایران با انجام پژوهشهای مختلف در زمینه شناسایی، پراکنش، زیست شناسی، بیماری زایی، مدیدریت، مقاومت،کنترل زیستی و جنبه های جدیدتر از جمله بررسی های مولکولی، را پیشرفت خود را به تدریج هموار نموده است. در این کتاب، یک گردآوری از پژوهشهای انجام شده در زمینه شناسایی و پراکنش نماتودهای انگلی و آزادزی در ایران است.



نام کتاب: روش های آزمون سلامت بذر

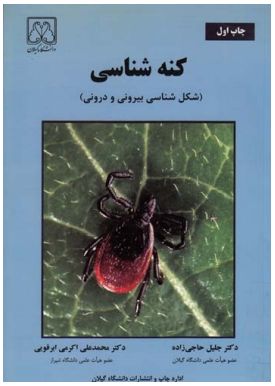
نویسنده: دکتر کاظم قاسمی گلعذانی، آیدا حسین زاده ماهوتچی

ناشر: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

سال نشر: ۱۳۹۰

تعداد صفحه: ۲۰۳

موضوع: بیماری های بذرزاد سبب گسترش فزاینده بیماری‌ها در مزرعه می‌گردند و عملکرد گیاهان زراعی را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهند. انجام آزمون سلامت بذر می‌تواند در تعیین سلامت یک نمونه‌بذری و در نتیجه توده بذری موثر باشد. این آزمون اهیمت تیمارهای توده بذری در جهت ریشه کن کردن پاتوژن های بذر زاد و کاهش خطر سرایت بیماری‌ها را نمایان می‌کند و به‌عنوان مکمل آزمون جوانه زنی در پیش بینی استقرار مزرعه‌ای گیاهچه‌ها ارزش فراوانی دارد. در این کتاب روش‌های شناسایی عوامل بیماری‌زا در بذرهای گونه‌های مختلف گیاهی همراه با تصویر شرح داده شده است.



نام کتاب: کنه شناسی

نویسنده: دکتر جلیل حاجی زاده و دکتر محمد علی اکرمی ابرقویی

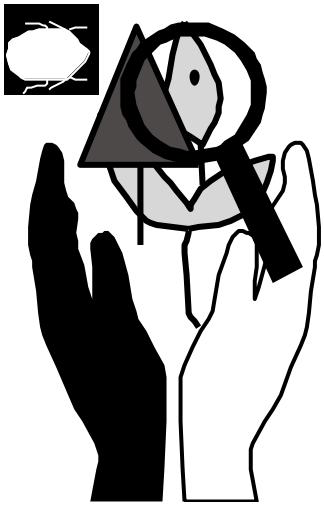
ناشر: انتشارات دانشگاه گیلان

سال نشر: ۱۳۹۰

تعداد صفحه: ۳۶۳

موضوع: دانش کنه‌شناسی امروزه به‌عنوان یکی از رشته‌های مهم در زمینه‌های علوم پایه و کاربردی مطرح است.هم زمان با پیشرفت علم کنه‌شناسی در جهان در ایران نیز این علم پیشرفت نموده و اکنون اطلاعات قابل توجهی خصوص کنه‌های ایران در دسترس می‌باشد. نیاز به وجود کتاب جامعی در خصوص شکل‌شناسی خارجی و داخلی کنه‌ها احساس می‌شد. این کتاب توسط دانشجویان رشته کشاورزی بخصوص گیاهپزشکی و حشره‌شناسی کشاورزی، علوم جانوری، دامپزشکی و پزشکی می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

فرم اشتراک نشریه ترویج گیاه‌پزشکی



نام: .....

نام خانوادگی: .....

نام شرکت / موسسه: .....

شغل: ..... سمت: .....

تحصیلات: ..... سابقه: .....

شماره اشتراک: .....

درخواست اشتراک از شماره:.....

تعداد نسخه مورد تقاضا از هر شماره:.....

نشانی کامل پستی: استان:..... شهرستان:.....

تلفن: ..... نمابر:..... کدپستی:.....

صندوق پستی: .....

راهنمای اشتراک نشریه ترویج گیاه‌پزشکی

لطفاً موارد ذیل مورد توجه قرار گیرد.

* فرم اشتراک به‌صورت کامل و خوانا تکمیل گردیده و کدپستی حتماً قید شود.

* براساس جدول، هزینه اشتراک خود را در وجه حساب جاری شماره ٤٠٦٧٥٢٩٧٢ بانک کشاورزی خیابان شهید بهشتی شعبه منابع طبیعی کد ٤٥١١ گرگان بنام نشریه گیاهپزشک و غذا واریز نموده و اصل فیش بانکی را به آدرس گرگان، ملاقاتی ششم، موسسه آموزش عالی بهاران و یا نمابر ٠١٧-٣٢٢٥١٦٠٧ (امور مشترکین) ارسال فرمایید.

* جهت اشتراک دانشجویی ارسال کپی کارت دانشجویی الزامی است.

* از فرستادن وجه نقد بابت اشتراک خودداری فرمایید.

* در صورت هر گونه تغییر در نشانی، امور مشترکین فصل‌نامه را سریعاً مطلع نمایید.

نوع و مدت اشتراک	یکساله
عادی	۲۰۰۰۰۰ ریال
دانشجویی	۱۵۰۰۰۰ ریال
مؤسسات آموزشی اداری و کتابخانه‌ها و کلینیک‌ها	۲۵۰۰۰۰۰ ریال
مهندسان کشاورزی عضو سازمان نظام مهندسی	۱۸۰۰۰۰ ریال

*- قیمت تک شماره ۵۵۰۰۰ ریال می‌باشد.

خواهشمند است به سایر همکاران محترم و دانشجویان گرامی نیز اعلام گردد.

هو العلیم»

«فصل‌نامه ترویج گیاه‌پزشکی»

راهنمای نگارش مقاله

****

«فصل‌نامه ترویج گیاه‌پزشکی» مقاله‌های تهیه شده در زمینه‌های مختلف گیاهپزشکی را که به زبان فارسی نوشته شده و جهت چاپ به هیچ مجله‌ای ارسال نشده یا قبلاً نیز در هیچ مجله‌ای انتشار نیافته باشند را با رعایت نکات مندرج در این راهنما، جهت بررسی و چاپ در فصل‌نامه می‌پذیرد. به‌منظور تسهیل در ارایه مقاله و سرعت بخشیدن به مراحل داوری آن، تمام مراحل به صورت الکترونیک و از طریق پست‌الکترونیک نشریه (ppjournal@yahoo.com) انجام می‌گیرند.

موضوعات قابل پذیرش در فصل‌نامه

آفات گیاهی، بیماری‌های‌گیاهی، علف‌های هرز، بیماری‌های فیزیولوژیک (بیمارگرهای غیرزنده)، بیماری‌های پس از برداشت و مشکلات ناشی از میکروارگانیسم‌ها و متابولیت‌های آن‌ها در مواد غذایی، مدیریت و مبارزه با آفات و گزارش کوتاه.

انواع نوشته‌های قابل پذیرش:

۱-مقالات علمی تحقیقی: این نوع نوشته‌ها حاصل یک تحقیق عملی در زمینه‌های قابل پذیرش در فصل‌نامه می‌باشند.

۲-مقالات علمی ترویجی: این نوع نوشته‌ها حاصل یک تحقیق عملی، گردآوری مطالب ترویجی، ترجمه یک مقاله ترویجی خارجی و یا حاصل تجربیات کاربردی نگارنده هستند که به زبانی ساده، روان و قابل استفاده برای استفاده کارشناسان دستگاه‌های اجرایی و کشاورزان پیشرو نوشته می‌شوند.

۳-مقالات مروری تحلیلی: این نوع نوشته‌ها توسط صاحب‌نظران رشته‌های مختلف علمی مرتبط و به‌طور عمده با استناد به منابع علمی فرد نگارنده نوشته می‌شوند. در این نوع نوشته‌ها، به معرفی یک یافته علمی نوین و تحلیل روش‌ها و اطلاعات موجود پرداخته می‌شود.

***تذکر:** حضور حداقل یک عضو هیات علمی دانشگاه‌ها و موسسات پژوهشی کشور به‌عنوان نگارنده در این گونه نوشته‌ها الزامی می‌باشد.

٤-گزارش کوتاه علمی: این نوع نوشته‌ها، گزارش یا معرفی یک بیماری جدید، عامل بیماری یا آفت جدید، میزبان جدید، علف جدید و یا وقوع مایکوتوکسین‌ها و دیگر خسارت‌های جدید مواد غذایی در سطح استان یا کشور می‌باشند.

کلیات

مقالاتی که به دفتر فصل‌نامه ارسال می‌شوند، به عنوان مطالب اصلی و چاپ نشده در نظر گرفته می‌شوند که همزمان یا قبل و بعد از آن به مجله دیگری ارسال نخواهند گردید. بر این اساس، کلیه مقالات ارسالی بایستی همراه با یک برگه مکتوب (تعهدنامه نگارندگان) و امضاء شده به وسیله نگارنده (گان) مبنی بر عدم ارسال آن مطلب به سایر مجلات به دفتر فصل‌نامه ارسال گردند. مسؤولیت صحت نوشته‌ها تنها بر عهده نویسنده (گان) مقاله می‌باشد.

مشخصات نوشتاری مقالات ارسالی به فصل‌نامه

- صفحه اول کلیه مقالات ارسالی (برگ شناسه) باید شامل عنوان، اسامی نگارنده(گان)، مرتبه علمی و محل کار آنان باشد. در ضمن، یکی از نگارندگان بایستی به عنوان مسؤول مکاتبه مشخص شود و نشانی پستی، شماره تلفن ثابت، همراه، نمابر و نشانی پست‌الکترونیک وی در همین صفحه درج گردد.
- مقاله باید با فاصله سطور ۱/۵ (1.5 Line) و رعایت ۳ سانتی‌متر حاشیه در چهار طرف تایپ شده باشد.
- اسامی علمی بایستی به صورت انگلیسی و خوابیده (ایتالیک) نوشته شوند.
- متن اصلی مقالات شامل بخشهای مختلفی است که به تفکیک برای انواع نوشته‌ها ارایه می‌گردد.
- تا حد امکان از نوشتن پاورقی اجتناب شود.

- قبل از نقطه (.) و کاما (،) گذاشتن فاصله لازم نیست، ولی بعد از آنها، درج یک فاصله لازم است و باید رعایت شود.
- نوع قلم فارسی B Nazanin 12 و نوع قلم انگلیسی Times New Roman 10 انتخاب شود.

مقالات علمی-تحقیقی

- متن اصلی این مقالات شامل بخش‌های (به‌ترتیب): عنوان، چکیده، واژگان کلیدی، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج، بحث، سپاس‌گزاری (در صورت نیاز)، منابع، جدول‌ها و شکل‌ها می‌باشد. این مقالات میباید حداکثر در ۵ صفحه تنظیم شود.

مقالات علمی-ترویجی و مروری-تحلیلی

- متن اصلی این مقالات شامل بخش‌های (به‌ترتیب): عنوان، چکیده، واژگان کلیدی، مقدمه، شرح موضوع، بحث و نتیجه‌گیری، سپاس‌گزاری (در صورت نیاز)، منابع، جدول‌ها و شکل‌ها می‌باشد.

مقالات علمی-ترویجی و مروری-تحلیلی حداکثر می‌باید به‌ترتیب در سه و پنج صفحه تنظیم شود.

گزارش کوتاه علمی

هر کار گزارش از نظر کمی یا کیفی شرایط یک مقاله کامل را نداشته و حداکثر در دو صفحه تنظیم می‌شود.

شرح بخش‌های اصلی مقاله

- **عنوان**: عنوان باید کوتاه، رسا و جامع، گویای محتوی مقاله باشد و از ۲۵ کلمه تجاوز نکند.
- **چکیده**: چکیده باید فشرده گویایی از مقاله با تأکید بر فرضیه، هدف، توصیف مختصر مواد و روش‌ها، نتایج اصلی به‌دست آمده و نتیجه‌گیری کلی از پژوهش باشد و در یک پاراگراف نوشته شده و از ۲۰۰ کلمه تجاوز نکند.
- **مقدمه**: در این بخش پس از اشاره کافی به موضوع مورد پژوهش، منابع و پژوهش‌های اجرا شده قبلی (داخلی و خارجی) در زمینه مورد بحث و هدف یا اهداف آزمایش باید به‌طور واضح ذکر شوند.
- **مواد و روش‌ها**: در این قسمت باید مواد و روش‌های مورد استفاده به‌طور کامل بیان شوند، ولی در عین حال به شرح کامل روش‌های اقتباس شده نیازی نیست و ذکر اصول و کافی است. ذکر مشخصات فنی و نام‌های دقیق علمی و تجاری مواد و دستگاه‌ها و هم‌چنین معیارهای مورد استفاده ضرورت دارد.
- **نتایج**: نتایج تحقیق به صورت نوشتار، جدول، شکل و نمودار در این قسمت ارایه می‌شود. مضمون جدول‌ها به هر نحو و یا به هر شکل نباید در مقاله تکرار شود. هر جدول از شماره، عنوان، سرستون‌ها و متن جدول تشکیل می‌شود. هر جدول با یک خط افقی از شماره و عنوان جدول متمایز می‌شود. همچنین سرجدول با یک خط افقی از متن جدول جدا شده و در زیر متن جدول نیز یک خط افقی ترسیم می‌شود. در صورت لزوم می‌توان برای تقسیم سر جدول از خطوط افقی در داخل کادر سرجدول استفاده کرد. عنوان جدول در بالای کادر جدول، با اشاره‌های مختصر به عنوان مقاله درج شده و پس از کلمه جدول و شماره آن، خط تیره و سپس عنوان ذکر می‌شود. در متن جدول تا حدامکان نباید از خطوط افقی و عمودی استفاده کرد. هر ستون جدول باید دارای عنوان و واحد مربوط به آن ستون باشد. چنانچه تمام ارقام متن جدول دارای واحد مشترک باشند، می‌توان واحد را در عنوان اصلی جدول ذکر نمود. توضیحات اضافی عنوان و متن جدول به‌صورت زیرنویس ارایه می‌شوند و ارتباط آنها با جدول به‌صورت اعداد یا حروف انگلیسی در بالا و سمت راست جملات و اعداد مشخص می‌گردد. نتایج تجزیه‌های آماری باید بر اساس یکی از روش‌های علمی در جدول منعکس شوند، چنانچه محاسبات آماری به یافتن اختلاف معنی‌دار منجر شده باشند، در سطوح ۵ و ۱ درصد به‌ترتیب با یک و دو ستاره نشان داده شوند و در صورتی که اختلاف معنی‌دار نباشد، با علامت "ns" مشخص گردد.

● کلیه شکل‌ها، نمودارها و تصاویر با واژه «شکل» نامگذاری می‌شوند و عنوان شکل در زیر آن درج می‌گردد. برای درج عنوان هر شکل، پس از کلمه شکل و شماره آن، خط تیره و سپس عنوان ذکر می‌شود. عکس‌ها باید به صورت سیاه و سفید یا رنگی و با قالب‌های معمول فایل‌های تصویری نظیر JPG، BMP و TIF و با وضوح 300 dpi تهیه شوند.

● **شرح موضوع** (در مقالات علمی-ترویجی و مروری-تحلیلی): در این بخش به ارایه سابقه تحقیق و یافته‌های دانشمندان در دنیا و ایران پرداخته می‌شود و عنوان مطرح شده به‌طور کامل تشریح می‌گردد. ابعاد و جنبه‌های مختلف موضوع مطرح شده و اهمیت آن با ارایه مستندات، جداول، شکل‌ها، نمودارها و... به‌طور کامل شرح داده می‌شود.

● **بحث و نتیجه‌گیری** (در مقالات علمی-ترویجی و مروری-تحلیلی): در این بخش، با جمع‌بندی مطالب ارایه شده و مقایسه نتایج تحقیقات انجام شده، به بحث در مورد آن‌ها پرداخته می‌شود. در پایان نیز در یک یا دو بند، به نتیجه‌گیری کلی مقاله پرداخته می‌شود و نتایج کاربردی و توصیه‌های عملی در رابطه با موضوع بحث شده ارایه می‌گردند.

● **بحث**: در این قسمت، نتایج حاصل با توجه به فرضیه‌ها و اهداف تحقیق مورد تجزیه و تحلیل علمی قرار می‌گیرند و با مطالعات پژوهشی مشابه مقایسه می‌گردند.

● **سپاسگزاری**: در این بخش که حداکثر در چهار سطر تنظیم می‌شود، می‌توان از اشخاص حقیقی و حقوقی که در راهنمایی و یا انجام تحقیق مساعدت نموده و یا در تامین بودجه، امکانات و لوازم کار نقش داشته‌اند، سپاسگزاری نمود.

● **منابع مورد استفاده**: ارجاع معمولاً پس از یک مطلب مهم قید می‌شود. طرز نوشتن ارجاع در متن به این ترتیب خواهد بود که ابتدا باید پس از اتمام دستنوشت مجله، فهرست منابع مورد استفاده بر اساس حروف الفبا و متعاقباً با شماره تنظیم شود و سپس در پایان جمله متن، در داخل پرانتز شماره مربوط به آن منبع گذاشته شود.

● **نحوه تنظیم فهرست منابع**: فهرست منابع مورد استفاده باید از منابع فارسی در ابتدا و منابع خارجی در ادامه باشد، که همگی به‌ترتیب حروف الفبا و متعاقبا با شماره تنظیم شده باشند.

● **منابع فارسی**

الف- مجلات علمی فارسی

نام خانوادگی نگارنده، حرف یا حروف اول نام نگارنده، تاریخ انتشار مقاله، عنوان مقاله، عنوان کامل مجله، شماره جلد، شماره مجله و اولین و آخرین صفحات مقاله.

***تذکر**: در صورتی که مقاله با کمک بیش از یک نگارنده تهیه شده باشد: نام خانوادگی نگارنده اول، حرف اول نام نگارنده اول، نام خانوادگی نگارنده دوم، حروف اول نام نگارنده دومی آورده شود و بقیه موارد مشابه خواهد بود.

مثال:

میرآبادی، ع.ز.، رهنما، ک.، صدروی، م.، و صلاتی، م. ۱۳۸۸. شناسایی، پراکنش و علایم‌شناسی عوامل بیماری ساقه سیاه کلزا، بیماری‌های گیاهی، ٤٥:٤، ٢٨٥-٢٦٧.

ب- کتاب‌های فارسی

نام خانوادگی نویسنده، حرف یا حروف اول نام نگارنده، سال انتشار، عنوان کتاب، ناشر، محل نشر و صفحات مورد استفاده.

مثال:

رهنما، ک.، و عراقی، م. ۱۳۹۰. بیواکولوژی بیماری زوال درختان نارون. موسسه آموزش عالی بهاران، ۱۳۸-۱۲۰.

***تذکر**: مرجع یا مراجعی که ترجمه باشند، در فهرست منابع بایستی ابتدا نام نویسنده (گان) کتاب اصلی، عنوان مشخصات فارسی آن و سپس نام مترجم (مترجمان) ذکر شود.

ج- همایش‌های فارسی (داخلی)

مثال: احمدی، م.ر.، و رهنما، ک. ۱۳۹۲. معرفی آرایه‌های جدید برای فلور قارچی ایران. خلاصه مقالات اولین کنگره قارچ‌شناسی ایران. دانشگاه گیلان، رشت، ص ۱۱.

د- پایان‌نامه فارسی

مثال: آقاجانی، م.ع. ۱۳۷۸. شناسایی رایزوکتونیاها و شبه رایزوکتونیاهای گندمیان در منطقه مرکزی استان مازندران. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۵۹ ص.

***تذکر:** در کلیه موارد فوق رعایت قرار دادن کاما، نقطه و غیره بر اساس استانداردهای موجود ضروری است.

***تذکر:** در صورتی که از یک نگارنده (یا نگارندگان) چندین مرجع مورد استفاده قرار گیرد، ترتیب درج آنها بر سال انتشار از قدیم به جدید است و در صورتی که مقالات منفرد و مشترک از یک نویسنده ارایه شود، ابتدا مقالات منفرد و سپس مقالات مشترک آورده شوند.

***تذکر:** در مورد مرجعی که نویسنده آن مشخص نیست به جای نام نگارنده کلمه "بی‌نام" ذکر خواهد شد.

● منابع انگلیسی

منابع مورد استفاده بر اساس حروف الفبای نام خانوادگی نگارنده، (یا اولین نگارنده برای منابعی که بیش از یک نگارنده دارند) زیر هم آورده می‌شوند. چنان‌چه از یک نگارنده چندین منبع مورد مراجعه قرار گرفته باشند، ترتیب درج آن ها بر حسب سال انتشار، از قدیم به جدید خواهد بود. اگر از نگارنده‌ای چندین منبع همسال وجود داشته باشد، با گذاشتن حروف a ،b و c بعد از سال انتشار از یکدیگر متمایز خواهند شد. در صورتی که مقالات منفرد و مشترک یک نگارنده ارایه شود، ابتدا مقالات منفرد و سپس مقاله‌های مشترک به‌ترتیب حروف الفبای نام نگارندگان بعدی مرتب می‌شوند. در مورد مقاله به‌ترتیب نام خانوادگی نگارنده، حرف اول اسم کوچک نگارنده، تاریخ انتشار مقاله، عنوان مقاله، عنوان اختصاری یا کامل مجله، شماره جلد و اولین و آخرین صفحه مقاله خواهد آمد. در مورد کتاب به‌ترتیب نام خانوادگی و سپس حرف اول اسم کوچک نگارنده، تاریخ انتشار، عنوان کامل کتاب، شماره جلد، نام ناشر، محل انتشار و تعداد کل صفحات کتاب خواهند آمد. در مورد مقاله یا کتاب‌هایی که بیش از یک نفر نویسنده دارند، به‌ترتیب نام‌خانوادگی و حرف اول اسم اولین نویسنده و برای سایرین، حرف اول اسامی و پس از آن نام خانوادگی آن‌ها ذکر می‌شود.

در مورد مقاله‌ای که از یک مجموعه استخراج شده است، بعد از ذکر نام نگارنده (گان) و سال انتشار کتاب، عنوان مقاله نوشته می‌شود و پس از قرار دادن یک نقطه و حرف "ص" یا "pp." شماره صفحه‌های آغاز و پایان آن قسمت با خط فاصله میان این دو، یک نقطه گذاشته می‌شود. سپس با نوشتن عبارت "in" و گذاشتن دو نقطه، مخفف "Editors"، عنوان کتاب، شماره جلد، نام ناشر و محل چاپ خواهد آمد. در مورد مرجعی که نویسنده آن مشخص نیست، به جای نام نگارنده کلمه "Anonymous" ذکر خواهد شد.

مثال‌ها

● مقالات در مجله‌های علمی استاندارد (Article in Standard Journals)

Panahian, Gh., and Rahnama, K. 2010. Fusarium wilts on native silk trees (Albizia julibrissin Durz) in the North of Iran, Gorgan. International Journal of Agronomy and Plant Production, 1:1, 1-5.

● مقالات در نشریات ادواری (Article in Serial Publications)

Mirabadi, A.Z., Rahnama, K., and Esmailifar, A. 2009. First report of pathogenicity group 2 of *Leptosphaeria maculans* causing blackleg of oil seed rape in Iran. Plant pathology. 58: 1175.

● مقالات در نشریات ترویجی (Magazine Article)

Davenport, C.H. 1981. Sowing the seeds. Barron's. 2 March, p.10.

● کتاب (شامل بولتن‌ها، گزارش‌ها، کارهای چند جلدی و سری‌ها)

Brown, J. 1966. Soils of the Okpilak River Region, Alaska. CRREL Res. Rep. 188. U.S. Army Cold Reg. Res. Eng. Lab, Hanover, NH.

● فصلی از یک کتاب (Chapter in a Book)

Achorn, F.P., and Balay, H.L. 1985. Developments in Potassium Fertilizer Technology. pp. 49–66. In: R.D. Munson (ed.) Potassium in Agriculture. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

● مقالات در مجموعه مقالات کنفرانس‌ها، سمپوزیوم‌ها و کارگاه‌های آموزشی (Conferences, Symposiums, and Workshops Proceedings)

● فصلی از یک جلد مجموعه مقالات (Chapter in a Proceeding Volume)

Dolstra, O., Jongmans, M.A., and de Jong, A.W. 1987. Genetic variation for digestibility of cell-wall constituents in the stalks and its relation to feeding value and various stalk traits in maize (*Zea mays* L.). pp. 394–402. In: Proc. Congr. Maize and Sorghum. Section of EUCARPIA (European Association for Research on Plant Breeding), 14th, Nitra, Czechoslovakia. 7–11 Sept. 1987. PUDOC, Wageningen, the Netherlands.

● پایان‌نامه / رساله (Thesis/Dissertation)

Rahnama, K. 1994. Biological control of *Pythium ultimm* by Myco Parasite *Pythium oliganadrum*. Ph.D. Thesis. Univ. of Sheffield. U.K. 140 pp.

● چکیده مقالات (Abstracts)

Caldwell, B.A. 1997. Fatty acid esterase activity in forest soils and ectomycorrhizal mat communities. p. 223. In 1997. Agronomy abstracts. ASA, Madison, WI. USA.

● نرم‌افزارها و منابع مربوط به نرم‌افزار (Software and Software publications)

Abacus Concepts. 1991. Super ANOVA user's guide. Release 1.11. Abacus Concepts, Berkeley, CA. USA.

مراحل پذیرش مقاله

نگارنده می‌بایستی مقالات علمی خود را به‌صورت الکترونیک به آدرس ایمیل فصل‌نامه ارسال نماید. بلافاصله پس از وصول مقاله به دفتر پژوهش‌نامه، یک پیام الکترونیک مبنی بر دریافت مقاله همراه کد مقاله (جهت پیگیری‌های بعدی) به نشانی پست الکترونیک نگارنده مسؤول مکاتبه ارسال خواهد گردید. سپس، مقاله دریافت شده توسط سردبیر مورد بررسی مقدماتی قرار می‌گیرد و ارتباط و تناسب آن با موضوعات تحت پوشش پژوهش‌نامه و قالب‌های نوشتاری ارایه شده کنترل می‌گردد. در صورت عدم تایید، مقاله رد می‌شود و یا جهت رفع نقص به نگارنده مسؤول مکاتبه برگردانده خواهد شد. در صورت تایید نوشته در این مرحله، مقاله به‌وسیله سه داور علمی (با انتخاب هیات تحریریه) مورد بررسی و داوری قرار می‌گیرد. بعد از داوری، نظرات داوران در اسرع وقت به مسؤول مکاتبه ابلاغ خواهد شد و نامبرده می‌بایستی با اصلاح مقاله و یا توجیه عدم پذیرش نظرات داوران، نسخه اصلاح شده را به همراه نسخه‌های داوری شده و یک لوح به دفتر فصل‌نامه ارسال نماید. اصلاحات فشرده حاوی فایل متنی مقاله در قالب نرم‌افزار مایکروسافت (*.doc) Word 2003 و پاسخ‌های نگارنده به داور نهایی ارسال خواهد شد و در صورت تایید داور نهایی، پذیرش کتبی برای نگارنده ارسال خواهد گردید. در صورت عدم تایید داور نهایی، مقاله جهت اصلاحات بعدی به نگارنده عودت داده خواهد شد.

هزینه‌های بررسی و چاپ مقالات لازم است توسط نویسندگان محترم به مبلغ ۵۰۰/۰۰۰ ریال (پانصدهزار ریال) به شماره حساب آبونمان مجله (حساب جاری شماره ٤٠٦٧٥٢٩٧٢ بانک کشاورزی شعبه شهید بهشتی منابع‌طبیعی گرگان کد ٤٥١١ به نام نشریه گیاه‌پزشک و غذا) قبل از ارسال مقاله واریز و فیش مربوطه ضمیمه گردد.

نشانی دفتر فصل‌نامه گیاه‌پزشک و غذا:

گرگان، خیابان شهید بهشتی، خیابان ملاقاتی ششم، ساختمان مرکزی موسسه آموزش عالی بهاران، طبقه دوم، دفتر فصل‌نامه گیاه‌پزشک و غذا.

صندوق پستی: ٤٩١٦٦٩٤١٨٧

تلفن: ٣٢٢٥١٦٠٩ – ٠١٧

پست الکترونیک: giahpezeshkjournal@baharan.ac.ir

نشانی وب سایت اینترنتی فصل‌نامه

www.ppj.ir or www.ppjournal.ir

فهرست داوران مقالات
این شماره

فهرست همکاران محترمی که در داوری مقالات این شماره با نشریه ترویج گیاه‌پزشکی همکاری صمیمانه‌ای داشته‌اند، بدین شرح می‌باشد:

دکتر محمدحسن سرایلو	**گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان**
دکتر کامران رهنما	**گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان**
دکتر محمد علی آقاجانی	**بخش گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی گلستان**
دکتر عبدل‌زاده	**گروه زیست‌شناسی دانشگاه گلستان**
دکتر احمد ندیمی	**گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان**
دکتر سعید نصراله‌نژاد	**گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان**
دکتر محسن یزدانیان	**گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان**
دکتر علی افشاری	**گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان**
مهندس مبشری	**بخش گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان**
مهندس بیژن آقاپور	**گروه گیاه‌پزشکی موسسه آموزش عالی بهاران**
مهندس مرضیه قباخلو	

از زحمات این بزرگواران صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.