



مقاله پژوهشی

همراهی *Paecilomyces cf. variotii* با سرخشکیدگی درختان بادام و هلودر استان چهارمحال و بختیاری

ناصر امانی‌فر

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۶)

چکیده

طی سال‌های ۱۴۰۳-۱۳۹۹ به منظور شناسایی باکتری‌های همراه با علائم شانکر و خشکیدگی سرشاخه‌های درختان میوه هسته‌دار در استان چهارمحال و بختیاری نمونه‌هایی تهیه شد، در مواردی گونه‌ای قارچ جدا گردید که فراوانی آن چشمگیر بود. به طوری که از حدود ۱۱ درصد نمونه‌ها (۴۸ نمونه از ۴۳۶ نمونه) قارچ مورد نظر جداسازی شد، از ۴۸ نمونه ۳۶ نمونه مربوط به درختان بادام و ۱۲ نمونه هلو بود. علائم در درختان آلوده به صورت ترشح صمغ (غالباً سفیدرنگ) به صورت پراکنده در شاخه‌ها و تنه اصلی بود. در برش عرضی شاخه تغییر رنگ در بافت چوبی مشاهده شد که در نهایت باعث خشکیدگی سرشاخه‌ها و کل شاخه می‌گردید. پرگنه جدایه‌ها در محیط کشت PDA و آگار مغذی رشد سریعی داشتند و پودری مانند و به رنگ زرد-قهوه‌ای بودند، کنیدیوفورها دارای شاخه‌های متراکم و به شکل عمودی و دارای فیالید بودند. ویژگی‌های ریخت‌شناختی جدایه‌ها با مشخصات گونه *Paecilomyces cf. variotii* مطابقت داشت. بیماری‌زایی جدایه‌ها روی شاخه بریده بادام و هلو در شرایط آزمایشگاهی به اثبات رسید. فراوانی جداسازی این بیمارگر در سمت آفتاب‌گیر درختان و باغ‌هایی که مدیریت تغذیه و آبیاری ضعیفی داشتند بیشتر بود، جداسازی این بیمارگر و علائم مربوط به آن در تابستان ۱۴۰۳ چشمگیر بود. به نظر می‌رسد عواملی نظیر تنش آبی، آفتاب‌سوختگی و دمای بالا به عنوان عوامل پیش‌آمودگی ایجاد بیماری توسط این بیمارگر در بادام و سایر درختان میوه باشند. این اولین گزارش از جداسازی *P. cf. variotii* همراه با علائم خشکیدگی سرشاخه در درختان میوه هسته‌دار در ایران است.

واژه‌های کلیدی: بیمارگر گیاهی، بیماری‌زایی، درختان هسته دار، خشکیدگی سرشاخه

* بخشی از نتایج پروژه تحقیقاتی شماره ۰۲۳۷-۹۹-۰۲۸-۱۶-۴۲-۲۴ مصوب سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی است.

**مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sahragardn@yahoo.com

دانشیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران



DOI: 10.22034/ijpp.2024.2021820.465

Research Article

Association of *Paecilomyces cf. variotii* with dieback of almond and peach trees in Chaharmahal va Bakhtiary Province

Naser Amanifar

(Received: 02.11.2024; Accepted: 16.12.2024)

Abstract

From 2019 to 2024, a study was conducted to identify the bacteria associated with canker symptoms and dieback of branches in stone fruit trees in Chaharmahal va Bakhtiary Province. In some cases, a fungal species was isolated, which was notably prevalent, as it was found in about 11% of the samples (48 out of 436 samples). Out of these 48 samples, 36 were from almond trees and 12 were from peach trees. The symptoms in the infected trees appeared as gum secretion (often white) scattered on the branches and main trunk. A cross-section of the branch showed discoloration in the woody tissue, ultimately leading to the dieback of the shoot tips and the entire branch. The isolates exhibited rapid growth in PDA and nutrient agar media, producing a powdery, yellow-brown color. The morphological characteristics of the isolates matched those of *Paecilomyces cf. variotii*. The pathogenicity of the isolates on cut branches of almond and peach was confirmed under laboratory conditions. The frequency of isolation of this pathogen was higher on the sun-exposed side of trees and in orchards with poor nutrient and irrigation management. Isolation of this pathogen and the related symptoms were most noticeable in the summer of 2024. It seems that factors such as water stress, sunburn, and high temperatures may predispose trees to diseases caused by this pathogen in almonds and other stone fruit trees. This is the first report of the isolation of *P. cf. variotii* associated with dieback symptoms in stone fruit trees in Iran.

Keywords: dieback, pathogenicity, plant pathogen, stone fruits

* A part of the results from research project number 24-42-16-038-99-0237 approved by the Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO).

**Corresponding author's E-mail address: sahragardn@yahoo.com

Associate Professor of Department of Plant Protection Research, Chaharmahal va Bakhtiary Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran

مقدمه

(Heidarian et al., 2018).

هدف از این پژوهش تعیین فراوانی جداسازی *Paecilomyces cf. variotii* از درختان میوه هسته‌دار (بادام و هلو) همراه با علائم خشکیدگی سرشاخه و شانکر در استان چهارمحال و بختیاری بود.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری

در طول فصول زراعی ۱۴۰۳-۱۳۹۹، درختان هلو و بادام در باغ‌های استان چهارمحال و بختیاری مورد بازدید و بررسی قرار گرفتند. از شاخه و تنه درختان با علائم صمغ زدگی، تغییر رنگ در بافت چوبی و خشکیدگی سرشاخه‌ها نمونه تهیه شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. برای هر نمونه اطلاعات مزرعه‌ای شامل میزبان، پایه، رقم، محل نمونه‌برداری، طول و عرض جغرافیایی، تراکم، سیستم آبیاری، وضعیت کود دهی باغ و کنترل شیمیایی بیماری ثبت شد.

جداسازی قارچ

برای جداسازی قارچ‌های همراه علائم مذکور، سطح نمونه با اتانول ۷۰ درصد ضدعفونی و در هوا خشک شد. قطعات کوچک (۱۵ تا ۲۰ قطعه) از بافت بیمار به ابعاد نیم سانتی‌متر مربع از مرز بین بافت ظاهراً سالم و بیمار برداشته شد و روی محیط کشت دکستروز-سیب زمینی- آگار (potato dextrose agar, PDA) و آگار مغذی (nutrient agar, NA) قرار داده شد. ظروف پتری به مدت یک هفته در دمای ۲۸ درجه سلسیوس نگهداری شدند. برای هر نمونه گیاه از دو ظرف پتری از هر محیط کشت استفاده شد. پرگنه‌های به‌دست‌آمده بر روی PDA به روش تک اسپور خالص‌سازی شدند. جدایه‌ها در داخل لوله آزمایش حاوی محیط PDA همچنین در آب مقطر سترون در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. جدایه‌ها یک‌بار در سال کشت مجدد شدند.

شناسایی جدایه‌ها

از کل سطح زیر کشت درختان میوه در ایران، حدود ۱۴/۷ درصد به تولید گونه‌های *Prunus* (بادام، هلو، شلیل، زردآلو، آلو، گیلاس و آلبالو) اختصاص دارد و میزان تولید این محصولات ۲۶۵۵۷۳۵ تن در سال است (Agricultural Statistics, 2021). استان چهارمحال و بختیاری یکی از مناطق مهم برای کشت این گیاهان است. آفات، بیمارگرها و علف‌های هرز عواملی هستند که در کاهش تولید و عملکرد نقش دارند. در میان این عوامل، خشکیدگی سرشاخه‌ها و تنه یکی از مهم‌ترین بیماری‌هایی است که باعث آسیب اقتصادی می‌شود. بر اساس بررسی‌های میدانی میزان آلودگی و خسارت این بیماری از کمتر از ۱ درصد تا چند درصد در درختان بادام و سایر هسته‌داران متغیر است. با این حال، میزان بیماری به مدیریت باغ، پایه و رقم و عوامل مستعدکننده میزبان برای آلودگی بستگی دارد (Amanifar, 2020). بررسی‌های مقدماتی در استان چهارمحال و بختیاری نشان داد که *Paecilomyces cf. variotii* یکی از عوامل همراه با خشکیدگی سرشاخه‌ها به همراه ترشح صمغ در درختان میوه هسته‌دار به‌ویژه بادام و هلو است. این قارچ از بلوط (Sabernasab et al., 2020, Amanifar et al., 2020) و گونه دیگری از آن یعنی *Paecilomyces formosus* از پسته (Tavasoli et al., 2020) با علائم خشکیدگی سرشاخه قبلاً نیز در ایران جداسازی شده است و از این گونه به‌عنوان بیمارگر فرصت‌طلب نام‌برده شده است که در شرایط تنش محیطی (آفتاب‌سوختگی، ضعف تغذیه‌ای و تنش آبی) باعث ایجاد بیماری شده است.

گونه *Paecilomyces formosus* عامل بیماری خشکیدگی سرشاخه‌های درختان پسته در مناطق پسته‌کاری ایران محسوب می‌گردد و اکثر ارقام پسته که در شرایط نامطلوب رشد می‌کنند، به آن مبتلا می‌گردند. به‌طورکلی این بیماری در طی سال‌هایی که شرایط آب و هوایی و همچنین شرایط محیطی برای رشد درختان پسته نامناسب باشد، از شدت بیشتری برخوردار است

موردتوجه قرار می‌گیرد، اگرچه ترشح صمغ در سایر بیماری‌های درختان میوه هسته‌دار به‌ویژه شانکر باکتریایی نیز مشاهده می‌شود اما در درختان آلوده به *P. cf. variotii* ترشح صمغ در تابستان است و به‌صورت پراکنده و متعدد است (شکل ۱) و معمولاً رنگ صمغ‌ها سفید است، اما در شانکر باکتریایی ترشح صمغ در بهار و پاییز دیده می‌شود و زیر محل ترشح صمغ کاملاً پوسیده است اما در آلودگی به *P. cf. variotii* علائم پوسیدگی زیر پوست مشاهده نشد. خشکیدگی سرشاخه‌ها و گاهی تنه اصلی نیز از دیگر علائم بیماری است. در برش عرضی تنه و شاخه‌های بیمار تغییر رنگ در بافت چوبی دیده می‌شود که گاهی به‌صورت نقطه‌ای و پراکنده و گاهی ممتد و به هم متصل‌اند (شکل ۲). جداسازی قارچ و بیماری به‌ندرت در باغ‌هایی که مدیریت تغذیه و آبیاری مناسب داشتند مشاهده شد و در باغاتی که مدیریت مناسبی به‌ویژه از نظر آبیاری نداشتند فراوانی جداسازی *P. cf. variotii* کاملاً مشهود بود. جداسازی این قارچ و به‌تبع آن علائم مربوط به آن در تابستان ۱۴۰۳ چشمگیر بود. در درختانی که دچار آفتاب‌سوختگی (زمستانه) شده بودند علائم بیماری بیشتر مشاهده شد.

جداسازی و ویژگی‌های ریخت‌شناختی قارچ: پرگنه جدایه‌ها در محیط کشت PDA و آگار مغذی رشد سریعی داشتند و پودری مانند و به رنگ زرد-قهوه‌ای بودند (شکل ۳)، کیندیوفورها دارای انشعاب‌های متراکم و به شکل عمودی و دارای فیالید بودند. فیالیدها استوانه‌ای یا بیضوی شکل هستند که به‌طور ناگهانی در یک گردن بلند و استوانه‌ای باریک می‌شوند. کیندیوم‌ها کروی، بیضوی تا دوکی شکل، بی‌رنگ تا زرد، دیواره صاف، به‌اندازه $2-3 \times 3-4$ میکرومتر بودند که در زنجیره‌های طولانی تولید می‌شوند. کلامیدوسپورها معمولاً به‌صورت منفرد یا به‌صورت زنجیره‌ای کوتاه، قهوه‌ای، به قطر ۴ تا ۶ میکرومتر، با دیواره‌ای ضخیم بودند. ویژگی‌های ریخت‌شناختی جدایه‌ها با مشخصات گونه *P. cf. variotii* مطابقت داشت و نتایج شناسایی جدایه‌های ارسالی به بخش

از کشت خالص برای شناسایی جدایه‌ها استفاده شد. شناسایی بر اساس خصوصیات ریخت‌شناختی جدایه‌ها در محیط کشت، مانند ساختارهای تولیدمثلی و خصوصیات کیندیوم مانند رنگ، شکل، اندازه و تزیینات سطح کیندیوم با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر انجام شد (Burnett & Hunter, 1987; Samson, 1974, Samson et al., 2009). چهار جدایه از قارچ خالص‌سازی شده برای تأیید شناسایی به بخش رستنی‌های موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور ارسال گردید.

آزمون بیماری‌زایی روی شاخه بریده: بیماری‌زایی جدایه‌های قارچ به‌دست‌آمده از هر میزبان (هلو و بادام) روی شاخه بریده آن میزبان انجام شد، از شاخه یکساله بادام رقم مامایی و هلو رقم زعفرانی برای این منظور استفاده شد. شاخه‌هایی با قطر ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر از درختان سالم تهیه و به قطعات ۳۰ سانتی‌متری تقسیم شدند. برای جلوگیری از دست رفتن آب بافت، هر دو انتهای هر شاخه در پارافین جامد در حال جوش غوطه‌ور شد. برای هر جدایه قارچ، سه شاخه در نظر گرفته شد. شاخه‌ها با هیپوکلریت سدیم پنج درصد (NaOCl) ضدعفونی شدند. از یک چاقوی استریل برای ایجاد زخم کم‌عمق در شاخه بریده استفاده شد. مقداری از پرگنه قارچ به همراه محیط کشت از کشت چهار روزه قارچ در PDA، داخل زخم قرار داده شد و محل زخم با پارافیلیم پوشانده شد. یک بلوک از محیط کشت PDA به‌عنوان شاهد به سه شاخه از هر میزبان مایه‌زنی شد. ارزیابی نتایج ۲۰ روز پس از نگهداری شاخه‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بر اساس اندازه‌گیری طول شانکر (میزان نکروز) در بالا و پایین محل تلقیح با خط کش در مقایسه با شاخه‌های شاهد انجام شد. برای اثبات فرضیه کخ، جداسازی مجدد قارچ از حاشیه بافت بیمار و سالم روی محیط کشت آگار مغذی انجام شد.

نتایج

علائم بیماری و وضعیت پراکنش بیماری در باغ‌ها: ترشح صمغ از شاخه و تنه درختان آلوده اولین علائم است که

تحقیقات رستنی‌های موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، این تشخیص را تأیید کرد.



شکل ۱- ترشح صمغ روی تنه و شاخه‌های بادام آلوده به *Paecilomyces cf. variotii* در حاشیه زاینده‌رود

Figure 1 - Gum secretion on the trunk and branches of almond trees infected with *Paecilomyces cf. variotii* along Zayandeh Rood



شکل ۲- تغییر رنگ بافت چوب و آوندهای درختان بادام و هلو آلوده به *Paecilomyces cf. variotii* در حاشیه زاینده‌رود

Figure 2- Color change in wood and vascular tissue of almond and peach trees infected with *Paecilomyces cf. variotii* along Zayandeh Rood



شکل ۳- پرگنه *Paecilomyces cf. variotii* بعد از ۱۲ روز کشت روی محیط کشت PDA

Figure 3- *Paecilomyces cf. variotii* colony after 12 days of cultivation on PDA

رنگ و طول زخم‌ها (قهوه ای-سیاه) در شاخه‌های بریده هلو و بادام از ۱۱ تا ۳۶ میلی‌متر متغیر بود و در شاخه‌های بادام وجود صمغ به‌طور جزئی دیده شد، جداسازی مجدد قارچ روی محیط کشت PDA انجام گرفت (شکل ۴).

اثبات بیماری‌زایی روی شاخه بریده بادام و هلو: در محل مایه‌زنی قارچ روی بافت شاخه بریده بادام و هلو علائم نکروز مشاهده شد، در نمونه‌های شاهد (محیط کشت بدون قارچ) هیچ‌گونه تغییر رنگ در بافت مشاهده نگردید. میانگین تغییر



شکل ۴- اثبات بیماری‌زایی جدایه *Paecilomyces cf. variotii* روی شاخه بریده بادام (شکل سمت چپ) و هلو (شکل راست)، شاهد (شاخه بالایی در هر دو تصویر)

Figure 4- Pathogenicity test of *Paecilomyces cf. variotii* on detached branches of almond (left figure) and peach (right figure), control (upper branch in both images)

بحث

و از عوامل زوال درختان بادام در حاشیه زاینده رود است، اما در آلودگی به ورتیسیلیوم ترشح صمغ به‌ندرت دیده می‌شود و تغییر رنگ آوندها، سوختگی حاشیه برگ و ریز برگ‌گی از علائم آلودگی به این بیمارگر است (Amanifar, 2008)، از نمونه‌های تهیه‌شده در این پژوهش با علائم ذکر شده *V. dahliae* جدا نشد.

در باغ‌هایی که دچار تنش خشکی و ضعف تغذیه بودند علائم بیماری و میزان جداسازی *P. cf. variotii* فراوان‌تر بود، این احتمال وجود دارد که قارچ فوق یک بیمارگر ضعیف باشد و وجود عوامل مستعدکننده (predisposing) غیرزنده و یا احتمالاً زنده شرایط میزبان را برای ایجاد بیماری توسط قارچ فراهم کند، از طرفی این قارچ به‌صورت اندوفیت در بافت آوندی انواع درختان وجود دارد، به‌طوری‌که در بلوط از درختان با علائم زوال و پوسیدگی زغالی و همچنین درختان سالم *P. cf. variotii* جداسازی شد. در درختان بلوط که در شیب‌های جنوبی و در معرض تبخیر و تعرق و تنش‌هایی همانند آفتاب‌سوختگی زمستانه بودند بیماری زوال مشاهده شد و *P. cf. variotii* جداسازی گردید (Amanifar et al., 2020). پژوهش‌های قبلی در بادام و هلو نشان می‌دهد که آفتاب‌سوختگی زمستانه یکی از عوامل پیش‌آمدگی در ایجاد شانکر باکتریایی توسط باکتری‌های بیمارگر در حاشیه زاینده‌رود است (Amanifar, 2020). در بادام و هلو نیز این احتمال وجود دارد که عوامل غیرزنده و زنده در ایجاد بیماری توسط این قارچ نقش داشته باشند که نیاز به بررسی تکمیلی است.

P. cf. variotii به همراه چندگونه دیگر به‌عنوان عوامل زوال درختان بادام در استان آذربایجان شرقی گزارش شده و فراوانی جداسازی این‌گونه از بافت چوبی بادام ۵/۲۱ درصد بوده است (Baradaran Baghery et al., 2015).

میزان بیماری و فراوانی *P. cf. variotii* در درختان بادام و هلو در استان چهارمحال و بختیاری کاملاً وابسته به

طی سال‌های ۱۴۰۳-۱۳۹۹ به‌منظور جداسازی باکتری‌های عامل شانکر در درختان میوه هسته‌دار در استان چهارمحال و بختیاری نمونه‌برداری انجام شد. در بررسی‌های آزمایشگاهی گاهی در محیط کشت پرگنه قارچ رشد کرد که فراوانی آن چشمگیر بود به‌طوری‌که از حدود ۱۱ درصد نمونه‌ها (۴۸ نمونه از ۴۳۶ نمونه)، *P. cf. variotii* جداسازی شد. از ۴۸ نمونه ۳۶ نمونه مربوط به درختان بادام و ۱۲ نمونه هلو بود. این قارچ قبلاً از درختان بلوط با علائم خشکیدگی و پوسیدگی زغالی به همراه *Biscogniauxia*, *Paraconiothyrium* sp. در استان چهارمحال و بختیاری جداسازی و شناسایی شد (Amanifar et al., 2020).

خشکیدگی سرشاخه‌ها و گاهی شاخه اصلی یکی از عارضه‌های مهم درختان میوه هسته‌دار به‌ویژه بادام در حاشیه زاینده‌رود است. از دیگر علائم درختان بیمار ترشح صمغ فراوان (معمولاً سفیدرنگ) در فصل تابستان است. ترشح صمغ در درختان میوه هسته‌دار واکنش درخت به تنش‌های زنده و غیرزنده است (Amanifar, 2023). یکی از بیماری‌هایی که همراه با ترشح صمغ است شانکر باکتریایی درختان میوه هسته‌دار است که در آن ترشح صمغ در فصول خنک سال اتفاق می‌افتد و معمولاً صمغ‌ها زرد تا قهوه‌ای هستند اما در درختان آلوده به *P. cf. variotii* ترشح صمغ در تابستان مشاهده می‌شود و معمولاً سفیدرنگ‌اند. دلیل آن ممکن است مربوط به زمان فعالیت بیمارگر باشد به‌طوری‌که باکتری‌های عامل شانکر در فصول خنک فعال‌اند (Amanifar, 2023) و *P. cf. variotii* در تابستان فعال است. از دیگر علائم ناشی از این بیمارگر که ممکن است با علائم آلودگی به سایر بیمارگرها اشتباه شود مربوط به تغییر رنگ بافت و آوندهای چوبی است که *Verticillium dahliae* نیز چنین علائمی ایجاد می‌کند، که به عنوان یکی از بیمارگرهای مهم

جدایه‌های *P. cf. variotii* فقط روی شاخه بریده بادام و هلو انجام شده است برای اطمینان از بیماری‌زا بودن آن لازم است که روی نهال این میزبان‌ها آزمایش بیماری‌زایی با اعمال تیمارهای احتمالی تنش‌های محیطی انجام شود.

سپاسگزاری

این مقاله قسمتی از نتایج پروژه تحقیقاتی شماره ۲۴-۴۲-۱۶-۰۳۸-۰۳۷-۹۹۰ مصوب سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی است که اعتبارات آن توسط سازمان جهاد کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری تأمین شده است، از سازمان فوق تشکر و قدردانی می‌شود. از آقای مهندس علیرضا جوادی عضو هیئت علمی بخش تحقیقات رستنی‌های موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی به خاطر تشخیص و تأیید شناسایی جدایه‌های قارچ سپاسگزاری می‌شود.

شرایط مدیریت آبیاری و تغذیه است، از باغ‌های بدون آلودگی (در شرایط مدیریت مناسب آبیاری و تغذیه) تا آلودگی اکثر درختان یک باغ در باغ‌های با شرایط تنش کم‌آبی و ضعف تغذیه و باغ‌های دیم متغیر است. در پسته در استان‌های کرمان، یزد و خراسان بیماری سرخشکیدگی درختان پسته ناشی از *Paecilomyces formosus* از صفر تا ۹۰ درصد گزارش شده است، تغییر در بعضی عوامل محیطی مانند کاهش شدید کیفیت آب آبیاری، تشدید اثرات خشک‌سالی، کاهش مقدار آب لازم جهت آبیاری باغ‌ها و عدم تعادل عناصر غذایی در خاک، درختان را در مقابل این بیماری ضعیف نموده و باعث افزایش شدت این بیماری در پسته می‌شود (Ashkan et al., 1997, Heidarian et al., 2018). اگرچه نیاز به بررسی تکمیلی است اما بر این اساس می‌توان گفت گونه‌های *Paecilomyces* یک بیمارگر فرصت‌طلب هستند و عوامل پیش‌آمدگی باعث ایجاد و پیشرفت بیماری توسط این قارچ می‌شود. چون در این پژوهش بیماری‌زایی

منابع

References

- Agricultural Statistics. 2021. Volume III: Report on horticultural and greenhouse products 307 p.
- Amanifar (Sahragard), N. 2008. Evaluation of resistance of some genotypes and cultivars of almond to *Verticillium dahliae*. Pajouhesh & Sazandegi 78: 125-131.
- Amanifar N. 2020. Winter sunscald as a predisposing factor for bacterial canker of almond and peach trees in Chaharmahal va Bakhtiary province. Applied Entomology and Phytopathology 88: 117-127. (in Persian with English summary). DOI:10.22092/jaep.2020.341697.1325
- Amanifar A., Zare R. and Javadi A. R. 2020. Fungi associated with declined oak trees in Chaharmahal va Bakhtiary province. Iranian Journal of Plant Pathology 59: 329-323. DOI:10.22034/ijpp.2020.241967
- Amanifar N. 2023. Study on diversity of bacterial causal agents of peach and almond canker and disease management in Chaharmahal va Bakhtiary province. Agricultural, Research, Education and Extension Organization (AREEO) Research, final report 64256, 52 pp. (in Persian with English summary).
- Ashkan M., Abusaidi D. and Ershad D. 1997. Etiological study of dieback and canker of pistachio nut tree in Rafsanjan, Iran. Iranian Journal of Plant Pathology 33: 15-26. (in Persian with English summary).
- Baradaran Baghery M., Arzanlou M. and Babai-Ahari A. 2015. Identification of the Fungal Agents Associated with Almond Trunk Diseases in East Azerbaijan Province. Journal of Applied Research in Plant Protection 4: 13-27, (in Persian with English summary).
- Burnett H. and Hunter B. B. 1987. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Publishing Company: Minneapolis, MN, USA.
- Heidarian R., Fotouhifar K., Mohammadi A.H. and Javan-Nikkhah M. 2018. Identification of mating type idiomorphs in *Paecilomyces formosus*, the causal agent of die-back disease in pistachio and some other hosts and investigation on the possibility of in vitro sexual reproduction. Iranian Journal of Plant

- Protection Science 48: 295-305. DOI: 10.22059/ijpps.2018.65560, (in Persian with English summary).
- Sabernasab M., Jamali S., Marefat A. and Abbasi S. 2020. Pathogenicity evaluation of pathogenic fungi causing of oak tree dieback in Kermanshah province. Iranian Journal of Plant Protection Science, 51: 79-92.
- Samson R.A. 1974. *Paecilomyces* and some allied hyphomycetes. Studies in Mycology 6:119 p.
- Samson R.A., Houbraken J., Varga J. and Frisvad J.C. 2009. Polyphasic taxonomy of the heat resistant ascomycete genus *Byssochlamys* and its *Paecilomyces* anamorphs. Persoonia 22: 14-27. doi: 10.3767/003158509X418925
- Tavasoli E., Hasanzadeh N., Moradi M., Khodaygan P. and Probst C. 2020. Interactions between *Paecilomyces formosus* and *Bacillus pumilus* strains in occurrence and development of pistachio tree die back. Applied Entomology and Phytopathology 88: 61-75, DOI: 10.22092/jaep.2020.128491.1316 (in Persian with English summary).