



Research Article

Fusarium species, the causal cumin wilt in the Khorasan-Razavi province of Iran

JAVAD YOUSEFI-NAYI¹, ADEL PORDEL²✉,
AHMAD DRAKHSAN³, ALI NAZVAR⁴

1. Kashmar University Jihad Higher Education Institute, Kashmar, Iran., 2. Baluchestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Iranshahr, Iran., 3. Academic Center for Education, Culture, and Research (ACECR) Khorasan Razavi Branch, Khorasan Razavi, Iran., 4. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.

Received: 10.20.2021

Accepted: 12.19.2021

Yousefi-Nayi J, Pordel A, Drakhshan A, Nazvar A (2021) *Fusarium* species the causal cumin wilt in the Khorasan-Razavi province of Iran. Plant Pathology Science 10(2):30-39. Doi: 10.2982/PPS.10.2.30.

Abstract

Introduction: Cumin is the second most popular spice worldwide after black pepper. It is planted with a large acreage each year in Iran, especially in the Khorasan-Razavi province (northeastern Iran). Fungal diseases have caused great loss to this precious plant every year. This study aimed to investigate and identify the causal fungi of chlorosis and wilting of cumin in the Khorasan-Razavi province. **Materials and Methods:** Yellowed and wilted cumin plants were sampled from Torbat-Heydarieh, Kashmar, and Roshtkhar suburban's farms, and fungi were isolated, purified, and identified, from their diseased tissues. The pathogenicity test of isolated fungi was carried out on a local cultivar under greenhouse conditions. **Results:** Two *Fusarium* species, including *F. oxysporum* with the highest frequency and *F. equiseti* with the lowest frequency, were isolated from diseased cumin plants. Between 43 isolates of these fungi in the pathogenicity test, twenty-four isolates of *F. oxysporum* caused wilt, and nine isolates of *F. equiseti* caused chlorosis and leaf fall, in the plant. **Conclusion:** *F. oxysporum*, and *F. equiseti* are known as the causal agents of cumin wilt and chlorosis in the Khorasan-Razavi province of Iran.

Keyword: Cumin, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium equiseti*

✉Corresponding author: a_pordel@areeo.ac.ir

مقاله پژوهشی

گونه‌های *Fusarium* عامل پژمردگی زیره در استان خراسان رضوی ایران

جواد یوسفی‌نایی^۱، عادل پردل^۲✉، احمد درخشان^۳، علی ناظور^۴

۱. مؤسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کاشمر، ۲. بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایرانشهر، ۳. سازمان جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ۴. دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد.

پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۸

دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۸

یوسفی‌نایی ج، پردل ع، درخشان ا، ناظور ع (۱۴۰۰) گونه‌های *Fusarium* عامل پژمردگی زیره در استان خراسان رضوی ایران. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۱۰(۲): ۳۰-۳۹. Doi: 10.2982/PPS.10.2.30.

چکیده

مقدمه: زیره دومین ادویه محبوب در جهان پس از فلفل سیاه است که هر ساله با سطح زیر کشت بالایی در ایران و به خصوص در استان خراسان رضوی کاشته می‌شود. بیماری‌های قارچی هر ساله خسارت زیادی به این گیاه با ارزش وارد می‌کنند. این پژوهش برای شناسایی قارچ‌های عامل زردی و پژمردگی زیره در استان خراسان رضوی اجرا شد. **مواد و روش‌ها:** بوته‌های زیره زرد و پژمرده از مزرعه‌های حومه کاشمر، تربت حیدریه و رشتخوار در استان خراسان رضوی، نمونه برداری شدند و قارچ‌ها از بافتهای بیمار آنها جداسازی، خالص‌سازی و شناسایی شدند. بیماری‌زایی جدایه‌های قارچی روی رقم محلی در گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفت **یافته‌ها:** دو گونه *Fusarium* شامل *F. oxysporum* با بیشترین فراوانی و *F. equiseti* با کمترین فراوانی از بوته‌های بیمار زیره شناسایی شدند. میان ۴۳ جدایه این قارچ‌ها ۲۴ جدایه *F. oxysporum* باعث پژمردگی و نه جدایه *F. equiseti* باعث زردی بوته‌های زیره شدند. **نتیجه‌گیری:** *F. oxysporum* و *F. equiseti* عوامل پژمردگی و زردی زیره در خراسان رضوی هستند.

واژگان کلیدی: زیره، *Fusarium oxysporum*، *Fusarium equiseti*

Introduction

مقدمه

زیره (*Cuminum cyminum* L.)، گیاهی علفی یک‌ساله، ظریف و معطر از تیره چتریان (*Apiaceae*) می‌باشد و یکی از مهم‌ترین گیاهان صادراتی کشورهایی نظیر هند، ایران و دیگر کشورهای آسیایی می‌باشد که عمدتاً در مناطق خشک و نیمه خشک کشت می‌شود. دوره رشد کوتاه و نیاز آبی کم این

✉ نویسنده مسئول: a_pordel@areeo.ac.ir

گیاه آن را در زمرة گیاهان سازگار به اقلیم‌های خشک کشورهایمانند ایران درآورده است و از نظر ارزش اقتصادی پس از زعفران دومین گیاه صادراتی است (Kafi 2002). میوه زیره حاوی ۲-۵ درصد اسانس است که قسمت اعظم آن از پاراسیمول، آلفا و بتا-پی‌نن، کومیک‌الکل، کومیک‌آلدئید، آلفا و بتا‌فلاندرن، اوژنول، پریلا‌آلدئید، آلفا-ترپینئول و میرسن تشکیل شده است (Strange et al. 2005). در حال حاضر، ایران از مهم‌ترین صادرکننده‌های زیره در بازار جهانی است و تولید زیره ایران تقریباً ۲۰-۴۰ درصد از بازار جهانی را شامل می‌شود که ۷۳ درصد از این مقدار را استان خراسان رضوی تأمین می‌کند (Nejad and Khorramabad 2011). قارچ‌ها می‌توانند در هر زمان از مرحله گیاهیچه تا مرحله بلوغ به گیاه زیره سبز حمله کنند. گیاهان آلوده نشانه‌هایی از قبیل: زرد شدن و ریزش برگ را از خود نشان می‌دهد و در نهایت منجر به پژمردگی کل گیاه می‌شود (Khalequzaman et al. 2018). پژمردگی فوزاریوم ناشی از *Fusarium oxysporum* زیره سبز یک بیماری مخرب است که بهره‌وری زیره سبز را محدود می‌کند (Ghoneem et al. 2019, Khare et al. 2014). این بیماری در تمام مراحل رشد گیاه را آلوده می‌کند. برگ‌های بوته‌های بیمار پژمرده می‌شوند، ریشه‌ها در صورت شکافتن در ناحیه آوندی قهوه‌ای رنگ شده و میوه‌دهی صورت نمی‌گیرد (Khare et al. 2014). پوسیدگی ریشه زیره سبز توسط شش گونه *Fusarium*، یعنی *F. oxysporum*، *F. solani*، *F. monileforme*، *F. dimerum*، *F. equiseti* و *F. lateritium* ایجاد می‌شود (Abdallah et al. 2019).

در سال‌های اخیر موارد زیادی از پژمردگی و مرگ گیاه زیره سبز در مزرعه‌های استان خراسان رضوی گزارش شده است. نشانه‌های ظاهر شده روی این گیاه به این صورت است که ابتدا در یک مزرعه به صورت لکه‌ای برخی از بوته‌های زیره زرد شده و بعد از گذشت چند روز به طور کلی گیاه پژمرده و در نهایت خشک می‌شود. لذا این پژوهش در راستای شناسایی عوامل پژمردگی در گیاه زیره در استان خراسان رضوی به منظور مدیریت بهتر این بیماری اجرا شد.

Materials and Methods

مواد و روش‌ها

در طی سالهای زراعی ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹ مزرعه‌های حومه شهرستان‌های تربت حیدریه، رشتخوار و کاشمر بازدید شدند و بوته‌های دارای نشانه‌های زردی و پژمردگی گیاه، سیاه شدن ریشه و طوقه جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه و نگهداری در یخچال، جداسازی قارچ با استفاده از محیط کشت‌های عمومی (Potato Dextrose Agar, PDA) از قسمت های طوقه و ریشه صورت گرفت. خالص‌سازی جدایه‌ها به روش نوک ریشه روی محیط آب-آگار دو

درصد انجام (2% Water-Agar) (Pordel et al. 2015 and 2016) و شناسایی ریخت‌شناسی جدایه‌ها روی محیط‌های برگ میخک آگار (CLA) و (SNA) در شرایط ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت زیر نور نزدیک UV انجام پذیرفت. شناسایی جدایه‌ها براساس سرعت رشد و رنگ پرگنه، شکل ماکرو و میکروکنیدایوم‌ها، شکل فیالید، تشکیل یا عدم تشکیل کلامیدوسپور، آرایش میکروکنیدایوم‌ها با استفاده از کلیدهای معتبر شناسایی جنس *Fusarium* صورت گرفت (Nelson et al. 1983, Leslie and Summerell 2006).

برای اثبات بیماری‌زایی جدایه‌های فوزاریوم از روش (Naing et al. 2014) استفاده شد که در این روش در سه روز متوالی بذر گندم خیسانده و در ارلن‌های یک لیتری با استفاده از دستگاه اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس سترون شدند. سپس، بذره‌های گندم در هر یک از ارلن‌ها با قرص‌های قارچی بدست آمده از پرگنه جدایه‌های خالص‌سازی شده تلقیح و در دمای ۲۷ درجه سلسیوس نگهداری شدند. قبل از انتقال گیاهان زیره به گلدان‌ها، خاک موجود در گلدان‌ها به نسبت دو درصد حجمی به وسیله مایه تلقیح تهیه شده مخلوط گردید. در این آزمایش برای هر تیمار سه تکرار و برای تیمار شاهد از خاک فاقد زادمایه استفاده شد (Naing et al. 2014). در شرایط دمایی ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۸۰ درصد نگهداری گردید، پس از گذشت سه هفته تا یک ماه از مایه‌زنی، نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و نشانه‌های ظاهر شده با استفاده از سیستم پنج درجه‌ای (Ziedan et al. 2011) نمره‌دهی و با استفاده از فرمول ارائه شده توسط Mahmoud (2016)، شدت بیماری (DS) برای هر جدایه، به عنوان درصد پژمردگی بر اساس تغییر رنگ ریشه یا زردی برگ، به این شرح محاسبه گردید: ۰ = گیاه سالم، ۱ = گیاه دارای علائم زردی برگ، ۲ = یک سوم گیاه پژمرده، ۳ = دو سوم گیاه پژمرده، ۴ = کل گیاه پژمرده، ۵ = گیاه خشک.

$$DS = \frac{((0 \times n_0) + (1 \times n_1) + (2 \times n_2) + (3 \times n_3) + (4 \times n_4) + (5 \times n_5))}{5 \times T} \times 100$$

n = تعداد گیاهان مربوط به درجه عددی ۰، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵، T = تعداد کل گیاهان مورد بررسی در هر تیمار.

برای اثبات اصول کخ، جدایه‌های تلقیح شده مجدداً جداسازی و مورد شناسایی قرار گرفت. در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نسخه ۲۶ نرم افزار SPSS و همچنین مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

Result and Discussion

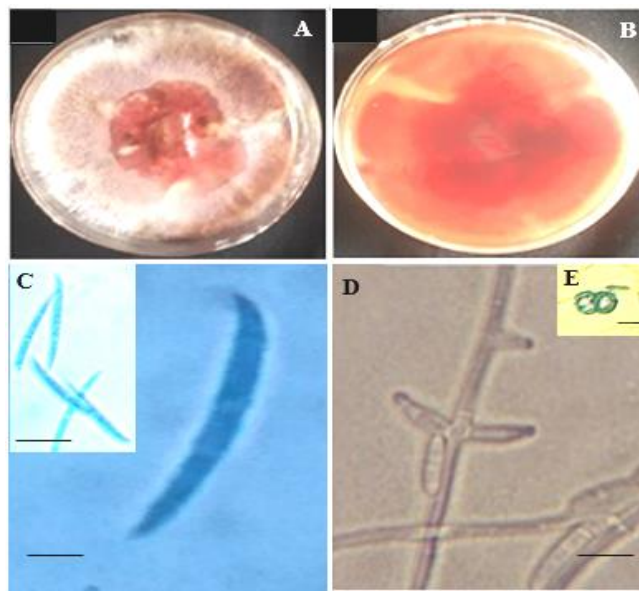
یافته‌ها و بحث

پنجاه و چهار جدایه قارچی (۴۳ جدایه از شهرستان کاشمر و حومه شامل ۲۴ جدایه *F. oxysporum*

و ۱۹ جدایه *F. equiseti*، ۷ جدایه از شهرستان رشتخوار شامل ۵ جدایه *F. oxysporum* و ۲ جدایه *F. equiseti* و ۴ جدایه *F. oxysporum* از شهرستان تربت‌حیدریه) از بوته‌های زیره بیمار، جداسازی شدند. مشخصات ریختی این دو گونه قارچ به این شرح است.

1. *Fusarium oxysporum* Schltdl.

رشد پرگنه روی محیط کشت PDA بعد از هفت روز در شرایط ۲۵-۲۸ درجه سلسیوس و تاریکی به طور متوسط ۷/۵-۷ سانتی‌متر است. میسلیم‌های هوایی بسیار متراکم و در ابتدا سفید رنگ می‌باشد. رنگ مرکز پرگنه با گذشت زمان به بنفش تغییر یافت. شکل ماکروکنیدیومها راست تا کمی کشیده می‌باشد. سلول رأسی خمیده است و به تدریج باریک می‌شود و اندکی قلاب مانند است. سلول پایه پاشنه‌ای شکل است. ماکروکنیدیومها دارای سه دیواره عرضی و به ابعاد ۳/۲-۵ × ۲۳-۳۶ میکرومتر بود. میکروکنیدیومها در اشکال مختلف تخم‌مرغی، بیضی و کلیوی شکل تشکیل شده بودند. ابعاد میکروکنیدیومها ۳/۲-۳/۵ × ۴/۲-۹/۵ میکرومتر اندازه‌گیری شد. سلول کنیدیوم‌زا منوفیالید، کوتاه و اغلب غیرمنشعب است. نحوه قرارگیری میکروکنیدیومها روی فیالید به صورت سر دروغین است. کلامیدوسپور به فراوانی و به سرعت تشکیل می‌شود. نحوه قرارگیری کلامیدوسپورها به صورت منفرد و یا دوتایی بین ریشه‌ها دیده می‌شود. کلامیدوسپورها گرد تا بیضوی و دارای دیواره صاف هستند (شکل ۱).



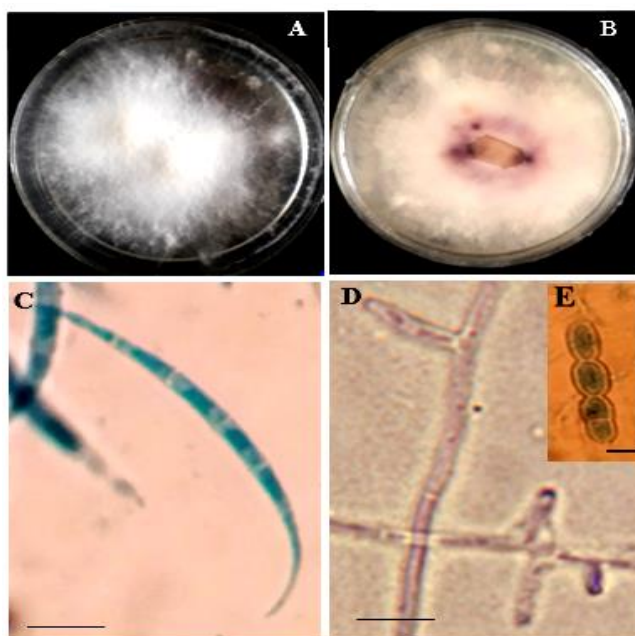
شکل ۱. *F. oxysporum*: A و B- پرگنه روی محیط کشت PDA، C ماکروکنیدیومها، D- میکروکنیدیوم و فیالیدها، E- کلامیدوسپورها. خط مقیاس = ۱۰ میکرومتر

Figure 1. *F. oxysporum*: A and B- colony on PDA, C- Macroconidia, D- Microconidia and phialids, E- Chlamydospores. Bar= 10µm

2. *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc.

میسلیوم‌های هوایی پنبه‌ای شکل به رنگ سفید مایل به خاکستری و همچنین سبز و سطح زیر پتری‌دیش زرد رنگ روی محیط کشت PDA اشاره کرد که پس از گذشت ۱۵-۱۰ روز به رنگ قهوه‌ای تغییر رنگ داد. توده هاگ به رنگ نارنجی کم‌رنگ تا قهوه‌ای تیره بوده و در پاسخ به دوره نوری تاریک و روشن، ایجاد حلقه‌های متحد‌المرکز در سطح محیط کشت کرد. ماکروکنیدیومها دارای ۵-۷ دیواره عرضی، بلند و باریک با سلول انتهایی مخروطی و سلول پایه پاشنه‌ای شکل کشیده، به اندازه $۳۱-۳۲ \times ۳/۸-۷۵/۴$ میکرومتر هستند. میکروکنیدیومها سیلندری شکل تا بیضوی، کشیده یا خمیده، روی فیالیدهای کوتاه، بدون دیواره یا تک دیواره و به اندازه $۳/۵-۴ \times ۸/۶-۱۶$ میکرومتر هستند. کلامیدوسپورها به اندازه ۷-۱۵ میکرومتر روی میسلیوم‌های هوایی صورت انفرادی یا در زنجیره‌های کوتاه پس از ۱۰ روز روی محیط کشت CLA تشکیل شدند (شکل ۲).

F. equiseti باعث پوسیدگی ریشه و طوقه، مرگ گیاهچه و زردی عمومی گیاهان می‌شود (Babbitt et al. 2002). این قارچ از روی پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)، چغندر قند (*Beta vulgaris* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، یونجه (*Medicago sativa* L.) و برنج (*Oryza sativa* L.) در ایران گزارش شده است (Ershad 2009).



شکل ۲. گونه *F. equiseti*: A و B- پرگنه روی محیط کشت PDA، C - ماکروکنیدیوم، D- منوفیالید، E- کلامیدوسپورها. خط مقیاس = ۱۰ میکرومتر

Figure 2. *F. equiseti*: A and B- colony on PDA, C- Macroconidia, D- Monophialid, E- Chlamydospores. Bar= 10µm

قدرت بیماری‌زایی جدایه‌های دو گونه *Fusarium*

توان بیماری‌زایی ۴۳ جدایه *Fusarium* جداسازی شده از بوته‌های بیمار ۱۰ جدایه فاقد توانایی تولید هر گونه نشانه بیماری از قبیل پژمردگی و ریزش برگ بودند؛ ولی نه جدایه *F. equiseti* و ۲۴ جدایه *F. oxysporum* f. sp. *cumini* باعث ایجاد نشانه‌های زردی و پژمردگی روی گیاه شدند (جدول ۱).

جدول ۱. بیماری‌زایی جدایه‌های دو گونه *Fusarium* جداسازی شده از بوته‌های زرد و پژمرده زیره در استان خراسان رضوی.

Table 1. Pathogenicity of two *Fusarium* species isolates, from yellowed and wilted cumin plants in the Khorasan-Razavi province of Iran.

ردیف Row	گونه شناسایی شده Identified species	جدایه Isolate	شدت بیماری (%) Disease severity (%)
1	<i>F. oxysporum</i>	BR2	31.25 ef
2	<i>F. oxysporum</i>	BR4	12.5 h
3	<i>F. oxysporum</i>	BR5	25 f
4	<i>F. oxysporum</i>	BR10	25 f
5	<i>F. oxysporum</i>	BR13	87.5 a
6	<i>F. oxysporum</i>	BR14	87.5 a
7	<i>F. equiseti</i>	BR16	68.75 c
8	<i>F. equiseti</i>	BR17	18.75 g
9	<i>F. equiseti</i>	BR21	37.5 e
10	<i>F. equiseti</i>	BR23	68.75 c
11	<i>F. oxysporum</i>	BR24	56.25 d
12	<i>F. oxysporum</i>	BR27	56.25 d
13	<i>F. equiseti</i>	BR30	37.5 e
14	<i>F. oxysporum</i>	BR31	31.25 ef
15	<i>F. oxysporum</i>	AB3	12.5 h
16	<i>F. oxysporum</i>	AB4	18.75 g
17	<i>F. equiseti</i>	AB9	56.25 d
18	<i>F. oxysporum</i>	AB10	56.25 d
19	<i>F. oxysporum</i>	AB14	75 b
20	<i>F. oxysporum</i>	AB15	75 b
21	<i>F. oxysporum</i>	AB16	68.75 c
22	<i>F. oxysporum</i>	AB18	18.75 g
23	<i>F. oxysporum</i>	AB21	37.5 e
24	<i>F. oxysporum</i>	KM4	31.25 ef
25	<i>F. equiseti</i>	KM7	31.25 ef
26	<i>F. oxysporum</i>	KM8	18.75 g
27	<i>F. oxysporum</i>	KM11	37.5 e
28	<i>F. oxysporum</i>	KM16	31.25 ef
29	<i>F. oxysporum</i>	KM20	37.5 e
30	<i>F. equiseti</i>	KM21	31.25 ef
31	<i>F. equiseti</i>	KM26	31.25 ef
32	<i>F. oxysporum</i>	KM27	37.5 e
33	<i>F. oxysporum</i>	KM29	31.25 ef

نشانه‌های پژمردگی، قهوه‌ای شدن آوندهای چوبی به دلیل رسوب ترکیبات و ریزش برگ‌ها از نشانه‌هایی بودند که به خوبی در بوته‌های مایه‌زنی شده با *F. oxysporum* f. sp. *cumini* دیده شدند (شکل ۳). برای تیمار شاهد هیچ گونه نشانه‌هایی مشاهده نشد. جهت اطمینان بیشتر از بیماری‌زایی جدایه‌ها اصول کخ نیز انجام گردید و مجدد جداسازی بیمارگر صورت گرفت.



شکل ۳. بیماری‌زایی *Fusarium oxysporum* روی زیره. A- بوته شاهد، B- بوته بیمار.
Figure 3. Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* on cumin: A- Healthy check, B-Infected plant.

نشانه‌های زردی و پژمردگی، نیز به خوبی در بوته‌های مایه‌زنی شده با *F. equiseti* دیده شدند (شکل ۴).



شکل ۴. بیماری‌زایی *Fusarium equiseti* روی زیره. A- بوته شاهد، B- بوته بیمار.
Figure 4. Pathogenicity *Fusarium equiseti* on cumin: A- Healthy check, B-Infected plant

Conclusion**نتیجه‌گیری**

دو گونه *Fusarium* از بوته‌های بیمار زیره سه شهرستان تربت‌حیدریه، رشتخوار و کاشمر در استان خراسان رضوی، جداسازی شدند که بیشترین فراوانی در بوته‌های پژمرده مربوط به *F. oxysporum* و کمترین فراوانی مربوط به *F. equiseti* در بوته‌های زرد شده بود. بنابراین *F. oxysporum* و *F. equiseti* عوامل پژمردگی و زردی زیره در خراسان رضوی هستند. این بیماری‌ها سالانه بخش وسیعی از مزرعه‌های زیره سبز را در این استان تحت تأثیر قرار می‌دهند و باعث خشک شدن لکه‌ای بوته‌های زیره سبز در مزرعه‌ها می‌شوند، بنابراین پژوهش‌های بیشتر برای یافتن روش مناسب مدیریت این بیماری‌ها پیشنهاد می‌شود.

References**منابع**

- Abdallah MA, Hassanin MM, Hassanein A (2019) Evaluation of some control methods of weeds and fungal soil-borne diseases on cumin and its productivity. Egyptian Journal of Phytopathology 47:39-60.
- Babbitt S, Gally M, Pérez BA, Barreto D (2002) First report of *Nectria haematococca* causing wilt of olive plants in Argentina. Plant Disease 86:326-326.
- Burgess LW, Summerell BA, Bullock S, Gott KP, Bakhous D (1994) Laboratory Manual for *Fusarium* Research. *Fusarium* Research Laboratory. Department of Crop Science, University of Sydney and Royal Botanic Gardens, 133p.
- Ershad D (2009) Fungi of Iran. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran. (In Persian).
- Ghoneem KM, Khalil AA, Rashad EM, Ahmed MIM, Mahmoud MSM (2019) Granular bioactive formulation of *Trichoderma viride* and Arbuscular mycorrhizal fungi for biological control of Cumin wilt disease. Egyptian Journal of Phytopathology 47:175-197.
- Kafi M (2002) Cumin (*Cuminum cyminum*) Production and Processing, Mashhad University Publication, Mashhad, Iran, 195p. (In Persian).
- Khalequzzaman KM, Uddin MK, Hossain MM, Hassan MK (2018) Effect of fungicides in controlling wilt disease of cumin. Malaysian Journal of Medical and Biological Research 5:69-74.
- Khare MN, Tiwari SP, Sharma YK (2014) Disease problems in the cultivation of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) II. Caraway (*Carum carvi* L.) and their management leading to the production of high-quality pathogen free seed. International Journal of Seed Spices 4:1-8
- Leslie JF, Summerell BA (2008) The *Fusarium* Laboratory Manual. John Wiley & Sons. 369p.

- Mahmoud AFA (2016) Evaluation of certain antagonistic fungal species for biological control of faba bean wilt disease incited by *Fusarium oxysporum*. *Journal of Phytopathology and Pest Management* 3:1-14.
- Naing KW, Anees M, Kim SJ, Nam Y, Kim YC, Kim KY (2014) Characterization of antifungal activity of *Paenibacillus ehimensis* KWN38 against soil borne phytopathogenic fungi belonging to various taxonomic groups. *Annals of Microbiology* 64:55-63.
- Nejad AR, Khorramabad I (2011) Productivity of cumin (*Cuminum cyminum* L.) as affected by irrigation levels and row spacing. *Australian Journal of Basic and Applied Science* 5:151-157.
- Nelson PE, Toussoun TA, Marasas WFO (1983) *Fusarium* species: an illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University, Park, 193p.
- Pordel A, Javan-Nikkhah M, Khodaparast SA (2015) A reappraisal of the Pyriculariaceae in Iran. *Mycologia Iranica* 2:109-116.
- Pordel A, Javan-Nikkhah M, Khodaparast SA (2016) Revision of *Pyricularia oryzae* and occurrence of new hosts for the pathogen Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 52:67-83. (In Persian with English Abstract).
- Romberg MK, Davis RM (2007) Host range and phylogeny of *Fusarium solani* f. sp. *eumartii* from potato and tomato in California. *Plant Disease* 91:585-592.
- Strange RN, Scott PR (2005) Plant disease: A threat to global food security. *Annual Review of Phytopathology* 43:83-116.
- Ziedan ESH, Sadek Elewa I, Mostafa HM, Sahab AF (2011) Application of mycorrhizae for controlling root diseases of sesame. *Journal of Plant Protection Research* 51:355–361.