

مقاله پژوهشی

تاکسونومی، فیلوژنی و بیماری‌زایی برخی گونه‌های *Curvularia*، *Bipolaris* و *Exserohilum* همراه با گندمیان در جنوب ایران*

سپیده فکری کهن و رضا مستوفی‌زاده قلمفرسا^{۱*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۹)

چکیده

به منظور شناسایی، بررسی روابط فیلوژنتیک و بیماری‌زایی قارچ‌های گرامینی کلوس در غلات جنوب ایران، طی بهار و تابستان ۱۳۹۶ نمونه برداری از برگ، ریشه و طوقه‌ی جو، چمن، ذرت و گندم در استان‌های بوشهر، خوزستان، فارس و کهگیلویه و بویراحمد انجام شد. بر اساس مطالعات ریخت‌شناختی و فیلوژنتیکی، ۱۴۱ جدایه‌ی به دست آمده شامل سه گونه‌ی *Bipolaris* (*B. sorokiniana*) و دو آرایه‌ی احتمالاً جدید *Bipolaris* sp.1 و *Bipolaris* sp.2، چهار گونه‌ی *Curvularia* (*C. australiensis*)، *C. papendorfii*، *C. spicifera*، *C. verruculosa*) و یک گونه‌ی *Exserohilum* (*E. rostratum*) بود. آزمون بیماری‌زایی روی برگ و ریشه‌ی گندمیان شامل رقم پرسوی ارزن، لنجان برنج، ارم جو، ۵۰۴ ذرت و آذر گندم انجام شد. در هر دو آزمون، جدایه‌های بیماری‌زا و غیربیماری‌زا مشاهده گردید. این نخستین گزارش از توان بیماری‌زایی *C. papendorfii* در تمام گیاهان مورد بررسی؛ *C. verruculosa* روی ارزن، برنج، جو و گندم؛ *C. spicifera* در ارزن، جو و ذرت و *C. australiensis* در ارزن، برنج و ذرت است.

کلیدواژه: گندمیان، بیماری‌زایی، پی‌سی‌آر، توالی‌یابی، ناحیه‌ی ترانویسی‌شده‌ی داخلی

* بخشی از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد نگارنده‌ی اول، ارائه شده به دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

** مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: rmostofi@shirazu.ac.ir

۱. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد بیماری‌شناسی گیاهی بخش گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز شیراز ۷۱۴۴۱۶۵۱۸۶، ایران.

Taxonomy, phylogeny and pathogenicity of some *Bipolaris*, *Curvularia* and *Exserohilum* species associated with cereals in southern Iran *

S. Fekrikohan and R. Mostowfizadeh-Ghلامfarsa^{1**}

(Received: 15.11.2018; Accepted: 18.2.2019)

Abstract

In order to identify, study phylogenetic relationships and evaluate the pathogenicity of graminicolous fungi on cereals in southern Iran during the spring and summer of 2017, some roots, stems and rhizosphere soil were collected from barley, maize, millet, rice, and wheat fields in Bushehr, Fars, Khuzestan and Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Provinces, Iran. Based on morphological and phylogenetic studies, 141 recovered isolates were identified as three species of *Bipolaris* (*B. sorokiniana* and two probable new taxa *Bipolaris* sp1 and *Bipolaris* sp.2), four species of *Curvularia* (*C. australiensis*, *C. papendorffii*, *C. spicifera*, *C. verruculosa*) and one species of *Exserohilum* (*E. rostratum*). pathogenicity test was conducted on leaves and roots of Eram cultivar of barley, 504 cultivar of maize, Parosou cultivar of millet, Lanjan cultivar of rice, and Azar cultivar of wheat. In both pathogenicity tests pathogenic and nonpathogenic isolates were observed. This is the first report of potential pathogenicity of *C. papendorffii* in all tested plants; *C. verruculosa* in barley, millet, rice and wheat; *C. spicifera* in barley, millet and maize; and *C. australiensis* in barley, maize and rice.

Keywords: Cereals, Pathogenicity, PCR, Sequencing, ITS.

* Part of M.Sc. Thesis of the First Author Submitted to School of Agric., Shiraz Univ., Shiraz, Iran.

** Corresponding author's E-mail: rmostofi@shirazu.ac.ir

1. M.Sc. Student and Profosor of Plant Pathology, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, 7144165186, Iran.

مقدمه

نیشکر (Sivanesan 1987; Mohammadipour & Ershad 2002; Mirabolfathi & Ershad 2007; Saaneei *et al.* 2012; Lin *et al.* 2011) در ایران و جهان در دست است و از میان گندمیان بیش‌ترین بررسی در مورد جداسازی گرامینی‌کلوس‌ها و اثبات بیماری‌زایی آن‌ها روی گندم انجام شده است. استرز و برنیر (Sturz & Bernier 1987) بیماری‌زایی برخی قارچ‌ها از جمله *B. sorokiniana* را در گندم اثبات کردند. همچنین ریچارد و سیتیا (Richard & Cynthia 2007) این گونه را به عنوان عامل پوسیدگی ریشه و طوقه‌ی گندم در اکامبا، کنیا اعلام کردند. این قارچ عامل پوسیدگی ریشه و طوقه‌ی گندم در استرالیا جنوبی نیز شناخته شده است (Fedel-Moen & Harris 2010). در ایران این گونه به همراه *B. spicifera* به عنوان عامل بیماری در ریشه‌ی گندم گزارش شده است (Irani *et al.* 2003). این موضوع در بررسی شرفی و صدروی (Sharafi & Sadravi 2015) نیز تأیید شد. عمارلو و همکاران (Amarloo *et al.* 2010) بیماری‌زایی این گونه را در ریشه‌ی گندم در استان خراسان شمالی اثبات کردند. شواهد موجود حاکی از آن است که بیماری‌زایی گونه‌های گرامینی‌کلوس به ویژه در ایران چندان بررسی نشده‌اند و در موارد محدود نیز گونه‌های خاص مورد بررسی بوده‌اند. بنابراین در این پژوهش علاوه بر جداسازی قارچ‌های گرامینی‌کلوس از ریشه، طوقه و خاک گندمیان جنوب ایران، تاکسونومی، بیماری‌زایی و فیلوژنی آن‌ها بر اساس توالی ژنومی ناحیه‌ی ترانویسی شده‌ی داخلی (آی‌تی‌اس) دی‌ان‌ای ریپوزومی بررسی شده است.

روش بررسی

نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از خاک و ریشه‌ی غلات (جو، چمن، ذرت و گندم) در بهار و تابستان ۹۶ از مناطق مختلف

گروهی از قارچ‌های میتوسپوریک بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناختی کنیدیوم تحت عنوان جنس‌های گرامینی‌کلوس (Graminicolous) یا رشدکننده روی گندمیان مختلف، رده‌بندی می‌شوند. از جمله این قارچ‌ها می‌توان به جنس‌های *Boedjia*, *Bipolaris* Shoemaker و *Exserohilum* J.K. Leonard and Suggs و *Curvularia* اشاره کرد (Sivanesan 1987). این گروه از قارچ‌ها از بیمارگرهای گیاهان و به خصوص گندمیان هستند و ممکن است خسارت شدیدی را در میزبان‌های خود ایجاد کنند. این قارچ‌ها به دلیل حمله به ریشه‌ی گندمیان و اختلال در جذب آب و مواد غذایی بسیار مهم‌اند.

گندمیان از مهم‌ترین گیاهان برای انسان هستند. آن‌ها درصد بالایی از غذای انسان را تشکیل می‌دهند و یا در فضای سبز مورد استفاده قرار می‌گیرند. گندم (*Triticum aestivum* L.)، برنج (*Oryza sativa* L.)، ذرت (*Zea mays* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، ارزن (*Panicum miliaceum* L.)، و چمن (*Poa spp.* L.) از مهم‌ترین گیاهان در این تیره محسوب می‌شوند. تا کنون در ایران و جهان روی بیماری‌زایی گونه‌های مختلف گرامینی‌کلوس کار شده است. از میان گونه‌های گرامینی‌کلوس گزارش‌هایی از اثبات بیماری‌زایی گونه‌های *B. sorokiniana* Shoemaker روی برنج، جو، چمن و گندم (Smiley *et al.* 1993; McIntosh 1998; Lidong & Qiang 2002; Mirabolfathi & Ershad 2006; Morejon *et al.* 2006; Safaei *et al.* 2008; Abbasi & Aliabadi 2009; Ershad 2009; Iftikhar *et al.* 2009; Karov *et al.* 2009; Bashyal *et al.* 2011; Amarloo *et al.* 2012; Ghazvini 2012; Manamgoda *et al.* 2014; Mehraabi *et al.* 2015) و *B. spicifera* روی برنج، چمن، گندم و

آگار به روش تک‌اسپور انجام شد (Mirabolfathy & Ershad 2007; Amarloo *et al.* 2010, 2012; Nazari *et al.* 2015; Mehraabi *et al.* 2015). نمونه‌های قارچی با استفاده از کلیدها و مقالات معتبر (Sivanesan 1987, Alcorn 1988, Berbee *et al.* 1999; Manamgoda *et al.* 2014, 2015. Hernández-Restrepo *et al.* 2018 شناسایی شدند.

استان‌های بوشهر، خوزستان، فارس و کهگیلویه و بویراحمد به روش تصادفی انجام شد (جدول ۱). اندام‌های گیاهی دارا و فاقد علائم آلودگی و خاک اطراف ریشه‌ی گیاهان جمع‌آوری و به صورت جداگانه در پاکت‌های کاغذی دارای مشخصات به آزمایشگاه آورده شد. جداسازی و خالص‌سازی نمونه‌های قارچی با استفاده از محیط‌های کشت سیب‌زمینی-دکستروز-آگار و آب-

جدول ۱. جدایه‌های گرامینی کلوس به دست آمده در این پژوهش

Table 1. Graminicolus fungal isolates collected in this study

Species Isolate	Substrate	Date	Location	Coordinate	Accession Number
<i>B. sorokiniana</i>					
Gdez06	Turfgrass, root	25/3/2017	Khuzestan, Dezful	32° 24' 2.436"N 48° 26' 37.6"E	
Bchr01	Barley, root	28/3/2017	Kohgiluieh-va-Buierahmad, Choram	30°45'28.8"N 50°43'54.634"E	MH370841
Bkaz01	Barley, root	5/6/2017	Fars, Kazerun	29°39'53.9994"N 51° 41' 27.6"E	
Bkaz03	Barley, root	5/6/2017	Fars, Kazerun	29°39'53.9994"N 51° 41' 27.6"E	
Wshu01	Wheat, soil	9/4/2017	Khuzestan, Shush	32° 12' 6.8"N 48° 15' 40.6"E	MH370844
Bdrb01	Barley, root	13/6/2017	Fars, Darab	28°44'19.305"N 54°32'22.505"E	
Gstn02	Turfgrass, root	5/6/2017	Fars, Estahban	29° 9' 10.7994"N 53° 59' 2.4"E	
Bbor01	Barley, soil	12/4/2017	Bushehr, Borazjan	29°14'13.1994"N 51°10'58.7994"E	
Bkhr02	Barley, soil	5/6/2017	Fars, Khaftr	29° 6' 17.7582"N 53° 9' 18.828"E	
Bdrb11	Barley, soil	8/6/2017	Fars, Darab	28°44'19.305"N 54°32'22.505"E	
Bahr01	Barley, root	13/4/2017	Bushehr, Ahram	28° 52' 38.4"N 51° 15' 53.977"E	
Wdez01	Wheat, root	9/4/2017	Khuzestan, Dezful	32° 21' 38.768"N 48° 22' 41.595"E	
Wand01	Wheat, root	9/4/2017	Khuzestan, Andymeshk	32° 26' 9.5994"N 48° 18' 36"E	
Gabd04	Turfgrass, leaf	13/4/2017	Bushehr, Abdan	28° 6' 21.6"N 51° 43' 40.8"E	
Wfsa05	Wheat, root	15/6/2017	Fars, Fasa	28° 33' 18.435"N 53° 24' 18.828"E	
Wnrz05	Wheat, root	9/6/2017	Fars, Neyriz	29° 12' 50.593"N 54° 19' 27.412"E	
Wkho02	Wheat, root	30/3/2017	Bushehr, Khormuj	28° 39' 44.778"N 51° 22' 3.521"E	
Bbor02	Barley, root	31/3/2017	Bushehr, Borazjan	29°14'13.1994"N 51°10'58.7994"E	
Blam01	Barley, root	18/6/2017	Fars, Lamerd	27°21'46.7994"N 53° 8' 56.4"E	
Wzrn07	Wheat, root	11/7/2017	Fars, Zarghan	29°46'51.5994"N 52°43'11.9994"E	
Wnoa03	Wheat, root	1/4/2017	Fars, Nodan	29° 47' 32.397"N 51° 40' 33.009"E	
Bchm01	Barley, root	28/3/2017	Kohgiluieh-va-Buierahmad, Choram	30° 45' 3.276"N 50° 44' 28.954"E	
Gsvs02	Turfgrass, root	1/4/2017	Fars, Sarvestan	29° 16' 45.138"N 53° 13' 47.982"E	
Bbeh01	Barley, root	26/3/2017	Khuzestan, Behbahan	30° 37' 22.045"N 50° 13' 43.430"E	
Bsvs03	Barley, leaf	1/4/2017	Fars, Sarvestan	29° 16' 38.138"N 53° 14' 47.982"E	
Bjnb03	Barley, root	15/6/2017	Fars, Abadeh, Janatabad	31°10'58.7994"N 52°37'19.1994"E	

Table 1. Continued.

Species Isolate	Substrate	Date	Location	Coordinate	Accession Number
Begd01	Barley, root	7/5/2017	Fars, Eghlid	30°55'44.3994"N 52°43'22.7994"E	
Bgha02	Barley, leaf	5/6/2017	Fars, Jahrom, Ghotbabad	28° 38' 58.164"N 53°37'48.2394"E	
Blar07	Barley, soil	20/3/2017	Fars, Lar	27°40'55.1994"N 54° 20' 16.8"E	
Blar08	Barley, root	20/3/2017	Fars, Lar	27°40'55.1994"N 54° 20' 16.8"E	
Wdez02	Wheat, root	26/3/2017	Khuzestan, Dezful	32° 21' 38.768"N 48° 22' 41.595"E	
Wgnk02	Wheat, root	5/6/2017	Fars, Gonak	28° 29' 32.432"N 53°31'44.2234"E	
Btgr02	Barley, root	6/7/2017	Fars, Toghor	28° 31' 34.29"N 53° 39' 19.48"E	
Wstn03	Wheat, root	9/5/2017	Fars, Estahban	29° 49' 51.816"N 53° 34' 56.424"E	
Wdsl04	Wheat, root	29/3/2017	Kohgiluieh-va-Buierahmad, Dejh soleiman	30° 17' 49.2"N 50° 39' 28.8"E	
Blar02	Barley, root	20/3/2017	Fars, Lar	27°40'55.1994"N 54° 20' 16.8"E	
<i>B. sorokiniana</i>					
Wkmr01	Wheat, soil	19/5/2017	Fars, Kohmareh	29° 35' 45.6"N 52° 15' 54"E	
Gmoa02(2)	Turfgrass, root	30/3/2017	Bushehr, Borazjan, Mohamad abad	29° 19' 22.8"N 51° 11' 16.8"E	
Gand02	Turfgrass, root	26/3/2017	Khuzestan, Andymeshk	32° 26' 9.5994"N 48° 18' 36"E	
Wkmr06	Wheat, soil	19/5/2017	Fars, Kohmareh	29° 35' 45.6"N 52° 15' 54"E	
Bnza02	Barley, root	1/4/2017	Fars, Sarvestan, Nazarabad	29° 9' 55.832"N 53° 16' 3.269"E	
Wdsl02	Wheat root	29/3/2017	Kohgiluieh-va-Buierahmad, Dejh soleiman	30° 17' 49.2"N 50° 39' 28.8"E	
Blar04	Barley, root	20/6/2017	Fars, Lar	27°40'55.1994"N 54° 20' 16.8"E	
Gsvs01	Turfgrass, root	5/6/2017	Fars, Sarvestan	29° 16' 38.130"N 53° 14' 47.960"E	
Gjhr06	Turfgrass, leaf	9/6/2017	Fars, Jahrom	28°18'20.0262"N 53° 20' 32.352"E	
Wshu01r	Wheat, root	26/3/2017	Khuzestan, Shush	32° 12' 6.8"N 48° 15' 40.6"E	
Meia01	Maize, root	19/7/2017	Fars, Abadeh, Enayat abad	31° 7' 51.6"N 52° 40' 1.2"E	
Bjnb06	Barley, soil	15/6/2017	Fars, Abadeh, Janat abad	31°10'58.7994"N 52°37'19.1994"E	
Gshz06	Turfgrass, root	14/7/2017	Fars, Shiraz	29° 38' 18.70"N 52° 31' 28.10"E	
Wgnk06	Wheat, root	2/6/2017	Fars, Gonak	28° 29' 32.432"N 53°31'44.2234"E	
Bdrb15	Barley, root	9/5/2017	Fars, Darab	28° 44' 51.816"N 54° 32' 56.424"E	
Wfrg02	Wheat, root	9/4/2017	Fars, Forag	28° 19' 1.2"N 55° 12' 3.6"E	
Wtns01	Wheat, root	27/3/2017	Kohgiluieh-va-Buierahmad, Tangsulak	30° 39' 39.6"N 50° 31' 12"E	
Btgr01	Barley, root	6/7/2017	Fars, Toghor	28° 31' 34.29"N 53° 39' 19.48"E	MH370843
<i>C. australiensis</i>					
Wdrb01	Wheat, root	28/5/2017	Fars, Darab	28°44'18.305"N 54°32'20.505"E	
Mtgd01	Maize, root	24/6/2017	Fars, Takhte jamshid	29°55'37.1994"N 52°52'19.1994"E	
Wbnt02	Wheat, root	10/6/2017	Fars, Baavanat	30° 29' 31.2"N 53° 34' 30"E	
Gdeh2(4)	Turfgrass, root	27/3/2017	Bushehr, Dehdaran	29° 30' 7.1994"N 50°54'53.9994"E	
Wkho01	Wheat, root	30/3/2017	Bushehr, Khormuj	28° 39' 44.778"N 51° 22' 3.521"E	

Table 1. Continued.

Species Isolate	Substrate	Date	Location	Coordinate	Accession Number
Bstn02	Barley, root	9/5/2017	Fars, Estahban	29° 9' 10.7994"N 52° 34' 30"E	
Mzrn05	Maize, root	3/7/2017	Fars, Zarghan	29°46'51.5994"N 52°43'11.9994"E	
Wlam01	Wheat, root	15/6/2017	Fars, Lamerd	27°21'46.7994"N 53° 8' 56.4"E	
Gab07	Turfgrass, root	16/6/2017	Bushehr, Abdan	28° 6' 21.6"N 51° 43' 40.8"E	
Begd01	Barley, root	7/5/2017	Fars, Eghlid	30°55'44.3994"N 52°43'22.7994"E	
Gbgh01r	Turfgrass, root	11/7/2017	Fars, Bajgah	29° 44' 8.259"N 52° 35' 32.198"E	
Gssr04	Turfgrass, root	6/5/2017	Fars, Saadat shahr	30° 4' 58.7994"N 53° 6' 0"E	
Msad01	Maize, root	1/5/2017	Khuzestan, Safi abad	32°16'40.7994"N 48° 25' 33.6"E	
Mzrn06	Maize, root	3/7/2017	Fars, Zarghan	29°46'51.5994"N 52°43'11.9994"E	
<i>C. australiensis</i>					
Wrnz03	Wheat, root	1/4/2017	Fars, Roniz	29° 10' 43.346"N 53° 45' 38.175"E	
Wlar03	Wheat, soil	29/5/2017	Fars, Lar	27° 42' 3.6"N 54° 19' 30"E	
Mmrt01	Maize, root	10/6/2017	Fars, Marvdasht	29° 52' 43.45"N 52° 50' 8.494"E	
Gbnt04r	Turfgrass, root	8/6/2017	Fars, Bavanat	30° 29' 8.13"N 53° 35' 35.99"E	
Wbgh01	Wheat, root	11/7/2017	Fars, Bajgah	29° 43' 1.1994"N 52° 35' 32.188"E	
Bdrb10	Barley, root	9/5/2017	Fars, Darab	28°44'19.305"N 54°32'22.505"E	
Gdsol3(3)	Turfgrass, root	29/3/2017	Kohgiluyeh-va-Buierahmad, soleiman	30° 19' 24.88"N 50° 40' 41.08"E	Dejh
Wfsa02r	Wheat, root	5/6/2017	Fars, Fasa	28°59'38.3994"N 53°38'27.5994"E	
Gabh02	Turfgrass, leaf	12/6/2017	Fars, Abadeh	31° 6' 18"N 52° 43' 4.8"E	
Wmdk01	Wheat, soil	27/3/2017	Fars, Murdak	28° 26' 33.810"N 53° 52' 46.997"E	
Gssr05	Turfgrass, root	12/6/2017	Fars, Saadatshahr	30° 5' 20.3994"N 53° 8' 20.4"E	
Mtgd02	Maize, root	5/7/2017	Fars, Takhte jamshid	29° 56' 37.88"N 52° 52' 22.90"E	
Gbnt01	Turfgrass, root	5/5/2017	Fars, Bavanat	30° 29' 8.13"N 53° 35' 35.99"E	
Bkhd02	Barley, root	9/6/2017	Fars, Khorambid	30° 36' 50.195"N 53° 12' 25.805"E	
Gbnt02	Turfgrass, root	5/5/2017	Fars, Bavanat	30° 29' 8.13"N 53° 35' 35.99"E	
Bstn01	Barley, soil	31/3/2017	Fars, Estahban	29° 9' 10.7994"N 53°58'22.7994"E	
Gbnt04	Turfgrass, soil	5/5/2017	Fars, Bavanat	30° 29' 8.13"N 53° 35' 35.99"E	
Gfsa03	Turfgrass, root	5/6/2017	Fars, Fasa	28°34'24.7548"N 53°22'52.0674"E	
Gfsa04	Turfgrass, root	5/6/2017	Fars, Fasa	28°34'24.7548"N 53°22'52.0670"E	
Mzrn07	Maize, root	3/7/2017	Fars, Zarghan	29°46'51.5994"N 52°43'11.9994"E	
Mtgr01	Maize, root	5/6/2017	Fars, Toghoh	31° 0' 39.5994"N 52° 47' 31.2"E	
Mzrn03	Maize, soil	3/7/2017	Fars, Zarghan	29°46'51.5994"N 52°43'11.9994"E	
Gand05	Turfgrass, root	26/3/2017	Khuzestan, Andymeshk	32° 26' 9.5994"N 48° 18' 36"E	
Mlpi01	Maize, root	30/3/2017	Fars, Lapouei	29° 48' 54"N 52° 37' 26.4"E	
Bkhd01	Barley, soil	13/6/2017	Fars, Khorambid	30° 36' 50.185"N 53° 12' 25.805"E	
Gshz04	Turfgrass, soil	12/7/2017	Fars, Shiraz	29°39'43.1994"N 52° 30' 21.6"E	

Table 1. Continued.

Species Isolate	Substrate	Date	Location	Coordinate	Accession Number
Badh02	Barley, root	14/6/2017	Fars, Abadeh	31° 12' 14.4"N 52° 36' 14"E	
Mzrn11	Maize, root	8/6/2017	Fars, Zarghan	29°46'51.5994"N 52°43'11.9994"E	
Gssr06	Turfgrass, root	3/7/2017	Fars, Saadat shahr	30° 5' 20.3994"N 53° 8' 20.4"E	
Gshz08	Turfgrass, root	11/7/2017	Fars, Shiraz	29° 39' 4.58"N 52° 29' 45.87"E	
Bshz03	Barley, root	11/7/2017	Fars, Shiraz	29° 39' 13.71"N 52° 29' 38.61"E	
Wzrn06	Wheat, root	8/6/2017	Fars, Zarghan	29° 45' 50.98"N 52° 42' 48.57"E	
Wfsa02	Wheat, soil	5/6/2017	Fars, Fasa	28°59'38.3994"N 53°38'27.5994"E	
Gjhr05	Turfgrass, root	5/6/2017	Fars, Jahrom	28°18'20.0262"N 53° 20' 32.352"E	
Gjhr04	Turfgrass, root	5/6/2017	Fars, Jahrom	28°18'20.0262"N 53° 20' 32.352"E	
Wfrg04	Wheat, root	9/4/2017	Fars, Forg	28° 19' 1.2"N 55° 12' 3.6"E	
Mlpi02	Maize, root	1/4/2017	Fars, Lapouei	29° 48' 54"N 52° 37' 26.4"E	
Wadh01	Wheat, root	6/7/2017	Fars, Abadeh	31° 12' 14.4"N 52° 36' 0"E	
<i>C. australiensis</i>					
Gssr02	Turfgrass, root	3/7/2017	Fars, Saadat shahr	30° 5' 20.3994"N 53° 8' 20.2"E	
Wbon02	Wheat, root	9/4/2017	Khuzestan, Bonrashid	31° 8' 56.4"N 49° 39' 3.6"E	
Gfsa02	Turfgrass, soil	5/6/2017	Fars, Fasa	28°59'38.3800"N 53°38'27.5994"E	
Wgnk07	Wheat, soil	2/6/2017	Fars, Gonak	29°26'51.2234"N 52° 32' 7.0674"E	
<i>C. papendorffii</i>					
Mshm01	Maize, root	16/6/2017	Fars, Shahrman	Eghlid, 30° 50' 6"N 52°20'31.1994"E	
Gsmr03	Turfgrass, root	27/3/2017	Khuzestan, mansour	Siah 32° 19' 30"N 48° 30' 32.4"E	MH370847
Gsmr01	Turfgrass, root	10/6/2017	Fars, Bavanat	30° 30' 3.6"N 53°35' 9.5994"E	MH370848
Wnrz04	Wheat, root	9/6/2017	Fars, Neyriz	29°12'11.9994"N 54° 19' 42"E	
Wzrn08	Wheat, leaf	8/6/2017	Fars, Zarghan	29° 45' 50.98"N 52° 42' 48.57"E	
<i>C. spicifera</i>					
Wmho01	Wheat, leaf	1/4/2017	Fars, Maharloo	29° 21' 19.765"N 52° 49' 17.414"E	MH370838
Blam02	Barley, root	13/6/2017	Fars, Lamerd	27° 19' 33.6"N 53°13'33.5994"E	
Bshz02	Barley root	13/7/2017	Fars, Shiraz	29° 39' 28.8"N 52°29'52.7994"E	MH370840
Wabd01	Wheat, root	30/3/2017	Fars, Abdan	28°5'13.1994"N 51°45'43.2"E	MH370845
<i>C. verruculosa</i>					
Wfzd01	Wheat, root	18/7/2017	Fars, Firuzabad	28° 50'40.282"N 52° 34'16.606"E	
Mshm02	Maize, root	15/6/2017	Fars, Shahrman	Eghlid, 30° 50' 6"N 52°20'31.1994"E	
Gbgh01	Turfgrass, soil	19/7/2017	Fars, Bajgah	29° 44' 52.8"N 52° 34' 30"E	
Gbnt03	Turfgrass, root	10/6/2017	Bavanat, Fars	30° 30' 3.6"N 53° 35' 9.5994"E	MH375716
<i>E. rostratum</i>					
Mbeh01	Maize, root	4/7/2017	Behbahan, Khuzestan	30° 37' 32.6"N 50° 14' 43.2"E	MH370849
<i>Bipolaris</i> sp.1					
Wrnz02	Wheat, leaf	31/3/2017	Fars, Estahban,	Roniz, 29° 10' 43.346"N 53° 45' 38.175"E	MH370839

Table 1. Continued.

Species Isolate	Substrate	Date	Location	Coordinate	Accession Number
Wrnz04	Wheat, soil	1/4/2017	Fars, Roniz	29° 10' 43.346"N 53° 45' 38.175"E	
Bbtd03	Barley, root	27/3/2017	Khuzestan, Masjed soleiman, Batvand	31° 59' 9.6"N 49° 5' 9.5994"E	
Gstn01	Turfgrass, root	9/5/2017	Fars, Estahban	29°9'10.7994"N. 53°58'22.7994"E	
Bpsd01	Barley, soil	9/6/2017	Fars, Pasargad	30° 12' 36"N 53° 12' 14.4"E	
<i>Bipolaris</i> sp.2					
Wfso01	Wheat, root	5/6/2017	Fars, Fasa	28°59'38.3994"N 53°38'27.5994"E	MH370846
Wgnk03	Wheat, root	2/6/2017	Fars, Gonak	28° 29' 32.432"N 53°31'44.2234"E	
Bkhr09	Barley, root	5/6/2017	Fars, Khafr	29° 6' 17.7582"N 53° 9' 18.828"E	
Bsvs02	Barley, root	1/4/2017	Fars, Sarvestan	29° 16' 57.6"N 53°13'23.0538"E	
Wdso11	Wheat, root	27/3/2017	Kohgiluyeh-va-Buierahmad, Dejh soleiman	30° 17' 49.2"N 50° 39' 28.8"E	
Gsvs03	Turfgrass, soil	19/6/2017	Fars, Sarvestan	29° 16' 57.6"N 53°13'23.0538"E	
Wmho02	Wheat, root	1/4/2017	Fras, Maharloo	29° 21 '19.765"N 52° 49' 17.414"E	
<i>Bipolaris</i> sp.2					
Wgha01	Wheat, root	5/6/2017	Fras, Jahrom, Ghotb abad	28° 38 16.126"N 53° 3734.576"E	
Bstn05	Barley, soil	19/5/2017	Fars, Estahban	29° 9' 10.7994"N 53°58'22.7994"E	
Gram02	Turfgrass, root	27/3/2017	Khuzestan, Ramhormoz	31°22'22.8"N 49°29'45.6"E	
Wabd02	Wheat, root	30/3/2017	Bushehr, Abdan	28°5'13.1994"N 51°45'43.2"E	
Bdrb16	Barley, root	28/5/2017	Fars, Darab	28°44'18.305"N 54°32'20.505"E	

B. = *Bipolaris* C. = *Curvularia* E. = *Exserohilum* r = root

بررسی رشد روزانه

اتوکلاو شده در ۱۲۱ درجه‌ی سلسیوس و فشار ۱/۵ اتمسفر اضافه و به مدت ۹ تا ۱۴ روز در تاریکی نگه‌داری و به صورت مخلوط با خاک گلدان به ریشه‌ی گیاهان مورد آزمون (رقم پروسوی ارزن، لنگان برنج، ارم جو، ۵۰۴ ذرت و آذر گندم) مایه‌زنی شد (Amarloo *et al.* 2012). برای مایه‌زنی به برگ گیاهان ۷ روزه از سوسپانسیون 2×10^4 اسپور در میلی‌لیتر استفاده شد (Nazari *et al.* 2015). آبیاری گیاهان به صورت روزانه برای برنج و ذرت و یک روز در میان برای جو انجام شد. این بررسی در گلخانه‌ی گیاه‌پزشکی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شیراز با حداقل و حداکثر دمای روزانه‌ی ۱۹ و ۳۵ درجه سلسیوس، در شرایط نوری طبیعی محیط و با

به منظور بررسی رشد روزانه، یک جدایه از هر گونه و یک نمونه از جدایه‌های متفاوت از نظر نمای پرگنه با سایر جدایه‌های همان گونه در تشتک پتری هشت میلی‌متری کشت و در انکوباتور ۵ تا ۴۰ درجه‌ی سلسیوس با سه تکرار قرار داده شد. نتایج میزان رشد جدایه بر حسب میلی‌متر تا روز دهم به صورت روزانه اندازه‌گیری و ثبت گردید.

بیماری‌زایی

پس از خالص‌سازی جدایه‌ها، ۵ تا ۷ قرص نیم سانتی - متری از هر جدایه‌ی منتخب به گندم سترون دو بار

Ghalamfarsa & Mirsoleimani, 2013). شرایط انجام این آزمون برای ژن مورد استفاده عبارت بود از واسرشتگی اولیه در ۹۵ درجه‌ی سلسیوس (سه دقیقه)، واسرشتگی در ۹۵ درجه‌ی سلسیوس (یک دقیقه)، جفت‌شدگی در ۵۲ درجه‌ی سلسیوس (یک دقیقه)، گسترش در ۷۲ درجه‌ی سلسیوس (یک دقیقه) و گسترش نهایی در ۷۲ درجه‌ی سلسیوس (ده دقیقه) در ۳۰ چرخه.

نتایج واکنش زنجیره‌ای پلیمرز با الکتروفورز در ژل درصد آگارز حاوی ۰/۰۵ درصد اتیدیوم بروماید در بافر TBE (۸، ۱۰ گرم تریس، ۰/۳۷ گرم EDTA، ۵/۵ گرم بوریک اسید و آب مقطر تا حجم یک لیتر) به مدت یک ساعت و در ۸۰ ولت تأیید شد و قطعات دی‌ان‌ای زیر پرتوی فرابنفش با استفاده از ژل داکيومتر عکس‌برداری شد و اندازه‌ی نوارهای به دست آمده در مقایسه با یک نشانگر دی‌ان‌ای ۱۰۰ جفت بازی برآورد شد. ژن‌های فزون‌سازی شده برای توالی‌سنجی به شرکت زیست فناوریان آسیا ارسال شد.

توالی‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار Bioedit (Hall, 1999) ویرایش شد و رشته‌ی برآیند به دست آمد. رشته‌های برآیند پس از ارائه به بانک ژن (GenBank, NCBI, USA; [Online] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BanKit>) با نرم افزار (GenBank; NCBI; USA; [Online] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BanKit>) و اخذ شماره‌ی دسترسی برای مطالعات بعدی استفاده شد.

مطالعات فیلوژنتیکی به منظور یافتن روابط بین جمعیت‌های گونه‌ها و هم‌چنین آگاهی از سطح تنوع ژنتیکی درون‌گونه‌ای برای کلیه قطعات مورد مطالعه و ارزیابی سطح تنوع ژنتیکی صورت گرفت. ردیف‌سازی ابتدایی توالی‌های ویرایش شده به همراه توالی‌های به دست

سیستم گرمایشی رادیاتور در مدت سه ماه (دی ماه سال ۱۳۹۶ لغایت اسفند ۱۳۹۶) انجام شد. از علائم برگ‌گی از روز سوم تا دهم پس از مایه‌زنی به صورت روزانه و علائم ریشه پس از ۲۱ روز مورد یادداشت‌برداری شد. برای اثبات بیماری‌زایی از برگ و بذر دارای علائم و ریشه‌های دارا یا فاقد علائم استفاده و قطعات روی محیط‌کشت سیب‌زمینی - دکستروز - آگار در سه تکرار کشت داده شد.

استخراج ژن، توالی‌سنجی و واکاوی فیلوژنتیکی

به منظور بررسی فیلوژنتیک گونه‌های به دست آمده از این پژوهش از هر گونه یک جدایه و در مورد گونه‌هایی که دارای جدایه‌هایی با ظاهر پرگنه‌ی متفاوت بودند، یک نمونه انتخاب و پس از خالص‌سازی با استفاده از محیط-کشت‌های سیب‌زمینی-دکستروز میسلیوم تکثیر شده و استخراج دی‌ان‌ای با استفاده از کیت DNG™-PLUS و به روش توصیه شده توسط تولیدکننده انجام گردید (Mostowfizadeh-Ghalamfarsa *et al.* 2010). کیفیت و کمیت دی‌ان‌ای استخراج شده با استفاده از دستگاه نانودراپ مدل ام-دی-۱۰۰۰ (نانودراپ تکنولوژی، آمریکا) در طول موج ۲۶۰ نانومتر بررسی شد. فزون‌سازی دی‌ان‌ای فاصله‌ی ترانویسی شده‌ی داخلی ژن‌های دی‌ان‌ای ریبوزومی با استفاده از آغازگرهای ITS1 = 5'TCCGCTTAGGTGAACCTGCGG3' و ITS4 = 5'TCCGCTTATTGATATGC3' (White *et al.* 1990) انجام شد.

واکنش زنجیره‌ای پلیمرز در ۲۵ میکرولیتر واکنش شامل ۲/۵ میکرولیتر از بافر ۱۰×، ۱۰۰ میکرومول از BSA، ۱۰۰ میکرومول از dNTPs، ۲/۵ میکرومول از MgCl₂، ۱ میکرومول از هر آغازگر، ۰/۴ واحد از Taq پلی‌مراز و ۱۰۰ نانوگرم از دی‌ان‌ای هدف انجام شد (Mostowfizadeh-

عدم بیماری‌زایی را نشان داد (جدول ۴). در ادامه ویژگی‌های آرایه‌های به دست آمده ذکر شده است.

***Bipolaris sorokiniana* Shoemaker 1959**

این گونه دارای تنوع بسیار زیادی از نظر شکل پرگنه و اندام‌ها در زیر میکروسکوپ بود. حتی در برخی موارد تفاوت در میزان رشد روزانه‌ی پرگنه‌های هم‌شکل در ۲۵ درجه‌ی سلسیوس در این گونه مشاهده شد. جدایه‌های به دست آمده از این گونه از نظر ظاهری به لحاظ ظاهر کنیدیوم و کنیدیوفور و محل اتصال کنیدیوم به کنیدیوفور هیچ‌گونه مغایرتی با سایر منابع (Alcorn 1983; Sivanesan 1987; Ahmadpour et al. 2011; Manamgoda et al. 2014) نداشتند. ولی از لحاظ طول کنیدیوم با نمونه‌ی گزارش شده توسط سیوانسان (Sivanesan 1987) متفاوت بود. در نمونه‌ی سیوانسان (۱۹۸۷) این گونه به واسطه‌ی طول بیش از ۱۰۰ میکرومتر کنیدیوم‌ها از گونه‌های نزدیک به خود جدا شده بود. حال آن که تمام جدایه‌های به دست آمده برای این گونه در این پژوهش طول کنیدیوم کم‌تر از ۱۰۰ میکرومتر (حداکثر ۹۷ میکرومتر) داشتند. هم‌چنین از نظر طول کنیدیوفور با نمونه‌ی بررسی شده توسط مهرابی و همکاران (Mehraabi et al. 2015) متفاوت بود. به این صورت که در بررسی ذکر شده حداکثر طول کنیدیوفور برابر ۲۰۰ میکرومتر ولی در نمونه‌های به دست آمده از این پژوهش ۳۰۰ میکرومتر بود. البته این تفاوت با بررسی سایر انتشارات (Amarloo et al. 2010; Naeimi et al. 2011; Manamgoda et al. 2012, 2014) برطرف شد. در این مقالات مشاهده شد که وجود کنیدیوم با چهار سلول و طول ۳۰۰ میکرومتر عاملی برای جدا شدن جدایه‌های این مطالعه از *B. sorokiniana* نیست و ممکن است تفاوت در محل‌های نمونه‌برداری عامل تفاوت در اندازه‌ی اندام‌ها باشد. این گونه مدتی به

آمده از بانک ژن مربوط به مقالات معتبر (Manamgoda et al. 2011, 2012, 2014; Hernández-Restrepo et al. 2018) با نرم افزار ClustalX (Thompson et al. 1997) انجام شد. رهیافت پیشینه‌ی درست‌نمایی طبق روش مستوفی زاده قلمفرسا و میرسلیمانی (Mostowfizadeh-Ghalamfarsa & Mirsoleimani, 2013) با هزار بوت استرپ انجام شد و درخت به دست آمده بر اساس مقایسه‌ی توالی نوکلئوتیدی فاصله‌ی ترانویسی‌شده‌ی داخلی (آی‌تی‌اس) دی‌ان‌ای ریبوزومی ترسیم گردید.

نتایج و بحث

تعداد ۱۴۱ جدایه به دست آمده (جدول ۱) در این بررسی بر اساس مطالعات ریخت‌شناختی (جدول ۲)، سرعت رشد (جدول ۳)، بیماری‌زایی (جدول ۴) و واکاوی فیلوژنتیکی شامل یک گونه *Bipolaris* (Tsuda & Ueyama B. *sorokiniana*) (شکل ۱) و دو آرایه‌ی احتمالاً توصیف نشده (به نام *Bipolaris* sp.1 و *Bipolaris* sp.2)؛ چهار گونه *Curvularia*، (*Curvularia australiensis* (Bugnic. ex C. M.B.) Manamgoda, L. Cai & K.D. Hyde و *Curvularia papendorffii* Aa و *Curvularia spicifera* (Bainier) Boedijn و *Curvularia verruculosa* Tandon and Bilgrami (شکل ۲ تا ۵) و یک گونه *Exserohilum* (*Exserohilum rostratum* (Drechsler) K.J. Leonard & Suggs) (شکل ۶) بود. ویژگی‌های ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی جدایه‌ها در جدول ۲ آمده است، این جدایه‌ها از نظر سرعت رشد نیز رفتارهای متفاوتی از خود نشان دادند (جدول ۳). جدایه‌های به دست آمده در مجموعه‌ی قارچ‌شناسی بخش گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز نگهداری می‌شوند. بررسی بیماری‌زایی جدایه‌های منتخب روی برگ، ریشه و طوقه‌ی گیاهان مورد آزمون هر دو حالت بیماری‌زایی و

جدول ۲. مشخصات ریخت‌شناختی گونه‌های گرامینی کلوس به دست آمده در این پژوهش

Species	Germination			Conidiophore			Conidium			Hilum	
	Colony	Color	Shape	Color	Size (µm)	Shape	Color	Shape	Size (µm)	Cells	
<i>B. sorokiniana</i>	Light olive – dark gray	Bilateral	Light brown, Goldish brown, Dark brown	Straight, Branched	300×4-9	Cylindrical	Light brown	Cylindrical-Fusiform	6-25×30-82	5-9	-/+ (3-4µm)
<i>C. australiensis</i>	Black	Bilateral	Light brown	Straight, Single	147×2.8-7.3	Cylindrical	Dark brown	Cylindrical	6-11×14-40	4	-
<i>C. papendorffii</i>	Light olive	Unilateral	Light goldish brown – Dark brown	Straight, Branched, straight or zig zag at the end	147×3.33-13.33	Cylindrical-Fusiform	Light brown	Cylindrical-Fusiform, Straight - Curved	3-12×15-27	2-4	-
<i>C. spicifera</i>	Light olive – Blackish dark olive	Bilateral	Light brown – Dark brown	Straight, Single, Zig zag at the end	250×4-8	Cylindrical	Dark brown	Cylindrical	10-14×25-32	4	-
<i>C. verruculosa</i>	Blackish dark olive	Unilateral	Light brown	Straight, Branched, zig zag and a little dark	150×2.5-6.25	Fusiform	Light brown	Fusiform, Straight – Curved	5.5-14×12.5-31	4	-
<i>E. rostratum</i>	Dark gray	Unilateral	Light goldish brown	Straight, Unbranched	250×2.85-9	Cylindrical	Light brown	Cylindrical	7.77-18.01×41.5-91.5	6-10	+
<i>Bipolaris</i> sp.1	Grayish green	Bilateral	Goldish brown – Dark brown	Straight, Branched	147×4.5-11.5	Cylindrical	Dark brown	Cylindrical, Elipsoidal, Fusiform	8.5-25.44×23.5-45.8	3-8	-
<i>Bipolaris</i> sp.2	Dark gray	Bilateral	Light brown, Goldish brown, Dark brown	Straight, Branched	140×4-10	Cylindrical-Fusiform	Dark brown	Cylindrical-Fusiform, Straight to strongly curved	5.5-31.5×11.5-73	6-8	-

B. = *Bipolaris* C. = *Curvularia* E. = *Exserohilum*

جدول ۳. سرعت رشد (میلی‌متر در روز) جدایه‌های گرامینیکولوس به دست آمده در این بررسی

Table 3. Growth rate (mm/d) of the graminicolous fungal isolates collected in this study

species	Isolate	Temperature (°C)								
		5	10	15	20	25	30	35	37	40
<i>B. sorokiniana</i>										
	Bchr01	0	1.42	5.57	16.42	9.71	17.66	16.00	13.28	0
	Wstn03	0	7.10	12.10	19.00	18.31	13.72	15.16	6.60	0
	Gjhr06	0	6.45	12.95	18.66	18.12	16.00	17.83	18.14	0
	Bstn01	0	2.65	6.55	16.37	17.15	17.15	14.80	15.00	0
	Wgnk03	0	6.30	9.80	17.57	16.85	20.44	19.85	19.90	0
	Wkmr01	0	7.75	12.50	19.90	17.95	19.75	19.10	7.05	0
	Bkhr02	0	3.95	10.95	17.33	11.35	17.56	20.88	18.20	0
	Wand04	0	5.10	10.35	18.66	17.88	18.42	20.28	19.42	0
	Begd01	0	1.90	6.15	12.70	14.35	18.55	18.28	12.00	0
	Gram02	0	3.15	7.00	11.30	18.00	18.00	15.40	13.70	0
<i>C. australiensis</i>										
	Gfsa02	0	3.70	11.66	18.66	18.17	20.83	25.60	23.83	0
<i>C. papendorffii</i>										
	Mshm01	0	7.50	20.05	22.00	20.80	23.00	23.50	19.62	0
	Gsmr01	0	4.00	16	19.00	19.80	19.00	17.00	3.00	0
<i>C. spicifera</i>										
	Wmho01	0	7.41	13.12	19.00	18.16	16.66	16.18	17.85	0
<i>C. verruculosa</i>										
	Gsmr03	0	4.05	15.70	19.71	19.88	19.25	18.30	0	0
	Gbnt03	0	3.70	9.90	19.71	19.71	21.83	21.50	0	0
<i>E. rostratum</i>										
	Mbeh01	0	5.85	14.66	16.60	16.60	19.00	20.16	12.30	0
<i>Bipolaris</i> sp.1										
	Wrnz02	0	5.65	11.50	19.00	15.80	17.56	20.31	18.20	0
<i>Bipolaris</i> sp.2										
	Wmrt01	0	5.69	7.69	14.40	14.00	16.18	17.18	14.33	0
	Bstn04	0	4.25	10.25	14.83	16.87	15.00	14.60	0	0

B. = *Bipolaris* C. = *Curvularia* E. = *Exserohilum*

ارزنی سبز (*Setaria faberi* Herrm.)، جو، چاودار (*Tribulus terrestris*)، خارخسک (*Secale cereale* L.) و ذرت از گرامینه‌ها و از بسیاری خانواده‌های دیگر مانند *Cariophyllac- Fabaceae*، *Ericaceae*، *Aliaceae*، *Euphorb-*، *Polygoniaceae*، *Moracea*، *Linaceae*، *ae*، *Pl-*، *Orchidaceae*، *Marantaceae*، *Lauraceae*، *iaceae* و *antaginaceae* و *Rosaceae* جداسازی شده بود (Ershad 2009; Ahmadpour et al. 2011, 2014; Farr & Rosman 2013; Mehraabi et al. 2015). در این بررسی این گونه از برگ، ریشه و خاک جو، ریشه‌ی چمن، ریشه‌ی

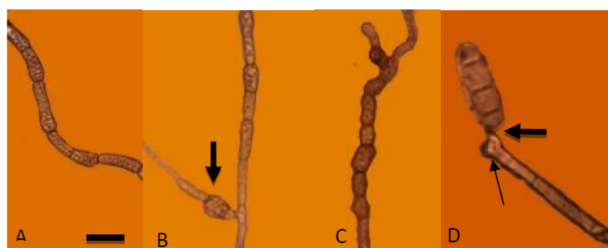
نام *B. multiformis* (Jooste) Alcorn شناخته می‌شد که پژوهش‌های دیگر (Manamgoda et al. 2014) نشان داد که این دو گونه به لحاظ ریخت‌شناختی و فیلوژنتیکی یک-سان هستند. این گونه تا کنون در ایران و جهان از میزبان‌های مختلف جداسازی شده است. در ایران از قیاق، علف دوروا (*Sorghum halepense* (L.) Pers.)، برخی دولپه‌ای-ها، گندم، جو، چمن، گلرنگ، علف بره قرمز (*Festuca rubra* L.)، چمن مرتعی (*Poa pratensis* L.) و علف بوریای مویین (*Agrostis tenuis* Sibth.) و در دنیا از

جدول ۴. بیماری‌زایی جدایه‌های به دست آمده از این پژوهش در برگ و ریشه‌ی گیاهان مورد آزمون

Table 4. Pathogenicity of the graminicolous fungal isolates collected in this study in leaves and roots of tested plants

Species	Isolate	Barley		Maize		Millet		Rice		Wheat	
		leaf	root	leaf	root	leaf	root	leaf	root	leaf	root
<i>B. sorokiniana</i>											
	Bchr02	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Gjhr06	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Wstn03	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+
<i>C. australiensis</i>											
	Gfsa01	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. papendorffii</i>											
	Mshm01	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
	Gsmr01	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. spicifera</i>											
	Wmho01	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>C. verruculosa</i>											
	Gsmr03	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>E. rostratum</i>											
	Mbeh01	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+
<i>Bipolaris</i> sp.1											
	Wrnz02	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Bipolaris</i> sp.2											
	Bstn04	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
	Wgnk03	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+

B. = *Bipolaris* *C.* = *Curvularia* *E.* = *Exserohilum* + = Pathogenic - = Nonpathogenic



شکل ۲. ریخت‌شناسی *Curvularia australiensis*. (A) Conidiophore (B) Conidiophore's branching and swelling (C) Swollen segments of conidiophore (D) straight conidium's junction to the conidiophore and terminal small heel (Bars = 20 μm)

پاشنه‌ی کوچک در انتها (خط مقیاس = ۲۰ میکرومتر)

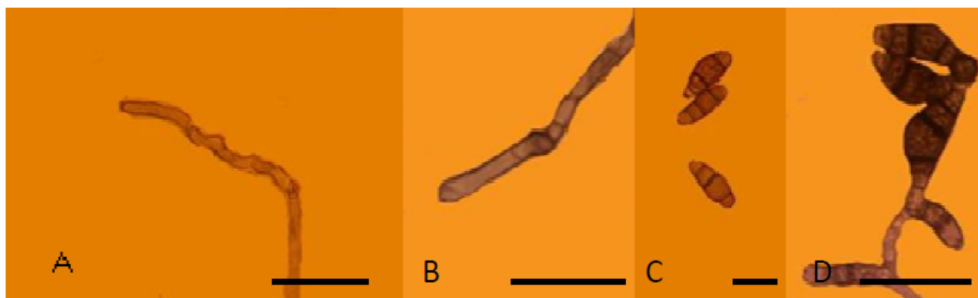
Safaei *et al.* 2008; Ershad 2009; Amarloo *et al.* 2015). در دنیا مطالعاتی روی بیماری‌زایی این گونه در جو، گندم و برنج انجام شده و بیماری‌زایی آن اثبات شده بود (Lidong & Qiang 2002;)



شکل ۱. ریخت‌شناسی جدایه‌های مختلف *Bipolaris sorokiniana*. (A) پاشنه‌ی کنیدیوفور (B) تورم بندهای کنیدیوفور (C) کنیدیوفور (D) کنیدیوم (خط مقیاس = ۲۰ میکرومتر)

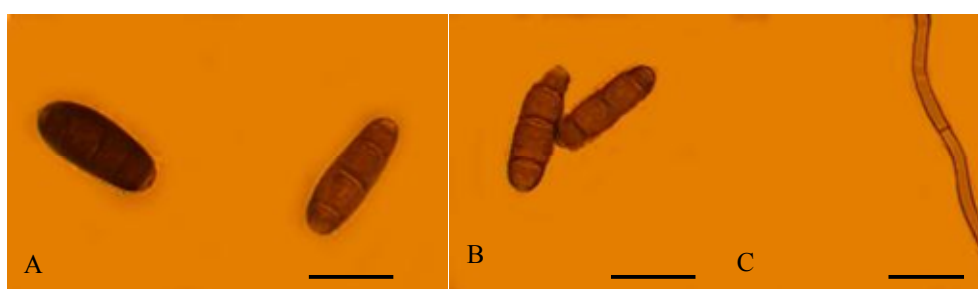
Fig. 1. Morphology of different isolates of *Bipolaris sorokiniana* A) Conidiophore's hill B) Swelling of conidiophore's segments C) Conidiophore D) Conidia (Bars = 20 μm)

ذرت و ریشه و خاک گندم جداسازی شد. در مطالعات پیشین در ایران این گونه به عنوان عامل پوسیدگی ریشه و طوقه‌ی گندم و لکه برگی در چمن معرفی شده بود (Smiley *et al.* 1993; Mirabolfathi & Ershad 2006;)



شکل ۳. ریخت‌شناسی *Curvularia papendorffii* (A) انتهای کنیدیوفور (B) انتهای صاف کنیدیوفور (C) کنیدیوم (D) کنیدیوفور همراه با کنیدیوم (خط مقیاس = ۲۰ میکرومتر)

Fig. 3. Morphology of *Curvularia papendorffii* A) terminal of conidiophore B) Straight terminal of conidiophore C) Conidia D) Conidiophore with conidium (Bars = 20 µm)



شکل ۴. ریخت‌شناسی *Curvularia spicifera* (A) کنیدیوم تیره و روشن (B) کنیدیوم و کنیدیوفور (خط مقیاس = ۲۰ میکرومتر)

Fig. 4. Morphology of *Curvularia spicifera* A) Dark and light-colored conidium B) Conidium and conidiophore C) Conidia (Bars = 20 µm)

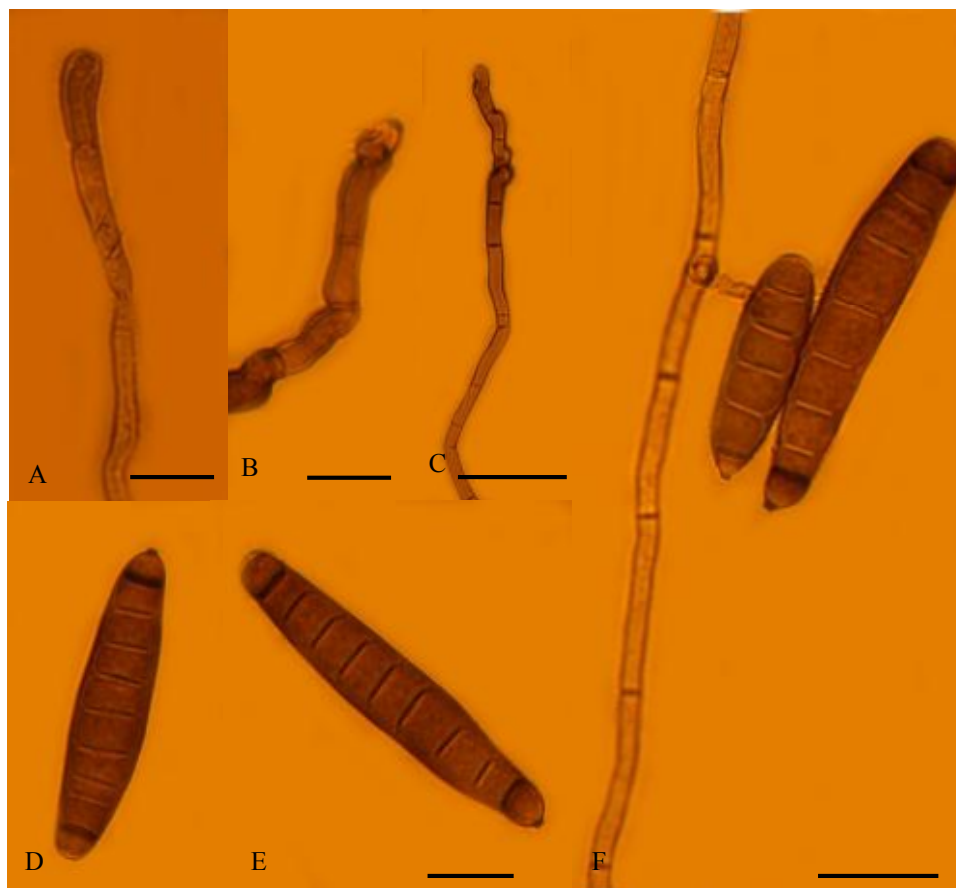


شکل ۵. ریخت‌شناسی *Curvularia verruculosa* (A) انتهای ساده کنیدیوفور (B) انتهای دارای پاشنه‌ی کنیدیوفور (C) کنیدیوم خمیده (D) کنیدیوم صاف (E) اتصال کنیدیوم به کنیدیوفور (خط مقیاس = ۲۰ میکرومتر)

Fig. 5. Morphology of *Curvularia verruculosa* A) Simple terminal of conidiophore B) Terminal of conidiophore with the hill C) Curved conidium D) Straight conidium E) Conidium's junction to the conidiophore (Bars = 20 µm)

شناختی بسیار زیادی است (Amarloo *et al.* 2010; Naeimi *et al.* 2011; Manamgoda *et al.* 2012, 2014) و به همین دلیل پنج جدایه از آن که از نظر ریخت‌شناسی دارای تفاوت بودند، برای آزمون بیماری‌زایی انتخاب شدند.

Morejon *et al.* 2006; Iftikhar *et al.* 2009; Karov *et al.* 2009; Bashyal *et al.* 2011; Ghazvini 2012; این پژوهش بیماری‌زایی این گونه در گیاهان ارزن، برنج، جو، ذرت و گندم از لحاظ علائم روی برگ، ریشه و طوقه مورد بررسی قرار گرفت. این گونه دارای تنوع ریخت-



شکل ۶. ریخت‌شناسی *Exserohilum rostratum* (A) انتهای صاف کنیدیوفور (B-C) انتهای کنیدیوفور زیگزاگی (D) کنیدیوم (E) پاشنه (F) کنیدیوفور و کنیدیوم با تیغه‌ی اول تیره (خط مقیاس = ۲۰ میکرومتر)

Fig. 6. Morphology of *Exserohilum rostratum* A) Smooth conidiophore terminal B , C) Zigzag conidiophore terminal D) Conidium E) Hilum F) Conidiophore and conidium with dark-colored first septum (Bars = 20 μ m)

این گونه نه تنها قادر به بیماری‌زایی روی ارزن است، بلکه برخی از جدایه‌های آن می‌توانند بدون ایجاد علائم برگ‌ریزی روی گیاه با ضعف کردن آن باعث بروز زوال کامل در برگ‌های ارزن شوند. به طور کلی علائم مشاهده شده روی برگ شامل لکه برگ‌ریزی، زردی برگ، پژمردگی، سبزشکمی، سوختگی برگ و زوال کامل گیاه بود. مشاهده‌ی علائم سوختگی برگ و لکه برگ‌ریزی در جو و گندم با نتایج مطالعات پیشین (McIntosh 1998; Kumar et al. 2002; Karov et al. 2009; Manamgoda et al. 2014) هم‌خوانی داشت. البته برخی مطالعات نیز بیماری‌زا بودن این گونه در گندم و جو را رد کرده‌اند (Iftikhar et al. 2009).

در این پژوهش افشاندن سوسپانسیون روی برگ برنج در برخی جدایه‌ها منجر به بروز علائم شد ولی در برخی دیگر هیچ علائمی مشاهده نشد. حال آن‌که در بررسی انجام شده توسط نعیمی و همکاران (Naeimi et al. 2011) تمام جدایه‌ها علائم برگ‌ریزی را در برنج ایجاد کرده بودند. از طرف دیگر در مایه‌زنی قارچ به ریشه تمام جدایه‌های مورد بررسی ایجاد علائم (حداقل کاهش رشد) کرده بودند. اما در بررسی نعیمی و همکاران (۲۰۱۱) هیچ علائمی حتی پس از مدت طولانی روی ریشه مشاهده نشد. این اختلاف‌ها را می‌توان به تفاوت در جدایه و رقم گیاه مورد آزمون و شرایط محیطی نسبت داد. نتایج حاصل

از این پژوهش افشاندن سوسپانسیون روی برگ برنج در برخی جدایه‌ها منجر به بروز علائم شد ولی در برخی دیگر هیچ علائمی مشاهده نشد. حال آن‌که در بررسی انجام شده توسط نعیمی و همکاران (Naeimi et al. 2011) تمام جدایه‌ها علائم برگ‌ریزی را در برنج ایجاد کرده بودند. از طرف دیگر در مایه‌زنی قارچ به ریشه تمام جدایه‌های مورد بررسی ایجاد علائم (حداقل کاهش رشد) کرده بودند. اما در بررسی نعیمی و همکاران (۲۰۱۱) هیچ علائمی حتی پس از مدت طولانی روی ریشه مشاهده نشد. این اختلاف‌ها را می‌توان به تفاوت در جدایه و رقم گیاه مورد آزمون و شرایط محیطی نسبت داد. نتایج حاصل

نهایت با توجه به مرکب بودن احتمالی گونه‌ی *B. sorokiniana* (Amarloo et al. 2010; Naeimi et al. 2014, 2014; Manamgoda et al. 2011)، مشاهده‌ی تنوع بسیار بالا در جدایه‌های آن، کافی نبودن تعداد نوکلئوتیدهای متفاوت برای تشکیل یک رمزینهی متفاوت برای جدا کردن این جدایه از گونه‌ی *B. sorokiniana* و احتمال قرار گرفتن دو جدایه از یک گونه در کنار هم این جدایه نیز به عنوان *B. sorokiniana* ذکر شد.

***Curvularia australiensis* (Bugnic. ex M.B. Ellis) Manamgoda, L. Cai & K.D. Hyde 2012**

این گونه پیش از این با نام قدیمی *B. australiensis* در ایران از چمن، گندم، گل جالیز، خیار، ذرت خوشه‌ای، خرما، سیب، جو، برنج و یک گرامینه‌ی ناشناخته جداسازی شده بود (Ershad 2009; Amarloo et al. 2010; Ahmadpour et al. 2012; Barzegar & Banhashemi 2012; Sharafi & Sadravi 2015). در این پژوهش نیز از جو، چمن، ذرت و گندم جداسازی شد. با توجه به شواهد ذکر شده این اولین گزارش این گونه از ذرت در ایران است. این گونه عامل لکه‌برگی در ارزن مرواریدی (*Pennisetum typhoides* L.) و سوختگی برگ در علف لیمو (*Cymbopogon winterianus* L.) در هندوستان معرفی شده بود (Sivanesan 1987). با توجه به نتایج آزمون بیماری‌زایی روی برگ به نظر می‌آید که این گونه کم‌ترین خسارت را به گندم و بیش‌ترین خسارت را به جو و ذرت وارد می‌کند. به نظر می‌رسد برگ رقم لنجان برنج در مقابل این گونه مقاوم باشد. بر اساس نتایج مایه‌زنی این گونه به ریشه مشخص شد که تمام گیاهان مورد آزمون توسط این گونه بیمار شده یا دست‌کم دچار کاهش رشد شدند. بررسی این گونه از نظر دمایی نشان داد که این گونه

از مایه‌زنی جدایه‌های این گونه به ریشه‌ی گیاهان مورد بررسی در این پژوهش نشان داد که جدایه‌های این گونه قادر به ایجاد کاهش رشد، عدم تشکیل ریشه، تغییر رنگ ریشه، طوقه و بذر و تغییر حالت ریشه بودند. به احتمال زیاد کاهش رشد گیاه و ریشه به عنوان یک علامت عمومی در گیاهانی است که در خاک آلوده به جدایه‌های این گونه رشد می‌کنند. مشاهده‌ی علائم تغییر رنگ ریشه، طوقه و بذر مشاهده شده روی گیاهان جو و گندم در این پژوهش با نتایج پژوهش‌های پیشین (McIntosh 1998; Kumar et al. 2002; Karov et al. 2009; Manamgoda et al. 2014) هم‌خوانی دارد. شواهد ذکر شده در بالا نشان می‌دهند که این نخستین گزارش از بیماری‌زایی جدایه‌های این گونه در ارزن، برنج و ذرت است.

در پی بررسی جدایه‌های این گونه از نظر دمایی، نتایج با توجه به نوع جدایه متفاوت بود. بیش‌ترین سرعت رشد برای جدایه‌های این گونه در ۲۰ تا ۳۵ درجه‌ی سلسیوس اتفاق می‌افتد. تمام جدایه‌های مورد آزمون در این پژوهش قادر به رشد با سرعت بالایی در ۳۷ درجه‌ی سلسیوس بودند.

جدایه‌ی Btgr01 که از ریشه‌ی جو در منطقه‌ی طغر جهرم استان فارس جداسازی شد؛ با کمی تفاوت در کنار سایر جدایه‌های *B. sorokiniana* قرار گرفت. در این جدایه تفاوت‌های کوچکی را در ظاهر پرگنه (پرگنه‌ی خاکستری روشن با حاشیه‌ی سفید)، فرم انتهای کنیدیوفور و وجود پاشنه در کنیدیوم‌های این جدایه وجود داشت. هم‌چنین بررسی توالی این جدایه نشان داد که توالی این جدایه با سه جدایه‌ی دیگر و هم‌چنین با جدایه‌ی موجود در درخت در دو نوکلئوتید متفاوت است. به این صورت که جایگزینی یک T در جایگاه ۳۰ به جای A و جایگزینی یک G در جایگاه ۳۲۲ به جای T مشاهده گردید. اما در

ارزن، برنج، جو، ذرت و گندم نشان داد که این گونه قادر به ایجاد علائم برگ‌گی روی تمام گیاهان مورد آزمون به جز برنج است. از این مشاهده می‌توان حدس زد که برگ گیاه برنج در برابر این گونه مقاوم است. علائم روی سایر میزبان‌ها متفاوت بود. کم‌ترین علائم در ارزن و گندم (لکه‌های زرد) مشاهده شد. ذرت علاوه بر آن لکه‌های قهوه‌ای نیز داشت و در نهایت بیش‌ترین خسارت ناشی از این گونه شامل سبزشکمی، پژمردگی، زردی برگ، سوختگی برگ و حتی زوال کامل در برگ جو مشاهده شد. با توجه به مشاهدات گیاه جو حساس‌ترین گیاه به این گونه است.

بررسی بیماری‌زایی این گونه روی ریشه‌ی گیاهان نشان داد که این گونه قادر به ایجاد علائم عمومی (کاهش رشد ریشه و گیاه) است. علاوه بر این علائم در میزبان‌ها علائم شامل لکه قهوه‌ای روی ریشه و طوقه، تغییر رنگ بذر، سیاهی ریشه و بدشکلی ریشه مشاهده شد. بر اساس مدارک موجود این اولین گزارش از بیماری‌زایی این گونه در گیاهان مورد آزمون است.

بررسی این گونه از نظر دمایی نشان داد که این گونه حداکثر سرعت رشد خود را در ۳۵ درجه‌ی سلسیوس دارد و هم‌چنین قادر به رشد با سرعت زیاد در ۳۷ درجه‌ی سلسیوس است. بر این اساس می‌توان احتمال داد که این گونه در مناطق گرمسیری در کشت‌های گندمیان می‌تواند خسارت‌زا باشد. هم‌چنین این گونه توانایی تبدیل شدن به بیمارگر انسانی را دارد. البته طبق بررسی‌های انجام شده تا کنون گزارشی که نشان دهنده‌ی بیمارگری این گونه در انسان باشد، وجود ندارد.

جدایه‌ی Gsmr03 در بررسی ریخت‌شناختی به عنوان *C. papendorffii* شناسایی شد و همراه با جدایه‌ی

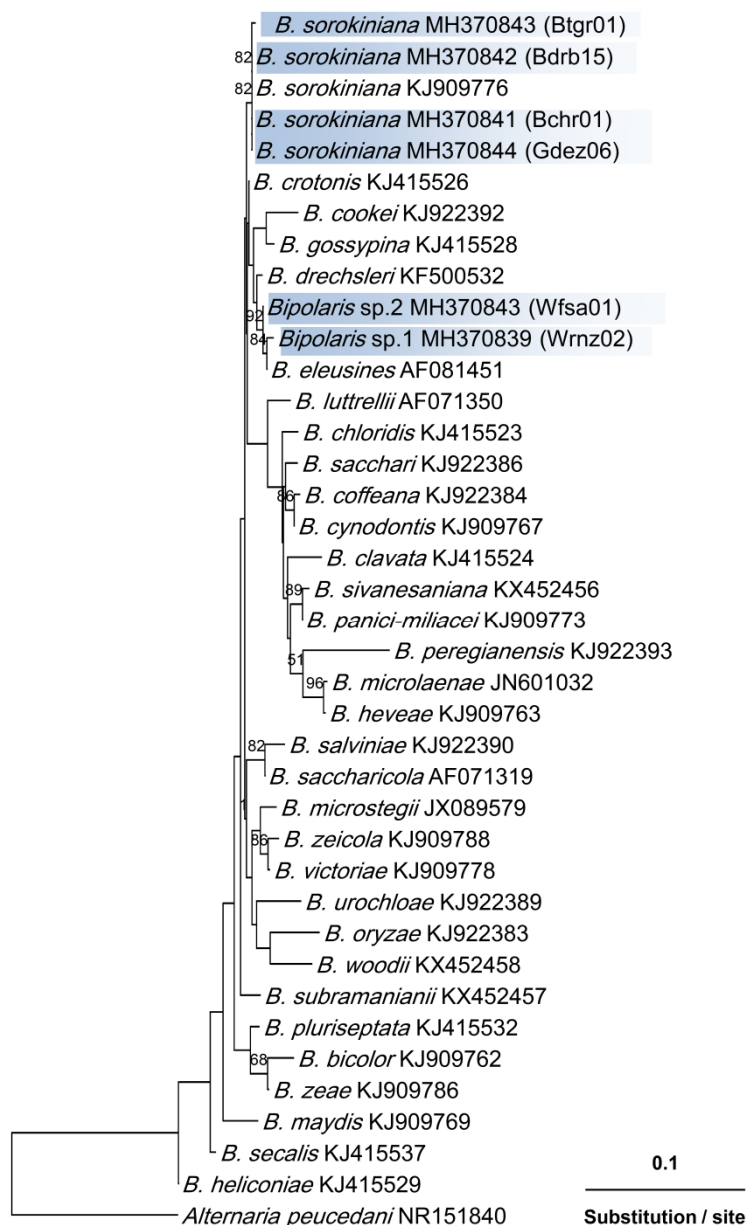
سریع‌ترین رشد خود را در ۳۵ درجه‌ی سلسیوس دارد با این حال در ۳۷ درجه‌ی سلسیوس با سرعتی قابل توجه قادر به رشد است. بر این اساس می‌توان احتمال داد که این گونه قابلیت تبدیل شدن به بیمارگر انسانی را داشته باشد. شواهدی در دست است که بیماری‌زایی این گونه را در انسان نشان داده است (Toul et al. 2006).

Curvularia papendorffii Aa 1967

این گونه مدتی به عنوان گونه‌ای از جنس *Bipolaris* شناخته می‌شد. اما در جدیدترین بررسی در دسترس (Manamgoda et al. 2014) این گونه با شواهد ریخت-شناختی و مولکولی به عنوان *Curvularia papendorffii* نام گرفت. دلیل این نام‌گذاری کوچک‌تر بودن کنیدیوم‌های این گونه نسبت به سایر گونه‌های *Bipolaris* و متورم و تیره‌تر بودن سلول دوم در کنیدیوم‌ها بود (Manamgoda et al. 2014). این گونه از پراکندگی کمی برخوردار است. در نمونه‌های حاصل از این پژوهش نیز تنها دو جدایه از آن (از چمن سیاه‌منصور استان خوزستان و ذرت شهر میان اقلید در استان فارس) جداسازی شد. جدایه‌های به دست آمده در این پژوهش هیچ مغایرتی به لحاظ ظاهری با نمونه‌ی منمگودا و همکاران (Manamgoda et al. 2014) نداشت.

همان‌طور که پیش از این گفته شد گزارش‌های زیادی از این گونه در دست نیست. طبق شواهد موجود تا قبل از این پژوهش هیچ پژوهشی در مورد بیماری‌زایی این گونه چه در ایران و چه در دنیا انجام نشده است. در این پژوهش دو جدایه از این گونه جداسازی شد و توانایی بیماری‌زایی به دو صورت مایه‌زنی به برگ و ریشه مورد مطالعه قرار گرفت.

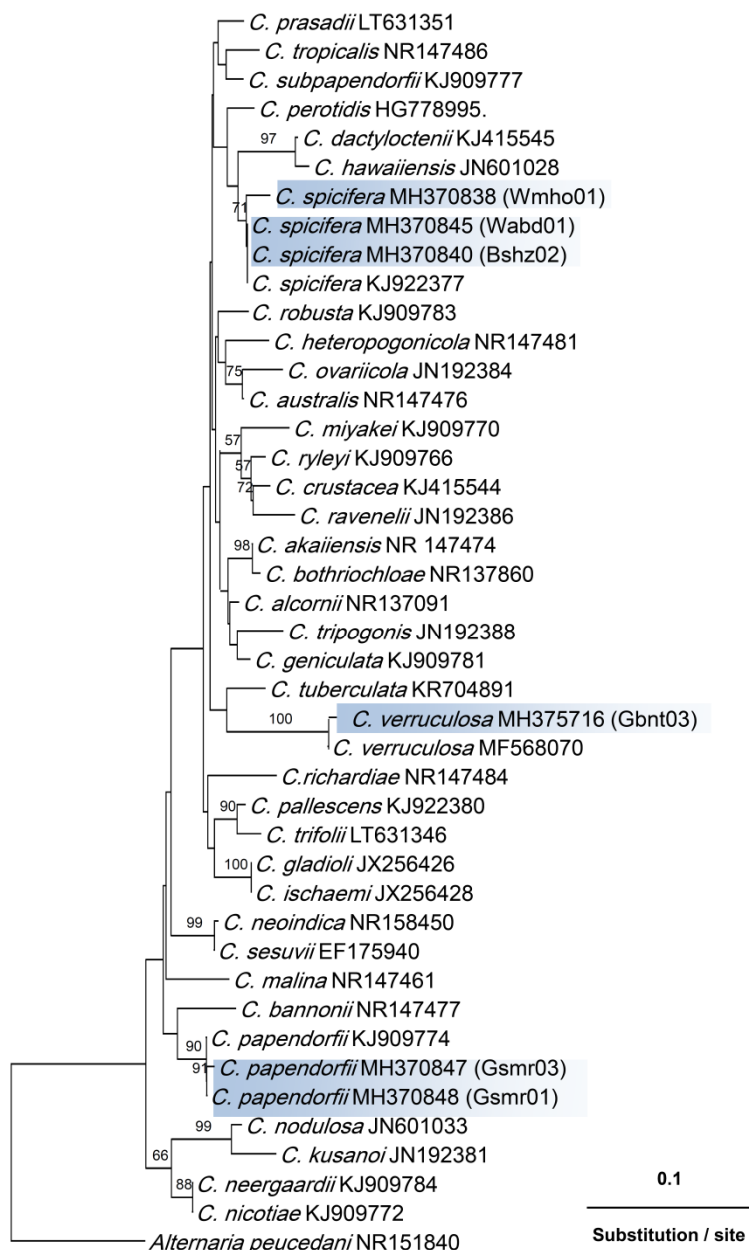
بررسی این گونه از نظر بیماری‌زایی روی برگ گیاهان



شکل ۷. موقعیت فیلوژنتیکی جدایه‌های *Bipolaris* spp. در بین سایر گونه‌های *Bipolaris* بر اساس مقایسه‌ی توالی نوکلئوتیدی فاصله‌ی ترانوسی‌شده‌ی داخلی (آی‌تی‌اس) دی‌ان‌ای ریپوزومی در درخت بیشینه‌ی درست‌نمایی. آرایه‌های مشخص شده در کادرهای سفید، مربوط به جدایه‌های این مطالعه است. اعداد روی محل انشعاب شاخه‌ها نشان‌دهنده‌ی درصد مقادیر بوت‌استرپ بزرگ‌تر و یا مساوی ۵۰ درصد است.

Fig. 7. Phylogenetic relationships of *Bipolaris* spp. isolates among other *Bipolaris* species based on a comparison of ITS sequences of rDNA in maximum likelihood tree. Highlighted taxa represent isolates of this study. Numbers above the branches represent the bootstrap values equal to or greater than 50%.

Gsmr01 به عنوان نماینده‌ی این گونه جهت توالی‌سنجی ۷۰۰ جهت باز در بانک ژن نشان داد که این جدایه دارای ارسال شد. بررسی توالی ژن جدایه‌ی Gsmr03 به طول تشابه ۹۹ درصد با *C. papendorffii* (KJ909774)



شکل ۸. موقعیت فیلوژنتیکی جدایه‌های *Curvularia* spp. در بین سایر گونه‌های *Curvularia* بر اساس مقایسه‌ی توالی نوکلئوتیدی فاصله‌ی ترانویسی‌شده‌ی داخلی (آی‌تی‌اس) دی‌ان‌ای ریبوزومی در درخت بیشینه‌ی درست‌نمایی. آرایه‌های مشخص شده در کادرهای سفید، مربوط به جدایه‌های این مطالعه است. اعداد روی محل انشعاب شاخه‌ها نشان‌دهنده‌ی درصد مقادیر بوت‌استرپ بزرگ‌تر و یا مساوی ۵۰ درصد است.

Fig. 8. Phylogenetic relationships of *Curvularia* spp. isolates among other *Curvularia* species based on a comparison of ITS sequences of rDNA in maximum likelihood tree. Highlighted taxa represent isolates of this study. Numbers above the branches represent the bootstrap values equal to or greater than 50%.

جدایه با کمی تفاوت در درخت با بررسی دقیق‌تر توالی *C. papendorffii* این جدایه در کنار توالی گونه‌ی *C. papendorffii* (Manamgoda *et al.* 2014) است. ترسیم درخت نیز این نتایج را تأیید کرد (شکل ۸). اما به دلیل قرار گرفتن این

این در حالی است که جدایه‌های به دست آمده در این پژوهش دارای طول کنیدیوفور حداکثر ۲۵۰ میکرومتر بودند. اندازه‌ی طول و عرض کنیدیوم جدایه‌های ما نیز متوسط اندازه‌های ذکر شده برای کنیدیوم در سایر پژوهش‌ها را داشت. از طرف دیگر در بررسی‌های پیشین رنگ پرگنه‌ی قارچ سبز زیتونی تیره تا سیاه بود (Mirabolfathi & Ershad 2007; Safaei et al. 2008; Sharafi & Sadravi 2015) در حالی که پرگنه‌ی جدایه‌های پژوهش حاضر سبز زیتونی روشن تا تیره مایل به سیاه بودند. به احتمال زیاد این تفاوت‌ها ناشی از تفاوت در جمعیت‌های مختلف این گونه است.

این گونه دامنه‌ی میزبانی بسیار گسترده‌ای دارد که از ۷۷ گونه‌ی مختلف گیاهی، خاک و هوا جداسازی شده است. این گونه در کسورها و مناطق گرمسیری و نیمه-گرمسیری جمعیت قابل توجهی دارد (Ellis 1971). در نمونه‌های به دست آمده از این بررسی، تنها چهار جدایه از این قارچ به دست آمد (حدود سه درصد کل نمونه‌ها). این قارچ تا کنون در ایران از میزبان‌های متفاوتی همچون چمن، گندم، برنج، مرغ، سوروف، چاودار، بادام‌زمینی، ذرت، ذرت خوشه‌ای، جو، ارزن سبز، اوپارسلام، چمن مرتعی، چمن گندمی بلند (*Agropyron ellangatiforme* L.)، علف بره قرمز، علف بوریای مویین، چسبک (*Setaria viridis* (L.) P Beauv.)، درختچه‌ی مو، قیاق، قمیش (*Arundo* sp.)، لویی پابلند (*Typha latifolia* L.)، نوعی ارزن وحشی (*Setaria* sp. L.)، گونه‌های زنبق (*Iris* sp. L.) و سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) جداسازی شده است (Amini 1997; Safaei et al. 2008; Ershad 2009; Arzanlou & Bakhshhi Kazaj 2010; Ahmadpour et al. 2011; Barzegar & Banihashemi 2012; Sharafi & Sadravi 2015; Nemati &

(KJ909774) (Manamgoda et al. 2014) نشان داد که جدایه‌ی مورد آزمون دارای تفاوت در چند نقطه است. به این ترتیب که در جایگاه ۱۱۹ هیچ بازی مقابل C در نمونه‌ی مرجع وجود نداشت. همچنین در جایگاه‌های ۳۰۲ و ۳۰۳ به جای T در جدایه‌ی مرجع، A وجود داشت. جدایه‌ی مورد بحث در جایگاه‌های ۶۸۹ و ۶۹۰ دارای افتادگی G و A نمونه‌ی مرجع بودند. این تفاوت‌ها در حدی نبود که نشان از تشکیل یک گونه‌ی جدید باشد. بر این اساس و نتایج بررسی‌های ریخت‌شناسی و مولکولی در نهایت این جدایه *C. papendorffii* معرفی شد.

***Curvularia spicifera* (Bainier) Boedijn 1933**

این گونه پیش از این *B. australiensis* (Sivanesan 1987) شناخته می‌شد اما امروزه بر اساس واکاوی‌های فیلوژنتیک در جنس *Curvularia* قرار گرفته است (Manamgoda et al. 2014). جدایه‌های این گونه از جو داراب و جو لامرد جداسازی شد. تلئومرف این گونه *Cochliobolus spicifera* Nelson است. این گونه شباهت بسیار زیادی با *C. australiensis* دارد. با این تفاوت که کنیدیوم‌های این گونه اندازه‌ی بزرگتری دارند. در کلید سیوانسان (Sivanesan 1987) این گونه با عرض کنیدیوم بیش از ۱۱ میکرومتر از *B. australiensis* (اکنون *C. australiensis*) جدا می‌شود. جدایه‌های *C. spicifera* به دست آمده در این پژوهش از نظر ظاهر اندامک‌ها هیچ تفاوتی با جدایه‌های این گونه در سایر پژوهش‌ها نداشتند. اما تفاوت اندکی در اندازه‌ها مشاهده شد. به این صورت که شرفی و صدروی (Sharafi & Sadravi 2015) حداکثر طول کنیدیوفور را برای این گونه ۳۰۰ میکرومتر ذکر کرده بودند و صانعی و همکاران (Safaei et al. 2008) ۲۸۷ میکرومتر را برای حداکثر طول کنیدیوفور ذکر کرده بودند.

صورت که توالی جدایه‌ی Wmho01 در جایگاه ۶۴ به جای A دارای T، در جایگاه ۱۹۸ به جای C دارای T و در جایگاه ۳۲۱ به جای G دارای C بود. همین امر به احتمال زیاد موجب آن شد که این جدایه با گونه‌ی مرجع *C. spicifera* در کنار هم قرار نگیرند. با توجه به تشابه ریخت‌شناسی ۱۰۰ درصدی این جدایه و سایر جدایه‌های توالی‌سنجی شده در این مطالعه با *C. spicifera*‌هایی که در مقالات دیگر (Smiley et al. 1993; Amini 1997; Safaei et al. 2008; Ershad 2009; Arzanlou & Bakhshhi Kazaj 2010; Ahmadpour et al. 2011; Barzegar & Banihashemi 2012; Uneal et al. 2011; Lin et al. 2012; Sharafi & Sadravi 2015; Nemati & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2016) توصیف شده-اند، در نهایت این جدایه با نام *C. spicifera* معرفی شد.

***Curvularia verruculosa* Tandon and Bilgrami 1962**

در این بررسی پنج جدایه از این گونه از چمن، گندم و ذرت در باجگاه، بوانات، جهرم، شهرمیان و فیروزآباد جداسازی شد. تمام جدایه‌های به دست آمده از نظر ویژگی‌های ریخت‌شناختی هیچ مغایرتی با سایر گزارش‌های منتشرشده (Huang et al. 2004; Nemati & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2016; Choi et al. 2018) نداشتند.

این گونه دارای دامنه‌ی میزبانی بسیار وسیعی است. گونه‌ی مورد بحث تا کنون در ایران از برنج، چمن، ذرت، ذرت خوشه‌ای و سورگوم گزارش شده است (Ershad 2009; Nemati & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2016). در دنیا نیز این گونه از چمن آفریقایی (*Cynodon*) و چمن غاز (*Eleusine indica* (L.) Gaerth) گزارش شده

(Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2016). در این پژوهش این گونه از جو در داراب و لامرد استان فارس جداسازی شد. در دنیا نیز این گونه از ذرت خوشه‌ای، چمن، گندم، نیشکر گزارش شده است (Smiley et al. 1993; Uneal et al. 2011; Lin et al. 2012).

این گونه قادر به ایجاد بیماری در بسیاری از میزبان‌های خود است. تاکنون تحقیقاتی در مورد بیماری‌زایی این گونه روی گندم، برنج و چمن در ایران و جهان انجام شده است. این گونه در ایران به عنوان عامل پوسیدگی ریشه و طوقه در گندم (Saaneei et al. 2011; Mohammadipour & Ershad 2002)، لکه برگ‌ی چمن (Mirabolfathi & Ershad 2007) و لکه قهوه‌ای در برنج (Saaneei et al. 2011) معرفی شده است. در سایر نقاط جهان بیماری‌زایی روی سنبله و پایین ساقه‌ی گندم (Sivanesan 1987) و لکه برگ‌ی و پوسیدگی ریشه در نیشکر (Lin et al. 2012) شناخته شده بود. بررسی این گونه از نظر دمایی نشان داد که این گونه سریع‌ترین رشد خود را در ۲۰ درجه‌ی سلسیوس دارد. از طرف دیگر این گونه قادر به رشد با سرعت بالا در ۳۷ درجه‌ی سلسیوس بود. بر این اساس می‌توان حدس زد که این گونه توانایی تبدیل شدن به بیمارگر انسانی را دارد. شواهدی موجود است که ایجاد بیماری سینوسی و آماس قرنیه توسط این گونه را در انسان تأیید می‌کند (Buzina et al. 2003; El Khizzi et al. 2010; Da Cunha et al. 2012).

جدایه‌ی Wmho01 در مطالعات ریخت‌شناختی به عنوان *C. spicifera* شناسایی شد. پس از خوانش توالی ژنوم این جدایه و بلاست کردن آن مشخص شد که توالی این جدایه با توالی گونه‌ی *C. spicifera* (KJ922377) ۹۹ درصد تطابق دارد. تفاوت‌های اندکی در این دو توالی وجود داشت. به این

برنج و ذرت مایه‌زنی شده با این گونه قابل مشاهده بود. از آن‌جا که این گونه در برخی موارد توانسته بود از تشکیل ریشه در گیاهان جو و ذرت جلوگیری کند. بنابراین این دو گیاه کم‌ترین مقاومت را در مقابل این گونه دارند. با توجه به منابع در دسترس به نظر می‌رسد که این نخستین گزارش از وجود و بیماری‌زایی این گونه روی ریشه‌ی ارزن، جو، برنج و گندم در ایران و جهان است.

بررسی این گونه از نظر دمایی نشان داد که این گونه در ۳۰ تا ۳۵ درجه‌ی سلسیوس سریع‌ترین رشد را دارد. از این موضوع می‌توان نتیجه گرفت که وجود این گونه در خاک مزارع، هوا و آب آبیاری در مناطق گرمسیر می‌تواند برای کشت رقم‌های گندمیان مورد بررسی در این پژوهش مشکل‌ساز باشد. از طرف دیگر جدایه‌های مورد بررسی در این پژوهش هیچ رشدی را در ۳۷ درجه‌ی سلسیوس نشان ندادند و این به این معناست که این جدایه‌ها به احتمال زیاد پتانسیل بیماری‌زایی در انسان را ندارند. با این حال شواهدی وجود دارد که بیماری‌زایی این گونه را در انسان نشان می‌دهد (Wilhelmus & Jones 2001; Ravankar & Sutton 2010; Cunha et al. 2012; Manamgoda et al. 2015). اختلاف موجود احتمال زیاد ناشی از تفاوت در جدایه‌های مورد بررسی است.

بررسی توالی حاصل از توالی‌سنجی به طول ۵۵۰ جفت باز در بانک ژن نشان داد که این گونه دارای تطابق ۱۰۰ درصد با گونه‌ی *C. verruculosa* (KP698724) (Su et al. 2015) است. پس از آن با رسم درخت نیز این جدایه با کمی تفاوت در کنار گونه‌ی *C. verruculosa* قرار گرفت. بررسی دقیق‌تر توالی این جدایه در کنار توالی *C. verruculosa* اخذ شده از بانک ژن نشان داد که این جدایه در تعداد انگشت‌شماری بازهای متفاوتی دارد. به این صورت که در جایگاه ۹۳ دارای افتادگی در مقابل A

است (Huang et al. 2004; Marin-Felix 2017; Choi et al. 2018). در این پژوهش این گونه از ریشه و خاک چمن، ریشه‌ی ذرت و ریشه‌ی گندم جداسازی شد.

طبق بررسی‌های انجام شده هیچ منبعی در رابطه با اثبات بیماری‌زایی این گونه در گیاهان مختلف در ایران وجود ندارد. البته نعمتی و مستوفی‌زاده قلمفرسا (Nemati & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2016) در پژوهش خود این گونه را از چمن‌هایی با علائم لکه برگی و تغییر رنگ و کاهش رشد ریشه جداسازی کرده بودند. در دنیا این گونه به عنوان عامل لکه برگی چمن آفریقایی، سوختگی برگ چمن ژاپنی و لکه برگی در تنباکو معرفی شده است (Huang et al. 2004; Choi et al. 2018).

آسیب‌رسانی این گونه به ارزن از طریق ضعیف کردن گیاه است که در نهایت باعث زوال کامل گیاه پس از ۱۰ روز می‌شود. به نظر می‌آید که گیاهان برنج و ذرت نیز تا حدی به این گونه مقاوم هستند. زیرا تنها علائم روی برگ این گیاهان لکه‌های زرد و به ندرت قهوه‌ای بود. اما نتایج نشان داد که این گونه به شدت گیاهان جو و گندم را مورد حمله قرار داده و علائم سوختگی برگ در جو و سبزه‌خسکی و پژمردگی را در گندم به وجود می‌آورد. در کل از نتایج به دست آمده در این بخش می‌توان این گونه نتیجه گرفت که به دلیل شدت علائم مشاهده شده در دو گیاه جو و گندم و کاهش شدید سطح برای فتوسنتز، آلودگی این گیاهان به این گونه می‌تواند عامل افت میزان و کیفیت محصول باشد.

بررسی این گونه به عنوان بیمارگر ریشه‌ی گیاهان مورد آزمون در این پژوهش نشان داد که این گونه قادر به ایجاد بیماری (حداقل کاهش رشد ریشه و گیاه) بود. علاوه بر این علائم تغییر رنگ در ریشه و طوقه‌ی گندم و تغییر رنگ ریشه در جو شد. علائم سیاه شدن بذر نیز در ارزن،

در گونه‌ی مرجع، در جایگاه ۳۲۰ به جای T دارای C و در جایگاه ۴۷۹ دارای A به جای T بود. این تفاوت‌های اندک در توالی احتمالاً به علت چندشکلی تک نوکلئوتید در جمعیت‌های مختلف است. بر این اساس و با توجه به تأیید ریخت‌شناختی و مولکولی برای این جدایه در نهایت این جدایه و چهار جدایه‌ی مشابه دیگر که در این پژوهش به دست آمدند؛ به نام *C. verruculosa* معرفی می‌شوند.

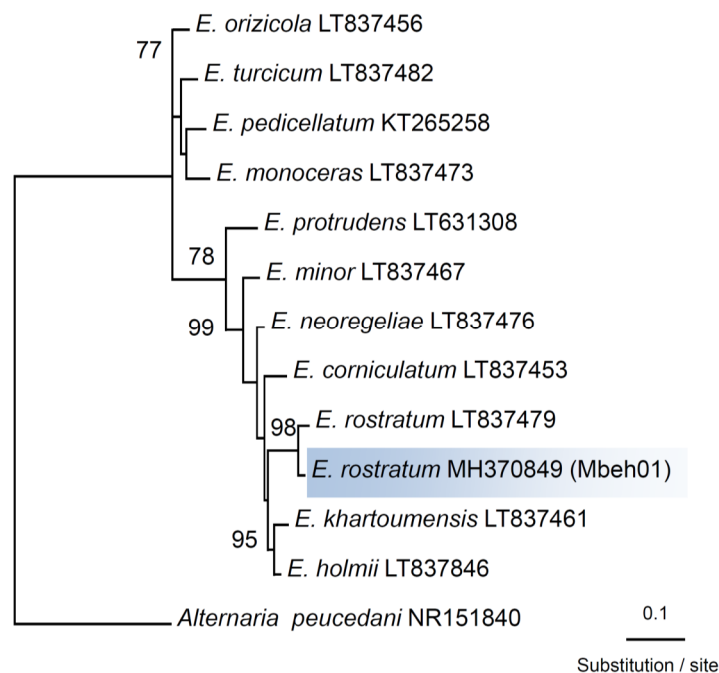
Restrepo et al. 2018) بود. ترسیم درخت نیز نشان داد که این جدایه با اندکی تفاوت در بازها در کنار *E. rostratum* قرار گرفت (شکل ۹). بررسی دقیق‌تر نشان داد که این جدایه در برخی نقاط دارای بازهای متفاوتی است. به این ترتیب که در جایگاه ۱۰ جای A در نمونه‌ی مرجع، C وجود داشت. هم‌چنین در جایگاه ۱۸۹ دارای T به جای A، در جایگاه ۳۸۱ G به جای C و در جایگاه ۵۰۱ G به جای C وجود داشت. در جایگاه ۴۰۵ نمونه‌ی مرجع، جدایه‌ی این مطالعه‌ی افتادگی C بود. هم‌چنین نمونه‌ی ما دارای T در جایگاه ۳۹۰ و A در جایگاه ۳۹۱ بود در حالی که نمونه‌ی مرجع در این دو جایگاه فاقد باز بود. با این حال ویژگی‌های ریخت‌شناختی به همراه ارزیابی فیلوژنتیکی، تشخیص این گونه را محرز می‌کند و تفاوت‌های تکنوکلئوتیدی موجب قرار گرفتن جدایه‌ی مورد بررسی در گونه‌ای دیگر نمی‌گردد و این اختلاف به احتمال زیاد مربوط به جمعیت‌های مختلف این گونه است.

تا کنون *E. rostratum* به عنوان عامل لکه‌برگی و سوختگی برگ روی گیاهان مختلف از جمله گونه‌های مختلف چمن، ذرت، کائوچو (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.)، کدو قلیایی (*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl.)، گیاه آپارتمانی کالاتیا (*Calathea picturata* K.Koch & Lidong) و موز بهشت (*Musa paradisiacal* L.) در چین و هند گزارش شده است (Leahy 1999; Lin et al. 2011; Liu et al. 2016; Zhang et al. 2016; Choudhary et al. 2018). بررسی بیماری‌زایی این گونه روی برگ گیاهان مورد آزمون نشان داد که این گونه قادر به ایجاد هیچ علائمی روی ارزن و برنج نبود. در سایر موارد شدت آسیب روی برگ گیاهان از کم‌ترین به بیش‌ترین به ترتیب شامل لکه‌های زرد در گندم، لکه‌های زرد و قهوه‌ای در جو و لکه‌های زرد و

این گونه پیش از این *E. gedarefense* شناخته می‌شد. واکاوی‌های فیلوژنتیک نشان داد که گونه مذکور با *E. rostratum* هم‌نام هستند (Hernández-Restrepo et al. 2018). جدایه‌ی به دست آمده از *E. rostratum* از نظر ظاهر کنیدیوم، اندازه‌ی کنیدیوم و رنگ پرگنه روی محیط سیب‌زمینی-دکستروز-آگار با جدایه‌های این گونه که در پژوهش‌های پیشین (Sivanesan 1987; Nemati & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2016) معرفی شده مشابه بودند. اما تفاوت مشاهده شده در نمونه‌ی ما عدم وجود سلول‌های متورم در کنیدیوفور نسبت به نمونه‌ی معرفی شده در ایران (Nemati & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2016) بود. از طرف دیگر حداکثر طول کنیدیوفور در جدایه‌ی این پژوهش ۲۵۰ بود، در حالی که طول کنیدیوفور این گونه را پیش از این (Nemati & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2016) تا ۱۵۹ میکرومتر محاسبه کرده بود. علاوه بر این نمونه‌ی ما بر خلاف نمونه‌ی هرناندز و همکاران (Hernández-Restrepo et al. 2018) فاقد سلول‌های ابتدایی بسیار کشیده در کنیدیوم‌ها بود. بررسی توالی این جدایه به طول ۵۴۰ جفت باز در بانک ژن نشان داد که این گونه دارای تشابه ۹۸ درصد با گونه‌ی *E. rostratum* (LT837479) (Hernández-

***Exserohilum rostratum* (Drechsler) K.J. Leonard & Suggs 1974**

این گونه پیش از این *E. gedarefense* شناخته می‌شد. واکاوی‌های فیلوژنتیک نشان داد که گونه مذکور با *E. rostratum* هم‌نام هستند (Hernández-Restrepo et al. 2018). جدایه‌ی به دست آمده از *E. rostratum* از نظر ظاهر کنیدیوم، اندازه‌ی کنیدیوم و رنگ پرگنه روی محیط سیب‌زمینی-دکستروز-آگار با جدایه‌های این گونه که در پژوهش‌های پیشین (Sivanesan 1987; Nemati & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2016) معرفی شده مشابه بودند. اما تفاوت مشاهده شده در نمونه‌ی ما عدم وجود سلول‌های متورم در کنیدیوفور نسبت به نمونه‌ی معرفی شده در ایران (Nemati & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2016) بود. از طرف دیگر حداکثر طول کنیدیوفور در جدایه‌ی این پژوهش ۲۵۰ بود، در حالی که طول کنیدیوفور این گونه را پیش از این (Nemati & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2016) تا ۱۵۹ میکرومتر محاسبه کرده بود. علاوه بر این نمونه‌ی ما بر خلاف نمونه‌ی هرناندز و همکاران (Hernández-Restrepo et al. 2018) فاقد سلول‌های ابتدایی بسیار کشیده در کنیدیوم‌ها بود. بررسی توالی این جدایه به طول ۵۴۰ جفت باز در بانک ژن نشان داد که این گونه دارای تشابه ۹۸ درصد با گونه‌ی *E. rostratum* (LT837479) (Hernández-



شکل ۹. موقعیت فیلوژنتیکی جدایه‌ی *Exserohilum* sp. در بین سایر گونه‌های *Exserohilum* بر اساس مقایسه‌ی توالی نوکلئوتیدی فاصله‌ی ترانویسی شده‌ی داخلی (آی‌تی‌اس) دی‌ان‌ای ریبوزومی در درخت بیشینه‌ی درست‌نمایی. آرایه‌ی مشخص شده در کادر سفید، مربوط به جدایه‌های این مطالعه است. اعداد روی محل انشعاب شاخه‌ها نشان‌دهنده‌ی درصد مقادیر بوت‌استراپ بزرگ‌تر و یا مساوی ۵۰ درصد است.

Fig. 9. Phylogenetic relationships of *Exserohilum* sp. isolate among other *Exserohilum* species based on a comparison of ITS sequences of rDNA in maximum likelihood tree. Highlighted taxon represents isolate of this study. Numbers above the branches represent the bootstrap values equal to or greater than 50%.

و رسم درخت فیلوژنتیک در کنار *B. eleusines* (AF081451) (Berbee et al. 1999) قرار گرفت. در نهایت به دلیل مشاهده اختلافات ریخت‌شناختی در جدایه‌ی Wmz02 با *B. eleusines* شامل عدم وجود کنیدیوم‌های دوکی شکل بسیار متورم و پاشنه در کنیدیوم‌ها، عدم مشاهده‌ی سلول اولیه کاملاً روشن در تمام کنیدیوم‌ها در کنار عدم وجود کنیدیوفور با انتهای خمیده، این آرایه به عنوان *Bipolaris* sp.1 ذکر شد. آرایه‌ی *Bipolaris* sp.2 علاوه بر جنبه‌های ریخت‌شناختی شامل خمیدگی شدید در برخی کنیدیوم‌ها و کونیدیوم‌های به شدت روشن از نظر فیلوژنتیکی از گونه‌های نزدیک به خود به خوبی قابل

قهوه‌ای همراه با سوختگی برگ در ذرت بود. اطلاعات به دست آمده از بررسی بیماری‌زایی این گونه روی ریشه نشان داد که این گونه قادر به بیماری‌زایی حداقلی (کاهش رشد گیاه و ریشه) است. اما تفاوت در شدت و نوع علائم روی ریشه‌ی گیاهان مورد بررسی نشان داد که مقاومت گیاهان به این گونه متفاوت است. بر اساس داده‌های به دست آمده این گونه قادر به ایجاد پوسیدگی و تغییر رنگ در بذر گیاهان جو و ذرت بود. همچنین توانسته بود در ریشه‌ی برنج حالت بدشکلی ایجاد کند.

آرایه‌ی *Bipolaris* sp.1 در ابتدا به عنوان *B. sorokiniana* شناسایی شده بود. اما پس از توالی‌یابی ژنوم

که بیانگر امکان استفاده از برخی گونه‌های این قارچ‌ها به عنوان عامل مهار زیستی بود. بنابراین پیشنهاد می‌شود تا این امکان در مورد گونه‌های به دست آمده از این پژوهش روی گیاهان غیرمیزبان بررسی شود. در طی بررسی‌ها با تعدادی جدایه روبه‌رو شدیم که در ابتدا به عنوان گونه‌ای خاص تشخیص داده شدند. اما وجود اختلاف‌های کوچک ریخت‌شناختی باعث شد تا آن‌ها برای بررسی توالی ژنومی ارسال شود. قرار گرفتن این جدایه‌ها در درخت فیلوژنتیکی در کنار جدایه‌هایی که یا از نظر ریخت‌شناختی تفاوت زیادی با آن‌ها داشتند و یا قرار گرفتن با کمی تفاوت در کنار گونه شناسایی شده به روش ریخت-شناختی، امکان جدید بودن آن‌ها را برای میکوبیوتای ایران و دنیا مطرح کرد. با این حال ممکن است دو گونه در یک ناحیه ژنومی دارای توالی یکسان یا بسیار مشابه بوده، اما در سایر نواحی تا حد زیادی اختلاف نشان دهند و استفاده از یک ناحیه ژنی برای تفکیک بین گونه‌ها کافی نیست. در راستای تأیید این فرضیه و یا پیدا کردن نام صحیح برای این جدایه‌ها به بررسی‌های گسترده‌تری با استفاده از سایر ژن‌های خانه‌داری مانند زیرواحد بزرگ و کوچک دی‌ان‌ای ریبوزومی، نواحی ترانویسی شده داخلی ژن‌های آر‌ان‌ای ریبوزومی سازه‌ی امتداد ترجمه‌ی ۱ آلفا و ژن گلیسرآلدهید-۳ فسفات دهیدروژناز (Turgeon 1998; Koedse *et al.* 2006; Manamgoda *et al.* 2012; Crous *et al.* 2013; Manamgoda *et al.* 2014) الزامی است.

تفکیک بود (شکل ۷)، با این حال دو آرایه‌ی *Bipolaris* sp.1 و *Bipolaris* sp.2 احتمالاً به علت تکامل همگرا با آرایه‌های خواهری خود و عدم توانایی تفکیک ژن مورد استفاده، تفاوت فیلوژنتیکی چندانی با جدایه‌های اخذ شده از بانک ژن نشان ندادند.

از نتایج به دست آمده در این پژوهش این گونه به نظر می‌آید که این گروه از بیمارگرها پتانسیل دامنه‌ی میزبانی وسیعی روی گندمیان داشته و می‌توانند گستره‌ی وسیعی از علائم را روی میزبان‌های خود ایجاد کنند. از آن‌جا که در این پژوهش روی تنها یک رقم از هر گیاه آزمون بیماری-زایی انجام شده است، بررسی علائم این قارچ‌ها و شدت آن‌ها در ارقام مختلف از هر گیاه تیره‌ی گندمیان توصیه می‌شود. بررسی دمای بهینه‌ی بیماری‌زایی گونه‌های یافت شده در این پژوهش روی میزبان‌های طبیعی نیز به درک درست از سازوکار بیماری‌زایی گونه‌های گرامینی‌کلوس کمک می‌کند.

از آن‌جا که طی این پژوهش رشد گونه‌های مورد بررسی در دمای بدن انسان مشاهده شده و گاه سرعت رشد در این دما قابل توجه بوده و از طرفی منابعی نیز دال بر بیماری‌زا بودن گونه‌هایی از این قارچ‌ها در انسان در دسترس است (Wilhelmus & Jones 2001; Buzina *et al.* 2003; Toul *et al.* 2006; El Khizzi *et al.* 2010; Ravankar & Sutton 2010; Da Cunha *et al.* 2012; Manamgoda *et al.* 2015) بررسی توان بیماری‌زایی گونه‌های این پژوهش، روی انسان نیز موضوعی بااهمیت به نظر می‌رسد. طی بررسی منابع، گزارش‌هایی یافت شد

منابع

- Ahmadpour A., Donyaadust Chelaan M., Heydarian Z., and Javan-Nikkhah M. 2011. New species of *Bipolaris* and *Curvularia* on grass species in Iran. *Rostaniha* 12: 39-49.
- Ahmadpour A., Heidarian Z., Karami S., Tesokibushi T., Zhang M., and Javan-Nikkhah M. 2012. New species of

- Bipolaris* and *Curvularia* on grass species in Iran. Rostaniha 13: 69-82.
- Ahmadpour A., Javan-Nikkhah M., Naghavi M.R., and Padasht-Dehkaei F. 2014. Morphological and phylogenetic investigation of *Bipolaris oryzae* and some species of *Bipolaris* obtained from rice and grass weeds. Iranian Journal of Plant Pathology 50: 51-53.
- Alcorn J.L. 1983. Generic concepts in *Drechslera*, *Bipolaris* and *Exserohilum*. Mycotaxon 17: 1-86.
- Alcorn J. L. 1988. The taxonomy of "*Helminthosporium*" species. Annual Review of Phytopathology 26: 37-56.
- Amarloo A., Ruhaani H. and Mehdikhaani-Moghadam E. 2010. Identification and evaluation of stem rot and root rot fungi on wheat in Khorasan. Journal of Plant Protection 24: 269-284.
- Amarloo A., Ruhaani H., and Mehdikhaani-Moghadam E. 2012. Identification of basic stem rot and root rot fungi on wheat in Khorasan. Iranian Journal of Plant Protection science 25: 332-340.
- Arzanlou M., and Bakhshi Kazaj M. 2010. Esca, a hidden disease of p in East and West Azarbaijan provinces. Proceedings of 19th Iranian Plant Protection Congress (p. 204). Tehran: Iran.
- Amini J. 1997. *Evaluation of root mycoflora of wheat in Tehran province*. (Master's thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran).
- Barzegar-Marvdasty F., and Banihashemi Z. 2012. Identification and pathogenicity of turfgrass infecting fungi in Shiraz landscape. Iranian Journal of Plant Pathology 47: 361-377.
- Bashyal B. M., Chand R., Kushwaha C., Joshi A. K., and Kumar, S. 2011. *Bipolaris sorokiniana* of barley: infection behaviour in different members of Poaceae. Indian Phytopathology 64(1): 28-31.
- Berbee M.L., Pirseyedi M., and Hubbard S. 1999. *Cochliobolus* phylogenetics and the origin of known, highly virulent pathogens, inferred from ITS and glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase gene sequences. Mycologia 91: 964-977.
- Buzina W., Braun H., Schimpl K., and Stammberger H. 2003. *Bipolaris spicifera* causes fungus balls of the sinuses and triggers polypoid chronic rhinosinusitis in an immunocompetent patient. Journal of Clinical Microbiology 41(10): 4885-4887.
- Choudhary M., Sardana H.R., Bhat M.N., and Gurjar, M.S. 2018. First report of Leaf Spot Disease Caused by *Exserohilum rostratum* on Bottle Gourd in India. Plant Disease 102(10): 2042.
- Crous P.W., Wingfield M.J., Guarro J., Cheewangkoon R., Van der Bank M., Swart W. J., Stchigle A.M., Cano-Lira J.F., Roux J., Madrid H., Damm U., Wood A.R., Shuttleworth L.A., Hodges C.S., Munster M., de Jesús Yáñez-Morales M., Zúñiga-Estrada L., Cruywagen E.M., De Hoog G.S., Silvera C., Najafzadeh J., Davison D.M., Davison P.J.N., Barrett M.D., Barrett R.L., Manamgoda D.S., Minnis A.M.,... and Damm U. 2013. Fungal planet description sheets: 154–213. Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi 31: 188.
- Choi Y.J., Lee J.S., Lee H.B., and Kim H.J. 2018. First report of leaf blight caused by *Curvularia verruculosa* on zoysiagrass (*Zoysia japonica*) in Korea. Plant Disease 102(6): 1173.
- Da Cunha K.C., Sutton D.A., Fothergill A.W., Cano J., Gené J., Madrid H., and Guarro J. 2012. Diversity of *Bipolaris* species in clinical samples in the United States and their antifungal susceptibility profiles. Journal of Clinical Microbiology 50(12): 4061-4066.
- Ershad D. 2009. Fungi of Iran. 3rd edit. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran.
- Ellis M.B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. England: Commonwealth Mycological Institute.
- El Khizzi N., Bakheshwain S., and Parvez S. 2010. *Bipolaris*: a plant pathogen causing human infections: an emerging problem in Saudi Arabia. Research Journal of Microbiology 5(3): 212-217.
- Farr D.F., and Rossman A.Y. 2013. Fungal databases, systematic mycology and microbiology laboratory, ARS, USDA. <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>
- Fedel-Moen R.I.T.A., and Harris J.R. 2010. Stratified distribution of *Fusarium* and *Bipolaris* on wheat and barley with dryland root rot in South Australia. Plant Pathology, 36: 447-454.
- Ghazvini H. 2012. Adult plant resistance and yield loss in barley cultivars inoculated with a newly emerged pathotype of *Bipolaris sorokiniana* in Manitoba, Canada. Crop Breeding Journal 2: 9-15.
- Hernández-Restrepo M., Madrid H., Tan Y.P., da Cunha K.C., Gene J., Guarro J., and Crous P.W. 2018. Multi-locus phylogeny and taxonomy of *Exserohilum*. Persoonia 41: 71-108.
- Huang M.Y., Huang W.H., Liu L.Y., Huang Y.D., Wang J.H., Zhao C.H., and Wan A.M., 2004. Spectral reflectance feature of winter wheat single leaf infested with stripe rust and severity level inversion. Transactions of the CSAE 20 (1): 176-180.

- Iftikhar S., Asad S., Munir A.N.J.U.M., Sultan A., and Ahmad I. 2009. Hosts of *Bipolaris sorokiniana*, the major pathogen of spot blotch of wheat in Pakistan. *Pakistan Journal of Botany* 41(3):1433-1436.
- Irani H., Kiumarsi Sh., Ommati F., and Ershaad D. 2003. Etiological study of stone fruit dieback and decline in West Azarbaijan, Semnan and Kerman Provinces. *Iranian Journal Plant Pathology* 39: 57-72 (in Persian) & 15-18 (in English).
- Karov I., Mitrev S., and Arsov E. 2009. *Bipolaris sorokiniana* (teleomorph *Cochliobolus sativus*), causer of barley leaf lessions and root rot in Macedonia. *Proceeding on National Science Matica Srpska Novi Sad* 116: 167-174.
- Kumar J., Schafer P., Lhoven R.H., Langen G., Baltruschat H., Stein E., Nagarajan S., and Kogel K.H. 2002. *Bipolaris sorokiniana*, a cereal pathogen of global concern: cytological and molecular approaches towards better control. *Molecular Plant Pathology* 3(4): 185-195.
- Leahy R.M. 1999. *Exserohilum* Leaf Spot on Bromeliads. Fla. Department Agriculture & Consumer Services, Division of Plant Industry.
- Lidong M., and Qiang C. 2002. Study in distribution, pathogen spp. and controlling of wheat root disease in Helbei proviance. College of Plant Protection, Agricultural University of Herbei, Baoding.
- Lin S.H., Huang S.L., Li Q.Q., Hu C.J., Fu G., Qin L.P., ... and Yan W.H. 2011. Characterization of *Exserohilum rostratum*, a new causal agent of banana leaf spot disease in China. *Australasian Plant Pathology* 40(3): 246.
- Lin S., Hung C., Deng Z., Yung M., Hung W., and Qin Z. 2012. First report of leaf spot disease on sugarcane caused by *Bipolarisspicifera* in China. *Australian Plant Disease Notes* 7: 51-53.
- Liu Y.X., Shi Y.P., and Cai Z.Y. 2016. A First Report of Rubber Tree Leaf Spot Caused by *Exserohilum rostratum* in China. *Plant Disease* 100(10): 2167.
- Manamgoda D.S., Cai L., and Bahkali A.H. 2011. *Cochliobolus*: an overview and current status of species. *Fungal Diversity* 51:3-42.
- Manamgoda D.S., Cai L., and McKenzie E.H.C. 2012. A phylogenetic and taxonomic re-evaluation of the *Bipolaris* – *Cochliobolus* – *Curvularia* complex. *Fungal Diversity* 56: 131-144.
- Manamgoda D.S., Rossman A.Y., Castlebury A.L., Crous P.W., Madrid H., Chukeatirote E., and Hyde K.D. 2014. The genres *Bipolaris*. *Studies in Mycology* 79: 221-288.
- Marin-Felix Y., Senwanna C., Cheewangkoon R., and Crous P.W. 2017. New species and records of *Bipolaris* and *Curvularia* from Thailand. *Mycosphere* 8(9): 1556-1574.
- McIntosh R.A. 1998. Breeding wheat for resistance to biotic stresses. *Euphytica* 100: 19-34.
- Mehraabi R., Toraabi M., Rajabpour M., Karami N., Hasani A., and Ebraahimi A. 2015. Molecular identification of *Cochliobolus sativus*, the causal agent of wheat spot blotch disease, using its sequencing and its phylogenetic relationships with other *Cochliobolus* species. *Seed and Plant Improvement Journal* 2: 399-417.
- Mirabolfathi M., and Ershad D. 2006. *Bipolaris*, *Curvularia*, *Drechslera* and *Exserohilum* diseases of turfgrass in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 42(2).
- Mirabolfathi M., and Ershad J. 2007. Diseases that they caused by *Exserohilum*, *Drechsleri*, *Curvularia* and *Bipolaris* in Iranian grass. *Iranian Journal of Plant Pathology* 42: 257-273.
- Mohammadipour M., and Ershad, D.D. 2002. Identification of *Bipolaris* species the causal agent of root and foot rot of wheat in east Azarbaijan. *Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress*, Kermanshah, Iran.
- Mostowfizadeh-Ghalamfarsa R., Jamali S., and Banihashemi Z. 2010. Molecular phylogeny of three desert truffles from Iran based on ribosomal genome. *Rostaniha* 11: 151-162.
- Mostowfizadeh-Ghalamfarsa R., and Mirsoleimani Z. 2013. Species-specific identification and detection of *Phytophthora pistaciae*, the causal agent of pistachio gummosis. *Phytopathologia Mediterranea* 52: 30-45.
- Morejon K.R., Moraes M.H.D., and Bach E.E. 2006. Identification of *Bipolarisbicolor* and *Bipolaris sorokiniana* on wheat seeds (*Triticum aestivum* L.) in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology* 37(3): 247-250.
- Naeimi Sh., Khosravi V., and Tesukiboshi T. 2011. Occurrence of rice infection by *Bipolaris sorokiniana* in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 47: 353-360.
- Nazari S., Javan-Nikkhah M., Fotuhifar K., Khosravi V., and Alizadeh A. 2015. *Bipolaris* species associated with rice plant: pathogenicity and genetic diversity of *Bipolaris oryzae* using rep-PCR in Mazandaran province of Iran. *Journal of Crop Protection* 4: 497-508.
- Nemati, Z. and Mostowfizadeh-Ghalamfarsa, R. 2016. Identification of some grass-associated species of

- Bipolaris*, *Curvularia* and *Exserohilum* in selected regions of Iran. Rostaniha 17: 40-50.
- Ravankar S.G., and Sutton D.A. 2010. Melanized fungi in human disease. *Clinical Microbiology Reviews*, 23(4): 884-928.
- Richard S., and Cynthia M.O. 2007. Wheat – common Root Rot. *Plant Disease Control*, OSU. Agric. gov. ab. ca/\$ departemant/deptdocs.nsf/all/prm2394.
- Saaneei J., Razavi E., and Okhovat M. 2011. Rice brown spot disease and identification of the causal agent fungi in Golestan province. *Creal Research* 1: 65-74.
- Safaei D., Okhovat M., Hajaroud Gh., and Yunesi H. 2008. Identification, comparison in pathogenicity and transmittance of *Bipolaris* sp. the factor of root rot and stem rot of wheat in Kermanshah province. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 12: 207-214.
- Sivanesan A. 1987. Graminicolous species of *Bipolaris*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Exserohilum* and their teleomorphs. *Mycological Papers*, 158. UK: CAB International.
- Sharafi Z., and Sadravi M. 2015. Ten seedborn pathogenic fungi. *Plant Pathology Science* 4(1): 34-45.
- Smiley R.W. and W Udin. 1993. Influence of soil temperature on *Rhizoctonia* root rot (*R. solani* AG-8 and *R. oryzae*) of winter wheat. *Phytopathology* 83: 777-785.
- Sturz A.V., and Bernier C.C. 1987. Incidence of pathogen fungal complexes in the crown and roots of winter and spring wheat relative to cropping practice. *Canadian Journal Plant Pathology* 9: 256-271.
- Su H.Y., Udayanga D., Luo Z.L., Manamgoda D.S., Zhao Y.C., Yang J., and Hyde K.D. 2015. Hyphomycetes from aquatic habitats in southern China: species of *Curvularia* (*Pleosporaceae*) and *Phragmocephala* (*Melannomataceae*). *Phytotaxa* 226(3): 201-216.
- Thompson J.D., Gibson T.J., Plewniak F., Jeanmougin F., and Higgins D.G. 1997. The ClustalX windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Research* 25: 4876-4882.
- Toul P., Castillo L., Hofman V., Bouchara J.P., Chanalet S., and Gari-Toussaint M. 2006. A pseudo tumoral sinusitis caused by *Bipolaris* sp. *Journal of Infection* 53(6): e235-e237.
- Uenal F., Turgay E.B., and Yildirim A.F. 2011. First report of leaf blotch on sorghum caused by *Bipolaris spicifera* in Turkey. *Plant Disease* 95(4): 495.
- White T. J., Bruns T., Lee S., and Taylor J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In Innis, M. A., Gelfand, D. H., Sninsky J. J., & White T. J. (Eds.), *PCR protocols: A guide to methods and applications*, 315-322. USA, San Diego: Academic Press.
- Wilhelmus K.R., and Jones D.B. 2001. *Curvularia keratitis*. *Transactions of the American Ophthalmological Society* 99: 111.
- Zhang W., Liu J.X., Huo P.H., and Zhang T. 2016. *Exserohilum rostratum* Causes a Leaf Spot on Hybrid Bermudagrass (*Cynodon dactylon* × *C. transvaalensis*) in China. *Plant Disease* 100(7): 1504.