Short Article

Iranian Journal of Forest and Range Protection Research DOI: 10.22092/ijfrpr.2024.364708.1611
Vol. 21, No. 2, Page 350-358 (2023)

Report of *Biscogniauxia nummularia* as pathogenic agent of charcoal canker disease of beech (*Fagus orientalis*) from Iran

Seyedeh Masoomeh Zamani[1*], Narges Sepasi[2], Shiva Afarin[3], Yazdanfar Ahangaran[3], Reihaneh Gholami Ghavamabad[2] and Hasan Askari[4]

1*- Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangeland, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: mzamani@rifr-ac.ir.
2- Researcher, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
3- MSc, Natural Resources and Watershed Management Organization, Tehran, Iran.
4- Prof., Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Received: 15.01.2024 Accepted: 21.01.2024

Abstract

Background and objectives: Beech trees (Oriental beech: *Fagus orientalis* Lipsky.), native to Hyrcanian forests of Iran, are considered as one of the most valuable forest tree species in the north of the Iran. *Biscogniauxia nummularia* (Bull.) Kuntze is an endophytic fungus which acts as a pathogenic fungus under favorable conditions and causes strip-cankers (commonly known as charcoal canker) in *Fagus* species. The disease occurs in tree hosts affected by stress. High temperatures and summer droughts are favorable conditions for causing and distributing this disease in the forest.

Methodology: During the field surveys across the beech forests of Sangdeh region in Mazandaran province, beech trees with severe symptoms of charcoal canker were observed. The most visible symptoms of the disease in the form of round spots to black stripes on the trunk and branches, as well as dieback of the beech tree branches in the area. Several samples were collected from infected parts of oriental beech trees and transferred to the plant pathology laboratory. Microscopic slides of the fungal stroma were prepared from infected tree bark and subjected to microscopic observation based on valid identification keys. Furthermore, the samples were cultured on Potato Dextrose Agar (PDA) culture medium and the pathogenic agent was identified after purification by hyphal tip and single spore techniques, using microscopic examination and morphological characteristics.

Results: Results showed that *Biscogniauxia nummularia* is the agent of disease, which causes severe damage to beech trees and has already been identified as cause of beech charcoal canker in many European countries. This fungal species has some special morphological characteristics, including applanate stroma, ostioles are slightly papillate to nearly at the same level as the stromatal surface, ascus apical apparatus blue in iodine and Melzer's reagents, so it is separated from other species. This is the first report of identification of *B. nummularia* as the causal agent of beech canker disease from Iran. This fungus spends most of its life cycle as an endophyte, and under unfavorable environmental conditions, especially drought stress. *B. nummularia* takes advantage to alter host physiology, invading host tissue and causing black bark cankers on trunk and branches, known as strip cankers, and wood decay in mature trees.

Conclusion: The direct relationship between the consequences of climate change, especially water and temperature stress in the host and the development of forest pathogens in the case of several important and key pathogenic fungi, including *B. nummularia*, has been reported by various researchers in the world, and it has been determined that environmental stress plays an

important role in the development of this disease on beech trees in different parts of the world. Meanwhile, as one of the requirements of disease management, it is important to identify the phenotypic and genotypic characteristics of the populations of this fungus in Iran and to identify the distribution and frequency of the disease, which can be very useful in choosing its management strategies. On the other hand, due to the prediction of progressive adverse climate changes in the future, which are an important factor in the development of the disease, continuous monitoring of current changes in beech natural habitats should be included in forest ecosystem monitoring programs to predict future changes, possible ecosystem consequences, and as a vital part of sustainable forest management.

Keywords: Tarcrust disease, beech forest, *Biscogniauxia*, monitoring, mycoparasites.

مقاله کوتاه

گزارش قارچ *Biscogniauxia nummularia* بعنوان بیمارگر شانکر زغالی راش (*Fagus orientalis*) از ایران

سیده معصومه زمانی [۱*]، نرگس سپاسی [۲]، شیوا آفرین [۳]، یزدانفر آهنگران [۳]، ریحانه غلامی قوام‌آباد [۲] و حسن عسکری [۴]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، پست الکترونیک: mzamani@rifr-ac.ir

۲- محقق، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۳- کارشناس ارشد، دفتر حفاظت و حمایت سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، تهران، ایران.

۴- استاد پژوهش، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۱

چکیده

سابقه و هدف: درختان راش بومی جنگل‌های شمال ایران (*Fagus orientalis* Lipsky) یکی از با ارزش‌ترین گونه‌های جنگلی محسوب می‌شوند. راشستان‌های شمال ایران جزء جنگل‌های بسیار ارزشمند پهن‌برگ سبز تابستانه واقع در نیم‌کره شمالی هستند، زیرا از طرفی این راشستان‌ها با زادآوری طبیعی بوجود آمده‌اند و از طرف دیگر با توجه به اینکه مربوط به دوران سوم زمین‌شناسی می‌باشند، جزء جنگل‌های کهن کره زمین به شمار می‌آیند. قارچ *Biscogniauxia nummularia* (Bull.) Kuntze قارچی با ماهیت اندوفیتی است که در شرایط مطلوب بعنوان قارچی بیمارگر عمل نموده و باعث ایجاد شانکر نواری (که معمولا تحت عنوان شانکر زغالی شناخته می‌شود) در گونه‌های راش می‌گردد. بیماری در درختان متاثر از تنش ایجاد می‌شود و بویژه دماهای گرم و خشکسالی‌های طولانی تابستان شرایطی مطلوب برای ایجاد بیمارگری در قارچ مذکور است.

مواد و روش‌ها: طی بازدیدهای میدانی از راشستان‌های منطقه سنگده استان مازندران، درختان راش دارای علائم شدید شانکر زغالی، مشاهده شد. علائم بیماری به صورت لکه‌های گرد تا نواری سیاه رنگ برروی تنه و شاخه‌ها، همچنین خشکیدگی و سرشکستگی در درختان راش منطقه قابل رویت بود. نمونه‌های متعدد از نسوج آلوده درختان جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. اسلایدهای میکروسکوپی از استرومای قارچی مستقر شده روی پوست درخت، تهیه و بر اساس کلیدهای معتبر شناسایی، مورد مشاهدات میکروسکوپی قرار گرفت. همچنین نمونه‌ها بر روی محیط کشت سیب‌زمینی دکستروز آگار کشت شده و عامل بیماری‌زا پس از خالص‌سازی با تکنیک‌های نوک ریسه و تک اسپور، با استفاده از بررسی‌های میکروسکوپی و صفات مورفولوژیکی شناسایی شد.

نتایج و یافته‌ها: نتایج بررسی‌ها نشان داد قارچ عامل بیماری *Biscogniauxia nummularia* بوده که باعث خسارت شدید به درختان راش شده و پیش از این در بسیاری از کشورهای اروپایی به عنوان عامل شانکر زغالی راش شناسایی شده است. این گونه قارچی با داشتن برخی خصوصیات ریخت‌شناسی ویژه شامل داشتن استرومای نامسطح، دهانه پرتیس (Ostiole) تقریبا هم سطح با استروما و دارای پرز یا کرک، و آبی شدن نوک آسک در معرف‌های یدین و ملزر، شناسایی و از سایر گونه‌های نزدیک، تفکیک شد. بر اساس نتایج این تحقیق، این اولین گزارش از قارچ *B. nummularia* به عنوان عامل بیماری شانکر زغالی راش از ایران است. این قارچ بیشتر چرخه زندگی خود را به صورت اندوفیتی سپری کرده و تحت شرایط محیطی نامطلوب و بویژه تنش خشکی، از فیزیولوژی تغییر یافته میزبان بهره برده، به بافت میزبان حمله می‌کند و شانکرهایی روی تنه و شاخه ایجاد نموده، در درختان راش بالغ نیز منجر به پوسیدگی چوب می‌شود.

نتیجه‌گیری: ارتباط مستقیم میان پیامدهای تغییرات اقلیمی بویژه تنش آبی و دمایی در میزبان و توسعه پاتوژن‌های جنگلی در مورد چندین قارچ بیمارگر مهم و کلیدی از جمله قارچ *B. nummularia* توسط محققین مختلف در دنیا گزارش شده و مشخص شده است تنش‌های محیطی نقش مهمی در توسعه و شدت بیماری حاصل از این قارچ روی درختان راش در نقاط مختلف دنیا دارد. در این

میان، بعنوان یکی از الزامات مدیریت بیماری، شناسایی ویژگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی جمعیت‌های این قارچ در کشور و شناسایی پراکنش و فراوانی بیماری می‌باشد که می‌تواند در گزینش استراتژی‌های مدیریت آن نیز بسیار مفید باشد. از سوی دیگر، با توجه به پیش‌بینی تغییرات نامطلوب اقلیمی پیشرونده در آینده که عامل مهم توسعه بیماری محسوب می‌شوند، نظارت مداوم بر تغییرات جاری در رویشگاه‌های طبیعی راش باید در برنامه‌های پایش اکوسیستم‌های جنگلی به منظور پیش‌بینی تغییرات آتی، پیامدهای اکوسیستمی احتمالی و به عنوان بخشی جدایی ناپذیر از مدیریت پایدار جنگل گنجانده شود.

واژه‌های کلیدی: بیماری شانکر زغالی، جنگل راش، *Biscogniauxia*، پایش، مایکوپارازیت‌ها.

مقدمه

قارچ *Biscogniauxia nummularia* (Bull.) Kuntze (مترادف: *Hypoxylon nummularium* Bull.) یک آسکومیست متعلق به خانواده *Xylariaceaes* است که باعث ایجاد شانکر نواری در درختان راش، موسوم به بیماری شانکر زغالی یا تارکروست راش (Beech Tarcrust (BTC) Disease) می‌شود (Nugent *et al.*, 2005). عنوان گونه‌ای (Specific epithet) آن از کلمه لاتین "nummus " به معنای "سکه" گرفته شده است که به شکل‌های اغلب گرد و سکه مانند اشاره دارد. علائم عفونت روی پوست درخت میزبان در تکه‌های پراکنده سکه‌ای شکل رشد می‌کند که می‌توانند در زیر پوست و قبل از نمایان شدن با هم ترکیب شوند (تارکروست: Tarcrust) و در نهایت ضایعات پوستی نواری سیاهرنگ روی تنه و شاخه‌ها و به صورت پوسیدگی چوب در درختان بالغ قابل مشاهده خواهد بود.

ماهیت بیماری ناشی از قارچ *B. nummularia* بسیار پیچیده است و هنوز ابهامات زیادی در دنیا در خصوص تنوع جمعیت‌های آن به‌ویژه از نظر بیماری‌زایی وجود دارد. امروزه اغلب محققین در دنیا اتفاق نظر دارند که اگرچه این قارچ عموماً در حوضه مدیترانه شمالی، که آب و هوا معتدل‌تر است، به عنوان یک اندوفیت رفتار می‌کند، اما در شرایط نامساعد محیطی پتانسیل تأثیرگذاری به عنوان یک پاتوژن خطرناک روی گونه‌های راش (*Fagus* spp.) را دارد (Yangui *et al.*, 2019).

سابقاً *Biscogniauxia* spp. به عنوان عامل اصلی زوال راش در مناطق مدیترانه شناخته نمی‌شد (Paoletti *et al.*, 1996)؛ تا اینکه، در جنگل‌های راش جنوب ایتالیا حضور جمعیت قابل توجهی از *B. nummularia* و با شدت بیماری‌زایی در جدایه‌های آن مشخص شد و بتدریج مطالعات بعدی نشان داد سویه‌های تهاجمی از این قارچ وجود دارد که قادرند درخت مورد حمله را در مدت کوتاهی به‌عنوان عامل بیماری‌زای اولیه راش از بین ببرند (Granata *et al.*, 1994; Granata & Sidoti, 2004). از زمان اولین تایید بیماری‌زایی *B. nummularia*، گزارش‌های بعدی نشان داد که مشکل زوال راش ناشی از شیوع گسترده شانکر زغالی در حال گسترش به شمال اروپا است: به‌طوریکه این بیماری در سال ۲۰۰۳ در مجارستان (Lakatos & Molnár, 2009)، در سال ۲۰۱۴ در شمال اسپانیا (Zabalgogeazcoa *et al.*, 2015) و در سال ۲۰۱۷ در جمهوری چک (Zíbarová *et al.*, 2017) گزارش شد. گزارش‌های نگران‌کننده‌ای در سال‌های اخیر از مونته‌نگرو (Vujanovic *et al.*, 2020) بدست آمده که نشان می‌دهد جمعیت بسیار تهاجمی از *Biscogniauxia* ایجاد کننده فرم مخرب تارکروست در راش می‌باشد. مطالعات مولکولی ایشان نشان داد که سرخشکیدگی راش توسط گونه جدیدی از *Biscogniauxia* ایجاد می‌شود که به نظر می‌رسد هیبریداسیون و تلفیق دو گونه *B. nummularia* و *B. anceps* می‌باشد. به لحاظ ماهیت تهاجمی و بسیار مخرب گونه جدید، ایشان نام *Biscogniauxia destructiva* را برای قارچ جدید پیشنهاد نمودند. این واقعیت نگران کننده اهمیت تجزیه و تحلیل ژنتیکی این جدایه‌ها و گونه‌های بیمارگر راش را در تحقیقات آینده مربوط به شانکر زغالی یا تارکروست راش (BTC) برجسته می‌کند.

مطالعات صورت گرفته در دنیا، ماهیت اندوفیتی قارچ را

ثابت کرده‌اند؛ در عین حال، در شرایط مطلوب، همانند دیگر قارچ‌های *Xylariales* Nannf. (Osono *et al.*, 2013)، این قارچ نیز می‌تواند به سرعت استراتژی‌ها را از اندوفیت بی‌ضرر به پاتوژن اولیه تغییر دهد (Petrini & Petrini, 1985). همچنین، اگرچه *B. nummularia* به عنوان گونه‌ای مرتبط با تیره راش (*Fagaceae*) در نظر گرفته می‌شد (Petrini & Petrini, 1985)، مطالعات بعدی نشان داد محدوده میزبان قارچ وسیع بوده و در گونه‌های دیگری مانند نهاندانگان دولپه‌ای، برخی بازدانگان و برخی علف‌ها از جمله جگن‌ها نیز بصورت اندوفیت وجود دارد (Patejuk *et al.*, 2021). واقعیت مهم و چالش برانگیزِ تغییر دامنه گونه‌های میزبان، قبلاً در گونه قارچی *B. mediterranea* (De Not.) Kuntze نیز اتفاق افتاده است. این گونه اخیر، به طور معمول در آب و هوای معتدل حوزه مدیترانه به عنوان اندوفیت و در شرایط استرس بعنوان بیمارگر گونه‌های بلوط *Quercus* spp. حضور دارد و به عنوان عامل مهم در تخریب گیاهان بلوط در جنوب اروپا و شمال آفریقا (Henriques *et al.*, 2015) و نیز در کشور ما ایران (Mirabolfathi *et al.*, 2011; Mirabolfathi, 2013) شناخته شده است، اما به تدریج گزارش حضور آن در سایر گیاهان چوب سخت بدست آمده است (Ragazzi *et al.*, 2012; Rostamian *et al.*, 2016).

بطور کلی، قارچ‌های *Biscogniauxia* گونه‌هایی با تأثیر اقتصادی و اکولوژیکی فزاینده به دلیل تغییرات نامطلوب آب و هوایی، بویژه دماهای گرم و خشکسالی‌های طولانی تابستان در نظر گرفته می‌شوند (La Porta *et al.*, 2008). *B. nummularia* بیشتر در بافت‌های جنس راش که از مهم‌ترین درختان جنگل‌های شمال ایران می‌باشد، رشد می‌کند و تغییرات اقلیمی پیش‌بینی‌شدهء آتی مسلماً با تغییر تعادل بین میزبان، پاتوژن و شرایط محیطی (مثلث بیماری)، توسعه این پاتوژن و تخریب اکوسیستم‌های طبیعی راش را در پی خواهد داشت. اهمیت اقتصادی و اکولوژیکی رو به افزایشِ پاتوژن *B. nummularia* بعنوان ایجاد کننده بیماری زغالیِ راش در حال حاضر توسط دیگر محققین دنیا نیز گزارش شده است و به تغییرات آب و هوایی به عنوان مهم‌ترین عامل تشدید کننده شیوع آن اشاره می‌کنند (Hendry *et al.*, 2002). یکی از عوامل تعیین کننده، اختلالات بارندگی است که از عناصر مهم تغییرات آب و هوایی می‌باشد و درختانی که در معرض تنش آبی قرار می‌گیرند، بطور قابل توجهی در معرض ابتلا به بیماری حاصل از این قارچ قرار دارند (Lindner *et al.*, 2014). از سوی دیگر، درختان راش بسیار به خشکی حساس هستند و همین موضوع آنها را در برابر بیماری زغالی راش بسیار آسیب‌پذیرتر می‌سازد. همه این عوامل بر سرعت گسترش گونه *B. nummularia* تأثیر خواهند گذاشت، که می‌تواند در سرعتی حتی بسیار سریعتر از آنچه تصور می‌شود، رخ دهد.

در این تحقیق علائم بیماری زغالی راش برای اولین بار در منطقه سنگده استان مازندران مشاهده و گونه *B. nummularia* از درختان آلوده جداسازی و گزارش شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و شناسایی قارچ عامل بیماری:

نمونه‌برداری از درختان راش دارای علائم شانکر زغالی از راشستان‌های منطقه سنگده استان مازندران انجام شد. علائم بیماری به صورت نواحی سیاه رنگ گرد تا نواری روی پوست تنه و شاخه‌های درختان راش مشاهده شد (شکل ۱).

شکل ۱- درختان راش در منطقه سنگده (استان مازندران) که بیماری شانکر زغالی را نشان می‌دهند؛ که با استرومای سیاه رنگ نشان‌دهنده علائم تارکروست، هم روی درختان بیمار و در حال مرگ و هم روی خشک‌دارهای مرده همراه است.

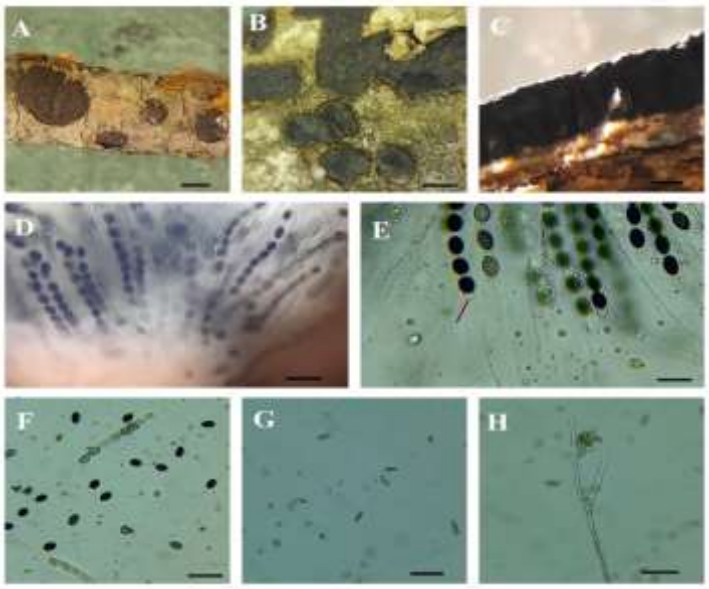
Figure1. Beech trees in Sangdeh (Mazandaran province) exhibiting charcoal canker, which is accompanied by carbonaceous black stroma indicative of Tarcrust symptoms, both on diseased and dying trees and on dead logs.

نمونه‌های راش آلوده به عامل قارچی، در آزمایشگاه پس از ضدعفونی سطحی توسط الکل ۷۰٪ به مدت یک دقیقه، و دو بار شستشو با آب مقطر استریل، برروی کاغذ صافی خشک شدند. با استفاده از سوزن استریل از بافت استرومای سیاه رنگ قارچ قطعات بسیار کوچکی جداسازی کرده و پس از اینکه به خوبی پودر شد، با یک قطره آب مقطر استریل مخلوط شده و برروی محیط کشت PDA قرار داده شد. هم‌چنین قطعاتی از بافت استروما به طور مستقیم برروی محیط کشت PDA قرار داده شد. عوامل قارچی به دست آمده با روش‌های نوک ریسه و تک اسپور خالص‌سازی شد و شناسایی قارچ بر اساس مشخصات مورفولوژیکی و کلیدهای شناسایی معتبر انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی مشخصات ریخت شناسی این قارچ در آزمایشگاه نشان داد، قارچ دارای استرومای نامسطح، صفحه مانند (۵-۲۰

میلی‌متر قطر) تا بیضی نامنظم ۱۵–۵۰(۱۲۰) طول و ۱۰–۲۲ (۶۰) میلی‌متر عرض، ضخامت استروما ۰/۶–۰/۸ میلی‌متر است. سطح استروما سیاه‌رنگ و در جوانی توسط لایه قهوه‌ای رنگ بیرونی پوشیده شده است. پرتیس‌ها کروی تا تخم‌مرغی شکل، بافت زیر آن نامشخص، قطر آن ۰/۴–۰/۶ میلی‌متر و ارتفاع ۰/۷–۰/۵ میلی‌متر است. دهانه پرتیس (Ostiole) صفحه مانند، پرزدار و تقریبا هم سطح با استروما است. آسک‌ها دارای ۸ اسپور، استوانه‌ای شکل، ۷۰–۹۰ × ۸–۱۰ میکرومتر، قسمت نوک آسک دارای حلقه انتهایی (Apical ring) که در محلول یدین و معرف ملزر به رنگ آبی در می‌آید. آسکوسپورها به رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه، دوکی تا بیضوی شکل، اغلب در دو انتها گرد و باریک شده، ۱۱/۵–۱۳/۵ میکرون، فاقد غلاف یا زائده ژلاتینی و دارای خط تندش صاف و نامحسوس به طول اسپور است (شکل ۲).



شکل ۲– مورفولوژی قارچ ***Biscogniauxia nummularia*** . **A-B**، استروما در سطح میزبان (**Bar= 500 µ**). **C**، مقطع عرضی استروما که نشان دهنده دهانه پرتیس و آسکوکارپ است (**Bar = 200 µ**). **D**، آسک و اسپورهای ردیفی درون آن (**Bar = 20 µ**). **E**، حلقه انتهایی آسک (**Bar = 10 µ**). **F**، آسکوسپور (**Bar = 20 µ**). **G**، کنیدی قارچ رشد یافته روی محیط **PDA**. **H**، کنیدیوفور (**Bar=20µ**).

Figure 2. Morphology of *Biscogniauxia nummularia*. A-B, Stroma on the host (Bar= 500 µ). C, Cross section of stromata showing the ascoma and ostiole (Bar = 200 µ). D, Asci with spores (Bar = 20 µ). E, Apical ring of asci (Bar =10 µ). F, ascospores (Bar = 20 µ). G, Conidia on PDA culture. H, Conidiophores(Bar = 20 µ).

قارچ *B. nummularia* به واسطه داشتن استرومای نامسطح، دهانه پرتیس کمی پرزدار، آسکوسپورهای بیضوی قهوه‌ای تا سیاه‌رنگ و اختصاصیت میزبانی برای گونه راش، از سایر گونه‌های جنس *Biscogniauxia* متمایز می‌شود. نزدیک‌ترین گونه به این قارچ، گونه *B. granmoi* است که توسط Læssøe و همکاران (۱۹۹۹) توصیف شده است. در گونه *B. granmoi*، استیول‌ها حفره‌دار بوده، فاقد پرز هستند، حاشیه استروماتا کمی برآمده است، آسکوسپورها قهوه‌ای متوسط و کمی باریک‌تر از گونه *B. nummularia* بوده و روی گونه میزبان *Prunus padus* و *Prunus padus* var. *pubescens* علائم بیماری را ایجاد می‌کنند.

B.nummularia گونه تیپ جنس *Biscogniauxia* بوده و یک قارچ مرتبط با جنس *Fagus* است که متاسفانه در اغلب نقاط توزیع میزبان، پراکنش و توزیع یافته است.

دانش‌پژوه در سال ۱۹۸۰ (Daneshpazhuh, 1980) قارچ *Hypoxylon nummularium* را از شاخه، تنه و ریشه‌ی مرده درختان بلوط و درختان راش گزارش نموده است. اما این اولین گزارش در مورد حضور گونه *B. nummularia* به عنوان

عامل ایجاد شانکر زغالی در درختان زنده راش در کشور است.

با توجه به تغییرات پیش رونده آب و هوایی، انتظار می‌رود این قارچ به یکی از بیمارگرهای جدی در درختان راش تبدیل و منجر به اپیدمی‌های منطقه‌ای در مناطق مختلف شود، نظیر آنچه در حال حاضر در اروپا در حال وقوع است (Patejuk *et al.*, 2022). این مساله منجر به تغییرات بلندمدتی در بحث ساختار جنگل‌ها خواهد شد. به این ترتیب که، گرم شدن بیشتر و خشکسالی‌های منظم باعث کاهش جمعیت درختان راش در مناطق پست و ارتفاعات پایین شده و نواحی مرتفع‌تر را به آخرین مکان مناسب برای جنگل‌های راش، تبدیل خواهد کرد. به ویژه اینکه، بطور روزافزونی درختان تحت تنش خشکی منبع مناسبی برای بیماری زغالی راش خواهند بود و توسعه پاتوژن را افزایش خواهند داد. در نتیجه زوال درختان راش و حذف آهسته این گونه، نه تنها بعنوان چالشی بزرگ در جنگل‌های کشور (بویژه در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر) رخ خواهد داد، بلکه حذف این گونه از رویشگاه‌های طبیعی آن، باعث انقراض گسترده گونه‌های محلی و ارزشمندی می‌شود که به شدت به این اکوسیستم‌ها مرتبط هستند (Dulamsuren *et al.*, 2016). کاهش رشد و زوال درختان راش مربوط به تغییرات آب وهوایی و بویژه خشکسالی، بسیار گسترده‌تر از آنچه تصور می‌شود خواهد بود و پیشگیری از آن نیازمند به برنامه‌ریزی دقیق جنگلداری است.

پیامدهای سریع رویداد خشکسالی روی راش، شامل مرگ و میر گسترده ریشه‌های مویین در طول دوره خشکی (Leuschner *et al.*, 2004) و افزایش حساسیت میزبان به پاتوژن‌ها از جمله بیمار زغالی راش، بیماری سیتوسپورایی، بیماری پوسیدگی ریشه ناشی از *Armillaria* spp. و گاهی اوقات *Heterobasidion annosum* است (Luchi *et al.*, 2015). در این پژوهش نیز علاوه بر عامل بیماری زغالی راش، علائم بیماری سیتوسپورایی نیز در منطقه مورد مطالعه روی راش مشاهده شد و جدایه‌ای قارچی از جنس سیتوسپورا نیز جداسازی و شناسایی گردید.

جهت مدیریت بموقع و کارآمد زوال رواش، گسترش قارچ *Biscognauxia* بعنوان بازیگر اصلی این تغییرات، باید به طور منظم بعنوان یک تهدید بالقوه جنگل‌های شمال کشور رصد شود؛ بویژه از طریق روش‌های مولکولی و سریع که برای شناسایی و تعیین کمیت قارچ‌های اندوفیت از گیاهان چوبی (حتی قبل از بروز علائم در میزبان) توسعه یافته‌اند (Luchi *et al.*, 2006). افزایش اطلاعات در خصوص پراکنش و فراوانی جمعیت‌های قارچ عامل این بیماری در کشور و نیز شناسایی ویژگی‌های جمعیت‌های این قارچ (هم از نظر ژنوتیپی و هم از نظر فنوتیپی) می‌تواند شاخص مناسبی برای نحوه گسترش و رانش قارچ به مناطق مختلف باشد ضمن اینکه در گزینش استراتژی‌های مدیریت آن نیز بسیار ارزشمند است.

در ایران، برخلاف سایر کشورهای دنیا، اطلاعات مربوط به تنوع و ساختار قارچ‌های مایکوپرازیت یا آنتاگونیست روی قارچ‌های بیمارگر درختان جنگلی از جمله گونه‌های *Biscogniauxia*، مانند *B. nummularia*، وجود ندارد. گسترش مطالعه روی این دسته از عوامل بیوکنترل و بکارگیری صحیح آنها برای مدیریت عوامل بیمارگر و جلوگیری از تخریب اکوسیستم‌های جنگلی بعنوان یک راه حل سازگار با محیط زیست در حال حاضر در دنیا رونق فراوانی دارد (Vujanovic *et al.*, 2020).

نظارت تحقیقاتی–اجرایی بر تغییرات جاری در رویشگاه‌های طبیعی راش باید در برنامه‌های پایش اکوسیستم‌های جنگلی به منظور پیش‌بینی تغییرات آتی، پیامدهای اکوسیستمی احتمالی و بعنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از مدیریت پایدار جنگل عملیاتی شود.

منابع مورد استفاده

- Daneshpazhuh, B. 1980. Identification of some species of *Daldinia*, *Hypoxylon* and *Xylaria* in Iran. Iranian Journal of Plant Pathology, 16: 44-55.
- Dulamsuren, C., Hauck, M., Kopp, G., Ruff, M., and Leuschner, C., 2016. European beech responds to climate change with growth decline at lower, and growth increase at higher elevations in the center of its distribution range (SW Germany). Trees, 31: 673-686.
- Granata, G., Sidoti, A. 2004. *Biscogniauxia nummularia*: Pathogenic agent of a beech decline.

leaved oak (*Quercus castaneifolia*) in the Golestan forests of Iran. Plant Disease, 95: 876.
- Nugent, L.K., Sihanonth, P., Thienhirun, S., and Whalley, A.J.S., 2005. *Biscogniauxia*: A genus of latent in-vaders. Mycologist, 2005, 19: 40-43.
- Osono, T., Tateno, O., and Masuya, H., 2013. Diversity and ubiquity of xylariaceous endophytes in live and dead leaves of temperate forest trees. Mycoscience, 2013: 54, 54-61.
- Paoletti, E., Goggioli, V., Maresi, G. and Reperti, D., 1996. *B. nummularia* su faggio in Italia. [Biscogniauxia nummularia on beech in Italy]. Italian Journal of Mycology, 1: 27-35 (In Italian)
- Patejuk, K., Baturo-Cieśniewska, A., Pusz, W., and Kaczmarek-Pieńczewska, A., 2022. *Biscogniauxia* Charcoal Canker—A New Potential Threat for Mid-European Forests as an Effect of Climate Change. Forests, 13(1): 89.
- Patejuk, K., Baturo-Cieśniewska, A., Kaczmarek-Pieńczewska, A. and Pusz, W., 2021. Mycobiota of peat-bog pine (*Pinus* × *rhaetica*) needles in the Stołowe Mountains National Park, Poland. Nova Hedwigia, 112: 253-265.
- Petrini, L., and Petrini, O., 1985. Xylariaceous fungi as endophytes. Sydowia, 38: 216-234.
- Ragazzi, A., Ginetti, B., and Moricca, S. 2012. First report of *Biscogniauxia mediterranea* on english ash in Italy. Plant Disease, 96: 1694.
- Rostamian, M., Kavosi, M. R., Bazgir, E., and Babanezhad, M., 2016. First report of *Biscogniauxia mediterranea* causing canker on wild almond (*Amygdalus scoparia*). Australas. Plant Disease Notes, 11: 30.
- Vujanovic, V., Kim, S.H., Latinovic, J., and Latinovic, N., 2020. Natural fungicolous regulators of *Biscogniauxia destructiva* sp. nov. That Causes Beech Bark Tarcrust in Southern European (*Fagus sylvatica*) Forests. Microorganisms, 8: 1999.
- Yangui, I., Zouaoui Boutiti, M., Vettraino, A.M., Bruni, N., Vannini, A., Ben Jamaâ, M.L., Boussaid, M., and Messaoud, C., 2019. *Biscogniauxia mediterranea* associated with cork oak (*Quercus suber*) in Tunisia: Relationships between phenotypic variation, genetic diversity and ecological factors. Fungal Ecology, 41: 224-233.
- Zabalgogeazcoa, I., Pedro, J., and Canals, R.M., 2015. *Biscogniauxia nummularia* infecting beech (*Fagus sylvatica*) trees and sympatric plants of the sedge Carex brevicollis. The Journal of Pathology, 45: 346-348.
- Zíbarová, L., and Kout, J. 2017. *Xylariaceous pyrenomycetes* from Bohemia: Species of *Biscogniauxia* and *Hypoxylon* new to the Czech Republic, and notes on other rare species. Czech Mycology, 69: 77-108.

The Journal of Pathology, 34: 363-367.
- Granata, G., and Whalley, A. 1994. Decline of beech associated to *Biscogniauxia nummularia* in Italy. Petria, 4: 111-116.
- Hendry, S.J., Boddy, L., and Lonsdale, D., 2002. Abiotic variables effect differential expression of latent infections in beech (*Fagus sylvatica*). New Phytologist. 155: 449-460.
- Henriques, J., Nóbrega, F., Sousa, E., and Lima, A., 2015. Morphological and genetic diversity of *Biscogniauxia mediterranea* associated to *Quercus suber* in the Mediterranean Basin. Revista Brasileirade Ciencias Agrarias. 38: 166-175.
- La Porta, N., Capretti, P., Thomsen, I. M., Kasanen, R., Hietala, A.M., and Von Weissenberg, K., 2008. Forest pathogens with higher damage potential due to climate change in Europe. Canadian Journal of Plant Pathology. 30: 177-195.
- Læssøe, T., Granmo, A., and Scheuer, C., 1999. *Biscogniauxia granmoi* (*Xylariaceae*) in Europe. Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde, 8: 139-147.
- Lakatos, F., and Molnár, M., 2009. Mass Mortality of Beech (*Fagus sylvatica* L.) in South-West Hungary. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica. 5: 75-82.
- Leuschner, C., Hertel, D., Schmid, I., Koch, O., Muhs, A., and Holscher, D., 2004. Stand fine root biomass and fine root morphology in old-growth beech forests as a function of precipitation and soil fertility. Plant and Soil, 258: 43-56.
- Lindner, M., Fitzgerald, J.B., Zimmermann, N.E., Reyer, C., Delzon, S., van der Maaten, E., Schelhaas, M. J., Lasch, P., Eggers, J., van der Maaten-Theunissen, M., 2014. Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are theimplications for forest management? Journal of Environmental Management, 146: 69-83.
- Luchi, N., Capretti, P., Feducci, M., Vannini, A., Ceccarelli, B., and Vettraino, A.M., 2015. Latent infection of *Biscogniauxia nummularia* in *Fagus sylvatica*: a possible bioindicator of beech health conditions. iForest, 9: 49-54.
- Luchi, N., Capretti, P., Vettraino, A.M., Vannini, A., Pinzani, P., and Pazzagli, M., 2006. Early detection of *Biscogniauxia nummularia* in symptomless European beech (*Fagus sylvatica* L.) by TaqMan™ real-time PCR. Letters in Applied Microbiology, 43: 33-38.
- Mirabolfathy, M. 2013. Outbreak of charcoal disease on *Quercus* spp. and *Zelkova carpinifolia* trees in forests of Zagros and Alborz mountains in Iran. Journal of Plant Pathology, 49: 257-263.
- Mirabolfathy, M., Groenewald, J. Z., and Crous, P. W. 2011., The Occurrence of charcoal disease caused by *Biscogniauxia mediterranea* on chestnut-