

شناسایی قارچ‌های مولد بیماری زنگ (Pucciniales) در پوشش گیاهی دشت اردبیل

مریم سلطانی^۱، مهدی داوری^۱✉، مهرداد عباسی^۲، محمود بیدار لرد^۳

گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل. ^۲بخش تحقیقات رستنی‌ها، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران. ^۳مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت. mdvari@uma.ac.ir

پذیرش: ۱۴۰۰/۱/۱۲

بازنگری: ۹۹/۱۱/۲۹

دریافت: ۹۹/۱۱/۱۶

چکیده

قارچ‌های عامل بیماری زنگ (راسته Pucciniales) یکی از بزرگترین گروه‌های بیماری‌گرهای گیاهی هستند و به عنوان تهدید جدی محصولات کشاورزی در دنیا به شمار می‌روند. طی مطالعه قارچ‌های عامل بیماری زنگ در پوشش گیاهی دشت اردبیل، تعداد ۴۶ گونه قارچ مولد زنگ از هشت جنس مختلف روی ۶۰ گونه میزبانی متعلق به ۱۶ تیره گیاهی در سال‌های ۹۷-۹۸ جمع‌آوری و با روش‌های ریخت‌شناختی شناسایی شدند. در بین نمونه‌های شناسایی شده، جنس *Puccinia* با ۲۰ گونه، دارای بالاترین درصد فراوانی بود و جنس‌های *Phragmidium* و *Melampsora* به ترتیب با هشت و پنج گونه در رتبه دوم و سوم قرار گرفتند. تعداد ۳۱ گونه شامل *Aecidium cf. orbiculare*، *Aecidium euphorbiae*، *Phragmidium rosae*، *M. magnusiana*، *M. euphorbiae*، *Melampsora allii-populina*، *Gymnosporangium cf. orientale*، *P. Puccinia absinthii* var. *absinthii*، *Ph. violaceum*، *Ph. tuberculatum*، *Ph. tranzschelianum*، *Ph. mucronatum*، *pimpinellifoliae*، *P. magnusiana*، *P. hordei*، *P. littoralis*، *P. epilobii-tetragoni*، *P. echinopis*، *P. cardui-pycnocephali*، *P. calcitrapae*، *P. allii acroptili*، *U. polygوني*، *Uromyces glycyrrhizae*، *Tranzschelia discolor*، *P. sii-falcariae*، *P. schismi*، *P. persistens*، *P. mixta*، *P. menthae*، *Gymnosporangium* و *U. turcomanicus* و *U. striatus avicularis* برای میکوبیوتای استان اردبیل جدید می‌باشند. طبق منابع در دسترس، گونه *Gymnosporangium cf. orientale* پس از گذشت بیش از یک قرن برای دومین بار روی *Crataegus meyeri* در ایران گزارش می‌شود. میزبان‌های *Allium atroviolaceum* برای *P. allii*، *Juncus gerardii* برای *P. littoralis*، *Rosa canina* برای *Ph. rosae-pimpinellifoliae* و *Rosa × damascena* برای *U. polygوني-avicularis* و *Ph. tuberculatum* و *Ph. tranzschelianum* به‌عنوان میزبان‌های جدید در ایران گزارش می‌شوند. گونه‌های *Polygonum serpyllaceum* برای *U. polygوني-avicularis* و *Allium atroviolaceum* برای *P. mixta* نیز به‌عنوان میزبان‌های جدید در دنیا گزارش می‌شوند. کلمات کلیدی: ایران، بیماری‌های گیاهی، تنوع زیستی، فلور زنگ‌ها، قارچ‌شناسی

Identification of the rust mycobiota (Pucciniales) in Ardabil plain vegetation cover

Maryam Soltani¹, Mahdi Davari¹✉, Mehrdad Abbasi², Mahmoud Bidar Lord³

¹Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

²Department of Botany, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. ³Department of Forests and Rangelands Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Guilan, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran. mdvari@uma.ac.ir

Received: 4 Feb 2021

Revised: 17 Feb 2021

Accepted: 1 Apr 2021

Abstract

Rust fungi (order Pucciniales), comprise one of the largest groups of plant pathogens and represent major threat for agricultural products worldwide. In a taxonomic study on rust fungi in Ardabil plain during 2018-2019 growing seasons, 46 species belonging to eight genera were collected from 60 plant species in 16 families and identified based on morphological characters. Among the identified taxa, *Puccinia* with 20 species had the highest percentage and *Phragmidium* and *Melampsora* were ranked second and third with eight and five species, respectively. Thirty one species viz. *Aecidium euphorbiae*, *A. cf. orbiculare*, *Gymnosporangium cf. orientale*, *M. allii-populina*, *M. euphorbiae*, *M. magnusiana*, *Ph. rosae-pimpinellifoliae*, *Ph. mucronatum*, *Ph. tranzschelianum*, *Ph. tuberculatum*, *Ph. violaceum*, *Puccinia absinthii* var. *absinthii*, *P. acroptili*, *P. allii*, *P. calcitrapae*, *P. cardui-pycnocephali*, *P. echinopis*, *P. epilobii-tetragoni*, *P. hordei*, *P. littoralis*, *P. magnusiana*, *P. menthae*, *P. mixta*, *P. persistens*, *P. schismi*, *P. sii-falcariae*, *Tranzschelia discolor*, *Uromyces glycyrrhiza*, *U. polygوني-avicularis*, *U. striatus* and *U. turcomanicus* are new to the Ardabil province mycobiota. *Gymnosporangium cf. orientale* is rediscovered from Iran on *Crataegus meyeri* after more than a century. *Allium atroviolaceum* for *P. allii*, *Juncus gerardi* for *P. littoralis*, *Rosa canina* for *Ph. rosae-pimpinellifoliae* and *Rosa × damascena* for both *Ph. tranzschelianum* and *Ph. tuberculatum* are reported as new hosts in Iran. According to available literature and databases, *Polygonum serpyllaceum* for *U. polygوني-avicularis* and *Allium atroviolaceum* for *P. mixta* are reported as new hosts (matrix nova).

Keywords: Biodiversity, Iran, Mycology, Plant disease, Rust flora

How to cite:

Soltani M, Davari M, Abbasi M, Bidar Lord M, 2021. Identification of the rust mycobiota (Pucciniales) in Ardabil plain vegetation cover. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 10 (3): 81-92.

مقدمه

اعضای راسته Pucciniales یکی از بزرگترین راسته‌های طبیعی و تک‌نیایی در سلسله‌ی قارچ‌ها می‌باشند که تاکنون حدود ۱۶۶ جنس و حدود ۹۰۰۰ گونه در این راسته شناخته شده است و در این میان، جنس *Puccinia* با حدود ۴۰۰۰ گونه بزرگ‌ترین و متنوع‌ترین آنها به‌شمار می‌رود (Kirk et al. 2008). قارچ‌های مولد زنگ، بیمارگرهای اجباری‌اند که چرخه‌های زندگی پیچیده روی میزبان‌های خاص نشان می‌دهند (Annerose 2020). فراوانی، تنوع، چرخه زندگی با چندین مرحله اسپوری متفاوت و اهمیت اقتصادی زنگ‌ها باعث شده است تا اعضای راسته Pucciniales مورد توجه پژوهشگران رشته‌های قارچ‌شناسی و بیماری‌شناسی گیاهی قرار گیرد. پراکنش زنگ‌ها در طبیعت به حضور گونه‌های گیاهی حساس بستگی دارد. قارچ‌های مولد زنگ‌ها، علاوه بر اهمیت اقتصادی برخی گونه‌ها، به دلیل ویژگی‌هایی از جمله وجود تا شش مرحله اسپوری و داشتن میزبان واسط در چرخه زندگی برخی از آنها از لحاظ زیست‌شناسی حائز اهمیت هستند (Abbasi 2000). دامنه وسیعی از محصولات زراعی و باغی، گیاهان زینتی، درختان و درختچه‌های جنگلی و همچنین علف‌های هرز، میزبان مناسبی برای زنگ‌ها می‌باشند و در اثر حمله این قارچ‌ها خسارت می‌بینند و یا کیفیت و کمیت محصول‌شان کاهش می‌یابد. از مهم‌ترین گیاهانی که تحت تاثیر زنگ‌ها خسارت‌های جدی می‌بینند، می‌توان به غلات به‌ویژه گندم اشاره کرد و تغییرپذیری و انعطاف‌پذیری بالای زنگ‌ها در تولید نژادهای جدید روی این گیاهان، اهمیت بیماری‌های ناشی از آنها را دوچندان می‌سازد (Omran & Roohparvar 2021).

بر اساس نظر Chester (1946)، اولین شخصی که تشخیص داد زنگ غلات به وسیله یک قارچ انگل ایجاد می‌شود، فلیس فونتانا در سال ۱۷۶۷ از ایتالیا بود. اولین شرح کامل از زنگ‌ها که شامل ۱۲۰ گونه زنگ بود، توسط Unger (1833) منتشر شد که زنگ‌ها را روی اغلب تیره‌های گیاهی شناسایی کرد و ارتباط بین میزان آلودگی با رطوبت را بیان کرد. در ایران قارچ‌های مولد زنگ‌ها جزو اولین گروه‌های قارچی بوده‌اند که بررسی شده‌اند و تاکنون مقالات متعددی در این زمینه منتشر و گونه‌های بسیاری گزارش و توصیف شده‌اند. تاریخچه بررسی زنگ‌ها در ایران توسط Abbasi (2003) شرح داده شده است. بررسی و شناسایی زنگ‌ها در ایران تا سال ۱۹۴۱ توسط افراد خارجی انجام شده بود تا اینکه در همان سال مقاله‌ای توسط Petrak & Esfandiari (1941) در مورد قارچ‌های ایران منتشر

شد که در آن، تعدادی از قارچ‌های مولد زنگ از مناطق مختلف ایران گزارش شدند. بیشترین حجم مطالعات در سی سال اخیر مربوط به (Abbasi 2001, 2003), Abbasi et al. (1996), (2019) می‌باشد که فهرست جامعی از زنگ‌های ایران را در دوره معاصر ارائه کردند. علاوه بر این، فهرست قارچ - میزبان تهیه شده توسط (Abbasi & Aliabadi 2009) منبع مهمی در زمینه زنگ‌های گزارش شده از ایران محسوب می‌شود. در برخی نیز علاوه بر زنگ‌های ایران، زنگ‌های کشورهای همسایه و یا سایر نقاط دنیا نیز مطالعه شده‌اند. مقالات (1985) Gjaerum (1986; 1991) و (Viennot-Bourgin & Ale-Agha) از این دسته است. در پژوهش‌های منطقه‌ای قبلی از جمله در استان خوزستان، حدود ۲۰ گونه از بین ۲۳ گونه زنگ شناسایی شده (Abbasi & Minassian 2005)، در استان همدان، ۲۱ گونه از بین ۴۱ گونه زنگ (Moaven et al. 2005)، در استان فارس، ۲۳ گونه از بین ۳۳ گونه زنگ (Ghasemi Kazerouni et al. 2009) و در استان کهگیلویه و بویر احمد، ۲۵ گونه از بین ۲۶ گونه زنگ (Kaviani 2013) به عنوان گونه جدید برای میکوفلور استان مورد مطالعه گزارش شده‌اند.

آگاهی از فلور قارچی یک منطقه مانند فلور زنگ‌ها، علاوه بر جذابیت علمی و شناخت آرایه‌های قارچی یک گروه مهم قارچی، می‌تواند در شناسایی گونه‌های قارچی مؤثر در ایجاد بیماری‌های گیاهی و مدیریت بیماری‌های ناشی از آنها کمک شایانی نماید.

دشت اردبیل در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۳۷ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی با مساحت تقریبی ۱۰۹۷ کیلومترمربع به‌عنوان دشت میان‌کوهی در شمال غرب ایران و شرق فلات آذربایجان واقع است. این دشت یکی از نواحی سردسیر ایران محسوب می‌شود و پوشش گیاهی مناسب، کشتزارهای متعدد و مراتع سرسبز و خرم از جمله ویژگی‌های این دشت است (Daneshvar Vousoughi & Dinpashoh 2013). شهرستان اردبیل به‌عنوان مرکز استان و دشت اردبیل به‌عنوان منطقه مستعد کشاورزی با داشتن آب و هوای مناسب و خاک مرغوب، تنوع گیاهی بالایی دارد. علیرغم اینکه دشت اردبیل از فلور گیاهی غنی برخوردار می‌باشد، تاکنون مطالعه جامعی روی فلور زنگ‌های گیاهان این دشت انجام نگرفته است. لذا تحقیق حاضر به منظور مطالعه فلور قارچ‌های راسته Pucciniales در این منطقه انجام گرفت که نتایج آن در مطالعه حاضر ارائه می‌شود.

مواد و روش‌ها

طی سال‌های ۹۷-۹۸ به رویشگاه‌های مختلف در دشت اردبیل و مناطق مجاور مراجعه شد و نمونه‌های گیاهی شامل گونه‌های علفی، درختچه‌ها و درختان آلوده به زنگ جمع‌آوری شدند. به منظور مطالعه نمونه‌های زنگ، از روش ارائه شده توسط Abbasi *et al.* (1996) استفاده شد. وجود یا عدم وجود مراحل مختلف زنگ روی اندام‌های گیاهی و نیز ویژگی‌های ریخت‌شناختی جوش‌ها با استفاده از استریومیکروسکوپ Lieca (Zoom 2000, Germany) بررسی شدند. برای بررسی مراحل مختلف اسپوری شامل اسپورپورها (مرحله I)، اوردینیوسپورها (مرحله II) و تلیوسپورها (مرحله III) از محلول اسید لاکتیک و گلیسرین استفاده شد. مطالعات میکروسکوپی با استفاده از دستگاه میکروسکوپ Olympus (BH₂, Japan) و تصاویر میکروسکوپی با استفاده از دوربین فتومیکروگرافی دیجیتال Cannon (450D, Japan) نصب شده روی میکروسکوپ Ziess (Axiolab, Germany) تهیه شد. ابعاد حداقل ۲۰ اسپور از هر نمونه در مراحل مختلف اندازه‌گیری شد.

جهت شناسایی جنس‌ها از کلیدهای شناسایی و توصیف‌های ارائه شده توسط Cummins & Hiratsuka (2003) و برای شناسایی گونه‌ها از مقالات و گزارش‌های درج شده در بخش مقدمه در مورد زنگ‌های ایران و حسب مورد از منابع تکمیلی در مورد شناسایی زنگ‌ها در سایر کشورهای جهان استفاده شد. گیاهان میزبان نیز به کمک منابع فلوری مربوط به ایران از جمله فلور ایرانیکا (Rechinger 1963-2015) و فلور ایران (Assadi 1987-2018) شناسایی شدند. نمونه‌های زنگ جمع‌آوری و شناسایی شده، در مجموعه مرجع قارچ‌های وزارت جهاد کشاورزی (IRAN) نگهداری می‌شوند.

نتایج و بحث

طی این مطالعه، تعداد ۴۶ گونه قارچ مولد زنگ از هشت جنس مختلف راسته Pucciniales روی ۶۰ گونه میزبانی متعلق به ۱۶ تیره گیاهی شناسایی شدند که در این میان ۳۱ گونه شامل *Aecidium cf. orbiculare* Barclay, J. P. Syd. & Syd روی *Aecidium euphorbiae* Pers.، *Clematis orientalis* L.، *Euphorbia* sp. ex J. F. Gmel.، *Gymnosporangium cf. orientale* P. Syd. & Syd. روی *Melampsora allii-Crataegus meyeri* Pojark. و *Populus nigra* L. var. *populina* Kleb.

M. euphorbiae (Ficinus & *pyramidalis* (Roziar) Spach
Euphorbia seguieriana Neck. روی C. Schub.) Castagne
M. magnusiana G.H.، *E. virgate* Waldst. & Kit. و
Phragmidium rosae- Populus alba L. روی Wagner
Ph. Rosa canina L. روی *pimpinellifoliae* Dietel
Ph. Rosa sp. روی *mucronatum* (Pers.) Schldl.
Rosa × *damascene* روی *tranzschelianum* L.I. Vassiljeva
Rosa × روی *Ph. tuberculatum* Jul. Müll.، Herrm.
Ph. Rosa iberica Steven ex M. Bieb. و *damascene*
Puccinia Rubus sp. روی *violaceum* (Schultz) Brockm.
Artemisia روی *absinthii* var. *absinthii* DC.، Encycl.
روی *P. acroptili* P. Syd. & Syd.، *absinthium* L.
P. allii (DC.) F. Rudolphi، *Acroptilon repens* (L.) DC.
P. A. atroviolaceum Boiss. و *Allium* sp. روی
P. cardui-، *Cirsium* sp. روی *calcitrapae* DC.
Carduus seminudus روی *pycnocephali* P. Syd. & Syd.
Echinops روی *P. echinopsis* DC.، M. Bieb. ex M. Bieb.
P. epilobii-tetragoni G.، *E. orientalis* Trautv. و sp.
P. hordei G.H. Otth، *Epilobium hirsutum* L. روی Winter
روی گیاه ناشناخته، *P. littoralis* Rostr. روی *Juncus*
Phragmites روی *P. magnusiana* Körn.، *gerardii* Loisel.
روی *P. menthae* Pers.، *australis* (Cav.) Trin. ex Steud.
روی *P. mixta* Fuckel، *Mentha longifolia* (L.) Huds.
روی *P. persistens* Plowr.، *Allium atroviolaceum* Boiss.
گیاه ناشناخته، *schism* Bubák روی *Trisetum flavescens*
روی *P. sii-falcariae* (Pers.) J. Schröt.، (L.) P. Beauv
Tranzschelia discolor، *Falcaria vulgaris* Bernh.
روی (Fuckel) Tranzschel & M.A. Litv.
Uromyces glycyrrhizae (Rabenh.)، *Prunus domestica* L.
U. polygoni-avicularis، *Glycyrrhiza* sp. روی Magnu
Polygonum serpyllaceum Jaub. & روی (Pers.) G.H. Otth
روی *U. striatus* J. Schröt.، *P. alpestre* C.A. Mey. و Spach
U. turcomanicus Katajev [as *Medicago sativa* L.
'turcomanicum'] روی *Puschkinia scilloides* Adams و
زیرگونه *P. persistens* subsp. *persistens* Plowr. روی میزبان
گیاهی ناشناخته از تیره گندمیان به‌عنوان آرایه‌های جدید برای
استان اردبیل معرفی می‌شوند.

در بین نمونه‌های شناسایی شده، جنس *Puccinia* با ۲۰ گونه، دارای بالاترین درصد فراوانی می‌باشد. از بین گونه‌های

1- *Gymnosporangium cf. orientale* P. Syd. & Syd., Monogr. Uredin. (Lipsiae) 3(1): 22 (1912) [1915]

روى *Crataegus meyeri* Pojark. (زالزالک)، خلخال، جنگل کندرق، ۱۳۹۷/۵/۱۰، (IRAN 17797F).
در قسمت فوقانی برگ، لکه‌های گرد تا بیضی شکل به رنگ قرمز با هاله زرد رنگ مشاهده گردید. در مرکز این لکه‌ها، اسپرماگونیم‌ها و در سطح تحتانی، درست مقابل این لکه‌ها، اسپوم‌ها روی لکه‌های قهوه‌ای گرد یا بیضی تشکیل می‌شدند. اسپوم‌ها دارای پریدیوم سفید تا قهوه‌ای و به شکل استوانه‌ای خمیده بود. اسپوسپورها به ابعاد (۲۵-) ۲۱/۳۵ (-) ۱۷/۵ × (۴۰-) ۲۶/۵ (-) میکرومتر، به شکل کروی تا بیضوی با دیواره قهوه‌ای و ضخامت ۲/۵-۵ میکرومتر بودند. سلول‌های پریدیوم بی‌رنگ و کشیده بود (شکل ۱). مشخصات این نمونه با گونه *G. orientale* دارد (Sydow & Sydow 1915). این گونه پس از گذشت بیش از یک قرن برای دومین بار روی *Crataegus meyeri* در ایران گزارش می‌شود. این زنگ برای فلور قارچ‌های استان اردبیل جدید می‌باشد.

بررسی شده، پنج میزبان جدید (*Allium atroviolaceum* برای *Rosa canina*، *P. littoralis* برای *Juncus gerardii*، *P. allii* برای *Rosa × damascena* و *Ph. rosae-pimpinellifoliae* برای *Ph. tuberculatum* و *Ph. tranzschelianum* در ایران و دو میزبان گیاهی *Polygonum serpyllaceum* برای *Allium atroviolaceum* و *Uromyces polygoni-avicularis* برای *Puccinia mixta* به‌عنوان میزبان‌های جدید برای دنیا شناسایی و معرفی می‌شوند. دو گونه نسبتاً نادر *Gymnosporangium cf. orientale* روی *Crataegus meyeri* و *Ph. tranzschelianum* روی *Rosa iberica* نیز برای دومین بار از ایران در پژوهش حاضر گزارش می‌شوند. همچنین مرحله اسپومی *U. turcomanicus* برای اولین بار در این پژوهش روی *Puschkinia scilloides* گزارش می‌شود.

در اینجا، ۹ گونه زنگ به لحاظ گزارش میزبان جدید برای ایران یا جهان و یا گزارش نادر برای ایران به شرح زیر معرفی می‌شوند:



شکل ۱. ویژگی‌های ریخت شناختی گونه *Gymnosporangium cf. orientale* (IRAN 17797F) روی *Crataegus meyeri*. A. دستجات اسپوم‌ها در سطح تحتانی B. اسپوسپورها، C. سلول‌های پریدیومی و اسپوسپورها. مقیاس = ۱۰ میکرومتر.

Figure 1. Morphological characteristics of *Gymnosporangium cf. orientale* (IRAN 17797F) on *Crataegus meyeri*. A. Aecia on the lower surface, B. Aeciospores, C. Peridial cells and aeciospores. Bar = 10 µm.

۸۰ (-) ۷۵ میکرومتر بودند. دیواره تلیوسپورها به رنگ قهوه‌ای بلوطی و ضخامت آن‌ها در رأس و طرفین، ۵ میکرومتر بود و روی دیواره زگیل‌های بی‌رنگی دیده می‌شد. تلیوسپورها پاپیل مشخصی در رأس داشتند که طول آن تا ۱۵ میکرومتر اندازه‌گیری شد، طول دنباله تا ۱۴۰ میکرومتر بود. اوردینیسپورها گرد تا تخم‌مرغی شکل به ابعاد (۲۰-) ۱۶/۵ (-) ۱۵ × (۲۲/۵-) ۲۰ (-) ۱۷/۵ میکرومتر و با دیواره بی‌رنگ و دارای خارهای ظریف و ریز بودند. پارافیز در اوردینیسپوم‌ها دیده می‌شد که رأس آن به قطر ۱۲/۵ میکرومتر اندازه‌گیری شد (شکل ۲). با

2- *Phragmidium rosae-pimpinellifoliae* Dietel, Hedwigia 44: 339 (1905)

روى *Rosa canina* L. (نسترن وحشی)، خلخال، جنگل کندرق، ۱۳۸۷/۵/۱۰، (IRAN 17848F).

نمونه دربردارنده مراحل اوردینیسپومی و تلیومی بود. تلیوم‌ها به صورت مجتمع روی دمبرگ‌ها و برگ‌های زیرین تشکیل شده، به رنگ سیاه و به صورت پراکنده، تمام سطح زیرین برگ را پوشانده بودند. تلیوسپورها ۸-۵ سلولی، غالباً ۷-۶ سلولی به رنگ قهوه‌ای آجری و به ابعاد (۳۷/۵-) ۳۵/۶ (-) ۳۰ × (۸۷/۵-)

گزارش *Rosa pimpinellifolia* روی میزبان *pimpinellifoliae* شده است (Gjaerum 1986) و گونه *Rosa canina* میزبان جدیدی برای این گونه در ایران می‌باشد. گزارش این گونه برای فلور قارچ‌های استان اردبیل نیز جدید می‌باشد.

توجه به غالب بودن تلیوسپوره‌های هفت سلولی، شکل تلیوسپورها و پاپیل رأس آن و نیز ساختار قسمت متورم دنباله تلیوسپورها که متفاوت از گونه‌های *Ph. mucronatum* و *Ph. tuberculatum* می‌باشد (Wilson & Henderso 1966)، نمونه تحت گونه فوق قرار داده شد. گونه *Ph. rosae-*



شکل ۲. ویژگی‌های ریخت‌شناختی گونه *Phragmidium rosae-pimpinellifoliae* (IRAN 17848F) روی *Rosa canina*. A. تلیوم‌ها، B. تلیوسپور، C. تلیوسپور نابالغ و اوردینوسپور، D. اوردینوسپور و پارافیزها. مقیاس: B= ۲۰ میکرومتر، C و D= ۱۰ میکرومتر.

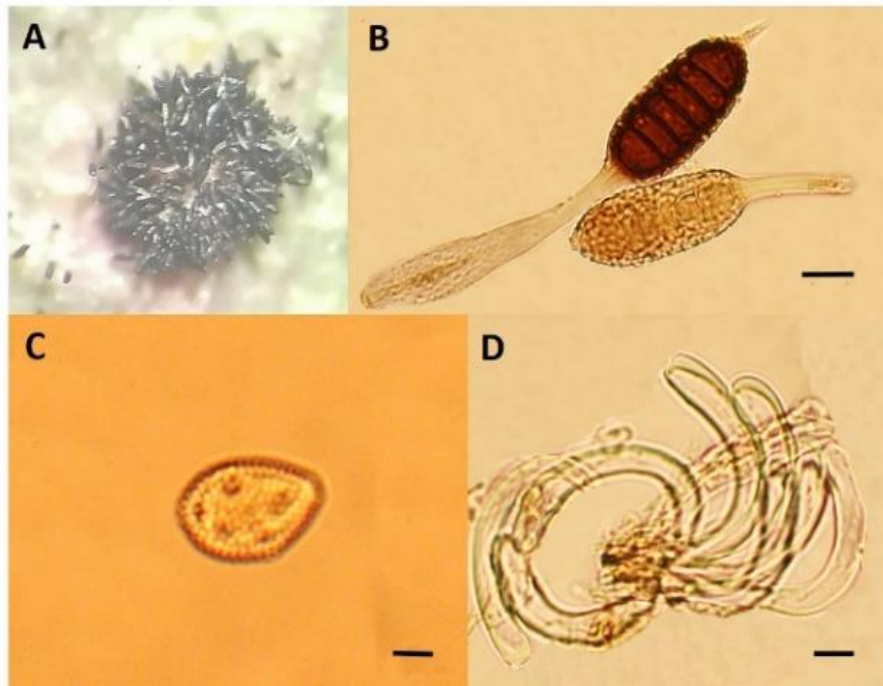
Figure 2. Morphological characteristics of *Phragmidium rosae-pimpinellifoliae* (IRAN 17848F) on *Rosa canina*. A. Telia, B. Teliospore, C. Unripe teliospore and urediniospore, D. Urediniospore and Paraphyses. Bar: B= 20 μ m, C-D: 10 μ m.

دنباله تلیوسپورها تا ۱۱۷/۵ میکرومتر طول داشتند. اوردینوسپورها تخم مرغی شکل به ابعاد (۲۰-۳۰) \times (۲۲/۵-۳۰) میکرومتر به تعداد کمی دیده شده و دارای خارهای برجسته روی سطح اسپور بودند. قطر رأس پارافیز ۱۰-۷/۵ میکرومتر بود (شکل ۳). ویژگی مهم نمونه‌های فوق، وجود تلیوسپورهای ۴-۷ سلولی (اغلب ۷ سلولی) می‌باشد. گونه *Ph. tranzschelianum* روی *Rosa iberica* برای اولین بار از البرز گزارش شده است (Aliabadi et al. 2011) و در این پژوهش، برای دومین بار از ایران گزارش می‌شود. این زنگ برای فلور قارچ‌های استان اردبیل جدید بوده و گونه *Rosa damascena* \times میزبان جدیدی برای آن در ایران محسوب می‌شود.

3- *Phragmidium tranzschelianum* L.I. Vassiljeva, Vesci Akademii Navuk Belaruskai SSR 1: 45 (1957)

روی *Rosa \times damascene* Herrm. (گل محمدی)، اردبیل، محوطه دانشگاه محقق اردبیلی، ۱۳۹۷/۹/۸، (IRAN 17794F)؛ مشگین‌شهر، جنگل حاتم‌میشه‌سی، ۱۳۸۷/۸/۳۰، (IRAN 17849F)

تلیوم‌ها به صورت مجتمع روی دمبرگ‌ها و برگ‌های میزبان تشکیل شده بود. تلیوسپورها قهوه‌ای تیره و به ابعاد (۳۷-۴۲/۵) \times (۳۲/۵-۸۷/۵) \times (۷۹/۶۲-۶۵) میکرومتر بود. ضخامت دیواره سلولی در رأس و طرفین، ۵ میکرومتر و دارای زگیل روی دیواره بود. ضخامت زگیل‌ها تا ۲/۵ میکرومتر بود. پاپیل رأس تلیوسپورها بلند به طول تا ۲۲/۵ میکرومتر بود و



شکل ۳. ویژگی‌های ریخت‌شناختی گونه *Phragmidium tranzschelianum* (IRAN 17849F) روی *Rosa × damascene*. **A.** تلیوم، **B.** تلیوسپور بالغ و نابالغ، **C.** اوردینیوسپور، **D.** پارافیزها. مقیاس: $B=20$ میکرومتر، C و $D=10$ میکرومتر.

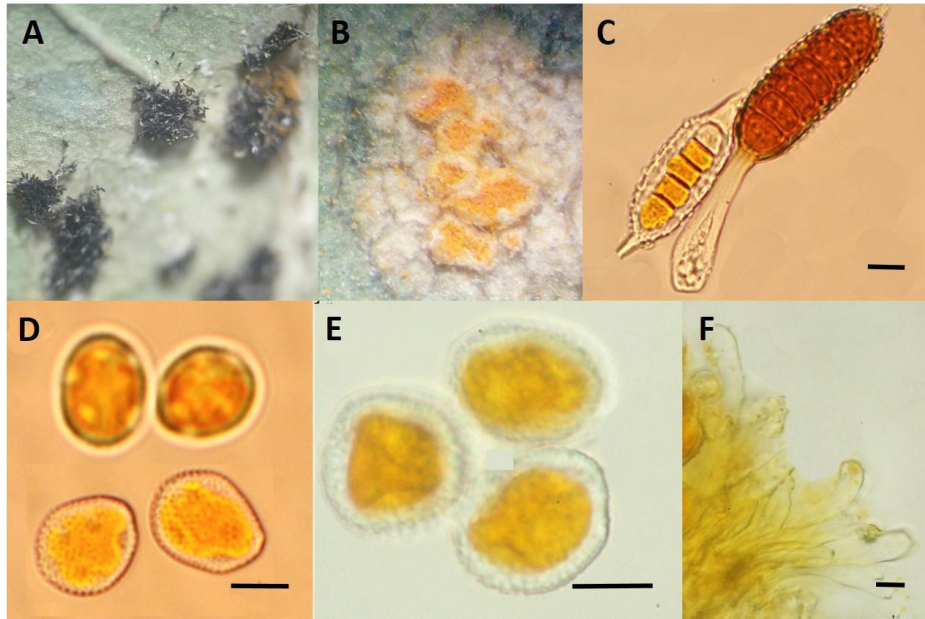
Figure 3. Morphological characteristics of *Phragmidium tranzschelianum* (IRAN 17849F) on *Rosa × damascene*. **A.** Telium, **B.** Mature and immature teliospores, **C.** Uredinospore, **D.** Paraphyses. Bar: B= 20 μ m, C-D: 10 μ m.

اوردینیوسپورها خار-زگیل‌دار بود. منافذ تندشی این اسپورها بزرگ و مشخص بود و به وضوح درون حفره داخلی اسپور دیده می‌شدند. در میان این اسپورها، پارافیزهایی به شکل لوله‌ای سرخمیده شده بی‌رنگ وجود داشت (شکل ۴). گونه *Ph. tuberculatum* یک زنگ بلندچرخه بدون میزبان واسط است و تمام مراحل اسپوری آن روی گونه‌های *Rosa* تشکیل می‌شود. این گونه از لحاظ تعداد سلول‌های تلیوسپور و منافذ تندشی بزرگ در اوردینیوسپورها، از گونه *Ph. mucronatum* متمایز می‌شود (Wilson & Henderso 1966). وجود تا ۷ سلول در تلیوسپورها از ویژگی‌های *Ph. tuberculatum* ذکر شده است، هر چند سایر منابع (Wilson & Henderso 1966)، گونه *Ph. tuberculatum* را با تلیوسپورهای ۴-۶ سلولی می‌شناسند. این زنگ برای فلور قارچ‌های استان اردبیل جدید می‌باشد و گونه *Rosa × damascena* میزبان جدیدی برای زنگ فوق در ایران محسوب می‌شود.

4- *Phragmidium tuberculatum* Jul. Müll., Ber. dt. bot. Ges. 3: 391 (1885)

روی *Rosa × damascene* Herrm. (گل محمدی)، اردبیل، محوطه دانشگاه محقق اردبیلی، ۱۳۹۷/۷/۳۰، (II+III)، (IRAN 17795F و 17796F)، (I)، ۱۳۹۸/۳/۷، *Rosa iberica* Steven ex M.Bieb. (رز قفقازی)، نمین، روستای میناآباد، ارتفاع ۱۶۷۴ متر، ۱۳۹۷/۸/۳، (IRAN 17797F).

اسیوم‌ها، اوردینیوم‌ها و تلیوم‌ها روی سطح زیرین برگ تشکیل شده بودند. دیواره اسپوسپورها دارای زگیل‌های پهن و متراکم بود. تلیوسپورها ۴-۷ (اغلب ۶ سلولی) بودند. پاییل این اسپورها بزرگ و مشخص بود. تلیوسپورها به ابعاد (۳۷/۵-) $34/75 \times (30-)$ (۱۰۵-) $92/62$ (۷۵-) میکرومتر بودند. ضخامت دیواره در رأس و طرفین تا ۷/۵ میکرومتر و زگیل‌دار بوده و طول دنباله تا ۱۲۵ میکرومتر می‌رسید. اوردینیوسپورها به اشکال کروی، بیضوی تا تخم‌مرغی و به ابعاد (۲۵-) $19/75 \times (17/5-)$ (۳۵-) $27/85$ (۲۵-) میکرومتر بودند. دیواره



شکل ۴. ویژگی‌های ریخت شناختی گونه *Phragmidium tuberculatum* (IRAN 17797F) روی *Rosa × damascene*. **A.** تلیوم‌ها، **B.** اوردینیوم‌ها، **C.** تلیوسپورهای بالغ و نابالغ، **D.** اوردینیوسپورها، **E.** اسیوسپورها، **F.** پارافیزها. مقیاس: B= ۲۰ میکرومتر، D تا F= ۱۰ میکرومتر.

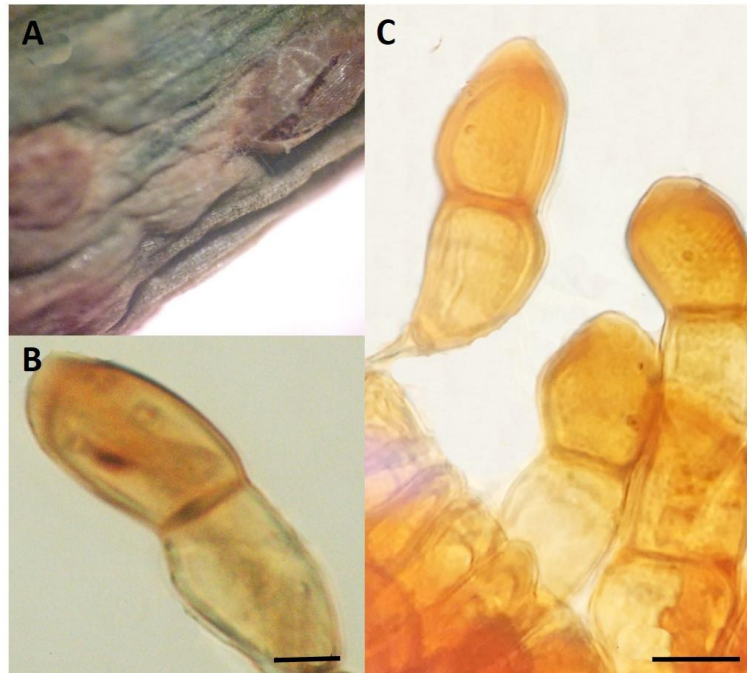
Figure 4. Morphological characteristics of *Phragmidium tuberculatum* (IRAN 17797F) on *Rosa × damascene*. **A.** Telia, **B.** Uredinia, **C.** Teliospores (Bar = 20 μ m), **D.** Urediniospores (Bar = 10 μ m), **E.** Aeciospores (Bar = 10 μ m), **F.** Paraphyses. Bar: C= 20 μ m, D-F: 10 μ m.

پراکنده به تعداد کم روی برگ تشکیل می‌شدند. تلیوسپورها دوسلولی، کشیده و به رنگ قهوه‌ای روشن با نوکی تخت تا کمی برآمده دیده می‌شدند و به ابعاد (۲۵-) ۲۱/۱۵ × (۱۵-) ۵۷/۵ (-) ۵۰/۸۵ میکرومتر بودند. ضخامت دیواره تلیوسپورها در راس تا ۷/۵ میکرومتر و در طرفین ۲/۵ میکرومتر بود و طول دنباله تا ۱۷/۵ میکرومتر می‌رسید (شکل ۵). با توجه به ویژگی‌های ریخت‌شناختی ذکر شده، این نمونه تحت گونه *P. allii* با مفهوم وسیع آن قرار داده شد. این گونه برای فلور قارچ‌های استان اردبیل جدید می‌باشد و گونه *Allium atroviolaceum* میزبان جدیدی برای *P. allii* در ایران محسوب می‌شود. (Singh & Basandraik (1988) *P. allii* را برای اولین بار روی سیر از ایالت پنجاب هندوستان گزارش نمودند.

5- *Puccinia allii* (DC.) F. Rudolphi, Linnaea 4: 392 (1829), s. lat.

روی *Allium* sp. اردبیل، ۱۳۹۸/۷/۲۹، (IRAN 17802F)؛
Allium atroviolaceum Boiss. (پیاز بنفش)، پارس‌آباد،
۱۳۹۸/۲/۳۱، (IRAN 17822F).

اوردینیوم‌ها به شکل جوش‌های نارنجی همراه با هاله‌هایی سفید رنگ در هر دو سطح برگ تشکیل می‌شد. ابعاد اوردینیوسپورها (۲۲/۵-) ۱۹/۳۵ (-) ۱۷/۵ × (۳۰-) ۲۵/۱۰ (-) ۲۰ میکرومتر، دیواره اسپورها اغلب زرد رنگ یا بی‌رنگ با ضخامت ۱/۵-۲ میکرومتر و به طور نسبتاً ظریف و متراکم خاددار بود. منافذ تندشی اغلب غیر قابل شمارش ولی در مواردی ۸-۱۰ منفذ تندشی پراکنده شمارش شد. تلیوم‌ها به رنگ قهوه‌ای تیره و به شکل گرد یا بیضی شکل بوده و به طور



شکل ۵. ویژگی‌های ریخت شناختی گونه *Puccinia allii* (IRAN 17822F) روی *Allium atroviolaceum*. A. تلیوم‌ها، B و C. تلیوسپورها. مقیاس: B= ۱۰، C= ۲۰ میکرومتر.

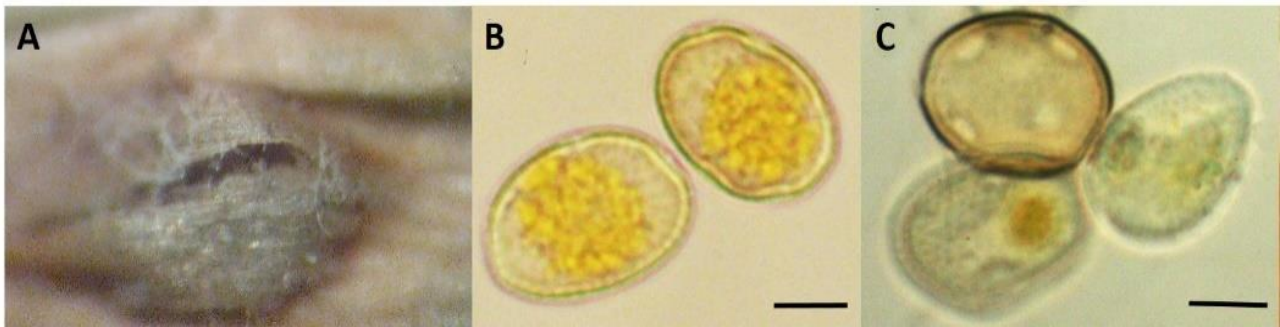
Figure 5. Morphological characteristics of *Puccinia allii* (IRAN 17822F) on *Allium atroviolaceum*. A. Telia, B, C. Teliospores. Bar: B= 10 μ m, C= 20 μ m.

اوردینیوسپورهای *P. mixta* است (Samadi 2010). با اینکه نام Majewski (1979) و Wilson & Henderson (1966) معتبر برای زنگ پیاز را *P. allii* دانسته و *P. mixta* و *P. porri* را مترادف آن می‌دانند، اما تعداد منافذ تندشی گونه *P. allii* را ۵-۱۰ ذکر می‌کنند. این در حالی است که در نمونه‌های بررسی شده، منافذ ۱۰-۱۵ هستند. گونه *Allium atroviolaceum* برای زنگ *P. mixta* به عنوان میزبان جدید برای جهان گزارش می‌شود. گزارش این گونه برای فلور قارچ-های استان اردبیل هم جدید می‌باشد.

6- *Puccinia mixta* Fuckel, Jb. nassau. Ver. Naturk. 23-24: 58 (1870) [1869-70]

روی *Allium atroviolaceum* Boiss. (پیاز بنفش)، پارس-آباد، ۱۳۹۸/۲/۳۱، (IRAN 17822F).

اوردینیوم‌ها قهوه‌ای روشن و به شکل گرد یا بیضوی و پراکنده روی برگ قرار داشتند. اطراف جوش‌ها هاله زردرنگی دیده می‌شد. دیواره اوردینیوسپورها به رنگ قهوه‌ای روشن و گاهی بی‌رنگ با ضخامت ۲/۵ میکرومتر و دارای خارهای ظریفی بود. اوردینیوسپورها به ابعاد (۲۲/۵-۱۹/۳۷) (۱۷/۵-۳۰) (۲۵/۱۲) میکرومتر بودند. این اسپورها دارای ۱۵-۱۰ منفذ تندشی پراکنده بودند. در بخش‌هایی از نمونه بررسی شده روی *A. atroviolaceum* فقط مرحله اوردینیومی با اوردینیوسپورهای دارای ۱۰-۱۳ و حتی ۱۵ منفذ تندشی پراکنده مشاهده شد (شکل ۶). این ویژگی منطبق با



شکل ۶. ویژگی‌های ریخت‌شناختی گونه *Puccinia mixta* (IRAN 17822F) روی *Allium atroviolaceum*. A. اوردینیوم، B و C. اوردینیوسپورها. مقیاس = ۱۰ میکرومتر.

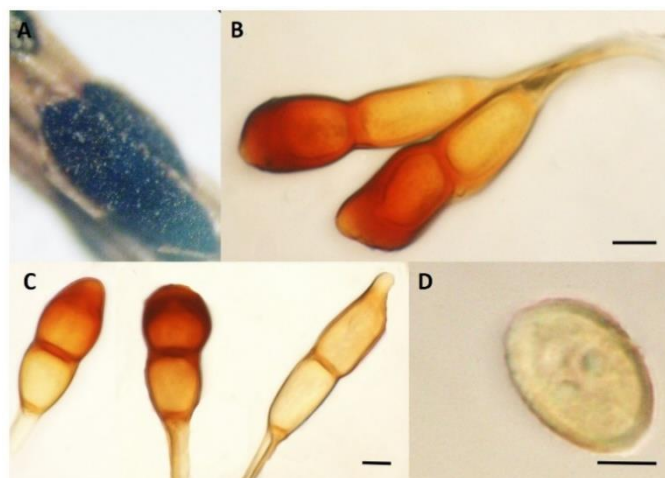
Figure 6. Morphological characteristics of *Puccinia mixta* (IRAN 17822F) on *Allium atroviolaceum*. A. Urdinium, B, C. Urediniospores. Bar= 10 μ m.

اندکی بالاتر از استوا تا قطبی بودند. زیر هر منفذ، دیواره اوردینیوسپور صاف و فاقد خار بود. تلیوسپورها گریزی کشیده، واژتخم مرغی یا باریک یا دوکی شکل، به اندازه $(-22/5) \times 19/25$ $(-15) \times (47/10) \times (-55)$ میکرومتر و دیواره بلوطی رنگ یا زرد مایل به قهوه‌ای بودند. دیواره تلیوسپورها در رأس با ضخامت تا ۸ میکرومتر اندازه‌گیری شد (شکل ۷). مزوسپورها نیز در این نمونه دیده شدند. این گونه اولین بار توسط (2008) *Ghasemi-Kazeroni et al.* تحت نام *P. aff. littoralis* روی گونه میزبان *Juncus punctorius* از فارس گزارش شد. در این تحقیق، گونه *J. gerardii* میزبان جدیدی برای زنگ فوق در ایران محسوب می‌شود و گزارش گونه *P. littoralis* برای فلور قارچ‌های استان اردبیل، جدید می‌باشد.

7- *Puccinia littoralis* Rostr., in Thümen, Mycoth. Univ., cent. 4: no. 327 (1876)

روی *Juncus gerardii* Loisel. (سازوی شوره‌زار)، اردبیل، شورابیل، ارتفاع ۱۲۸۹ متر، ۱۳۹۸/۵/۴، (IRAN 17810F) و ۱۳۹۸/۶/۱۵، (IRAN 17809F).

تلیوم‌ها به شکل جوش‌های بیضوی کوچک به رنگ سیاه روی گیاه تشکیل می‌شدند و این جوش‌ها به حالت فشرده و ظاهری برآمده همراه با بقایای اپیدرم دیده می‌شدند. اوردینیوسپورها به صورت لایه‌ای به رنگ قهوه‌ای دارچینی روی سطح برخی تلیوم‌ها دیده شدند. اوردینیوسپورها غالباً بیضوی یا واژتخم مرغی و به ابعاد $(-20) \times 17 \times (-12/5)$ $(-27/5) \times 22/5$ میکرومتر و دارای دیواره‌ای به ضخامت ۲ میکرومتر و خاردار بودند. اوردینیوسپورها دارای ۲ منفذ تندشی استوایی،



شکل ۷. ویژگی‌های ریخت‌شناختی گونه *Puccinia littoralis* (IRAN 17809F) روی *Juncus gerardii*. A. تلیوم‌ها، B و C. تلیوسپورها، D. اوردینیوسپور. مقیاس = ۱۰ میکرومتر.

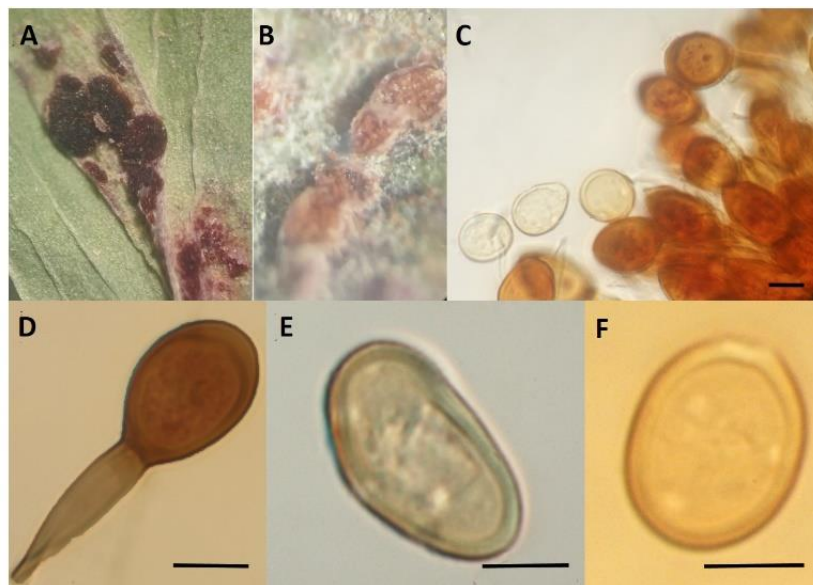
Figure 7. Morphological characteristics of *Puccinia littoralis* (IRAN 17809F) on *Juncus gerardii*. **A.** Telia, **B, C.** Teliospores (Bar = 10 μm), **D.** Urediniospore. Bar = 10 μm.

استوا و یک منفذ هم در ناحیه subapical اسپور قرار داشتند. تلیوسپورها تک سلولی و به اشکال کروی، بیضوی و تخم‌مرغی شکل، به ابعاد (۲۰-) ۱۷/۷۵ (۱۵-) × (۳۷/۵-) ۲۵/۷۵ (۲۲/۵ میکرومتر و در قسمت نوک سلولی، ضخیم و به ضخامت ۵-۷/۵ میکرومتر بودند. دیواره تلیوسپورها صاف و به ضخامت ۲/۵ میکرومتر بود و دنباله تا ۸۷/۵ میکرومتر می‌رسید (شکل ۸). گونه *U. polygoni-avicularis* زنگ بلند چرخه جورسرایه (Autoecious) است که اغلب گونه‌های *Polygonum* و به ندرت گونه‌های *Rumex* را آلوده می‌کند (Wilson & Henderson 1966). گونه *U. polygoni-avicularia* تنها روی میزبان *Polygonum aviculare* L. از خلخال استان اردبیل گزارش شده است و برای اولین بار روی میزبان‌های *P. serpyllaceum* و *P. alpestre* از اردبیل گزارش می‌شود. طبق اطلاعات ما، گونه *P. serpyllaceum* میزبان جدیدی برای *U. polygoni-avicularia* در جهان محسوب می‌شود.

8- *Uromyces polygoni-avicularis* (Pers.) G.H. Otth, Mitt. naturf. Ges. Bern 531-552: 87 (1864) [1863]

روی *Polygonum serpyllaceum* Jaub. & Spach (علف هفت‌بند پر ریشه‌ای)، اردبیل، پارک معلم، ارتفاع ۱۳۳۹ متر، ۱۳۹۷/۸/۲، (II+III)، (IRAN 17833F)؛ شورابیل، ۹۷/۹/۸، *Polygonum alpestre* C.A. Mey.؛ (IRAN 17834F)، (II+III) (هفت‌بند کوهستانی)، اردبیل، پارک لاله، ارتفاع ۱۳۶۵ متر، (IRAN 17835F) ۱۳۹۸/۷/۵.

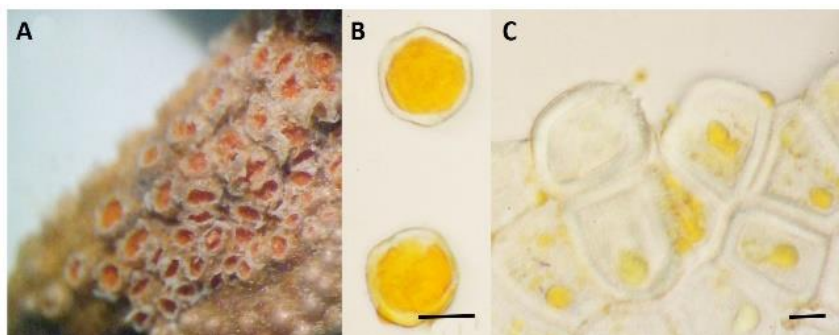
اوردینیوم‌ها زیر برگ‌ها به صورت پراکنده و به حالت پودری به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شدند. تلیوم‌ها به رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه به صورت پراکنده در زیر برگ‌ها تشکیل می‌شدند. اوردینیوسپورها کروی تا بیضوی و به رنگ قهوه‌ای روشن، به ابعاد (۲۰-) ۱۸/۸۵ (۱۵-) × (۲۷/۵-) ۲۱/۸۵ (۲۰-) میکرومتر و دارای دیواره به طور متراکم زگیل‌دار به ضخامت ۲/۵ میکرومتر بودند. منافذ تندشی در این اسپورها ۲-۵ عدد شمارش شد که در اسپورهایی با بیش از ۳ منفذ تعدادی در



شکل ۸. ویژگی‌های ریخت‌شناختی گونه *Uromyces polygoni-avicularia* (IRAN 17833F) روی *Polygonum serpyllaceum*. **A.** تلیوم‌ها، **B.** اوردینیوم‌ها، **C.** تلیوسپورها و اوردینیوسپورها، **D.** تلیوسپورها، **E و F.** اوردینیوسپورها. مقیاس = ۱۰ میکرومتر.

Figure 8. Morphological characteristics of *Uromyces polygoni-avicularia* (IRAN 17833F) on *Polygonum serpyllaceum*. **A.** Telia, **B.** Uredinia, **C.** Teliospores and urediniospores (Bar = 10 μm), **D.** Teliospore (Bar = 10 μm), **E, F.** Urediniospores. Bar = 10 μm.

چند وجهی بودند. ابعاد اسیوسپورها $21-27 \times 19-21$ میکرومتر اندازه‌گیری شد. دیواره اسیوسپورها به طور ظریف و متراکم زگیل‌دار و ضخامت دیواره ۲-۱/۵ میکرومتر بود (شکل ۹). بر اساس بررسی‌های انجام شده، گزارشی از وقوع مرحله اسیومی روی جنس *Puschkinia* یافت نشد. این جنس به قبیله Hyacintheae تعلق داشته و دارای قرابت با دیگر اعضای این قبیله از جمله *Muscari* و *Bellevalia* می‌باشد. اعضای دو جنس اخیر به عنوان میزبان‌های اسیومی *U. turcomanicus* s.l. در نظر گرفته شده‌اند (Cummins 1971)، اما در تحقیق حاضر، مرحله اسیومی *U. turcomanicus* برای اولین بار روی *Puschkinia scilloides* تشریح می‌شود. این گونه برای فلور قارچ‌های استان اردبیل نیز جدید است.



شکل ۹. ویژگی‌های ریخت شناختی گونه *Uromyces turcomanicus* (IRAN 17842F) روی *Puschkinia scilloides*. A. اسیوم‌ها، B. اسیوسپورها، C. سلول‌های پریدیومی. مقیاس = ۱۰ میکرومتر.

Figure 9. Morphological characteristics of *Uromyces turcomanicus* (IRAN 17842F) on *Puschkinia scilloides*. A. Aecia, B. Aeciospores, C. Peridial cells. Bar= 10 μ m.

فناوری دانشگاه محقق اردبیلی انجام شده است، بدین وسیله نویسندگان مراتب قدردانی خود را از حمایت‌های ایشان ابراز می‌دارند.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل بخشی از نتایج پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول است که با حمایت معاونت محترم پژوهش و

References

- Abbasi M, 2000. An investigation on the rust fungi phlogeny and their evolution. *The scientific Journal of Agriculture* 23(1): 93-134.
- Abbasi M, 2001. Some new records for the Iranian rust flora. *Rostaniha* 2(1-4): 31-37.
- Abbasi M, 2003. Some new and poorly known rusts (Uredinales) from Iran. *Rostaniha* 4(1-2): 13-25.
- Abbasi M, 2019. Additions to the rust mycobiota of Iran. *Rostaniha* 20(1): 70-75.
- Abbasi M, Aliabadi F, 2009. The List of Fungi Recorded in Proceedings of 12th to 18th Iranian Plant Protection Congress (1995-2008). Science and Art Publication, Tehran, Iran.
- Abbasi M, Hedjaroud, GHA, Ershad D, Termeh F, 1996. Contribution to the knowledge of *Puccinia* species in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 32(3-4): 244-267.
- Abbasi M, Minassian V, 2005. Additions to the Khuzestan rust flora. *The Scientific Journal of Agriculture* 28(1): 45-62. (In Persian with English summary).
- Aliabadi F, Abbasi, M, Rezaee, S. 2011. Rust mycobiota of central Alborz, Northern Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 47(3): 207-223.
- Annerose H, 2020. Host-parasite interaction during subepidermal sporulation and pustule opening in rust fungi (Pucciniales). *Protoplasma* 257(1): 783-792.
- Assadi M, (chief ed.) 1987-2018. Flora of Iran vols 1-149. Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, Tehran (In Persian with English summary).

- Chester KS, 1946. The Nature and Prevention of the Cereal Rusts as Exemplified in the Leaf Rust of Wheat. Chronica Botanica Co.: Waltham, Massachusetts, USA.
- Cummins GB, 1971. The Rust Fungi of Cereal, Grasses and Bamboos. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, Newyork.
- Cummins GB, Hiratsuka N, 2003. Illustrated Genera of Rust Fungi. 3rd edn. St Paul, MN: American Phytopathological Society.
- Daneshvar Vousoughi F, Dinpashoh Y, 2013. Trends of groundwater quality of Ardabil plain using the Spearman method. *Journal of Environmental Studies* 38(4): 17–28.
- Ghasemi-Kazeroni E, Abbasi M, Javadi SB, Sajedi S, Rezai S, 2008. A report on the plant parasitic fungi of Fars Province, Iran. *Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress*, vol. II, 24–27 August, Hamedan, Iran P. 664.
- Ghasemi Kazerouni E, Abbasi M, Rezaei S, 2009. Addition to the rust fungi (Pucciniales) of Fars province, southern Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 45(2): 115–132. (In Persian with English summary).
- Gjaerum HB, 1986. Rust fungi (Uredinales) from Iran and Afghanistan. *Sydowia* 39: 68–100.
- Gjaerum HB, 1991. Studies in rusts (Uredinales) on Astragalus (Fabaceae). *Edinburgh Journal of Botany* 48(3): 393–401.
- Kaviani Dastgerdi S, 2013. Identification of Rust and Smut fungi of plants in Kohgilouyeh and Boyer-Ahmad province, MSc thesis, Faculty of Agriculture, Yasouj University (In Persian with English summary).
- Kirk PM, Cannon PF, Minter DW, Stalpers JA, 2008. Dictionary of the Fungi. 10th ed. CAB International Wallingford.
- Majewski T, 1979. Grzyby (Mycota) Tome XI: Podstawczak (Basidiomycetes) Rdzawnikowe (Uredinales) II- Flora Polska Rosliny zarodnikowe Polskii Ziem osciennych, Warszawa, Krakaw.
- Moaven E, Abbasi M, Mousavi M, Soleymani MJ, 2005. A report on the rust fungi of Hamedan province (Iran). *Rostaniha* 6(1): 31–45 (In Persian with English summary).
- Omran A, Roohparvar R, 2021. First report of TTRTF race of the wheat stem rust pathogen, *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* from Iran (Northwest, Cold Zone). *Journal of Applied Research in Plant Protection* 9 (4): 101–103.
- Petrak F, Esfandiari E, 1941. Beiträge zur Kenntnis der naturhistorischen Pilzflora. *Annales Mycologici* 39(2-3): 204–228.
- Rechinger KH, (Ed.) 1963-2015. Flora Iranica. vols. 1–181. Akad. Ddruck-u Verlagsanstalt, Graz.
- Samadi S, Abbasi M, Esmaeilzadeh Hosseini A, 2010. Identification of Fungi in Yazd Province: Erysiphales, Ustilaginales and Uredinales. Yazd Thinkers Publications. (In Persian with English summary).
- Singh PJ, Basandraik AK, 1988. New report of garlic rust from Punjab State. *Current-Science, India* 57(5): 266–267.
- Sydow, P. and Sydow, H. 1915. Monographia Uredinearum. Vol. III. Pucciniaceae (excl. Puccinia et Uromyces)-Melampsoraceae-Zaghouaniaceae-Coleosporiaceae. Gebr. Bornträger, Leipzig. 726 p.
- Unger F, 1833. Die Exantheme der Pflanzen und einige, mit diesen verwandten Krankheiten dieser Gewächse. Pathogenetisch und nosographisch dargestellt Gerold, Vienna.
- Viennot-Bourgin G, Ale-Agha N, 1985. Etude d'uredinees du Moyen-Orient. *Cryptogamie, eMycologie* 6(1): 29–42.
- Wilson DS, Henderson DM, 1966. Brithish Rust Fungi. Cambridge University Press.



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)