Archive of SID

رستنیها، جلد ۵، ۱۳۸۳

رده بندی گونه *Puccinia striiformis* s. l. عامل زنگ زرد گندمیان در ایران

Taxonomy of *Puccinia striiformis* s. l. in Iran

مهرداد عباسی*، قربانعلی حجارود، مارکوس شولر و استفان ب گودوین

بخش تحقیقات رستنی‌ها، موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی؛

گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

و بخش تحقیقات کشاورزی، ایندیانا، ایالات متحده آمریکا

دریافت ۱۳۸۳/۵/۱۴ پذیرش ۱۳۸۳/۱۰/۲

چکیده

بررسی‌های ریخت شناسی و تجزیه و تحلیل توالی نواحی ITS1، ITS2 و ژن 5.8S از DNA ریبوزومی مشخص نمود بین جدایه‌های زنگ زرد روی اعضای قبیله Triticeae شامل گندم و جو و جدایه‌هایی از این زنگ روی *Dactylis glomerata* و *Poa pratensis* اختلافات ثابت قابل توجهی موجود است. لذا بر اساس نتایج به دست آمده، یک سیستم سه گونه‌ای برای نام‌گذاری *Puccinia striiformis* s. lat. پیشنهاد گردید. بر اساس این سیستم نام‌گذاری گونه *P. striiformis* s. str. به جمعیت‌های این زنگ غالبا روی اعضای قبیله Triticeae اطلاق می‌گردد. برای جمعیت‌های زنگ زرد روی *D. glomerata* نام *P. striiformoides* nom. et stat. nov. در نظر گرفته شد و جمعیت‌های این زنگ روی *Poa pratensis* تحت گونه *P. pseudostriiformis* sp. nov. قرار داده شدند.

واژه‌های کلیدی: قارچ، زنگ زرد، گندمیان، *Puccinia*، رده بندی

---

* مسئول مکاتبه

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گونه *Puccinia striiformis* Westend. عامل زنگ زرد یا نواری به واسطه دارا بودن تلیوم‌ها و اوردینیوم‌هایی که غالباً روی نوارهای مشخص کلروتیک یا نکروتیک تشکیل می‌شوند و اوردینیوسپورهای با دیواره بی رنگ و منافذ تندشی غیر واضح از سایر گونه‌های *Puccinia* روی گندمیان مجزا می‌گردد. *کومینز* (Cummins 1971) با در نظر گرفتن یک مفهوم وسیع برای گونه *P. striiformis* گونه‌هایی از ۴۴ جنس مختلف از تیره گندمیان را به عنوان دامنه میزبانی این گونه ذکر می‌نماید. *هاسبروک* (Hassebrauk 1965) ضمن بررسی تاریخچه نامگذاری گونه قارچ عامل زنگ زرد منشا آن را از ناحیه اروپا- آسیا (Eurasian) می‌داند و معتقد است این گونه ابتدا روی گونه‌های گندمیان غیرمزروع شیوع داشته و سپس با ظهور گونه‌های زراعی گندمیان آنها را نیز آلوده نموده است. *هاسبروک* (۱۹۶۵) در حدود ۲۳۰ گونه از تقریباً ۴۰ جنس گندمیان غیرمزروع را به عنوان میزبان‌های طبیعی زنگ زرد نامبرده است.

درخصوص رده بندی زنگ زرد *منرز* (Manners 1960) جمعیت‌هایی از این گونه روی *Dactylis glomerata* را به دلیل تفاوت‌های ریخت شناختی بارز با تیپ این گونه تحت نام واریته جدید *P. striiformis* var. *dactylidis* معرفی نموده است. گفتنی است که هولوتیپ این واریته نمونه‌ای است که از فشم در اطراف تهران جمع آوری شده است. *منرز* (۱۹۶۰) علاوه بر تفاوت‌های ریخت شناختی بین واریته *dactylidis* با واریته تیپ آن به تفاوت‌های فیزیولوژیک بین دو واریته نیز اشاره می‌نماید. *کومینز* (۱۹۷۱) نیز دو واریته فوق یعنی *striiformis* var. و *dactylidis* var. را برای گونه قارچ عامل زنگ زرد ذکر نموده است. *تولنار* و *هوستون* (Tollenaar & Houston 1967) بر اساس دامنه میزبانی و نیازهای حرارتی ایزوله‌های زنگ زرد روی گونه‌های *Poa* را متفاوت از سایر جدایه‌های زنگ زرد دانسته و آن را تحت فرم اختصاصی جدید *P. striiformis* f. sp. *poae* معرفی نمودند. *اولریش* (Ullrich 1977) نیز ضمن اشاره به تفاوت‌های موجود بین جدایه‌های زنگ زرد روی گندم، *Poa* و *Dactylis* پیشنهاد می‌نماید که جمعیت‌های این زنگ روی *Poa* و *Dactylis* تحت یک واریته قرار داده شوند. *شورتز* (Swertz 1994) ضمن مطالعه ریخت شناسی هیف تندشی اوردینیوسپورها و نقوش باندهای حاصل از بررسی ایزوزایم‌های متفاوت در جمعیت‌های مختلف زنگ زرد روی گندم، جو، *Dactylis* و *Poa* ضمن تایید وارتیه *P. striiformis* var. *dactylidis* جمعیت‌های زنگ زرد روی *Poa pratensis* را تحت واریته جدید *P. striiformis* var. *poae* معرفی می‌نماید. *ساویل* (Savile 1984) بر اساس خصوصیات ریخت شناختی و دامنه میزبانی *P. striiformis* s.l.، تقسیم این گونه وسیع به حداقل دو گونه مجزا را پیشنهاد نموده است. وی معتقد است که گونه عامل زنگ زرد، *P. striiformis*، غالباً اعضای قبیله Triticeae را آلوده می‌سازد. در ایران

www.SID.ir

Archive of SID

گونه *P. striiformis* s. l. روی گندمیان متعددی گزارش گردیده است. گزارش‌های مربوط به این گونه در ایران در جدول ۱ درج گردیده است.

در تحقیق حاضر، طی بررسی‌های ریخت شناختی و با بهره گیری ازنتایج حاصل از مطالعات مولکولی ضمن تایید تفاوت در درون گونه *P. striiformis* s. l. مشخص گردید که لازم است این گونه با مفهوم وسیع آن *P. striiformis* s. l. به سه گونه مجزا تقسیم گردد.

روش بررسی

نمونه‌های مورد بررسی در این تحقیق غالباً طی سالهای ۷۸-۱۳۷۰ از مناطق مختلف کشور جمع آوری گردیده‌اند. همچنین نمونه‌هایی از مجموعه قارچ‌های هرباریوم وزارت جهاد کشاورزی (IRAN)، هرباریوم دانشکده کشاورزی کرج (KAR) و هرباریوم آرتور (PUR) واقع در دانشگاه پوردو در ایالات متحده آمریکا مورد بررسی و بازبینی قرار گرفتند. تمامی نمونه‌های جمع آوری شده از مناطق مختلف ایران پس از بررسی و تعیین نام در هرباریوم وزارت جهاد کشاورزی (IRAN) ثبت و نگهداری شدند. فهرست نمونه‌های بررسی شده در قسمت نتایج و شرح گونه‌ها در ذیل هر گونه تعیین نام شده درج گردیده‌اند. در خصوص مطالعات ریخت شناختی از روش‌های ارایه شده توسط *عباسی* و همکاران (Abbasi *et al.* 2002) بهره گرفته شد. به منظور مشاهده منافذ تندشی اوردینیوسپورها علاوه بر استفاده از لاکتوفنل از ترکیبات دیگری چون کلرال هیدرات ۵٪ و محلول هویر (Hoyer's mounting fluid) استفاده شد. در خصوص استفاده از کلرال هیدرات برای تهیه اسلایدهای میکروسکوپی جهت جلوگیری یا به تاخیر انداختن تبخیر این ماده و خشک شدن اسلایدها مقدار اندکی گلسیرین به محلول ۵٪ کلرال هیدرات اضافه گردید. عکس‌های میکروسکوپی با سیستم فتومیکروگرافی (Photomicrographic system) مدل PM-10AD سازگار با میکروسکوپ الیمپوس مدل BH2 تهیه گردیدند. در مورد نام مراحل مختلف زنگ‌ها وهاگ‌های مراحل مختلف همچنین تزیینات سطح هاگ‌ها و نحوه استقرار منافذ تندشی در سطح اوردینیوسپورها از مجموعه اصطلاحات ارایه شده توسط *کومینز* و *هیراتسوکا* (Cummins & Hiratsuka 1983) استفاده شد. در مورد نامگذاری گندمیان میزبان غالبا از اسامی ارایه شده توسط *بور* (Bor 1970) استفاده شد. برای رده بندی تیره Poaceae و اسامی مربوط به زیر تیره‌ها، بالا قبیله‌ها و قبیله‌ها از سیستم طبقه بندی ارایه توسط *واتسون* و *دالویتز* (Watson & Dallwitz 1992) استفاده گردید.

جهت انجام بررسی‌های مولکولی ۲۲ نمونه هرباریومی زنگ غالبا روی گندمیان (جدول ۲) شامل چهار نمونه زنگ زرد روی میزبان‌های مختلف تعیین توالی شدند. استخراج DNA از نمونه‌های هرباریومی زنگ‌های مورد مطالعه بر اساس روش *تیلور* و *سوان* (Taylor & Swann 1994) با اندکی تغییر، از مراحل مختلف هاگی شامل اسیوسپورها،

www.SID.ir

Archive of SID

اوردینیوسپورها و تلیوسپورها انجام شد. علاوه بر این، روش ساییدن هاگ‌ها داخل بافر استخراج (grinding method) نیز مورد استفاده قرار گرفت. در این روش برای استخراج DNA مقدار حدود ۰/۰۲ میلی گرم (حدود ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ اسپور) از اسیوسپورها، اوردینیوسپورها یا تلیوسپورها به ۵۰ میکرولیتر از بافر Low-EDTA TE (0.089 M Tris-base, 0.045 M boric acid, 0.05 µM EDTA + 1% 2-mercaptoethanol) داخل لوله‌های پلاستیکی (اپندورف) ۱/۵ میلی‌لیتری اضافه شده و به کمک مته‌های پلاستیکی نصب شده روی دستگاه مته برقی ساییده شدند. جهت انجام PCR برای تکثیر تمامی ناحیه ITS شامل انتهای ´۳ ژن 18S rRNA، ناحیه ITS1، ژن 5.8S rRNA، ناحیه ITS2 و انتهای ´۵ ژن 28S rRNA از آغازگرهای ITS4 و ITS5 استفاده گردید (White *et al*. 1990). جهت تکثیر DNA از برنامه PCR ارایه شده توسط *زامبینو* و *زیبو* (Zambino & Szabo 1993) استفاده شد. پارامترهای PCR شامل ۴۰ سیکل از دماهای ۹۴ درجه سانتی‌گراد برای ۳۰ ثانیه، ۵۰ درجه برای یک دقیقه، ۷۲ درجه برای ۲ دقیقه و مرحله بسط نهایی در ۷۲ درجه سانتی‌گراد برای ۱۰ دقیقه بودند. پس از اتمام PCR محصولات PCR روی ژل آگارز ۱٪ بررسی گردیدند. در صورت مشاهده باندهای مورد نظر روی ژل با استفاده از کیت GENECLEAN SPIN kit (BIO 101, Vista, CA) نسبت به استخراج DNA از آگارز اقدام گردید. پس از اندازه گیری DNA استخراج شده با استفاده از دستگاه fluorometer نسبت به کلن سازی (DNA cloning) با استفاده از کیت TA Cloning Kit (Invitrogen Corp., Carlsbad, CA) اقدام گردید. جهت استخراج پلاسمید حاوی قطعه DNA مورد نظر از کیت Wizard miniprep kit (Promega, Madison, WI) استفاده شد. قبل از انجام تعیین توالی DNA وجود قطعه DNA مورد نظر در پلاسمیدها یا حامل‌های کلن سازی با استفاده از *Eco*RI و الکتروفورز روی ژل آگارز کنترل شد. نمونه‌های DNA مطابق با روش ارایه شده توسط *گودوین* و *زیسمان* (Goodwin & Zismann 2001) و با استفاده از کیت ThermoSequenase fluorescent labelled primer cycle sequencing kit (Amersham Pharmacia Biotech) برای تعیین توالی آماده شده و با استفاده از دستگاه ALF express automated DNA sequencer (Amersham Pharmacia Biotech) تعیین توالی شدند. به طور معمول بیش از یک کلن از هر نمونه زنگ، جهت اجتناب یا به حداقل رساندن اشتباهات احتمالی ایجاد شده طی تکثیر DNA (PCR amplification) تعیین توالی شدند. جهت ترسیم شجره فیلوژنتیک، گونه‌های *P. trebouxii*، *P. coronata* و *P. wolgensis* به عنوان Outgroup در نظر گرفته شدند. پس از در نظر گرفتن Outgroup و انجام alignment توالی‌های به دست آمده با استفاده از بخش Profile mode برنامه ClustalX (Thompson *et al.* 1997) نسبت به ترسیم شجره فیلوژنتیک یا فیلوگرام (NJ Trees) با استفاده از گزینه Draw NJ Tree option از همان برنامه اقدام شد و فیلوگرام ترسیم گردید. در این قسمت از برنامه ClustalX جهت

www.SID.ir

Archive of SID

ترسیم فیلوگرام از روش Kimura's Two-parameter جهت تخمین فواصل ژنتیکی استفاده شد (Kimura 1980). همچنین در برنامه مذکور فیلوگرام با اجرای الگوریتم پیوست همسایه‌ها به یکدیگر (neighbor-joining) ابداع شده توسط *سایتو و نی* (Saitou & Nei 1987) ترسیم شد. پس از ترسیم فیلوگرام محاسبه درصد تکرارهای تایید شده (Bootstrap analysis) براساس ۱۰۰۰ تکرار با استفاده از گزینه Bootstrap N-J Tree در برنامه ClustalX انجام شد. فیلوگرام نهایی (شکل ۱) توسط برنامه Njplot (Perrière & Gouy 1996) نمایش داده شده و چاپ شد.

جهت تهیه فیلوگرام علاوه بر توالی‌های به دست آمده در این تحقیق از توالی‌های موجود در بانک ژن (GenBank) نیز استفاده شد (جدول ۳). به دلیل این که توالی‌های مربوط به زنگ‌های گندمیان در بانک ژن تماماً کوتاهتر از توالی‌های به دست آمده در این تحقیق بوده و شامل تنها ۴۲ باز در انتهای ´۳ از ITS1، تمامی ژن 5.8S و ITS2 بودند، لذا ابتدا تمامی توالی‌های به دست آمده در این بررسی نیز به صورت فوق کوتاه شدند و پس از انجام alignment به صورتی که ذکر شد نسبت به تهیه فیلوگرام (شکل ۲) اقدام گردید.

نتایج

بررسی‌های ریخت شناختی روی نمونه‌های زنگ زرد نمایانگر وجود تفاوت‌های ثابت بین جدایه‌های این گونه بود. در مطالعات مولکولی ناحیه تکثیر شده ITS1, 5.8S, ITS2 با احتساب primer region در نمونه‌های زنگ زرد ۶۸۲-۶۸۴ نوکلئوتید طول داشتند. شجره‌های به دست آمده بر اساس توالی‌های کامل و کوتاه شده از ناحیه ITS (شکل‌های ۱ و۲) مشابه بوده و در این شجره‌ها گروه مربوط به نمونه‌های زنگ زرد به صورت مجزای از گروه حاوی نمونه‌های *Puccinia recondita* s. l. و *P. hordei* s. l. قرار گرفت. با این که تمامی نمونه‌های بررسی شده از *P. striiformis* در یک گروه قرار گرفتند، لیکن بین نمونه‌های مختلف زنگ زرد تفاوت قابل توجهی دیده شد. نمونه‌های زنگ زرد روی گندم و جو مشابه بوده و در زیر گروه مجزایی نسبت به نمونه‌های زنگ زرد روی *Poa* و *Dactylis* قرار گرفتند. بر اساس مقایسه توالی‌های به دست آمده، فاصله ژنتیکی بین نمونه‌های زنگ زرد تعیین توالی شده ۳۲-۲۲ جفت باز بود. درتحقیق حاضر، طی بررسی‌های ریخت شناختی و با بهره گیری ازنتایج حاصل از مطالعات مولکولی ضمن تایید تفاوت در درون گونه *P. striiformis* s. l. مشخص گردید که لازم است این گونه با مفهوم وسیع آن به سه گونه مجزا تقسیم گردد. گونه‌های تعیین شده عبارتند از:

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- گزارش‌های مربوط به *Puccinia striiformis* s. l. روی میزبان‌های مختلف از ایران

Table 1. Records of *Puccinia striiformis* s. l. from Iran

Host نام میزبان	Reference منبع
Aegilops sp.	Foroutan *et al*. 1995, Dehghan & Torabi 1998
A. crassa Boiss.	Mardoukhi & Torabi 1998
A. cylindrica Host	Mardoukhi & Torabi 1998
A. squarrosa	Mardoukhi & Torabi 1998
A. tauschii Cosson	Oroumchi & Torabi 1995, Mardoukhi & Torabi 1998
A. triuncialis L.	**Petrak 1942*, Viennot-Bourgin 1958, Golato 1960,** Mardoukhi & Torabi 1998
Agropyron sp.	**Golato 1960,** Dehghan & Torabi 1998
Alopecurus sp.	**Vaziri 1973**
Avena fatua L.	**Vaziri 1973**
A. sativa L.	**Altman *et al*. 1972**
Boissiera squarrosa (Banks et Soland.) Nevski	**Viennot-Bourgin 1958**
Brachypodium sp.	**Golato 1960**
Bromus sp.	**Golato 1960,** Foroutan *et al*. 1995, Dehghan & Torabi, 1998
Bromus danthoniae Trin.	**Viennot-Bourgin 1958**
B. madritensis L.	Hassan poor & Ghandi 1998
B. scoparius L.	Mardoukhi & Torabi 1998
B. tectorum L.	**Viennot-Bourgin 1958,** Ershad 1995, Mardoukhi & Torabi 1998
Dactylis glomerata L.	**Khabiri 1958, Viennot-Bourgin 1958, 1976,** Jørstad 1960
D. glomerata var. *hispanica* (Roth) Koch	Manners 1960**
Elymus sp.	**Golato, 1960**
Eremopyrum orientale (L.) Jaub. & Spach	**Viennot-Bourgin 1958**
Hordeum sp.	**Esfandiari 1946,** Oroumchi & Torabi 1995, Foroutan *et al*. 1995, Dehghan & Torabi 1998
H. glaucum Steud.	Hassan poor & Ghandi 1998, Mardoukhi & Torabi 1998
H. leporinum Link	**Khabiri 1958**
H. spontaneum C. Koch	Oroumchi & Torabi 1995, Mardoukhi & Torabi 1998

www.SID.ir

Archive of SID

Hordem vulgare L.	Esfandiari 1947, Khabiri 1958, Scharif & Ershad 1966, Niemann *et al*. 1968, Viennot-Bourgin *et al*. 1970, Ebrahimi & Minassian 1975
Triticum sp.	**Esfandiari 1946,Golato 1960, Scharif & Ershad 1966,** Ebrahimi & Minassian 1975
T. aestivum L.	**Magnus 1899, Esfandiari 1947, Khabiri 1952, 1958, Viennot-Bourgin 1958,** Jørstad 1960; Bamdadian 1964, 1967, Eskandari 1964, Manuchehri 1964, Scharif & Ershad 1966, **Tavakkolizadeh 1967,** Niemann *et al*. 1967, 1968, Viennot-Bourgin *et al*. 1969
T. turgidum L.	**Khabiri 1958**

* در منابعی که با حروف تیره (Bold) نوشته شده اند عامل زنگ زرد تحت نام *P. glumarum* Eriks. & Henn. درج شده است.

** در این منبع واریته جدیدی تحت نام *P. striiformis* var. *dactylidis* روی میزبان مذکور معرفی شده است.

شکل ۱- موقعیت نمونه‌های مربوط به زنگ زرد *Puccinia striiformis* s. l. در فیلوگرام حاصل از تجزیه و تحلیل توالی‌های DNA نواحی ITS1, 5.8S, ITS2 نمونه‌های منتخب زنگ‌های گندمیان با روش Neighbor-joining analysis.

Fig. 1. Neighbor-joining tree with 1000 bootstraps, based on ITS region (ITS1-5.8S-ITS2) from selected grass rusts.

شکل ۲- موقعیت نمونه‌های مربوط به زنگ زرد *Puccinia striiformis* s. l. در فیلوگرام حاصل از تجزیه و تحلیل توالی‌های DNA نواحی ITS (شامل توالی۴۲ نوکلئوتید انتهای ITS1 و تمامی ITS2 و ژن 5.8S) نمونه‌های منتخب زنگ‌های گندمیان به همراه توالی‌های به دست آمده از بانک ژن با روش Neighbor-joining analysis.

Fig. 2. Neighbor-joining tree with 1000 bootstraps, based on ITS region (42 bp of the ITS1 plus the entire 5.8S and ITS2) from selected grass rusts.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مشخصات نمونه‌های زنگ مورد استفاده در بررسی‌های مولکولی

Tabel 2. Specimens of rusts species included in the sequence analysis

Rust species گونه	Herbarium No. شماره هرباریومی	Specimen code and host species کد نمونه و گونه میزبان	Locality محل جمع آوری	Length of ITS region (bp)[a] طول ناحیه ITS	Accession No. شماره ثبت در بانک ژن
Puccinia recondite s. l.	IRAN 9059 F	99-*Bromus tectorum*	Iran, Golestan	690	AY956548
	IRAN 8274 F	101-*Aegilops taushii*	Iran, Golestan	697	AY956549
	IRAN 8226 F	109-*Triticum aestivum*	Iran, Azarbaijan	696	AY880845
	IRAN 11507 F	194II-*Bromus sterilis*	Iran, Karaj	693	AY956550
	IRAN 11505 F	195-*Secale segetale*	Iran, Golestan	691	AY956551
	IRAN 11513 F	206- *Elymus hispidus* var. *villosus*	Iran, Azarbaijan	700	AY956552
	IRAN 11506 F	215-*Elymus* sp.	Iran, Golestan	691	AY956553
Puccinia hordei s. l.	IRAN 3922 F	113-*Lolium temulentum*	Iran, Golestan	688	AY956554
	IRAN 10196 F	145-*Lophochloa phleoides*	Iran, Bushehr	689	AY956555
	IRAN 10835 F	151-*Hordeum vulgare*	Iran, Khuzestan	695	AY874150
	IRAN 11490 F	181-*Trisetum flavescens*	Iran, Golestan	688	AY956556
	IRAN 11491 F	190-*Taeniathrum asperum*	Iran, Golestan	689	AY956557
Puccinia striiformis s. l.	IRAN 9052 F	115-*Dactylis glomerata*	Iran, Tehran	684	AY956558
	IRAN 11502 F	204-*Triticum aestivum*	Iran, Karaj	682	AY874152
	IRAN 11497 F	208-*Hordeum geniculatum*	Iran, Yasooj	683	AY956559
	IRAN 11500 F	214-*Poa pratensis*	Iran, Mazandaran	683	AY956560
Aecidium spp.	IRAN 11511 F	194I-*Thalictrum minus*	Iran, Karaj	706	AY956561
	IRAN 11486 F	229-*Cerinthe minor*	Iran, Ghazvin	692	AY956562
	IRAN 11487 F	232-*Thalictrum sultanabadense*	Iran, Malayer	685	AY956563
Puccinia spp.	IRAN 11475 F (*P. coronata*)	191-*Avena ludoviciana*	Iran, Mazandaran	700	AY956564
	IRAN 11482 F (*P. trebouxii*)	210-*Melica jacquemontii*	Iran, Karaj, Azadbar	686	AY956565
	IRAN 11481 F (*P. wolgensis*)	246-*Stipa hohenackeriana*	Iran, Karaj, Dizin	686	AY956566

[a] Including the primer region

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- توالی‌های DNA (شامل ۴۲ باز انتهای ´۳ از ITS1 و تمامی ژن 5.8S و ITS2) گونه‌های *Puccinia* و *Uromyces* به دست آمده از بانک ژن که جهت آنالیز فیلوژنتیک در این تحقیق استفاده شدند

Table 3. DNA seqences (the last 42 bp of ITS1 and all of the 5.8S and ITS2) of *Puccinia* and *Uromyces* species downloaded from GenBank

Rust species گونه	Formae speciales فرم اختصاصی	Host میزبان	Country, State محل جمع آوری	Accession No. شماره بانک ژن
Puccinia recondita	f.sp. *agropyri*	*Agropyron smithii*	USA, N Dakota	L08702
Puccinia recondita	f.sp. *tritici*	*Triticum aestivum*	USA, Kansas	L08736
Puccinia striiformis	-	*Triticum aestivum*	USA, Washington	L08735
Puccinia hordei	-	*Hordeum vulgare*	Pakistan	L08697
Uromyces scillarum	-	*Scilla* sp.	Israel	L08733

-***Puccinia striiformis*** Westend., Bull. Soc. R. bot. Belg. 21 (2): 235 (1854)
Syn.: *Puccinia glumarum* Erikss. & Henning, Z. PflKrankh. PflPath. PflSchutz 4: 197 (1894)
Matrix: II, III On species of about 44 genera of Poaceae (Hassebrauk 1965, Cummins 1971).
Lectoype: On "chaumes des céréales" (= *Triticum aestivum*), environs of Courtray, Belgium (West., Herb. Crypt. Belg. 1077); designated by Hylander *et al*. 1953

نمونه‌های بررسی شده

روی *Aegilops tauschii* Cosson، آذربایجان غربی، سلماس به طرف تسوج، خاندم، ارتفاع ۱۴۰۰ متر، ۱۳۷۳/۳/۵، مهرداد عباسی و رینهارد فریچ (IRAN 11496 F)- اردبیل، بین اولتان و قره آغاج، ۱۳۷۲/۲/۲۷، بهمن دانش پژوه و جعفر ارشاد (IRAN 11495 F)- مغان، اولتان، ۱۳۶۰/۲/۱۷، محمد ترابی (IRAN 11501 F)- سمنان، شاهرود، کوه ابر، ۱۳۳۱/۴/۸، موسی ایرانشهر (IRAN 8309 F)- گلستان، پارک ملی گلستان، آلمه، ۱۳۷۰/۴/۲۹، مهرداد عباسی (IRAN 8735 F).

روی *Agropyron pectiniforme* Roemer & Schultes، سمنان، مرداد ماه (سال جمع آوری نامشخص، قبل از سال ۱۳۵۹)، زاد و شهیدی (IRAN 8365 F).

روی *Eremopyrum distans* (C. Koch) Nevski، اردبیل، سراب به طرف اردبیل، ۱۳۷۰/۴/۱۶، مهرداد عباسی (IRAN 8552 F)- گلستان، پارک ملی گلستان، قزقلعه، ۱۳۷۲/۳/۲۸، مهرداد عباسی، جمشید فاتحی و زهره قنبری (IRAN 9269 F).

روی *Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link subsp. *iranicum* Bothmer، کردستان، دیواندره، سراب، ۱۳۴۷/۴/۱۳، موسی ایرانشهر و دزفولیان (IRAN 8308 F).

روی *Hordeum brevisubulatum* subsp. *violaceum* (Boiss. & Hohen.) Tzvelev، آذربایجان غربی، ماکو، عرب دیزج، ۱۳۷۰/۴/۱۸، مهرداد عباسی (IRAN 8218 F)- آذربایجان

www.SID.ir

Archive of SID

شـرقی، بسـتان آبـاد، آتمـیش آلتـی، ۱۳۶۳/۵/۱۳، فریـدون ترمـه و محمـود موسـوی (IRAN 8310 F).

روی .All *Hordeum geniculatum*، لرسـتان، کـوه گـرین. ارتفـاع ۲۱۰۰ متـر، ۱۳۷۳/۳/۱۰، بهمن دانش پـژوه و علـی کـارآور (IRAN 11498 F)- کهگیلویـه و بـویر احمـد، یاسوج، بابا میدان به طرف دست روم، ۱۳۷۱/۳/۱۱، جمشید فاتحی (IRAN 11497 F).

روی .Steud *Hordeum glaucum*، خراسـان، مشـهد، کـلات نـادری، قرچکـی، ۱۳۷۰/۲/۲۲، جعفر ارشاد (IRAN 8270 F).

روی .L *Hordeum vulgare*، خراسان، قوچان، ۱۳۳۲/۴/۱۸، قوام الدین شـریف و علـی منوچهری (IRAN 6400 F).

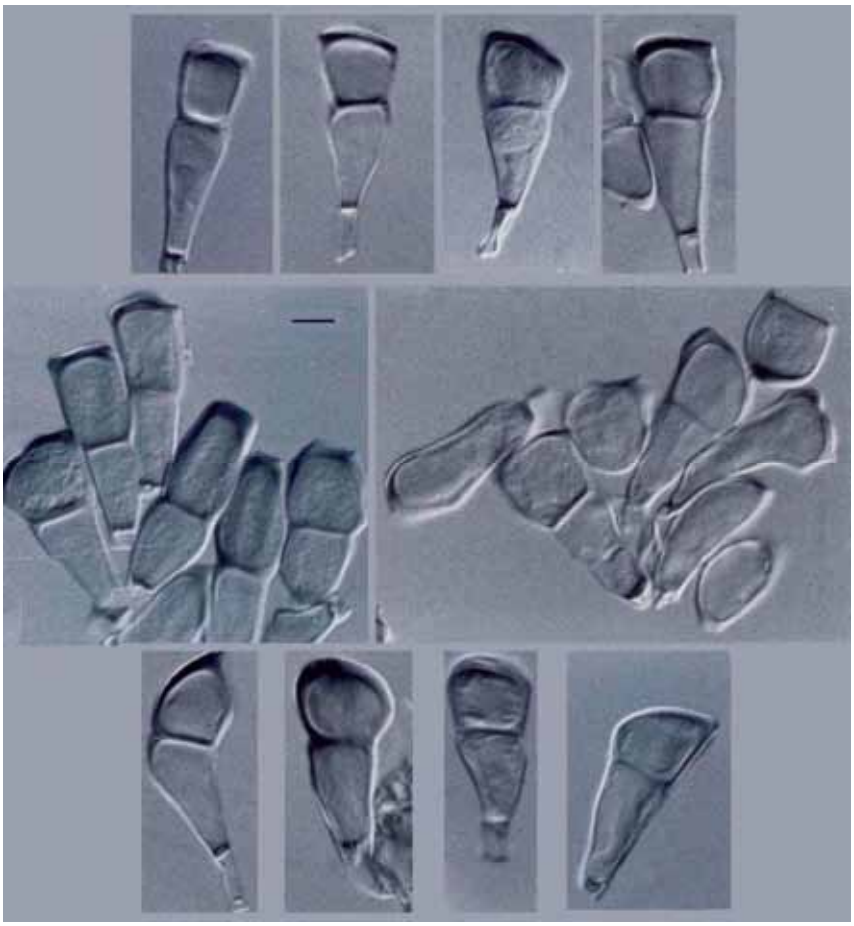
روی .L *Triticum aestivum*، تهـران، کـرج، فشـند، ارتفـاع ۱۴۶۰ متـر، ۱۳۷۷/۳/۲۷، مهـرداد عباسـی و قربـانعلی حجـارود (IRAN 11502 F)- آذربایجـان غربـی، خـوی، زورآبـاد، ۱۳۷۰/۴/۱۷، مهـرداد عباسـی (IRAN 8227 F)- لرسـتان، کـوه گـرین، ارتفـاع ۲۱۰۰ متـر، ۱۳۷۳/۳/۱۰، بهمن دانش پژوه و علی کارآور (IRAN 11498 F)- ایالات متحده آمریکا، ایندیانا، مزرعه آزمایشی دانشگاه پوردو، ۱۳۸۰/۳/۲۶، مهرداد عباسی (IRAN 11504 F).

اوردینیوم‌ها غالبا به شکل سورهای کوچک زرد رنگ تا زرد مایل بـه نـارنجی در هـر دو سطح برگ و بویژه سطح بالایی برگ‌ها دیده می‌شوند. این سورها بـه طـور معمـول بـه صـورت ردیفی یا خطی به دنبال یکدیگر قرار گرفته تشکیل نوارهای طویلی را روی لکه‌هـای کلروتیـک مشـخص مـی‌دهنـد. اوردینیـوم‌هـا عـلاوه بـر بـرگ‌هـا غـلاف بـرگ را نیـز آلـوده مـی‌سـازند. اوردینیوسپورها به اشکال تخم مرغی وارونه پهن یا بیضوی پهن با دیواره بی رنـگ بـه ضـخامت ۲-۱/۵ میکرومتر و خاردار هستند. محتویات این هاگ‌هـا معمـولاً زرد رنـگ مـی‌باشـند. منافـذ تندشی اوردینیوسپورها به دلیل عدم وجود حلقه داخلی (internal ring) مشخص معمـولاً غیـر واضح هستند. تعداد این منافذ در نمونه‌های بررسی شده (۱۵-)۱۲-۱۰(-۸) عـدد و بـه صـورت پراکنده بود. ابعاد اوردینیوسپورها در نمونـه‌هـای بررسـی شـده ۲۶-۲۰ * (۳۶-)۳۳-۲۷(-۲۵) میکرومتر اندازه گیری شد. تلیوم‌ها پوشیده و تیره رنگ بوده غالباً در سطح زیـرین بـرگ‌هـا یـا روی غلاف برگ تشکیل می‌شوند. این سورها نیز در ردیـف‌هـای مشـخص و بـه صـورت نـواری تشکیل می‌شوند. پارافیزهای تلیومی درون سورها معمولاً به خوبی توسعه یافتـه و غالبـاً سـورها حالت حفره دار دارند. تلیوسپورها به اشکال گـرزی، گـرزی کشـیده، مسـتطیلی یـا بـه اشـکال نامنظم می‌باشند و در راس مسطح، مخروطی اریب، مخروطی و به ندرت گرد هستند. ضـخامت دیواره تلیوسپورها در راس تا ۸ میکرومتر و در طرفین غالباً ۲- ۱/۵ میکرومتر می‌باشـند. ابعـاد تلیوسپورها در نمونه‌های بررسـی شـده (۲۷-)۲۵-۱۹(-۱۶) * ۶۲-۴۱(-۳۷) میکرومتـر انـدازه گیری شدند. دیواره تلیوسپورها صاف و در قسمت بالای هـاگ قهـوه‌ای بلـوطی یـا طلایـی کـه

www.SID.ir

Archive of SID

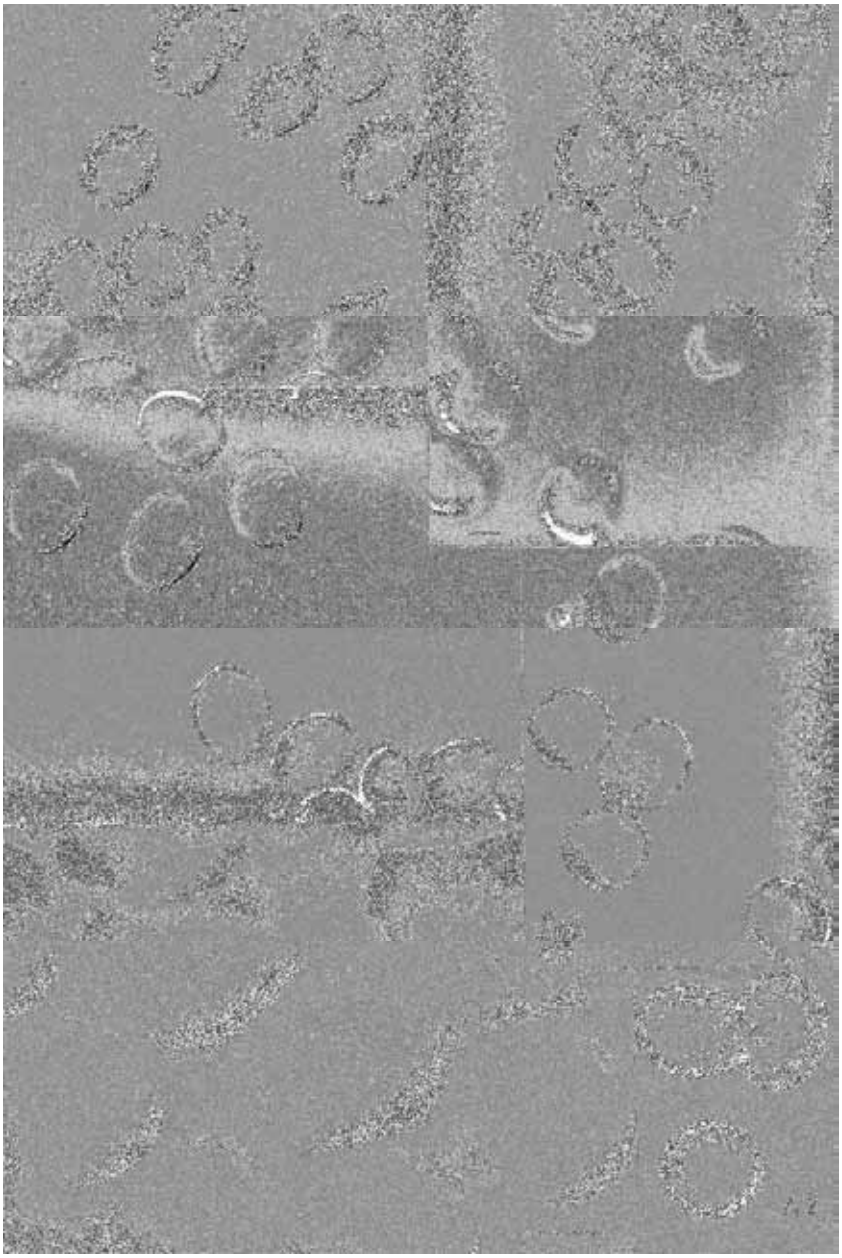
به طرف پایین هاگ روشن تر می‌شوند. دنباله تلیوسپورها غالباً کوتاه و بی رنگ تا قهوه‌ای روشن می‌باشد. مزوسپورها در غالب نمونه‌های بررسی شده حاضر و بعضاً فراوانی آنها قابل توجه بود (شکل ۳ و۴).



شکل ۳- تلیوسپورهای گونه *Puccinia striiformis* s. str. (خط مقیاس برابر با ۱۰ میکرومتر)
Fig. 3. Teliospores of *Puccinia striiformis* s. str. (Bar=10 µm).

www.SID.ir

Archive of SID



شـکل ۴- A. اوردینیوسـپورهای گونـه *Puccinia striiformis* s. str.، A1. تزیینـات سـطح اوردینیوسپورها، A2. منافذ تندشی اوردینیوسپورها (خط مقیاس برابر با ۱۰ میکرومتر).

Fig. 4. A. Urediniospores of *Puccinia striiformis* s. str., A1. Surface ornamentation, A2. Germ pores (Bar=10 μm).

www.SID.ir

Archive of SID

در مطالعات مولکولی دو نمونه از زنگ زرد روی گندم (IRAN 11502F) با کد 204 و *Hordeum geniculatum* (IRAN 11497F) با کد 208 به همراه نمونه‌هایی روی *Dactylis glomerata* (IRAN 9052F) و *Poa pratensis* (IRAN 11500F) به ترتیب با کدهای 115 و 214 تعیین توالی گردیدند. با مقایسه توالی‌های به دست آمده از نواحی ITS1, 5.8S, ITS2 و تهیه فیلوگرام براساس آنالیز پیوست نزدیکترین همسایه‌ها به یکدیگر همان طوری که در شکل ۱ نشان داده شده است، مشخص شد نمونه‌های زنگ زرد روی گندم و جو دارای توالی‌های کاملاً مشابه بوده و نمونه‌های روی *Dactylis* و *Poa* هر چند با نمونه‌های گندم و جو در یک گروه یا شاخه قرار گرفته اند، لیکن داخل این گروه زیر شاخه‌های جداگانه‌ای تشکیل داده اند. مقایسه توالی‌های فوق با توالی L08735 از گونه *P. striiformis* روی گندم از واشنگتن (ایالات متحده آمریکا) نشان داد که این توالی که از بانک ژن به دست آمده بود نیز با توالی‌های به دست آمده از زنگ نواری روی گندم و جو غیر مزروع از ایران کاملاً مشابه بود (شکل ۲).

با این که *کومینز* (۱۹۷۱) و *هاسبروک* (۱۹۶۵) مفهوم وسیعی را برای گونه عامل زنگ زرد در نظر گرفته و گونه‌های متعددی از بیش از ۴۰ جنس از تیره گندمیان را به عنوان میزبان‌های طبیعی این گونه ذکر کرده‌اند، برخی دانشمندان از جمله *ساویل* (۱۹۸۴) به تقسیم این گونه وسیع به حداقل دو گونه مجزا اشاره کرده‌اند. *ساویل* (۱۹۸۴) معتقد است که گونه عامل زنگ زرد *P. striiformis* غالباً اعضای قبیله Triticeae را آلوده می‌سازد. در تحقیق حاضر، بررسی‌های ریخت شناختی نشان داد که نمونه‌های گونه *P. striiformis* s. l. در ایران روی اعضای قبیله Triticeae از لحاظ خصوصیات ریخت شناختی کاملاً مشابه بوده و همچنین بررسی‌های مولکولی نشان داد که نمونه‌های زنگ زرد روی گندم مزروع (IRAN 11502F) و *H. geniculatum* (IRAN 11497F) کاملاً شبیه به هم بودند که شباهت‌های ریخت شناختی فوق بین این نمونه‌ها را تایید می‌نمود. با توجه به شباهت‌های ریخت شناختی و مولکولی بین نمونه‌های زنگ زرد روی اعضای قبیله Triticeae در ایران و تفاوت‌های ریخت شناختی بین این گروه با نمونه‌های زنگ زرد (*P. striiformis* s. l.) روی *Dactylis* و *Poa* گونه *P. striiformis* بایستی تنها به نمونه‌های زنگ زرد روی اعضای قبیله Triticeae و بعضا سایر اعضای بالا قبیله Triticodae اطلاق گردد. با توجه به تفاوت‌های ریخت شناختی بین نمونه‌های زنگ زرد روی *Poa* و *Dactylis* با گونه *P. striiformis* s. s. روی اعضای قبیله Triticeae همچنین تفاوت بارز در توالی نواحی ITS بین نمونه‌های فوق، نمونه‌های زنگ زرد روی *Dactylis* و *Poa* نیز به عنوان گونه‌های مجزا در این تحقیق در نظر گرفته شدند.

در خصوص دامنه میزبانی گونه *P. striiformis* s.s.، همان طوری که در مقدمه ذکر گردید، میزبان‌های متعددی برای این گونه در منابع ذکر شده‌اند، لیکن به نظر می‌رسد گونه

www.SID.ir

Archive of SID

P. striiformis s.s. غالبا اعضای قبیله Triticeae را آلوده نماید. در جدول ۱ علاوه بـر گیاهـان میزبان از قبیله Triticeae، گزارش‌هایی از برخی میزبـان‌هـا متعلـق بـه قبیلـه‌هـای Bromeae، Brachypodieae و Avenae نیز در ایران دیده می‌شوند. در تحقیق حاضر نمونـه‌هـایی از زنـگ زرد با مشخصات *P. striiformis* s.s. روی چنین میزبان‌هایی دیده نشد. با اینکه در منابع ایرانی و غیر ایرانی نیز امکان آلودگی گونه‌های *Bromus* از قبیله Bromeae بـه *P. striiformis* s.s. در مـواردی تاییـد شـده اسـت (Wilson & Henderson 1966, Manners 1950, Mardoukhi & Torabi 1998)، لـــیکن وجـــود ایـــن زنـــگ روی گونـــه‌هـــای *Brachypodium* از قبیلـــه Brachypodieae و *Avena* از Avenae مشکوک به نظر می‌رسند. در مورد گزارش‌هـای مربـوط به *P. striiformis* در منابع ایرانی همان طوری که در جدول ۱ نیز نشان داده شده است، قـارچ عامل زنگ زرد غالبا در این منـابع بـا نـام *P. glumarum* (Schm.) Eriks. & Henn. درج شـده است. ضمن اینکه این تاکسون مترادف گونه *P. striiformis* s. str. می‌باشد، مصنف صـحیح آن Erikss. & Henning است. با توجه به دامنه میزبانی عامل زنگ زرد در ایران (جدول ۱)، برخی از گیاهـــان میزبـــان بررســـی شـــده در ایـــن تحقیـــق شـــامل *A. pectiniforme*، *E. distans*، *H. brevisubulatum* subsp. *iranicum*، *H. b.* subsp. *violaceum* و *H. geniculatum* میزبان‌های جدیدی برای *P. striiformis* s. str. محسوب می‌شوند.

-***Puccinia striiformoides*** M. Abbasi, Hedjar. & M. Scholler, nom. et stat. nov. [non *P. dactylidis* Gäum., 1945].
Replaced synonym: *Puccinia striiformis* Westend. var. *dactylidis* Manners, Trans. Brit. Mycol. Soc. 43: 65 (1960)

هولوتیپ:

روی *Dactylis glomerata* L. var. *hispanica* (Roth) Koch، ایـران، شـمال شـرق تهران، فشم، تیر ۱۳۳۶، وینوبورژن (IMI 76632).

سایر نمونه‌های بررسی شده:

روی *Dactylis glomerata*، مازنـدران، جـواهر ده بـه طـرف قلـه سـماموس، ارتفـاع ۲۱۰۰-۱۸۰۰ متر، ۱۳۷۲/۴/۲۹، مهرداد عباسی (IRAN 11503 F)- خراسان، مشـهد، زشـک، ۱۳۷۲/۶/۲۴، مهـرداد عباسـی و جمشـید فـاتحی (IRAN 9051 F)- تهـران، پـس قلعـه، ۱۳۲۶/۴/۲۰، قوام الـدین شـریف (IRAN 6403 F)- تهـران، آبنیـک بـه طـرف جانسـتون، دره آبنیک، ۱۳۷۲/۷/۸، مهرداد عباسی، زهره قنبری و اصغر معینی (IRAN 9052 F).

اوردینیوم‌ها روی هـر دو سـطح بـرگ‌هـای گیـاه میزبـان و روی غـلاف بـرگ تشـکیل می‌شوند. این سورها تقریباً بـی رنـگ و مسـتطیلی، مسـتطیلی کشـیده یـا بیضـی شـکل بـوده

www.SID.ir

Archive of SID

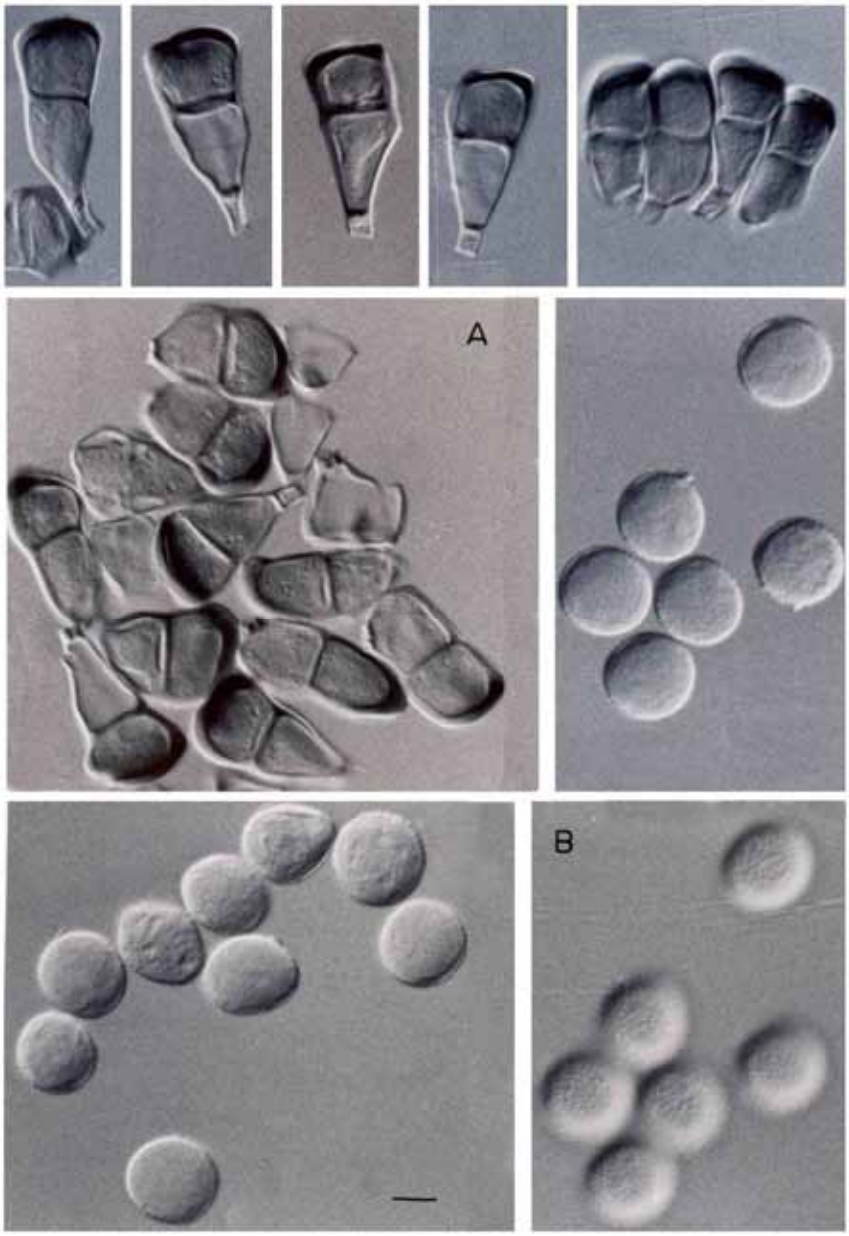
به صورت ردیفی به دنبال یکدیگر قرار گرفته غالباً نوارهای طویلی از سورها را تشکیل می‌دهند. معمولاً این سورها روی لکه‌های کلروتیک نواری تشکیل می‌شوند. بقایای اپیدرم گیاه میزبان غالباً در اطراف اوردینیوم‌ها دیده می‌شود. اوردینیوسپورها تقریباً کروی، بیضوی یا به شکل تخم مرغی وارونه بوده ابعاد آنها ۲۲-۱۷ * ۲۶-۲۰(-۱۸) میکرومتر اندازه گیری شدند. دیواره اوردینیوسپورها بی رنگ و خاردار به ضخامت ۱/۵-۱ میکرومتر می‌باشد. این هاگ‌ها دارای منافذ تندشی نسبتاً غیر واضح به تعداد ۱۲-۹(-۸) عدد و به صورت پراکنده می‌باشند. تلیوم‌ها در هر دو سطح برگ و روی غلاف برگ تشکیل می‌شوند، لیکن فراوانی آنها در سطح زیرین برگ بیشتر است. این سورها نیز مستطیلی یا مستطیلی کشیده و به حالت پوشیده و تیره رنگ می‌باشند. تلیوم‌ها اغلب به صورت ردیفی و به دنبال یکدیگر قرار می‌گیرند. غالبا ردیف‌های تلیوم‌ها از کنار به هم چسبیده و با یکدیگر ادغام می‌شوند. در این حالت تلیوم‌ها تشکیل نوارهای نسبتاً پهن به طول تا چند سانتی‌متر را می‌دهند. تلیوسپورها غالبا گرزی شکل و گاهی مستطیلی یا بیضوی می‌باشند. ابعاد تلیوسپورها ۲۳-۱۹(-۱۶) * (۴۴-)۴۰-۳۲ میکرومتر اندازه‌گیری شدند. تلیوسپورها در راس پهن، مخروطی اریب، گرد و گاهی مخروطی هستند. ضخامت دیواره تلیوسپورها در راس تا ۵ میکرومتر و در طرفین غالبا ۲-۱/۵ میکرومتر است. دنباله این هاگ‌ها کوتاه و زرد مایل به قهوه‌ای روشن است. مزوسپورها در نمونه‌های بررسی شده بسیار نادر بودند (شکل ۵).

براساس فیلوگرام شکل ۱ در شاخه مربوط به *P. striiformis* s. l. نمونه 115 روی *D. glomerata* زیر گروه جداگانه‌ای را تشکیل داده است. براساس مقایسه توالی نواحی ITS1, 5.8S, ITS2 مربوط به نمونه زنگ زرد روی *Dactylis* با توالی‌های زنگ زرد گندم و جو (کدهای 204 و208)، این توالی‌ها در ۲۲ نوکلئوتید متفاوت بودند. همچنین توالی DNA در نمونه 115 روی *Dactylis* در ۳۲ نوکلئوتید با نمونه زنگ روی *Poa* (کد214) تفاوت داشت. مقایسه توالی‌های DNA مربوط به نمونه‌های 115, 204, 208, 214 پس از ردیف کردن (alignment) این توالی‌ها مشخص نمود که نمونه‌های 115 و 214 با یکدیگر و با نمونه‌های زنگ زرد روی گندم (204) و جو غیر زراعی (208) در نواحیITS1 و ITS2 دارای تفاوت مشخص می‌باشند. این تفاوت‌ها ضمن تایید تفاوت‌های مرفولوژیک بین این نمونه‌ها در نظر گرفتن *P. striiformoides* به عنوان گونه‌ای مجزا از *P. striiformis* s. str. را نیز تایید می‌کند.

گونه *P. striiformoides* به واسطه دارا بودن اوردینیوسپورها و تلیوسپورهای با ابعاد کوچکتر نسبت به *P. striiformis* از این گونه جدا می‌شود. به علاوه اوردینیوسپورها در *P. striiformoides* دارای تعداد منافذ تندشی کمتر و دیواره نازکتری نسبت به گونه *P. striiformis* هستند (رجوع شود به جدول ۴). با این که گونه *P. striiformis* غالبا در بهار و در اوقاتی که هوا خنک و ملایم تر است ظاهر می‌شود (غالب

www.SID.ir

Archive of SID



شـــکل ۵- تلیوســـپورها (A) و اوردینیوســـپورهای (B) گونـــه *Puccinia striiformoides* روی *Dactylis glomerata*. عکس‌ها از نمونه تیپ تهیه شده‌اند (خط مقیاس برابر با ۱۰ میکرومتر).

Fig. 5. *Puccinia striiformoides*, A. Teliospores, B. Urediniospores (holotype) (Bar=10 μm).

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌های بررسی شده در این تحقیق طی ماههای اردیبهشت و خرداد جمع آوری شده‌اند) لیکن، گونه *P. striiformoides* روی *D. glomerata* تا اواخر تابستان نیز روی این میزبان فعال بوده و زیست می‌کند. به بیان دیگر، با توجه به مشاهدات صحرایی به عمل آمده به نظر می‌رسد اپتیمم حرارتی برای گونه *P. striiformoides* از گونه *P. striiformis* بالاتر است. با توجه به تفاوت‌های ذکر شده و همچنین تفاوت توالی DNA نواحی ITS بین *P. striiformis* s.str. با جدایه موجود روی *Dactylis*، نمونه‌های زنگ زرد روی *Dactylis* به عنوان یک نام جدید تحت گونه مجزایی با عنوان *P. striiformoides* در نظر گرفته شدند. واریته *P. striiformis* var. *dactylidis* نیز که توسط *منرز* (Manners 1960) بر اساس نمونه‌ای روی *D. glomerata* از فشم واقع در اطراف تهران نامگذاری شده است، به عنوان نام مترادف جایگزین (replaced synonym) گونه *P. striiformoides* در نظر گرفته شد. در خصوص نامگذاری *P. striiformoides* گفتنی است چون نام *P. dactylidis* Gäum. قبلا به وسیله *گویمن* (Gäumann 1945) جهت نامگذاری گونه زنگ دیگری به کار برده شده است، لذا برای پرهیز از ایجاد هومونیمی از صفت *striiformoides* در ایجاد نام جدید استفاده گردید. گیاه میزبان *D. glomerata* به قبیله Poeae از فوق قبیله (Supertribe) Poodae تعلق دارد. گفتنی است ایجاد گونه *P. striiformoides* و تایید آن بر اساس شواهد مرفولوژیک و مولکولی با نظریه *ساویل* (۱۹۸۴) که احتمال داده است تاکسون *P. striiformis* var. *dactylidis* گونه‌ای مجزا باشد مطابقت دارد. به نظر می‌رسد که دامنه میزبانی گونه *P. striiformoides* به گونه *D. glomerata* محدود شود. *منرز* (۱۹۶۰) بر اساس آزمایش‌های مایه‌زنی دریافت که جدایه‌های زنگ زرد روی *D. glomerata* قادر به آلوده ساختن غلات و سایرگندمیان غیر زراعی نمی باشند. تنها گزارش از ایجاد آلودگی توسط این گونه روی سایر گندمیان مطالعات انجام شده توسط *گویو* و *ماسون* (Guyot & Massenot 1953) است. این محققان دریافتند که جدایه‌های زنگ زرد موجود روی *D. glomerata* تنها در یک مورد قابل انتقال به گیاه میزبان *Bromus* بودند. به علاوه، طی گزارش *پراسادا* (Prasada 1948) گیاه میزبان *D. glomerata* به طور جزیی و ضعیفی طی ایجاد آلودگی مصنوعی توسط جدایه زنگ زرد از گندم علایم آلودگی را ظاهر ساخته است.

-*Puccinia pseudostriiformis* M. Abbasi, Hedjar. & M. Scholler, sp. nov.
Syn.: *P. striiformis* f.sp. *poae* Tollenaar & Houston, Canad. J. Bot. 45: 294 (1967)
P. striiformis var. *poae* Swertz, Studies in Mycology 36: 113 (1994)

هولوتیپ:

www.SID.ir

Archive of SID

روی .*Poa pratensis* L، ایالات متحده آمریکا، محوطه دانشگاه کالیفرنیا، دیویس، ۱۳۴۳/۹/۲۴، تولنار (PUR 59844).

سایر نمونه‌های بررسی شده:

روی *Poa pratensis*، ایران، مازندران، ۲۵ کیلومتری جنوب آمل، سرو چمان، ارتفاع ۵۵۰-۵۰۰ متر، ۱۳۷۴/۱/۲۱، بهمن دانش پژوه و زهره قنبری (IRAN 11500 F)- ۲۸ کیلومتری جنوب آمل، عمارت، ارتفاع ۷۲۰-۵۰۰ متر، ۱۳۷۴/۱/۲۱، بهمن دانش پژوه و زهره قنبری (IRAN 12354 F)- ایالات متحده آمریکا، کالیفرنیا، باغ دانشگاه استانفورد، ۱۳۳۵/۲/۳۱ (PUR 59700)- کالیفرنیا، استان یولو، محوطه دانشگاه کالیفرنیا، دیویس، ۱۳۴۳/۹/۲۴، تولنار (PUR 62468)- بلژیک، آردنس، سای، ۱۳۷۲/۳/۱۷، شارلوت شورتز (L 93.027).

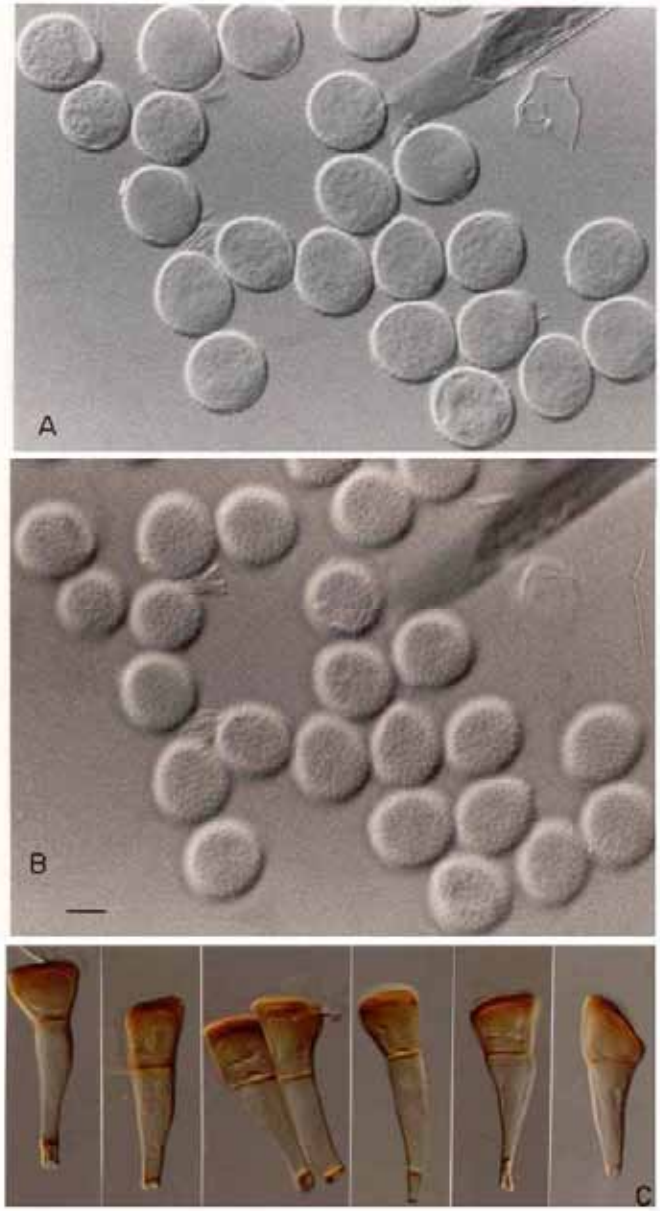
(شرح لاتین این گونه در قسمت انگلیسی مقاله درج شده است).

اوردینیوم‌ها روی هر دو سطح برگ و غلاف برگ تشکیل می‌شوند، لیکن فراوانی آنها روی سطح بالایی برگ بیشتر است. این سورها بی رنگ یا زرد بسیار روشن بوده به شکل مستطیلی یا مستطیلی کشیده می‌باشند. اوردینیوم‌ها غالباً به صورت ردیفی روی لکه‌های کلروتیک تشکیل می‌شوند و معمولاً توسط بقایای اپیدرم گیاه میزبان احاطه شده‌اند. اوردینیوسپورها به اشکال تقریباً کروی، بیضوی پهن، تخم مرغی وارونه یا تخم مرغی وارونه پهن بوده ابعاد آنها در نمونه تیپ ۲۲-۱۷ * (۳۰-)۲۷-۲۱ میکرومتر اندازه گیری شدند. دیواره اوردینیوسپورها بی‌رنگ تا زرد یا قهوه‌ای بسیار روشن و خاردار می‌باشد. ضخامت دیواره ۱/۵-۱ میکرومتر اندازه‌گیری شد، ولی در اکثر موارد از ۱/۵ میکرومتر کمتر بود. خارها نسبتاً بلند و ارتفاع آنها تا ۱/۵ میکرومتر می‌رسد. فاصله بین خارها غالبا ۱/۵ میکرومتر بود. منافذ تندشی در این گونه بسیار غیرواضح هستند و تعداد آنها با بررسی هاگ‌ها در کلرال هیدرات ۸- ۵ عدد شمارش شد که به صورت پراکنده در سطح هاگ قرار گرفته‌اند. تلیوم‌ها غالبا در سطح زیرین برگ‌ها و به صورت ردیفی تشکیل می‌شوند. این سورها تیره رنگ بوده توسط اپیدرم گیاه میزبان پوشانده شده‌اند. تلیوم‌ها حاوی پارافیز بوده و حالت حفره دار در آنها دیده می‌شود. تلیوسپورها غالبا به اشکال گرزی، گرزی کشیده یا مستطیلی بوده در راس مسطح، مخروطی اریب، گرد یا مخروطی می‌باشند. ابعاد تلیوسپورها ۲۳-۱۶(-۱۴) × (۵۸-)۵۴-۳۵ میکرومتر اندازه گیری شدند. دیواره تلیوسپورها صاف و به رنگ قهوه‌ای یا قهوه‌ای بلوطی می‌باشند که به طرف پایین هاگ روشن تر می‌شوند. ضخامت دیواره تلیوسپورها در راس تا ۶ میکرومتر و در طرفین ۳-۱/۵ میکرومتر می‌باشد. دنباله تلیوسپورها غالبا کوتاه و به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد است. مزوسپورها به ندرت دیده می‌شوند (شکل ۶).

مقایسه توالی DNA نواحی ITS گونه فوق با گونه‌های *P. striiformis* روی گندم و جو و *P. striiformoides* روی *D. glomerata*، همان‌طوری‌که در فیلوگرام‌های شکل‌های۱و ۲ نشان

www.SID.ir

Archive of SID



شـــکل ۶- اوردینیوســـپورها و تلیوســـپورها در گونـــه *Puccinia pseudostriiformis* روی *Poa pratensis*، A. نمـــای کلـــی اوردینیوســـپورها، B. تزیینـــات ســـطح اوردینیوســـپورها، C. تلیوسپورها، عکس‌ها از نمونه تیپ تهیه شده‌اند (خط مقیاس برابر با ۱۰ میکرومتر).

Fig. 6. Urediniospores and teliospores of *Puccinia pseudostriiformis* (holotype) (Bar=10 µm).

www.SID.ir

Archive of SID

داده شده است، نمایانگر تفاوت توالی‌های مربوط در *P. pseudostriiformis* با سایر گونه‌های فوق بود. توالی‌های DNA نواحی ITS2، 5.8S، ITS1 در گونه *P. pseudostiiformis* با نمونه‌های گونه *P. striiformis*، در ۳۰ نوکلئوتید تفاوت داشتند. به علاوه، همان طوری که قبلا ذکر شد، نواحی ITS1 و ITS2 بین دو گونه *P. pseudostriiformis* و *P. striiformoides* در ۳۲ نوکلئوتید متفاوت بودند.

جدول ۴- مقایسه خصوصیات ریخت شناختی در سه گونه *P. striiformis* s. str.، *P. striiformoides* و *P. pseudostriiformis*

Table 4. Comparison of morphological characters and host range of *Puccinia striiformis* s. str., *P. striiformoides* and *P. pseudostriiformis*

Species گونه	**Urediniospore size** ابعاد اوردینیوسپورها	**No. of germ pores** تعداد منافذ تندشی	**Teliospore size** ابعاد تلیوسپورها	**Host range*** دامنه میزبانی بر اساس منابع موجود
P. striiformis	(25-)27-33(-36) × 20-26	(8-)10-12 (-15)	(37-)41-62 × (16-) 19-25(-27)	Triticeae
P. striiformioides	(18-)20-26 × 17-22	(8-)9-12	32-40(-44) × (16-) 19-23	*Dactylis glomerata*
P. pseudostriiformis	21-27(-30) × 17-22	5-8	35-54(-58) × (14-) 16-23	*Poa pratensis*

***** According to literature [Manners (1960), Hassebrauk (1965), Tollenaar (1967), Ullrich (1977), Savile (1984)].

بعضی از محققان به تفاوت جدایه‌های زنگ زرد روی *Poa* با دیگر نمونه‌های این زنگ روی سایر جنس‌های Poaceae اشاره کرده اند. *تولنار* و *هوستون* (۱۹۶۷) و *تولنار* (Tollenaar 1967) ضمن اشاره به تفاوت جدایه‌های زنگ زرد یا نواری روی *Poa* با سایر جدایه‌های زنگ زرد جدایه‌های مربوط را تحت فرم اختصاصی f. sp. *poae* ذکر می‌نماید. *اولریش* (Ullrich 1977) نیز ضمن اشاره به تفاوت‌های ریخت شناختی جدایه‌های زنگ زرد روی *Poa* به دامنه میزبانی این جدایه‌ها اشاره کرده بیان می‌دارد که جدایه‌های مذکور تنها مختص *Poa* بوده و گونه *Dactylis glomerata* و سایر اعضای Triticeae را آلوده نمی‌کند. وی با توجه به این خصوصیات، پیشنهاد نموده است که جدایه‌های زنگ زرد روی *Poa* و *Dactylis* باید تحت یک واریته مجزا قرار داده شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

هاسبروک (Hassebrauk 1965) ضمن بررسی دامنه میزبانی گونه *P. striiformis* s. l. دامنه میزبانی جدایه‌های این زنگ روی *Poa* را تنها محدود به گونه‌های همین جنس می‌داند و اشاره نموده است که جدایه‌های زنگ زرد روی این میزبان قادر به آلوده ساختن دیگر اعضای Poaceae نیستند. *نیکس* (Niks 1986, 1989) به تفاوت بارز ریخت شناسی لوله تندشی در ایزوله‌های زنگ زرد روی *Poa* در قیاس با ایزوله‌های این زنگ روی سایر گندمیان اشاره نموده است. *شورتز* (Swertz 1994) نیز ضمن تایید نتایج به دست آمده توسط *نیکس* (۱۹۸۶،۱۹۸۹) طی بررسی نقوش آیزوزایمی بین ایزوله‌های مختلف *P. striiformis* s. l. دریافت که نقوش مذکور در خصوص جدایه‌های زنگ زرد روی *Poa pratensis* منحصر به فرد و متفاوت از دیگر ایزوله‌های این زنگ روی سایر گندمیان می‌باشند. وی بر همین اساس یعنی نقوش آیزوزایمی و ریخت شناسی لوله تندشی واریته جدیدی را به نام *P. striiformis* var. *poae* Swertz معرفی نموده است.

جمیع مطالب فوق به علاوه تفاوت‌های بارز ریخت شناختی بین ایزوله‌های زنگ زرد یا نواری روی *Poa* در قیاس با سایر ایزوله‌های زنگ زرد جمع آوری شده روی سایر گندمیان و همچنین تایید بررسی‌های مولکولی بر اساس توالی DNA نواحی ITS نشان دهنده وجود تفاوت بارز و آشکار بین ایزوله‌های زنگ زرد روی *Poa* با سایر گندمیان می‌باشد. در تحقیق حاضر شش ایزوله از زنگ زرد روی *P. pratensis* بررسی شد. ریخت شناسی این نمونه‌ها کاملاً با گونه‌های *P. striiformis* s. str. و *P. striiformoides* متفاوت بود. اوردینیوسپورها ابعادی کوچکتر از اوردینیوسپورهای *P. striiformis* داشتند و تعداد منافذ تندشی آنها ۸-۵ عدد بود که کمتر از تعداد منافذ تندشی اوردینیوسپورها در دو گونه دیگر می‌باشد. همچنین خارهای اوردینیوسپورها در نمونه‌های بررسی شده روی *Poa* نسبتاً بلندتر از سایر نمونه‌های زنگ زرد بررسی شده در این تحقیق بودند. علاوه بر ریخت شناسی اوردینیوسپورها، توالی DNA در نمونه زنگ زرد روی *Poa* (IRAN 11500 F) بررسی گردید و مشخص شد که این نمونه دارای توالی DNA منحصر به فردی در نواحی ITS1 و ITS2 در قیاس با سایر نمونه‌های بررسی شده از زنگ زرد بود (شکل ۱و۲). علاوه بر این تفاوت‌ها توالی این نمونه در انتهای ´۳ ژن 18S rRNA نیز در دو باز نسبت به سایر نمونه‌های *P. striiformis* s.str. و *P. striiformoides* تفاوت نشان می‌داد. همان طوری که ذکر شد، *شورتز* (۱۹۹۴) به استناد مرفولوژی لوله تندشی اوردینیوسپورها و نقوش آیزوزایمی ایزوله‌های زنگ زرد روی *P. pratensis* جمع آوری شده از هلند و بلژیک را تحت واریته جدید *P. striiformis* var. *poae* معرفی نموده است. متاسفانه در شرح این واریته اشاره‌ای به ریخت شناسی و ابعاد اوردینیوسپورها نشده است. بررسی نمونه تیپ واریته *poae* مشخص نمود که اولا این نمونه فاقد تلیوسپور است، به علاوه مقایسه آن با نمونه‌های ایران و ایالات متحده آمریکا مشخص نمود که این نمونه‌ها مشابه هستند، لذا این

www.SID.ir

Archive of SID

واریته به عنوان مترادف گونه *P. pseudostriiformis* در نظر گرفته شد. در خصوص انتخاب نمونه تیپ *P. pseudostriiformis* ذکر این نکته ضروری است که این نمونه (PUR 59844) همان نمونه‌ای است که *تولنار* و *هوستون* (۱۹۶۷) برای اولین بار بر اساس آن فرم اختصاصی *P. striiformis* f. sp. *poae* را معرفی نمودند.

نتیجه گیری و بحث در خصوص تفکیک گونه *P. striiformis* s. l. به سه گونه مجزا

همان طوری که در بخش‌های مربوط به گونه‌های معرفی شده نیز ذکر شد، تفاوت‌های موجود بین جدایه‌های مختلف زنگ زرد روی گندمیان مختلف از دیر باز مورد توجه محققان بوده است. در تحقیق حاضر با توجه به تفاوت‌های بارز ریخت شناختی، تفاوت در دامنه میزبانی و همچنین تفاوت در توالی‌های DNA نواحی ITS بین جدایه‌های مختلف زنگ زرد، جمعیت‌های بررسی شده از این گونه با مفهوم وسیع آن به سه گونه مجزا تقسیم گردیدند. با توجه به تحقیقات انجام شده گونه *P. striiformis* s. str. بایستی به نمونه‌هایی از زنگ زرد که غالبا روی اعضای قبیله Triticeae شیوع دارند و از لحاظ ابعاد هاگ‌ها، تلیوسپورها و اوردینیوسپورهای نسبتاً بزرگی دارند اطلاق شود. تعداد منافذ تندشی اوردینیوسپورها نیز در این گونه معمولاً زیاد و تا ۱۵ منفذ می‌باشد. از لحاظ توالی DNA نواحی ITS نیز نمونه‌های بررسی شده از این گونه روی گندم و جو غیر زراعی (*Hordeum geniculatum*) دارای توالی‌هایی مشابه و متفاوت با سایر گونه‌ها در قسمت‌هایی از ناحیه ITS1 و ITS2 بودند. همچنین طی این بررسی‌ها نمونه‌های زنگ زرد روی *Dactylis glomerata* تحت گونه‌ای مجزا با نام *P. striiformoides* nom. et stat. nov. قرار داده شدند. محققانی چون *اولریش* (1977) نیز قبلاً به تفاوت‌های ریخت شناختی جدایه‌های زنگ زرد روی *Dactylis* با سایر جدایه‌های زنگ زرد اشاره کرده‌اند. همچنین *منرز* (۱۹۶۰) نیز با توجه به همین تفاوت‌ها واریته‌ای جدید با نام *P. striiformis* var. *dacylidis* را معرفی نموده است. در تحقیق حاضر، با توجه به ریخت شناسی مراحل مختلف هاگی ایزوله‌های زنگ نواری روی *Dactylis* شامل اوردینیوسپورها و تلیوسپورهای کوچکتر نسبت به سایر ایزوله‌های زنگ مذکور روی اعضای قبیله Triticeae، همچنین تفاوت در توالی DNA نواحی ITS بین این نمونه‌ها با نمونه‌های گونه *P. striiformis* s. str. و نمونه روی *Poa pratensis* این جدایه‌ها به عنوان یک نام جدید تحت گونه‌ای مجزا یعنی *P. striiformoides* قرار داده شدند.

در مورد جدایه زنگ نواری روی *Poa* نیز *اولریش* (1977)، *تولنار* و *هوستون* (۱۹۶۷) و *تولنار* (1967) به تفاوت‌های بین ایزوله‌های زنگ زرد روی *Poa* با سایر نمونه‌های این زنگ روی دیگر اعضای Poaceae اشاره کرده اند. بررسی‌های *نیکس* (۱۹۸۹، ۱۹۸۶) و *شورتز* (۱۹۹۴) بر اساس ریخت شناسی لوله تندشی و نقوش آیزوزایمی نیز تفاوت ایزوله‌های زنگ زرد روی *Poa* با سایر جدایه‌های این زنگ روی دیگر گندمیان را تایید نموده است.

www.SID.ir

Archive of SID

در تحقیق حاضر، ضمن بررسی دقیق ریخت شناسی اوردینیوسپورها در نمونه‌های زنگ زرد روی *Poa pratensis* مشخص گردید که اوردینیوسپورها دراین نمونه‌ها ابعادی کوچکتر از سایر جدایه‌های زنگ زرد روی اعضای Triticeae دارند. تعداد منافذ تندشی در این جدایه‌ها ۸- ۵ و کمتر از سایر جدایه‌های زنگ زرد است، همچنین توالی DNA نواحی ITS در جدایه تعیین توالی شده روی *Poa pratensis* (IRAN 11500F) نیز با سایر جدایه‌های بررسی شده در قسمت‌های ITS1 و ITS2 تفاوت داشتند. گفتنی است که علاوه بر این تفاوت‌ها، قسمت انتهای ناحیه 18S در توالی به دست آمده از نمونه زنگ زرد روی *Poa pratensis* (214) در دو باز با توالی‌های همین ناحیه در نمونه‌های زنگ زرد روی گندم، جو و *Dactylis* نیز تفاوت نشان می‌داد. با توجه به جمیع مطالب فوق جدایه‌های بررسی شده از زنگ زرد یا نواری روی *Poa* نیز در این تحقیق به عنوان گونه‌ای جدید در نظر گرفته شد.

با توجه به فیلوگرام شکل‌های ۱و۲ نمونه‌های مربوط به گونه‌های *P. striiformis* s. str.، *P. striiformoides* و *P. pseudostriiformis* همگی یک شاخه مشخصی را در بین گونه‌های مختلف عامل زنگ برگی روی گندمیان تشکیل داده‌اند که نشان از ارتباط و وابستگی این گونه‌ها به یکدیگر دارد. به علاوه، با توجه به این که انشعابات زیر گروه مربوط به ایزوله *Poa* (کد ۲۱۴) مقدم بر سایر گونه‌ها یا نمونه‌ها است. این گونه موقعیتی ابتدایی‌تر نسبت به سایر گونه‌های این شاخه دارا می‌باشد.

هاسبروک (۱۹۶۵) گندمیان غیر مزروع را میزبان‌های اولیه زنگ زرد می‌داند و معتقد است پس از ظهور گندمیان زراعی این گونه زنگ آنها را نیز آلوده ساخته است. بررسی‌های مولکولی نمونه‌های معدود و محدودی از گونه *P. striiformis* s. l. در این تحقیق نظریه هاسبروک (۱۹۶۵) را تایید می‌نماید.

سپاسگزاری

بخشی از این تحقیق با حمایت مالی بنیاد علمی "Studienstiftung Mykologie" در جمهوری فدرال آلمان انجام گردیده است که شایسته تشکر و قدردانی است. برگردان شرح آرایه‌های جدید به لاتین، توسط آقای دکتر موسی ایرانشهر انجام شده است که بدین وسیله از ایشان سپاسگزاری می‌شود. همچنین از آقای پروفسور والتر گمس بابت اصلاح بخش انگلیسی مقاله قدردانی می‌گردد.

منابع

جهت ملاحظه منابع به صفحات 82-77 متن انگلیسی مراجعه شود.

www.SID.ir

Archive of SID

نشانی نگارندگان: دکتر مهرداد عباسی*، بخش تحقیقات رستنی‌ها، موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، صندوق پستی ۱۴۵۴، تهران ۱۹۳۹۵؛ دکتر قربانعلی حجارود، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج؛ دکتر مارکوس شولر، موزه ایالتی تاریخ طبیعی، کارلسروهه، آلمان و دکتر استفان ب گودوین، بخش تحقیقات کشاورزی، لافایت غربی، ایندیانا، ایالات متحده آمریکا.

* **E-mail:** puccinia_2000@yahoo.com

www.SID.ir

References

ABBASI, M., HEDJAROUDE, Gh.A., ERSHAD, D. and TERMEH, F. 2002. On the taxonomy of *Puccinia graminis* Pers. and some remarks on the ecology of the rust in Iran. Iran. J. Plant Path. 38: 159-192.

ALTMAN, J., ESLAMI, A.K. and VAZIRI, A. 1972. Diseases of crops in the Khuzestan province of southwestern Iran. Plant Disease Reptr 56 (12): 1067-1069.

BANDADIAN, A. 1964. Situation of the cereal rusts in different areas of Iran in 1964. Iran. J. Plant Path. 1(7): 6-7.

BAMDADIAN, A. 1967. Importance and distribution of cereal rusts in Iran. Iran. J. Plant Path. 4(1): 1-7.

BOR, N.L. 1970. Gramineae. *In*: "Flora Iranica". K.H. Rechinger (ed). No. 70, 573 pp., Graz.

CUMMINS, G.B. 1971. The Rust Fungi of Cereals and Grasses. Springer, 570 pp., New York.

CUMMINS, G.B. and HIRATSUKA, Y. 1983. Illustrated Genera of Rust Fungi. revised ed. Am. Phytopath. Soc., 152 pp., Minneapolis.

DEHGHAN, M.A. and TORABI, M. 1998. Study of wheat yellow rust epidemiology in Gorgan. Proceedings 13th Iranian Plant Protection Congress. Vol. 2. Plant Diseases & Weeds, Karaj, Iran: 5.

EBRAHIMI, A.Gh. and MINASSIAN, V. 1975. Diseases of cultivated and wild plants in Khuzestan. College of Agriculture, Jundi Shapur University, 50 pp., Ahwaz, Iran.

ERSHAD, D. 1995, Fungi of Iran. 2nd ed. Agricultural Research. Education and Extension Organization, Publication No. 10, 874+14 pp., Tehran.

ESFANDIARI, E. 1946. Contribution à l'étude de la Mycoflore de l' Iran. Ministére Agric. Dept. Gen. Prot. Plants, Tehran.

ESFANDIARI, E. 1947. Les rouilles de céréales en Iran. Entom. Phytopath. App. 4: 67-76.

ESKANDARI, F. 1964. A list of plant diseases from northern and north-western parts of Iran. Iran. J. Plant Path. 1 (5): 9-15.

FOROUTAN, A., TORABI, M., MARDOUKHI, V., MOGHADDAM, M. and NAZARI, K. 1995. Studies on factors influencing epidemics of wheat yellow rust in Mazandaran. Proceedings 12th Iranian Plant Protection Congress. Karaj, Iran: 44.

GÄUMANN, E. 1945. Zur Kenntnis einiger schweizerischer Rostpilze. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 55: 70-80.

GOLATO, C. 1960. Micoflora persiana. Primo elenco di batteri e miceti novici. Riv. Agric. subtrop. trop., 54: 106-113.

GOODWIN S.B. and ZISMANN V.L. 2001. Phylogenetic analyses of the ITS region of ribosomal DNA reveal that *Septoria passerinii* from barley is closely related to the wheat pathogen *Mycosphaerella graminicola*. Mycologia 93: 934–946.

GUYOT, A. L. and MASSENOT, M. 1953. Etudes expérimentales sur les Urédinées hetéroiques. Uredineana, 4: 281-353.

HASSANPOUR, H. and GHANDI, A. 1998. Studies on the epidemiology of wheat stripe rust in Esfahan. Proceedings 13th Iranian Plant Protection Congress. Vol. 2. Plant Diseases & Weeds. Karaj, Iran: 4.

HASSEBRAUK, K. 1965. Nomenklatur, geographische Verbreitung und Wirtsbereich des Gelbrostes, *Puccinia striiformis* West. Mitt. Biol. Bundesanst., Vol. 116: 75 pp.

HYLANDER, N., JØRSTAD, I. and NANNFELDT, J. 1953. Enumeratio Uredinearum Scandinavicarum. Opera Bot. 1: 1-102.

JØRSTAD, I. 1960. Iranian plants collected by Per Wendelbo in 1959. II. Uredinales and some other parasitic fungi. Årb. Univ. Bergen. Mat.- Natur. ser., No. 11: 1-33.

KHABIRI, E. 1952. Contributions à la mycoflore de l' Iran. Première liste. Revue Mycol. 17: 154-157.

KHABIRI, E. 1958. Contributions à la mycoflore de l' Iran. Troisième liste. Revue Mycol. 23: 408-412.

KIMURA, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. J. Mol. Evol. 16: 111-120.

MAGNUS, P. 1899. J. Bornmüller. Iter Persico-turcicum 1892/93. Fungi, Pars II. Verh. zool.- bot. Ges. Wien, 49: 87-103.

MANNERS, J.G. 1950. Studies on the physiologic specialization of yellow rust (*Puccinia glumarum* (Schm.) Erikss. & Henn.) in Great Britain. Ann. appl. Biol. 37: 187-214.

MANNERS, J.G. 1960. *Puccinia striiformis* Westend. var. *dactylidis* var. nov. Trans. Br. Mycol. Soc. 43: 65-68.

MANUCHEHRI, A. 1964. Plant diseases in Shiraz and vicinity in July 1963. Iran. J. Plant Path. 1 (3): 2-4.

MARDOUKHI, V. and TORABI, M. 1998. Yellow rust on wild grasses in Iran. Seed and Plant 14(1): 66-73.

NIEMANN, E., SCHARIF, Gh. and BAMDADIAN, A. 1967. Physiologische Rassen beim gelbrost (*Puccinia striiformis*) des Weizens in Iran. Entom. Phytopath. App. 26: 17-21.

NIEMANN, E., SCHARIF, Gh. and BAMDADIAN, A. 1968. Die Getreideroste in Iran, Wirtsbereich, Unterscheidung, Bedeutung, Bekämpfung. Entom. Phytopath. App. 27: 25-41.

NIKS, R.E. 1986. Variation of mycelial morphology between species and formae speciales of rust fungi of cereals and grasses. Can. J. Bot. 64: 2976-2983.

NIKS, R.E. 1989. Morphology of infection structures of *Puccinia striiformis* var. *dactylidis*. Neth. J. Pl. Path. 95: 171-175.

OROUMCHI, S. and TORABI, M. 1995. Studies on the epidemiology of stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) on wheat in west Azarbaidjan. Proceedings of 12th Iranian Plant Protection Congress. Karaj, Iran: 24.

PERRIÈRE, G. and GOUY, M. 1996. WWW-Query: An on-line retrieval system for biological sequence banks. Biochimie 78: 364-369.

PETRAK, F. 1942. Beiträge zur Kenntnis der orientalischen Pilzflora. Annal Naturhist Mus. Wien 52 (1941): 301-396.

PRASADA, R. 1948. Studies on rusts of some of the wild grasses occurring in the neighborhood of Simla. Indian J. agric. Sci. 18: 165-176.

SAITOU, N. and NEI, M. 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. Mol. Biol. Evol. 4: 406-425.

SAVILE, D.B.O. 1984. Taxonomy of the cereal rust fungi. pp. 79-112. *In*: W.R. Bushnell and A. P. Roelfs (eds). The Cereal Rusts. Origins, Specificity, Structure and Physiology, Vol. I, Acad. Press, Orlando.

SCHARIF, G. and ERSHAD, D. 1966. A list of fungi on cultivated plants, shrubs and trees of Iran. Ministry of Agriculture, Plant Pests and Diseases Research Institute, Evin, 89 pp., Tehran.

SWERTZ, C.A. 1994. Morphology of germlings of urediniospores and its value for the identification and classification of grass rust fungi. Stud. Mycol. 36: 1-152.

TAVAKKOLIZADEH, E. 1967. Resistance trials of 10 varieties of wheat to a physiological race of *Puccinia glumarum*. Iran. J. Plant Path. 3 (4): 1-7.

TAYLOR, J. and SWANN, E. 1994. Dried Samples: Soft Tissues, DNA from Herbarium Specimens. pp. 166-181. *In*: B. Herrmann and S. Hummel (eds). Ancient DNA, Springer-Verlag, New York.

THOMPSON, J.D., GIBSON, T.J., PLEWNIAK, F., JEANMOUGIN, F. and HIGGINS, D.G. 1997. The CLUSTAL X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. Nucleic Acids Research 25 (24): 4876-4882.

TOLLENAAR, H. 1967. A comparison of *Puccinia striiformis* f. sp. *poae* on bluegrass with *P. striiformis* f. sp. *tritici* and f. sp. *dactylidis.* Phytopathology 57: 418-420.

TOLLENAAR, H. and HOUSTON, B.R. 1967. A study on the epidemiology of stripe rust, Puccinia striiformis West., in California. Canadian Journal of Botany 45: 291-307.

ULLRICH, J. 1977. Die mitteleuropäischen Rostpilze der Futter-und Rasengräser. Mitt. Biol. Bundesanst. 175: 69 pp.

VAZIRI, A. 1973. Index of plant diseases in Dezful area.

VIENNOT-BOURGIN, G. 1958. Contribution à la connaissance des champignons parasites de l' Iran. Annal. Épiphyt. 2: 97-210.

VIENNOT-BOURGIN, G., SCHARIF, Gh. and ESKANDARI, F. 1969. Nouvelle contribution à la connaissance des micromycètes parasites en Iran. Entom. Phytopath. Appl. 28: 3-26.

VIENNOT-BOURGIN, G., ALE-AGHA, N. and ERSHAD, D. 1970. Les champignons parasites de l' Iran (Nouvelle contribution). Ann. Phytopathol. 2: 689-734.

WATSON, L. and M.J. DALLWITZ. 1992. The Grass genera of the world. Revised ed. CAB International, Cambridge: 1081 pp.

WILSON, M. and HENDERSON, D.M. 1966. British Rust Fungi. Cambridge University Press, 384 pp., Cambridge.

WHITE, T.J., BRUNS, T., LEE, S. and TAYLOR, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal DNA for phylogenetics. pp. 315-322. *In*: M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky and T.J. White (eds). PCR protocols: a guide to the methods and applications, Academic Press, San Diego, California.

ZAMBINO, P.J. and SZABO, L.J. 1993. Phylogenetic relationships of selected cereal and grass rusts based on rDNA sequence analysis. Mycologia 85: 401-414.

Addresses of the authors: Dr. M. ABBASI*, Dept. of Botany, Plant Pests & Diseases Research Institute, P.O. Box 1454, Tehran 19395, Iran; Dr. Gh.A. HEDJAROUDE, Dept. of Plant Protection, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran; Dr. M. SCHOLLER, State Museum of Natural History, Karlsruhe, Germany; Dr. S. B. GOODWIN, USDA-ARS, West Lafayette, IN, USA.

* **E-mail:** puccinia_2000@yahoo.com