

رده‌بندی گونه *Puccinia recondita* s. lat. عامل زنگ قهوه‌ای گندمیان

در ایران

Taxonomy of *Puccinia recondita* s. lat. causing brown rust on grasses in Iran

مهرداد عباسی*، جعفر ارشاد و قربانعلی حجارود

موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، تهران و دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج

پذیرش ۱۳۸۴/۹/۲۳

دریافت ۱۳۸۴/۳/۳

چکیده

با تکیه بر شواهد مرفولوژیکی و مولکولی حاصل از تجزیه و تحلیل توالی DNA نواحی ITS و ژن 5.8S، نمونه‌های بررسی شده از *Puccinia recondita* s. lat. عامل زنگ قهوه‌ای گندمیان در ایران به چهار تاکسون مجزا یعنی *P. recondita* s. str. روی *Elymus hispidus* و *Secale segetale* با مرحله اسیومی روی *Boraginaceae*، *P. bromina* روی *Bromus* spp. با مرحله اسیومی ناشناخته، *P. persistens* subsp. *tritricina* روی گندم (عامل زنگ قهوه‌ای گندم) و *Aegilops tauschii* و *P. persistens* subsp. *agropyrina* روی *Elymus* spp. با مرحله اسیومی روی *Ranunculaceae* تقسیم گردیدند. براساس نتایج این بررسی در نظر گرفتن عامل زنگ قهوه‌ای گندم به عنوان گونه مجزای *P. tritricina* و یا قرار دادن آن در گونه مرکب *P. recondita* s. ampl. تایید نگردید. این تحقیق مشخص نمود عامل زنگ قهوه‌ای گندم جزئی از گونه *P. persistens* بوده و تحت نام *P. persistens* subsp. *tritricina* قرار داده شد. میزبان‌های جدید

* مسئول مکاتبه

برای زنگ‌های شناسایی شده معرفی گردید. همچنین بر اساس مقایسه توالی‌های نواحی ITS و ژن 5.8S مراحل اسپرمی گونه‌های مختلف زنگ‌های گندمیان شناسایی گردیدند.

واژه‌های کلیدی: زنگ قهوه‌ای، گندمیان، رده‌بندی، *Puccinia recondita*، Uredinales، rDNA

مقدمه

عامل زنگ قهوه‌ای یا زنگ برگ گندم و سایر گندمیان با دو مفهوم وسیع و اخص گونه در منابع قارچ‌شناسی نامبرده شده است. منظور از زنگ قهوه‌ای نمونه‌های حاوی تلیوم‌های پوشیده و اوردینوسپورهای با دیواره غالباً قهوه‌ای با منافذ تندشی نسبتاً تا کاملاً واضح و مشخص می‌باشند. برخی دانشمندان از جمله کومینز (Cummins 1971) و کومینز و کالدول (Cummins & Caldwell 1956) تمامی نمونه‌های زنگ قهوه‌ای روی گندمیان با خصوصیات فوق را تحت یک گونه یعنی *P. recondita* s. lat. طبقه بندی نموده اند. کومینز (1971) 51 تاکسون مختلف از جنس *Puccinia* و یک تاکسون از شبه جنس *Uredo* را به عنوان مترادف گونه *P. recondita* در نظر گرفته است. چنین مفهوم وسیع شده‌ای از عامل زنگ قهوه‌ای (*P. recondita* sensu Cummins) به دلیل سهولت استفاده سالها است که در منابع مختلف قارچ‌شناسی و بیماری‌شناسی گیاهی کاربرد داشته و دارد. در مدل دیگری از رده‌بندی عامل زنگ قهوه‌ای، محققانی چون ویلسون و هندرسون (Wilson & Henderson 1966) و جانسون (Johnston 1963) ضمن در نظر گرفتن یک گونه یعنی *P. recondita* به عنوان عامل زنگ قهوه‌ای گندمیان مختلف آن را براساس دامنه میزبانی به فرم‌های اختصاصی متعددی تقسیم نموده‌اند. در بین محققانی که تنها قایل به یک گونه برای عامل زنگ قهوه‌ای گندمیان می‌باشند نقطه نظرات اولیویرا و زامبورسکی (D'Oliviera & Samborski 1966) جالب توجه است. نامبردگان ضمن اینکه در بررسی‌های خود به تفاوت‌های بیولوژیک بین ایزوله‌های زنگ قهوه‌ای پی بردند مع الوصف تمامی جدایه‌های مختلف زنگ قهوه‌ای را به عنوان گروه‌های بیولوژیک مختلف تنها به دلیل شباهت‌های مرفولوژیک کلی در گونه *P. recondita* s. lat. قرار دادند. زامبورسکی (Samborski 1985) در راستای همین نقطه نظر می‌نویسد "طبقه‌بندی عامل زنگ قهوه‌ای یا زنگ برگ گندمیان به فرم‌های اختصاصی یک گونه

(*P. recondita* s. lat.) به واقعیت نزدیکتر است تا اینکه آنها را به گونه‌های مختلف تقسیم نمائیم.”

نقطه مقابل رده‌بندی زنگ قهوه‌ای با مفهوم وسیع گونه مدل‌های رده‌بندی ارائه شده توسط محققانی است که مایل به مفهوم اخص گونه بوده‌اند و لذا گونه *P. recondita* s. lat. را نپذیرفته و براساس خصوصیات ریخت‌شناسی نسبتاً ظریف ولی ثابت در اسپوره‌های مراحل مختلف و تفاوت‌های بیولوژیکی ایزوله‌های زنگ قهوه‌ای را به گونه‌های مختلف یا تاکسون‌های پایین‌تر از گونه تقسیم نموده‌اند (Gaumann 1959, Urban 1966, 1969, Markova 1976, Markova & Urban 1977, Savile 1984). وجود دو نقطه‌نظر دور از هم در رده‌بندی عامل زنگ قهوه‌ای گندمیان منجر به اطلاق نام‌های مختلفی به اعضای این گروه روی میزبان‌های متنوع از گندمیان گردیده است. برخی از این نام‌ها در جدول شماره ۱ با ذکر منبع درج گردیده‌اند. وجود نقطه‌نظرات متفاوت در خصوص رده‌بندی عامل زنگ قهوه‌ای گندمیان عاملی بوده است تا محققان مختلف با بهره‌گیری از روش‌های نوین در جهت حل معضل تاکسونومی زنگ قهوه‌ای تلاش نمایند. شورتز (Swertz 1994) با بهره‌گیری از مرفولوژی اندام آلوده‌کننده تولید شده توسط اوردینیوسپورها و همچنین نقوش آیزوزایمی شواهدی دال بر وجود چند گونه درون گونه مرکب *P. recondita* s. lat. بدست آورد. همچنین هلفر (Helfer 1990) براساس بررسی فراساختاری هیف‌ها و اسپوره‌های گونه مرکب *P. recondita* s. lat. به وجود گونه‌های مختلف درون این گونه مرکب و دوباره احیا نمودن (re-establishment) برخی از این تاکسون‌ها که به درستی توسط محققان قبلی در نظر گرفته شده‌اند اشاره نموده است. در بررسی دیگری زامبینو و زیبو (Zambino & Szabo 1993) براساس بررسی توالی DNA نواحی ITS به جدایی جدایه‌های زنگ قهوه‌ای روی گندم و چاودار اشاره نمودند. ساویل (1984) تفاوت‌های مرفولوژیک ظریف ولی ثابت در بین جمعیت‌های مختلف زنگ قهوه‌ای را هم سنگ و مرتبط با اختصاص یافتگی بیولوژیکی می‌داند و اعتقاد دارد نادیده گرفتن این تفاوت‌های مرفولوژیک بین جدایه‌های زنگ قهوه‌ای مصداق این قانون باستانی رومی یعنی *Suppressio veriet suggestio falsi* یا کتمان حقیقت و ارائه کذب می‌باشد.

در خصوص سابقه گزارش عامل زنگ قهوه‌ای در ایران همانطور که در جدول ۲ نشان داده

جدول ۱- مروری بر تاکسونومی در نظر گرفته شده درون گونه مرکب *Puccinia recondita* s. lat. توسط برخی محققان

Table 1. Overview of the taxa recognized within *Puccinia recondita* s. lat. by several authors

میزبان تلپدی telial host	Gläumann 1959	Wilson & Henderson 1966	Urban 1967, 1969 reconditized taxa	Markova 1976	Cummins 1971	Swertz 1994
<i>Elymus</i> spp., specially <i>E.</i> <i>repens</i>	<i>Puccinia</i> <i>persistens</i>	<i>P. recondita</i> f. sp. <i>agropyria</i>	<i>P. perplexans</i> var. <i>tritica</i> f. sp. <i>persistens</i>	<i>P. persistens</i> subsp. <i>agropyria</i>	<i>P. recondita</i>	<i>P. agropyria</i>
<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>P. perplexans</i>	<i>P. recondita</i> f. sp. <i>perplexans</i>	<i>P. perplexans</i> var. <i>perplexans</i>	-	<i>P. recondita</i>	<i>P. perplexans</i>
<i>Bromus inermis,</i> <i>B. erectus</i> <i>B. sterilis</i>	<i>P. symphyti- bromorum,</i> <i>P. symphyti- bromorum</i> <i>P. dispersa</i>	<i>P. recondita</i> f. sp. <i>symphyti-bromorum</i> <i>P. recondita</i> f. sp. <i>bromina</i>	<i>P. bromina</i> var. <i>paucipora</i> <i>P. bromina</i> var. <i>bromina</i> <i>P. recondita</i>	-	<i>P. recondita</i>	<i>P. bromina</i> var. <i>paucipora</i> <i>P. bromina</i> var. <i>bromine</i> <i>P. recondita</i>
<i>Secale cereale,</i> <i>S. montanum</i>	<i>P. dispersa</i>	<i>P. recondita</i> f. sp. <i>recondita</i>	<i>P. bromina</i> var. <i>bromina</i> <i>P. recondita</i>	-	<i>P. recondita</i>	<i>P. recondita</i>
<i>Triticum</i> spp.	<i>P. tritica</i>	<i>P. recondita</i> f. sp. <i>tritici</i>	<i>P. perplexans</i> var. <i>tritica</i> f. sp. <i>tritica</i>	<i>P. persistens</i> subsp. <i>persistens</i> var. <i>tritica</i>	<i>P. recondita</i>	<i>P. tritica</i>

شده است این زنگ روی گندمیان مختلف در منابع قارچ‌شناسی مربوط به ایران هم با نام *P. recondita* s. lat. و هم با نام‌های دیگری که براساس مفهوم اخص گونه به جمعیت‌های این زنگ روی میزبان‌های مختلف اطلاق گردیده‌اند گزارش شده است.

جدول ۲- گزارش‌های ارائه شده از گونه *Puccinia recondita* s. l. و گونه‌های نزدیک به آن در منابع قارچ‌شناسی مربوط به ایران (نمونه‌های مشخص شده با ستاره به عنوان میزبان‌های مرحله اسیومی گزارش گردیده‌اند)

Table 2. Records of *Puccinia recondita* s.lat. from Iran (records with an asteric belong to aecial state)

Rust species گونه زنگ	Host میزبان	Reference منبع
<i>Puccinia recondita</i> Rob. ex Desm.	* <i>Aconitum cochlerae</i> Varsch	Gjaerum, 1986
	<i>Agropyron</i> sp.	Jørstad, 1960
	<i>A. cristatum</i> (L.) Gaertn.	Jørstad, 1960
	<i>Agrostis gigantea</i> Roth.	Gjaerum, 1988
	<i>Boissiera squarrosa</i> (Banks et Soland) Nevski	Jørstad, 1959
	* <i>Thalictrum</i> sp.	Gjaerum, 1986
	* <i>Th. foetidum</i> L.	Gjaerum, 1986
	<i>Triticum</i> sp.	Ebrahimi & Minassian, 1975
	<i>T. aestivum</i>	Bamdadian 1967, 1973
	<i>P. agropyrina</i> Erikss.	<i>Agropyron cristatum</i>
<i>Elymus hispidus</i> (Opiz)		Khabiri, 1952
Melderis subsp. <i>hispidus</i> (as <i>A. glaucum</i> Roem. et Schult.)		
<i>E. repens</i> (L.) Gould [as <i>A. repens</i> (L.) P. Beauv.]		Viennot-Bourgin, 1958;
		Viennot-Bourgin <i>et al.</i> , 1970

<i>P. bromina</i> Erikss.	<i>Bromus sterilis</i> L.	Petrak & Esfandiari, 1941; Esfandiari, 1946
<i>P. madritensis</i> Maire	<i>B. brachystachys</i> Hornung	Viennot-Bourgin <i>et al.</i> , 1970
<i>P. symphyti-bromorum</i> Muell.	<i>B. madritensis</i> L.	Viennot-Bourgin <i>et al.</i> , 1969
<i>P. persistens</i> Plowr.	<i>Agropyron intermedium</i> (Host)P. Beauv. <i>E. hispidus</i> var. <i>villosus</i> (Hack.) Assadi (as <i>Agropyron aucheri</i> Boiss.)	Khabiri, 1958 Dubuis & Faurel, 1963
<i>P. triticina</i> Erikss.	<i>Triticum</i> sp. <i>T. aestivum</i>	Scharif & Ershad, 1966; Esfandiari, 1946 Esfandiari, 1947, 1947a; Viennot-Bourgin <i>et al.</i> , 1969; Niemann <i>et al.</i> , 1968
<i>P. agropyri</i> Ell. et Ev.	<i>E. elongatus</i> (Host) Runemark subsp. <i>elongatus</i> [as <i>Agropyron</i> <i>elongatum</i> (Host) P. Beauv.]	Petrak & Esfandiari, 1941

روش بررسی

نمونه‌های مورد بررسی

نمونه‌های مورد بررسی در این تحقیق غالباً طی سال‌های ۷۸-۱۳۷۰ از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری 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 بازرینی قرار گرفتند. تمامی نمونه‌های جمع‌آوری 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 ریخت‌شناختی از روش‌های ارابه شده توسط عباسی و همکاران (Abbasi et al. 2002) بهره گرفته شد. به منظور مشاهده منافذ تندشی اوردینوسپورها علاوه بر استفاده از لاکتوفنل از ترکیبات دیگری چون کلرال هیدرات ۰.۵٪ و محلول هویر (Hoyer's mounting fluid) استفاده شد. عکس‌های میکروسکوپی با سیستم فتومیکروگرافی (Photomicrographic system) مدل PM-10AD سازگار با میکروسکوپ الیمپوس مدل BH2 تهیه گردیدند. در کلیه این عکس‌ها بزرگنمایی به صورت خط مقیاس معادل ۱۰ میکرومتر نشان داده شده است. در مورد نام مراحل مختلف زنگ‌ها و هاگ‌های مراحل مختلف همچنین تزیینات سطح اسپورها و نحوه استقرار منافذ تندشی در سطح اوردینوسپورها از مجموعه اصطلاحات ارابه شده توسط کومینز و هیراتسوکا (Cummins & Hiratsuka 1983) استفاده شد.

جهت انجام بررسی‌های مولکولی ۱۹ نمونه هرباریومی زنگ غالباً روی گندمیان (جدول ۳) شامل ۱۰ نمونه از مراحل تلومی و اسیومی زنگ قهوه‌ای روی میزبان‌های مختلف به شرح زیر تعیین توالی شدند.

استخراج DNA

استخراج DNA از نمونه‌های هرباریومی زنگ‌های مورد مطالعه براساس روش تیلور و سوان (Taylor & Swann 1994) با اندکی تغییر، از مراحل مختلف اسپوری شامل اسیوسپورها، اوردینوسپورها و تلوسپورها انجام شد. علاوه براین، روش ساییدن اسپورها داخل بافر استخراج (grinding method) نیز مورد استفاده قرار گرفت. در این روش برای استخراج DNA مقدار حدود ۰/۰۲ میلی‌گرم (حدود ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ اسپور) از اسیوسپورها، اوردینوسپورها یا تلوسپورها به ۵۰ میکرولیتر از بافر Low-EDTA TE (0.05 μ M 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.

انجام PCR و همسانه‌سازی (DNA cloning)

جهت انجام PCR برای تکثیر تمامی ناحیه ITS شامل انتهای ۳' ژن rRNA 18S، ناحیه ITS1، ژن rRNA 5.8S، ناحیه ITS2 و انتهای ۵' ژن rRNA 28S از آغازگرهای ITS4 و

ITS5 استفاده گردید (White *et al.* 1990). جهت تکثیر DNA از برنامه PCR ارایه شده توسط زامینو و زیبو (۱۹۹۳) استفاده شد. پارامترهای PCR شامل ۴۰ چرخه 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 GENE CLEAN SPIN kit (BIO 101, Vista, CA) نسبت به استخراج DNA از ژل آگارز اقدام گردید. پس از کمیت سنجی DNA استخراج شده با استفاده از دستگاه fluorometer نسبت به همسانه‌سازی (DNA cloning) با استفاده از کیت TA Cloning Kit (Invitrogen Corp., Carlsbad, CA) 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 همسانه‌سازی با استفاده از *EcoRI* و الکتروفورز روی ژل آگارز کنترل شد.

جدول ۳- مشخصات نمونه‌های زنگ مورد استفاده در بررسی‌های تعیین توالی

Tabel 3. 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	Accesssion no. شماره ثبت در بانک ژن
<i>P. bromina</i>	IRAN 11507 F	194II- <i>Bromus sterilis</i>	Iran, Karaj	693	AY956550
<i>P. bromina</i>	IRAN 9059 F	99- <i>Bromus tectorum</i>	Iran, Golestan	690	AY956548
<i>P. persistens</i>	IRAN 8274 F	101- <i>Aegilops taushii</i>	Iran, Golestan	697	AY956549
<i>P. persistens</i>	IRAN 8226 F	109- <i>Triticum aestivum</i>	Iran, Azarbaijan	696	AY880845
<i>P. persistens</i>	IRAN 11513 F	206- <i>Elymus hispidus</i> var. <i>villosus</i>	Iran, Azarbaijan	700	AY956552
<i>P. persistens</i> (aecial state)	IRAN 11511 F	194I- <i>Thalictrum minus</i>	Iran, Karaj	706	AY956561

Table 3. (continued)

جدول ۳- (ادامه)

<i>Aecidium</i> sp.	IRAN 11487 F	232- <i>Thalictrum sultanabadense</i>	Iran, Malayer	685	AY956563
<i>P. recondita</i>	IRAN 11505 F	195- <i>Secale segetale</i>	Iran, Golestan	691	AY956551
<i>P. recondita</i>	IRAN 11506 F	215- <i>Elymus</i> sp.	Iran, Golestan	691	AY956553
<i>P. recondita</i> (aecial state)	IRAN 11486 F	229- <i>Cerinthe minor</i>	Iran, Ghazvin	692	AY956562
<i>P. holcina</i>	IRAN 3922 F	113- <i>Lolium temulentum</i>	Iran, Golestan	688	AY956554
<i>P. hordei</i>	IRAN 10835 F	151- <i>Hordeum vulgare</i>	Iran, Khuzestan	695	AY874150
<i>P. striiformoides</i>	IRAN 9052 F	115- <i>Dactylis glomerata</i>	Iran, Tehran	684	AY956558
<i>P. striiformis</i>	IRAN 11502 F	204- <i>Triticum aestivum</i>	Iran, Karaj	682	AY874152
<i>P. coronata</i>	IRAN 11475 F	191- <i>Avena ludoviciana</i>	Iran, Mazandaran	700	AY956564
<i>P. wolgensis</i>	IRAN 11481 F	246- <i>Stipa hohenackeriana</i>	Iran, Karaj, Dizin	686	AY956566
<i>P. graminis</i>	IRAN 11453 F	105- <i>Avena ludoviciana</i>	Iran, Amarlou	686	AY874149
<i>P. graminis</i>	IRAN 9803 F	5- <i>Triticum aestivum</i>	Iran, Shahrud	696	AY874142
<i>P. graminis</i>	IRAN 6646 F	26- <i>Aegilops crassa</i>	Iran, Bakhtaran	701	AY874138

^a Including the primer region

تعیین توالی DNA

نمونه‌های DNA مطابق با روش ارایه شده توسط گودوین و زیسمان (Goodwin & Zismann 2001) و با استفاده از کیت ThermoSequenase fluorescent labeled primer cycle sequencing kit (Amersham Pharmacia Biotech) برای تعیین توالی آماده شده و با استفاده از دستگاه ALFexpress 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.

تجزیه و تحلیل فیلوژنتیکی توالی‌های بدست آمده

جهت ترسیم شجره فیلوژنتیک، گونه‌های *P. coronata* و *P. wolgensis* به‌عنوان 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 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 سائتو 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 NJ Tree در برنامه ClustalX انجام شد. فیلوگرام نهایی (شکل ۱) توسط برنامه Njplot (Perrière & Gouy 1996) نمایش داده شده و چاپ شد.

:

نتیجه و بحث

در تحقیق حاضر ضمن بررسی مرفولوژیک مراحل مختلف اسپوری در جمعیت‌های متنوع زنگ قهوه‌ای و بهره‌گیری از شواهد مولکولی حاصل از مقایسه توالی‌های DNA نواحی ITS مشخص گردید که گونه *P. recondita* sensu Cummins از لحاظ تاکسونومیکی گونه‌ای مرکب بوده و بایستی به تاکسونهای مختلفی به شرح زیر تقسیم گردد:

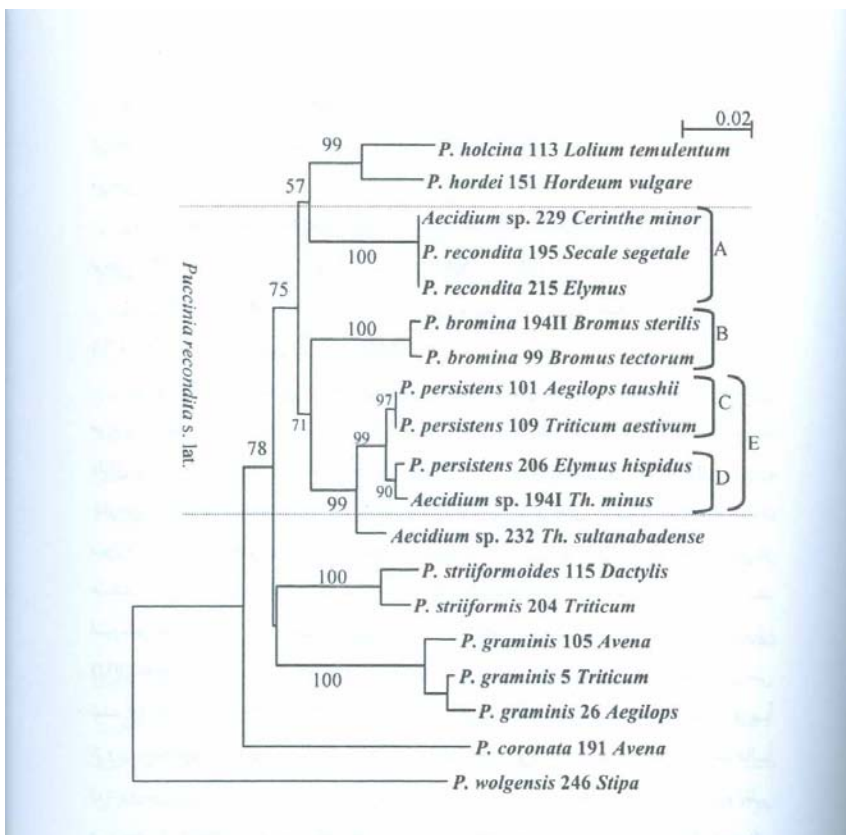
-*Puccinia recondita* Roberge ex Desm. s. str. Bull. Soc. bot. Fr. 4: 798 (1857)

Matrix: O, I on Boraginaceae; II, III on *Aegilops*, *Secale*, *Triticum* (Urban & Markova 1996), *Elymus*.

Type: On *Secale cereale*, Caen in France, Roberge (Desmazières, Plantes cryptog. France, ser 2, 252; PUR).

نمونه‌های بررسی شده:

مراحل 0 و I



شکل ۱- موقعیت نمونه‌های مربوط به گونه *Puccinia recondita* s.lat. در فیلوگرام حاصل از تجزیه و تحلیل توالی‌های DNA نواحی ITS1, 5.8S, ITS2 نمونه‌های منتخب زنگ‌های گندمیان با روش پیوست نزدیکترین همسایه‌ها به یکدیگر (neighbor-joining analysis)، توپولوژی فیلوگرام و در صد تکرارهای تایید شده براساس توالی کامل نواحی ITS1, ITS2 و ژن 5.8S می‌باشد.

Fig. 1. Position of the specimens of *Puccinia recondita* s. lat. in neighbor-joining tree with 1000 bootstraps, based on ITS region (ITS1-5.8S-ITS2) from selected grass rusts.

روی *Cerintho minor* L. (Boraginaceae)، قزوین، ۲۵ کیلومتری شمال غرب قزوین،
دریابک، ۱۳۷۴/۳/۲۱، ابراهیم ابراهیمی و مهرداد پرجمی (IRAN 11486 F).

مراحل II و III

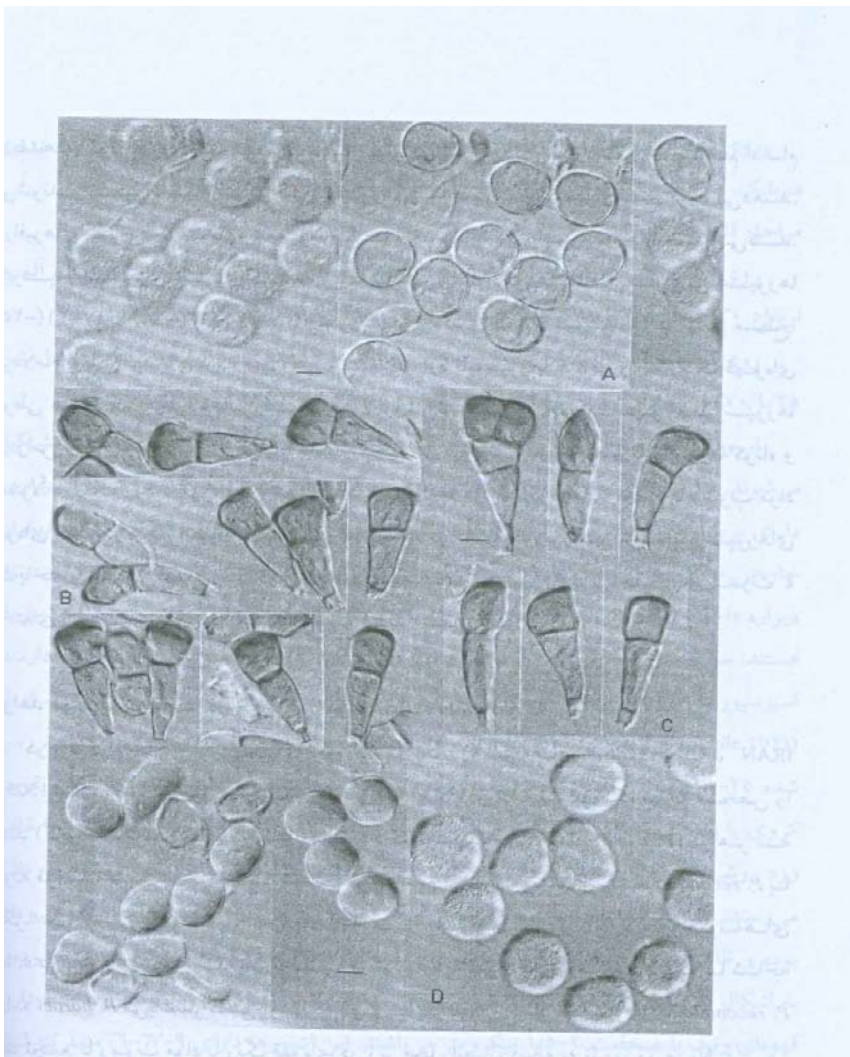
روی *Elymus hispidus* (Opiz) Melderis var. *hispidus*، گلستان، پارک ملی گلستان، آلمه،
ارتفاع ۱۶۳۰ متر، ۱۳۷۰/۴/۲۸، مهرداد عباسی (IRAN 11506 F).
روی *Secale segetale* (Zhuk.) Roshev.، پارک ملی گلستان، آلمه، ارتفاع ۱۶۳۰ متر،
۱۳۷۰/۴/۲۸، مهرداد عباسی (IRAN 11505 F).

اسیومها در سطح زیرین برگها در دسته‌های مشخص گرد یا دوکی شکل تشکیل می‌شوند. قطر این دسته‌ها در نمونه بررسی شده تا ۱/۲ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. اسیومها دارای پریدیوم سفید رنگ کوتاه و فنجان‌ی شکل هستند. سلول‌های پریدیوم دارای دیواره خارجی ضخیم با ضخامت تا ۱۱ میکرومتر و شیارها و برآمدگی‌های ظریف (striate) هستند. دیواره داخلی سلول‌های پریدیوم با ضخامت کمتر تا ۳ میکرومتر و بطور ظریف زگیل‌دار هستند. سلول‌های پریدیومی در قسمت جانبی (lateral side) غالباً بطور ظریف زگیل دارند. اسیوسپورها زگیل‌دار بوده، نحوه آرایش زگیل‌ها در سطح اسپور براساس طبقه بندی ساویل (Savile 1973) از نوع ۲ و ۳ (bizonately verrucose) می‌باشد. ابعاد اسیوسپورها در نمونه بررسی شده ۱۸-۲۵ × (۳۲-۳۰-۲۴) میکرومتر اندازه‌گیری شدند. این اسپورها به اشکال تقریباً کروی یا بیضوی و گاهی مستطیلی شکل و غالباً گوشه‌دار می‌باشند. دیواره اسیوسپورها غالباً زرد روشن و به ضخامت ۱-۱/۵ میکرومتر می‌باشند. توده اسیوسپورها نارنجی روشن به نظر می‌رسند. اوردینیومها غالباً در سطح فوقانی برگ تشکیل می‌شوند. این سورها به رنگ قهوه‌ای بوده و ظاهری پودری دارند. اوردینیوسپورها با ابعاد ۲۳-۲۷ × (۳۲-۳۰-۲۵) میکرومتر بوده و به اشکال تقریباً کروی، بیضوی یا تخم‌مرغی وارونه می‌باشند. دیواره اوردینیوسپورها خاردار و قهوه‌ای رنگ با ضخامت ۲-۱/۵ میکرومتر می‌باشند. این اسپورها دارای ۷-۹ (۶-۷) منفذ تندشی پراکنده با حلقه داخلی (internal ring) غالباً مشخص می‌باشند. تلیومها غالباً در سطح زیرین و بعضاً در سطح فوقانی تشکیل می‌شوند. این سورها تیره رنگ و توسط اپیدرم گیاه میزبان پوشانده شده‌اند. تلیومها مستطیلی یا مستطیلی کشیده بوده در سطح برگ پراکنده‌اند و یا در

ردیف‌های کوتاه قرار دارند. تلیوم‌ها غالباً از پهلوی در کنار یکدیگر قرار گرفته یا با هم ادغام می‌شوند و تشکیل اجتماعات کوچکی از سورها را به صورت پراکنده در سطح برگ می‌دهند. پارافیزهای تلیومی حاضرند و معمولاً حالت حفره دار را در این سورها ایجاد می‌کنند. تلیوسپورها گریزی، گریزی کشیده و یا تقریباً استوانه‌ای هستند. ابعاد این اسپورها $(25-21-17) \times (68-63-45-37)$ میکرومتر اندازه‌گیری شدند. تلیوسپورها در راس مسطح، گرد، مخروطی گرد یا بندرت مخروطی هستند. دیواره تلیوسپورها صاف و به رنگ قهوه‌ای بلوطی هستند که به طرف پایین اسپور معمولاً روشن‌تر می‌شوند. ضخامت دیواره تلیوسپورها در راس تا ۵ میکرومتر و در طرفین غالباً ۲ میکرومتر ضخامت دارند. دنباله تلیوسپورها کوتاه و معمولاً به رنگ زرد تا قهوه‌ای روشن می‌باشند. دنباله‌ها در این گونه فاقد تجمع یا رسوب مواد قهوه‌ای رنگ در محل اتصال آن به اسپور می‌باشند. در نمونه‌های بررسی شده تلیوسپورهای تک‌یاخته‌ای تنها در نمونه (IRAN 11506 F) دیده شدند. تلیوسپورهای ۳ یاخته‌ای و بندرت ۴ یاخته‌ای نیز در نمونه‌های بررسی شده دیده شدند (شکل ۲).

شواهد مولکولی و بحث در خصوص گونه *P. recondita* s. str.

در فیلوگرام حاصل از بررسی‌های مولکولی (شکل ۱) نمونه‌های IRAN 11486 F، IRAN 11505 F، IRAN 11506 F به ترتیب با کدهای ۲۲۹، ۱۹۵ و ۲۱۵ تشکیل یک شاخه مشخص را دادند (گروه A). بررسی‌های مولکولی نشان داد که توالی نواحی ITS1، ITS2، 5.8S در هر سه نمونه فوق کاملاً یکسان بودند. نکته جالب توجه عدم ارتباط نمونه‌های *P. recondita* s. str. با دیگر اعضا گونه مرکب *P. recondita* s. lat. است. این نمونه‌ها بیش از آنکه با سایر نمونه‌های *P. recondita* s. lat. روی گندمیان مختلف در ارتباط باشند دارای ارتباط نزدیک با شاخه *P. hordei* s. lat. می‌باشند. گفتنی است که گونه *P. hordei* s. lat. نیز همانند *P. recondita* s. str. فاقد تجمع یا رسوب مواد با رنگ قهوه‌ای در زیر محل اتصال دنباله به تلیوسپور می‌باشند. براساس خصوصیات مورفولوژیک اشاره شده و همچنین شواهد حاصل از بررسی‌های مولکولی براساس توالی نوکلئوتیدهای نواحی ITS1، ITS2 و ژن 5.8S مشخص گردید که گونه *P. recondita* s. str. گونه‌ای مجزا بوده و بایستی از گونه مرکب *P. recondita* s. ampl. [مفهوم



شکل ۲- *Puccinia recondita* s. str.، اوردینئوسپورها (A) و تلیوسپورها (B) روی *Elymus hispidus*،

تلیوسپورها (C) روی *Secale segetale* و اسیوسپورها (D) روی *Cerinthe minor*.

Fig. 2. *Puccinia recondita* s. str., A. urediniospores and B. teliospores on *Elymus hispidus*, C. teliospores on *Secale segetale* and D. aeciospores on *Cerinthe minor*.

Archive of SID

وسیع به کار برده شده توسط کومینز (۱۹۷۱) جدا گردد. این مفهوم گونه برای *P. recondita* s. str. با مفهومی که محققان مختلف از جمله ساویل (۱۹۸۴)، اوربان (Urban 1966, 1967) و اوربان و مارکووا (Urban & Markova 1977, 1996) برای این گونه تحت عنوان زنگ برگی چاودار در نظر گرفته اند مشابه است. ساویل (۱۹۸۴) این گونه زنگ را تنها محدود به چاودار می داند در حالیکه اوربان و مارکووا (۱۹۹۶) گونه‌هایی از جنس‌های *Secale* و *Aegilops* و همچنین گونه‌های *Triticum aestivum* و *Dactylis glomerata* را به عنوان میزبان‌های مرحله تلومی این گونه ذکر کرده است. در تحقیق حاضر گونه مذکور روی *S. segetale* و *Elymus hispidus* مشاهده گردید که به‌عنوان میزبان‌های جدیدی برای *P. recondita* s. str. معرفی می‌شوند.

در خصوص میزبان اسیومی معرفی شده در این بررسی *Cerintho minor* نیز گفتنی است که اوربان و مارکووا (۱۹۹۶) فهرست جامعی از جنس‌های مختلف خانواده Boraginaceae را به عنوان میزبان‌های اسیومی *P. recondita* s. str. معرفی نموده‌اند لیکن نامی از جنس و گونه میزبان فوق نبرده‌اند. لذا گونه *C. minor* نیز به عنوان میزبان اسیومی جدیدی برای زنگ مورد بحث معرفی می‌گردد. لازم به ذکر است که ارتباط بین اسیوم موجود روی این گیاه با مرحله تلومی *P. recondita* براساس شواهد مولکولی مقایسه توالی‌های نواحی ITS و ژن 5.8S اثبات گردیده است و نوعی تشخیص مولکولی (molecular identification) می‌باشد. گزارش حاضر از *P. recondita* s. str. و مرحله اسیومی آن روی *C. minor* برای فلور زنگ‌های ایران جدید می‌باشند.

-Puccinia bromina Erikss., Annl. Sci. Nat., Bot., sér. 8 9: 271 (1899)

Matrix: II, III on *Bromus* spp.

Lectotype: on *Bromus racemosus*, experiment field near Stockholm, Sweden, Eriksson, F. paras scandinav. 424 (S): designated by Urban (1967).

نمونه‌های بررسی شده:

مراحل II و III

روی *Bromus sterilis* L. خراسان، مشهد، زشک، ۱۳۶۹/۲/۲۲، جعفر ارشاد

(IRAN 8221 F) - تهران، جاده کرج به طرف چالوس، پورکان، ۱۳۷۴/۱/۲۲، حمیرا سلیمی و

مهرداد عباسی (IRAN 9082 F) - کرج، برغان، ارتفاع ۱۶۰۰ متر، ۱۳۷۶/۳/۱۳، مهرداد عباسی و قربانعلی حجارود (IRAN 11507 F).

روی *Bromus tectorum* L. var. *tectorum*. ارومیه، چونقارلو، ۱۳۷۴/۲/۲۸، بهمن دانش‌پژوه (IRAN 9148 F) - آذربایجان غربی، خوی، زورآباد، ارتفاع ۱۸۰۰ متر، ۱۳۷۰/۴/۱۶، مهرداد عباسی و رضا دلفندی (IRAN 8561 F) - گلستان، پارک ملی گلستان، قزقلعه، ۱۳۷۱/۲/۲۴، مهرداد عباسی، جمشید فاتحی و زهره قنبری (IRAN 9060 F) - تنگ‌گل، ۱۳۷۱/۲/۲۳، مهرداد عباسی، جمشید فاتحی و زهره قنبری (IRAN 9059 F).

روی *Bromus brachystachys* Hornung، گیلان، لشت‌نشا، ۱۳۴۶/۳/۲۵، بهمن امانی (IRAN 6413 F).

روی *Bromus japonicus* Thunb. var. *japonicus*، گلستان، جنگل قرق، ۱۳۷۷/۲/۲۴، علی کارآور (IRAN 11510 F).

روی *Bromus japonicus* var. *velutinus* (Koch) Bornm.، تهران، جاده کرج به طرف چالوس، ۲ کیلومتری جنوب آسارا، ارتفاع ۱۷۵۰ متر، ۱۳۷۸/۴/۹، مهرداد عباسی (IRAN 11509 F).

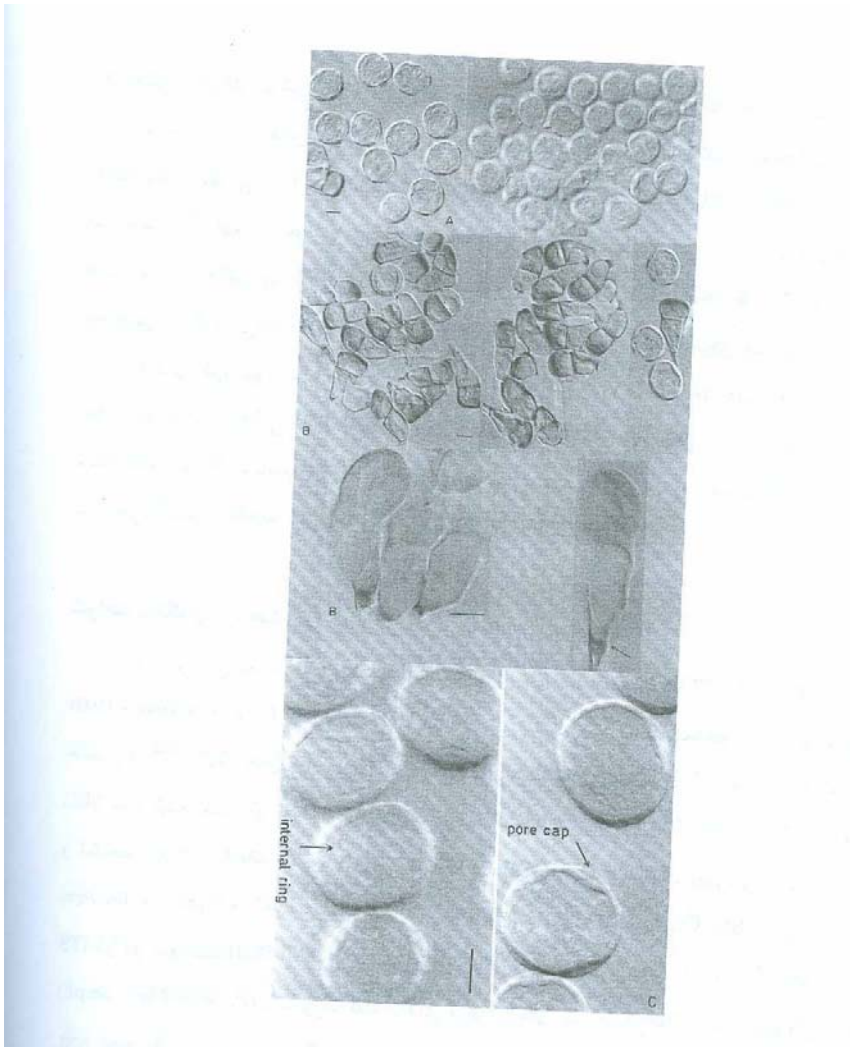
اوردنیوم‌ها به اشکال بیضی یا مستطیلی و به رنگ قهوه‌ای روشن با ظاهری پودری می‌باشند. این سورها به صورت پراکنده در سطح بالای برگ‌ها تشکیل می‌شوند. اوردنیوسپورها به اشکال تقریباً کروی، بیضوی پهن، بیضوی یا تخم‌مرغی وارونه می‌باشند. ابعاد این اسپورها در نمونه‌های بررسی شده (۲۷-۲۵) × (۲۰-۲۲) × (۳۱-۲۹) میکرومتر اندازه‌گیری شدند. دیواره اوردنیوسپورها زرد مایل به قهوه‌ای تا قهوه‌ای روشن به ضخامت ۲-۱/۶ میکرومتر می‌باشند. دیواره این اسپورها خاردار و فاصله خارها از یکدیگر ۲/۵-۱/۵ میکرومتر هستند. تعداد منافذ تندشی اوردنیوسپورها (۱۳-۱۲) × (۱۰-۸) است که به حالت پراکنده در سطح اسپورها قرار دارند. حلقه داخلی (internal ring) و پوشش تاول مانند (pore cap) روی منافذ تندشی به وضوح مشخص هستند. تلیوم‌ها توسط اپیدرم گیاه میزبان پوشیده شده‌اند. این سورها به اشکال بیضی یا مستطیلی باریک در سطح زیرین برگ‌ها و غلاف برگ تشکیل می‌شوند. تلیوسپورها با ابعاد ۲۶-۱۵ × (۵۶-) × (۳۱-۳۵) میکرومتر

اندازه‌گیری شدند. عرض یاخته پایین تلیوسپورها (۲۳-) ۲۰-۱۲ میکرومتر اندازه‌گیری شد. تلیوسپورها در نمونه‌های بررسی شده brachysporic بوده نسبت طول تلیوسپورها به عرض یاخته پایین آنها بین ۲/۶ - ۲/۴ بود. تلیوسپورها به اشکال غالباً گریزی یا استوانه‌ای با دیواره صاف به رنگ قهوه‌ای بلوطی می‌باشند. رنگ دیواره به سمت پایین اسپور روشن‌تر می‌شود و غالباً قهوه‌ای روشن یا طلایی است. تلیوسپورها در راس مسطح، مخروطی گرد و بعضاً مخروطی یا گرد می‌باشند. ضخامت دیواره این اسپورها در راس تا ۵ میکرومتر و در طرفین سلول فوقانی تلیوسپور غالباً حدود ۱ میکرومتر است. تلیوسپورها در محل دیواره عرضی به مقدار جزئی فرو رفتگی دارند. تلیوسپورهای تک یاخته‌ای در نمونه‌های بررسی شده دیده شد. دنباله تلیوسپورها کوتاه و بی رنگ یا قهوه‌ای روشن است. معمولاً رسوب مواد قهوه‌ای رنگ در محل اتصال دنباله به سلول تلیوسپور دیده می‌شود (شکل ۳).

شواهد مولکولی و بحث در خصوص گونه *Puccinia bromina*

در این بررسی دو نمونه از زنگ قهوه‌ای روی *Bromus sterilis* (IRAN 11507 F) با کد 194II و *B. tectorum* (IRAN 9059 F) با کد 99 تعیین توالی گردیدند. همانطورکه در فیلوگرام حاصل از آنالیز توالی‌های نواحی ITS و ژن 5.8S از زنگ‌های مختلف گندمیان در شکل ۱ نشان داده شده است دو نمونه مورد نظر با درصد شباهت بسیار بالا (۹۸٪) در یک شاخه مجزا و مشخص قرار گرفته‌اند (گروه B). این شاخه با شاخه حاوی زنگ قهوه‌ای روی گندم، *Aegilops* و *Elymus* مرتبط می‌باشد. همانطورکه ذکر شد میزان شباهت بسیار بالای توالی‌های ITS در دو نمونه 194II و 99 و جدایی آنها از سایر نمونه‌های زنگ قهوه‌ای *P. reconditia* s. ampl.) تاییدی بر تفاوت‌های مرفولوژیکی بین جدایه‌های زنگ قهوه‌ای روی *Bromus* spp. با جدایه‌های زنگ قهوه‌ای روی گندم و سایر گندمیان غیرزراعی می‌باشد. مقایسه توالی‌های دو نمونه 194II و 99 نشان داد که دو جدایه تنها در قسمتی از ناحیه ITS1 با یکدیگر تفاوت دارند.

باتوجه به خصوصیات مرفولوژیک فوق و همچنین تایید حاصل از بررسی‌های مولکولی (فیلوگرام شکل ۱) جمعیت‌های بررسی شده از زنگ قهوه‌ای روی گونه‌های *Bromus* spp. در



شکل ۳- *Puccinia bromina* روی *Bromus* spp. A. اوردینوسپورها، B. تلیوسپورها (فلش نشاندهنده محل رسوب مواد قهوه‌ای رنگ در دنباله تلیوسپورها است)، C. حلقه داخلی (Internal ring) و Pore cap در اوردینوسپورها.

Fig. 3. *Puccinia bromina* on *Bromus* spp., A. urediniospores, B. teliospores (arrow shows deposition of brown material in pedicel), C. internal ring and pore cap in urediniospore germ pores.

این تحقیق تحت نام گونه *P. bromina* قرار داده شدند. بررسی‌های انجام شده نشان داد که گونه مورد بحث بایستی به عنوان یک گونه معتبر در نظر گرفته شود. وجود اوردینوسپوره‌های با تعداد بالای منافذ تندشی (غالباً ۱۰-۱۲) همچنین وجود حلقه داخلی و *pore cap* مشخص در منافذ تندشی و محدود بودن روی گونه‌های *Bromus* از خصوصیات بارز *P. bromina* محسوب می‌شوند. نسبت طول تلیوسپورها به عرض یاخته پایین آنها در نمونه‌های بررسی شده بین ۲/۶ - ۲/۴ متغیر بود که نمایانگر *brachysporic* بودن نمونه‌های بررسی شده است. اوربان (۱۹۶۷، ۱۹۶۶)، اوربان و مارکووا (Urban & Markova 1977, 1999) و اوربان و همکاران (Urban et al. 1989) ضمن معتبر دانستن گونه *P. bromina* خصوصیات مرفولوژیکی آن را تشریح نموده‌اند. نمونه‌های بررسی شده در تحقیق حاضر با شرح‌های فوق کاملاً منطبق هستند. اوربان و مارکووا (۱۹۹۹) جمعیت‌هایی از *P. bromina* با اوردینوسپوره‌های با تعداد بالای منافذ تندشی و همچنین تلیوسپوره‌های *brachysporic* را تحت زیر گونه *P. bromina* *subsp. bromina* قرار داده‌اند. تمامی نمونه‌های بررسی شده در تحقیق حاضر مطابق با رده‌بندی فوق تحت زیر گونه *bromina* قرار می‌گیرند. شورتنز (۱۹۹۴) براساس مرفولوژی متفاوت لوله تندشی اوردینوسپورها در جمعیت‌های زنگ قهوه‌ای روی *Bromus spp.* نسبت به سایر جدایه‌های زنگ قهوه‌ای معتقد است که این جمعیت‌ها بایستی در گونه *P. bromina* قرار داده شوند. در تحقیق حاضر نیز با توجه به خصوصیات مرفولوژیک و همچنین براساس توالی DNA نواحی ITS و ژن 5.8S جدایی گونه *P. bromina* (جمعیت‌های زنگ قهوه‌ای روی گونه‌های *Bromus*) از گونه مرکب *P. recondita s. ampl.* تایید می‌گردد. همانطور که ذکر شد توالی DNA بدست آمده از دو نمونه زنگ قهوه‌ای روی *Bromus* (نمونه‌های 194II و 99) در قسمتی از ناحیه ITS1 تفاوت نشان می‌دادند. جالب توجه است که بین این دو نمونه از لحاظ مرفولوژی اوردینوسپورها (ابعاد اوردینوسپورها و تعداد منافذ تندشی) نیز تفاوت‌هایی دیده شد. این تفاوت‌ها ممکن است بدلیل تنوع درون گونه‌ای یا بدلیل پلی مورفیسم در توالی rDNA باشند. براساس منابع در دسترس (Zambino & Szabo 1993) به نظر می‌رسد بررسی‌های مولکولی در تحقیق حاضر اولین مورد از تعیین توالی DNA در گونه *P. bromina* باشد. نمونه IRAN 6413 F براساس اطلاعات درج شده روی برگه مشخصات هرباریومی توسط وینبورژن

تحت نام *P. madritensis* Maire تعیین نام شده است. بررسی مجدد این نمونه مشخص ساخت که خصوصیات نمونه کاملاً مشابه با گونه *P. bromina* است. اوربان و مارکووا (۱۹۹۹) گونه *P. madritensis* را به صورت ترکیب *P. bromina* subsp. *bromina* var. *madritensis* ذکر کرده‌اند. نگارندگان ضمن اشاره به دشواری تشخیص تاکسون فوق از *P. bromina* var. *bromina* مهمترین تفاوت واریته *madritensis* را شناخته شده بودن مرحله اسپومی آن روی *Clematis cirrhosa* L. می‌دانند.

-*Puccinia persistens* Plowr. subsp. *trititica* (Erikss.) Z. Urb. & J. Marková, in Marková & Urban, Acta Univ. Carol.-Biol. 41:346. 1998.

Matrix: O, I on *Thalictrum* spp., II, III on cultivated *Triticum* species and *Aegilops*.

Neotype: On *Triticum aestivum* cv. Kavkaz, Czechoslovakia (Dědice near Vyškov), 23 Jul. 1972, A. Řezáč (PRC).

نمونه‌های بررسی شده:

مراحل II و III

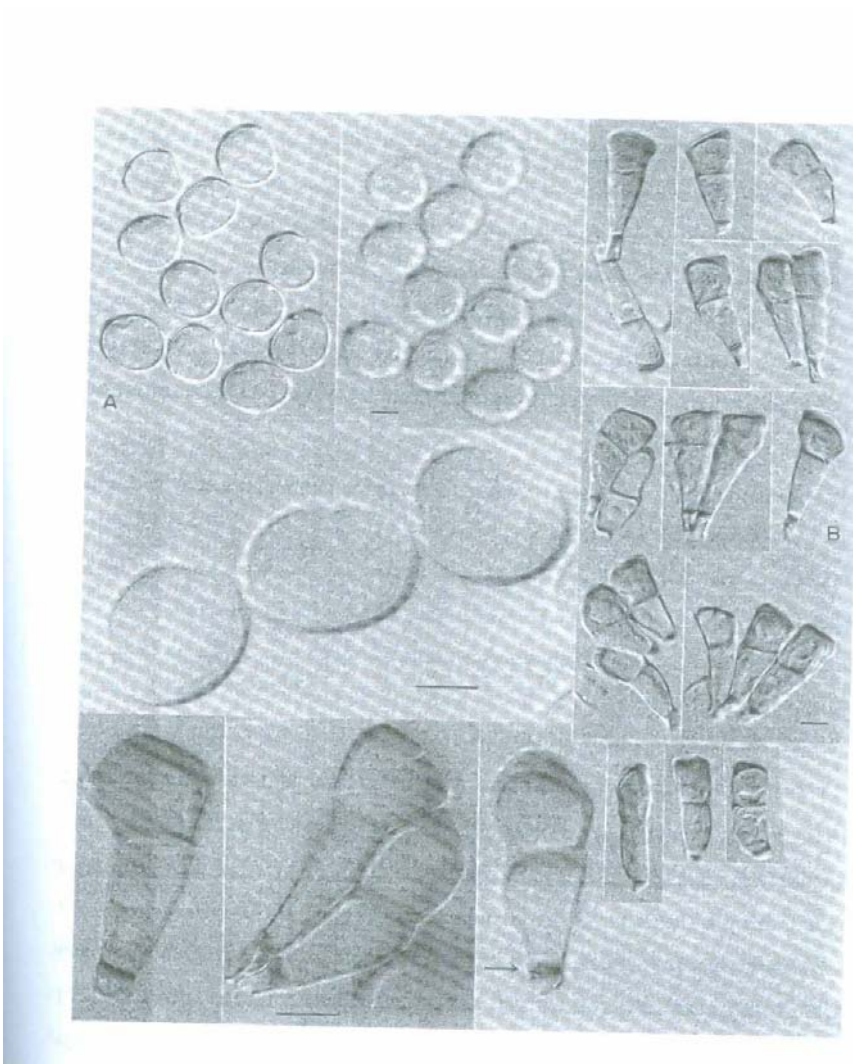
روی *Triticum aestivum* L. آذربایجان غربی، زورآباد، ارتفاع ۱۶۰۰ متر، ۱۳۷۰/۴/۱۶، مهرداد عباسی (IRAN 8226 F) - تهران، کرج، نزدیک پل کردان، ۱۳۷۷/۳/۲۶، مهرداد عباسی و قربانعلی حجارود (IRAN 11518 F) - خوزستان، شاورر، ۱۳۷۷/۲/۵، واهه میناسیان (IRAN 10839 F) - اهواز، ۱۳۵۱/۲/۲، ابراهیمی (IRAN 6414 F) - ایالات متحده آمریکا، ایندیانا، لافایت غربی، مزرعه آزمایشی دانشگاه پوردو، ۱۳۸۰/۳/۲۵، مهرداد عباسی (IRAN 11517 F).
روی *Aegilops tauschii* گلستان، کلاله به طرف مراوه تپه، ۱۳۶۹/۲/۲۴، جعفر ارشاد (IRAN 8274 F).

اوردینیوم‌ها به رنگ قهوه‌ای غالباً در سطح بالایی برگ‌ها تشکیل می‌شوند و فاقد پارافیز می‌باشند. اوردینیوسپورها به اشکال تقریباً کروی، بیضوی پهن یا تخم‌مرغی وارونه می‌باشند و ابعاد آنها ۲۵-۲۰ × (۳۱-۳۰-۲۵) میکرومتر اندازه‌گیری شد. دیواره اوردینیوسپورها زرد مایل به قهوه‌ای تا قهوه‌ای و خاردار می‌باشند. فاصله خاها از یکدیگر ۲/۵-۱/۶ میکرومتر اندازه‌گیری شد. ضخامت دیواره اوردینیوسپورها غالباً حدود ۱/۶ میکرومتر می‌باشد. این اسپورها (۱۰-۹-۸-۷) منفذ تندشی پراکنده دارند. حلقه داخلی منافذ تندشی معمولاً

مشخص و توسعه یافته است. منافذ تندشی فاقد پوشش تاول مانند (pore cap) کاملاً مشخص می‌باشند. تلیوم‌ها به شکل سوره‌های مستطیلی شکل باریک و کوچک در سطح زیرین برگ‌ها و روی غلاف برگ تشکیل می‌شوند. این سورها توسط اپیدرم گیاه میزبان پوشیده شده‌اند. پارافیزهای تلیومی موجود هستند و معمولاً حالت حفره‌دار به سورها می‌دهند. تلیوسپورها به اشکال گرزنی یا گرزنی کشیده و تقریباً استوانه‌ای می‌باشند. ابعاد این اسپورها (۲۱-۱۸-۱۲ × ۵۲-۴۰-۳۲) میکرومتر اندازه‌گیری شدند. نسبت طول به عرض سلول پایین (L/W) در تلیوسپورها حدود ۳/۴ می‌باشد. تلیوسپورها معمولاً در محل دیواره عرضی فرو رفته نبوده یا فرو رفتگی جزئی دارند. دیواره تلیوسپورها در قسمت راس یاخته بالای اسپور قهوه‌ای بلوطی و به طرف پایین قهوه‌ای روشن یا طلایی رنگ هستند. ضخامت دیواره تلیوسپورها در راس تا ۵ میکرومتر و در طرفین یاخته فوقانی اسپور غالباً ۱-۱/۵ میکرومتر است. تلیوسپورهای تک یاخته‌ای در نمونه‌های بررسی شده دیده می‌شوند. دنباله تلیوسپورها کوتاه و معمولاً به رنگ قهوه‌ای روشن هستند. رسوب مواد قهوه‌ای رنگ در محل اتصال دنباله تلیوسپورها به اسپور در زیر دیواره محل اتصال به وضوح در این تاکسون دیده می‌شود (شکل ۴).

شواهد مولکولی و بحث در خصوص تاکسون *P. persistens* subsp. *triticina*

براساس فیلوگرام حاصل از مقایسه توالی DNA نواحی ITS و ژن 5.8S (شکل ۱)، نمونه‌های زنگ قهوه‌ای روی گندم (IRAN 8226 F)، زنگ قهوه‌ای روی (IRAN 8274 F) *Aegilops tauschii* و زنگ قهوه‌ای روی *Elymus hispidus* (IRAN 11513 F) به ترتیب با کدهای 101، 109 و 206 همراه دو نمونه اسپیدی روی *Thalictrum* spp. (IRAN 11511 F, IRAN 11487 F) با کدهای 232 و 1941 تشکیل یک شاخه بزرگ را داده‌اند. در شاخه مذکور نمونه‌های زنگ قهوه‌ای گندم (109) و زنگ قهوه‌ای روی *A. tauschii* (101) در یک زیر شاخه قرار گرفتند و توالی‌های کاملاً یکسان داشتند (گروه C). همچنین نمونه‌های زنگ قهوه‌ای روی *E. hispidus* (206) و مرحله آسیومی روی *T. minus* (1941) که توالی‌های با مشابهت بالا (۹۸٪) داشتند نیز در یک زیر شاخه قرار گرفتند (گروه D). دو زیر شاخه C و D



شکل ۴- *Puccinia persistens* subsp. *triticina* روی *Triticum aestivum*، A. اوردینوسپورها، B. تلیوسپورها (فلش نشانه‌دهنده محل رسوب مواد قهوه‌ای رنگ در دنباله است).

Fig. 4. *Puccinia persistens* subsp. *triticina* on *Triticum aestivum*, A. urediniospores, B. teliospores (arrow shows deposition of brown material in pedicel).

در شکل ۱ دارای ارتباط نزدیکی بوده با یکدیگر تشکیل زیر شاخه بزرگتری را می دهند (گروه E). درصد تکرارهای تایید شده بالا برای این گروه یا زیر شاخه بزرگ موید ارتباط نمونه‌های آنها با یکدیگر بود. بررسی مرفولوژی نمونه 232 که در بر دارنده مرحله اسیومی روی *T. sultanabadense* بود مشخص نمود که این نمونه از لحاظ خصوصیات ماکروسکوپی و میکروسکوپی با نمونه 1941 روی *T. minus* متفاوت است. گفتنی است که در فیلوگرام شکل ۱ این نمونه مجزای از سایر نمونه‌های *P. persistens* زیر شاخه جداگانه‌ای را تشکیل داده بود.

عامل زنگ قهوه‌ای گندم به عنوان یکی از بیمارگرهای مهم توسط محققان متعددی بررسی گردیده است. نگارندگانی چون چستر (Chester 1946)، هاسبروک (Hassebrauk 1962)، اوربان (Urban 1969)، دروک (Drok 1982)، بوشنل و رولفسز (Bushnell & Roelfs 1984) و مارکووا و اوربان (Markova & Urban 1998) اطلاعات جامعی در خصوص تاکسونومی، فیزیولوژی، ژنتیک و خصوصیات فراساختاری این پاتوژن مهم ارائه کرده‌اند. با وجود حجم اطلاعات بسیار در خصوص عامل زنگ قهوه‌ای گندم نام این تاکسون همیشه مورد بحث و اختلاف نظر توسط محققان بوده و افراد مختلف نام‌های گوناگونی را برای این تاکسون در نظر گرفته اند (جدول ۴).

برخلاف نظر کومینز (۱۹۷۱) که عامل زنگ قهوه‌ای گندم را جز گونه مرکب و وسیع شده *P. recondita* s. ampl. قرار داده است محققاتی چون شورترز (۱۹۹۴)، انیکستر و همکاران (Anikster et al. 1997) و ساویل (۱۹۸۴) عامل زنگ قهوه‌ای گندم را به عنوان گونه‌ای مجزا تحت نام *P. triticina* Erikss. قرار داده‌اند. در تحقیق حاضر همان طور که ذکر گردید عامل زنگ قهوه‌ای گندم با گونه *P. recondita* s. str. (عامل زنگ قهوه‌ای چاودار و *Elymus*) تفاوت اساسی دارد لیکن بین عامل زنگ قهوه‌ای گندم و نمونه‌های زنگ قهوه‌ای روی برخی گندمیان غیرزراعی از جمله (IRAN 8274 F) *Aegilops tauschii* و گونه‌های مختلف *Elymus* spp. (به شرح تاکسون *P. persistens* subsp. *agropyrina* مراجعه شود) تفاوت‌های مرفولوژیک و تفاوت در توالی DNA نواحی ITS و ژن 5.8S یا دیده نشد یا اندک بود. از لحاظ توالی‌های DNA نواحی ITS و ژن 5.8S نمونه زنگ قهوه‌ای روی گندم (IRAN 8226 F) و زنگ قهوه‌ای روی (IRAN 8274 F) *A. tauschii* دارای توالی‌های یکسان بودند. همچنین نمونه زنگ قهوه‌ای روی

DNA *Elymus hispidus* (IRAN 11513 F) با کد 206 نیز در فیلوگرام حاصل از مقایسه توالی‌های DNA نواحی ITS (شکل ۱) در ارتباط بسیار نزدیک با نمونه زنگ قهوه‌ای گندم (109) و در یک زیر شاخه قرار گرفته بودند. مقایسه توالی DNA نمونه‌های 206 و 109 روی *E. hispidus* و گندم نشان داد دو نمونه ۹۶٪ شباهت داشتند و تنها در قسمت‌هایی از نواحی ITS1 و ITS2 تفاوت‌های اندکی را نشان دادند.

جدول ۴- نام‌های اطلاق شده به عامل زنگ قهوه‌ای گندم در منابع

Table 4. Different names given to wheat brown rust according to the literature

تاکسون در نظر گرفته شده	منبع Reference
Recognized taxa	
<i>Puccinia triticina</i> Erikss.	Eriksson 1899, Gäumann 1959, Savile 1984, Swertz 1994
<i>P. recondita</i> f. sp. <i>tritici</i> Erikss. & Henn.	Wilson & Henderson 1966
<i>P. recondita</i> Rob. ex. Desm. s. ampl.	Cummins 1971
<i>P. perplexans</i> var. <i>triticina</i> (Erikss.) Urban	Urban 1967, Urban 1969
f. sp. <i>triticina</i>	
<i>P. persistens</i> subsp. <i>persistens</i> var. <i>triticina</i> (Eriks.) Urban et Markova	Markova 1976
<i>P. persistens</i> subsp. <i>triticina</i> (Eriks.) Urban et Markova	Markova & Urban 1998

باتوجه به شباهت مرفولوژیک و شباهت‌های مولکولی نمونه‌های زنگ قهوه‌ای گندم و زنگ قهوه‌ای *Elymus* و *Aegilops* در ایران در نظر گرفتن عامل زنگ قهوه‌ای گندم به‌عنوان گونه‌ای مجزا صحیح به نظر نمی‌رسد. از طرف دیگر قرار دادن عامل زنگ قهوه‌ای گندم در گونه مرکب *P. recondita* s. ampl. نیز یک رده‌بندی کاملاً غیر واقعی است. لذا براساس نتایج تحقیق حاضر عامل زنگ قهوه‌ای گندم مطابق با رده‌بندی ارائه شده توسط مارکووا و اوربان (۱۹۹۸) جزئی از گونه *P. persistens* در نظر گرفته شده و تحت نام *P. persistens* subsp. *triticina* قرار داده شد. شباهت زنگ قهوه‌ای گندم با زنگ قهوه‌ای روی نمونه *A. tauschii* براساس توالی DNA نواحی ITS و همچنین خصوصیات مرفولوژیک مویده نظریات شورتنز (۱۹۹۴) و والکون و همکاران (Valkoun et al. 1985) است که به آلوده شدن *A. squarrosa* توسط زنگ قهوه‌ای گندم اشاره کرده‌اند. همچنین این شباهت بین جدایه زنگ

Archive of SID

قهوه‌ای روی گندم و روی *Aegilops* برخلاف نظریاتی است که جدایه‌های زنگ قهوه‌ای روی گندم را گونه‌ای مجزا و تنها مختص به گونه‌های مزروع *Triticum* spp. می‌دانند (Urban & Markova 1977; Anikster et al. 1997).

علاوه بر تفاوت‌های مرفولوژیک بین *P. persistens* subsp. *triticina* عامل زنگ قهوه‌ای گندم با *P. recondita* s. str. عامل زنگ قهوه‌ای چاودار، یکی دیگر از تفاوت‌های بارز بین این دو تاکسون میزبان‌های مرحله اسیومی هستند که در تاکسون اول گونه‌های *Thalictrum* از Ranunculaceae و در تاکسون دوم اعضای تیره Boraginaceae هستند. این تفاوت در فیلوگرام شکل ۱ کاملاً بارز است. ضمن یکسان بودن توالی DNA مرحله اسیومی روی گیاه *Cerithe minor* از Boraginaceae با نمونه‌های *P. recondita* s. str. که مؤید وجود مرحله اسیومی این گونه روی اعضا تیره Boraginaceae است. قرار گرفتن نمونه‌های اسیومی روی *Thalictrum* در شاخه مربوط به *P. persistens* نیز مؤید تشکیل مرحله اسیومی این گونه روی اعضا تیره Ranunculaceae است. در این تحقیق علاوه بر در نظر گرفتن عامل زنگ قهوه‌ای گندم به عنوان یکی از تاکسون‌های پایین تر از گونه در *P. persistens* جدایه‌های عامل زنگ قهوه‌ای روی *Elymus* spp. نیز به عنوان زیر گونه‌ی دیگری از گونه فوق در نظر گرفته شد که شرح و بحث آن در پی خواهد آمد. لازم به ذکر است که *P. persistens* subsp. *triticina* به عنوان تاکسونی dolichosporic ($L/Wl=3.4$) از تاکسون *P. persistens* subsp. *persistens* که دارای تلیوسپوره‌های بطور مشخص brachysporic است ($L/Wl=2.97$) متمایز می‌گردد (Markova 1976). گفتنی است که زیر گونه *P. persistens* subsp. *persistens* در نمونه‌های بررسی شده در این تحقیق دیده نشد.

- *Puccinia persistens* subsp. *agropyrina* (Erikss.) Z. Urb. & J. Marková, in Marková, Čes. Mykol. 30:103. 1976.

Matrix: O, I on *Thalictrum* ; II, III On *Agropyron* and *Elymus* species.

Type: On *Triticum repens*, Experimentalfältet in Stockholm, Sweden, 18 Sep. 1894, J.

Eriksson, F. Paras. Scandinav. 419(S).

نمونه‌های بررسی شده:

مراحل O و I

روی *Thalictrum minus* L. تهران، کرج، برغان، ارتفاع ۱۶۰۰ متر، ۱۳۷۶/۳/۱۳، مهرداد عباسی و قربانعلی حجارود (IRAN 11511 F).

مراحل II و III

روی *Elymus hispidus* var. *villosus*. آذربایجان، سرعین، ارتفاع ۱۶۰۰ متر، ۱۳۷۰/۴/۱۸، مهرداد عباسی (IRAN 11513 F) - مازندران، جاده هراز، ارتفاع ۲۳۱۰-۲۲۰۰ متر، ۱۳۷۲/۵/۱۲، مهرداد عباسی، جمشید فاتحی و زهره قنبری (IRAN 11514 F).

روی *Elymus repens*. تهران، کرج، جاده خور، دوراهی جی و چاران، چشمه قلقلک، ۱۳۷۵/۵/۱۷، مهرداد عباسی و حسین فلسفی (IRAN 11516 F) - گلستان، گرگان، ۱۳۶۹/۲/۲۴، جعفر ارشاد (IRAN 8269 F).

روی *Elymus elongatiformis*، گلستان، پارک ملی گلستان، تنگ گل، ارتفاع ۶۷۰ متر، ۱۳۷۰/۴/۲۶، مهرداد عباسی (IRAN 11515 F) - تهران، کرج، بین رامجین و سنقر آباد، ارتفاع ۱۱۶۰ متر، ۱۳۷۷/۴/۲۵، مهرداد عباسی و قربانعلی حجارود (IRAN 11512 F).

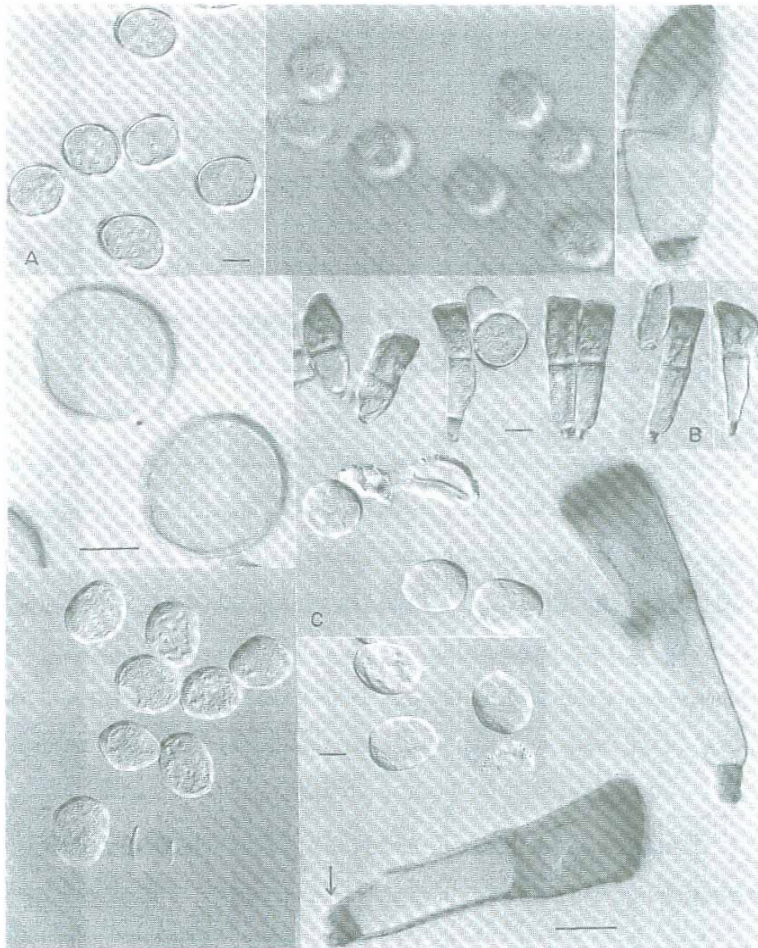
اسپرموگونیموما غالباً در سطح بالای برگ روی لکه‌های مشخص تشکیل می‌شوند و به رنگ زرد عسلی می‌باشند. اسپوموما غالباً به صورت دسته‌های مشخص گرد در سطح زیرین برگ و بعضاً روی دم‌برگ تشکیل می‌شوند. اسپوموما غالباً فنجان‌ی شکل هستند. پریدیوم در اسپوموما به رنگ سفید بوده در قسمت حاشیه حالت بریده یا پاره شده دارد. یاخته‌های پریدیوم دارای دیواره خارجی به ضخامت ۶-۸ میکرومتر با شیارها و برآمدگی‌های ظریف می‌باشد. دیواره داخلی یاخته‌های پریدیوم زگیل دار با ضخامت ۲-۳ میکرومتر هستند. سطح یاخته‌های پریدیوم در نمای جانبی بطور ظریف زگیل دار است. اسپوسپورها به اشکال تقریباً کروی، بیضوی، بیضوی کشیده و بعضاً مستطیلی شکل هستند. دیواره اسپوسپورها بی‌رنگ و زگیل دار است. آرایش زگیل‌ها از تیپ ۲ می‌باشند (Savile 1973). ابعاد اسپوسپورها در نمونه بررسی شده ۲۴-۳۰(-۳۱) × ۱۸-۲۴ میکرومتر اندازه‌گیری شدند.

اوردینیموما روی هر دو سطح برگ تشکیل می‌شوند ولی غالباً روی سطح فوقانی برگ هستند. این سورها ظاهر پودری داشته به رنگ قهوه‌ای می‌باشند. در مواردی اوردینیموما به صورت پشت سر هم در ردیف‌های کوتاه تشکیل می‌شوند. اوردینیموسپورها غالباً به اشکال

بیضوی پهن، تقریباً کروی یا تخم مرغی وارونه با دیواره قهوه‌ای روشن به ضخامت ۲-۱/۵ و غالباً ۱/۶ میکرومتر می‌باشند. ابعاد اوردینیوسپورها در نمونه‌های بررسی شده در جدول شماره ۵ نشان داده شده است. این اسپورها دارای دیواره خاردار می‌باشند و فاصله خارها از یکدیگر ۱/۶-۲/۸ میکرومتر اندازه‌گیری شدند. اوردینیوسپورها حاوی (۱۱-۹-۸-۷) منفذ تندشی پراکنده هستند. منافذ تندشی معمولاً دارای حلقه داخلی تقریباً تا بطور کامل مشخص می‌باشند. تلیوم‌ها به صورت سوره‌های پراکنده غالباً در سطح زیرین برگ‌ها تشکیل می‌شوند و توسط اپیدرم گیاه میزبان پوشانده شده‌اند. پارافیزهای تلیومی موجود هستند و در سوره‌های با اندازه‌های بزرگتر حالت حفره‌دار به سور می‌دهند. ابعاد تلیوسپورها در نمونه‌های بررسی شده در جدول شماره ۵ درج گردیده است که به ترتیب در برگ‌برنده طول، عرض سلول بالایی و عرض سلول تحتانی تلیوسپور هستند. این اسپورها به اشکال گریزی، تقریباً استوانه‌ای یا استوانه‌ای بوده در قسمت رأس غالباً مسطح، مخروطی گرد یا مخروطی اریب و به ندرت مخروطی می‌باشند. تلیوسپورها در محل دیواره عرضی فاقد فرو رفتگی یا با فرو رفتگی جزئی هستند. مزوسپورها در نمونه‌های بررسی شده دیده می‌شوند ولی فراوانی آنها قابل توجه نمی‌باشد. دنباله تلیوسپورها معمولاً کوتاه و حاوی رسوب مشخص مواد قهوه‌ای رنگ در محل اتصال دنباله به تلیوسپور هستند (شکل ۵). تلیوسپورها بطور مشخص dolichosporic بوده نسبت طول آنها به عرض سلول پایین در نمونه‌های بررسی شده ۴/۶-۳/۵ بود.

شواهد مولکولی و بحث در خصوص تاکسون *P. persistens* subsp. *agropyrina*

در فیلوگرام شکل ۱ تنها نمونه تعیین توالی شده از تاکسون *P. persistens* subsp. *agropyrina* (نمونه IRAN 11513 F با کد 206) در شاخه مربوط به *P. persistens* و در ارتباط نزدیک با عامل زنگ قهوه‌ای گندم *P. persistens* subsp. *tritricina* قرار گرفته است (گروه E). همچنین نمونه مذکور (206) در ارتباط بسیار نزدیک با مرحله اسیومی روی *Thalictrum minus* (IRAN 11511 F با کد 194I) قرار دارد به طوری‌که توالی های DNA دو نمونه 194I و 206 دارای ۹۸٪ تشابه هستند (گروه D). شباهت‌های مرفولوژیکی بین ایزوله‌های زنگ قهوه‌ای روی گندم، گونه‌های *Elymus* و *Aegilops tauschii* (به ترتیب نمونه‌های 206، 109 و



شکل ۵- *Puccinia persistens* subsp. *agropyrina* روی *Elymus hispidus* و *Thalictrum minus*.
 A. اوردینیوسپورها، B. تلیوسپورها (فلش نشاندهنده محل رسوب مواد قهوه‌ای رنگ در دنباله
 تلیوسپورها می‌باشد)، C. اسیوسپورها.

Fig. 5. *Puccinia persistens* subsp. *agropyrina*, A. urediniospores and B. teliospores on *Elymus hispidus*
 (arrow shows deposition of brown material in pedicel), C. aeciospores on *Thalictrum minus*.

جدول ۵- مشخصات مرفولوژیک اوردینوسپورها و تلیوسپورها در نمونه‌های بررسی شده از

تاکسون *Puccinia persistens* subsp. *agropyrina*

Table 5. Characters of urediniospores and teliospores in material examined of *Puccinia persistens* subsp. *agropyrina*

شماره هرباریومی herbarium no.	ابعاد اوردینوسپورها urediniospore size	ابعاد تلیوسپورها teliospore size	نسبت طول تلیوسپور به عرض سلول پایین L/W1
IRAN 11513F	24-30(-31) × 21-24(-26)	38-56(-60) × 12-18 × 10-15	4.1
IRAN 11514F	25-30 × 21-25	40-55(-59) × 12-20(-22) × 10-14(-16)	3.9
IRAN 11516F	26-29(-31) × 21-24	(34-)43-56(-60) × 14-19 × 10-12	4.6
IRAN 8269F	(24-)26-29(-30) × 21-25	(40-)42- 56 × (11-)13-20 × 10-15	4
IRAN 11515F	24-27 × 20-24	(39-)42-58 × 13-19(-21) × (9-)10-14	4.2
IRAN 11512F	(24-)26-29 × 22-24(-25)	(38-)42-50 × 12-20 × 11-15	3.5

101) به همراه مشابهت توالی‌های DNA در نواحی ITS و ژن 5.8S در این نمونه‌ها موید ارتباط نزدیک آنها با یکدیگر می‌باشد. تمامی نمونه‌های فوق حاوی رسوب مواد قهوه‌ای رنگ در دنباله تلیوسپورها درست زیر محل اتصال آنها به اسپور هستند. چنین شواهدی منجر گردید تا جدایه‌های فوق به عنوان اعضا گونه *P. persistens* در نظر گرفته شوند. هر چند جدایه‌های زنگ قهوه‌ای گندم و *Aegilops* (نمونه‌های 109 و 101) از لحاظ توالی DNA نواحی ITS و خصوصیات مرفولوژیک یکسان بودند لیکن بین این جدایه‌ها و جدایه‌های بررسی شده از زنگ قهوه‌ای روی گونه‌های *Elymus* spp. (نمونه‌های 11514، 11513، 11516، 8269، 11515 و 11512) تفاوت‌های مرفولوژیک اندک ولی ثابتی دیده شد بطوریکه میانگین طول تلیوسپورها و همچنین میانگین نسبت L/W1 در نمونه‌های زنگ قهوه‌ای روی *Elymus* ssp. بزرگتر از میانگین‌های مذکور در نمونه‌های زنگ قهوه‌ای گندم بودند. گفتنی است که مقایسه توالی DNA

نواحی ITS و ژن 5.8S از زنگ قهوه‌ای روی *E. hispidus* (206) و زنگ قهوه‌ای گندم (109) نیز همانطور که در فیلوگرام شکل ۱ دیده می‌شود موید صحت تفاوت‌های مرفولوژیک فوق و موثر بودن آنها در جدا کردن ایزوله‌های زنگ قهوه‌ای گندم و *Elymus* بود. توالی DNA نواحی ITS و ژن 5.8S در نمونه‌های 109 و 206 دارای ۹۶٪ تشابه بودند. با این اوصاف زنگ قهوه‌ای روی گونه‌های *Elymus* spp. به دلیل نزدیکی با زنگ قهوه‌ای گندم تحت گونه *P. persistens* و با توجه به تفاوت‌های مرفولوژیک و مولکولی مذکور تحت زیر گونه *P. persistens* subsp. *agropyrina* قرار داده شدند. این رده‌بندی با رده‌بندی مارکووا (۱۹۷۶) برای ایزوله‌های زنگ قهوه‌ای روی گندمیان غیرمزروع مطابقت دارد. لازم به ذکر است که ارتباط بسیار نزدیک توالی DNA تاکسون *P. persistens* subsp. *agropyrina* (نمونه 206 روی *E. hispidus* با مرحله اسیومی روی *Thalictrum minus* (نمونه 194I) که در حد ۹۸٪ شباهت بود بعلاوه تشابه خصوصیات مرفولوژیک این اسیوم با مرحله اسیومی *P. persistens* subsp. *agropyrina* تایید نمود که اسیوم مورد بحث به زیر گونه *agropyrina* از گونه *P. persistens* تعلق دارد. این در حالی است که مرحله اسیومی بررسی شده دیگر روی *T. sultanabadense* Stapf (IRAN 11487 F) با کد 232 دارای مرفولوژی و همچنین توالی DNA متفاوتی نسبت به نمونه 194I بود و به نمونه‌های زنگ قهوه‌ای گندم و *Elymus* تعلق نداشته احتمالاً شبه گونه‌ای جدید می‌باشد.

قابل شدن مفهوم فیلوژنتیک برای صفت رسوب مواد قهوه‌ای رنگ در محل اتصال دنباله تلیوسپورها به اسپور در نمونه‌های مربوط به زنگ قهوه‌ای گندمیان

یکی از صفات مورد بررسی که در جدا نمودن جدایه‌های زنگ قهوه‌ای در تحقیق حاضر نقش اساسی داشت رسوب مواد قهوه‌ای رنگ در دنباله تلیوسپورها درست در محل اتصال دنباله به اسپور بود. تجمع این مواد به شکل یک استوانه کوچک در بالای دنباله یعنی در محل اتصال آن به اسپور دیده می‌شود. نکته قابل توجه آن است که بررسی‌های مولکولی ضمن تایید اهمیت این صفت نشان داد که صفت مورد بحث دارای مفهوم فیلوژنتیک است. همانطور که در فیلوگرام شکل ۱ دیده می‌شود نمونه‌های زنگ قهوه‌ای *P. recondita* s. lat. به سه گروه

مختلف تقسیم شده‌اند که عبارتند از: گروه *P. recondita* s. str.، گروه *P. persistens* و گروه مربوط به *P. bromina*. نکته جالب توجه آن است که شاخه‌های مربوط به گونه‌های *P. persistens* و *P. bromina* تشکیل یک شاخه بزرگ را می‌دهند در حالیکه نمونه‌های مربوط به *P. recondita* s. str. از این گروه جدا شده و در ارتباط نزدیک با نمونه‌های *P. hordei* s. lat. قرار گرفته است. بررسی‌های مرفولوژیک نمونه‌های زنگ قهوه‌ای نشان داد که رسوب مواد قهوه‌ای در محل اتصال دنباله به تلیوسپورها در گونه‌های *P. bromina* و *P. persistens* دیده می‌شوند ولی گونه *P. recondita* s. str. همانند نمونه‌های *P. hordei* s. lat. فاقد صفت مورد بحث می‌باشد. این شواهد ضمن تایید جدایی گونه *P. recondita* s. str. از دیگر نمونه‌های زنگ قهوه‌ای روی سایر گندمیان بیانگر معنی‌دار بودن صفت رسوب مواد قهوه‌ای در دنباله تلیوسپورها از لحاظ فیلوژنتیکی است.

بحث کلی پیرامون رده بندی عامل زنگ قهوه‌ای روی گندمیان

همانطور که در مقدمه ذکر شد رده بندی عامل زنگ قهوه‌ای روی گندمیان مختلف همیشه محل بحث و ارائه نظریات و مدل‌های مختلف جهت نامگذاری آن بوده است. تحقیق حاضر نشان داد که از بین دو دیدگاه مختلف یعنی در نظر گرفتن تمامی ایزوله‌های عامل زنگ قهوه‌ای روی گندمیان مختلف به عنوان گروه‌های بیولوژیک متفاوت از گونه *Puccinia recondita* s. lat. و همچنین جدا نمودن این ایزوله‌ها و قراردادن آنها در گونه‌های مجزا و تاکسون‌های پایین‌تر از گونه، نظریه دوم صحیح‌تر و به واقعیت نزدیکتر می‌باشد. بر این اساس و با تکیه بر شواهد مرفولوژیک و شواهد مولکولی حاصل از تجزیه و تحلیل توالی DNA نواحی ITS و ژن 5.8S نمونه‌های بررسی شده از زنگ قهوه‌ای در ایران به چهار تاکسون مجزا یعنی *P. recondita* s. str. روی *Elymus hispidus* و *Secale segetale* با مرحله اسیومی روی *Boraginaceae*. *P. bromina* روی *Bromus* spp. با مرحله اسیومی ناشناخته، *P. persistens* subsp. *tritricina* روی گندم (عامل زنگ قهوه‌ای گندم) و *Aegilops tauschii* و *P. persistens* subsp. *agropyrina* روی *Elymus* spp. با مرحله اسیومی روی *Ranunculaceae* تقسیم گردیدند. در خصوص مرحله اسیومی *P. bromina* با اینکه این مرحله برای گونه مذکور تاکنون ناشناخته

مانده است لیکن براساس فیلوگرام شکل ۱ و باتوجه به ارتباط این گونه با *P. persistens* احتمال داده می‌شود که مرحله اسپومی این گونه نیز روی اعضا تیره گیاهی Ranunculaceae تشکیل گردد. لازم به ذکر است که کاربرد نام *P. recondita* sensu Cummins، که هنوز نیز در بسیاری از منابع فارچ‌شناسی و بیماری‌شناسی گیاهی به‌کار می‌رود، علی‌رغم آسانی استفاده از آن یک نام کاملاً مصنوعی برای مجموعه زنگ قهوه‌ای روی گندمیان مختلف به شمار می‌رود و لازم است از کاربرد آن اجتناب گردد. همچنین اطلاق نام *P. triticina* برای زنگ قهوه‌ای گندم که به‌عنوان نام اصلی برای زنگ مذکور در برخی منابع توصیه شده است نیز در این تحقیق تایید نگردیده و پیشنهاد می‌شود نام *P. persistens* subsp. *triticina* برای عامل زنگ قهوه‌ای گندم به کار رود. بررسی‌های مولکولی نشان داد که جدایه‌های مختلف زنگ قهوه‌ای با رسوب قهوه‌ای رنگ در محل اتصال دنباله تلیوسپور به آن، با اینکه به گونه‌های متفاوتی شامل *P. persistens* و *P. bromina* تعلق دارند، از لحاظ فیلوژنتیکی مرتبط به یکدیگر بوده و دارای نیای واحدی هستند.

منابع

جهت ملاحظه به صفحات (245-256) متن انگلیسی مراجعه شود.

آدرس نگارندگان: دکتر مهرداد عباسی و دکتر جعفر ارشاد، بخش تحقیقات رستنی‌ها، موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، صندوق پستی ۱۴۵۴، تهران ۱۹۳۹۵،
دکتر قربانعلی حجارود، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج