آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸۵، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۶

واکنش ارقام و لاین‌های پیشرفته گندم نسبت به بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه ناشی از گونه‌های *Fusarium culmorum* و *F. pseudograminearum* در شرایط مزرعه و گلخانه

محمد رضوی[۱]✉، داریوش صفایی[۲] و مکامه مهدوی امیری[۳]

۱ و ۳ – به ترتیب دانشیار پژوهش و کارشناس؛ موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران؛
۲– استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه
(تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۵؛ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۶)

چکیده

در سال‌های اخیر به دلیل کشت مداوم گندم، پوسیدگی‌های طوقه و ریشه اهمیت خاصی پیدا نموده و سبب خسارت قابل توجهی شده است. برای مدیریت این بیماری‌ها استفاده از ارقام مقاوم یا متحمل مناسب‌ترین روش می‌باشد. این تحقیق به منظور ارزیابی میزان مقاومت ۷۰ رقم و لاین پیشرفته‌ی گندم نان و دوروم نسبت به مخلوط پنج جدایه از قارچ *Fusarium culmorum* تحت شرایط مزرعه‌ای در دو منطقه کرج و کرمانشاه انجام شد. همچنین واکنش این ارقام و لاین‌های پیشرفته در مرحله گیاهچه‌ای نسبت به جدایه های *F. culmorum* و *F. pseudograminearum* بطور جداگانه تحت شرایط گلخانه‌ای بررسی شد. آزمایشات مزرعه‌ای بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و آزمایشات گلخانه‌ای با ۵ تکرار انجام شد. طی آزمایشات دو ساله در کرج ارقام و لاین‌های C-85D-9، S-84-14، N-85-5، CROC-1/AE.SQARROSA (224)//OPATA، SONMEZ، M-85-7، BURBOT-6، C-87- 18 و TURCAN#3 از مقاومت خوبی برخوردار بودند. ارقام و لاین‌های 2-49، SUNR23 (GALA) -2 (CN#133/SUNSTATE*4)//SUNSTATE)/49، CHIRYA.3، BURBOT-6، WS-85-10، C-87-11 و C-87-18 نیز در کرمانشاه دارای مقاومت بسیار خوبی به پوسیدگی طوقه و ریشه گندم بودند. رقم BURBOT-6 از سیمیت و لاین پیشرفته‌ی C-87-18 از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در هر دو منطقه مذکور از مقاومت بسیار خوبی بر خوردار بودند و حتی از ارقام مقاومی نظیر 2-49 و Sunco که در دنیا معرفی شده‌اند مقاومت بیشتری داشتند. این ارقام برای استفاده‌ی مستقیم در مناطق آلوده و یا استفاده در برنامه‌های به‌نژادی تولید ارقام مقاوم به پوسیدگی های طوقه و ریشه معرفی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی ریشه و طوقه، فوزاریوم، گندم، مقاومت، *Fusarium culmorum*.

Reaction of wheat cultivars and advanced lines to *Fusarium culmorum* and *F. pseudograminearum* under field and greenhouse conditions

M. RAZAVI[1]✉, D. SAFAEI[2] and M. MAHDAVI AMIRI[3]

1 and 3- Research associate professor and Research expert; Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran; 2- Research assistant professor, Agricultural and Natural resources Research and Education Centre of Kermanshah, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran

Abstract

In recent years, due to monoculture of wheat, crown and root rot diseases have become more prevalent and important in Iran. These diseases are caused by *Fusarium culmorum* and *F. pseudograminearum*. Using resistant cultivars is the most efficient method to control these diseases. This research was conducted to evaluate resistance level of 70 cultivars/advanced lines of bread wheat and durum wheat obtained from CIMMYT, SPII and DARI, to a mixture of five *F. culmorum* isolates in Karaj and Kermanshah locations in field conditions. These experiments were conducted based on RCBD with four replications. In addition, the reactions of these genotypes were evaluated against *F. pseudograminearum* and *F. culmorum* at the seedling stage in greenhouse conditions based on RCBD with 5 replications. The results of two years field experiments in Karaj showed that cultivars/lines: C-85D-9, S84-14, N85-5, Croc- Sonmez, 1/AE, Aquarosa (224)//Opata, M-85-7, Burbot-6, C- 87-18 and Turcan#3 had good level of resistance. The results of two years field experiments in Kermanshah showed that cultivars/lines: 2-49, Gala, Chiry A.3, Burbot-6, WS-85-10, C-87-11 and C-87-18 had good level of resistance to *F.culmorum*. The cultivar Burbot-6 from CIMMYT and advanced line C-87-18 from SPII had a very good level of resistance to both fungal species in field and greenhouse conditions in both locations. These genotypes have potential to be used directly by farmers in the infected areas of Iran or incorporated to the breeding programs at the national or international level.

Key words: Crwon rot, *Fusarium culmorum*, root rot, resistance, wheat.

✉ **Corresponding author: mrazavi39@yahoo.ca**

مقدمه

گندم با نام علمی *Triticum aestivum* L. از محصولات مهم غذایی ایران در مناطق مختلف کشور است که در سطح وسیعی به‌صورت دیم وآبی کشت می‌گردد و در ردیف مهم‌ترین محصولات استراتژیک کشور قرار دارد. در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲، سطح زیر کشت گندم در ایران حدود ۶ میلیون هکتار بود که شامل حدود ۲/۲۶ میلیون هکتار آبی و ۳/۸۱ میلیون هکتار دیم و میزان تولید کل کشور حدود ۱۰/۵ میلیون تن بود که حدود ۷ میلیون تن آن از کشت آبی و ۳/۵ میلیون تن از کشت دیم حاصل شده بود (Anonymous, 2014). مبدا گندم بستگی به گروه آن دارد ولی به‌طور کلی اعتقاد بر این است که خاستگاه اولیه‌ی گندم نان از منطقه‌ای به نام هلال حاصل‌خیز در غرب ایران و شرق عراق کنونی می‌باشد. گندم به علت داشتن نشاسته، پروتئین و خواص نانوایی خوب بر سایر غلات ترجیح داده می‌شود و در تغذیه انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Briggle and Curtis, 1987)

بدون شک از لحاظ اقتصادی، بیماری‌های گندم دارای اهمیت بسیار زیادی می‌باشند. مهم‌ترین بیماری‌های قارچی گندم در کشور زنگ‌ها، سیاهک‌ها، فوزاریوم سنبله، سپتوریوز، سفیدک پودری، پوسیدگی‌های ریشه و طوقه می‌باشند (Kazemi, 2002a). از جمله قارچ‌های خاکزی که باعث محدودیت کشت غلات می‌گردند می‌توان به بیماری‌هایی نظیر، پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه، پوسیدگی پیتیومی ریشه، پاخوره، پوسیدگی معمولی ریشه و پوسیدگی فوزاریومی اشاره نمود (Draper, 2000; Smiley and Whittaker, 2004). گونه‌های فوزاریوم غالباً خاک‌زاد بوده و به‌ندرت ریشه نکروتیک گیاهی در خاک‌های کشاورزی یافت می‌شود که به‌وسیله‌ی گونه‌های فوزاریوم کلونیزه نشده باشد (Nelson *et al*., 1983). پوسیدگی‌های ریشه و طوقه از جمله بیماری‌های با اهمیتی هستند که هر ساله به گیاه گندم و محصولات آن خسارت وارد می‌نماید. به همین دلیل، در بیشتر نقاط جهان پوسیدگی‌های ریشه و طوقه چه از جنبه رده‌بندی عامل بیماری و چه از نظر بیماری‌زایی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. تعداد زیادی از گونه‌های فوزاریوم موجب پوسیدگی ریشه و طوقه گندم می‌گردند (Wiese, 1987) گونه‌های خاکزی فوزاریوم، زخم‌های قهوه‌ای شکلاتی تا قهوه‌ای مایل به قرمز روی ریشه‌ها و میان گره زیر طوقه ایجاد می‌کنند. بر اساس گزارش Smiley and Patterson (1996)، ۲۴ گونه از جنس فوزاریوم از طوقه و ریشه‌ی گندم زمستانه از منطقه‌ی شمال غرب اقیانوس آرام در ایالات متحده آمریکا گزارش شده است و بر طبق گزارش‌های موجود داخلی، تاکنون حدود ۲۴ گونه از جنس فوزاریوم از قسمت‌های مختلف گیاه گندم و جو شامل بذر، ریشه، طوقه، ساقه و خوشه در داخل کشور جدا و گزارش گردیده است (Darvishnia *et al*., 1998; Safaee *et al*., 2012; Saremi and Farrokhi, 2004; Saremi *et al*., 2007; Kazemi, 2002a; Mansouri, 1995; Pouzeshimiab *et al*., 2012; Ravanlou and Banihashemi, 1998). زارع و ارشاد ۲۰ گونه فوزاریوم را از قسمت‌های مختلف غلات (گندم، جو، برنج و ذرت) در استان گلستان جدا کردند (Zare and Ershad, 1997). جعفری و صارمی در سال ۱۳۸۳ در بررسی قارچ‌های خاکزاد عامل پوسیدگی طوقه و ریشه گندم قارچ‌های *Rhizoctonia solani*، *R. cerealis*، *F. culmorum*، *Drechslera* sp.، *Sclerotinia rolfsi* و *B. sorokiniana* را از خاک‌های مزارع استان زنجان معرفی نمودندکه بیماری‌زایی گونه‌های *Rhizoctonia* spp.، *Drechslera* sp. و *F. culmorum* را ثابت کردند (Jafari and Sarami, 2004). این بیماری در سال‌های اخیر به دلیل عدم رعایت تناوب شیوع بیشتری پیدا کرده است. میزان خسارت این بیماری‌ها در کشور بین ۳ تا ۱۲/۵ درصد برآورد گردیده است (Mansouri *et al*., 2002). در قسمت هوائی، سفید شدن سنبله‌ها، چروکیدگی و عدم تشکیل دانه، غیریکنواخت بودن و زود رسیدن خوشه‌ها از دیگر علائم بیماری است (Wiese, 1987).

کاظمی در سال ۱۳۸۱ گونه‌های *F. culmorum*، *F. lateritium*، *F. graminearum*، *F. oxysporum*، *F. solani*، *F. equiseti*، *F. scirpi*، *F. semitectum* و *F. subglutinans* را از

نمونه‌های مشکوک به پوسیدگی طوقه و ریشه جدا نمود که نتایج آزمون‌های بیماری‌زایی نشان داد گونه‌های *F. culmorum* و *F. graminearum* روی گندم رقم فلات بیماری‌زا بودند (Kazemi, 2002b). این بیماری نه تنها در ایران بلکه در نقاط دیگر جهان نیز از بیماری‌های مهم بوده است، به‌طوری‌که میزان خسارت ناشی از این بیماری در دشت‌های کانادا سالانه ۷/۵ درصد (Ledingham *et al*., 1972) و در بیشتر مناطق امریکای شمالی به ۳ تا ۴ درصد می‌رسد (Cook, 1980).

برای مدیریت بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه تلفیقی از روش‌های زراعی مانند رعایت تناوب مناسب، استفاده صحیح از کودهای شیمیایی و آبیاری متعادل، و روش‌های بیولوژیکی مانند به‌کارگیری عوامل آنتاگونیست و ارقام مقاوم یا متحمل توصیه می‌شود. در مدیریت بیماری‌های خاکزاد استفاده از سموم شیمیایی به‌خصوص در مورد محصول گندم که در سطح بسیار وسیعی کشت می‌گردد، کارا نبوده و خطرات زیست محیطی بسیاری به همراه دارد لذا استفاده از ارقام مقاوم و یا متحمل بهترین گزینه در مدیریت تلفیقی بیماری است. در دنیا تحقیقات وسیعی در خصوص ارقام مقاوم به پوسیدگی فوزاریومی ریشه انجام گرفته که برخی از آن‌ها منجر به معرفی ارقام نسبتاً مقاوم و یا متحمل به این بیماری شده است. وال ورک و همکاران مقاومت ۱۰۰ لاین و رقم گندم هگزاپلوئید و تتراپلوئید را به بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه ناشی از جنس *Fusarium pseudograminearum* و *F. culmorum* را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که ۲ لاین دارای مقاومت نسبی خوبی بودند. همچنین آن‌ها آزمایش‌هایی روی بررسی مقاومت برخی لاین‌ها و ارقام گندم نسبت به *F. pseudograminearum* و *F. culmorum* انجام دادند و به مقاومت نسبتاً خوب لاین ۴۹- ۲، ارقام گلویس (Gluyas) و سانکو (Sunco) اشاره کردند. همچنین آن‌ها اظهار نمودند که گندم دوروم و جو حساسیت بیشتری نسبت به گندم نان داشته اما جو علی‌رغم حساسیت بیشتر و ظهور نسبتاً شدید علائم بیماری، نسبتاً متحمل بوده و دچار کاهش عملکرد خیلی کمتری می‌شود (Wallwork *et al*., 2004). اسمایلی و یان (Smiley and Yan, 2009) در آمریکا میزان تحمل برخی ارقام و لاین‌های بهاره و پاییزه گندم را که در استرالیا و آمریکا به‌دست آمده بودند نسبت به *F. pseudograminearum* مورد آزمون قرار دادند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که اثر سال و مکان روی عکس‌العمل فنوتیپی تحمل در ارقام کاشته شده در پاییز بیشتر است. در این تحقیق از ارقام و لاین‌های بهاره شامل ۴۹- ۲، جفرسون (Jefferson)، گالا (Gala)، تارا (Tara) و سانکو (Sunco) به عنوان متحمل‌ترین و از پوسیس (Puseas)، اُتیس (Otis) و ایدن (Eden) به عنوان حساس‌ترین نام برده‌اند. در این آزمایش در میان ارقام ولاین‌های پاییزه، موردی که تحمل قابل قبولی داشته باشد به دست نیامد. اوراکچی و همکاران (Orakchi *et al*., 2010) آزمایش‌هایی روی بررسی مقاومت ۱۲۱ لاین و رقم گندم نسبت به *F. culmorum* انجام دادند. نتایج نشان داد که چهار رقم تحمل خوبی به بیماری داشتند که دو رقم متعلق به گندم‌های زمستانه از برنامه‌ی اصلاحی مشترک ایکاردا و سیمیت ترکیه بودند و دو رقم از ارقام گندم بهاره استرالیا بودند. این تحقیق در راستای دست‌یابی به ارقام مقاوم به پوسیدگی طوقه و ریشه در ایران انجام گردید.

روش بررسی

در این تحقیق ارزیابی میزان مقاومت بعضی از ارقام و لاین‌های گندم نسبت به پوسیدگی طوقه و ریشه گندم در اثر *F. culmorum* در شرایط مزرعه (کرج و کرمانشاه) و گلخانه (تهران) و آزمایشات ارزیابی میزان مقاومت علیه *F. pseudograminearum* صرفاً در گلخانه در تهران به شرح زیر انجام شد:

جدایه‌های قارچ و ارقام گندم: در این تحقیق از ۵ جدایه‌ی قارچ *F. culmorum* که از مناطق مختلف کشور به‌دست آمده بودند با نام‌های (1) S18 (جمع‌آوری‌شده از اصفهان- جاده تهران قم)، 22 مازندران، A1(1) (جمع‌آوری

شده از اراک- جاده آذرش)، A1(2) (جمع‌آوری شده از اراک- جاده آذرش) و V5 (1) b (جمع‌آوری شده از تهران- دشت ورامین) و همچنین جدایه قارچ *F. pseudograminearum* با نام Ps8 (جمع‌آوری شده از تهران- ورامین- شورآباد) که بیماری‌زایی آن‌ها قبلاً اثبات شده بود استفاده گردید.

ارقام و لاین‌های گندم مورد استفاده در این تحقیق از منابع مختلفی تهیه گردیدند که عبارت بودند از: ۳۲ رقم از CIMMYT، ۱۴ رقم/ لاین گندم نان زمستانه از موسسه دیم (DARI)، ۶ رقم/ لاین گندم دوروم از موسسه دیم (DARI) و ۱۸ لاین از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (SPII) که مشخصات آن‌ها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- مشخصات ارقام/لاین‌های گندم مورد استفاده در این تحقیق

Table 1. Characteristics of wheat lines/cultivars used in this study

Treatment no.	Cultivar name	Source of cultivar
T1	Sabalan/tui"s"/3/Snb//Pco/Pvn	DARI
T2	(ERwyt-88-n-MRC) KS82W409/SPN//TAM106/TX78V3630-OSE-OYC-OE-3YE-OYE-2YM-OYM	DARI
T3	Pony/OPATA/5/CA8055/4/ROMTAST/BON/3/DIBO//SU92/CI13645	DARI
T4	7JAGGER//SARDARI-HD58/FOW1	DARI
T5	SUBEN-1/3/AGRI/NAC//MLT/4/KIRGIZ95	DARI
T6	SARA-BW-F6-06-85-86-3-1	DARI
T7	SARA-BW-F6-06-85-86-13-1	DARI
T8	SARA-BW-F6-06-85-86-29-1	DARI
T9	BJN C 79/4/KVZ/CUT75/3/YMH//61.15 TCI97-OAP-6AP-OAP-6MAR	DARI
T10	Tam 200/Kauz	DARI
T11	13OL1.11//F35.70/MO73/…	DARI
T12	PATO/CAL/3/7C//BB/CNO/5/CAL//CNO/ TCI97-OAP-OAP-15 AP-	DARI
T13	Shi#4414iCROWS"//UNKNOWN	DARI
T14	SABALAN/4/VRZ/3/ORF1.148/TDL//BLO	DARI
T15	Zardak	DARI(Durum)
T16	Saji	DARI(Durum)
T17	PL-2	DARI(Durum)
T18	PL-3	DARI(Durum)
T19	P-1	DARI(Durum)
T20	Mrb	DARI(Durum)
T21	Aus GS50AT34/Sunco//Cunningham	CIMMYT
T22	CHIRYA.3	CIMMYT
T23	OPATA//(224) CROC-1/AE.SQAROSA	CIMMYT
T24	CROC-1/AE.SQAROSA) 224//(OPATA	CIMMYT
T25	OPATA//(224) CROC-1/AE.SQAROSA	CIMMYT
T26	SUNCO/2*PASTOR	CIMMYT
T27	(CN#133/SUNSTATE*4) //SUNSTATE)/ 2-49 SUNR23 (GALA)	CIMMYT
T28	VL411R	CIMMYT
T29	AE.SQUARROSA (224)//YACO/6/CROC-/84 SABUF/7/ALTAR 1/AE.SQUARROSA BR12*3/4/IAS55*4/CI14123/3/IAS55#4/EG,AUS//IAS55*4/ALD/5/(205)	CIMMYT
T30	SABUF/3/BCN//CETA/AE.SQUARROSA) 895(	CIMMYT
T31	VENTURA (SUN376G)	CIMMYT
T32	FRAME	CIMMYT
T33	GS50A	CIMMYT
T34	ID-2150	CIMMYT
T35	MILAN	CIMMYT
T36	AUS 4930.7/2*PASTOR	CIMMYT
T37	R6) 6D(	CIMMYT
T38	(VF304/TTAU.69.5-3.3//YANAC)VP1620	CIMMYT
T39	2-49	CIMMYT
T40	SERI	CIMMYT
T41	F130L1.12/ATTILA	CIMMYT
T42	LOV41//L17/LE2062	CIMMYT
T43	ZANDER-44	CIMMYT
T44	K1-1//AVB/BUC/3/GS50A-388	CIMMYT

ادامه‌ی جدول ۱- مشخصات ارقام/لاین‌های گندم مورد استفاده در این تحقیق

Table 1 continued. Characteristics of wheat lines/cultivars used in this study

Treatment no.	Cultivar name	Source of cultivar
T45	ALTAY 2000	CIMMYT
T46	MVR27-82//L17/LE2062	CIMMYT
T47	TURCAN#39	CIMMYT
T48	ES84-24/DYNASTY	CIMMYT
T49	BEZOSTAYA	CIMMYT
T50	SONMEZ	CIMMYT
T51	BURBOT-6	CIMMYT
T52	BILINmIYEN96.7	CIMMYT
T53	Dn11	SPII
T54	M-85-7	SPII
T55	WS-85-10	SPII
T56	C-87-6	SPII
T57	C-87-11	SPII
T58	C-87-18	SPII
T59	C-85D-9	SPII
T60	C-85D-12	SPII
T61	C-85D-B	SPII
T62	N-85-5	SPII
T63	S-83-3	SPII
T64	S-84-14	SPII
T65	C-85-3	SPII
T66	C-85-6	SPII
T67	DM-82-6	SPII
T68	DM-83-10	SPII
T69	DM-84-3	SPII
T70	S-85-19	SPII

۱- بررسی واکنش ارقام و لاین‌های مختلف گندم در مزرعه نسبت به قارچ *F. culmorum* :

۱-۱- تولید زادمایه (Inoculum): برای تولید زادمایه از تلفیق روش Smiley and Yan (2009) و Orakchi *et al.* (2010) با کمی تغییر به طرق زیر استفاده شد. بدین منظور مقداری بذر ارزن را به مدت ۱۲ ساعت در آب خیسانده و سپس آب اضافی آن‌ها تخلیه شد. سپس بذور در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد و با پنبه دهانه آن‌ها مسدود و دو مرتبه به فاصله ۲۴ ساعت در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و به مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو شدند. پس از خارج کردن کیسه‌ها از اتوکلاو و خنک شدن آن‌ها، از پنج جدایه مذکور از قارچ *F. culmorum* که روی محیط کشت PDA کشت شده و در دمای ۱ ± ۲۴ °C به مدت یک هفته قرار گرفته بودند دو قطعه یک سانتی‌متری از هر یک از جدایه‌ها به درون کیسه‌های سترون شده منتقل شد. سپس کیسه‌های مایه‌زنی‌شده به مدت سه هفته در دمای ۱ ± ۲۴ °C و در شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و تاریکی متناوب قرار داده شدند. در طی این مدت کیسه‌ها روزانه تکان داده شدند. پس از گذشت مدت زمان ذکر شده دانه‌های کلونیزه شده ارزن به پاکت‌های سترون منتقل و در دمای اتاق خشک شده و سپس با استفاده از الک، دانه‌های به هم چسبیده از یکدیگر جدا شدند. بذور کلونیزه شده پس از خشک شدن آسیاب گردیده، سپس الک شده و مورد استفاده قرار گرفتند.

۱-۲- تهیه سوسپانسیون اسپور: بدین منظور پنج جدایه *F. culmorum* روی محیط کشت PDA کشت شده و در دمای ۱ ± ۲۴ °C به مدت یک هفته قرار گرفتند.سپس میسلیوم‌ها به وسیله تیغ جراحی سترون از روی محیط کشت تراشیده شده و به آن آب مقطر سترون اضافه و به خوبی تکان داده شد. سوسپانسیون به دست آمده از پارچه ململ عبور داده شد تا میسلیوم آن گرفته شود. سپس با استفاده از لام هموسیتومتر، تعداد اسپورها در یک میلی لیتر از سوسپانسیون اندازه‌گیری گردید و غلظت سوسپانسیون به $۳/۲ \times ۱۰^{۵}$ اسپور در میلی‌لیتر تنظیم شد. سوسپانسیون به دست آمده بلافاصله مورد استفاده قرار گرفت (Orakchi *et al.*, 2010).

۱-۳- آغشته کردن بذور با اسپور: ابتدا بذور هر لاین به مقدار ۲۸ گرم (۷ گرم در هر ردیف ۱/۵ متری کشت) وزن

شده و سپس در ظرف حاوی سوسپانسیون اسپور غوطه‌ور و به مدت یک دقیقه تکان داده شدند. در مرحله بعد بذور روی کاغذ صافی سترون قرار داده شدند تا آب اضافی آن‌ها گرفته شود. بذور به مدت حدود یک روز در دمای اتاق نگهداری شدند تا به خوبی خشک شوند سپس در پاکت‌های کاغذی قرار داده شده و مشخصات آن‌ها روی پاکت‌ها یادداشت شد.

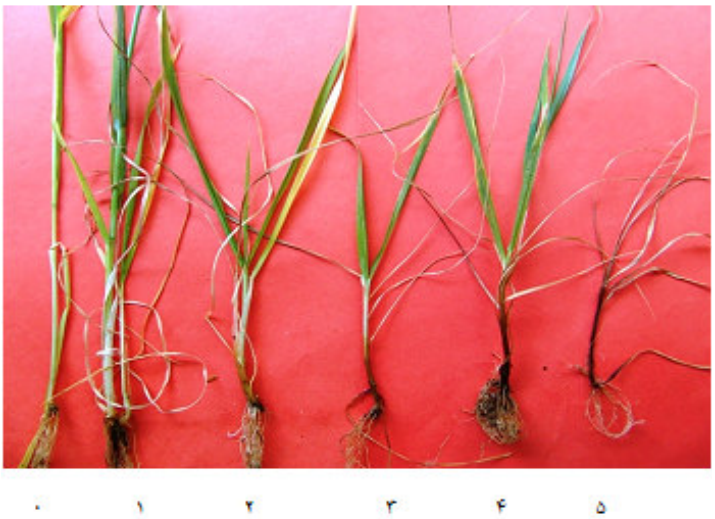
۱-۴- عملیات کاشت و اضافه کردن زادمایه به خاک در مزرعه: در این مرحله ابتدا زمین در دو منطقه کرج و کرمانشاه برای کشت آماده شد. سپس نقشه آزمایش در هر منطقه روی زمین پیاده‌سازی گردید. در سال زراعی اول (۱۳۹۰-۱۳۸۹) هرمنطقه آزمایش شامل ۷۰ تیمار و ۴ تکرار بود. در این مرحله هر کرت آزمایش شامل دو ردیف کاشت هر کدام به طول ۱/۵ متر و به فاصله ۱۰ سانتی‌متر نسبت به یکدیگر انتخاب شدند. هر تکرار شامل کرت‌های دارای زادمایه (+cn) و فاقد زادمایه (-cn) بود که به فاصله ۱ متر از یکدیگر در کنار هم قرار گرفتند. فاصله تکرارها از همدیگر ۲ متر در نظر گرفته شد. در حاشیه نیز از رقم بولانی استفاده شد. در کرت‌های دارای زادمایه پس از کاشت بذور تلقیح شده با سوسپانسیون اسپور قارچ مورد نظر روی آن‌ها به ارتفاع ۲ سانتی‌متر خاک دهی شده و سپس زادمایه به مقدار ۲/۳ گرم در هرمتر از ردیف کاشت (۳/۵ گرم در هر ردیف) اضافه و سپس روی آن با خاک پوشیده شد. ضمناً در مرحله‌ی شروع ساقه‌دهی، با ایجاد شیار در پای بوته‌ها و افزودن مقدار ۲/۳ گرم از زادمایه (دانه‌های ارزن آلوده به اسپور قارچ) کلیه ارقام و لاین‌ها مجدداً به‌طور مصنوعی آلوده شدند تا شرایط برای بروز بیماری کاملا فراهم گردد.

۱-۵- ارزیابی میزان مقاومت ارقام و لاین‌های مختلف گندم: ارزیابی میزان مقاومت لاین‌های مختلف گندم به روش زیر انجام شد. پس از این که گیاه به مرحله بلوغ رسید خوشه‌های سالم و خوشه‌های سفید شده (white head) در اثر قارچ عامل بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه شمارش شدند. سپس تمامی خوشه‌های هر کرت از ریشه درآورده شده به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها ابتدا خوشه چینی شده و سپس ساقه‌های آن‌ها با توجه به مقدار گسترش قهوه‌ای شدن (پوسیدگی) طوقه تا اولین گره ساقه و بر اساس مقیاس ۰ تا ۵ (۰= ۰٪؛ ۱= ۱-۱۰٪؛ ۲= ۱۰-۲۵٪؛ ۳= ۲۵-۵۰٪؛ ۴= ۵۰-۷۵٪ و ۵= > ۷۵٪) نمره‌دهی شدند. سپس تعداد ساقه‌های سالم و بیمار گروه‌بندی شده به‌طور مجزا شمارش شد و سپس میانگین شدت بیماری برای هرکدام از تیمارهای دارای زادمایه و فاقد زادمایه به طور جداگانه محاسبه گردید (میانگین شدت بیماری از مجموع حاصل ضرب تعداد بوته‌های هر گروه در مقیاس مربوطه و تقسیم برتعداد کل بوته‌های شمارش شده محاسبه گردید). سپس تفاضل شدت بیماری کرتهای دارای زاد مایه و فاقد زاد مایه برای هر واحد آزمایش محاسبه و با اضافه نمودن عدد ۰/۵ و جذر گیری از آن‌ها (Smiley and Yan, 2009; Wallwork *et al*., 2004) تبدیل داده شدند. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SAS و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه واریانس شد. در سال دوم اجرای پروژه ارقام و لاین‌هایی که کاملاً حساس بودند حذف گردیدند و صرفا ارقام و لاین‌هایی که نسبتاً مقاوم یا مقاوم بودند مورد بررسی مجدد قرار گرفتند. در سال دوم در کرج مجموعاً تعداد ۴۵ و در کرمانشاه تعداد ۴۹ لاین و رقم بررسی شد و نحوه‌ی اجرای آزمایش دقیقاً مشابه سال اول بود.

۲- بررسی واکنش ارقام و لاین‌های مختلف گندم در گلخانه نسبت به قارچ *F. culmorum* و *F. pseudograminearum*: تمامی ارقام و لاین‌های مورد آزمایش با جدایه‌های قارچ *F. culmorum* و *F. pseudograminearum* به‌طور جداگانه تحت شرایط گلخانه‌ای در تهران مورد آزمایش قرار گرفتند.

۲-۱- بررسی واکنش ارقام و لاین‌های مختلف نسبت به قارچ *F. culmorum*: بدین منظور ابتدا بذور مربوط به هر لاین روی کاغذ صافی استریل درون پتری قرار داده شده و به آن اندکی آب مقطر استریل اضافه گردید و به مدت ۲۴ ساعت در زیر نور فلورسنت قرار داده شد تا بذور جوانه

بزنند. سپس این بذور با استفاده از سوسپانسیون قارچ که نحوه تهیه آن در بالا شرح داده شد مایه زنی شده (بذور به مدت ۱ دقیقه در سوسپانسیون قرار گرفتند) و به لوله‌های پلاستیکی که انتهای آن‌ها باز بوده و از خاک استریل پر شده بودند منتقل شد و روی آن‌ها خاک‌دهی صورت گرفت. درون هر لوله ۲ عدد بذر کاشته شد. این طرح با ۷۰ تیمار و ۵ تکرار انجام شد. در این آزمایش از رقم بولانی به عنوان شاهد استفاده شد. این لوله‌ها در گلخانه در دمای $25 \pm 1^{\circ}C$ و در شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و تاریکی متناوب قرار گرفتند و پس از گذشت ۲ ماه ساقه‌های آن‌ها با توجه به مقدار گسترش قهوه‌ای شدن (پوسیدگی) طوقه تا اولین گره ساقه و بر اساس مقیاس ۰ تا ۵ (۰= ۰٪؛ ۱= ۱-۱۰٪؛ ۲= ۱۰-۲۵٪؛ ۳= ۲۵-۵۰٪؛ ۴= ۵۰-۷۵٪ و ۵= > ۷۵٪) نمره‌دهی شدند (Wallwork *et al*., 2004) (شکل ۱). سپس میانگین شدت بیماری برای هر تیمار (دو گیاهچه در هر لوله پلاستیکی) در هر تکرار محاسبه و سپس داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SAS و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه و تحلیل شد.



شکل ۱- الگوی نمره‌دهی گسترش پوسیدگی طوقه‌ی گندم بر مبنای ۰ تا ۵ (Wallwork *et al*., 2004)

Fig. 1. Disease index for wheat crown rot severity based on 1-5 grade (Wallwork *et al*., 2004)

۲-۲- بررسی واکنش ارقام و لاین‌های مختلف نسبت به قارچ *F. pseudograminearum*: زادمایه قارچ *F. pseudograminearum* به روش ذکر شده در بند ۱-۱ تهیه گردیده و به گلدان‌ها اضافه گردید. با این تفاوت که در این روش به جای ارزن از گندم استفاده شد. بررسی واکنش ارقام و لاین‌های مورد آزمایش با استفاده از جدایه مهاجم Ps8 قارچ *F. pseudograminearum* جمع‌آوری شده از منطقه شورآباد ورامین در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۷ اینچ که در داخل هر گلدان ۵ بذر کشت گردیده بود در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. روش مایه‌زنی، نگهداری گلدان‌ها و ارزیابی تیمارها مشابه آنچه برای قارچ *F. culmorum* در بالا ذکر گردید انجام شد.

نتیجه و بحث

۱- بررسی واکنش ارقام و لاین‌های مختلف گندم نسبت به قارچ *Fusarium culmorum* در مزرعه در کرج:

۱-۱- سال اول: با توجه به جدول تجزیه واریانس بین ارقام از نظر شدت آلودگی به بیماری در سطح ۱ در صد اختلاف معنی‌دار وجود داشت لذا اقدام به مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ٪۵ گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان دادکه ارقام مورد بررسی از نظر شدت بیماری به ۱۵ گروه تقسیم شدند. تیمار T16 (رقم Saji) با بیشترین

شدت بیماری (۲/۳۳) (بر اساس مقیاس ۵-۰) به همراه تیمارهای T45، T28، T8، T48، T24، T1، T63، T36، T11، T31، T6، T15، T3، T42، T25، T9، T40، T19، T29، T39، T10، T68، T17، T60، T5، T55، T33 و T53 با قرار گرفتن در یک گروه (a) نسبت به بقیه ارقام (یا لاین‌ها)، حساس‌ترین و تیمار T30 (رقم SABUF/3/BCN//CETA/AE.SQUAROSA(895)) با کمترین شدت بیماری (۱/۱۵) به همراه تیمارهای: T58، T41، T46، T43، T41، T50، T64، T34، T59، T54، T56، T32، T66، T27، T38، T51، T35، T37، T65، T57، T62، T4، T47، T2، T20، T49، T61، T23، T14، T18 و T22 با قرار گرفتن در یک گروه آماری (o) به عنوان مقاوم‌ترین ارقام (یا لاین‌ها) محسوب شدند و بقیه ارقام (یا لاین‌ها) در حد واسط قرار گرفتند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین شدت آلودگی ارقام و لاین‌های مورد آزمایش نسبت به جدایه‌های *Fusarium culmorum* براساس آزمون LSD در سطح ٪۵ در شرایط مزرعه در کرج در سال ۱۳۹۰-۱۳۸۹

Table 2. Comparison of disease severity means of wheat cultivars/lines inoculated with *Fusarium culmorum* isolates based on LSD test at 5% probability level in Karaj station in 2010-2011

Treatment no.	Mean of disease severity (0-5 scale)	Treatment no.	Mean of disease severity (0-5 scale)	Treatment no.	Mean of disease severity (0-5 scale)
T16	2.333 a	T60	1.84 a-k	T47	1.56 c-o
T45	2.25 ab	T5	1.80 a-k	T62	1.53 d-o
T28	2.09 a-c	T33	1.78 a-m	T57	1.52 d-o
T8	2.03 a-d	T55	1.78 a-m	T38	1.52 d-o
T48	2.02 a-e	T53	1.78 a-m	T51	1.52 d-o
T24	2.01 a-f	T70	1.76 b-m	T37	1.51 d-o
T1	2.01 a-f	T7	1.76 b-m	T65	1.51 d-o
T63	2.00 a-f	T69	1.76 b-m	T27	1.49 d-o
T31	1.98 a-g	T44	1.76 b-m	T35	1.49 d-o
T3	1.97 a-h	T13	1.75 b-m	T56	1.47 e-o
T36	1.97 a-h	T52	1.72 b-n	T32	1.47 e-o
T11	1.96 a-h	T67	1.72 b-n	T66	1.46 f-o
T6	1.96 a-h	T21	1.72 b-n	T54	1.43 g-o
T15	1.95 a-h	T12	1.71 b-n	T59	1.42 h-o
T42	1.94 a-h	T26	1.71 b-n	T34	1.39 i-o
T25	1.92 a-i	T22	1.70 b-o	T50	1.34 j-o
T9	1.90 a-i	T18	1.69 c-o	T64	1.34 j-o
T29	1.90 a-i	T14	1.68 c-o	T43	1.30 k-o
T19	1.89 a-j	T61	1.68 c-o	T46	1.26 l-o
T40	1.88 a-j	T23	1.66 c-o	T41	1.23 m-o
T39	1.88 a-j	T49	1.63 c-o	T58	1.17 n-o
T68	1.86 a-k	T4	1.60 c-o	T30	1.15 o
T10	1.85 a-k	T20	1.59 c-o		
T17	1.85 a-k	T2	1.57 c-o		

*تیمارهایی که دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آماری اختلاف معنی داری با هم ندارند و در یک گروه قرار می‌گیرند.

*There is no significant difference between means having the same letters

۱-۲- سال دوم: در سال دوم اجرای آزمایش در کرج تعدادی از ارقام که کاملا حساس بودند و یا دارای صفات زراعی نامطلوب بودند از ادامه بررسی‌ها حذف شدند و مجموعاً ۴۵ رقم (یا لاین) برای ادامه آزمایشات انتخاب شدند. با توجه به نتایج آزمون LSD که بر پایه آزمون T استیودنت بوده و توسط نرم افزار SAS انجام گردید، نشانگر اختلاف معنی دار بین ارقام بود. لذا اقدام به مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد گردید.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارقام مورد بررسی از نظر شدت بیماری به ۵ گروه تقسیم شدند. تیمار T38 (رقم VP1620(VF304/TTAU.69.5-33//YANAC)) با بیشترین شدت بیماری (۱/۴۸) به همراه تیمارهای T3، T36، T49، T6، T2،

T30، T22، T7، T34، T68، T67، T35، T40، T61، T43 و T70 (با شدت بیماری۰/۸۷ تا ۱/۴۶) با قرار گرفتن در یک گروه آماری (a) نسبت به بقیه ارقام (لاین‌ها) حساس‌ترین و تیمار T59 (رقم C-85D-9) با کمترین شدت بیماری (۰/۳۹) به همراه تیمارهای T60، T64، T26، T9، T62، T47، T58، T50، T11، T54، T23 و T12 (با شدت بیماری۰/۵۹ تا ۰/۷۲) با قرار گرفتن در یک گروه آماری (e) به عنوان مقاوم‌ترین ارقام یا لاین‌ها محسوب شدند و بقیه ارقام و لاین‌ها شامل: T52، T48، T33، T13، T41، T46، T32، T65، T45، T44، T24، T21، T57 و T42 در گروه‌های حد واسط قرار داشتند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود تیمارهای T59 (C-85D-9)، T64(S-84-14)، T62(N-85-5)، T50 (SONMEZ)، T23(CROC-1/AE.SQARROSA (224)//OPATA)، T54(M-85-7)، T51(BURBOT-6)، T58 (C-87-18) و T47 (TURCAN#39) در هر دو سال اجرای آزمایش در منطقه کرج از مقاومت نسبی خوبی برخوردار بودند.

۲- بررسی واکنش ارقام و لاین‌های مختلف گندم نسبت به قارچ *Fusarium culmorum* در مزرعه در کرمانشاه:

۲-۱- سال اول: با توجه به جدول تجزیه واریانس بین ارقام از نظر شدت بیماری در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. لذا اقدام به مقایسه‌ی میانگین‌ها گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارقام مورد بررسی از نظر شدت بیماری به ۱۸ گروه تقسیم شدند. تیمار T17 (رقم PL-2) با بیشترین شدت بیماری (۳/۷۲) (بر اساس مقیاس ۵-۰) به همراه تیمارهای T68، T61، T15، T34، T18، T20، T1، T69، T45، T24، T52، T14، T7، T19، T23، T16، T2، T66، T48، T44، T42، T54 و T5 با قرار گرفتن در یک گروه آماری (A) به عنوان حساس‌ترین ارقام و لاین‌ها بودند، اما تیمار T27 (GALA) SUNR23-2 (CN#133/SUNSTATE*4)//SUNSTATE)/49) با کمترین شدت بیماری (۰/۳۰) به همراه تیمارهای T39 (رقم۲-۴۹)، T58، T22، T32، T65، T51، T55، T31 و T57 با قرار گرفتن در گروه‌های آماری r و q به‌عنوان مقاوم‌ترین ارقام یا لاین‌ها در سال اول بررسی در منطقه کرمانشاه محسوب شدند (جدول ۳) و بقیه ارقام یا لاین‌ها با شدت بیماری متوسط در گروه‌های حد واسط قرار گرفتند.

۲-۲- سال دوم: در سال دوم اجرای آزمایش در کرمانشاه تعدادی از ارقام که کاملا حساس بودند و یا دارای صفات زراعی نامطلوب بودند از ادامه بررسی‌ها حذف شدند و مجموعاً ۴۹ رقم (یا لاین) برای ادامه آزمایشات انتخاب شدند.

با توجه به جدول تجزیه واریانس بین ارقام از نظر شدت بیماری در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمونLSD در سطح ۵٪ نشان داد که ارقام مورد بررسی از نظر شدت بیماری به ۱۲ گروه تقسیم شدند. تیمار T17 (رقم PL-2) با بیشترین شدت بیماری (۱/۹۲) به همراه تیمار T68 با قرار گرفتن در یک گروه آماری (a) به عنوان حساس‌ترین ارقام و رقم T39 (رقم49-2) با کمترین شدت بیماری (۰/۷۴) به همراه تیمارهای T27، T22 و T43 با قرار گرفتن در یک گروه آماری (L) به عنوان مقاوم‌ترین ارقام یا لاین‌ها محسوب شدند. ضمناً تیمارهای T51، T26، T4، T58، T57، T46، T37، T62، T47، T28، T38، T40، T55، T30، T60، T36، T21، T44 و T11 با قرار گرفتن در گروه آماری K از مقاومت نسبی خوبی برخوردار بودند و بقیه ارقام و لاین‌ها در گروه‌های حد واسط قرار گرفتند.

نتایج بررسی دو ساله آزمایش در منطقه کرمانشاه نشان داد که تیمارهایT39 (رقم49-2)، T27 (رقم SUNR23 (GALA 2-49/(CN#133/SUNSTATE*4)//SUNSTATE)، تیمار T22 (رقم CHIRYA.3) و تیمار T51 (رقمBURBOT-6)،که همگی از ژرم‌پلاسم سیمیت می‌باشند و همچنین T55 (WS-85-10)، T57(C-87-11) وT58 (C-87-18) که از ژرم‌پلاسم موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشند دارای مقاومت بسیار خوبی به پوسیدگی طوقه و ریشه گندم در منطقه کرمانشاه بودند.

جدول ۳- مقایسه میانگین شدت آلودگی ارقام و لاین‌های مورد آزمایش نسبت به جدایه‌های *Fusarium culmorum* براساس آزمون LSD در سطح ٪۵ در شرایط مزرعه در کرمانشاه در سال ۱۳۹۰-۱۳۸۹

Table 3. Comparison of disease severity means of 70 wheat cultivars/lines inoculated with *Fusarium culmorum* isolates based on LSD test at 5% probability level in Kermanshah station in 2010-2011

Treatment no.	Mean of disease severity (0-5 scale)	Treatment no.	Mean of disease severity (0-5 scale)	Treatment no.	Mean of disease severity (0-5 scale)
T17	3.72* a	T46	2.35 b-m	T56	1.82 f-p
T68	3.58 ab	T9	2.40 b-m	T70	1.72 f-p
T61	3.52 ab	T25	2.37 b-m	T29	1.75 f-p
T15	3.45 a-c	T62	2.30 b-m	T64	1.80 g-p
T34	3.22 a-d	T41	2.30 b-m	T6	1.75 g-p
T1	3.05 a-e	T11	2.25 b-n	T28	1.62 g-p
T20	3.05 a-e	T59	2.30 b-n	T30	1.62 g-p
T69	2.95 a-f	T21	2.25 b-n	T43	1.62 g-p
T45	2.92 a-f	T67	2.25 b-n	T40	1.67 h-p
T18	3.15 a-f	T49	2.17 c-o	T38	1.57 h-p
T24	2.90 a-f	T60	2.17 c-o	T8	1.40 i-p
T14	2.80 a-g	T33	2.20 c-o	T35	1.50 i-p
T7	2.80 a-g	T4	2.10 d-o	T57	1.42 j-q
T19	2.80 a-h	T13	2.17 d-o	T51	1.37 j-q
T54	2.77 a-h	T10	2.10 d-o	T65	1.35 k-q
T23	2.77 a-i	T63	2.05 d-o	T55	1.37 l-q
T52	2.80 a-i	T53	2.05 d-o	T32	1.22 m-q
T16	2.60 a-i	T12	2.05 d-o	T31	1.42 n-q
T5	2.60 a-i	T37	2.05 d-o	T22	1.15 o-q
T2	2.50 a-j	T47	2.02 d-o	T58	0.90 p-r
T66	2.47 a-j	T26	1.92 d-o	T39	0.60 q-r
T48	2.45 a-k	T3	2.00 d-o	T27	0.30 r
T44	2.42 a-l	T36	1.92 e-o		
T42	2.37 a-l	T50	2.07 e-o		

* میانگین‌های ارائه شده داده‌های اولیه هستند ولی گروه بندی تیمارها بر اساس تجزیه واریانس داده‌های تبدیل شده می‌باشند.

تیمارهایی که دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند و در یک گروه قرار می‌گیرند.

*There is no significant difference between means having the same letters

۳- بررسی واکنش ارقام و لاین‌های مختلف نسبت به قارچ *F. culmorum* درگلخانه: نتایج بررسی واکنش ارقام و لاین‌های مختلف نسبت به قارچ *F. culmorum* در گلخانه نشان داد که بین ارقام از نظر شدت بیماری در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت لذا اقدام به مقایسه‌ی میانگین‌ها گردید. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که ارقام از نظر شدت آلودگی به جدایه‌های مذکور به ۲۰ گروه تقسیم شدند. تیمارهای T17 و T19 (به ترتیب ارقام PL-2 و P-1) با بیشترین شدت آلودگی (۵) به همراه تیمارهای T54، T69، T20 ، T18، T14، T16، T55، T50، T29 و T5 (با شدت آلودگی ۳/۹۶ تا ۴/۶) با قرارگرفتن در یک گروه (a) به عنوان حساس‌ترین ارقام /لاین‌ها و تیمار T13 (رقم Shi) (با شدت بیماری ۱/۷۵)به همراه تیمارهای T68، T3، T33، T23، T62، T44، T59، T36، T2، T12، T49 ، T43، T70 و T30 (با شدت بیماری ۲/۰۲ تا ۲/۷۷) با قرار گرفتن در یک گروه (t) به عنوان مقاوم‌ترین ارقام /لاین محسوب می‌شوند. بقیه ارقام و لاین‌ها با داشتن شدت آلودگی متوسط از مقاومت متوسطی برخوردار بودند.

۴- بررسی واکنش ارقام و لاین‌های مختلف نسبت به قارچ *F. pseudograminearum* در گلخانه: نتایج بررسی واکنش ارقام و لاین‌های مختلف نسبت به قارچ *F. pseudograminearum* در گلخانه نشان داد که بین ارقام از نظر میزان شدت آلودگی در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵٪ نشان داد که ارقام به ۱۸ گروه تقسیم شدند. تیمار T16 (رقم Saji) با بیشترین شدت بیماری (۴/۷۷) به همراه

T17، T37، T15، T20، T25، T21، T22، T38، T19، T10، T23، T69، T8، T24، T30، T68، T67، T18، T7، T1، T70، T56، T33 و T31 (با داشتن شدت بیماری ۴/۶۷ تا ۳/۸۵) با قرار گرفتن در گروه (a) حساس‌ترین ارقام و تیمار T63 (رقم S-83-3) با کمترین شدت بیماری (۱/۸۲) به همراه تیمارهای T41، T54 و T6 (با داشتن شدت بیماری ۲/۶۵ تا ۱/۸۲)با قرار گرفتن در یک گروه (r) مقاوم‌ترین ارقام و لاین‌ها نسبت به *F. pseudograminearum* بودند. بقیه ارقام (لاین‌ها) با شدت بیماری متوسط در حد واسط قرار گرفتند. با توجه نتایج بررسی‌های مزرعه‌ای انجام شده دو ساله در کرج تیمارهای T59 (C-85D-9)، T64(S-84-14)، T62(N-85-5)، T23 (224)//OPATA)/CROC-1/AE.SQARROSA)، T50 (SONMEZ)، T54 (M-85-7)، T51 (BURBOT-6)، T 58 (C-87-18) و T47 (TURCAN#39) از مقاومت نسبی خوبی برخوردار بودند و نتایج بررسی‌های دو سال آزمایش در منطقه کرمانشاه نیز نشان داد که تیمارهای T39 (رقم۲-٤٩)، T27 (رقم GALA) 2- SUNR23 /49(CN#133/SUNSTATE*4)//SUNSTATE)، تیمار T22 (رقم CHIRYA.3)، تیمار T51 (رقمBURBOT-6)، (WS-85-10) T55، T57(C-87-11) وT58 (C-87-18) دارای مقاومت بسیار خوبی به پوسیدگی طوقه و ریشه گندم در منطقه کرمانشاه بودند. ویلدرموس و مک نامارا (Wildermuth and McNamara 1994) در روی رقم2-49، دو مکان ژنی کمی (QTL) را که دارای اثر معنی داری در ایجاد مقاومت به پوسیدگی طوقه و ریشه فوزاریومی بودند در روی کروموزومهایاAL1و 1DL شناسایی نمودند. نتایج مشابهی توسط Bovill *et al.* (2010) گزارش گردید. نامبردگان با ارزیابی جمعیت دابل هاپلوئید حاصل از تلاقی Sunco/2-49 سه مکان ژنی را شناسایی نمودند که به ترتیب روی کروموزومهای 1D، 2B و 4B قرار داشتند و مکان ژنی 4B بیشترین تأثیر را در ایجاد مقاومت به پوسیدگی طوقه و ریشه فوزاریومی نشان داد (Bovill *et al.*, 2010).

رقم BURBOT-6 و لاین C-87-18 در هر دو منطقه کرج و کرمانشاه در هر دو سال اجرای آزمایش از مقاومت بسیار خوبی بر خوردار بودند و حتی مقاومت این ارقام از رقم 49 -2 و ارقامی که در پدیگری خود رقم Sunco را دارند و توسط محققین استرالیایی (Wallwork *et al.*, 2004) به‌عنوان مقاوم به بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم معرفی شده‌اند بیشتر می‌باشند. این دو رقم در آزمایشات گلخانه‌ای در مرحله گیاهچه‌ای نسبت به هر دو قارچ *F. culmorum* و *F. pseudograminearum* از مقاومت بسیار بالایی برخوردار نبودند و دارای مقاومت نسبی بودند. به‌نظر می‌رسد ژن‌های مسئول مقاومت در این ارقام از نوع مقاومت غیر وابسته به نژاد (non race specific resistance) و ازنوع ژن‌های کوچک اثر (minor genes) می‌باشند. این ارقام در صورت دارا بودن ژن‌های بزرگ اثر (major genes) در مرحله گیاهچه‌ای انتظار می‌رفت از مقاومت بسیار بالایی برخوردار باشند. اصولاً مقاومت‌های وابسته به نژاد (race specific resistance) یا با ژن‌های بزرگ اثر اگرچه در کوتاه مدت مقاومت بسیار بالایی را علیه پاتوژن‌ها فراهم می‌کنند ولی اصولاً این نوع مقاومت‌ها پایدار نیستند و به‌زودی شکسته می‌شوند اما مقاومت‌های غیروابسته به نژاد و از نوع ژن‌های کوچک اثر در شرایط مزرعه از پایداری بسیار خوبی برخوردار هستند. به نظر می‌رسد مقاومت رقم BURBOT-6 و لاین C-87-18 نیز از نوع مقاومت‌های غیر وابسته به نژاد (مقاومت نسبی یا مقاومت مزرعه‌ای) می‌باشند و در شرایط مزرعه‌ای از پایداری خوبی برخوردار باشند. لازم است تحقیقات تکمیلی در روی این دو رقم/لاین در ایران صورت گیرد و ژن‌های مسئول در ایجاد مقاومت به بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم شناسایی و معرفی گردند.

در منطقه کرمانشاه رقم 2-49 در هر دو سال اجرای آزمایش در مزرعه از مقاومت بسیار خوبی برخوردار بود اما این رقم در منطقه کرج در سال اول آزمایش در گروه ارقام نسبتاً حساس قرار گرفت و در سال دوم در آزمایشات منظور

نگردید. همچنین در شرایط گلخانه علیه *F. culmorum* با داشتن شدت بیماری۳/۶۷ و نسبت به*F. pseudograminearum* با داشتن شدت بیماری ۳/۵ از مقاومت متوسطی برخوردار بود. وال ورک و همکاران (Wallwork *et al*., 2004) در استرالیا مقاومت ۱۰۰ لاین و رقم گندم هگزاپلوئید و تتراپلوئید را به بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه ناشی از جنس *F. pseudograminearum* و *F. culmorum* را بررسی کردند و نتیجه گرفتندکه ۲ لاین دارای مقاومت نسبی خوبی بودند. همچنین آن‌ها آزمایش‌هایی روی بررسی مقاومت برخی لاین‌ها و ارقام گندم نسبت به *F. pseudograminearum* و *F. culmorum* انجام دادند و به مقاومت نسبتاً خوب لاین ۴۹-۲، ارقام گلویس (Gluyas) و سانکو (Sunco) اشاره کردند که با نتایج این بررسی در منطقه کرمانشاه کاملاً مطابقت دارد.

نتایج بررسی‌های کرمانشاه نشان داد که رقم GALA که در پدیگری خود ارقام 49 -2 و SUNSTATE را دارد در هر دو سال آزمایش از مقاومت خوبی برخوردار بود. این رقم در منطقه کرج در سال اول از مقاومت بسیار خوبی برخوردار بود ولی متأسفانه در سال دوم در بررسی‌ها منظور نشده بود. این رقم در مرحله گیاهچه‌ای در شرایط گلخانه‌ای نسبت به قارچ *F. pseudograminearum* از مقاومت خوبی برخوردار بود و اما نسبت به *F. culmorum* از مقاومت متوسطی برخوردار بود. به‌نظر می‌رسد این رقم نیز در شرایط ایران نسبت به هر دو گونه فوراریوم عامل پوسیدگی طوقه و ریشه از مقاومت نسبی خوبی برخوردار باشد و با توجه به این‌که هم در شرایط مزرعه‌ای و هم در شرایط گلخانه‌ای از مقاومت نسبی خوبی برخوردار بود لذا مفاومت پایداری خواهد داشت. این یافته با نتایج حاصل از بررسی‌های Smiley and Yan (2009) در آمریکا، که در آن میزان تحمل برخی ارقام و لاین‌های بهاره و پاییزه گندم را که در استرالیا و آمریکا به‌دست آمده بودند نسبت به *F. pseudograminearum* مورد آزمون قرار دادند و ارقام و لاین‌های بهاره شامل ۴۹- ۲، جفرسون (Jefferson)، گالا (Gala)، تارا (Tara) و سانکو (Sunco) به عنوان متحمل‌ترین و پوسیس (Puseas)، اُتیس (Otis) و ایدن (Eden) به عنوان حساس‌ترین گزارش نمودند کاملاً مطابقت دارد.

با توجه به وجود مقاومت نسبی در ارقام ۴۹- ۲، سانکو (Sunco) و گالا (Gala) نسبت به جدایه های *F. culmorum* و *F. pseudograminearum* در ایران و مکان یابی ژن‌های کمی مقاومت (QTL) به این بیماری (Chen *et al*., 2015)، از این ارقام می‌توان در برنامه‌های به نژادی گندم و تولید ارقام مقاوم به پوسیدگی‌های طوقه و ریشه استفاده نمود. چن و همکاران گزارش نمودند که هرمی نمودن ژن‌های کمی مقاومت (QTL) در یک رقم میزان آلودگی به پوسیدگی طوقه و ریشه را بطور فاحش کاهش داد (Chen *et al*., 2015).

با توجه به نتایج بررسی‌های مزرعه‌ای در مناطق کرمانشاه و کرج هیچکدام از ارقام یا لاین‌های گندم دوروم دریافتی از موسسه تحقیقات دیم از مقاومت بالایی نسبت به *F. culmorum* برخوردار نبودند و تمامی ارقام فوق، حساس یا نسبتاً حساس بودند. این یافته با نتایج بررسی‌های وال ورک و همکاران (Wallwork *et al*., 2004) که گزار ش نمودند گندم دوروم و جو حساسیت بیشتری نسبت به گندم نان داشتند کاملاً مطابقت دارد. بنابراین در مناطقی که پوسیدگی‌های طوقه و ریشه شایع می‌باشند نبایستی از ارقام گندم دوروم استفاده گردد.

سپاسگزاری

نگارندگان از خانم دکترجولی نیکول محقق سابق سیمیت در ترکیه، آقای دکتر توحید نجفی میرک محقق محترم موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم در کرمانشاه به خاطر در اختیار گذاشتن ارقام و لاین‌های پیشرفته گندم و همچنین مسئولین محترم موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور به خاطر فراهم نمودن امکانات اجرای این تحقیق قدردانی می‌نمایند.

References

ANONYMOUS, 2014. Agriculture statistics. Ministry of Jihad e Agriculture of Iran. Tehran, Iran.

BOVILL, W. D., M. HORNE, D. HERDE, M. DAVIS, G. B. WILDERMUTH, and M. W. SUTHERLAND, 2010. Pyramiding QTL increases seedling resistance to crown rot (*Fusarium pseudograminearum*) of wheat (*Triticum aestivum*). Theoretical and Applied Genetics. 121, 127-136.

BRIGGLE L, W. and CURTIS B .1987.Wheat wordwide. In: E. G. Heyne (ed). Wheat and wheat improvement. Second edition. Madson. Wis. USA. pp: 1-32

CHEN, G., A. HABIB, Y. EEI, Y. L. ZHENG, S. SHABALA, M. ZHOU and C. LIU, 2015. Enhancing Fusarium crown rot resistance by pyramiding large-effect QTL in barley. Molecular. Breeding, 35, 26.

COOK, R. J. 1980. Fusarium foot rot of wheat and its control in the Pacific Northwest. Plant Diseases, 64:1061-1066.

DARVISHNIA, M., A. ALIZADEH and E. MOHAMMADI GOLTAPEH, 1998. *Fusarium* species and other fungi associated with crown and root rot of wheat in Lorestan province. Proceedings of the 13th Iranian Plant Protection Congress 23-27 Aug. 1998, Karaj, Iran, Page 20.

DRAPER, M. A. 2000. Common root and crown rots of wheat in South Dakota. Plant science Department South Dakota State University (SDSU). 3pp.

JAFARI, H. and H. SARAMI, 2004. Study on the soil borne diseases of wheat and estimating their yield loss. Agriculture Science, 14: 14-15.

KAZEMI, H. 2002a. Wheat diseases in Iran. In: From wheat seed to bread loaf. Tahsin Publications, Tehran, 512pp.

KAZEMI, H. 2002b. *Fusarium* species associated with root and crown of wheat in Tehran province. Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress, 7-11 Sept. 2002, Razi University, Kermanshah, Iran, Page 22.

LEDINGHAM, R. J., T. G. ATKINSON, J. S. HORRICKS, J. T. MILLS, L. J. PIENING and R. D. TINLINE, 1972. Wheat losses due to common root rot in the prairie provinces of Canada 1969-71. Canadian Plant Diseases Survey, 53: 113-122.

MANSOURI, B. 1995. Soil borne diseases of wheat in Fars province. Proceedings of the 12th Iranian Plant Protection Congress 2-7 Sept. 1995, Karaj, Iran, Page 58.

MANSOURI, B., A. RAVANLOU, KH. NOUROLLAHI, N. AZADBAKHT, H. JAFARI and M. GHALANDAR, 2002. Crwon and rot rot diseases of wheat in west Azarbaijan, Ilam, Lorestan, Zanjan and Markazi provinces of Iran. Proceedings of the15th Iranian Plant Protection Congress 7-11 Sept. 2002, Razi University, Kermanshah, Iran, Page 41.

NELSON, P. E., T. A. TOUSSOUN and W. F. O. MARASAS, 1983. *Fusarium* species: An illustrated manual for identification. Pennsylvania State University Press, 193pp.

ORACHI, G. E., A. R. BENTLY, E. SHAHIN and J. M. NICOL, 2010. Proceedings of 6th Australasian Soil borne diseases symposium. Twin Waters, Queensland, 9-11 August, Page 44.

POUZESHIMIAB B, M. RAZAVI, R. ZARE, H. R. ZAMANIZADEH, S. REZAEE, D. SAFAEE and J. NICOL, 2012. Taxonomy and distribution of *Fusarium* spp. associated with root and crown rot of wheat in Iran. 1st International Crown Rot Workshop for Wheat Improvement, NSW, Australia. 85, 31.

RAVANLOU, A. and Z. BANIHASHEMI, 1998. Identification and pathogenicity of *Fusarium* spp. associated with crown and root rot of wheat in Fars. Proceedings of the 13th Iranian Plant Protection Congress, 23-27 Aug. 1998, Karaj, Iran, Page 21.

SAFAEE, D., H. YUNESI and M. SHEIKHOLESLAMI, 2012. Fusarium species that cause root and crown rot of heat in Kermanshah province. Iranian Journal of Plant Pathology, 48: 265-268.

SAREMI, H. and F. FARROKHI, 2004. Incidence of crown rot disease on wheat by new *Fusarium* species. Annual Meeting July 31-August4, USA. Phytopathology, 94, S91.

SAREMI, H., A. AMMARELLOU and H. JAFARY, 2007. Incidence of crown rot disease of wheat caused by *Fusarium pseudograminearum* as a new soilborne

fungal species in North West Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10: 3606–3612.

SMILEY, R. and L. M. PATTERSON, 1996. Pathogenic fungi associated with foot rot of winter wheat in the semi- arid Pacific Northwest. Plant Diseases, 80: 944-949.

SMILEY, R. and R. WHITTAKER, 2004. Lesion nematodes reduse yield in annual spring wheat. Columbia Basin Agricultural Research Center Annual Report in cooperation with USDA. Agricultural Research Center, 10pp.

SMILEY, R. W. and H. YAN, 2009. Variability of Fusarium crown rot tolerances among cultivars of spring and winter wheat. Plant Diseases 93: 954- 961.

WALLWORK, H., M. BUTT, J. P. E. CHEONG and K. J. WILLIAMS, 2004. Resistance to crown rot in wheat identified through an improved method for screening adult plant. Australasian Plant Pathology, 33: 1-7.

WIESE, M. V. 1987. Compendium of wheat diseases. American Phytopathological Society Press, 122 pp.

WILDERMUTH, G. B. and R. B. MCNAMARA, 1994. Testing wheat seedlings for resistance to crown rot caused by *Fusarium graminearium* group 1. Plant Diseases, 78: 949-995.

ZARE, R. and D. ERSHAD, 1997. *Fusarium* species isolated from cereals in Gorgan area. Iranian Journal of Plant Pathology, 33: 1–14.