وزارت جهادکشاورزي
سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

گزارش نهایی پروژه

مقاومت ارقام و لاین‌های گندم به بیماری پوسیدگی ریشه و طبق

مهدی نصراصفهانی

این پروژه به سفارش سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان
به شماره قرارداد ۱۲۷۷۲/۴۰۰ مورخ ۱۳۹۲/۰۱/۰۵ انجام گردیده است.

شماره ثبت:

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده **۱**
۱- مقدمه: ۲
۱-۱- مشخصات گیاه‌شناسی و تاریخچه‌ی پیدایش گندم ۳
گیاه شناسی گندم ۳
ژنتیک گندم ۳
تاریخچه کشت گندم ۳
۱-۲- اهمیت اقتصادی بیماری ۴
۱-۲- مروری بر مطالعات انجام شده ۴
بیماری پاخوره گندم(Take all) ۵
پوسیدگی ریشه و طوقه گندم ناشی از *Bipolaris sorokiniana* ۵
پوسیدگی ریشه و طوقه گندم ناشی از گونه‌های قارچ *Fusarium* ۵
پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در اثر گونه‌های *Pythium* و *Phytophthora* ۵
روش‌های مبارزه با بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم ۶
پیشینه تحقیق ۷
مواد و روش‌ها ۱۱
۳- بازدید از مزارع و جمع آوری نمونه های آلوده گندم ۱۱
۳-۱- جداسازی قارچ عامل بیماری: ۱۱
۳-۲- محیط کشت‌ها ۱۲
۳-۲-۱- محیط کشت سیب‌زمینی - دکستروز - آگار (PDA) ۱۲
۳-۲-۲- محیط کشت آب - آگار (WA) ۱۲
۳-۲-۳- محیط کشت برگ میخک - آگار (CLA) ۱۳
۳-۳- روش‌های خالص سازی قارچ‌ها ۱۳
۳-۳-۱- روش تک اسپور کردن (Single sporing) ۱۳
۳-۳-۲- روش نوک ریسه کردن (Hyphal Tip) ۱۵
۳-۴- روش نگهداری کشت خالص قارچ‌ها ۱۵
۳-۵- روش وادارسازی قارچ‌ها به اسپورزایی ۱۶
محیط کشت CLA ۱۶
۳-۶- روش وادارسازی قارچ‌ها به تولید کلامیدوسپور ۱۶
۳-۷- نحوه تشخیص قارچ‌ها ۱۶
اثبات بیماری‌زایی جدایه‌ها ۱۷
تهیه مایه تلقیح قارچ ۱۸

تصویر ۶-۳- روش تهیه مایه تلقیح قارچ در آزمایشگاه ۱۸
بیماری‌زایی در شرایط گلخانه:..... ۱۸
ارزیابی مقاومت ارقام و لاین‌های گندم ۱۹
تجزیه و تحلیل آماری ۲۰
نتایج:..... ۲۰
شناسایی عوامل بیماری‌زای پوسیدگی ریشه و طوقه گندم ۲۰
ریخت شناسی گونه‌ها..... ۲۱
1- Bipolaris sorokiniana (Sacc.) ۲۱
2- Gaeumannomyces graminis.var. tritici ۲۱
3-Fusarium semitectum Berk. & Rav. ۲۲
4- Fusarium solani (Mart.) Appel & Wollenw. emend. Snyd. & Hans. ۲۳
5- Phytophthora nicotiana ۲۳
6-Fusarium culmorum (W.G. & Smith) Sacc ۲۳
بیماری‌زایی جدایه‌ها ۲۴
واکنش ارقام و لاین‌های گندم..... ۲۶
۴-۱- بررسی حساسیت ارقام گندم نسبت به قارچ Bipolaris. sorokiniana ۲۶
۴-۱-۲- بررسی شاخص جوانه‌زنی تیمار..... ۲۸
۴-۱-۳- بررسی شاخص پوسیدگی بذر تیمار ۲۸
۴-۱-۴- بررسی شاخص مرگ گیاهچه تیمار ۲۸
۴-۱-۵- بررسی شاخص طول ریشه تیمار..... ۲۸
۴-۱-۶- بررسی شاخص طول ساقه تیمار ۲۹
۴-۱-۷- بررسی شاخص وزن تر ریشه تیمار ۲۹
۴-۱- ۸- بررسی شاخص وزن خشک ریشه تیمار ۲۹
۴-۱-۹- بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی ۳۰
۴-۱-۱۰- بررسی شاخص وزن خشک اندام هوایی ۳۰
۴-۲- بررسی حساسیت ارقام گندم نسبت به قارچ Gaemnomyces graminis var. tritici ۳۰
۴-۲-۱- بررسی شاخص جوانه‌زنی بذور تیمارها ۳۰
۴-۲-۲- بررسی شاخص پوسیدگی بذور تیمارها ۳۱
۴-۲-۳- بررسی شاخص مرگ گیاهچه تیمارها..... ۳۱
۴-۲-۴- بررسی شاخص طول ریشه تیمار..... ۳۱
۴-۲-۵- بررسی شاخص طول ساقه تیمار ۳۱
۴-۲-۶- بررسی شاخص وزن تر ریشه تیمار ۳۴
۴-۲-۷- بررسی شاخص وزن خشک ریشه تیمار..... ۳۴
۴-۲-۸- بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی تیمار ۳۴
۴-۲-۹- بررسی شاخص وزن خشک اندام هوایی تیمار..... ۳۴
۴-۳- بررسی حساسیت ارقام گندم نسبت به قارچ Phytophthora nicotiana..... ۳۵

۴-۳-۱- بررسی شاخص جوانه زنی تیمار ۳۵
۴-۳-۲- بررسی شاخص پوسیدگی بذور ۳۵
۴-۳-۳- بررسی شاخص مرگ گیاهچه ۳۵
۴-۳-۴- بررسی شاخص طول ریشه تیمار ۳۵
۴-۳-۵- بررسی شاخص طول ساقه تیمار ۳۶
۴-۳-۶- بررسی شاخص وزن تر ریشه تیمار ۳۸
۴-۳-۷- بررسی شاخص وزن خشک ریشه تیمار ۳۸
۴-۳-۸- بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی تیمار ۳۸
۴-۳-۹- بررسی شاخص وزن خشک اندام هوایی ۳۸
۴-۴- بررسی حساسیت ارقام گندم نسبت به قارچ Fusarium culmorum ۳۹
۴-۴-۱- بررسی شاخص جوانه‌زنی بذور ۳۹
۴-۴-۲- بررسی شاخص پوسیدگی بذور ۳۹
۴-۴-۳- بررسی شاخص مرگ گیاهچه بذور ۴۱
۴-۴-۴- بررسی شاخص طول ریشه تیمار ۴۱
۴-۴-۵- بررسی شاخص طول ساقه تیمار ۴۱
۴-۴-۶- بررسی شاخص وزن تر ریشه تیمار ۴۱
۴-۴-۷- بررسی شاخص وزن خشک ریشه تیمار ۴۲
۴-۴-۸- بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی ۴۲
۴-۴-۹- بررسی شاخص وزن خشک اندام هوایی ۴۲
۴-۵- بررسی حساسیت ارقام گندم نسبت به قارچ Fusarium solani ۴۲
۴-۵-۱- بررسی شاخص جوانه‌زنی بذور ۴۲
۴-۵-۲- بررسی شاخص پوسیدگی بذور ۴۳
۴-۵-۳- بررسی شاخص مرگ گیاهچه بذور ۴۵
۴-۵-۴- بررسی شاخص طول ریشه تیمار ۴۵
۴-۵-۵- بررسی شاخص طول ساقه تیمار ۴۵
۴-۵-۶- بررسی شاخص وزن تر ریشه تیمار ۴۵
۴-۵-۷- بررسی شاخص وزن خشک ریشه تیمار ۴۶
۴-۵-۸- بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی تیمار ۴۶
۴-۵-۹- بررسی شاخص وزن خشک اندام هوایی تیمار ۴۶
۴-۶- بررسی حساسیت ارقام نسبت به قارچ Fusarium semitectum ۴۶
۴-۶-۱- بررسی شاخص جوانه‌زنی بذور ۴۶
۴-۶-۲- بررسی شاخص پوسیدگی بذور تیمارها ۴۷
۴-۶-۳- بررسی شاخص مرگ گیاهچه تیمارها ۴۷
۴-۶-۴- بررسی شاخص طول ریشه تیمار ۴۸
۴-۶-۵- بررسی شاخص طول ساقه تیمار ۴۸
۴-۶-۶- بررسی شاخص وزن تر ریشه تیمار ۴۸

۴-۶-۷- بررسی شاخص وزن خشک ریشه تیمار ۵۰
۴-۶-۸- بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی تیمار ۵۰
۴-۶-۹- بررسی شاخص وزن خشک اندام هوایی تیمار ۵۰
بحث ۵۰
منابع ۶۱

چکیده:

گندم، *Triticum aestivum* L. یک گیاه مهم و استراتژیک در جهان است که هم اکنون به علت تغییرات اقلیمی، دچار بیماری‌های متعددی از جمله بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گردیده است. لذا، در این راستا، طی فصل زراعی ۹۴-۹۳، از مزارع گندم‌کاری استان اصفهان، نمونه‌های آلوده از ۱۰۰ مزرعه گندم در مراحل مختلف رشدی از مناطق مختلف جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال داده شد. از بافت‌های آلوده، تعداد ۳۱۴ جدایه متعلق به گونه‌های *Bipolaris sorokiniana*, *Phytophthora nicotianae*, *Gaeumnomyce graminis*.var. *tritic*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium semitectum* و *Fusarium solani* شناسایی شدند. بیشترین فراوانی مربوط به گونه *B. sorokiniana* با ۳۹/۳۵ درصد و کمترین آن مربوط به دو گونه *G. g*.var. *tritici* و *Ph. nicotianae* به ترتیب با ۶ درصد مشاهده شد. سپس، آزمون بیماری‌زایی روی سه رقم گندم شامل پارسی، بک کراس روشن و پیشتاز در شرایط گلخانه با استفاده از روش تکثیر روی دانه گندم و مایه‌زنی به خاک گلدان‌های سترون در مقایسه با شاهد، مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که *B. sorokiniana*, *F. culmorum*, *G. g.var. tritici*, و *Ph. nicotianae* قادر به ایجاد پوسیدگی بیشتری در قسمت‌های طوقه و ریشه گندم به ترتیب با ۷۵ ، ۶۵، ۶۵و ۶۴درصد شدت بیماری بودند که کماکان با شاخص‌های رشدی گیاه گندم نیز هم‌خوانی داشت. هم‌چنین، ظهور بیماری پس از مایه‌زنی با محاسبه تعداد روز نشان داد که کمترین تعداد روز برای *B. sorokiniana* ۲۸ روز و بیشترین تعداد روز در *F. solani* با ۷۷ روز محاسبه شد. واکنش ارقام به گونه‌های مربوطه در شرایط گلخانه از تفاوت قابل ملاحظه‌ای برخوردار بودند. بدین صورت که در خصوص *B. sorokiniana* بیشترین مرگ گیاهچه در رقم ارگ با ۶۳/۳ درصد، سپس رقم الوند با ۵۰ درصد و کمترین میزان، به ترتیب در ارقام مهدوی، بم، پیشگام و پارسی به طور مشترک همگی با ۱۰ درصد مشاهده شد. ولی، برای بیماری پاخوره *G. gr. var. tritici* بیشترین مرگ گیاهچه در رقم مهدوی با ۶۳/۳ درصد، سپس رقم الوند با ۶۰ درصد و کمترین میزان دررقم روشن با ۱۰ درصد و ارقام دنا، بم و m-90-16 با مقدار ۱۳/۳ درصد واقع شدند. در مورد *Ph.nicotianae* بیشترین میزان مرگ و میر در رقم ارگ با ۴۶/۶ درصد، سپس دو رقم بهار و لاین m-90-9 با ۴۳/۳ درصد و ارقام مهدوی، مرودشت، افق، پارسی، بم و لاین m-90-16 همگی با ۱۰ درصد در کمترین گروه قرار گرفتند. برای *F. culmorum* بیشترین مرگ گیاهچه در رقم مهدوی با ۶۰ درصد، وکمترین میزان در ارقام مرودشت و لاین m-90-16 هر دو با ۱۰ درصد بودند. در گونه *F. solani* رقم مهدوی با ۷۰ درصد بیشترین و کمترین میزان در ارقام مرودشت و افق و لاین m-90-16 هرسه با ۱۰ درصد مرگ گیاهچه مشاهده شد. ولی، برای گونه *F. semitectum* بیشترین مرگ گیاهچه در رقم سیروان با ۵۶/۶ درصد، سپس در رقم مهدوی با ۴۶/۶ درصد و رقم الوند با ۴۳/۳ درصد و کمترین میزان درارقام مرودشت، پیشتاز، بهار و لاین m-90-16 به طور مشترک با ۱۰ درصد بودند.

کلید واژگان : گندم، پوسیدگی، ریشه، طوقه، قارچ، ژنوتیپ، اصفهان

۱- مقدمه:

گندم با نام علمی *Triticum aestivum* L. مهم‌ترین گیاه زراعی خانواده گرامینه با سطح زیر کشتی معادل یک ششم سطح زیر کشت گیاهان زراعی دنیا، تأمین کننده ۴۰ درصد غذای انسان، ۲۰ درصد کل کالری و پروتئین مورد نیاز بشر است. این گونه یکی از ارزشمندترین و اولین گیاهان زراعی اهلی شده از ده هزار سال قبل است که بیش از هر محصول دیگری در دنیا کشت می‌شود، گندم مهم‌ترین گیاه زراعی ایران و جهان است زیرا علاوه بر آن‌که غذای اصلی و ثابت تمام سفره‌های ایرانی است از جمله محصولات استراتژیک نیز بوده که، با تولید سالانه حدود ۷۰۴ میلیون تن، مقام اول را در بین محصولات زراعی به خود اختصاص داده است (FAO, 2013).

گندم نان غذای اصلی انسان است که به طور مستقیم مورد مصرف قرار می‌گیرد. به این ترتیب سطح کشت و تولید جهانی آن از سایر محصولات بیشتر است. گندم منبع اصلی کربوهیدرات غذای انسان را تشکیل داده و از لحاظ تهیه نان و ارزش نانوایی، ارزشمندترین آرد را در بین آردهای غلات دیگر دارا می‌باشد. علاوه بر تغذیه مستقیم، گندم به شکل غیر مستقیم در مصرف دام و طیور و صنایع، نقش به‌سزایی در زندگی انسان‌ها ایفا می‌کند در کشور ما نیز مانند بسیاری از کشورهای جهان، نان گندم مهم‌ترین ماده غذایی روزانه مردم را تشکیل می‌دهد و نقش عمده‌ای در تامین انرژی و پروتئین مورد نیاز بدن بر عهده دارد گندم یک محصول سردسیری است اما در مناطق اگروکلیمایی مختلف رشد می‌کند و تولید آن بین عرض جغرافیایی ۶۰-۳۰ درجه شمالی و ۴۰-۲۷ درجه جنوبی متمرکز بوده، ولی در خارج از این محدوده‌ها نیز قادر به رشد می‌باشد. این محصول در مناطق هم سطح تا ۳۰۰۰ متری از سطح دریا خیلی خوب پرورش می‌یابد. درجه حرارت کمینه برای رشد آن ۴-۳ درجه سانتیگراد و درجه حرارت بهینه در حدود ۲۵ درجه سانتی‌گرادو درجه حرارت بیشینه حدود ۳۲-۳۰ درجه سانتی‌گراد است (زمانی، ۱۳۸۵).

استان اصفهان در مرکز ایران، میان کوه های مرکزی ایران و دامنه های خاوری زاگرس، در ۳۰ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه پهنای شمالی و ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۱ دقیقه درازای خاوری نسبت به نیمروز گرینویچ قرار گرفته است .این استان از شمال به استان‌های قم و سمنان، از شمال خاوری به استان خراسان، از خاور به استان یزد، از جنوب به استان‌های فارس و کهگیلویه و بویر احمد، از باختر به استان‌های چهار محال و بختیاری و لرستان و از شمال باختری به استان مرکزی محدود می‌شود . ارتفاع متوسط اصفهان از سطح دریا ۱۷۱۴متر است .درازای استان اصفهان از زرد کوه بختیاری (که سرچشمه زاینده رود است) تا باتلاق گاو خونی (که آب ریز زاینده رود است)۳۰۰ کیلومتر و پهنای آن از کوه‌های قهرود (که مرز شمالی آن است) تا روستای امین آباد (که مرز جنوبی این استان را تشکیل می‌دهد) ۲۴۰ کیلومتر نگاشته شده است. استان اصفهان از جاذبه‌های کویری، کوهستانی، رودخانه‌ای برخوردار بوده و از لحاظ جغرافیایی از مناطق با اهمیت ایران به شمار می‌آید. سطح زیر کشت گندم استان بر حسب هکتار به تفکیک شهرستان‌ها به شرح زیر و به اختصار در جدول شماره ۱ ارایه گردیده که بر اساس آمار دریافتی از سازمان جهاد کشاورزی در استان می‌باشد.(واحد اطلاعات و آمار سنجش از دور سازمان کشاورزی استان ۱۳۹۴-۱۳۹۳).

جدول ۱-۱: سطح کاشت، تولید و عملکرد گندم در استان اصفهان سال زراعی ۹۴-۹۳

ردیف	شهرستان	سطح (ha)	متوسط عملکرد (kg/ha)	تولید (تن)
معتدل	اصفهان	۲۴۰۰	۵۰۰۰	۱۲۰۰۰۰
	نجف آباد	۵۵۰	۴۰۰۰	۲۲۰۰
	شهرضا	۱۴۵۰	۴۰۰۰	۵۸۰۰
گرم	اردستان	۱۱۰۰	۳۰۰۰	۳۳۰۰
	کاشان	۱۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
سرد	گلپایگان	۳۰۵۰	۳۸۰۰	۱۱۵۹۰
	فریدن	۲۱۰۰	۳۰۰۰	۶۳۰۰
	فریدون‌شهر	۲۳۰۰	۳۵۰۰	۸۰۵۰
	سمیرم	۲۶۵۰	۳۰۰۰	۷۹۵۰

۱-۱- مشخصات گیاه‌شناسی و تاریخچه‌ی پیدایش گندم

گیاه شناسی گندم

گندم معمولی یا گندم نان گیاهی است تک لپه، خودگشن، روز بلند، یک‌ساله است. گندم از نظر رده‌بندی گیاهی از خانواده غلات می باشد.ساقه‌های گندم راست، استوانه ای و بند بند یا ماشوره‌ای است. برگ‌های دوسویه بطور متناوب در دو ردیف ساقه قرار دارند که تعداد آن‌ها هفت یا هشت عدد می‌باشد. گل‌آذین گندم سنبله است که هر سنبلچه آن توسط دو گلوم در بر گرفته می‌شود. گندم گیاهی دو جنسه است و به دلیل نداشتن کاسبرگ، گلبرگ، گل آن ناقص است لما دارای ریشک و یا فاقد آن می‌باشد. در اطراف مادگی دو پولک کوچک به نام پوشینک وجود دارد. مادگی به کلاله دو پرمانند ختم می‌شود. تعداد پرچم‌ها اغلب سه عدد و به ندرت شش عدد و یا یک عدد می‌باشد. دانه گندم مانند سایر غلات از نوع گندمه، خشک و ناشکوفا می‌باشد (زمانی،۱۳۸۵ و طاهرنژاد،۱۳۸۵).

ژنتیک گندم

گندم(*Triticum aestivum* L.) با ژنوم AABBDD یک گیاه آلوهگزاپلوئید با هفت گروه از کروموزوم‌های همولوگ می‌باشد. نقشه ژنتیکی آن به منظور به‌نژادی گیاه از ارزش بالایی برخوردار است (Sishen *et al*., 2007).

تاریخچه کشت گندم

بررسی‌های علمی نشان می‌دهد کشت گندم از حدود ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح یعنی حدود ۵۰۰۰ سال پیش در مصر رواج داشته است، طبق مدارک موجود یکی از نباتاتی که در دنیا کشت می‌شده گندم می‌باشد و موطن اصلی گندم آسیای مرکزی است. منطقه‌ی پیداش آن ابتدا در سوریه و فلسطین بوده و از آن‌جا به مصر و بین‌النحرین و سپس به ایران آمده و بعداً از طریق ایران به هندوستان، چین و روسیه و بالاخره به اروپا رفته و سپس به سایر نقاط دنیا انتقال یافته است. درایران کار اصلاح و هیبریداسیون گندم از

سال ۱۳۰۹ در کرج و ورامین شـــروع و اولین هیبرید بین دو رقـــم به نام «عطایی» و «شاه پسند» برای تهیه‌ی گندم «شاه پسند زودرس» انجام گردید (زمانی، ۱۳۸۵).

۱-۲- اهمیت اقتصادی بیماری

گیاه گندم در تمام مراحل رشد در معرض آسیب و فشارهای زیادی است که در عملکرد طبیعی و افزایش محصول آن اثر می‌گذارد. هر ساله در حدود ۲۰٪ گندم مصرفی جهان به وسیله بیماری‌ها کاهش یافته و بیماری هم در مزرعه و هم در انبار خسارت می‌زند. شرایط آب و هوایی، حشرات، ویروس‌ها، قارچ‌ها، نماتدها، باکتری‌ها و علف‌های هرز از دشمنان اولیه و اصلی محصول گندم می‌باشند. هرساله حدود ۲۰ درصد گندم تولیدی در جهان که می‌تواند به عنوان غذا در تغذیه بشر مورد استفاده قرار گیرد، در مزرعه یا در انبار در اثر بیماری‌های این محصول از بین می‌روند. نزدیک به ۲۰۰ بیماری در گندم شناخته شده است که ۵۰ بیماری از نظر اقتصادی اهمیت دارند. درمیان عوامل بیماری‌زای گیاهان، قارچ‌ها بزرگترین، قدیمی‌ترین و شناخته شده‌ترین آن‌ها می‌باشند .(Wiese, 1987)

با توجه به وسعت سطح زیر کشت محصول گندم در استان اصفهان و با عنایت به اینکه تا کنون هیچ گونه مطالعه‌ایی در زمینه اثر عوامل بیماری‌زای قارچی پوسیدگی ریشه و طوقه در این استان انجام نشده است، مطالعه حاضر با هدف شناسایی عوامل بیماری مذکور، ارزیابی قدرت بیماری‌زایی آن‌ها و نیز واکنش ارقام و لاین‌های موجود گندم به گونه‌های بیماری‌زای شناسایی شده قارچی به شرح ذیل انجام شده است.

۱- بررسی و شناسایی عامل و یا عوامل پوسیدگی ریشه و طوقه‌ی گیاه گندم دراستان اصفهان

۲- بررسی بیماری‌زایی، عوامل بیماری‌زای قارچی در شرایط گلخانه

۳- بررسی مقاومت در لاین‌های امید بخش و ارقام گندم نسبت به عوامل پوسیدگی ریشه و طوقه‌ی گیاه

۲-۱- مروری بر مطالعات انجام شده

گیاه گندم نیز مانند سایر گیاهان تحت تاثیر آفات و بیماری‌ها و مسائل مختلف بیولوژیکی قرار می‌گیرد و خسارات بسیار زیادی به مزارع گندم وارد می‌شود، البته امروز بحث استفاده از ارقام مقاوم مطرح است که کمک زیادی به گندم‌کاران نموده و همین‌طور باعث کاهش مصرف سموم و اثرات مخرب آن‌ها در کشاورزی می‌شود. از آفات مهم گندم می‌توان به سن گندم، سوسک سیاه گندم، شته‌های گندم است. بیماری‌های مهم شامل بیماری‌های ویروسی، بیماری‌های باکتریایی و بیماری‌های قارچی و انواع مختلف نماتدهای مولد گال ریشه و ریشه گرهی نام برد که در این‌جا به شرح ذیل به بیماری‌های قارچی پرداخته شده است.

قارچی بیماری‌های گندم به گروه‌های زیر تقسیم می‌گردند :

۱- بیماری‌های قارچی خوشه و دانه گندم

۲- بیماری‌های قارچی شاخ و برگ گندم

۳- بیماری‌های قارچی ریشه و طوقه گندم

ولی، هم اکنون، با توجه به تغییرات اقلیمی و شرایط آب و هوایی عوامل بیماری‌زایی قارچی پوسیدگی ریشه و طوقه شایع‌تر شده و این بیماری از کلیه مناطق تولید غلات گزارش شده است. گیاه گندم به تعدادی

از بیماری‌های ریشه، طوقه، ساقه و برگ حساس می‌باشد که غالب این بیماری‌ها توسط قارچ‌ها ایجاد می‌گردد این بیماری می‌تواند به وسیله تعداد زیادی ازقارچ‌های بیمارگر به تنهایی یـا به همراه یکدیگر ایجاد شود. پوسیدگی‌های ریشه و طوقه از جمله بیماری‌های با اهمیتی هستند که هر ساله به گیاه گندم و محصولات آن خسارت وارد می‌نمایند. به همین دلیل در بیشتر نقاط جهان پوسیدگی‌های ریشه و طوقه چه از جنبه تاکسونومی عامل بیماری و چه از نظر بیماری‌زایی قارچ‌های همراه، مورد بررسی قرار گرفته‌اند (Butler, 1961).

بیماری پاخوره گندم (Take all)

اصطلاح Take all بیش از ۱۰۰ سال قبل دراسترالیا به کار رفته است و به منظور سوختگی شدید در اثر قارچ خاکزی *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* شناخته شده است. این بیماری روی گندم، در ناحیه ریشه، طوقه و قاعده ساقه می‌باشد که در شرایط گرم که محصول به طور متمرکز کشت می‌شود و اسیدیته خاک، خنثی یا قلیایی و رطوبت بالا است، بیشترین اهمیت را دارد. در اثر آلودگی شدید، بوته‌ها کوتاه، زودرس و زود هنگام مرده و خوشه‌ها سفید و عقیم می‌شوند. موقع به خوشه رفتن علائم، بهتر مشهود است. در آلودگی زود هنگام، بوته‌ها کوتاه، کمی زرد رنگ بوده و تعداد کمی پنجه تولید می‌شود. زودرسی، سبب می‌شود که خوشه‌ها دارای دانه‌های چروکیده بوده و در اثر کپک دوده‌ایی، تیره رنگ گردند. بوته‌های آلوده به سهولت از خاک خارج می‌شوند و یا از محل طوقه می‌شکنند و در مطالعه آن‌ها ریشه تنک، سیاه و فاسد است. چنان‌چه، میزان رطوبت در ابتدا کاهش یابد، علائم بیماری امکان دارد، به سیاه‌شدگی ریشه‌ها محدود شود (قلندر، ۱۳۷۹).

پوسیدگی ریشه و طوقه گندم ناشی از *Bipolaris sorokiniana*

این قارچ از شاخه آسکومایکوتا و متعلق به رده *Lucoloascomycetes* با فرم جنسی *Cochliobolos sorokiniana* است. مرحله غیرجنسی یا مرحله کنیدیومی قارچ *B. sorokiniana* است که عامل بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم می‌باشد (Dastur, 1942).

پوسیدگی ریشه و طوقه گندم ناشی از گونه‌های قارچ *Fusarium*

از جمله قارچ‌های خاکزی که باعث محدودیت غلات می‌گردند می‌توان به پوسیدگی فوزاریومی ریشه اشاره نمود (Smiley and Whittaker, 2004) گونه‌های فوزاریوم غالباً خاکزاد بوده و بندرت ریشه نکروتیک گیاهی در خاک‌های کشاورزی یافت می‌شود که بوسیله گونه فوزاریوم کلنیزه نشده باشد Nelson (*et al.*, 1983). تعداد زیادی از گونه‌های فوزاریوم موجب پوسیدگی ریشه و طوقه گندم می‌گردند که پوسیدگی‌های حاصل از آن‌ها را پوسیدگی‌های طوقه و پایه می‌نامند. گونه‌های خاکزی فوزاریوم، زخم‌های قهوه‌ای شکلاتی تا قهوه‌ای مایل به قرمز روی ریشه‌ها و میان‌گره زیر طوقه ایجاد می‌کنند (Wiese, 1987).

پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در اثر گونه‌های *Pythium* و *Phytophthora*

پی‌تیوم یک پاتوژن جهانی با محدوده‌ی میزبان‌های وسیع است، گونه‌ی پی‌تیوم مهاجمی است که موجب از بین رفتن یا پژمردگی ریشه و ساقه می‌شود. به عنوان یک قارچ آبی در نظر گرفته می‌شود زیرا که در

خاک‌های مرطوب بهتر رشد و زیست می‌کند.علائم ابتدایی می‌توانند جوانه زدن ضعیف یا متوازن (پژمردگی Pre-emergence) باشد. بر اساس منابع موجود، علل اکثر بیماری مرگ و میر گیاه گندم، بیماری‌های قارچی از جنس *Phytophthora* گـــزارش شـــده است (ارشاد، ۱۳۸۸).

البته، گونه‌های دیگری نیز به عنوان عامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم از داخل و خارج کشور شناسایی شدند که شامل *Rhizoctonia solani* و *Pseudocercosporella herpotrichoides* که هرکدام ویژگی‌های مربوط به خود را دارند (اخوت، ۱۳۸۳).

روش‌های مبارزه با بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم

تا کنون روش‌های مختلف مدیریتی در خصوص بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم شامل به زراعی، به نژادی، بیولوژیکی و شیمیایی ارائه شده است که به شرح ذیل می‌باشند:

به زراعی : شامل تناوب زراعی، آبیاری و نوع آن، تاریخ کاشت، جمع‌آوری و از بین بردن بقایای گیاهی آلوده و دفع علف‌های هرز، اجتناب از مصرف بیش از حد کود ازته، رعایت فاصله‌ی کاشت، پیش‌بینی مرحله‌ی شدیداً حساس گیاه به این بیماری، استفاده از آبیاری قطره‌ای به جای آبیاری غرقابی، کاهش رطوبت در محیط و تغییر حرارت به کمتر از ۲۸ درجه یا بیشتر از ۳۲ درجه به‌طوری‌که دما برای رشد قارچ نامناسب و برای گیاه بهینه باشد، اجتناب از دادن کود ازته به مقدار زیاد در خاک، از کاشت بذر در خاک خشک و سپس آبیاری آن در فاصله کوتاهی پس از کاشت خودداری کنید، زیرا این امر موجب تحریک گونه‌های *Pythium* می‌گردد؛ به‌خصوص اگر خاک به مدت زمان طولانی خیس باقی بماند. قبل از کاشت نسبت به آبیاری اقدام شود و تا زمانی که مزرعه در مرحله پنجه‌زنی قرار نگرفته از آبیاری مجدد آن خوداری گردد. از تک کشتی غلات اجتناب کرده (گندم بعد از گندم) و از کاربرد تناوب‌هایی که به صورت متوالی دربرگیرنده محصولات میزبان برای بیماری‌ها هستند، خودداری کنید. نسبت به حذف بقایای ایستاده محصول قبلی و هر گونه میزبان جایگزین برای بیماری‌ها اقدام کنید. در تناوب از یک لگوم با یک محصول غیر میزبان استفاده نمایید. این محصولات میزبان بیماری نبوده و لذا از تجمع عوامل بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند. بیماری‌هایی نظیر پاخوره ممکن است به دو فصل زراعی عدم کشت گندم به منظور از بین بردن تمام مایع تلقیح (Inoculum) نیاز داشته باشند (حبوبات، دانه‌های روغنی و انواع سیب‌زمینی میزبان این بیماری نیستند). از کاشت گندم پس از ذرت یا حتی نزدیک به یک مزرعه ذرت در صورتی که پوسیدگی فوزاریومی سنبله در منطقه وجود داشته باشد، خودداری کنید. با اجتناب از کاشت عمیق بذر و با اعمال آبیاری اولیه قبل از کاشت از سبز شدن سریع محصول اطمینان حاصل کنید (اخوت، ۱۳۸۳).

به نژادی: کاشت ارقام مقاوم یا با مقاومت نسبی بالا که برای نمونه می‌توان به ارقام Caledonia, Chinese spring, MN97695, OR942504 اشاره کرد که دارای بیشترین مقاومت نسبت به پوسیدگی پی‌تیومی گندم می‌باشند (Higginbotham *et al*., 2004).

بیولوژیکی: استفاده از قارچ *Trichoderma* که *Trichoderma* spp. به عنوان یکی ازعوامل موثر کنترل بیولوژیک بیماری‌های گیاهی که عامل آن‌ها قارچ *R.solani* است به ثبت رسیده است. در بررسی حاضر کاربردهای *Trichoderma lignorum* این است که این قارچ را به وسیله‌ی سبوس گندم ،سوسپانسیون اسپورها یا پوشش دانه برای مبارزه ی بیولوژیک وارد خاک می‌کنند و این قارچ با گرفتن

درصدهایی از رطوبت تعداد دانه‌های مورد حمله قرار گرفته به وسیله‌ی *R.solani* را کاهش می‌دهد. هم‌چنین استفاده از قارچ‌های جنس تریکودرما و باکتری سودوموناس در کنترل قارچ‌های پی‌تیوم نقش مؤثری دارند (اخوت، ۱۳۸۳). برای کنترل بیولوژیکی قارچ *Fusarium graminearum* از عامل آنتاگونیست *Trichoderma harzianum* استفاده شده است (براری، ۱۳۹۴).

شیمیایی: مبارزه‌ی شیمیایی باید با در نظر گرفتن زمان دقیق حساسیت قارچ، درصد آلودگی و رشد گیاه و هم‌چنین شناخت فلور منطقه انجام شود . سم‌پاشی باید در زمان مناسب صورت بگیرد.

ضدعفونی بذور: ترکیبات قارچ‌کش‌هایی مانند پنتاکلروبنزن، بنومیل، مانکوزب، تیابندازول جهت ضدعفونی بذر با سمومی نظیر کاربوکسین و تیابندازول به نسبت دو در هزار .

بهترین روش در مبارزه با بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه استفاده از ارقام مقاوم بوده که نه تنها فاقد اثرات زیست محیطی است بلکه در سطح وسیع قابل اجرا بوده و از نظر اقتصادی و در راستای کاهش مصرف سموم نیز قابل توجه می‌باشد.

پیشینه تحقیق

گیاه گندم مثل سایر محصولات دست‌خوش بسیاری از آفات و بیماری‌ها می‌گردد. هم‌اکنون، با توجه به تغییرات اقلیمی، پوسیدگی ریشه و طوقه این گیاه شدت یافته که باعث محدودیت در رشد و محصول غلات می‌گردند. در این راستا، می‌توان به بیماری‌هایی نظیر پاخوره، پوسیدگی عمومی ریشه و پوسیدگی فوزاریومی، پوسیدگی ریزوکتونیایی، پوسیدگی‌های پیتیومی ریشه، اشاره نمود (Smiley & Whittaker, 2004., Draper 2000). گونه‌های فوزاریوم غالباً خاک‌زاد بوده و به ندرت ریشه نکروتیک گیاهی در خاک‌های کشاورزی یافت می‌شود که به وسیله گونه فوزاریوم کلنیزه نشده باشد (Nelson *et al.*, 1983). تعداد زیادی از گونه‌های فوزاریوم موجب پوسیدگی ریشه و طوقه گندم می‌گردند که پوسیدگی‌های حاصل از آن‌ها را پوسیدگی ریشه و طوقه می‌نامند (Wiese, 1987).

بررسی‌های انجام شده در خصوص میزان خسارت عوامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم نشان داده است که در مناطق مختلف بر حسب نوع رقم گندم و منطقه متفاوت است. بدین‌صورت که عوامل قارچی *F. graminearu* با فرم جنسی *Gibberella zea* و *F. pseudograminearum* با فرم جنسی *Gibberella coronicola* به عوامل پوسیدگی پایین ساقه در گندم مشهورند. این دو گونه، مهم‌ترین گونه‌های خسارت‌زای فوزاریوم در مزارع گندم بوده ودر شرایط خشک‌سالی خسارت بیشتری وارد می‌کنند. تنش خشکی موجب فراهم شدن شرایط مساعد برای ظهور این نوع پوسیدگی می‌گردد. مقدار خسارت این نوع بیماری در مناطق مختلف متفاوت ولی در مجموع قابل توجه است به طوری‌که مقدار آن در بعضی از مناطق برزیل ۹ تا ۲۳، استرالیا ۶ تا ۴۴ و کانادا ۳۰ تا ۳۵ درصد برآورد شده است (Piccini *et al.*, 2001).

در سال ۲۰۰۷ *Fusarium* sp و *Bipolaris sorokiniana* به عنوان عوامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در اکامبا گزارش شدند وگونه‌های مختلفی از بافت‌های آلوده به قارچ‌های *Fusarium oxysporum*، *F. solani*، *Bipolaris sorokiniana*، *Periconia circinata*، *Coniothyrium cerealis* و *Phoma* sp جدا، خالص سازی و شناسایی گردید (Richard *et al.*, 2007).

بررسی‌های انجام شده در واکنش ارقام مختلف گندم به عوامل پوسیدگی ریشه و طوقه درکشورهای مختلف نشان داده است که ژنوتیپ‌های مقاوم و یا متحمل به این بیماری وجود دارد. در این خصوص در سال ۱۹۸۷ حساسیت کولتیوارهای گندم استرالیایی را به پوسیدگی معمولی ریشه اندازه‌گیری کردند، بیشتر کولتیوارها به پوسیدگی معمولی ریشه حساس بودند، کولتیوارهای Kite, Dirk, Warimba, Lance, Modden وGambee مقاومت جزئی نسبت به بیماری داشتند و مشخص شد که مقاومت به پوسیدگی معمولی ریشه یک صفت قابل توارث است (Wildermutch *et al.*,1987).در سال ۱۹۹۰ عکس العمل ۱۸ کولتیوار گندم بهاره به پوسیدگی معمولی ریشه، نقطه سیاه و لکه برگی ایجاد شده توسط *B. sorokiniana* بررسی شد، هیچ یک از کولتیوارها مقاومت بالایی به هر سه بیماری نداشتند (Conner *et al.*, 1990).

در مطالعات سال ۱۹۹۴، چهار کولتیوار گندم نسبت به پوسیدگی معمولی ریشه ارزیابی شدند که ارقام گندم Vic , Sandy مقاوم و C089 ، دوروم و Claviv حساس به بیماری پوسیدگی معمولی ریشه معرفی شدند (Hill *et al.*, 1994). بر اساس گزارشی در سال ۱۹۹۶، ۲۴ گونه از جنس فوزاریوم از ریشه و طوقه گندم زمستانه از منطقه شمال غربی ایالات متحده آمریکا گزارش شده است (Smiley *et al.*, 1996). در سال ۲۰۰۰، سه کولتیوار و چندین لاین گندم را برای ارزیابی پوسیدگی معمولی ریشه و ارتباط آن با تحمل خشکی کولتیوارها بررسی کردند و مشخص گردید که ارتباطی بین حساسیت به پوسیدگی معمولی ریشه و تحمل خشکی کولتیوارها وجود ندارد (Piccini *et al.*, 2001).

در سال ۲۰۱۴ طبق بررسی که از مزارع واشنگتن صورت گرفت نشان داد که ۹۹درصد از ۱۰۵ مزرعه از مزارع انتخاب شده آلوده به قارچ فوزاریوم بودند. در این بررسی گونه *F. pseudograminearum* بیشتر در نواحی با ارتفاع و رطوبت کمتر و دمای بالاتر رخ داده است. در صورتی‌که قارچ *F. culmorum* بیشتر در نواحی با ارتفاع بالاتر و رطوبت بیشتر و دمای پایین‌تر موجب خسارت شده است. لاین‌های مقاوم در گندم بهاره شامل Nick, WB-1035CL, WA8193, WA8195, LNR10-0551, WA8163, UC1742, Louise و لاین‌های مقاوم گندم زمستانه شامل SYOVATION, OR2070870, ARSO10302-5c می‌باشند (Pumphrey *et al.*, 2014)

هم‌چنین در بررسی که طی سال ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ در واشنگتن انجام گرفت عوامل *Rhizoctonia oryzea* و *F. solani* به عنوان مهم‌ترین عامل پوسیدگی ریشه در گندم شناخته شد که ارقام Louis و Backcrossing دارای بالاترین مقاومت نسبت به این بیماری هستند و کولتیوارهای ۳۰ - ۱۸۲- ۲۰۱- ۱۷۲ از رقم لوئیس دارای بیشترین مقاوت می‌باشند (Okubara *et al*, 2015).

در سال‌های اخیر وقوع پوسیدگی طوقه و ریشه گندم در بعضی از مناطق کشور توجه محققان را به خود جلب کرده است. تا کنون قارچ‌های زیادی بر روی گندم گزارش شده است از جمله مازندران، گرگان، آذربایجان شرقی، لرستان و اردبیل خسارت‌هایی به محصول این گیاه وارد می‌سازد (فروتن و همکاران۱۳۷۴ ؛ بابادوست، ۱۳۷۴؛ منصوری، ۱۳۷۴؛ درویش‌نیا و همکاران، ۱۳۸۷).

فروتن و همکاران تعدادی از عوامل قارچی از جمله *Rhizoctonia cerealis, Gaeumannomyces, F. graminearum, R. solani* از ریشه و طوقه گندم در استان مازندران را جداسازی و گزارش نمودند (فروتن و همکاران،۱۳۷۴). منصوری تعدادی از قارچ‌های بیماریزا از جمله گونه‌هایی از *Pythium* ,

Fusarium , *Drechslera* و *Sclerotium* را از ریشه و طوقه گندم در همدان جداسازی نموده است (منصوری و همکاران، ۱۳۷۴). در مطالعاتی که در سال ۱۳۷۶ انجام گرفت، ۲۰ گونه فوزاریوم را از قسمت‌های مختلف غلات (گندم، جو، برنج و ذرت) از استان گلستان جدا کردند (زارع و همکاران،۱۳۷۶).

در طی بررسی که از استان لرستان صورت گرفت، ۲۶۰ نمونه ریشه و طوقه گندم از ۱۰۹ جدایه قارچی که ۴۵ جدایه متعلق به ۱۳ گونه فوزاریوم، *Fusarium chlamydosporum, F. equiseti, F. proliferatum, F. subglutinans, F. lateritium, F. sambucinum, F. reticulatum, F. avenaceum, F. solani, F. moniliform, F. semitectum, F. acuminatum, Fusarium* sp. و سایر قارچها متعلق به ۵ گونه *Curvularia senegalensis, Bipolaris hawaiiensis, B. sorokiniana, Rhizoctonia solani* و *Alternaria triticina* بودند که به غیر از گونه آخر، باقی مانده روی رقم فلات، درجات مختلفی را از شدت بیماری‌زایی داشتند (درویش‌نیا و همکاران، ۱۳۷۷). تحقیقات مشابهی توسط ارجمندیان و روحانی در خصوص جداسازی قارچ‌های همراه ریشه و طوقه گندم در همدان انجام گردیده است (ارجمندیان و همکاران، ۱۳۷۷).

هم‌چنین، در بررسی‌هایی که از مزارع گندم استان چهارمحال و بختیاری صورت گرفت *Fusarium graminerarum* دارای بیشترین فراوانی بیماری‌زایی بود و سپس جدایه‌هایی از قارچ‌های *F. solani, F. equiseti, F. culmorum, Rhizoctonia solani, F. longipes* دارای بیشترین فراوانی بودند (حیدریان و همکاران، ۱۳۸۰). در ایران طی بررسی‌هایی که بین سال‌های ۸۰-۱۳۷۸ صورت گرفت، قارچ *B. sorokiniana* و گونه‌های مختلف فوزاریوم (*Fusarium* spp.) به عنوان عامل اصلی بیماری پوسیدگی معمولی ریشه و طوقه معرفی گردیدند و خسارت ناشی از این بیماری ۱۲.۵-۳ درصد بر آورد شد (منصوری و همکاران، ۱۳۸۱). در سال۱۳۸۳، ضمن تحقیق روی پراکنش عوامل قارچی پوسیدگی طوقه وریشه گندم آبی و دیم در استان آذربایجان غربی‌قارچ‌های *F. acuminatum, F. culmorum, F. avenaceum, B. sorokiniana, B. spicifera* را شناسایی و معرفی شدند (ایرانی و همکاران، ۱۳۸۵).

در استان اصفهان نیز قـارچ *F. solani* و *F. oxysporum* به‌عنوان عامل پو سیدگی ریشه‌ی گندم معرفـــــی شـــــده است (بهداد، ۱۳۸۵). همچنین در سال ۱۳۸۳ به منظور شناسایی گونه‌های فوزاریوم جدا شده از ریشه و طوقه گندم از یازده مزرعه حومه شهرستان گرگان ،گونه‌های *F. semitectum* و *F. equiseti* بیماری‌زا شناخته شدند (مقصودلو و همکاران، ۱۳۸۶). پوسیدگی معمولی ریشه گندم ناشی از قارچ *Bipolaris sorokiniana* یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم می‌باشد (سمیعی و همکاران، ۱۳۸۶). صفایی و همکاران گزارش نمودند که بیماری‌های قارچی پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در اثر عوامل متعددی ایجاد می‌گردد که عمدتاً متعلق به جنس‌های *Fusarium*، *Bipolaris*، *Drechslera*، *Rhizoctonia*، *Gaeumnnomyces*، *Pythium* هستند (صفایی و همکاران، ۱۳۸۶). پوسیدگی‌های حاصل از جنس‌های *Bipolaris*، *Fusarium* به پوسیدگی عمومی ریشه و پایین ساقه و یا پوسیدگی ریشه و پایین ساقه مناطق خشک معروف شده است (صفایی و همکاران، ۱۳۸۶).

در یک بررسی طی تابستان ۱۳۸۴ واکنش ارقام و لاین‌های گندم در برابر عامل بیماری در شرایط گلخانه با ایجاد آلودگی روی ریشه گیاهان مورد ارزیابی قرار گرفت. در نتیجه ارقام سبلان، زرین و نیک نژاد نسبت به پوسیدگی ریشه در مقایسه با سایر ارقام متحمل تر بودند، در حالی‌که ارقام مارون، بک کراس

روشن و کویر نسبت به بیماری حساس بودند، ارقام پیشتاز، الوند، گاسپارد، الموت، داراب۲، مرودشت و لاین‌های C-78-14 و M-79-6 نیز از نظر تحمل به پوسیدگی معمولی ریشه بین دو گروه فوق واقع شدند (سمیعی و همکاران، ۱۳۸۶).

با توجه به گسترش سطح زیر کشت گندم در استان و شرایط آب وهوایی خشک منطقه شرایط برای این بیماری‌ها مناسب شده است و خسارت شدید بیماری به طور مستقیم و غیر مستقیم قابل مشاهده است. البته، ممکن است، با توجه به این که گیاه گندم، یک گیاه یک ساله است، قارچهایی مانند *Fusarium culmorum*، *F. pseudograminearum* و *F. crookwellense* و نیز *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* از جمله عوامل دیگر بیماری باشند (بهداد، ۱۳۸۵ و ارشاد ۱۳۸۸).

بر اساس منابع موجود، علل اکثر بیماری مرگ و میر گیاه گندم، بیماری‌های قارچی از جنس *Phytophthora* گزارش شده است (ارشاد، ۱۳۸۸). در استان فارس قارچ فوزاریوم *F. solani* به عنوان عامل بوته میری گزارش شد (ارشاد، ۱۳۸۸). در بازدیدهایی که از مزراع گندم در استان خراسان شمالی (شمال شرقی ایران) به عمل آمد مشاهده شد که تعداد قابل توجهی از بوته‌ها دچار پوسیدگی ریشه و طوقه می‌باشند. از بافت‌های آلوده قارچهای *Fusarium oxysporum* ، *F. solani* , *Bipolaris sorokiniana*، *Periconia circinata*، *Coniothyrium cerealis* و *Phoma* sp جدا، خالص سازی و شناسایی گردید (عمارلو و همکاران، ۱۳۸۹). در اکثر موارد مجموعه‌ای از قارچهای ذکر شده از یک مزرعه و حتی از یک بوته جداسازی شد، در حالی‌که از هیچ یک از نمونه‌ها *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* که به عنوان عامل اصلی پوسیدگی ریشه و طوقه گندم (پاخوره گندم) در ایران شناخته می‌شود جداسازی نشد نتایج حاصله نشان داد که قارچهای *B. sorokiniana, p. circinata.*، *C. cerealis* و *Phoma* sp قادر به ایجاد پوسیدگی در قسمت‌های طوقه و ریشه گندم با شدت‌های مختلف هستند. به‌نظر می‌رسد که مجموعه‌ای از قارچهای ذکر شده در ایجاد این بیماری دخالت داشته باشند، در بین آن‌ها *B. sorokiniana* نقش اصلی را به عهده دارد. این قارچ برای اولین بار از استان خراسان شمالی (وحتی خراسان بزرگ) به عنوان عامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم گزارش می‌شود. سه قارچ *P .circinata*, C. *cerealis* و *Phoma* sp نیز برای اولین بار به عنوان عامل بیماری ذکر شده از ایران گزارش می‌شوند (عمارلو و همکاران، ۱۳۸۹). طی مطالعاتی که در سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۷ از مزارع گندم استان کرمانشاه در مراحل مختلف انجام شد نشان داد که گونه‌های *Fusarium culmorum*، *F. pseudograminearum* و *F. crookwellense* مهم‌ترین عوامل خسارت‌زا محسوب می‌گردند. آن‌هایی که فاقد قدرت بیماری‌زایی بودند عبارتند از *F. equiseti*، *F. lateritium*، *F. moniliforme*، *F. oxysporum*، *F. sambucinun*، *F. semitectum*، *F. solani* و *F. trisinctum* (صفایی و همکاران، ۱۳۹۱). هم‌چنین در مطالعه‌ای قارچ *F. culmorum* به عنوان مهم‌ترین عامل بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در منطقه ورامین گزارش گردید و تنوع ژنتیکی این عامل مورد بررسی قرار گرفت (پوزشی‌میاب،۱۳۹۳). در بررسی نشان داده شد که اصلی‌ترین عامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در مازندران *F. graminearum* می‌باشد (براری، ۱۳۹۴).

مواد و روش‌ها

برای بررسی و شناسایی عوامل پوسیدگی ریشه و طوقه گیاه گندم در استان اصفهان و نیز واکنش ارقام و لاین‌های پیشرفته گندم به این بیماری مراحل زیر به ترتیب انجام پذیرفته است.

۳- بازدید از مزارع و جمع آوری نمونه های آلوده گندم

طی سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ اقدام به بازدید از مزارع مورد کشت گندم در مناطق مختلف اصفهان گردید. این بازدیدها در ماه‌های اردیبهشت و خرداد ماه صورت گرفت و نمونه‌های جمع‌آوری شده آلوده به بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه از مزارع گندم در نه منطقه مهم گندم‌کاری استان اصفهان شامل اصفهان (بروآن- رودشت - کبوترآباد)، نجف‌آباد، زرین‌شهر، سمیرم، فریدون‌شهر(بازنجان)، فریدن، زواره، اردستان و میمه بوده است. در مجموع، ۱۰۰ مزرعه مورد مطالعه قرار گرفت. در این راستا، از مزارع حومه شهرستان اصفهان بازدید به عمل آمد و بدین منظور از هر شهرستان، مزارعی به طور تصادفی انتخاب و در امتداد اقطار مزارع بوته‌هایی را که علائمی از قبیل زردی، خشکیدگی، ضعف، کوتولگی بوته، و سفید شدن سنبله‌های گندم را نشان می‌دهند را انتخاب و از زمین بیرون آورده شد سپس این نمونه‌ها که شامل ریشه و طوقه هستند به همراه خاک اطراف به طور جداگانه در پاکت‌های مصرف نشده جمع‌آوری و پس از ثبت محل نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه (GPS) نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند (تصویر ۱-۳).

تصویر۱-۳- نمونه‌های جمع‌آوری شده گندم آلوده به بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه از استان اصفهان

۳-۱- جداسازی قارچ عامل بیماری:

پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه و نگه‌داری در یخچال قسمت‌های طوقه و ریشه که دارای علایم بیماری و مشکوک بودند جدا و به مدت یک ساعت زیر جریان ملایم آب شیر شستشو شد، سپس از حد فاصل بین بافت سالم و آلوده قطعاتی به اندازه ۰/۵ تا ۱ سانتی‌متری تهیه و برای سترون سطحی از محلول هیپوکلریت سدیم ۱ درصد ۶۰-۳۰ ثانیه برای ریشه‌ها و ۳-۱ دقیقه برای طوقه‌ها انجام شد. پس از سه بار شستشو با آب مقطر سترون و خشک کردن آن‌ها در بین دو لایه کاغذ صافی استریل با استفاده از محیط کشت معمولی سیب زمینی ـ دکستروز ـ آگار (PDA) حاوی سولفات استرپتومایسین اندام‌های مختلف از

جمله ریشه و طوقه گندم روی محیط مذکور در زیر هود میکروبیولوژی کشت داده شد. در هر تشک ۴-۳ قطعه از آن‌ها را قرار داده و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد و پس از رشد قارچ از حاشیه جوان پرگنه قارچ زیر کشت‌هایی تهیه و قارچ‌ها جداسازی شدند (تصویر ۲-۳).

۳-۲- محیط کشت‌ها

۳-۲-۱- محیط کشت سیب‌زمینی - دکستروز - آگار (PDA)

محیط کشت PDA مورد استفاده ساخت شرکت BBL بود و طبق توصیهء شرکت سازنده برای تهیه آن اقدام شد. از این محیط کشت جهت تعیین نرخ رشد، نحوهء رشد و تعیین رنگ کلنی قارچ استفاده شد.

تصویر ۲-۳- مراحل نمونه‌گیری از گندم‌های آلوده در آزمایشگاه

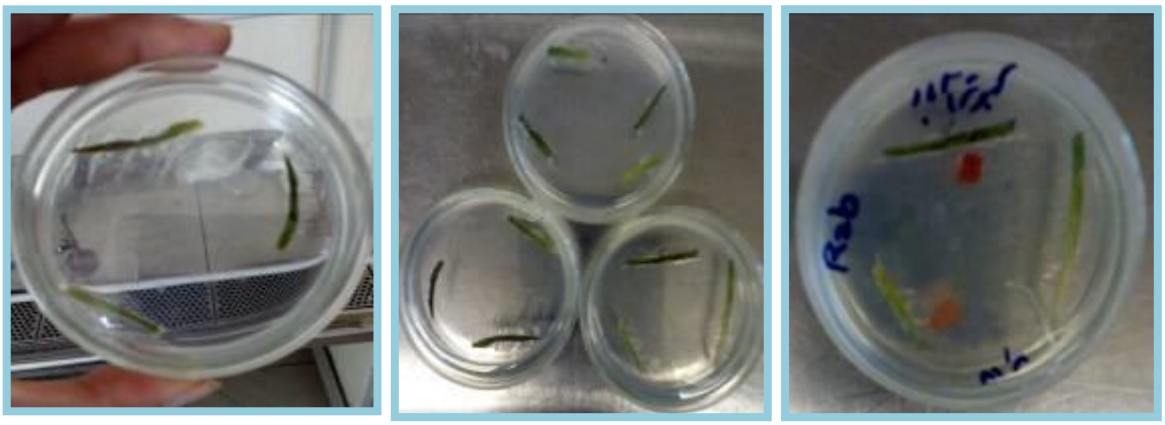
۳-۲-۲- محیط کشت آب - آگار (WA)

برای تهیهء این محیط ۲۰ گرم آگار (محصول شرکت مرک آلمان) به یک لیتر آب مقطر اضافه شد و در فشار ۱۵ پوند و دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه سترون گردید. از این محیط کشت عمدتاً

برای خالص سازی قارچ‌ها (تک اسپور و نوک ریسه کردن) و نیز برای جوانه زنی بعضی از قارچ‌ها استفاده گردید.

۳-۲-۳- محیط کشت برگ میخک - آگار (CLA)

برای تهیه این محیط کشت از برگ‌های تازه میخک (*Dianthus caryophillus*) و عاری از باقی‌مانده سموم قارچ‌کش استفاده گردید (Nelson *et al*., 1983) برگ‌های مورد استفاده ابتدا در جریان آب معمولی کاملاً شسته شد و سپس قطعات یک سانتی‌متری تقسیم شد و در داخل تشک پتری ریخته در دمای ۵۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد آون به مدت ۲ ساعت قرار داده شد تا خشک شوند سپس درب تشک پتری را بسته و در قطعاتی از فویل آلومینیوم پیچیده و در فشار ۱۵ پوند و دمای ۱۲۱ درجه‌سانتی‌گراد اتوکلاو گردید. ضمناً به جای اتوکلاو کردن می‌توان قطعات خشک شده برگ میخک را با پرولین اکسید در زیر یک محفظه بسته بدون جریان هوا سترون نمود. بعد از تهیه محیط کشت آب - آگار (مانند آنچه در بند ۳-۲-۲ ذکر گردید) در وسط تشک پتری چند قطعه برگ میخک سترون قرار داده شد و بعد از ۲۴ ساعت جهت کشت یک تکه از قارچ در مجاورت میخک قرار داده شد. محیط کشت CLA، محیطی نیمه طبیعی است و شرایط طبیعی را برای قارچ فراهم می‌سازد و این محیط کشت موجب تسریع در اسپورزایی می‌شود و کنیدی‌های تیپیک (یکی از ویژگی‌های مهم و لازم برای تشخیص فوزاریوم‌ها) اغلب روی آن تشکیل می‌شوند. این محیط کشت به علت فقیر بودن از نظر مقدار کربوهیدارت موجب رشد پراکنده قارچ شده و مشاهده برخی ویژگی‌های تاکسونومیک از جمله زنجیره میکروکنیدی، سرهای دروغین (falseheads)، منوفیالید، پلی‌فیالید، اسپورودکیوم و پیونت را امکان‌پذیر می‌سازد (تصویر ۳-۳).



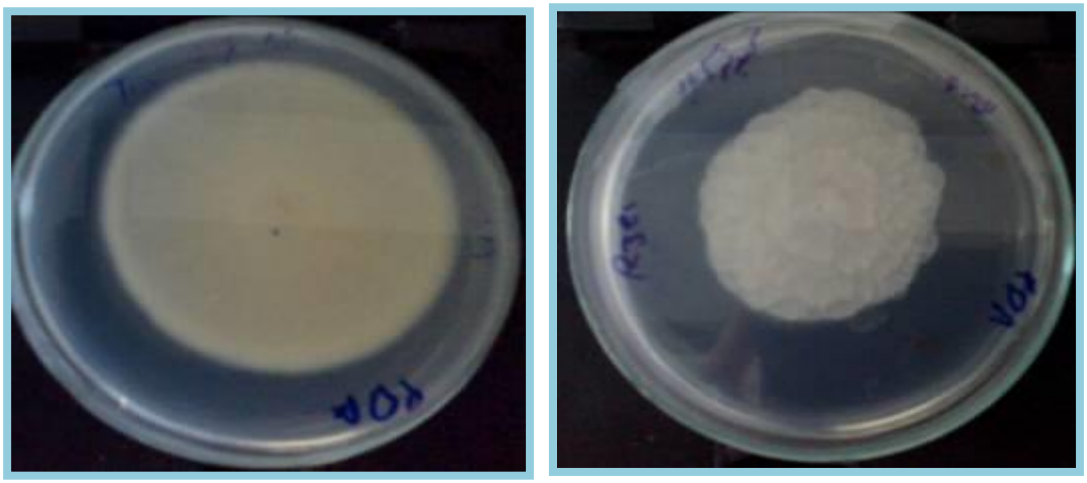
تصویر ۳-۳- محیط کشت برگ میخک‌آگار

۳-۳- روش‌های خالص سازی قارچ‌ها

۳-۳-۱- روش تک اسپور کردن (Single sporing)

در این تحقیق برای تک اسپور کردن از روش مخطط کردن محیط کشت آب - آگار ۲٪ محتوی استرپتومایسین استفاده شد. برای این منظور در هر تشک ۹ سانتی‌متری حدو ۱۰ میلی‌لیتر از محیط کشت فوق‌الذکر ریخته شد تا لایه نازک یکنواختی تشکیل دهد. سپس در داخل لوله‌های آزمایش محتوی ۲

میلی‌لیتر آب مقطر سترون با استفاده از لوپ قارچ شناسی سترون مقداری از اسپورهای قارچ را در این آب قرار داده و به هم زده شده تا یکنواخت گردد. یک لوپ (به قطر ۵ میلی‌لیتر) از سوسپانسیون اسپور یکنواخت شده را برداشته و روی لام قرار داده و با میکروسکوپ (در زمینه ۱۰X) مشاهده گردید چنانچه تعداد اسپورها در زمینه عدسی شیء ۱۰X میکروسکوپ ۱۰ اسپور باشد برای تک اسپور کردن مناسب است و در صورتیکه تعداد اسپورها بیشتر بود آن را رقیق کرده و اگر تعداد اسپورها کمتر باشد میتوان برای بدست آوردن غلظت مناسب مقدار بیشتری از مایه قارچ برداشت. پس از همگون کردن سوسپانسیون اسپور، سر یک لوپ (به قطر ۵ میلی‌لیتر) را در این سوسپانسیون فرو کرده و یک لوپ کامل برداشته شد و از یک طرف به موازات خطوط موازی پشت پتری، روی سطح محیط کشت آب- آگار کشیده شد. واضح است که ب این عمل خطوط ابتدایی تراکم بیشتر و خطوط انتهایی تراکم کمتر اسپور را خواهند داشت. پس از ۱۶-۸ ساعت نگهداری تشک‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، زیر بینوکولر مشاهده می‌شوند، اسپورهای جوانه زده (میکروکنیدی‌ها، ماکروکنیدی‌ها) زیر بینوکولر قابل رویت می‌باشند برای مشاهده اسپورهای جوانه زده، تشک‌ها به صورت وارونه مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از یک ماژیک نوک باریک دور اسپورهای جوانه زده که از سایر اسپورها فاصله کافی داشت خط کشیده شد. سپس قطعات کوچک محیط کشت حاوی اسپور جوانه زده و محصور در محل‌های خط کشیده شده را برداشته و به تشک‌های حاوی محیط کشت تازه PDA منتقل گردید و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. پس از رشد اسپورها روی محیط کشت تازه PDA با توجه به رنگ و نحوه رشد کلنی‌های حاصل از هر اسپور می‌توان تعداد یک یا بیشتر از هر کلنی را برداشته و هر یک را برای تشخیص در لوله‌های آزمایش حاوی



تصویر ۴-۳- خالص‌سازی قارچ‌ها با استفاده از محیط کشت PDA, WA

محیط کشت مورب PDA (برای مدت کوتاه) و SNA یا CLA (برای مدت طولانی‌تر) نگهداری نمود. روش‌های دیگری نیز برای تک اسپور کردن قارچ‌ها وجود دارد که سایر محققین از آن استفاده می‌کنند (Nelson *et al*., 1983).

۳-۳-۲- روش نوک ریسه کردن (Hyphal Tip)

محیط کشت آب - آگار (به همان روش ۳-۲-۲) تهیه شد. سپس از محیط کشت قارچ مورد نظر چند تکهء مربع شکل به اندازه تقریبی ۰/۵×۰/۵ سانتی‌متر مربع را توسط اسکالپل نوک باریک یا لوپ برداشته و به صورت وارونه در چند نقطهء تشک پتری حاوی محیط کشت آب- آگار قرار داده شد و پس از ۱۶-۸ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد این تشک‌ها در زیر بینوکولر مورد بررسی

قرار گرفت و ریسه‌هایی که از یکدیگر فاصله کافی داشته و بیشتر از سایر ریسه‌ها رشد کرده بود انتخاب کرده و با یک ماژیک نوک باریک دور آنها خط کشیده شد سپس توسط سوزن نازک (اسکالپل نوک باریک) از داخل محل خط کشیده شده قطعات کوچک محیط کشت که هر یک حاوی نوک ریسه بود، برداشته شد و به یک تشک جدید محتوی محیط کشت تازه PDA منتقل گردید (تصویر ۴-۳). پس از رشد کلنی قارچ‌ها را میتوان بر اساس رنگ کلنی و نحوه رشد کلنی تعداد یک یا بیشتر کلنی را برداشته و هر یک را برای تشخیص در لوله‌های آزمایش حاوی، محیط کشت مورب PDA, SNA یا CLA نگهداری نمود (Nelson *et al*., 1983).

۳-۴- روش نگهداری کشت خالص قارچ‌ها

بدین منظور از محیط کشت PDA و CLA استفاده گردید. محیط کشت CLA به دلیل فقیر بودن (از نظر مقدار کربوهیدرات)، تغییرات ژنتیکی (موتاسیون) را به حداقل می‌رساند (Nelson *et al*., 1983) در داخل لوله‌های آزمایش حدود ۱۰ میلی‌لیتر از این محیط کشت ریخته شد و درب آن‌ها با پنبه بسته و پنبه نیز با فویل آلومینیوم پوشانده شد و مانند محیط کشت‌های دیگر سترون گردید. پس از سترون کردن، لوله‌ها را از اتوکلاو خارج کرده و روی یک سطح شیبدار با زاویه حدود ۳۵-۳۰ درجه قرار داده شد تا محیط کشت داخل لوله‌ها به صورت مورب درآید پس از سرد شدن محیط کشت یک قطعه (Plug) از قارچ مورد نظر را روی سطح آن کشت داده و پس از رشد قارچ روی محیط به اندازه کافی، پنبه را سوزانده (برای جلوگیری از ورود کنه‌ها) و سر لوله‌ها به منظور جلوگیری از آلودگی‌های احتمالی با پارافیلم بسته شده و جهت شناسایی نگه‌داری شد (تصویر ۵-۳). برای نگه‌داری قارچ‌ها به مدت طولانی می‌توان از روش لیوفیلیزاسیون استفاده نمود(Nelson *et al*., 1983).

تصویر ۵-۳- روش نگه‌داری طولانی مدت قارچ‌ها در لوله آزمایش

۳-۵- روش وادارسازی قارچ‌ها به اسپورزایی

برخی از قارچ‌ها از جمله فوزاریوم‌ها فقط رشد رویشی داشته و بعضی نیز مقدار کمی اسپور غیر تیپیک تولید می‌کنند بطوری‌که شناسایی قارچ از روی آن‌ها امکان‌پذیر نیست و برای وادار کردن این جدایه‌ها به تولید اسپور از محیط کشت CLA استفاده می‌گردد.

محیط کشت CLA

این محیط کشت که محیط کشتی ضعیف (از نظر مقدار کربوهیدرات) و نیمه طبیعی است تقریباً محیط طبیعی را برای قارچ فراهم می‌سازد و رشد رویشی قارچ را کاهش داده و آن را به رشد زایشی و تشکیل اسپورودکیوم و تولید اسپورهای تیپیک وادار می‌سازد که در این تحقیق بیشتر از محیط CLA استفاده گردید.

قارچ مورد نظر را روی یکی از دو محیط فوق‌الذکر کشت داده و به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید سپس تشک‌های پتری زیر اطاقک NUV (Near Ultra Violet) قرار داده شد. سپس از ۱۰-۷ روز اکثر جدایه‌ها اسپورزایی نمودند و برخی نیز برای اسپورزایی به مدت زمان بیشتری نیاز داشتند.

۳-۶- روش وادارسازی قارچ‌ها به تولید کلامیدوسپور

تولید یا عدم تولید کلامیدوسپور در شناسایی قارچ‌های فوزاریوم به عنوان یک معیار کلیدی در تشخیص به‌کار می‌رود و از آنجایی‌که بعضی از جدایه‌های فوزاریوم بندرت و پس از مدت زمان طولانی کلامیدوسپور تولید می‌کنند برای تسریع در تولید کلامیدوسپور از روش‌های مختلف می‌توان استفاده نمود. در این تحقیق قطعه‌ای از محیط کشت PDA به همراه میسلیوم قارچ برداشته شد و در داخل تشک پتری حاوی آب مقطر سترون قرار داده شد و در شرایط خنک (۵-۴ درجه سانتیگراد) یخچال پس از حدود یک هفته اکثر جدایه‌ها وادار به تولید کلامیدوسپور گردید (Nelson *et al*., 1983).

۳-۷- نحوه تشخیص قارچ‌ها

برای خالص سازی و شناسایی گونه‌های فوزاریوم در موارد لازم از محیط برگ میخک CLA (Cornation Leaf Agar) استفاده شد (Carol, 1990 ; Nelson *et al*., 1983; Snech *et al*., 1991). شناسایی جدایه‌ها بر اساس ویژگی‌های ظاهری از قبیل نحوه رشد پرگنه و شکل ماکروکنیدیوم

صورت گرفت. برای تشخیص گونه‌ها از کلیدهای معتبری چون (Nelson *et al*., 1983) و مقالاتی که اخیراً منتشر شده‌اند، استفاده شد (Summerell *et al*., 2003; Xue *et al*.,2004).

برای شناسایی گونه‌های *Bipolaris* از خصوصیات مرفولوژیک کنیدیوفور، شکل و اندازه و تعداد دیواره‌های عرضی کنیدیوم، سلول‌های کنیدیوم‌زا و نحوه کنیدیوم‌زایی آن‌ها، اندام باردهی روی بافت میزبان و برای اسپورزایی از محیط کشت Tap water agar (آب- شیر- آگار) استفاده شد. جهت شناسایی مقدماتی قارچ عامل بیماری از کلید قارچ‌های ناقص استفاده گردید (Barnett *et al*., 1995) برای تشخیص گونه قارچ عامل بیماری دو کار اساسی انجام گرفت ابتدا جوانه‌زنی اسپور جدایه‌های قارچ بر روی محیط کشت TWA برسی، سپس طول و عرض اسپور اندازه‌گیری شد و برای شناسایی تکمیلی قارچ عامل بیماری از کلید سیوانسان استفاده شد (Sivanesan, 1987) .

برای تشخیص گونه جدایه‌های *Gaeumannomyces* پس از نوک ریسه کردن بر اساس بررسی و مقایسه خصوصیات ریخت‌شناسی از قبیل نحوه رشد پرگنه قارچ، سرعت رشد، اندازه ابعاد و شکل پریتسیوم، آسک، آسکوسپورها، تولیدفیالید و فیالوسپورها، کشت روی محیط نیمه انتخابی Rifampicin-PDA (عصاره سیب زمینی ۴۰ میلی‌لیتر، ۴ گرم دکستروز و ۱۵ گرم آگار به ازای یک لیتر و ۰/۰۱ میلی‌گرم ریفامپیسین) استفاده شد. برای تولید پریتسیوم از محیط کشت حاوی بذر جوانه‌زده گندم، عصاره برگ گندم - آگار (WLA)، محیط گلوکز - آسپاراژین - آگار (GAA)، محیط عصاره مالت - پپتون - آگار (MPA) و محیط آگار مغذی حاوی برگ گندم و غلاف سویا استفاده شد (Crozier *et al*., 1999; Singleton *et al*., 1992).

برای شناسایی قارچ *Phytophthora* بعد از کشت عامل بیماری در محیط کشت آرد ذرت آگار و نگهداری در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد و در تناوب نوری به مدت ۲۴ ساعت انجام شد (Erwin & Ribeiro, 1996). به منظور تولید اسپورانژیوم مقداری بذر شاهدانه را به مدت ۵ دقیقه در آب جوشانده و پس از خنک شدن تعدادی (۱۵ تا ۲۰ عدد) از آن‌ها روی کشت جوان قارچ منتقل شد. پس از کلونیزه شدن بذور توسط قارچ آن‌ها به تشک پتری حاوی ۱۰ تا ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر سترون منتقل شد. در برخی از جدایه‌ها که درون آب مقطر اسپورانژیوم تولید نکردند محلول استفاده شده با محلول پتری (آب مقطر، KCL, KH2PO4, SO4+ 7H2O Mg,Ca(NO3)2+4H2O) و یا عصاره خاک تعویض شد. اسپورانژیوم‌ها بعد از یک الی سه روز در شرایط آزمایشگاه به تعداد فراوان تشکیل شد. ابعاد یکصد اسپورانژیوم هر جدایه منتخب اندازه‌گیری و خصوصیات مورفولوژیک آن مورد بررسی قرار گرفت (Cooke *et al*., 2007).

اثبات بیماری‌زایی جدایه‌ها

برای اثبات بیماری‌زایی جدایه‌های قارچ‌های عامل بیماری اقدام به تکثیر جدایه‌ها در شرایط آزمایشگاه و مایه زنی آن‌ها به گیاهچه‌های گندم در شرایط گلخانه گردید و شدت بیماری‌زایی آن‌ها به شرح زیر مشخص شد.

تهیه مایه تلقیح قارچ

برای تهیه‌ی مایه تلقیح جدایه‌های مربوطه از روش رایس و گرالدی با تغییراتی استفاده گردید (Rice & Geraldi 1981). در این راستا، ۲۰۰گرم دانه گندم را در داخل هر ارلن ریخته و با مقداری آب خیسانده شده، پس از آن آب اضافی ارلن را خالی نموده و به مدت ۱ ساعت در دمای مرطوب ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد در اتوکلاو سترون شد. این عمل ۲۲ ساعت بعد دوباره تکرار شد. بعد از سرد شدن، تعداد ۵ دیسک به قطر ۵ میلی متر از حاشیه پرگنه‌های در حال رویش و فعال قارچ را در هر ارلن قرار گرفت و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ روز نگه‌داری شد. برای این منظور ابتدا بذور گندم به مدت ۲۰ ساعت در آب خیسانده شد و بعد مقدار ۲۰۰ گرم از آن در یک فلاسک ارلن مایر یک لیتری ریخته شد و بذور درون ارلن در دو روز متوالی توسط دستگاه اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مکعب به مدت ۲۰ دقیقه سترون شد. سپس محتویات هر یک از فلاسک‌های مذکور با یک گونه مایه زنی شد و در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و نور متناوب ۱۲ ساعت روشنایی به مدت سه هفته نگه‌داری شد و جهت کلنیزه شدن کلیه دانه‌ها ورشد مناسب قارچ، ارلن‌ها هر دو روز یک‌بار تکان داده شد (تصویر ۶-۳).

تصویر ۶-۳- روش تهیه مایه تلقیح قارچ در آزمایشگاه

بیماری‌زایی در شرایط گلخانه:

برای این منظور پس از ۲۸ روز بذرهای گندم کلنیزه شده از ارلن مایر خارج گردید و در شرایط سترون کاملا خشک شد. مایه تلقیح جدایه‌های قارچ به نسبت وزنی پنج درصد با مخلوطی از خاک مزرعه، شن و خاک برگ به نسبت وزنی(۱:۱:۱) تهیه گردیدند و در سه روز متوالی به مدت ۱ ساعت در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو شد. برای هر جدایه قارچ به صورت جداگانه سه تکرار (گلدان) در نظر گرفته شد و آبیاری

کرده و جهت حفظ رطوبت بر روی گلدان‌ها پلاستیک شفاف کشیده شد. پس از چند روز به وسیله یک چوب بستنی قارچ‌هایی که بر روی سطح گلدان‌ها به وجود آمده به هم زده سپس تعداد ۱۰ بذر گندم که از ارقام پیشتاز، پارسی و بک کراس روشن بودند را با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد به مدت ۲-۱ دقیقه ضد عفونی سطحی شدند، در عمق سه سانتی‌متری کاشته شدند و گلدان‌ها به مدت ۲ ماه در گلخانه با دمای ۲۵±۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. در مرحله‌ی، چهار برگی در هر گلدان پنج گیاهچه نگه‌داری و بقیه حذف شدند. در ضمن سه گلدان نیز بدون مایه قارچ (فقط گندم در خاک سترون) به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. پس از بروز علائم طوقه و ریشه گیاهچه‌ها، مورد بررسی قرار گرفت. برای اطمینان از آلودگی بوته‌ها به قارچ مورد نظر، قطعاتی از ریشه و طوقه آن‌ها، به محیط کشت PDA(Potato Dextrose Agar) برای جداسازی قارچ عامل بیماری منتقل گردید. جدایه‌هایی که بیماری‌زایی بیشتری نسبت به جدایه‌های دیگر داشتند برای تعیین مقاومت ارقام و آزمون‌های گلخانه‌ایی انتخاب شدند (تصویر ۷-۳).

تصویر۷- ۳- آلوده‌سازی گلدان‌های حاوی خاک استریل با جدایه‌های عامل بیماری در شرایط گلخانه

ارزیابی مقاومت ارقام و لاین‌های گندم

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام خواهد گرفت. ارقام گندم الوند، پیشگام، پیشتاز، مهدوی، روشن، بک کراس روشن، پارسی، ارگ، دنا، بم، مرودشت، بهار و لاین‌های MS-84-13 , WS- ۱۰ M-90-16 , M-90-7 ,M-90-1 , تهیه شد. برای کشت ارقام گندم از گلدان‌هایی با قطر دهانه ۹ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر انتخاب و تا نیمه با خاک استریل پر گردید. بذرها پس از ضدعفونی سطحی در هر گلدان کاشته شدند و گلدان‌های شاهد با خاک سترون و گلدان‌های تیمار آلوده هر کدام با خاک مخلوط با مایه تلقیح جدایه پرگردیدند. چهار هفته بعد از کشت، از هر سه تکرار، یک تکرار به صورت تصادفی جدا و دو تکرار باقی مانده تا هفت هفته در گلخانه برای انجام مابقی آزمایشات نگه‌داری شد.

گیاهچه‌ها را از خاک خارج نموده و پس از شستن ریشه‌ها، اندام‌های هوایی و ریشه به صورت مجزا در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید. وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه‌ها برای هر گیاهچه ثبت شد. گیاهان گلدان‌های باقیمانده در گلخانه بعد از گذشت هفت هفته از خاک خارج گردیدند، پس از شستن ریشه‌ها، میان گره زیر طوقه هر گیاه، برای تعیین درصد شدت بیماری روی ریشه و طوقه بر حسب میزان آلودگی در ۶ طیف متفاوت، در شاخص‌های ۰، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آلودگی ارزیابی شد (Anon, 1985). سپس جهت تعیین شدت بیماری در مقابل هر یک از شاخص‌های مورد ذکر به ترتیب ضریب‌های صفر، یک، دو، چهار، هشت و شانزده قرار داده شده و با یکدیگر ضرب و سپس نتیجه جمع خواهد شد. در نهایت نتیجه‌ی حاصله بر تعداد کل گندم‌های مورد بررسی در آن تکرار تقسیم گشته که میزان شدت بیماری را برای هر رقم به طور جامع و کامل به تفکیک مشخص شد(Anon, 1985).

تجزیه و تحلیل آماری

بررسی حساسیت ارقام و لاین در شرایط گلخانه عامل بیماری در قالب طرح کامل تصادفی، تفکیک ارقام بر اساس شاخص‌های موجود و درجه بندی شدت بیماری ارقام از ۰ الی ۱۰۰، تکرار آزمایشات در تایید نتایج، تجزیه پذیری ساده و مرکب آزمایشات و تجزیه‌ی خوشه‌های ارقام و لاین بر اساس میران حساسیت و گروه بندی آن‌ها در دسته‌های مربوطه بر اساس میزان حساسیت و در نهایت، شمارش نهایی داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. برای تعیین تفاوت‌های معنی‌دار بین عوامل بیماری از نظر میانگین طول زخم ریشه و تعداد بوته‌های زنده، در صورت معنی‌دار بودن F از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده گردید (SAS, 2004).

نتایج:

نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده در خصوص شناسایی عوامل پوسیدگی ریشه و طوقه در مزارع گندم‌کاری استان اصفهان و نیز واکنش ارقام و لاین‌های مورد مطالعه در این تحقیق نشان داد که عوامل متعدد قارچی در ایجاد بیماری دخیل بوده و نیز ژنوتیپ‌های مورد آزمون از سطوح مختلف مقاومت به این عوامل برخوردار می‌باشد که به ترتیب و به اختصار به شرح ذیل ارایه گردیده است.

شناسایی عوامل بیماری‌زای پوسیدگی ریشه و طوقه گندم

در بررسی‌های آزمایشگاهی از ۱۰۰ مزرعه از مزارع مشکوک به بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در استان اصفهان در سال ۹۳ در مجموع ۳۱۴ جدایه قارچی جدا شد که از این تعداد ۳۰۰ جدایه متعلق به ۶ جنس قارچی بیماریزا بوده و ۱۴ جدایه باقی‌مانده مربوط به جنس‌های *Alternaria alternata*, *Aspergilus Penicilium* شناسایی شدند. مشخصات قارچ‌های جداسازی شده، فراوانی و اثبات بیماری‌زایی آن‌ها در جداول مربوطه درج گردیده است (جداول۲و ۳).

بوته‌های بیمار جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان اصفهان حداقل به یکی از قارچ‌های بیماری‌زا *F.culmorum*, *Bipolaris. sorokiniana*, *Gaeumannomyces graminis*.var. *tritici* و*Phythophthora nicotianae* آلوده بودند. ترکیب و فراوانی گونه‌های مختلف از منطقه‌ای به منطقه دیگر

و یا از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر متفاوت بود، عمده‌ترین آلودگی مربوط به گونه *Bipolaris. sorokiniana* بود.

جدول ۴-۱- جدایه‌های قارچی از مزارع آبی گندم آلوده در نقاط مختلف گندم‌کاری استان اصفهان.

ردیف	گونه جدا شده	تعداد جدایه	درصد فراوانی	اندام گیاهی	شدت آلودگی	ظهور بیماری* به روز	منطقه
۱	*Bipolaris. sorokiniana*	۱۱۸	۳۹/۳۵	ریشه وطوقه	۱۳/۷۵	۲۸	کبوترآباد، بروآن، نجف آباد، زواره، اردستان، سمیرم،میمه، فریدن، فریدونشهر،رودشت
۲	*Gaeumnomyce graminis*.var. *tritic*	۱۸	٦	ریشه وطوقه	۱۲/۲۴	۳۴	دامنه فریدن ،رودشت
۳	*Phytophthora nicotiane*	۱۸	٦	ریشه وطوقه	۶/۲۵	۵۱	نجفآباد، سمیرم، میمه، فریدن(دامنه)
۴	*Fusarium. culmorum*	۲۸	۹/۳۳	ریشه وطوقه	۳/۸۸	۵۸	نجف‌آباد،زواره، شهرضا، فریدون‌شهر، کبوترآباد
۵	*Fusarium. semitectum*	۳۸	۱۲/٦٦	ریشه وطوقه	۳/۲۱	۶۲	فریدون‌شهر، زواره، زرین‌شهر، شهرضا، اصفهان
۶	*Fusarium. solani*	۸۰	۲٦/٦٦	ریشه وطوقه	۱/۷۲	۷۷	کبوترآباد اصفهان،بروان، نجف‌آباد، واره،اردستان، سمیرم، میمه، فریدن، فریدون‌شهر

*- ظهور بیماری به روز منظور، تعداد روز پس از پیدایش اولین علایم بیماری پس از مایه‌زنی جدایه‌ها به گیاه گندم می‌باشد.

ریخت شناسی گونه‌ها

1- *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.)

بررسی ریخت شناسی جدایه‌های قارچ *B. sorokiniana* نشان داد که رنگ پرگنه‌ی این گونه قارچ در محیط کشت PDA، زیتونی تا قهوه‌ای تیره مخملی، دارای حاشیه موج‌دار و به صورت دوایر متحدالمرکز بود که پس از چند روز به رنگ سیاه نمایان می‌شود. کنیدیوفورها به شکل سمپودیال، سطح آن‌ها صاف، دارای دیواره عرضی می‌باشند. هیف‌ها با دیواره عرضی مشخص، سطح صاف، به قطر ۵/۷-۵ میکرون هستند. کنیدیوفور هم‌رنگ ریسه و قهوه‌ای، به صورت منفرد و معمولاً مارپیچ و زانویی شکل و دیواره‌دار، به ابعاد ۸-۶×۷۰-۱۰۰ میکرون می‌باشد. کنیدیوم قهوه‌ای تیره تا سیاه، بیضی شکل و تا حدودی دوکی شکل، به ابعاد ۲۲-۱۸×۱۰۰- ۵۹ میکرون، دارای ۸-۳ دیواره عرضی و به‌صورت جانبی یا انتهایی روی کنیدیوفور قرار می‌گیرند. در این تحقیق ۱۱۸ جدایه از این گونه جدا گردید که تعداد آن در مناطق کبوترآباد(۱۰)- بروآن(۸)- نجف آباد(۱۰)- زواره(۸)- اردستان(۲)- سمیرم(۱۰)- میمه(۶)- فریدن(۳۰)- فریدون شهر(۳۴)- رودشت(۲) بود.

2- *Gaeumannomyces graminis*.var. *tritici*

رنگ پرگنه (کلنی) قارچ روی محیط کشت PDA متغییر، عموماً در ابتدا به رنگ روشن ولی با مسن شدن پرگنه، اغلب به رنگ خاکستری، موشی تا تیره می‌شوند. رنگ پرگنه قارچ از پشت ظروف پتری روشن و در بعضی جدایه‌ها ممکن است به رنگ زیتونی در بیاید. پرگنه معمولاً فاقد میسلیوم هوایی ولی در بعضی جدایه‌ها با مسن شدن پرگنه ریسه‌های هوایی تشکیل می‌گردند. ریسه‌ها رشته‌ای، با رشد قارچ بر روی سطح محیط کشت آگاردار، سطح آن را رشته‌های نوار مانند شامل ۸-۲ رشته از ریسه‌های موازی قارچ می‌پوشاند.

در جدایه‌هایی که رنگ پرگنه قارچ روشن است میسلیوم فقط شامل ریسه‌های باریک شفاف بوده، اما در جدایه‌های که رنگ پرگنه قارچ به رنگ تیره در می‌آیند میسلیوم شامل ریسه‌های ضخیم زیتونی رنگ می‌باشد. تمایل به برگشتن ریسه‌ها در حاشیه و میانه پرگنه به طرف مرکز آن روی محیط کشت‌های آگاردار، به خصوص محیط کشت‌های ضعیف، خصوصیت منحصر به فرد قارچ عامل بیماری پاخوره می‌باشد (قلندر، ۱۳۷۹). میسلیوم قارچ به صورت یک شبکه قهوه‌ای رنگ شامل ریسه‌های دارای دیواره عرضی مشخص (Plate mycelium) بر روی ریشه‌ها، ریزوم‌ها، طوقه و غلاف پایین‌ترین برگ در پای ساقه بوته‌های آلوده گندم قابل مشاهده است. ریسه‌های رونده قارچ به رنگ قهوه‌ای، دارای دیواره عرضی با ۷-۴ میکرون عرض، اغلب در رشته‌های ۴-۲ تایی که به ریسه‌های شفاف‌تر ختم گردیده و هیفوپودیوم‌ها از آن خارج می‌شوند. در اواخر فصل کشت در زیر غلاف پایین‌ترین برگ گندم در پای ساقه پریتسیوم‌های قارچ عامل بیماری قابل مشاهده بوده که دهانه آن‌ها از سطح بیرونی غلاف برگ به صورت نقاط سیاه رنگی به چشم می‌خورد. پریتسیوم‌ها گرد تا بیضوی شکل که از طرف سطح پشتی- شکمی به‌خاطر فشار بین غلاف برگ و ساقه پهن شده به رنگ سیاه دیده می‌شوند. بین ۴۰۰-۲۰۰ میکرون طول و ۳۰۰-۱۵۰ میکرون عرض و گردنی بسیار متغییر از نظر اندازه که بین ۴۰۰-۱۰۰ میکرون طول و ۷۰۰-۱۰۰ میکرون عرض دارند. آسک‌ها چماقی بلند، میانگین اندازه (در زمان بلوغ) ۱۳-۱۳۰×۱۰-۸۰ میکرون، دارای یک حلقه انتهایی کوچک به قطر ۳-۲/۵ میکرون که در رنگ آمیزی با قرمز کنگو به خوبی مشخص می‌شود. آسک‌های حاوی ۸ آسکوسپور نخی شکل، در صورت وجود رطوبت کافی، دیواره آسک درون پریتسیوم پاره شده و آسکوسپورها بصورت ترشحات زرد رنگی از دانه آسک خارج میشوند. آسکوسپورها به تنهایی به رنگ شفاف، معمولاً خمیده، در انتها گرد، در قسمت وسط ضخیم، به طور متوسط ۵-۵/۱۰۰×۲-۷۵ میکرون، در هنگام بلوغ دیواره عرضی کاملاً مشخص و دارای ۱۲-۵ بند می‌باشند. فیالیدها و فیالوسپورها (اسپورهای غیر جنسی) در انتها یا میانه ریسه‌های قارچ، فقط بر روی میسلیوم‌های هوایی در کشت‌های مسن (۲۰ روزه) تولید می‌گردد. شناور کردن بلوک‌هایی از کشت قارچ در آب مقطر منجر به تولید فیالید و فیالوسپور می‌شود. فیالوسپورها هم‌چنین بر روی آسکوسپورهای در حال جوانه زنی روی محیط کشت به مقدار کمتر و در آب مقطر به فروانی تولید می‌شوند. فیالوسپورها در انتها و در میانه آسکوسپورها مستقیماً جوانه زده و یا بر روی فیالیدهای تولید شده روی لوله تندش آسکوسپور تشکیل می‌گردند. در تحقیق حاضر تعداد ۱۸ جدایه از منطقه دامنه فریدن(۸) و رودشت اصفهان(۱۰) جدا شده است (جدول ۲).

3-*Fusarium semitectum* Berk. & Rav.

میزان رشد پرگنه این قارچ بر روی محیط کشت سیب‌زمینی- دکستروز- آگار در دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد پس از سه روز ۴/۲ سانتی‌متر بود. دارای میسلیوم هوایی پرپشت و متراکم بوده که از بالا رنگ آن‌ها قهوه‌ای و رنگ سطح زیرین پرگنه نخودی، زرد متمایل به قهوه‌ای بود. اسپورودخیوم‌ها در مرکز پرگنه به صورت متراکم و قهوه‌ای تشکیل شده و در زیر پوشش میسلیومی پنهان بودند. میکروکنیدی در این گونه بسیار نادر بود و فقط تعداد کمی میکروکنیدی ۱ تا ۲ سلولی تشکیل گردید. قارچ دو نوع ماکروکنیدی تولید نمود. نوع اول ماکروکنیدی‌های تولید شده در ریسه‌های هوایی راست و میله‌ای شکل و سلول پایه‌ای شکل نداشتند. نوع دوم داسی شکل که در اسپورودخیوم‌ها تولید شده و دارای سلول پایه پاشنه‌ای شکل بودند. ماکروکنیدی‌ها، غالباً ۴-۳ دیواره عرضی داشتند. فیالیدهای جانبی قارچ به طور منوفیالید و پلی‌فیالید روی

میسلیوم‌های هوایی تولید شده که به صورت نامنظم و با انشعابات پراکنده بودند. اندازه میکروکنیدی‌ها (۴-۲)۳×(۹/۶-۴/۸)۳/۱ میکرون و اندازه ماکروکنیدی‌ها (۴/۸-۲/۴)۳/۶×(۲۶/۴- ۱۶/۱۳)۲۰/۴۴ میکرون بود. در تحقیق حاضر تعداد ۳۸ جدایه از مزارع گندم درشهرستان اصفهان که شامل فریدون‌شهر(۲)، زواره(۲)، زرین‌شهر(۴)، شهرضا (۲)واصفهان(۲۸) جدا شد.

4- *Fusarium solani* (Mart.) Appel & Wollenw. emend. Snyd. & Hans.

از این گونه، تعداد ۸۰ جدایه از مناطق مختلف گندم‌کاری استان اصفهان شامل، کبوترآباد اصفهان(۱۸)، بروآن(۱۸)، نجف‌آباد(۲۰)، زواره(۴)، اردستان(۴)، سمیرم(۴)، میمه(۲)، فریدن(۲) و فریدون‌شهر(۸) جدا شد (جدول ۲). این قارچ روی محیط سیب زمینی- دکستروز- آگار رشد سریعی داشته و میزان رشد پرگنه در دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد پس ار سه روز ۳ سانتی‌متربود. این گونه، میسلیوم‌های سفید تا کرم رنگ و به صورت پراکنده تولیدنمود. میکروکنیدی‌ها به وفور وجود داشت و به شکل بیضوی یا قلوه‌ای و دارای ۱ الی۲ سلول بودند. ماکروکنیدی‌ها، سوسیسی شکل و ضخیم، کمی خمیده و دارای ۴-۳ دیواره عرضی مشخص بودند. ماکروکنیدی‌ها از منوفیالیدهای منشعب بر روی اسپورودخیوم‌ها کم‌رنگ تشکیل شده بودند. میکروکنیدی‌ها به ابعاد (۴/۸-۳/۶)×(۱۴/۴-۷/۲)۶/ ۹ میکرون و ماکروکنیدی‌ها (۶-۳/۶)۴/۸×(۳۱/۱-۱۹/۲)۵۲/۸ میکرون اندازه‌گیری شد.

5- *Phytophthora nicotiana*

پرگنه این گونه بی‌شکل، با انشعابات درختی، حاشیه صاف یا غیریکنواخت دارای ریسه‌های هوایی کوتاه تا بلند، ریسه‌ها تقریباً یکنواخت، انشعابات ریسه‌ها با زوایای حاده تا قائمه بوده و قطر ریسه‌ها (۵-۱/۷۵) با میانگین۳/۷ میکرون اندازه‌گیری شد. تورم ریسه به اشکال گرد، تخم‌مرغی و زاویه‌دار، در محیط‌های مایع به تعداد نسبتاً زیاد تشکیل شد. قطر تورم ریسه (۲۳-۱۰) با میانگین ۱۸/۶ میکرون اندازه‌گیری گردید. کلامیدوسپورها به اشکال گرد تا بیضوی، به صورت انتهایی یا میانی در محیط‌های جامد و مایع تشکیل شدند. و قطر کلامیدوسپورها (۴۵/۵-۱۳) میکرون با میانگین ۳۴/۵ میکرون بود. اسپورانژیوم‌ها پایا، به اشکال تخم‌مرغی، گلابی وارونه و بیضوی با یک پاپیل برجسته و با ابعاد (۵۰-۲۸)× (۵۴-۴۱) میکرون و میانگین ۳۸/۵× ۴۸/۷ میکرون و نسبت طول بر عرض ۱/۲ بودند. اسپورانژیوفورها به صورت ساده یا هم‌پایه، اسپورانژیوم‌های جدید را تولید نمودند. دماهای رشد کمینه ۹، بهینه ۲۷ و بیشینه ۳۵ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. در تحقیق حاضر تعداد ۱۸ جدایه از مناطق نجفآباد(۲)- سمیرم(۸)- میمه(۴) و فریدن منطقه دامنه (۴)جدا شد (جدول ۲).

6-*Fusarium culmorum* (W.G. & Smith) Sacc

سرعت رشد در این گونه زیاد و رنگ کلنی قارچ قرمز گلی بود. میکروکنیدی‌ها موجود نبود و سلول انتهایی ماکروکنیدی منقار مانند و شدیداً به طرف داخل خم شده بود. پرگنه‌ها در ابتدا دارای ریسه‌های تارعنکبوتی به رنگ سفید متمایل به خاکستری هستند که بعد از ۱۰-۷ روز همه پرگنه‌ها به رنگ سرخ روشن متمایل به رنگ هوایی در می‌آید که در زیر ریسه‌های هوایی توده‌های اسپور به صورت بالشتک‌های زرد متمایل به نارنجی با تعداد فراوان تشکیل می‌شوند. در تحقیق حاضر تعداد ۲۸ جدایه از مناطق نجف‌آباد(۲)-زواره(۴)- شهرضا(۲)- فریدون‌شهر(۲)- کبوترآباد(۱۸) جدا شد (جدول ۲).

بیماری‌زایی جدایه‌ها

نتایج بررسی آزمایش‌های بیماری‌زایی قارچ‌های *B. sorokiniana, G. g.* var. *tritici* , *ph. nicotianae, F. solani, F. semitectum, F. culmorum* جداسازی شده در استان اصفهان در شرایط گلخانه نشان داد که همه قارچ‌های مربوطه، توانایی ایجاد علایم بیماری را داشتند، با این تفاوت که زمان ایجاد علائم و شدت آن‌ها در بین قارچ‌های مربوطه متفاوت و معنی دار بود (جدول۲-۴)(p=0.01) . مقایسه میانگین تأثیر این قارچ‌ها بر روی ریشه گندم با استفاده از روش دانکن محاسبه شده است (جدول۳-۴). مقایسه میانگین بیماری‌زایی گونه‌های مربوطه نشان داد که از نظرمجموع پوسیدگی بذر و مرگ گیاهچه از تفاوت قابل توجهی با یکدیگر برخوردار بودند. بیشترین بیماری‌زایی در این خصوص در مجموع مربوط به گونه *B. sorokiniana* به ترتیب با ۷/۰۵ عدد که به تفکیک برای پوسیدگی بذر ۵/۵ عدد و مرگ گیاهچه ۱/۵۵ عدد بود که به طور جداگانه در یک گروه آماری قرار گرفت و با سایرین داشت (p=0.01). سپس در همین راستا گونه *G. g.*var. *tritici* با ۶/۵۵ عدد مرگ و میر گونه *Ph. nicotianae* نیز به همان مقدار که هر دو در یک گروه آماری قرار داشتند و با سایر جدایه‌ها تفاوت معنی‌دار بودند. قارچ *F.semitectum* نیز با ۶/۴۳ عدد مرگ و میر در جایگاه بعدی قرار گرفت. کمترین میزان مرگ و میر در گونه *F. solani* با ۴/۹۹ عدد مشاهده گردید که در یک گروه جداگانه از نظر آماری قرار گرفت (p=0.01). مقایسه بیماری‌زایی گونه‌ها در خصوص میزان رشد و نمو گیاه گندم نشان داد که به همان ترتیب فوق بیشترین کاهش میزان شاخص‌های رشدی شامل طول و وزن تر و خشک ساقه و ریشه در گونه *B. sorokiniana* و سپس گونه *G.g.*var. *tritici* و *Ph. nicotianae* و سایرین به ترتیب قرار گرفتند که بر حسب میزان بیماری‌زایی کاهش در شاخص‌های رشدی مشاهده گردید و هرکدام به نوبه‌ی خود در گروه‌های آماری مربوط به خود قرار گرفتند (جدول۳-۴)(p=0.01) .

جدول ۴-۲- واریانس مرکب شاخص‌های مورد بررسی در بیماری‌زایی گونه‌ها روی گیاه گندم

تیمار	درجه آزادی	SS	MS	F	CV
مجموع مرگ و میر	۹	۸۶/۵۹	۱۷/۹۱**	۹/۴۰	۱۸/۱۴
جوانه‌زنی بذور	۹	۷۱/۸۸	۱۴/۳۷**	۷/۹۴	۲۴/۴۶
پوسیدگی بذور	۹	۷۱/۸۸	۱۴/۳۷**	۷/۹۴	۲۹/۸۹
مرگ گیاهچه	۹	۹	۱/۸۰ns	۲/۶۸	۴۹/۱۴
طول ریشه	۹	۱۰۵۶/۱۸	۲۱۱/۲۳**	۶/۴۴	۲۱/۳۵
طول ساقه	۹	۵۷۶/۱۸	۱۱۵/۲۳ns	۴/۳۲	۲۸/۱۰
وزن تر ریشه	۹	۳۰/۰۶	۶/۰۱ns	۳/۵۹	۴۷/۵۵
وزن تر اندام هوایی	۹	۲۵/۵۹	۵/۱۱**	۱۰/۴۶	۲۷/۷۲
وزن خشک ریشه	۹	۲۱/۲۵	۴/۲۵**	۸/۳۴	۵۱/۵۶
وزن خشک اندام هوایی	۹	۲/۷۱	۰/۵۴ns	۴	۵۱/۶۶
طول ریشه شاهد	۹	۱۰/۲۲	۲/۰۴ns	۰/۷۷	۴/۱۳
طول ساقه شاهد	۹	۱/۸۵	۰/۳۷ns	۰/۲۲	۴/۵۱
وزن تر شاهد	۹	۰/۸۶	۰/۱۷ns	۱/۴۰	۷/۸۸
وزن خشک شاهد	۹	۰/۸۹	۰/۱۷ns	۱/۲۲	۱۴/۱۹

ns و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۴-۳- مقایسه میانگین آزمون بیماری‌زایی جدایه‌ها ی عامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در استان اصفهان

ردیف	تیمار	تعداد مرگ و میر	تعدادبذر جوانه‌زده	پوسیدگی بذر	مرگ گیاهچه	طول‌ریشه تیمار	طول‌ساقه تیمار	وزن تررریشه	وزن‌تر اندام‌هوایی	وزن‌خشک ریشه	وزن‌خشک اندام‌هوایی	طول ریشه شاهد	طول ساقه شاهد	وزن تر شاهد	وزن خشک شاهد
۱	*B. sorokiniana*	۷/۰۵a	۴/۵۰b	۵/۵۰a	۱/۵۵ba	۲۰/۲۷b	۱۴/۱۶b	۱/۶۷b	۱/۸۸c	۰/۶۷c	۰/۵۲c	۳۹/۰۲a	۲۸/۴۴a	۴/۴۱a	۲/۵۷a
۲	*Gaeumannomyces graminis*.var. *tritici*	۶/۵۵b	۴/۹۴b	۵/۰۵a	۱/۵۰ba	۲۷/۱۶a	۱۷/۷۲ba	۳/۱۲a	۲/۵۶b	۱/۳۱bac	۰/۶۱bac	۳۹/۶۳a	۲۸/۱۴a	۴/۵۸a	۲/۸۵a
۳	*Phythophthora nicotianae*	۶/۵۵b	۴/۷۷b	۵/۲۲a	۱/۳۳b	۲۸/۷۷a	۱۷/۵۰ba	۲/۶۷ba	۲/۲۴bc	۱/۰۴bc	۰/۵۶bc	۳۹/۸۰a	۲۸/۳۸a	۴/۳۰a	۲/۷۵a
۴	*F. culmorun*	۶/۴۹b	۴/۷۷b	۴/۲۷b	۲/۲۲a	۲۹/۱۱a	۲۱/۵۰a	۲/۵۶ba	۲/۲۲bc	۱/۴۵ba	۰/۷۶bac	۳۹/۰۷a	۲۸/۴۴a	۴/۴۱a	۲/۶۳a
۵	*Fusarium solani*	۴/۹۹c	۶/۵۵a	۳/۴۴b	۱/۵۵ba	۲۶/۲۲a	۱۹/۷۲a	۳/۰۳a	۲/۸۳ba	۱/۸۸a	۰/۹۰ba	۳۹/۶۹a	۲۸/۵۰a	۴/۵۰a	۲/۶۶a
۶	*F.semitectum*	۵/۳۳bc	۶/۵۰a	۳/۵۰b	۱/۸۳ba	۲۹/۳۳a	۱۹/۶۱a	۳/۲۶a	۳/۳۸a	۱/۹۳a	۰/۹۱ a	۳۹/۲۸a	۲۸/۵۵a	۴/۴۲a	۲/۷۲a

-تعداد مرگ و میر منظور مجموع پوسیدگی بذر و مرگ گیاهچه می‌باشد.

- اعداد با حروف مشابه در ستون‌ها فاقد اثر معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند.

واکنش ارقام و لاین‌های گندم

بررسی انجام شده در خصوص بیماری‌زایی گونه‌های قارچی عامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم جدا شده از استان اصفهان در شرایط گلخانه نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد آزمون از واکنش متفاوتی نسبت به هر یک از گونه‌های مربوطه برخوردار بودند. نتایج نشان داد که این اختلاف بسیار قابل توجه و معنی‌دار بوده که در جداول مربوطه به شرح زیر و بر اساس اولویت ارایه گردیده است.

۴-۱- بررسی حساسیت ارقام گندم نسبت به قارچ *Bipolaris. sorokiniana*

قارچ *Bipolaris. sorokiniana* از نظر بیماری‌زایی نسبت به سایر گونه‌ها از شدت بالایی برخوردار بود که درخصوص واکنش ارقام نیز اختلاف آن با سایر گونه‌ها اختلاف قابل توجهی و معنی‌داری نشان داد (جدول ۴-۴) (p= 0.01) .

جدول ۴-۱-۱- واریانس شاخص‌های واکنش مورد بررسی ارقام و لاین های گندم به قارچ *Bipolaris sorokinia*

تیمار	درجه آزادی	SS	MS	F	CV
جوانه‌زنی بذور	۱۶	۲۷۳/۹۲	۱۷/۱۲**	۳۹/۹۱	۱۴/۹۷
پوسیدگی بذور	۱۶	۲۷۳/۹۲	۱۷/۱۲**	۳۹/۹۱	۱۱/۶۳
مرگ گیاهچه	۱۶	۱۲۳/۶۸	۷/۷۳**	۱۳/۵۱	۲۹/۲۲
طول ریشه	۱۶	۴۶۹۸/۴۴	۲۹۳/۶۵**	۱۸۱/۹۸	۶/۳۵
طول ساقه	۱۶	۲۲۲/۳۲	۱۳/۸۹**	۱۲/۰۴	۸/۵۳
وزن تر ریشه	۱۶	۶۷/۹۱	۴/۲۴**	۵۵/۳۹	۱۳/۸۰
وزن تر اندام هوایی	۱۶	۵۲/۲۹	۳/۲۶**	۲۴/۲۳	۱۸/۷۱
وزن خشک ریشه	۱۶	۶/۱۱	۰/۳۸**	۳۲/۳۴	۱۶/۲۱
وزن خشک اندام هوایی	۱۶	۱۳/۲۳	۰/۸۲**	۱۰۶/۴۵	۱۶/۱۱
طول ریشه شاهد	۱۶	۸۰۲۴/۲۹	۵۰۱/۵۱**	۳۸۹/۳۳	۳/۱۳
طول ساقه شاهد	۱۶	۲۳۳۱/۶۴	۱۴۵/۷۲**	۱۴۲/۵۳	۴/۲۶
وزن تر شاهد	۱۶	۲۲۲/۷۸	۱۳/۹۲**	۸۶/۸۶	۸/۴۰
وزن خشک شاهد	۱۶	۳۰/۸۷	۱/۹۲**	۵۱/۶۰	۸/۳۲

ns و ** به ترتیب غیرمعنیدار و معنیدار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۴-۱-۲- مقایسه میانگین شاخص های بیماری‌زایی قارچ Bipolaris sorokniana بر روی ارقام و لاین های گندم در شرایط گلخانه

ردیف	رقم	تعدادبذرجو انه‌زده	پوسیدگی بذر	مرگ گیاهچه	طول‌ریشه تیمار	طول‌ساقه تیمار	وزن تریشه	وزن‌تر اندام‌هوایی	وزن‌خشک ریشه	وزن‌خشک اندام‌هوایی	طول ریشه شاهد	طول ساقه شاهد	وزن تر شاهد	وزن خشک شاهد
۱	m-90-9	۳^{ced}	۷^{bdc}	۳^{fedc}	۲۶/۶۶^{c}	۱۱^{fhg}	۰/۴۳^{g}	۰/۵۰^{h}	۰/۲۰^{fg}	۰/۱۶^{g}	۳۶^{de}	۱۷/۷۰^{ih}	۳/۰۶^{ghi}	۱/۷۶^{ed}
۲	بهار	۵^{b}	۵^{e}	۴/۶۶^{bac}	۲۱/۳۳^{d}	۱۲^{fedg}	۲/۳۰^{dc}	۰/۴۶^{h}	۰/۶۰^{cbd}	۰/۳۳^{gef}	۳۱/۹۶^{f}	۱۸/۹۶^{gh}	۵/۹۰^{d}	۳/۰۳^{bc}
۳	ارگ	۷^{a}	۳^{f}	۶/۳۳^{a}	۲۱^{d}	۹^{h}	۱/۷۰^{dce}	۲/۳۰^{dce}	۰/۸۰^{b}	۰/۴۶^{de}	۴۶/۱۰^{b}	۱۸/۲۳^{h}	۲/۹۰^{ghi}	۱/۱۰^{f}
۴	دنا	۳/۳۳^{ced}	۶/۶۶^{bdc}	۲/۶۶^{fedc}	۳۱/۳۳^{b}	۱۴^{bedc}	۱/۵۳^{e}	۱۳/۸۰^{dgfe}	۰/۶۶^{cbd}	۰/۱۳^{g}	۵۵/۳۳^{a}	۲۲/۶۰^{ef}	۳^{ghi}	۱/۸۰^{d}
۵	مهدوی	۳/۶۶^{cbd}	۶/۳۳^{edc}	۱^{g}	۳۱/۳۳^{b}	۱۲^{fedg}	۲/۳۰^{dc}	۱/۳۰^{hgf}	۰/۷۶^{b}	۰/۲۳^{gf}	۴۶/۳۳^{a}	۲۲/۴۶^{ef}	۷/۰۳^{c}	۳/۳۰^{b}
۶	روشن	۴/۳۳^{cb}	۵/۶۶^{ed}	۳/۶۶^{bdc}	۶/۲۶^{g}	۹/۳۳^{hg}	۱^{gfe}	۲/۱۳^{dfe}	۰/۶۰^{cbd}	۰/۴۰^{def}	۱۸/۲۶^{h}	۲۵/۲۳^{d}	۳/۸۳^{gf}	۱/۳۰^{ef}
۷	الوند	۸/۳۳^{a}	۱/۶۶^{f}	۵^{ba}	۱۰/۲۶^{f}	۱۲/۴۳^{fedc}	۲/۳۶^{c}	۲/۵۳^{dce}	۱/۳۳^{a}	۰/۶۰^{dc}	۱۸/۸۰^{h}	۲۰^{gh}	۲/۷۰^{hi}	۱/۶۳^{ed}
۸	سیروان	۳^{ced}	۷^{bdc}	۳^{fedc}	۶/۶۳^{g}	۱۱/۴۰^{fehg}	۳/۵۰^{b}	۴/۱۰^{a}	۰/۴۶^{ced}	۰/۱۳^{g}	۱۷/۷۶^{h}	۲۰/۸۶^{gf}	۵^{ed}	۲/۶۰^{c}
۹	m-90-7	۴^{cb}	۶^{ed}	۳/۳۳^{bedc}	۶/۰۶^{g}	۱۱/۱۰^{fhg}	۱/۶۳^{de}	۲/۵۰^{dce}	۰/۶۳^{cbd}	۰/۸۰^{c}	۱۸/۶۰^{h}	۱۵/۶۳^{i}	۴/۵۶^{ef}	۱/۶۶^{ed}
۱۰	بک کراس روشن	۷/۳۳^{a}	۲/۶۶^{f}	۱/۳۳^{fg}	۲۳/۶۶^{d}	۱۵/۶۶^{ba}	۳^{b}	۳/۱۳^{bc}	۰/۲۶^{feg}	۰/۱۳^{g}	۳۳/۴۶^{ef}	۴۲/۱۳^{a}	۵/۷۳^{d}	۲/۶۶^{c}
۱۱	بم	۱^{f}	۹^{a}	۱$_{g}$	۱۴/۶۶^{e}	۱۲/۳۳^{fed}	۵/۵۶^{a}	۲/۷۰^{dc}	۰/۱^{g}	۲/۱۳^{a}	۴۵/۸۳^{b}	۲۶/۴۰^{d}	۹/۶۳^{a}	۲/۸۰^{c}
۱۲	m-90-16	۲^{fe}	۸^{ba}	۱/۳۳^{fg}	۴۲/۶۶^{a}	۱۴/۳۳^{bdc}	۱/۷۰^{dce}	۱/۷۳^{gfe}	۱/۱۳^{a}	۰/۷۶^{c}	۴۶/۲۶^{b}	۲۴/۷۳^{ed}	۶/۸۳^{c}	۳/۰۶^{bc}
۱۳	پیشتاز	۱/۳۳^{f}	۸/۶۶^{a}	۱/۶۶^{feg}	۲۳/۶۶^{d}	۱۵^{bac}	۱/۳۶^{fe}	۰/۹۳^{hg}	۰/۳۳^{feg}	۰/۱۶^{g}	۳۸/۳۳^{d}	۳۴/۵۰^{b}	۸/۳۰^{b}	۳/۷۶^{a}
۱۴	پیشگام	۳/۳۳^{ced}	۶/۶۶^{bdc}	۱^{g}	۲۱^{d}	۱۷^{a}	۱/۷۰^{dce}	۱/۳۳^{hgf}	۰/۷۳^{b}	۰/۴۶^{de}	۳۸^{d}	۳۱/۶۶^{c}	۲/۵۰^{i}	۱/۷۰^{ed}
۱۵	مرودشت	۸/۳۳^{a}	۱/۶۶^{f}	۱/۶۶^{feg}	۱۵^{e}	۱۴^{bedc}	۱/۶۶^{de}	۳/۵۶^{ba}	۱/۱۶^{a}	۱/۴۳^{b}	۴۳^{c}	۲۶/۱۶^{d}	۲/۹۰^{ghi}	۲/۰۳^{d}
۱۶	افق	۲/۳۳^{fed}	۷/۶۶^{bac}	۲/۳۳^{fedg}	۱۷^{e}	۱۲^{fedg}	۰/۷۳^{gf}	۱/۱۶^{hg}	۰/۴۳^{fed}	۰/۴۶^{de}	۲۴/۵۳^{g}	۱۸^{h}	۳/۶۰^{gh}	۱/۹۰^{d}
۱۷	پارسی	۷^{a}	۳^{f}	۱^{g}	۲۱/۳۳^{d}	۱۱/۳۳^{fehg}	۱/۶۰^{de}	۱/۱۶^{hg}	۱/۱۳^{a}	۰/۴۶^{de}	۵۶/۸۰^{a}	۱۸/۲۰^{h}	۳/۴۴^{ghi}	۳/۳۶^{ba}

۴-۱-۲- بررسی شاخص جوانه‌زنی تیمار

نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس گلخانه برای صفت جوانه زنی بذور، نشان داد که اختلاف قابل توجه و معنی‌داردر سطح احتمال یک در صد، در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون وجود دارد(جدول ۴-۱)(P=0/01). جمع‌بندی نتایج حاصله از داده‌های گلخانه در خصوص میانگین شاخص جوانه‌زنی بذور ژنوتیپ‌های مختلف مورد بررسی نشان داد که تفاوت معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد. در این خصوص رقم‌های الوند و مرودشت به طور مشترک با تعداد هشت عدد با بیشترین تعداد در راس قرار گرفتند که در یک گروه مجزا و با اثر معنی‌دار واقع شده‌اند. در این خصوص کمترین مقدار مربوط به رقم بم با یک عدد و لاین m-90-16 با ۲ عدد جوانه زنی بذر بودند که از نظر آماری با سایر ارقام و لاین‌های مورد آزمون معنی‌دار بودند. مابقی ژنوتیپ‌ها در حد واسط این دو گروه واقع شدند (جدول ۴-۱)(P=0/01).

۴-۱-۳- بررسی شاخص پوسیدگی بذر تیمار

نتایج واکنش ژنوتیپ‌های مربوطه به این قارچ نشان داد که از نظر پوسیدگی بذر، بیشترین واکنش مربوط به رقم بم با ۹ عدد و کمترین آن در رقم‌های الوند و مرودشتبه طور مشترک با یک عدد پوسیدگی بذر مشاهده شد که از نظر آماری با سایر ارقام و لاین‌های مورد آزمون معنی‌دار بودند. مابقی ژنوتیپ‌ها در حد واسط این دو گروه واقع شدند. البته پس از رقم بم، رقم پیشتاز با ۸/۶۶ و لاین m-90-16 با ۸ عدد به ترتیب در مراتب بعدی قرار گرفتند که از نظر آماری برحسب مقدار در گروه‌های مربوطه وارد شدند (جدول ۴-۱)(P=0/01).

۴-۱-۴- بررسی شاخص مرگ گیاهچه تیمار

واکنش ارقام در خصوص مرگ گیاهچه نیز با اختلاف قابل توجه و اثر معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون بود. بدین صورت که بیشترین مرگ گیاهچه در رقم ارگ با ۶/۳۳، سپس رقم الوند با ۵ عدد واقع شدند که از نظر آماری در یک گروه قرار داشته و با سایر ارقام اثر معنی‌دار نشان دادند. ولی، کمترین میزان مرگ گیاهچه به ترتیب در ارقام مهدوی، بم، پیشگام و پارسی به طور مشترک همگی با یک عدد مرگ گیاهچه مشاهده شد که از نظر آماری در یک گروه واقع شده و با سایرین دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۴-۱)(P=0/01).

بررسی‌های انجام شده در خصوص شاخص‌های رشدی ژنوتیپ‌های مایه‌زنی شده با *Bipolaris sorokinia* مربوطه نشان داد که قارچ عامل بیماری اثر به سزایی در رشد و نمو ژنوتیپ‌ها داشته نسبت به شاهد کاهش قابل توجهی در برداشته است.

۴-۱-۵- بررسی شاخص طول ریشه تیمار

نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس شاخص رشدی گیاه در گلخانه برای صفت طول ریشه، نشان داد که اختلاف قابل توجه و معنی‌دار در سطح احتمال یک در صد، در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون وجود دارد (جدول ۴-۱) (P=0/01). جمع بندی نتایج حاصله در خصوص میانگین طول ریشه روی ژنوتیپ‌های مختلف مورد بررسی نشان داد که تفاوت معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد. در این خصوص، بیشترین

کاهش مربوط به لاین m-90-7 و روشن و سیروان به ترتیب با ۶/۰۶، ۶/۲۶، ۶/۶۳ سانتی‌متر بود که هر سه در یک گروه آماری و با اثر معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها بودند(جدول ۴-۱)(P=0/01). در همین راستا، در تیمارهای شاهد برای ژنوتیپ‌های مذکور طول ریشه به ترتیب ۱۸/۶۰، ۱۸/۲۶، ۱۷/۷۶ بود که نشان می‌دهد حدود ۱۱ الی ۱۲ سانتی‌متر کاهش در رشد طول ریشه داشته است. در صورتی‌که کمترین کاهش طول ریشه، مربوط به ژنوتیپ‌های m-90-16 با ۴۲/۶۶ سانتی‌متر بوده که به تنهایی در یک گروه آماری بوده و سپس دو رقم مهدوی و روشن، هر دو به طور مشترک با ۳۱/۳۳ سانتی‌متر، در یک گروه آماری دیگر و با اثر معنی‌دار با سایرین مشاهده شد (جدول ۴-۱)(P=0/01). در صورتی‌که کمترین شاهد مربوط به رقم سیروان با ۱۷/۷۶ سانتی‌متر و پس از آن ارقام روشن، m-90-7 و الوند به ترتیب با ۱۸/۲۶، ۱۸/۶۰و ۱۸/۸۰ سانتی‌متر بودند.

۴-۱-۶- بررسی شاخص طول ساقه تیمار

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در خصوص شاخص طول ساقه نشان داد که اختلاف قابل توجه و معنی‌دار در سطح احتمال یک در صد،در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون وجود دارد (جدول ۴-۱)(P=0/01).

در این خصوص بیشترین کاهش طول ساقه در رقم ارگ و روشن که به ترتیب با ۹ و ۹/۳۳ سانتی‌متر و در یک گروه آماری و اثر معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفته‌اند (جدول ۴-۱)(P=0/01). در صورتی‌که در تیمارهای شاهد برای دو رقم مذکور طول ساقه به ترتیب ۱۸/۲۳ و ۲۴/۴۶ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد که نشان دهنده حدود ۱۱ تا ۱۳ سانتی‌متر اختلاف می‌باشد (جدول ۴-۱)(P=0/01). کمترین شاهد مربوط به رقم m-90-9 با ۱۷/۷۰ سانتی‌متر و بعد از آن ارقام افق، پارسی و ارگ به ترتیب با ۱۸، ۱۸/۲۰ و ۱۸/۲۳ سانتی‌متر کمترین کاهش طول ساقه را نشان دادند.

۴-۱-۷- بررسی شاخص وزن تر ریشه تیمار

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در خصوص شاخص وزن تر ریشه نشان داد که اختلاف قابل توجه و معنی‌دار در سطح احتمال یک در صد،در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون وجود دارد (جدول ۴-۱)(P=0/01).

بیشترین کاهش وزن در اثر این قارچ مربوط به لاین m-90-9 با مقدار ۰/۴۳ گرم و در یک گروه آماری و اثر معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفت(جدول ۴-۱)(P=0/01). رقم‌های افق، روشن و دنا به ترتیب با ۰/۷۳، ۱، ۱/۵۳ گرم در مراتب بعدی قرار گرفتند. در این خصوص در تیمارهای شاهد وزن تر ریشه برای رقم‌های فوق به ترتیب برابر با ۳/۰۶، ۳/۶۰، ۳/۸۳ و ۳ گرم بود که این مقدارحدود ۳ گرم با وزن تیمارهای مایه‌زنی شده با این قارچ دارای اختلاف بودند (جدول ۴-۱)(P=0/01). کمترین میزان وزن تر ریشه شاهد در ارقام متعلق به رقم پیشگام با مقدار ۲/۵۰ گرم و ارگ و مرودشت هر کدام با ۲/۹۰ گرم و رقم الوند با ۲/۷۰ گرم بودند.

۴-۱- ۸- بررسی شاخص وزن خشک ریشه تیمار

تجزیه آماری داده‌ها از نظر شاخص رشدی ژنوتیپ‌های مورد آزمون نشان داد که اختلاف قابل توجه و معنی‌دار در سطح احتمال یک در صد،در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون از نظر وزن خشک ریشه وجود دارد

(جدول۴-۱) (P=0/01). بررسی شاخص وزن خشک ریشه نشان داد که بیشترین کاهش وزن مربوط به رقم بم با مقدار ۰/۱۳ گرم و در یک گروه آماری و اثر معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفت (جدول ۴-۱)(P=0/01). سپس لاین m-90-9 و رقم بک کراس با میزان ۰/۲۰ و ۰/۲۶ در مراتب بعدی قرار گرفتند. در تیمارهای شاهد وزن خشک ریشه برای ارقام فوق به ترتیب برابر با ۲/۸۰، ۱/۷۶ و ۲/۶۶ بود که در حدود ۱ تا ۱/۵ گرم با تیمارهای آلوده به قارچ اختلاف داشتند(جدول ۴-۱)(P=0/01). در این خصوص کمترین وزن خشک ریشه شاهد مربوط به ارقام ارگ، روشن و پیشگام با مقدار ۱/۱۰، ۱/۳۰و ۱/۷۰ و بیشترین مقدار وزن خشک ریشه شاهد مربوط به رقم پیشتاز با ۳/۷۶ گرم در یک گروه آماری و اثر معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفت(جدول ۴-۱)(P=0/01). و بعد از آن رقم پارسی ۳/۳۶ گرم و لاین m-90-16 با ۳/۰۶ و رقم بهار با ۳/۰۳ گرم و در یک گروه آماری با اثر معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها در مراتب بعدی قرار گرفتند (جدول ۴-۱)(P=0/01).

۴-۱-۹- بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی

نتایج بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به رقم دنا با ۱۳/۸۰ گرم و در یک گروه آماری و اثر معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی قرار گرفت(جدول ۴-۱)(P=0/01). بیشترین کاهش وزن تر اندام هوایی مربوط به رقم بهار با ۰/۴۶ گرم و بعد از آن لاین m-90-9 با مقدار ۰/۲۰ گرم کاهش وزن تر اندام هوایی در یگ گروه آماری و اثر معنی‌دار نسبت به سایر ارقام قرار گرفتند (جدول ۴-۱)(P=0/01).

۴-۱-۱۰- بررسی شاخص وزن خشک اندام هوایی

در بررسی وزن خشک اندام هوایی ارقام گندم مایه زنی شده با قارچ فوق رقم بم با ۲/۱۳ گرم بیشترین مقدار وزن تر را نشان داد که در یک گروه آماری و اثر معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی قرار گرفت(جدول ۴-۱)(P=0/01). رقم مرودشت با ۱/۴۳ گرم در جایگاه بعدی قرار گرفت. بیشترین کاهش وزن خشک اندام هوایی مربوط به ارقام دنا و بک کراس روشن به طور مشترک با مقدار ۰/۱۳ گرم و ارقام پیشتاز و مهدوی به ترتیب با ۰/۱۶ و ۰/۲۳ گرم در یک گروه آماری با اختلاف معنی‌دار در مراتب بعدی قرار گرفتند (جدول ۴-۱)(P=0/01).

۴-۲- بررسی حساسیت ارقام گندم نسبت به قارچ *Gaemnomyces graminis* var. *tritici*

ارقام مربوطه نسبت به قارچ *Gaemnomyces graminis* var. *tritici* نیز واکنش متفاوت داشته و در مقایسه با سایر گونه‌ها از شدت بالا و با اثر معنیدار برخوردار بود (p= 0.01).

۴-۲-۱- بررسی شاخص جوانه‌زنی بذور تیمارها

نتایج واکنش ژنوتیپ‌های مربوطه به این قارچ نشان داد که از نظر شاخص جوانه زنی بذر، بیشترین میزان مربوط به رقم‌های بک‌کراس‌روشن و مرودشت به طور مشترک با تعداد هشت عدد و رقم مهدوی با ۷ عدد بوده و کمترین آن مربوط به ارقام دنا، روشن و بم به طور مشترک با یک عدد جوانه زنی بذر بودند که از

نظر آماری با سایر ارقام و لاین‌های مورد آزمون معنی‌دار است. مابقی ژنوتیپ‌ها در حد واسط این دو گروه واقع شدند (p= 0.01).

۴-۲-۲- بررسی شاخص پوسیدگی بذور تیمارها

واکنش ارقام مربوطه به این قارچ در خصوص پوسیدگی بذر نشان داد که بیشترین میزان مربوط به رقم دنا و لاین m-90-16 با مقدار ۸/۶۶ و ارقام روشن و بم با ۸/۳۳ عدد و کمترین آن مربوط به رقم‌های بک‌کراس، مرودشت و با ۱/۶۶ عدد پوسیدگی بذر که از نظر آماری با سایر ارقام و لاین‌های مورد آزمون معنی‌دار بودند. مابقی ژنوتیپ‌ها در حد واسط این دو گروه واقع شدند. البته پس از رقم بم، رقم افق با ۸ عدد به ترتیب در مراتب بعدی قرار گرفتند که از نظر آماری برحسب مقدار در گروه‌های مربوطه وارد شدند (p= 0.01).

۴-۲-۳- بررسی شاخص مرگ گیاهچه تیمارها

واکنش ارقام در خصوص مرگ گیاهچه نیز با اختلاف قابل توجه و اثر معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون بود. بدین صورت که بیشترین مرگ گیاهچه در رقم مهدوی با ۶/۳۳، سپس در رقم الوند با ۶ عدد واقع شدند که از نظر آماری در یک گروه قرار دارند و با سایر ارقام اثر معنی‌دار نشان دادند. ولی کمترین میزان مرگ گیاهچه دررقم روشن با یک عدد مرگ گیاهچه بود و ارقام دنا، بم و m-90-16 با مقدار ۱/۳۳ بودند که از نظر آماری در یک گروه واقع شده و با سایرین دارای اختلاف معنی‌دار هستند (p= 0.01).

بررسی‌های انجام شده در خصوص شاخص‌های رشدی ژنوتیپ‌های مایه‌زنی شده مربوطه نشان داد که قارچ عامل بیماری اثر به سزایی در رشد و نمو ژنوتیپ‌ها داشته نسبت به شاهد کاهش قابل توجهی در برداشته است.

۴-۲-۴- بررسی شاخص طول ریشه تیمار

در خصوص طول ریشه، بیشترین کاهش مربوط به رقم روشن با ۵ سانتی‌متر بود و لاین m-90-7 با میزان ۵/۲۶ که هر دو در یک گروه آماری و با اثر معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها بودند (p= 0.01). در همین راستا در تیمارهای شاهد برای ژنوتیپ‌های مذکور طول ریشه به ترتیب ۱۸/۸۳و ۱۸/۱۶ سانتی‌متر بود که نشان می‌دهد حدود ۱۲ سانتی‌متر کاهش در رشد طول ریشه داشته است. در صورتی‌که کمترین کاهش طول ریشه مربوط به ژنوتیپ‌های مرودشت و بم به ترتیب با ۳۵/۳۳ و ۳۴/۶۶ سانتی‌متر بوده که در یک گروه آماری بودند و سپس دو رقم پیشگام و و پیشتاز به ترتیب با ۲۶/۶۶ و ۲۶/۳۳ در یک گروه آماری دیگر و با اثر معنی‌دار با سایرین مشاهده شد (p= 0.01). در صورتی‌که کمترین شاهد مربوط به رقم سیروان و لاین m-7 -90 با ۱۸/۱۶سانتی‌متر در یک گروه آماری دیگر و با اثر معنی‌دار با سایرین بودند (p= 0.01).

۴-۲-۵- بررسی شاخص طول ساقه تیمار

شاخص طول ساقه نشان داد که بیشترین کاهش طول ساقه در لاین *m-90-9* به میزان ۷/۵۰ سانتیمتر و در یک گروه آماری و اثر معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفت (p= 0.01). در صورتی‌که در تیمار شاهد برای رقم مذکور طول ساقه ۱۷/۹۰سانتی‌متر اندازه‌گیری شد که نشان دهنده حدود ۱۰ سانتی‌متر

اختلاف می‌باشد(p= 0.01). کمترین مقدار طول ساقه شاهد مربوط به لاین m-90-7 با ۱۵/۷۰ سانتی‌متر که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفت.

جدول ۴-۲-۱- واریانس شاخص‌های مورد بررسی ارقام و لاین های گندم به قارچ *Gaemnomyces graminis* var *tritici*

تیمار	درجه‌آزادی	SS	MS	F	CV
جوانه‌زنی بذور	۱۶	۲۹۰/۰۷	۱۸/۱۲**	۲۳/۷۸	۱۹/۴۴
پوسیدگی بذور	۱۶	۲۹۰/۰۷	۱۸/۱۲**	۲۳/۷۸	۱۵/۸۴
مرگ گیاهچه	۱۶	۱۴۶/۰۷	۹/۱۲**	۱۶/۳۰	۲۶/۳۲
طول ریشه	۱۶	۴۶۲۹/۹۹	۲۸۹/۳۷**	۱۱۶/۰۶	۷/۵۸
طول ساقه	۱۶	۱۱۵۴/۹۰	۷۲/۱۸**	۳۶/۹۸	۹/۹۵
وزن تر ریشه	۱۶	۲۴۲/۵۶	۱۵/۱۶**	۲۱۱/۹۳	۹/۶۴
وزن تر اندام هوایی	۱۶	۵۸/۷۲	۳/۶۷**	۴۳/۰۳	۱۳/۰۴
وزن خشک ریشه	۱۶	۳۶/۶۹	۲/۲۹**	۲۴۶/۵۵	۸/۹۴
وزن خشک اندام هوایی	۱۶	۲۱/۶۱	۱/۳۵**	۱۵۶/۱۳	۱۳/۵۵
طول ریشه شاهد	۱۶	۸۴۸۵/۹۳	۵۳۰/۳۷**	۳۹۶/۲۰	۳/۱۳
طول ساقه شاهد	۱۶	۲۳۵۹/۶۷	۱۴۷/۴۷**	۱۲۵/۷۲	۴/۵۴
وزن تر شاهد	۱۶	۲۲۷/۱۷	۱۴/۱۹**	۶۵/۵۱	۹/۵۳
وزن خشک شاهد	۱۶	۳۹/۲۰	۲/۴۵**	۴۹/۷۵	۹/۰۸

ns و ** به ترتیب غیرمعنیدار و معنیدار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۴-۲-۲- مقایسه میانگین شاخص های بیماری‌زایی قارچ *Gaeumenomyces graminis* . var. *tritici* بر روی ارقام و لاین های گندم در شرایط گلخانه

ردیف	رقم	تعدادبذر جوانه‌زده	پوسیدگی بذر	مرگ گیاهچه	طول‌ریشه تیمار	طول‌ساقه تیمار	وزن تررریشه	وزن‌تر اندام‌هوایی	وزن‌خشک ریشه	وزن‌خشک اندام‌هوایی	طول ریشه شاهد	طول ساقه شاهد	وزن تر شاهد	وزن خشک شاهد
۱	m-90-9	۴/۳۳^{ed}	۵/۶۶^{dc}	۲/۳۳^{efcd}	۲۱^{c}	۷/۵۰^{h}	۱/۵۶^{efg}	۱/۵۰^{e}	۰/۷۰^{fheg}	۰/۳۰^{hegf}	۳۶/۱۰^{gf}	۱۷/۹۰^{ijh}	۳/۰۳^{hg}	۱/۷۳^{g}
۲	بهار	۶^{bdc}	۴^{edf}	۵/۳۳^{ba}	۲۱^{c}	۱۱^{feg}	۲/۳۳^{d}	۰/۶۶^{f}	۰/۸۰^{fe}	۰/۵۰^{ed}	۳۲/۶۳^{h}	۱۹/۴۳^{gifh}	۶/۲۰^{cb}	۳/۵۰^{bc}
۳	ارگ	۴^{edf}	۶^{bdc}	۳/۶۶^{bcd}	۲۶^{b}	۱۲/۶۶^{fced}	۱/۴۶^{fg}	۱/۵۰^{e}	۰/۷۰^{fheg}	۰/۲۳^{hgf}	۵۱/۹۰^{c}	۱۸/۸۰^{gih}	۳/۱۰^{hg}	۱^{h}
۴	دنا	۱/۳۳^{g}	۸/۶۶^{a}	۱/۳۳^{f}	۱۸^{c}	۱۱^{feg}	۱/۴۳^{fg}	۰/۶۳^{f}	۰/۴۶^{hi}	۰/۱۳^{h}	۵۵^{b}	۲۳/۹۳^{ed}	۳/۳۳^{hfg}	۲/۱۰^{fg}
۵	مهدوی	۷/۳۳^{ba}	۲/۶۶^{gf}	۶/۳۳^{a}	۱۹/۳۳^{c}	۸^{hg}	۱/۶۳^{efg}	۱/۷۰^{e}	۰/۷۳^{feg}	۰/۳۳^{hegdf}	۴۵/۸۳^{d}	۲۱/۷۳^{ef}	۷/۱۶^{b}	۲/۸۶^{de}
۶	روشن	۱/۶۶^{g}	۸/۳۳^{a}	۱^{f}	۵^{d}	۱۴/۶۶^{cbd}	۱/۱۰^{fg}	۲/۶۰^{cd}	۰/۴۳i	۰/۴۰^{egdf}	۱۸/۸۳^{j}	۲۵/۶۳^{d}	۴/۰۳^{efg}	۰/۹۶^{h}
۷	الوند	۷^{ba}	۷^{g}	۶^{a}	۸/۶۰^{d}	۱۳/۳۶^{fcebd}	۰/۹۶^{g}	۲/۰۳^{ed}	۰/۵۶^{fhig}	۰/۳۳^{hegdf}	۱۸/۵۰^{j}	۲۰/۰۳^{gfh}	۳/۱۳^{hg}	۱/۷۰^{g}
۸	سیروان	۲/۶۶^{egf}	۷/۳۳^{bac}	۲/۳۳^{efcd}	۶/۶۳^{d}	۱۱/۳۳^{fegd}	۰/۹۶^{g}	۱/۴۳^{e}	۰/۵۶^{fhig}	۰/۳۰^{hegf}	۱۸/۱۶^{j}	۲۱/۰۶^{gf}	۴/۳۳^{ef}	۲/۴۳^{fe}
۹	m-90-7	۴/۶۶^{edc}	۵/۳۳^{edc}	۴^{bc}	۵/۲۶^{d}	۱۲^{fed}	۲/۱۳^{ed}	۳/۵۳^{b}	۱/۳۰^{d}	۱/۲۰^{c}	۱۸/۱۶^{j}	۱۵/۷۰^{j}	۵/۰۳^{ed}	۱/۹۰^{fg}
۱۰	بک کراس روشن	۸/۳۳^{a}	۱/۶۶^{g}	۱/۶۶^{ef}	۳۴^{a}	۲۶^{a}	۵/۶۶^{b}	۳/۱۳^{cb}	۱/۶۰^{c}	۰/۵۶^{d}	۳۴/۵۳^{gh}	۴۲/۹۰^{a}	۵/۸۶^{cd}	۳^{dc}
۱۱	بم	۱/۶۶^{g}	۸/۳۳^{a}	۱/۳۳^{f}	۳۴/۶۶^{a}	۱۴/۳۳^{cebd}	۸/۹۰^{a}	۳/۵۶^{b}	۰/۵۰^{hig}	۲/۵۶^{a}	۴۸/۲۶^{d}	۲۶/۴۰^{d}	۹/۱۰^{a}	۲/۷۰^{de}
۱۲	m-90-16	۱/۳۳^{g}	۸/۶۶^{a}	۱/۳۳^{f}	۲۵/۳۳^{b}	۱۶/۳۳^{b}	۵/۹۰^{b}	۳/۵۰^{b}	۳/۷۰^{a}	۱/۷۰^{b}	۴۵/۹۰^{d}	۲۵/۵۳^{d}	۶/۹۶^{b}	۳/۵۰^{bc}
۱۳	پیشتاز	۴/۶۶^{edc}	۵/۳۳^{edc}	۳/۳۳^{ecd}	۲۶/۳۳^{b}	۱۶^{cb}	۴/۳۶^{c}	۲/۱۶^{ed}	۲/۲۰^{b}	۰/۲۰^{hg}	۳۶/۵۰^{gf}	۳۴/۵۰^{b}	۹/۳۰^{a}	۴/۰۶^{a}
۱۴	پیشگام	۴/۳۳^{ed}	۵/۶۶^{dc}	۳/۶۶^{bcd}	۲۶/۶۶^{b}	۱۴^{cebd}	۱/۵۶^{efg}	۱/۴۳^{e}	۰/۵۳^{hig}	۰/۴۳^{egdf}	۳۸/۶۶^{f}	۳۰/۵۰^{c}	۲/۷۰^{h}	۱/۹۰^{fg}
۱۵	مرودشت	۸/۳۳^{a}	۱/۶۶^{g}	۱/۳۳^{f}	۳۵/۳۳^{a}	۲۴^{a}	۱/۳۳^{fg}	۴/۵۶^{a}	۰/۸۶^{e}	۱/۵۶^{b}	۴۳/۱۶^{e}	۲۵/۶۳^{d}	۳/۱۰^{hg}	۲/۴۰^{fe}
۱۶	افق	۲^{gf}	۸^{ba}	۲^{efd}	۲۱/۳۳^{c}	۱۶/۳۳^{b}	۱/۷۰^{ef}	۱/۶۳^{e}	۰/۵۶^{fhig}	۰/۴۳^{egdf}	۲۶/۸۳^{i}	۱۷/۳۳^{ij}	۳/۳۰^{hfg}	۲/۱۰^{fg}
۱۷	پارسی	۶/۶۶^{ac}	۳/۳۳^{egf}	۱/۳۳^{f}	۱۹/۳۳^{c}	۱۰^{fhg}	۴/۱۰^{c}	۲/۴۶^{cd}	۲/۱۰^{b}	۰/۴۶^{edf}	۵۸/۱۳^{a}	۱۸^{ijh}	۳/۲۶^{hfg}	۳/۶۶^{ba}

اعداد با حروف مشابه از نظر آماری فاقد اختلاف معنی دار هستند.

۴-۲-۶- بررسی شاخص وزن تر ریشه تیمار

وزن تر ریشه نشان داد که بیشترین کاهش وزن در اثر این قارچ مربوط ب الوند و سیروان با مقدار ۰/۹۶گرم که در یک گروه آماری و اثر معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01) . رقم‌های روشن، دنا و مرودشت به ترتیب با ۱/۱۰، ۱/۳۳و ۱/۴۳ گرم در مراتب بعدی قرار گرفتند. در این خصوص در تیمارهای شاهد وزن تر ریشه برای رقم‌های فوق به ترتیب برابر با ۳/۱۳، ۴/۳۳، ۴/۰۳، ۳/۳۳و ۳/۱۰ گرم که این مقدارحدود ۳ گرم با وزن تیمارهای مایه‌زنی شده با این قارچ دارای اختلاف بودند (p= 0.01) کمترین میزان وزن تر ریشه شاهد در ارقام متعلق به ارگ و مرودشت با مقدار ۳/۱۰ گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۲-۷- بررسی شاخص وزن خشک ریشه تیمار

بررسی شاخص وزن خشک ریشه نشان داد که بیشترین کاهش وزن مربوط به رقم روشن با مقدار ۰/۴۳گرم و در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفت (p= 0.01) . سپس ارقام دنا، بم و پیشگام با میزان ۰/۴۶، ۰/۵۰ و ۰/۵۳ در مراتب بعدی قرار گرفتند. در تیمارهای شاهد وزن خشک ریشه برای ارقام فوق به ترتیب برابر با ۰/۹۶، ۲/۱۰، ۲/۷۰ و ۱/۹۰ بود که در حدود ۱ تا ۲ گرم با تیمارهای آلوده به قارچ اختلاف داشتند (p= 0.01). در این خصوص کمترین وزن خشک ریشه شاهد مربوط به رقم روشن با ۰/۹۶ گرم و بیشترین مقدار وزن خشک ریشه شاهد مربوط به رقم پیشتاز با ۴/۰۶ گرم که در یک گروه آماری و اثر معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفت (p= 0.01).

۴-۲-۸- بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی تیمار

نتایج بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به رقم مرودشت با ۴/۵۶ گرم و در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی قرار گرفت (p= 0.01). بیشترین کاهش وزن تر اندام هوایی مربوط به رقم دنا و بهار به ترتیب با ۰/۶۳ و ۰/۶۶ گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01). بعد از آن ارقام سیروان و پیشگام با مقدار یکسان ۱/۴۳گرم کاهش وزن تر اندام هوایی در یگ گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ارقام قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۲-۹- بررسی شاخص وزن خشک اندام هوایی تیمار

در بررسی وزن خشک اندام هوایی ارقام گندم مایه زنی شده با قارچ فوق رقم بم با ۲/۵۶گرم بیشترین مقدار وزن تر را نشان داد که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی قرار گرفت (p= 0.01). لاین m-90-16 با مفدار ۱/۷۰گرم در جایگاه بعدی قرار گرفت. بیشترین کاهش وزن خشک اندام هوایی مربوط به رقم دنا با مقدار ۰/۱۳ گرم و ارقام مهدوی و الوند با مقدار ۰/۳۳ گرم در یک گروه آماری با اختلاف معنی‌دار در مراتب بعدی قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۳- بررسی حساسیت ارقام گندم نسبت به قارچ *Phytophthora nicotiana*

قارچ *Phytophthora nicotiana* از نظر واکنش نسبت به *B. sorokiniana* و *Gaeumanomyces graminis* .var *tritici* شدت کمتری داشت ولی در مقایسه با سایر گونه‌ها از شدت بیماری‌زایی بالایی برخوردار بود که در خصوص واکنش ارقام نیز اختلاف آن با سایر گونه‌ها قابل توجه است. نتایج حاصل از واکنش ارقام نیز در این‌جا حاکی از این مطلب بود که معنی‌دار می‌باشد.

۴-۳-۱- بررسی شاخص جوانه زنی تیمار

نتایج واکنش ژنوتیپ‌های مربوطه به این قارچ نشان داد که از نظر شاخص جوانه زنی بذر بیشترین میزان مربوط به رقم مرودشت با تعداد ۹ عدد و رقم بک‌کراس با تعداد ۸ عدد و کمترین آن مربوط به ارقام بم، پیشتاز و مهدوی با یک عدد جوانه زنی بذر که از نظر آماری با سایر ارقام و لاین‌های مورد آزمون معنی‌دار است. مابقی ژنوتیپ‌ها در حد واسط این دو گروه واقع شدند (p= 0.01).

۴-۳-۲- بررسی شاخص پوسیدگی بذور

واکنش ارقام مربوطه به این قارچ در خصوص پوسیدگی بذر نشان داد که بیشترین میزان مربوط به رقم پیشتاز و مهدوی که به ترتیب با مقدار۸/۶۶ و ۸/۳۳ و کمترین آن مربوط به رقم مرودشت با ۰/۳۳ پوسیدگی بذر که از نظر آماری با سایر ارقام و لاین‌های مورد آزمون معنی‌دار بودند. مابقی ژنوتیپ‌ها در حد واسط این دو گروه واقع شدند. البته پس از رقم مهدوی، ارقام افق و پارسی با ۸ عدد در مراتب بعدی قرار گرفتند که از نظر آماری برحسب مقدار در یک گروه قرار گرفتند و معنی‌دار هستند (p= 0.01).

۴-۳-۳- بررسی شاخص مرگ گیاهچه

واکنش ارقام در خصوص مرگ گیاهچه نیز با اختلاف قابل توجه و معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون بود. بدین صورت که بیشترین مرگ گیاهچه در رقم ارگ با ۴/۶۶، سپس در رقم بهار و لاین m-90-9 با ۴/۳۳ واقع شدند که از نظر آماری در یک گروه قرار دارند و با سایر ارقام معنی‌دار نشان دادند. کمترین میزان مرگ گیاهچه در ارقام مهدوی، مرودشت، افق، پارسی، بم و لاین m-90-16 که همگی با یک عدد مرگ گیاهچه بودند و از نظر آماری در یک گروه واقع شده و با سایرین داراری اختلاف معنی‌دار هستند (p= 0.01)

بررسی‌های انجام شده در خصوص شاخص‌های رشدی ژنوتیپ‌های مایه‌زنی شده مربوطه نشان داد که قارچ عامل بیماری اثر به سزایی در رشد و نمو ژنوتیپ‌ها داشته نسبت به شاهد کاهش قابل توجهی در برداشته است.

۴-۳-۴- بررسی شاخص طول ریشه تیمار

در خصوص طول ریشه، بیشترین کاهش مربوط به لاین m-90-7 با ۷/۳۶ سانتی‌متر بود که در یک گروه آماری و معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها بود (p= 0.01). در همین راستا در تیمار شاهد برای ژنوتیپ مذکور طول ریشه ۱۸ سانتی‌متر بود که نشان می‌دهد حدود ۱۱ سانتی‌متر کاهش در رشد طول ریشه داشته است.

در صورتی‌که کمترین کاهش طول ریشه مربوط به لاین m-90-16 با مقدار ۴۳/۳۳ سانتی‌متر که در یک گروه آماری و معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها بود (p= 0.01). در صورتی‌که کمترین میزان طول ریشه در تیمارهای شاهد مربوط به رقم سیروان با مقدار ۱۷ سانتی‌متر و پس از آن رقم الوند با مقدار ۱۷/۷۳ سانتی‌متر که در یک گروه آماری و معنی‌دار با سایرین بودند (p= 0.01).

۴-۳-۵- بررسی شاخص طول ساقه تیمار

شاخص طول ساقه نشان داد که بیشترین کاهش طول ساقه در لاین m-90-9 به میزان ۶/۸۳ سانتی‌متر در یک گروه آماری و اثر معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفت (p= 0.01). در صورتی‌که در تیمار شاهد برای رقم مذکور طول ساقه ۱۸ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد که نشان دهنده حدود ۱۱ سانتی‌متر اختلاف می‌باشد (p= 0.01). کمترین مقدار طول ساقه شاهد مربوط به لاین m-90-9 با ۱۸ سانتی‌متر و رقم افق با میزان ۱۸ سانتی‌متر که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفتند (p= 0.01).

جدول ۴-۳-۱- واریانس شاخص‌های مورد بررسی ارقام و لاین های گندم به قارچ *Phytophthora nicotiana*

تیمار	درجه آزادی	SS	MS	F	CV
جوانه‌زنی بذور	۱۶	۳۲۲/۳۵	۲۰/۱۴**	۳۲/۶۲	۱۷/۸۱
پوسیدگی بذور	۱۶	۳۲۲/۳۵	۲۰/۱۴**	۳۲/۶۲	۱۴/۰۶
مرگ گیاهچه	۱۶	۹۳/۶۴	۵/۸۵ **	۱۴/۴۷	۲۷/۴۸
طول ریشه	۱۶	۵۶۵۳/۲۳	۳۵۳/۳۲**	۸۳/۴۰	۹/۰۲
طول ساقه	۱۶	۱۳۴۹/۴۰	۸۴/۳۳**	۴۳/۹۸	۹/۴۵
وزن تر ریشه	۱۶	۱۴۶/۱۳	۹/۱۳ **	۵۴/۹۱	۱۷/۰۴
وزن تر اندام هوایی	۱۶	۲۸۶/۵۹	۱۷/۹۱**	۹۰/۴۰	۱۸/۱۴
وزن خشک ریشه	۱۶	۲۸/۱۱	۱/۷۵**	۵۰/۴۶	۱۸/۲۳
وزن خشک اندام هوایی	۱۶	۱۰/۹۷	۰/۶۸**	۲۱/۹۷	۳۲/۰۶
طول ریشه شاهد	۱۶	۸۶۳۰/۵۰	۵۳۹/۴۰**	۲۳۱/۳۸	۴/۱۷
طول ساقه شاهد	۱۶	۲۳۵۳/۹۹	۱۴۷/۱۲**	۱۰۰/۳۸	۵/۰۷
وزن تر شاهد	۱۶	۱۹۲/۶۶	۱۲/۰۴**	۶۵/۸۱	۹/۰۸
وزن خشک شاهد	۱۶	۴۷/۶۴	۲/۹۷**	۲۸/۲۰	۱۳/۲۲

جدول ۴-۳-۲- مقایسه میانگین شاخص های بیماری‌زایی قارچ *Phytophthora nicotiana* بر روی ارقام و لاین های گندم در شرایط گلخانه

ردیف	رقم	تعدادبذر جوانه‌زده	پوسیدگی بذر	مرگ گیاهچه	طول‌ریشه تیمار	طول‌ساقه تیمار	وزن ترریشه	وزن‌تر اندام‌هوایی	وزن‌خش ک ریشه	وزن‌خشک اندام‌هوایی	طول ریشه شاهد	طول ساقه شاهد	وزن تر شاهد	وزن خشک شاهد
۱	m-90-9	۵^{dfe}	۵^{edf}	۴/۳۳^{ba}	۱۸^{de}	۶/۸۳^{j}	۰/۶۳^{e}	۱/۴۶^{cd}	۰/۴۰^{e}	۰/۳۳^{ced}	۳۶^{dc}	۱۸^{gh}	۲/۹۰^{hg}	۱/۷۶^{hig}
۲	بهار	۵/۶۶^{dce}	۴/۳۳^{egf}	۴/۳۳^{ba}	۲۲/۶۶^{dc}	۸/۲۶^{ji}	۵/۵۳^{a}	۱/۲۶^{d}	۰/۶۰^{de}	۰/۴۰^{ced}	۳۲/۶۶^{d}	۲۰^{gf}	۵/۹۰^{cbd}	۳/۶۶^{b}
۳	ارگ	۶/۳۳^{dc}	۳/۶۶^{gf}	۴/۶۶^{a}	۱۸/۳۳^{dce}	۹/۳۳^{gjih}	۱/۳۰^{de}	۰/۶۳^{d}	۰/۵۰^{de}	۰/۲۰^{e}	۴۶/۷۳^{b}	۱۸/۱۳^{gh}	۳/۴۰^{hg}	۱/۲۳^{hi}
۴	دنا	۷/۳۳^{bc}	۲/۶۶^{hg}	۳/۶۶^{bac}	۱۸^{de}	۹/۲۰^{jih}	۱/۷۶^{cd}	۱/۶۰^{cd}	۰/۶۰^{de}	۰/۳۳^{ced}	۵۵/۸۳^{a}	۲۴/۰۶^{ed}	۳/۱۶^{hg}	۱/۹۶^{hfg}
۵	مهدوی	۱/۶۶^{ih}	۸/۳۳^{ba}	۱^{e}	۲۰^{dc}	۱۲/۶۶^{gfe}	۳/۱۰^{b}	۳/۵۳^{b}	۲/۳۳^{ba}	۰/۶۶^{cbd}	۴۶/۶۶^{b}	۲۲^{ef}	۶/۵۰^{cb}	۳/۳۰^{bcd}
۶	روشن	۴/۳۳^{gfe}	۵/۶۶^{edc}	۲/۳۳^{edc}	۹/۶۶^{gf}	۱۲/۳۳^{gfeh}	۱^{de}	۱/۵۶^{cd}	۰/۶۶^{dce}	۰/۴۶^{cebd}	۱۸/۵۰^{f}	۲۵^{d}	۳/۹۶^{fg}	۱/۱۳^{i}
۷	الوند	۵^{dfe}	۵^{edf}	۱/۳۳^{e}	۱۲/۵۶^{f}	۱۴/۹۳^{cfed}	۰/۹۶^{de}	۱/۲۰^{d}	۰/۵۰^{de}	۰/۲۳^{ed}	۱۷/۷۳^{f}	۲۰/۳۳^{gf}	۲/۹۰^{hg}	۱/۶۶^{hig}
۸	سیروان	۳/۳۳^{gfh}	۶/۶۶^{bdc}	۲/۳۳^{edc}	۱۳/۵۶^{fe}	۱۵/۶۶^{ced}	۱/۶۶^{cde}	۱۱/۳۳^{a}	۰/۴۶^{de}	۰/۲۶^{ed}	۱۷^{f}	۲۱^{gf}	۵^{ed}	۲/۰۳^{ehfg}
۹	m-90-7	۵/۶۶^{dce}	۴/۳۳^{egf}	۴^{ba}	۷/۳۶^{g}	۱۰/۵۳^{gih}	۰/۹۳^{de}	۱^{d}	۰/۷۰^{dce}	۰/۲۶^{ed}	۱۷/۶۶^{f}	۱۵/۴۳^{h}	۴/۵۶^{fe}	۱/۹۰^{hig}
۱۰	بک گراس روشن	۸/۶۶^{ba}	۱/۳۳^{hi}	۲^{ed}	۲۱^{dc}	۲۴^{a}	۵/۰۶^{a}	۲/۹۶^{b}	۰/۷۳^{dce}	۰/۲۳^{ed}	۳۴/۶۶^{dc}	۴۳/۶۶^{a}	۵/۵۶^{cd}	۲/۸۰^{ecd}
۱۱	بم	۱^{i}	۹^{a}	۱^{e}	۳۱/۳۳^{b}	۲۰^{b}	۴/۸۳^{a}	۱/۳۳^{d}	۲/۳۰^{ba}	۰/۶۰^{cebd}	۴۶/۴۰^{b}	۲۶^{d}	۹/۱۰^{a}	۲/۷۰^{efd}
۱۲	m-90-16	۲/۶۶^{gih}	۷/۳۳^{bac}	۱^{e}	۴۳/۳۳^{a}	۲۴/۳۳^{a}	۲/۹۰^{b}	۳/۳۰^{b}	۲/۰۶^{b}	۲/۲۳^{a}	۴۷/۱۶^{b}	۲۵/۵۰^{d}	۶/۸۳^{b}	۳/۹۰^{ba}
۱۳	پیشتاز	۱/۳۳^{i}	۸/۶۶^{a}	۱/۳۳^{e}	۳۰/۶۶^{b}	۲۰^{b}	۲/۳۳^{cb}	۱/۶۶^{cd}	۱/۱۰^{c}	۰/۳۳^{ced}	۳۶/۶۶^{c}	۳۳/۶۶^{b}	۸/۱۶^{a}	۴/۵۰^{a}
۱۴	پیشگام	۳/۳۳^{gfh}	۶/۶۶^{bdc}	۳^{bdc}	۳۲/۶۶^{b}	۱۸^{cb}	۱/۷۳^{cd}	۱/۶۶^{cd}	۰/۹۳^{dc}	۰/۶۳^{cebd}	۳۷/۵۰^{c}	۳۰^{c}	۲/۵۳^{h}	۱/۸۰^{hig}
۱۵	مرودشت	۹/۶۶^{a}	۰/۳۳^{i}	۱^{e}	۲۳/۳۳^{c}	۱۴^{fed}	۰/۷۶^{de}	۲/۴۶^{cb}	۰/۴۶^{de}	۰/۸۶^{b}	۴۴^{b}	۲۶/۶۶^{d}	۳^{hg}	۲/۲۳^{efg}
۱۶	افق	۲^{ih}	۸^{ba}	۱^{e}	۱۹^{dc}	۱۷^{cbd}	۰/۸۶^{de}	۱/۶۰^{cd}	۰/۴۶^{de}	۰/۷۶^{cb}	۲۷^{e}	۱۸^{gh}	۳/۲۳^{hg}	۱/۶۶^{hig}
۱۷	پارسی	۲^{ih}	۸^{ba}	۱^{e}	۴۶^{a}	۱۲^{gfh}	۵/۲۶^{a}	۳/۱۰^{b}	۲/۵۶^{a}	۰/۵۳^{cebd}	۵۹^{a}	۱۸/۳۳^{gh}	۳/۳۰^{hg}	۳/۵۰^{bc}

۴-۳-۶- بررسی شاخص وزن تر ریشه تیمار

نتایج بررسی وزن تر ریشه نشان داد که بیشترین کاهش وزن در اثر این قارچ مربوط به لاین m-90-9 با مقدار ۰/۶۳گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفت (p= 0.01) . ارقام مرودشت، افق و الوند به ترتیب با ۰/۷۶، ۰/۸۶ و ۰/۹۶ گرم در مراتب بعدی قرار گرفتند. در این خصوص در تیمارهای شاهد وزن تر ریشه برای رقم‌های فوق به ترتیب برابر با ۲/۹۰، ۳، ۳/۲۳ و ۲/۹۰ گرم که این مقدارحدود ۲ الی ۳ گرم با وزن تیمارهای مایه‌زنی شده با این قارچ دارای اختلاف بودند (p= 0.01) کمترین میزان وزن تر ریشه شاهد در ارقام متعلق به پیشگام با مقدار ۲/۵۳ گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفت (p= 0.01).

۴-۳-۷- بررسی شاخص وزن خشک ریشه تیمار

بررسی شاخص وزن خشک ریشه نشان داد که بیشترین کاهش وزن مربوط به لاین m-90-9 با مقدار ۰/۴۰ گرم و پس از آن ارقام سیروان، ارگ، الوند و بهار به ترتیب با ۰/۴۶، ۰/۵۰، ۰/۵۰ و ۰/۶۰ در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01) . در تیمارهای شاهد وزن خشک ریشه برای ارقام فوق به ترتیب برابر با ۱/۷۶، ۲/۰۳، ۱/۲۳، ۱/۶۶ و ۳/۶۶ بودند که در حدود ۱ تا ۲ گرم با تیمارهای آلوده به قارچ اختلاف داشتند (p= 0.01). در این خصوص کمترین وزن خشک ریشه شاهد مربوط به رقم روشن با ۱/۱۳گرم و بیشترین مقدار وزن خشک ریشه شاهد مربوط به رقم پیشتاز با ۴/۵۰ گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۳-۸- بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی تیمار

نتایج بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به رقم سیروان با ۱۱/۳۳ گرم و در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی قرار گرفت (p= 0.01). بیشترین کاهش وزن تر اندام هوایی مربوط به رقم ارگ، لاین m-90-7 ، ارقام بهار و الوند که به ترتیب شامل ۰/۶۳، ۱، ۱/۲۶، ۱/۲۰گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۳-۹- بررسی شاخص وزن خشک اندام هوایی

در بررسی وزن خشک اندام هوایی ارقام گندم مایه‌زنی شده با قارچ فوق لاین m-90-16 با مقدار ۲/۲۳ گرم بیشترین مقدار وزن تر را نشان داد که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی قرار گرفت (p= 0.01). بیشترین کاهش وزن خشک اندام هوایی مربوط به رقم ارگ با مقدار ۰/۲۰ گرم و ارقام الوند و بک‌کراس روشن با مقدار ۰/۲۳ گرم در یک گروه آماری با اختلاف معنی‌دار در مراتب بعدی قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۴- بررسی حساسیت ارقام گندم نسبت به قارچ *Fusarium culmorum*

قارچ *Fusarium culmorum* از نظر بیماری‌زایی نسبت به *B. sorokiniana, Gaeumanomyces graminis*.var *tritici* و *Phytophthora nicotiana* از شدت آلودگی کمتری برخوردار بود. در خصوص واکنش ارقام نیز اختلاف آن با سایر گونه‌ها قابل توجه است. نتایج حاصل از واکنش ارقام نیز در این‌جا حاکی از این مطلب بود که با اثر معنی‌دار می‌باشد.

۴-۴-۱- بررسی شاخص جوانه‌زنی بذور

نتایج واکنش ژنوتیپ‌های مربوطه به این قارچ نشان داد که از نظر شاخص جوانه زنی بذر بیشترین میزان مربوط به رقم مرودشت با تعداد ۸ عدد و رقم بک‌کراسروشن با تعداد ۸ عدد و کمترین آن مربوط به لاین m-90-16 با سه عدد جوانه زنی بذر و ارقام ارگ، پیشتاز و بم همگی با ۴ عدد جوانه‌زنی بذر بودند که از نظر آماری با سایر ارقام و لاین‌های مورد آزمون معنی‌دار است. مابقی ژنوتیپ‌ها در حد واسط این دو گروه واقع شدند ($p= 0.01$).

۴-۴-۲- بررسی شاخص پوسیدگی بذور

واکنش ارقام مربوطه به این قارچ در خصوص پوسیدگی بذر نشان داد که بیشترین میزان مربوط به لاین m-90-16 با ۷ عدد پوسیدگی بذر و ارقام ارگ، بم و پیشتاز با تعداد ۶ عدد پوسیدگی بذر در مراتب بعدی قرار گرفتند. از نظر آماری با سایر ارقام و لاین‌های مورد آزمون معنی‌دار بودند ($p= 0.01$). مابقی ژنوتیپ‌ها در حد واسط این دو گروه واقع شدند.

جدول ۴-۴-۱- واریانس شاخص‌های مورد بررسی ارقام و لاین های گندم به قارچ *Fusarium culmorum*

تیمار	درجه آزادی	SS	MS	F	CV
جوانه‌زنی بذور	۱۶	۱۲۲/۰۷	۷/۶۲	۱۳/۸۰ **	۱۲/۷۶
پوسیدگی بذور	۱۶	۱۲۲/۰۷	۷/۶۲	۱۳/۸۰ **	۱۷/۸۰
میزان آلودگی بذور	۱۶	۱۰۷/۳۷	۶/۷۱	۱۱/۴۶ **	۳۰/۲۵
طول ریشه	۱۶	۸۸۵۴/۴۹	۵۵۳/۴۰	۱۹۵/۳۸ **	۶/۰۸
طول ساقه	۱۶	۱۸۳۹/۶۳	۱۱۴/۹۷	۶۰/۹۹ **	۸/۵۰
وزن تر ریشه	۱۶	۱۶۷/۴۱	۱۰/۴۶	۵۰/۸۳ **	۱۷/۴۳
وزن تر اندام هوایی	۱۶	۵۶/۲۵	۳/۵۱	۲۰/۵۸ **	۱۵/۰۱
وزن خشک ریشه	۱۶	۴۸/۷۲	۳/۰۴	۶۹/۵۵ **	۱۵/۹۶
وزن خشک اندام هوایی	۱۶	۶/۸۵	۰/۴۲	۴۸/۷۲ **	۱۲/۵۸
طول ریشه شاهد	۱۶	۸۱۲۵/۲۸	۵۰۷/۸۳	۲۸۶/۰۷ **	۳/۶۳
طول ساقه شاهد	۱۶	۲۳۴۰/۶۱	۱۴۶/۲۸	۱۱۰/۶۶ **	۴/۸۱
وزن تر شاهد	۱۶	۲۵۶/۸۴	۱۶/۰۵	۹۸/۷۳ **	۸/۱۲
وزن خشک شاهد	۱۶	۴۳/۵۵	۲/۷۲	۵۷/۷۹ **	۹/۰۲

جدول ۴-۴-۲- مقایسه میانگین شاخص های بیماری‌زایی قارچ *Fusarium culmorum* بر روی ارقام و لاین های گندم در شرایط گلخانه

ردیف	رقم	تعدادبذر جوانه‌زده	پوسیدگی‌بذر	مرگ گیاهچه	طول‌ریشه تیمار	طول‌ساقه تیمار	وزن تررشه	وزن‌تر اندام‌هوایی	وزن‌خشک ریشه	وزن‌خشک اندام‌هوایی	طول ریشه شاهد	طول ساقه شاهد	وزن تر شاهد	وزن خشک شاهد
۱	m-90-9	۶/۶۶^{bdac}	۳/۳۳^{fheg}	۴^{ba}	۲۹/۳۳^{ed}	۱۲/۳۳^{feg}	۱/۳۰^{ghf}	۱/۴۰^{e}	۰/۴۳^{g}	۰/۲۰^{f}	۳۵/۱۶^{e}	۱۷/۶۰^{ih}	۲/۸۳^{h}	۱/۷۳^{d}
۲	بهار	۵/۶۶^{fdeg}	۴/۳۳^{bdec}	۴^{bc}	۲۲^{f}	۱۲^{feg}	۰/۷۰^{h}	۱/۴۶^{e}	۲/۴۰^{b}	۰/۶۰^{dce}	۳۴/۳۶^{e}	۱۹/۸۳^{gh}	۷/۱۳^{c}	۳/۴۳^{b}
۳	ارگ	۴^{hg}	۶^{ba}	۳/۳۲^{becd}	۴۵/۳۳^{b}	۱۰^{fg}	۱/۴۶^{ghef}	۱/۴۰^{e}	۰/۳۶^{g}	۰/۲۰^{f}	۴۹/۸۰^{b}	۱۸/۶۰^{h}	۳/۴۳^{gh}	۰/۹۶^{e}
۴	دنا	۴/۶۶^{fheg}	۵/۳۳^{bdac}	۴/۶۶^{ba}	۵۳^{a}	۱۱^{feg}	۱/۶۰^{ghef}	۲/۳۶^{de}	۰/۷۰^{gf}	۰/۴۶^{e}	۵۵/۱۰^{a}	۲۳/۲۳^{ef}	۳/۰۳^{gh}	۲^{d}
۵	مهدوی	۶^{fdec}	۴^{fdec}	۶^{a}	۴۱^{c}	۱۰^{fg}	۱/۸۰^{ghef}	۲/۶۰^{dc}	۰/۶۰^{gf}	۰/۸۰^{c}	۴۶/۱۶^{c}	۲۱/۸۳^{gf}	۷/۲۶^{c}	۲/۹۰^{c}
۶	روشن	۶/۳۳^{bdec}	۳/۶۶^{fdeg}	۱/۳۳^{f}	۱۱/۶۶^{g}	۱۴/۳۳^{d}	۲/۴۰^{def}	۲/۷۶^{dc}	۱/۰۳^{ef}	۰/۵۳^{de}	۱۸/۵۰^{g}	۲۵/۹۶^{d}	۳/۹۶^{gf}	۰/۹۶^{e}
۷	الوند	۷/۳۳^{abcd}	۲/۶۶^{fheg}	۱/۶۶^{fe}	۱۰/۷۶^{g}	۱۳/۳۳^{fe}	۱/۹۶^{gef}	۲/۲۰^{de}	۱/۳۶^{ed}	۰/۶۰^{dce}	۱۸/۷۶^{g}	۱۹/۶۳^{gh}	۲/۹۰^{h}	۱/۶۳^{d}
۸	سیروان	۶/۶۶^{bdac}	۳/۳۳^{fheg}	۱/۳۳^{f}	۱۲/۱۶^{g}	۱۹/۷۶^{cd}	۱/۸۰^{ghef}	۲/۲۳^{de}	۱/۳۳^{ed}	۰/۶۳^{dce}	۱۷/۷۳^{g}	۲۱/۷۳^{gf}	۴/۸۶^{ef}	۲/۶۶^{c}
۹	m-90-7	۵/۶۶^{fdeg}	۴/۳۳^{bdec}	۲^{fed}	۶/۸۶^{h}	۱۲/۵۶^{feg}	۳/۴۳^{dc}	۴/۱۳^{ba}	۱/۷۶^{cd}	۱/۲۰^{b}	۱۸/۶۶^{g}		۵^{de}	۱/۸۰^{d}
۱۰	بک گراس روشن	۸^{ba}	۲^{hg}	۱/۳۳^{f}	۳۱^{ed}	۲۹/۶۶^{a}	۳/۹۳^{c}	۴^{ba}	۱/۴۶^{ed}	۰/۷۶^{dc}	۳۴/۹۰^{e}	۴۲^{a}	۵/۸۶^{d}	۲/۸۳^{c}
۱۱	بم	۴^{hg}	۶^{ba}	۲/۶۶^{fecd}	۴۲^{cb}	۲۰^{cd}	۵/۸۳^{b}	۳/۴۶^{bc}	۱/۳۳^{ed}	۰/۷۳^{dc}	۴۶/۶۶^{c}	۲۶/۲۶^{d}	۱۰/۰۳^{a}	۲/۶۳^{c}
۱۲	m-90-16	۳^{h}	۷^{a}	۱^{f}	۲۰^{f}	۲۱/۳۳^{cd}	۲/۳۶^{def}	۲/۴۳^{de}	۱/۴۶^{ed}	۱/۲۰^{b}	۴۶^{c}	۲۴/۶۶^{ed}	۷/۳۶^{c}	۳/۸۰^{ba}
۱۳	پیشتاز	۴^{hg}	۶^{ba}	۲/۳۳^{fecd}	۳۲^{d}	۲۵/۶۶^{b}	۸/۰۶^{a}	۴/۶۶^{a}	۴/۶۳^{a}	۰/۷۳^{dc}	۳۶/۶۶^{de}	۳۵^{b}	۸/۵۰^{b}	۴/۱۳^{a}
۱۴	پیشگام	۷/۶۶^{abc}	۲/۳۳^{fhg}	۱/۳۳^{f}	۲۷/۳۳^{e}	۲۳^{cb}	۱/۷۶^{ghef}	۲/۱۶^{de}	۲/۰۳^{cb}	۱/۰۳^{b}	۳۸/۶۶^{d}	۳۰/۳۳^{c}	۰/۶۰^{h}	۱/۷۶^{d}
۱۵	مرودشت	۸/۳۳a	۱/۶۶^{h}	۱^{f}	۴۲^{cb}	۱۹^{d}	۲/۵۰^{de}	۴/۸۰^{a}	۱/۶۳^{cd}	۱/۷۳^{a}	۴۴/۵۰^{c}	۲۶/۲۶^{d}	۳/۲۰^{gh}	۱/۹۰^{d}
۱۶	افق	۴/۳۳^{fhg}	۵/۶۶^{bac}	۳/۶۶^{bcd}	۲۳^{f}	۱۰/۶۶^{fg}	۰/۹۰^{gh}	۲/۱۳^{de}	۰/۴۳^{g}	۰/۵۶^{dce}	۲۵^{f}	۱۷/۸۳^{ih}	۳/۳۰^{gh}	۲/۱۰^{d}
۱۷	پارسی	۶/۶۶^{bdac}	۲/۶۶^{fheg}	۱/۳۳^{f}	۲۰/۶۶^{f}	۹/۶۶^{g}	۲/۴۰^{def}	۲/۵۶^{dc}	۱/۴۳^{ed}	۰/۶۶^{dce}	۵۶^{a}	۱۹/۱۰^{gh}	۳/۱۰^{gh}	۳/۶۳^{ba}

۴-۴-۳- بررسی شاخص مرگ گیاهچه بذور

واکنش ارقام در خصوص مرگ گیاهچه نیز با اختلاف قابل توجه و معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون بود. بدین صورت که بیشترین مرگ گیاهچه در رقم مهدوی با ۶ عدد، که از نظر آماری در یک گروه و با سایر ارقام معنی‌دار نشان دادند. کمترین میزان مرگ گیاهچه در ارقام مرودشت و لاین m-90-16 که هر دو با یک عدد مرگ گیاهچه بودند و از نظر آماری در یک گروه واقع شده و با سایرین دارای اختلاف معنی‌دار هستند (p= 0.01). بررسی‌های انجام شده در خصوص شاخص‌های رشدی ژنوتیپ‌های مایه‌زنی شده مربوطه نشان داد که قارچ عامل بیماری اثر به سزایی در رشد و نمو ژنوتیپ‌ها داشته نسبت به شاهد کاهش قابل توجهی در برداشته است.

۴-۴-۴- بررسی شاخص طول ریشه تیمار

در خصوص طول ریشه، بیشترین کاهش مربوط به لاین m-90-7 با ۶/۸۶ سانتی‌متر بود که در یک گروه آماری و معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها بود (p= 0.01). در همین راستا در تیمار شاهد برای ژنوتیپ مذکور طول ریشه ۱۸/۶۶ سانتی‌متر بود که نشان می‌دهد حدود ۱۱ سانتی‌متر کاهش در رشد طول ریشه داشته است. در صورتی‌که کمترین کاهش طول ریشه مربوط به رقم دنا با مقدار ۵۳ سانتی‌متر که در یک گروه آماری و معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها بود (p= 0.01). در صورتی‌که کمترین میزان طول ریشه در تیمارهای شاهد مربوط به رقم سیروان با مقدار ۱۷/۷۳ سانتی‌متر و پس از آن رقم روشن با مقدار ۱۸/۵۰ سانتی‌متر که در یک گروه آماری و معنی‌دار با سایرین بودند (p= 0.01).

۴-۴-۵- بررسی شاخص طول ساقه تیمار

شاخص طول ساقه نشان داد که بیشترین کاهش طول ساقه در رقم پارسی با میزان ۹/۶۶ سانتی‌متر در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفت (p= 0.01). در صورتی‌که در تیمار شاهد برای رقم مذکور طول ساقه ۱۹/۱۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد که نشان دهنده حدود ۱۰ سانتی‌متر اختلاف می‌باشد (p= 0.01). کمترین مقدار طول ساقه شاهد مربوط به لاین m-90-9 با ۱۷/۶۰ سانتی‌متر که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۴-۶- بررسی شاخص وزن تر ریشه تیمار

نتایج بررسی وزن تر ریشه نشان داد که بیشترین کاهش وزن در اثر این قارچ مربوط به رقم بهار با مقدار ۰/۷۰ گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفت (p= 0.01) . ارقام افق و پیشگام به ترتیب با ۰/۹۰ و ۱/۷۶ گرم در مراتب بعدی قرار گرفتند. در این خصوص در تیمارهای شاهد وزن تر ریشه برای رقم‌های فوق به ترتیب برابر با ۷/۱۳، ۳/۳۰ و ۰/۶۰ گرم که این مقدارحدود ۱ الی ۶ گرم با وزن تیمارهای مایه‌زنی شده با این قارچ دارای اختلاف بودند (p= 0.01) کمترین میزان وزن تر ریشه شاهد در ارقام متعلق به پیشگام با مقدار ۰/۶۰گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفت (p= 0.01).

۴-۴-۷- بررسی شاخص وزن خشک ریشه تیمار

بررسی شاخص وزن خشک ریشه نشان داد که بیشترین کاهش وزن مربوط به لاین m-90-9 و رقم افق با مقدار برابر ۰/۴۳ گرم و پس از آن رقم مهدوی با مقدار ۰/۶۰ گرم در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01) . در تیمارهای شاهد وزن خشک ریشه برای ارقام فوق به ترتیب برابر با ۱/۷۳، ۲/۱۰ و ۲/۹۰ بودند که در حدود ۱ تا ۲ گرم با تیمارهای آلوده به قارچ اختلاف داشتند (p= 0.01). در این خصوص کمترین وزن خشک ریشه شاهد مربوط به ارقام روشن و ارگ با ۰/۹۶ گرم و بیشترین مقدار وزن خشک ریشه شاهد مربوط به رقم پیشتاز با ۴/۱۳ گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۴-۸- بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی

نتایج بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به رقم مرودشت با مقدار ۴/۸۰ گرم و در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی قرار گرفت (p= 0.01). رقم پیشتاز و لاین m-90-7 نیز به ترتیب با ۴/۶۶ و ۴/۱۳ از لحاظ بیشترین مقدار وزن تر اندام هوایی در جایگاه بعدی قرار گرفتند. بیشترین کاهش وزن تر اندام هوایی مربوط به رقم ارگ، لاین m-90-9 و رقم بهار که به ترتیب شامل ۱/۴۰ و ۱/۴۶گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۴-۹- بررسی شاخص وزن خشک اندام هوایی

در بررسی وزن خشک اندام هوایی ارقام گندم مایه زنی شده با قارچ فوق رقم مرودشت با مقدار ۱/۷۳ گرم بیشترین وزن خشک اندام هوایی را داشت و بعد از آن لاین m-90-16 و m-90-7 با مقدار ۱/۲۰ گرم در مراتب بعدی قرار گرفتند که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی قرار گرفتند (p= 0.01). بیشترین کاهش وزن خشک اندام هوایی مربوط به رقم ارگ با مقدار ۰/۲۰ گرم و ارقام دنا و روشن به ترتیب با مقدار ۰/۴۶ و ۰/۵۳ گرم در یک گروه آماری با اختلاف معنی‌دار در مراتب بعدی قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۵- بررسی حساسیت ارقام گندم نسبت به قارچ *Fusarium solani*

قارچ *Fusarium solani* از نظر بیماری‌زایی نسبت به *B. sorokiniana, Gaeumanomyces graminis*.var. *tritici* و *Phytophthora nicotiana* از کمترین میزان آلودگی برخوردار بود. در خصوص واکنش ارقام نیز اختلاف آن با سایر گونه‌ها قابل توجه است. نتایج حاصل از واکنش ارقام نیز در این‌جا حاکی از این مطلب بود که معنی‌دار می‌باشد.

۴-۵-۱- بررسی شاخص جوانه‌زنی بذور

نتایج واکنش ژنوتیپ‌های مربوطه به این قارچ نشان داد که از نظر شاخص جوانه زنی بذر بیشترین میزان مربوط به رقم مرودشت با تعداد ۹ عدد و کمترین آن مربوط به رقم دنا با سه عدد جوانه زنی بذر و ارقام پیشتاز و بم به ترتیب با ۳ و ۴ عدد جوانه‌زنی بذر بودند که از نظر آماری با سایر ارقام و لاین‌های مورد آزمون

معنی‌دار است. مابقی ژنوتیپ‌ها در حد واسط این دو گروه واقع شدند (p= 0.01).

۴-۵-۲- بررسی شاخص پوسیدگی بذور

واکنش ارقام مربوطه به این قارچ در خصوص پوسیدگی بذر نشان داد که بیشترین میزان مربوط به لاین m-90-16 با ۵ عدد پوسیدگی بذر و ارقام مرودشت و مهدوی به ترتیب با ۰/۳۳ و ۱/۳۳ پوسیدگی کمترین میزان و از نظر آماری با سایر ارقام و لاین‌های مورد آزمون معنی‌دار بودند (p= 0.01). مابقی ژنوتیپ‌ها در حد واسط این دو گروه واقع شدند.

جدول ۴- ۵-۱- واریانس شاخص‌های مورد بررسی ارقام و لاین های گندم به قارچ *Fusarium solani*

تیمار	درجه آزادی	SS	MS	F	CV
جوانه‌زنی بذور	۱۶	۱۵۸/۳۱	۹/۸۹ **	۱۱/۴۹	۱۵/۴۱
پوسیدگی بذور	۱۶	۱۵۸/۳۱	۹/۸۹**	۱۱/۴۹	۲۳/۳۱
مرگ گیاهچه	۱۶	۱۴۱/۶۸	۸/۸۵ **	۶/۷۹	۴۱/۵۹
طول ریشه	۱۶	۳۶۰۰/۳۲	۲۲۵/۰۲**	۷۹/۶۶	۷/۱۰
طول ساقه	۱۶	۲۵۱۱/۸۸	۱۵۶/۹۹**	۷۴/۷۹	۹/۰۲
وزن تر ریشه	۱۶	۲۴۷/۷۶	۱۵/۴۸**	۵۱/۷۲	۱۷/۵۶
وزن تر اندام هوایی	۱۶	۴۶/۵۵	۲/۹۰ **	۳۲/۳۲	۱۱/۴۴
وزن خشک ریشه	۱۶	۷۵/۰۵	۴/۶۹**	۳۸۹/۳۹	۶/۵۸
وزن خشک اندام هوایی	۱۶	۴۶/۲۷	۲/۸۹**	۲۹۶/۵۲	۱۰/۷۱
طول ریشه شاهد	۱۶	۸۳۹۶/۲۷	۵۲۴/۷۶**	۳۶۲/۵۶	۳/۲۹
طول ساقه شاهد	۱۶	۲۵۰۳/۶۵	۱۵۶/۴۷**	۲۵۰/۱۰	۳/۳۲
وزن تر شاهد	۱۶	۲۴۷/۴۰	۱۵/۴۶**	۹۱/۰۲	۸/۶۲
وزن خشک شاهد	۱۶	۴۲/۷۳	۲/۶۷**	۴۷/۷۹	۹/۶۷

جدول ۴-۵-۲- مقایسه میانگین شاخص های بیماری‌زایی قارچ *Fusarium solani* بر روی ارقام و لاین های گندم در شرایط گلخانه

ردیف	رقم	تعدادبذر جوانه‌زده	پوسیدگی‌بذر	مرگ گیاهچه	طول‌ریشه تیمار	طول‌ساقه تیمار	وزن ترریشه	وزن‌تر اندام‌هوایی	وزن‌خشک ریشه	وزن‌خشک اندام‌هوایی	طول ریشه شاهد	طول ساقه شاهد	وزن تر شاهد	وزن خشک شاهد
۱	m-90-9	۶/۶۷^{bdc}	۳/۳۳^{fde}	۴/۳۳^{bcd}	۲۵^{ed}	۸/۸۳^{g}	۰/۷۳^{f}	۰/۷۰^{i}	۲/۳۳^{c}	۰/۴۳^{hgf}	۳۶/۳۳^{gf}	۱۸/۸۰^{gh}	۲/۸۳^{e}	۱/۷۰^{ih}
۲	بهار	۵/۳۳^{efdc}	۴/۶۶^{bdec}	۲/۳۳^{becd}	۲۶/۳۳^{d}	۱۲/۶۶^{f}	۱/۶۳^{def}	۱/۶۳^{gh}	۰/۸۳^{fg}	۰/۶۳^{edf}	۳۱/۵۰^{h}	۱۹^{gh}	۵/۹۳^{c}	۴/۱۰^{ba}
۳	ارگ	۵/۶۶^{edc}	۴/۳۳^{dec}	۴/۶۶^{bc}	۳۸^{a}	۱۱/۳۳^{gf}	۲/۴۳^{de}	۲/۴۳^{fe}	۰/۸۰^{fg}	۰/۳۳^{hg}	۵۰/۴۳^{c}	۱۸/۷۰^{gh}	۲/۶۶^{e}	۱/۲۶^{i}
۴	دنا	۳^{g}	۴^{a}	۲/۳۳^{becd}	۳۱^{c}	۹/۸۳^{gf}	۱/۳۰^{def}	۱/۲۶^{ih}	۰/۴۶^{h}	۰/۳۰^{hi}	۵۵/۰۶^{b}	۲۴/۵۳^{e}	۳/۳۳^{e}	۲/۱۰^{fhg}
۵	مهدوی	۸/۶۶^{ba}	۱/۳۳^{fg}	۷/۳۳^{a}	۳۵/۶۶^{ba}	۸/۸۳^{g}	۵/۷۶^{b}	۲/۵۶^{dfe}	۳^{b}	۱/۳۰^{c}	۴۶/۵۰^{d}	۲۱^{f}	۷/۱۶^{b}	۳/۱۰^{dc}
۶	روشن	۶^{edc}	۴^{dec}	۱/۳۳^{e}	۱۳/۶۶^{f}	۱۸^{e}	۲/۶۶^{dc}	۳/۶۳^{bc}	۰/۷۰^{hg}	۰/۶۳^{df}	۱۸/۴۰^{j}	۲۴/۶۶^{ed}	۳/۴۳^{e}	۱/۵۳
۷	الوند	۷^{bdc}	۳^{fde}	۲/۶۶^{becd}	۱۳/۹۶^{f}	۱۹/۷۰^{ed}	۲/۰۶^{def}	۳^{dce}	۰/۶۳^{hg}	۰/۶۰^{ef}	۱۸^{j}	۱۹/۹۳^{gf}	۳/۱۰^{e}	۱/۶۳^{ih}
۸	سیروان	۶/۶۶^{bdc}	۳/۳۳^{fde}	۵^{ba}	۱۰/۴۰^{f}	۱۲^{gf}	۲/۱۶^{de}	۲/۲۳^{gf}	۱/۰۳^{fe}	۰/۷۳^{ed}	۱۸/۰۳^{j}	۲۱/۱۶^{f}	۴/۷۰^{d}	۲/۳۰^{feg}
۹	m-90-7	۵/۳۳^{efdc}	۴/۶۶^{bdec}	۳/۶۶^{becd}	۵/۵۰^{g}	۱۰/۵۰^{gf}	۲/۱۳^{de}	۳/۲۰^{dc}	۱/۶۰^{d}	۰/۷۶^{ed}	۱۸^{j}	۱۴/۴۳^{i}	۴/۵۶^{d}	۱/۸۰^{ihg}
۱۰	بک کراس روشن	۷/۶۶^{bac}	۲/۳۳^{feg}	۱/۶۶^{ed}	۲۷^{d}	۲۳/۶۶^{cb}	۳/۸۳^{c}	۳/۲۰^{dc}	۳^{b}	۰/۸۶^{d}	۳۴/۶۰^{g}	۴۴/۸۳^{a}	۵/۸۶^{c}	۲/۷۰^{de}
۱۱	بم	۴^{efg}	۶^{bac}	۲/۳۳^{becd}	۲۳^{ed}	۲۶^{b}	۶/۶۶^{ba}	۲/۴۰^{fe}	۱/۳۰^{e}	۰/۱۶^{i}	۴۵/۲۳^{d}	۲۶/۴۶^{d}	۹/۸۰^{a}	۲/۴۳^{fe}
۱۲	m-90-16	۴/۶۶^{efdg}	۵/۳۳^{bdac}	۱/۳۳^{e}	۲۲^{e}	۱۷^{e}	۷/۱۶^{a}	۴/۵۰^{a}	۴/۳۳^{a}	۴/۳۳^{a}	۴۴/۳۳^{ed}	۲۴/۱۶^{e}	۶/۶۶^{cb}	۳/۶۰^{bc}
۱۳	پیشتاز	۳/۳۳^{fg}	۶/۶۶^{ba}	۲^{ecd}	۳۲^{bc}	۳۴/۳۳^{a}	۷/۸۰^{a}	۴^{ba}	۴/۲۳^{a}	۲/۱۰^{b}	۳۶/۸۳^{gf}	۳۳^{b}	۹/۰۳^{a}	۴/۲۰^{a}
۱۴	پیشگام	۶/۳۳^{edc}	۳/۶۶^{dec}	۲^{ecd}	۲۵^{ed}	۲۲^{cd}	۱/۴۶^{def}	۲/۱۰^{gf}	۰/۶۳^{hg}	۰/۵۶^{egf}	۳۷/۹۰^{f}	۳۰^{c}	۲/۷۶^{e}	۱/۶۰^{ih}
۱۵	مرودشت	۹/۶۶^{a}	۰/۳۳^{g}	۱^{e}	۲۴/۳۳^{ed}	۱۷/۶۶^{e}	۱/۰۶^{ef}	۳/۴۶^{bc}	۱/۱۳^{e}	۰/۵۶^{egf}	۴۱/۸۳^{e}	۲۶/۵۰^{d}	۲/۹۰^{e}	۲/۰۶^{fhg}
۱۶	افق	۴/۶۶^{efdg}	۵/۳۳^{bdac}	۱^{e}	۲۴^{ed}	۹/۶۶^{gf}	۱/۹۳^{def}	۲/۲۰^{gf}	۱/۲۰^{e}	۰/۶۶^{edf}	۲۷/۵۰^{i}	۱۷/۳۳^{h}	۳/۲۶^{e}	۱/۸۰^{ihg}
۱۷	پارسی	۷/۶۶^{bac}	۲/۳۳^{feg}	۱/۶۶^{ed}	۲۵^{ed}	۱۱^{gf}	۲/۱۳^{de}	۲/۰۳^{gf}	۱/۱۰^{e}	۰/۶۶^{edf}	۵۹/۵۰^{a}	۱۹/۳۳^{gf}	۳/۲۰^{e}	۳/۶۰^{bc}

۴-۵-۳- بررسی شاخص مرگ گیاهچه بذور

واکنش ارقام در خصوص مرگ گیاهچه نیز با اختلاف قابل توجه و معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون بود. بدین صورت که بیشترین مرگ گیاهچه در رقم مهدوی با ۷ عدد، که از نظر آماری در یک گروه و با سایر ارقام معنی‌دار نشان دادند. کمترین میزان مرگ گیاهچه در ارقام مرودشت و افق و لاین m-90-16 که هرسه با یک عدد مرگ گیاهچه بودند و از نظر آماری در یک گروه واقع شده و با سایرین دارای اختلاف معنی‌دار هستند (p= 0.01). بررسی‌های انجام شده در خصوص شاخص‌های رشدی ژنوتیپ‌های مایه‌زنی شده مربوطه نشان داد که قارچ عامل بیماری اثر به سزایی در رشد و نمو ژنوتیپ‌ها داشته نسبت به شاهد کاهش قابل توجهی در برداشته است.

۴-۵-۴- بررسی شاخص طول ریشه تیمار

در خصوص طول ریشه، بیشترین کاهش مربوط به لاین m-90-7 با ۵/۵۰ سانتی‌متر بود که در یک گروه آماری و معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها بود (p= 0.01). در همین راستا در تیمار شاهد برای ژنوتیپ مذکور طول ریشه ۱۸ سانتی‌متر بود که نشان می‌دهد حدود ۱۲ سانتی‌متر کاهش در رشد طول ریشه داشته است. در صورتی‌که کمترین میزان طول ریشه در تیمارهای شاهد مربوط به لاین m-90-7 با مقدار ۱۸سانتی‌متر و پس از آن رقم سیروان با مقدار ۱۸/۰۳ سانتی‌متر که در یک گروه آماری و معنی‌دار با سایرین بودند (p= 0.01).

۴-۵-۵- بررسی شاخص طول ساقه تیمار

شاخص طول ساقه نشان داد که بیشترین کاهش طول ساقه در رقم مهدوی و لاین m-90-9 با میزان ۸/۸۳ سانتی‌متر در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفتند (p= 0.01). در صورتی‌که در تیمار شاهد برای رقم مذکور طول ساقه به ترتیب ۲۱ و ۱۸/۸۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد که نشان دهنده حدود ۱۰الی ۱۱سانتی‌متر اختلاف می‌باشد (p= 0.01). کمترین مقدار طول ساقه شاهد مربوط به لاین m-90-7 با ۱۴/۴۳سانتی‌متر که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفت (p= 0.01).

۴-۵-۶- بررسی شاخص وزن تر ریشه تیمار

نتایج بررسی وزن تر ریشه نشان داد که بیشترین کاهش وزن در اثر این قارچ مربوط به لاین m-90-9 با مقدار ۰/۷۳گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفت (p= 0.01) . ارقام مرودشت و دنا به ترتیب با ۱/۰۶ و ۱/۳۰ گرم در مراتب بعدی قرار گرفتند. در این خصوص در تیمارهای شاهد وزن تر ریشه برای رقم‌های فوق به ترتیب برابر با ۲/۸۳، ۲/۹۰ و ۳/۳۳ گرم که این مقدارحدود ۱ الی ۲ گرم با وزن تیمارهای مایه‌زنی شده با این قارچ دارای اختلاف بودند (p= 0.01). کمترین میزان وزن تر ریشه شاهد در ارقام متعلق به ارگ با مقدار ۲/۶۶ گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفت (p= 0.01).

۴-۵-۷- بررسی شاخص وزن خشک ریشه تیمار

بررسی شاخص وزن خشک ریشه نشان داد که بیشترین کاهش وزن مربوط به رقم دنا با مقدار برابر ۰/۴۶گرم و پس از آن ارقام پیشگام و الوند با مقدار ۰/۶۳ گرم در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01) . در تیمارهای شاهد وزن خشک ریشه برای ارقام فوق به ترتیب برابر با ۲/۱۰، ۱/۶۰ و ۱/۶۳ بودند که در حدود ۱ تا ۲ گرم با تیمارهای آلوده به قارچ اختلاف داشتند (p= 0.01). در این خصوص کمترین وزن خشک ریشه شاهد مربوط به ارگ با ۱/۲۶ گرم و بیشترین مقدار وزن خشک ریشه شاهد مربوط به رقم پیشتاز با ۴/۲۰ گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۵-۸- بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی تیمار

نتایج بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به لاین m-90-16 با ۴/۵۰ گرم و در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی قرار گرفت (p= 0.01). رقم پیشتاز با مقدار ۴ گرم از لحاظ بیشترین مقدار وزن تر اندام هوایی در جایگاه بعدی قرار گرفتند. بیشترین کاهش وزن تر اندام هوایی مربوط به لاین m-90-9 با میزان ۰/۷۰ گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۵-۹- بررسی شاخص وزن خشک اندام هوایی تیمار

در بررسی وزن خشک اندام هوایی ارقام گندم مایه زنی شده با قارچ فوق لاین m-90-16 با مقدار ۴/۳۳ گرم بیشترین وزن خشک اندام هوایی را داشت که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی قرار گرفتند (p= 0.01). بیشترین کاهش وزن خشک اندام هوایی مربوط به رقم بم با مقدار ۰/۱۶ گرم و ارقام دنا و ارگ به ترتیب با مقدار۰/۳۰ و ۰/۳۳گرم در یک گروه آماری با اختلاف معنی‌دار در مراتب بعدی قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۶- بررسی حساسیت ارقام نسبت به قارچ *Fusarium semitectum*

قارچ *Fusarium semitectum* از نظر بیماری‌زایی نسبت به سایرین از کمترین میزان آلودگی برخوردار بود. در خصوص واکنش ارقام نیز اختلاف آن با سایر گونه‌ها قابل توجه است. نتایج حاصل از واکنش ارقام نیز در این‌جا حاکی از این مطلب بود که معنی‌دار می‌باشد (جدول۶-۴)(p=0.01).

۴-۶-۱- بررسی شاخص جوانه‌زنی بذور

نتایج واکنش ژنوتیپ‌های مربوطه به این قارچ نشان داد که از نظر شاخص جوانه‌زنی بذر بیشترین میزان مربوط به رقم مرودشت با تعداد ۹ عدد و کمترین آن مربوط به رقم دنا با سه عدد جوانه‌زنی بذر و ارقام پیشتاز و بم به ترتیب با ۳ و ۴ عدد جوانه‌زنی بذر بودند که از نظر آماری با سایر ارقام و لاین‌های مورد آزمون معنی‌دار است. مابقی ژنوتیپ‌ها در حد واسط این دو گروه قرار گرفتند.

۴-۶-۲- بررسی شاخص پوسیدگی بذور تیمارها

واکنش ارقام مربوطه به این قارچ در خصوص پوسیدگی بذر نشان داد که بیشترین میزان مربوط به لاین m-90-16 با مقدار ۸/۶۶ و پیشتاز و بم به ترتیب با ۸ و ۷/۳۳ عدد که از نظر آماری در یک گروه قرار دارند و با سایر ارقام معنی‌دار نشان دادند. و کمترین آن مربوط به رقم الوند با ۲/۳۳ که از نظر آماری به تنهایی در یک گروه قرار گرفت و با سایرین دارای اختلاف معنی‌دار است. پس از آن رقم سیروان با ۳ عدد پوسیدگی و ارقام پارسی و بک‌کراس روشن به طور مشترک هر کدام با ۳/۶۶ عدد که از نظر آماری با سایر ارقام و لاین‌های مورد آزمون معنی‌دار بودند. مابقی ژنوتیپ‌ها در حد واسط این دو گروه واقع شدند.

جدول ۴-۶-۱- واریانس شاخص‌های مورد بررسی ارقام و لاین های گندم به قارچ *Fusarium semitectum*

تیمار	درجه آزادی	SS	MS	F	CV
جوانه‌زنی بذور	۱۶	۱۵۳/۹۲	۹/۶۲**	۱۲/۷۲	۱۷/۵۲
پوسیدگی بذور	۱۶	۱۵۳/۹۲	۹/۶۲ **	۱۲/۷۲	۱۷/۲۵
مرگ گیاهچه	۱۶	۹۷/۰۱	۶/۰۶**	۶/۶۴	۴۲/۳۷
طول ریشه	۱۶	۴۲۲۳/۵۳	۲۶۳/۹۷**	۱۳۱/۴۸	۵/۳۹
طول ساقه	۱۶	۳۲۸۵/۶۰	۲۰۵/۳۵**	۷۳/۴۸	۸/۸۲
وزن تر ریشه	۱۶	۱۷۰/۳۴	۱۰/۶۴**	۱۴۹/۱۹	۱۰/۹۴
وزن تر اندام هوایی	۱۶	۵۷/۰۹	۳/۵۶**	۸۰/۸۸	۹/۳۶
وزن خشک ریشه	۱۶	۳۵/۹۳	۲/۲۴**	۱۵۸/۲۷	۹/۳۹
وزن خشک اندام هوایی	۱۶	۲۹/۶۸	۱/۸۵**	۲۳۲/۵۶	۱۱/۵۹
طول ریشه شاهد	۱۶	۷۶۴۰/۴۰	۴۷۷/۵۲**	۳۰۶/۰۴	۳/۴۵
طول ساقه شاهد	۱۶	۲۳۳۱/۵۷	۱۴۵/۷۲**	۱۲۹/۳۹	۴/۴۶
وزن تر شاهد	۱۶	۱۹۷/۷۶	۱۲/۳۶**	۷۰/۰۴	۸/۹۰
وزن خشک شاهد	۱۶	۴۰/۴۸	۲/۵۳**	۱۰/۴۸	۲۰/۳۷

۴-۶-۳- بررسی شاخص مرگ گیاهچه تیمارها

واکنش ارقام در خصوص مرگ گیاهچه نیز با اختلاف قابل توجه و معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون بود. بدین صورت که بیشترین مرگ گیاهچه در رقم سیروان با ۵/۶۶، سپس در رقم مهدوی با ۴/۶۶عدد و رقم الوند با ۴/۳۳ واقع شدند که از نظر آماری در یک گروه قرار دارند و با سایر ارقام معنی‌دار نشان دادند. ولی کمترین میزان مرگ گیاهچه درارقام مرودشت، پیشتاز، بهار و لاین m-90-16 به طور مشترک با یک عدد مرگ گیاهچه بودند و پس از آن ارقام پیشگام و پارسی به طور مشترک با ۱/۳۳ و ارقام بک‌کراس روشن، ارگ و افق به طور مشترک با ۱/۶۶ در جایگاه بعدی قرار گرفتند که از نظر آماری در یک گروه واقع شده و با سایرین داراری اختلاف معنی‌دار هستند ($p= 0.01$)

بررسی‌های انجام شده در خصوص شاخص‌های رشدی ژنوتیپ‌های مایه‌زنی شده مربوطه نشان داد که قارچ عامل بیماری اثر به سزایی در رشد و نمو ژنوتیپ‌ها داشته نسبت به شاهد کاهش قابل توجهی در برداشته است.

۴-۶-۴- بررسی شاخص طول ریشه تیمار

در خصوص طول ریشه، بیشترین کاهش مربوط به لاین m-90-7 با ۸ سانتی‌متر بود که در یک گروه آماری و معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها بود (p= 0.01). در همین راستا در تیما شاهد برای ژنوتیپ مذکور طول ریشه ۱۸/۶۳سانتی‌متر بود که حدود ۱۰سانتی‌متر کاهش در رشد طول ریشه را نشان می‌دهد. در صورتی‌که کمترین کاهش طول ریشه مربوط به ژنوتیپ دنا با میزان ۴۸ سانتی‌متر بوده که در یک گروه آماری و معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها بود. در صورتی‌که در همین راستا در تیما شاهد برای ژنوتیپ مذکور طول ریشه ۵۵ سانتی‌متر که در یک گروه آماری دیگر و معنی‌دار با سایرین بود (p= 0.01).

۴-۶-۵- بررسی شاخص طول ساقه تیمار

شاخص طول ساقه نشان داد که بیشترین کاهش طول ساقه در لاین m-90-9 به میزان ۷/۳۳ سانتی‌متر و در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفت (p= 0.01). در صورتی‌که در تیمار شاهد برای رقم مذکور طول ساقه ۱۸/۱۳ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد که نشان دهنده حدود ۱۱ سانتی‌متر اختلاف می‌باشد. کمترین کاهش طول ساقه مربوط به رقم بک‌کراس روشن با ۴۳/۳۳ سانتی‌متر که این مقدار با مقدار شاهد این رقم حدود ۰/۳۳. اختلاف طول دارد و در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفت.

۴-۶-۶- بررسی شاخص وزن تر ریشه تیمار

وزن تر ریشه نشان داد که بیشترین کاهش وزن در اثر این قارچ مربوط به رقم دنا با ۰/۷۶ گرم و پس از آن ارقام بهار، افق و روشن که به ترتیب با ۰/۸۰، ۰/۹۰، ۰/۹۳ گرم که همگی در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01). در این خصوص در تیمارهای شاهد وزن تر ریشه برای رقم‌های فوق به ترتیب برابر با ۳/۱۶، ۶/۷۰، ۳/۲۶ و ۳/۷۶ که این مقادیرحدود ۳ تا ۵ گرم با وزن تیمارهای مایه‌زنی شده با این قارچ دارای اختلاف بودند (p= 0.01) کمترین میزان کاهش وزن تر ریشه متعلق به رقم بم با مقدار ۷/۳۰ گرم که در این راستا در رقم شاهد برابر با ۹/۱۰ گرم بوده و حدود ۱ گرم کاهش را نشان می‌دهد و در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفت (p= 0.01).

جدول ۴-۶-۲- مقایسه میانگین شاخص های بیماری‌زایی قارچ *Fusarium semitectum* بر روی ارقام و لاین های گندم در شرایط گلخانه

ردیف	رقم	تعدادبذر جوانه‌زده	پوسیدگی‌بذر	مرگ گیاهچه	طول‌ریشه تیمار	طول‌ساقه تیمار	وزن تر ریشه	وزن‌تر اندام‌هوایی	وزن‌خشک ریشه	وزن‌خشک اندام‌هوایی	طول ریشه شاهد	طول ساقه شاهد	وزن تر شاهد	وزن خشک شاهد
۱	m-90-9	۴/۶۶^{fdec}	۵/۳۳^{fdec}	۳/۳۳^{bdc}	۲۶^{e}	۷/۳۳^{f}	۱/۸۰^{feg}	۰/۷۶^{i}	۰/۶۰^{gfh}	۰/۲۳^{i}	۶۳/۳۳^{dc}	۱۸/۱۳^{fg}	۳/۱۶^{e}	۱/۷۶^{efcd}
۲	بهار	۶^{bdac}	۴^{fheg}	۱^{d}	۲۵/۶۶^{e}	۱۶^{de}	۰/۸۰^{j}	۱/۶۳^{h}	۲/۹۶^{b}	۰/۸۳^{c}	۳۴/۵۰^{d}	۲۰/۶۳^{fe}	۶/۷۰^{b}	۳/۸۶^{ba}
۳	ارگ	۵/۳۳^{bdc}	۴/۶۶^{feg}	۱/۶۶^{d}	۳۲/۳۳^{cb}	۱۲^{e}	۳/۵۶^{dc}	۲/۷۰^{dc}	۱/۴۶^{ed}	۰/۴۶^{gef}	۴۶/۶۶^{b}	۱۹/۲۰^{feg}	۲/۹۳^{e}	۱/۱۳^{f}
۴	دنا	۶bdac	۴^{heg}	۲/۶۶^{bdc}	۴۸^{a}	۲۱/۳۳	۰/۷۶^{j}	۲/۳۶^{dce}	۰/۸۰^{f}	۰/۸۶^{c}	۵۵^{a}	۲۴/۲۶^{d}	۳/۱۶^{e}	۱/۹۰^{efc}
۵	مهدوی	۵/۶۶^{bdac}	۴/۳۳^{heg}	۴/۶۶^{ba}	۲۹^{cde}	۱۹^{dc}	۱/۴۶^{ihg}	۱/۸۰^{ghf}	۰/۶۶^{gf}	۰/۵۳^{gef}	۴۵/۶۶^{b}	۲۰/۵۶^{fe}	۶/۷۳^{b}	۲/۹۰^{bcd}
۶	روشن	۵/۳۳^{bdc}	۴/۶۶^{feg}	۲^{dc}	۱۶g	۲۱^{c}	۰/۹۳^{ij}	۱/۷۰^{gh}	۰/۳۳^{h}	۰/۲۳^{i}	۱۸/۱۳^{f}	۲۴/۹۰^{d}	۳/۷۶^{dce}	۱/۵۰^{ef}
۷	الوند	۷/۶۶^{a}	۲/۳۳^{h}	۴/۳۳^{bac}	۱۴/۳۳^{g}	۲۱/۱۶^{c}	۱/۷۶^{feg}	۲/۴۰^{dce}	۰/۶۰^{gfh}	۰/۳۳^{hgi}	۱۷/۸۰^{f}	۱۹/۷۶^{feg}	۲/۹۶^{e}	۱/۷۳^{fcd}
۸	سیروان	۷^{ba}	۳^{hg}	۵/۶۶^{a}	۱۴/۹۳^{g}	۱۵/۰۶^{de}	۱/۴۶^{ihj}	۰/۹۳^{i}	۱/۲۳^{e}	۰/۵۶^{def}	۱۸/۱۰^{f}	۲۱/۱۶^{e}	۴/۶۶^{c}	۲/۰۶^{fcd}
۹	m-90-7	۴^{deg}	۶^{dec}	۲^{dc}	۸^{h}	۱۲/۳۰^{e}	۲/۲۰^{fe}	۲/۲۳^{dfe}	۱/۳۶^{e}	۰/۶۰^{de}	۱۸/۶۳^{f}	۱۵/۳۳^{h}	۴/۴۰^{dc}	۱/۶۳^{efd}
۱۰	بک کراس روشن	۶/۳۳^{bac}	۳/۶۶^{fhg}	۱/۶۶^{d}	۲۷^{de}	۴۳/۳۳^{a}	۳/۴۰^{d}	۳/۷۰^{b}	۱/۲۰^{e}	۰/۷۳^{dc}	۳۵/۴۳^{d}	۴۳/۶۶^{a}	۵/۹۳^{b}	۲/۹۳^{bc}
۱۱	بم	۲/۶۶^{fhg}	۷/۳۳^{bac}	۲^{dc}	۳۱^{cb}	۲۰/۶۶^{c}	۷/۳۰^{a}	۲/۸۶^{c}	۰/۵۶^{gfh}	۰/۳۶^{hgif}	۴۶^{b}	۲۴/۸۶^{d}	۹/۱۰^{a}	۲/۸۰^{bcd}
۱۲	m-90-16	۱/۳۳^{h}	۸/۶۶^{a}	۱^{d}	۲۶/۳۳^{de}	۲۷^{b}	۴/۰۶^{c}	۵/۳۶^{a}	۲/۲۶^{c}	۳/۵۰^{a}	۴۴^{b}	۲۴/۵۳^{d}	۶/۱۳^{b}	۳/۹۰^{ba}
۱۳	پیشتاز	۲^{hg}	۸^{ba}	۱^{d}	۳۴^{b}	۱۸/۳۳^{dc}	۶/۰۳^{b}	۲/۶۰^{dce}	۳/۲۶^{a}	۰/۵۳^{gef}	۳۵/۸۳^{dc}	۳۴/۵۰^{b}	۸/۲۰^{a}	۴/۳۰^{a}
۱۴	پیشگام	۵^{bdec}	۵^{fdeg}	۱/۳۳^{d}	۲۹/۶۶^{cd}	۲۷/۳۳^{b}	۲/۳۰^{e}	۲/۱۶^{gfe}	۱/۴۰^{e}	۰/۵۶^{def}	۳۸/۶۶^{c}	۲۹/۸۳C	۲/۷۰^{e}	۱/۸۶^{efcd}
۱۵	مرودشت	۶^{bdac}	۴^{fheg}	۱^{d}	۳۳/۶۶^{b}	۱۳/۶۶^{e}	۱/۱۰^{ihj}	۲/۱۰^{ghfe}	۰/۶۶^{gf}	۰/۷۳^{dc}	۴۳/۶۶^{b}	۲۵/۵۹^{d}	۲/۹۰^{e}	۲/۳۳^{efcd}
۱۶	افق	۳^{fheg}	۷^{bdac}	۱/۶۶^{d}	۲۱/۳۳^{f}	۱۴^{e}	۰/۹۰^{ij}	۱/۷۰^{gh}	۰/۴۶^{gh}	۱/۷۳^{b}	۲۵/۶۶^{e}	۱۷/۶۶^{hg}	۳/۲۶^{e}	۱/۸۶^{efcd}
۱۷	پارسی	۶/۳۳^{bac}	۳/۶۶^{fhg}	۱/۳۳^{d}	۲۹^{cde}	۱۲/۳۳^{e}	۱/۶۳^{fhg}	۱/۱۰^{i}	۱/۷۰^{d}	۰/۲۶^{hi}	۵۵/۱۶^{a}	۱۹/۴۳^{feg}	۳/۴۶^{de}	۲/۵۰^{ecd}

۴-۶-۷- بررسی شاخص وزن خشک ریشه تیمار

بررسی شاخص وزن خشک ریشه نشان داد که بیشترین کاهش وزن مربوط به رقم افق با مقدار ۰/۴۶ گرم و پس از آن ارقام بم و لاین m-90-9 به ترتیب با ۰/۵۶ و ۰/۶۰ گرم در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01) . در همین راستا در تیمارهای شاهد برای ارقام فوق به ترتیب ۱/۸۶، ۲/۸۰و ۱/۷۶گرم بود که حدود ۱ الی ۲ گرم کاهش را نشان دادند. در این خصوص بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به رقم پیشتاز با ۳/۲۶ گرم و بیشترین مقدار وزن خشک ریشه شاهد ۴/۳۰ گرم بوده که در حدود یک گرم اختلاف داشتند و در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفت (p= 0.01).

۴-۶-۸- بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی تیمار

نتایج بررسی شاخص وزن تر اندام هوایی نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به لاین m-90-16 با ۵/۳۶ گرم و در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی قرار گرفت (p= 0.01). رقم بک‌کراس روشن با مقدار ۳/۷۰ گرم از لحاظ بیشترین مقدار وزن تر اندام هوایی در جایگاه بعدی قرار گرفتند. بیشترین کاهش وزن تر اندام هوایی مربوط به لاین m-90-9 با میزان ۰/۷۶گرم که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایرین قرار گرفتند (p= 0.01).

۴-۶-۹- بررسی شاخص وزن خشک اندام هوایی تیمار

در بررسی وزن خشک اندام هوایی ارقام گندم مایه زنی شده با قارچ فوق لاین m-90-16 با مقدار۳/۵۰ گرم بیشترین وزن خشک اندام هوایی را داشت که در یک گروه آماری و معنی‌دار نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی قرار گرفت (p= 0.01). بیشترین کاهش وزن خشک اندام هوایی مربوط به رقم روشن و لاین m-90-9 به طور مشترک با ۰/۲۳ گرم و پس از آن ارقام پارسی و بم به ترتیب با ۰/۲۶ و ۰/۳۶ گرم در یک گروه آماری با اختلاف معنی‌دار در مراتب بعدی قرار گرفتند (p= 0.01).

بحث

بررسی‌های انجام شده در این تحقیق نشان داد که گونه‌های متعدد قارچی در ایجاد بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در استان اصفهان دخیل می‌باشد. هم‌چنین، گونه‌های مربوطه از پراکندگی متنوعی در استان برخوردار بودند. مطالعات بیماری‌زایی نیز نشان داد که عوامل بیماری‌زای پوسیدگی ریشه و طوقه گندم، دارای شدت متفاوتی نسبت به یکدیگر هستند. واکنش ارقام گندم نسبت به گونه‌های عامل بیماری نیز نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد آزمون از تفاوت‌های قابل توجهی برخوردار بودند لذا، نتایج این تحقیق در موارد مربوطه با نتایج گزارشگران داخلی و خارجی مورد بحث، نقد و به شرح زیر قرار داده شده است.

نتایج این تحقیق نشان داد که عوامل قارچی مختلفی در پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در استان اصفهان دخالت دارند. هرچند این قارچ‌ها می‌توانند به تنهایی، به‌خصوص در شرایط تنش، بیماری‌زا باشند،

ولی جدا شدن مجموعه‌ای از آن‌ها از یک مزرعه و حتی از یک بوته نظریه کمپلکس بودن پوسیدگی ریشه و طوقه را تقویت می‌کند (Richard *et al*., 2007).

شناسایی گونه‌ها

جداسازی و خالص‌سازی عوامل قارچی مربوطه نشان داد که در این راستا ۶ گونه‌ی متفاوت در ایجاد بیماری دخیل بوده که، شامل: *B. sorokiniana*, *F. culmorum*, *G. g.*var. *tritici* و *Ph. nicotianae*, *F. solani*, *F. semitectum*, بوده‌اند.

در این راستا در سال ۲۰۰۷ *Fusarium* sp و *Bipolaris sorokiniana* به عنوان عوامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در اکامبا گزارش شدند در عین حال گونه‌های مختلفی از بافت‌های آلوده به قارچ‌های *Fusarium oxysporum*، *F. solani*، *Bipolaris sorokiniana*، *Periconia circinata*، *Coniothyrium cerealis* و *Phoma* sp جداسازی و شناسایی گردیده‌اند (Richard *et al*., 2007) که در این‌جا با دو گونه *Bipolaris sorokiniana* و *F. solani* معرفی شده در این تحقیق هماهنگی دارد. در سال‌های اخیر، وقوع پوسیدگی طوقه و ریشه گندم در بعضی از مناطق کشور، توجه محققان را به خود جلب کرده و تا کنون قارچ‌های زیادی از روی گندم گزارش شده است. هم‌چنین، در مطالعاتی که در سال ۱۳۷۳ انجام گرفت، ۲۰ گونه فوزاریوم، از قسمت های مختلف غلات (گندم، جو، برنج و ذرت) از استان گلستان جدا کرده‌اند (زارع و همکاران، ۱۳۷۳). فروتن و همکاران، تعدادی از عوامل قارچی از جمله *Rhizoctonia cerealis* , *Gaeumannomyces*, *F. graminearum*, *R. solani* از ریشه و طوقه گندم در استان مازندران را جداسازی و گزارش نمودند که با جنس *Gaeumannomyces* معرفی شده از استان اصفهان هماهنگی دارد (فروتن و همکاران،۱۳۷۴). منصوری تعدادی از قارچ‌های بیماری‌زا از جمله گونه‌هایی از *Drechslera* , *Fusarium* , *Pythium* و *Sclerotium* را از ریشه و طوقه گندم در فارس جداسازی نموده است (منصوری و همکاران، ۱۳۷۴) که نتایج این بررسی با *Fusarium* جدا شده از این تحقیق موافقت دارد اما مابقی جنس‌ها از استان اصفهان گزارش نشده است. در طی بررسی که توسط درویش‌نیا و همکاران از استان لرستان صورت گرفت، ۲۶۰ نمونه ریشه و طوقه گندم از ۱۰۹ جدایه قارچی انجام شد که ۴۵ جدایه متعلق به ۱۳ گونه فوزاریوم، *Fusarium chlamydosporum*, *F. equiseti*, *F. proliferatum*, *F. subglutinans*, *F. lateritium*, *F. sambucinum*, *F. reticulatum*, *F. avenaceum*, *F. solani*, *F. moniliform*, *F. semitectum*, *F. acuminatum*, *Fusarium* sp. و سایر قارچ‌ها متعلق به ۵ گونه *Curvularia senegalensis*, *Bipolaris hawaiiensis*, *B. sorokiniana*, *Rhizoctonia solani* و *Alternaria triticina* بودند (درویش‌نیا و همکاران، ۱۳۷۷) لذا، نتایج درویش‌نیا و همکاران از نظر شناسایی گونه‌های عامل بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه در استان لرستان بعضا در خصوص ۳ گونه *F. solani*, *F. semitectum* و *B. sorokiniana* شناسایی شده در این تحقیق موافقت و هماهنگی دارد.

در مطالعه‌ایی که در سال ۱۳۸۳ از مزارع زنجان انجام گرفت، قارچ‌های خاکزاد عامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم *R. solani*, *R. cerealis*, *F. culmorum*, *Drechslera* sp, *Sclerotinia rolfssi* ,*B. sorokiniana* معرفی شدند(جعفری و همکاران، ۱۳۸۳) که در این راستا با دو گونه *B. sorokiniana* و *F.*

culmorum شناسایی شده از اصفهان تطابق دارد. ایرانی و همکاران ضمن تحقیق روی پراکنش عوامل قارچی پوسیدگی طوقه وریشه گندم آبی و دیم در استان آذربایجان‌غربی، قارچهای *F. acuminatum, F. culmorum, F. avenaceum, B. sorokiniana, B. spicifera* را شناسایی و معرفی کردند (ایرانی و همکاران، ۱۳۸۵) لذا، نتایج آن‌ها از نظر شناسایی گونه‌های عامل بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در استان آذربایجان غربی بعضاً در خصوص گونه‌های *B. sorokiniana* و *F. culmorum* شناسایی شده در این تحقیق موافقت داشت. از مزراع گندم در استان خراسان شمالی (شمال شرقی ایران) نیز تعداد قابل توجهی از بوته‌های گندم دچار پوسیدگی ریشه و طوقه بودند که قارچهای *Fusarium oxysporum*، *Bipolaris sorokiniana* , *F. solani*، *Periconia circinata*، *Coniothyrium cerealis* و *Phoma* sp شناسایی گردیده‌اند (روحانی و همکاران، ۱۳۸۹) که بعضاً با نتایج حاصل از این تحقیق در معرفی شش گونه بیماری از استان اصفهان هم‌خوانی و موافقت دارد.

پراکنش گونه‌ها

هم‌چنین پراکندگی گونه‌های مربوطه نشان داد که از پراکنش متفاوتی در سطح استان اصفهان برخوردار بودند. ترکیب و فراوانی گونه‌های مختلف از منطقه‌ای به منطقه دیگر دیگر متفاوت بود. پراکنش گونه‌ها، با توجه به تعداد جدایه‌ها مشخص نمود که ۳۹/۳۵ درصد از جدایه‌ها مربوط به گونه *B. sorokiniana* بود که در این‌جا، بیشترین تعداد جدایه و پراکنش را در سطح استان داشته است. سپس، گونه‌های *F. solani* با مقدار ۲۶/۶۶ درصد و *F. semitectum* با میزان ۱۲/۶۶ درصد مرتبه دوم و سوم را از نظر میزان پراکنش در سطح استان داشتند. کمترین میزان پراکنش قارچ در سطح استان، مربوط به عوامل *G. g.*var. *tritici* و *Ph. nicotianae* به طور مشترک با مقدار ۶ درصد بود. در این راستا در سال ۲۰۰۱ طی بررسی که در کشورهای برزیل، استرالیا و کانادا صورت گرفت، عوامل *F. graminearum* و *F. pseudograminearum* مهم‌ترین گونه‌های خسارت‌زای فوزاریوم در مزارع گندم شناخته شدند و میزان پراکنش این نوع بیماری در مناطق مختلف متفاوت ولی در مجموع قابل توجه بود به طوری‌که مقدار آن در بعضی از مناطق برزیل ۹ تا ۲۳درصد، استرالیا ۶ تا ۴۴ درصد و کانادا ۳۰ تا ۳۵ درصد برآورد شده است (Piccini *et al*., 2001) که این نتایج با گونه‌های شناسایی شده در اصفهان هم‌خوانی ندارد که این تفاوت در گونه‌ها، بعضاً به علت شرایط آب و هوایی هر منطقه که شامل دما، رطوبت، تناوب زراعی مرسوم آن منطقه و ارقام مورد کشت آن، می‌تواند باشد. هم‌چنین، در بررسی‌هایی که از مزارع گندم استان چهارمحال و بختیاری صورت گرفت*Fusarium graminerarum* دارای بیشترین فراوانی بیماری‌زایی بود و سپس، جدایه‌هایی از قارچهای *F. solani, F. equiseti, F. culmorum, Rhizoctonia solani, F. longipes* به ترتیب با ۱۲، ۱۸، ۳۲، ۱۸و ۲۳ درصد فراوانی و گونه *F. culmorum* دارای بیشترین فراوانی بودند (حیدریان و همکاران، ۱۳۸۰) که در شناسایی گونه‌های *F. culmorum* و *F. solani* با نتایج حاصل از تحقیق ما موافقت داشته ولی در مورد پراکنش هم‌خوانی ندارد هم‌چنین گونه غالب در استان اصفهان *B. sorokiniana* بود که با نتایج حیدریان موافقت نداشت. در بررسی که توسط مقصودلو برروی گونه‌های فوزاریوم جدا شده از گندم مناطق گرگان صورت گرفت قارچهای *F. solani, F. moniliforme, F. nygamai F. equiseti, F. semitectum* و *F. oxysporium* به ترتیب با فراوانی ۵/۵، ۱۶/۶۶، ۲۲/۲۲،

۲۲/۲۲، ۱۶/۶۶، ۱۶/۶۶ درصد بودند که بیشترین فراوانی مربوط به عوامل *F. solani, F. moniliforme* به طور مشترک با ۲۲/۲۲ درصد بود (مقصودلو و همکاران، ۱۳۸۶) گونه‌های شناسایی شده توسط مقصودلو که شامل *F. solani* و *F. semitectum* بودند با نتایج حاصل از این تحقیق در اصفهان هم‌خوانی داشته اما از نظر میزان پراکنش و فراوانی تطابق نداشتند که این اختلاف گونه و پراکنش به دلیل تفاوت شرایط آب و هوایی در دو منطقه گرگان و اصفهان می‌باشد. در مطالعه‌ایی که در کرمانشاه انجام گرفت در مجموع ۴۳ جدایه قارچی از جنس *Bipolaris* از ریشه و طوقه گندم جدا شد که به گونه‌های *B. sorokiniana, B. cynodontis, B. spicifera* متعلق بودند و به ترتیب با فراوانی ۴/۷، ۲۰/۹ و ۷۴/۵ درصد قرار داشتند (صفایی و همکاران، ۱۳۸۷) لذا، با نتایج بدست آمده حاصل از شناسایی و فروانی بیماری در این تحقیق هم‌خوانی دارد و *B. sorokiniana* را به عنوان گونه‌ی غالب از نظر پراکندگی و فراوانی بیماری در منطقه معرفی کرده است.

بوته‌های آلوده جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان اصفهان، متعلق به یکی از قارچ‌های بیماری‌زای *Ph. nicotianae, F. solani, F. semitectum, F. culmorum, G. g.*var. *tritici, B. sorokiniana* بودند که، بررسی و شناسایی گونه‌های مربوطه در خصوص ریخت‌شناسی با گزارشات سایر پژوهشگران هم‌خوانی و موافق داشت که به شرح ذیل مورد بررسی قرار گرفته‌اند:

شناسایی گونه‌ها

گونه *B. sorokiniana*

پرگنه جدایه‌های این گونه روی محیط کشت PDA، ابتدا به رنگ سفید بود که پس از سه تا چهار روز به رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه درآمد. خصوصیات رشدی و ریخت‌شناسی جدایه‌ها مشابه یکدیگر و با ویژگی‌های مشاهده شده توسط سایر محققین مطابقت داشت (Sivanesan, 1987). جهان و همکاران در سال ۲۰۱۳ *B. sorokiniana* را به عنوان مهم‌ترین گونه خسارت‌زای گندم بهاره معرفی و شناسایی کردند که خصوصیات ریخت‌شناسی شده توسط آن‌ها با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت (Jahan *et al.*,2013). هم‌چنین در تحقیقاتی که در سال۲۰۱۴ توسط منا و همکاران صورت گرفت عامل *B.sorokiniana* به عنوان مهم‌ترین عامل بر روی گندم و جو و سورگوم شناسایی شده که ویژگی‌های ظاهری شناسایی شده توسط آن‌ها با نتایج حاصل از این تحقیق هم‌خوانی داشت (Menna *et al.*,2014).

گونه *G. g.var. tritici*

طول آسکوسپورهای اندازه‌گیری شده از ریشه‌های آلوده گندم مشابه نتایج تحقیقات (Walker, 1973) بود. طبق مطالعات مک‌میلان و همکاران که در سال ۲۰۱۴ در کشور انگلیس در خصوص بیماری پاخوره انجام شد مشخصات ظاهری پرگنه قارچ، طول آسکوسپورها و اندازه گردن پرتسیوم با نتایج حاصل از این تحقیق هم‌خوانی داشت (Mcmillan *et al.*, 2014).

گونه *Ph. nicotianae*

این گونه ابتدا توسط داستر از کرچک هند، جداسازی و با نام *Ph. parasitica* توصیف شد (اروین و همکاران ۱۹۹۶). در این تحقیق مشخص گردید که قطر ریسه ۷-۶ میکرون، عدم تولید آماس ریسه و تولید کلامیدوسپور فراوان در شرایط معمول آزمایشگاه، اسپورانژیوم کروی و تخم‌مرغی، انشعابات اسپورانژیوم

بصورت سمپودیال با فاصله زیاد از هم بوده که در این خصوص با ویژگی‌های مورفولوژی و فیزیولوژی جدایه مذکور با توصیف ارشاد، تطبیق داشت (ارشاد، ۲۰۰۹).

گونه *F. culmorum*

سرعت رشد در این گونه قارچ، بسیار سریع و رنگ کلنی قارچ صورتی تا قرمز گلی و فاقد میکروکنیدی بود. کلامیدوسپور به صورت منفرد و بعضاً خوشه‌ای و البته در برخی جدایه‌ها تشکیل نگردیده البته، این گونه شباهت زیادی با دو گونه *F. sambucinum* و *F. crookwellense* داشت که رشد سریع *F. culmorum* در محیط آن را با گونه *F. sambucinum* متمایز می‌ساخت و نیز شکل ماکروکنیدی این گونه را از *F. crookwellense* جدا می‌سازد، چون ماکروکنیدی در گونه‌ی اخیر طویل‌تر و دارای انحنای زیادتری بود و سلول پایه به شکل پاشنه پا بود. این ویژگی‌ها با گزارشات (Nelson *et al*., 1983; singelton *et al*., 1992) مطابقت دارد. هم‌چنین در بررسی که در منطقه ورامین در سال ۱۳۹۳ انجام گرفت عامل *F. culmorum* شناسایی شد و نتایج حاصل از این تحقیق در خصوص ویژگی پرگنه قارچ از قبیل رنگ و سرعت رشد واندازه و شکل ماکرو کنیدی‌ها با یافته‌های حاصل از این تحقیق موافقت داشت (پوزشی‌میاب، ۱۳۹۳).

گونه *F. semitectum*

ویژگی این گونه در این تحقیق، کماکان با گزارشات اکثر پژوهشگران در خصوص ریخت‌شناسی *F. semitectum* از سایر نقاط ایران هم‌خوانی و موافقت داشت. این قارچ، تا کنون از ریشه و طوقه گیاهان گندم از استان‌های آذربایجان‌شرقی (بابادوست، ۱۳۷۴)، خراسان(مرادزاده اسکندری، ۱۳۷۷)، آذربایجان‌غربی (روانلو، ۱۳۷۹) و فارس (روانلو و بنی‌هاشمی، ۱۳۷۸) و نیز توسط زارع و ارشاد (۱۳۷۶) از ریشه گندم از گرگان جداسازی و گزارش شده است. هم‌چنین این گونه به عنوان عامل فوزاریوز خوشه گندم از شمال کشور معرفی شده است (گلزار، ۱۳۷۳).

گونه *F. solani*

این گونه دارای پراکنش جهانی بوده و در ایران از روی گیاهان مختلف از جمله قسمت‌های مختلف گیاه گندم گزارش شده است. انتقال این گونه از طریق بذر گندم نیز به اثبات رسیده است (بابادوست، ۱۳۷۴). مشخصات مرفولوژیکی و رشدی این گونه در محیط‌های کشت، شامل اندازه کنیدی‌های یکنواخت، تفاوت مشخص بین ماکروکنیدی و میکروکنیدی‌ها، تعداد زیاد ماکروکنیدی‌ها، میکروکنیدیوفورهای کاملاً توسعه یافته و فیالیدهای ساده و طویل با آن‌چه برای این گونه توسط (Nelson *et al*., 1983) بیان شده است مطابقت دارد. اندازه ماکروکنیدی‌ها در این جدایه با گزارشات مربوطه در خصوص این گونه با کمی اختلاف موافقت دارد. کلامیدوسپورهای فراوانی تولید شده بود که به صورت منفرد، جفتی و زنجیری، انتهایی یا میانی مشاهده شد (روانلو و بنی‌هاشمی، ۱۳۷۸).

بیماری‌زایی گونه‌ها

گونه *B. sorokiniana*

با توجه به نتایج بیماری‌زایی این گونه‌ها، مشخص گردید که در بین جدایه‌ها، واضح‌ترین و شدیدترین علایم به‌وجود آمده، مربوط به قارچ *B. sorokiniana* می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که قارچ *B.*

sorokiniana بیشترین اثر را در ایجاد علایم پوسیدگی و در نهایت کاهش وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی داشته است. در این راستا، عمارلو در سال ۱۳۸۹ از مزارع گندم خراسان عامل *B. sorokiniana* را به عنوان بیشترین عامل بیماری‌زا در منطقه خراسان اعلام کردند (عمارلو و همکاران، ۱۳۸۹) که این نتیجه با بررسی انجام گرفته در استان اصفهان موافقت داشت.

طی بررسی لیدانگ و همکاران از بین دوازده قارچ شناسایی شده، گونه *B. sorokiniana* دارای اهمیت فراوانی از نظر پراکندگی و شدت بیماری‌زایی بود که، این گونه را به‌عنوان گونه غالب معرفی نموده و اعتقاد دارند این قارچ در بین نمونه‌های مورد مطالعه از جنبه اقتصادی دارای اهمیت زیادی است (Lidong *et al*., 2002) لذا، با توجه به نتایج بیماری‌زای گونه‌ها، در این تحقیق مشخص گردید که از نظر مرگ‌ومیر بیشترین بیماری‌زایی را با مقدار ۷۵ درصد در استان اصفهان داشت که این موضوع، با مطالعات (Lidong *et al*., 2002) موافقت و هم‌خوانی داشت. در اکثر جداسازی‌ها *B. sorokiniana* به تنهایی و یا همراه سایر قارچ‌های بیماری‌زا شناسایی گردید، می‌توان پذیرفت که این قارچ از اهمیت بیشتری برخوردار است و نقش اصلی را در مجموعه قارچ‌های جدا شده ایفا می‌نماید سپس، گونه‌های *G. g .var. tritici* و *Ph. nicotianae* به طور مشترک با مقدار ۶۵/۵ درصدبیماری‌زایی در جایگاه دوم از نظر میزان بیماری‌زایی در استان اصفهان معرفی می‌شوند.

فرناندز و همکاران در سال ۲۰۱۰ در بررسی که از مزارع گندم غرب کانادا انجام دادند عامل *B. sorokiniana* را به عنوان مهم‌ترین عامل بیماری‌زا با بیشترین فراوانی ذکر کردند (Fernandez *et al*, 2010) که این نتایج با بررسی‌هایی که از نظر شناخت عامل بیماری‌زا در استان اصفهان صورت گرفت مطابقت و هم‌خوانی دارد. هم‌چنین طبق بررسی که در سال ۲۰۱۳ انجام گرفت مشخص گردید که عامل *B. sorokiniana* توکسین یا سموم مختلفی در محیط کشت روی گندم، جو، سورگوم و برخی علف‌های‌هرز تولید می‌کند که ترکیب خالص این توکسین‌ها به نام بیپولارتوکسین (Bipolorotoxin) می‌باشد که برای اولین بار در سال ۲۰۱۳ گزارش شده است. البته کم و کیف این توکسین در جدایه‌های گوناگون متفاوت اعلام شده است (Jahani *et al*., 2013) که نوع توکسین در این تحقیق مشخص نشده و با نتایج ما موافقت ندارد.

گونه *G. g.var. tritici*

علایم پاخوره گندم در مزرعه، شامل پوسیدگی ریشه و سیاه شدگی آن‌ها، زودرسی و تولید خوشه‌های سفید، کوتولگی ناشی از خسارت به ریشه‌ها می‌باشد (Walker, 1973). با توجه به علایمی که والکر ۱۹۷۳ به این بیماری نسبت داده، در این تحقیق نیز علایم بیماری با تغییراتی بسته به زمان نمونه‌برداری و جغرافیای محل مشاهده شد که با علایم قارچ *G. g. var. tritici* مطابقت داشت. طبق بررسی که در سال ۲۰۱۴ در انگلیس توسط مک‌میلان و همکاران انجام گرفت مشخص شد که *G. g. var. tritici* مهم‌ترین عامل بیماری‌زای گندم در این منطقه می‌باشد که بررسی تا حدودی با نتایج حاصل از این تحقیق در خصوص بیماری‌زایی مطابقت دارد (Mcmillan, 2014).

گونه *Ph. nicotianae*

گونه *Ph. nicotianae* با ایجاد بیماری‌هایی نظیر مرگ گیاهچه، سوختگی اندام‌های هوایی، شانکر ساقه، پوسیدگی طوقه و ریشه در بیش از ۳۰۰ گونه گیاهی در اغلب نقاط دنیا منجر به خسارت می‌شود. این گونه تا کنون در ایران از بسیاری از گیاهان تیره سولاناسه مانند سیب‌زمینی و از مرکبات، زردآلو، سویا، گندم، پسته، چغندرقند، گیاهان زینتی، خیار و فلفل جداسازی شده است (ارشاد، ۲۰۰۹) که با بررسی‌های حاصل از این تحقیق در خصوص گندم هم‌خوانی دارد.

گونه *F. culmorum*

عامل *F. culmorum* با مقدار ۶۴/۹ درصد رتبه سوم بیماری‌زایی در استان اصفهان را به خود اختصاص داد. علایم بیماری در اثر تلقیح این قارچ نیز کماکان با زردی برگ و پوسیدگی ریشه همراه بود و نتایج آزمایشات گلخانه‌ای نسبت به شاهد تفاوت قابل توجهی درخصوص شاخص‌های عملکرد و رشدی نشان داد. در مطالعه‌ای قارچ *F. culmorum* به عنوان مهم‌ترین عامل بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در منطقه ورامین گزارش گردید (پوزشی‌میاب، ۱۳۹۲) لذا، در این راستا *F. culmorum* به عنوان سومین عامل مهم بیماری‌زای استان اصفهان شناخته شده است و با نتایج حاصل از تحقیق پوزشی‌میاب از نظر بیشترین میزان بیماری‌زایی هم‌خوانی ندارد.

گونه *F. solani*

گونه‌های *F. solani* و *F. semitectum* به ترتیب با مقدار ۵۳/۳ درصد و ۴۹/۹ درصد میزان مرگ و میر در رتبه چهارم و پنجم از نظر بیماری‌زایی در سطح استان قرار گرفتند. علایم بیماری *F. solani* شامل خمیده شدن برگ‌ها، زردی برگ‌ها و پوسیدگی ریشه‌های فرعی بود. شاخص‌های عملکرد گیاه گندم نسبت به شاهد و سایر تیمارها اثر معنی‌دار از خود نشان داده است. کمترین میزان بیماری‌زایی در بین گونه‌ها، متعلق به گونه *F. solani* و برابر با ۴۹ درصد بود. این مشاهدات با گزارشات سایر پژوهشگران در خصوص بیماری‌زایی این قارچ با طیف وسیعی میزبانی مطابقت دارد (Nelson *et al*., 1983)

گونه *F. semitectum*

گونه *F. semitectum* قبلاً به عنوان عامل پوسیدگی ریشه غلات، شبدر و غیره از سایر نقاط جهان معرفی شده است (Nelson *et al*., 1983; singelton *et al*., 1992). این گونه در جهان بیشتر از نواحی گرمسیری جدا شده است (Burgess *et al*., 1994) و به عنوان یک پاتوژن عمده پوسیدگی ریشه و طوقه گندم و جو محسوب می‌گردد که قدرت انتقال با بذر را نیز دارد.

مقصودلو با بررسی گونه‌های فوزاریوم جدا شده از ریشه و طوقه گندم از یازده مزرعه حومه شهرستان گرگان نشان داد که قارچ‌های *F. semitectum* و *F. equiseti* دارای بیشترین بیماری‌زایی هستند (مقصودلو و همکاران، ۱۳۸۶) که این نتایج از نظر شناسایی گونه *F. semitectum* به عنوان عامل بیماری‌زا با بررسی که در اصفهان بود مطابقت داشت اما از نظر بیشترین میزان بیماری‌زایی با نتایج حاصل از این تحقیق موافقت نداشت.

حساسیت ارقام

بهترین روش در مبارزه با بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه استفاده از ارقام مقاوم بوده که نه تنها فاقد اثرات زیست محیطی است بلکه در سطح وسیع قابل اجرا بوده و از نظر اقتصادی و در راستای کاهش مصرف سموم نیز قابل توجه می‌باشد.

نتایج حاصل از بررسی حساسیت ارقام گندم به میانگین شاخص مرگ‌گیاهچه نسبت به عوامل قارچی به صورت ذیل بیان می‌شود:

پوسیدگی معمولی ریشه گندم ناشی از قارچ *Bipolaris sorokiniana* یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گندم می‌باشد، که با توجه به خاکزاد بودن عامل بیماری کنترل آن، به روش شیمیایی به آسانی امکان پذیر نیست. به همین دلیل، به کارگیری سایر روش‌ها به خصوص استفاده از ارقام مقاوم می‌تواند در کاهش بیماری مفید باشد.

نتایج حاصل از واکنش ارقام در خصوص مرگ گیاهچه نشان داد که بیشترین مرگ گیاهچه در رقم ارگ با ۶۳ درصد، سپس رقم الوند با ۵۰ درصد بود. در این راستا، کمترین میزان مرگ گیاهچه به ترتیب در ارقام مهدوی، بم، پیشگام و پارسی به طور مشترک همگی با ۱۰ درصد مرگ گیاهچه به عنوان مقاوم‌ترین ارقام نسبت به عامل *Bipolaris sorokiniana* در استان اصفهان شناخته شدند. این نتایج با بررسی‌هایی که طی تابستان ۱۳۸۴ توسط سمیعی و همکاران در مورد واکنش ارقام و لاین‌های گندم در برابر عامل بیماری در شرایط گلخانه با ایجاد آلودگی روی ریشه گیاهان مورد ارزیابی قرار گرفت. در طی این بررسی، ارقام سبلان، زرین و نیک نژاد نسبت به پوسیدگی ریشه در مقایسه با سایر ارقام متحمل تر بودند، در حالی‌که ارقام مارون، بک کراس روشن و کویر نسبت به بیماری حساس بودند، ارقام پیشتاز، الوند، گاسپارد، الموت، داراب۲، مرودشت و لاین‌های C-78-14 و M-79-6 نیز از نظر تحمل به پوسیدگی معمولی ریشه بین دو گروه فوق واقع شدند (سمیعی و همکاران، ۱۳۸۷) لذا، در بررسی سمیعی و همکاران، رقم الوند به عنوان نیمه‌حساس در نظر گرفته شده که با نتایج حاصل از این تحقیق که میزان مرگ و میر رقم الوند را در حدود ۵۰ درصد می‌داند هم‌خوانی دارد. اما در مورد بررسی سایر ارقام با رقم‌های بررسی شده در استان اصفهان موافقت ندارد.

در تحقیقی در سال ۱۹۹۰ ، عکس العمل ۱۸ کولتیوار گندم بهاره به پوسیدگی معمولی ریشه، نقطه سیاه و لکه برگی ایجاد شده توسط *B. sorokiniana* بررسی شد، هیچ یک از کولتیوارها مقاومت بالایی به هر سه بیماری نداشتند (Conner *et al*., 1990) لذا، نتایج این بررسی با تحقیقات انجام شده در اصفهان نسبت به مقاومت ارقام گندم به عامل *B. sorokiniana* هم‌خوانی ندارد. در این راستا، طی بررسی‌هایی که در جنوب آسیا توسط منا و همکاران در گندم‌های بهاره در خصوص مقاومت به *B. sorokiniana* انجام گرفت مشخص نمود که ژنوتیپ‌های گندم واکنش متفاوتی به این بیماری نشان دادند، به طوری‌که لاین شماره ۶۵ کمترین شدت بیماری را نشان داده که نمایان‌گر مقاوت به این بیماری می‌باشد (Meena *et al*., 2014) که این نتایج با ارقام انتخابی ما تطابق ندارد.

هم‌چنین در بررسی که در مورد حساسیت ارقام گندم نسبت به قارچ *G. g*.var. *tritici* صورت گرفت مقاوم‌ترین مربوط به رقم روشن با ۱۰ درصد مرگ گیاهچه بود و ارقام دنا، بم و m-90-16 با مقدار ۱۳ درصد به عنوان ارقامی با تحمل بالا نسبت به این عامل بودند. بیشترین مرگ گیاهچه در ارقام مهدوی با ۶۳

درصد و رقم الوند با۰ ۶ درصد مرگ و میر گیاهچه که به عنوان ارقام حساس نسبت به این عامل شناخته شدند که در این راستا در منابع ایران تحقیقی انجام نشده است. تحقیقات انجام شده توسط مک‌میلان و همکاران در کشور انگلیس در خصوص بیماری پاخوره روی ارقام جدید گندم نشان داد که مقاومت‌های بالایی به بیماری پاخوره در شرایط طبیعی در بین اجداد و لاین‌های در حال تفریق مشاهده شده است.

هم‌چنین اثبات نمودند که مقاوت مربوطه تک‌ژنی نبوده و به صورت پلی‌ژنتیک است. که این مقاوت در اثر سطوح مختلف بنزواکسازینوایدس(benzoxazinoids) می‌باشد (Mc millan *et al*.,2014).

نتایج واکنش ژنوتیپ‌های مربوطه به قارچ *Ph. nicotianae* نشان داد که بیشترین مرگ گیاهچه در رقم بهار و لاین m-90-9 با ۴۳/۳ درصد و سپس در رقم ارگ با ۴۶ درصد بود که این ارقام به عنوان حساس‌ترین ارقام گندم استان اصفهان نسبت به این عامل شناخته شدند. کم‌ترین میزان مرگ گیاهچه در ارقام مهدوی، مرودشت، افق، پارسی، بم و لاین m-90-16 که همگی با ۱۰ درصد مرگ گیاهچه بودند که به عنوان مقام‌ترین ارقام در استان اصفهان هستند. لذا در این راستا تحقیقات داخلی انجام نشده است. کاشت ارقام مقاوم یا با مقاومت نسبی بالا که برای نمونه می‌توان به ارقام Caledonia, Chinese spring, MN97695, OR942504 اشاره کرد که دارای بیشترین مقاومت نسبت به پوسیدگی پی‌تیومی و فیتوفترایی گندم می‌باشند (Higginbotham *et al*., 2004).

واکنش ارقام مربوطه به قارچ *F. culmorum* در خصوص مرگ گیاهچه نشان داد که بیشترین مرگ گیاهچه در رقم مهدوی با ۶۰ درصد بود که این رقم به عنوان حساس‌ترین رقم نسبت به این عامل در منطقه شناخته شد. کمترین میزان مرگ گیاهچه در ارقام مرودشت و لاین m-90-16 که هر دو با ۱۰ درصد مرگ گیاهچه بودند که حساسیت کمتری نسبت به این عامل داشتند و به عنوان ارقام مقاوم به این عامل در استان شناخته شدند. در سال ۲۰۱۴ طبق بررسی که از مزارع واشنگتن صورت گرفت نشان داد که گونه *F. pseudograminearum* بیشتر در نواحی با ارتفاع و رطوبت کمتر و دمای بالاتر رخ داده است. در صورتی‌که قارچ *F. culmorum* بیشتر در نواحی با ارتفاع بالاتر و رطوبت بیشتر و دمای پایین‌تر موجب خسارت شده است. لاین‌های مقاوم در گندم بهاره به این دو عامل شامل Nick, WB-1035CL, WA8193, WA8195, LNR10-0551, WA8163, UC1742, Louise و لاین‌های مقاوم گندم زمستانه شامل SY OVATION, OR2070870, ARSO10302-5c *می‌باشند* (Pumphrey *et al*., 2014).

نتایج مربوطه به عامل *F. solani* در خصوص مرگ گیاهچه نشان داد که بیشترین مرگ گیاهچه در رقم مهدوی با ۷۰ درصد و کمترین میزان مرگ گیاهچه در ارقام مرودشت و افق و لاین m-90-16 که هرسه با ۱۰ درصد مرگ گیاهچه بودند که این سه رقم به عنوام ارقام متحمل استان اصفهان شناخته شدند. هم‌چنین در بررسی که طی سال ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ در واشنگتن انجام گرفت عوامل *Rhizoctonia oryzea, F.solani* به عنوان مهم‌ترین عامل پوسیدگی ریشه در گندم شناخته شد که ارقام Louis و Backcrossing دارای بالاترین مقاومت نسبت به این بیماری هستند و کولتیوارهای ۳۰ - ۱۸۲- ۲۰۱- ۱۷۲ از رقم لوئیس دارای بیشترین مقاوت می‌باشند (Okubara *et al*, 2015).

واکنش ارقام مربوطه به قارچ*F. semitectum* نشان داد که بیشترین مرگ گیاهچه در رقم سیروان با۵۶/۶ درصد و سپس در رقم مهدوی با ۴۶/۶ درصد و رقم الوند با ۴۳/۳ درصد بودند که به عنوان ارقام

حساس شناخته شدند. ولی کمترین میزان مرگ گیاهچه درارقام مرودشت، پیشتاز، بهار و لاین m-90-16 به طور مشترک با ۱۰ درصد مرگ گیاهچه بودند و پس از آن ارقام پیشگام و پارسی به طور مشترک با ۱۳/۳ درصد و ارقام بک‌کراس روشن، ارگ و افق به طور مشترک با ۱۶/۶ درصد به عنوان ارقام متحمل در جایگاه بعدی قرار گرفتند. در مطالعات سال ۱۹۹۴، چهار کولتیوار گندم نسبت به پوسیدگی معمولی ریشه ناشی از عوامل *Fusarium* و *Bipolaris* ارزیابی شدند که ارقام گندم Vic , Sandy مقاوم و C089 ، دوروم و Claviv حساس به بیماری پوسیدگی معمولی ریشه معرفی شدند (Hill *et al*., 1994).

در سال ۲۰۰۰، سه کولتیوار و چندین لاین گندم را برای ارزیابی پوسیدگی معمولی ریشه و ارتباط آن با تحمل خشکی کولتیوارها بررسی کردند و مشخص گردید که ارتباطی بین حساسیت به پوسیدگی معمولی ریشه و تحمل خشکی کولتیوارها وجود ندارد (Piccini *et al*., 2001). در این تحقیق تنش خشکی موجب فراهم شدن شرایط مساعد برای ظهور این نوع پوسیدگی گردید. مهم‌ترین جنس‌های خسارت‌زا از مزارع گندم در شرایط خشکی فوزاریوم و *Bipolaris* بوده ودر شرایط خشک‌سالی خسارت بیشتری وارد می‌کنند. که این نتیجه با نتایج بدست آمده از این تحقیق هم‌خوانی ندارد.

مطلبی و همکاران در خصوص ژنتیک بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم بر اثر *F. culmorum* بررسی‌هایی را انجام داده‌اند و هم‌چنین، چگونگی مکانیزم آن بررسی‌هایی را در خصوص مقاومت انجام داده‌اند. در این راستا، مشخص نمودند که ماده متیل‌جسمونات(methyl jasmonate) به عنوان یک تنظیم کننده سلولی در چگونگی مقاومت ارقام به بیماری دخیل می‌باشد که البته، مقاومت دفاعی گیاه گندم در اثر وجود ژن‌های همراه شامل Pr4, Pr3, Pr5, TaPERO, LOX و PLA و ژن سیتوکروم P450 است. چگونگی رابطه‌ی بین تزریق ماده متیل‌جسمونات و وجود ژن‌های مذکور، نشان داد که پس از ۴۸ ساعت سطح بالایی از مقاومت روی رقم گندم سومانی (Sumai3) نسبت به رقم حساس فلات ظاهر شد. البته ژن‌های مقاوم مربوطه نیز با تزریق متیل‌جسمونات فعال شدند که حتی در مدت‌های بعد نیز مقاوت از خود نشان داد. در این رابطه تزریق شیمیایی متیل‌جسمونات به طور معنی‌داری توسعه علایم نکروتیک را در هر دو رقم گندم پس از سه هفته کاهش داد. به طور شگفت‌آوری ظهور این ژن‌های مقاوم در بافت‌های طوقه نیز به طور معنی‌داری مشاهده گردید (Motalebi *et al*., 2015).

تحقیقات انجام شده در خصوص ژنتیک واکنش گیاه گندم به بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه در اثر گونه *F. graminearum* در چگونگی ظهور ژن پس از آلودگی به مدت ۲۴ الی ۱۹۶ ساعت در مقایسه با شاهدها نشان داد که پس از گذشت ۴۸ ساعت از آلودگی بیش از ۴۰۰۰ ژن قارچی فعال گردید و سپس، پس از ۹۶ ساعت پس از آلوده‌سازی بع بیش از ۸۰۰۰ ژن فعال رسید. پس از ۱۴۴ تا ۱۹۲ ساعت پس از آلوده‌سازی، تعداد ژن‌های فعال کاهش یافتند. حدود ۷۲/۶ درصد از ژن‌ها، عملکرد ناشناخته‌ای داشتند. این ژن‌ها اساساً به صورت دسته‌های پلیمرازی تکی به صورت نقاط روشن روی کروموزم‌ها بودند که نشان می‌دهد می‌توانند به صورت انتخابی عمل کنند. این ژن‌ها در گروه‌های فعال در دخالت عمل مقاومت به صورت سم‌زدایی و متابولیک‌های ثانویه کربوهیدرات‌ها و تجزیه قندها و نیز ترکیبات استری عمل نمودند (Lysqe *et al*., 2011).

نتیجه‌گیری

تغییراتی که در ترکیب قارچ‌ها، در مناطق و یا مزارع مختلف مشاهده شده است را می‌توان در ارتباط با تغییرات آب و هوایی ایجاد شده کنونی، اثر عملیات زراعی اعمال شده مثل تناوب، آیش، نوع یا میزان کود دهی، بجای گذاشتن و یا جمع‌آوری بقایای محصول در مزرعه، رقم مورد استفاده و احتمالاً بعضی شرایط میکروکلیمایی مثل مزرعه، پستی و بلندی‌های آن دانست. در این راستا، گونه‌های معرفی شده اکثراً همان گونه‌های است که توسط سایر پژوهشگران داخلی و خارجی نیز گزارش شده است.

در یک جمع بندی کلی از نتایج این تحقیق، با توجه به بررسی‌های جداول مقایسه‌ی میانگین و تجزیه‌ی واریانس نشان می‌دهد که، بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این تحقیق از نظر میزان پراکنش، بیماری‌زایی و حساسیت ارقام هم‌چنین، برخی از شاخص‌های رشدی مثل طول ریشه و ساقه، وزن تر و خشک تیمار و شاهد نشان داد که اختلاف معنی‌داری وجود دارد، که این نتایج بیان‌گر وجود تنوع نسبتاً زیادی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی است.

هم‌چنین، مشخص گردید که واکنش ارقام گندم به این عوامل بیماری‌زای قارچی متفاوت بوده و دارای کمترین و بیشترین شدت آلودگی می‌باشند. لذا، در این تحقیقات نشان می‌دهد که دست‌یابی به ارقام مقاوم چندان دور از دسترس نبوده است. بالاخص در مورد قارچ *B. sorokiniana* که ارقام ارگ و الوند حساس و ارقام مهدوی، بم، پیشگام و پارسی مقاوم‌ترین ارقام در این پژوهش بودند.

حتی، در مورد قارچ *G. g.* var. *tritici* یا بیماری پاخوره، ارقام مقاوم شامل روشن، دنا، بم و لاین m-90-16 به عنوان ارقامی با تحمل بالا و ارقام مهدوی و الوند به عنوان حساس‌ترین ارقام بودند.

نتایج واکنش ژنوتیپ‌های مربوطه به قارچ *Ph. nicotianae* نشان داد که حساس‌ترین ارقام شامل بهار و ارگ و لاین *m-90-9* و ارقام مهدوی، مرودشت، افق، پارسی، بم و لاین m-90-16 مقاوم‌ترین بودند.

واکنش ارقام مربوطه به قارچ *F. culmorum* نشان داد که رقم مهدوی حساس‌ترین و ارقام مرودشت و لاین m-90-16 به عنوان مقاوم‌ترین ارقام شناخته شدند.

نتایج مربوطه به عامل *F. solani* نشان داد که در رقم مهدوی حساس‌ترین و ارقام مرودشت و افق و لاین m-90-16 مقاوم‌ترین ارقام بودند.

واکنش ارقام مربوطه به قارچ*F. semitectum* نشان داد که ارقام سیروان، مهدوی و الوند به عنوان ارقام حساس شناخته شدند. ولی ارقام مرودشت، پیشتاز، بهار و لاین m-90-16 بیشترین مقاومت وارقام پیشگام، پارسی، بک‌کراس روشن، ارگ، افق به عنوان ارقام متحمل در جایگاه بعدی قرار گرفتند.

در نهایت در یک جمع‌بندی از کل نتایج این تحقیق این‌طور به نظر می‌رسد که ارقام مهدوی، بم، مرودشت، پارسی، افق و لاین m-90-16 به گونه‌های مربوطه مقاومت نسبی بیشتری نشان داده که هم اکنون در مقابله با این بیماری خسارت‌زا و مهم پیشنهاد می‌شوند.

در مجموع، مشخص گردید که ارقام واکنش‌های متفاوت داشته و دست‌یابی به ارقام مقاوم در این امر مهم چندان دور از دسترس نیست. البته، از این ژنوتیپ‌های مقاوم با صفات زراعی مطلوب، در صورتی‌که از نظر اقتصادی پاسخگو باشند می‌توان در انتقال ژن مقاوم در ارقام مورد کشت و اقتصادی با اصلاح آن‌ها استفاده شود.

پیشنهادات

با توجه به چرخه زندگی و چگونگی زمستان‌گذرانی این قارچ‌های عامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در خاک، عدم رعایت تناوب در برنامه زراعی کشاورزان منطقه می‌تواند شدت بیماری را افزایش دهد تناوب دو یا بیشتر از دو سال نتیجه خوبی داشته باشد. هم‌چنین، می‌توان به عوامل تنش‌زا و اثر آن‌ها روی شدت بیماری مثل سرد یا گرم بودن بیش از حد خاک، خشکی، غرق آبی، شوری بالا و عمق زیاد کشت اشاره کرد.شناخت بیشتر میکروفلور خاک منطقه و اثر سیستم‌های کشت رایج منطقه و اثر آن‌ها بر شرایط خاک نیازمند بررسی بیشتری می‌باشد. ضمناً ممکن است ارقام جدید گندم که طرف چند سال اخیر معرفی و در سطح وسیعی کشت شده‌اند، نسبت به این بیماری حساسیت زیادی داشته و این امر نیز در افزایش بیماری نقش مهمی داشته باشد. از سوی دیگر مدیریت صحیح مزرعه شامل به کارگیری روش‌های نوین آبیاری که با افزایش راندمان آبیاری موجب کاهش تنش خشکی خواهند شد. بر اساس نتایج این تحقیق، مشخص گردید که در بین ژنوتیپ‌های گندم موردآزمون، ژنوتیپ‌های مقاوم شامل مرودشت، مهدوی، پارسی، افق، بم و لاین m-90-16 بودند، که در این‌جا می‌توان جهت کشت معرفی نمود. البته، ذکر این نکته لازم و ضروری است که در امر مبارزه، به طور قطعی نمی‌توان یک روش و یا یک ماده را استفاده نمود، چرا که ممکن است مسایل دیگری را در بروز بیماری ایجاد نماید و سایر بیماری‌ها را افزایش دهد. سپس، در این‌جا پیشنهاد می‌گردد که سایر روش‌های مدیریت مثل تناوب زراعی، استفاده از گیاهان تله، کودهای آلی و نیز در تناوب و یا به صورت تلفیقی (IPM) استفاده گردد. می‌توان در انتقال ژن مقاوم در ارقام مورد کشت و اقتصادی در برنامه‌های اصلاحی استفاده گردند.

منابع

اخوت م. ۱۳۸۳. بیماری‌های غلات. دانشگاه تهران. صفحه ۸۱.

ارجمندیان ا.، و روحانی ح.۱۳۷۷. جداسازی قارچ‌های همراه ریشه و طوقه گندم در همدان. خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران. آموزشکده کشاورزی کرج. صفحه ۴۴.

ارشاد، ج. ۱۳۸۸. قارچ‌های ایران، موسسه‌ی تحقیقات گیاه پزشکی کشور، ۵۳۱ صفحه.

ایرانی، ح.، روانلو ع. ۱۳۸۵. سبب شناسی و پراکنش عوامل قارچی پوسیدگی طوقه و ریشه گندم آبی و دیم در استان آذربایجان غربی. مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۶ شماره ۲. صفحه ۵۰-۴۷.

بابادوست، م.، ۱۳۷۴. گونه‌های فوزاریوم در بذور و گیاهان گندم در استان آذربایجان شرقی و اردبیل. بیماری‌های گیاهی ۳۱ : ۱۰۰-۸۸.

براری، ح. ۱۳۹۴. کنترل زیستی بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه گندم با استفاده از آنتاگونیست‌های قارچی در استان مازندران، پژوهش‌های تولیدگیاهی ۲۲ (۱) : ۲۴۲-۲۲۷.

بهداد ا. ۱۳۸۵. فیتوپاتولوژی و بیماری‌های مهم گیاهی ایران. ناشر عطر عترت. صفحه ۸۰.

پوزشی‌میاب، ب، رضوی، م، زمانی‌زاده، ح، زارع، ر، رضایی، س.، ۱۳۹۳. مقایسه تنوع ژنتیکی و بیماری‌زایی جدایه‌های *Fusarium culmorum* عامل بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در منطقه ورامین، بیماری‌های گیاهی ۸۲ (۱) : ۸۰-۶۷.

جعفری ح.، صارمی ح. ۱۳۸۳. بررسی قارچهای خاکزاد عوامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم و تعیین میزان خسارت اقتصادی آن‌ها. مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۴ شماره ۱. صفحه ۱۵-۱۴.

حیدریان، الف. و ارشاد، ج.، ۱۳۸۰. شناسایی قارچهای همراه طوقه و ریشه گندم‌های آبی استان چهارمحال و بختیاری. بیماری‌های گیاهی، جلد۳۷، صفحه ۱۰۱-۹۷.

درویش‌نیا، م.، علیزاده، ع. ،محمدی گل‌تپه، ا.، ۱۳۷۷. گونه‌های فوزاریوم و قارچهای مرتبط با پوسیدگی طوقه و ریشه گندم در استان لرستان، سیزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، آموزشکده کشارزی کرج، صفحه ۲۰.

روانلو، ح.، ۱۳۷۹. اتیولوژی پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در آذربایجان غربی. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران. اصفهان. صفحه ۲۱۹.

روانلو، ح.، و بنی‌هاشمی، ص.، ۱۳۷۸. تاکسونومی و بیماری‌زایی فوزاریوم‌های همراه ریشه و طوقه گندم در فارس. بیماری‌های گیاهی ۳۵ : ۴۵-۳۷.

زارع، ر.، و ارشاد، ج.، ۱۳۷۶. گونه‌های فوزاریوم جدا شده از غلات در منطقه گرگان. بیماری‌های گیاهی ۳۳(۲-۱):۱۴-۱.

زمانی، م. ج. ۱۳۸۵. انتخاب ژنوتیپ‌های موتانت گندم حاوی آلل‌های گلوتنین با وزن ملکولی بالا مرتبط باکیفیت نانوایی از طریق واکنش زنجیره‌ای پلیمراز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، صفحه ۱۳۰.

سمیعی، ف.، جوان نیکخواه، م.، زمانی زاده، ح.، رفیعی کرهرودی، ز.، ۱۳۸۶. واکنش تعدادی از ارقام گندم به قارچ *Bipolaris sorokiniana* عامل پوسیدگی معمولی ریشه. مجله حفاظت گیاهان علوم و صنایع کشاورزی، جلد۲۲، صفحه۲.

صفایی، د.، یونسی، ح.، و شیخ‌اسلامی، م.، ۱۳۹۱. گونه‌های فوزاریوم عامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در استان کرمانشاه. بیماری‌های گیاهی. جلد ۴۸، شماره ۲، صفحه ۲۶۸-۲۶۵.

صفائی، د.، اخوت، م.، حجارود، ق.، یونسی، ح.، ۱۳۸۶. شناسایی، مقایسه بیماری‌زایی و تعیین پراکنش شبه گونه‌های *Bipolaris* عامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در استان کرمانشاه. مقالات علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی شماره ۴۳. صفحه ۲۱۴-۲۰۷.

طاهرنژاد، ز. ۱۳۸۵. تجزیه ژرم‌پلاسم *Aegilops taustii* با استفاده از نشانگر ملکولی میکروساتلایت و بررسی‌های مرفولوژیکی آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح‌نباتات، دانشگاه زابل، صفحه۱۰۴.

عمارلو، الف.، روحانی، ح.، و مهدی‌خانی‌مقدم، ع.، ۱۳۸۹. شناسایی و بررسی بیماری‌زایی قارچهای عامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در استان خراسان شمالی. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۴، شماره ۳، صفحه ۲۸۴-۲۶۹.

فروتن ع.، بامدادیان ط.، ولیپور م.، کیانوش ح. ۱۳۷۴. عوامل قارچی همراه ریشه و طوقه بیمار گندم در مازندران. خلاصه مقالات دوازدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران. آموزشکده کشاورزی کرج. صفحه ۴۶.

قلندر، م ۱۳۷۹. بررسی و تعیین پراکنش بیماری پاخوره گندم در استان مرکزی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد بیماری‌شناسی گیاهی. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی. مشهد، صفحه ۸۹.

گلزار، ح. و ارشاد، ج.، ۱۳۷۳. بررسی پراکندگی فوزاریوز خوشه گندم در منطقه گرگان و گنبد و میزان حساسیت ارقام تجاری گندم. خلاصه مقالات یازدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، رشت. صفحه ۴۲.

گلزار، ح.، فروتن، ع.، ترابی، م.، ۱۳۷۲. بیماری پاخوره گندم در گرگان و مازندران. آفات و بیماریهای گیاهی. ۶۱ : ۲۳-۱۴.

مرادزاده‌اسکندری، م.، فلاحتی‌رستگار، م.، و جعفرپور، ب.، ۱۳۷۷. شناسایی، بیماری‌زایی و پراکنش فوزاریوم‌های همراه ریشه و طوقه گندم در استان خراسان. خلاصه سیزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، کرج. صفحه ۲۶.

مقصودلو، ر.، طاهری، ع.، رهنما، ک.، ۱۳۸۶. شناسایی گونه‌های جدا شده از ریشه و طوقه گندم در منطقه گرگان و بررسی بیماری‌زایی آن‌ها. مجله علوم کشاورزی منابع طبیعی، جلد۱۴، صفحه ۲.

منصوری ب. ۱۳۷۴. بیماری‌های خاکزاد گندم در استان فارس. خلاصه مقالات دوازدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران. آموزشکده کشاورزی کرج. صفحه ۵۸.

منصوری، ب.، روانلو، ع.، نورالهی، خ.، آزادبخت، ن.، جعفری، ح.، و قلندر، م. ۱۳۸۱. بیماری پوسیدگی معمولی ریشه و طوقه گندم در استان‌های آذربایجان غربی، ایلام، لرستان، زنجان و مرکزی. خلاصه مقالات پانزدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران- کرمانشاه. جلد۲. صفحه۴۱.

Anon, 1985. Disease Assessment Manual for Crop Variety Trails. National Institute of Agricultural Botany (NIAB) . Combridge CB3. OLE. Vegetable Keys. Section-5.

Barnett, H.L. and Hunter, B.B. 1972. Illusrated Genera of imperfect Fungi. (3nd edition). Burgess Publishing Company. 241pp.

Burgess, L.W., Liddell, C.M., and Summerell, B.A.,1994. Laboratory manual for *Fusarium* research. *Fusarium* research laboratory department of crop sciences university of Sydney.133pp.

Butler, F.C., 1961. Root and foot rot diseases of wheat. Department of Agriculture, N.S.W. Science Bulletin No: 77 .

Carol, E. W., 1990. *Fusarium*. Soilborn Pathogen. P. 116- 128.

Conner, R.L. 1990. Interrelationship of cultivar reactions to common root rot, black point & spot blotch in spring wheat, plant Dis. 74: 224-227.

COOKE, D.E.L., DRENTH, A., DUNCAN, J.M., EAGELS, G. and BRASIER, C.M., 2007. A molecular phylogeny of *Phytophthora* and related Oomycetes. Fung. Genet. Biol. 30: 17-32.

Dastur J.F. 1942. Notes on some fungi isolated from 'black point' Agric.Res.,77:201-222.

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

ERWIN, D.C. and RIBEIRO O.K. 1996. *Phytophthora* Disease Worldwide**.** American Phytopathological

FAO. 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO).[Internet]. [cited 2012 Mar 18]. Available from : http://apps.Fao.org.

Fernandez, M.R., and Holzgang, G. 2010. Fungal populations in subcrown internodes and crowns of oat crops in Saskatchewan. Can. J. Plant Sci. 89: 549-557.

Hill. J.P. and Blunt D.T. 1994. Wheat seeding response to root infection by *cochliobolus sativus* and *Fusarium acuminatum*. Plant Dis. 78: 1150-1152.

Lidong M., and Qiang C. 2002. Study in distribution,pathogen spp and controlling of wheat root bdisease in Helbei proviance. College of Plant protection, Agricultural University of Herbei, Baoding.

Lysoe. E, Yong seong, K., Corby, H., 2011. The transcriptome of *Fusarium graminearum* during the infection of wheat. Bioforsk-Norwegian institute of agricultural and environmental research as norway.

Mc Millan, V., Gutteridge, R. Hammond-Kosa, C.K., 2014. Identifying variation in resistance to the take- all fungus, *Gaeumanomyces graminis*. var. *tritici*, between different ancestral and modern wheat species. BMC plant biology. page 1101-1112. **Jahani.M, Agyarwal. R, Gupta. S, Sharma. S, Dureja. P. 2013,** Purification and characterization of anovel toxin from *Bipolaris sorokiniana*, causing spot blotch of wheat and analysis of variability in the pathogen. Indian agricultural research institute division of agricultural new Dehli.

Meena,N., Mishra, V.K., Baranwal, D.K., Singh, A.k., Rai, V.P., Prasad, R., Arun, B., Chand, R. 2014. Genetic evalution of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) recombinant inbred lines for root rot (*Bipolaris sorokiniana*) resistance and yeild components under natural conditions for South Asia. volume 16, issue 6, page 1429-1440.

Motallebi, P., Niknam, Y., Ebrahimzade,H., Hashemi, M. 2015. Methyle Jasmonate strengthens wheat plants against root and crown rot pathogen *Fusarium culmorum* infection. Plant growth regul. page 100.

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

Okubara P, Hulbert S , 2015. Pre breeding fot root rot resistance using root morphology traits. Washington grain commission wheat and barley reserch annual progress report and final reports., 108-110.

Piccini, G., Shriver, J. M. and Rush, C. M. 2001. Relationship among seed size, planting date, and common root rot in hard red winter wheat. Plant Dis. 85: 973-976 .

Pumphrey M., Garland-Campbell K., and Paulitz T, 2014. prebreeding and development of tools for genetic. Washington grain commission wheat and barley reserch annual progress report and final reports., 111-114.

RAVANLOU, A. and BANIHASHEMI, Z. 1999. Taxonomyand pathogenicity of Fusarium spp. associated with root and crown rot of wheat in Fars Province. Iranian Journal of Plant Pathology 35: 37-45.

RICE, A. JR., GERALDJ, MAP , IIO , ML. 1981. Occurrence of *Bipolaris cynodontis* on *Cynodontis dactylon*. Summa Phytopathologica 7: 44-48.

Richard S., and Cynthia M. Ocamb .2007. Wheat – common Root Rot. Plant Disease Control. OSU. Agric. gov. ab. ca/$ departemant/deptdocs.nsf/all/prm2394.

SAFAEE, D., YOUNESI, H. and SHEIKHOLESLAMI, M. 2012. *Fusarium* species that root and crown root and crown rot of wheat in Kermanshah province. Iranian Journal of Plant Pathology 2: 89 -91.

Singleton, L.L., Mihail, J.D., and Rush, C.M. 1993. Methods for Research on Soilborne Phytopathogenic Fungi, The American phtopathological society St.Paul, Minnesota, USA 265 P.

Sishen, L., Xianyun Wei, J. J., Linzhi Li, x.Zh., Chen, H., Fan, Y., Sun, H., Zhao, X., Yunfong Xu, T., Jiang,F., Wang, H. and Liihui, L. 2007. A intervarietal genetic map and QTL analysis for yield traits in wheat. Mol Breeding, 20: 167-178.

Sivanesan A. 1987.Graminicolous species of *Bipolaris*,*Curvularia*, *Drechslera*, *Exeohilium* and their telemorph. Mycological paper, No.158, CAB. International, Mycological Institute.

Smiley, R., and Whittaker, R., 2004. Lesion nematodes reduse yeild in annual spring wheat. Columbia Basin Agricultural Research Center Annual Report in cooperation whit USDA. Agricultural Research Center.10pp.

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

Snech, B., Burpee, L.L., and Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. St. Paul. MN: APS Press. 133p. Society, St. Paul, 550pp.

Summerell, B.A., Salleh, B., Leslie, J.F., 2003. A Utilitarian approach to *Fusarium* identification. Plant Disease 87:117-128.
Walker, J. 1973. Gaeumannomyces graminis var. tritici. CMI Descriptions of Fungi and Bacteria. No: 381, 382 and 383.
Wiese, M.V. 1987. Compendium of Wheat Disease. 2nd., APS Press, Paul, MN., USA. 112pp.
Wildermutch. G.B. and McNamara, R.B. 1987. Susceptibility of winter and summer crop to root and crown infecrion by *Bipolaris sorokiniana*. Plant Pathology 36: 481-4 .
Xue, A.G., Armstrang, K.C., Voldeng, H.D., Fedak, G., and Babcock, C., 2004. Comparative aggressiveness of isolates of *Fusarium* spp. causing headblight on wheat in Canada.Can. J.Plant. Pathol. 26:81-88.

Abstract

Wheat, *Triticum aestivum* L. is a strategic plant in the world which, due to climatical changes, has been attacked by a number of diseases including root and crown rot disease, with a higher severity. To identify the causes of the foot and rot disease of the wheat field in Isfahan Province, 100 wheat fields were kept into considerations, where the infected wheat samples were obtained, in the years 2014-2015. The result showed that, there are infections by several fungal diseases, out of which 314 isolates were obtained. The related isolates were identified to be *Bipolaris sorokiniana, Gaeumnomyce graminis*.var. *tritic, Phytophthora nicotianae, Fusarium. culmorum*, *Fusarium semitectum* and *Fusarium solani.* These species were got into pathogenicity tests on three wheat varieties, Back cross roshan, Parsi and Pishtaz inoculated at glass house conditions by the well grown inoculum of every isolates on sterile wheat seeds in compression to control. The results indicated that, *B. sorokiniana, G. gr.* var. *tritici,* and *F. culmorum* were of higher severity rates on the crown and root rot of the plant in compression to other species with 75, 65, 65, 64 percent, which had a direct relation with the plant growth respectively. Also, after inoculation with these fungi the diseases symptums showed that *B. sorokiniana* had the lowest days with 28 and *F. solani* had the highest days with 77. The reaction of the wheat genotypes to the fungal species of root and crown rot was significantly different at glass-house conditions. In the case of *B. sorokiniana* the highest mortality rate was 63.3 percent in Ark variety fallowed by Alvand 50 percent and the lowest ones were commonly Mahdavi, Bam, Pishgam and Parsi with 10 percent respectively. Whereas, for *G. gr*.var. *tritici the* maximum plant death was in Mahdavi 63.3 percent, then Alvand 60 percent, and lowest rot was in variety Roshan 10 percent followed by Dena, Bam, M-90-16 with 13.3 percent respectively. But, in *Ph. nicotianae*, the Ark with 46.6 percent plant death was the highest followed by Bahar and the line m-90-9, commonly with 43 percent. The highest plant death was in Mahdavi with 60 percent, whereas the lowest was in Marvdasht, Ofogh, Parsi, Bam, m-90-16, with 10 percent in case of *F. culmorum*. For *F. semitectum*, the highest was in Sirvan variety with 56 percent followed by Mahdavi 46 percent and Alvand 43 percent respectively, and the lowest ones at 10 percent were in cultivars Marvdasht, Pishtaz, Bahar and line m-90-16 commonly.

Keywords: Wheat, root, crown rot, fungus, genotypes, Isfahan

Ministery of Jihade – Agriculture

Agricultural Research and Education Organization

Final report

Susceptibility assessment of some wheat genotypes to root and crown rot disease in Isfahan province

S/N: