

ارزیابی ارقام جو نسبت به بیماری پاخوره گندم (**Gaeumannomyces graminis var. tritici*)

EVALUATION OF BARLEY CULTIVARS TO TAKE-ALL DISEASE OF WHEAT (*Gaeumannomyces graminis var. tritici*)

عبدالرحمان فصیحیانی^{۱*} و لیلا زارع^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۰/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۴/۱۶)

چکیده

در این بررسی تعدادی ارقام جو از نظر میزان حساسیت نسبت به جدایه ایرانی عامل بیماری پاخوره گندم در شرایط اتافک رشد مورد بررسی قرار گرفتند. بذره‌های انواع ارقام جو شامل جو محلی یا جو بدون پوشینه، جو دو ردیفه، جو چهار ردیفه و جو شش ردیفه در لوله‌های آلوده به قارچ عامل بیماری پاخوره گندم (*Gaeumannomyces graminis var. tritici*) کشت گردیدند. واکنش گیاهان فوق در شرایط اتافک رشد در مرحله گیاهچه چهار هفته پس از مایه‌زنی مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان آلودگی ریشه و طوقه، شاخص علائم بیماری، کاهش ارتفاع، و وزن خشک اندام هوایی اندازه‌گیری گردید. نتایج حاصل از این بررسی بیانگر اختلافات معنی‌دار در بین بعضی انواع ارقام جو در شاخص‌های اندازه‌گیری شده بود. جو بدون پوشینه بیشترین و جو شش ردیفه کمترین میزان آلودگی ریشه و شاخص علائم بیماری را به خود اختصاص دادند. انواع ارقام جو دو و چهار ردیفه ما بین جو بدون پوشینه و جو شش ردیفه قرار گرفته و هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار بین آنها مشاهده نگردید. در دیگر متغیرهای ارزیابی شده کمترین میزان کاهش ارتفاع گیاهان و وزن خشک اندام هوایی پس از مایه‌زنی با قارچ *Gaeumannomyces graminis var. tritici* در جو شش ردیفه دیده شد. بنابراین، استفاده از انواع ارقام جو شش ردیفه مانند کارون یا والفجر در چرخه تناوب به جای گندم در مناطقی که شانس وقوع بیماری زیاد است می‌تواند به کاهش بیماری پاخوره گندم کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: پاخوره گندم، جو بدون پوشینه، جو دو ردیفه، جو چهار ردیفه، جو شش ردیفه، مقاومت

*: بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده دوم، ارائه شده به دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

** :مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: a_fassihiani@yahoo.com

۱. استادیار پژوهشی بیماری‌شناسی گیاهی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

مقدمه

حساسیت به اندازه گندم نان و هم مقاومت تا سطوح چاودار گزارش گردیده است و این مسئله به وسیله کانر و همکاران (Conner et al. 1988) تأیید گردیده است.

میزان حساسیت جوبه بیماری پا خوره غلات کمتر از گندم می باشد (Gutteridge et al. 1993). در یک بررسی میزان کاهش عملکرد در جو و گندم در اثر بیماری پا خوره گندم به ترتیب ۲۴ و ۵۰ درصد اندازه گیری گردید (Cunningham et al. 1968). در یک مطالعه دیگر میزان کاهش عملکرد در جو پاییزه بین ۳۹-۲۰ درصد گزارش شد. نتیجه آزمایش های گلخانه و مزرعه با چند ژنوتیپ جو همگی حساسیت متوسط را نسبت به این بیماری نشان داده اند، بیماری پا خوره گندم عمدتاً باعث کاهش تراکم بوته، عملکرد و وزن هزار دانه گردید در حالی که تعداد دانه در هر سنبله تغییر نکرد، در بین ارقام جو نیز جو بهاره حساس تر از جو پاییزه بود، (Mielke 1992). اوپانا جی و همکاران (1990) واکنش ۲۴۴ رقم گندم، ۵۶ رقم جو شش ردیفه، ۵۰ رقم جو بدون پوشینه و ۳۶ رقم جو دو ردیفه نسبت به قارچ عامل بیماری پا خوره گندم مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بین ارقام جو و گندم نسبت به بیماری پا خوره گندم تفاوت وجود دارد. در این بررسی گندم حساس ترین و جو شش و دو ردیفه تحمل بیشتری نسبت بیماری داشتند.

بر اساس نتایج اسکات (Scott 1981) میزان آلودگی ریشه ها در بین انواع ارقام جو متفاوت بوده است. هم چنین بررسی های میلکی (1992) نشان داد که از نظر مقاومت، گونه های *Hordeum bulbosum* و *Hordeum bogdani* و *H. brevisubulatum* حساسیت بسیار کمی نسبت به قارچ Ggt دارند و از آنها می توان عنوان منبع مقاومت برای اصلاح ارقام جو استفاده نمود. با توجه به اهمیت و کشت جو پس از گندم در بسیاری از مناطق

جو (*Hordeum vulgare* L.) چهارمین غلات مهم بعد از گندم، ذرت، و برنج در جهان محسوب می شود و به ترتیب اولویت دو سوم برای خوراک دام، یک سوم تهیه مالت و دو درصد آن جهت غذای انسان مصرف می شود. سالانه ۱۳۶ میلیون تن جو در سطح ۵۶ میلیون هکتار در جهان تولید می شود. مهم ترین کشورهای تولید کننده عبارت اند از اتحادیه اروپا، فدراسیون روسیه، کانادا، استرالیا، اکراین، ترکیه و ایالات متحده امریکا (Australian Government 2008). سطح کشت جو در کشور ۱۶۵۹۰۰۰ هزار هکتار و میزان تولید در کشور حدود ۲۸۷۸۰۰۰ تن بوده است (Ministry of Agriculture 2006)

بیماری پا خوره گندم ناشی از *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) v. Arx and Olivier var. *tritici* (Ggt) Walker کماکان به عنوان عامل مهم محدود کننده در انتخاب نوع گیاهان جهت استفاده در چرخه تناوب به منظور کنترل بیماری محسوب می شود. قارچ Ggt دارای طیف وسیع میزبانی اختصاصاً در خانواده گندمیان می باشد و بیش از ۳۵۰ گونه از گیاهان زراعی و گراس ها را آلوده و یا پارازیت می نماید (Nilsson and Smith 1981).

یکی از روش های مؤثر جهت کنترل بیماری های خاکزی از جمله بیماری پا خوره گندم استفاده از ارقام متحمل با مقاوم است. گزارش هایی مبنی بر مقاومت بین ارقام گندم نسبت به بیماری پا خوره گندم وجود دارد، اما این اختلافات در بهترین حالت ناچیز بوده و گندم را باید حساس ترین میزبان نسبت به این بیماری به حساب آورد (Scott 1981; Rothrock 1988). مقاومت نسبی در سایر اعضای خانواده گرامینه نسبت به قارچ عامل بیماری پا خوره دیده شده است. برای نمونه در گونه *Triticum tauschii* (*Syn. Agilops squarrosa*) هم

فلاسک‌های حاوی یولاف و قارچ هر هفته در دو نوبت خوب به هم زده و مخلوط گردید (Mathre 1992).

واکنش گیاهان در اتاقت رشد

بذور انواع ارقام جو (*Hordeum vulgare* L.) شامل جو محلی یا جو بدون پوشینه (Naked barley)، جو دو ردیفه (رقم نیم روز)، جو چهار ردیفه (رقم جنوب) و جوشش ردیفه (رقم والفجریا کارون) در لوله‌های شن حاوی نیم درصد مایه تلقیح با قارچ عامل بیماری پاخوره گندم (جدایه ۱۰۳ Fars) مطابق روش یاتز (Yates 1986) مایه‌زنی شد. در تیمارهای شاهد از بذره‌های خرد شده فاقد زاد مایه استفاده شد. لوله‌ها به میزان ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای با آب مقطر سترون مرطوب گردید و به طور تصادفی درون قفسه‌های ویژه درون اتاقت رشد در دمای $20 \pm 16^{\circ}\text{C}$ و فتوپریود ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری گردیدند. هر زمان که لازم بود آب به لوله‌ها اضافه گردید و در طول مدت آزمایش نیز هیچ گونه ماده غذایی به لوله‌ها افزوده نشد. این بررسی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار انجام گردید. پس از ۲۸ روز گیاهچه‌ها به آرامی از لوله‌ها خارج و درصد آلودگی ریشه، شاخص علائم بیماری، طول طوقه سیاه شده، درصد کاهش ارتفاع و درصد کاهش وزن خشک گیاهان اندازه‌گیری گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT C انجام گرفت. شاخص علائم بیماری (از صفر تا ۵) بر اساس سطح ریشه تغییر رنگ یافته در اثر قارچ Ggt به شرح زیر اندازه‌گیری شد.

۰ = گیاهان بدون علائم، ۱ = ۱-۲۰٪ ریشه‌ها دارای لکه سیاه در استوانه مرکزی، ۲ = ۲۱-۳۰٪ ریشه‌ها دارای لکه سیاه در استوانه مرکزی، ۳ = ۳۱-۸۰٪ ریشه‌ها دارای لکه سیاه در

کشور و به منظور استفاده از جو در چرخه تناوب به جای گندم در مناطقی که شانس وقوع بیماری پاخوره گندم زیاد است، انواع ارقام جو از نظر میزان حساسیت نسبت به جدایه ایرانی عامل بیماری پاخوره گندم در شرایط اتاقت رشد مورد بررسی قرار گرفتند.

روش بررسی

منابع جدایه (Ggt)

یک جدایه قارچ *G.g. var. tritici* (Fars103) که از ریشه‌های آلوده به بیماری پاخوره گندم که از استان فارس جدا شده بود در مورد استفاده قرار گرفت. این جدایه از نظر خصوصیات مورفولوژیکی و بیماری‌زایی با سایر جدایه‌های به دست آمده در استان فارس و دیگر نقاط کشور تفاوتی نداشتند و به عنوان نماینده این جدایه‌ها در این تحقیق استفاده گردید (Zare 2002). قبل از انجام آزمایش‌های واکنش ارقام جو، بیماری‌زایی این جدایه روی گیاهچه گندم انجام شد و از بیماری‌زا بودن آن اطمینان حاصل گردید (Fassihiani et al. 2002).

تهیه زاد مایه (Inoculum)

زاد مایه قارچ Ggt روی یولاف اهلی (*Avena sativa* L.) به منظور بررسی واکنش ارقام جو در اتاقت رشد استفاده شد. بذره‌های یولاف به مدت ۲۴ ساعت درون فلاسک یک لیتری خیس گردید. سپس آب اضافه از فلاسک حاوی بذره‌های جدا و به مدت یک ساعت در 121°C در اتوکلاو در سه روز مجزا ضدعفونی گردید. یک قطعه یک سانتی از محیط کشت PDA حاوی میسلیم قارچ Ggt فعال و در حال رشد جدا و به درون فلاسک‌ها منتقل گردید. فلاسک‌ها به مدت چهار هفته در انکوباتور $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ قرار گرفت. به منظور یک‌نواخت نمودن رشد قارچ Ggt

استوانه مرکزی، $81-100\%$ ریشه‌ها دارای لکه سیاه در استوانه مرکزی.

استوانه مرکزی ریشه بدون در نظر گرفتن اندازه آنها محاسبه گردید.

نتایج

به منظور بررسی واکنش انواع ارقام جو شامل جو بدون پوشینه، جو دو ردیفه، جو چهار ردیفه و جو شش ردیفه در شرایط اتاقک رشد با قارچ Ggt عامل بیماری پاخوره گندم مایه‌زنی گردیدند. پس از چهار هفته میزان آلودگی ریشه، شاخص علائم بیماری، میزان سیاه شدن طوقه، ارتفاع و وزن خشک گیاهان نسبت به شاهد مورد سنجش قرار گرفت. آزمایشی در قالب طرح کامل تصادفی (CRD) با پنج تیمار و چهار تکرار انجام گردید.

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های مورد بررسی نشان داد که در متغیر میزان سیاه شدن طوقه اختلافات معنی‌دار بین ارقام جو نسبت به *G.graminis var. tritici* وجود دارد ($P=0/05$). در متغیرهای دیگر از جمله درصد آلودگی ریشه، شاخص علائم بیماری، درصد کاهش طول و وزن خشک اندام هوائی اختلافات معنی‌دار در سطح 1% در بین ارقام جو نیز مشاهده گردید (جدول ۱).

مقایسه میانگین و گروه‌بندی آماری تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) در متغیرهای میزان آلودگی ریشه، سیاه شدن طوقه، شاخص علائم بیماری، کاهش ارتفاع، و کاهش وزن انجام پذیرفت که تجزیه و تحلیل آنها به شرح زیر است.

آلودگی ریشه

میزان آلودگی ریشه‌ها با محاسبه درصد ریشه‌های آلوده در هر گیاه براساس وجود یک یا چند لکه نکروتیک در

انواع ارقام جو از نظر درصد آلودگی ریشه نسبت به قارچ Ggt اختلافات معنی‌دار ($P=0.01$) نشان دادند (جدول ۱). ترتیب حساسیت انواع ارقام جو نسبت به بیماری پاخوره گندم از نظر درصد آلودگی ریشه بر اساس مقایسه میانگین‌ها و گروه‌بندی آماری تیمارها (شکل ۱) به صورت زیر است:

جو شش ردیفه > جو چهارردیفه > جو دو ردیفه > جو بدون پوشینه

جو بدون پوشینه با حداکثر میزان آلودگی ریشه $92/75$ درصد در گروهی مجزا از نظر آماری قرار گرفت و با دیگر انواع ارقام جو اختلاف داشت ($P=0/01$). هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار آماری در بین ارقام جو چهار ردیفه و دو ردیفه مشاهده نگردید، اگر چه میزان آلودگی جو چهار ردیفه اندکی کمتر از جو دو ردیفه بود. کمترین میزان آلودگی ریشه‌ها در جو شش ردیفه دیده شد (شکل ۱).

شاخص علائم بیماری

شاخص بیماری با محاسبه سطح ریشه‌های آلوده در هر گیاه براساس وجود یک یا چند لکه نکروتیک در استوانه مرکزی ریشه نمره گذاری گردید (Take-all index). انواع ارقام جو از نظر شاخص علائم بیماری روی ریشه‌ها پس از مایه‌زنی با قارچ Ggt با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان دادند ($P=0/01$). میزان شاخص علائم بیماری بین انواع ارقام جو بین $1/5-3/57$ متغیر بود (شکل ۲). بیشترین میزان شاخص علائم بیماری در جو بدون پوشینه و کمترین آن در جو شش ردیفه دیده شد. حساسیت جو بدون پوشینه یا جو محلی بیش از دیگر ارقام بود. میزان شاخص

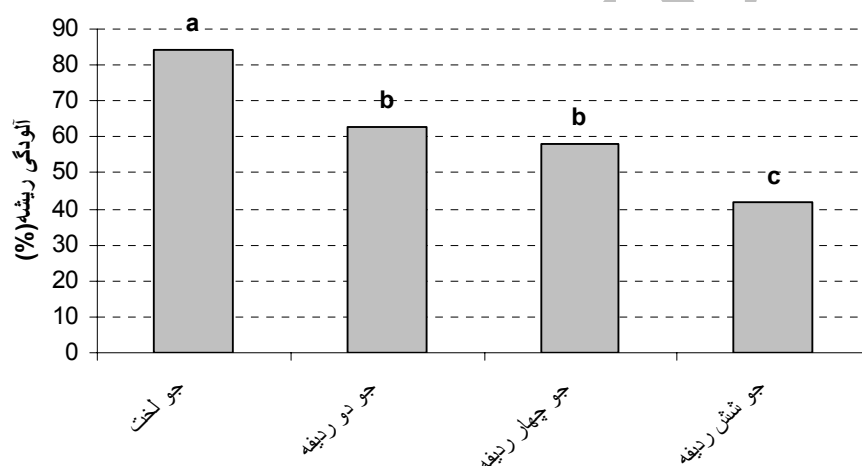
جدول ۱. تجزیه واریانس شاخص‌های مورد بررسی در آزمون واکنش بعضی از ارقام جو نسبت *Gaumannomyces (Gg)* در اتاقک رشد

Table 1. Analysis of variance of reaction (disease indices) of some barley cultivars to *Gaumannomyces (Ggt)* in a growth room.

میانگین مربعات (Mean Square)						
کاهش وزن Weight reduction (%)	کاهش ارتفاع Height reduction (%)	سیاه شدن طوقه Blackened crown	شاخص علائم بیماری Disease index	درصد آلودگی ریشه Root infection (%)	درجه آزادی Degree of freedom	منابع تغییر Source of variation
443.70**	391.28**	5.48*	3.5**	1831.53**	3	تیمار
65.71	12.19	204.1	0.33	45.4*	12	خطا

*(P=0.05).

** (P=0.01).



شکل ۱. تأثیر جدایه ایرانی قارچ عامل بیماری پاخوره (*Ggt*) بر میزان آلودگی ریشه ارقام جو در شرایط اتاقک رشد

Fig. 1. Effect of an Iranian isolate of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* on root infection of Barley types in a growth room.

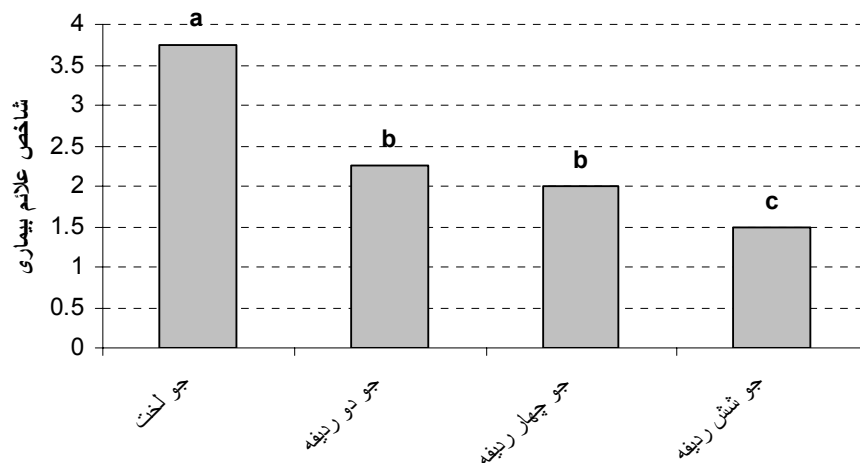
ستون‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون DMRT در سطح ۱٪ معنی‌دار نیستند.

* Means followed by the same letters are not significantly different according to DMRT(P=0.01).

سیاه شدن طوقه

سیاه شدن طوقه در صورت وجود داشتن رطوبت کافی یکی از علائم توسعه و پیشرفت بیماری پاخوره گندم در گیاهان میزبان است. در این بررسی تفاوت در اندازه سیاه شدن طوقه در بین انواع ارقام جو دیده شد. نتایج این بررسی نشان داد که اختلافات معنی‌دار (P=0.05) در اندازه سیاه شدن طوقه بین انواع ارقام جو وجود داشت (جدول ۱). میزان سیاه شدن طوقه در بین انواع ارقام جو

علائم بیماری در جو شش ردیفه با بقیه انواع ارقام جو نیز اختلاف معنی‌دار داشت. بین دو رقم جو بدون پوشینه و جو شش ردیفه ارقام دو و چهار ردیفه جو قرار دارند که با یکدیگر هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار نداشته و میزان شاخص علائم بیماری در آنها ۲/۲۵ بوده است. از نظر ترتیب قرارگیری و گروه‌بندی تیمارهای فوق، نمودار شاخص علائم بیماری (شاخص کیفی) با نمودار درصد آلودگی ریشه (شاخص کمی) روند مشابه داشتند.



شکل ۲. تأثیر جدایه ایرانی قارچ عامل بیماری پاخوره (Ggt) بر شاخص علائم بیماری در ارقام جو در شرایط اتاقک رشد
Fig. 1. Effect of an Iranian isolate of *Gaemannomyces graminis* var. *tritici* on disease index of Barley types in a growth room.
 ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، از نظر آزمون DMRT در سطح ۱٪ معنی‌دار نیستند.

* Means followed by the same letters are not significantly different according to DMRT(P=0.01).

انواع جو اختلاف معنی‌دار دارد (شکل ۴). میزان کاهش ارتفاع در جو دو، چهار و شش ردیفه پس از مایه‌زنی با قارچ Ggt به ترتیب ۲۰/۶، ۱۷/۶۱، ۱۳/۲۳ درصد بود که اختلاف معنی‌دار با هم نداشتند. میزان کاهش ارتفاع در جو بدون پوشینه یا جو محلی نسبت به جو شش ردیفه تقریباً ۲/۵ برابر اندازه‌گیری گردید.

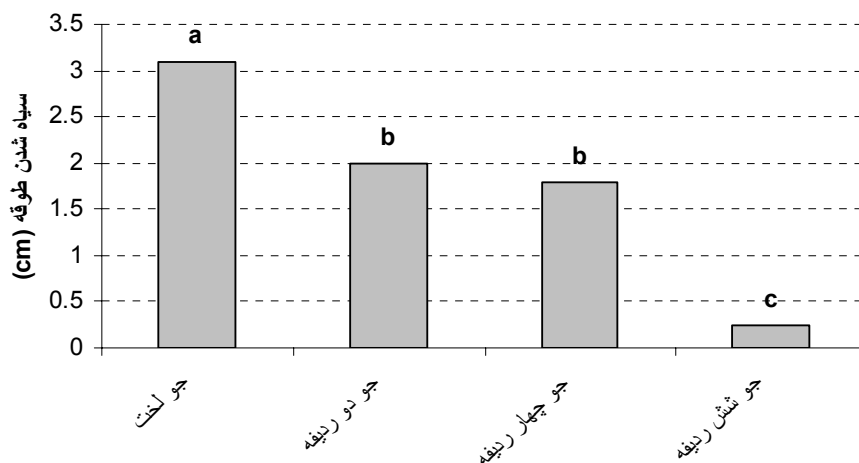
کاهش وزن

وزن خشک اندام هوایی در در بین انواع ارقام جو پس از مایه‌زنی با قارچ Ggt در اتاقک رشد در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد. میزان کاهش وزن خشک اندام هوایی در بین انواع ارقام جو (جدول ۱) اختلافات معنی‌دار داشت ($P=0.01$). مقایسه میانگین کاهش وزن نشان می‌دهد که جو شش ردیفه با کمترین میزان درصد کاهش وزن (۲۵/۳) با انواع ارقام جو بدون پوشینه و جو دو ردیفه که به ترتیب ۴۶/۹ و ۴۴/۵ درصد کاهش وزن داشته‌اند، اختلاف دارند.

پس از مایه‌زنی با قارچ Ggt در شرایط اتاقک رشد بین ۳/۱-۲۵ سانتی‌متر متغیر بود. بیشترین میزان سیاه شدن طوقه در جو بدون پوشینه و کمترین آن در جو شش ردیفه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳). حداکثر میزان سیاه شدن طوقه در جو بدون پوشینه ۳/۱ سانتی‌متر بود که با مقایسه با جو دو و چهار ردیفه هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار با هم نداشتند. تنها تفاوت معنی‌دار در این متغیر در جو شش ردیفه با دیگر انواع ارقام جو دیده شد (شکل ۳).

کاهش ارتفاع

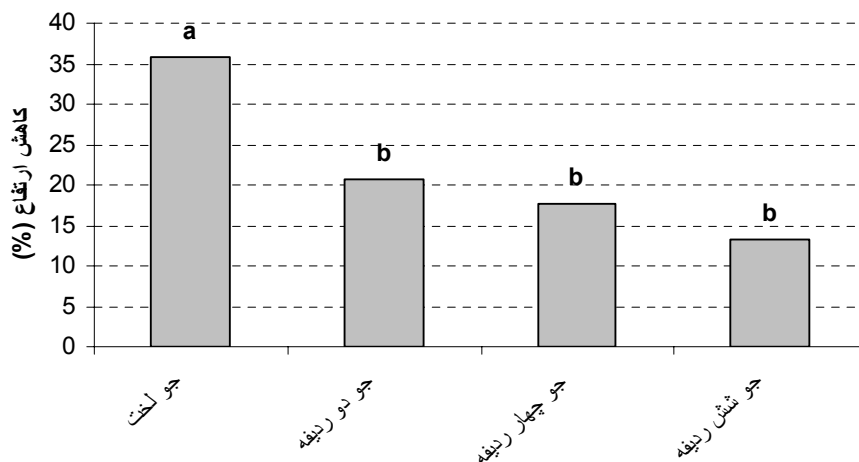
در بین انواع ارقام جو مایه‌زنی شده با عامل بیماری پاخوره گندم (Ggt) اختلافات معنی‌دار ($P=0.01$) در کاهش ارتفاع گیاهان در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های ارتفاع گیاهان در بین تیمارها نشان می‌دهد که عامل بیماری پاخوره گندم در جو بدون پوشینه بیشترین کاهش ارتفاع (۳۵/۹۲٪) را ایجاد کرده که با دیگر



شکل ۳. تأثیر جدایه ایرانی قارچ عامل بیماری پاخوره (Ggt) بر سیاه شدن طوقه در ارقام جو در شرایط اتاقک رشد.
 Figure 1. Effect of an Iranian isolate of *Gaemannomyces graminis* var. *tritici* on foot blackening of Barley types in a growth room.

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون DMRT در سطح ۵٪ معنی‌دار نیستند.

*: Means followed by the same letters are not significantly different according to DMRT(P=0.05).



شکل ۴. تأثیر جدایه ایرانی قارچ عامل بیماری پاخوره (Ggt) بر ارتفاع گیاهان در ارقام جو در شرایط اتاقک رشد.
 Fig. 1. Effect of an Iranian isolate of *Gaemannomyces graminis* var. *tritici* on plant height of Barley types in a growth room.

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون DMRT در سطح ۱٪ معنی‌دار نیستند.

*: Means followed by the same letters are not significantly different according to DMRT(P=0.01).

می‌گردد. اختلاف در میزان مرگ سلول‌های کورتکس در بعضی ارقام و ژنوتیپ‌های جو قابل توجه بوده و ممکن است با تحمل بیشتر این ارقام نسبت به قارچ عامل بیماری پاخوره گندم ارتباط داشته باشد (Liljerth 1995).

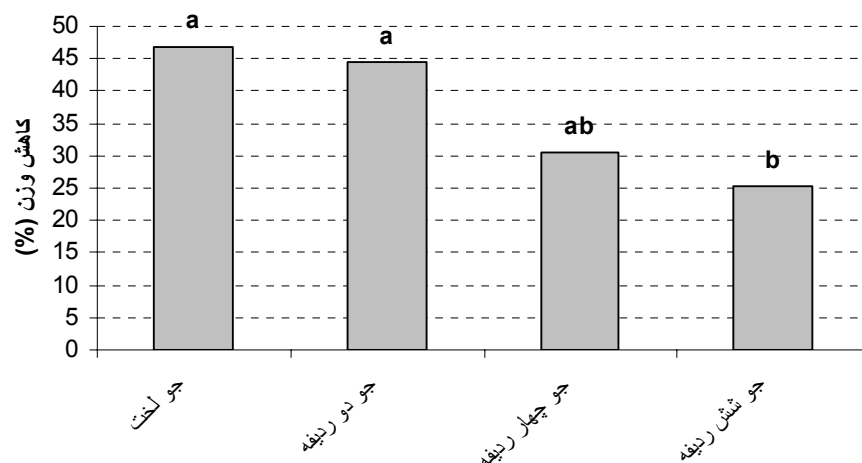
در این بررسی تفاوت‌هایی در بین بعضی ارقام جونسبت به قارچ عامل بیماری مشاهده گردید. در بین انواع ارقام جو، جو محلی یا جو بدون پوشینه (Naked barley) بیشترین و جو شش ردیفه کمترین حساسیت به قارچ Ggt داشته‌اند. میزان آلودگی ریشه و شاخص علائم بیماری در جو شش ردیفه کمتر از بقیه ارقام بود. این یافته‌ها با نتایج اسکات (Scott 1981) مبنی بر حساسیت کمتر جو شش ردیفه از جو دو و چهار ردیفه مطابقت داشت. ولی در بررسی که توسط اوپانا جی و همکاران (1990) انجام گرفت، جو دو ردیفه و شش ردیفه به ترتیب بیشترین تحمل نسبت به بیماری پاخوره گندم داشتند. این اختلافات ممکن است در نتیجه میزان زادمایه، شرایط انجام آزمایش‌ها و یا روش ارزیابی بیماری باشد.

هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین جو دو و چهار ردیفه دیده نشد. در شاخص‌های درصد کاهش طول و درصد کاهش وزن، کمترین میزان کاهش متعلق به جو شش ردیفه بود، اگرچه با جو چهار ردیفه اختلاف معنی‌داری نداشت. اختلاف در مقاومت ارقام جو به دلیل اختلاف در حساسیت آنها نسبت به بیماری پاخوره گندم است. اختلاف در مقاومت ارقام جو نسبت به بیماری پاخوره گندم قبلاً گزارش شده است (Jensen and Kirk 1976). عوامل بسیاری در تحمل بعضی ارقام جو نسبت به *G.g. var. tritici* دخالت دارند. دکان و هنری (1978) نشان دادند که سلول‌های کورتکس

جو چهار ردیفه با ۳۰/۴ درصد کاهش وزن با هیچ کدام از ارقام اختلاف معنی‌داری را نشان نداده است (شکل ۵). ترتیب درصد کاهش وزن در بین انواع ارقام جو با ترتیب درصد آلودگی ریشه و شاخص علائم بیماری روند مشابه داشته‌اند. به طوری که بیشترین حساسیت متعلق به جو بدون پوشینه و کمترین حساسیت متعلق به جو شش ردیفه بوده است. انواع ارقام جو دو و چهار ردیفه با درجه حساسیت نسبی ما بین انواع ارقام جو بدون پوشینه و شش ردیفه جای گرفته‌اند.

بحث

به طور کلی جو نسبت به بیماری پاخوره گندم حساس است، ولی میزان حساسیت آن کمتر از گندم گزارش شده است (Scott 1981; Rothrock & Langdale 1989; Zare 2002). هولدن (Holden 1975) نشان داد که میزان سرعت مرگ سلول‌های کورتکس (RCD) در قسمت‌های پیرتر ریشه‌های اولیه در گندم ۶۵٪ و در جو ۴۱٪ می‌باشد که به عقیده دیکن و میچل (Deacon & Mitchel 1985) این یک پدیده برنامه‌ریزی شده است که روند آن در گندم سریع‌تر و در جو کمتر و در چاودار و یولاف کمتر از جو است. پدیده RCD به علت کاهش مقاومت میزبان در کورتکس و آزادسازی و انتقال مواد غذایی به محل‌های آلودگی (لایه سلول‌های زیرین کورتکس ریشه) و به نفع بیمارگر است. در جو توقف انتقال مواد آوندی در ریشه‌های اولیه کمتر از گندم می‌باشد. میزان مرگ سلول‌های کورتکس در ریشه‌های گندم و جو پس از مایه‌زنی با قارچ *G.g. var. tritici* افزایش می‌یابد (Kirk 1984). این قارچ با استفاده از مواد غذایی رها شده در اثر مرگ سلول‌های کورتکس و انتقال آنها به لایه‌های زیرین کورتکس ریشه باعث ایجاد عفونت



شکل ۵. تأثیر جدایه ایرانی قارچ عامل بیماری پاخوره (Ggt) بر وزن خشک اندام هوایی در ارقام جو در شرایط اتاقک رشد.

Fig. 1. Effect of an Iranian isolate of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* on plant dry weight of Barley types in a growth room.

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون DMRT در سطح ۱٪ معنی‌دار نیستند.

*: Means followed by the same letters are not significantly different according to DMRT(P=0.01).

گیاهچه‌ها در بعضی ارقام جو با مقایسه با گندم کمتر آسیب می‌بینند.

در شرایط مزرعه تفاوت در مراحل رشد ارقام گندم و جو و یا زودرسی ارقام باعث کاهش کمتر عملکرد و سایر متغیرها نظیر وزن اندام هوایی، کاهش ارتفاع و در نتیجه کاهش آلودگی به بیماری پاخوره گندم می‌گردد. جو به علت زودرس‌تر بودن نسبت به گندم قدرت فرار از بیماری را داراست. زمانی که گندم در مرحله قبل از گل‌دهی است، از نظر شرایط محیطی هنوز قارچ عامل بیماری به حداکثر فعالیت خود نرسیده است. در این شرایط جو مراحل رشدی خود را به پایان رسانده است و تقریباً سه هفته فاصله زمانی بین رسیدگی دانه در گندم و جو وجود دارد (Hornby 1988) و این زمان نیز بحرانی‌ترین مرحله برای گندم و دو برابر شدن سرعت فعالیت قارچ Ggt به دلیل افزایش درجه حرارت در بهار می‌باشد.

ریشه‌های اولیه در بعضی ارقام جو نظیر جوشش ردیفه ضخیم‌تر از بقیه ارقام جو بود. در گندم نیز تفاوت در حساسیت ارقام نسبت به بیماری پاخوره گندم مربوط به اختلاف در ضخامت دیواره سلول‌های کورتکس ریشه‌های اولیه در گیاهچه‌های گندم گزارش گردیده است (Penrose 1987)، هرچند اختلاف بین ارقام گندم نسبت به بیماری پاخوره بسیار جزئی می‌باشد. در این بررسی میزان مرگ سلول‌های کورتکس ریشه در ارقام جو اندازه‌گیری نگردید.

از دیگر عواملی که ممکن است به تحمل بیشتر بعضی ارقام جو به بیماری پاخوره گندم کمک نماید ظرفیت بازسازی و جایگزینی ریشه‌های ثانویه آسیب دیده در این ارقام است (Asher 1972). افزایش تولید ریشه‌های ثانویه در ارقام جو ممکن است باعث فرار از بیماری پاخوره گندم گردد. علاوه بر این دکان و هنری (1978) نشان دادند که آوند چوبی در ریشه‌های اولیه

مداوم غلات نشان دهنده این است که استفاده از کنترل بیولوژیک بامقایسه با کوشش جهت بهبود مقاومت میزبان در کاهش بیماری پاخوره گندم می‌تواند موثرتر باشد.

با در نظر گرفتن میزان حساسیت کمتر بعضی از ارقام جو نسبت به بیماری پاخوره گندم و با توجه به محاسن و علل ارائه شده، در مناطقی که احتمال ریسک بیماری پاخوره گندم بالاست و استفاده از سایر روش‌های کنترل محدودیت وجود دارد، جایگزین نمودن ارقام جو شش ردیفه مانند والفجر و یا کارون به جای گندم در کاهش بیماری و خسارت ناشی از آن می‌تواند مفید باشد.

منابع

جهت ملاحظه به صفحات (37-39) متن انگلیسی مراجعه شود.

عدم وجود مقاومت بالادر ارقام گندم وجو زراعی به بیماری پاخوره گندم بیانگر این مسئله است که خسارت وارده توسط قارچ *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* تأثیر انتخابی قابل توجه در مراحل تکاملی زراعی این گیاهان نداشته است. این مسئله ممکن است قابل انتظار بوده باشد زیرا که در دهه‌های اخیر تناوب زراعی بیماری پاخوره گندم را در قسمت اعظم زراعت‌های غلات مهار نموده است. علاوه بر این در شرایط طبیعی در مناطق اصلی که اجداد گندم و جو زراعی کشت می‌شدند، میکرواورگانسیم‌های خاک تأثیر بسزائی در کنترل بیماری داشته‌اند (Scott 1981). حساسیت *Gaeumannomyces graminis* به میکرواورگانسیم‌های خاک، کنترل بیولوژیک و پدیده زوال پاخوره (Take-all decline) در نتیجه کشت