دوفصلنامه تحقیقات بیماری‌های گیاهی
سال پنجم، شماره اول، بهار و تابستان 1396
صص 80-71

اثر تنش خشکی بر شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه در ژنوتیپ‌های لوبیا سفید

محمد رضا لک*[1]، بهروز اسدی [2]، حمید رضا دری[3]

تاریخ دریافت: 95/6/18 تاریخ پذیرش: 95/10/14

چکیده

بیماری‌پوسیدگی‌فوزاریومی‌ریشه با عامل *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* از بیماری‌های مهم لوبیا درکشور می‌باشد . این بیماری دراستان مرکزی هرساله خسارت‌های زیادی به‌کشاورزان می‌زند. وجود شرایط نامساعد محیطی از جمله کم‌آبی می‌تواند برشدت خسارت بیماری اثر بگذارد. دراین تحقیق واکنش 100 ژنوتیپ لوبیا سفید به‌قارچ عامل بیماری‌پوسیدگی فوزاریومی ریشه درقالب طرح آماری آگمنت دردو شرایط آبیاری مطلوب و تنش‌خشکی ارزیابی شد. اعمال تنش‌خشکی در مرحله ظهور سومین سه‌برگچه لوبیا آغاز و تا زمان برداشت ادامه یافت. آبیاری درشرایط مطلوب و تنش‌خشکی به‌ترتیب بر اساس 50 و 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A انجام شد. ارزیابی شدت بیماری‌پوسیدگی‌فوزاریومی‌ریشه با مقیاس 1 (ایمن) تا 5 (بسیار حساس) انجام شد. عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری مطلوب و تنش‌خشکی بااستفاده از شاخص‌های تحمل شامل میانگین تولید، میانگین هندسی، تحمل به‌خشکی، شاخص تحمل و حساسیت به‌خشکی بررسی گردید. درشرایط تنش‌خشکی شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه به‌شدت افزایش یافت. افزایش شدت بیماری درشرایط تنش‌خشکی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن صددانه، تعداد غلاف دربوته و تعداد دانه درغلاف شد. بین شدت بیماری و شاخص‌های تحمل به‌خشکی، میانگین تولید، میانگین هندسی و عملکرد در شرایط تنش‌خشکی همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشت. بنابراین، تنش‌خشکی با افزایش شدت بیماری‌پوسیدگی‌فوزاریومی‌ریشه و کاهش میزان تحمل به تنش‌خشکی، حساسیت ژنوتیپ‌های لوبیا به این بیماری را افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آگمنت، شاخص¬های تحمل، همبستگی.

---

[1]- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران.

[2]- مربی پژوهش، ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خمین، ایران.

[3]- استادیار پژوهش، ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خمین، ایران.

*- نویسنده مسئول مقاله: rezalak2000@yahoo.com

مقدمه

دربسیاری از مناطق دنیا تنش‌های غیرزیستی و زیستی بر رشد و عملکرد گیاهان تأثیر منفی می‌گذارند. تنش خشکی از تنش‌های غیرزیستی مهم در زراعت لوبیا است (Saxena *et al*., 1993). حدود 60% مزارع تولید لوبیا در کشورهای درحال توسعه تحت تنش‌خشکی است (Graham and Ranalli, 1997). تنش‌خشکی در تمام مراحل رشد لوبیا مهم است (Mayek-Perez *et al*., 2002)، اما تنش‌های خشکی درمراحل گل‌دهی و تشکیل غلاف لوبیا از اهمیت بالاتری برخوردار بوده و بیشترین خسارت را به‌لوبیا می‌زند (Graham and Ranalli, 1997). خشکسالی و کم‌آبی دربسیاری از نقاط دنیا در حال افزایش است و درکشورهایی نظیر اوگاندا کم‌آبی عملکرد درواحد سطح و تولید لوبیا را به‌شدت کاهش داده‌است (Amongi *et al*., 2015). کاهش عملکرد لوبیا دراثر تنش‌خشکی بستگی به رقم، شدت و دوره خشکی دارد (Nielsen and Nelson, 1998; Singh, 2007). از تنش‌های زیستی مهم در زراعت لوبیا بیماری‌پوسیدگی‌فوزاریومی‌ریشه با عامل *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* است که به‌عنوان مهم‌ترین بیماری از سراسر دنیا گزارش شده‌است (Abawi, 1989). کاهش عملکرد دانه درمزارع لوبیا با شرایط تنش‌خشکی و وجود بیماری‌پوسیدگی‌فوزاریومی‌ریشه تشدید می‌شود (Miller and Burke, 1986). براساس تحقیقات انجام شده درمزارع لوبیا چشم‌بلبلی، تنش‌خشکی روی تعرق و مقاومت روزنه‌ها اثر منفی معنی‌داری دارد که درصورت وجود بیماری پوسیدگی‌زغالی‌ریشه با عامل *Macrophomina phaseolina* این اثر تشدید می‌شود (Amongi *et al*., 2015). استفاده از رژیم‌های مختلف آبیاری در مزارع لوبیای بدون آلودگی به‌بیماری‌پوسیدگی‌فوزاریومی‌ریشه حداقل تأثیر را در عملکرد دانه داشتند (Miller and Burke, 1986). تغییر پتانسیل آب از 12- به 15- بار زمینه را برای حمله قارچ‌های عامل پوسیدگی‌ریشه افزایش می‌دهد (Papendick and Mulla, 1986). خسارت ناشی از بیماری پوسیدگی‌ریشه درارقام لوبیا باپتانسیل آب بالا درشرایط تنش‌خشکی کمتر است (Pastore-Corrales and Abawi, 1988). به اعتقاد بسیاری از پژوهشگران مقاومت ژنتیکی به‌قارچ عامل بیماری در طبیعت کمّی است و به شدت تحت تأثیر محیط می‌باشد (Schneider and Kelly, 2000; Miller and Burke, 1985). تنش خشکی با تغییراتی که در فیزیولوژی گیاه ایجاد می‌کند می‌تواند شرایط را برای برخی عوامل بیماری‌زا مساعد کند. کمبود آب باعث افزایش کربوهیدرات‌ها درلوبیا به‌عنوان یک منبع غذایی مناسب برای اکثر بیمارگرها شده و رشد و تکثیر آنها را تسریع می‌کند (Mayek-Perez *et al*., 2002). درسال‌های اخیر کمبود نزولات آسمانی و پایین رفتن سطح سفره‌های آب زیرزمینی در ایران، کمبود آب کشاورزی درمناطق مختلف کشور را به‌دنبال داشته است. برخی کشاورزان درمناطق کم آب استان مرکزی اقدام به‌کشت لوبیا می‌کنند که به‌دلیل کمی آب به‌ویژه از اواسط تا انتهای فصل رشد لوبیا، زارعین به‌ناچار دور آبیاری را افزایش یا میزان آب‌مصرفی در هر بار آبیاری را کاهش می‌دهند و دراین شرایط مزارع با تنش‌خشکی و کاهش عملکرد دانه مواجه می‌شوند. از طرفی بیماری‌پوسیدگی‌فوزاریومی‌ریشه به عنوان مهم‌ترین بیماری در مزارع لوبیای استان مرکزی، هر ساله خسارت‌های اقتصادی زیادی به‌کشاورزان می‌زند (Lak *et al*., 2009). تحقیقاتی درزمینه اثر تنش‌خشکی برعملکرد و اجزای عملکرد لوبیا درکشور انجام شده است (Ghanbari *et*

al., 2013)، اما تحقیقی درزمینه اثر تنش‌خشکی برشدت بیماری‌پوسیدگی‌فوزاریومی‌ریشه و تأثیر این دو عامل در عملکرد دانه لوبیا انجام نشده‌است که هدف اجرای این تحقیق می‌باشد.

مواد و روش ها

تعداد 100 ژنوتیپ لوبیا سفید دردو شرایط آبیاری مطلوب و تنش‌خشکی درقطعه زمینی با سابقه آلودگی به قارچ *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* درایستگاه تحقیقات لوبیا خمین کشت گردید. کشت به‌صورت جوی و پشته به فواصل 50 سانتی‌متر از یکدیگر انجام گرفت. بذور هر یک از ژنوتیپ‌ها در دو خط به طول 1 متر با فواصل بوته روی ردیف 10 سانتی‌متر، کشت شد. به‌منظور ارزیابی یکنواختی بلوک‌ها از طرح آماری آگمنت با سه شاهد لوبیا سفید شامل درسا، شکوفا و پاک استفاده گردید. ژنوتیپ‌ها در پنج بلوک یا ردیف، کشت و در هر بلوک نیز سه شاهد قرار داده شد (شکل 1).

41113	41235	41206	41210	41176	41214	شکوفا	41204	41205	41196	41218	41201	41195	درسا	41121	41217	41165	41179	41209	41192	41193	پاک	41158
41123	41117	41149	درسا	41109	41207	41118	41131	41184	41194	41185	شکوفا	41110	41116	41127	41114	41145	پاک	41155	41125	41129	41143	41152
41128	41130	41191	41132	41140	41133	41151	41137	41148	41153	41141	41147	41135	41146	41168	شکوفا	41138	41154	41156	پاک	41142	41177	41126
41150	41200	41181	41172	41159	پاک	41117	41163	درسا	41188	41211	41190	41216	41215	41197	41212	41169	41182	41167	41189	41186	شکوفا	41202
41170	41162	شکوفا	41161	41160	41168	41198	41175	41203	41178	41164	41124	پاک	41166	41187	درسا	41183	41180	41157	41174	41101	41213	41237

شکل 1- نقشه کاشت ژنوتیپ‌های لوبیا سفید در قالب آزمایش آگمنت

درهر دو شرایط آزمایش، آبیاری تا استقرار کامل گیاهچه‌ها به‌صورت یکسان صورت گرفت و در مرحله رویشی ظهور سومین سه برگچه لوبیا، تنش‌خشکی اعمال گردید. آبیاری در شرایط بدون‌تنش و تنش به‌ترتیب بر اساس 50 و 100 میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A صورت گرفت (Dadivar *et al*., 2005) که با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی منطقه مورد آزمایش (جدول 1) دور آبیاری به‌ترتیب معادل 5-4 و 10-9 روز بود. عملکرد دانه با برداشت کل کرت و صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف دربوته و تعداد دانه درغلاف با انتخاب پنج بوته از هر ژنوتیپ به‌طور تصادفی از بخش‌های ابتدایی، میانی و انتهایی کرت انجام شد.

جدول 1- نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش

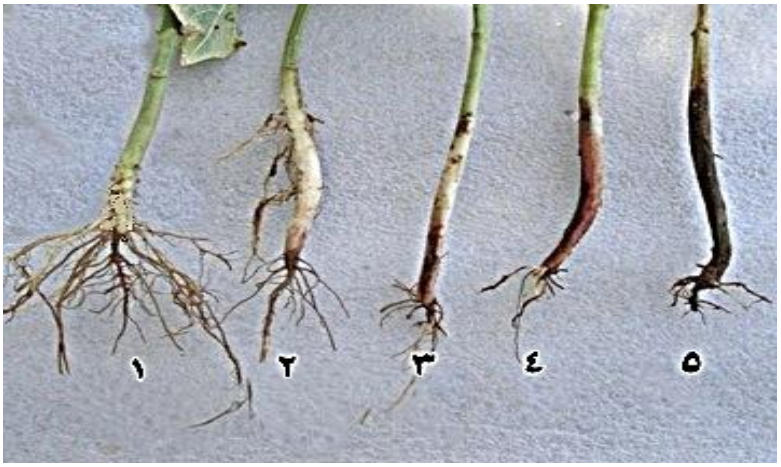
بافت	ماسه %	سیلت %	رس %	پتاسیم mg/kg	فسفر mg/kg	نیتروژن %	pH	Ec dS/m	عمق cm
لوم رسی	34	34	32	259	21	0/07	7/89	1/84	0-30

با استفاده از عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری مطلوب و تنش‌خشکی، شاخص‌های تحمل زیر محاسبه شد (Kargar *et al*., 2004)

$MP = \frac{Yp+Ys}{2}$	میانگین تولید
$GMP = \sqrt{Yp \times Ys}$	میانگین هندسی
$STI = \frac{Yp \times Ys}{Xp^2}$	تحمل به تنش
$SSI = \frac{1-Yp/Ys}{1-Xs/Xp}$	حساسیت به تنش
$TOL = Yp - Ys$	تحمل

در این روابط Yp: عملکرد هر ژنوتیپ درشرایط بدون‌تنش، Ys: عملکرد هر ژنوتیپ درشرایط‌تنش، Xp: میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها درشرایط بدون‌تنش و Xs: میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها درشرایط تنش بود.

قبل از رسیدگی فیزیولوژیک ژنوتیپ¬ها در¬هر دو¬شرایط آزمایش، از هر ژنوتیپ تعداد پنج بوته به طور تصادفی انتخاب و میزان توسعه بیماری پوسیدگی ریشه در محور زیر لپه بر اساس مقیاس *سیپل و هال* (Sippell and Hall, 1982) نمره¬دهی گردید (شکل 2):



شکل 2 - ارزیابی پوسیدگی ریشه لوبیا بر اساس مقیاس 1 تا 5

در این مقیاس، 1: بدون لکه، 2: لکه‌ها کوچک و جدا از هم، یا لکه‌ها کمتر از 25% ناحیه محور زیر لپه را پوشانده‌باشد، 3: لکه‌ها به‌هم پیوسته، یا لکه ها بین 25% تا 50% محور زیر لپه را پوشانده‌باشد، 4: لکه ها درناحیه پوست عمیق، یا لکه ها بین 50% تا 75% محور زیر لپه را پوشانده‌باشد و 5: لکه‌ها از حالت قبلی عمیق‌تر بوده و گاهی تا نزدیکی استوانه مرکزی می‌رسد، یا لکه‌ها بیش از 75% محور زیر لپه را پوشانده‌باشد.

شدت بیماری از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

$$DS = \frac{\sum_{i=1}^{5}(S_i \times P_s)}{N}$$

که در آن، DS: شدت بیماری، S_i: مقیاس بیماری (1 تا 5)، P_s: تعداد گیاهانی که مقیاس i را نشان دادند و N: تعداد کل گیاهان نمونه برداری شده بود.

نتایج و بحث

بین بلوک‌های آزمایشی یا تکرارها اختلاف معنی دار وجود نداشت (جدول 2). بنابراین شرایط آزمایش برای کلیه ژنوتیپ ها در شرایط تنش و غیرتنش یکسان بود. اختلاف معنی‌داری بین صفات اندازه‌گیری شده در شرایط آبیاری مطلوب و تنش‌خشکی مشاهده نشد. تفاوت میانگین صفات دردو شرایط تنش و غیرتنش معنی‌دار بود. بیشترین کاهش در صفات اندازه‌گیری شده ژنوتیپ‌های لوبیا سفید در شرایط تنش با 42% مربوط به عملکرد بود (جدول 3).

جدول2- تجزیه واریانس یکنواختی بلوک ها و تکرارها درشرایط تنش و بدون تنش‌خشکی ژنوتیپ‌های لوبیا سفید در حضور بیماری‌پوسیدگی‌فوزاریومی ریشه

صفات	شرایط آزمایش	میانگین مربعات بلوک‌ها	میانگین مربعات تکرار	ضریب تغییرات(%)
عملکرد	بدون تنش خشکی	^{ns}814896	^{ns}301564	22
	با تنش خشکی	^{ns}598896	^{ns}586828	23
ارتفاع بوته	بدون تنش خشکی	^{ns}2773	^{ns}75	10
	با تنش خشکی	^{ns}2124	^{ns}223	22
تعداد غلاف در بوته	بدون تنش خشکی	^{ns}92	^{ns}19	30
	با تنش خشکی	^{ns}29	^{ns}3	21
وزن صد دانه	بدون تنش خشکی	^{ns}128	^{ns}9	9
	با تنش خشکی	^{ns}59	^{ns}3	8
تعداد دانه در غلاف	بدون تنش خشکی	^{ns}0/68	0/ 02^{ns}	8
	با تنش خشکی	^{ns}2	^{ns}0/3	18
شدت بیماری	بدون تنش خشکی	^{ns}0/4	^{ns}0/05	23
	با تنش خشکی	^{ns}0/47	^{ns}0/5	18

^{ns} بدون اختلاف معنی دار

جدول 3- آزمون *t* برای صفات مورد ارزیابی ژنوتیپ‌های لوبیا سفید درشرایط تنش نسبت به‌شرایط بدون تنش‌خشکی در حضور بیماری‌پوسیدگی‌فوزاریومی ریشه

صفات	انحراف معیار	درصد کاهش در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش	مقدار **t** محاسبه شده
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	894/6	42	15/22**
ارتفاع بوته (سانتیمتر)	15/14	37/5	4/1**
تعداد غلاف در بوته	8/58	24	4/4**
وزن صد دانه (گرم)	4/62	16/2	10/4**
تعداد دانه در غلاف	0/62	12/4	7/9**
شدت بیماری	0/64	47	22 **

**معنی دار در سطح احتمال 1%

میانگین شدت بیماری در شرایط بدون تنش آبی 1/58 و در شرایط تنش 2/97 بود. در شرایط تنش شدت بیماری 47% افزایش نشان داد. این نتایج با یافته های *مایک پرز و همکاران* (2002) و *بارک و میلر* (Burke and Miller, 1983) که گزارش نمودند تنش خشکی باعث افزایش شدت بیماری پوسیدگی ریشه می گردد، مطابقت دارد. آزمون *t* نشان داد که اختلاف میانگین شدت پوسیدگی ریشه در شرایط تنش و غیرتنش معنی‌دار است. شدت بیماری در شرایط غیرتنش حداقل 1 و حداکثر 2/33 با میانگین 1/58بود که چندان قابل توجه نمی باشد. در شرایط غیرتنش بین شدت بیماری و عملکرد همبستگی معنی دار مشاهده نگردید. شدت بیماری در شرایط غیرتنش با صفات تعداد دانه در غلاف، تعداد روز تا گلدهی و طول دوره رشد همبستگی منفی معنی دار نشان داد (جدول 4). در شرایط غیر تنش ارقام دیررس مقاومت بیشتری به بیماری نشان دادند. این وضعیت برای بسیاری از تنش های زنده مانند آفت کنه دو لکه ای نیز توسط *روی و همکاران* (Roy *et al*., 1999) گزارش شده است.

شدت بیماری در شرایط تنش حداقل 1/67 و حداکثر 4/67 با میانگین 2/97 بود. در شرایط تنش خشکی شدت بیماری با دوره رشد همبستگی مثبت معنی دار نشان داد. این وضعیت کاملاً برعکس شرایط غیر تنش بود. بنابراین در شرایط تنش خشکی هرچه رقم دیررس‌تر باشد مقاومت آن به بیماری کمتر است. طولانی شدن دوره رشد در شرایطی که آب کافی به گیاه نمی‌رسد، فرصت بیشتری در اختیار بیمارگر قرار می‌دهد تا با استفاده از ضعف گیاه خسارت بیشتری به آن وارد کند. این نوع رابطه اهمیت ویژه‌ای در مدیریت کنترل بیماری دارد. بین شدت بیماری ژنوتیپ ها در شرایط تنش و غیرتنش همبستگی وجود نداشت. همچنین رابطه بین شدت بیماری و عملکرد در شرایط تنش منفی معنی دار بود و شدت بیماری کمتر، عملکرد بیشتر را سبب شد. این وضعیت می تواند یا به دلیل مقاومت ژنتیکی گیاه به بیماری باشد و یا به دلیل تحمل گیاه به شرایط تنش خشکی و افزایش توان گیاه برای مقابله با بیماری باشد. *میلر و بارک* (1986) معتقدند تأثیر آبیاری بر عملکرد بستگی به وجود و عدم وجود بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و میزان مقاومت ارقام به بیماری دارد.

جدول ٤- ضرایب همبستگی صفات مورد ارزیابی ژنوتیپ‌های لوبیا سفید درشرایط تنش خشکی (بالای قطر) و شرایط بدون‌تنش خشکی (پایین قطر) درحضور بیماری‌پوسیدگی فوزاریومی ریشه

	عملکرد در شرایط بدون تنش	عملکرد در شرایط تنش	شدت بیماری	تحمل به تنش	میانگین تولید	میانگین هندسی	شاخص تحمل	شاخص حساسیت	تعداد روز تا گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه
عملکرد درشرایط بدون‌تنش	١	/٤٧**	-٠/١١	٠/٦٥**	٠/٨٩**	٠/٧٨**	٠/٧٤**	٠/٢٧**	٠/٠٦	٠/١٣	٠/٠٥	٠/٠٧	٠/٠٥
عملکردتنش‌شرایط تنش	٠/٤٧**	١	-٠/٣**	-٠/٣٥**	٠/٨٣**	٠/٩١**	٠/٩١**	-٠/٦٧**	-٠/٣٣*	-٠/٢*	-٠/٠١	٠/٢٥**	٠/١
شدت بیماری	-٠/٠٢	-٠/٠٦	١	٠/١٤	-٠/٢٣**	-٠/٢٦**	-٠/٢٦**	٠/٢٣*	٠/١٧	٠/٢٧**	٠/١٢	-٠/٠١	-٠/٠٢
تحمل به تنش	٠/٦٥**	-٠/٣٥**	٠/٠٣	١	٠/٢٣*	٠/٠٤	٠/٠١	٠/٨٧**	٠/٢٧**	٠/٣١**	٠/٠٦	-٠/١٤	-٠/٠٣
میانگین تولید	٠/٨٨**	٠/٨٢**	-٠/٠٤	٠/٢٣*	١	٠/٩٨**	٠/٩٥**	-٠/١٧	-٠/٠٨	-٠/٠٢	٠/٠٢	٠/٠٢*	٠/٠٨
میانگین هندسی	٠/٧٨**	٠/٩١**	٠/٠٤	٠/٠٤	٠/٩٧**	١	٠/٩٧**	-٠/٣٤**	-٠/١٤	-٠/٠٨	-٠/٠١	-٠/٠٢*	٠/٠٨
شاخص تحمل	٠/٧٤**	٠/٩١**	-٠/٠٨	٠/٠١	٠/٩٥**	٠/٩٧**	١	-٠/٣٣**	-٠/١	-٠/٠٤	-٠/٠٢	٠/٠٢*	٠/٠٣
شاخص حساسیت	٠/٢٧**	-٠/٦٧**	٠/٠٨	٠/٨٧**	-٠/١٧	-٠/٣٤**	-٠/٣٣**	١	٠/٢٩**	٠/٣٥**	٠/٠١	-٠/٢١*	-٠/٠٦
تعداد روز تا گلدهی	-٠/٠٦	-٠/٣٣*	-٠/١٨*	٠/١٨*	-٠/١٨*	-٠/٢٣*	-٠/٢١*	٠/٢٣*	١	٠/٧٣**	-٠/١٣	-٠/٠١	-٠/٣٦**
تعداد روز تا رسیدگی	٠/٠٢	-٠/٠٧*	-٠/٢٧**	٠/٢٣*	-٠/١١	-٠/١٧	-٠/١٤	٠/٢٨**	٠/٧٨**	١	٠/١٦	-٠/٠٥	-٠/١٧*
تعداد غلاف در بوته	٠/٢٤**	٠/٢١*	٠/٢٦**	٠/١٦	٠/٢١*	٠/١٧*	٠/١٧	٠/٠٥	٠/٣٨**	٠/٥**	١	٠/٠٩	-٠/١٨*
تعداد دانه در غلاف	٠/٢٦**	٠/٢٧**	-٠/٢٦**	٠/١	٠/٢٧**	٠/٢٧**	٠/٢١*	٠/٠١	٠/١٣	٠/١٩*	٠/١٦	١	-٠/٣٧**
وزن صد دانه	٠/٢*	٠/٢٣*	٠/٢٥**	٠/٠١	٠/٢٥**	٠/٢٥**	٠/١٩*	-٠/٠٩	-٠/٤٦**	-٠/٤٤**	-٠/٣١**	-٠/٣١**	١

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ١٪ و ٥٪

قارچ عامل بیماری‌پوسیدگی‌فوزاریومی‌ریشه با حمله به‌ریشه‌های لوبیا باعث نابودی بخشی یا تمام آن‌ها شده که نتیجه آن کاهش رشد یا مرگ بوته است. هنگامی‌که ریشه‌های اولیه در اثر آلودگی به قارچ عامل بیماری از بین می‌روند، رشد گیاه توسط ریشه‌های جانبی ادامه می‌یابد. با کاهش حجم ریشه، بوته‌های لوبیا برای ادامه‌ی رشد و بقای خود در ناحیه یقه ایجاد ریشه‌های نابجا می‌کنند (Abawi, 1989; Burke and Miller, 1983) ایجاد ریشه‌های جدید به‌شدت وابسته به رطوبت خاک است و با توجه به‌اینکه توسعه این ریشه‌ها به خاک سطحی محدود می‌شود، لذا افزایش فواصل آبیاری و بروز تنش‌خشکی بر ایجاد و توسعه ریشه‌های جدید اثر می‌گذارد. در این شرایط شدت بیماری بیش‌تر شده و عملکرد گیاه کاهش یافته که نتیجه آن کاهش عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن صددانه، تعداد غلاف دربوته و تعداد دانه درغلاف (جدول 3) است.

بررسی شاخص‌های تحمل نشان داد شاخص‌های میانگین تولید، تحمل به تنش و میانگین هندسی با عملکرد در شرایط تنش و غیرتنش‌خشکی همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. یعنی ژنوتیپ‌ها با عملکرد بالا در شرایط غیر-تنش، در شرایط تنش نیز عملکرد بالایی داشتند. اگرچه ممکن است حساسیت آن‌ها به تنش‌خشکی متفاوت باشد. همبستگی بین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط غیر تنش با شاخص حساسیت به تنش مثبت معنی‌دار و در شرایط تنش منفی معنی‌دار بود. یعنی ژنوتیپ‌های حساس به خشکی در شرایط غیر تنش عملکردهای بالایی از خود نشان می‌دهند که این وضعیت به دلیل عدم قرار گرفتن ژنوتیپ ها در شرایط نامساعد است. اما در شرایط تنش خشکی عملکرد ژنوتیپ‌های حساس به تنش کاهش می‌یابد و یک رابطه منفی معنی دار بین عملکرد و شاخص حساسیت مشاهده گردید. بین شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی، میانگین تولید و شدت بیماری همبستگی منفی معنی‌دار وجود داشت (جدول 4). این رابطه بین شدت بیماری و شاخص حساسیت به تنش، مثبت معنی‌دار بود. این نتیجه نشان داد ژنوتیپ ها با شاخص‌های تحمل بالا نسبت به تنش‌خشکی دارای شدت بیماری کمتر بودند. همچنین ژنوتیپ هایی که حساسیت بیشتری به تنش خشکی نشان دادند نسبت به بیماری حساسیت بیشتری داشتند و در نتیجه عملکرد کمتری تولید کردند. اگرچه شرایط تنش خشکی موجب افزایش خسارت گردید، اما این خسارت برای ژنوتیپ هایی که تحمل مناسبی به تنش‌خشکی دارند، کمتر بود. بنابراین با انتخاب ژنوتیپ های متحمل به خشکی به صورت غیرمستقیم می توان ژنوتیپ های متحمل به بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه را انتخاب نمود. این نتیجه با نتایج *پاستور کورالز و ابوی* (Pastore-Corrales and Abawi, 1988) مطابقت دارد که اظهار داشتند ژنوتیپ های مقاوم به بیماری پوسیدگی زغالی ریشه لوبیا، به تنش خشکی مقاوم هستند. نتایج این آزمایش نشان داد تنش خشکی در مزارع لوبیا باعث افزایش شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و کاهش عملکرد می‌گردد. بنابراین در مدیریت مبارزه با بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه، مدیریت آبیاری مزرعه و جلوگیری از تنش خشکی اهمیت زیادی دارد.

References

1. Abawi GS. 1989. Root Rots. pp. 105-157, *In* HF Schwartz and MA Pastor-Corrales (eds). Bean Problems in the Tropics. Cali, Colombia: CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical).
2. Amongi W, Nkalubo ST, Gibson P, Edema R and Ochwo-Ssemakula M. 2015. Genetics of drought tolerance in common bean genotypes adapted to Ugandan conditions. Journal of Plant Breeding and Crop Science 7: 18–27.
3. Burke DW and Miller DE. 1983. Control of *Fusarium* root rot with resistant beans and cultural management. Plant Disease 67: 1312–1317.
4. Dadivar M, Khodshenas MA and Dorri HR. 2005. The effect of water stress on yield and water use efficiency in bean genotypes. Paper presented at: 9th Soil Science Congress of Iran, vol. 2, Soil Conservation and Watershed Management Research Center; 27–30 August; Tehran; Iran.
5. Ghanbari AA, Mousavi SH, Gorji AM and Idupulapati RA. 2013. Effects of water stress on leaves and seeds of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Turkish Journal of Field Crops 18: 73–77.
6. Graham PH and Ranalli P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Field Crops Research 53: 131–146.
7. Kargar SMA, Ghannadha MR, Bozorgi-Pour R, Khaje Ahmad Attari AA and Babaei, HR. 2004. An investigation of drought indices in some soybean genotypes under restricted irrigation conditions. Iranian Journal of Agricultural Science 35: 129–142.
8. Lak MR, Ghanbari AA, Dorri HR and Ghadiri A. 2009. Effect of planting date on yield and *Fusarium* root rot disease severity in Chitti bean in Khomein. Seed and Plant Production Journal 25: 273–284.
9. Mayek-Perez N, Garcia-Espinosa R, Lopez-Castaneda C, Acosta-Gallegos JA and Simpson J. 2002. Water relations, histopathology and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during pathogenesis of *Macrophomina phaseolina* under drought stress. Physiological and Molecular Plant Pathology 60: 185–195.
10. Miller DE and Burke DW. 1985. Effect of soil physical factors on resistance in beans to *Fusarium* root rot. Plant Disease 69: 324–327.
11. Miller DE and Burke DW. 1986. Reduction of *Fusarium* root rot and *Sclerotinia* wilt in beans with irrigation, tillage, and bean genotype. Plant Disease 70: 163–166.
12. Nielsen DC and Nelson N. 1998. Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. Crop Science 38: 422–427.
13. Papendick RI and Mulla DJ. 1986. Basic principles of cell and tissue water relations. pp. 1–25, *In* PG Ayres and L Boddy (eds). Water, Fungi and Plants. Cambridge: Cambridge University Press.
14. Pastore-Corrales MA and Abawi GS. 1988. Reaction of selected bean accessions to infection by *Macrophomina phaseolina*. Plant Disease 72: 39–41.
15. Roy M, Brodeur J and Cloutier C. 1999. Seasonal abundance of spider mites and their predators on red raspberry in Quebec, Canada. Environmental Entomology 13: 737–745.
16. Saxena NP, Johanson C, Saxena MC and Silimi SN. 1993. Selection for drought and salinity tolerance in cool- season food legumes. pp. 243–270, *In* KB Singh and MC Saxena (eds). Breeding for Stress Tolerance in Cool-season Food Legumes. Chichester: John Wiley and Sons. UK.

17. Schneider KA and Kelly JD. 2000. A greenhouse screening protocol for *Fusarium* root rot in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). HortScience 35: 1095–1098.
18. Singh SP. 2007. Drought resistance in the race Durango dry bean landraces and cultivars. Agronomy Journal 99: 1219–1225.
19. Sippell DW and Hall R. 1982. Effects of pathogen species, inoculum concentration, temperature, and soil moisture on bean root rot and plant growth. Canadian Journal of Plant Pathology 4: 1–7.

Effect of drought stress on Fusarium root rot severity of white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes

M.R. Lak*[1], B. Assadi [2], H.R. Dorri[3]

Abstract

Root rot caused by *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* is an important disease of beans in Iran. It causes considerable damages to bean production in Markazi Province. Unfavorable conditions such as drought stress can enhance disease severity. In this research, reaction of 100 white bean genotypes to *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* in drought stress condition was evaluated. Drought stress was applied at V4 growth stage (third trifoliate leaf) and continued until harvest. Irrigation was done after 50 and 100 mm evaporation from evaporation pan (A class) for optimum and stress conditions, respectively. Disease severity was rated on a scale of 1 (immune) to 5 (very susceptible). The experiment was carried out in augment design. Bean genotypes yield under normal irrigation and drought stress conditions was calculated with tolerance indices such as mean value of production (MP), geometric mean value of production (GMP), stress tolerance index (STI), stress susceptibility index (SSI) and tolerance index (TOL). Fusarium root rot severity was greater in drought stress condition. In drought condition, growth parameters *viz* yield, plant height, 100-seed weight, number of pods in plant and number of seeds in pod were significantly decreased. There was a negative and significant correlation among disease severity and yield in drought stress condition and tolerance indices including STI, MP and GMP. At the same time susceptibility to Fusarium root rot of bean genotypes increased with decreasing of tolerance levels and tolerance indices in drought stress condition.

Keywords: Augment, correlation, tolerance indices.

[1] - Research Assistant Professor, Department of Plant Protection, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, AREEO, Arak, Iran.

[2] - Research Instructor, Khomein Bean Research, Department of Seed and Plant Improvement and Breeding, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, AREEO, Khomein, Iran.

[3] - Research Assistant Professor, Khomein Bean Research, Department of Seed and Plant Improvement and Breeding, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, AREEO, Khomein, Iran.

*Corresponding author: rezalak2000@yahoo.com