دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

مطالعه واکنش ژنوتیپ‌های توتون (*Nicotiana tabacum* L.) به علف‌هرز گل‌جالیز (*Orobanche cernua* L.) با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش

رضا درویش‌زاده[1] و ایرج برنوسی[3]

۱- استاد گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه و استاد پژوهشکده زیست فناوری دانشگاه ارومیه،
(نویسنده مسوول: r.darvishzadeh@urmia.ac.ir)
۲- دانشیار گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
تاریخ دریافت: ۹۷/۵/۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۲۱
صفحه: ۱۶۳ تا ۱۷۲

چکیده

به منظور مطالعه مقاومت توتون به علف هرز گل‌جالیز، دو آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط دارای گل جالیز و بدون گل جالیز در مرکز تحقیقات توتون ارومیه طی دو سال ۸۷-۱۳۸۶ و ۱۳۸۷-۸۸ اجرا شد. نتایج نشان داد که گل‌جالیز باعث کاهش مقدار کلیه صفات مورد مطالعه می‌شود و صفات خشک اندام هوایی بوته (۳۱٪) و وزن خشک ریشه (۳۰٪) به‌ترتیب بیشترین کاهش را داشتند و به عنوان حساس‌ترین صفات شناخته شدند. نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که صفات تعداد برگ، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد برگ توتون در شرایط حضور علف هرز گل جالیز و بدون گل جالیز دارند. بنابراین می‌توان از این صفات جهت گزینش ارقام پرمحصول توتون استفاده نمود. همچنین مشخص شد که بین عملکرد برگ در شرایط گل جالیز و بدون گل جالیز با شاخص‌های میانگین هندسی و هارمونیک و شاخص تحمل تنش همبستگی مثبت بالایی وجود دارد. لذا می‌توان از این شاخص‌ها جهت ارزیابی تحمل به علف هرز گل جالیز در توتون استفاده نمود. تجزیه کلاستر، ژنوتیپ های مورد مطالعه را در سه گروه حاوی ژنوتیپ‌های حساس (۴۲ ژنوتیپ)، ژنوتیپ های دارای تحمل متوسط (۱۳ ژنوتیپ) و ژنوتیپ های متحمل (۹ ژنوتیپ) گروه‌بندی نمود. در مجموع با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان ژنوتیپ های C.H.T.209.12e و C.H.T.209.12e×F.K.40-1 و ژنوتیپ‌های SPT413، SPT432 و SPT412 را به ترتیب متحمل‌ترین و حساس‌ترین ژنوتیپ های توتون به علف هرز گل‌جالیز معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: توتون شرقی، تجزیه کلاستر، علف هرز پارازیت، شاخص تحمل، عملکرد برگی

مقدمه

توتون (*Nicotiana tabacum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان صنعتی و اقتصادی در بسیاری از کشورهاست (۹،۲۱) و ارزش اقتصادی آن به‌طور عمده به برگ‌های آن مربوط می‌شود (۴، ۲۸). علاوه بر این، توتون یکی از گیاهان پرکاربرد در تحقیقات بیوتکنولوژی است. از این گیاه در زراعت مولکولی[1] برای تولید دارو و واکسن به صورت گسترده‌ای استفاده می‌شود (۵).

علف‌هرز گل‌جالیز، گیاهی پارازیت است که اختصاصاً به ریشه گیاهان زراعی متصل شده و ضمن جذب مواد غذایی، باعث تغییرات مورفولوژیکی نامطلوبی در گیاه میزبان می‌شود (۳۵). بسیاری از گونه‌های گل‌جالیز در طبیعت روی گیاهان رشد و نمو می‌کنند (۳۳) و تعدادی از آن‌ها نیز به‌عنوان علف‌هرز پارازیت گیاهان زراعی شناخته شده‌اند (۳۵). در میان تنش‌های زنده و غیر زنده، علف‌هرز گل‌جالیز مهم‌ترین عامل در کاهش عملکرد گیاه توتون می‌باشد (۱۸). شدت آلودگی این انگل به گونه‌ای است که در برخی موارد زارعین زمین مورد کشت را رها می‌کنند. کنترل این گیاه انگلی فوق‌العاده مشکل است، زیرا گل جالیز دقیقاً با ریشه گیاه میزبان پیوند برقرار کرده، بیشتر سیکل زندگی خود را زیر زمین می‌گذراند (۱۰،۴۱). کنترل شیمیایی این علف هرز انگل به علت عدم وجود علف‌کش‌های انتخابی نتایج رضایت‌بخشی در پی نداشته است (۱۵). در حال حاضر استفاده از ارقام مقاوم (۳۷) و همچنین استفاده از بیمارگرهای خاکزی که بتوانند بذر یا گیاهچه انگل گل جالیز را پیش از وارد نمودن خسارت از بین ببرند، در جهان مطرح است. وینوگراداو و همکاران (۴۲) از میان ۷۰۰ رقم، هیبرید و لاین جهش یافته حاصل از موتاژن‌های شیمیایی در توتون، چندین ژنوتیپ مقاوم (Hiks-Resistant، Ns-2512، Corojo، Trabzon-258، Gamaica-K-4442، Khatana و T×R) در مقابل *Orobanche aegyptiaca* و *O. ramosa* شناسایی کردند. اعتقاد محققان مذکور بر این است که مقاومت نسبی توسط یک یا دو جفت ژن مغلوب و بعضی ژن‌های تغییردهنده کنترل می‌شود. داله لا و مارتور (۸) در هندوستان با بررسی ۲۱ ژنوتیپ توتون، ژنوتیپی بنام Vastakpai (Type G) را شناسایی کردند که مقاومت متوسطی نسبت به *O. cernua* نشان می‌داد.

با در نظر گرفتن تداخل علف‌های هرز از جمله گل جالیز به عنوان یک تنش زیستی، می‌توان همچون سایر تنش‌ها از شاخص‌های تحمل برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل استفاده نمود (۱،۲۵). از جمله این شاخص‌ها می‌توان به شاخص تحمل (TOL) (۷)، میانگین تولید (MP) (۳۶)، شاخص حساسیت به تنش (SSI) (۷،۱۴)، میانگین هندسی تولید (GMP) (۳۴)، شاخص تحمل به تنش (STI) (۱۳)، شدت تنش (SI) (۲۹)، شاخص عملکرد (YI) (۱۶) و شاخص پایداری عملکرد (YSI) (۳) اشاره کرد که در تنش های مختلف استفاده شده‌اند. به عنوان نمونه، شاخص تحمل تنش (STI) (۱۳)، که در منابع مربوط به علف‌های هرز WITI[2] نامیده می‌شود به عنوان یک شاخص مهم به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تداخل علف‌های هرز دارای کاربرد

1- Molecular farming
2- Weed interference tolerance index

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]
[DOI: 10.29252/jcb.11.32.163]

زیادی می‌باشد (۱). مقدار WITI بالاتر، نشان دهنده تحمل بیشتر ژنوتیپ به تداخل علف هرز می‌باشد. زیاد بودن مقدار TOL نشانه حساسیت گیاه به تنش بوده و اساساً انتخاب برمبنای مقادیر کم TOL انجام می‌گیرد این در حالی است که زیاد بودن MP تحمل بیشتر به تنش را نشان می‌دهد. کریمی‌ترکی و همکاران (۲۴) در ارزیابی میزان تحمل ۴۹ ژنوتیپ نخود به علف‌هرز بیان نمودند که شاخص‌های میانگین حسابی، میانگین هارمونیک، میانگین هندسی و شاخص تحمل (STI) مناسب‌ترین شاخص‌ها جهت تعیین میزان تحمل ژنوتیپ‌های نخود می‌باشند. این محققین با انجام تجزیه بای‌پلات ده ژنوتیپ را به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌های نخود جهت کشت در شرایط تنش و غیر تنش معرفی نمودند.

این تحقیق به منظور تعیین معیاری مناسب جهت گزینش ژنوتیپ‌های متحمل و شناسایی ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط دارای علف‌هرز گل‌جالیز (محیط تنش) و بدون علف‌هرز گل‌جالیز (محیط بدون‌تنش)، بهترین تظاهر را دارند، صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

شصت و چهار ژنوتیپ توتون (جدول ۱) با تیپ‌های رشدی متفاوت در دو محیط گل‌جالیز دار (محیط تنش‌دار) و بدون گل‌جالیز (محیط نرمال)، در قالب دو طرح بلوک‌های کامل تصادفی هر یک با سه تکرار در مرکز تحقیقات توتون ارومیه در شرایط کنترل شده (کشت گلدانی) طی دو سال ۸۸-۱۳۸۶ مورد مطالعه قرار گرفتند. طول و عرض جغرافیایی منطقه انجام آزمایش به‌ترتیب ˚۳۷ و ′۳۲ شمالی و ˚۴۵ و ′۵ شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۱۳ متر می‌باشد. اقلیم منطقه سرد و نیمه خشک است و میانگین بارندگی و دمای منطقه با توجه با آمارهای هواشناسی ۱۶ ساله به ترتیب ۱۸۴ میلی‌متر و ۱۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

برای انجام آزمایش در هر دو شرایط از گلدان‌های سفالی به حجم ده لیتر استفاده شد. گلدان‌ها با خاک تهیه شده از مزارع یونجه پر شدند. خاک گلدان‌های آزمایش تحت تنش گل‌جالیز با ۰/۰۶ گرم بذر گل‌جالیز (*Orobanche cernua*) مخلوط شدند. نشای هر یک از ژنوتیپ‌های توتون در خزانه تهیه شده و وقتی گیاهچه‌های توتون به ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر رسیدند، به گلدان‌ها منتقل شدند. برای تهیه نشا از پنج گرم بذر در هر متر مربع استفاده شد. سطح خزانه بعد از بذر پاشی با یک لایه کود گوسفندی پوشیده شد. تمامی عملیات زراعی در طول دوره رشد توتون در گلدان‌ها با توجه به استانداردهای موجود برای توتون‌های شرقی انجام گرفت. برگ‌های ژنوتیپ‌ها در زمان رسیدگی صنعتی برداشت و در جلوی آفتاب خشک[1] شدند.

صفات مورد مطالعه در این تحقیق عبارت بودند از: روز تا گلدهی (روز) (FD)، ارتفاع بوته (سانتی متر) (PH)، تعداد برگ (LN)، وزن خشک ریشه (گرم) (DRW)، وزن خشک اندام هوایی به جز برگ (گرم) (DWAP)، بیوماس (گرم) (BIO)، شاخص برداشت (HI) و وزن خشک برگ‌های بوته (گرم) (LYP). همچنین تعداد گل جالیز جوانه‌زده (NEB)، وزن تازه گل جالیز (گرم) (FWB)، وزن خشک گل جالیز (گرم) (DWB) نیز اندازه گیری شد (شکل ۱). در این تحقیق به یک اندازه از بذر گل جالیز در گلدان‌ها استفاده شد. از آنجایی‌که سبز شدن بذر گل جالیز در حضور میزبان اتفاق می‌افتد و برای این امر بر اساس منابع مختلف (۲۳) تنوع ژنتیکی وجود دارد بنابراین طبیعی است تعداد گل جالیز سبز شده در ژنوتیپ‌های مختلف (گلدان‌های مختلف) متفاوت باشد و اصولاً همین اساس مقاومت به گل جالیز است. از آنجایی‌که سبز شدن بذر گل جالیز به وجود میزبان بستگی دارد (پارازیت اجباری) میزان تغییرات وزن خشک گل جالیز در تداخل با ژنوتیپ‌های مختلف در مقایسه با شاهد (گل جالیز بدون توتون) قابل محاسبه نبود.

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های توتون مورد مطالعه

Table 1. Name of studied tobacco genotypes

کد	ژنوتیپ	منشاء	کد	ژنوتیپ	منشاء	کد	ژنوتیپ	منشاء	کد	ژنوتیپ	منشاء
1	Kharmanli163	Turkey	17	K. B	-	33	C.H.T.209.12e×F.K.40-1	Iran	49	SPT 403	Iran
2	Nevrokop	Bulgaria	18	G.D.165	Bulgaria	34	C.H.T.266-6	Iran	50	SPT 408	Iran
3	Trabozan	Turkey	19	H.T. I	-	35	C.H.T.283-8	Iran	51	SPT 412	Iran
4	Krumovgraid	Bulgaria	20	Kramograd N.H.H. 659	Bulgaria	36	C.H.T.273-38	Iran	52	Isfehan5	Iran
5	Basma S. 31	Greece	21	T.K.23	-	37	Basma12-2	Iran	53	SPT 432	Iran
6	Triumph	Yugoslavia	22	L16	Iran	38	Basma16-10	Iran	54	SPT 433	Iran
7	Matianus	Iran	23	Izmir 7	Turkey	39	Basma104-1	Iran	55	SPT 434	Iran
8	Immni3000	-	24	Pobeda 1	Russian	40	Basma181-8	Iran	56	SPT 439	Iran
9	Tyk-Kula	-	25	Rustica	-	41	P.D.325	Iran	57	SPT 441	Iran
10	Ss-289-2	-	26	Samsun 1	Turkey	42	P.D.406	Iran	58	SPT 413	Iran
11	Ohdaruma	Yugoslavia	27	Samsun 959	Turkey	43	P.D.328	Iran	59	L17	Bulgaria
12	T.B.22	-	28	Samsun Katerini	Turkey	44	P.D.329	Iran	60	Balouch	Iran
13	Alborz23	Iran	29	OR-205	Iran	45	P.D.336	Iran	61	Saderati	Iran
14	F.K.40-1	Iran	30	OR-345	Iran	46	P.D.345	Iran	62	Shahroudi	Iran
15	PI7	Bulgaria	31	OR-379	Iran	47	P.D.371	Iran	63	T.K. L	-
16	K.P.Ha	-	32	C.H.T.209.12e	Iran	48	P.D.381	Iran	64	C.H.T.269-12e	Iran

1- Sun-cured

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.29252/jcb.11.32.163]

شکل ۱- مراحل شستشوی گلدان‌ها جهت شمارش تعداد گل جالیز
Figure 1. Pots washing steps in order to counting the number of *Orobanche*

در ادامه به‌منظور تعیین ارقام متحمل و حساس به گل‌جالیز، اقدام به محاسبه شاخص‌های تحمل به تنش گردید (جدول ۲). تجزیه واریانس صفات و محاسبه آماره‌های ساده با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ (۳۸) انجام گرفت. به‌منظور محاسبه ضرایب همبستگی، تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه کلاستر به روش Ward جهت ارزیابی روابط بین شاخص‌های تحمل و عملکرد برگ توتون در شرایط گل‌جالیز دار (محیط تنش دار) و بدون گل‌جالیز (محیط نرمال)، تعیین شاخص‌های مهم در شناسایی ارقام مقاوم و حساس و گروه‌بندی ارقام مورد مطالعه توتون از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ (۴۰) استفاده گردید.

جدول ۲- شاخص‌های متحمل به تنش استفاده شده برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های توتون به علف‌هرز گل‌جالیز
Table 2. Stress tolerance indices used for evaluating the reaction of tobacco genotypes to *Orobanche*

شاخص‌های تحمل تنش	معادله	منبع
شاخص حساسیت به تنش	$SSI=(1-\left(\frac{Y_s}{Y_p}\right))\div(1-\left(\frac{\overline{Y_s}}{\overline{Y_p}}\right))$	فیشر و مورر (۱۴)
میانگین هندسی تولید	$GMP=\sqrt{Y_p\times Y_s}$	فرناندز (۱۳) و کریستین و همکاران (۲۷)
میانگین تولید	$MP=\frac{Yp+Ys}{2}$	روزی یل و هامبلینگ (۳۶)
میانگین هارمونیک	$HM=\frac{2(Y_p\times Y_s)}{(Y_p+Y_s)}$	کریستین و همکاران (۲۷)
شاخص تحمل	$TOL=(Yp-Ys)$	روزی یل و هامبلینگ (۳۶)
شاخص تحمل تنش	$STI=\frac{(Y_p)(Y_s)}{(\overline{Y_p})^2}$	فرناندز (۱۳)

Yp: عملکرد یک ژنوتیپ در محیط بدون علف هرز گل جالیز. Ys: عملکرد یک ژنوتیپ در محیط دارای علف هرز گل جالیز. $\overline{Y}_P$: متوسط عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون علف هرز گل جالیز. $\overline{Y}_S$: متوسط عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط دارای علف هرز گل جالیز.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات در شرایط بدون گل‌جالیز و گل‌جالیز دار

با مطالعه عملکرد برگ و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های توتون در شرایط بدون گل‌جالیز و گل‌جالیز دار طی دو سال زراعی مشخص شد که بین ژنوتیپ‌ها، تنوع بسیار گسترده‌ای از لحاظ صفات زراعی مورد مطالعه وجود دارد (جدول ۳ و ۴) که این تنوع می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی گیاهی توتون مورد استفاده قرار بگیرد. نظری و پاک‌نیت (۳۰) گزارش کردند که اختلافات مشاهده شده در بین ارقام در شرایط تنش و بدون تنش می‌تواند ناشی از وجود تنوع ژنتیکی بالا در بین ارقام باشد که این امر زمینه را برای انتخاب متحمل‌ترین ارقام به شرایط تنش فراهم می‌سازد. همچنین مشخص شد که اثرات متقابل ژنوتیپ با سال به ویژه در شرایط تنش (محیط گل‌جالیزدار) معنی‌دار است که این امر بیان می‌کند واکنش ژنوتیپ‌های توتون به گل‌جالیز از سالی به سال دیگر متفاوت است. به عبارت دیگر واکنش ژنوتیپ خاصی به انگل تحت تأثیر محیط و شرایط آب و هوایی قرار می‌گیرد. خاکوانی و همکاران (۲۶) نیز گزارش کردند که اختلافات مشاهده شده بین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون‌تنش بیشتر بوده که علت این امر را حساسیت بیشتر ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش ذکر کردند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.29252/jcb.11.32.163]

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مطالعه شده در توتون در شرایط نرمال (بدون علف‌هرز گل‌جالیز)

Table 3. Variance analysis of studied traits in tobacco under normal conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		روز تا گلدهی (روز)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد برگ	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک اندام هوایی به جز برگ (گرم)	بیوماس (گرم)	شاخص برداشت	وزن خشک برگ‌های بوته (گرم)
سال	۱	۲۱/۹^{ns}	۱۰۵/۱*	۹/۴^{ns}	۲۹/۲^{ns}	۱۸/۶^{ns}	۱۰۶۴/۸^{ns}	۴۸۰/۹*	۵۲۵/۳*
اشتباه ۱	۴	۱/۸	۲/۶	۱/۰	۱۷/۴	۵۳/۱	۲۱۴/۲	۲۲/۹	۲۶/۵
ژنوتیپ	۶۳	۲۵۱/۳**	۱۳۰۰/۶**	۱۶۸/۰**	۹۱/۵**	۲۶۰/۸**	۱۶۳۰/۵**	۲۱۵/۱**	۳۹۴/۵**
ژنوتیپ × سال	۶۳	۱۶/۶**	۸۷/۸^{ns}	۱۱/۸^{ns}	۲۱/۳^{ns}	۶۳/۳^{ns}	۲۲۸/۵^{ns}	۹۷/۷**	۸۶/۱**
اشتباه ۲	۲۴۵	۴/۶	۱۰۴/۲	۲۵/۸	۱۷/۲	۵۱/۴	۲۱۲/۵	۵۲/۸	۵۲/۱
درصد ضریب تغییرات	---	۳/۵	۱۵/۷	۲۱/۳	۳۸/۷	۳۸/۱	۳۱/۲	۲۰/۹	۴۱/۸

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مطالعه شده در توتون در شرایط تنش (محیط گل‌جالیز دار)

Table 4. Variance analysis of studied traits in tobacco under *Orobanche* stress conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		روز تا گلدهی (روز)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد برگ	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک اندام هوایی به جز برگ (گرم)	بیوماس (گرم)	شاخص برداشت	وزن خشک برگ‌های بوته (گرم)
سال	۱	۱۱۴/۶^{ns}	۲۲۴۳/۸^{ns}	۲۲۵/۹*	۶۳۵/۶*	۱۱۰۲۶/۷*	۱۱۴۵/۳**	۱۰۵۲۱/۸**	۳۱۲۸/۹**
اشتباه ۱	۴	۱۹/۶	۳۹۹/۱	۲۸/۲	۶۰/۷	۵۶۳/۱	۲۱/۲	۱۷۳/۲	۸/۱
ژنوتیپ	۶۳	۲۵۹/۰**	۱۳۰۹/۹**	۲۳۱/۲**	۴۸۲/۷**	۳۵۰۸/۳**	۲۰۶/۹**	۱۱۲۴/۶**	۲۹۹/۸**
ژنوتیپ × سال	۶۳	۳۴/۶**	۲۳۲/۷**	۲۱/۴^{ns}	۷۸/۰^{ns}	۹۱۱/۵**	۸۶/۸**	۴۸۵/۸**	۱۸۷/۸**
اشتباه ۲	۲۴۵	۱۳/۹	۱۲۰/۶	۱۹/۵	۶۵/۷	۳۵۹/۷	۲۸/۹	۱۰۵/۴	۱۸/۱
درصد ضریب تغییرات	---	۶/۲	۱۹/۶	۲۰/۷	۳۲/۵	۳۶/۴	۴۱/۸	۳۱/۴	۳۲/۲

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

نتایج حاصل از آماره‌های توصیفی در شرایط بدون‌تنش و تنش گل‌جالیز نشان داد (جدول ۵) که گل‌جالیز شدیداً بر ژنوتیپ‌های توتون اثر منفی و مخربی داشته به‌طوری که تمامی صفات به جز شاخص برداشت در شرایط تنش کمتر از شرایط بدون‌تنش بودند. بیشترین کاهش، مربوط به صفات وزن خشک اندام‌های هوایی بوته و وزن خشک ریشه بود به‌طوری که این صفات به‌ترتیب ۳۱ و ۳۰ درصد نسبت به شرایط بدون‌تنش (بدون علف‌هرز گل‌جالیز) کاهش نشان دادند. لذا این صفات به‌عنوان حساس‌ترین صفات به تنش گل‌جالیز هستند. از طرفی، صفت شاخص برداشت در شرایط تنش (محیط گل‌جالیزدار) نه تنها کاهش نیافت، بلکه حدود ۲ درصد نسبت به شرایط بدون‌تنش افزایش نشان داد که علت این افزایش به بخاطر نحوه محاسبه این صفت می‌باشد (جدول ۲). بطوریکه کاهش وزن خشک برگ در مقایسه با وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه در شرایط تنش کمتر بوده و این امر در مجموع باعث افزایش شاخص برداشت در شرایط تنش در مقایسه با شرایط بدون‌تنش شده است. از طرفی مشخص گردید که صفات تعداد برگ و ارتفاع بوته به‌ترتیب با ۱۰/۰۸ و ۱۴/۲۶ درصد کاهش در شرایط تنش در مقایسه با شرایط بدون‌تنش به‌عنوان متحمل‌ترین صفات نسبت به تنش علف‌هرز گل‌جالیز شناخته شدند. اوک و همکاران (۳۱) و بوخات (۶) با مطالعه ژنوتیپ‌های برنج و گندم در شرایط تنش بیان نمودند که عملکرد در حدود ۱۰ تا ۵۵ درصد و اجزای عملکرد در حدود ۵ تا ۷۰ درصد در شرایط تنش کاهش می‌یابند. بررسی ضریب تغییرات فنوتیپی (جدول ۵) نیز نشان داد که تنوع بسیار خوب و بالایی بین صفات وجود دارد و بیشترین تنوع مربوط به صفت بیوماس می‌باشد. لذا می‌توان از این تنوع در برنامه‌های اصلاحی توتون استفاده نمود.

عملکرد برگ در شرایط گل‌جالیز دار و بدون گل‌جالیز

مقایسه میانگین عملکرد برگ در شرایط تنش و بدون‌تنش گل جالیز نشان داد (جدول ۷) که در تمامی ژنوتیپ‌ها

عملکرد در شرایط تنش در مقایسه با شرایط بدون‌تنش کاهش یافته است و در مجموع مشخص شد که میانگین عملکرد در شرایط تنش ۳۰٪ کمتر می‌باشد. ژنوتیپ‌های C.H.T.209.12e، H.T.I، C.H.T.209.12e×F.K.40-1 و C.H.T.273-38 به‌ترتیب با ۴۷/۵، ۴۳/۶، ۳۹ و ۳۸/۴ گرم وزن خشک برگ در واحد بوته در شرایط بدون علف‌هرز گل جالیز و ژنوتیپ‌های C.H.T.209.12e، C.H.T.209.12e×F.K.40-1 و Basma16-10 به‌ترتیب با ۳۲/۰، ۳۰/۸ و ۲۷/۲ گرم وزن خشک برگ در واحد بوته در شرایط تنش گل‌جالیز به‌ترتیب پرمحصول‌ترین ژنوتیپ‌های توتون در شرایط بدون‌تنش و تنش شناخته شدند. از طرفی ژنوتیپ‌های SPT 412، SPT 433 و Balouch در شرایط بدون‌تنش و ژنوتیپ‌های SPT 412، SPT 432 و SPT 413 در شرایط تنش کمترین عملکرد را نشان دادند و به‌عنوان ارقام کم محصول و حساس به تنش گل‌جالیز شناخته شدند (جدول ۷).

1- Bukhat

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.29252/jcb.11.32.163]

جدول ۵- آماره‌های ساده صفات زراعی ژنوتیپ‌های توتون در شرایط بدون‌تنش و تنش گل‌جالیز
Table 5. Simple statistic parameters of agronomical traits of tobacco genotypes under normal and orobanche stress conditions

صفات	حداقل		حداکثر		دامنه		انحراف معیار ± میانگین		ضرب کاهش	ضریب تغییرات	
	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش		نرمال	تنش
روز تا گلدهی (روز)	۴۰/۸۳	۴۲/۳۳	۸۰/۸۴	۷۳/۳۳	۴۰/۰۰	۳۱/۰۰	۶۰/۹۰±۷/۹۷	۶۰/۴۵ ±۶/۵۴	۰/۷۴	۳/۵	۶/۲
ارتفاع بوته (سانتی متر)	۲۳/۰۶	۲۷/۰۰	۱۱۳/۲۰	۸۴/۳۳	۹۰/۱۴	۵۷/۳۳	۶۵/۱۴±۱۸/۰۵	۵۵/۸۵±۱۵/۱۰	۱۴/۲۶	۱۵/۷	۱۹/۶
تعداد برگ	۱۱/۰۲	۹/۰۰	۴۰/۷۷	۳۳/۰۰	۲۹/۷۵	۲۴/۰۰	۲۳/۸۶±۶/۴۴	۲۱/۴۵±۶/۳۴	۱۰/۰۸	۲۱/۳	۲۰/۷
وزن خشک ریشه (گرم)	۲/۲۶	۲/۹۰	۲۲/۱۵	۱۵/۰۲	۱۹/۸۹	۱۲/۱۲	۱۰/۷۴±۴/۷۵	۷/۵۰±۲/۹۹	۳۰/۱۹	۴۲/۹	۳۲/۵
وزن خشک اندام هوایی به جزء برگ (گرم)	۷/۱۰	۴/۵۲	۴۳/۷۹	۳۲/۵۴	۳۶/۶۹	۲۸/۰۲	۱۸/۸۱±۸/۰۶	۱۲/۹۶±۶/۲۴	۳۱/۱۲	۳۱/۲	۳۶/۴
بیوماس (گرم)	۱۷/۱۳	۱۰/۸۵	۱۰۰/۸۱	۷۲/۱۵	۸۳/۶۸	۶۱/۳۰	۴۶/۸۱±۲۰/۰۶	۳۲/۸۹±۱۴/۵۴	۲۹/۷۳	۲۰/۹	۴۱/۸
شاخص برداشت	۲۰/۶۰	۱۷/۷۴	۵۶/۲۷	۵۸/۸۴	۳۵/۶۸	۴۱/۱۰	۳۴/۸۵±۷/۳۶	۳۵/۶۲±۷/۴۷	-۲/۲۱	۴۱/۸	۳۱/۴
وزن خشک برگ‌های بوته (گرم)	۴/۳۹	۳/۴۳	۴۷/۶۹	۳۴/۸۸	۴۳/۳۱	۳۱/۴۵	۱۷/۲۶±۹/۸۹	۱۲/۲۰±۷/۳۱	۲۹/۳۱	۴۸/۱	۳۲/۲

$^{a}\ D=\frac{\overline{X}_{Normal}-\overline{X}_{Biotic}}{\overline{X}_{Normal}}\times 100$

تجزیه همبستگی صفات زراعی

نتایج محاسبه همبستگی بین صفات نشان داد عملکرد برگ در شرایط بدون‌تنش و تنش گل‌جالیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با تمامی صفات زراعی مورد مطالعه دارد (جدول ۶). لذا هر گونه گزینش در جهت بهبود اجزای عملکرد باعث افزایش عملکرد توتون می‌گردد. از بین صفات مورد مطالعه، تعداد برگ، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه به‌ترتیب بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد توتون در شرایط بدون‌تنش و تنش دارند. لذا می‌توان از این صفات به‌عنوان صفات مطلوب در جهت گزینش ارقام پرمحصول توتون استفاده نمود.

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات زراعی در ژنوتیپ‌های توتون در شرایط بدون‌تنش (زیر قطر) و شرایط تنش گل‌جالیز (بالای قطر)
Table 6. Correlation coefficients between agronomic traits of tobacco genotypes under normal (below diagonal) and *Orobanche* stress conditions (above diagonal)

صفات	روز تا گلدهی	ارتفاع بوته	تعداد برگ	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی به جزء برگ	بیوماس	شاخص برداشت	وزن خشک برگ‌های بوته
روز تا گلدهی (روز)	۱/۰۰	۰/۶۱**	۰/۵۱**	۰/۳۹**	۰/۲۸*	۰/۳۹**	۰/۲۲	۰/۳۸**
ارتفاع بوته (سانتی متر)	۰/۵۵**	۱/۰۰	۰/۶۸**	۰/۵۳**	۰/۵۰**	۰/۴۸**	-۰/۰۵	۰/۳۲**
تعداد برگ	۰/۵۸**	۰/۷۶**	۱/۰۰	۰/۵۶**	۰/۶۷**	۰/۶۸**	۰/۱۷	۰/۵۷**
وزن خشک ریشه (گرم)	۰/۲۴	۰/۳۹**	۰/۴۱**	۱/۰۰	۰/۵۶**	۰/۷۷**	۰/۱۲	۰/۶۳**
وزن خشک اندام هوایی به جزء برگ (گرم)	۰/۲۷*	۰/۴۱**	۰/۶۸**	۰/۵۶**	۱/۰۰	۰/۸۹**	۰/۱۸	۰/۷۳**
بیوماس (گرم)	۰/۳۵**	۰/۳۶**	۰/۶۳**	۰/۷۳**	۰/۸۸**	۱/۰۰	۰/۴۵**	۰/۹۳**
شاخص برداشت	۰/۱۵	-۰/۱۴	۰/۰۸	-۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۳۳**	۱/۰۰	۰/۷۱**
وزن خشک برگ‌های بوته (گرم)	۰/۳۴**	۰/۲۱	۰/۵۰**	۰/۵۳**	۰/۶۷**	۰/۹۱**	۰/۶۵**	۱/۰۰

* و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

تنوع فتوتیپی گل‌جالیز

براساس میانگین داده‌های دو سال، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط نرمال هیچ گونه آلودگی با گل جالیز نداشتند. در حالی که در شرایط تلقیح شده، اکثر ژنوتیپ‌ها آلودگی نشان دادند. در شرایط تلقیح شده تعداد گل جالیزهای ظهور یافته از صفر تا پنج متغیر بود. میزان وزن تر گل جالیز از صفر تا ۷۱/۶ گرم و میزان وزن خشک آن نیز از صفر تا ۲۳/۱ گرم متغیر بود (جدول ۷). تعدای از ژنوتیپ‌ها از قبیل: H.T.I، G.D.165، C.H.T.209.12e و C.H.T.266-6 کمترین تعداد گل جالیز ظهور یافته را به خود اختصاص دادند.

شاخص TOL

شاخص TOL از اختلاف عملکرد ژنوتیپ در شرایط بدون‌تنش و تنش محاسبه می‌شود. بنابراین هر چه اختلاف عملکرد ژنوتیپی در شرایط بدون‌تنش و تنش کمتر باشد، میزان این شاخص کمتر بوده و نشان‌دهنده پایداری ژنوتیپ و مقاوم بودن آن نسبت به شرایط تنش می‌باشد (۴۳). نکته قابل توجه این است که این شاخص قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا از ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایین در شرایط تنش و غیرتنش نمی‌باشد (۳۶). بنابراین در استفاده از این شاخص به میزان عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنش و غیرتنش باید توجه شود. در این تحقیق ژنوتیپ‌های OR-379، SPT 433 و Basma16-10 کمترین مقدار را از لحاظ شاخص TOL داشتند (جدول ۷). در حالی‌که سه ژنوتیپ C.H.T.273-38، H.T.I و C.H.T.209.12e عملکرد بالایی در شرایط بدون‌تنش نشان دادند ولی به دلیل اینکه عملکرد آن‌ها در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون‌تنش کاهش چشمگیری نشان داده است بیشترین مقدار را از لحاظ شاخص TOL داشتند. کلارک و همکاران (۷) معتقد بودند که مقایسه عملکرد گیاهان در شرایط بدون‌تنش و تنش می‌تواند به‌عنوان یک معیار مناسب در جهت انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار بگیرد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.29252/jcb.11.32.163]

شاخص SSI

ژنوتیپ‌هایی که میزان SSI کمتری دارند به احتمال زیاد ژنوتیپ‌های متحمل به تنش می‌باشند چرا که عملکردشان در شرایط تنش کمتر کاهش می‌یابد، لذا از این شاخص به‌صورت گسترده توسط محققان استفاده می‌شود (۱۴،۷). این شاخص میزان حساسیت یک ژنوتیپ را نسبت به شرایط تنش نشان می‌دهد. بنابراین همانند شاخص TOL هر چه میزان شاخص SSI بیشتر باشد، حساسیت ژنوتیپ نسبت به شرایط تنش بیشتر است. در این تحقیق مشخص شد که ژنوتیپ‌های OR-379، Ss-289-2 و Samsun 1 کمترین و ژنوتیپ‌های C.H.T.273-38، Matianus و SPT 434 بیشترین مقدار شاخص SSI را داشتند. گوتیری و همکاران (۱۹) از شاخص SSI جهت شناسایی ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم به تنش خشکی استفاده نمودند و بیان کردند که مقادیر بالاتر و پایین‌تر از یک شاخص SSI، به‌ترتیب نشان‌دهنده میانگین پایین و بالای ژنوتیپ در شرایط تنش می‌باشد.

شاخص‌های GMP و HM

GMP و HM به‌ترتیب میانگین هندسی و هارمونیک عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنش و بدون‌تنش می‌باشد (۲۷،۲۲،۱۳). ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی هم در شرایط بدون‌تنش و هم در شرایط تنش دارند، از لحاظ این شاخص‌ها مقدار بالاتری داشته و به‌عنوان ژنوتیپ‌های پرمحصول و متحمل به شرایط تنش شناخته می‌شوند. عیب این شاخص‌ها این است که ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بسیار بالایی در شرایط بدون‌تنش دارند و از طرفی شدیداً تحت تاثیر تنش قرار می‌گیرند و عملکردشان در شرایط تنش کاهش زیادی دارد در مجموع در شرایط بدون‌تنش و تنش ممکن است میانگین عملکرد آنها بالا و قابل قبول باشد و به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل و پرمحصول شناخته شوند. در این تحقیق ژنوتیپ‌های C.H.T.209.12e، C.H.T.209.12e×F.K.40-1 و H.T.I بالاترین میانگین هارمونیک و هندسی را داشتند. قابل ذکر است ژنوتیپ H.T.I اگر چه از لحاظ این دو شاخص نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر برتری دارد، ولی برتری آن به خاطر عملکرد بسیار خوب این ژنوتیپ در شرایط بدون‌تنش است در حالی که عملکرد این ژنوتیپ در شرایط تنش به شدت کاهش یافته است. لذا این ژنوتیپ را فقط می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ پرمحصول در شرایط بدون‌تنش معرفی کرد، نه به‌عنوان یک ژنوتیپ مقاوم به شرایط تنش علف‌هرز. از طرف دیگر ژنوتیپ‌های SPT 413، SPT 433 و SPT 412 از لحاظ شاخص‌های GMP و HM کمترین مقدار را داشتند. نظری و پاک‌نیت (۳۰) در تحقیق خود از شاخص‌های GMP و HM به‌عنوان شاخص‌های کارآمد و قوی در شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب و نامطلوب در شرایط تنش یاد نمودند.

شاخص STI

شاخص STI میزان تحمل ژنوتیپ‌ها را نسبت به شرایط تنش مورد ارزیابی قرار می‌دهد. بنابراین هرچه میزان این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده مقاومت بیشتر ژنوتیپ نسبت به شرایط تنش می‌باشد. در این تحقیق مشخص شد که ژنوتیپ‌های C.H.T.209.12e، C.H.T.209.12e×F.K.40-1، Basma16-10 و F.K.40-1 بیشترین و ژنوتیپ‌های Matianus، SPT 408، SPT 412، SPT 432، SPT 433، SPT 439، SPT 413 و Balouch کمترین مقدار شاخص STI را داشتند. پیریواتلو و همکاران (۳۲) در تحقیق خود از شاخص STI به‌عنوان یک شاخص واقعی در جهت انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب تحت شرایط تنش استفاده نمودند.

تجزیه کلاستر

تجزیه کلاستر از جمله تجزیه‌های چندمتغیره می‌باشد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را از لحاظ کلیه صفات گروه‌بندی می‌نماید و ژنوتیپ‌هایی که بیشترین شباهت را با هم دارند در یک گروه قرار می‌گیرند. امروزه از تجزیه کلاستر در جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص‌های تحمل استفاده‌ی گسترده‌ای می‌شود (۱۲،۳۹). در این تحقیق نیز جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌های توتون، از تجزیه کلاستر بر اساس شاخص‌های تحمل استفاده گردید (شکل ۲). نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در مجموع در سه گروه شامل ۴۲، ۱۳ و ۹ ژنوتیپ قرار گرفتند. با بررسی ژنوتیپ‌های داخل هر گروه با توجه به نتایج جدول شاخص‌های تحمل مشخص شد (جدول ۷) که گروه اول، دوم و سوم به‌ترتیب شامل ارقام حساس، با تحمل متوسط و متحمل نسبت به تنش گل‌جالیز می‌باشند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.29252/jcb.11.32.163]

جدول ۷- میانگین شاخص‌های تحمل به تنش و عملکرد تحت شرایط بدون‌تنش و تنش گل‌جالیز در ژنوتیپ‌های توتون

Table 7. Mean of stress tolerance indices and yield under normal and orobanche stress conditions in tobacco genotypes

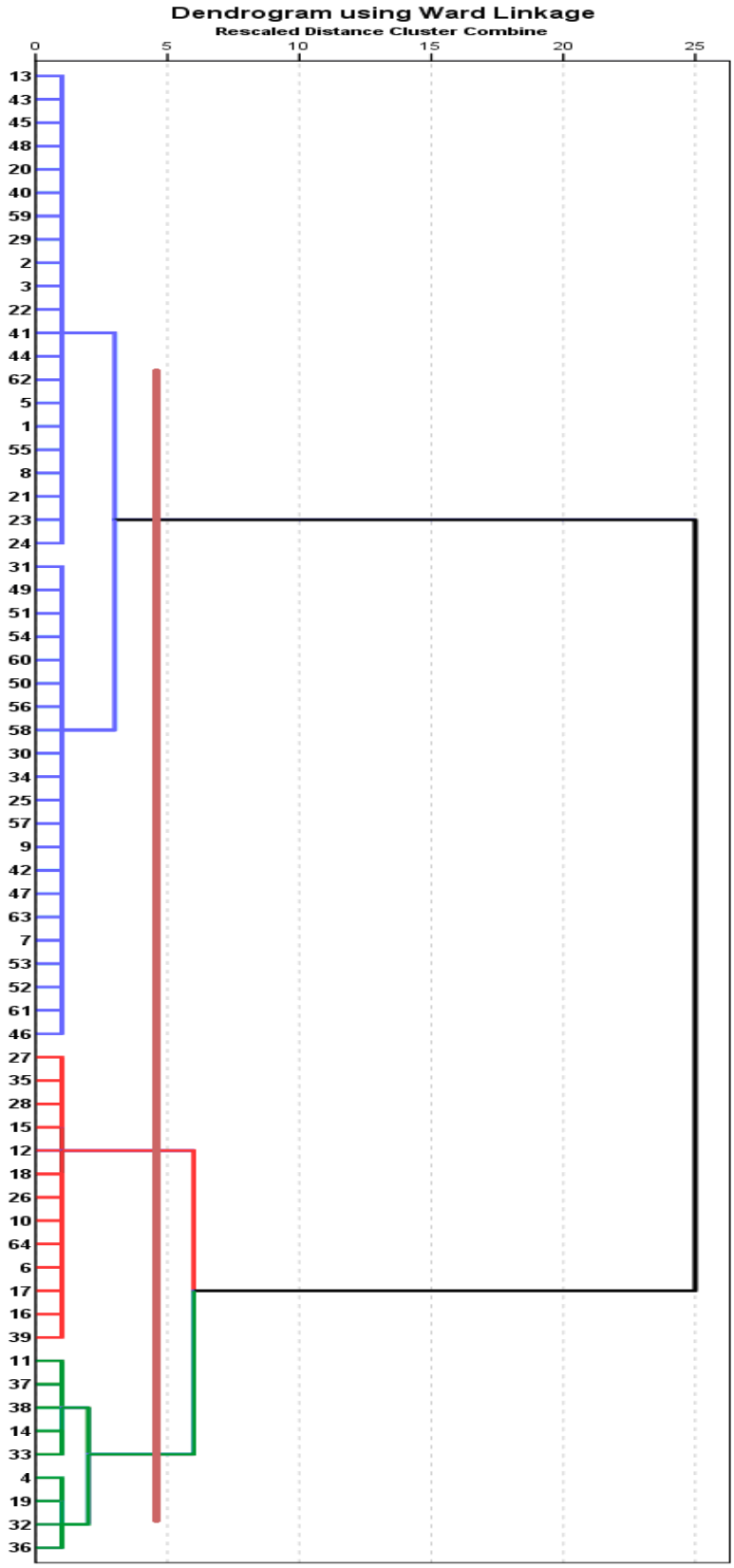
ژنوتیپ	Yp (g)	Ys (g)	درصد کاهش عملکرد[a]	TOL	MP	SSI	GMP	HM	STI	تعداد گل جالیز جوانه زده	وزن تازه گل جالیز (گرم)	وزن خشک گل جالیز (گرم)
Kharmanli163	۲۱/۱$^{b-j}$	۱۰/۰$^{n-p}$	۵۲/۶۱	۱۱/۱	۵/۵	۱/۶	۱۴/۴	۱۳/۳	۰/۷	۲/۳۳	۶۳/۳۸	۲۳/۱۸
Nevrokop	۱۱/۸$^{e-j}$	۹/۱$^{i-p}$	۲۲/۸۸	۲/۷	۱/۳	۰/۷	۹/۵	۸/۹	۰/۴	۲/۳۳	۱۳/۹۷	۴/۸۲
Trabozan	۱۲/۱$^{e-j}$	۹/۲$^{i-p}$	۲۳/۹۷	۲/۹	۱/۵	۰/۸	۱۰/۳	۱۰/۱	۰/۴	۲/۳۳	۱۹/۲۵	۴/۸
Krumovgraid	۳۷/۵$^{a-d}$	۲۲/۴$^{a-f}$	۴۰/۲۷	۱۵/۱	۷/۵	۱/۴	۲۷/۸	۲۶/۱	۳/۱	۰/۵	۰/۹۷	۰/۲
Basma S. 31	۱۴/۲$^{e-j}$	۹/۴$^{i-p}$	۳۳/۸۰	۴/۸	۲/۴	۰/۶-	۱۰/۴	۹/۴	۰/۴	۳	۲۵/۸۹	۶/۳
Triumph	۲۱/۳$^{b-j}$	۱۳/۲$^{f-p}$	۳۷/۲۶	۸/۰	۴/۰	۰/۳	۱۶/۰	۱۵/۰	۰/۹	۲/۵	۵۱/۵۲	۱۸/۱۳
Matianus	۹/۲$^{j-j}$	۴/۳$^{o-p}$	۵۳/۲۶	۴/۹	۲/۴	۱/۸	۶/۰	۵/۶	۰/۱	۲/۵	۲۳/۴	۱۳/۰۳
Immni3000	۱۶/۲$^{d-j}$	۱۱/۶$^{f-p}$	۲۸/۴۰	۴/۶	۲/۳	۰/۹	۱۳/۷	۱۲/۴	۰/۶	۲	۱۰/۸۸	۲/۸۳
Tyk-Kula	۸/۷$^{i-j}$	۶/۸$^{j-p}$	۲۱/۸۴	۱/۹	۱/۹	۰/۷	۷/۶	۷/۵	۰/۲	۲/۳۳	۴۳/۴۸	۶/۱۲
Ss-289-2	۱۶/۷$^{c-j}$	۱۵/۱$^{d-o}$	۹/۵۸	۱/۶	۰/۸	۰/۵-	۱۵/۲	۱۴/۶	۰/۸	۲/۶۷	۵۴/۶۷	۱۵/۳۲
Ohdaruma	۳۰/۰$^{a-t}$	۲۶/۸$^{a-c}$	۱۰/۶۷	۳/۳	۱/۶	۰/۵	۲۸/۱	۲۷/۹	۳/۲	۰/۵	۲۳/۰۸	۶/۷۲
T.B.22	۲۳/۹$^{b-j}$	۲۰/۵$^{b-h}$	۱۴/۲۳	۳/۵	۱/۷	۰/۶	۲۲/۰	۲۱/۷	۱/۸	۰	۰	۰
Alborz 23	۱۴/۴$^{e-j}$	۱۲/۹$^{f-p}$	۱۰/۴۲	۱/۵	۰/۷	۰/۳	۱۳/۳	۱۲/۹	۰/۶	۱/۶۷	۵/۱۲	۱/۴۳
F.K. 40-1	۳۴/۵$^{a-e}$	۲۶/۸$^{a-c}$	۲۲/۳۲	۷/۷	۳/۹	۰/۱	۲۹/۸	۲۹/۰	۳/۸	۲/۳۳	۲۰/۴	۶/۷۸
Pl 7	۲۹/۷$^{a-g}$	۱۴/۱$^{e-p}$	۵۲/۵۳	۱۵/۶	۷/۸	۱/۷	۲۰/۲	۱۸/۷	۱/۴	۰/۸۳	۲۸/۲۷	۶/۱۲
K.P.Ha	۲۱/۱$^{b-j}$	۱۵/۷$^{d-l}$	۲۵/۵۹	۵/۴	۲/۷	۰/۹	۱۷/۵	۱۶/۹	۱/۱	۲/۳۳	۳۵/۴۳	۹/۹
K.B.	۱۹/۷$^{c-j}$	۱۳/۲$^{f-p}$	۳۲/۹۹	۶/۵	۳/۳	۱/۱	۱۶/۱	۱۵/۷	۰/۹	۱	۲/۳	۱/۱
G.D.165	۲۵/۴$^{a-j}$	۲۲/۰$^{a-g}$	۱۳/۳۹	۳/۵	۱/۷	۰/۴	۲۳/۴	۲۳/۱	۲/۲	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۰۵
H.T. I	۴۳/۶$^{a-b}$	۲۴/۵$^{a-e}$	۴۳/۸۱	۱۹/۱	۹/۵	۱/۳	۳۱/۶	۲۹/۵	۳/۴	۰/۵	۱۰/۵	۲/۵۳
Kramograd N.H.H. 659	۱۴/۴$^{e-j}$	۱۰/۶$^{h-p}$	۲۵/۸۷	۳/۸	۱/۹	۰/۴	۱۱/۷	۱۱/۰	۰/۵	۰	۰	۰
T.K. 23	۱۶/۸$^{c-j}$	۱۱/۷$^{f-p}$	۳۰/۳۶	۵/۱	۲/۵	۰/۸	۱۳/۷	۱۲/۱	۰/۶	۲/۵	۹/۱۳	۳
L16	۱۲/۵$^{e-j}$	۸/۷$^{i-p}$	۳۰/۴۰	۳/۸	۱/۹	۰/۰	۹/۷	۸/۹	۰/۳	۰/۶۷	۱/۹۷	۰/۵۸
Izmir 7	۱۷/۷$^{c-j}$	۱۰/۶$^{h-p}$	۴۰/۱۱	۷/۲	۳/۶	۰/۲	۱۲/۸	۱۱/۶	۰/۶	۱	۱۳/۷	۳/۵
Pobeda 1	۱۵/۸$^{d-j}$	۸/۶$^{i-p}$	۴۵/۵۷	۷/۲	۳/۶	۱/۲	۱۱/۵	۱۰/۹	۰/۵	۰/۶۷	۴/۲۷	۱/۹۷
Rustica	۹/۷$^{f-j}$	۷/۷$^{j-p}$	۲۰/۶۲	۲/۰	۱/۰	۰/۰	۸/۶	۸/۵	۰/۳	۱/۵	۱۳/۴	۴/۶
Samsun 1	۲۲/۶$^{b-j}$	۱۹/۵$^{c-i}$	۱۳/۷۲	۱/۶	۳/۲	۰/۵-	۲۰/۴	۱۹/۸	۱/۶			
Samsun 959	۲۴/۱$^{b-j}$	۱۳/۵$^{f-p}$	۴۳/۹۸	۱۰/۷	۵/۳	۱/۱	۱۷/۸	۱۶/۹	۱/۲	۱	۸/۱۵	۳/۲۵
Samsun Katerini	۲۶/۱$^{a-j}$	۱۶/۸$^{c-k}$	۳۵/۶۳	۹/۴	۴/۷	۱/۲	۲۰/۹	۲۰/۳	۱/۵			
OR-205	۱۴/۴$^{e-j}$	۱۰/۶$^{h-p}$	۲۶/۳۹	۳/۹	۱/۹	۰/۹	۱۲/۳	۱۲/۱	۰/۵	۱/۸۳	۴۸	۱۲/۲۲
OR-345	۹/۴$^{f-j}$	۸/۷$^{i-p}$	۷/۴۵	۰/۸	۰/۴	۰/۱	۸/۹	۸/۸	۰/۳	۲/۱۷	۱۶	۴/۵۸
OR-379	۷/۰$^{g-j}$	۶/۸$^{j-p}$	۲/۸۶	۰/۲	۰/۱	۱/۳-	۶/۶	۶/۴	۰/۲	۱/۳۳	۱/۶۵	۰/۴
C.H.T.209.12e	۴۷/۵^{a}	۳۲/۰^{a}	۳۲/۶۳	۱۵/۵	۷/۷	۰/۹	۳۶/۵	۳۴/۶	۴/۸	۰/۵	۱/۶	۰/۱۳
C.H.T.209. 12e × F.K. 40-1	۳۹/۰$^{a-c}$	۳۰/۸$^{a-b}$	۲۱/۰۳	۸/۱	۴/۱	۰/۹	۳۳/۳	۳۱/۹	۴/۴	۰/۸۳	۴/۲۷	۴/۲۳
C.H.T. 266-6	۹/۸$^{f-j}$	۹/۱$^{i-p}$	۷/۱۴	۰/۸	۰/۴	۰/۵	۹/۳	۹/۳	۰/۳	۰/۵	۱۶/۸۵	۴/۵۸
C.H.T. 283-8	۲۵/۰$^{a-j}$	۱۵/۲$^{d-n}$	۳۸/۸۰	۹/۷	۴/۸	۱/۴	۱۸/۸	۱۷/۷	۱/۴	۲/۳۳	۶/۳۵	۱/۷۸
C.H.T.273-38	۳۸/۴$^{a-d}$	۱۴/۲$^{e-p}$	۶۳/۰۲	۲۴/۲	۱۲/۱	۲/۰	۲۲/۵	۱۹/۶	۱/۸	۰/۸۳	۳۴/۰۸	۱۱/۵۵
Basma 12-2	۲۹/۶$^{a-h}$	۲۵/۱$^{a-d}$	۱۵/۲۰	۴/۵	۲/۲	۰/۵	۲۶/۷	۲۶/۱	۳/۱	۱/۶۷	۵/۹۵	۲/۶۷
Basma 16-10	۲۷/۷$^{a-i}$	۲۷/۲$^{a-c}$	۱/۸۱	۰/۵	۰/۲	۰/۴	۲۶/۰	۲۵/۶	۳/۹	۱	۷/۱۵	۲/۱۵
Basma 104-1	۲۱/۷$^{b-j}$	۱۷/۲$^{c-j}$	۲۰/۷۴	۴/۶	۲/۳	۰/۶	۱۸/۸	۱۸/۳	۱/۴	۱/۱۷	۷/۸	۴/۱۲
Basma 181-1	۱۴/۰$^{e-j}$	۱۰/۴$^{h-p}$	۲۵/۷۱	۳/۶	۱/۸	۰/۹	۱۱/۶	۱۱/۲	۰/۵	۱/۶۷	۷/۸۸	۱/۷۳
P.D.325	۱۳/۴$^{e-j}$	۸/۷$^{i-p}$	۳۵/۰۷	۴/۷	۲/۴	۰/۶	۱۰/۴	۹/۸	۰/۴	۱/۱۷	۳/۴۷	۲/۲۲
P.D. 406	۸/۶$^{f-j}$	۷/۷$^{j-p}$	۱۰/۴۷	۰/۹	۰/۴	۰/۳	۸/۰	۷/۹	۰/۲	۱/۳۳	۰/۸۷	۰/۳۷
P.D. 328	۱۴/۰$^{e-j}$	۱۲/۸$^{f-p}$	۸/۵۷	۱/۲	۰/۶	۰/۰	۱۳/۲	۱۳/۰	۰/۶	۲/۱۷	۱۴/۴۵	۴/۳۵
P.D. 329	۱۳/۳$^{e-j}$	۸/۰$^{j-p}$	۳۹/۸۵	۵/۳	۲/۶	۱/۳	۱۰/۳	۱۰/۰	۰/۴	۱/۵	۱۶/۴۳	۴/۵
P.D. 336	۱۴/۱$^{e-j}$	۱۱/۷$^{f-p}$	۱۷/۰۲	۲/۵	۱/۲	۰/۴	۱۲/۵	۱۲/۲	۰/۵	۱/۳۳	۱/۴۸	۱/۶۸
P.D. 345	۸/۶$^{f-j}$	۵/۴$^{i-p}$	۳۷/۲۱	۳/۲	۱/۶	۱/۰	۶/۵	۶/۰	۰/۲	۱/۱۷	۱۰/۲	۰/۴۷
P.D. 371	۱۱/۷$^{f-j}$	۵/۶$^{i-p}$	۵۲/۱۴	۶/۱	۳/۰	۱/۵	۷/۷	۷/۰	۰/۲	۲	۲۲/۱	۱۰/۲۷
P.D. 381	۱۱/۹$^{e-j}$	۱۱/۲$^{g-p}$	۵/۸۸	۰/۷	۰/۳	۰/۲	۱۱/۴	۱۱/۳	۰/۴	۲	۱۲/۶۳	۴/۹۷
SPT 403	۶/۹$^{h-j}$	۶/۳$^{k-p}$	۸/۷۰	۰/۶	۰/۳	۰/۳	۶/۵	۶/۵	۰/۲	۱/۵	۳۱/۹۲	۴/۲۸
SPT 408	۷/۱$^{g-j}$	۴/۵$^{n-p}$	۳۶/۶۲	۲/۶	۱/۳	۱/۱	۵/۶	۵/۳	۰/۱	۲	۲۶/۳۳	۸/۱۲
SPT 412	۵/۰$^{i-j}$	۴/۱^{p}	۱۸/۰۰	۰/۹	۰/۴	۰/۶	۴/۵	۴/۵	۰/۱	۱/۸۳	۲۰/۹۸	۵/۲۸
Isfehan5	۹/۳$^{f-j}$	۵/۹$^{i-p}$	۳۶/۵۶	۳/۴	۱/۷	۰/۹	۷/۲	۶/۹	۰/۲	۲/۵	۳۱/۹۲	۷/۱۳
SPT 432	۸/۷$^{f-j}$	۴/۱^{p}	۵۲/۸۷	۴/۶	۲/۳	۱/۶	۵/۹	۵/۵	۰/۱	۱	۱۲/۶۳	۲/۵۸
SPT 433	۴/۶^{j}	۴/۳$^{o-p}$	۶/۵۲	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۴/۴	۴/۴	۰/۱	۱/۸۳	۷/۵۵	۳/۶۳
SPT 434	۱۸/۷$^{c-j}$	۸/۴$^{j-p}$	۵۵/۰۸	۱۰/۳	۵/۱	۱/۸	۱۲/۰	۱۰/۹	۰/۵	۲/۶۷	۲۷/۹۵	۷/۱۳
SPT 439	۶/۷$^{i-j}$	۴/۶$^{n-p}$	۳۱/۳۴	۲/۱	۱/۰	۱/۰	۵/۵	۵/۳	۰/۱	۲/۳۳	۲۵/۹	۳/۵۷
SPT 441	۹/۸$^{f-j}$	۷/۵$^{j-p}$	۲۳/۴۷	۲/۳	۱/۱	۰/۱	۸/۱	۷/۶	۰/۲	۱	۶/۶۷	۰/۲۳
SPT 413	۶/۷$^{i-j}$	۳/۴^{p}	۴۹/۲۵	۳/۳	۱/۶	۰/۹	۴/۴	۳/۹	۰/۱	۱/۶۷	۱۷/۷	۳/۲۷
L17	۱۴/۰$^{e-j}$	۹/۷$^{h-p}$	۳۰/۷۱	۴/۳	۲/۱	۱/۰	۱۱/۵	۱۱/۱	۰/۵	۰/۳۳	۱/۲۷	۰/۱۴
Balouch	۵/۶$^{i-j}$	۴/۷$^{m-p}$	۱۶/۰۷	۰/۸	۰/۴	۰/۵	۵/۱	۵/۱	۰/۱	۰/۶۷	۰/۳۸	۰/۴۳
Saderati	۹/۲$^{i-j}$	۵/۶$^{i-p}$	۳۹/۷۸	۳/۷	۱/۹	۱/۳	۷/۱	۶/۷	۰/۲	۲/۳۳	۱۱/۸۳	۲/۴۷
Shahroudi	۱۲/۷$^{e-j}$	۷/۲$^{j-p}$	۴۳/۳۱	۵/۵	۲/۸	۱/۴	۹/۵	۹/۱	۰/۳	۰/۶۷	۶/۸۳	۱/۸
T.K. L	۱۱/۷$^{f-j}$	۶/۰$^{k-p}$	۴۸/۷۲	۵/۷	۲/۹	۱/۲	۷/۷	۶/۹	۰/۲	۲/۳۳	۲۳/۵	۶/۱
C.H.T. 269-12e	۱۸/۲$^{c-j}$	۱۵/۵$^{d-m}$	۱۴/۸۴	۲/۶	۱/۳	۰/۵	۱۶/۶	۱۶/۳	۱/۰	۰/۶۷	۱/۷۳	۰/۸۳

Yp: عملکرد یک ژنوتیپ در محیط بدون تنش. Ys: عملکرد یک ژنوتیپ در محیط تنش دار. حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار است (آزمون SNK ، α=5%). TOL: شاخص تحمل، MP: میانگین بهره‌روی، SSI: شاخص حساسیت به تنش، GMP: میانگین هندسی بهره‌وری، HM: میانگین همساز و STI: شاخص تحمل تنش.

$$^{a}\,D=\frac{\overline{X}_{Normal}-\overline{X}_{Biotic}}{\overline{X}_{Normal}}\times 100$$

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.29252/jcb.11.32.163]



شکل ۲- تجزیه کلاستر بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش و عملکرد ژنوتیپ‌های توتون در شرایط بدون‌تنش و شرایط تنش گل‌جالیز.
برای شماره ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه کنید.

Figure 2. Cluster analysis based on stress tolerance indices and yield of tobacco genotypes under normal and orobanche stress conditions. For genotype code see Table 1.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.29252/jcb.11.32.163]

ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل

نتایج حاصل از ضرایب همبستگی بین عملکرد توتون در شرایط بدون‌تنش و تنش و شاخص‌های تحمل نشان داد (جدول ۸) که بین عملکرد در شرایط بدون‌تنش و عملکرد در شرایط تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. بنابراین ژنوتیپ هایی که در شرایط بدون‌تنش عملکرد زیادی دارند در مجموع در شرایط تنش نیز عملکرد بیشتری خواهند داشت که این نتایج با یافته‌های سایاه و همکاران (۳۹) مطابقت دارد. همچنین مشخص شد که بین عملکرد در شرایط بدون‌تنش و تنش و کلیه شاخص‌های تحمل همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد و از میان شاخص‌های مطالعه شده بالاترین همبستگی بین شاخص‌های HM، GMP و STI در شرایط بدون‌تنش و تنش مشاهده شد که این امر نشان دهنده توانایی این شاخص‌ها در انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشد (۲). لذا می‌توان شاخص‌های مذکور را به‌عنوان بهترین شاخص‌های ارزیابی تحمل به تنش در ژنوتیپ‌های توتون مورد مطالعه معرفی کرد. حسنی و همکاران (۲۰) در مطالعه روی ارقام توتون ویرجینیا، شاخص‌های STI، MP و GMP را به‌عنوان بهترین شاخص‌ها در تفکیک ژنوتیپ های توتون متحمل به خشکی معرفی کردند. گل آبادی و همکاران (۱۷) در تحقیق خود همبستگی‌های مثبتی بین شاخص‌های تحمل و عملکرد گیاه گزارش کردند و شاخص‌های HM، GMP و STI را به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌ها در جهت گزینش ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا در شرایط تنش و بدون‌تنش معرفی نمودند. کریمی ترکی و همکاران (۲۴) به منظور ارزیابی توانایی رقابت ژنوتیپ‌های مختلف نخود زراعی با علف‌های هرز، از شاخص‌های تحمل تنش استفاده کردند. براساس نتایج تجزیه همبستگی عملکرد دانه با شاخص‌های تحمل، سه شاخص میانگین هارمونیک، میانگین هندسی و شاخص تحمل به عنوان مناسب ترین شاخص جهت گزینش ژنوتیپ‌های نخود متحمل به تنش علف هرز معرفی شدند.

جدول ۸- ضرایب همبستگی مابین شاخص‌های تحمل به تنش گل‌جالیز و عملکرد در شرایط بدون‌تنش و تنش در ژنوتیپ‌های توتون

Table 8. Correlation coefficients among stress tolerance indices and yield under normal and orobanche stress conditions in tobacco genotypes

	Yp	Ys	TOL	MP	SSI	GMP	STI	HM
Ys	۰/۹۰**							
TOL	۰/۷۶**	۰/۴۰**						
MP	۰/۷۶**	۰/۴۰**	۱/۰۰**					
SSI	۰/۲۷*	-۰/۰۲	۰/۶۰*	۰/۶۰*				
GMP	۰/۹۷**	۰/۹۸**	۰/۵۸**	۰/۵۸**	۰/۱۳			
STI	۰/۹۱**	۰/۹۶**	۰/۴۸**	۰/۴۸**	۰/۱۱	۰/۹۶**		
HM	۰/۹۶**	۰/۹۹**	۰/۵۳**	۰/۵۳**	۰/۱۱	۱/۰۰**	۰/۹۶**	

Yp: عملکرد یک ژنوتیپ در محیط بدون تنش. Ys: عملکرد یک ژنوتیپ در محیط تنش دار. TOL: شاخص تحمل، MP: میانگین بهره روی، SSI: شاخص حساسیت به تنش، GMP: میانگین هندسی بهره وری، HM: میانگین همساز و STI: شاخص تحمل تنش. * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

تجزیه به مولفه‌های اصلی

استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی توسط محققان بسیاری گزارش شده است (۱۱،۲۰). در این تحقیق نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس شاخص‌های تحمل نشان داد (جدول ۹) که در مجموع دو مولفه اول بیش از ۹۴ درصد از تغییرات را توجیه می‌نمایند. در مولفه اول صفات عملکرد برگ در شرایط بدون‌تنش و تنش و شاخص‌های HM، GMP و STI بیشترین ضرایب را داشتند. بنابراین این مولفه تحت عنوان مولفه پتانسیل عملکرد نام گرفت. از طرفی قبلاً مشخص شد که این شاخص‌ها بیشترین همبستگی را با عملکرد توتون دارند. لذا می‌توان در مجموع بیان نمود که این شاخص‌ها مهم‌ترین معیارها جهت انتخاب ژنوتیپ‌های دارای عملکرد مطلوب در شرایط بدون‌تنش و تنش می‌باشند. ژنوتیپ‌های C.H.T.209.12e و C.H.T.209.12e×F.K.40-1 از لحاظ شاخص‌های HM، GMP و STI بیشترین مقدار را داشتند و به‌عنوان مطلوب‌ترین ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون‌تنش و تنش شناخته می‌شوند. از طرفی در مولفه دوم شاخص‌های SSI، MP و TOL بالاترین ضرایب را داشتند و این مولفه تحت عنوان حساسیت نام گرفت و ژنوتیپ‌های SPT 413، SPT 412 و SPT 433 بیشترین مقدار را از لحاظ این شاخص‌ها داشتند و به‌عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش گل‌جالیز شناخته شدند.

جدول ۹- تجزیه به مولفه‌های اصلی برای عملکرد در شرایط بدون‌تنش و تنش گل‌جالیز و شاخص‌های تحمل به تنش

Table 9. Principal component analysis for potential yield (YP), yields under *Orobanche* stress condition (YS) and stress tolerance indices

اجزاء	YP	YS	TOL	MP	SSI	GMP	STI	HM	درصد تجمعی	مقدار ویژه
۱	۰/۸۹	۰/۹۹	۰/۳۹	۰/۳۹	-۰/۰۹	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۸	۶۱/۳۱	۵/۷
۲	۰/۴۵	۰/۰۴	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۱۹	۹۴/۲۲	۱/۸

Yp: عملکرد یک ژنوتیپ در محیط بدون تنش. Ys: عملکرد یک ژنوتیپ در محیط تنش دار. TOL: شاخص تحمل، MP: میانگین بهره روی، SSI: شاخص حساسیت به تنش، GMP: میانگین هندسی بهره وری، HM: میانگین همساز و STI: شاخص تحمل تنش. * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.29252/jcb.11.32.163]

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تنش علف هرز گل‌جالیز بر عملکرد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه توتون اثر منفی داشته است و از این لحاظ تنوع بسیار گسترده‌ای بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد که می‌توان از این تنوع در برنامه‌های به‌نژادی و یا گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب برای کشت در شرایط تنش‌زا استفاده نمود. در مجموع ژنوتیپ‌های مورد مطالعه توتون از لحاظ مقاومت به تنش گل‌جالیز در سه گروه حساس (۴۲ ژنوتیپ)، تحمل متوسط (۱۳ ژنوتیپ) و متحمل (۹ ژنوتیپ) قرار گرفتند و بر اساس کلیه شاخص‌های مورد مطالعه دو ژنوتیپ C.H.T.209.12e و C.H.T.209.12e×F.K.40-1 به‌عنوان پر محصول‌ترین و متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند. لذا می‌توان از این ژنوتیپ‌ها هم برای شرایط بدون‌تنش و هم برای شرایط تنش‌زا استفاده نمود. در حالی‌که ژنوتیپ‌های SPT 413، SPT 432 و SPT 412 حساس‌ترین ژنوتیپ‌های توتون به تنش گل‌جالیز بودند و به هیچ‌وجه برای مناطق آلوده توصیه نمی‌شوند. همچنین مشخص شد که سه شاخص STI، GMP و HM ضمن داشتن همبستگی بالا با عملکرد برگی توتون در شرایط تنش و بدون‌تنش، می‌توانند به‌عنوان مهم‌ترین معیارها در گزینش ژنوتیپ‌های متحمل و حساس به تنش گل‌جالیز استفاده شوند.

منابع

1. Abdollahi, A.S. and R. Noor Mohammad. 2007. Evaluation of bread wheat genotypes in terms of response to weed interference in dry conditions, Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 42(11): 93-102.
2. Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC press. Boca Raton, FL. 223 pp.
3. Bouslama, M. and W.T. Schapaugh. 1984. Stress tolerance in soybean. I. Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science, 24: 933-937.
4. Bozhinova, R.P. 2006. Coefficients for determination of the leaf area in three burley Tobacco varieties. Journal Central European Agriculture, 7: 7-12.
5. Brandle, J. and D. Bai. 1999. Biotechnology: uses and applications in tobacco improvement. In Tobacco: Production, Chemistry and Technology; Davis, N., Ed.; Wiley-Blackwell: Oxford, UK, pp: 49-65.
6. Bukhat, N.M. 2005. Studies in yield and yield associated traits of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under drought conditions. M.Sc. Thesis, Dissertation Submitted to Department of Agronomy, Sindh Agriculture University, Tandojam, Pakistan.
7. Clarke, J.M., R.M. De Pauwand and T.M. Townley-Smith. 1992. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. Crop Science, 32: 728-732.
8. Dalela, G.G. and R.L. Mathur. 1971. Resistance of varieties of eggplant, tomato and tobacco to broomrape (*Orobanche cernua* L.). Pest Articles and News Summaries, 17: 482-483.
9. Davalieva, K., I. Maleva, K. Filiposki, O. Spiroski and G.D. Efremov. 2010. Genetic Variability of Macedonian Tobacco Varieties Determined by Microsatellite Marker Analysis. Diversity, 2: 439-449
10. Dhanapal, G.N., P.C. Struik, M. Udayakumar and P. Timmermans 1996. Management of broomrape (*Orobanche* spp) – a review. Journal of Agronomy and Crop Science-Zeitschrift für Acker und Pflanzenbau, 176: 335-359.
11. Farshadfar, A., M. Zamani, M. Matlabi and A. Emamjome. 2001. Selection for drought resistance in chickpea. Iranian Journal of Agricultural Science, 32: 65-77.
12. Farshadfar, E. and J. Sutka. 2002. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. Cereal Research Communications, 31: 33-39.
13. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Ed.), Adaptation of Food Crops to Temperature and water stress. pp: 257-269.
14. Fischer, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897-912.
15. Forouzesh, S., M.A. Baghestani, H.M. Alizadeh, H. Rahimian Mashahadi and M. Minbashi Moini. 2008. Chemical control of orobanche (*Orobanche aegyptiaca*) in tomato. 2nd the Iranian Weed Science Congress, 29-30 January, Mashahad, 503-506 (In Persian).
16. Gavuzzi, P., F. Rizza, M. Palumbo, R.G. Campaline, G.L. Ricciardi and B. Borghi. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. Euphytica, 113: 43-52.
17. Golabadi, M., A. Arzani and S.A.M. Mirmohamadi Maibody. 2006. Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. African Journal of Agricultural Research, 1: 162-171.
18. Goldwasser, Y. and Y. Kleifeld. 2004. Recent approaches to Orobanche management: a review. In: Weed Biology and Management (ed. Inderjit), 439-466. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Germany.
19. Guttieri, M.J., J.C. Stark, K.O. Brien and E. Souza. 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Science, 41: 327-335.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.29252/jcb.11.32.163]

20. Hassani, S., H. Pirdashti, R. Mesbah and N. Babaeian Jelodar. 2008. Evaluation of drought tolerance indices in yield of six cultivars of Virginia tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Seed and Plant Production, 42: 129-144 (In Persian).
21. Darvishzadeh, R., M.J. Mousavi Andazghi and A. Fayyaz Moghaddam. 2017. Study on genetic of chlorine accumulation in leaves of oriental tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Journal of Crop Breeding, 9(22): 133-141 (In Persian).
22. Jafari, A., F. Paknejad and M. Jami Al-Ahmadi. 2009. Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids. International Journal of Plant Production, 3: 33-38.
23. Jebri, M., M. Ben Khalifa, H. Fakhfakh, B. Pérez-Vich and L. Velasco. 2017. Genetic diversity and race composition of sunflower broomrape populations from Tunisia. Phytopathologia Mediterranea, 56(3): 421-430.
24. Karimi Torki B., H. Hassanian Khoshro, M.R. Bihamta, P. Moradi and H. M. Alipour Yamchi. 2013. Evaluation of Tolerance of Chickpea Genotypes to Weed Competition. Seed and Plant Production Journal, 28(4): 471-487 (In Persian).
25. Karami-Nezhad, M. R., H. Rahimian Mashhadi, S. A. Siadat and M. Minbashi. 2005. Investigation on competition rye with wheat. First Iranian Congress of Weed Science, 24-25 Jan. 2005, Tehran, Iran. 276-279 (In Persian).
26. Khakwani, A.A., M.D. Dennett and M. Munir. 2011. Drought tolerance screening of wheat varieties by inducing water stress conditions. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 33: 135-142.
27. Kristin, A.S., R.R. Serna, F.I. Perez, B.C. Enriquez, J.A.A. Gallegos, P.R. Vallejo, N. Wassimi and J. D. Kelley. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Science, 37: 43-50.
28. Mohsenzadeh Golfazani M., A. Aalami, H.A. Samizadeh, M. Shoaei Daylami and S. Talesh Sasani. 2012. Study of relationship between yield and yield components in tobacco genotype using path analysis method. Journal of Crop Breeding, 4(9): 26-40 (In Persian).
29. Munns, R. and R.A. James. 2003. Screening methods for salinity tolerance: A case study with tetraploid wheat. Plant and Soil, 253: 201-218.
30. Nazari, L. and H. Pakniyat, 2010. Assessment of drought tolerance in barley genotypes. Journal of Applied Sciences, 10: 151-156.
31. Oak, M., J. Basnayake, M. Tsubo, S. Fukai, K.S. Fischer, M. Cooper and H. Nesbittm. 2006. Use of drought response index for identification of drought tolerant genotypes in rainfed lowland rice. Field Crop Research, 99: 48-58.
32. Pireivatlou, A.S., B.D. Masjedlou and R.T. Aliyev. 2010. Evaluation of yield potential and stress adaptive trait in wheat genotypes under post anthesis drought stress conditions, African Journal of Agricultural Research, 5: 2829-2836.
33. Pujadas-Salva, A.J.O., J.A. Lopez Saez, P. Catalan and L.L. Saez. 2002. Plantas parásitas de la aleares ibérica e islas baleares. Mundi prensa, Madrid, pp: 345-451.
34. Ramirez-Vallejo, P. and J.D. Kelly. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica, 99: 127-136.
35. Roman, B., R. Hernandez, A.J. Pujadas-Salva, J.I. Cubero, D. Rubiales and Z. Satovic. 2007. Genetic diversity in two variants of *Orobanche gracilis* Sm. [var. gracilis and var. deludens (Beck) A. Pujadas] (Orobanchaceae) from different regions of Spain. Electronic Journal of Biotechnology, 10: 221-229.
36. Rosielle, A.A. and J. Hamblin, 1981. Theoretical aspects of selections for yield in stress and non-stress environments. Crop Science, 21: 943-946.
37. Rubiales, D. 2003. Parasitic plants, wild relatives and the nature of resistance. New Phytologist, 160: 459-461.
38. SAS Institute. 2002. SAS user's guide: Statistics version 9 for windows. SAS Institute, Carry, NC.
39. Sayyah, S.S., M. Ghobadi, S. Mansoorifar and A.R. Zebarjadi. 2011. Evaluation of Drought Tolerant in Some Wheat Genotypes to Post-anthesis Drought Stress. Journal of Agricultural Science, 4: 248-256 (In Persian).
40. SPSS. SPSS software for windows version 21.0. Inc., Chicago, IL.
41. Valderrama, M.R., B. Román, Z. Satovic, D. Rubiales, J.I. Cubero and A.M. Torres. 2004. Locating quantitative trait loci associated with *Orobanche crenata* resistance in pea. Weed Research, 44: 323-328.
42. Vinogradov, V.A., E.K. Mironov, N.I. Strelyaeva and Y.F. Sarycher. 1981. Breeding tobacco for resistance to *Orobanche*. Tabak, 4: 55-57.
43. Zangi, M.R. 2005. Correlations between drought resistance indices and cotton yield in stress and non-stress condition. Asian Journal of Plant Science, 4: 106-108.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.29252/jcb.11.32.163]

Study of Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Genotypes Reaction to Broomrape (*Orobanche cernua* L.) Weed Using Stress Tolerance Indices

Reza Darvishzadeh[1] and Iraj Bernousi[3]

1- Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology and Professor, Institute of Biotechnology, Urmia University, Urmia, Iran (Corresponding author: r.darvishzadeh@urmia.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Urmia University, Urmia, Iran
Received: July 24, 2018 Accepted: May 11, 2019

Abstract

In order to study the resistance of tobacco genotypes to Broomrape (*Orobanche cernua* L.), two experiments based on the randomized complete block design with three replications were conducted at non-stress and broomrape stress conditions at the tobacco research center of Urmia for two sucsessive years (2007-2009). The results showed that the broomrape infestation reduced the mean of all studied traits. The maximum reduction was recorded in aerial part dried weight (31%) and root dried weight (30%), respectively. So that, these traits were known as susceptible traits. The traits such as number of leaves, aerial part dried weight and root dried weight showed highly positive and significant correlation with tobacco yield at non-stress and stress conditions, respectively. So, one can use these traits for selecting tobacco genotypes with high yield performence. It was also found that there is a high correlation between the tobacco yield in non-stress and stress conditions with harmonic and geometric mean indices and stress tolerance index, so these indices can be used to assess tolerance to Broomrape stress in tobacco. Cluster analysis grouped the studied genotypes into three clusters containing susceptible genotypes (42 genotypes), moderately resistant (13 genotypes) and resistance (9 genotypes). In overall, the genotypes C.H.T.209.12e, C.H.T.209.12e×F.K.40-1 and genotypes SPT413, SPT432 and SPT412 are introduced as the most resistance and the highest susceptible genotypes to Broomram, respectively.

Keywords: Cluster Analysis, Genetic Resistance, Oriental Tobacco, Parasitic Weed, Leaf Yield

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-07-18]

[DOI: 10.29252/jcb.11.32.163]