Iranian Journal of Weed Science
Vol 18, No 2, 2022 (103-123)
DOI: 10.22092/IJWS.2022.357381.1403

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۸، شمارهٔ ۲، ۱۴۰۱ (ص ۱۲۳-۱۰۳)

Evaluation of the effect of broomrape on some morphological characteristics of oriental tobacco genotypes by REML method

Maryam Tahmasbali[1], Reza Darvishzadeh[2]*, Amir Fayaz Moghaddam[3], Sanaz Khalifani[4]
1,2,3,4. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
(Received: June 26, 2022 - Accepted: September 12, 2022)

ABSTRACT

Among biotic and abiotic stresses, broomrape (*Orobanche cernua* L.) is the most important factor in reducing the yield of tobacco plant, so it is necessary to determine the genotypes that produce relatively acceptable yield under stress conditions. In order to identify tolerant genotypes to broomrape stress, 92 tobacco genotypes were investigated based on randomized complete block design with three replications in two control (without broomrape) and stressful (along with broomrape) environments at the research farm of Urmia tobacco research Centre during two successive years in terms of flowering date, plant height, leaf number, fresh and dry weight of root, leaf area, fresh and dry weight of leaf, fresh and dry weight of plant aerial parts. Broomrape stress was applied by mixing 0.06 grams of broomrape seeds with pot soil. The results of analysis of variance in the two experimental environments during two years showed that there is not significant difference between the experimental environments for most of the studied traits. There was a significant difference between genotypes for all of the studied traits. Genotype × environment interaction was significant for all of the studied traits indicating the presence of different reaction of genotypes within each environment. Mean comparisons showed that broomrape stress reduced the mean of all morphological traits. So that the fresh weight of shoots except leaf (23.50%) and dry weight of shoots except leaf (23.70%) had the highest decrease percentage; whereas flowering date (-0.7%) and number of leaves (5.02%) had the lowest decrease percentage. In general, based on the results of the percentage reduction of mean of studied traits, it was found that C.H.T.283-8, Kharmanli, Immni 3000, F.K.40-1, Pz17, K.B, L 16a, Rustica, C.H.T.209.12e, C.H.T.283-8, Basma 181-8, SPT 413, T.K.L and Samsun 1 are among the most susceptible genotypes to broomrape stress. While Ploudive 58, Ts 8, Mutant 3, OR-379, P.D.328, Jahrom14 and Lengeh genotypes did not show any decrease in any of the traits and are tolerant genotypes to broomrape stress.

Keywords: Broomrape, genetically resistant, mixed linear model, restricted maximum likelihood, tobacco.

ارزیابی اثر گل جالیز بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های توتون شرقی (*Nicotiana tabacum* L.) و تنباکو با روش REML

مریم طهماسب عالی[۱]، رضا درویش‌زاده[۲]*، امیر فیاض مقدم[۳]، ساناز خلیفانی[۴]
۱و۲و۳و۴- دانش‌آموخته دکتری، استاد، دانشیار و دانشجوی دکتری، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه.
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۵ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۲۱)

چکیده

در میان تنش‌های زنده و غیر زنده، علف‌هرز گل‌جالیز (*Orobanche cernua* L.) مهم‌ترین عامل در کاهش عملکرد توتون می‌باشد؛ بنابراین شناسایی ژنوتیپ‌هایی که تحت شرایط تنش قادر به ارایه‌ی عملکرد نسبتاً قابل قبولی باشند، امری ضروری است. به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به گل جالیز، تعداد ۹۲ ژنوتیپ توتون و تنباکو در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط شاهد بدون گل‌جالیز و آلوده گل‌جالیزدار در مرکز تحقیقات توتون ارومیه طی دو سال ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸ از نظر صفات تاریخ گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و وزن خشک برگ، وزن تر و خشک بوته، وزن تر و خشک ریشه مورد بررسی قرار گرفتند. تنش گل‌جالیز از طریق اختلاط ۰/۰۶ گرم بذر گل‌جالیز با خاک گلدان اعمال شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب دو محیط آزمایش در دو سال نشان داد که بین محیط‌های آزمایش از نظر اغلب صفات و بین ژنوتیپ‌های توتون و تنباکو از نظر تمامی صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود دارد. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در مورد تمامی صفات معنی‌دار بود که حاکی از وجود تنوع بین ژنوتیپ‌ها و عکس‌العمل متفاوت آن‌ها به گل‌جالیز می‌باشد. مقایسات میانگین نشان داد که تنش گل‌جالیز میانگین کلیه صفات مورفولوژیک را کاهش می‌دهد به طوریکه وزن تر اندام هوایی بجز برگ (۲۳/۵۰٪) و وزن خشک اندام هوایی بجز برگ (۲۳/۷۰٪) بیشترین درصد کاهش و صفات تاریخ گلدهی (۰/۷-٪) و تعداد برگ (۵/۰۲٪) کمترین درصد کاهش را داشتند. در مجموع بر اساس نتایج درصد کاهش میانگین کلیه صفات مشخص شد که ژنوتیپ‌های C.H.T.283-8 Kharmanli، Immni 3000، F.K.40-1، Pz17، K.B، L 16a، Rustica، C.H.T.209.12e، C.H.T.283-8، Basma 181-8، SPT 413، T.K.L و Samsun 1 از نظر میانگین مجموع صفات مورد بررسی جزو حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش گل‌جالیز هستند. در حالیکه ژنوتیپ‌های Ploudive 58، Ts 8، Mutant 3، OR-379، P.D.328، Jahrom14 و Lengeh نسبت به هیچ کدام از صفات کاهش نشان ندادند و جز ژنوتیپ‌های متحمل هستند.

کلمات کلیدی: توتون، حداکثر درست‌نمایی محدودشده، گل‌جالیز، مدل خطی مخلوط، مقاومت ژنتیکی.

* Corresponding author E-mail: r.darvishzadeh@urmia.ac.ir

مقدمه

توتون (*Nicotiana tabacum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان صنعتی و اقتصادی در بسیاری از کشورهای دنیاست (Davalieva *et al*., 2010) که عمدتاً به خاطر استحصال برگ‌های آن کشت می‌شود (Bozhinova, 2006). توتون‌های شرقی یک گروه از ژنوتیپ‌های آفتاب‌خشک می‌باشند که از نظر صفاتی نظیر داشتن برگ‌های کوچک، بافت ظریف، دود ملایم و عطر نافذ از دیگر گروه‌ها متمایز بوده و از اجزای اصلی سازنده خرمن سیگارت‌ها می‌باشند (Darvishzadeh *et al*., 2011). کل تولید تجاری توتون در سال ۲۰۱۷، حدود ٦/٥ میلیون تن بوده که از حدود ۳/٥ میلیون هکتار زمین زیر کشت به دست آمده و بیش از یک سوم این تولید متعلق به کشور چین بوده است. براساس آمار سازمان خواربار جهانی (فائو) در سال ۲۰۱۷ میلادی، کشورهای چین، برزیل و هند سه تولید کنندهٔ بزرگ توتون در جهان بودند (FAOSTAT, 2017). خانواده Orobanchaceae از بزرگترین خانواده‌های گیاهی در میان پارازیت‌های اجباری است. جنس *Orobanche* دارای ۱٤۲ گونه پارازیت می‌باشد که از این تعداد، ۳۹ گونه در ایران گزارش شده و نه گونه انحصاری منطقه‌ی "فلور ایرانیکا" می‌باشند (Saeidi *et al*., 2010; Schneeweiss *et al*., 2004). گونه‌های جنس *Orobanche* باعث خسارت شدید در تعداد زیادی از محصولات زراعی از جمله آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، توتون، شبدر (*Trifolium* spp.)، کلزا (*Brassica oleracea* L.) و گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) می‌شوند (Rispail *et al*., 2007). در اغلب موارد *O. cernua* L. و *O. ramosa* L. به محصولات خانواده Solanaceae مانند *Lycopersicon esculentum* L.، *Nicotiana tabacum* L.، *Solanum tuberosum* L. و *Solanum melongena* L. حمله می‌کنند و باعث از دست رفتن عملکرد به میزان بیش از ۷۵ درصد می‌شوند (Kamel, 2005). در میان تنش‌های زنده و غیر زنده، علف‌هرز گل‌جالیز مهم‌ترین عامل در کاهش عملکرد توتون می‌باشد (Goldwasser & Kleifeld, 2004). شدت آلودگی این انگل به گونه‌ای است که در برخی موارد زارعین زمین مورد کشت را رها می‌کنند. بدلیل ایجاد ارتباط مستقیم با میزبان، زندگی طولانی مدت پارازیت در زیر خاک، تولید تعداد زیاد بذور ریز و حفظ قوه نامیه بذر به مدت چند سال در داخل خاک (۱۲-۱۳ سال) کنترل علف‌هرز گل‌جالیز در زراعت‌ها بسیار مشکل می‌باشد (Dhanapal, 1996; Valderrama *et al*., 2004). در حال حاضر استراتژی استفاده از ارقام مقاوم (Rubiales *et al*., 2003) و همچنین استفاده از بیمارگرهای خاکزی که بتوانند بذر یا گیاهچه گل‌جالیز را پیش از وارد نمودن خسارت از بین ببرند برای کاهش سطح خسارت انگل مطرح می‌باشد (Sillero *et al*., 2010).

در آزمایش‌های انجام‌یافته در چند محیط، عدم تجانس واریانس اشتباه آزمایشی محیط‌های مختلف یکی از مشکلات اساسی در تجزیه مرکب داده‌هاست. یکی از روش‌های آماری که امکان در نظر گرفتن ساختارهای متفاوت ماتریس واریانس-کواریانس را در حین تجزیه مرکب داده‌ها فراهم می‌نماید تجزیه با استفاده از حداکثر درست‌نمایی محدودشده (REML[1]) است که اساس آن توسط هندرسون (Henderson, 1984) پایه‌ریزی شده است. در این روش محدودیت‌های تجزیه واریانس به روشِ کمترین مربعات برای داده‌های نامتعادل و همچنین نامتجانس برطرف می‌شود (Holland, 2006). از مزایای روش REML نسبت به روش‌های کلاسیک (ANOVA[2]) برای برآورد مؤلفه‌های واریانس، می‌توان به مواردی نظیر انعطاف‌پذیری

[1]Restricted maximum likelihood

[2]Analysis of variance

در مدل‌های خطی برای تجزیه انواع داده‌های متعادل و نامتعادل مانند آزمایش‌های چندمحیطی و کاهش تعداد برآوردهای منفی پارامترهای ژنتیکی که به دلیل مشکلاتی نظیر مناسب‌نبودن طرح آزمایشی در روش‌های کلاسیک ایجاد می‌شود، اشاره کرد (Liu *et al*., 1997; Searle *et al*., 1992). این تحقیق به منظور برآورد اثرات گل‌جالیز بر صفات موفولوژیک توتون‌های شرقی با روش REML و شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های متحمل به گل‌جالیز انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش واکنش فنوتیپی ۹۲ ژنوتیپ توتون شرقی و تنباکو در دو محیط نرمال (بدون علف هرز انگلی گل جالیز) و آلوده به گل‌جالیز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال متوالی بررسی شد (جدول ۱). برای این منظور گلدان‌های سفالی به حجم ۱۰ لیتر انتخاب و با خاکی که از مزرعه یونجه تهیه شده بود، پُر شدند. در آزمایش گل جالیزدار خاک گلدان‌ها قبل از پُر شدن با ۰/۰٦ گرم بذر گل جالیز (*Orobanche cernua* L.) مخلوط شد. نشاء هر یک از ژنوتیپ‌های توتون و تنباکو در خزانه تهیه شدند و وقتی گیاهچه‌های توتون و تنباکو به ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر رسیدند، به گلدان‌ها منتقل شدند. تمامی عملیات زراعی در طول دوره رشد توتون با توجه به استانداردهای موجود برای توتون‌های شرقی و تنباکو انجام گرفت. برگ‌های ژنوتیپ‌های توتون و تنباکو در زمان رسیدگی صنعتی برداشت و در جلوی آفتاب خشک شدند. در این تحقیق صفاتی از قبیل تاریخ گلدهی، ارتفاع بوته با استفاده از متر، تعداد برگ از طریق شمارش، سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل DELTA-T، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک بوته، وزن تر و خشک ریشه با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، تعداد گل جالیز جوانه‌زده، وزن تازه گل جالیز (گرم) و وزن خشک گل جالیز (گرم) اندازه‌گیری شدند (شکل ۱). داده‌های حاصل از آزمایش در دو محیط غیر آلوده و آلوده به گل‌جالیز در دو سال به صورت مرکب تجزیه واریانس شدند. در تجزیه واریانس مرکب، ژنوتیپ و شرایط آزمایش (محیط) به عنوان فاکتور ثابت و سال به عنوان فاکتور تصادفی در نظر گرفته شدند. از آنجا که هم تأثیرات ثابت و هم تأثیرات تصادفی در مدل تجزیه واریانس وجود داشت، از رویه مخلوط (Proc mixed) در نرم‌افزار SAS استفاده شد (فایل تکمیلی ۱).

در فرآیند تجزیه واریانس، برش‌دهی اثر متقابل سه جانبه در سطح محیط انجام شد. مقایسات میانگین در طی دو سال و دو محیط غیر آلوده و آلوده به گل‌جالیز به روش LSD در نرم‌افزار SAS انجام شد. محاسبه عدد LSD به صورت (فایل تکمیلی ۲) انجام گرفت (Moghaddam and Amiri Oghan, 2010).

نتایج و بحث

تجزیه داده‌ها با رویه مخلوط

در این تحقیق از مدل خطی مخلوط برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد (جدول ۲). اگر همه تأثیرات یک مدل (بجز عرض از مبدأ)، فاکتور تصادفی در نظر گرفته شود، مدل را تصادفی می‌گویند؛ مشابه آن اگر همه تأثیرات ثابت باشند، مدل را ثابت می‌گویند. حال اگر برخی فاکتورها ثابت و برخی تصادفی باشند، مدل را مخلوط (Mixed model) می‌نامند (Akbarpour *et al*., 2015a). در برآورد تأثیرات فاکتورها به صورت فقط ثابت (مدل ثابت)، مقدار برآورد شده به شرایط مکانی و زمانی همان آزمایش بر می‌گردد. در این صورت محققان یا کشاورزان که در شرایط مربوط به خودشان مواد آزمایشی دیگران را بررسی می‌کنند انتظار آنها آن طور که محققان پیشین بیان کرده‌اند، برآورده نمی‌شود و گاهی دچار این اشتباه می‌شوند که محققان قبلی نتایج اشتباهی منتشر کرده‌اند.

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های توتون شرقی و تنباکو مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Name of used oriental and water pipe's tobacco genotypes in the experiment

No	Name of genotypes	No	Name of genotypes	No	Name of genotypes	No	Name of genotypes
1	Kharmanli 163	24	H.T.I	47	Basma 181-8	70	SPT 430
2	Nevrokop	25	Kramograd N.H.H. 659	48	Zichna	71	SPT 432
3	Trabozan	26	T.K.23	49	Izmir	72	SPT 433
4	Krumovgraid	27	L 16a	50	P.D.324	73	SPT 434
5	Basma S. 31	28	Izmir 7	51	P.D.325	74	SPT 436
6	Triumph	29	Mutant 3	52	P.D.406	75	SPT 439
7	Xanthi	30	Mutant 4	53	P.D.328	76	SPT 441
8	Matianus	31	Pobeda 1	54	P.D.329	77	Esfahan2
9	Immni 3000	32	Pobeda 2	55	P.D.336	78	SPT 413
10	Melkin 261	33	Rustica	56	P.D.345	79	Esfahani
11	Tyk-Kula	34	Samsun 959	57	P.D.364	80	Jahrom14
12	Ss-289-2	35	Samsun dere	58	P.D.365	81	Borazjan
13	Ohdaruma	36	OR-205	59	P.D.371	82	L 16b
14	Ploudive 58	37	OR-345	60	P.D.381	83	Balouch
15	Line 20	38	OR-379	61	SPT 403	84	Lengeh
16	T-B-22	39	C.H.T.209.12e	62	SPT 405	85	Saderati
17	Ts 8	40	C.H.T.209.12e×F.K.40-1	63	SPT 406	86	Eraghi
18	Alborz23	41	C.H.T.266-6	64	SPT 408	87	Shahroudi
19	F.K.40-1	42	C.H.T.283-8	65	SPT 409	88	T.K.L
20	Pz17	43	C.H.T.273-38	66	SPT 410	89	L 17
21	K.P.Ha	44	Basma 12-2	67	SPT 412	90	C.H.T.269-12e
22	K.B	45	Basma 16-10	68	Esfahan5	91	Samsun 1
23	G.D.165	46	Basma 104-1	69	SPT 420	92	Samsun katenizi

شکل ۱- شستشوی خاک گلدان‌ها جهت اندازه‌گیری صفات توتون و گل‌جالیز

Figure 1. Washing the soil of pots to measure the traits of tobacco and broomrape

این برداشت اشتباه فقط ممکن است ناشی از این مسئله باشد که نتایجی که به صورت ثابت برآورد (BLUE) می‌شوند؛ با نتایجی که به صورت تصادفی (BLUP[۳]) برآورد می‌شوند متفاوتند؛ زیرا در نتایج پیش‌بینی‌شده به

[3]Best linear unbiased prediction

متوصورت BLUP میزان خطای ناشی از پیش‌بینی در مدل لحاظ می‌شود و نتایج با دقت بیشتری برآورد می‌شوند؛ بدین دلیل قابل تعمیم به سال‌ها و مکان‌های دیگر نیز می‌باشند (Burgueño *et al*., 2000).

از طرفی هنگامی که یک یا چند مشاهده به دلیل شرایط پیش‌بینی نشده از بین می‌روند طرح‌های متعادل به صورت نامتعادل در می‌آیند. داده‌های نامتعادل یک مشکل شایع در تحقیقات گیاهی از جمله تحقیق حاضر است. چنین داده‌هایی اغلب به راحتی با استفاده از مدل‌های مخلوط خطی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند (Akbarpour *et al.*, 2015 a,b). یک مشکل عملی در آنالیز داده‌های نامتعادل توسط مدل‌های مخلوط این است که معمولاً تست‌های آماری دقیقی در دسترس نیست و فرد باید به روش‌های تقریبی متوسل شود. چندین تقریب در روش مخلوط در سیستم SAS قابل اعمال است. تقریب مناسب در شرایط معین به طرح و ساختار مدل مخلوط بستگی دارد (Spilke *et al*., 2005).

برآوردکننده‌هایِ سنتی مؤلفه‌های واریانس، اغلب از برآوردکننده‌هایِ ANOVA استفاده می‌کنند که آن از طریق مقایسه میانگین مربعات مورد مشاهده و مورد انتظار و حل معادلات حاصل است. اگر داده‌ها متعادل باشند، برآورد کننده‌های ANOVA دارای ویژگی‌های خوبی‌اند. در شرایط نامتعادل (دادهٔ گمشده‌ای در بین داده‌ها وجود داشته باشد)، این ویژگی‌ها به ندرت در رسیدن به تصمیم درست، کمک می‌کند. در شرایط نامتعادل دو گروه از برآورد کننده‌ها مورد توجه‌اند: ۱. حداکثر درستنمایی و حداکثر درستنمایی محدودشده (ML و REML)؛ ۲. تخمین کمترین نُرم و کمترین میزان واریانس نااریب کوادراتیک (MINQUE و MIVQUE) (Rasch & Masata, 2006). REML در مقایسه با NOVA از لحاظ محاسباتی سختگیرتر است، اما پیشرفت‌ها در سرعت پردازش رایانه‌ای باعث شده است که REML از نظر محاسباتی در رایانه‌های شخصی مدرن امکان‌پذیرتر باشد. اصلاح‌گران دامی و متخصصان ژنتیک کمّی برآوردهای مبتنی بر REML را با استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری تخصصی، مانند AS-REML (Berry *et al*., 2002; Gilmour, 1999;)، VCE (Persson & Andersson, 2003 Conington *et al*., 2001; Legarra & Ugarte, 2001; Neumaier & Groeneveld, 1998)، MTDFREML (Boldman *et al*., 1993; Bureau *et al*., 2001)، یا برنامه‌های خودشان (Zhu & Weir, 1996) انجام می‌دهند. برخی از اصلاح‌گران گیاهی، خصوصاً اصلاح‌گران درختان، از بسته‌های نرم‌افزاری تخصصی برای تخمین اجزای واریانس و کواریانس استفاده می‌کنند (de Souza *et al*., 1998)، اما به طور کلی در این مورد می‌توان از بسته‌های آماری عمومی، از جمله سیستم تجزیه آماری (SAS) استفاده کرد. Proc MIXED در SAS جزیی از یک بسته نرم‌افزاری آمار کاربردی عمومی است که تخمین‌های REML از اجزای واریانس و کوواریانس را ارائه می‌دهد و اجازه می‌دهد تا هر دو اثر ثابت و تصادفی را در مدل‌های مخلوط جای داد (Little *et al*., 1996). Proc MIXED می‌تواند طیف گسترده‌ای از ترکیبات طرح‌های آزمایشی و تیماری را پشتیبانی کند.

مطالعات اکبرپور و همکاران (Akbarpour *et al*., 2015a) در ارزیابی خصوصیات چند ژنوتیپ گندم نان ایرانی تحت شرایط تنش و عدم تنش شوری با استفاده از روش حداکثر درستنمایی محدود شده نشان داد که با توجه به برآوردهای مختلف به روش REML، صفات عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت دارای تنوع ژنتیکی گسترده در شرایط نرمال و تنش شوری هستند؛ در روش REML اثر متقابل معنی‌دار ژنتیک × محیط برای هیچکدام از صفات مورد مطالعه توسط ایشان مشاهده نشد. اکبرپور و همکاران (Akbarpour *et al*., 2015b) در پژوهشی دیگر برای

تخمین پارامترهای ژنتیکی صفات زراعی ژرم‌پلاسم گندم ایرانی تحت شرایط مزرعه‌ای از روش حداکثر درست‌نمایی محدودشده (REML) استفاده کرده و گزارش کردند که برای تمامی صفات مورد مطالعه اختلاف میان ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط نرمال و تنش معنی‌دار است. ایشان مشاهده کردند که واریانس ژنتیکی تقریباً برای همه صفات در شرایط عادی بیشتر از شرایط تنش است. اثر متقابل ژنتیک × محیط برای همه صفات معنی‌دار نبود، اما اثر محیط بسیار معنی‌دار بود و تفاوت در شرایط به طور قابل توجهی بیشتر از تغییرات ژنوتیپی درون محیط بود. ایشان بیان کردند که وجود اثر متقابل ژنوتیپ با محیط (GE) برای بعضی صفات به دلیل ناهمگونی[4] محیط، دلیل اصلی برای اختلاف واریانس‌های ژنتیکی صفات در دو شرایط است. سیرل و همکاران (Searle *et al*., 2009) استفاده از REML را به عنوان یک روش برآورد که به صراحت از احتمال وقوع برآوردهای منفی مانع می‌شود پیشنهاد کردند. اسماعیلی و همکاران (Ismaili *et al*., 2016) در پژوهشی از مدل‌سازی ساختار واریانس-کواریانس توسط مدل مخلوط بر اساس روش REML برای تجزیه و تحلیل ویژگی‌های ۲۶ ژنوتیپ زردآلو در طی سه سال استفاده کردند و گزارش کردند که نتایج تجزیه واریانس بر اساس برآورد REML برای کلیه صفات با کوواریانس UN، بین ژنوتیپ‌ها، سال‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ × سال اختلاف بسیار معنی‌داری نشان داد ($P<0.001$). نتایج حاصل از آنالیز اندازه‌گیری‌های مکرر صفات، نشانگر ناهمگونی بالای واریانس-کواریانس بین سال‌های مکرر بود و مقایسه مدل‌های CS (نشان‌دهنده یک مدل ANOVA معمولی که واریانس همه سال‌ها در آن ادغام می‌شوند) با مدل‌های UN کارایی بالای مدل‌های UN را برای همه صفات نشان داد (Ismaili *et al*., 2016). ناردینو و همکاران (Nardino *et al*., 2014) از روش REML/Blup برای برآورد اجزای واریانس و پیش‌بینی ارزش‌های ژنتیکی در ترکیبات اینبرد لاین‌های ذرت مشتق شده از دو گروه هتروتیک استفاده کردند. در پژوهشی دیگر اُلیوُتو و همکاران (Olivoto *et al*., 2017) از همین روش برای برآورد اجزای واریانس، پارامترهای ژنتیکی و ارزش-های ژنوتیپی هیبریدهای ساده ذرت استفاده کردند. آنها دریافتند که واریانس محیطی (۷۸/۸۰ درصد) و واریانس ژنوتیپ- محیط (۲۰/۸۳ درصد) بیش از ۹۹ درصد از واریانس فنوتیپی عملکرد دانه را تشکیل می‌دهند که انتخاب مستقیم اصلاح‌کنندگان برای این صفت را دشوار می‌کند.

تجزیه واریانس مرکب صفات توتون در شرایط تنش گل جالیز

نتایج تجزیه واریانس مرکب با استفاده از رویه مخلوط برای صفات تاریخ گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر برگ، وزن تر و خشک بوته، وزن تر ریشه در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به اینکه برای صفات وزن خشک برگ و وزن خشک ریشه در آنالیز واریانس با استفاده از رویه MIXED نتیجه‌ای حاصل نشد؛ بنابراین برای این دو صفت مذکور، از رویه GLM[5] برای آنالیز واریانس استفاده شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب این دو صفت در جدول ۳ آورده شده است. بین سطوح مختلف تنش بجز در رابطه با صفات وزن تر و خشک ریشه و وزن خشک برگ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ تمامی صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. در رابطه با تمامی صفات بجز وزن تر برگ و وزن خشک بوته اثر متقابل تنش × ژنوتیپ معنی‌دار بود؛ که بیانگر این است که روند تغییرات بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ این صفات در سطوح

[4]Heterogeneity

[5]General linear model

مختلف تنش (آلوده به گل‌جالیز و غیر آلوده به گل جالیز) یکسان نیست. طبق گفته‌های کوکرهام (Cockerham, 1963) و مُل و همکاران (Moll *et al.*, 1978)، مجموع مربعات اثر متقابل ژنتیک × محیط ناشی از دو مؤلفه است: (الف) به دلیل ناهمگونی واریانس‌های ژنتیکی در محیط‌ها است، که منعکس کننده اثر متقابل غیر متقاطع است و (ب) به دلیل همبستگی‌های ژنتیکی ناقص همان صفت اندازه-گیری شده در محیط‌های مختلف است که به عنوان اثر متقابل متقاطع تعریف می‌شود.

جدول ۲- برآورد آمارهٔ F برای تأثیرات ثابت در تجزیه واریانس صفات توتون با استفاده از رویه MIXED

Table 2. Estimation of F statistics for fixed effects in analysis of variance of tobacco traits using MIXED procedure

Source of variation	df	FD (day)	PH (cm)	NL	LA (cm^2)	FWL (g)	FWR (g)	APFW (g)	APDW (g)
Stress	1	0.06^{ns}	19.81^{ns}	7.88^{ns}	9.38^{ns}	4.20^{ns}	123.87^{**}	27.72^{ns}	24.04^{ns}
Genotype	91	22.81^{**}	22.45^{**}	24.97^{**}	10.95^{**}	5.57^{**}	19.29^{**}	9.64^{**}	7.66^{**}
Stress × Genotype	91	5.48^{**}	3.05^{**}	2.55^{**}	2.42^{**}	2.39^{ns}	3.30^{**}	2.11^{*}	1.53^{ns}

^{ns}، *، **: به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری؛ و معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد. تاریخ گلدهی (FD)، ارتفاع بوته (PH)، تعداد برگ (NL)، شاخص سطح برگ (LAI)، وزن تر برگ (FWL)، وزن تر ریشه (FWR)، وزن تر اندام هوایی بجز برگ (APFW) و وزن خشک اندام هوایی بجز برگ (APDW).

^{ns}, * and ** : Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively. Flowering date (FD), Plant height (PH), Number of leaf (NL), Leaf area (LA), Fresh weight of leaf (FWL), Fresh weight of root (FWR), Aerial part fresh weight without leaf (APFW), Aerial part dry weight without leaf (APDW).

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد وزن خشک برگ و وزن خشک ریشه ژنوتیپ‌های توتون مورد بررسی در دو محیط آزمایش (بدون گل‌جالیز و تنش گل‌جالیز) طی دو سال

Table 3. Combined analysis of leaf dry weight yield and root dry weight of studied tobacco genotypes in two test environments (without broomrape and broomrape stress conditions) during two years

Source of variation	DF	Mean of square	DF	Mean of square
		DLYP (g)		DWR (g)
Year	1	2086.49^{**}	1	236.28^{**}
Stress	1	1317.86^{**}	1	929.21^{**}
Year×Stress	1	69.27^{ns}	1	0.49^{ns}
First Error=Repeat(Year×Stress)	6	8.09^{ns}	6	20.09^{ns}
Genotype	91	606.001^{**}	91	111.08^{**}
Year×Genotype	91	159.38^{**}	91	19.98^{ns}
Stress×Genotype	91	57.76^{**}	91	31.87^{**}
Year×Stress×Genotype	76	27.08^{ns}	77	16.45^{ns}
Second Error	516	37.83	518	16.09

^{ns}، *، **: به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری؛ و معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد. وزن خشک ریشه (DWR)، وزن خشک برگ‌های بوته (DLYP)

^{ns}, * and ** : Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively. Dry weight of root (DWR), Dry leaf yield per plant (DLYP).

مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک توتون در شرایط تنش گل جالیز

به دلیل معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ × تنش برای تمامی صفات (به جز وزن تر برگ و وزن خشک بوته)، مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۵٪ در هر محیط انجام شده و نتایج در جداول ٤ و ۵ ارایه شده است. بر اساس نتایج مقایسات میانگین در شرایط بدون گل‌جالیز (جدول ٤)، برای صفت تاریخ گلدهی ژنوتیپ P.D.328 کمترین میانگین و ژنوتیپ Samsun 959 بیشترین میانگین را دارا بودند. در صفت ارتفاع بوته، ژنوتیپ SPT 433 کمترین و ژنوتیپ شماره یک بیشترین میانگین را دارا بود. از نظر تعداد برگ، ژنوتیپ SPT 420 کمترین و ژنوتیپ C.H.T.209.12e×F.K.40-1 بیشترین میانگین را دارا بودند. ژنوتیپ Esfahan2 کمترین و ژنوتیپ L 17 بیشترین میانگین سطح برگ را دارا بودند. از نظر وزن تر برگ، ژنوتیپ SPT 420 کمترین و ژنوتیپ C.H.T.209.12e بیشترین میانگین را بخود اختصاص دادند. برای وزن خشک برگ ژنوتیپ Esfahan2 کمترین و ژنوتیپ C.H.T.209.12e بیشترین میانگین را

دارا بودند. از نظر وزن تر ریشه ژنوتیپ SPT 439 کمترین و ژنوتیپ K.P.Ha بیشترین میانگین را داشتند. برای صفت وزن خشک ریشه ژنوتیپ SPT 439 کمترین و ژنوتیپ C.H.T.273-38 بیشترین میانگین را دارا بودند. برای وزن تر بوته ژنوتیپ SPT 436 کمترین و ژنوتیپ C.H.T.209.12e بیشترین میانگین را دارا بودند. برای وزن خشک بوته ژنوتیپ SPT 410 کمترین و ژنوتیپ ٤ بیشترین میانگین را دارا بودند.

در شرایط تنش گل‌جالیز (جدول ٥)، در مورد صفت تاریخ گلدهی، ژنوتیپ Triumph کمترین و ژنوتیپ Ploudive 58 بیشترین میانگین را دارا بودند. در مورد صفت ارتفاع بوته ژنوتیپ SPT 439 کمترین و ژنوتیپ Samsun dere بیشترین میانگین را بخود اختصاص دادند. از نظر تعداد برگ ژنوتیپ SPT 439 و Borazjan مشترکاً کمترین و ژنوتیپ Ss-289-2 بیشترین تعداد برگ را به خود اختصاص دادند. در رابطه با سطح برگ ژنوتیپ Borazjan کمترین و ژنوتیپ H.T.I بیشترین میانگین را دارا بودند. برای وزن تر برگ ژنوتیپ Borazjan کمترین و ژنوتیپ H.T.I بیشترین میانگین را به خود اختصاص دادند. برای وزن خشک برگ ژنوتیپ SPT 413 کمترین و ژنوتیپ C.H.T.209.12e×F.K.40-1 بیشترین را دارا بودند. برای وزن تر ریشه ژنوتیپ SPT 420 کمترین و ژنوتیپ G.D.165 بیشترین میانگین را به خود اختصاص دادند. از نظر وزن خشک ریشه ژنوتیپ SPT 420 کمترین و ژنوتیپ Matianus بیشترین میانگین را دارا بودند. برای وزن تر بوته ژنوتیپ Balouch کمترین و ژنوتیپ H.T.I بیشترین میانگین را دارا بودند. برای صفت وزن خشک بوته ژنوتیپ SPT 413 کمترین و ژنوتیپ H.T.I بیشترین میانگین را به خود اختصاص دادند. در مجموع، تمامی صفات مورد بررسی در شرایط تنش گل‌جالیز نسبت به شرایط نرمال کاهش میانگین نشان دادند. بیشترین درصد کاهش میانگین مربوط به صفت وزن تر بوته می‌باشد. کمترین درصد کاهش میانگین مربوط به صفت تعداد برگ می‌باشد. برای پی بردن به معنی‌داری کاهش میانگین صفات در مقایسه دو شرایط، تجزیه t-test انجام گرفت. مقدار t-test در رابطه با تاریخ گلدهی غیر معنی‌دار (٠/٣٤ns-)، برای ارتفاع بوته معنی‌دار در سطح یک درصد (٢/٨١**)، برای تعداد برگ غیر معنی‌دار (١/٥٨ns)، برای شاخص سطح برگ معنی‌دار در سطح یک درصد (٣/١٤**)، برای وزن تر برگ غیر معنی‌دار (٢/٧٤ns)، برای وزن تر ریشه معنی‌دار در سطح یک درصد (٣/٦٥**)، برای وزن خشک برگ‌های بوته معنی‌دار در سطح پنج درصد (٢/١٨*)، برای وزن خشک ریشه معنی‌دار در سطح یک درصد (٣/٦٥**)، برای وزن تر اندام هوایی به جزء برگ معنی‌دار در سطح یک درصد (٤/٨٤**) و برای معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی به جزء برگ معنی‌دار در سطح یک درصد (٤/٧١**) بود. بیشترین میانگین برای صفت وزن تر بوته در شرایط تنش مربوط به ژنوتیپ ٢٤: H.T.I و کمترین میانگین وزن تر بوته مربوط به ژنوتیپ ٨٣: Balouch بود. بیشترین میانگین برای صفت تعداد برگ در شرایط تنش متعلق به ژنوتیپ١٢ (Ss-289-2) و کمترین تعداد برگ در شرایط تنش مربوط به ژنوتیپ ٨١ (Borazjan) و ٧٥ (SPT439) می‌باشد. بنابراین در مجموع بر اساس نتایج مقایسات میانگین (جدول ٤ و ٥) مشخص می‌شود که ژنوتیپ H.T.I از نظر میانگین مجموع صفات مورد بررسی جزو ژنوتیپ‌های برتر است. در مقابل ژنوتیپ SPT 420 کمترین میانگین را از لحاظ جمیع صفات مورد بررسی دارا بود.

ژنوتیپ‌ها از لحاظ تحمل به تنش گل‌جالیز به سه دسته حساس، متحمل نسبی و مقاوم گروه‌بندی شدند. برای این منظور درصد کاهش صفات مورد بررسی محاسبه شد و میانگین درصد کاهش صفات و میانگین ژنوتیپ‌ها نسبت به درصد کاهش صفات مورد بررسی،

محاسبه شد و نسبت به این دو میانگین ژنوتیپ‌ها گروه‌بندی انجام شد (جدول ٦). ژنوتیپ C.H.T.283-8 حساس‌ترین ژنوتیپ در رابطه با کلیه صفات بود و به دنبال آن ژنوتیپ‌های Kharmanli، Immni 3000، F.K.40-1، Pz17، K.B، L 16a، Rustica، C.H.T.209.12e، C.H.T.283-8، Basma 181-8، SPT 413، T.K.L و Samsun 1 تنها در رابطه با یک صفت کاهش نداشتند و نسبت به بقیه صفات کاهش شدیدی نشان دادند. در حالیکه ژنوتیپ‌های Ploudive 58، Ts 8، Mutant 3، OR-379، P.D.328، Jahrom14 و Lengeh نسبت به هیچکدام از صفات کاهش نشان ندادند و جز ژنوتیپ‌های متحمل طبقه‌بندی شدند (جدول ٦).

جدول ٤- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های توتون از نظر صفات مورفولوژیک در شرایط خاک غیر آلوده به گل‌جالیز

Table 4. Comparison of the mean of tobacco genotypes in terms of morphological traits under normal conditions

Name of genotypes	Traits mean under normal condition									mean
	FD	PH	NL	LAI	FWL	DLYP	FWR	DWR	APFW	APDW	
Kharmanli	67.50	112.75	30.50	1520.25	85.11	21.08	50.93	14.85	138.18	28.53	206.97
Nevrokop	69.75	78.25	23.00	1664.50	59.30	11.80	33.95	8.98	54.00	12.90	201.64
Trabozan	65.00	64.50	26.25	1830.00	46.40	12.05	26.73	8.90	45.83	13.63	213.93
Krumovgraid	60.25	68.50	25.75	3047.75	103.65	37.48	34.45	9.65	134.65	43.85	356.60
Basma S. 31	54.50	81.50	28.00	1833.00	52.73	14.20	43.68	13.30	101.93	20.95	224.38
Triumph	51.25	37.75	17.00	1799.50	67.70	21.25	33.50	14.68	54.30	11.73	210.87
Xanthi	56.00	73.25	27.50	1342.00	38.25	8.00	41.25	15.10	86.43	21.23	170.90
Matianus	65.00	63.00	18.75	1351.50	37.75	9.20	35.23	10.93	52.60	15.48	165.94
Immni 3000	80.75	76.25	25.25	2658.00	73.25	16.20	33.05	9.00	63.60	16.00	305.14
Melkin 261	68.00	77.50	21.50	1204.00	82.85	16.88	40.55	12.63	75.28	14.80	161.40
Tyk-Kula	51.50	59.00	25.00	1179.00	34.15	8.70	20.60	5.68	51.23	12.80	144.77
Ss-289-2	65.00	68.25	31.25	2732.75	68.28	16.68	33.50	10.00	75.18	27.73	312.86
Ohdaruma	75.25	51.50	18.00	1873.50	110.33	30.00	21.55	7.58	46.13	14.13	224.80
Ploudive 58	78.75	84.00	27.50	1537.00	31.50	9.15	32.75	8.80	63.50	15.50	188.85
Line 20	75.75	62.75	18.25	1678.00	29.45	10.00	18.25	6.43	48.90	21.60	196.94
T-B-22	64.00	70.50	34.75	2858.75	90.65	23.93	34.48	13.05	120.90	23.93	333.49
Ts 8	69.75	57.75	23.75	1807.00	42.13	13.58	31.80	10.30	58.70	9.33	212.41
Alborz23	56.00	61.50	28.25	2196.75	41.93	14.40	35.18	8.30	72.18	15.90	253.04
F.K.40-1	65.75	77.75	31.00	2993.25	136.02	34.53	49.03	12.70	113.28	23.28	353.66
Pz17	64.00	71.00	27.00	3023.00	106.90	29.65	45.58	13.40	117.08	30.08	352.77
K.P.Ha	59.25	47.25	22.50	3057.75	109.85	21.10	58.55	18.28	109.58	22.63	352.67
K.B	59.00	60.75	20.50	1836.75	62.95	19.70	24.10	8.70	57.55	21.80	217.18
G.D.165	63.50	57.50	25.25	2177.75	108.10	25.40	37.90	10.88	103.73	21.90	263.19
H.T.I	62.75	76.75	31.25	4691.00	170.73	43.55	40.95	19.93	179.23	37.15	535.33
Kramograd N.H.H	63.00	87.00	25.50	2341.50	61.78	14.38	32.20	12.53	73.93	20.05	273.19
T.K.23	67.50	61.00	23.00	2281.25	79.00	16.83	33.70	9.38	63.68	16.90	265.22
L 16a	64.00	103.25	24.00	2406.25	81.55	12.45	41.03	13.28	104.30	24.68	287.48
Izmir 7	53.75	47.50	23.25	4305.00	26.95	17.73	31.65	5.45	84.63	20.83	461.67
Mutant 3	59.00	38.75	13.75	1242.25	34.55	9.95	24.30	12.93	35.65	5.85	147.70
Mutant 4	67.00	100.40	31.25	3811.00	59.50	8.40	52.35	14.58	82.63	30.45	425.76
Pobeda 1	65.50	94.50	34.00	2280.50	57.25	15.75	30.45	14.75	86.10	19.15	269.80
Pobeda 2	60.75	86.75	30.00	2279.25	54.23	8.10	39.13	10.40	88.28	24.33	268.12
Rustica	48.33	68.67	20.50	947.75	33.85	9.65	16.25	7.23	40.53	8.40	120.12
Samsun 959	80.25	77.50	37.00	3075.00	104.08	24.13	55.60	20.10	120.63	26.08	362.04
Samsun dere	78.50	87.00	31.50	1415.25	42.90	10.85	27.65	11.35	78.13	19.95	180.31
OR-205	65.00	84.50	28.25	2607.50	61.28	14.43	21.28	7.90	102.45	27.88	302.05
OR-345	68.50	88.25	24.50	1590.50	29.25	9.40	31.59	9.30	53.48	10.40	191.52
OR-379	61.75	75.75	23.00	1099.50	24.48	6.95	38.10	13.90	57.85	11.70	141.30

C.H.T.209.12e	71.00	73.25	34.00	3938.50	180.63	47.48	56.33	19.18	145.35	28.93	459.46
C.H.T.209.12e×F1	70.50	77.25	40.75	3131.75	102.03	38.95	44.50	20.60	120.28	36.85	368.35
C.H.T.266-6	61.25	52.75	21.50	1670.50	54.33	9.80	14.28	5.95	24.35	9.20	192.39
C.H.T.283-8	64.50	64.75	26.50	2654.50	107.05	25.03	40.25	9.90	85.85	20.60	309.89
C.H.T.273-38	65.00	84.00	30.50	3366.25	107.23	38.35	54.23	22.93	95.93	25.10	388.95
Basma 12-2	62.75	69.75	20.00	1091.75	105.58	29.55	46.53	15.63	88.88	23.00	155.34
Basma 16-10	61.00	76.00	28.50	1193.75	87.08	27.70	34.85	12.40	80.90	20.20	162.24
Basma 104-1	66.50	87.25	27.50	2346.00	90.53	21.73	30.18	7.85	66.30	15.40	275.92
Basma 181-8	71.25	80.75	30.00	1839.75	51.35	13.95	24.93	10.05	82.90	18.98	222.39
Zichna	60.50	78.25	28.50	1551.75	35.80	7.60	21.40	6.30	56.88	17.68	186.47
Izmir	52.00	63.25	19.50	1525.75	46.40	13.00	22.33	5.90	71.70	19.98	183.98
P.D.324	70.75	73.25	24.75	1795.50	42.33	9.05	16.10	7.40	113.43	26.25	217.88
P.D.325	57.50	68.25	25.00	1925.75	44.88	13.38	38.35	12.88	92.10	22.18	230.03
P.D.406	58.00	56.50	20.25	1263.75	45.10	8.60	34.28	11.78	69.48	17.15	158.49
P.D.328	40.75	29.25	12.00	1260.00	39.15	14.00	22.28	6.48	24.85	10.10	145.89
P.D.329	64.00	87.50	23.75	1270.75	30.73	13.25	40.58	22.05	60.63	14.85	162.81
P.D.336	60.75	64.75	23.50	1671.50	54.10	14.13	37.10	14.88	105.70	19.88	206.63
P.D.345	66.25	74.75	24.50	1087.00	31.91	8.58	26.95	8.80	60.00	12.33	140.11
P.D.364	63.25	91.50	28.75	2291.75	74.15	9.13	41.98	11.00	72.18	21.13	270.48
P.D.365	58.00	66.75	24.25	1325.00	33.63	9.80	23.98	9.38	54.85	17.73	162.34
P.D.371	62.75	64.50	26.75	1125.75	31.10	11.70	25.20	7.65	57.65	14.50	142.76
P.D.381	67.00	80.00	27.00	1866.00	63.10	11.85	34.03	10.23	82.00	15.45	225.67
SPT 403	57.75	48.50	13.00	1023.25	37.73	6.86	12.40	3.38	27.08	9.35	123.93
SPT 405	55.00	47.50	14.00	958.75	29.85	5.85	15.63	9.40	29.33	9.05	117.44
SPT 406	55.75	43.75	14.00	1046.50	32.88	6.50	16.08	4.50	39.93	10.48	127.04
SPT 408	53.75	42.75	10.75	904.75	24.30	7.13	16.00	12.68	38.83	9.03	112
SPT 409	52.50	38.25	12.25	404.00	16.73	5.30	22.18	4.73	20.20	11.25	58.74
SPT 410	54.00	43.25	12.00	1021.75	38.58	6.33	20.60	4.63	49.83	5.33	125.63
SPT 412	58.00	50.50	15.50	648.50	31.70	5.00	23.90	5.55	40.85	8.15	88.77
Esfahan5	52.50	50.75	11.00	805.50	35.38	9.25	17.10	5.95	41.00	9.25	103.77
SPT 420	57.00	40.75	9.50	386.00	12.08	3.38	17.18	5.03	26.45	7.70	56.51
SPT 430	67.50	44.50	14.00	673.00	16.00	3.18	11.33	3.40	41.78	12.65	88.73
SPT 432	63.00	40.00	17.00	1556.50	52.90	8.70	27.50	7.15	50.55	12.90	183.62
SPT 433	46.50	25.50	18.00	1491.50	20.40	4.60	11.55	4.75	29.45	9.68	166.19
SPT 434	56.50	51.00	21.00	2100.25	83.05	18.65	28.25	9.15	97.70	20.40	248.60
SPT 436	55.00	36.50	13.25	578.50	12.75	3.05	12.90	2.90	17.30	5.45	73.76
SPT 439	46.25	32.50	14.00	688.00	21.40	6.65	9.43	2.30	33.85	10.85	86.52
SPT 441	54.00	51.00	17.50	1294.50	54.25	9.75	34.30	8.75	58.38	16.88	159.93
Esfahan2	64.50	66.00	19.50	148.50	12.10	2.30	19.70	8.00	48.90	14.60	40.41
SPT 413	51.50	43.75	14.25	936.75	31.70	6.73	11.45	4.05	70.70	14.45	118.53
Esfahani	51.50	40.50	10.00	3267.50	15.45	3.05	13.60	3.00	24.20	8.30	343.71
Jahrom14	58.50	78.50	14.50	1142.00	31.35	6.90	24.40	7.00	48.50	12.45	142.41
Borazjan	42.50	27.00	21.00	934.50	17.65	3.00	14.55	3.45	54.25	15.35	113.33
L 16b	66.50	79.50	19.50	1678.00	47.45	10.80	22.05	10.15	61.05	16.55	201.16
Balouch	63.00	42.00	12.50	699.00	28.15	5.55	14.70	2.85	38.80	10.20	91.68
Lengeh	64.00	67.50	19.50	952.00	33.40	7.10	21.35	5.45	43.60	9.75	122.37
Saderati	45.00	53.50	21.50	1381.00	48.55	9.30	27.95	7.45	61.85	14.25	167.04
Eraghi	51.00	34.50	12.00	734.50	29.10	5.30	20.00	4.35	40.80	8.80	94.04
Shahroudi	50.50	49.00	30.50	1870.50	64.55	12.70	16.80	4.25	83.05	23.30	220.52
T.K.L	62.50	61.50	18.50	2111.00	59.05	11.70	35.85	8.35	113.40	13.85	249.57
L 17	65.50	73.50	21.00	4950.00	82.45	17.25	27.05	5.65	96.85	21.90	536.12
C.H.T. 26	51	48.75	24.50	1557	95.36	18.15	36.10	9.95	67.90	12.20	192.09

Samsun 1	55.75	96	31.25	2164.25	149.45	22.63	48.05	15.73	158.38	43.18	278.47
Samsun	55.50	56	21.75	2481	49.30	26.13	39.45	15.28	62.40	21.28	282.81
Mean	60.98	64.23	22.65	1819.10	57.76	14.38	29.92	9.82	70.93	17.60	216.74
LSD0.05	3.90	12.74	5.56	1068.01	29.85	8.09	10.49	5.14	33.27	8.89	

تاریخ گلدهی (FD, day)، ارتفاع بوته (PH, cm)، تعداد برگ (NL)، شاخص سطح برگ (LAI)، وزن تر برگ (FWL, gr)، وزن تر ریشه (FWR, gr)، وزن خشک ریشه (DWR, gr)، وزن تر اندام هوایی بجز برگ (APFW, gr)، وزن خشک اندام هوایی بجز برگ (APDW, gr)، وزن خشک برگ‌های بوته (DLYP, gr)، تعداد گل جالیز جوانه زده (NEB, gr)، وزن تازه گل جالیز (FWB, gr) و وزن خشک گل جالیز (FWB, gr).

Flowering date (FD), Plant height (PH), Number of leaf (NL), Leaf area (LA), Fresh weight of leaf (FWL), Fresh weight of root (FWR), Dry weight of root (DWR), Aerial part fresh weight without leaf (APFW), Aerial part dry weight without leaf (APDW), Dry leaf yield per plant (DLYP), Number of emerged broomrapes (NEB), Fresh weight of broomrapes (FWB), Dry weight of broomrapes (DWB).

جدول ۵- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های توتون از نظر صفات مورفولوژیک در شرایط تنش گل‌جالیز

Table 5. Comparison of the mean of tobacco genotypes in terms of morphological traits under broomrape stress conditions

Name of genotypes	Traits mean under broomrape stress condition										mean	Character		
	FD	PH	NL	LAI	FWL	DLYP	FWR	DWR	APFW	APDW		NEB	FWB (g)	DWB (g)
Kharmanli	63.67	82.5	25	1862.33	59.32	10	28.87	7.17	59.9	13.38	221.21	2.33 ± 0.76	63.38 ± 38.12	23.18 ± 15.12
Nevrokop	62.17	66.67	23.5	954.83	42.5	9.13	32.03	9.9	57.53	11.95	127.02	2.33 ± 0.61	13.97 ± 6.5	4.82 ± 2.24
Trabozan	67.33	66.67	31	1514.33	43.03	9.15	27.23	8.38	42.73	11.88	182.17	2.33 ± 0.56	19.25 ± 4.62	4.80 ± 1.12
Krumovgraid	62	63.5	26.33	2103.33	62	22.4	29.45	8.22	105.8	29.73	251.28	0.50 ± 0.22	0.97 ± 0.46	0.20 ± 0.09
Basma S.31	59	71.83	25.83	2257	43.85	9.4	35.7	12.35	61.62	13.37	259	3.00 ± 0.93	25.89 ± 12.02	6.30 ± 2.8
Triumph	42.33	34.33	15.17	2241.8	50.8	13.25	32.7	8.02	47.88	14.48	250.08	2.50 ± 0.62	51.52 ± 16.39	18.13 ± 5.75
Xanthi	56.67	67.33	22.67	1034.67	31.7	9.5	20.47	8.43	62.63	20.17	133.42	4.83 ± 1.25	62.13 ± 25.25	23.92 ± 9.81
Matianus	65.83	50	15.5	867.17	22.88	4.32	24.53	17.57	35.58	8.65	111.2	2.50 ± 0.62	23.4 ± 8	13.03 ± 4.83
Immni 3000	57.5	55.83	20.5	1455	52.07	11.62	27.1	6.97	43.98	12.67	174.32	2.00 ± 0.58	10.88 ± 5.45	2.83 ± 1.62
Melkin 261	65.33	70.33	24.67	2250	70.87	24.87	32.8	9.77	51.3	10.63	261.06	2.50 ± 0.50	71.62 ± 5.61	16.18 ± 1.6
Tyk-Kula	54	51.67	25	1050	33.4	6.83	19.33	4.77	46.37	11.17	130.25	2.33 ± 0.42	43.48 ± 17.27	6.12 ± 2.47
Ss-289-2	75	68	33	2061	70	15.07	33.1	7.33	64.1	17.13	244.37	2.67 ± 0.95	54.67 ± 21.86	15.32 ± 7.39
Ohdaruma	73.33	48	20	1444	85.02	26.75	16.47	5.77	40.25	10.82	177.04	0.50 ± 0.34	23.08 ± 16.4	6.72 ± 6.62
Ploudive 58	78.33	77	26.5	1846	41.07	9.8	31.1	10.33	67.47	21.9	220.95	1.00 ± 0.00	1.33 ± 0.11	0.47 ± 0.02
Line 20	64.67	74.33	19.67	1279.33	69.43	11.4	23.77	7.3	59.2	18.1	162.72	2.83 ± 0.79	21.20 ± 6.54	4.72 ± 1.44
T-B-22	63.67	67.33	31.83	2553.17	68.7	20.47	33.8	8.92	103.9	23.95	297.57	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0	0.00 ± 0
Ts 8	70	64.83	29.17	1929	64.28	17.47	31.78	11.03	79.12	20.18	231.69	0.33 ± 0.21	14.72 ± 14.04	5.37 ± 5.33
Alborz23	55.33	53.67	28.67	1777.17	47.25	12.92	24.43	6.92	62.72	26.87	209.59	1.67 ± 0.33	5.12 ± 1.66	1.43 ± 0.42
F.K.40-1	68.17	58.33	23.5	2077.5	84.65	26.78	38.5	10.63	51.17	15.1	245.43	2.33 ± 0.61	20.40 ± 5.4	6.78 ± 3.18
Pz17	65.6	61.4	23.8	1280.2	55.72	13.5	32.58	9.66	54.22	17.04	161.37	0.83 ± 0.31	28.27 ± 11.05	6.12 ± 2.22
K.P.Ha	64.67	44.33	24.67	2642.33	90.93	15.73	38.97	12.63	98.63	19.03	305.19	2.33 ± 0.76	35.43 ± 13.4	9.90 ± 3.43
K.B	65.67	41.33	19	1509.67	62.7	13.17	22.17	6.07	36.23	9.67	178.57	1.00 ± 0.37	2.30 ± 1.15	1.10 ± 0.63

Name of genotypes	Traits mean under broomrape stress condition										mean	Character		
	FD	PH	NL	LAI	FWL	DLYP	FWR	DWR	APFW	APDW		NEB	FWB (g)	DWB (g)
G.D.165	59.5	61.33	23	1736.5	95.43	21.95	48.82	15.02	88.05	21.1	217.07	0.17 ± 0.17	0.17 ± 0.17	0.05 ± 0.05
H.T.I	63.33	69.17	32.17	4276.17	105.75	31.53	28.22	12.45	118.55	33.73	477.11	0.50 ± 0.34	10.50 ± 7.05	2.53 ± 1.64
Kramograd N.H.H	61.17	83.33	26.5	1690.5	39.97	10.57	27.45	11.02	54.98	16.4	202.19	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0	0.00 ± 0
T.K.23	64.4	51.4	26.2	1253.8	53.08	11.3	27.9	7.14	51.9	15.74	156.29	2.50 ± 0.62	9.13 ± 20.18	3.00 ± 0.88
L 16a	66.83	84.33	22.17	1546.5	47.42	8.68	26.15	10.12	64.65	14.2	189.11	0.67 ± 0.33	1.97 ± 1.27	0.58 ± 0.41
Izmir 7	58.67	56.17	23.5	1786.17	47.4	10.57	23.67	5.4	53.15	13.72	207.84	1.00 ± 0.00	13.70 ± 4.53	3.50 ± 1.16
Mutant 3	59	62	15.33	1236.33	38.53	17.67	37.43	7.57	52.23	11	153.71	1.17 ± 0.31	4.23 ± 0.91	0.87 ± 0.2
Mutant 4	67.17	80.1	25.17	1991.83	58.6	10.87	18.43	6.78	77.37	17.03	235.33	1.00 ± 0.37	7.77 ± 5.54	1.42 ± 0.82
Pobeda 1	71	77	30	1721.67	71.83	8.6	18.27	6.43	58.67	14.43	207.79	0.67 ± 0.42	4.27 ± 2.7	1.97 ± 1.24
Pobeda 2	61.17	80.17	29.33	2227.17	50.83	11.15	29.52	10.5	62.1	13.17	257.51	2.00 ± 0.37	42.70 ± 20.56	4.04 ± 1.35
Rustica	46.5	46.33	15.67	590.83	21.02	7.68	12.75	2.95	34.15	6.87	78.47	1.50 ± 0.34	13.40 ± 2.94	4.60 ± 1.13
Samsun 959	70.83	70	32.67	1951.17	60.5	13.45	36.43	8.43	60.63	15.5	231.96	1.00 ± 0.45	8.15 ± 3.64	3.25 ± 1.49
Samsun dere	74	95.67	32.67	3308.5	80.57	12.83	25.37	8.87	78.52	18.23	373.52	1.33 ± 0.33	6.38 ± 1.45	2.92 ± 0.94
OR-205	59.67	46.33	15.67	1018.33	29.8	10.57	24.43	8.23	27.77	5.23	124.6	1.83 ± 0.48	48.00 ± 1.77	12.22 ± 2.73
OR-345	68.5	76.17	24	1281.33	28.42	8.65	20.05	6.37	50.55	10.42	157.44	2.17 ± 0.31	16.00 ± 3.18	4.58 ± 1.41
OR-379	62	75.33	25.17	1446.8	27.83	6.77	34.2	12.03	58.53	11.68	176.03	1.33 ± 0.49	1.65 ± .59	0.40 ± 0.15
C.H.T.209.12e	67	57.67	29.5	2769.5	99.17	32	38.7	12.9	107.33	23.45	323.72	0.50 ± 0.22	1.60 ± 0.76	0.13 ± 0.06
C.H.T.209.12e×F1	69.83	65.17	30.17	2299.83	98.97	38.83	35.27	11.55	100.88	20.83	277.13	0.83 ± 0.40	4.27 ± 2.77	4.23 ± 1.95
C.H.T.266-6	64.5	51	23.33	1375.5	39.55	9.05	13.27	5.43	25.42	10.18	161.72	0.50 ± 0.22	16.85 ± 8.04	4.58 ± 2.58
C.H.T.283-8	48.17	40.83	17.83	1211	57.32	15.33	24.13	5.77	49.48	11.35	148.12	2.33 ± 0.56	6.35 ± 0.6	1.78 ± 0.81
C.H.T.273-38	65.33	47.67	22	4268.67	57.6	14.17	27.13	8.4	45.03	9.63	456.56	0.83 ± 0.31	34.08 ± 10.93	11.55 ± 3.74
Basma 12-2	64.17	63	18.83	1460.17	74.65	25.07	35.7	13.32	56.53	15.62	182.71	1.67 ± 0.21	5.95 ± 1.91	2.67 ± 0.94
Basma 16-10	59.33	58.17	27.33	1264.33	64.62	27.23	14.22	4.08	51.28	12.12	158.27	1.00 ± 0.37	7.15 ± 2.19	2.15 ± 0.74
Basma 104-1	66.33	74.67	24.17	1621	66.65	17.15	22.9	6.48	52.45	15	196.68	1.17 ± 0.31	7.80 ± 2.98	4.12 ± 1.58
Basma 181-8	68.83	61.83	24.17	1049.67	46.78	10.38	15.82	5.87	53.97	13.13	135.05	1.67 ± 0.21	7.88 ± 1.9	1.73 ± 0.36
Zichna	59.67	70	29.33	1387.33	46.33	21.97	18.83	7.07	49	11.5	170.1	1.83 ± 0.48	10.75 ± 3.51	5.02 ± 1.37
Izmir	54.33	58	20.67	686.33	39.68	13.28	19.47	4.65	43.25	13.18	95.28	2.17 ± 0.65	9.90 ± 2.06	2.17 ± 0.45
P.D.324	70.33	84.67	28	809	47.03	10.7	25.57	8.2	70.43	22.2	117.61	1.50 ± 0.43	41.35 ± 8.63	16.12 ± 3.9
P.D.325	56.5	64.33	24.5	1278.17	34.23	8.65	32.02	7.5	72.87	15.65	159.44	1.17 ± 0.40	3.47 ± 1.19	2.22 ± 0.81
P.D.406	55.17	53	17.83	935.2	33.98	7.73	38.85	9.2	50.63	11.73	121.33	1.33 ± 0.33	0.87 ± 0.39	0.37 ± 0.14

Name of genotypes	Traits mean under broomrape stress condition										mean	Character		
	FD	PH	NL	LAI	FWL	DLYP	FWR	DWR	APFW	APDW		NEB	FWB (g)	DWB (g)
P.D.328	49.5	30.67	11.67	1248	37.23	12.77	24.95	6.68	24.92	10.07	145.65	2.17 ± 0.48	14.45 ± 4.88	4.35 ± 1.01
P.D.329	61.67	79	28.33	1352	33.9	7.97	22	3.3	63.97	14.23	166.64	1.50 ± 0.43	16.43 ± 3.91	4.5 ± 2.30
P.D.336	60.67	69	26.5	1490	50.2	11.67	29.58	7.87	94.37	18.17	185.8	1.33 ± 0.33	1.48 ± 0.53	1.68 ± 1.31
P.D.345	66.83	74.5	24.83	903.33	26.02	5.42	26	3.9	45.03	8.93	118.48	1.17 ± 0.17	10.2 ± 5.31	0.47 ± 0.12
P.D.364	60.83	80.67	25.5	1889.17	61.18	11.3	39.88	11.37	68.38	17.47	226.58	1.67 ± 0.49	3.12 ± 1.30	1.15 ± 0.50
P.D.365	57	55	20.83	978	30.62	10.6	15.3	5.67	36.35	10.08	121.95	2.33 ± 0.21	25.03 ± 7.17	8.3 ± 1.61
P.D.371	62.33	59.67	17.67	812	18.57	5.62	20.7	7.47	27.17	9.3	104.05	2.00 ± 0.00	22.1 ± 7.70	10.27 ± 3.01
P.D.381	62.83	79	26.33	1652.33	51.8	11.18	30.5	9.72	67.43	12.47	200.36	2.00 ± 0.26	12.63 ± 6.47	4.97 ± 1.01
SPT 403	54.33	45.83	14.83	1049.17	36.77	6.27	11.87	3.23	27.28	7.03	125.66	1.50 ± 0.22	31.92 ± 8.63	4.28 ± 1.55
SPT 405	54.33	47.17	16	915	34.43	10.47	26.25	5.67	32.8	7.1	114.92	0.83 ± 0.40	3.28 ± 1.57	1.75 ± 0.85
SPT 406	57	40.67	12.67	1091.33	32.53	6.03	36.3	6.47	37.37	8.9	132.93	1.00 ± 0.37	37.87 ± 16.40	9.29 ± 4.47
SPT 408	53	35.5	11	629.33	19.78	4.53	12.72	4.87	23.13	5.88	79.97	2.00 ± 0.63	26.33 ± 14.08	8.12 ± 3.36
SPT 409	54.33	34.33	11	737.33	26.9	6	5.83	4.13	28.43	8.23	91.65	3.00 ± 0.00	28.08 ± 8.18	3.78 ± 1.31
SPT 410	58	42.67	18.33	1072.33	35.47	5.57	18.8	8.47	28.47	5.1	129.32	4.00 ± 0.58	40.85 ± 13.12	13.37 ± 4.87
SPT 412	57	38.67	14.33	857.67	25.13	4.13	13.45	4.68	25.17	4.63	104.49	1.83 ± 0.17	20.98 ± 4.11	5.28 ± 1.37
Esfahan5	55	60	14.67	993.17	31.62	5.9	16.83	6.97	23.98	6.48	121.46	2.50 ± 0.50	31.92 ± 7.68	7.13 ± 1.75
SPT 420	56.33	30.33	9.33	284.33	13.2	3.97	2.07	1.37	27.88	4.67	43.35	2.67 ± 0.49	10.77 ± 2.50	1.18 ± 0.23
SPT 430	61.33	39	13.17	690.33	13.58	3.97	8.62	3.32	18.22	6.23	85.78	3.00 ± 0.68	4.72 ± 0.64	2.63 ± 0.68
SPT 432	62	32	13	773	19.93	4.13	16.43	4.47	22.53	4.73	95.22	1.00 ± 0.37	12.63 ± 7.18	2.58 ± 2.18
SPT 433	50.67	27.67	9.33	650.33	26.67	4.33	10.43	4.25	26.43	6.45	81.66	1.83 ± 0.40	7.55 ± 1.97	3.63 ± 1.44
SPT 434	59.67	43.83	15	881.8	29.73	8.38	18.12	3.95	21.45	5	108.69	2.67 ± 0.61	27.95 ± 13.75	7.13 ± 3.61
SPT 436	61.67	35	12.17	583	16.7	3.97	9.28	3.55	18.53	5.3	74.92	2.67 ± 0.21	20.13 ± 7.38	5.05 ± 1.94
SPT 439	52	27	9	630.33	17.57	4.58	18.58	4.92	22.2	6.23	79.24	2.33 ± 0.42	25.9 ± 6.25	3.57 ± 1.09
SPT 441	51.67	47	17.67	1155	36.23	7.5	20.37	3.22	39.9	6.33	138.49	1.00 ± 0.37	6.67 ± 3.15	0.23 ± 0.08
Esfahan2	63.33	54.67	19.33	720.2	22.17	5	19.63	7.23	23.23	5.9	94.07	1.67 ± 0.21	2.93 ± 1.32	4.47 ± 0.82
SPT 413	53.17	31.5	12.17	370.67	15.85	3.43	7.73	2.9	20.6	4.52	52.25	1.67 ± 0.67	17.7 ± 4.26	3.27 ± 1.39
Esfahani	51	44.33	12.33	419.33	15.93	4.5	14.9	4.1	27.73	6.87	60.1	1.33 ± 0.21	7.47 ± 2.60	0.85 ± 0.27
Jahrom14	61.33	77	21	1093.67	35.67	8.2	36.1	8.9	53.97	12.93	140.88	1.33 ± 0.21	4.07 ± 1.47	1.67 ± 0.52
Borazjan	53	30.33	9	229	11.83	4.13	8.93	4.73	33.6	9.13	39.37	5.00 ± 0.97	15.5 ± 4.92	2.83 ± 0.83
L 16b	66	72	25.67	573	26.3	5.13	23.97	4.67	37.2	8.9	84.28	0.67	1.97	0.58
Balouch	63	35.67	11.33	605.67	19.4	4.73	5.03	3.43	14.07	6.7	76.9	0.67 ± 0.21	0.38 ± 0.14	0.43 ± 0.14

Name of genotypes	Traits mean under broomrape stress condition										mean	Character		
	FD	PH	NL	LAI	FWL	DLYP	FWR	DWR	APFW	APDW		NEB	FWB (g)	DWB (g)
Lengeh	65	63.67	23	1769.5	38.27	10.17	26.4	15.6	39.5	9.3	206.04	3.00 ± 0.97	14.2 ± 5.22	1.27 ± 0.71
Saderati	49.67	48.67	12.67	1245.5	35.27	5.6	31.7	10.3	48.07	8.53	149.6	2.33 ± 1.17	11.83 ± 7.32	2.47 ± 1.31
Eraghi	54.67	33.33	12.67	1762.33	40.23	8.57	12.2	3.9	41.83	9.43	197.92	1.00 ± 0.37	11.73 ± 3.79	2.37 ± 0.75
Shahroudi	62.67	47.67	12.67	305.33	26.5	7.17	7.93	5	23.43	8.97	50.73	0.67 ± 0.42	6.83 ± 4.32	1.8 ± 1.14
T.K.L	62.33	34	15.33	977.67	30.7	6	17.47	4.87	23.3	5.33	117.7	2.33 ± 0.42	23.5 ± 2.93	6.1 ± 0.57
L 17	70	65.67	24	1997	71.37	14.33	25.8	6.73	65.63	12.83	235.34	0.33 ± 0.11	1.27 ± 0.54	0.14 ± 0.08
C.H.T.26	57.67	43.17	20.5	2308.33	66.8	15.53	33.63	9.97	61.53	12.27	262.94	0.67 ± 0.21	1.73 ± 0.83	0.83 ± 0.44
Samsun 1	60.83	44	22.5	1639.83	77.98	19.47	25.87	8.1	85.48	31.2	201.53			
Samsun	56.33	53.83	20.83	2012	50.13	16.75	32.27	12.3	60.35	14.38	232.92			
Mean	61.02	56.93	21.09	1421.92	45.93	11.66	24.16	7.5	50.69	12.7	171.36			
LSD0.05	3.9	12.74	5.56	1068.01	29.85	8.09	10.49	5.14	33.27	8.89				

تاریخ گلدهی (FD, day)، ارتفاع بوته (PH, cm)، تعداد برگ (NL)، شاخص سطح برگ (LAI)، وزن تر برگ (FWL, gr)، وزن تر ریشه (FWR, gr)، وزن خشک ریشه (DWR, gr)، وزن تر اندام هوایی بجز برگ (APFW, gr)، وزن خشک اندام هوایی بجز برگ (APDW, gr)، وزن خشک برگ‌های بوته (DLYP, gr)، تعداد گل جالیز جوانه زده (NEB, gr)، وزن تازه گل جالیز (FWB, gr) و وزن خشک گل جالیز (FWB, gr).

Flowering date (FD), Plant height (PH), Number of leaf (NL), Leaf area (LA), Fresh weight of leaf (FWL), Fresh weight of root (FWR), Dry weight of root (DWR), Aerial part fresh weight without leaf (APFW), Aerial part dry weight without leaf (APDW), Dry leaf yield per plant (DLYP), Number of emerged broomrapes (NEB), Fresh weight of broomrapes (FWB), Dry weight of broomrapes (DWB).

جدول ٦- درصد کاهش صفات مورفولوژیک در ژنوتیپ‌های توتون در شرایط تنش گل‌جالیز نسبت به شرایط نرمال (بدون گل‌جالیز)

Table 6. Percentage reduction of morphological traits in tobacco genotypes under broomrape stress conditions compred to normal states (witout broomrape stress conditions)

Reaction		Percentage reduction of morphological traits										Mean
		APFW	APDW	FWR	DWR	LAI	FWL	DLYP	PH	FD	NL	
Susceptible	Kharmanli	56.65	53.10	43.31	51.72	-22.50	30.30	52.56	26.83	5.67	18.03	31.57
	Krumovgraid	21.43	32.20	14.51	14.82	30.99	40.18	40.23	7.30	-2.90	-2.25	19.65
	Basma S. 31	39.55	36.18	18.27	7.14	-23.13	16.84	33.80	11.87	-8.26	7.75	14.00
	Xanthi	27.54	4.99	50.38	44.17	22.90	17.12	-18.75	8.08	-1.20	17.56	17.28
	Matianus	32.36	44.12	30.37	-60.75	35.84	39.39	53.04	20.63	-1.28	17.33	21.11
	Immni 3000	30.85	20.81	18.00	22.56	45.26	28.91	28.27	26.78	28.79	18.81	26.91
	F.K.40-1	54.83	35.14	21.48	16.30	30.59	37.77	22.44	24.98	-3.68	24.19	26.40
	Pz17	53.69	43.35	28.52	27.91	57.65	47.88	54.47	13.52	-2.50	11.85	33.63
	K.B	37.05	55.64	8.01	30.23	17.81	0.40	33.15	31.97	-11.31	7.32	21.03
	H.T.I	33.86	9.21	31.09	37.53	8.84	38.06	27.60	9.88	-0.92	-2.94	19.22
	Kramograd N.H.H	25.63	18.20	14.75	12.05	27.80	35.30	26.50	4.22	2.90	-3.92	16.34
	T.K.23	18.50	6.86	17.21	23.88	45.04	32.81	32.86	15.74	4.59	-13.91	18.36
	L 16a	38.02	42.46	36.27	23.80	35.73	41.85	30.28	18.32	-4.42	7.62	26.99
	Mutant 4	6.37	44.07	64.79	53.50	47.73	1.51	-29.40	20.22	-0.25	19.46	22.80
	Pobeda 1	31.86	24.65	40.00	56.41	24.50	-25.47	45.40	18.52	-8.40	11.76	21.92
	Pobeda 2	29.66	45.87	24.56	-0.96	2.28	6.27	-37.65	7.59	-0.69	2.23	7.91

	Rustica	15.74	18.21	21.54	59.20	37.66	37.90	20.41	32.53	3.79	23.56	27.05
	Samsun 959	49.74	40.57	34.48	58.06	36.55	41.87	44.26	9.68	11.74	11.70	33.86
	OR-205	72.89	81.24	-14.80	-4.18	60.95	51.37	26.75	45.17	8.20	44.53	37.21
	C.H.T.209.12e	26.16	18.94	31.30	32.74	29.68	45.10	32.60	21.27	5.63	13.24	25.67
	C.H.T.209.12e×F1	16.13	43.47	20.74	43.93	26.56	3.00	0.31	15.64	0.95	25.96	19.67
	C.H.T.283-8	42.36	44.90	40.05	41.72	54.38	46.45	38.75	36.94	25.32	32.72	40.36
	C.H.T.273-38	53.06	61.63	49.97	63.37	-26.81	46.28	63.05	43.25	-0.51	27.87	38.12
	Basma 16-10	36.61	40.00	59.20	67.10	-5.91	25.79	1.70	23.46	2.74	4.11	25.48
	Basma 104-1	20.89	2.60	24.12	17.45	30.90	26.38	21.08	14.42	0.26	12.11	17.02
	Basma 181-8	34.90	30.82	36.54	41.59	42.94	8.90	25.59	23.43	3.40	19.43	26.75
	Izmir	39.68	34.03	12.81	21.19	55.02	14.48	-2.15	8.30	-4.48	-6.00	17.29
	P.D.325	20.88	29.44	16.51	41.77	33.63	23.73	35.35	5.74	1.74	2.00	21.08
	P.D.406	27.13	31.60	-13.33	21.90	26.00	24.66	10.12	6.19	4.88	11.95	15.11
	P.D.329	-5.51	4.18	45.79	85.03	-6.39	-10.32	39.85	9.71	3.64	-19.28	14.67
	P.D.345	24.95	27.58	3.53	55.68	16.90	18.46	36.83	0.33	-0.88	-1.35	18.20
	P.D.365	33.73	43.15	36.20	39.55	26.19	8.95	-8.16	17.60	1.72	14.10	21.30
	P.D.371	52.87	35.86	17.86	2.35	27.87	40.29	51.97	7.49	0.67	33.94	27.12
	SPT 408	40.43	34.88	20.50	61.59	30.44	18.60	36.47	16.96	1.40	-2.33	25.89
	SPT 412	38.38	43.19	43.72	15.68	-32.25	20.73	17.40	23.43	1.72	7.55	17.95
	SPT 420	-5.41	39.35	87.95	72.76	26.34	-9.27	-17.46	25.57	1.18	1.79	22.28
	SPT 430	56.39	50.75	23.92	2.35	-2.58	15.13	-24.84	12.36	9.14	5.93	14.85
	SPT 432	55.43	63.33	40.25	37.48	50.34	62.33	52.53	20.00	1.59	23.53	40.68
	SPT 434	78.05	75.49	35.86	56.83	58.01	64.20	55.07	14.06	-5.61	28.57	46.05
	SPT 441	31.65	62.50	40.61	63.20	10.78	33.22	23.08	7.84	4.31	-0.97	27.62
	SPT 413	70.86	68.72	32.49	28.40	60.43	50.00	49.03	28.00	-3.24	14.60	39.93
	Borazjan	38.06	40.52	38.63	-37.10	75.49	32.97	-37.67	-12.33	-24.71	57.14	17.10
	L 16b	39.07	46.22	-8.71	53.99	65.85	44.57	52.50	9.43	0.75	-31.64	27.20
	Balouch	63.74	34.31	65.78	-20.35	13.35	31.08	14.77	15.07	0.00	9.36	22.71
	Shahroudi	71.79	61.50	52.80	-17.65	83.68	58.95	43.54	2.71	-24.10	58.46	39.17
	T.K.L	79.45	61.52	51.27	41.68	53.69	48.01	48.72	44.72	0.27	17.14	44.65
	L 17	32.24	41.42	4.62	-19.12	59.66	13.44	16.93	10.65	-6.87	-14.29	13.87
	Samsun 1	46.03	27.74	46.16	48.51	24.23	47.82	13.96	54.17	-9.11	28.00	32.75
Partial tolerant	Nevrokop	-6.54	7.36	5.66	-10.24	42.64	28.33	22.63	14.80	10.87	-2.17	11.33
	Triumph	11.82	-23.44	2.39	45.37	-24.58	24.96	37.65	9.06	17.40	10.76	11.14
	Ohdaruma	12.75	23.43	23.57	23.88	22.93	22.94	10.83	6.80	2.55	-11.11	13.86
	T-B-22	14.06	-0.08	1.97	31.65	10.69	24.21	14.46	4.50	0.52	8.40	11.04
	K.P.Ha	9.99	15.91	33.44	30.91	13.59	17.22	25.45	6.18	-9.15	-9.64	13.39
	OR-345	5.48	-0.19	36.53	31.51	19.44	2.84	7.98	13.69	0.00	2.04	11.93
	Basma 12-2	36.40	32.09	23.28	14.78	-33.75	29.30	15.16	9.68	-2.26	5.85	13.05
	SPT 433	10.25	33.37	9.70	10.53	56.40	-30.74	5.87	-8.51	-8.97	48.17	12.61
	Saderati	22.28	40.14	-13.42	-38.26	9.81	27.35	39.78	9.03	-10.38	41.07	12.74
	Samsun	3.29	32.42	18.20	19.50	18.90	-1.68	35.90	3.88	-1.50	4.23	13.31
	Trabozan	6.76	12.84	-1.87	5.84	17.25	7.26	24.07	-3.36	-3.58	-18.10	4.71
	Melkin 261	31.85	28.18	19.11	22.64	-86.88	14.46	-47.33	9.25	3.93	-14.74	-1.95
	Tyk-Kula	9.49	12.73	6.17	16.02	10.94	2.20	21.49	12.42	-4.85	0.00	8.66

	Ss-289-2	14.74	38.23	1.19	26.70	24.58	-2.52	9.65	0.37	-15.38	-5.60	9.20
	Ploudive 58	-6.25	-41.29	5.04	-17.39	-20.10	-30.38	-7.10	8.33	0.53	3.64	-10.50
	Line 20	-21.06	16.20	-30.25	-13.53	23.76	-135.76	-14.00	-18.45	14.63	-7.78	-18.62
	Ts 8	-34.79	-116.29	0.06	-7.09	-6.75	-52.58	-28.65	-12.26	-0.36	-22.82	-28.15
	Alborz23	13.11	-68.99	30.56	16.63	19.10	-12.69	10.28	12.73	1.20	-1.49	2.04
	G.D.165	15.12	3.65	-28.81	-38.05	20.26	11.72	13.58	-6.66	6.30	8.91	0.60
	Izmir 7	37.20	34.13	25.21	0.92	58.51	-75.88	40.38	-18.25	-9.15	-1.08	9.20
Tolerant	Mutant 3	-46.51	-88.03	-54.03	41.45	0.48	-11.52	-77.59	-60.00	0.00	-11.49	-30.72
	Samsun dere	-0.50	8.62	8.25	21.85	-133.77	-87.81	-18.25	-9.97	5.73	-3.71	-20.96
	OR-379	-1.18	0.17	10.24	13.45	-31.59	-13.68	2.59	0.55	-0.40	-9.43	-2.93
	C.H.T.266-6	-4.39	-10.65	7.07	8.74	17.66	27.20	7.65	3.32	-5.31	-8.51	4.28
	Zichna	13.85	34.95	12.01	-12.22	10.60	-29.41	-189.08	10.54	1.37	-2.91	-15.03
	P.D.324	37.91	15.43	-58.82	-10.81	54.94	-11.10	-18.23	-15.59	0.59	-13.13	-1.88
	P.D.328	-0.28	0.30	-11.98	-3.09	0.95	4.90	8.79	-4.85	-21.47	2.75	-2.40
	P.D.336	10.72	8.60	20.27	47.11	10.86	7.21	17.41	-6.56	0.13	-12.77	10.30
	P.D.364	5.26	17.32	5.00	-3.36	17.57	17.49	-23.77	11.84	3.83	11.30	6.25
	P.D.381	17.77	19.29	10.37	4.99	11.45	17.91	5.65	1.25	6.22	2.48	9.74
	SPT 403	-0.74	24.81	4.27	4.44	-2.53	2.54	8.60	5.51	5.92	-14.08	3.87
	SPT 405	-11.83	21.55	-67.95	39.68	4.56	-15.34	-78.97	0.69	1.22	-14.29	-12.07
	SPT 406	6.41	15.08	-125.75	-43.78	-4.28	1.06	7.23	7.04	-2.24	9.50	-12.97
	SPT 409	-40.74	26.84	73.72	12.68	-82.51	-60.79	-13.21	10.25	-3.49	10.20	-6.70
	SPT 410	42.87	4.32	8.74	-82.94	-4.95	8.06	12.01	1.34	-7.41	-52.75	-7.07
	Esfahan5	41.51	29.95	1.58	-17.14	-23.30	10.63	36.22	-18.23	-4.76	-33.36	2.31
	SPT 436	-7.11	2.75	28.06	-22.41	-0.78	-30.98	-30.16	4.11	-12.13	8.15	-6.05
	SPT 439	34.42	42.58	-97.03	-113.91	8.38	17.90	31.13	16.92	-12.43	35.71	-3.63
	Esfahan2	52.49	59.59	0.36	9.62	-384.98	-83.22	-117.39	17.17	1.81	0.87	-44.37
	Esfahani	-14.59	17.23	-9.56	-36.67	87.17	-3.11	-47.54	-9.46	0.97	-23.30	-3.89
	Jahrom14	-11.28	-3.86	-47.95	-27.14	4.23	-13.78	-18.84	1.91	-4.84	-44.83	-16.64
	Lengeh	9.40	4.62	-23.65	-186.24	-85.87	-14.58	-43.24	5.67	-1.56	-17.95	-35.34
	Eraghi	-2.52	-7.16	39.00	10.34	-139.94	-38.25	-61.70	3.39	-7.20	-5.58	-20.96
	C.H.T.26	9.38	-0.57	6.84	-0.20	-48.25	29.95	14.44	11.45	-13.08	16.33	2.63
	Mean	23.51	23.70	14.85	13.74	9.93	10.61	9.01	9.80	-0.70	5.02	

تاریخ گلدهی (FD, day)، ارتفاع بوته (PH, cm)، تعداد برگ (NL)، شاخص سطح برگ (LAI)، وزن تر برگ (FWL, gr)، وزن تر ریشه (FWR, gr)، وزن خشک ریشه (DWR, gr)، وزن تر اندام هوایی بجز برگ (APFW, gr)، وزن خشک اندام هوایی بجز برگ (APDW, gr)، وزن خشک برگ‌های بوته (DLYP, gr).

Flowering date (FD), Plant height (PH), Number of leaf (NL), Leaf area (LA), Fresh weight of leaf (FWL), Fresh weight of root (FWR), Dry weight of root (DWR), Aerial part fresh weight without leaf (APFW), Aerial part dry weight without leaf (APDW), Dry leaf yield per plant (DLYP), Number of emerged broomrapes (NEB), Fresh weight of broomrapes (FWB), Dry weight of broomrapes (DWB).

اصلاح برای مقاومت در برابر انگل گل‌جالیز به دلیل ماهیت پیچیده و وراثت‌پذیری پایین صفتِ مقاومت سخت و دشوار است. به‌رغم این مشکلات، موفقیت-های قابل توجهی در برخی از محصولات مانند آفتابگردان علیه *O. cumana* یا Faba bean و Vetch

در برابر *O. crenata* به دست آمده است (Cubero *et al*., 1994; Joel *et al*., 2007; Rubiales *et al*., 2006). مشابه بررسی حاضر، محققان دیگری نیز برای تعیین میزان تحمل ارقام توتون به گل-جالیز، صفاتی مانند رشد و عملکرد، بیوماس ریشه و ساقه، ارتفاع گیاه، تعداد و ابعاد برگ را مورد بررسی قرار دادند (Emiroglu *et al*., 1987). به گزارش محققان، گل جالیز مصری باعث کاهش ارتفاع و وزن خشک ریشه و ساقه گوجه‌فرنگی (Eizenberg *et al*., 2007)، بویژه در ارقام حساس می‌شود (Dor *et al*., 2006). براساس یافته‌های Meighani *et al*. (2009) مشخص شده است تفاوت معنی‌داری بین ارقام گوجه‌فرنگی از نظر درصد کاهش وزن خشک ریشه و ساقه و ارتفاع بوته در حضور گل-جالیز وجود دارد؛ بعبارت دیگر ارقام گوجه‌فرنگی از نظر این صفات واکنش یکسانی به گل‌جالیز نشان نمی-دهند. تاثیر تراکم ریشه و توزیع عمقی آنها در فرار از آلودگی گل جالیز در باقلا (Goldwasser & Kleifeld, 2004) و نخود (Rubiales *et al*., 2003a; Rubiales *et al*., 2003b) گزارش شده است. در این مطالعه میزان تراکم ریشه و توزیع فضایی آنها در خاک مطالعه نشد، اما انتظار می‌رود تفاوت‌های قابل توجهی بین ژنوتیپ‌های توتون مورد مطالعه وجود داشته باشد. تراکم ریشه در خاک متاثر از بافت خاک است. تراکم ریشه میزان ماده خروجی (ماده تحریک کننده) از نوک ریشه به خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد که عامل مؤثر در جوانه‌زنی بذر گل جالیز است (Fernández-Aparicio *et al*., 2009). پارازیته شدن آفتابگردان توسط گل‌جالیز ارتفاع آن را کاهش می‌دهد (Alcántara *et al*., 2006; Shindrova *et al*.,1998).

برگ توتون قسمت تجاری این گیاه است؛ عملکرد برگ خشک تابع اجزای عملکرد می‌باشد (Woras *et al*., 1993). تعداد برگ که یکی از اجزای مهم عملکرد هست به خصوصیات ژنتیکی ارقام و شرایط محیطی دوره رشد بستگی دارد و تعداد آن در ارقام مختلف توتون متفاوت است (Woras *et al*., 1993). زمان گل‌دهی از اجزای دیگر عملکرد نقش مهمی در رشد و نمو و میزان محصول توتون دارد (Mackown, 1991) با شروع دوره گلدهی و رقابت بین اندام‌های رویشی و زایشی، مواد غذایی در گیاه به سمت اندام زایشی منتقل می‌شود و از عملکرد برگ کاسته می‌شود. بنابراین بررسی صفات مورفولوژیک در شرایط تنش در اصلاح توتون مقاوم با عملکرد بالا مفید خواهد بود.

نتیجه گیری کلی

صفات مورد بررسی در شرایط تنش گل‌جالیز نسبت به شرایط نرمال کاهش میانگین نشان دادند که این کاهش میانگین بجز صفات تاریخ گل‌دهی، تعداد برگ و وزن تر برگ برای بقیه صفات معنی‌دار بود. بیشترین درصد کاهش میانگین مربوط به صفت وزن تر بوته بجز برگ و وزن خشک اندام هوایی بجز برگ می‌باشد. کمترین درصد کاهش میانگین مربوط به صفت تعداد برگ و تاریخ گل‌دهی می‌باشد. بیشترین درصد کاهش میانگین برای صفت وزن تر بوته در شرایط تنش مربوط به ژنوتیپ T.K.L (۷۹/٤٥٪) و کمترین درصد کاهش میانگین وزن تر بوته مربوط به ژنوتیپ (٤٦/٥١-٪) Mutant 3 بود. بیشترین درصد کاهش میانگین برای صفت تعداد برگ در شرایط تنش متعلق به ژنوتیپ Immni 3000 (۲۸/۷۹ ٪) و کمترین کاهش درصد تعداد برگ در شرایط تنش مربوط به ژنوتیپ Shahroudi (۱۰/۲٤-٪) بود. در مجموع بر اساس درصد کاهش میانگین‌ها مشخص می‌شود که ژنوتیپ F.K.40-1، Immni 3000، Kharmanli C.H.T.283-8، Pz17، K.B، L 16a، Rustica، C.H.T.209.12e، C.H.T.283-8، Basma 181-8، SPT 413، T.K.L و Samsun 1 از نظر میانگین مجموع صفات مورد بررسی

جزو حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش گل‌جالیز هستند. در حالیکه ژنوتیپ‌های Ploudive 58، Ts 8، Mutant 3، OR-379، P.D.328، Jahrom14 و Lengeh نسبت به هیچ کدام از صفات کاهش نشان ندادند و جز ژنوتیپ‌های متحمل هستند (جدول ٦).

فایل تکمیلی ۱- رویه انجام محاسبات در SAS

```
data a;
input Year Condition Genotype Rep x;
cards;
%include 'c:\mult.sas';
ods output lsmeans=lsmeans diffs=diffs;
proc mixed data=a method=REML;
class Year Condition Genotype Rep;
model x= Condition Genotype Condition×Genotype/ddfm=Kr;
random Year Year×Condition Rep (Year Condition) Genotype×Year Genotype×Year×Condition;
repeated /group=Year×Condition Type=un;
lsmeans Genotype×Condition/slice=Condition pdiff Adjust=Tukey;
%mult (trt=Genotype, by=Condition, alpha=0.05);
run;
```

فایل تکمیلی ۲- محاسبه عدد LSD (حداقل اختلاف معنی‌دار)

باتوجه‌به رابطه اف تست زیر، مخرج کسر به عنوان ام اس اشتباه آزمایشی برای آزمون معنی‌داری منبع در نظر گرفته می‌شود

$$F_g = \frac{MS_g}{MS_{gy}}$$

با توجه به اصول امید ریاضی میانگین مربعات، مخرج کسر برابر با رابطه زیر است:

$$MS_{gy} = \sigma_e^2 + r\sigma_{gyl}^2 + rl\sigma_{gy}^2$$

در این رابطه با فرض محیط به عنوان فاکتور ثابت، رابطه به صورت زیر در می‌آید:

$$MS_{gy} = \sigma_e^2 + rl\sigma_{gy}^2$$

در نتیجه اس دی بار برای محاسبه ال اس دی به صورت زیر است:

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2MSgy}{ryl}}$$

$$LSD = S_{\bar{d}} \times t(df_e \propto 0.05)$$

همچنین محاسبه عدد LSD برای مقایسات میانگین در هر یک از شرایط غیر آلوده و آلوده به گل جالیزبه صورت زیر انجام گرفت:

$$F_{gl} = \frac{MS_{gl}}{MS_{gly}}$$

$$MS_{gyl} = \sigma_e^2 + r\sigma_{gyl}^2$$

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2MSgyl}{ry}}$$

$$LSD = S_{\bar{d}} \times t(df_e \propto 0.05)$$

منابع

Akbarpour, O.A., Dehghani, H., Rousta, M.J. and Amini, A. 2015a. Evaluation of characteristics of several Iranian bread wheat genotypes using restricted maximum likelihood method under non-stress and salt stress conditions. Iranian Journal of Crop Science, 46(1): 57-69. (In Persian)

Akbarpour, O.A., Dehghani, H. and Rousta, M.J. 2015b. Evaluation of salt stress of Iranian wheat germplasm under field conditions. Crop and Pasture Science, 66(8):770-781.

Alcántara, E., Morales-García, M. and Díaz-Sánchez, J. 2006. Effects of broomrape parasitism on sunflower plants: Growth, development, and mineral nutrition. J. Plant Nutr. 29(7): 1199-1206.

Berry, D.P., Buckley, F., Dillon, P., Evans, R.D., Rath, M. and Veerkamp, R.F. 2002. Genetic parameters for level and change of body condition score and body weight in dairy cows. J. Dairy Sci. 85(8): 2030-2039.

Boldman, K., Kriese, L., Van Vleck, L. and Kachman, S. 1993. A manual for the use of MTDFREML: A set of programs of variances and co variances. Lincoln: Department of Agriculture Research Service.

Bozhinova, P. 2006. Coefficients for determination of the leaf area in three Burley tobacco varieties. J. Cent. Eur. Agric. 7(1): 7-12.

Bureau, F., Detilleux, J., Dorts, T., Uystepruyst, C., Coghe, J., Leroy, P.L. and Lekeux, P. 2001. Spirometric performance in Belgian blue calves: I. Effects on economic losses due to the bovine respiratory disease complex. J. Anim. Sci. 79(5): 1301-1304.

Burgueño, J., Cadena, A., Crossa, J., Banziger, M., Gilmour, A. and Cullis, B.R. 2000. User's guide for spatial analysis of field variety trials using ASREML. Mexico, D.F.: CIMMYT.

Cockerham, C. 1963. Estimation of genetic variances. In: Statistical Genetics and Plant Breeding. Eds: Hanson W.D. and Robinson, H.F., Pp. 53–94. Publication 982. National Academy of Sciences–National Research Council: Washington DC.

Conington, J., Bishop, S., Grundy, B., Waterhouse, A. and Simm, G. 2001. Multi-trait selection indexes for sustainable UK hill sheep production. Animal Science, 73(3): 413-423.

Cubero, J., Pieterse, A., Khalil, S. and Sauerborn, J. 1994. Screening techniques and sources of resistance to parasitic angiosperms. Expanding the production and use of cool season food legumes. Springer, Pp. 333-345.

Darvishzadeh, R., Alavi, S.R. and Sarafi, A. 2011. Genetic variability for chlorine concentration in oriental tobacco genotypes. Arch. Agron. Soil Sci. 57(2): 167-177.

Davalieva, K., Maleva, I., Filiposki, K., Spiroski, O. and Efremov, G.D. 2010. Genetic variability of Macedonian tobacco varieties determined by microsatellite marker analysis. Diversity, 2(4): 439-449.

de Souza, V.A., Byrne, D.H. and Taylor, J.F. 1998. Heritability, genetic and phenotypic correlations, and predicted selection response of quantitative traits in peach: II. An analysis of several fruit traits. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 123(4): 604-611.

Dhanapal, G.N., Struik, P., Udayakumar, M. and Timmermans, P. 1996. Management of broomrape (*Orobanche* spp.)–a review. J Agron Crop Sci 176(5): 335-359.

Díaz-Ruiz, R., Torres, A., Gutierrez, M.V., Rubiales, D., Cubero, J.I., Kharrat, M., Satovic, Z. and Román, B. 2009. Mapping of quantitative trait loci controlling *Orobanche foetida* Poir. resistance in faba bean (*Vicia faba* L.). Afr. J. Biotechnol. 8(12): 2718-2724.

Ditam, M.A., Rispail, N., Prats, E., Rubiales, D. and Singh, K.B. 2006. Biotechnology approaches to overcome biotic and abiotic stress constraints in legumes. Euphytica, 147(1-2): 1-24.

Dor, E., Alperin, B., Kapulnik, Y., Vininger, S. and Hershenhorn, J. 2006. The resistance mechanism of mutagenised tomato line resistant to *Orobanche* spp. In Workshop Parasite Plant Management in Sustainable Agriculture, Final Meeting of Cost, 23-24.

Eizenberg, H., Lande, T., Achdari, G., Roichman, A. and Hershenhorn, J. 2007. Effect of Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca*) seed-burial depth on parasitism dynamics and chemical control in tomato. Weed Sci. 55(2): 152-156.

Emiroglu, U., Nemli, Y. and Kucukozden, R. 1987. The resistance of Aegean tobacco lines and cultivars to broomrape (*Orobanche ramosa* L.) and the effect of that parasite on yield and quality. Parasitic Flowering Plants.

FAOSTAT 2017. Food and Agriculture Organization.

Fernández-Aparicio, M., Flores, F. and Rubiales, D. 2009. Recognition of root exudates by seeds of broomrape (*Orobanche* and *Phelipanche*) species. Annals of Botany, 103(3), 423–431. https://doi.org/10.1093/aob/mcn236

Fry, J. 2004. Estimation of genetic variances and covariances by restricted maximum likelihood using PROC MIXED. Pages 11–34. In: Saxton, A. ed., Genetic Analysis of Complex Traits using SAS. SAS Institute Inc, Cary, NC.

Gilmour, A.R. 1999. ASREML reference manual. NSW Agriculture Biometric Bulletin 3:1-210.

Goldwasser, Y. and Kleifeld, Y. 2004. Recent approaches to *Orobanche* management. Weed Biology and Management. Springer, Pp. 439-466.

Henderson, C.R. 1984. Applications of linear models in animal breeding. University of Guelph Guelph.

Holland, J.B. 2006. Estimating genotypic correlations and their standard errors using multivariate restricted maximum likelihood estimation with SAS Proc MIXED. Crop Sci. 46(2): 642-654.

Ismaili, A., Karami, F., Akbarpour, O. and Rezaei Nejad, A. 2016. Estimation of genotypic correlation and heritability of apricot traits, using restricted maximum likelihood in repeated measures data. Can. J. Plant Sci. 96(3): 439-447.

Joel, D.M., Hershenhorn, Y., Eizenberg, H., Aly, R., Ejeta, G., Rich, P.J., Ransom, J.K., Sauerborn, J. and Rubiales, D. 2007. Biology and management of weedy root parasites. Hortic. Rev. 33: 267-349.

Kamel, F. 2005. *Orobanche* situation in Algeria. National Project Report.

Legarra, A. and Ugarte, E. 2001. Genetic parameters of milk traits in Latxa dairy sheep. Animal Science, 73(3): 407-412.

Little, R., Milliken, G., Stroup, W. and Wolfinger, R. 1996. SAS system for mixed models. SAS Institute. Inc., Cary, NC.

Liu, B.H., Knapp, S. and Birkes, D. 1997. Sampling distributions, biases, variances, and confidence intervals for genetic correlations. Theor. Appl. Genet. 94(1): 8-19.

Mackown, C. 1991. Labeled-nitrate assimilation and nitrogen-15 export from leaves of burley tobacco. Crop Sci. 31(5): 1213-1217.

Meighani, F., Yazdani, M. and Minbashi, M. 2009. Evaluation of tolerance of tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum*) to Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca*) under controlled conditions. Pests and Plant Diseases, 77(1): 93-111. (In Persian)

Meyer, K. 1985. Maximum likelihood estimation of variance components for a multivariate mixed model with equal design matrices. Biometrics, 41: 153-165.

Moghaddam, M. and Amiri Oghan, H. 2010. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Parivar Publication, Tabriz, Iran. 415 Pp. (In Persian)

Moll, R., Cockerham, C.C., Stuber, C. and Williams, W. 1978. Selection responses, genetic-environmental interactions, and heterosis with recurrent selection for yield in maize. Crop Sci. 18(4): 641-645.

Nardino, M., Baretta, D., Carvalho, I.R., Olivoto, T., Follmann, D.N., Szareski, V.I.J., Ferrari, M., de Pelegrin, A.J., Konflanz, V.A. and de Souza, V.Q.O. 2016. Restricted maximum likelihood/best linear unbiased prediction (REML/BLUP) for analyzing the agronomic performance of corn. Afr. J. Agric. Res. 11(48): 4864-4872.

Neumaier, A. and Groeneveld, E. 1998. Restricted maximum likelihood estimation of covariances in sparse linear models. Genet. Sel. Evol. 30(1): 3-26.

Olivoto, T., Nardino, M., Carvalho, I.R., Follmann, D.N., Ferrari, M., Szareski, V.J., de Pelegrin, A.J. and de Souza, V.Q. 2017. REML/BLUP and sequential path analysis in estimating genotypic values and interrelationships among simple maize grain yield-related traits. Genet. Mol. Res. 16(1): 1-19.

Persson, T. and Andersson, B. 2003. Genetic variance and covariance patterns of growth and survival in Northern *Pinus sylvestris*. Scand. J. For. Res. 18(4): 332-343.

Rasch, D. and Masata, O. 2006. Methods of variance component estimation. Czech J. Anim. Sci. 51(6): 227.

Rispail, N., Dita, M.-.-A., González-Verdejo, C., Pérez-de-Luque, A., Castillejo, M.-.-A., Prats, E., Román, B., Jorrín, J. and Rubiales, D. 2007. Plant resistance to parasitic plants: Molecular approaches to an old foe. New Phytologist, 173: 703-712. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.01980.x

Rispail, N., Kaló, P., Kiss, G.B., Ellis, T.H.N., Gallardo, K., Thompson R.D., Prats, E., Larrainzar, E., Ladrera, R., González, E.M., Arrese-Igor, C., Ferguson, B.J., Gresshoff, P.M. and Rubiales, D. 2010. Model legumes contribute to faba bean breeding. Field Crops Res. 115(3): 253-269.

Rubiales, D., Alcántara, C., Gil, J. and Sillero, J.C., 2003a. Infection of chickpea (*Cicer arietinum*) by crenate broomrape (*Orobanche crenata*) as influenced by sowing date and weather conditions. Agronomie, 23(4): 359-362.

Rubiales, D., Pérez-de-Luque, A., Cubero, J. and Sillero, J. 2003b. Crenate broomrape (*Orobanche crenata*) infection in field pea cultivars. Crop Prot. 22(6): 865-872.

Rubiales, D., Pérez-de-Luque, A., Fernández-Aparicio, M., Sillero, J.C., Román, B., Kharrat, M., Khalil, S., Joel, D.M. and Riches, C. 2006. Screening techniques and sources of resistance against parasitic weeds in grain legumes. Euphytica, 147(1-2): 187-199.

Saeidi, M.S., Torabi, A. and Aghabeygi, F. 2010. Notes on the genus *Orobanche* (Orobanchaceae) in Iran. Iran. J. Bot. 16(1(31)): 107-113. (In Persian)

Salavati, M.R., Abbasi, H., Hosseinzadeh, N. and Ali Nejad, R. 2005. Decreased ability to produce lateral sprouts in greenhouse tobacco through breeding. Research Record of Tirtash Tobacco Research Institute. 105- 110 (In Persian)

Schneeweiss, G.M., Palomeque, T., Colwell, A.E. and Weiss-Schneeweiss, H. 2004. Chromosome numbers and karyotype evolution in holoparasitic *Orobanche* (Orobanchaceae) and related genera. Am. J. Bot. 91(3): 439-448.

Searle, S., Casella, G. and McCulloch, C.E. 1992. Variance components: Wiley series in probability and mathematical statistics. John Wiley & Sons, New York.

Searle, S.R., Casella, G. and McCulloch, C.E. 2009. Variance components. John Wiley & Sons.

Shindrova, P., Ivanov, P. and Nikolova, V. 1998. Effect of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) intensity of attack on some morphological and biochemical indices of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia, 21(29):55-62.

Sillero J.C., Villegas-Fernández, A.M., Thomas J., Rojas-Molina M.M., Emeran A.A., Fernández-Aparicio M., Rubiales D. 2010. Faba bean breeding for disease resistance. Field Crops Res. 115(3): 297-307.

Spilke, J., Piepho, H. and Hu, X. 2005. Analysis of unbalanced data by mixed linear models using the MIXED procedure of the SAS system. J. Agron. Crop Sci. 191(1): 47-54.

Torres, A., Avila, C., Gutierrez, N., Palomino, C., Moreno, M. and Cubero, J.I. 2010. Marker-assisted selection in faba bean (*Vicia faba* L.). Field Crops Res. 115(3): 243-252.

Torres, A.M., Roman, B., Avila, C.M., Satovic, Z., Rubiales, D., Sillero, J.C., Cubero, J.I. and Moreno, M.T. 2006. Faba bean breeding for resistance against biotic stresses: Towards application of marker technology. Euphytica 147(1-2): 67-80.

Valderrama, M.R., Roman, B., Satovic, Z., Rubiales, D., Cubero, J.I. and Torres, A.M. 2004. Locating quantitative trait loci associated with *Orobanche crenata* resistance in pea. Weed Res. 44(4): 323-328.

Woras, G., Hashmi, E., Qazi, M., Ali, B. and Ahmad, Z. 1993. Performance of different Virginia tobacco (*Nicotina tabacum* L.) hybrid strains and their parents. Pak. Tobac, 28(1-2): 5-8.

Wright, S. 1998. Multivariate analysis using the MIXED procedure. In Proc 38th annual SAS users group international conference. Nashville, 1238-1242.

Zhu, J. and Weir, B.S. 1996. Mixed model approaches for diallel analysis based on a bio-model. Genet. Res. 68(3): 233-240.