مطالعه پارامترهای ژنتیکی عملکرد و کیفیت میوه در گوجه‌فرنگی

جمیله رهایی(١)، یوسف حمیداوغلی(٢) ، بابک ربیعی(٣) و محمدرضا زارع(١)

١- دانشجوی دکتری فیزیولوژی و اصلاح سبزی دانشگاه گیلان ٢- استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه گیلان ٣- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه گیلان

مطالعات ژنتیکی و دانستن نوع عمل ژن‌های دخیل در کنترل یک صفت در تعیین روش‌های اصلاحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به منظور تعیین نحوه عمل ژن و وراثت پذیری عملکرد و کیفیت میوه گوجه فرنگی از روش تجزیه میانگین نسل‌ها با استفاده از آزمون مقیاس مشترک که همزمان تمام نسلها را مورد آزمون قرار می‌دهد، استفاده شد. پس از انجام تلاقی بین لاین‌های خالص Peto و واریته محلی گیلان، نسل‌های F_1، F_2، BC_1 و BC_2 تهیه شدند. سپس کلیه نسل‌ها در طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ٣ تکرار کشت شده و صفات عملکرد بوته، طول و قطر میوه و کیفیت میوه شامل مواد جامد محلول، اسیدیته و ویتامین ث مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه میانگین نسلها نشان داد که مدل سه پارامتری بهترین مدل در کنترل ژنتیکی کلیه صفات به غیر از عملکرد بود و اثر افزایشی ژنها مهمترین عامل ژنتیکی کنترل کننده سایر صفات شناخته شد. در حالی که مدل شش پارامتری در کنترل عملکرد مؤثر بود و اپیستازی غالبیت × غالبیت اهمیت بیشتری نسبت به سایر اپیستازی‌ها در کنترل این صفت داشت. برآورد درجه غالبیت در صفات طول و قطر میوه و اسیدیته بیانگر وجود فوق غالبیت ژن‌ها و در سایر صفات بیانگر غالبیت نسبی ژن‌ها بود. میزان وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفات مورد بررسی به ترتیب بین ٧٨ تا ٨٨ درصد و ٢٥ تا ٧٨ درصد متغیر بود و تعداد ژن‌ها نیز برای این صفات بین ٢ تا ٢٤ ژن برآورد گردید.

کلمات کلیدی: تجزیه میانگین نسل‌ها، پارامترهای ژنتیکی، وراثت‌پذیری عمومی، وراثت‌پذیری خصوصی

مقدمه

هدف از برنامه‌های اصلاحی در گوجه فرنگی تا حدود زیادی بستگی به شرایط اقلیمی منطقه، نیازهای مصرف کننده و منابع موجود گوجه فرنگی جهت اصلاح و تولید ارقام جدید دارد. واریته محلی گوجه فرنگی موجود در گیلان از سالیان دور در مناطق مختلف این استان به صورت خودرو یا اهلی مورد کشت قرار می‌گیرد و به شرایط آب و هوایی استان سازگاری نشان می‌دهد و در طی سالیان متمادی در اثر خودگشنی به صورت لاین خالص درآمده است. این واریته دارای میوه‌های ریز، آبدار، پربذر و مقدار کمی مواد جامد محلول است و به همین دلیل در سطح تجاری مورد کشت قرار نمی‌گیرد. با توجه به سازگاری مناسب آن به شرایط اقلیمی گیلان، دوره باردهی طولانی و مقاومت آن به برخی بیماری‌ها، تاکنون اقدامی جهت شناسایی نحوه عمل ژنهای کنترل کننده صفات آن به منظور اصلاح برخی صفات نامطلوب آن صورت نگرفته است (رهایی و همکاران، ١٣٨٨). از آنجایی که بسیاری از صفات در گوجه فرنگی جزء صفات کمی محسوب می‌شوند و این صفات همبستگی زیادی با هم دارند، بنابراین برای بهبود هر یک از آنها تخمین پارامترهای ژنتیکی و میزان وراثت پذیری هر یک از صفات می‌تواند در انتخاب روش اصلاحی مناسب، بسیار مفید باشد. یکی از بهترین روش‌های موجود برای برآورد پارامترهای ژنتیکی، روش تجزیه میانگین نسل‌ها است (فرشادفر، ١٣٧٦ و Mehta و Asati، ٢٠٠٨). کیفیت میوه دربرگیرنده اندازه و وزن میوه، میزان مواد جامد محلول، اسیدیته کل، ویتامین C است (Bai and Lindhout، ٢٠٠٧ و Rodriguez، ٢٠٠٦). افزایش میزان مواد جامد محلول تحت تاثیر شرایط محیطی قرار دارد و به همین دلیل وراثت پذیری آن پیچیده است (Stevens، ١٩٨٦). Zdravkovic و همکاران (٢٠٠٠) طی تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که اثرات اپیستازی در کنترل عملکرد میوه نقش دارند. Frimpong و Kantanka (٢٠٠٦) با بررسی وراثت صفات کمی در گوجه‌فرنگی نشان دادند که اغلب صفات تحت تاثیر اثرات افزایشی ژن‌ها قرار دارند.

مواد و روشها

بذرهای نسلهای مختلف شامل لاین خالص Peto (P1) و واریته محلی گوجه فرنگی(P2)، F1 (♀P_1 × P_2♂)، F2، BC1 و BC2 تهیه شدند. سپس این ٦ نسل در مزرعه آزمایشی دانشگاه گیلان در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار کشت شدند. صفات عملکرد بوته (گرم)، طول و قطر میوه (سانتی‌متر) و کیفیت میوه شامل مواد جامد محلول (درصد)، اسیدیته (درصد) و ویتامین C (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) اندازه گیری شدند. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۱٪) داده‌های حاصل از کلیه صفات در نسل‌های P_1، P_2، F_1، F_2، BC_1 و BC_2 بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. با توجه به این‌که تعداد مشاهده در هر نسل متفاوت بود، بنابراین برای برآورد پارامترهای مختلف ژنتیکی صفات مختلف، از روش حداقل مربعات وزنی استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل میانگین نسل‌ها از روش Mather and Jinks (۱۹۸۲) استفاده شد. از مدل سه، چهار، پنج و شش پارامتری در تبیین میانگین‌های مشاهده شده استفاده گردید و هر یک از این مدل‌ها به کمک آزمون χ^2 مورد بررسی قرار گرفته و بهترین مدل برای هر یک از صفات مشخص گردید. همچنین واریانس‌های افزایشی، غالبیت و محیطی، درجه غالبیت، وراثت‌پذیری عمومی با استفاده از روش Allard (۱۹٦۰) و خصوصی با استفاده از روش Mather and Jinks (۱۹۸۲) و Warner (۱۹۵۲) و تعداد ژن‌های کنترل کننده هر صفت به با استفاده از روش‌های Lande، ۱۹۸۱ و Wright، ۱۹٦۸ محاسبه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه میانگین نسلها و برآورد پارامترهای ژنتیکی آن برای صفات مختلف در جدول ۱ ارائه شده است. در کلیه صفات به جز صفت عملکرد، کای اسکوئر مدل سه پارامتری مشتمل بر m، [d] و [h] غیر معنی‌دار بود و این مدل بهترین برازش را در کنترل این صفات داشت که این امر بیانگر کفایت مدل افزایشی- غالبیت و عدم حضور اثرات اپیستازی در کنترل صفات طول و قطر میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته و ویتامین C بود، در حالیکه علاوه بر اثرات افزایشی مکان‌های ژنی کنترل کننده عملکرد، اثرات متقابل بین اثرات افزایشی هر یک از مکان‌ها با اثرات افزایشی و غالبیت سایر مکان‌های ژنی نقش عمده‌ای را در کنترل توارث این صفت ایفا می‌کند. در بین اپیستازی‌ها نیز، اپیستازی غالبیت × غالبیت بیشترین تاثیر را داشت و دارای علامت مثبت بود که نشان دهنده افزایش صفت به وسیله این نوع اثر متقابل بود. Zdravkovic و همکاران (۲۰۰۳) در تجزیه میانگین نسل‌ها برای صفات طول و قطر میوه نشان دادند که طول میوه تحت کنترل مدل سه پارامتری بوده و اثر افزایشی بیش از اثر غالبیت در کنترل این صفت تاثیر داشت. همچنین Zdravkovic و همکاران (۲۰۰۰) طی تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که اثرات اپیستازی در کنترل عملکرد میوه نقش دارند. از طرفی در کلیه صفات مورد مطالعه اثرات افزایشی مثبت بود. مثبت بودن اثر افزایشی در کلیه صفات بدین مفهوم است که اثر افزایشی در کلیه صفات به طرف والدی با میانگین بالاتر است، یعنی ژن‌ها در جهت افزایش این صفات عمل می‌کنند، بنابراین برای اصلاح صفات مورد بررسی، می‌توان از روش گزینش استفاده نمود و بوته‌های مطلوب را انتخاب نمود جون اثرات افزایشی ژن‌ها از طریق خودگشنی قابل تثبیت هستند و می‌توان نتاج برتر حاصل از خودگشنی را انتخاب کرد. در تحقیقی که توسط Alwis و همکاران (۲۰۰۵) به منظور بررسی و بهبود صفات کیفی و عملکرد میوه روی هیبریدهای F1 انجام گرفت، مشخص شد که بهبود این گونه صفات در ارقام گوجه فرنگی امکان پذیر است. برآورد حاصل از درجه غالبیت در صفات طول و قطر میوه و اسیدیته بزرگ‌تر از یک بود که بیانگر وجود عمل فوق غالبیت ژن‌ها در کنترل این صفات بود. در حالیکه درجه غالبیت ژن‌ها در صفات عملکرد بوته، ویتامین ث و مواد جامد محلول کمتر از یک برآورد شد که بیانگر وجود عمل غالبیت نسبی ژن‌ها در کنترل این صفات بود. همچنین Alpert و همکاران (۱۹۹۵) درجه غالبیت را برای صفت وزن میوه کمتر از یک برآورد کردند که نشان دهنده وجود غالبیت نسبی ژن‌ها در کنترل این صفت بود. از طرفی در کلیه صفات مورد بررسی به جز طول میوه، قطر میوه و اسیدیته قابل

تیتر، مقدار واریانس افزایشی از واریانس غالبیت بیشتر بود که این امر بیانگر اهمیت واریانس افزایشی در کنترل صفات عملکرد بوته، ویتامین C و مواد جامد محلول و در نتیجه افزایش وراثت‌پذیری خصوصی آنها بود. Georgelis و Scott (٢٠٠٦) واریانس افزایشی را بیش از واریانس غالبیت در کنترل ژنتیکی صفت میزان قند که بخشی از مواد جامد محلول را تشکیل می‌دهد، برآورد کردند. از آنجایی که تنها بخش افزایشی واریانس ژنتیکی است که می‌تواند به نسل بعد منتقل شود و از طرفی موفقیت انتخاب ژنوتیپ‌ها در یک جمعیت به سهم واریانس افزایشی ژن‌ها بستگی دارد، بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، گزینش انفرادی یا توده‌ای تحت شرایط خودگشنی روش مناسبی برای اصلاح صفات مورد مطالعه خواهد بود. به‌کارگیری روابط مختلف در تخمین وراثت پذیری، منجر به برآوردهای متفاوتی از وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی شد. با این حال مقدار متوسط وراثت‌پذیری عمومی در اغلب صفات بالا بود، به‌طوری که بیشترین مقدار وراثت-پذیری عمومی مربوط به صفات اسیدیته و ویتامین ث بود. همچنین بیشترین میزان وراثت‌پذیری خصوصی نیز مربوط به صفت ویتامین ث بود. Haydar و همکاران [٣٢] با مطالعه وراثت‌پذیری صفات کمی در گوجه فرنگی گزارش کردند که وراثت‌پذیری عمومی برای اغلب صفات بالا بود. بیشترین تعداد ژن‌های کنترل کننده در عملکرد بوته مشاهده شد. از آنجایی که تمامی روابط ارائه شده برای برآورد ژن‌ها، حداقل تعداد ژن‌های کنترل کننده صفات مورد مطالعه را برآورد می‌کنند، بنابراین می‌توان گفت که حداقل ٢ ژن میزان اسیدیته و مواد جامد محلول، ٧ ژن صفت طول میوه، ١٠ ژن قطر میوه و میزان ویتامین ث و ٢٤ ژن عملکرد بوته را کنترل می‌کنند.

منابع

رهایی، جمیله، یوسف حمیداوغلی و بابک ربیعی. ١٣٨٨. برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات مرفولوژیک گوجه فرنگی از طریق تجزیه میانگین نسلها. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه گیلان.

فرشادفر، ع. ١٣٧٦. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات. جلد اول. انتشارات طاق بستان.

Allard, R.W., 1960. Principles of plant breeding. John Wily and Sons. New York, R.W., 1960. Principles of plant breeding. John Wily and Sons. New York.

Alpert, K.B., S. Grandillo & S.D. Tanksley, 1995. fw 2.2: a major QTL controlling fruit weight is common to both red- and green- fruited tomato species. Theor Appl Genet. 91: 994-1000.

Alwis, L.M.H.R., A.L.T. Perera, H. Fonseka and B.C. Peiris. 2005. Breeding and selection of tomato F1 hybrids for yield and fruit quality characters. 17th Annual Congress of the PGIA. Pp. 24-25.

Bai, Y. and P. Lindhout. 2007. Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future. Annuals of Botany. 1-10.

Fogle, H.W. and T.M. Currence. 1950. Inheritance of fruit weight and earliness in a tomato cross. J. Genetics, 35: 363-380.

Frimpong, A. & O. Sao-Kantanka, 2006. Inheritance of quantitative characters in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Pakistan J. Bio. Sci. 9(15): 2770-2774.

Georgelis, N. and J.W. Scott. 2006. Inheritance of high sugars from tomato accession PI 270248 and environmental variation between seasons. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 131(1): 41-45.

Haydar, A., M.A. Mandal, M.B. Ahmed, M.M. Hannan, R. Karim, M.A. Razy, U.K. Roy and M. Salahin. 2007. Studies on genetic variability and interrelationship among the different traits in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Middel- East J. Sci. Res. 2(3-4): 139-142.

Mather, K. & J.L. Jinks, 1982. Biometrical genetics. Cornell University Press, Ithaca, 396 pp.

Warner, J.N., 1952. A method for estimating heritability. Agron. J. 44:427-430.
Mehta, N. & B.S. Asati, 2008. Genetic relationship of growth and development traits with yield in to tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J. Agric. Sci. 21(1): 92-96.
Rodriguez, G.R., Pratta M. and R. Zorzoli. 2006. Evaluation of plant and fruit traits in recombinant inbred lines of tomato obtained from a cross between *Lycopersicon esculentum* and *L. pimpinellifolium*. Cien. Inv. Agr. 33(2):111-118.
Stevens, M. A. and J. Rudich. 1978. Genetic potential for overcoming physiological limitations on adaptability, yield, and quality in the tomato. HortScience. Alexandria. 13(6): 673-677.
Zdravkovic, J., Z. Markovic, M. Mijatovic, B. Zecevic & M. Zdravkovic, 2000. . Epistatic gene effects on the yield of the parents of F1, F2, BC1 and BC2 progeny. J. Acta Physiologiae Plantarum. 22: 261-265.
Zdravkovic, J., Z. Markovic, B. Zecevic, M. Zdrakovic and T. Sretenovic-Rajicic. 2003. Epistatic gene effects on the fruit shape of the parents of F1, F2, BC1 and BC2 progeny. Acta Hort. 613: 321-325.

The study of genetic parameters of yield and fruit quality in tomato

Abstract: Genetic resesrch and aknowledge of action mechanism of genes controlling of trait are most important factors in selecting breeding methods. In order to estimate determine action mechanism of genes and heritability in yield and fruit quality in tomato by generation mean analysis using scalling test which analyses all generation same time. After cross between Peto line and Guilan Landrace, F_1, F_2, BC_1 and BC_2 generations were obtained. Then all generations were planted in a randomized complete block design with three replications and traits including yield per plant, fruit length and fruit diameter, total soluble solid, acidity and vitamin C were evaluated.
The generation mean analysis showed that three parameters model was the best model in genetically to controll for all traits expect to yield, and gene additive effects was important genetic factor to controlling another traits. While six parameters controlled yield and epistasis effects dominance ×dominance were important for yield rather than another epistasis. Estimate of degree of dominance showed over dominance in fruit length and fruit diameter and acidity while it is incomplet dominance in another traits. Also, broad-sense and narrow-sense heritability varied from 78 to 88 and 25 to 78, respectively. The number of genes controlling for these traits were estimated between 2 and 24.
Keywords: Generation mean analysis, Genetic parameters, Broad sense heritability, Narrow sense heritability, Number of gene

صفات	m (t)	[d] (t)	[h] (t)	[i] (t)	[j] (t)	[l] (t)	χ^2	واریانس افزایشی	واریانس غالبیت	واریانس محیطی	درجه غالبیت
عملکرد بوته (گرم)	٦١٢/٩٥	379.41	123.95	33.70	-268.20	664.78	-	7225.56	2578.77	1783.43	0.60
	٤٦/٠٥٢**	26.458**	3.582**	0.918	22.110**	14.058**					
طول میوه (mm)	٣٢/١٥	١١/٤٣	-٥/٩١	-	-	-	٠/٧١٠	1.87	3.26	36.04	10.28
	٣٠/٣٣٠**	١١/٧٣٤**	٢/٥٢٧*								
قطر میوه (mm)	٣٨/٢٠	١٦/٦١	-٨/١٨	-	-	-	٠/٢٤٠	1.30	3.52	30.04	17.68
	٣٥/٧٠١**	١٦/٧٧٨**	٣/٢٨٥**								
ویتامین C	١٣/٢٠	5.14	-3.83	-	-	-	3.779	2.34	0.48	0.21	0.45
	٧٣/٣٣٣**	30.235**	8.326**								
مواد جامد محلول (٪)	٤/٣٨	1.85	0.55	-	-	-	0.017	1.50	0.92	0.29	0.78
	٢٥/٧٦٥**	10.882**	1.279								
اسیدیته قابل تیتر (٪)	٠/٥٠	0.19	-0.09	-	-	-	0.019	1.20	2.50	0.17	1.44
	٢٥/٧٧٨**	10.555**	2.000								

**معنی‌دار در سطح احتمال ١ درصد

برآورد وراثت پذیری عمومی و خصوصی و ژنهای کنترل کننده صفات مورد مطالعه در نسل‌های حاصل از تلاقی رقم تجاری Peto Early با واریته محلی گوجه‌فرنگی گیلان

صفات	وراثت‌پذیری عمومی (h_b^2)	وراثت‌پذیری خصوصی (h_n^2)			تعداد ژن				
		1	2	Mean	1	2	3	4	Mean
عملکرد بوته (گرم)	77.68	62.35	45.30	53.82	36.49	20.97	21.29	14.11	23.21
طول میوه (mm)	81	21	29	25	12.61	4.65	4.58	2.50	6.08
قطر میوه (mm)	82	34	44	39	15.89	8.80	8.59	5.72	9.75
ویتامین C	86.67	77.23	78.00	77.61	11.05	9.79	10.02	8.50	9.84
مواد جامد محلول (٪)	77.16	55.35	50.00	52.67	2.41	1.80	1.84	1.27	1.83
اسیدیته قابل تیتر (٪)	87.86	30.77	42.86	36.81	3.01	1.50	1.50	0.90	1.73

روشهای ١ و ٢ وراثت پذیری خصوصی با استفاده از روشهای Mather and Jinks (١٩٨٢) و Warner (١٩٥٢) برآورد شده است.

روشهای ١ تا ٤ تعداد ژن با استفاده از روشهای Lande، ١٩٨١ و Wright، ١٩٦٨برآورد شده است.