Sari Agriculture Sceinces and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 16, Issue 2, 2024 p: 29-41

OPEN ACCESS

Research paper

Evaluation of the Genotype × Environement Interaction on Agronomic Traits and Seed Yield Stability in Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Genotypes Using the GGE Biplot Method

Farooq Fadakar Navrood[1], Rasool Asghari Zakaria[2], Marefat Mostafavi Rad[3], Nasser Zare[2] and Mina Moghaddaszadeh Ahrabi[4]

1- Ph.D student of Plant Genetics and Breeding, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghgh Ardabili, Ardabil, Iran

2- Professore, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, (Corresponding author: r-asghari@uma.ac.ir)

3- Assistant Professore, Department of Horticulture and Agronomy, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Guilan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

4- Assistant Professore, Department of Cellular and Molecular Biology, Faculty of Biology, Mizan University of Tabriz, Tabriz, Iran

Received: 2 October, 2023 Revised: 31 December, 2023 Accepted: 7 January, 2024 Available Online: 6 May, 2024

Extended Abstract

Background: The production of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) as one of the vital industrial plants is affected by the environment, genotype, and their interaction. Therefore, the environment × genotype interaction on peanut yield should be evaluated before the introduction of cultivars. Evaluation of the genotype × environment interaction provides valuable information regarding the performance of plant cultivars in different environments. It plays a crucial role in evaluating the stability of the performance of breeding materials. This experiment evaluated the stability and yield of superior peanut genotypes in three regions of Guilan province, Iran, in the 2018 and 2019 crop years.

Methods: In this study, the top 10 peanut genotypes (130, 140, 113, 115, 128, 176, 178, 192, 201, and 208 from ICRISAT) along with the NC2 variety as a control were assessed in a complete randomized block design trial with three replications across three regions Rasht, Masal, and Talash. Each plot comprised six lines, each with 5 m long, 50 cm row spacing, and 20 cm plant spacing. Upon reaching physiological ripeness, a 5-m^2 area was harvested from the middle four rows of each plot after removing 0.5 m from both ends to eliminate marginal effects. The plant height (cm), average number of sub-branches per plant, number of pods per plant, and number of seeds per pod were randomly recorded and counted from 10 plants. After drying, biomass, pod, and seed yields were calculated in kg/ha. Following seed separation from the shell, five random samples of 100 seeds were taken from each plot to measure the 100 seed weight (HSW). Additionally, the length and width of peanut pods and seeds were recorded (in mm) using a digital caliper. To determine seed oil percentage, 150 g of peanut seeds were randomly selected from each plot, and their oil percentage was measured using the Soxhlet method after grinding the samples. Composite variance analysis was conducted after ensuring the uniformity of experimental error, and the mean traits were compared using the least significant difference (LSD) method. The stability of peanut genotypes was assessed using the GGE bi-plot analysis.

Results: The variance analysis revealed that the interaction of location × genotype significantly affected the peanut plant's height, sub-branches, and pod diameter at a one percent probability level. Additionally, the year × location × genotype interaction significantly affected other traits such as pods per plant, seeds per pod, HSW, pod yield, seed yield, seed oil percentage, oil yield, shell yield, pod length, and peanut seed length and width at the 1% probability level. Notably, genotype 208 in the Rasht region exhibited the tallest average plant height (103.5 cm), which was not significantly different from line 201. Furthermore, the highest number of peanut pods (31.72 pieces) was observed for genotype 128 in the Rasht region in the first crop year, showing no

Copyright ©2024 Fadakar Navrood et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2024-07-08]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.29]

significant difference with line 128 in the first and second crop years. Significant differences were also noted in the number of seeds per pod across different genotypes and regions. For instance, the second crop year in the Rasht region and genotype 113 yielded the highest peanut HSW (71.45 g), which was not significantly different from some lines in the two crop years in the Masal and Rasht regions. Furthermore, the pod yield of genotype 192 in the first crop year was superior in Rasht (5583 kg/ha), Masal (5233 kg/ha), and Talash (4166 kg/ha) regions compared to the other genotypes. Genotype 192 exhibited the highest seed yield (3777 kg/ha) in the first crop year in Rasht, representing a 133% increase compared to the control (NC2). These results underscore the significant influence of climatic conditions on peanut seed yield and the genetic potential variations among different genotypes in diverse regions. Additionally, genotype 192 in the first cropping year and Rasht region attained the highest peanut oil yield (1841 kg/ha), aligning with findings from other researchers regarding varying oil yields among different peanut lines.

Conclusion: Based on the findings of this study, all traits measured in peanuts were impacted by the interaction of genotype and environment. Line 192 displayed significantly superior quantitative and qualitative performance of peanut seeds to the NC2 variety, known as the Goli native variety, and the other studied lines. The increase in the number of pods per plant, seeds per pod, and the peanut HSW were important agronomic indicators in improving the performance of line 192 in the Guilan region. The results indicated that the interaction effect of genotype and environment led to changes in the yield components, resulting in changes in the yield of peanut seeds and pods per unit area, with the oil yield increasing in parallel with the grain yield. Using the GGE bi-plot method to evaluate performance stability, peanut line 192 was identified as a high-yielding line with high performance and stability in all environments. Therefore, groundnut genotype 192 is recommended for achieving the highest seed yield in the region's climatic conditions.

Keywords: GE interaction, Multi-environment experiments, Oil crops, Stability, Yield

How to Cite This Article: Fadakar Navrood, F., Asghari Zakaria, R., Mostafavi Rad, M., Zare, N., & Moghaddaszadeh Ahrabi, M. (2024). Evaluation of the Genotype × Environement Interaction on Agronomic Traits and Seed Yield Stability in Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Genotypes Using the GGE Biplot Method. *J Crop Breed,* 16(2), 29-41. DOI: 10.61186/jcb.16.2.29

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2024-07-08]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.29]

مقاله پژوهشی

ارزیابی برهمکنش ژنوتیپ × محیط در صفات زراعی و پایداری عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی به‌روش GGE بای‌پلات

فاروق فداکار ناورود[۱]، رسول اصغری زکریا [۲]، معرفت مصطفوی‌راد[۳]، ناصر زارع[۲] و مینا مقدس‌زاده اهرابی[۴]

۱- دانشجوی دکتری تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲- استاد گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، (نویسنده مسوول: r-asghari@uma.ac.ir)
۳- استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
۴- استادیار گروه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، دانشکده زیست‌شناسی، موسسه آموزش عالی میزان تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۷/۱۰ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۷ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۲/۱۷
صفحه: ۲۹ تا ۴۱

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: تولید بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) به‌عنوان یکی از گیاهان صنعتی مهم، تحت تأثیر محیط، ژنوتیپ و برهمکنش آنها قرار می‌گیرد. ازاین‌رو، برهمکنش محیط × ژنوتیپ بر عملکرد بادام‌زمینی باید قبل از معرفی ارقام ارزیابی شود. ارزیابی برهمکنش ژنوتیپ × محیط اطلاعات ارزشمندی در رابطه با عملکرد ارقام گیاهی در محیط‌های مختلف فراهم می‌کند و نقش مهمی در ارزیابی پایداری عملکرد مواد اصلاحی دارد. این آزمایش به‌منظور ارزیابی پایداری و عملکرد ژنوتیپ‌های برتر بادام‌زمینی، در سال‌های زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در سه منطقه از استان گیلان، ایران انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این آزمایش، تعداد ۱۰ ژنوتیپ برتر بادام‌زمینی شامل 130، 140، 113، 115، 128، 176، 178، 192، 201 و 208 با منشأ ICRISAT به‌همراه رقم NC2 به‌عنوان شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سه منطقه شامل رشت، ماسال و تالش ارزیابی شدند. هر کرت شامل ۶ خط به‌طول ۵ متر با فواصل ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. در پایان دوره رشد و همزمان با رسیدگی فیزیولوژیک دانه بادام زمینی، پس از حذف نیم‌متر از ابتدا و انتهای خطوط کاشت (حذف اثر حاشیه‌ای) از چهار ردیف وسطی در سطحی معادل پنج متر مربع از هر کرت برداشت شد. ارتفاع بوته برحسب سانتی‌متر و میانگین تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف از ۱۰ بوته به‌طور تصادفی اندازه‌گیری و شمارش شد و عملکرد زیست‌توده، غلاف و دانه پس از خشک کردن بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. پس از جدا کردن دانه‌ها از پوسته تعداد ۵ نمونه تصادفی ۱۰۰ تایی بذر از هر کرت برداشت و وزن ۱۰۰ دانه با ترازوی دقیق تعیین گردید. همچنین، طول و عرض غلاف و دانه بادام زمینی با کولیس دیجیتال و برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. برای تعیین درصد روغن دانه مقدار ۱۵۰ گرم از دانه‌های بادام‌زمینی هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و پس از آسیاب کردن نمونه‌ها، درصد روغن آنها به‌روش سوکسله اندازه‌گیری گردید. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها پس از اطمینان از یکنواختی اشتباه آزمایشی و مقایسه میانگین صفات به‌روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شد. تجزیه پایداری ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی با استفاده از روش تجزیه GGE بای‌پلات مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که برهمکنش دوجانبه مکان × ژنوتیپ تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته بادام‌زمینی، تعداد شاخه‌های فرعی و قطر غلاف در سطح احتمال یک درصد داشت و برهمکنش سه‌جانبه سال × مکان × ژنوتیپ بر دیگر صفات اندازه‌گیری شده نظیر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد غلاف، عملکرد دانه، درصد روغن دانه، عملکرد روغن، عملکرد پوسته، طول غلاف، طول و عرض دانه بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. براساس مقایسه میانگین بیشترین ارتفاع بوته بادام‌زمینی (۱۰۳/۵ سانتی‌متر) به ژنوتیپ ۲۰۸ و منطقه رشت اختصاص داشت که تفاوت معنی‌داری با لاین ۲۰۱ نشان نداد. بیشترین تعداد غلاف بادام‌زمینی (۳۱/۷۲ عدد) در سال زراعی اوّل در ژنوتیپ ۱۲۸ و در منطقه رشت به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با لاین ۱۲۸ در سال‌های زراعی اول و دوم نشان نداد. از نظر تعداد دانه در غلاف تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از سالی به سال دیگر و از منطقه‌ای به منطقه دیگر وجود داشت. نتایج نشان داد که بیشترین وزن صد دانه بادام‌زمینی (۷۱/۴۵ گرم) در سال دوم زراعی و منطقه رشت و ژنوتیپ شماره ۱۱۳ مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با برخی لاین‌ها در سال‌های مختلف زراعی در مناطق ماسال و رشت نداشت. بالاترین عملکرد غلاف بادام‌زمینی (۵۵۸۳ کیلوگرم در هکتار) در سال اول زراعی، در منطقه رشت و ژنوتیپ ۱۹۲ به‌دست آمد. عملکرد غلاف بادام‌زمینی ژنوتیپ ۱۹۲ در منطقه ماسال (۵۲۳۳ کیلوگرم در هکتار) و تالش (۴۱۶۶ کیلوگرم در هکتار) بر ژنوتیپ‌های دیگر برتری نشان داد. بدین‌ترتیب، ژنوتیپ ۱۹۲ در هر سه منطقه از نظر عملکرد غلاف در واحد سطح بر دیگر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برتری داشت. در این آزمایش، بیشترین عملکرد دانه (۳۷۷۷ کیلوگرم در هکتار) در ژنوتیپ شماره ۱۹۲ در سال زراعی اوّل و منطقه رشت به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با سال زراعی دوم (۳۵۳۲ کیلوگرم در هکتار) نداشت. در این آزمایش، عملکرد ژنوتیپ ۱۹۲ نسبت به رقم NC2 (رقم شاهد) ۱۳۳ درصد افزایش نشان داد. نتایج نشان داد که عملکرد دانه بادام‌زمینی در اثر واکنش به تغییر شرایط اقلیمی دستخوش تغییرات قابل توجهی می‌گردد و ژنوتیپ‌های مختلف از نظر پتانسیل ژنتیکی برای تولید دانه در مناطق مختلف دارای تفاوت معنی‌داری هستند. بیشترین عملکرد روغن بادام‌زمینی (۱۸۴۱ کیلوگرم در هکتار) در ژنوتیپ ۱۹۲ در سال زراعی اول و منطقه رشت به‌دست آمد. در این آزمایش، لاین‌های مختلف بادام‌زمینی دارای عملکرد روغن متفاوتی بودند که با نتایج دیگر محققان مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج این آزمایش، کلیه صفات اندازه‌گیری شده در بادام‌زمینی تحت تأثیر برهمکنش ژنوتیپ و محیط قرار گرفت و لاین ۱۹۲ از نظر عملکرد کمی و کیفی دانه بادام‌زمینی نسبت به رقم NC2 معروف به رقم بومی گلی و دیگر لاین‌های مورد مطالعه برتری معنی‌داری داشت. افزایش تعداد غلاف در بوته، دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه بادام‌زمینی از شاخص‌های مهم زراعی در ارتقای عملکرد لاین ۱۹۲ در منطقه گیلان بود. نتایج نشان داد که اثر برهمکنش ژنوتیپ و محیط از طریق تغییر در اجزای عملکرد سبب بروز تغییرات در عملکرد دانه و غلاف بادام‌زمینی در واحد سطح گردید و عملکرد روغن به موازات افزایش عملکرد دانه افزایش نشان داد. ارزیابی پایداری عملکرد به‌روش GGE بای‌پلات لاین ۱۹۲ بادام‌زمینی به‌عنوان لاین پرمحصول با پایداری عملکرد بالا در تمامی محیط‌ها انتخاب گردید. بدین‌ترتیب، ژنوتیپ ۱۹۲ بادام‌زمینی برای دستیابی به بالاترین عملکرد دانه در شرایط اقلیمی منطقه قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آزمایشات چند محیطی، اثرات متقابل G×E، پایداری، عملکرد، گیاهان روغنی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2024-07-08]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.29]

مقدمه

بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) یکی از مهمترین دانه‌های روغنی خانواده لگوم‌ها محسوب می‌گردد و دانه آن حاوی ۴۰ الی ۵۰ درصد روغن و ۲۵ تا ۲۸ درصد پروتئین و کنجاله آن پس از روغن‌کشی دارای ۳۰ تا ۵۰ درصد پروتئین است (Kaba *et al.*, 2014). سطح زیر کشت بادام‌زمینی در مقیاس جهانی حدود ۲۵/۶ میلیون هکتار و در ایران حدود ۳/۱ هزار هکتار می‌باشد (FAO, 2021) که حدود ۹۰ درصد بادام‌زمینی ایران در استان گیلان و به‌ویژه در منطقه آستانه اشرفیه تولید می‌شود (Nobahar *et al.*, 2019). رقم غالب فعلی بادام‌زمینی در منطقه به‌نام گلی یا NC_2 می‌باشد که دارای شاخص برداشت پایین و دوره رشد طولانی در منطقه است. لذا استفاده از ژرم‌پلاسم جدید یکی از اولین راه‌های توسعه ارقام زودرس و پرمحصول در منطقه می‌باشد.

به‌نژادی لاین‌های زراعی برای عملکرد اولین راهکاری است که می‌تواند تولید دانه را در کشورهای تحت کشت بادام‌زمینی بهبود بخشد (Nigam *et al.*, 1991) که براساس مدیریت و شرایط محیطی مختلف انجام می‌شود (Zurweller *et al.*, 2018). شرایط محیطی مهمترین و قوی‌ترین عامل تنوع برای صفات زراعی در بادام‌زمینی می‌باشند (Bonchev *et al.*, 2018) و لاین‌های مختلف بادام‌زمینی در مناطق مختلف پتانسیل عملکرد مختلفی نشان می‌دهند (Kasno and Trustinah, 2015). بنابراین، مطالعه پایداری بادام‌زمینی، یکی از ضروری‌ترین فاکتورهای لازم برای افزایش پتانسیل عملکرد این گیاه در مناطق مختلف است (Shorter and Norman, 1983). محققان نشان دادند که عملکرد بادام‌زمینی شدیدا به شرایط محیطی بستگی دارد (Giayetto *et al.*, 2013; Gulluoglu *et al.*, 2016b). در آزمایشات دیگری گزارش شده است که عملکرد و برخی ویژگی‌های زراعی بادام‌زمینی نظیر تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف و وزن ۱۰۰ دانه تحت تأثیر اثر متقابل ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرد (Gulluoglu *et al.*, 2016b; Arioglu *et al.*, 2016; Kurt *et al.*, 2017). شرایط محیطی و اقلیمی کمّیت و کیفیت دانه بادام‌زمینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Gebre and Wondewosen Shiferaw, 2017).

ارزیابی برهمکنش ژنوتیپ × محیط اطلاعات ارزشمندی در رابطه با عملکرد ارقام گیاهی در محیط‌های مختلف فراهم می‌کند و نقش مهمی در ارزیابی پایداری عملکرد مواد اصلاحی دارد (Taleghani and Saremirad, 2022). ژنوتیپ‌های پایدار، عکس‌العمل‌های مشابهی را در محیط‌های مختلف نشان می‌دهند (Karadavut *et al.*, 2010). بدین‌ترتیب، ارزیابی برهمکنش ژنوتیپ × محیط برای انتخاب پایدارترین ژنوتیپ با عملکرد بهینه، برای هر منطقه ضرورتی انکارناپذیر است. یکی از روش‌های مهم برای ارزیابی پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها در مناطق مختلف، روش GGE بای‌پلات است که اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط را در یک نمودار واحد نشان می‌دهد و مقایسه ژنوتیپ‌ها و برهمکنش آنها را با محیط‌ها آسان‌تر می‌کند (Gauch and Zobel, 1996). ابزار GGE بای‌پلات امکان شناسایی ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا و پایدار را در محیط‌های کلان فراهم می‌سازد (Karimizadeh *et al.*, 2013). همچنین، یافتن بهترین ژنوتیپ برای هر محیط، پایداری ژنوتیپ و تمایز هر محیط را میسر می‌کند (Samonte, *et al.*, 2005). هدف این آزمایش، بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های پیشرفته بادام‌زمینی در سه منطقه از استان گیلان با استفاده از ابزار GGE بای‌پلات برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر بادام‌زمینی جهت توسعه ارقام جدید در مناطق مختلف و افزایش عملکرد دانه بادام‌زمینی در واحد سطح بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه سازگاری و پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها و تعیین ژنوتیپ برتر بادام‌زمینی، در این آزمایش تعداد ۱۰ ژنوتیپ بادام‌زمینی با منشأ ICRISAT[1] حاصل از آزمایشات مقدماتی ژنوتیپ‌های جدید در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان به‌همراه رقم NC_2 به‌عنوان شاهد به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سه منطقه رشت، تالش و ماسال کشت شدند. رقم NC_2 معروف به رقم محلی گلی دارای تیپ نیمه برافراشته، گل‌های زرد رنگ و سازگاری خوبی با شرایط اقلیمی منطقه می‌باشد و سال‌های زیادی است که در منطقه کشت می‌شود. دانه‌های رقم NC_2 نسبتا درشت با محتوای روغن بالا است و برای مصرف آجیلی و روغن‌گیری مناسب است. قبل از انجام آزمایش، یک نمونه مرکب از خاک مزرعه از عمق ۳۰ سانتی‌متری تهیه و برای تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیائی به آزمایشگاه خاک‌شناسی مرکز ارسال گردید (جدول ۱). عملیات آماده‌سازی مزرعه در فروردین ماه و کاشت ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی در سه منطقه در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه هر سال انجام شد. پارامترهای اقلیمی منطقه اجرای آزمایش در طی دو سال زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در جدول ۲ ارائه شده است. کوددهی در هر دو سال یکسان و براساس نتایج آزمون خاک انجام گردید و مقدار ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۶۰ کیلوگرم اوره به‌عنوان نیتروژن آغازگر قبل از عملیات کاشت و به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه پاشیده شد و به‌وسیله دیسک سبک با خاک مخلوط گردید. فاصله ردیف‌های کاشت بادام‌زمینی ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر و هر کرت شامل ۶ خط به طول ۵ متر بود. دانه‌های بادام‌زمینی با تراکم ۱۵ بوته در متر مربع با دست کشت گردید و از طریق تنک کردن در مرحله ۴ تا ۶ برگی تراکم مطلوب ۱۰ بوته در متر مربع حفظ گردید. علف‌های هرز به‌روش وجین دستی در دو مرحله ۴ تا ۶ برگی و مرحله نمو غلاف‌ها و مصادف با خاک‌دهی پای بوته‌های بادام‌زمینی کنترل گردید.

در پایان دوره رشد و هم‌زمان با رسیدگی فیزیولوژیک دانه بادام زمینی (پیدایش رگه‌های قهوه‌ای رنگ بر روی غلاف‌ها)، پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط کاشت (حذف اثر حاشیه‌ای) از چهار ردیف وسطی در سطحی معادل پنج متر مربع از هر کرت برداشت شد. ارتفاع بوته با خط‌کش و برحسب سانتی‌متر و میانگین تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف از ۱۰ بوته به‌طور تصادفی اندازه‌گیری و شمارش شد و عملکرد زیست‌توده، غلاف و دانه پس از خشک کردن بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. پس از جدا کردن دانه‌ها از پوسته تعداد ۵ نمونه تصادفی

1- International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2024-07-08]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.29]

۱۰۰تایی بذر از هر کرت برداشت و وزن ۱۰۰ دانه با ترازوی دقیق تعیین گردید. همچنین، تعداد ۲۵ دانه تصادفی از هر کرت برداشت گردید و طول و عرض غلاف و دانه بادام زمینی با کولیس دیجیتال و برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. برای تعیین درصد روغن دانه مقدار ۱۵۰ گرم از دانه‌های بادام‌زمینی هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و پس از آسیاب کردن نمونه‌ها، درصد روغن آنها در آزمایشگاه دانه‌های روغنی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران، به‌روش سوکسله اندازه‌گیری گردید (Latif and Anwar, 2008).

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها پس از انجام آزمون بارتلت و اطمینان از یکنواختی اشتباه آزمایشی برای صفات اندازه‌گیری شده در دو سال زراعی، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و برای مقایسه میانگین صفات زراعی اندازه‌گیری شده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. همچنین، تجزیه پایداری ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی با استفاده از روش تجزیه GGE بای‌پلات صورت گرفت (Abate *et al.*, 2015).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیائی خاک مزرعه آزمایشی در سه منطقه

Table 1. Physico-chemical properties of experimental field soil in three regions

منطقه Location	بافت خاک Soil texture	شن (درصد) Sand (%)	لوم (درصد) Silt (%)	رس (درصد) Clay (%)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available potassium (mg kg^{-1})	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Available phosphorus (mg kg^{-1})	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) Electrical conductivity (dS/m)	اسیدیته pH	عمق برداشت نمونه (سانتی‌متر) Soil depth (cm)
رشت Rasht	لومی شنی Silty-sand	30.8	43.6	25.6	167.4	9.8	0.151	0.43	5.62	7.3	30-0
تالش Talesh	شنی رسی Sandy-clay	76.2	10.1	13.7	210	9.3	0.171	0.39	5.31	6.9	30-0
ماسال Masal	رسی شنی Clay-sand	30.3	23.2	46.5	220	10.5	0.184	0.51	4.22	6.4	30-0

جدول ۲- پارامترهای اقلیمی مناطق در سال‌های زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹

Table 2. Climatic parameters of regions in 2018 and 2019 cropping seasons

ماه‌ها Months	منطقه Location	2018: میانگین حداقل دما (سانتی‌گراد) Average of minimum temperature (°C)	2018: میانگین حداکثر دما (سانتی‌گراد) Average of maximum temperature (°C)	2018: میانگین دما (سانتی‌گراد) Average of temperature (°C)	2018: میانگین رطوبت نسبی (درصد) Average of humidity (%)	2018: بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)	2019: میانگین حداقل دما (سانتی‌گراد) Average of minimum temperature (°C)	2019: میانگین حداکثر دما (سانتی‌گراد) Average of maximum temperature (°C)	2019: میانگین دما (سانتی‌گراد) Average of temperature (°C)	2019: میانگین رطوبت نسبی (درصد) Average of humidity (%)	2019: بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)
رشت Rasht	April	8.7	18.5	13.6	74.4	18.8	9.9	16.4	13.2	84.2	122.7
	May	14.2	24.3	19.3	72.8	38.7	13.9	24.6	19.3	74.5	74.5
	June	18.2	27.6	22.9	74.2	48.8	18.8	30.5	24.7	68.3	6.2
	July	23	33.2	28.1	73.2	30.7	21.5	30.8	26.2	74.1	171.1
	Aguust	22.7	31	26.9	76.2	68.3	20.4	31.2	25.8	73.5	25.3
	September	19.7	30.4	25.1	73.5	13.6	18.8	27	22.9	79.1	138
ماسال Masal	April	8.3	15.3	11.8	79	21.7	9.5	13.6	11.6	88.4	107.8
	May	13.6	21.6	17.6	76	18.3	13.7	20.7	17.2	79.5	61.4
	June	17.8	25.5	21.7	74.5	78.5	18.3	29	23.7	65.5	7
	July	22.6	32.4	27.5	67.5	17.7	21.1	30.6	25.9	67	40.8
	Aguust	23.2	30.5	26.9	69.4	95	21.3	30.6	26	68	8.4
	September	20.5	28.3	24.4	73	96.7	19.1	26.5	22.8	75	98.5
تالش Talesh	April	8.4	16.5	12.5	77.1	25.1	9.7	14.2	12	84.9	145
	May	13.7	22.2	18	77.3	37.3	13.8	21.7	17.8	75.9	68.6
	June	18.1	25.6	21.9	176	104.4	18.9	28.9	23.9	67.7	7.4
	July	22.7	31.8	27.3	72.1	19.6	21.5	30.3	25.9	68.8	51.3
	Aguust	22.9	29.9	26.4	73.8	50.8	21.5	30.4	26	71.4	23.9
	September	20.9	28	24.5	76.2	75.2	19.1	26.4	22.8	75.1	117.7

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که برهمکنش دوجانبه مکان × ژنوتیپ تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته بادام زمینی، تعداد شاخه‌های فرعی و قطر غلاف در سطح احتمال یک درصد داشت و برهمکنش سه‌جانبه سال × مکان × ژنوتیپ بر دیگر صفات اندازه‌گیری شده نظیر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد غلاف، عملکرد دانه، درصد روغن دانه، عملکرد روغن، عملکرد پوسته، طول غلاف، طول و عرض دانه بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) که مشابه با نتایج دیگر محققان بود (Teklu *et al.*, 2014). براساس مقایسه میانگین برهمکنش دو جانبه مکان× ژنوتیپ، بیشترین ارتفاع بوته بادام‌زمینی (۱۰۳/۵ سانتی‌متر) به ژنوتیپ ۲۰۸ و منطقه رشت اختصاص داشت که تفاوت معنی‌داری با لاین ۲۰۱ نشان نداد (جدول ۴). محققان دیگر نیز گزارش کردند که ارقام بادام‌زمینی از نظر ارتفاع بوته، تفاوت معنی‌داری داشتند (Chaudhari *et al.*, 2017; Ratchanee Puttha, 2019). محققان همچنین نشان دادند که ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی، از نظر صفات ارتفاع ساقه اصلی بیشترین تنوع ژنتیکی را داشتند (Golaktya and

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2024-07-08]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.29]

Makne, 1991). نتایج نشان داد که برهمکنش محیط و ژنوتیپ بر رشد طولی لاین‌ها معنی‌دار بود و ژنوتیپ ۲۰۸ با بیشترین رشد طولی، پتانسیل بالایی برای تولید علوفه داشت. با این توصیف، افزایش رشد طولی نتوانست دستیابی به حداکثر عملکرد غلاف و دانه را در بادام‌زمینی تضمین نماید. دلیل این امر، می‌تواند تشکیل تعداد بیشتری از پگ‌ها در ارتفاع بالاتر و عدم امکان رسیدن آنها به داخل خاک باشد. بنابراین، افزایش رشد طولی معیار مطلوبی برای ارتقاء عملکرد دانه بادام‌زمینی محسوب نمی‌شود (Nobahar *et al.*, 2019).

تعداد شاخه‌های فرعی در بوته

بر اساس نتایج این آزمایش، حداکثر تعداد شاخه‌های فرعی (۱۲/۸۶ عدد) در بوته بادام‌زمینی به ژنوتیپ ۱۱۵ در منطقه رشت اختصاص داشت و تفاوت معنی‌داری با لاین‌های ۱۲۸ و ۲۰۱ نشان نداد (جدول ۳). نتایج این آزمایش با یافته‌های تحقیقاتی دیگر محققان در بادام‌زمینی مطابقت داشت که نشان دادند صفات مورفولوژیک و زراعی در بادام‌زمینی تفاوت معنی‌داری داشت (Safari *et al.*, 2008). در آزمایش دیگری گزارش شده است که ارقام مختلف بادام‌زمینی از نظر تعداد شاخه‌های فرعی در بوته تفاوت معنی‌داری نداشتند (Chaudhari *et al.*, 2017; Ratchanee Puttha, 2019). این تفاوت می‌تواند ناشی از اختلاف در منابع ژنتیکی و شرایط محیطی منطقه مورد مطالعه باشد.

تعداد غلاف در بوته

بیشترین تعداد غلاف بادام‌زمینی (۳۱/۷۲ عدد) در سال زراعی اوّل در ژنوتیپ ۱۲۸ و در منطقه رشت به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با لاین ۱۲۸ در سال‌های زراعی اول و دوم نشان نداد (جدول ۵). در آزمایش دیگری گزارش شده است که لاین‌های مختلف بادام‌زمینی از نظر تعداد غلاف در بوته متفاوت بودند و به‌شدت تحت تأثیر برهمکنش ژنوتیپ و محیط قرار گرفتند (Gulluoglu *et al.*, 2016b; Arioglu *et al.*, 2016; Kurt *et al.*, 2017). تعداد غلاف در بوته یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تولید دانه بادام‌زمینی به‌شمار می‌رود (Stamatov and Deshev, 2015). ولی، در این آزمایش، افزایش تعداد غلاف در بوته با حداکثر عملکرد دانه بادام‌زمینی همراه نبود. نتایج بیانگر آن است که تعداد غلاف در بوته برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه بادام‌زمینی شرط لازم است ولی کافی نیست و تنها غلاف‌هایی می‌توانند سبب افزایش عملکرد دانه گردند که بتوانند دوره رشد طبیعی خود را در داخل خاک سپری نمایند (Nobahar *et al.*, 2019).

تعداد دانه در غلاف

در این آزمایش، ژنوتیپ شماره ۱۹۲ در سال زراعی اوّل و منطقه رشت بیشترین تعداد دانه در غلاف (۱/۹۰ عدد) را نشان داد که تفاوت معنی‌داری با لاین‌های ۱۲۰ و ۲۰۱ در سال دوم زراعی نداشت (جدول ۵). در این آزمایش، از نظر تعداد دانه در غلاف تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از سالی به سال دیگر و از منطقه‌ای به منطقه دیگر وجود داشت که با نتایج دیگر محققان مشابه بود (Oteng-Frimpong *et al.*, 2017). محققان دیگری نشان دادند ارقام بادام‌زمینی از نظر تعداد دانه در غلاف تفاوت معنی‌داری داشتند (Chaudhari *et al.*, 2017; Ratchanee Puttha, 2019) و تحت تأثیر برهمکنش محیط و ژنوتیپ قرار می‌گیرد (Safari *et al.*, 2008).

وزن صد دانه

نتایج نشان داد که بیشترین وزن صد دانه بادام‌زمینی (۷۱/۴۵ گرم) در سال دوم زراعی و منطقه رشت و ژنوتیپ شماره ۱۱۳ مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با برخی لاین‌ها در سال‌های مختلف زراعی در مناطق ماسال و رشت نداشت (جدول ۵). محققان در مطالعه مشابه‌ای دریافتند که وزن صد دانه بادام‌زمینی تحت تأثیر برهمکنش ژنوتیپ و محیط قرار گرفت (Safari *et al.*, 2008) و تفاوت بسیار معنی‌داری بین تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بادام‌زمینی برای صفت وزن صد دانه وجود داشت (Oteng-Frimpong *et al.*, 2017). نتایج نشان داد که شرایط محیطی از سالی به سال دیگر و از منطقه‌ای به منطقه دیگر از طریق تأثیر بر روند تشکیل غلاف‌ها، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه می‌تواند عملکرد ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی را تحت تأثیر قرار دهد که بسته به نوع ژنوتیپ بادام‌زمینی می‌تواند متفاوت باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) صفات زراعی در ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی در مناطق و سال‌های مختلف

Table 3. Combined analysis of variance (mean squares) of agronomic characteristics in peanut genotypes in different regions and cropping seasons

منبع تغییرات S.O.V	df	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد دانه Seed yield	شاخه فرعی در بوته Secondary branche per plant	غلاف در بوته Pod per plant	دانه در غلاف Seed per pod	وزن صد دانه 100-seed weight	عملکرد غلاف Pod yield
سال Year (Y)	1	111.97**	31062.63ns	0.058ns	45.67**	0.447**	187.03**	1219654.55**
منطقه Location (L)	2	321.48**	19755402.65**	321.017**	1109.54**	0.034**	23.40*	33576995.45**
Y×L	1	636.78**	4191319.82**	5.897*	189.11**	0.098**	140.00**	3207631.82**
تکرار Rep (Y×L)	12	60.36	136962.63	3.828	21.32	0.034	20.23	229987.88
ژنوتیپ Genotype (G)	10	590.75**	1956892.07**	14.14**	82.14**	0.022**	160.80**	2444643.43**
L×G	20	353.18**	396624.46**	6.21**	21.02**	0.025**	54.12**	385726.10**
Y×G	10	3.53ns	98118.74**	0.024ns	11.76**	0.008**	12.51*	115332.32**
Y×L×G	20	3.76ns	103992.18**	0.029ns	10.81**	0.008**	17.63**	102551.26**
اشتباه Error	120	15.09	164.9263	1.402	4.57	0.003	5.65	33324.0
ضریب تغییرات CV(%)	-	6.24	8.03	14.36	10.31	3.32	4.01	5.16

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, ** and *: Non significant, significant at 1 and 5 % probability levels, respectively.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2024-07-08]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.29]

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) صفات زراعی در ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی در مناطق و سال‌های مختلف

Continued table 3. Combined analysis of variance (mean squares) of agronomic characteristics in peanut genotypes in different regions and cropping seasons

منبع تغییرات S.O.V	روغن دانه Seed oil	عملکرد روغن Oil yield	عملکرد پوسته Shell yield	طول غلاف Pod lenght	قطر غلاف Pod diameter	طول دانه Seed lenght	قطر دانه Seed diameter
سال(Y) Year	44.98**	23302.54ns	1042188.01**	228.48**	59.71**	7.26**	1.62**
منطقه(L) Location	273.33**	4223059.65**	1782071.59**	415.97**	26.22**	22.63**	6.26**
Y×L	78.87**	1375152.01**	879651.64**	505.61**	105.09**	32.95**	11.59**
تکرار Rep (Y×L)	4.76	34975.98	37641.16	41.22	6.70	8.23	3.01
ژنوتیپ Genotype (G)	20.36**	537214.41**	67905.40**	35.92**	12.15**	4.96**	1.64**
L×G	13.63**	110313.01**	96476.31**	13.35**	2.40**	12.85**	1.33**
Y×G	0.20*	32364.53**	25804.94**	7.49**	0.85ns	6.05**	0.48**
Y×L×G	0.19*	27846.57**	34711.91**	9.21**	0.59ns	6.10**	0.58**
اشتباه Error	0.32	8426.36	6208.52	2.35	0.56	0.507	0.063
ضریب تغییرات(%)CV	6.26	8.75	5.30	4.64	5.33	4.76	3.63

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, ** and *: Non significant, significant at 1 and 5 % probability levels, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی تحت تأثیر برهمکنش محیط × ژنوتیپ

Table 4. Mean comparison of some measured characteristics in peanut genotypes affected by environment × genotype interaction

مکان Location	ژنوتیپ Genotype	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه‌های فرعی Secondary branches number per plant	قطر غلاف (میلی‌متر) Pod diameter (mm)
رشت Rasht	130	52.16^{e}	10.16^{bc}	13.40^{d}
	140	75.50^{d}	7.31^{de}	14.57^{cd}
	113	92.66^{b}	9.41^{cd}	12.49^{e}
	115	75.33^{d}	12.86^{a}	13.62^{d}
	128	82.66^{c}	11.61^{ab}	12.06^{e}
	176	85.33^{c}	9.88^{c}	13.61^{d}
	178	104.83^{a}	10.71^{bc}	14.29^{cd}
	192	94.66^{b}	10.45^{bc}	13.08^{de}
	201	100.50^{a}	11.90^{ab}	12.49^{e}
	208	103.50^{a}	11.46^{b}	12.91^{de}
	NC2	77.50^{d}	10.06c	14.09^{cd}
ماسال Masal	130	55.21^{fg}	7.16^{de}	15.46^{abc}
	140	57.81^{fg}	5.63^{e}	14.90^{c}
	113	55.16^{fg}	7.96^{d}	13.11^{de}
	115	57.36^{fg}	6.73^{e}	13.82^{d}
	128	57.45^{fg}	8.70^{d}	11.94^{e}
	176	53.73^{g}	6.50^{e}	13.52^{d}
	178	59.54^{f}	9.06^{cd}	14.15^{d}
	192	65.26^{e}	10.46^{bc}	15.17^{bcd}
	201	54.92^{g}	9.46^{cd}	12.01^{e}
	208	56.03^{fg}	8.16^{d}	14.80^{c}
	NC2	58.25^{fg}	8.83^{cd}	13.78^{d}
تالش Talesh	130	35.25j	5.98^{e}	15.82^{ab}
	140	40.88^{hi}	5.91^{e}	16.04^{a}
	113	39.98^{hi}	5.36^{f}	13.36^{d}
	115	42.51^{hi}	5.90^{e}	15.88^{ab}
	128	51.81^{g}	6.88d^{e}	15.05^{bc}
	176	40.78^{hi}	6.33^{e}	15.49^{abc}
	178	38.80^{hi}j	5.96^{e}	15.57^{abc}
	192	54.25^{g}	6.63^{e}	15.45^{abc}
	201	43.45^{hi}	6.40^{e}	13.90^{d}
	208	42.45^{i}	6.30^{e}	14.61^{cd}
	NC2	36.25j	5.78^{e}	15.83^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD ندارند

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level on the basis of LSD test.

جدول ۵- مقایسه میانگین برخی صفات اندازه‌گیری شده در بادام‌زمینی تحت تأثیر برهمکنش سال × مکان × ژنوتیپ

Table 5. Mean comparison of some measured characteristics in peanut genotypes influenced by location × year × genotype interaction

سال Year	ژنوتیپ Genotype	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant			تعداد دانه در غلاف Seed number per pod			وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100-seed weight (g)			عملکرد غلاف (کیلوگرم در هکتار) Pod yield (kg/ha)		
		رشت Rasht	ماسال Masal	تالش Talesh	رشت Rasht	ماسال Masal	تالش Talesh	رشت Rasht	ماسال Masal	تالش Talesh	رشت Rasht	ماسال Masal	تالش Talesh
۱۳۹۸ 2018	130	22.32^{cd}	21.05^{cd}	16.60^{de}	1.74^{bc}	1.466^{f}	1.60^{e}	61.62^{bc}	57.20^{cd}	57.46^{cd}	3986.66^{e}	2966.66^{hi}	2533.33^{i}
	140	18.52^{de}	19.17^{d}	19.15^{de}	1.72^{bc}	1.60^{d}	1.51^{f}	61.74^{bc}	60.49^{bc}	58.71^{cd}	3950.00^{ef}	3166.66^{gh}	2783.33^{hi}
	113	23.48^{c}	21.63^{cd}	19.00^{de}	1.73^{bc}	1.62^{cde}	1.59^{def}	58.04^{cd}	55.59^{cd}	53.82^{d}	4250.00^{de}	3383.33^{g}	2766.66^{hi}
	115	25.08^{bc}	19.72^{d}	18.80^{de}	1.53^{def}	1.67^{cd}	1.58^{def}	62.53^{bc}	54.16^{d}	57.13^{cd}	4033.33^{de}	3116.66^{gh}	2850.00^{h}
	128	27.56^{b}	22.84^{cd}	20.00s	1.81^{b}	1.61^{cde}	1.63^{cde}	63.16^{bc}	58.33^{cd}	58.51^{cd}	4566.66^{c}	3783.33^{gh}	3100.00^{gh}
	176	27.59^{b}	19.29^{d}	18.98^{de}	1.70^{c}	1.60^{de}	1.52^{def}	55.35^{d}	59.16^{cd}	55.45^{d}	4300.00^{d}	3200.00^{ef}	2716.66^{i}
	178	22.28^{cd}	19.35^{d}	17.53^{de}	1.63^{cde}	1.60^{de}	1.59^{def}	64.32^{ab}	58.35^{cd}	60.65^{bc}	4166.66^{de}	3066.66^{gh}	2833.33^{hi}
	192	29.40^{ab}	22.97^{cd}	22.03^{cd}	1.90^{a}	1.68^{cde}	1.67^{cde}	67.71^{ab}	61.95^{b}	63.95^{b}	5583.33^{a}	4166.66^{de}	3683.33^{f}
	201	25.50^{bc}	21.87^{cd}	17.91^{de}	1.64^{cde}	1.63^{cde}	1.59^{def}	56.54^{cd}	55.88^{d}	57.17^{cd}	3750.00^{ef}	3350.00^{g}	2816.66^{hi}
	208	27.31^{bc}	19.61^{d}	17.08^{de}	1.44^{f}	1.64^{cde}	1.57^{def}	55.25^{d}	55.12^{d}	58.22^{cd}	3983.33^{e}	3033.33^{h}	2700.00^{i}
	NC_2	17.76^{de}	20.97^{cd}	18.12^{bc}	1.72^{bc}	1.68^{cde}	1.55^{def}	60.07^{c}	53.95^{d}	63.01^{b}	3350.00^{g}	3166.66^{gh}	2966.66^{hi}
۱۳۹۹ 2019	130	27.54^{b}	24.07^{c}	11.25^{f}	1.85^{ab}	1.53^{def}	1.55^{def}	66.52^{ab}	61.35^{bc}	55.57^{d}	4683.33^{c}	3716.66^{ef}	2400.00^{j}
	140	21.24^{cd}	20.96^{cd}	10.15^{f}	1.72^{bc}	1.72^{c}	1.42^{f}	63.71^{bc}	62.14^{bc}	57.80^{cd}	4233.33^{de}	3716.66^{ef}	2600.00^{i}
	113	23.75^{c}	23.47^{c}	11.98^{f}	1.74^{bc}	1.73^{b}	1.57^{def}	71.45^{a}	59.45^{cd}	50.03^{e}	4733.33^{c}	4033.33^{de}	2633.33^{i}
	115	26.98^{bc}	20.68^{cd}	15.71^{e}	1.72^{bc}	1.76^{b}	1.54^{def}	58.52^{cd}	58.64^{cd}	52.73^{d}	4200.00^{de}	3650.00^{fg}	2633.33^{i}
	128	31.72^{a}	24.69^{bc}	17.45^{de}	1.69^{cde}	1.76^{b}	1.58^{def}	63.67^{bc}	61.33^{bc}	55.61^{d}	4733.33^{c}	4566.66^{cd}	2633.33^{i}
	176	26.32^{bc}	20.93^{cd}	13.83^{e}	1.77^{bc}	1.69^{cde}	1.45^{f}	58.64^{cd}	64.37^{ab}	52.73^{d}	4233.33^{de}	3816.66^{ef}	2550.00^{i}
	178	21.92^{cd}	22.91^{cd}	10.78^{f}	1.77^{bc}	1.69^{cde}	1.56^{def}	58.13^{cd}	62.07^{bc}	59.41^{cd}	4216.66^{de}	4000.00^{e}	3416.66^{i}
	192	29.89^{ab}	24.13^{bc}	18.85^{d}	1.73^{bc}	1.73^{bc}	1.58^{def}	68.09^{a}	65.71^{ab}	60.76^{bc}	5233.33^{h}	4750.00^{c}	3416.66^{fg}
	201	24.65^{bc}	23.99^{c}	16.84^{de}	1.83^{ab}	1.68^{cde}	1.51^{f}	54.70^{d}	60.14^{bc}	55.073^{d}	3766.66^{ef}	4033.33^{de}	2583.33^{i}
	208	17.20^{de}	20.75^{cd}	11.77^{f}	1.63^{cde}	1.67^{cde}	1.55^{def}	53.12^{d}	58.82^{cd}	55.61^{d}	3050.00^{n}	3583.33^{ig}	2583.33^{i}
	NC_2	17.21^{de}	20.92^{cd}	14.21^{ef}	1.73^{bc}	1.75^{bc}	1.43^{f}	55.72^{d}	56.99^{cd}	63.32^{bc}	3300.00^{gh}	3616.66^{ig}	2833.33^{hi}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر صفت اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD ندارند

Means followed by the same letters for each trait are not significantly different at 5% probability level on the basis of LSD test.

عملکرد غلاف

بر اساس نتایج به‌دست آمده، بالاترین عملکرد غلاف بادام‌زمینی (۵۵۸۳ کیلوگرم در هکتار) در سال اول زراعی، در منطقه رشت و ژنوتیپ ۱۹۲ به‌دست آمد. عملکرد غلاف بادام زمینی ژنوتیپ ۱۹۲ در منطقه ماسال (۵۲۳۳ کیلوگرم در هکتار) و تالش (۴۱۶۶ کیلوگرم در هکتار) بر ژنوتیپ‌های دیگر برتری نشان داد (جدول ۵). بدین ترتیب، ژنوتیپ ۱۹۲ در هر سه منطقه از نظر عملکرد غلاف در واحد سطح بر دیگر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برتری داشت. به‌علاوه، عملکرد غلاف از سالی به سال دیگر و از منطقه‌ای به منطقه دیگر، بسته به ژنوتیپ متفاوت

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2024-07-08]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.29]

بود که بیانگر تأثیر مهم برهمکنش ژنوتیپ و عوامل محیطی رشد بر عملکرد غلاف بادام‌زمینی می‌باشد. محققان دیگری نشان دادند که تنوع ژنتیکی بالایی در ژرم‌پلاسم‌های بادام‌زمینی موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران برای کلیه صفات مورد مطالعه وجـود داشت (Aalami *et al.*, 2007) و ارقام مختلف بادام‌زمینی از نظر عملکرد غلاف تفاوت معنی‌داری داشتند (Arioglu *et al.*, 2016; Chaudhari *et al.*, 2017; Ratchanee Puttha, 2019). همچنین، گزارش شده است که عملکرد غلاف بادام‌زمینی تحت تأثیر برهمکنش ژنوتیپ و محیط قرار گرفت (Gulluoglu *et al.*, 2016b; Arioglu *et al.*, 2016; Kurt *et al.*, 2017).

عملکرد دانه

در این آزمایش، بیشترین عملکرد دانه (۳۷۷۷ کیلوگرم در هکتار) در ژنوتیپ شماره ۱۹۲ در سال زراعی اوّل و منطقه رشت به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با سال زراعی دوم (۳۵۳۲ کیلوگرم در هکتار) نداشت. در این آزمایش، عملکرد ژنوتیپ ۱۹۲ نسبت به رقم NC_2 (رقم شاهد) ۱۳۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۶). نتایج نشان داد که عملکرد دانه بادام‌زمینی در اثر واکنش به تغییر شرایط اقلیمی دستخوش تغییرات قابل توجهی می‌گردد و ژنوتیپ‌های مختلف از نظر پتانسیل ژنتیکی برای تولید دانه در مناطق مختلف دارای تفاوت معنی‌داری هستند. بدین‌ترتیب، نتایج نشان داد که ارزیابی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای تعیین ارقام پرمحصول در مناطق مختلف ضرورت دارد (Karadavut *et al.*, 2010). محققان دیگری گزارش کردند که بین دو منطقه تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (Gebre and Shiferaw, 2017) و شرایط محیطی مهمترین و قوی‌ترین عوامل تفاوت برای عملکرد بادام‌زمینی است (Gulluoglu *et al.*, 2016; Bonchev *et al.*, 2018). در آزمایش دیگری گزارش شده است که برهمکنش محیط و رقم بر عملکرد دانه بادام‌زمینی بسیار چشمگیر و معنی‌دار بود (Bucheyeki *et al.*, 2008; Hagos *et al.*, 2012; Jeyaramraja and Woldesenbet, 2014). محققان نشان دادند که شرایط محیطی مهمترین و قوی ترین عوامل تفاوت برای صفات بادام‌زمینی می باشند (Bonchev *et al.*, 2018). همچنین، گزارش شده است که عملکرد غلاف بادام‌زمینی تحت‌تأثیر برهمکنش ژنوتیپ و محیط قرار گرفت (Gulluoglu *et al.*, 2016b; Arioglu *et al.*, 2016 and Kurt *et al.*, 2017).

درصد روغن دانه

بیشترین درصد روغن دانه بادام‌زمینی (۵۷/۱۲ درصد) در سال دوم زراعی، در منطقه ماسال و ژنوتیپ ۱۷۸ بادام‌زمینی به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با درصد روغن (۵۷/۰۳ درصد) لاین ۱۲۸ نشان نداد (جدول ۶). نتایج نشان داد که لاین‌های مختلف بادام‌زمینی و برهمکنش آن با محیط در سال‌های مختلف زراعی سبب تغییر محتوای روغن دانه گردید. محققان دیگری در ارزیابی صفات کمی و کیفی ۳۹ رقم بادام‌زمینی نشان دادند که درصد روغـن دانه در ارقام مختلف، متفاوت بود (Safari *et al.*, 2008). محققان دیگری درصد روغن دانه را بین ارقام مختلف بادام‌زمینی حدود ۴۵ تا ۵۸/۶ درصد گزارش کردند (Bonchev *et al.*, 2018) و نشان دادند که کیفیت دانه بادام‌زمینی به‌شدت تحت تأثیر شرایط آب و هوایی منطقه قرار می‌گیرد (Nautiyal, 2009; Gulluoglu *et al.* 2017).

عملکرد روغن

براساس نتایج این آزمایش، بیشترین عملکرد روغن بادام‌زمینی (۱۸۴۱ کیلوگرم در هکتار) در ژنوتیپ ۱۹۲ در سال زراعی اول و منطقه رشت به‌دست آمد (جدول ۶). در این آزمایش، لاین‌های مختلف بادام‌زمینی دارای عملکرد روغن متفاوتی بودند که با نتایج دیگر محققان مطابقت داشت که نشان دادند که بین ارقام بادام‌زمینی از نظرعملکرد روغن تفاوت معنی‌داری وجود داشت (Safari *et al.*, 2008). محققان دیگری دریافتند که محیط خاک بذر و شرایط آب و هوایی منطقه عوامل مهمی هستند که عملکرد کیفی بادام‌زمینی را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Nautiyal, 2009). بدین‌ترتیب، نتایج نشان داد که برای ارتقای کمیت و کیفیت عملکرد دانه ضرورت دارد که گزینش ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی بسته به شرایط محیطی مختلف انجام شود (Zurweller *et al.*, 2018). به‌علاوه، نتایج نشان داد که افزایش درصد روغن دانه نتوانست دستیابی به حداکثر عملکرد روغن در بادام‌زمینی را تضمین نماید و با افزایش عملکرد دانه، عملکرد روغن نیز افزایش پیدا کرد. چنین استنباط می‌شود که افزایش محتوای درصد روغن دانه شرط لازم برای افزایش عملکرد روغن است. ولی، کافی نیست و افزایش عملکرد دانه در هکتار روش مطمئنی برای دستیابی به حداکثر عملکرد روغن در واحد سطح می‌باشد. به بیان دیگر، ارتقاء عملکرد دانه ارقام و ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی به‌موازات انجام کارهای اصلاحی برای بهبود درصد روغن دانه، راهکار مناسبی برای بهینه‌سازی عملکرد روغن بادام‌زمینی در واحد سطح خواهد بود (Sadat Hashemi, *et al.*, 2023).

عملکرد پوسته بادام‌زمینی

نتایج نشان داد که بیشترین میزان پوسته غلاف بادام‌زمینی (۱۹۷۸ کیلوگرم در هکتار) در ژنوتیپ شماره ۱۴۰ و سال زراعی اوّل در منطقه رشت به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با لاین‌های ۱۱۳ و ۱۴۰ نداشت (جدول ۶). تولید پوسته بادام‌زمینی بسته به ژنوتیپ و محیط و برهمکنش آنها متفاوت بود. بالا بودن وزن پوسته غلاف بادام‌زمینی با افزایش عملکرد دانه در واحد سطح همراه نبود که می‌تواند بیانگر بالا بودن نسبت وزنی پوسته غلاف‌های بادام‌زمینی به دانه باشد. در حقیقت، هر چه پوسته بادام‌زمینی نازک و نسبت وزنی پوسته غلاف‌ها به دانه کمتر باشد، عملکرد دانه بادام‌زمینی در واحد افزایش پیدا می‌کند. بدین‌ترتیب، کاهش وزن پوسته غلاف دارای اثر مستقیم مثبـت بر عملکرد دانه بادام‌زمینی اسـت (Rao *et al.*, 2014).

طول غلاف

براساس نتایج این آزمایش، لاین ۱۲۸ دارای بیشترین طول غلاف بادام‌زمینی (۴۱/۴۳ میلی‌متر) در سال زراعی اول و منطقه رشت بود (جدول ۷). نتایج نشان داد که طول غلاف بادام‌زمینی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2024-07-08]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.29]

بسته به نوع رقم و واریته می‌تواند از سالی به سال دیگر و از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت باشد. افزایش طول غلاف بادام‌زمینی با افزایش وزن غلاف، تعداد دانه و یا اندازه دانه در هر غلاف می‌تواند تأثیر بسیار خوبی بر عملکرد غلاف و بازارپسندی دانه بادام‌زمینی داشته باشد. محققان در مطالعه مشابه‌ای نشان دادند که اندازه و وزن غلاف بادام‌زمینی تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرد و ارقام ویرجینیایی بادام‌زمینی دارای غلاف بزرگتر و وزن تک دانه بیشتری هستند (Arioglu *et al.*, 2016; Kurt *et al.*, 2017). در آزمایش دیگری گزارش شده است طول غلاف یکی از مهمترین صفات زراعی مورد ارزیابی بود که بیشترین اهمیت را در ارزیابی تنوع ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی نشان دادند (Harch *et al.*, 1995; Foundra *et al.*, 2000).

قطر غلاف

نتایج نشان داد که لاین ۱۴۰ بیشترین قطر غلاف (۱۶/۰۴ میلی‌متر) را در منطقه تالش دارا بود (جدول ۴). قطر غلاف بادام‌زمینی نیز همانند طول غلاف بسته به ژنوتیپ و شرایط اقلیمی منطقه با تغییرات معنی‌داری مواجه گردید. قطر غلاف بادام‌زمینی نیز با افزایش وزن غلاف و وزن دانه در غلاف می‌تواند بر عملکرد غلاف و دانه و بازارپسندی بادام‌زمینی تأثیر به‌سزایی داشته باشد. محققان دیگری در ارزیابی بادام‌زمینی نشان دادند که ارقام مورد مطالعه از نظر قطر غلاف و به تبع آن اندازه و وزن دانه، تفاوت معنی‌داری داشتند (Safari *et al.*, 2008) و قطر غلاف و عرض دانه هم بیشتری را در ارزیابی تنوع ارقام مختلف بادام‌زمینی داشتند (Harch *et al.*, 1995; Foundra *et al.*, 2000).

طول دانه

بیشترین طول دانه (۲۲/۴۲ میلی‌متر) در لاین ۱۱۳ و سال زراعی اوّل در منطقه رشت به‌دست آمد (جدول ۷). نتایج نشان داد که طول دانه بادام‌زمینی بسته به ژنوتیپ، دستخوش تغییرات معنی‌داری در واکنش به شرایط اقلیمی و خاکی مناطق مختلف گردید. طول دانه بادام‌زمینی می‌تواند نقش مثبت در افزایش عملکرد دانه و بازارپسندی محصول بادام‌زمینی داشته باشد. محققان دیگری دریافتند که ارقام بادام‌زمینی از نظر عملکرد، اجزای عملکرد و دیگر صفات زراعی مورد مطالعه متفاوت بودند (Chaudhari *et al.*, 2017; Oteng-Frimpong *et al.*, 2017; Ratchanee Puttha, 2019) و ارقام ویرجینیایی طول دانه و وزن دانه بیشتری داشتند (Arioglu *et al.*, 2016; Kurt *et al.*, 2017).

قطر دانه

در این آزمایش، بیشترین قطر دانه (۸/۴۷ میلی‌متر) را در شرایط اقلیمی منطقه رشت و سال زراعی اوّل زراعی در لاین شماره ۱۷۸ بادام‌زمینی مشاهده گردید (جدول ۷). قطر دانه بادام‌زمینی نیز بسته به ژنوتیپ و شرایط اقلیمی و خاکی مناطق مختلف در طی سال‌های زراعی مورد مطالعه دستخوش تغییر گردید. بالا بودن قطر دانه نیز می‌تواند عملکرد و بازارپسندی محصول را تحت تأثیر قرار دهد. در مطالعه مشابهی در ارزیابی ۳۰ ژنوتیپ بادام‌زمینی گزارش شده است که تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر اجزای عملکرد دارای تفاوت معنی‌داری بودند (Oteng-Frimpong *et al.*, 2017) و افزایش قطر دانه سبب افزایش وزن دانه می‌شود و می‌تواند تأثیر مثبت و مستقیم در افزایش عملکرد دانه و بازارپسندی محصول داشته باشد (Arioglu *et al.*, 2016; Kurt *et al.*, 2017).

جدول ۶- مقایسه میانگین تعدادی از صفات اندازه‌گیری شده در بادام‌زمینی تحت تأثیر برهمکنش سال × مکان × ژنوتیپ

Table 6. Mean comparison of some measured characteristics in peanut genotypes influenced by year × location × genotype interaction

عملکرد پوسته (کیلوگرم در هکتار) Shell yield (kg/ha)			عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg/ha)			درصد روغن دانه Seed oil content (%)			عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)			تیمارها Treatments	
تالش Talesh	ماسال Masal	رشت Rasht	تالش Talesh	ماسال Masal	رشت Rasht	تالش Talesh	ماسال Masal	رشت Rasht	تالش Talesh	ماسال Masal	رشت Rasht	ژنوتیپ Genotype	سال Year
1001.66^{h}	1250.00^{fg}	1603.13^{e}	786.66^{g}	894.66^{fg}	1106.66^{de}	50.43^{i}	52.14^{f}	46.39^{n}	1531.66^{hi}	1716.66^{gh}	2383.33^{ef}	130	۱۳۹۸ 2018
1085.00^{h}	1276.66^{fg}	1978.33^{a}	898.66^{fg}	957.33^{f}	950.33^{ef}	52.96^{e}	50.66^{h}	48.26^{l}	1698.33^{gh}	1890.00^{g}	1971.66^{fg}	140	
1135.00^{gh}	1436.66^{ef}	1898.33^{ab}	815.66^{fg}	989.66^{ef}	118.66^{de}	50.08^{ij}	50.89^{hi}	47.60^{m}	1631.66^{gh}	1946.66^{fg}	2351.66^{ef}	113	
1150.00^{gh}	1333.33^{efg}	1571.66^{d}	891.00^{fg}	900.00^{fg}	1250.33^{cd}	52.49^{ef}	50.51^{i}	52.10^{fg}	1700.00^{gh}	1783.33^{gh}	2401.66^{ef}	115	
1213.33^{g}	1526.66^{de}	1421.66^{ef}	1011.33^{ef}	1158.66^{de}	1596.33^{b}	53.23^{de}	53.68^{cd}	50.80^{hi}	1901.66^{fg}	2156.66^{f}	3145.00^{c}	128	
1123.33^{gh}	1376.66^{ef}	1715.00^{c}	832.66^{fg}	956.66^{ef}	1247.66^{cd}	52.32^{f}	52.49^{e}	48.32^{l}	1593.33^{h}	1823.33^{gh}	2585.00^{d}	176	
1135.00^{gh}	1263.33^{fg}	1833.33^{bc}	852.66^{fg}	961.00^{ef}	1205.66^{de}	50.26^{i}	53.41^{e}	50.19^{f}	1698.33^{gh}	1803.33^{gh}	2333.33^{ef}	178	
1323.3^{efg}	1843.33^{b}	1806.66^{bc}	1232.00^{d}	1212.33^{de}	1840.66^{a}	52.33^{f}	50.69^{hi}	48.77^{kl}	2360.00^{ef}	2390.00^{ef}	3776.66^{a}	192	
1183.33^{gh}	1353.33^{f}	1386.66^{ef}	863.33^{fg}	1025.66^{ef}	1236.00^{d}	52.93^{e}	51.41^{gh}	52.34^{f}	1633.33^{gh}	1996.66^{f}	2363.33^{ef}	201	
1131.66^{gh}	1263.33^{fg}	1818.33^{bc}	811.66^{fg}	925.33^{fg}	1126.33^{de}	51.82^{fg}	52.33^{ef}	52.11^{f}	1568.33^{h}	1770.00^{gh}	2165.00^{ef}	208	
1200.00^{gh}	1260.00^{f}	1730.00^{bc}	915.33^{fg}	912.00^{fg}	742.00^{g}	51.87^{g}	48.01^{lm}	48.89^{k}	1766.66^{gh}	1900.^{fg}	1620.00^{h}	NC_2	
1430.00^{ef}	1473.33^{def}	1523.33^{de}	491.00^{h}	1262.33^{cd}	1449.33^{bc}	50.72^{hi}	56.28^{b}	45.89o	970.00^{j}	2243.33^{ef}	3160.00^{bc}	130	۱۳۹۹ 2019
1761.66^{bc}	1486.66^{de}	1898.33^{ab}	448.33^{h}	1196.33^{de}	1106.33^{de}	53.59^{d}	53.67^{cd}	47.39^{m}	838.33^{j}	2230.00^{ef}	2335.00^{ef}	140	
1685.00^{cd}	1621.66^{cd}	1788.33^{bc}	496.33^{h}	1306.00^{cd}	1377.33^{cd}	49.58^{j}	54.17^{c}	46.80^{n}	948.33^{j}	2411.66^{ef}	2945.00^{cd}	113	
1403.33^{ef}	1530.00^{de}	1480.00^{def}	679.00^{g}	1147.66^{de}	1388.00^{c}	52.51^{ef}	54.15^{c}	51.03^{hi}	1293.33^{i}	2120.00^{f}	2720.00^{d}	115	
1233.33^{fg}	1890.00^{ab}	1321.66^{fg}	783.00^{g}	1526.66^{bc}	1714.66^{ab}	53.34^{de}	57.03^{a}	50.22^{i}	1533.33^{hi}	2676.66^{de}	3411.66^{b}	128	
1496.66^{de}	1543.33^{de}	1613.33^{cd}	549.33^{h}	1275.33^{cd}	1277.00^{cd}	52.24^{f}	56.10^{b}	47.35^{m}	1053.33^{i}	2273.33^{ef}	2730.00^{d}	176	
1513.33^{de}	1596.66^{cd}	1720.00^{bc}	508.66^{h}	1372.66^{cd}	1255.00^{cd}	50.70^{hi}	57.12^{a}	49.47^{j}	1003.33^{j}	2403.33^{ef}	2540.00^{de}	178	
1606.66^{cd}	1665.00^{cd}	1701.66^{c}	959.66^{ef}	1554.00^{b}	1702.66^{ab}	52.99^{e}	53.59^{d}	48.25^{l}	1810.00^{gh}	3085.00^{c}	3531.66^{ab}	192	
1178.33^{gh}	1608.33^{cd}	1298.33^{fg}	746.00^{g}	1312.33^{cd}	1311.66^{cd}	53.11^{de}	54.14^{c}	51.04^{gh}	1405.00^{hi}	2425.00^{e}	2468.33^{de}	201	
1563.33^{de}	1540.00^{de}	1561.66^{de}	531.66^{h}	1139.33^{de}	676.33^{gh}	52.22^{f}	55.80^{b}	51.30^{h}	1020.00^{j}	2043.33^{fg}	1488.33^{hi}	208	
1523.33^{de}	1523.33^{de}	1636.66^{cd}	687.66^{gh}	1079.00^{ef}	657.33^{gh}	52.53^{ef}	51.58^{g}	48.19^{l}	1310.00^{hi}	2093.33^{fg}	1663.33^{gh}	NC_2	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر صفت اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD ندارند

Means followed by the same letters in each trait are not significantly different at 5% probability level on the basis of LSD test.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2024-07-08]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.29]

جدول ۷- مقایسه میانگین اندازه دانه و غلاف در بادام‌زمینی تحت تأثیر برهمکنش سال × مکان × ژنوتیپ

Table 7. Mean comparison of seed and pod size in peanut influenced by year × environment × genotype interaction

قطر دانه (میلی‌متر) Seed diameter (mm)			طول دانه (میلی‌متر) Seed length (mm)			طول غلاف (میلی‌متر) Pod length (mm)			تیمارها Treatments	
تالش Talesh	ماسال Masal	رشت Rasht	تالش Talesh	ماسال Masal	رشت Rasht	تالش Talesh	ماسال Masal	رشت Rasht	ژنوتیپ Genotype	سال Year
6.36^{ef}	6.54^{ef}	6.25^{f}	14.39^{ef}	15.09^{def}	13.35^{fgh}	35.28^{bc}	32.80^{cd}	34.97^{c}	130	۱۳۹۸ 2018
7.35^{cd}	6.89^{de}	6.15^{fg}	13.51^{fgh}	15.48^{d}	12.53^{gh}	32.26^{cd}	30.25^{de}	29.91^{de}	140	
6.83^{de}	6.43^{ef}	8.44^{a}	13.55^{fgh}	12.50^{gh}	22.42^{a}	33.55^{cd}	26.68^{f}	28.29^{ef}	113	
7.89^{b}	6.31^{ef}	6.35^{ef}	15.35^{def}	14.08^{f}	14.41^{ef}	36.66^{bc}	26.54^{f}	27.82^{ef}	115	
7.33^{cd}	5.94^{fg}	6.06^{fg}	16.68^{cd}	12.59^{gh}	12.51^{gh}	37.10^{bc}	28.71^{ef}	27.05^{ef}	128	
6.90^{de}	6.60^{ef}	6.88^{de}	16.22^{cde}	12.84^{gh}	13.36^{fgh}	35.51^{bc}	26.79^{ef}	28.95^{ef}	176	
7.29^{cd}	7.15^{d}	8.47^{a}	16.47^{cd}	15.08^{def}	14.63^{ef}	36.33^{bc}	31.71^{d}	32.11^{d}	178	
7.44^{cd}	6.26^{f}	6.07^{fg}	16.83^{cd}	14.51^{ef}	13.43^{fgh}	36.68^{bc}	30.95^{de}	27.32^{ef}	192	
6.87^{de}	5.63^{g}	7.03^{de}	15.04^{de}	13.96^{fg}	12.39^{gh}	36.02^{bc}	30.29^{de}	26.07^{f}	201	
7.34^{cd}	5.72^{g}	7.20^{cd}	15.50^{de}	15.22^{def}	12.75^{gh}	38.35^{bc}	30.83^{de}	27.12^{ef}	208	
7.59^{bc}	5.72^{g}	6.32^{ef}	17.81^{c}	12.61^{gh}	14.30^{ef}	37.32^{bc}	31.78^{d}	29.19^{e}	NC2	
5.76^{g}	7.44^{cd}	6.38^{ef}	13.29^{fg}	16.24^{cde}	14.71^{def}	33.04^{cd}	35.52^{bc}	37.31^{bc}	130	۱۳۹۹ 2019
6.12^{fg}	8.02^{b}	6.71^{e}	12.71^{h}	16.57^{cd}	14.23^{f}	30.90^{cde}	33.61^{cd}	33.43^{cd}	140	
6.42^{ef}	7.52^{bcd}	7.32^{cd}	12.63^{h}	13.67^{fgh}	14.27^{ef}	30.43^{cde}	29.05^{ef}	33.34^{cd}	113	
7.41^{cd}	7.44^{cd}	8.14^{ab}	14.48^{ef}	15.02^{def}	15.34^{def}	34.23^{cd}	29.23^{e}	39.35^{ab}	115	
6.88^{de}	6.95^{de}	7.63^{b}	15.82^{de}	13.74^{fgh}	16.97^{c}	34.10^{cd}	30.61^{de}	41.43^{a}	128	
6.38^{ef}	7.82^{bc}	7.24^{cd}	15.39^{e}	13.85^{fgh}	16.81^{cd}	32.84^{cd}	28.77^{ef}	37.35^{bc}	176	
6.82^{de}	8.08^{ab}	7.63^{bc}	15.82^{de}	16.49^{cde}	17.01^{c}	34.03^{cd}	34.90^{c}	37.01^{bc}	178	
6.94^{de}	7.21^{cd}	7.74^{bc}	15.78^{de}	15.74^{de}	16.92^{cd}	34.16^{cd}	33.41^{cd}	39.35^{ab}	192	
6.39^{ef}	6.71^{e}	7.29^{cd}	14.52^{ef}	15.05^{def}	15.79^{de}	33.35^{cd}	33.54^{cd}	36.99^{bc}	201	
6.75^{de}	7.42^{cd}	7.64^{bc}	14.61^{ef}	16.21^{cde}	15.82^{d}	36.37^{bc}	33.06^{cd}	40.02^{a}	208	
7.03^{de}	6.26^{f}	7.82^{bc}	16.73^{cd}	13.68^{fgh}	18.17^{b}	35.25^{bc}	34.36^{cd}	37.52^{b}	NC2	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر صفت اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد آزمون LSD ندارند.

Means followed by the same letters in each trait are not significantly different at 5% probability level on the basis of LSD test.

ارزیابی پایداری عملکرد

در این آزمایش، چندضلعی GGE بای‌پلات (شکل ۱) برای شناسایی پرمحصول‌ترین ژنوتیپ بادام‌زمینی در هر محیط مورد استفاده قرار گرفت. در شکل زیر چند ضلعی GGE بای‌پلات از اتصال ارقام رأسی تشکیل شده است و رقم موجود در هر رأس، پرمحصول‌ترین رقم در محیط‌های شش گانه نشان می‌دهد. در این شکل شماره ۵ (لاین ۱۲۸) بیشترین عملکرد غلاف را در محیط‌های E1، E4 و E5 نشان داد و شماره ۸ (لاین ۱۹۲) بیشترین عملکرد را در محیط‌های E2، E3 و E6 داشت. مقیاس‌بندی متقارن برای ۱۱ ژنوتیپ در ۶ محیط در مجموع نشان می‌دهد که شماره ۸ (لاین ۱۹۲) به‌عنوان پرمحصول‌ترین ژنوتیپ در کلیه محیط‌ها است و از این حیث این رقم به عنوان پایدارترین رقم در محیط‌های آزمایش شده قابل معرفی می‌باشد. پس از شماره ۸ (لاین ۱۹۲)، شماره ۵ (لاین ۱۲۸) نزدیک‌ترین رقم پایدار در محیط‌های شش گانه مورد آزمایش است. همان‌طوری که در شکل قابل ملاحظه است، بای‌پلات GGE ترسیمی با استفاده از بکارگیری مدل-۲ (مدل استاندارد شده بر اساس خطای استاندارد درون محیطی)، ۹۲ درصد (PC1=78% و PC2=14%) از کل تغییرات مربوط به ژنوتیپ و اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط را توجیه می‌کند. بدین ترتیب، انتخاب شماره ۸ (لاین ۱۹۲) به‌عنوان پرمحصول‌ترین و پایدارترین ژنوتیپ، توجیه‌پذیر است. در GGE بای‌پلات مبتنی بر محیط متوسط (شکل ۲)، محور افقی همان محور محیط متوسط است که دایره کوچک روی آن یک محیط متوسط را نشان می‌دهد. ارقام بهتر از محیط متوسط در این تحقیق، ژنوتیپ‌های شماره ۸ (لاین ۱۹۲) و شماره ۵ (لاین ۱۲۸) هستند. به‌طور واضح، ژنوتیپ شماره ۸ (لاین ۱۹۲) پرمحصول‌ترین ژنوتیپ در محیط کلان است. در شکل ۲، ژنوتیپ‌های سمت راست محور عمودی عملکرد بیشتری دارند و تصویر ژنوتیپ‌ها روی محور افقی بیانگر پایداری عملکرد آن‌ها می‌باشد و محور عمودی که از مبدأ مختصات عبور می‌کند، برآوردی از برهمکنش ژنوتیپ × محیط مرتبط با هر ژنوتیپ است که معیاری از بی‌ثباتی یا تغییرپذیری ژنوتیپ‌ها است.

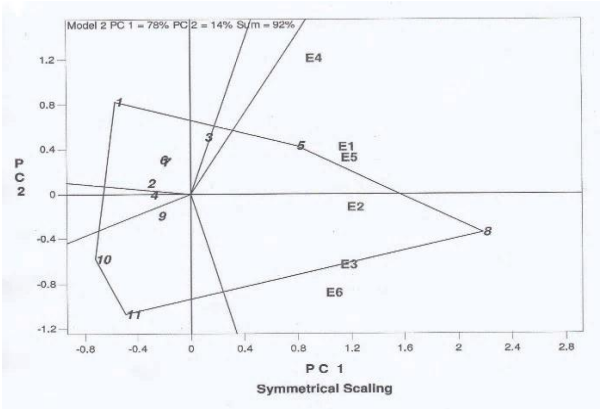
رقم ایده‌آل که در شکل ۳ به‌وسیله یک دایره کوچک همراه با یک پیکان مشخص شده است، به‌عنوان رقم برخوردار از بالاترین عملکرد در کلیه محیط‌ها محسوب می‌شود و دارای عملکرد پایدار است. ژنوتیپ‌ها براساس فاصله آنها با رقم ایده‌آل رتبه‌بندی می‌شوند. بدین‌ترتیب، کمترین فاصله با رقم ایده‌آل مربوط به رقم ۸ (لاین ۱۹۲) است و پس از آن ارقام ۵ (لاین ۱۲۸) و ۳ (لاین ۱۱۳) قرار دارند. اگرچه میانگین عملکرد غلاف در ژنوتیپ‌های ۸ (لاین ۱۹۲) و ۵ (لاین ۱۲۸) مطلوب‌تر و در کلیه محیط‌ها بیشتر از میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها می‌باشد و حتی حسب مقایسه با محیط متوسط (دایره کوچک توخالی مشخص شده با نوک پیکان) باز هم ملاحظه می‌شود که رقم پرمحصول و پایدار، همان ژنوتیپ ۸ (لاین ۱۹۲) است و پس از آن ژنوتیپ ۵ (لاین ۱۲۸) قرار دارد.

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج این آزمایش، کلیه صفات اندازه‌گیری شده در بادام‌زمینی تحت تأثیر برهمکنش ژنوتیپ و محیط قرار گرفت و لاین ۱۹۲ در منطقه گیلان از نظر عملکرد کمی و کیفی دانه بادام‌زمینی نسبت به رقم NC_2 معروف به رقم بومی گلی و دیگر لاین‌های مورد مطالعه برتری معنی‌داری داشت. افزایش تعداد غلاف در بوته، دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه بادام‌زمینی از شاخص‌های مهم زراعی در ارتقای عملکرد لاین ۱۹۲ در منطقه گیلان بود. نتایج نشان داد که اثر برهمکنش ژنوتیپ و محیط از طریق تغییر در اجزای عملکرد سبب بروز تغییرات در عملکرد دانه و غلاف بادام‌زمینی در واحد سطح گردید و عملکرد روغن به موازات افزایش عملکرد دانه افزایش نشان داد. ارزیابی پایداری عملکرد به‌روش GGE بای‌پلات لاین ۱۹۲ بادام‌زمینی به‌عنوان لاین پرمحصول با پایداری عملکرد بالا در تمامی محیط‌ها انتخاب گردید. بدین‌ترتیب، ژنوتیپ ۱۹۲ بادام‌زمینی برای دستیابی به بالاترین عملکرد دانه در شرایط اقلیمی منطقه قابل توصیه می‌باشد.

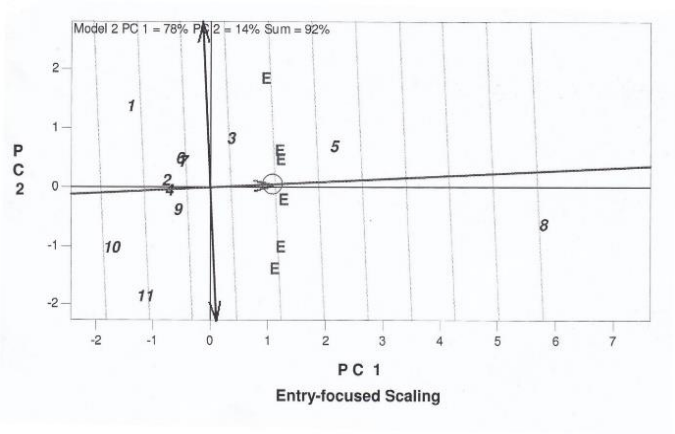
[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2024-07-08]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.29]



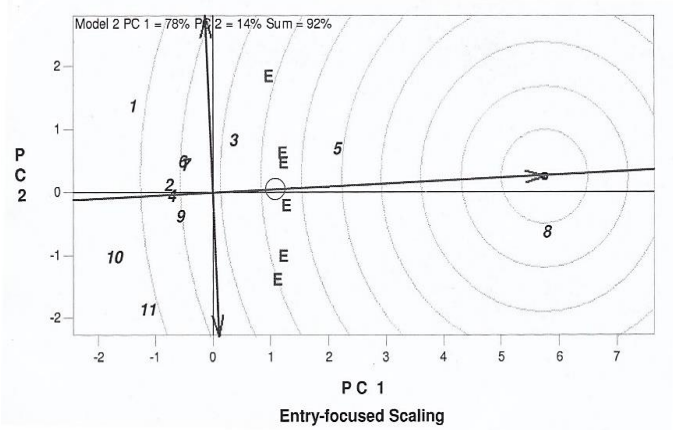
شکل ۱- چندضلعی GGE بای‌پلات برای تعیین پرمحصول‌ترین ژنوتیپ‌ها در هر محیط. محیط‌ها شامل E_1 (رشت-۱۳۹۸)، E_2 (رشت- ۱۳۹۹)، E_3 (ماسال-۱۳۹۸)، E_4 (ماسال- ۱۳۹۹)، E_5 (تالش- ۱۳۹۸) و E_6 (تالش- ۱۳۹۹) و ژنوتیپ‌ها با شماره ۱ تا ۱۱ به‌ترتیب عبارتند از: ژنوتیپ‌های 130، 140، 113، 115، 128، 176، 178، 192، 201، 208 و NC2.

Figure 1. Polygonal GGE biplot for identifying the most productive genotypes in each environment. The environments are E1 (Rasht-2018), E2 (Rasht-2019), E3 (Masal-2018), E4 (Masal-2019), E5 (Talesh-2018), and E6 (Talesh-2019). The genotypes numbered 1 to 11, correspond to genotypes 130, 140, 113, 115, 128, 176, 178, 192, 201, 208, and NC2, respectively.



شکل ۲- بای‌پلات مختصات محیط متوسط برای تعیین هم‌زمان میانگین عملکرد دانه و پایداری ژنوتیپ‌ها. ژنوتیپ‌های شماره ۱ تا ۱۱ به‌ترتیب عبارتند از: ژنوتیپ‌های 130، 140، 113، 115، 128، 176، 178، 192، 201، 208 و NC2.

Figure 2. Bi-plot of average environmental coordinates for simultaneous determination of average grain yield and genotype stability The genotypes numbered 1 to 11, correspond to genotypes 130, 140, 113, 115, 128, 176, 178, 192, 201, 208, and NC2, respectively.



شکل ۳- شمای بای‌پلات برای مقایسه کلیه ژنوتیپ‌ها با رقم برتر در محیط‌های مختلف. ژنوتیپ‌های شماره ۱ تا ۱۱ به‌ترتیب عبارتند از: ژنوتیپ‌های 130، 140، 113، 115، 128، 176، 178، 192، 201، 208 و NC2.

Figure 3. Biplot diagram for comparison of all genotypes with super variety in different environment. The genotypes numbered 1 to 11, correspond to genotypes 130, 140, 113, 115, 128, 176, 178, 192, 201, 208, and NC2, respectively.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2024-07-08]
[DOI: 10.61186/jcb.16.2.29]

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مدیر و اعضای محترم هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان برای تهیه مواد ژنتیکی و امکانات لازم برای اجرای این پروژه صمیمانه تقدیر و تشکر می‌گردد.

References

Aalami, A., Esfahani, M., Abdullahi Mandolakani B., and Mozaffari, J. (2007). Assessment of genetic diversity in groundnut (*Arachis hypogea* L.) germplasm using morphological traits. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 8 (4), 357-367.

Abate, F., Mekbib F., and Dessalegn, Y. (2015). GGE Biplot analysis of multi-environment yield trials of durum wheat (*Triticum turgidum* Desf.) genotypes in north western Ethiopia. *American Journal of Experimental Agriculture*, 8(2), 120-129.

Arıoglu, H., Bakal, H., Gulluoglu, L., Kurt, C., and Onat, B. (2016). Ana ürün koşullarında yetiştirilenbazı yerfıstığı çeşitlerinin önemli agronomik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 24-29.

Bonchev, B., Velcheva, N., and Stamatov, S. (2018). Assessment of productive potential of peanut varieties (*Arachis hypogaea* L.) from the Bulgarian breeding program and opportunities for genetical improvement. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3(5), 1700-1703.

Bucheyeki, T.L., Shenkalwa, E.M., Mapunda, T.X., and Matata, L.W. (2008). On-farm evaluation of promising groundnut varieties for adaptation and adoption in Tanzania. *African Journal of Agricultural Research*, 3(8), 531-536.

Carrin, M.E., and Carelli, A.A. (2010). Peanut oil: Compositional data. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112, 967-707.

Chaudhari, S., Khare, D., Sundravadana, S., Variath, M.T., Manohar, S.S., and Janila, P. (2017). Genetic analysis of foliar disease resistance, yield and nutritional quality traits in groundnut. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 8(2), 485-493.

FAO (Food and Agriculture Organization). (2021). Retrieved from http:// faostat.fao.org/site/567/ default.aspx. Last acssess on March.10.2022.

Foundra, M.Z., Hernandez, M., Lopez, R., Fernandez, L., Sanchez, A., Lopez, J., and Ravelo, I. (2000). Analysis of the variability in collected peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars for the establishment of core collection. *PGR Newsletter*. 137, 1540-1544.

Gebre, W., and Shiferaw, W. (2017). Performance evaluation of ground nut varieties in lowland areas of South Omo, Southern Ethiopia. *International Journal of Research Studies in Science*, Engineering and Technology, 4(2), 6-8.

Giayetto, O., Morla, F.D., Fernandez, E.M., Cerioni, G.A., Kearney, M., Rosso, M.B., and Violante, M.G. (2013). Temporal analysis of branches pod production in peanut (*Arachis hypogaea*) genotypes with different growth habits and branching patterns. *Peanut Science*, 40(1), 8-14.

Golaktya, P.R., and Makne, V.G. (1991). Genetic diversity in Spanish bunch groundnut. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 16(3), 337-339.

Gulluoglu, L., Bakal, H., Onat, B., El Sabagh, A., and Arioglu, H. (2016a). Characterization of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed oil and fatty acids composition under different growing season under Mediterranean environment. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 4(5S), 564-571.

Gulluoglu, L., Bakal, H., Onat, B., Kurt, C., and Arioglu, H. (2016b). The effect of harvesting date on some agronomic and quality characteristics of peanut grown in the Mediterranean region of Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, 21(2), 224-232.

Gulluoglu, L., Bakal, H., and Arioglu, H. (2017). The determination of some agronomic and oil quality characteristics of peanut breeding lines. 3rd International symposium for agriculture and food. ISAF 2017. Cukurova University, Faculty of Agriculture Dep. Of Field Crop, Adana, Turkey.

Hagos, F., Zeleke, H., and Woyossa, B. (2012). Genetic gain in yield and yield related traits of groundnut [*Arachis hypogea* (L.)] in central Rift Valley of Ethiopia. *East African Journal of Sciences*, 6(2), 125-136.

Harch, B.D., Lawrence, P.K., Cruickshank, A., Tonks, J., Basford, K.E., Delacy, I.H., and McLeod C.M. (1995). Diversity in the Australian groundnut germplasm collection. *International Arachis Newsletter*, 15, 15-17.

Jeyaramraja, P.R., and Woldesenbet F. (2014). Characterization of yield components in certain groundnut (*Arachis hypogaea* L.) varieties of Ethiopia. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 2(6), 2320- 8694.

Kaba, J.S., Ofori, K., and Kumaga, F.K. (2014). Inter-relationships of yield and components of yield at different stages of maturity in three groundnuts (*Arachis hypogea* L.) varieties. *Internutional Journal of Life Science Research*, 2(1), 43-48.

Karadavut, U., Palta, C., Kavurmaci, Z., and Bolek, Y. (2010). Some grain yield parameters of multi environmental trials in faba bean (*Vicia faba*) genotypes. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(2), 217-220.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2024-07-08]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.29]

Karimizadeh, R., Mohammadi, M., Sabaghni, N., Mahmoodi, A.A., Roustami, B., and Seyyedi, F. (2013). GGE biplot analysis of yield stability in multi-environment trials of lentil genotypes under rainfed condition. *Notulae Scientia Biologicae*, 5,256-262.

Kasno, A., and Trustinah M. (2015). Genotype environment interaction analysis of peanut in Indonesia. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 47(4), 482–492.

Kurt, C., Bakal, H., Gulluoglu, L., and Arioglu, H. (2017). The effect of twin row planting pattern and plant population on yield and yield components of peanut (*Arachis hypogaea* L.) at main crop planting in Cukurova region of Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, 22(1), 24-31.

Latif, S., and Anwar, F. (2008). Quality assessment of moringa concanensis seed oil extracted through solvent and aqueous enzymatic techniques. Grasas Aceites, 59, 67-73.

Nautiyal, P.C. (2009). Seed and seedling vigour traits in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Seed Science and* Technology, 37, 721-735.

Nigam, S.N., Dwivedi, S.L., and Gibbons, R.W. (1991). Groundnut breeding: constraints, achievements and future possibilities. *Plant Breeding Abstracts*, 61, 1127.

Nobahar, A. (2018). Effect of application methods of Zinc and Calcium Nano-fertilizers on quantitative and qualitative yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in response to plant cutting under Rasht climatic condition. Ph.D Thesis On Agronomy, Islamic Azad University, Takestan Branch, 107p.

Nobahar, A., Mostafavi Rad, M., Zakerin, H.R., Sayfzadeh, S., and Valadabady A.R. (2019). Growth characteristics and seed yield of peanut (*Arachis hypogea* L.) as affected by topping height and application methods of zinc and calcium nano chelates. *Journal of Seed and Plant*, 35(2), 183-201 (In Persian).

Oteng-Frimpong, R., Konlan, S.P., and Denwar, N.N. (2017). Evaluation of selected groundnut (*Arachis hypogaea* L.) lines for yield and haulm nutritive quality traits. *International Journal of Agronomy*,7: 1-9.

Ratchanee, P. (2019). Evaluation of advanced peanut breeding lines for large seed and early maturity in the East, Thailand. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 6(2), 128-132.

Rao, V.T., Venkanna, V., Bhadru, D., and Bharathi D. (2014). Studies on variability, character association and path analysis on groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Pure & Applied Biosciences*, 2: 194-197.

Sadat Hashemi, P., Mohammadi, A., Alizadeh B., Mostafavi, K., Amiri Oghan, H. (2023). Simultaneous selection of oil yield and other agronomic characteristics in winter rapeseed hybrids. *Journal of Crop Breeding*, 15(45), 60-68 (In Persian).

Safari , P., Honarnezhad, R., and Esfahani M. (2008). Assessment of genetic variation in peanuts (A*rachis hypogaea* L.) cultivars using Canonical Discriminant Analysis. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 2(12), 327-334 (In Persian).

Samonte, S.O.P.B., Wilson, L.T., McClung, A.M., and Medley, J.C. (2005). Targeting cultivars onto rice growing environments using AMMI and SREG GGE biplot analysis. *Crop Science*, 45, 2414-2424.

Shorter, R., and Norman R. (1983). Cultivar cross environment interactions for kernel yield in Virginia type peanuts (*Arachis hypogaea* L.) in Queensland. *Australian Journal of Agricultural Research*, 34(4), 415–426.

Stamatov, S., and Deshev, M. (2015). Heterosis analysis and combining ability of some morphological indicators in peanuts (*Arachis hypogeae* L.), *Plant Breeding Sciences*, 2, 88-92.

Taleghani, D., Saremirad, A. (2022). Investigation of genotype-environment interaction effect on sugar yield and determination of stability of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) hybrids. *Journal of Crop Breeding*, 14(44), 103-118 (In Persian).

Teklu, D.H., Kebede, S.A., and Gebremichael, D.E. (2014). Assessment of genetic variability genetic advance, correlation and path analysis for morphological traits in sesame genotypes. *Asian Journal of Agricultural Research*, 8(4), 181-194.

Zurweller, B.A., Xavier, A., Tillman, B.L., Mahan, J.R., Payton, P.R., and Puppala N. (2018). Pod yield performance and stability of peanut genotypes under differing soil water and regional conditions. *journal of Crop Improvement*, 32(4), 532–551.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2024-07-08]

[DOI: 10.61186/jcb.16.2.29]