"مجله علوم زراعی ایران"
جلد بیستم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷

ارزیابی روابط عملکرد دانه و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) با استفاده از تجزیه مسیر ترتیبی

Evaluation of the relationship between yield and yield components by sequential path analysis in peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes

مصطفی حق‌پناه[۱]، آیدین حسن‌زاده[۲]، علی‌زمان میرآبادی[۳]، کامبیز فروزان[۴] و سجاد طلایی[۵]

چکیده

حق پناه، م.، آ. حسن زاده، ع. ز. میر آبادی، ک. فروزان و س. طلایی. ۱۳۹۷. ارزیابی روابط عملکرد دانه و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) با استفاده از تجزیه مسیر ترتیبی. **مجله علوم زراعی ایران. ۲۰(۲): ۱۷۹-۱۶۸.**

به منظور ارزیابی روابط بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد، ۷۸ ژنوتیپ بادام زمینی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در بهار سال ۱۳۹۵ در مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر (تکاتو) ساری کشت و ۱۷ صفت در آنها اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در کلیه صفات، به جز عرض دانه، اختلاف معنی‌داری وجود داشت که حاکی از وجود تنوع قابل ملاحظه در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام، متغیرهای رتبه اول، دوم و سوم، با در نظر گرفتن سهم صفات در توجیه تنوع در عملکرد دانه و حداقل هم‌راستایی، مورد بررسی قرار گرفتند. بر این اساس صفات طول دانه و تعداد غلاف در بوته به عنوان متغیرهای رتبه اول با توجیه ۷۶ درصد از تغییرات عملکرد دانه انتخاب شدند. نتایج نشان داد که صفات طول دانه و تعداد غلاف رابطه منفی (غیرمعنی‌داری) با عملکرد دانه داشتند. نتایج تجزیه مسیر ترتیبی نشان داد که اثر مستقیم صفات تعداد غلاف در بوته (۰/۸۱۵) و طول دانه (-۰/۸۱۰**) بیشترین اثر را بر عملکرد دانه داشتند. بر اساس نتایج همبستگی صفات می‌توان از صفت تعداد غلاف در بوته به عنوان شاخص انتخاب جهت افزایش عملکرد دانه بادام زمینی استفاده کرد.**

واژه‌های کلیدی: بادام زمینی، تجزیه مسیر ترتیبی، غلاف در بوته، رگرسیون گام به گام و طول دانه.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۰۳ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی مصوب مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر توسعه کشت دانه های روغنی با شماره ۹۵۱۱۸۵۵۰ می‌باشد.

۱- کارشناس مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی، تهران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: Masoudhgh@gmail.com)
۲- کارشناس مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی، تهران
۳- کارشناس مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی، تهران
۴- کارشناس دفتر مرکزی شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی، تهران
۵- کارشناس مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی، تهران

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1397.20.2.6.1]

مقدمه

بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) گیاهی یکساله و آلوتتراپلوئید (2n= 4x= 40) است که به دلیل کیفیت بالای روغن و پروتئین دانه در برخی از کشورهای جهان به عنوان یک غذای کامل محسوب می‌شود(Babarinde and Onyiaocha, 2016). سطح زیر کشت بادام زمینی در دنیا حدود ۲۴ میلیون هکتار است و در سال ۲۰۱۴ تولید کل بادام زمینی در دنیا حدود ۴۰/۴ میلیون تن بوده است (FAO, 2014). سطح زیر کشت بادام زمینی در ایران حدود سه هزار هکتار بوده و بخش عمده اراضی زیر کشت آن در شمال کشور واقع شده است (Ghannadzadeh *et al*., 2015). استان گیلان تولیدکننده حدود ۸۰ درصد بادام زمینی کشور (۲۵۰۰ تن) است (Naebi *et al*., 2015).

اگرچه تنوع ریخت‌شناسی قابل ملاحظه‌ای در ژرم‌پلاسم بادام زمینی وجود دارد، ولی به دلیل عدم شناخت کافی، از این پتانسیل کمتر در برنامه‌های اصلاحی بهبود عملکرد استفاده شده است (Badigannavar *et al*., 2002). در اصلاح گیاهان زراعی از روش‌هایی مانند تجزیه رگرسیون به عنوان یکی از روش‌های مهم جهت بررسی رابطه علّت و معلولی بین صفات استفاده می‌شود (Jahani *et al*., 2016) که معمولا از آن برای توصیف روابط علّی بین صفات مختلف (صفات مستقل) با عملکرد دانه (صفت وابسته) استفاده می‌شود. از معایب ذکر شده برای تجزیه رگرسیون ساده خطی، عدم توانایی آن در نشان دادن ارتباط بین اثر مستقیم و غیرمستقیم متغیرها است (Agrama, 1996). روش تجزیه مسیر با استفاده از نمودار مسیر، به روشن شدن روابط مستقیم و غیرمستقیم صفات مستقل و صفت وابسته می‌پردازد (Wright, 1921). بهارجاوی و همکاران (Bhargavi *et al*., 2017) با مطالعه خصوصیات ۱۰ ژنوتیپ بادام زمینی گزارش نمودند که تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه بیشترین اثر مثبت و مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند. در آزمایش دیگری با استفاده از تجزیه مسیر، گزارش شد که تعداد غلاف در بوته، وزن صد غلاف و وزن پوسته غلاف دارای اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه بادام زمینی است (Rao *et al*., 2014). نتایج آزمایش شوبا و همکاران (Shoba *et al*., 2012) نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته بادام‌زمینی وجود دارد. آنها عنوان کردند که تعداد غلاف در بوته، وزن پوسته غلاف و وزن صد غلاف، مهم‌ترین صفات برای اصلاح عملکرد بادام‌زمینی هستند. در آزمایشی آوتاد و همکاران (Awatade *et al*., 2010) با برآورد همبستگی ژنوتیپی و تجزیه علیت بیان داشتند که تعداد غلاف در بوته، وزن پوسته غلاف، طول غلاف و وزن صد دانه ارتباط مستقیم و معنی‌داری با عملکرد دانه بادام زمینی داشتند. ارزیابی ضرایب همبستگی و تجزیه مسیر صفات ریخت شناسی ۵۰ لاین درحال تفرق بادام زمینی نشان داد که صفات تعداد پگ در بوته، تعداد غلاف و طول ساقه تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند (Luz *et al*., 2011). در تجزیه مسیر متداول فرض بر این است که صفات پیش بینی کننده مستقل از یکدیگر هستند، درحالی که این صفات ممکن است با یکدیگر مرتبط باشند. اگرچه با استفاده از آزمون کای اسکوئر می‌توان صفات مستقل را تفکیک کرد، اما این کار باعث می‌شود تا اطلاعات مربوط به صفات غیر مستقل از دست برود و این موضوع یکی از معایب این روش است. به‌علاوه در این روش تنها متغیرهای رتبه اول که در رگرسیون گام به گام معنی‌دار هستند، مورد بررسی قرار می‌گیرند، ولی در تجزیه مسیر ترتیبی صفاتی که در تجزیه مسیر رتبه اول حذف می‌شوند، مجددا در تجزیه مسیر رتبه دوم بررسی می‌شوند و این کار تا زمانی که روابط بین صفات به طور کامل مشخص شود، ادامه می‌یابد (Mohammadi *et al*., 2014). ارزیابی روابط صفات ریخت‌شناسی مرتبط با عملکرد بادام زمینی با استفاده تجزیه مسیر متداول به‌صورت چندین گزارش منتشر شده است

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1397.20.2.6.1]

Gomes and Lopes, 2005; Luz *et al*., 2011;) (Bhargavi *et al*., 2017; Rajarathinam *et al*., 2017)، ولی در خصوص استفاده از روش تجزیه مسیر ترتیبی جهت روشن شدن روابط بین صفات مختلف بادام‌زمینی، گزارشات اندکی در دسترس است. از این رو، هدف از این تحقیق ارزیابی روابط بین صفات گیاهی با عملکرد دانه در بادام‌زمینی با استفاده از روش تجزیه مسیر ترتیبی جهت شناسایی موثرترین صفات مرتبط با عملکرد دانه و استفاده از آنها به‌عنوان شاخص‌های انتخاب در برنامه‌های به‌نژادی بوده است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۷۸ ژنوتیپ بادام‌زمینی (جدول ۱) موجود در بانک بذر مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر (تکاتو) شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی در بهار سال ۱۳۹۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (بر اساس یکنواختی زمین، بلوک‌ها زیر هم شکسته شدند) با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات این شرکت واقع در منطقه گهرباران ساری با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۷۲ دقیقه، و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۷ دقیقه و ارتفاع ۱۳- متر از سطح دریا مورد ارزیابی قرار گرفتند. آماده سازی زمین محل اجرای آزمایش با شخم، دیسک و مصرف علف‌کش ترفلان (قبل کاشت) به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار انجام شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۳ × ۲ متر، فاصله بین ردیف ۴۰ سانتی‌متر، بین بوته‌ها ۳۰ سانتی‌متر و عمق کاشت پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از سبز شدن بذرها عملیات معمول داشت (آبیاری، وجین علف‌های هرز، مصرف کودهای شیمیایی و آلی؛ بر اساس نیاز خاک و خاک‌دهی پای بوته‌ها) انجام شد. صفات گیاهی بر اساس دستورالعمل موسسه تحقیقات بین‌المللی گیاهان زراعی مناطق گرمسیری نیمه خشک (ICRISAT) در پنج بوته تصادفی از هرکرت اندازه‌گیری و ثبت شدند. صفات گیاهی شامل طول ساقه (میلی‌متر)، تعداد پگ در بوته، طول و عرض برگ (میلی‌متر)، طول و عرض غلاف (میلی‌متر)، نسبت طول به عرض غلاف، تعداد دانه در غلاف، طول و عرض دانه (میلی‌متر)، نسبت طول به عرض دانه، تعداد کل غلاف در بوته، وزن صد دانه (گرم)، وزن صد غلاف (گرم)، نسبت وزن دانه به وزن غلاف، وزن پوسته غلاف (گرم) و عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) بودند.

نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف – اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) بررسی و ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات گیاهی محاسبه شد (Dewey and Lu, 1959) (نتایج ارائه نشده است). از تجزیهٔ مسیر ترتیبی جهت بررسی صفات وابسته به عملکرد استفاده شده و میزان همراستایی بین صفات در هر قسمت از مسیر با استفاده از شاخص‌های ضریب تحمل، عامل تورم واریانس و معکوس آن مورد ارزیابی قرار گرفت (Sparkman *et al.,* 1979). تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم افزار Infostat, Ver. 2012 و SPSS, Ver. 23 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین ژنوتیپ‌های بادام زمینی مورد بررسی در کلیه صفات، به جز صفت عرض دانه، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، وجود داشت. در ارزیابی تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم بادام زمینی موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران نیز نتایج مشابهی گزارش شد (Aalami *et al*., 2007) که نشان دهنده وجود که تنوع قابل ملاحظه‌ای در صفات گیاهی بادام زمینی بود. بیشترین میزان ضریب تغییرات (۲۸/۱۱) در این آزمایش برای صفت تعداد کل پگ در بوته وکمترین میزان ضریب تغییرات نیز برای نسبت وزن پوسته به غلاف (۱/۵۳) مشاهده شد (نتایج ارائه نشده است).

ضرایب همبستگی محاسبه شده بین صفات نشان داد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1397.20.2.6.1]

جدول ۱- کد، اسامی و منشاء ژنوتیپ‌های بادام زمینی

Table 1. Code, name and origin of peanut genotypes

ردیف No.	کد بانک بذر Accession No.	نام Name	منشاء Origin	ردیف No.	کد بانک بذر Accession No.	نام Name	منشاء Origin	ردیف No.	کد بانک بذر Accession No.	نام Name	منشاء Origin
1	ARCA100	Rusty leaf	U.S.A	27	ARCA132	Starr	U.S.A	53	ARCA166	Tennessee red	Bolivia
2	ARCA101	Tifton 8	U.S.A	28	ARCA133	Dixie Spanish	Israel	54	ARCA167	Texas 206 seln	Unknown
3	ARCA102	Castle carey(red)	Unknown	29	ARCA134	HG 10	India	55	ARCA168	Lismore red spanish	Unknown
4	ARCA103	Florigiant	U.S.A	30	ARCA135	G 221-31	India	56	ARCA170	Florispan runner	Israel
5	ARCA104	LS 4	Unknown	31	ARCA136	Karad 4-11	Unknown	57	ARCA171	ICGV 87121	India
6	ARCA105	CPI 92033	Unknown	32	ARCA137	Hippragi-2-14-3-4	Unknown	58	ARCA172	ICGV 87157	India
7	ARCA106	LS9	Unknown	33	ARCA138	Hippragi-2-21-14-14	Unknown	59	ARCA173	ICGV 86031	India
8	ARCA107	Guayabit 4	Unknown	34	ARCA139	Spanish 13	United States	60	ARCA174	Virginia bunch(red)	Unknown
9	ARCA108	Pearl white L1141	Unknown	35	ARCA140	Spanish 69	Unknown	61	ARCA175	Tifspan	Unknown
10	ARCA109	Florispan	U.S.A	36	ARCA141	Valencia 28	Unknown	62	ARCA176	McCubbin	Unknown
11	ARCA110	Fante 17	Philippines	37	ARCA144	Virginia bunch	Brazil	63	ARCA177	Okrun	U.S.A
12	ARCA111	Spanish improved	India	38	ARCA145	Magwe 10	Unknown	64	ARCA178	Rosa	Unknown
13	ARCA113	Tango	Canada	39	ARCA147	Tamnut 74	U.S.A	65	ARCA179	Spancross	U.S.A
14	ARCA114	ICGV 86584	Unknown	40	ARCA149	Plover	Unknown	66	ARCA180	Lismore seln	Unknown
15	ARCA117	Faizpur 5	India	41	ARCA150	Swallow	Unknown	67	ARCA181	Lismore red spanish	Unknown
16	ARCA118	Barbrton	Unknown	42	ARCA151	Flamingo	Unknown	68	ARCA182	Lismore valencia	Unknown
17	ARCA119	Dixie runner	Malawi	43	ARCA152	New mexico valencia C	U.S.A	69	ARCA183	ICGV-SM 85038	India
18	ARCA121	Faizpur	India	44	ARCA154	Valencia R 28	Israel	70	ARCA184	ICGV-SM 86021	India
19	ARCA122	Spanco	U.S.A	45	ARCA155	Tainung 2	Taiwan	71	ARCA185	ICGV-SM 86708	India
20	ARCA125	Resistente largo	Honduras	46	ARCA156	Tainung 3	Taiwan	72	ARCA186	ICGV-SM 88759	India
21	ARCA126	New mexico valencia A	U.S.A	47	ARCA157	Valencia R1	Zimbabwe	73	ARCA187	ICGV-SM 89772	India
22	ARCA127	Manfredi	Argentina	48	ARCA158	Rehovot dagan	Israel	74	ARCA188	ICGV-SM 89778	India
23	ARCA128	Early bunch	U.S.A	49	ARCA159	Mini leaf	Unknown	75	ARCA189	CQ 1151	Australia
24	ARCA129	Argentine	Nigeria	50	ARCA162	Dixie	Italy	76	ARCA192	Lismore white spanish	Unknown
25	ARCA130	Spantex	U.S.A	51	ARCA165	Spanish improved seln	Unknown	77	ARCA197	Imerial spanish	Unknown

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1397.20.2.6.1]

که صفت تعداد غلاف در بوته بیشترین همبستگی (r=۰/۸۵۲**) را با عملکرد دانه داشت (جدول ۴). صفات طول ساقه، تعداد پگ در بوته، طول دانه، طول غلاف و عرض غلاف نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. صفت تعداد دانه در غلاف و نسبت وزن دانه به وزن غلاف رابطه منفی و غیر معنی‌داری با عملکرد داشتند و بیشترین همبستگی بین طول دانه با نسبت طول و عرض دانه مشاهده شد (r=۰/۹۱۷**). بیشترین همبستگی منفی در بین وزن پوسته غلاف و نسبت وزن دانه به غلاف (r= -۰/۵۸۴**) به دست آمد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد پگ در بوته با صفات تعداد غلاف در بوته (r=۰/۴۹۸**)، عملکرد دانه (r=۰/۴۲۵**) مشاهده شد. تعداد دانه در غلاف و نسبت وزن دانه به وزن غلاف رابطه منفی و غیر معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. نتایج آزمایش گومز و لوپز (Gomes and Lopes, 2005) نشان داد که صفت تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه بادام زمینی همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/۸۷۵*) داشتند. همچنین عنوان گردید که رابطه منفی و معنی‌داری بین تعداد دانه در غلاف با عملکرد دانه وجود دارد. این نتایج با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت دارد. نتایج آزمایش لوز و همکاران (Luz *et al*., 2011) نیز نشان داد که تعداد پگ‌های بیشتر در بوته بادام زمینی باعث تشکیل غلاف‌های بیشتر و در پی آن افزایش عملکرد دانه می‌شود.

کارایی انتخاب جهت افزایش عملکرد می‌تواند به وسیله گزینش صفات ریخت شناسی که همبستگی بالایی با عملکرد دارند و به راحتی قابل اندازه‌گیری باشند، افزایش یابد (Blum *et al*., 1999). با این حال ارتباط پیچیده بین صفات مرتبط با عملکرد با در نظر گرفتن وجود رابطه منفی میان این صفات، محتمل است و بنابراین نمی‌توان فقط بر مبنای ضرایب ساده همبستگی قضاوت نمود و استفاده از روش‌های آماری چند متغیره، جهت درک عمیق‌تر روابط بین صفات ضروری به نظر می‌رسد (Jahani *et al*., 2016). یکی از روش‌های آماری جهت تفکیک ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم، تجزیه مسیر است. در این روش سهم هر یک از صفات در عملکرد قابل برآورد است (Dewey and Lu, 1959). از روش تجزیه مسیر بطور گسترده‌ای در برنامه‌های به‌نژادی جهت شناخت ماهیت روابط بین عملکرد و اجزای آن استفاده می‌شود (Kumar *et al*., 2014, Santos *et al*., 2014, Rameeh, 2016). در این آزمایش نیز ابتدا از روش تجزیه مسیر متداول جهت بررسی روابط و سهم هر یک از صفات بر عملکرد دانه استفاده شد. هم‌راستایی صفات و همچنین تخمین اثرات مستقیم با استفاده از تجزیه مسیر متداول (جدول ۳) به گونه‌ای که سهم کلیه صفات وابسته به عملکرد در رتبه اول قرار گیرند، برآورد شد. مقادیر بالای عامل تورم واریانس برای متغییرهای طول دانه (۸۳/۲)، نسبت طول به عرض دانه (۷۴/۳)، وزن پوسته غلاف(۴۹/۱) و طول غلاف (۴۳/۵) در مدل اول، نشان دهنده همبستگی صفات فوق بایکدیگر بوده و این اختلاط عملکرد باعث می‌شود تا تنوع عملکرد قابل اطمینان نباشد (Mohammadi *et al*., 2014). در شرایطی که تعدادی از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده عملکرد چند هم‌خطی بالایی نشان‌دهند، از روش تجزیه و تحلیل مسیر ترتیبی برای شناسایی ماهیت روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد استفاده می‌شود (Abolghasemi *et al*., 2015). از این رو در این آزمایش نیز سعی شد با استفاده از تجزیه مسیر ترتیبی، سهم اثر اختلاط صفات بر عملکرد دانه کاهش داده شده و روابط بین صفات و سهم آن‌ها در عملکرد ساده‌تر بیان شود. برآورد میزان هم‌راستایی صفات در تجزیه مسیر ترتیبی نشان داد که میزان هم‌راستایی در مدل اول کاهش یافت (جدول ۲). ترتیب صفات با استفاده از رگرسیون گام به گام نشان داد که تعداد غلاف در بوته با اثر مثبت و مستقیم ۰/۸۱۵ و طول دانه با اثر منفی و مستقیم

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1397.20.2.6.1]

جدول ۲- تخمین مقادیر عامل واریانس و ضریب تحمل صفات در ژنوتیپ‌های بادام زمینی

Table 2. Estimation of variance inflation factor (VIF) and tolerance coefficient of traits in peanut genotypes

صفت پیش‌بینی‌کننده Response variable	صفت وابسته Predictor variables	ضریب تبیین تصحیح شده R2 Adjusted	ضریب تبیین تصحیح شده R2 Adjusted	اثر مستقیم Direct effect	ضریب تحمل Tolerance		عامل تورم واریانس VIF	
					مدل دوم Model 2	مدل اول Model 1	مدل دوم Model 2	مدل اول Model 1
طول دانه Seed length (mm)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha^{-1})	0.74	0.74	-0.81	0.99	0.01	1.00	83.20
تعداد غلاف در بوته No. pod.plant^{-1}				0.81	0.99	0.67	1.00	1.48
نسبت طول به عرض دانه Seed length/seed width	طول دانه Seed length (mm)	0.99	0.99	0.39	0.99	0.59	1.00	1.70
عرض دانه Seed width (mm)				0.93	0.99	0.81	1.00	1.24
تعداد پگ در بوته No. peg.plant $^{-1}$	تعداد غلاف در بوته No. pod.plant^{-1}	0.25	0.25	0.48	0.99	0.74	1.00	1.35
طول غلاف Pod length (mm)				0.42	0.99	0.02	1.00	43.20
نسبت طول به عرض غلاف Pod length/pod width	نسبت طول به عرض دانه Seed length/seed width	0.10	0.10	0.40	0.99	0.81	1.00	1.24
وزن صد غلاف 100 pod weight (mm)				-0.82	0.89	0.03	1.11	33.57
وزن پوسته غلاف Shell weight (mm)				0.97	0.90	0.03	1.12	34.20
نسبت وزن دانه به غلاف Seed weight/pod weight	عرض دانه (میلی‌متر) Seed width (mm)	0.12	0.12	-0.31	1.00	0.02	1.00	46.04
وزن صد غلاف 100 pod weight (mm)	تعداد پگ در بوته No. peg.plant $^{-1}$	0.16	0.16	-0.55	0.031	0.03	31.97	33.93
وزن پوسته غلاف Shell weight (mm)				0.62	0.03	0.03	32.33	34.52
نسبت وزن دانه به غلاف Seed weight/pod weight				0.73	0.02	0.02	43.80	46.63
نسبت طول به عرض غلاف Pod length/pod width	طول غلاف Pod length (mm)	0.97	0.97	0.89	0.96	0.59	1.04	1.69
عرض غلاف Pod width (mm)				0.56	0.96	0.59	1.04	1.68

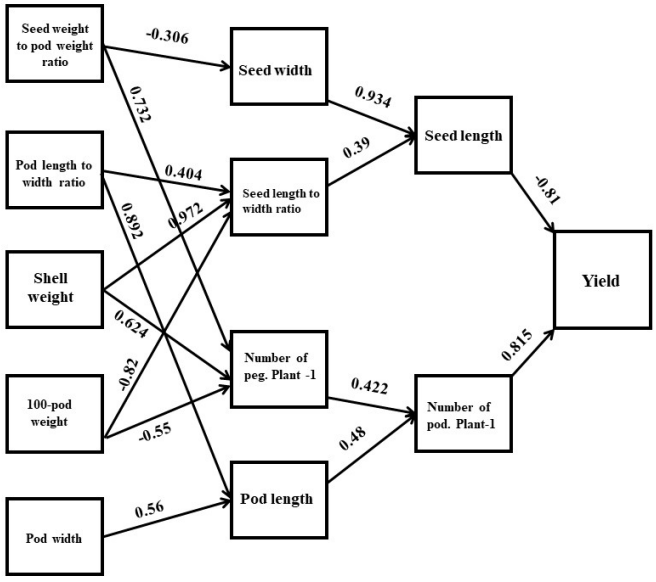
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1397.20.2.6.1]

جدول ۳- اثرات مستقیم صفات پیش‌بینی کننده عملکرد دانه ژنوتیپ‌های بادام زمینی و هم‌راستایی در مدل اول (تمامی صفات در رتبه اول در نظر گرفته شده‌اند)

Table 3. Direct effects of first-order predictor variables on yield and measures of collinearity in model 1 (all predictor variables as first-order variables over grain yield as response variable) in peanut genotypes

Plant traits	صفات گیاهی	اثر مستقیم (effect Direct)	ضریب تحمل (Tolerance)	عامل تورم (Variance inflation factor)
Stem length (mm)	طول ساقه	0.07	0.70	1.418
No. peg.plant $^{-1}$	تعداد پگ در بوته	-0.02	0.62	1.617
Leaf length (mm)	طول برگ	-0.01	0.77	1.303
Leaf width (mm)	عرض برگ	-0.04	0.69	1.448
Seed length/seed width	نسبت طول به عرض دانه	0.76	0.01	74.309
Seed width (mm)	عرض دانه	0.31	0.07	13.800
Seed length (mm)	طول دانه	-0.80	0.01	83.203
Pod length (mm)	طول غلاف	0.31	0.02	43.540
Pod length/pod width	نسبت طول به عرض غلاف	-0.18	0.03	36.570
No. Seed.pod^{-1}	تعداد دانه در غلاف	0.03	0.85	1.177
Pod width (mm)	عرض غلاف	-0.04	0.06	15.594
No. pod.plant^{-1}	تعداد غلاف در بوته	0.81	0.67	1.484
100 pod weight (g)	وزن صد غلاف	-0.10	0.73	1.364
100 pod weight (g)	وزن صد دانه	0.22	0.03	36.432
Shell weight (g)	وزن پوسته غلاف	0.35	0.02	49.134
Seed weight/pod weight	نسبت وزن دانه به غلاف	0.11	0.83	1.199



شکل ۱- تجزیهٔ مسیر ترتیبی برای رابطهٔ بین صفات گیاهی با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی

Fig. 1. Sequential path analysis diagram for interrelationships between plant traits and seed yield of peanut genotypes

۰/۸۱- در رتبه اول قرار گرفتند. صفات عرض دانه و نسبت طول به عرض دانه با تاثیر بر طول دانه، به ترتیب با مقدار اثر ۹۳۴/ و۰/۳۹ و صفات طول غلاف و تعداد پگ در بوته با تاثیر بر تعداد غلاف، به ترتیب به مقدار ۰/۴۲ و ۰/۴۸ در سطح دوم اهمیت قرار گرفتند. بعلاوه با توجه به دیاگرام تجزیه

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1397.20.2.6.1]

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات در ژنوتیپ‌های بادام‌زمینی

Table 4. Correlation coefficients between plant traits in peanut genotypes

صفات گیاهی Plant traits	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}
X_1	1																
X_2	0.383**	1															
X_3	0.196**	0.072	1														
X_4	0.226**	0.260**	0.415**	1													
X_5	0.018ns	-0.048 ns	0.000 ns	0.020 ns	1												
X_6	0.210**	0.056 ns	0.098 ns	0.172**	-0.037 ns	1											
X_7	0.102 ns	-0.017 ns	0.041 ns	0.086 ns	0.917**	0.349**	1										
X_8	0.282**	0.053 ns	0.075 ns	0.009 ns	0.515**	0.289**	0.585**	1									
X_9	0.192**	-0.005 ns	0.059 ns	-0.074 ns	0.329**	0.202**	0.378**	0.805**	1								
X_{10}	0.077 ns	-0.159*	-0.017 ns	0.063 ns	0.182**	0.113 ns	0.207**	0.279**	0.235**	1							
X_{11}	0.188**	0.096 ns	0.042 ns	0.143*	0.287**	0.204**	0.342**	0.395**	-0.202**	0.092 ns	1						
X_{12}	0.283**	0.498**	0.183**	0.214**	0.024 ns	0.114 ns	0.068 ns	0.108 ns	0.040 ns	-0.110 ns	0.110 ns	1					
X_{13}	0.310**	0.425**	0.121 ns	0.156*	0.149*	0.147*	0.186**	0.267**	0.142*	-0.028 ns	0.206**	0.852**	1				
X_{14}	0.126 ns	0.061 ns	0.082 ns	-0.003 ns	0.054 ns	0.002 ns	0.070 ns	0.050 ns	-0.088 ns	0.046 ns	0.239**	0.078 ns	0.011 ns	1			
X_{15}	0.176**	-0.019 ns	0.145*	0.098 ns	-0.124 ns	0.093 ns	-0.073 ns	0.058 ns	-0.048 ns	0.091 ns	0.221**	0.023 ns	-0.083 ns	0.370**	1		
X_{16}	0.134*	0.045 ns	0.110 ns	-0.006 ns	0.045 ns	0.035 ns	0.053 ns	0.036 ns	-0.004 ns	0.063 ns	0.100 ns	0.140*	0.070 ns	0.311**	0.164*	1	
X_{17}	-0.001 ns	0.037 ns	-0.019 ns	0.028 ns	0.039 ns	-0.025 ns	0.046 ns	0.029 ns	-0.061 ns	-0.012 ns	0.127 ns	-0.036 ns	-0.026 ns	0.577**	0.180**	-0.584**	1

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

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

طول ساقه (X_1)، تعداد پگ در بوته (X_2)، طول برگ (X_3)، عرض برگ (X_4)، نسبت طول به عرض دانه (X_5)، عرض دانه (X_6)، طول دانه (X_7)، طول غلاف (X_8)، نسبت طول به عرض غلاف (X_9)، تعداد دانه در غلاف (X_{10})، طول غلاف (X_{11})، تعداد غلاف در بوته (X_{12})، عملکرد دانه (X_{13})، وزن صد غلاف (X_{14})، وزن صد دانه (X_{15})، وزن پوسته غلاف (X_{16})، نسبت وزن دانه به غلاف (X_{17})

Stem length (X_1), No. peg.Plant $^{-1}$ (X_2), Leaf length (X_3), Leaf width (X_4), Seed length/seed width (X_5), Seed width (X_6), Seed length (X_7), Pod length (X_8), Pod length/pod width (X_9), No. Seed.pod^{-1} (X_{10}), Pod width (X_{11}), No. pod.plant^{-1} (X_{12}), Seed yield (X_{13}), 100 pod weight (X_{14}), 100 seed weight (X_{15}), Shell weight (X_{16}), Seed weight: pod weight (X_{17})

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1397.20.2.6.1]

مسیر ترتیبی (شکل ۱) صفات نسبت دانه به غلاف، نسبت طول به عرض غلاف، وزن پوسته غلاف، عرض غلاف و وزن صد غلاف در درجه سوم اهمیت قرار گرفتند.

نتایج رگرسیون گام به گام (نتایج ارائه نشده است) نشان داد که صفات طول برگ، عرض برگ، طول ساقه، تعداد دانه در غلاف، عرض غلاف و نسبت وزن دانه به غلاف در مدل باقی نماندند و اثر معنی‌داری بر عملکرد نداشتند. نتایج نشان داد که صفات مرتبط با شکل دانه مانند طول، عرض و نسبت طول به عرض دانه، رابطه منفی با عملکرد دانه دارند. صفت تعداد غلاف از یک سوء رابطه منفی (۰/۳۰۶-) با عرض دانه داشته و از سوی دیگر ارتباط مثبت (۰/۷۳۲) با تعداد پگ در بوته داشت. با توجه به این که عرض دانه (بطور غیرمستقیم) اثر منفی بر عملکرد دانه داشت و تعداد پگ در بوته (بطور غیرمستقیم) اثر مثبت بر عملکرد دانه داشت، می‌توان نتیجه گرفت که نسبت دانه به غلاف اثر مثبتی بر عملکرد داشته و هرچه اندازه دانه‌ها ریزتر باشد، تعداد دانه در غلاف افزایش یافته و باعث افزایش نسبت دانه به غلاف می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده است که در گیاه بادام‌زمینی صفت تعداد غلاف در بوته یکی از مهم‌ترین صفات جهت افزایش عملکرد است (Rao *et al*., 2014, Prabhu *et al*., 2015, 2017, Rajarathinam *et al*., 2017). هرچند نتایج آزمایش ژونگ-زین وهمکاران (Zhong-xin *et al*., 2010) روی ۲۲ ژنوتیپ بادام زمینی در چین نشان داد که طول ساقه با عملکرد دانه بادام‌زمینی رابطه منفی دارد. دلیل این موضوع می‌تواند متفاوت بودن ژنوتیپ‌ها و اقلیم آزمایش باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که بر اساس ضرایب همبستگی و تجزیه مسیرترتیبی، صفات تعداد غلاف در بوته ($r= ۰/۸۱۵^{**}$) و طول دانه ($r= -۰/۸۱^{**}$) بیشترین تاثیر را بر عملکرد دانه بادام زمینی دارند. با در نظر گرفتن میزان وراثت‌پذیری این صفات می‌توان انتظار داشت که با انتخاب ژنوتیپ‌های دارای تعداد غلاف بیشتر و طول دانه کوتاه‌تر، عملکرد دانه بادام‌زمینی افزایش یابد. بعلاوه انتظار می‌رود که ژنوتیپ‌های با دانه ریزتر عملکرد دانه بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌هایی با دانه درشت‌تر داشته باشند. با در نظر گرفتن میزان بالای وراثت‌پذیری می‌توان از صفات تعداد غلاف در بوته و طول دانه به عنوان شاخص انتخاب جهت افزایش عملکرد در بادام زمینی استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

References

Aalami, A., M. Esfahani, B. Abdullahi Mandolakani and J. Mozafari. 2007. Assessment of genetic diversity in groundnut (*Arachis hypogea* L.) germplasm using morphological traits. Iran. J. Crop Sci. 8: 357–367. (In Persian with English abstract).

Abolghasemi, Z., R. Darvishzadeh, H. Kazemi, S. Besharat and M. Bayat. 2015. Genetic diversity of oily sunflower lines and sequential path analysis based on seed yield and agronomic characters. The Modares Semiannual Biol. Sci. 6: 30–40.

Agrama, H. A. S. 1996. Sequential path analysis of grain yield and its components in maize. Plant Breed. 115: 343–34.

Awatade, S. M., B. L. Thaware, B. B. Jadhav and K. J. Gaikwad. 2010. Correlation and path analysis in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). J. Maharashtra Agric. Univ. 35: 29–31.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1397.20.2.6.1]

Babarinde, A. and G. O. Onyiaocha. 2016. Equilibrium sorption of divalent metal ions onto groundnut (*Arachis hypogaea*) shell: kinetics, isotherm and thermodynamics. Chem. Int. 2(3): 37-46.

Badigannavar, A. M., D. M. Kale and G. S. S. Murty. 2002. Genetic base and diversity in groundnut genotypes. Plant Breed. 121: 348–353.

Bhargavi, G., V. S. Rao, D. R. Babu and K. L. N. Rao. 2017. Character association and path coefficient analysis of pod yield and yield components in Virginia bunch groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Electronic J. Plant Breed. 8: 262–268.

Blum, A., J. Zhang and H. T. Nguyen. 1999. Consistent differences among wheat cultivars in osmotic adjustment and their relationship to plant production. Field Crops Res. 64: 287–291.

Dewey, D. R. and K. H. Lu. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. Agron. J. 51: 515–518.

FAO. 2014. Http://www.fao.org/faostat.

Ghannadzadeh, M. A., A. Faridhosseini, A. Alizadeh and E. Amiri. 2015. The effect of irrigation regime and nitrogen fertilizer on seed yield and qualitative characteristics of peanut (*Arachis hypogaea* L)(Case study of Gilan Province, Iran). Ecology, Environment and Conservation 21:1-8.

Gomes, R. L. F. and A. C. de A. Lopes. 2005. Correlations and path analysis in peanut. Crop Breed. Appl. Biotechnol. 5: 105–110.

Jahani, M., G. Nematzadeh and G. Mohammadi-Nejad. 2016. Evaluation of agronomic traits associated with grain yield in rice (*Oryza sativa*) using regression and path analysis. J. Crop Breed. 7: 115–122. (In Persian with English abstract).

Kumar, G. P., Y. Prashanth, V. N. Reddy, S. S. Kumar and P. V. Rao. 2014. Character association and path coefficient analysis in maize (*Zea mays* L.). Int. J. Appl. Biol. Pharmaceut. Technol. 5:257-260.

Luz, L. N. da, R. C. dos Santos and P. de A. Melo Filho. 2011. Correlations and path analysis of peanut traits associated with the peg. Crop Breed. Appl. Biotechnol. 11: 88–95.

Mohammadi, R., H. Dehghani, G. Karimzadeh, F. Dane and M. Akrami. 2014. Study on relationships between yield and its components in Iranian cantaloupe genotypes. Iran. J. Hort. Sci. 45: 1–10. (In Persian with English abstract).

Naebi, R. Z., S. Firouzi and M. R. Ebrahimzadeh. 2015. Promoters and deterrents of developing mechanization of peanut cultivation in north of Iran. Int. J. Agric. Manage. Dev. 5: 1–8.

Prabhu, R., N. Manivannan, A. Mothilal and S. M. Ibrahim. 2015. Correlation coefficient analysis for yield and yield attributes in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Plant Archiv. 15: 685–689.

Prabhu, R., N. Manivannan, A. Mothilal and S. M. Ibrahim. 2017. Variability analysis for yield, yield attributes and resistance to foliar diseases in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Int. J. Pure Appl. Biosci. 5: 206–214.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1397.20.2.6.1]

Rajarathinam, P., M. Narayana, M. Alagirisamy and I. S. Moshin. 2017. Variability, correlation and path coefficient analysis in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Electron. J. Plant Breed. 5: 824-827.

Rameeh, V. 2016. Correlation and path analysis in advanced lines of rapeseed (*Brassica napus*) for yield components. J. Oilseed Brassica. 1: 56–60.

Rao, V. T., V. Venkanna, D. Bhadru and D. Bharathi. 2014. Studies on variability, character association and path analysis on groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Int. J. Pure Appl. Biosci. 2: 194–197.

Santos, A. dos, G. Ceccon, L. M. C. Davide, A. M. Correa and V. B. Alves. 2014. Correlations and path analysis of yield components in cowpea. Crop Breed. Appl. Biotechnol. 14: 82–87.

Shoba, D., N. Manivannan and P. Vindhiyavarman. 2012. Correlation and path coefficient analysis in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Madras Agric. J. 99: 18–20.

Sparkman, R. M., J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tatham and B. J. Grablowsky. 1979 Multivariate Data Analysis with Readings. J. Mark Res. 16, 437.

Wright, S. 1921. Correlation and causation. J. Agric. Res. 20: 557–585.

Zhong-xin, Z. Fengshou Z, Xinyou, H, Suoyi., D, Wenzhao., Z, Xiuwang., X, Jing., X, Xinran and C, Qinyong. 2010. Genetic correlation and path coefficient analysis of main agronomic characters and productivity of summer peanut in Henan province [J]. J. Anhui Agric. Sci. 30: 16817-16819.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1397.20.2.6.1]

Evaluation of the relationship between yield and yield components by sequential path analysis in peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes

Haghpanah, M.[1], A. Hassanzadeh[2], A. Z. Mirabadi[3], K. Foroozan[4] and S.Talaee[5]

ABSTRACT

Haghpanah, M., A. Hassanzadeh, A. Z. Mirabadi, K. Foroozan and S.Talaee. 2018. Evaluation of the relationship between yield and yield components by sequential path analysis in peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes**. Iranian Journal of Crop Sciences. 19(2): 168-179. (In Persian).**

To evaluate the relationship between seed yield and its components in peanut (*Arachis hypogaea* L.), 78 genotypes of peanut were grown in a randomized complete block design with three replications at Takatoo research station, Sari, Iran, in 2016 and 17 plant traits related to seed yield were measured. Analysis of variance showed that there were significant differences in all traits (except for seed width), that indicated a considerable variation between peanut genotypes. Based on the results of multiple stepwise regression analysis, first, second and third ranked variables were evaluated by considering the contribution in seed yield variation and minimum co-liner and the seed length and number of pod.plant^{-1} were selected as first ranked variables (76% of variation of seed yield). Results showed that the seed length and number of pod.plant^{-1} had a negative (non significant) relationship with seed yield. The results of sequential path analysis showed that the direct effect of number of pod.plant^{-1} (r = 0.815**) and seed length (r = -0.810**), were the most effective component in seed yield. Based on the correlation analysis result, number of pod.plant^{-1} may be used as selection index to promote the seed yield in peanut.

Key words: Peanut, Pod.plant^{-1}, Seed length, Sequential path analysis and Stepwise regression.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1397.20.2.6.1]

Received: January, 2018 Accepted: July, 2018

1. Expert, Applied Research and Seed Production Center, Tehran, Iran (Corresponding author)
(Email: Masoudhgh@gmail.com)
2. Expert, Applied Research and Seed Production Center, Tehran, Iran
3. Expert, Applied Research and Seed Production Center, Tehran, Iran
4. Expert, Oilseeds Research and Development Company, Tehran, Iran
5. Expert, Applied Research and Seed Production Center, Tehran, Iran