مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۱ شماره ۳ صفحه‌های ۲۷۳ تا ۲۸۸ (۱۳۹۹)
مقاله پژوهشی

ارزیابی گوناگونی درون رقمی و همبستگی بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی در پسته رقم‌های اکبری و احمدآقایی[1]

Assessment of Intra-Cultivar Variation and Correlation Between Morphological Traits in Pistachio cvs. Akbari and Ahmadaghai

محمدصادق جمعه‌یزدیان، حمیدرضا کریمی*، محسن محمودنیا میمند، خلیل ملک‌زاده و محمود رقامی[2]

چکیده

به‌منظور ارزیابی گوناگونی ژنتیکی داخل رقم و همبستگی بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی رقم‌های پسته اکبری و احمدآقایی در شهرستان رفسنجان، ۱۸ ویژگی کمی و ۳۳ ویژگی کیفی براساس توصیف‌نامه پسته اندازه‌گیری و کدگذاری شد. نتیجه‌های تجزیه به عامل‌ها نشان داد که ویژگی‌های مورد اندازه‌گیری در ۶ گروه عاملی قرار گرفتند که توانست ۸۶/۶۱ درصد از کل واریانس را توجیه نماید. ویژگی‌های مرتبط به میوه، مغز، برگ و برگچه انتهایی سه گروه عاملی اصلی در تفکیک نژادگان‌های رقم‌های اکبری و احمدآقایی بودند که در مجموع ۶۰/۷۶ درصد از واریانس را در برگرفتند. تجزیه خوشه‌ای، نژادگان‌ها را در فاصله ۲۰ اقلیدسی به سه گروه تقسیم کرد. گروه اول شامل نژادگان‌های رقم احمدآقایی بودند که به‌طور معنی‌داری دارای بزرگترین ابعاد عرض برگچه انتهایی و ابعاد میوه (عرض و ضخامت میوه) و ضخامت مغز بودند. گروه دوم بیشتر شامل نژادگان‌های رقم اکبری بودند که دارای بیشترین طول میوه و عرض میوه بودند که در ارتباط با این ویژگی‌ها تفاوت معنی‌داری با سایر گروه‌ها داشتند. هم‌چنین، نتیجه‌ها نشان داد که گوناگونی ریخت‌شناسی گسترده‌ای در رقم‌های پسته اکبری و احمدآقایی وجود دارد که ممکن است ناشی از تهیه پیوندک از درختانی با منشاء بذری متفاوت در زمان پیوند باشد.

واژه‌های کلیدی: پسته، تجزیه کلاستر، تجزیه عامل، همبستگی.

مقدمه

شناسایی و جمع‌آوری رقم‌های بومی درختان میوه اولین گام در مسیر برنامه‌های به‌نژادی به‌شمار می‌آید و عدم آگاهی به‌نژادگران از ویژگی‌های ژنتیکی گیاهان موجب می‌شود که کار به‌نژادی به‌کندی صورت گیرد. در کشور ما به‌دلیل عدم شناخت کافی از ژرم‌پلاسم گیاهی پسته برنامه‌های به‌نژادی قابل توجهی روی محصول پسته انجام نشده است، بنابراین می‌توان با شناسایی و ارزیابی نژادگان‌ها و رقم‌های مختلف پسته، ژن‌های درگیر ویژگی‌های مطلوب را تشخیص و در اختیار پژوهشگران قرار داد. جنس پسته *Pistacia* از تیره Anacardiaceae گیاهی دو پایه و خزان‌کننده بوده که به‌طور گسترده‌ای در ایران کشت می‌شود. کشور ایران منشا پسته اهلی است به طوری‌که بیشترین گوناگونی ژنتیکی در ارتباط با رقم‌های پسته در ایران وجود دارد. اعتقاد بر این است که قدیمی‌ترین گونه در جنس پسته گونه *P. vera* می‌باشد که دارای میوه‌های خندان است و به‌احتمال گونه‌های دیگر از آن مشتق شده‌اند (۲۵). براساس آمار منتشر شده توسط پژوهشکده پسته، تعداد رقم‌های پسته موجود در ایران بیش از ۷۰ عدد می‌باشد و کشت و کار پسته در این کشور به چند رقم با ارزش تجاری بالاتر محدود

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۳/۱۱

۲- به‌ترتیب دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد، استاد گروه علوم باغبانی، استادیار گروه بیوتکنولوژی و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران.
* نویسنده مسئول: پست الکترونیک: (hrkarimi2017@gmail.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

می‌باشد (۱۴). از مهمترین رقم‌های موجود در ایران می‌توان به اکبری و احمدآقایی اشاره کرد که از ارزش تجاری بالایی برخودار هستند. گسترش روزافزون کشت پسته در دیگر مناطق جهان و میانگین تولید بالاتر در واحد سطح در مقایسه با ایران، تهدید جدی برای صادرات این محصول در کشور است. از سوی دیگر احداث باغ‌های یکدست و با عملکرد و کیفیت بالای محصول، نیازمند توسعه رقم‌های جدید از راه به‌نژادی می‌باشد که در مرحله اول به بررسی ویژگی‌های مهم ریخت‌شناسی و شناسایی نژادگان‌های برتر نیاز است. با توجه به این که بیشتر باغ‌های پسته ایران با استفاده از پایه‌های بذری احداث می‌شوند گوناگونی گسترده‌ای در بین باغ‌های احداث شده با یک رقم پیوندی از لحاظ رشد و عملکرد پیوندک دیده می‌شود که شاید به دلیل گوناگونی موجود در پایه‌های استفاده شده به سبب ماهیت ژنتیکی پسته و هتروزیگوسیتی بالا و یا گوناگونی موجود در پیوندک‌های تهیه شده از هر رقم باشد (۱۲). بنابراین دستیابی به منابع ژنتیکی پسته، تعیین و شناسایی ویژگی‌های رویشی و زایشی رقم‌ها و نژادگان‌های این گیاه، اولین گام در زمینه به‌نژادی پسته است. در مطالعه‌های اولیه مربوط به گوناگونی ژنتیکی پسته از نشانگرهای ریخت‌شناسی مانند ویژگی‌های برگ و میوه استفاده شده است، اما تاثیرپذیری این دسته از نشانگرها از شرایط محیطی، سن گیاه و طولانی بودن مراحل رشد گیاه برای ظهور و ثبت ویژگی‌های ظاهری اندام‌ها، کاربرد آن‌ها را دشوار کرده است. طی پژوهشی کریمی و همکاران (۱۶) به بررسی گوناگونی ریخت‌شناسی بین گونه‌های پسته در ایران پرداختند. نتیجه‌ها نشان داد که ابعاد برگ و برگچه انتهایی در نژادگان‌ها و گونه‌های مورد بررسی همبستگی معنی‌داری با وزن و ابعاد خشک میوه داشتند. در پژوهشی با بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی گونه‌های پسته موجود در ترکیه دریافتند که گونه یوریکارپا (*P. eurycarpa*) به‌دلیل داشتن ویژگی‌های خاص برگ و میوه از گونه آتلانتیکا (*P. atlantica*) قابل تفکیک است (۱۳). هم‌چنین این پژوهشگران عنوان کردند که گونه تربینتوس (*P. terebinthus*) با میوه‌های کوچک و به‌طور جزئی دم‌دار از گونه‌های یوریکارپا و آتلانتیکا مجزا می‌گردد. پورمقدم و همکاران (۲۰) با بررسی ویژگی‌های ظاهری مرتبط به توده درون بذری رقم بادامی ریز زرند (*P. vera* L. cv. Badami-Riz-e-Zarand) عنوان کردند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ابعاد خشک میوه و مغز و هم‌چنین ارتفاع دانهال‌ها با قطر پاهنگ وجود دارد. رستمی کیا و همکاران (۲۲) به‌منظور بررسی گوناگونی ژنتیکی جمعیت‌های بنه در شهرستان خلخال، در هر رویشگاه، ۲۰ پایه از درختان را انتخاب و ۷ ویژگی برگ و ۷ ویژگی میوه را مورد اندازه‌گیری قرار دادند. نتیجه‌ها نشان داد که بین سطح برگ و وزن برگ، طول برگچه و وزن صد میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. شناخت ویژگی‌های ژنتیکی صفت‌ها، روابط و شیوه تاثیرگذاری آن‌ها بر یکدیگر یکی از مبناهای تصمیم‌گیری در مورد طراحی و اجرای روش‌های مختلف به‌نژادی است. بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته درخصوص بررسی گوناگونی ژنتیکی در گونه‌ها و رقم‌های پسته می‌باشد و تاکنون پژوهشی در زمینه بررسی گوناگونی ریخت‌شناسی درون رقم‌های پسته دیده نمی‌شود. از سوی دیگر، در باغ‌های پیوندی احداث شده پسته تفاوت‌هایی از لحاظ مورفولوژیکی و عملکرد بین درختان دیده می‌شود که می‌تواند ناشی از گوناگونی موجود در پیوندک‌های تهیه شده از یک رقم باشد. بنابراین، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی گوناگونی ریخت‌شناسی درون رقمی در دو رقم اکبری و احمدآقایی به‌منظور تعیین نژادگان‌های برتر از هرکدام، برای تهیه پیوندک به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۶ روی ۲۵ نژادگان پسته از رقم‌های اکبری و احمدآقایی صورت پذیرفت. نژادگان‌ها در حومه شرق، حومه غرب و دهستان نوق در شهرستان رفسنجان شناسایی شدند (جدول ۱ و ۲). در این آزمایش ویژگی‌های مرتبط به برگ، میوه و شکل رشدی درخت در دو رقم پیوندی اکبری و احمدآقایی مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی‌های کمی و کیفی مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های معرفی شده در توصیف‌نامه[۱](IPGRI) اندازه‌گیری و کدگذاری شدند (۱۱). در مجموع ۱۸ ویژگی کمی و ۳۳ ویژگی کیفی مورد ارزیابی قرار گرفت. پارامترهای آمار توصیفی، تجزیه همبستگی ساده و تجزیه به عامل‌ها با استفاده از چرخش عامل‌ها و به روش واریماکس با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد. برای هر عامل ویژگی‌های با ضریب عاملی بیش‌تر از ۰/۵ به‌عنوان ضریب عاملی معنی‌دار در نظر گرفته شد. به‌منظور تعیین الگوی گوناگونی ژنتیکی، گروه‌بندی

۱- International Plant Genetic Resource Institute

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

نژادگان‌ها و تعیین فاصله ژنتیکی بین آن‌ها، تجزیه خوشه‌ای به روش وارد[1] انجام شد. بررسی فراوانی ویژگی‌های کیفی مشاهده شده با استفاده از آزمون Chi-Squar انجام شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار SAS بر پایه طرح کامل تصادفی انجام شد.

جدول۱- نژادگان‌های به کار رفته برای ارزیابی گوناگونی ژنتیکی درون رقم‌های اکبری و احمدآقایی.

Table 1. Genotypes used for assessment Intra-cultivar variation of Akbari and Ahmadaghai cultivars.

ردیف Row	موقعیت جغرافیایی Geographical location	محل جمع‌آوری Collecting site	کد Code	نژادگان Genotype
1	R40 375854 3413907	نوق (Nogh)	AK_1	رقم اکبری AK
2	R40 375849 3413891	نوق (Nogh)	AK_2	رقم اکبری AK
3	R40 375779 3413928	نوق (Nogh)	AK_3	رقم اکبری AK
4	R40 375793 3413943	نوق (Nogh)	AK_4	رقم اکبری AK
5	R40 387401 3405330	نوق (Nogh)	AK_5	رقم اکبری AK
6	R40 387420 3405339	نوق (Nogh)	AK_6	رقم اکبری AK
7	R40 410038 3375604	اسلامیه (Islamieh)	AK_7	رقم اکبری AK
8	R40 409969 3375544	اسلامیه (Islamieh)	AK_8	رقم اکبری AK
9	R40 410223 3375402	اسلامیه (Islamieh)	AK_9	رقم اکبری AK
10	R40 409810 3375637	اسلامیه (Islamieh)	AK_{10}	رقم اکبری AK
11	R40 410261 3375445	اسلامیه (Islamieh)	AK_{11}	رقم اکبری AK
12	R40 406132 3371321	کفائیه (Islamieh)	AK_{12}	رقم اکبری AK
13	R40 406026 3371578	کفائیه (Kafaieh)	AK_{13}	رقم اکبری AK
14	R40 411724 3375072	نوق (Nogh)	AH_1	رقم احمدآقایی AH
15	R40 411726 3375052	نوق (Nogh)	AH_2	رقم احمدآقایی AH
16	R40 411741 3375066	نوق (Nogh)	AH_3	رقم احمدآقایی AH
17	R40 411945 3375037	نوق (Nogh)	AH_4	رقم احمدآقایی AH
18	R40 410897 3375480	نوق (nogh)	AH_5	رقم احمدآقایی AH

۱- Ward method

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

19	R40 405523 3372020	نوق (nogh)	AH_6	رقم احمدآقایی AH
20	R40 405162 3371865	نوق (Nogh)	AH_7	رقم احمدآقایی AH
21	R40 404776 3371889	کفائیه (Kafaieh)	AH_8	رقم احمدآقایی AH
22	R40 419576 3388355	کشکوئیه (Koshkoyieh)	AH_9	رقم احمدآقایی AH
23	R40 419603 3388341	کشکوئیه (Koshkoyieh)	AH_{10}	رقم احمدآقایی AH
24	R40 406094 3375280	کشکوئیه (Koshkoyieh)	AH_{11}	رقم احمدآقایی AH
25	R40 405904 3375470	کشکوئیه (Koshkoyieh)	AH_{12}	رقم احمدآقایی AH

AK= Akbari AH= Ahmadaghai

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باغ‌های نمونه‌گیری‌شده در ژرفای ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متری.

Table 2. Physical and chemical characteristics of the soil of the sampled orchards at the depth of 40 to 80 cm.

ویژگی‌ها Characteristics	نوق Nogh	اسلامیه Islamieh	کفائیه Kafaieh	کشکوئیه Koshkoyieh
	عمق ۴۰- ۸۰ سانتی متری		(Depth of 40 -80 cm)	
پی‌اچ pH	7.48	7.78	6.84	7.99
شوری Salinity (dS/m)	11.9	6.1	14.0	6.4
ماده آلی Organic matter (%)	0.36	0.33	-	0.33
شن Sand (%)	68	58	87	76
رس Clay (%)	18	20	7	15
سیلت Silt (%)	14	22	6	9
فسفر قابل جذب P ava (ppm)	8.39	5.24	35.60	5.50
پتاسیم قابل جذب K ava (ppm)	257.3	344.3	498.3	313.5
سدیم محلول Soluble sodium (ppm)	1935.5	1048.4	2177.4	1209.3
کلسیم محلول Soluble Ca (ppm)	210.2	168.5	2051.8	147.6
منیزیم محلول Soluble Mg (ppm)	147.4	124.7	327.0	22.7
آهن قابل جذب Fe ava (ppm)	12.52	4.92	16.90	10.16
منگنز قابل جذب	1.69	2.24	2.11	1.43

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

Mn ava (ppm) روی قابل جذب	0.05	0.09	2.20	0.06
Zn ava (ppm) مس قابل جذب	0.72	0.96	0.67	0.71
Cu ava (ppm)				

نتایج و بحث

آمار توصیفی ویژگی‌های کمی مورد بررسی در دو رقم اکبری و احمدآقایی

در این مطالعه میانگین، کمینه، بیشنیه و دامنه تغییرها برای ویژگی‌های کمی اندازه‌گیری شده در درخت و میوه دو رقم تجاری اکبری و احمدآقایی جهت پی‌بردن به‌میزان گوناگونی بررسی شد (جدول ۳ و ۴). زیاد بودن ضریب تغییرها تاکیدی بر وجود گوناگونی چشمگیر برای بیشتر ویژگی‌ها می‌باشد. طول برگ در رقم اکبری در محدوده‌ای از ۱۰/۳۷ تا ۱۵/۷۷ میلی‌متر مشاهده شد. بیشترین میزان طول برگ مربوط به نژادگان Ak_{11} و کم‌ترین آن در نژادگان Ak_6 مشاهده شد. در رقم احمدآقایی ویژگی طول برگ در محدوده‌ای از ۱۱/۱۰ تا ۱۴/۸۰ میلی‌متر متغیر بود. ویژگی‌هایی چون عرض برگ در رقم اکبری در محدوده‌ای از ۹/۹۵ تا ۱۴/۱۵ میلی‌متر، طول برگچه انتهایی از ۴/۹۰ تا ۹/۴۹ میلی‌متر و عرض برگچه انتهایی از ۳/۴۲ تا ۵/۱۳ میلی‌متر متغیر بودند. هم‌چنین، در رقم احمدآقایی عرض برگ با گستره ۹/۲۵ میلی‌متر تا ۱۳ میلی‌متر، طول برگچه انتهایی در محدوده‌ای با گستره ۶/۸۱ تا ۹/۴۰ میلی‌متر و عرض برگچه انتهایی در گستره‌ای بین ۳/۷۲ تا ۵/۶۰ میلی‌متر متغیر بود. در رقم اکبری کمترین میزان ویژگی طول میوه، ۲۴/۱۹ میلی‌متر و بیشترین مقدار آن، ۲۹/۴۶ میلی‌متر به‌ترتیب مربوط به نژادگان‌های Ak_{13} و Ak_{12} بودند. در رقم احمدآقایی بیشترین طول میوه ۲۴/۶۸ میلی‌متر مربوط به نژادگان AH_{11} و کمترین میزان طول میوه ۲۲/۹۵ میلی‌متر مربوط به نژادگان AH_4 بود. در رقم اکبری بیشترین عرض میوه (۱۵/۸۸ میلی‌متر) مربوط به نژادگان Ak_8 و کمترین (۱۳/۸۶ میلی‌متر) در نژادگان Ak_9 مشاهده شد. در رقم احمدآقایی بیشترین (۱۶/۰۹ میلی‌متر) و کمترین (۱۴/۹۶ میلی‌متر) عرض میوه به‌ترتیب مربوط به نژادگان‌های AH_1 و AH_5 با میانگین ۱۵/۶۱ میلی‌متر مشاهده شد. در بررسی ویژگی‌های مربوط به مغز در رقم اکبری مشخص شد که بیشترین وزن ۱۰۰ عدد مغز (۱۸۰/۵۶ گرم) مربوط به نژادگان Ak_6 و کمترین وزن ۱۰۰ عدد مغز مربوط به نژادگان Ak_{12} بود. بیشترین طول مغز در رقم اکبری ۲۵/۴۶ میلی‌متر در نژادگان Ak_6 و کمترین آن ۱۷/۱۲ میلی‌متر در نژادگان Ak_7 مشاهده شد. در رقم احمدآقایی بیشترین طول مغز (۱۸/۳۰میلی‌متر) در نژادگان AH_1 و کمترین میزان (۱۴/۹۸ میلی‌متر) در نژادگان AH_9 مشاهده شد. میانگین عرض مغز در رقم اکبری و احمدآقایی به‌ترتیب ۱۰/۲۰ و ۱۰/۷۹ میلی‌متر بود که بیشترین و کمترین عرض مغز در رقم اکبری به‌ترتیب در نژادگان‌های A_8 و A_{13} و در رقم احمدآقایی در نژادگان‌های AH_{10} و AH_5 مشاهده شد. اندازه‌گیری درصد پوکی در دو رقم مورد پژوهش نشان داد که در رقم اکبری و احمدآقایی به‌ترتیب نژادگان Ak_3، Ak_8 و Ak_{12} (۳ درصد) و نژادگان AH_1 الی AH_5 و AH_7 (۵ درصد) از کمترین درصد پوکی برخوردار بودند.

تجزیه به عامل‌های ویژگی‌های کمی

با توجه به این که در بررسی گوناگونی ژنتیکی نژادگان‌های یک گیاه امکان اندازه‌گیری تعداد زیادی از ویژگی‌ها وجود دارد، تشخیص ویژگی‌هایی که بیشترین تاثیر را در تفکیک نژادگان‌ها دارند، دارای اهمیت می‌باشد.

در این پژوهش ۶ عامل اصلی توانست ۸۶/۶۱ ٪ از کل واریانس را توجیه کند (جدول ۵). عامل اول ویژگی‌هایی چون عرض، ضخامت میوه، وزن ۱۰۰ دانه میوه، عرض، ضخامت مغز، وزن ۱۰۰ دانه مغز و درصد پوکی معنی‌دار بودند به‌طوری‌که در حدود ۲۸/۴۸ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. در عامل دوم تعداد دیگری از ویژگی‌ها شامل طول برگ، عرض برگ، طول برگچه انتهایی، نسبت طول به عرض برگچه انتهایی، تعداد میوه در ۱۰۰ گرم و طول میوه و طول مغز قرار داشتند که ۱۹/۳۸ درصد از واریانس کل را شامل شدند. ویژگی نسبت طول به عرض برگ و تعداد میوه در ۱۰۰ گرم سومین عامل اصلی را تشکیل دادند به‌طوری‌که ۱۲/۹۲ درصد از کل واریانس را به خود اختصاص دادند. عرض برگ و عرض برگچه انتهایی با داشتن ۱۰/۵۰٪ از واریانس کل به‌عنوان عامل چهارم تعریف شدند. عامل پنجم شامل ویژگی ارتفاع درخت، نسبت طول به عرض برگ و درصد پوکی بود که ۸/۶۳ درصد از واریانس کل را توجیه نمود. ارتفاع درخت به تنهایی به عنوان عامل ششم،

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

۶/۶۹٪ از واریانس کل را تبیین کرد. با توجه به نتیجه‌های حاصل از تجزیه به عامل‌ها، بیش‌ترین تفاوت نژادگان‌ها مربوط به‌ویژگی‌های برگ و برگچه (طول و عرض برگ و طول برگچه انتهایی) و ویژگی‌های مرتبط به ابعاد میوه و مغز (طول، عرض، ضخامت میوه و وزن ۱۰۰ دانه میوه، عرض مغز، ضخامت و وزن ۱۰۰ دانه مغز) بود که ۴۷/۸۶ درصد از واریانس کل را توجیه کردند و به عبارتی این ویژگی‌ها بیشترین نقش را در تفکیک نژادگان‌های رقم‌های اکبری و احمدآقایی دارند.

جدول ۳- کمینه، بیشینه، میانگین و ضریب تغییرها در ویژگی‌های ریخت‌شناسی اندازه‌گیری شده در رقم پسته اکبری.

Table 3. Minimum, maximum, mean and coefficients of variations in the morphological traits measured in the pistachio cv. Akbari.

ردیف Row	ویژگی Traits	کد Code	واحد Unit	کمینه Minimum	بیشینه Maximum	میانگین Average	ضریب تغییر Coefficient of variations*
1	ارتفاع درخت Tree height	H	سانتی‌متر cm	1.50	3.50	2.56	5.85
2	طول برگ Leaf length	LL	سانتی‌متر cm	10.37	15.77	13.49	3.55
3	عرض برگ Leaf width	LW	سانتی‌متر cm	9.95	14.15	12.01	2.41
4	نسب طول به عرض برگچه Leaflet length/width ratio	LL/LW	نسبت Ratio	0.90	1.30	1.12	2.67
5	طول برگچه انتهایی Terminal leaflet length	TLL	سانتی‌متر cm	4.90	9.49	7.49	4
6	عرض برگچه انتهایی Terminal leaflet width	TLW	سانتی‌متر cm	3.42	5.13	4.21	3.56
7	نسبت طول به عرض برگچه انتهایی Terminal leaflet length/width ratio	TLL/TLW	نسبت Ratio	0.98	3.44	1.91	7.85
8	تعداد خشک میوه در ۱۰۰ گرم Number of nuts in 100 g	NN_{100}	تعداد Number	52	101	63	5.84
9	طول خشک میوه Nut length	NL	میلی‌متر mm	24.19	29.46	26.34	1.47
10	عرض خشک میوه Nut width	NW	میلی‌متر mm	13.86	15.89	14.77	1.15
11	ضخامت خشک میوه Nut thickness	NT	میلی‌متر mm	11.67	14.87	13.6	1.69
12	وزن صد عدد خشک میوه 100-Nut weight	WN_{100}	گرم g	99.6	190.36	155.99	5
13	طول خشک میوه Kernel length	KL	میلی‌متر mm	17.12	25.74	19.91	4.36
14	عرض مغز Kernel width	KW	میلی‌متر mm	9.57	11.05	10.20	1.27
15	ضخامت مغز Kernel thickness	KT	میلی‌متر mm	7.97	10.45	9.65	1.86
16	وزن ۱۰۰ مغز 100-Kernel weight	WK	گرم g	18.71	110.80	82.47	9.55
17	درصد خندانی Dehisced percentage (%)	KH	درصد percentage	0.03	0.96	0.733	12.32
18	درصد پوکی Blankness percentage (%)	PO	درصد percentage	10	30	20	9.80

*ضریب تغییر=خطای استاندارد / میانگین× ۱۰۰

$CV=SD/\mu*100$

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

جدول ۴- کمینه، بیشینه، میانگین و ضریب تغییرها در ویژگی‌های ریخت‌شناسی اندازه‌گیری شده در رقم پسته احمدآقایی.

Table 4. Minimum, maximum, mean and coefficients of variations in the morphological traits measured in the pistachio cv. Ahmad-Aghaii.

ردیف Row	ویژگی Traits	کد Code	واحد Unit	کمینه Minimum	بیشینه Maximum	میانگین Average	ضریب تغییرات Coefficient of variations*
1	ارتفاع درخت Tree height	H	متر m	1.50	3	2.16	6.48
2	طول برگ Leaf length	LL	سانتی‌متر cm	11.10	14.80	13.20	2.95
3	عرض برگ Leaf width	LW	سانتی‌متر cm	9.25	13	11.85	2.44
4	نسب طول به عرض برگچه انتهایی Terminal leaflet/width ratio	LL/LW	نسبت Ratio	1.10	1.23	1.11	1.80
5	طول برگچه انتهایی Terminal leaflet length	TLL	سانتی‌متر cm	6.81	9.40	7.57	2.90
6	عرض برگچه انتهایی Terminal leaflet width	TLW	سانتی‌متر cm	3.72	5.60	4.48	3.57
7	نسبت طول به عرض برگچه انتهایی Terminal leaflet/width ratio	TLL/TLW	نسبت Ratio	1.38	2.03	1.70	2.94
8	تعداد خشک میوه در ۱۰۰ گرم Number of nuts in 100 g	NN_{100}	تعداد Number	56	140	76.25	10.64
9	طول خشک میوه Nut length	NL	میلی‌متر mm	22.95	24.68	23.76	0.67
10	عرض خشک میوه Nut width	NW	میلی‌متر mm	14.96	16.09	15.61	0.57
11	ضخامت خشک میوه Nut thickness	NT	میلی‌متر mm	13.07	15.63	14.84	1.54
12	وزن صد عدد خشک میوه 100-Nut weight	WN_{100}	گرم g	138.44	180.56	163.34	2.54
13	طول مغز Kernel length	KL	میلی‌متر mm	14.98	18.30	16.43	1.64
14	عرض مغز Kernel width	KW	میلی‌متر mm	8.85	11.93	10.79	1.94
15	ضخامت مغز Kernel thickness	KT	میلی‌متر mm	8.83	12.68	10.93	2.74
16	وزن ۱۰۰ دانه مغز 100-Kernel weight	WK	گرم g	13.20	115.23	96.76	9.81
17	درصد خندانی Dehisced percentage	KH	دصد percentage	10	98	74	10.81
18	درصد پوکی Blankness percentage	PO	درصد percentage	5	67	18	27.77

*ضریب تغییر=خطای استاندارد / میانگین× ۱۰۰

$CV=SD/\mu*100$

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

جدول۵- مقادیر ویژه و واریانس تجمعی برای شش عامل به دست آمده از واکاوی عامل‌ها و ویژگی درون هر عامل در دو رقم پسته اکبری و احمدآقایی.

Table 5- Eigen values and cumulative variance for six major factors obtained from factor analysis and the characteristics within each factor for pistachio cv. Akbari and Ahmad-Aghaii.

Factor		1	2	3	4	5	6
ردیف ROW	ویژگی‌ها Traits	فاکتور Factors					
1	ارتفاع درخت Tree height	0.21	0.26	0.18	0.23	-0.52**	-0.63**
2	طول برگ Leaf length	0.03	0.69**	0.43	0.47	0.21	-0.15
3	عرض برگ Leaf width	-0.004	-0.62**	-0.21	0.61	-0.25	0.08
4	نسب طول به عرض برگچه انتهایی Terminal leaflet/width ratio	0.06	0.28	0.71**	-0.018	0.53**	-0.24
5	طول برگچه انتهایی Terminal leaflet length	0.20	0.69**	0.066	0.33	-0.03	0.49
6	عرض برگچه انتهایی Terminal leaflet width	-0.031	-0.32	-0.36	0.76**	0.26	0.088
7	نسبت طول به عرض برگچه انتهایی Terminal leaflet/width ratio	0.16	0.75**	0.32	-0.34	-0.24	0.28
8	تعدادخشک میوه در ۱۰۰ گرم Number of nuts in 100 g	-0.29	-0.50**	0.51**	0.002	0.32	0.34
9	طول خشک میوه Nut length	-0.40	0.65**	-0.07	-0.47	-0.001	-0.12
10	عرض خشک میوه Nut width	0.77**	-0.22	-0.09	-0.012	-0.12	0.16
11	ضخامت خشک میوه Nut thickness	0.90**	0.03	0.05	0.09	-0.05	-0.08
12	وزن ۱۰۰ دانه خشک میوه 100-Nut weight	0.72**	0.37	-0.17	-0.31	0.31	-0.012
13	طول مغز Kernel length	-0.34	0.53**	-0.59**	-0.10	0.12	0.24
14	عرض مغز Kernel width	0.95**	-0.008	-0.10	-0.06	-0.12	0.05
15	ضخامت مغز Kernel thickness	0.87**	-0.15	-0.004	0.14	0.12	-0.17
16	وزن ۱۰۰ مغز 100-Kernel weight	0.81**	0.17	0.034	-0.043	0.40	0.02
17	درصد خندانی Dehisced percentage	0.20	0.11	-0.74**	-0.18	0.27	-0.29
18	درصد پوکی Blankness percentage	0.59**	-0.30	0.25	-0.12	-0.50**	0.19
Cumulative variance percentage		28.48	47.86	60.78	71.29	79.92	86.61
Eigen values		5.12	3.48	2.32	1.89	1.55	1.20

**Significant factor loadings (considered values above 0.50)

**ضریب عاملی معنی‌دار (مقادیر در نظرگرفته شده بالای ۰/۵۰)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

ضریب همبستگی ساده بین ویژگی‌های در رقم اکبری

ویژگی نسبت طول به عرض برگ با طول برگ در سطح احتمال ۱٪ همبستگی مثبت (r=۰/۷۴) نشان داد. طول برگچه‌انتهایی با طول برگ (r =۰/۶۳) و عرض برگ (r=۰/۶۵) همبستگی مثبت داشت. طول میوه با طول برگچه انتهایی (r= -۰/۶۹) همبستگی منفی در سطح احتمال پنج درصد نشان داد. هم‌چنین همبستگی عرض میوه با تعداد میوه در ۱۰۰ گرم (r= -۰/۷۴) و طول میوه (r=۰/۶۳) معنی‌دار شد. ضریب همبستگی ۰/۷۱ و ۰/۸۰ به‌ترتیب بین ضخامت میوه با طول میوه و عرض میوه به‌دست آمد. وزن ۱۰۰ دانه میوه با ضخامت میوه در سطح احتمال پنج درصد همبستگی مثبت داشت. بین عرض مغز با طول میوه (r= -۰/۵۹)، عرض میوه (r=۰/۶۹)، ضخامت میوه (r=۰/۷۶) و وزن ۱۰۰ دانه میوه (r=۰/۸۲) همبستگی مثبت در سطح احتمال پنج درصد مشاهده شد. ضخامت مغز با وزن ۱۰۰ دانه میوه (r=۰/۷۳) و عرض مغز (r=۰/۶۴) همبستگی مثبت و معنی داری داشت. وزن ۱۰۰ دانه مغز با ضخامت مغز (r= + ۰/۵۹) همبستگی مثبت نشان داد. هم‌چنین بین درصد پوکی با عرض مغز، ضخامت مغز و وزن ۱۰۰ دانه میوه به‌ترتیب همبستگی‌های منفی ۰/۷۱، ۰/۶۴ و ۰/۶۶ مشاهده شد (جدول ۶).

ضریب همبستگی ساده بین ویژگی‌ها در رقم احمدآقایی

همانند رقم اکبری، ویژگی عرض برگ با طول برگ (r= ۰/۷۲) همبستگی مثبت در سطح احتمال یک درصد نشان داد. ضریب همبستگی r= -۰/۶۳ و r= -۰/۶۱ بین تعداد میوه در ۱۰۰ گرم با طول برگ و عرض برگ به‌دست آمد. بیشترین ضریب همبستگی (r= -۰/۹۸) بین ضخامت میوه با تعداد میوه در ۱۰۰ گرم مشاهده شد، هم‌چنین همبستگی مثبت (r=۰/۸۸) بین عرض مغز با تعداد میوه در ۱۰۰ گرم، عرض میوه (r=۰/۶۹) و ضخامت میوه (r=-۰/۸۴) به‌دست آمد. وزن ۱۰۰ دانه مغز با عرض میوه، ضخامت میوه، طول مغز در سطح احتمال یک درصد به‌ترتیب به‌میزان r=۰/۶۶، r=۰/۸۰ و r=۰/۸۶ همبستگی داشت. بین درصد پوکی با خندانی (r= -۰/۶۲) همبستگی منفی در سطح احتمال پنج درصد مشاهده شد (جدول ۷).

تجزیه‌خوشه‌ای براساس داده‌های کمی ریخت‌شناسی

تجزیه خوشه‌ای براساس ۶ عامل اصلی که در مجموع ۸۶/۶۱ ٪ از کل واریانس را شامل می‌شد، صورت پذیرفت. در فاصله ۲۰ مربع اقلیدسی، نژادگان‌های مورد مطالعه به ۳ گروه کلی تقسیم شدند (شکل۱). در گروه اول نژادگان‌های رقم احمدآقایی، در گروه دوم ۹۰ درصد از نژادگان‌های رقم اکبری و گروه سوم نیز چند نژادگان از رقم اکبری و احمدآقایی قرار گرفتند که این گروه را می‌توان به عنوان گروه خارج از خوشه در نظر گرفت. نژادگان‌های دو رقم مورد پژوهش در فاصله ۱۰ اقلیدسی به ۵ گروه اصلی تقسیم شدند. نتیجه مقایسه میانگین‌های صفت‌های مورد بررسی (جدول ۸) در بین این ۵ گروه نشان داد که گروه اول شامل نژادگان‌های رقم احمدآقایی بودند که به‌طور معنی‌داری دارای بزرگترین ابعاد عرض برگچه انتهایی و ابعاد میوه (عرض و ضخامت میوه) و ضخامت مغز بودند. هر چند در ارتباط با ویژگی ضخامت میوه تفاوت معنی‌داری با گروه دوم نداشتند. گروه دوم بیشتر شامل نژادگان‌های رقم اکبری بودند که دارای بیشترین طول میوه و عرض میوه می‌باشند که تفاوت معنی‌داری با سایر گروه‌ها داشتند. گروه سوم شامل چند نژادگان از رقم اکبری و احمدآقایی می‌باشند که دارای کوچکترین طول برگچه انتهایی، بزرگترین عرض برگچه‌انتهایی و بیشترین تعداد میوه در ۱۰۰ گرم و کمترین ابعاد ضخامت میوه بودند. گروه چهارم شامل نژادگان‌های رقم اکبری بودند که بزرگترین طول میوه را به خود اختصاص دادند. نژادگان‌هایی که در گروه پنجم قرار گرفتند به‌طور معنی‌داری دارای کمترین ضخامت میوه و عرض مغز نسبت به چهار گروه دیگر می‌باشند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

جدول ۶- ضرایب همبستگی ساده موجود بین ویژگی‌های کمی مورد بررسی نژادگان رقم اکبری.

Table 6- The Simple correlation coefficients among quantitative and qualitative traits in pistachio cv. Akbari.

Row	Traits	H	LL	LW	LL/LW	TLL	TLW	TLL/TW	NN_{100}	NL	NW	NT	WN_{100}	KL	KW	KT	WK	KH	PO
1	H	1																	
2	LL	0.16	1																
3	LW	-0.06	0.55	1															
4	LL/LW	0.24	0.74**	-0.13	1														
5	TLL	-0.01	0.63*	0.65*	-0.26	1													
6	TLW	-0.11	-0.06	0.35	-0.38	0.14	1												
7	TLL/TW	0.006	0.048	-0.05	0.11	0.30	0.55	1											
8	NN_{100}	0.031	0.49	0.30	0.29	0.07	0.33	-0.36	1										
9	NL	0.24	0.22	-0.02	0.32	0.18	-0.69*	0.28	-0.33	1									
10	NW	0.25	-0.13	-0.10	-0.03	0.17	-0.28	0.08	-0.74**	0.63*	1								
11	NT	0.36	0.30	-0.51	0.52	0.33	-0.55	0.31	-0.49	0.71**	0.80**	1							
12	WN_{100}	-0.01	0.18	-0.21	0.42	0.23	-0.51	0.60*	-0.59*	0.48	-0.38	0.62*	1						
13	KL	-0.27	-0.03	0.45	-0.34	0.38	0.27	-0.01	-0.39	0.06	0.24	0.03	0.19	1					
14	KW	0.11	0.09	-0.21	0.32	0.16	-0.34	0.21	-0.69*	-0.59*	0.69*	0.76**	0.82**	0.38	1				
15	KT	-0.03	0.20	-0.16	0.37	-0.17	-0.31	0.14	-0.29	0.28	0.02	0.22	0.73**	0.12	0.64*	1			
16	WK	-0.05	0.51	0.173	0.50	0.19	-0.05	-0.39	-0.01	0.34	0.15	0.30	0.36	0.29	0.52	0.59*	1		
17	KH	0.02	-0.34	-0.30	-0.12	-0.37	-0.18	-0.002	-0.58*	0.11	0.31	0.25	0.27	0.43	0.54*	0.379	0.08	1	
18	PO	-0.41	-0.40	0.16	-0.64*	-0.21	0.17	-0.09	0.21	-0.29	-0.24	-0.56	-0.69*	-0.163	0.71**	-0.64*	-0.66*	-0.22	1

* و ** به‌ترتیب بیانگر ضریب همبستگی در سطح احتمال پنج و یک درصد.

*Significant at 5% prob. **Significant at 1% prob. level , respectively

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

جدول ۷- ضرایب همبستگی ساده موجود بین ویژگی‌های کمی مورد بررسی نژادگان رقم احمدآقایی.

Table 7- The Simple correlation coefficients among quantitative and qualitative traits in pistachio cv. Ahmad-Aghaii.

Row	Traits	H	LL	LW	LL/LW	TLL	TLW	TLL/TW	NN_{100}	NL	NW	NT	WN_{100}	KL	KW	KT	WK	KH	PO
1	H	1																	
2	LL	0.28	1																
3	LW	0.26	0.72**	1															
4	LL/LW	0.06	0.52	-0.20	1														
5	TLL	-0.15	0.30	0.55	-0.24	1													
6	TLW	0.02	0.44	0.31	0.25	0.51	1												
7	TLL/TW	-0.09	-0.24	0.10	-0.49	0.26	-0.68*	1											
8	NN100	-0.54	-0.63*	-0.61*	-0.14	-0.37	-0.17	-0.13	1										
9	NL	-0.49	0.13	-0.13	0.32	0.005	0.13	-0.11	0.15	1									
10	NW	0.32	0.25	0.20	0.11	0.36	0.64*	-0.38	-0.57	-0.03	1								
11	NT	0.60*	0.61*	0.59*	0.13	0.39	0.41	-0.11	-0.98**	-0.15	0.73**	1							
12	WN100	-0.15	0.04	0.17	-0.18	0.48	-0.13	0.56	-0.43	-0.16	-0.07	0.26	1						
13	KL	-0.75*	0.20	0.21	0.02	0.46	0.22	0.11	0.01	0.30	-0.07	-0.09	0.27	1					
14	KW	0.56	0.33	0.34	0.04	0.36	0.16	0.15	0.88**	-0.17	0.69*	0.84**	0.46	-0.20	1				
15	KT	0.62*	0.45	0.38	0.17	0.20	0.24	-0.09	-0.79**	-0.34	0.55	0.81**	0.56	-0.32	0.77**	1			
16	WK	0.64*	0.45	0.16	0.42	0.23	0.34	-0.13	-0.82**	-0.15	0.66*	0.80**	0.50	-0.45	0.86**	0.74*	1		
17	KH	0.28	0.01	0.29	-0.31	0.31	0.05	0.16	0.01	-0.49	-0.25	-0.04	0.40	0.59*	-0.14	0.06	0.30	1	
18	PO	0.49	-0.30	-0.18	-0.23	-0.10	-0.39	0.39	-0.26	-0.01	0.23	0.22	0.19	-0.69*	0.50	0.38	0.363	-0.62*	1

* و ** به‌ترتیب بیانگر ضریب همبستگی در سطح احتمال پنج و یک درصد.

*Significant at 5% prob. **Significant at 1% prob. level , respectively

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

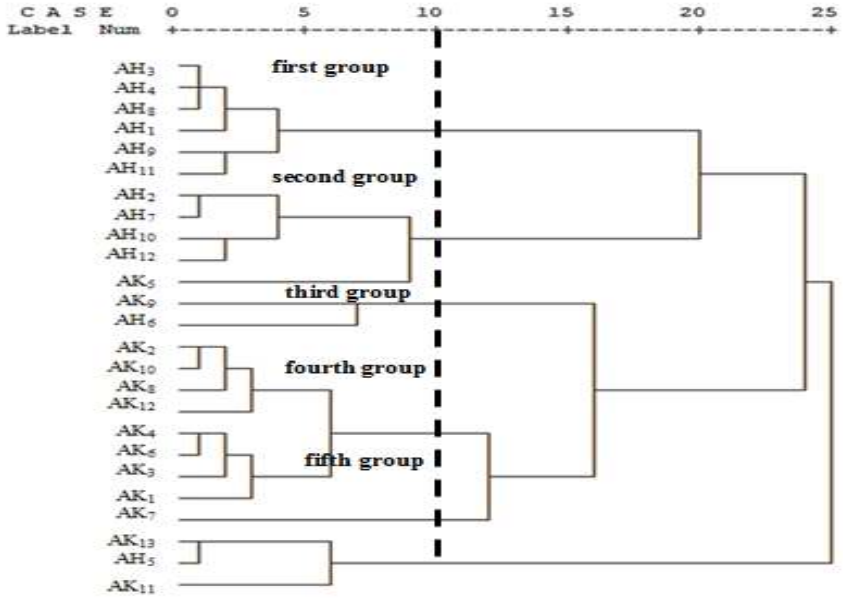

Fig. 1. Dendrogram of pistachio cvs Akbari and Ahmad-Aghaii based on studied traits by Ward method.

شکل ۱- خوشه‌بندی رقم‌های پسته اکبری و احمدآقایی بر اساس ویژگی‌های کمی اندازه‌گیری شده به روش وارد.

جدول ۸- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی گروه‌ها براساس تجزیه‌خوشه‌ای.

Table 8. Comparison of quantitative traits means of groups based on cluster analysis.

ردیف Row	ویژگی Traits	خوشه‌بندی Clustering				
		1	2	3	4	5
1	H	2.33^{ab}	2.30^{ab}	1.75^{b}	2.45^{ab}	2.80^{a}
2	LL	14^{a}	12.65^{ab}	10.73^{b}	13.50^{a}	13.90^{a}
3	LW	12.49^{a}	11.48^{ab}	10.36^{b}	11.38^{ab}	12.59^{a}
4	LL/LW	1.12^{a}	1.10^{a}	1.05^{a}	1.19^{a}	1.10^{a}
5	TLL	7.85^{a}	7.37^{a}	5.93^{b}	7.45^{a}	7.79^{a}
6	TLW	4.91^{a}	3.87^{b}	4.88^{a}	4.00^{b}	4.23^{b}
7	TLL/TW	1.59^{ab}	2.20^{a}	1.22^{b}	1.86^{a}	1.85^{a}
8	NN100	63.5^{b}	63.20^{b}	96.50^{a}	55.75^{b}	61.00^{b}
9	NL	23.64^{b}	24.34^{b}	24.19^{b}	27.62^{a}	26.58^{a}
10	NW	15.82^{a}	15.31^{ab}	14.71^{b}	15.30^{ab}	14.86^{b}
11	NT	15.35^{a}	14.62^{b}	12.56^{d}	14.35^{bc}	13.77^{c}
12	WN100	161^{ab}	174.10^{a}	140.08^{b}	179.68^{a}	149.42^{b}
13	KL	16.48^{a}	16.81^{a}	18.53^{a}	20.07^{a}	20.79^{a}
14	KW	11.02^{a}	10.97^{a}	9.84^{b}	10.75^{a}	10.08^{b}
15	KT	11.39^{a}	10.86^{ab}	9.81^{bc}	10.18^{bc}	9.34^{c}
16	WK	106.98^{a}	109.56^{a}	82.95^{a}	105.73^{a}	75.99^{a}
17	KH	79^{a}	70^{a}	79^{a}	87^{a}	81^{a}
18	PO	12^{ab}	29^{a}	5^{b}	4^{b}	5^{b}

The averages of each row with at least one similar letter are not significantly different at 5% probability level based on Duncan's multiple range test.

میانگین‌های هر ردیف با دستکم یک حرف مشترک براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

مقایسه دو نژادگان اکبری و احمدآقایی با استفاده از ویژگی‌های کیفی

به‌منظور بررسی فراوانی ویژگی‌های کیفی مشاهده شده و ارتباط آن‌ها با دو رقم اکبری و احمدآقایی از آزمون کای اسکوار استفاده شد. نتیجه‌های تجزیه ویژگی‌های کیفی مرتبط با ویژگی‌های درخت، برگ و میوه در دو رقم مورد پژوهش اکبری و احمدآقایی عنوان شده است. براساس نتیجه‌های به دست آمده، در رقم اکبری ویژگی قدرت رشد، دارای بیشترین فراوانی بودند. از لحاظ همین ویژگی در رقم احمدآقایی با فراوانی ۳۶ درصد دارای قدرت رشد پایین‌تری بودند. هم‌چنین نتیجه‌ها بیانگر ارتباط ویژگی شکل برگچه انتهایی با نوع رقم است که در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار می‌باشد به‌طوری که عمده نژادگان‌های رقم اکبری دارای شکل برگچه انتهایی بیضی شکل و در رقم احمدآقایی شکل عمده برگچه انتهایی از نوع نیزه‌ای پهن بود. حاشیه برگ در هر رقم اکبری و احمدآقایی بیشتر به صورت صاف و دارای بیشترین فراوانی (به‌ترتیب ۵۲ درصد و ۲۸ درصد) بودند. هم‌چنین در رقم اکبری اندازه برگ مشابه برگ پایه با فراوانی ۳۶ درصد و در رقم احمدآقایی اندازه برگ بزرگتر از برگ پایه با فراوانی ۳۲ ٪ دارای بیشترین فراوانی بودند. در رقم اکبری از لحاظ ویژگی شکل میوه بیشترین فراوانی به‌ترتیب در شکل نوک‌دار با نوک‌کوچک (۱۴/۱۸ درصد) و نوک‌گرد (۴/۶۳ درصد) مشاهده شد.

ذخایر ژنتیکی گیاهان را می‌توان یکی از با ارزش‌ترین منابع طبیعی دانست که فراهم‌کننده گوناگونی ژنتیکی لازم برای به‌نژادگران برای ایجاد رقم جدید با عمکرد بالا، بهبود کیفیت و یا سازگاری با شرایط نامساعد محیطی می‌باشد. توصیف ویژگی‌های ژرم‌پلاسم‌ها به‌منظور شناسایی و تشخیص روابط ژنتیکی بین نژادگان‌ها حائز اهمیت می‌باشد و با توجه به اینکه مشابهت ژنتیکی هر نژادگان در مجموع ژرم‌پلاسم را تعیین می‌کند، از اهمیت بالایی برخوردار است (۸). پسته به‌عنوان یکی از مهمترین محصول‌های باغی مطرح می‌باشد که به‌دلیل شیوه گرده‌افشانی، ویژگی‌های دوپایگی، تلاقی‌پذیری بین گونه‌ای و هتروزیگوسیتی بالا دارای گوناگونی ژنتیکی زیادی می‌باشد (۱۲، ۱۶). هم‌چنین شرایط بسیار متنوع بوم‌شناسی در مناطق کشت پسته، انتخاب نژادگان‌های سازگار و پرمحصول، تلاقی ژنتیکی بین نژادگان‌های مختلف پسته یک ناحیه و حتی تلاقی ژنتیکی رقم‌های محلی با پسته‌های وحشی، منجر به ایجاد گوناگونی ژنتیکی قابل توجهی در نژادگان‌های پسته در مناطق مختلف شده است که شناسایی آن‌ها را دچار مشکل می‌سازد. مطالعه‌های پژوهشگرانی از جمله Al-Saghir (۲)، کریمی و همکاران (۱۵) و Kafkas and Perl-Treves (۱۳) حاکی از وجود گوناگونی ژنتیکی بالا در بین رقم‌ها و گونه‌های پسته می‌باشد. در پژوهش حاضر، دو رقم اکبری و احمدآقایی از لحاظ ویژگی‌های ریخت‌شناسی گوناگونی بالایی را نشان دادند. نتیجه‌ها نشان داد که ویژگی‌های تعداد میوه در ۱۰۰گرم، درصد خندانی، درصد پوکی و وزن ۱۰۰ عدد مغز دارای بالاترین ضریب تغییرها بودند که دامنه گسترده‌تری برای انتخاب آن ویژگی محسوب می‌شود و نقش تعیین‌کننده در ایجاد گوناگونی بین رقم‌ها دارند. نتیجه‌های بالا با یافته‌های کریمی و همکاران (۱۷) همسو می‌باشد که عنوان کردند درصد خندانی و تعداد میوه در خوشه دارای بالاترین ضریب تغییرها در بین گونه‌های جنس پسته در ایران می‌باشند. درصد خندانی در نژادگان‌های رقم‌های اکبری و احمدآقایی در بازه ۱۰ تا ۹۸ ٪ متغیر بود. میزان خندانی را در بین رقم‌های پسته موجود در خراسان در بازه ۷۱ تا ۹۴ درصد (۱) و Tajabadi Pour (۲۵) درصد خندانی را در بین رقم‌های پسته موجود در کلکسیون ایران ۴۶ تا ۸۹ درصد عنوان کردند. در پژوهشی عنوان شد که درصد خندانی در رقم کرمان طی سال‌های ۱۹۹۲ و ۱۹۹۳ به ترتیب در بازه ۰/۶ تا ۸/۲ درصد و ۰/۸ تا ۵/۸ درصد متغیر بود (۹). عنوان شده است که خندانی یکی از ویژگی‌های مهم در پسته می‌باشد که از یک رقم به رقم دیگر و از سالی به سال دیگر متفاوت می‌باشد (۲۱). نتیجه‌های بالا با نتیجه‌های صفرنژاد و همکاران (۲۴) مبنی بر اینکه رقم احمدآقایی در مقایسه با دیگر رقم‌های مورد پژوهش دارای بیشترین درصد خندانی می‌باشد، همخوانی دارد. درصد پوکی در نژادگان‌های اکبری از ۳ تا ۱۰ درصد و در رقم احمدآقایی ۵ تا ۶۷ درصد مشاهده شد. میرزایی و همکاران (۱۸) گزارش کردند که درصد پوکی در بین رقم‌های ایرانی بین ۱۰ تا ۴۰ درصد می‌تواند متغیر باشد. علی اکبرخانی و همکاران (۱) میزان پوکی را در نژادگان‌های پسته منطقه خراسان کمتر از ۵ درصد گزارش کردند. دانشمندی و همکاران (۷) با بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پسته رقم دانشمندی گزارش کردند که رقم مورد پژوهش در مقایسه با دیگر رقم‌های تجاری پسته در استان خراسان دارای کمترین میزان پوکی (۱/۲ درصد) می‌باشد. صفرنژاد و همکاران (۲۴) عنوان نمودند

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

که پوکی اندک میوه‌های پسته در رقم دانشمندی به ویژگی‌های ژنتیکی و عوامل توارثی مـرتبط بـوده اسـت. پـوکی از مشـکل‌های اصلی درختان پسته است که زیر تاثیر رقم، پایه، شرایط تغذیه و سال می‌باشد. عواملی همچون عدم گرده‌افشانی، رشد ناقص رویان، کمبود ماده‌های غذایی و پارتنوکارپی و کاهش دما در هنگام تلقیح بر میزان پوکی موثر می‌باشند (۱۴).

بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و محاسبه ضریب همبستگی بین صفت‌ها در برنامه‌های به‌نژادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، چرا که میزان رابطه و نوع رابطه را مشخص می‌نماید. تعیین ضریب همبستگی در ارتباط با درخت پسته که دوره نونهالی طولانی دارد بسیار کارآمد می‌باشد و به بهنژادگر امکان انتخاب هم‌زمان چندین ویژگی، به‌خصوص در مواردی که همبستگی بین ویژگی‌هایی که وراثت پذیری متفاوتی دارند را میسر می‌سازد. در رقم احمدآقایی ویژگی عرض میوه با عرض برگچه انتهایی همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. به گونه‌ای که رقم‌هایی با عرض برگ بزرگتر خشک میوه‌های بزرگتری را تولید می‌کنند. نتیجه‌های بالا با یافته‌های کریمی و همکاران (۱۵) همخوان می‌باشد که ضمن بررسی گوناگونی ریخت‌شناسی گونه‌های جنس پسته در ایران عنوان نمودند بین ویژگی‌های برگ و میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. هم‌چنین، این نتیجه‌ها با یافته‌های Kafkas و همکاران (۱۲) روی سه گونه پسته ترکیه در یک راستا می‌باشد. در رقم احمدآقایی ویژگی‌های مرتبط به میوه همانند عرض و ضخامت میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری با ارتفاع درخت، طول برگ و عرض برگ نشان دادند، این مطلب بیانگر آن است که نژادگان‌های با طول و عرض بزرگتر میوه‌های درشت‌تری تولید می‌کنند. مشاهدات فوق با یافته‌های کریمی و همکاران (۱۶) همخوانی دارد که عنوان کردند چنین همبستگی بین ویژگی‌های بالا در گونه‌های جنس پسته موجود در ایران وجود دارد. ویژگی وزن ۱۰۰ دانه مغز با ضخامت میوه و طول مغز در رقم احمدآقایی همبستگی نشان داد. نتیجه‌های فوق با نتیجه‌های ارجمند و همکاران (۴)، روی بادام مطابقت دارد. ایشان عنوان کردند که وزن مغز همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن میوه و ضخامت میوه دارد. در رقم اکبری و احمدآقایی در ارتباط با ویژگی‌های مرتبط با ویژگی‌های مغز (عرض و ضخامت مغز) و وزن ۱۰۰ دانه مغز همبستگی مثبت و معنی‌داری با ویژگی‌های مرتبط با میوه همچون عرض میوه، ضخامت میوه و تعداد و وزن دانه میوه در ۱۰۰ گرم مشاهده شد، که مطابق یافته‌های ارجمند و همکاران (۴) روی بادام می باشد. در رقم اکبری ضخامت میوه با طول میوه و عرض میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد به‌طوری که میوه‌های با ابعاد بزرگتر ضخامت بیشتری داشتند. در پژوهش حاضر ویژگی خندانی با طول مغز و عرض مغز همبستگی مثبت در سطح احتمال پنج درصد نشان داد. پژوهشگران معتددی عنوان نمودند که عامل موثر در خندانی پسته فشار مکانیکی ناشی از مغز و هم‌چنین زیست‌ساخت یکسری از هورمون‌ها و شبه هورمون‌ها از مغز می‌باشد. به‌عبارتی خشک میوه‌هایی که دارای وزن و ابعاد بزرگتری هستند درصد خندانی بیشتری دارند و هر عاملی که سبب کاهش ابعاد مغز شود منتهی به کاهش در میزان هورمون‌های تولید شده از مغز می‌گردد که باعث کاهش درصد خندانی می‌شود. کریمی و همکاران (۱۶ و ۱۵) عنوان نمودند که در گونه *P. vera* درصد خندانی با وزن و ابعاد خشک میوه همبستگی دارد. در رقم اکبری و احمدآقایی ویژگی پوکی با وزن ۱۰۰ دانه مغز، ضخامت مغز و درصد خندانی همبستگی منفی نشان داد. این نتایج با نتیجه‌های نجفی و طاهری (۱۹) مبنی بر بررسی گوناگونی ریخت‌شناسی رقم‌های پسته استان زنجان همسو می‌باشد. در پژوهشی که روی برخی از گونه‌های جنس پسته توسط کریمی و همکاران (۱۷ و ۱۵) و Kafkas و همکاران (۱۲) صورت پذیرفت، بیان شد که ویژگی‌های مرتبط با برگ، میوه و مغز از ویژگی‌های اصلی جهت تفکیک و بررسی گوناگونی ریخت‌شناسی بین نژادگان‌ها پسته می‌باشد. هم‌چنین نیکومنش و همکاران (۲۱) عنوان کردند که ویژگی‌های مرتبط با برگ شامل طول، عرض و نسبت طول به عرض برگ و میوه از ویژگی‌های برتر در تفکیک کننده نژادگان‌های بادام می‌باشند، Alinia Ahandani همکاران (۲) گزارش کردند که وزن میوه، وزن مغز و عملکرد خشک میوه از ویژگی‌های مهم در تفکیک نژادگان‌های گردوی ایرانی می‌باشد. هم‌چنین Barone و همکاران (۵) گزارش کردند که ابعاد برگ از مهمترین ویژگی‌های تفکیک کننده نژادگان‌های نر پسته می‌باشد. پژوهش‌های نصراله پورمقدم (۲۰) نشان داد که ویژگی‌های خشک میوه (طول، عرض و قطر خشک میوه) و مغز (وزن، طول، عرض و قطر مغز) از مهم‌ترین ویژگی‌های جهت تفکیک نژادگان‌های حاصل از یک توده بذری در رقم بادامی ریز می‌باشد. صادقی سرشت (۲۳) عنوان نمود که ویژگی‌های مرتبط به برگ و برگچه از جمله طول، عرض برگ و طول و

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

عرض برگچه انتهایی از ویژگی‌های مهم بودند که در تفکیک دو تیپ رشدی نژادگان‌های بنه باغی (*P. vera* × *P. atlantica* Desf. subsp. *mutica*) نقش دارند. یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های بیان شده در بالا همخوانی دارد. تجزیه خوشه‌ای براساس ویژگی‌های کمی ریخت‌شناسی توانست بیشتر نژادگان‌های رقم اکبری و احمدآقایی را براساس ویژگی‌های میوه و برگ از یکدیگر تفکیک کند که همسو با یافته‌های علی اکبرخانی و همکاران (۱) روی رقم‌های پسته ایرانی، Karimi و همکاران (۱۵و ۱۷) روی گونه‌های پسته، صادقی سرشت (۲۳) روی نژادگان‌های بنه باغی و پورمقدم (۲۰) روی نژادگان‌های رقم بادامی ریز زرند می‌باشد. در ارتباط با ویژگی‌های کیفی، رقم اکبری دارای قدرت رشد بیشتر در مقایسه با رقم احمدآقایی می‌باشد. در پژوهشی، Chelli Chaabouni و همکاران (۶) با بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی رقم‌های محلی تونس و رقم‌های خارج پسته عنوان کردند، عادت رشد یک ویژگی مهم در مدیریت باغ‌ها است که بر بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی از جمله عملکرد و کیفیت میوه تاثیر می‌گذارد. هم‌چنین، آن‌ها عنوان کردند که رقم جواد داری بیشترین قدرت رشد است درحالی که رقم‌های اوحدی و امیری داری کمترین قدرت رشد می‌باشند. شکل برگچه انتهای در رقم اکبری و احمدآقایی به ترتیب تخم‌مرغی و نیزه‌ای پهن دارای بیشترین فراوانی بودند. کریمی و همکاران (۱۶) عنوان کردند که شکل برگچه انتهایی در رقم‌های اهلی حالت بیضوی، در زیرگونه‌های کابلیکا[۱]و موتیکا[۲] حالت کشیده و زیر گونه کردیکا[۳] حالت تخم‌مرغی می‌باشد. صادقی سرشت (۲۳) عنوان نمود که در دو تیپ رشدی نژادگان‌های بنه باغی شکل غالب برگچه انتهایی شکل تخم‌مرغی و بیضی می‌باشد. هم‌چنین، نصراله‌پور مقدم (۲۰) عنوان نمود که در بیشتر نژادگان‌های نر رقم بادامی ریز زرند شکل غالب برگ پهن و نوک تیز و در نژادگان‌های ماده برگ‌ها تخم‌مرغی شکل می‌باشند. اندازه برگچه جانبی در رقم اکبری مشابه برگچه انتهایی و در رقم احمدآقایی بزرگتر از برگچه انتهایی می‌باشد که نتیجه‌های بالا با نتیجه‌های کریمی و همکاران (۱۶) مبنی بر اینکه اندازه برگچه انتهایی در برخی از رقم‌های پسته ایرانی بزرگتر و یا مساوی برگچه‌های قاعده‌ای می‌باشد، همخوانی دارد.

نتیجه گیری

بررسی‌های انجام شده نشان داد که در میان نژادگان‌های رقم‌های اکبری و احمدآقایی، نژادگان‌هایی با پتانسیل بالای تولید و میوه‌های با کیفیت به‌عنوان نژادگان‌های امیدبخش وجود دارند. افزایش نژادگان‌های امیدبخش و استفاده از آن‌ها در احداث باغ‌های جدید به میزان زیادی باعث بالا رفتن تولید این محصول از نظر کمی و کیفی خواهد شد. هم‌چنین در برنامه‌های به‌نژادی کشور، افزایش نژادگان‌های امیدبخش و استفاده از آن‌ها در بررسی‌های سازگاری در مناطق مختلف باعث خواهد شد تا از میان نژادگان‌های امیدبخش، رقم‌های برتر و مطلوبی در سطح ملی معرفی شوند. نتیجه‌های این پژوهش به‌خوبی نشان داد که ویژگی‌هایی چون طول میوه و طول مغز در رقم‌های اکبری و از طرفی ویژگی‌هایی چون عرض و ضخامت میوه، عرض و ضخامت مغز در رقم احمدآقای دارای میانگین بالاتری می‌باشند و می‌توانند در مواردی تفکیک‌کننده این دو نژادگان از یکدیگر باشند. در رقم اکبری نژادگان‌های AK_1،AK_2 ، AK_8 و AK_{12} با دارا بودن کمترین درصد پوکی، بیشترین درصد خندانی و بیشترین ابعاد مغز (طول، عرض و ضخامت) و در رقم احمدآقایی نژادگان های AH_2، AH_7، AH_{10} و AH_{12} با داشتن بیشترین درصد خندانی، بیشترین وزن ۱۰۰ دانه مغز و هم‌چنین بیشترین ابعاد مغز به‌عنوان نژادگان برتر جهت تهیه پیوندک می‌توانند معرفی شوند. هم‌چنین، نتیجه‌های پژوهش بالا نشان داد بر خلاف آنچه که انتظار می‌رفت با توجه به افزایش پسته از راه پیوند در چند دهه اخیر، گوناگونی ریخت‌شناسی بالایی در رقم‌های اکبری و احمدآقایی مشاهده شد که دلیل آن می‌تواند به خاطر تهیه پیوندک از درختان بذری در گذشته و تاثیر پایه بر ریخت‌شناسی پیوندک باشد.

۱- *P. atlantica* Desf. subsp. *cabulica* Stocks.

۲- *P. atlantica* Desf. subsp. *mutica* F&M.

۳- *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *kurdica* Zoh.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

References منابع

1. Aliakbarkhani, S.T., M. Akbari, A. Hassankhah, A. Talaie, and M. F. Moghadam. 2015. Phenotypic and genotypic variation in Iranian Pistachios. J. Gen. Engeen. Biotech. 13(2): 235-241.
2. Alinia Ahandani, E., H. Darzi Ramandi, J. Sarmad, M. Asadi Samani, A. Yavari and R. Alinia Ahandani. 2014. Evaluation of morphological diversity among somepersian walnut accessions (*Juglans regia* L.) in Guilan, Northern Iran. Inter. J. Plant Bio. Res., 2(3): 10-15.
3. Al-saghir, M. 2010. Perspective on chromosome numbers in the genus *Pistacia* L. (Anacardiaceae). Inte. J. Plant Breed. Gen, 4: 153-157.
4. Ardjmand, A., S. Piri, A. Imani, and S. Piri. 2014. Evaluation of morphological and pomological diversity of 62 almond cultivars and superior genotypes in Iran. J. Nuts 5(1):39-50,
5. Barone, E., L. Di Marco, F. D. Marra, and M. Sidari. 1996. Isozyme and canonical discriminant analysis to identify pistachio (*Pistacia vera* L.) germplasm. Hort Sci, 31: 134-138.
6. Chelli Chaabouni, A., S. Ouni, M. Trad, I. Ouerghi, and H. Ben Hamda. 2016. Morphometric features of local and foreign female pistachio cultivars and ecotypes in northeast Tunisian conditions. In Options Méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars. ENA, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès (Morocco); CIHEAM-IAMZ, Zaragoza (Spain); Ministry of Agriculture and Fisheries of the Kingdom of Morocco. 184 p.
7. Daneshmandi, M., V. Azizi, and R, Farhosh. 2015. The study on physical, chemical and biochemical characteristics of pistachio (Pistacia vera L. cv. Daneshmandi) and its comparison to some commercial cultivars from Iran. J. Hort, sci 28(1):10-17 (In Persian).
8. Darvish Zadeh, R, and H. Azizi. 2014. Molecular markers and their application in the analysis of genetic diversity, University, Urmia,150 p (In Persian).
9. Doster, M. A. and Michailides, T. J. 1995. The development of early split pistachio nuts and their contamination by molds, aflatoxin and insects. First International Symposium on Pistachio Nut. Adana Turkey. Acta Hort. 419: 359-364.
10. Falconer, D. S. 1983. Introduction to quantitative genetics. 2nd ed. Longman group limited, New York. 145 p.
11. IPGRI. 1998. Descriptor for *Pistacia* spp. (excluding *P. vera* L.): International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
12. Kafkas, S., Kafkas, E. and Perl-Treves, R. 2002. Morphological diversity and a germplasm survey of three wild *Pistacia* species in Turkey. Gene. Res. Crop. Evol. 49(3): 261-270.
13. Kafkas, S. and R. Perl-Treves. 2001. Morphological and molecular phylogeny of *Pistacia* species in Turkey. Theor. Appl. Gen. 102: 908-915.
14. Karimi, H.R.2014. Nut fruits (pistachios, almonds, walnuts, hazelnuts, pecans and chestnuts). Ferdowsi University of Mashhad press 151p.
15. Karimi, H. R. 2012 . Evaluation of the behavior of native Iranian pistachio species as rootstocks. J. Nuts, 3(3): 41-46.
16. Karimi, H.R.2009. Study of genetic diversity of some pistachio rootstocks and their evaluation to salinity stres. PhD Thesis, Department of Horticultural Sciences.Tehran , University 137 p.
17. Karimi, H. R., Z. Zamani, A. Ebadi, and M. R. Fatahi. 2009. Morphological diversity of *Pistacia* species in Iran. Gen. Res. Crop. Evol, 56: 561-571
18. Mirzaei, S., M. Bahar, and B. Sharifnabi. 2003. A phylogenetic study of Iranian wild pistachio species and some cultivars using RAPD markers. Acta Hort. 726: 39-43.
19. Najafi,M. and M.2014. Taheri. Phenological and Pomological Characteristics of five pistachio cultivars in Mahneshan, Zanjan. J. Seed and Plant Improv 31(1): 565-580 (In Persian).
20. Nasrolah Pourmoghadam, S.H. 2014. Sex-related differences in the growth and physiological response of *Pistacia vera* L. cv. Badami-Riz-e-Zarand seedlings to salinity stress. Thesis of master of science in Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University, Rafsanjan, 162 p (In Persian).
21. Nikoumanesh, K., A. Ebadi, M. Zeinalabedini, and Y. Gogorcene. 2011. Morphological and molecular variability in some Iranian almond genotypes and related *Prunus* species and their potentials for rootstock breeding. Sci Hort, 129: 108–118.
22. Rostamikia, Y., M. Fattahi, and A.A. Imani. 2009. Investigation of genetic diversity of wild pistachio using fruit and leaf morphological characteristics. Iran. J. Rang. Forests. Breeding .Gen. Res 17(2): 284-294 (In Persian).
23. Sadeghi seresht, E. 2014. Study of morphological and molecular diversity of a population Banebaghi seedlings (*Pistacia eurycarpa* × *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *mutica*) and evaluation their to salinity stress. Thesis of master in horticultur, faculty of agriculture, Vali-e-Asr University, Rafsanjan, 162 p (In Persian)
24. Safarnejad, A. 2012. Characterzation of different *Pistacia vera* varieties in Khorasan province of Iran. Inter. J. Adv. Biol Res. 2(4): 636-640.
25. Tajabadi Pour, A., A. R. Sepaskhah, and M.Maftoun. 2005. Plant water relations and seedling growth of three pistachio cultivars as influenced by irrigation frequency and applied potassium. J. Plant Nut, 28(8): 1413-1425.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 21 (3): 273 - 288 (2020)
Research article

Assessment of Intra-Cultivar Variation and Correlation Between Morphological Traits in Pistachio cvs. Akbari and Ahmadaghai

M.S. Jomeyazdiyan, H.R. Karimi*, M Mahmoodnia Meimand, KH. Malekzadeh and M. Raghami[1]

In order to assess the intra-cultivar genetic variation and the correlation between morphological traits of Akbari and Ahmadaghai cultivars of pistachio, 18 quantitative and 33 qualitative traits were measured and coded based on the pistachio descriptor. The results indicated that in this study, six main factors could contain 61.86 percent of the total variance. The fruit, nut, leaf, and terminal leaflet characteristics have constructed three main factor groups that compromise 76.60 percent of the total variance .These traits were the most important ones to separate 'Akbari' and 'Ahmadaghai' genotypes. Genotypes were divided into three groups based on six main factors. The first group contains the Ahmadaghai genotypes which significantly had the largest terminal leaflet width, fruit dimenstion (width and thickness), and nut thickness. The most genotypes of Akbari cultivar were located in the second group which is significantly different from other groups. These genotypes had the most fruit length and width. Also, the results showed that there was a wide variation in morphological traits of Akbari and Ahmadaghai cultivars which is due to provide of scions from trees that propagated from seed in the past.
Keywords: Pistachio, Cluster analysis, Factor analysis, Correlation.

1 Former M.Sc. Student, Professor, Department of Horticultural Science, Assistant Professor, Department of Genetic and Crop Production and Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran, respectively.
* Corresponding author, Email: (hrkarimi214@gmail.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.2.0]