دانشگاه گنبدکاووس
نشریه "حفاظت زیست‌بوم گیاهان"
دوره هفتم، شماره پانزدهم
http://pec.gonbad.ac.ir

مطالعه تنوع مورفولوژی و فیزیولوژی درخت دارویی انار شیطان (*Tecomella undulate*)

محبوبه سالمی[۱]، نفیسه مهدی نژاد[۲*]، براتعلی فاخری[۳] و حبیب ا... ایجباری[۴]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد باغبانی، گروه باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل
[۲] استادیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل
[۳] استاد گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل
[۴] مربی گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه زابل، زابل

تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۸

چکیده

انار شیطان درختی به‌طور تقریبی همیشه سبز است که به دلیل گل‌های زیبا، مقاومت به دما و خشکی بالا، تثبیت شن‌های روان، درمان برخی بیماری‌ها و تهیه چوب قابل توجه است. در این مطالعه تفاوت میان جمعیت‌های انار شیطان هفت رویشگاه متفاوت از شهرستان جیرفت واقع در استان کرمان با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارزیابی و تحلیل گردید. نتایج نشان داد اکثر صفات مورد بررسی در رویشگاه‌های مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌دار بودند که نشان‌دهنده وجود تنوع در هر صفت می‌باشد. با افزایش ارتفاع از سطح دریا ارتفاع گیاه، طول و عرض برگ و وزن تر و خشک و قطر ساقه روندی کاهشی نشان دادند. همچنین بیشترین میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان مربوط به برگ درختان مناطق عنبرآباد و گمرکان بود. ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد بین برخی از صفات رویشی و صفات فیزیولوژیک همبستگی مثبت یا منفی معنی‌دار وجود دارد. در نهایت، می‌توان از این تنوع موجود در میان توده‌های جمع‌آوری شده در مناطق جنوب کشور به عنوان یک منبع ژنتیکی ارزشمند، برای کارهای اصلاحی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: جمعیت، رویشگاه، تنوع ژنتیکی، جیرفت، صفات

*نویسنده مسئول: nmahdinezhad@uoz.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

مقدمه

انار شیطان یا گلپرک با نام علمی *Tecomella undulate* (Roxb.) Seem. درخت یا درختچه‌ای کوچک با ارتفاع ۳ تا ۱۵ متر و از خانواده پیچ اناری (Bignoniaceae) است و تنها گونه بومی این خانواده در جنوب ایران و در استان‌های فارس، کرمان، هرمزگان، بوشهر و سیستان و بلوچستان می-باشد که با نام‌های سمینگ، سمیل، گلپرک و پرپوک خوانده می‌شود. انار شیطان یکی از گیاهان ارزشمند دارویی و جزو زیباترین درختان گل دهنده دنیا می‌باشد که به‌دلیل گل‌های زیبا و جذاب، برخورداری از موسیلاژ، انواع ویتامین، ترکیبات فنلی و اسیدهای چرب اهمیت زیادی در صنایع دارویی دارد. این گیاه به دلیل داشتن شاخص‌های ویژه مانند دامنه سازگاری وسیع، توقع کم، مقاومت به دما و خشکی بالا در اکثر نواحی جنوب ایران دارای پراکنش می‌باشد (Kumar et al., 2008). متأسفانه به علت بی‌اطلاعی مردم بومی از فواید دارویی و زیست‌محیطی این گیاه و نیز مرغوب بودن برخی زمین-های مورد رویش برای کشاورزی، این گیاه در حال تخریب و انقراض است. عصاره آبی و الکلی استخراج‌شده از انار شیطان دارای ترکیبات ساپونین‌ها، فلاونوئیدها، کومارین‌ها و دیگر آنتی‌بیوتیک‌های طبیعی می‌باشد (Cavalcante et al., 2008). همچنین عصاره آبی این گیاه دارای ترکیب لاپاکول می‌باشد گه دارای خواص ضد سرطان، ضد باکتری، ضد قارچ و ضدویروس، ضد مالاریا و ضد یرقان می‌باشد (Hussain et al., 2007).

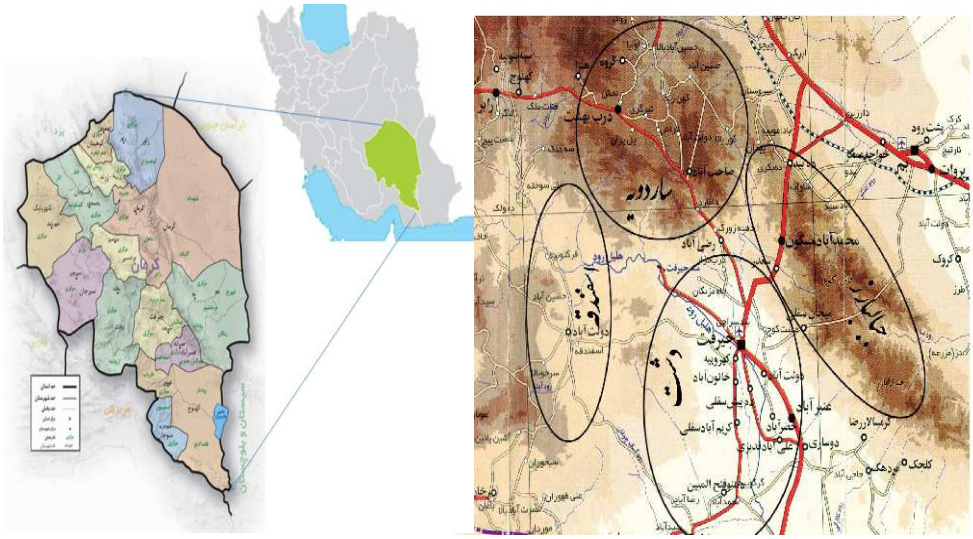
ازآنجایی‌که پایه و اساس تحقیقات به نژادی گیاهان بر وجود تنوع ژنتیکی استوار است. لذا مطالعه تنوع ژنتیکی و شناسایی تفاوت یا تشابه گونه‌ها و جمعیت‌های گیاهی از ضروریات می‌باشد. به نژادگران با در دست داشتن اطلاعاتی راجع به محل جغرافیایی، حوزه پراکنش و میزان تنوع با اطمینان بیشتری می‌توانند به اصلاح گیاهان و معرفی گیاهان مطلوب اقدام نمایند. موفقیت آینده اصلاح گران به حفظ ذخایر ژنتیکی امروز بستگی دارد و از طرفی وجود عوامل فرساینده ژنتیکی، ضرورت سرمایه‌گذاری برای ایجاد کلکسیون‌های گیاهی و بانک‌های ژن به‌منظور حفظ و نگهداری ذخایر توارثی گیاهی را اجتناب ناپذیر کرده است. امروزه ارزیابی تنوع ژنتیکی به‌وسیله انواع مختلفی از نشانگرها شامل مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی انجام می‌شود (Singh et al., 2004). اختصاصات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی جزء اولین و ساده‌ترین نشانگرهایی هستند که به‌دلیل عدم نیاز به تکنیک‌های مولکولی یا بیوشیمیایی و هزینه پایین در دسته‌بندی توده‌ها و ارقام گیاهی موردتوجه هستند (Zolali, 2003 Farsi and). جوامع یا توده‌های بومی شامل مخلوطی از ژنو تیپ‌های مختلف هستند که همه آن‌ها به میزان قابل توجهی به ناحیه‌ای که در آن تکامل‌ی افته‌اند سازگاری دارند و به دلیل قدرت سازگاری‌شان به شرایط زیستی و عوامل نامساعد محیطی دارای مناسب‌ترین ژن‌ها بوده و تنوع ژنتیکی مورد نیاز اصلاحگران را تأمین می‌نمایند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

از آنجایی‌که در مورد خصوصیات اکولوژیکی و رویشگاهی گونه انار شیطان و نحوه تکثیر و تجدید حیات آن تحقیق چندانی در ایران صورت نگرفته است و با وجود قدمت طولانی و تنوع گسترده این گیاه، متأسفانه تاکنون هیچ گونه اقدام جدی جهت شناسایی و اصلاح توده‌های این گیاه صورت نگرفته است. در این مطالعه تفاوت میان توده‌های انار شیطان با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی برای ارزیابی سطح و چگونگی توزیع تنوع میان هفت جمعیت بومی فاصله‌دار از شهرستان جیرفت استان کرمان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از هفت رویشگاه طبیعی و فاصله‌دار گیاه انار شیطان در شهرستان جیرفت واقع در استان کرمان با طول شمالی " ۱۳ '۴۰ °۲۸ و طول شرقی " ۱۳ '۴۴ °۵۷ بازدید شد.



شکل ۱- مناطق شهرستان جیرفت (Mousavi Haji and Shahsavari, 2013)

پس از بازدید از مناطق و انتخاب درختان، اتیکت گذاری و ترسیم نشانی و کروکی دقیق محل هر درخت در هر منطقه انجام شد. سپس نمونه‌های برگ، جوانه و گل‌ها جهت شناسایی گونه گیاه انار شیطان بر اساس اطلاعات محلی، کلیدهای شناسایی فلور ایران و در نظر گرفتن شرایط سن یکسان

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

جدول ۱- ارتفاع، مختصات جغرافیایی و نوع دامنه رویشگاه‌های مورد مطالعه

ردیف	رویشگاه	ارتفاع از سطح دریا	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نوع دامنه
۱	دلفارد	۱۸۹۳	۲۸/۹۷	۵۷/۶۳	کوهستانی
۲	اسفندقه	۲۲۷۵	۲۸/۶۴	۵۷/۱۴	کوهستانی
۳	ماران	۱۴۶۷	۲۸/۶۰	۵۷/۲۴	دشت
۴	میجان	۶۸۵	۲۸/۶۷	۵۷/۸۸	دشت
۵	عنبرآباد	۶۴۰	۲۸/۴۷	۵۷/۸۸	دشت
۶	گمرکان	۸۲۰	۲۸/۵۶	۵۸/۰۱	کوهستانی
۷	مردهک	۷۴۰	۲۸/۴۱	۵۸/۱۴	دشت

درختان دراین مناطق در مراحل مختلف نموی از فروردین تا خردادماه سال ۱۳۹۴ از ۷ رویشگاه مختلف در شهرستان جیرفت از استان کرمان جمع‌آوری شد (جدول ۱).

پس از شناسایی و تأیید یکسان بودن گونه و سن هر درخت در رویشگاه‌های مختلف، نمونه‌های برگی جمع‌آوری شده به منظور اندازه‌گیری صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی مورد استفاده قرار گرفتند. وزن خشک و تر نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری و محاسبه گردید. ارتفاع گیاه نیز از محل اتصال کنده به ریشه تا بالاترین قسمت تاج درخت با استفاده از متر اندازه‌گیری شد.

صفات مورفولوژی مورد اندازه‌گیری

جدول ۲- صفات مورفولوژی مورد ارزیابی در انار شیطان و نحوه کددهی به آن‌ها با استفاده از دستورالعمل اتحادیه بین-المللی محافظت از ارقام جدید گیاهی (upov)

صفت مورد ارزیابی	علامت اختصاری	واحد اندازه‌گیری	نحوه اندازه‌گیری
طول برگ	LL	سانتی‌متر	خط کش
عرض برگ	LW	سانتی‌متر	خط کش
وزن تر برگ	FW	گرم	ترازو
ارتفاع درخت	TH	متر	متر
قطر درخت	TD	سانتی‌متر	کالیبر

LL=Leaf length, LW= Leaf Width, FW=Fresh Weight, TH=Tree Height, TD=Tree Diameter

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیکی

میزان کلروفیل و کارتنوئید با استفاده از روش Lichtenthaler (1987) اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر بافت محاسبه و ارائه گردید.

در این مطالعه از روش Bates (Bates et al., 1973) جهت اندازه‌گیری میزان پرولین آزاد برگ استفاده شد. در این روش جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت و غلظت پرولین بر حسب میلی‌گرم بر گرم بافت تازه برگ با استفاده از منحنی استاندارد تعیین شد.

میزان کربوهیدرات برگ، با استفاده از روش فنل اسیدسولفوریک اندازه‌گیری شد. در این روش از ۰/۱ گرم بافت خشک گیاهی استفاده و میزان جذب به وسیله اسپکتوفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت و از محلول‌هایی با غلظت صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ میلی‌گرم گلوکز برای تهیه منحنی استاندارد استفاده شد و با در دست داشتن وزن خشک نمونه‌ها، مقدار قند محلول بر اساس میلی‌گرم وزن خشک نمونه‌ها محاسبه گردید (Irrigoyen et al., 1992).

جهت تهیه عصاره برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌ها، ۱ گرم بافت تازه برگ در یک هاون چینی محتوی ۵ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار (pH=۷) که حاوی پلی وینیل پیرولیدین (PVP) یک درصد بود، سائیده شد. تمام مراحل استخراج در یخ انجام گرفت. سپس عصاره‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۵۰۰۰g و در دمای $4^{\circ}C$ سانتریفیوژ شدند. از محلول شفاف رویی برای سنجش فعالیت آنزیم استفاده شد. فعالیت آسکوربات پراکسیداز (APX)، بر اساس روش Nakano و Asada (1981) اندازه‌گیری شد. با استفاده از تغییرات جذب در طول موج ۲۹۰ نانومتر، ضریب خاموشی آسکوربیک اسید ($۲/۸ \ mMol^{-1}cm^{-1}$) و رابطه $A= \varepsilon bc$، میزان آسکوربیک اسید بر جای مانده پس از ۱ دقیقه انجام واکنش آنزیمی محاسبه شد. سنجش فعالیت کاتالاز CAT، بر اساس کاهش جذب آب اکسیژنه در طول موج ۲۴۰ نانومتر صورت گرفت (Dhindash et al., 1981). برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پلی فنل پراکسیداز، مخلوط واکنش شامل ۲/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار با pH= ۷، ۰/۲ میلی‌لیتر پیروگالل ۲۰ میلی‌مولار و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. در این واکنش از پیروگالل به عنوان معرف استفاده شد. فعالیت آنزیم در طول موج ۴۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. ضریب خاموشی برای پورپوروگالین ۲/۴۷ بر میلی‌مولار بر سانتی‌متر در دقیقه به ازای یک میلی‌گرم پروتئین می‌باشد (Resende et al., 2002). آنالیز آماری داده‌ها و ضرایب همبستگی بین صفات با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

نتایج

بررسی صفات مورفولوژی گیاه انار شیطان

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر منطقه بر ارتفاع کل (ارتفاع درخت)، قطر برابر سینه (قطر درخت)، وزن برگ و عرض برگ در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌دار نشان داد و همچنین اثر ارتفاع از سطح دریا برای هر منطقه بر میزان ارتفاع کل در سطح احتمال ۵ درصد و بر قطر برابر سینه در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌دار نشان داد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد به‌طورکلی بین مناطق مختلف بلندترین درخت انار شیطان در منطقه رودف رق با میانگین طول ۶/۸۴ و کوتاه‌ترین در منطقه ماران با میانگین طول ۵/۱۸ متر دیده شد (جدول ۴). در خصوص اثرات متقابل ارتفاع از سطح دریا و منطقه مورد بررسی بیشترین میزان بلندی درخت مربوط به منطقه میجان و ارتفاع ۶۸۶ متری با میانگین ۱۰/۰۷ متر بود و کمترین طول درخت مربوط به منطقه اسفندقه و ارتفاع ۲۲۷۵ متری با میانگین طول ۳/۵۵ متر دیده شد (شکل ۱). در خصوص میزان قطر برابر سینه نتایج نشان داد که قطورترین تنه درخت انار شیطان مربوط به درختان منطقه رودفرق با میانگین ۹۸/۶۳ سانتی‌متر است که تفاوت معنی‌داری با منطقه ماران و گمرکان دارد و کمترین قطر تنه با میانگین ۵۸/۶۳ سانتی‌متر در منطقه گمرکان دیده شد (جدول ۴).

نتایج حاصل از آنالیز واریانس حاکی از آن است که تنها اثر منطقه بر عرض برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در صورتی‌که اثر ارتفاع در منطقه معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان عرض برگ درخت انار شیطان با میانگین ۲/۱۱ و ۲/۱۲ سانتی‌متر به ترتیب در منطقه‌های گمرکان و رود فرق مشاهده شد. درحالی‌که کمترین عرض برگ این درخت در منطقه‌های میجان و ماران با میانگین ۱/۸۷ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۴). با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین طول برگ در منطقه دلفارد با میانگین ۵/۳۱ سانتی‌متر و کمترین طول برگ در منطقه ماران با میانگین ۴/۸۱ سانتی‌متر بود (جدول ۴). در بین صفات برگ عرض و طول پهنک مورد بررسی قرار گرفتند، نتایج نشان داد که منطقه تأثیر معنی‌داری بر طول و عرض برگ درختان انار شیطان دارد به طوری که در یک منطقه عرض پهنک ۲/۱۲ سانتی‌متر و در منطقه دیگر ۱/۸۷ سانتی-متر دیده شده است و طول برگ نیز در مناطق اندازه‌گیری شده از ۴/۸۱ تا ۵/۳۱ سانتی‌متر متغیر است. همچنین نتایج نشان داد در بین مناطق مختلف مورد بررسی بیشترین میزان وزن تر برگ با میانگین ۴/۲۴ گرم مربوط به منطقه ماران و کمترین ۲/۸۱ گرم در منطقه دلفارد مشاهده شد (جدول ۴).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

جدول ۳- تجزیه واریانس ویژگی‌های مورفولوژی گیاه انار شیطان تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا و منطقه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع درخت	قطر درخت	وزن تر برگ	عرض برگ	طول برگ
منطقه	۶	۵۱/۴۸**	۲۶۵۸۹**	۲۳/۵۱**	۱/۴۷**	۳/۰۴*
ارتفاع از سطح دریا (منطقه)	۴۲	۱۷۸/۵۶*	۱۲۲۵۹**	۲۷/۶۶^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۱۴/۸۲^{ns}
اشتباه آزمایشی	۹۸	۲۵۰/۷۳	۶۴۰۳	۸۱/۸۰	۰/۶۷	۳۸/۸۶
ضریب تغییرات (٪)		۲۷/۸۶	۹/۱۷	۲۵/۹	۴/۲۰	۱۲/۴۶

^{ns} و **، *به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح اختلاف ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات برهمکنش ارتفاع از سطح دریا و منطقه بر برخی صفات مورفولوژی گیاه انار شیطان

منطقه	صفات مورد ارزیابی		
	ارتفاع	ارتفاع درخت (m)	قطر درخت (cm)
عنبرآباد	۶۰۱	۴/۸۴ bc	۹۸/۵a
	۶۰۷	۵/۹۷ bc	۸۹/۰ ab
	۶۰۱	۵/۶۰ bc	۱۰۰/۳ a
	۶۰۴	۳/۸۲ c	۹۰/۴ ab
	۶۰۲	۷/۴۰ ac	۹۷/۴ a
	۶۰۳	۴/۸۷ bc	۱۰۰/۲ a
	۶۰۵	۴/۲۹ c	۸۸/۷ ab
رودفرق	۸۵۲	۶/۰۲ ac	۹۷/۴ a
	۸۵۵	۹/۰۰ ab	۹۸/۱ a
	۸۵۶	۶/۷۹ ac	۹۹/۵ a
	۸۵۰	۷/۷۰ ac	۱۰۰/۶ a
	۸۵۱	۷/۳۴ac	۱۰۰/۶ a
	۸۵۲	۴/۶۰ c	۹۷/۴ a
	۸۶۰	۶/۴۵ ac	۹۶/۸ a
گمرکان	۹۵۹	۵/۰۵ bc	۵۶/۴ de
	۹۵۸	۵/۲۱ bc	۵۳/۴ e
	۹۵۲	۵/۶۴ bc	۵۳/۰ e
	۹۵۰	۶/۸۰ ac	۵۲/۳ e
	۹۵۱	۴/۶۹ c	۵۳/۱ e
	۹۵۱	۴/۹۳ bc	۷۴/۷ bd
	۹۵۵	۷/۱۹ ac	۶۷/۶ ce

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

ادامه جدول (۴)

منطقه	ارتفاع	صفات مورد ارزیابی	
		ارتفاع درخت (m)	قطر درخت (cm)
میجان	۶۸۵	۵/۲۶ bc	۱۰۰/۲ a
	۶۸۵	۵/۵۶ bc	۱۰۰/۲ a
	۶۸۷	۵/۸۹ bc	۱۰۰/۸ a
	۶۸۶	۵/۹۸ bc	۱۰۰/۴ a
	۶۸۸	۶/۲۳ ac	۱۰۰/۵ a
	۶۸۴	۵/۸۸ bc	۹۹/۹ a
	۶۸۶	۱۰/۰۷ a	۸۵/۷ ac
دلفارد	۱۸۹۳	۵/۸۳ bc	۹۱/۷ ab
	۱۸۹۵	۶/۲۷ ac	۸۹/۹ ab
	۱۹۰۱	۵/۸۹ bc	۹۳/۱ ab
	۱۸۹۲	۵/۴۴ bc	۸۸/۷ ab
	۱۸۹۹	۴/۳۹ c	۹۰/۷ ab
	۱۹۰۴	۴/۳۶ c	۹۸/۶ a
	۱۸۹۸	۶/۷۴ ac	۱۰۰/۲ a
اسفندقه	۲۲۷۴	۴/۱۷ c	۹۹/۶ a
	۲۲۵۱	۵/۴۵ bc	۹۸/۳ a
	۲۲۷۵	۵/۹۰ bc	۱۰۰ a
	۲۲۷۵	۳/۵۵ c	۹۸/^ a
	۲۲۷۶	۴/۱۲ c	۹۸/۱ a
	۲۲۷۹	۶/۹۸ ac	۶۷/۶ ce
	۲۲۸۰	۶/۸۸ ac	۹۵/۲ a
ماران	۷۵۱	۵/۹۸ bc	۶۵/۹ be
	۷۵۰	۵/۲۰ bc	۶۳/۶ de
	۷۵۰	۵/۰۴ bc	۱۰۰/۲ a
	۷۵۱	۵/۵۵ bc	۱۰۰/۲ a
	۷۵۲	۴/۸۸ bc	۱۰۰/۲ a
	۷۵۴	۴/۹۹ bc	۶۴/۷ de
	۷۵۳	۴/۶۴ c	۶۰/۵ de

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

بررسی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان برگ گیاه انار شیطان

نتایج حاصل از آنالیز واریانس حاکی از آن است که اثر منطقه بر میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان تأثیر معنی‌دار نداشت و اثر ارتفاع از سطح دریا در منطقه بر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز و کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). در خصوص میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز برگ مقایسه میانگین اثرات متقابل داده‌ها نشان داد که در مناطق مختلف بیشترین میزان فعالیت این آنزیم در منطقه میجان و ارتفاع از سطح دریا ۶۸۵ متر با میانگین ۵/۰۲ واحد بر میلی‌گرم پروتئین و کمترین میزان این آنزیم در منطقه اسفندقه با ارتفاع ۲۲۷۵ منر، در منطقه دلفارد و ارتفاع ۱۹۰۱ و منطقه رودفرق با ارتفاع ۸۵۶ متر مشاهده شد (جدول ۶). با توجه به مقایسه میانگین اثرت ارتفاع از سطح دریا و منطقه بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز با میانگین ۲/۹۸ و ۲/۹۷ واحد بر میلی‌گرم پروتئین به ترتیب با ارتفاع از سطح دریا ۶۰۷ و ۲۲۷۵ متر در منطقه‌های عنبرآباد و اسفندقه و کمترین میزان فعالیت این آنزیم نیز با میانگین ۱۵/ واحد بر میلی‌گرم پروتئین ۱ به ترتیب با ارتفاع ۶۸۴ و ۱۸۹۲ متر در منطقه‌های میجان و دلفارد مشاهده شد (جدول ۶). همچنین نتایج نشان داد بیشترین میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز برگ در مناطق گمرکان و دلفارد به ترتیب با ارتفاع از سطح دریا ۹۵۹ و ۱۸۹۲ متر با میانگین ۰/۱۵ واحد بر میلی‌گرم پروتئین مشاهده گردید و کمترین میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در مناطق میجان، اسفندقه و ماران به ترتیب با ارتفاعات ۲۲۷۵، ۶۸۵ و ۷۵۱ متر با میانگین ۰/۰۶ واحد بر میلی‌گرم پروتئین مشاهده شد (جدول ۶).

بررسی صفات فیزیولوژی گیاه انار شیطان

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر منطقه بر میزان پرولین در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌دار نشان داد و اثر ارتفاع از سطح دریا نیز بر میزان کلروفیل کل، کارتنوئیدها، میزان پرولین و کربوهیدرات برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۵). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مقدار کلروفیل کل در منطقه میجان و ارتفاع ۶۸۵ متری از سطح دریا با میانگین ۳۷/۴۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بیشترین و در منطقه ماران و ارتفاع ۷۵۰ متر و با میانگین ۱۲/۷۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر کمترین میزان کلروفیل کل را دارا بود (جدول ۶). در خصوص میزان کارتنوئید برگ مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین میزان این رنگیزه با میانگین ۳/۵۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در منطقه رودفرق و ارتفاع ۸۵۱ متر و کمترین میزان کاروتنوئید در منطقه میجان و ارتفاع ۶۸۶ متر از سطح دریا و با میانگین ۲/۸۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر مشاهده گردید (جدول ۶). نتایج حاصل از مقایسه میانگین کربوهیدرات برگ در منطقه و ارتفاعات مختلف نشان داد که میزان این

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

فاکتور با میانگین ۱/۵۶ در منطقه رود فرق و ارتفاع ۸۶۰ متر بیشترین و در همین منطقه و ارتفاع ۸۵۲ متر از سطح دریا با میانگین ۰/۹۲ کمترین قند محلول مشاهده شد (جدول ۶).

همچنین نتایج داده‌ها در خصوص میزان پرولین برگ نشان داد به طور کلی در بین رویشگاه‌ها منطقه گمرکان و رودفرق به ترتیب با میانگین ۹۳/۵۸ و ۹۳/۳۴ میکرومول بر گرم وزن تر دارای بیشترین میزان پرولین بودند؛ و در رویشگاه اسفندقه با میانگین ۸۶/۵۹ میکرومول بر گرم وزن تر کمترین میزان پرولین مشاهده شد (جدول ۴). با توجه به نتایج برهمکنش اثر ارتفاع از سطح دریا در منطقه، بیشترین میزان پرولین در منطقه میجان و ارتفاع ۶۸۷ متری از سطح دریا با میانگین ۹۵/۸۸ میکرو مول بر گرم وزن تر و کمترین میزان پرولین نیز در منطقه میجان و ارتفاع ۶۸۶ متری از سطح دریا با میانگین ۸۲/۸۸ میکرو مول بر گرم وزن مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گیاه انار شیطان تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا و منطقه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		پرولین	کربوهیدرات برگ	کلروفیل کل	کارتنوئید
منطقه	۶	۱۳۷/۴۸ **	۰/۰۱۵ ns	۷۱/۹۵ ns	۰/۰۴۳ ns
ارتفاع از سطح دریا (منطقه)	۴۲	۱۹/۹۱ **	۰/۰۸۲ **	۱۳۰/۶۹ **	۰/۱۰۴ **
اشتباه آزمایشی	۹۸	۹/۰۵	۰/۰۱۸	۱۳/۷۶	۰/۰۵۲
ضریب تغییرات (٪)		۳/۳۰	۱۰/۵	۱۳/۹۶	۷/۰۰

ns و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح اختلاف ۱ درصد می‌باشد.

ادامه جدول ۵- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گیاه انار شیطان تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا و منطقه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		آسکوربات پراکسیداز	کاتالاز	پلی فنول اکسیداز
منطقه	۶	۰/۲۳ ns	۰/۴۴ ns	۰/۰۰۰۴ ns
ارتفاع از سطح دریا (منطقه)	۴۲	۰/۶۹ **	۱/۱۲ **	۰/۰۰۱۵ **
اشتباه آزمایشی	۹۸	۰/۰۴۴	۰/۰۹۳	۰/۰۰۰۷۶
ضریب تغییرات (٪)		۵/۰۳	۱۵/۳۰	۲۹/۶۹

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات برهمکنش ارتفاع از سپطح دریا و منطقه بر صفات فیزیولوژی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان انار شیطان

منطقه	ارتفاع از سطح دریا	صفات مورد ارزیابی			
		پرولین (µm/gFW)	کربوهیدرات برگ (mg/gFW)	کلروفیل کل (mg/gFW)	کارتنوئید (mg/gFW)
عنبرآباد	۱۸۹۳	۹۴/۱۱ ad	۱/۲۵ af	۱۸/۴۸ ns	۳/۲۲ ad
	۲۲۷۵	۹۴/۲۸ ad	۱/۰۸ ef	۳۴/۱۴ ac	۳/۲۷ ad
	۱۴۶۷	۹۴/۹۷ ac	۱/۴۸ ac	۱۴/۰۴ rs	۳/۴۹ ac
	۶۸۵	۹۳/۷۴ ad	۱/۳۰ ae	۲۷/۵۷ cm	۳/۲۹ ad
	۶۴۰	۸۷/۸۶ ag	۱/۲۲ af	۳۰/۴۵ ah	۳/۳۳ ad
	۸۲۰	۹۲/۷۶ af	۱/۲۸ ae	۳۲/۹۳ ae	۳/۲۸ ad
	۷۴۰	۹۰/۳۱ ag	۱/۵۴ a	۲۱/۰۴ iq	۳/۱۶ ad
رودفرق	۱۸۹۳	۹۲/۹۶ af	۱/۳۳ ae	۲۹/۹۵ bi	۳/۳۰ ad
	۲۲۷۵	۹۴/۱۱ ad	۱/۲۵ af	۲۸/۸۹ bk	۳/۲۱ ad
	۱۴۶۷	۹۴/۶۵ ac	۱/۱۲ df	۳۷/۳۷ a	۲/۹۱ bd
	۶۸۵	۹۴/۰۱ ad	۱/۵۰ ac	۲۵/۹۷ dm	۳/۵۱ ab
	۶۴۰	۹۳/۸۷ ad	۱/۳۰ ae	۲۰/۸۷ mr	۳/۵۶ a
	۸۲۰	۹۴/۶۰ ac	۰/۹۲ f	۲۰/۵۹ mr	۳/۱۸ ad
	۷۴۰	۸۹/۲۱ ag	۱/۵۶ a	۲۹/۲۶ bj	۳/۴۵ ac
گمرکان	۱۸۹۳	۹۳/۹۶ ad	۱/۴۸ ac	۱۴/۰۰ rs	۳/۱۸ ad
	۲۲۷۵	۹۲/۴۷ af	۱/۲۱ af	۲۷/۹۲ cm	۳/۳۶ ad
	۱۴۶۷	۹۳/۷۷ ad	۱/۱۷ bf	۳۲/۲۷ af	۳/۰۴ ad
	۶۸۵	۹۳/۹۶ ad	۱/۳۲ ae	۲۹/۴۵ bj	۳/۳۸ ad
	۶۴۰	۹۳/۷۲ ad	۱/۰۷ ef	۳۳/۷۱ ac	۲/۹۴ bd
	۸۲۰	۹۴/۲۱ ad	۱/۳۳ ae	۳۳/۰۳ ad	۳/۳۰ ad
	۷۴۰	۹۲/۹۸ af	۱/۵۱ ab	۲۱/۳۸ iq	۳/۳۹ ad
میجان	۱۸۹۳	۹۲/۹۸ af	۱/۲۲ af	۳۷/۴۸ a	۳/۱۹ ad
	۲۲۷۵	۹۲/۱۵ af	۱/۵۱ ab	۲۵/۳۰ fn	۳/۴۳ ad
	۱۴۶۷	۹۵/۸۸ a	۱/۳۰ ae	۲۲/۷۶ iq	۳/۰۵ ad
	۶۸۵	۸۲/۸۸ g	۱/۲۴ af	۲۸/۲۰ cl	۳/۲۴ ad
	۶۴۰	۹۰/۹۷ af	۱/۱۵ cf	۳۳/۶۱ ac	۳/۱۶ ad
	۸۲۰	۹۰/۲۴ ag	۱/۵۰ ac	۳۱/۹۳ag	۳/۲۸ ad
	۷۴۰	۸۷/۷۹ bg	۱/۳۳ ae	۲۷/۶۱ cm	۲/۸۳ d

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

ادامه جدول (۶)

منطقه	ارتفاع از سطح دریا	صفات مورد ارزیابی			
		پرولین (µm/gFW)	کربوهیدرات برگ (mg/gFW)	کلروفیل کل (mg/gFW)	کارتنوئید (mg/gFW)
دلفارد	۱۸۹۳	۹۱/۲۲ af	۱/۱۲ df	۳۴/۲۹ ac	۲/۹۰ bc
	۲۲۷۵	۹۰/۴۶ ag	۱/۴۱ ae	۲۵/۵۸ en	۳/۳۲ ad
	۱۴۶۷	۸۸/۵۵ ag	۱/۱۵ cf	۲۷/۷۴ cm	۳/۱۲ ad
	۶۸۵	۸۵/۶۱ eg	۱/۴۸ ac	۱۵/۸۰ qs	۳/۴۳ ad
	۶۴۰	۸۹/۷۷ ag	۱/۳۴ ae	۲۵/۸۳ dm	۳/۲۸ ad
	۸۲۰	۸۷/۰۸ cg	۱/۴۶ ad	۲۴/۳۰ ho	۳/۲۳ ad
	۷۴۰	۹۰/۲۹ ag	۱/۰۸ ef	۲۷/۱۵ cm	۳/۲۲ ad
اسفندقه	۱۸۹۳	۸۶/۴۹ dg	۱/۲۹ ae	۲۱/۷۵ kq	۳/۲۱ ad
	۲۲۷۵	۸۵/۴۶ eg	۱/۲۵ af	۲۲/۸۳ iq	۳/۳۰ad
	۱۴۶۷	۸۹/۲۸ ag	۱/۰۸ ef	۳۴/۵۱ ac	۳/۰۵ ad
	۶۸۵	۸۵/۰۴ fg	۱/۳۵ ae	۱۶/۸۸ ps	۳/۴۲ad
	۶۴۰	۸۵/۱۶ fg	۱/۴۰ ae	۲۳/۶۸ hp	۳/۰۷ ad
	۸۲۰	۸۹/۳۳ ag	۱/۳۸ ae	۳۲/۵۶ af	۳/۳۶ ad
	۷۴۰	۸۵/۳۸ fg	۱/۵۵ a	۳۳/۲۲ ad	۳/۲۵ ad
ماران	۱۸۹۳	۸۷/۵۷cg	۱/۲۲ af	۲۳/۸۵ hp	۳/۳۹ad
	۲۲۷۵	۹۱/۱۲ af	۱/۴۰ ae	۱۲/۷۶ s	۳/۴۵ ad
	۱۴۶۷	۹۲/۰۳ af	۱/۳۳ ae	۲۸/۸۷ bk	۳/۱۷ad
	۶۸۵	۸۸/۱۱ ag	۱/۱۲ df	۳۵/۸۴ ab	۲/۸۹cd
	۶۴۰	۹۵/۷۰ ab	۱/۵۲ ab	۲۲/۳۰ jq	۳/۴۵ac
	۸۲۰	۹۵/۷۰ ab	۱/۴۷ ad	۱۷/۵۱ os	۳/۴۲ad
	۷۴۰	۹۳/۳۳ ae	۱/۴۶ ad	۲۴/۶۹ go	۲/۹۱bd

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

ادامه جدول (۶)

منطقه	ارتفاع از سطح دریا	صفات مورد ارزیابی		
		آسکوربات‌پراکسیداز (unit/mgprotein)	کاتالاز (unit/mg protein)	پلی فنول اکسیداز (unit/mgprotein)
عنبرآباد	۱۸۹۳	۴/۶۵ ag	۱/۸۹ dk	۰/۱۱ ac
	۲۲۷۵	۴/۰۶ hk	۲/۹۸ a	۰/۰۸ ac
	۱۴۶۷	۴/۲۱ ej	۱/۳۲ ik	۰/۱۳ ac
	۶۸۵	۴/۹۴ ac	۱/۹۳ ck	۰/۰۸ ac
	۶۴۰	۳/۹۳ il	۲/۶۱ ad	۰/۰۹ ac
	۸۲۰	۴/۰۷ hk	۲/۱۷ bg	۰/۱۰ ac
	۷۴۰	۴/۱۵ gk	۱/۷۶ ek	۰/۰۷ bc
رودفرق	۱۸۹۳	۴/۱۶ gk	۱/۱۸ jk	۰/۱۲ ac
	۲۲۷۵	۴/۶۶ ag	۲/۴۰ ae	۰/۱۰ ac
	۱۴۶۷	۳/۲۵ m	۱/۹۷ cj	۰/۰۸ ac
	۶۸۵	۵/۰۰ ab	۱/۴۴ gk	۰/۰۸ ac
	۶۴۰	۴/۱۴ gk	۲/۸۷ ab	۰/۰۹ ac
	۸۲۰	۴/۰۵ hk	۱/۳۲ ik	۰/۰۹ ac
	۷۴۰	۴/۰۳ ik	۱/۵۵ gk	۰/۱۱ ac
گمرکان	۱۸۹۳	۴/۳۶ di	۱/۳۴ ik	۰/۱۵ a
	۲۲۷۵	۴/۴۸ bi	۲/۱۹ bg	۰/۰۸ ac
	۱۴۶۷	۳/۶۲ km	۲/۳۸ af	۰/۰۹ ac
	۶۸۵	۴/۴۴ ci	۲/۰۴ ci	۰/۱۰ ac
	۶۴۰	۴/۱۵ gk	۲/۹۲ ab	۰/۰۷ bc
	۸۲۰	۴/۱۳ gk	۱/۳۷ hk	۰/۰۸ ac
	۷۴۰	۴/۳۵ di	۲/۱۵ bh	۰/۱۰ ac
میجان	۱۸۹۳	۳/۶۷ jm	۱/۶۸ ek	۰/۰۹ ac
	۲۲۷۵	۵/۰۲ a	۱/۴۹ gk	۰/۰۶ c
	۱۴۶۷	۴/۱۵ gk	۲/۸۴ ab	۰/۰۸ ac
	۶۸۵	۴/۰۸ hk	۲/۲۰ bg	۰/۱۱ ac
	۶۴۰	۴/۳۸ di	۲/۶۹ ac	۰/۱۱ ac
	۸۲۰	۴/۰۲ ik	۱/۱۵ k	۰/۰۸ ac
	۷۴۰	۴/۵۹ ah	۲/۶۲ ad	۰/۰۸ ac

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

ادامه جدول (۶)

منطقه	ارتفاع از سطح دریا	صفات مورد ارزیابی		
		آسکوربات‌پراکسیداز (unit/mgprotein)	کاتالاز (unit/mg protein)	پلی فنول اکسیداز (unit/mgprotein)
دلفارد	۱۸۹۳	۳/۴۶ lm	۲/۱۵ bh	۰/۰۹ ac
	۲۲۷۵	۴/۷۵ ad	۱/۶۳ ek	۰/۱۰ ac
	۱۴۶۷	۴/۰۷ hk	۲/۸۴ ab	۰/۰۷ bc
	۶۸۵	۴/۳۱ di	۱/۱۵ k	۰/۱۵ a
	۶۴۰	۴/۷۴ ae	۲/۱۹ bg	۰/۰۸ ac
	۸۲۰	۳/۳۶ m	۲/۸۷ ab	۰/۰۷ bc
	۷۴۰	۳/۴۸ lm	۱/۸۵ dk	۰/۰۷ bc
اسفندقه	۱۸۹۳	۴/۱۶ gk	۲/۸۵ ab	۰/۰۸ ac
	۲۲۷۵	۴/۴۵ ci	۱/۵۸ gk	۰/۱۴ ab
	۱۴۶۷	۴/۰۸ hk	۲/۹۷ a	۰/۰۹ ac
	۶۸۵	۴/۰۷ hk	۱/۶۱ fk	۰/۱۱ ac
	۶۴۰	۴/۹۲ ac	۱/۶۹ ek	۰/۰۶ c
	۸۲۰	۳/۳۹ m	۲/۱۷ bg	۰/۰۸ ac
	۷۴۰	۳/۴۲ m	۱/۳۲ ik	۰/۰۹ ac
ماران	۱۸۹۳	۴/۱۰ gk	۲/۸۲ ab	۰/۰۶ c
	۲۲۷۵	۴/۱۰ gk	۱/۲۲ jk	۰/۱۲ ac
	۱۴۶۷	۴/۷۲ af	۲/۱۶ bg	۰/۰۹ ac
	۶۸۵	۳/۴۷ lm	۱/۹۶ cj	۰/۰۸ ac
	۶۴۰	۴/۹۶ ac	۱/۴۱ gk	۰/۰۹ ac
	۸۲۰	۴/۲۰ fj	۱/۳۶ ik	۰/۰۹ ac
	۷۴۰	۴/۳۷ di	۱/۳۳ ik	۰/۱۰ ac

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

تجزیه مؤلفه نشان داد که اکثر صفات مربوط به برگ، تنه درخت و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، مؤلفه اصلی را تشکیل دادند. صفات مؤثر در ۵ مؤلفه اصلی قرار گرفتند که درمجموع ۹۹ درصد از کل تغییرات را توجیه نمودند (جدول ۷). در مؤلفه اول که به‌تنهایی ۹۷/۷ درصد از میزان تنوع بین داده‌ها را توجیه نمود، صفات وزن تر برگ (۰/۹۱)، وزن خشک برگ (۰/۸۸)، قطر ساقه (۰/۴۴) و آنزیم

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

آسکوربات پراکسیداز (۰/۶۸) بیشترین اهمیت را در تنوع داشتند و مؤلفه اول تحت عنوان مؤلفه رویشی نام‌گذاری شد. در مؤلفه دوم، عرض برگ (۰/۸۴)، ارتفاع درخت (۰/۵۸)، پرولین (۰/۷۷) و کارتنوئیدها (۰/۶۴) بیشترین اهمیت را در تنوع داشتند. در مؤلفه سوم، ارتفاع درخت (۰/۵۷)، کلروفیل b (۰/۹۱)، کلروفیل کل (۰/۹۱) و پروتئین (۰/۵۹) بیشترین اهمیت را در تنوع داشتند و این مؤلفه تحت مؤلفه صفات فیزیولوژیکی نام‌گذاری شد. در مؤلفه چهارم صفات قطر ساقه (۰/۶۴) و کلروفیل a (۰/۷۸) بیشترین سهم را در توجیه تنوع داشتند. در مؤلفه پنجم قطر تنه اصلی (۰/۹۶)، ارتفاع درخت (۰/۴۴) و کارتنوئیدها (۰/۴۲) بیشترین سهم را در توجیه تنوع داشتند (جدول ۷).

جدول ۷- بردارها و مقادیر ویژه، واریانس‌های نسبی و تجمعی برای پنج مؤلفه اصلی حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

مؤلفه / صفات	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم	مؤلفه پنجم
طول برگ	-۰/۹۱	۰/۱۳	۰/۲۶	۰/۰۵	-۰/۰۸
عرض برگ	-۰/۲۹	۰/۸۴	۰/۰۷	۰/۱۲	-۰/۲۸
قطر تنه اصلی	-۰/۱۴	-۰/۱۸	۰/۱۰	-۰/۰۷	۰/۹۶
ارتفاع درخت	۰/۰۶	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۳۵	۰/۴۴
وزن تر برگ	۰/۹۱	-۰/۳۵	-۰/۱۰	-۰/۱۳	۰/۰۰۸
وزن خشک برگ	۰/۸۸	-۰/۳۲	۰/۱۰	-۰/۰۹	-۰/۱۹
قطر ساقه	۰/۴۴	-۰/۰۸	۰/۲۸	۰/۶۴	۰/۰۶
کلروفیل a	-۰/۴۴	-۰/۲۶	-۰/۱۷	۰/۷۸	-۰/۲۷
کلروفیل b	-۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۹۱	-۰/۳۰	۰/۲۳
کلروفیل کل	-۰/۳۸	۰/۰۴	۰/۹۱	-۰/۰۲	-۰/۰۵
کربوهیدرات	۰/۳۲	-۰/۸۶	-۰/۲۳	۰/۲۴	-۰/۱۳
پرولین	۰/۳۷	۰/۷۷	-۰/۲۷	۰/۱۹	-۰/۱۶
کارتنوئیدها	۰/۱۴	۰/۶۴	۰/۱۳	-۰/۵۴	۰/۴۲
پروتئین	-۰/۵۱	-۰/۳۸	۰/۵۹	۰/۰۱	-۰/۴۷
پلی فنول اکسیداز	۰/۰۲	-۰/۲۱	۰/۲۰	-۰/۷۳	-۰/۰۳
آنزیم کاتالاز	-۰/۷۳	-۰/۱۴	۰/۲۵	-۰/۳۴	-۰/۱۱
آسکوربات پراکسیداز	۰/۶۸	۰/۱۹	-۰/۱۱	۰/۰۱	-۰/۰۳
گایاکول پراکسیداز	-۰/۷۵	-۰/۵۸	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۱
مقادیر ویژه	۲۱۱/۳۴	۳/۳۹	۰/۹۳	۰/۲۸	۰/۱۶
واریانس نسبی	۹۷/۷۷	۱/۵۷	۰/۴۳	۰/۱۳	۰/۰۷
واریانس تجمعی	۹۷/۷۷	۹۹/۳۴	۹۹/۷۷	۹۹/۹۱	۹۹/۹۲

اعدادی که زیرشان خط کشیده شده است دارای ضرایب بردارهای ویژه بیشتری در مؤلفه مورد نظر هستند

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

ضرایب همبستگی ساده صفات

ضرایب همبستگی ساده صفات مورد بررسی نشان داد بین برخی از صفات اندازه‌گیری شده همبستگی معنی‌داری وجود دارد (جدول ۸). نتایج نشان داد می‌دهد که همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین عرض برگ با پرولین برگ (r=۰/۲۵) و همبستگی منفی و معنی‌داری بین عرض برگ با قطر تنه (r= -۰/۲۶) وجود دارد. همچنین نتایج حاکی از رابطه مثبت و معنی‌دار ارتفاع درخت با میزان کلروفیل برگ (r=۰/۱۶) دارد (جدول ۸).

جدول ۸- همبستگی برخی از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مهم درخت انار شیطان

	طول برگ	عرض برگ	قطر درخت	ارتفاع درخت	وزن برگ
طول برگ	۱				
عرض برگ	۰/۰۵	۱			
قطر تنه	-۰/۰۱	-۰/۲۶**	۱		
ارتفاع درخت	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۰۴	۱	
وزن برگ	-۰/۰۰۵	-۰/۰۱	-۰/۰۶	۰/۰۶	۱
کلروفیل کل	۰/۰۱	-۰/۰۰۵	۰/۰۴	۰/۱۶*	-۰/۱۳
کربوهیدرات	-۰/۰۵	-۰/۱۱	-۰/۰۳	-۰/۰۰۵	۰/۰۷
پرولین	-۰/۱۱	۰/۲۵**	-۰/۱۷*	-۰/۰۳	-۰/۱۰
کارتنوئیدها	-۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۱۲
پلی فنل اکسیداز	-۰/۰۰۶	۰/۰۹	-۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۰۶

ادامه جدول (۸)

	کلروفیل کل	کربوهیدرات	پرولین	کارتنوئیدها	پلی فنل اکسیداز
کلروفیل کل	۱				
کربوهیدرات	-۰/۳۹	۱			
پرولین	-۰/۰۷	-۰/۰۴	۱		
کارتنوئیدها	۰/۰۵	۰/۰۳	-۰/۰۴	۱	
پلی فنل اکسیداز	-۰/۰۳	۰/۰۸	-۰/۰۲	۰/۰۸	۱

بحث و نتیجه گیری

شناسایی توده‌های ارزشمند به لحاظ داشتن ارزش دارویی و غذایی بالا از مهم‌ترین مراحل به‌کارگیری و اهلی کردن گونه‌هایی از گیاهان دارویی است که به‌صورت خودرو در مناطق مختلف کشور

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

پراکنش دارند. انار شیطان به عنوان یک درخت دارویی توانمندی زیادی برای کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک و همچنین خاک‌های فقیر کشور دارد. در این تحقیق صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی انار شیطان تحت تأثیر شرایط محیطی مختلف ناشی از تغییر ارتفاع محل رویش مورد مطالعه قرار گرفتند، به‌طوری‌که صفات مذکور در ارتفاعات بالا به‌خصوص در منطقه رودفرق و میجان با ارتفاع ۱۸۹۳ متر از سطح دریا، دارای بیشترین تأثیرپذیری از افزایش ارتفاع بودند. مشخصات مورفولوژیک برگ و بررسی میزان تغییرات آن در شرایط محیطی مختلف ازجمله صفاتی است که از دیرباز موردتوجه متخصصان رده‌بندی گیاهی بوده است. اگرچه صفات مورفولوژیک تحت شرایط اقلیمی متفاوت، تنوع از خود نشان می‌دهند (Jones and Wilikins, 2002)، اما برخی از صفات مورفولوژیک کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرارگرفته و کمتر دستخوش تغییرات می‌شوند. شناسایی و به‌کارگیری چنین صفاتی در رده‌بندی زیستی گیاهان و تفکیک گونه‌های مختلف از یکدیگر از اهداف اصلی متخصصان سیستماتیک گیاهی می‌باشد.

محققان قسمتی از تنوع صفات مورفولوژیک برگ را ناشی از تفاوت در شرایط اقلیمی و ادافیکی رویشگاه ازجمله میانگین رطوبت و دمای سالیانه، ارتفاع از سطح دریا، طول فصل خشک و میزان حاصلخیزی خاک (Koik et al., 2003) و قسمتی دیگر را ناشی از وجود تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌ها می‌دانند (Chidumayo, 2006). با توجه به اطلاعات هواشناسی مناطق مختلف مورد آزمایش با افزایش ارتفاع، دما به‌طور محسوسی روندی کاهشی نشان می‌دهد و ازآنجایی‌که رشد و نمو اندام‌های گیاهی در شرایط دمای پایین کاهش می‌یابد بسیاری از صفات مورفولوژی مورد بررسی در این مطالعه نظیر طول و عرض برگ و ارتفاع گیاه روندی کاهشی نشان داد. در بسیاری از گیاهان تأثیر دمای پایین در کاهش خصوصیات رویشی نیز به اثبات رسیده است (Najar et al., 2014). اندازه ارتفاع درخت انار شیطان در این منطقه بین ۱۰/۰۷ تا ۳/۵۵ متر در نوسان است. نتایج بررسی ارتفاع درختان نشان داد که منطقه و ارتفاع از سطح دریا تأثیر معنی‌داری بر این مشخصه دارند که با نتایج تحقیقات عبدالله زاده و همکاران (Abdollah-Zadeh et al., 2003) و گل محمدی و همکاران (Golmohamadi et al., 2017) که به ترتیب روی درخت بلوط و کاج انجام دادند، مطابقت دارد.

مطابق اندازه‌گیری‌های به‌عمل‌آمده قطر درخت در منطقه‌های مورد بررسی از ۱۰۰/۸ تا ۵۲/۳ سانتی‌متر در نوسان است. نتایج بررسی درختان انار شیطان نشان داد که عوامل فیزیوگرافی تأثیر معنی‌داری بر قطر درخت داشته است؛ که در این خصوص نتایج عبدالله زاده و همکاران (Abdollah-Zadeh et al., 2003) با گزارش این پژوهش همسو می‌باشد. میزان کلروفیل درخت انار شیطان در منطقه‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری نداشته اما اثر ارتفاع از سطح دریا در منطقه سبب تغییر معنی‌دار در کلروفیل کل داشته است که با نتایج نجار و همکاران (Najar et al., 2014) بر روی گیاه

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

گزنه یکسان بوده و آن‌ها گزارش دادند، ارتفاع از سطح دریا همراه با کاهش دما همراه است و افزایش کلروفیل در ارتفاعات بالاتر نوعی مقاومت در برابر دماهای پایین محسوب می‌شود تا گیاه بتواند تا حدودی خسارات ناشی از کاهش فتوسنتز را جبران کند (Najar et al., 2014). در گزارش پژوهشی دیگر گزارش داده‌اند که اثر ارتفاع بر میزان کلروفیل در تیپ‌های بومی فندق تفاوت معنی‌داری داشته است (Aghapoor and Ghanbary, 2015). درخصوص میزان کارتنوئید برگ نتایج نشان در مناطق مختلف تغییری در میزان این رنگیزه فتوسنتزی مشاهده نشد، ولی تأثیر ارتفاعات مختلف باعث ایجاد تغییراتی در میزان کارتنوئید شد. قرار داشتن گیاه در مناطق جغرافیایی با ارتفاعات مختلف به دلیل تفاوت میزان نور و عوامل وابسته با آن می‌تواند منجر به تخریب و کاهش کارتنوئیدها شود (Hadadinejad et al., 2015).

در برنامه‌های به‌نژادی اهمیت خاصی به همبستگی‌های بین صفات داده می‌شود، زیرا وقتی گزینش برای صفتی انجام می‌گیرد، دانستن چگونگی تأثیر آن صفت بر دیگر صفات بسیار اهمیت دارد. در این پژوهش مشاهده شد که همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین عرض برگ با میزان پرولین برگ (r=۰/۲۵)، وجود دارد. این نتیجه نشان می‌دهد با افزایش عرض برگ میزان پرولین برگ به‌موازات افزایش می‌یابند ولی قطر تنه کاهش نشان می‌دهد. با افزایش طول و عرض برگ سطح‌فعال فتوسنتزی گیاه جهت دریافت نور خورشید بیشتر می‌شود و زمینه تولید مواد کربوهیدراتی به اندام‌های زایشی گیاه را فراهم می‌کند درنتیجه عملکرد تک درخت انار شیطان افزایش می‌یابد؛ بنابراین زمانی که در یک برنامه به‌نژادی هدف انتخاب ژنوتیپ‌هایی با تولید بالا مدنظر باشد، احتمالاً بتوان از طول و شکل برگ و وزن برگ به عنوان معیار مناسب در انتخاب غیرمستقیم استفاده کرد. نتایج نشان داد بین قطر تنه و پرولین برگ همبستگی منفی (r= -۰/۱۷) و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. درکل با توجه به نتایج به دست آمده مناطق رودفرق و گمرکان دارای بالاترین صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مورد اندازه‌گیری را دارا بودند، بنابراین می‌توان از ژنوتیپ‌های این مناطق به عنوان ژنوتیپ‌های ارزشمند در انجام کارهای اصلاحی برای اهداف خاص فیتوشیمیایی، جنگل‌کاری و یا عملکردی در آینده استفاده گردد. به‌طوری‌که برای تکمیل مطالعات در این زمینه، پیشنهاد می‌گردد ضمن بررسی تنوع ژنتیکی از طریق روش‌های بیوشیمیایی و مولکولی، اندک رویشگاه‌های موجود این‌گونه در منطقه، تحت حفاظت جدی قرار گیرد.

منابع

Abdollah-Zadeh, B., Tabari, M., Sagheb-talebi, K.H., Zobeiri, M. 2003. Response of diameter and height of Pinus eldarica Medw. to slope and aspect variations in Lavizan Forest Park. Pajouhesh & Sazandegi, 60: 30-35.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

Aghapoor, M., Ghanbary, A.R. 2015. Assessment of Genetic Diversity of some local types of hazelnuts (*Corylus avellana* L.). 2nd Congress on Protection of Natural resources and Environment.

Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, L.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207.

Cavalcante, F.A., Silva, J.L.V., Carvalho, V.M.N., Camara, C.A., Silva, T.M.S., Pinto, A.C., Vargas, M.D., Silva, B.A. 2008. Spasmolytic activity of lapachol and its derivatives, α and β-lapachone, on the guinea-pig ileum involves blockade of voltagegated calcium channels. Revista Brasileira de Farmacognosia, 18(2): 695-706.

Chidumayo, E.N. 2006. Fitness implications of clonal integration and leaf dynamics in a stoloniferous herb, Nelsonia canescens (Lam.). Spreng (Nelsoniaceae). Journal of Evolutionary Ecology, 20(1): 59–73.

Dhindsa, R.S., Plumb–Dhindsa, P., Thrope, T.A. 1981. Leaf Senescence: correlated with increased levels of membrance permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. Journal of Experimental Botany, 32: 43-101.

Farsi, M., Zolali, J. 2003. Principles of plant biotechnology. Publication of Mashhad University. Press, 554p.

Golmohamadi, F., Hassanzad Navroodi, I., Bonyad, A.E., Mirzaei, J. 2017. Effects of Some Environmental Factors on Dieback Severity of Trees in Middle Zagros forests of Iran (Case Study: strait Daalaab, Ilam Province). Journal of Plant Researches, 30(3): 633-643.

Hadadinejad, M., QasemiOmran, S., Azimi Ahangari, F. 2015. Morphological diversity of blackberries in some regions in Mazandaran province. Iranian Journal of Horticultural Science, 46(2): 333-343.

Hussain, H., Krohn, K., Ahmad, V.U., Miana, G.A., Green, I.R. 2007. Lapachol: an overview. Arkivoc, 2: 145-171.

Irrigoyen, J.H., Emerich, D.W., Sanchez Diaz, M. 1992. Water stress induced changes in oncentration of proline and total soluble sugars in modulated alfalfa (*Medicago sativa*) plant. Physiological Pantarum, 84: 55-60.

Jones, D., Wilkins, D. 2002. Variation and Adaptation in Plant Species. London, Heinemenn, Press, 184p.

Koike, T., Kiato, M., Quoreshi, A.M., Matsuura, Y. 2003. Growth characteristics of root-shoot relations of three birch seedlings raised under different water regimes. Journal of Plant Soil, 255:303–310.

Kumar, A., Ram, H., Sharma, S. K., Rama Rao, S. 2008. Comparative meiotic chromosome studies in nine accessions of Tecomella undulate (Sm.) Seem. threatened tree of Indian desert, Silvae Genetica, 57(6): 301-306.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymolology, 148:350-382.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

Mousavi Haji, S.R., Shahsavari, M. 2013. Old city of Jiroft: An explanation for the trend and why it was abandoned by looking at the new city of Jiroft. Quarterly bulletin of Greater Khorasan, 4(11):66-77.

Najar, M., Hemati, K.H., Khorasanynajad, S., Daraei, A., Bagheryfard, A. 2014. Effect of height on morphological and biochemical characteristics of nettle leaves (*Urtica dioica* L.). Journal of Irainian Plant Ecophysiological Research, 9(35): 1-11.

Nakano, V., Asada. K. 1981. Hydrogen Peroxide is scavenged by ascorbate–specific Peroxidase in Spinach chloroplasts. Plant Cell Physiology, 22: 867-880.

Resende, M.L., Nojosa, G.A., Cavalcanti, L.S., Aguilar, M.G., Castro, R.M. 2002. Induction of resistance in cocoa against Crinipellis perniciosa and Verticillium dahliae by acibenzolar-S-methyl (ASM). Plant Pathology, 51: 621-628.

Singh, A.P., Dwivedi, S., Bharti, S., Srivastava, A., Singh, V., Khanuja, S.P.S. 2004. Phylogenetic relationships as in Ocimum revealed by RAPD markers. Euphytica, 136: 11-20.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]