

## The effect of some environmental factors on morphological, anatomical and phytochemical traits of Jujube (*Ziziphus jujuba* Miller) in South Khorasan province, Iran

Mina Rabie<sup>1\*</sup>, Narges Bijary<sup>2</sup>, Younes Asri<sup>3</sup>, Gholamreza Bakhshi Khaniki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran

<sup>2</sup>. Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran

<sup>3</sup>. Department of Botany, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

### Abstract

Jujube (*Ziziphus jujuba* Miller) is one of the valuable medicinal plants that is widely used in traditional medicine and pharmaceutical industries. This species is native to Iran and due to the wide range of ecological tolerance in different parts of the country with different climatic conditions is naturally distributed and planted. The aim of this study was to investigate the effect of ecological factors on morphological, anatomical and phytochemical traits of jujube natural populations in three regions of South Khorasan province. The results showed that the highest values of morphological traits including height, the diameter of breast-height, canopy diameter and canopy cover, length, width and weight of fruit are related to Shahrakht habitat, and leaf length and width to Alghor habitat. The highest values of anatomical traits including the number of layers and thickness of spongy parenchyma, the thickness of epidermis, midrib and bundle sheath and stomata length were observed in Bijar habitat. Also, the highest values of thickness of lamina, mesophyll and cuticle as well as the number of layers and thickness of collenchyma and palisade and number of stomata, are related to Shahrakht habitat. In addition, the highest amount of phytochemical traits including extract and antioxidant activity belong to Bijar habitat and the amounts of total phenol and flavonoids belong to Shahrakht habitat. Analysis of variance showed that there was a significant difference between all these traits in the three populations. The results of Pearson correlation showed that among environmental factors, rainfall, annual temperature and altitude had the highest significant correlation with the studied traits, respectively. Jujube fruit has medicinal and edible properties, but in one habitat these two benefits are not observed simultaneously. In the Shahrakht habitat, fruits are larger and tastier and in Bijar habitat, they have more antioxidant activity.

**Keywords:** Genetic diversity, Antioxidant activity, Medicinal plant, Ecological characteristics

\* Corresponding Author: minarabie@pnu.ac.ir

## تأثیر برخی عوامل محیطی بر صفات‌های مورفولوژیکی، آناتومیکی و فیتوشیمی عنب (*Ziziphus jujuba* Miller) در استان خراسان جنوبی

مینا ربیعی<sup>۱\*</sup>، نرگس بیجاری<sup>۲</sup>، یونس عصری<sup>۳</sup>، غلامرضا بخشی خانیکی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

<sup>۲</sup> گروه زیست‌شناسی گیاهی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

<sup>۳</sup> بخش تحقیقات گیاه‌شناسی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، تهران، ایران

### چکیده

عنب (*Ziziphus jujuba* Miller) یکی از گیاهان دارویی ارزشمند است که کاربرد فراوانی در طب سنتی و صنایع دارویی دارد. این گونه بومی ایران است و به‌علت دامنهٔ بردباری اکولوژیکی وسیعی که دارد، در مناطق مختلف کشور با شرایط اقلیمی متفاوت به‌شکل طبیعی و کاشته‌شده پراکنش دارد. هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر عوامل اکولوژیکی بر صفات‌های مورفولوژیکی، آناتومیکی و فیتوشیمی جمعیت‌های طبیعی عنب در سه منطقهٔ شاهرخت، القور و بیجار استان خراسان جنوبی است. بیشترین مقادیر صفت‌های مورفولوژیکی شامل ارتفاع، قطر برابر سینه، قطر تاج و سطح تاج پوشش درختان، طول، عرض و وزن میوه به رویشگاه شاهرخت و طول و عرض برگ به رویشگاه القور مربوط است. بیشترین مقادیر صفت‌های آناتومیکی شامل تعداد لایه‌ها و ضخامت پارانشیم اسفنجی، ضخامت اپیدرم، رگبرگ اصلی و غلاف آوندی و طول روزنه در رویشگاه بیجار مشاهده شدند؛ همچنین بیشترین مقادیر ضخامت پهنک، مزوفیل و کوتیکول و تعداد لایه‌ها و ضخامت کلانشیم و پارانشیم نردبانی و تعداد روزنه به رویشگاه شاهرخت مربوط بودند. بیشترین مقادیر صفت‌های فیتوشیمی شامل عصاره و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به رویشگاه بیجار و مقادیر فنل و فلاونوئید کل به رویشگاه شاهرخت اختصاص داشت. تجزیه واریانس نشان داد اختلاف معنی‌داری از نظر این صفت‌ها بین سه جمعیت وجود دارد. نتایج همبستگی پیرسون نشان دادند بین عوامل محیطی، بارندگی، دمای سالانه و ارتفاع از سطح دریا به ترتیب بیشترین همبستگی معنادار را با صفت‌های بررسی شده دارند. میوهٔ عنب خواص دارویی و خوراکی دارد، اما این دو مزیت به‌طور هم‌زمان در هیچ‌یک از رویشگاه‌ها مشاهده نشدند. در رویشگاه شاهرخت میوه‌ها درشت‌تر و خوش‌خوراک‌تر هستند و در رویشگاه بیجار فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری دارند.

**واژه‌های کلیدی:** تنوع ژنتیکی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، گیاه دارویی، ویژگی‌های اکولوژیکی



## مقدمه

عُنب (*Ziziphus jujuba* Miller) درختچه‌ای با شاخه‌های گسترده یا درختی کوتاه با تاج نسبتاً تنک به ارتفاع تا ۱۰ متر است. پوست تنه‌های مسن، قهوه‌ای-قرمز و عمیقاً شیاردار است. شاخه‌ها زاویه‌دار هستند که در محل زاویه از خارهای محکم گوشواره‌ای دوتایی به طول ۳ سانتی‌متر پوشیده شده‌اند. شاخه‌چه‌ها اغلب در دسته‌های ۸-۲ تایی هستند که دارای برگ‌های شانه‌ای و خارهای گوشواره‌ای دوتایی هستند. برگ‌ها درخشان به طول ۶-۲ سانتی‌متر و به شکل مستطیلی-تخم‌مرغی با رأس نوک‌کُند یا نسبتاً نوک‌تیز هستند. گل‌ها ۵-۲ تایی و به قطر ۴-۳ میلی‌متر هستند که در گرزهای محوری با دمگل‌آذین کوتاه آرایش یافته‌اند. میوه‌ها به طول ۲/۲-۱/۵ و عرض ۱-۱/۵ سانتی‌متر، به شکل بیضوی یا تقریباً کروی و به رنگ قرمز تا قهوه‌ای تیره درخشان هستند. گوشت میوه، سفید یا تقریباً سبز با طعم شیرین یا شیرین-ترش و خوراکی است (Mozaffarian, 2005).

عُنب در مناطق مختلفی از ایران پراکنش دارد؛ این گونه بومی چین، حاشیه دریای مدیترانه، قفقاز، آسیای میانه، عراق، ایران، افغانستان، پاکستان و هند است، اما در سایر مناطق جهان نیز کاشته می‌شود (Roskov *et al.*, 2019). عُنب در طب سنتی به شکل آرام‌بخش، ضدسرطان، ضدقارچ، ضدباکتری، ضدالتهاب، ضدبارداری، کاهش‌دهنده فشار خون و درمان‌کننده زخم به کار می‌رود (Preeti *et al.*, 2014). میوه عُنب سرشار از ویتامین‌های A، B، C و نیز املاح معدنی و ترکیب‌های مختلف آلکالوئید، فلاونوئید، تانن و اسیدهای چرب است (Zhao *et al.*, 2006).

امروزه، پژوهشگران دریافته‌اند میوه عُنب ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، ضدقارچی، ضد میکروبی، ضدسرطانی، افزایش‌دهندگی ایمنی بدن و کاهش‌دهندگی التهاب پوستی دارد (Sarla and Subhash, 2011; Mishra *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2013).

باتوجه به تنوع فراوانی که عُنب دارد، این گیاه یکی از ذخایر توارثی گیاهی ارزشمند کشورمان محسوب می‌شود؛ این درخت به علت سازگاری فوق‌العاده با شرایط سخت محیطی به‌ویژه در مناطق کوهستانی، یکی از اجزای پوشش سبز طبیعی به شمار می‌آید که نقش مهمی را در تعدیل آب‌وهوای منطقه و جلوگیری از فرسایش خاک و ایجاد رواناب سطحی ایفا می‌کند (Ghouth, 2016).

اگرچه عُنب به شکل خودرو در ایران یافت می‌شود، اهمیت غذایی و دارویی آن سبب شده است اراضی وسیعی به کشت آن اختصاص داده شوند. این گونه در سخت‌ترین شرایط اقلیمی و خاکی مانند کمبود بارندگی، گرما، کاهش رطوبت نسبی هوا به‌ویژه در تابستان، شوری آب، شور یا قلیایی بودن خاک‌ها که تولید بسیاری از محصولات کشاورزی تجاری را با تنگنا مواجه می‌کنند، کشت و پرورش می‌شود؛ به همین علت، عُنب در بیشتر استان‌های کشور به حالت نیمه‌خودرو پرورش می‌یابد و به‌طور پراکنده تا ارتفاع ۲۰۰۰ متر از سطح دریا دیده می‌شود؛ هرچند در استان‌های خراسان جنوبی، گلستان، مازندران، فارس، اصفهان، یزد، همدان و قزوین بیشتر وجود دارد. هم‌اکنون سطح زیرکشت عُنب در خراسان جنوبی به بیش از ۳۱۵۲ هکتار می‌رسد که ۹۷ درصد از تولید میوه عُنب

پایدار از این گونه ایفا می‌کند. باتوجه به کشت گسترده عنب در خراسان جنوبی و سهم بسیار زیاد این استان در تولید عنب کشور، لازم است این گونه از جنبه‌های مختلف بنیادی و کاربردی مطالعه شود. یکی از جنبه‌های یادشده، بررسی تأثیر عوامل محیطی بر میزان رشد و تولید این گونه است؛ به این منظور، در پژوهش حاضر تلاش شد با نمونه‌برداری از عنب در سه رویشگاهی که تفاوت درخورداری توجهی از نظر ویژگی‌های محیطی داشتند، نقش شرایط رویشگاهی بر صفت‌های مورفولوژیکی، آناتومیکی و فیتوشیمی عنب مطالعه شود تا رویشگاه دارای شرایط بهینه رشد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر معرفی شود؛ در ضمن، باتوجه به اینکه فعالیت‌های زیستی عصاره گیاهان تفاوت معناداری را در روش‌های مختلف استخراج نشان می‌دهند، مناسب‌ترین روش استخراج بررسی شد.

### مواد و روش‌ها

**مناطق مطالعه شده:** ابتدا ارتفاع رویشگاه‌های عنب در سطح استان خراسان جنوبی با نرم‌افزارهای Elevation profile و Google maps بررسی شد و از میان آنها، سه منطقه‌ای انتخاب شدند که از نظر ارتفاع از سطح دریا متفاوت بودند. به نقل از افراد بومی، درختان عنب در این مناطق کاشته نشده‌اند و از گذشته‌های دور به شکل خودرو وجود داشته‌اند و در شرایط دیم نگهداری شده‌اند. ویژگی‌های این سه رویشگاه از نزدیک‌ترین ایستگاه‌های هواشناسی (Iran Meteorological Organization, 2019) به دست آمدند (جدول ۱).

کشور را تأمین می‌کند (Ghouth, 2016). بررسی پیشینه تاریخی خراسان جنوبی نشان می‌دهد گذشتگان این مرز و بوم، کاشت و مراقبت از درخت را ضرورتی برای بقای خود می‌دانسته‌اند و امروزه، درختان کهن سال متعددی در این استان به یادگار مانده‌اند که در میان آنها، درختان عنب با نزدیک به ۴۰۰ سال سن مشاهده می‌شوند (Wikipedia, 2020).

در کشور ما، شناسایی و ارزیابی اکوتیپ‌های عنب با استفاده از صفت‌های مختلف از جمله صفت‌های مورفولوژیکی (Khakdaman and Pourmeidani, 2004; Khakdaman *et al.*, 2007; Tatari *et al.*, 2016) مورفولوژیکی و فیتوشیمی (Ghazaean, 2015; Saeidi *et al.*, 2016) صفت‌های کمی و نشانگرهای مولکولی (Ghouth *et al.*, 2014) و صفت‌های فیتوشیمی (Shahhoseini *et al.*, 2011, 2013) انجام شده است.

مطالعه‌های متعددی در زمینه عنب انجام شده‌اند که از جمله آنها عبارتند از: بررسی عوامل محیطی مؤثر بر صفت‌های مورفولوژیکی (Gao *et al.*, 2009; Li *et al.*, 2015; Saeidi *et al.*, 2016; Tatari *et al.*, 2016) صفت‌های آناتومیکی (Dinarvand and Zarinkamar, 2006; Dongdong *et al.*, 2008; Zhu *et al.*, 2015; Zhu and Wei, 2016) و میزان فنل و فلاونوئید کل و ویژگی آنتی‌اکسیدانی (Li *et al.*, 2005; Hudina *et al.*, 2008; Choi *et al.*, 2011; Gao *et al.*, 2011, 2012; Sun *et al.*, 2011; Sergio and Carbonneau, 2014; Al-Saeedi *et al.*, 2016).

شناخت گیاه دارویی عنب و تعیین شرایط بهینه رشد و بازدهی بیشتر آن نقش مهمی در بهره‌برداری

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های اقلیمی مناطق مطالعه‌شده

منطقه	شاهرخت	القور	بیجار
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۹۵۰	۱۵۰۰	۱۹۰۰
وسعت (هکتار)	۱۵/۲۲	۴/۹۴	۶/۲۵
طول جغرافیایی	۶۰° ۲۷'	۵۹° ۳۵'	۵۹° ۴۶'
عرض جغرافیایی	۳۳° ۶۳'	۳۳° ۸'	۳۲° ۷۳'
بارندگی سالانه (میلی‌متر)	۷۷/۳	۱۲۸/۲	۱۶۱/۹
دمای سالانه (سانتی‌گراد)	۲۲/۵	۱۷	۱۶/۳
کمینهٔ مطلق دما (سانتی‌گراد)	-۱۲/۸	-۱۹/۶	-۲۰/۵
بیشینهٔ مطلق دما (سانتی‌گراد)	۴۵/۸	۴۲/۶	۳۸/۴
میانگین دمای کمینهٔ سردترین ماه (سانتی‌گراد)	-۷/۴	-۱۱/۶	-۱۳/۵
میانگین دمای بیشینهٔ گرم‌ترین ماه (سانتی‌گراد)	۴۳/۲	۴۰/۴	۳۶

اطلاعات اقلیمی مناطق شاهرخت، القور و بیجار به ترتیب به ایستگاه‌های هواشناسی خور (۲۰۱۴-۲۰۰۰)، بیرجند (۲۰۱۹-۲۰۰۰) و سریشه (۲۰۱۹-۲۰۱۱) مربوط هستند.

ریوداسیت منسوب به سنوزوئیک اشاره کرد (Alavi, 1991).

القور: راه دسترسی به منطقه از طریق جادهٔ اصلی بیرجند- مشهد و جادهٔ فرعی دستگرد-القور است. در نگاه کلی به سنگ‌شناسی حوزه مشخص می‌شود بالغ بر ۸۰ درصد حوزه با گدازه‌های حدواسط و متمایل به اسیدی و سنگ‌های آذرآواری پوشیده شده است. سنگ دگرگونی در منطقه وجود ندارد و سهم سنگ‌های رسوبی کمتر از ۲۰ درصد است (Saghari, 2017).

بیجار: راه دسترسی به منطقه از طریق جادهٔ اصلی بیرجند- زاهدان و جادهٔ فرعی بیرجند-مود است. واحدهای سنگی این پهنه شامل سنگ‌های رسوبی سفیدابه متشکل از سنگ‌های آواری و سنگ‌آهک‌های مناطق عمیق و کم‌عمق دریایی و مجموعه‌ای از منشورهای به‌هم‌افزوده شامل بلوک‌های افیولیتی گسلیده، شیب‌های آبی پیدوتی تکتونیزه فیل هستند (Zarinkub, 2000).

باتوجه به تقسیم‌بندی پهنه‌های ساختمانی ایران، این مناطق در بخش شمالی درز سیستان، در شرق ایران واقع شده‌اند. زمین درز سیستان بقایایی از سنگ‌کرهٔ اقیانوسی‌ای است که بین بلوک افغان و پهنهٔ لوت وجود داشته است؛ این باریکهٔ اقیانوسی یکی از سرشاخه‌های نئوتتیس بوده که ۸۶ میلیون سال پیش در رژیم تکتونیکی فشارشی شروع به بسته‌شدن کرده است و از ۵۶ میلیون سال پیش، این رژیم تغییر یافته و به ولکانیسم عظیم در شرق ایران منجر شده است (Zarrinkoub et al., 2010).

شاهرخت: راه دسترسی به منطقه از طریق جادهٔ اصلی بیرجند- قاین و جادهٔ فرعی اسفشاد- حاجی آباد است. واحدهای سنگی این حوزه، مجموعه‌ای از سنگ‌های رسوبی از جمله کنگلومرا، ماسه‌سنگ قرمز، آهک فسیل‌دار مربوط به کرتاسه و کنگلومرا، ماسه‌سنگ قرمز و آهک منسوب به سنوزوئیک هستند و از واحدهای سنگی آذرین هم می‌توان به بازالت، اندزیت، داسیت، ریوداسیت، میکروگابرو، دیاباز و تونالیت مربوط به کرتاسه و

## روش بررسی

نمونه‌برداری در دو مرحله (زمان رشد کامل رویشی و زمان میوه‌دهی) و طی سال ۱۳۹۶ انجام شد. در هر منطقه، سه ترانسکت به‌طور تصادفی و در جهت عمود بر شیب دامنه با فاصله ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد. باتوجه به اندازه درختان عنب و میانگین تعداد آنها در واحد سطح، تعداد ۱۰ پلات ۱۰۰ مترمربعی (۱۰×۱۰ متر) روی هر ترانسکت مشخص شد. در هر پلات، ویژگی‌های توپوگرافی ثبت شدند. باتوجه به اینکه رویشگاه‌های بررسی شده به‌علت همواربودن عرصه، تفاوت محسوسی از نظر میزان شیب (صفر تا ۵ درصد) و جهت دامنه نداشتند، تنها ارتفاع از سطح دریا و مختصات جغرافیایی با GPS ثبت شد و سپس ویژگی‌های ظاهری از جمله ارتفاع درخت، قطر تنه در ارتفاع برابر سینه و دو قطر عمود بر هم تاج اندازه‌گیری شدند.

به‌منظور اندازه‌گیری ارتفاع درختان از نی، نقاله زاویه‌سنج و متر استفاده شد. نی روی زاویه ۴۵ درجه نقاله با چسب ثابت شد و سپس نقاله از سمت صاف آن به‌طور موازی با خط افق گرفته و جابه‌جایی به‌میزانی انجام شد که بتوان نوک درخت را از درون نی دید. باتوجه به اینکه نوک درخت از زاویه ۴۵ درجه دیده می‌شود، فاصله فرد تا درخت دقیقاً برابر ارتفاع درخت خواهد بود. به‌منظور اندازه‌گیری قطر تنه درختان از خط‌کش دوبازو (کالیپر) در ارتفاع برابر سینه (۱/۳۰ متر از سطح زمین) استفاده شد. دو قطر کوچک و بزرگ (قطرهای عمود بر هم) تاج درختان با متر اندازه‌گیری شدند. به‌منظور برآورد سطح تاج

درختان از روش نقطه مشترک (Engeman *et al.*,

1994) بر اساس روابط زیر استفاده شد:

$$CC_i = \frac{\pi}{4} (CD_{1i} * CD_{2i})$$

$$\overline{CC} = \frac{\sum_{i=1}^n CC_i}{n}$$

$CC_i$  سطح تاج درخت  $i$  به مترمربع،  $CD_{1i}$  و  $CD_{2i}$  به ترتیب قطر بزرگ و کوچک تاج درخت  $i$  به متر،  $\overline{CC}$  میانگین سطح تاج یک درخت به مترمربع و  $n$  تعداد درختان اندازه‌گیری شده است. به‌طور کلی، تعداد ۵۰ پایه درخت در هر منطقه ارزیابی شد.

در هر پلات، میوه‌ها و برگ‌ها به‌طور تصادفی و به‌شکل کامل و سالم از ارتفاع میانی تاج و از جهت‌های مختلف درخت جدا شدند و ابعاد و وزن آنها اندازه‌گیری شد. در آزمایشگاه، طول و عرض برگ‌های ۵۰ نمونه در هر رویشگاه با خط‌کش اندازه‌گیری شد. طول و عرض میوه‌ها با کولیس-ورنیه مدل Acco با دقت ۰/۰۲ میلی‌متر و وزن میوه‌ها با ترازوی دیجیتالی مدل Sartorius TE612 با دقت ۰/۰۱ گرم برای ۵۰ نمونه تعیین شد.

به‌منظور مطالعه‌های آناتومیکی، ابتدا نمونه‌های برگ در تثبیت‌کننده الکل ۷۰ درصد قرار داده شدند و سپس برش‌های مناسب به‌طور دستی تهیه شدند. به‌منظور از بین بردن محتویات سلولی، برش‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در آب‌ژاول رقیق شده (به نسبت ۱ به ۵) قرار داده شدند تا بی‌رنگ شوند. رنگ‌آمیزی نمونه‌ها در دو مرحله انجام شد (Rabie, 2008): ابتدا برش‌ها به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه در کارمن زاجی قرار داده شدند تا بافت‌های سلولزی مانند بافت پارانشیم، کلانشیم و آوند آبکش رنگ‌آمیزی شوند (در این مرحله، بافت‌های سلولزی به رنگ ارغوانی

میزان فنل کل به روش رنگ‌سنجی فولین سیوکالتیو (Ebrahimzadeh *et al.*, 2008) اندازه‌گیری شد؛ به این منظور، مقدار ۵ میلی‌لیتر از معرف فولین سیوکالتیو با ۴ میلی‌لیتر از محلول کربنات سدیم یک مولار مخلوط شد و سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول هر عصاره یا گالیک‌اسید به مخلوط اضافه شد. مخلوط‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شدند و پس از این مدت، میزان جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها در سه تکرار بررسی شدند و منحنی استاندارد با غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر محلول گالیک‌اسید تهیه شد. مقدار فنل کل در گیاه به شکل معادل میلی‌گرم گالیک‌اسید (GAE) بر گرم وزن خشک محاسبه شد. در این آزمایش از دستگاه اسپکتروفتومتر (Human crop, Xma-2000, Seoul, Korea) استفاده شد.

میزان فلاونوئید کل هر عصاره از طریق روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم (Mahmoudi *et al.*, 2010) ارزیابی شد؛ به این منظور، ابتدا ۰/۱ میلی‌لیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد با ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم یک مولار مخلوط و سپس ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر دو بار تقطیر به آنها اضافه شد. در مرحله بعد، مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول هر عصاره که با ۱/۵ میلی‌لیتر اتانول مخلوط شده بود، به مخلوط کلرید آلومینیوم، استات پتاسیم و آب اضافه شد. مخلوط نهایی برای هر عصاره (با حجم ۵ میلی‌لیتر) به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شد و سپس جذب مخلوط واکنش در طول موج ۴۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری

مشاهده می‌شوند)؛ پس از چند بار شستشو با آب مقطر، رنگ آمیزی بافت‌های چوبی مانند اسکلرانسیم و آوند چوبی با استفاده از رنگ سبزمیل برای ۱ ثانیه انجام شد. پس از شستشوی برش‌ها با آب مقطر و گرفتن آب اضافی، نمونه‌های مناسب و نازک انتخاب و روی لام قرار داده شدند، یک قطره ژلاتین و یک قطره آب مقطر به آنها اضافه و سپس لامل روی آنها قرار داده شد. نمونه‌های ثابت‌شده با میکروسکوپ نوری Olympus CH30RF200 مشاهده و با دوربین Nikon Coolpix P90 عکس برداری شدند.

به منظور تعیین میزان فنل و فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره استخراج‌شده عناب، میوه‌ها از سه رویشگاه جمع‌آوری شدند و پس از خشک‌شدن، پودر شدند؛ سپس نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا کاملاً خشک و قابل پودرشدن شوند. به منظور تهیه عصاره از دو روش سوکسله (Jamshidi *et al.*, 2014) و التراسونیک (Rabiei *et al.*, 2012) استفاده شد؛ به این ترتیب که در روش سوکسله، مقدار ۱۰ گرم از پودر در متانول به مدت ۵ ساعت سوکسله شد و محلول حاصل از صاف کردن عصاره با کاغذ صافی، در دستگاه تقطیر در خلأ تغلیظ و سپس خشک شد؛ پس از تعیین وزن، این عصاره در شیشه‌های تیره‌رنگ و در دمای منفی ۱۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد تا در مراحل بعدی آزمایش استفاده شود. در روش التراسونیک، مقدار ۱۰ گرم از پودر در متانول به مدت ۲ ساعت با دستگاه اولتراسونیک عصاره‌گیری شد و سایر مراحل نظیر روش سوکسله انجام شدند.



پس از به دست آوردن درصد ظرفیت رویش رادیکالی، مقدار  $IC_{50}$  عصاره و آسکوربیک اسید تعیین شد؛  $IC_{50}$  بیان‌کننده غلظتی از نمونه است که سبب ۵۰ درصد بازدارندگی در ظرفیت رادیکالی می‌شود و مقدار آن از طریق رسم مقادیر RSA بر حسب غلظت‌های مختلف نمونه و محاسبه رابطه خط رگرسیون به دست می‌آید.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد. همبستگی بین صفت‌های اندازه‌گیری شده و ویژگی‌های محیطی با استفاده از ضریب پیرسون تعیین شد؛ همچنین از آزمون  $t$  زوجی (Paired-sample T-test) برای بررسی معنادار بودن دو روش استخراج ترکیبات شیمیایی استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS، نسخه ۲۲ انجام شدند.

### نتایج

**صفت‌های مورفولوژیکی:** تجزیه واریانس مقادیر صفت‌های مورفولوژیکی و مقایسه میانگین این صفت‌ها با آزمون چنددامنه‌ای نشان داد تمام صفت‌های بررسی شده دارای اختلاف معنادار بین سه جمعیت هستند. در پژوهش حاضر، بیشترین مقادیر ارتفاع درخت (۶/۳۹ متر)، قطر برابر سینه (۰/۳۲ متر)، قطر تاج (۵/۲۶ متر)، سطح تاج پوشش (۶/۰۳ مترمربع)، طول (۱۹/۳۷ میلی‌متر)، عرض (۱۷ میلی‌متر) و وزن میوه (۱/۶۶ گرم) به رویشگاه شاهرخت و بیشترین مقادیر طول (۳۴/۶۱ میلی‌متر) و عرض برگ (۱۳/۶۵ میلی‌متر) به رویشگاه القور مربوط بود (جدول ۲).

شد. مقدار فلاونوئید کل به شکل معادل میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک محاسبه و بیان شد. ارزیابی برای هر کدام از عصاره‌ها در سه تکرار انجام شد.

ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره و ماده استاندارد از طریق اندازه‌گیری ظرفیت رویش رادیکال (2,2-diphenyl-1-DPPH) (picrylhydrazyl) بررسی شد (Lusarczyk, 2009)؛ به این ترتیب که ابتدا محلول ۰/۱۳۵ میلی‌مولار (۰/۰۵۳ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) از DPPH در متانول تهیه شد و سپس مقدار ۱/۵ میلی‌لیتر از غلظت‌های مختلف عصاره (۱/۹۵۳، ۳/۹۰۶، ۷/۸۱۳، ۱۵/۶۲۵، ۳۱/۲۵، ۶۲/۵، ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر در متانول) به ۱/۵ میلی‌لیتر از محول DPPH در لوله آزمایش اضافه شد. به منظور تهیه محلول شاهد از ۱/۵ میلی‌لیتر متانول به جای عصاره استفاده شد. آسکوربیک اسید برای ماده استاندارد استفاده شد و غلظت‌های ۰/۶۲۵، ۱/۲۵، ۲/۵، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر آب از آن تهیه و به روش یادشده به محلول DPPH اضافه شد. سه تکرار برای هر غلظت در نظر گرفته شد و پس از ۳۰ دقیقه قرار گرفتن در محیط تاریک، جذب محلول‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. درصد ظرفیت رویش رادیکالی (RSA) از رابطه زیر محاسبه شد:

$$RSA (\%) = [1 - (S - SB) / C] \times 100$$

در این رابطه، S و SB به ترتیب میزان جذب نمونه (عصاره + DPPH) و جذب شاهد (متانول + عصاره) و C میزان جذب شاهد (متانول + DPPH) است.

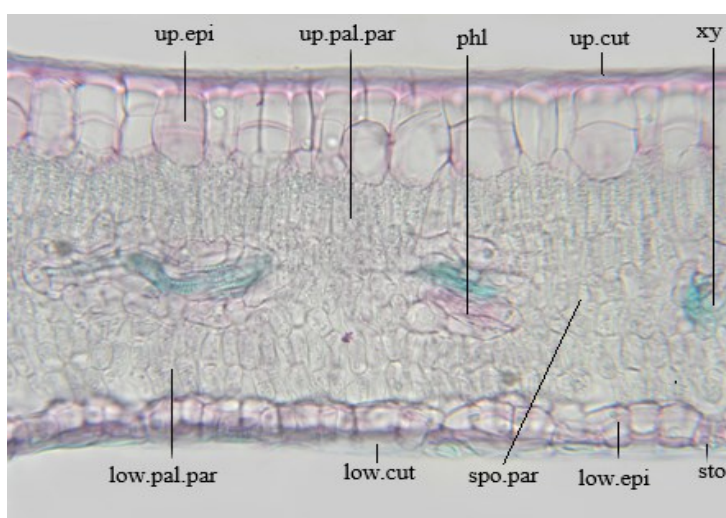
جدول ۲- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مقادیر صفت‌های مورفولوژیکی عناب در سه رویشگاه

بیجار	القور	شاهرخت	صفت‌ها/رویشگاه
۵/۸۰ b	۶/۳۷ a	۶/۳۹ a**	ارتفاع (متر)
۰/۲۱ c	۰/۲۶ b	۰/۳۲ a***	قطر برابر سینه (متر)
۴/۵۲ b	۴/۹۲ ab	۵/۲۶ a*	قطر تاج (متر)
۵/۲۷ b	۵/۳۱ b	۶/۰۳ a*	سطح تاج پوشش (مترمربع)
۳۲/۹۲ a	۳۴/۶۱ a	۲۹/۱ b*	طول برگ (میلی‌متر)
۱۲/۷۱ ab	۱۳/۶۵ a	۱۱/۷۸ b**	عرض برگ (میلی‌متر)
۱۶/۱۲ b	۱۸/۴۴ a	۱۹/۳۷ a***	طول میوه (میلی‌متر)
۱۲/۸۹ c	۱۵/۳۵ b	۱۷/۰ a***	عرض میوه (میلی‌متر)
۱/۲۹ b	۱/۳۴ b	۱/۶۶ a***	وزن میوه (گرم)

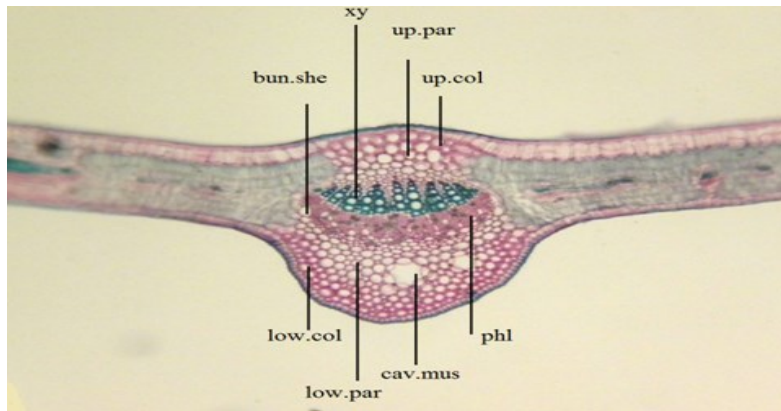
\*\*\* و \*\* و \* به ترتیب بیان‌کننده معناداری در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۱ درصد را نشان می‌دهند. میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن اختلاف معناداری باهم ندارند (در سطح احتمال ۵ درصد).

اصلی مشاهده می‌شوند (شکل ۲). اپیدرم فوقانی روزنه ندارد و در اپیدرم تحتانی، تیپ روزنه در برش عرضی برگ هم‌سطح و آنموسیتیک (Anomocytic) است و سلول‌های پیرامون سلول‌های محافظ روزنه با سلول‌های معمولی اپیدرمی تفاوتی ندارند و از هم تشخیص داده نمی‌شوند (شکل ۳).

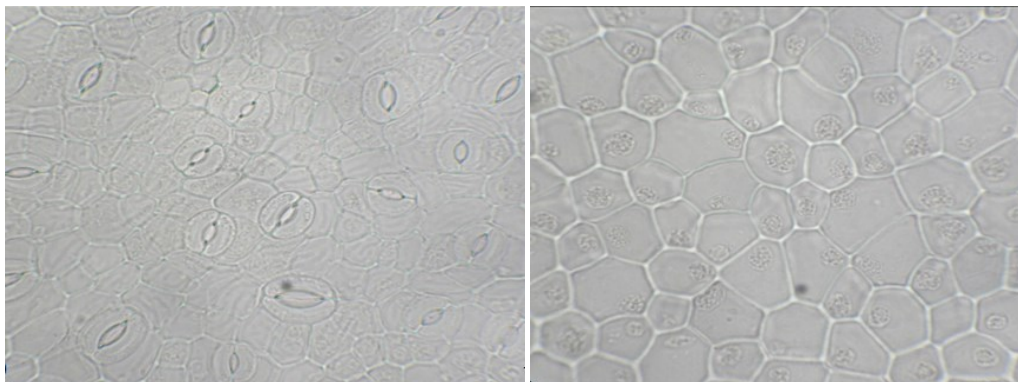
**صفت‌های آناتومیکی:** تیپ برگ اغلب جور دوسویه (Isobilateral) است (شکل ۱). مقطع رگبرگ اصلی از یک طرف برجسته است. اپیدرم در هر دو سطح یک لایه و غلاف آوندی در آن پارانشیمی، کامل و پیوسته است. کلانشیم در سطح فوقانی و در سطح تحتانی رگبرگ اصلی وجود دارد. کیسه‌های موسیلاژی در پارانشیم رگبرگ



شکل ۱- مقطع عرضی پهنک برگ؛ آوند آبکش (phl)، آوند چوبی (xy)، اپیدرم تحتانی (low.epi)، اپیدرم فوقانی (up.epi)، پارانشیم اسفنجی (spo.pal)، پارانشیم نردبانی تحتانی (low.pal.par)، پارانشیم نردبانی فوقانی (up.pal.par)، روزنه (sto)، کوتیکول تحتانی (low.cut)، کوتیکول فوقانی (up.cut) (بزرگ‌نمایی ۴۰ میکرون)



شکل ۲- مقطع عرضی رگبرگ اصلی؛ آوند آبکش (phl)، آوند چوبی (xy)، پارانشیم تحتانی (low.par)، پارانشیم فوقانی (up.par)، کلاتشیم تحتانی (low.col)، کلاتشیم فوقانی (up.col)، کیسه‌های موسیلاژی (cav.mus)، غلاف آوندی (bun.she) (بزرگ‌نمایی ۱۰۰ میکرون)



شکل ۳- روزنه و سلول‌های همراه اپیدرم فوقانی (راست) و تحتانی (چپ) برگ (بزرگ‌نمایی ۳۰ میکرون)

مشاهده شد. بیشترین میانگین مقادیر ضخامت اپیدرم فوقانی (۴۳/۷ میکرون) و تحتانی (۲۰/۱ میکرون)، رگبرگ اصلی (۵۲۲/۱ میکرون)، غلاف آوندی (۲۳۵/۵ میکرون)، تعداد لایه‌ها (۲/۵) و ضخامت پارانشیم اسفنجی (۳۹/۷ میکرون) و طول روزنه در اپیدرم تحتانی (۲۰/۸ میکرون) در رویشگاه بیجار یافت شد (جدول ۳).

**صفت‌های فیتوشیمی:** نتایج بررسی میزان عصاره، فنل و فلاونوئید کل با آزمون t زوجی نشان دادند این مقادیر اختلاف معناداری در دو روش عصاره‌گیری التراسونیک و سوکسله و در سه رویشگاه دارند (جدول ۴).

تجزیه واریانس مقادیر صفت‌های آناتومیکی و مقایسه میانگین این صفت‌ها با آزمون چنددامنه‌ای نشان داد تمام صفت‌های بررسی شده دارای اختلاف معنادار بین سه جمعیت هستند. بیشترین میانگین مقادیر ضخامت پهنک (۱۷۸/۵ میکرون)، مزوفیل (۱۱۴/۲ میکرون)، کوتیکول فوقانی (۳/۴ میکرون) و تحتانی (۲/۷ میکرون)، کلاتشیم فوقانی (۷۰/۱ میکرون) و تحتانی (۴۵/۵ میکرون)، پارانشیم نردبانی فوقانی (۵۵/۵ میکرون) و تحتانی (۲۰/۲ میکرون) و همچنین تعداد لایه‌های کلاتشیم فوقانی (۲/۷) و تحتانی (۲/۶)، پارانشیم نردبانی فوقانی (۲/۶) و تحتانی (۱/۷) و تعداد روزنه در اپیدرم تحتانی (۵۹۳/۹ در میلی‌متر مربع) در رویشگاه شاهرخت

**همبستگی صفت‌ها با برخی ویژگی‌های محیطی:**

همبستگی صفت‌های مورفولوژیکی با برخی ویژگی‌های محیطی رویشگاه‌های عنب‌نشان داد بین ویژگی‌های محیطی، بارندگی، دمای سالانه و ارتفاع از سطح دریا بیشترین همبستگی معنادار و میانگین بیشینه دمای گرم‌ترین ماه کمترین همبستگی معنادار را با صفت‌های مورفولوژیکی دارند. در میان صفت‌های مورفولوژیکی، ارتفاع درخت، قطر برابر سینه، قطر تاج و وزن میوه با تمام ویژگی‌های محیطی همبستگی معنادار داشتند و طول و عرض برگ کمترین همبستگی معنادار را نشان دادند (جدول ۶).

تجزیه واریانس مقادیر صفت‌های فیتوشیمی و مقایسه میانگین این صفت‌ها با آزمون چنددامنه‌ای نشان داد سه جمعیت اختلاف معناداری از نظر میزان عصاره، فنل و فلاونوئید کل حاصل از دو روش التراسونیک و سوکسله و DPPH عصاره دارند. بیشترین میانگین میزان عصاره (۷۸/۳۲ درصد) و DPPH (۱۸۹۶/۹ میلی گرم در لیتر) به رویشگاه بیجار و بیشترین میانگین فنل کل (۲۲/۶۹ میلی گرم در گرم) و فلاونوئید کل (۴/۹۲ میلی گرم در گرم) به رویشگاه شاهرخت مربوط بود (جدول ۵).

جدول ۳- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مقادیر صفات آناتومیکی عنب‌نشان در سه رویشگاه

صفت‌ها/رویشگاه	شاهرخت	القور	بیجار
ضخامت پهنک (میکرون)	۱۷۸/۵ a***	۱۷۰/۲ a	۱۲۵/۷ b
ضخامت مزوفیل (میکرون)	۱۱۴/۲ a***	۱۱۱/۱ a	۷۷/۱ b
ضخامت کوتیکول فوقانی (میکرون)	۳/۴ a***	۲/۸ b	۲/۶ b
ضخامت کوتیکول تحتانی (میکرون)	۲/۷ a***	۲/۲ b	۲/۱ b
ضخامت اپیدرم فوقانی (میکرون)	۳۴/۲ c***	۳۹/۵ b	۴۳/۷ a
ضخامت اپیدرم تحتانی (میکرون)	۱۴/۶ b*	۱۸/۱ ab	۲۰/۱ a
تعداد لایه‌های کلانشیم فوقانی	۲/۷ a*	۲/۵ a	۲/۱ b
ضخامت کلانشیم فوقانی (میکرون)	۷۰/۱ a***	۶۲/۲ a	۴۸/۷ b
تعداد لایه‌های کلانشیم تحتانی	۲/۶ a*	۲/۵ a	۲/۱ b
ضخامت کلانشیم تحتانی (میکرون)	۴۵/۵ a*	۴۰/۱ ab	۳۶/۷ b
تعداد لایه‌های پارانشیم اسفنجی	۱/۹ b*	۲/۱ ab	۲/۵ a
ضخامت پارانشیم اسفنجی (میکرون)	۳۳/۹ a*	۳۵/۵ ab	۳۹/۷ b
تعداد لایه‌های پارانشیم نردبانی فوقانی	۲/۶ a*	۲/۵ a	۲/۱ b
ضخامت پارانشیم نردبانی فوقانی (میکرون)	۵۵/۵ a***	۵۴/۲ a	۳۹/۱ b
تعداد لایه‌های پارانشیم نردبانی تحتانی	۱/۷ a*	۱/۶ a	۱/۱ b
ضخامت پارانشیم نردبانی تحتانی (میکرون)	۲۰/۲ a*	۱۹/۵ a	۱۴/۷ b
ضخامت رگبرگ اصلی (میکرون)	۴۶۳/۲ b*	۴۹۱/۱ ab	۵۲۲/۱ a
ضخامت غلاف آوندی رگبرگ اصلی (میکرون)	۱۹۸/۵ b**	۲۱۹/۵ ab	۲۳۵/۵ a
تعداد روزنه در اپیدرم تحتانی (میلی متر مربع)	۵۹۳/۹ a***	۴۹۰/۱ b	۳۷۱/۵ c
طول روزنه در اپیدرم تحتانی (میکرون)	۱۸/۹ b*	۱۹/۳ b	۲۰/۸ a

\*\*\*، \*\* و \* به ترتیب بیان‌کننده معناداری در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۱ درصد را نشان می‌دهند. میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن اختلاف معناداری باهم ندارند (در سطح احتمال ۵ درصد).

جدول ۴- آزمون t زوجی مربوط به کارایی دو روش استخراج و میانگین صفت‌های فیتوشیمی (± انحراف معیار) آنها در سه رویشگاه

ویژگی	رویشگاه	شاهرخت	القور	بیجار
میزان عصاره	التراسونیک	۳۲/۳۴±۰/۷۱	۵۵/۳۱±۱/۰۹	۵۷/۳۶±۰/۶۳
(/)	سوکسله	۳۳/۷۱±۰/۵۷	۷۸/۳۱±۱/۰۵	۷۶/۳۶±۰/۸۸
P-Value		**	***	***
فنل کل	التراسونیک	۱۸/۲۳±۰/۳۲	۱۳/۱۴±۰/۷۷	۱۲/۷۶±۰/۴۱
(mg GAE/g dw)	سوکسله	۲۲/۶۹±۰/۴۲	۱۵/۱۵±۰/۲۶	۱۳/۹۳±۰/۳۱
P-Value		***	***	***
فلاونوئید کل	التراسونیک	۲/۹۷±۰/۴۷	۲/۸۲±۰/۰۹	۲/۴۷±۰/۱۰
(mg Q/g dw)	سوکسله	۴/۹۲±۰/۱۶	۴/۸۱±۰/۰۴	۴/۷۸±۰/۰۷
P-Value		***	***	***

\*\* و \*\*\* به ترتیب معناداری در سطح احتمال ۱ و ۰/۱ درصد را نشان می‌دهند.

جدول ۵- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مقادیر صفت‌های فیتوشیمی عنب در سه رویشگاه

رویشگاه	میزان عصاره		DPPH	فنل کل		فلاونوئید کل	
	التراسونیک	سوکسله		التراسونیک	سوکسله	التراسونیک	سوکسله
	(%)		(mg/l)	(mg GAE/g dw)		(mg Q/g dw)	
شاهرخت	۳۲/۳۴ c***	۳۳/۷۱ c***	۱۷۷۶/۸ b***	۱۸/۲۲ a***	۲۲/۶۹ a***	۲/۹۷ a**	۴/۹۲ a*
القور	۵۵/۳۱ b	۷۶/۳۶ b	۱۷۸۴/۸ b	۱۳/۱۲ b	۱۵/۱۴ b	۲/۸۲ a	۴/۸۱ b
بیجار	۵۷/۳۶ a	۷۸/۳۲ a	۱۸۹۶/۹ a	۱۲/۷۶ b	۱۳/۹۳ b	۲/۴۷ b	۴/۷۸ b

\*, \*\* و \*\*\* به ترتیب معناداری در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۱ درصد را نشان می‌دهند. میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن اختلاف معناداری باهم ندارند (در سطح احتمال ۵ درصد).

جدول ۶- همبستگی پیرسون بین صفت‌های مورفولوژیکی عنب با ویژگی‌های محیطی

متغیرها	ارتفاع از سطح دریا	دمای سالانه	کمینه مطلق دما	بیشینه مطلق دما	میانگین کمینه دمای سردترین ماه	میانگین بیشینه دمای گرم‌ترین ماه	بارندگی
ارتفاع درخت	-۰/۴۵۴ **	۰/۴۹۴ **	۰/۴۵۳ *	۰/۵۰۲ **	۰/۴۷۴ **	۰/۴۹۹ **	-۰/۴۵۹ *
قطر برابر سینه	-۰/۸۱۱ **	۰/۸۲۳ **	۰/۷۷۶ **	۰/۷۸۴ **	۰/۸۴۰ **	۰/۷۳۳ **	-۰/۸۲۳ **
قطر تاج	-۰/۵۳۳ **	۰/۴۷۹ **	۰/۴۷۵ **	۰/۴۹۱ **	۰/۵۵۰ **	۰/۵۲۹ **	-۰/۵۰۵ **
سطح تاج پوشش	-۰/۴۴۵ *	۰/۴۲۱ *	۰/۵۲۰ **	۰/۳۴۰	۰/۴۶۰ *	۰/۳۷۹ *	-۰/۴۸۳ **
طول برگ	۰/۳۶۴ *	-۰/۳۷۷ *	-۰/۴۳۲ *	-۰/۳۴۱	-۰/۳۳۳	-۰/۲۳۲	۰/۳۹۰ *
عرض برگ	۰/۳۶۳ *	-۰/۳۶۵ *	-۰/۴۷۳ **	-۰/۳۴۶	-۰/۳۳۰	-۰/۲۷۱	۰/۳۹۳ *
طول میوه	-۰/۳۹۵ *	۰/۳۷۴ *	۰/۴۷۸ **	۰/۳۶۴ *	۰/۲۳۵	۰/۱۷۰	-۰/۳۸۸ *
عرض میوه	-۰/۴۳۶ *	۰/۳۶۱ *	۰/۶۸۳ **	۰/۳۶۵ *	۰/۳۷۹ *	۰/۱۹۳	-۰/۴۰۸ *
وزن میوه	-۰/۶۷۰ **	۰/۵۵۷ **	۰/۷۵۲ **	۰/۶۲۳ **	۰/۶۴۸ **	۰/۵۲۸ **	-۰/۶۷۰ **

\* و \*\* به ترتیب معناداری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

جدول ۷- همبستگی پیرسون بین صفت‌های آناتومیکی عناب با ویژگی‌های محیطی

متغیرها	ارتفاع از سطح دریا	دمای سالانه	کمینه مطلق دما	بیشینه مطلق دما	میانگین کمینه دمای سردترین ماه	میانگین بیشینه دمای گرم‌ترین ماه	بارندگی
ضخامت پهنک	۰/۸۲۱ **	۰/۸۹۵ **	۰/۶۲۰ **	۰/۷۲۴ **	۰/۸۳۴ **	۰/۸۴۸ **	۰/۸۱۴ **
ضخامت مزوفیل	۰/۷۳۰ **	۰/۸۰۰ **	۰/۵۴۳ **	۰/۶۵۸ **	۰/۷۴۸ **	۰/۷۸۳ **	۰/۷۲۳ **
ضخامت کوتیکول فوقانی	۰/۷۶۸ **	۰/۶۹۹ **	۰/۷۳۶ **	۰/۶۹۱ **	۰/۷۴۴ **	۰/۶۳۷ **	۰/۷۹۹ **
ضخامت کوتیکول تحتانی	۰/۷۸۳ **	۰/۷۲۴ **	۰/۷۹۷ **	۰/۶۷۲ **	۰/۷۴۹ **	۰/۶۴۲ **	۰/۷۴۶ **
ضخامت اپیدرم فوقانی	۰/۷۱۵ **	۰/۷۳۷ **	۰/۶۸۵ **	۰/۵۹۰ **	۰/۷۳۸ **	۰/۷۱۰ **	۰/۶۹۴ **
ضخامت اپیدرم تحتانی	۰/۴۹۷ **	۰/۴۳۵ *	۰/۴۶۰ *	۰/۵۴۵ **	۰/۵۱۵ **	۰/۵۱۲ **	۰/۴۷۷ **
تعداد لایه‌های کلانشیم فوقانی	۰/۴۸۶ **	۰/۵۱۲ **	۰/۳۸۴ *	۰/۴۳۰ *	۰/۴۸۲ **	۰/۴۸۲ **	۰/۴۶۲ *
ضخامت کلانشیم فوقانی	۰/۶۶۷ **	۰/۶۶۹ **	۰/۵۴۳ **	۰/۵۹۵ **	۰/۶۴۸ **	۰/۶۳۷ **	۰/۶۱۸ **
تعداد لایه‌های کلانشیم تحتانی	۰/۴۰۴ *	۰/۴۱۸ *	۰/۲۹۵	۰/۴۸۲ **	۰/۳۱۶	۰/۳۷۳ *	۰/۴۰۶ *
ضخامت کلانشیم تحتانی	۰/۵۰۷ **	۰/۴۶۱ *	۰/۴۲۰ *	۰/۵۳۹ **	۰/۵۰۰ **	۰/۴۶۱ *	۰/۴۱۵ *
تعداد لایه‌های پارانشیم اسفنجی	۰/۳۹۹ *	۰/۳۹۷ *	۰/۳۳۲	۰/۳۹۳ *	۰/۳۱۰	۰/۲۸۰	۰/۳۹۲ *
ضخامت پارانشیم اسفنجی	۰/۴۴۱ *	۰/۴۵۹ *	۰/۲۹۲	۰/۳۹۸ *	۰/۴۵۷ *	۰/۵۴۶ **	۰/۳۷۹ *
تعداد لایه پارانشیم نردبانی فوقانی	۰/۴۱۸ *	۰/۴۰۴ *	۰/۲۹۶	۰/۵۴۰ **	۰/۳۱۱	۰/۳۴۲	۰/۴۱۲ *
ضخامت پارانشیم نردبانی فوقانی	۰/۶۳۳ **	۰/۷۲۸ **	۰/۴۴۵ *	۰/۵۹۹ **	۰/۶۵۲ **	۰/۷۱۷ **	۰/۶۵۰ **
تعداد لایه پارانشیم نردبانی تحتانی	۰/۴۴۷ *	۰/۵۳۰ **	۰/۳۵۳	۰/۳۸۱ *	۰/۴۹۵ **	۰/۵۲۵ **	۰/۴۷۰ **
ضخامت پارانشیم نردبانی تحتانی	۰/۴۷۴ **	۰/۵۱۶ **	۰/۳۹۹ *	۰/۱۱۰	۰/۴۸۶ **	۰/۴۷۱ **	۰/۴۴۹ *
ضخامت رگبرگ اصلی	۰/۴۵۵ *	۰/۴۳۰ *	۰/۴۰۴ *	۰/۲۴۹	۰/۴۴۴ *	۰/۳۲۷	۰/۳۸۱ *
ضخامت غلاف آوندی رگبرگ	۰/۵۵۷ **	۰/۵۴۴ **	۰/۴۸۲ **	۰/۴۴۰ *	۰/۵۲۲ **	۰/۴۴۸ *	۰/۴۸۷ **
تعداد روزنه‌های اپیدرم تحتانی	۰/۶۷۷ **	۰/۶۶۱ **	۰/۵۹۲ **	۰/۷۹۰ **	۰/۶۶۴ **	۰/۶۲۱ **	۰/۷۲۷ **
طول روزنه‌های اپیدرم تحتانی	۰/۴۹۰ **	۰/۵۳۶ **	۰/۳۷۰ *	۰/۴۴۸ *	۰/۴۹۹ **	۰/۵۴۸ **	۰/۵۰۷ **

\* و \*\* به ترتیب معناداری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

تحتانی، ضخامت پارانشیم نردبانی تحتانی و رگبرگ اصلی، سایر صفت‌ها همبستگی معناداری را با تمام ویژگی‌های محیطی نشان دادند. همبستگی صفت‌های فیتوشیمی با برخی ویژگی‌های محیطی رویشگاه‌های عنباب نشان داد تمام ویژگی‌های محیطی همبستگی معناداری با صفت‌های فیتوشیمی میوه عنباب دارند (جدول ۸).

همبستگی صفت‌های آناتومیکی با برخی ویژگی‌های محیطی رویشگاه‌های عنباب نشان داد بین ویژگی‌های محیطی، ارتفاع از سطح دریا، دمای سالانه و بارندگی با تمام صفت‌های آناتومیکی همبستگی معنادار دارند (جدول ۷). در میان صفت‌های آناتومیکی، به جز تعداد لایه‌های کلانشیم تحتانی، ضخامت و تعداد لایه‌های پارانشیم اسفنجی، تعداد لایه‌های پارانشیم نردبانی فوقانی و

جدول ۸- همبستگی پیرسون بین صفت‌های فیتوشیمی عنباب با ویژگی‌های محیطی

متغیرها	ارتفاع از سطح دریا	دمای سالانه	کمینه مطلق دما	بیشینه مطلق دما	میانگین کمینه دمای سردترین ماه	میانگین بیشینه دمای گرم‌ترین ماه	بارندگی
عصاره	۰/۹۱۰ **	۰/۸۱۷ **	۰/۹۸۶ **	۰/۸۱۱ **	۰/۸۸۸ **	۰/۷۵۷ **	۰/۸۸۶ **
فصل کل	۰/۹۴۶ **	۰/۸۶۴ **	۰/۹۹۰ **	۰/۸۳۹ **	۰/۹۲۵ **	۰/۸۰۸ **	۰/۹۲۴ **
فلانویید کل	۰/۴۹۰ **	۰/۴۹۳ **	۰/۵۱۳ **	۰/۶۲۳ **	۰/۵۱۲ **	۰/۴۳۵ *	۰/۵۸۹ **
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۷۶۸ **	۰/۸۷۹ **	۰/۵۱۳ **	۰/۶۹۳ **	۰/۸۱۷ **	۰/۸۵۲ **	۰/۷۷۴ **

\* و \*\* به ترتیب معناداری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

## بحث

مقایسه صفت‌های مورفولوژیکی عنباب در سه رویشگاه مطالعه‌شده، تأثیر شرایط محیطی را نشان داد. در رویشگاه شاه‌رخت با ارتفاع ۹۵۰ متر از سطح دریا، میانگین صفت‌های مورفولوژیکی عنباب شامل ارتفاع درخت، قطر برابر سینه، قطر تاج، سطح تاج پوشش، طول، عرض و وزن میوه نسبت به دو رویشگاه دیگر بیشتر بود، اما میانگین مقادیر طول و عرض برگ در رویشگاه شاه‌رخت در مقایسه با دو رویشگاه بالاتر از آن کمتر بود؛ زیرا به علت بارندگی کمتر و دمای بیشتر هوا در این رویشگاه، درختان با کاهش سطح برگ، ویژگی گزرومورفیک را نشان می‌دهند. این ویژگی در

گیاهان گزرومورف بسیار متداول است؛ به طوری که با کاهش سطح برگ، میزان تبخیر و تعرق را کاهش می‌دهند (Bakhshi Khaniki and Asri, 2004).

جدول همبستگی ۶ نشان می‌دهد تمام صفت‌های مورفولوژیکی (به جز طول و عرض برگ) با ارتفاع از سطح دریا و بارندگی همبستگی منفی معنادار و با دمای سالانه، کمینه و بیشینه مطلق دما، میانگین کمینه دمای سردترین ماه و میانگین بیشینه دمای گرم‌ترین ماه همبستگی مثبت معنادار دارند؛ در حقیقت، رویشگاه شاه‌رخت با کمترین ارتفاع از سطح دریا توانسته است شرایط بهینه‌ای را برای رشد این گونه خشکی‌پسند فراهم کند. اگرچه

دریا، انتخاب جمعیت‌ها در یک منطقهٔ محدود با دامنهٔ ارتفاعی کم باشد.

نتایج بررسی صفت‌های آناتومیکی برگ عنب در سه رویشگاه مطالعه‌شده نشان دادند ارتفاع از سطح دریا و بارندگی روی صفت‌های آناتومیکی تأثیر دارند؛ زیرا رویشگاه شاهرخت بیشترین میانگین مقادیر ضخامت پهنک، مزوفیل، کوتیکول، کلانشیم و پارانشیم نردبانی و همچنین تعداد لایه‌های کلانشیم و پارانشیم نردبانی و تعداد روزنه را دارد. جدول همبستگی ۷ نشان می‌دهد به‌علت ویژگی گزروفیتی برگ، تمام صفت‌های آناتومیکی یادشده به‌جز ضخامت اپیدرم، پارانشیم اسفنجی، رگبرگ اصلی و غلاف آوندی و طول روزنه با ارتفاع از سطح دریا و بارندگی همبستگی منفی معنادار و با دمای سالانه، کمینه و بیشینهٔ مطلق دما، میانگین کمینهٔ دمای سردترین ماه و میانگین بیشینهٔ دمای گرم‌ترین ماه همبستگی مثبت معنادار دارند. با توجه به خشکی پسند بودن این گونه، ساختمان برگ به‌منظور سازش با این نوع رویشگاه‌ها تغییر یافته است.

Zhu و Wei (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای به بررسی تغییرپذیری صفت‌های مورفولوژیکی و آناتومیکی برگ عنب در پاسخ به شیب خشکی رویشگاه‌های طبیعی این گونه پرداختند و نتیجه گرفتند واکنش درختان عنب در شیب خشکی، کاهش تعرق و ازدست‌دادن آب از طریق کاهش سطح برگ و افزایش ضخامت برگ، کوتیکول، بافت نردبانی و قطر عناصر آوندی به‌منظور افزایش کارایی مصرف آب است. تمام تغییرات یادشده کاملاً با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارند؛ در حقیقت، تمام این

طول و عرض برگ این گونه با ارتفاع از سطح دریا همبستگی مثبت معنادار دارد، اما در رویشگاه بیجار با ارتفاع ۱۹۰۰ متر، سطح برگ کاهش یافته است؛ زیرا در این رویشگاه، شرایط بهینهٔ رشد برای درختان عنب فراهم نیست؛ همبستگی منفی معنادار سطح برگ با تمام ویژگی‌های دمایی این موضوع را تأیید می‌کند. Ashrafi و همکاران (۲۰۱۳) دمای مناسب برای رشد رویشی درختان عنب را ۵ تا ۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد و میانگین دما برای گل‌دهی و میوه‌دهی را کمتر از یا مساوی با ۲۲ تا ۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد اعلام کرده‌اند؛ این پژوهشگران دامنهٔ میزان بارندگی رویشگاه‌های عنب را بین ۸۷ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر بیان کرده‌اند، اما اشاره کرده‌اند این گونه به‌علت خشکی پسند بودن، در بسیاری از مناطق در شرایط دیم و با بارندگی متوسط ۲۰۰ میلی‌متر نیز رشد مطلوبی دارد. Li و همکاران (۲۰۱۵) نشان داده‌اند برخی صفت‌های مورفولوژیکی مهم برگ عنب با عوامل اقلیمی مانند بارندگی و دمای سالانه رابطهٔ خطی دارند و در نتیجه، بارندگی و دما را عوامل اصلی محدودکنندهٔ رشد و عملکرد بهینهٔ عنب معرفی کرده‌اند.

برخلاف نتایج پژوهش حاضر، Ghazaeian (۲۰۱۵) در بررسی تنوع ژنتیکی ژرم پلاسما عنب بر اساس صفت‌های مورفولوژیکی میوه در استان گلستان مشاهده کرده است بین میانگین مقادیر این صفت‌ها (طول ۱/۵۳ تا ۲/۱۶ سانتی‌متر، عرض ۱/۴ تا ۲/۱ سانتی‌متر و وزن ۰/۸ تا ۴/۸ گرم) اختلاف معنادار وجود دارد، اما با افزایش ارتفاع از سطح دریا (۳۰ تا ۳۷۰ متر) همبستگی ندارند؛ شاید دلیل همبستگی نداشتن این صفت‌ها با ارتفاع از سطح



مقایسه صفت‌های فیتوشیمی عنباب در سه رویشگاه نشان داد در رویشگاه شاه‌رخت، مقادیر فنل و فلاونوئید کل نسبت به دو رویشگاه دیگر بیشتر است. جدول همبستگی ۸ نشان می‌دهد این ترکیبات با ارتفاع از سطح دریا و بارندگی همبستگی منفی معنادار و با دمای سالانه، کمینه و بیشینه مطلق دما، میانگین کمینه دمای سردترین ماه و میانگین بیشینه دمای گرم‌ترین ماه همبستگی مثبت معنادار دارند؛ در واقع، تنش خشکی در رویشگاه شاه‌رخت سبب تولید بیشتر فنل و فلاونوئید کل می‌شود. میزان عصاره و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه عنباب با ارتفاع از سطح دریا و بارندگی همبستگی مثبت معنادار و با سایر عوامل اقلیمی همبستگی منفی معنادار دارد. تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار دارد. Martz و همکاران (۲۰۱۰) معتقدند تأثیر عوامل ژنتیکی بیشتر از عوامل محیطی است. به نظر می‌رسد گیاهان به شیوه‌های مختلفی در برابر تنش‌های محیطی واکنش نشان می‌دهند؛ برای نمونه، Jafari و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی تأثیر عوامل محیطی بر محتوای فنل و فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ درختان لرگ (*Pterocarya fraxinifolia*) و انجیر (*Ficus carica*) در سه رویشگاه مختلف جنگل‌های شمال کشور مشاهده کردند در گونه لرگ، ارتفاع از سطح دریا و دمای کمینه و بیشینه همبستگی منفی معناداری با محتوای فنل کل دارند و فلاونوئیدها با ارتفاع از سطح دریا و دمای کمینه و بارندگی همبستگی منفی معنادار دارند. در گونه انجیر، محتوای فنل کل با ارتفاع از سطح دریا همبستگی

تغییرات در صفت‌های مورفولوژیکی و آناتومیکی برگ عنباب، سازش‌های اکولوژیکی لازم برای تحمل به خشکی اکوتیپ‌های مختلف در طول شیب خشکی به شمار می‌آیند. Dongdong و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی صفت‌های آناتومیکی برگ عنباب در مناطق مختلف با دامنه ارتفاعی ۵ تا ۱۲۵۰ متر از سطح دریا و بارندگی ۲۱۰ تا ۷۷۵ میلی‌متر دریافتند اپیدرم‌های فوقانی و تحتانی از یک لایه سلول با روزنه‌هایی از نوع آنموسیتیک تشکیل شده‌اند. روزنه‌ها و سلول‌های اپیدرمی با کاهش بارندگی در رویشگاه‌ها، کوچک‌تر می‌شوند و ضخامت کوتیکول و برگ، قطر عناصر آوندی و دستجات آوندی رگبرگ اصلی افزایش می‌یابند؛ ضمن اینکه بافت نردبانی افزایش و در مقابل، بافت اسفنجی کاهش می‌یابد. نتایج یادشده کاملاً با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی دارند. در مغایرت با نتایج یادشده، Zhu و همکاران (۲۰۱۶) مشاهده کردند با افزایش خشکی محیط، تعداد روزنه‌ها کاهش می‌یابد. آنها بر این باورند افزایش تراکم کرک‌ها و کاهش تعداد و طول روزنه‌ها می‌تواند به گیاهان برای کاهش شدت تعرق و تحمل خشکی کمک کند. در مقابل، Zarrinkamar (۱۹۹۳) گزارش کرده است تراکم زیاد روزنه‌ها در گیاهان خشکی‌پسند سبب تبدلات سریع گازی می‌شود؛ همچنین، لایه ضخیم کوتیکول را کنترل‌کننده اصلی تعرق و بافت اسفنجی باریک را واکنشی در راستای کاهش سطح به فضای داخلی برگ می‌داند که سبب افزایش فتوسنتز و کاهش هدررفت آب می‌شود.

دارند و بیشترین درصد مهار (فعالیت آنتی‌اکسیدانی) در عصاره کلروفرم و هگزان و کمترین میزان مهار در عصاره اتیل استات به دست می‌آید. این پژوهشگران نتیجه گرفتند تفاوت فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های مختلف به میزان کل فنل‌ها، فلاونوئیدها و ترکیبات معطر بستگی دارد؛ بنابراین، عصاره‌های برگ و میوه این گیاه می‌توانند به شکل آنتی‌اکسیدان طبیعی در برابر آسیب اکسیداتیو رادیکال آزاد در بدن انسان استفاده شوند.

در پژوهش حاضر مشخص شد فعالیت آنتی‌اکسیدانی با ارتفاع از سطح دریا و بارندگی همبستگی مثبت معنادار و با شاخص‌های دمایی (دمای سالانه، کمینه و بیشینه مطلق دما، میانگین کمینه دمای سردترین ماه و میانگین بیشینه دمای گرم‌ترین ماه) همبستگی منفی معنادار دارد.

### جمع‌بندی

نتایج پژوهش حاضر نشان دادند ارتفاع از سطح دریا، بارندگی و دما تأثیر مهمی بر اندازه و وزن میوه و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عنب دارند؛ اما در هیچ‌یک از رویشگاه‌ها، این دو مزیت میوه به‌طور هم‌زمان مشاهده نمی‌شوند. در منطقه شاهرخت با ارتفاع ۹۵۰ متر از سطح دریا، میوه‌های عنب درشت‌تر و خوش‌خوراک‌تر هستند و در نتیجه، میزان محصول بیشتری در مقایسه با دو منطقه دیگر دارد؛ در حالی که در رویشگاه بیجار با ارتفاع ۱۹۰۰ متر از سطح دریا، میوه‌ها فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری دارند و بنابراین، بر اساس نوع کاربرد می‌توان از میوه‌های عنب این مناطق بهره‌برداری کرد.

مثبت معنادار و با دمای کمینه همبستگی منفی معنی‌دار دارد؛ ضمن اینکه محتوای فلاونوئید کل با ارتفاع از سطح دریا، دمای کمینه و بارندگی همبستگی منفی معنادار دارد؛ البته در بررسی این پژوهشگران، اختلاف ارتفاع مناطق حدود ۲۵۰ متر و تفاوت دمایی حدود ۲ درجه سانتی‌گراد بود؛ بنابراین، قضاوت درباره همبستگی عوامل محیطی با محتوای فنل و فلاونوئیدها باید با دقت بیشتری انجام شود. Bahadoran و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه ویژگی‌های فیزیولوژیکی *Salsola richteri* در دو منطقه کویری شاهرخت و بشروئیه استان خراسان جنوبی دریافتند در شرایط تنش خشکی، محتوای فلاونوئیدها افزایش درخور توجهی دارد؛ این نتیجه‌گیری با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی دارد.

Sun و همکاران (۲۰۱۱) نتیجه گرفتند ارتفاع از سطح دریا و بارندگی سالانه تأثیر زیادی بر میزان آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی دارد. میوه‌های وارته‌های عنب که در مناطق نیمه‌خشک و ارتفاعات رشد کرده بودند، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری را نشان دادند. Li و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره پنج رقم عنب مشاهده کردند فعالیت آنتی‌اکسیدانی در این ارقام متفاوت است و بین مقدار فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی همبستگی وجود ندارد. اما Xue و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی سه اکوتیپ عنب دریافتند فعالیت آنتی‌اکسیدانی زیاد میوه عنب را می‌توان به محتویات فنلی زیاد میوه نسبت داد. Al-Saeedi و همکاران (۲۰۱۶) مشاهده کردند عصاره‌های برگ و میوه عنب فعالیت آنتی‌اکسیدانی درخور توجهی

## References

- Alavi, N. M. (1991) Sedimentary and structural characteristics of the Paleo-Tethys remnants in North Eastern Iran. *Bulletin of the Geological Society of America* 103(8): 983-992.
- Al-Saeedi, A. H., Al-Ghafri, M. T. H. and Hossain, M. A. (2016) Comparative evaluation of total phenols, flavonoids content and antioxidant potential of leaf and fruit extracts of Omani *Ziziphus jujuba* L. *Pacific Science Review A: Natural Science and Engineering* 18(1): 78-83.
- Ashrafi, A., Mikaniki J. and Dehghani, M. (2013) Agro-Ecological zoning and evaluation of ecological potencies of South Khorasan for jujube plantation. *Geographical Planning of Space Quarterly Journal* 3(7): 67-86 (in Persian).
- Bahadoran, M., Abrishamchi, P., Ejtehadi, H. and Ghassemzadeh, F. (2015) Study on some physiological characteristics of *Salsola richteri* in drought condition in the two desert regions of the South Khorasan province. *Iranian Journal of Plant Biology* 24(2): 1-15.
- Bakhshi Khaniki, Gh. R. and Asri, Y. (2004) *Xerophytes* (translation). Payame Noor University Press, Tehran (in Persian).
- Choi, S. -H., Ahn, J. -B., Nobuyuki, K., Levin, C. E. and Friedman, M. (2011) Distribution of free amino acids, flavonoids, total phenolics, and antioxidative activities of Jujube (*Ziziphus jujuba*) fruits and seeds harvested from plants grown in Korea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59: 6594-6604.
- Dinarvand, M. and Zarinkamar, F. (2006) Anatomy-taxonomy of the genus *Ziziphus* in Iran. *The Iranian Journal of Botany* 12(1): 36-41.
- Dongdong, K., Lihui, H., Pengfei, M., Xuezhi, W. and Runcheng, B. (2008) Comparison on characters of leaf anatomy of *Ziziphus jujuba* var. *spinosa* in different geography environment. *Scientia Silvae Sinicae* 12: 135-139.
- Ebrahimzadeh, M. A., Pourmorad, F. and Hafezi, S. (2008) Antioxidant activities of Iranian corn silk. *Turkish Journal of Biology* 32: 43-49.
- Engeman, R. M., Sugihara, R. T., Pank, L. F. and Dusenberry, W. E. (1994) A comparison of plotless density estimators using Monte Carlo simulation. *Ecology* 75(6): 1769-1779.
- Gao, W. H., Li, X. G. and Wang, C. Z. (2009) Variation in morphology of Jujube "Muzao" (*Ziziphus jujuba* Mill.) in the losses plateau of China. *Acta Horticulturae* 840: 197-202.
- Gao, Q. H., Wu, P. T., Liu, L. R., Wu, C. S., Parry, J. W. and Wang, M. (2011) Physicochemical properties and antioxidant capacity of different jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) cultivars grown in loess plateau of China. *Scientia Horticulturae* 130(1): 67-72.
- Gao, Q. H., Wu, G., Yu, J., Wang, M., Ma, Y. and Li, C. (2012) Textural characteristic, antioxidant activity, sugar, organic acid, and phenolic profiles of 10 promising jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) selections. *Journal of Food Science* 77(11): 1218-1225.
- Ghazaeian, M. (2015) Genetic diversity of Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) germplasm based on vegetative and fruits physicochemical characteristics from Golestan province of Iran. *Comunicata Scientiae* 6(1): 10-16.
- Ghouth, K., Malekzadeh Shafaroodi, S., Rashed Mohassel, M. H., Akbari, M. R. and Razavi, S. H. (2014) Grouping Jujubes of Iran based on quantitative characteristics and ISSR and RAPD markers. *Seed and Plant Improvement Journal* 30(1): 173-190 (in Persian).
- Ghouth, K. (2016) *Jujube (Botany and Horticulture)*. Fekr-e Bekr Publications, Tehran (in Persian).
- Hudina, M., Liu, M., Veberic, R., Stampar, F. and Colaric, M. (2008) Phenolic

- compounds in the fruit of different varieties of Chinese jujube (*Ziziphus jujube* Mill.). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 83(3): 305-308.
- Iran Meteorological Organization (2019) Statistical data of Birjand, Khor and Sarbisheh synoptic stations. Retrieved from <http://www.weather.ir>. On: 26 August 2019 (in Persian).
- Jafari, N., Naderi, P. and Ebrahimzadeh, M. A. (2015) Evaluation of phenolic content, total flavonoid and survey of antioxidant activity of leaves of *Ficus carica* and *Pterocarya fraxinifolia* trees using spectrophotometry and high performance liquid chromatograph methods. Iranian Journal of Plant Biology 25(3): 1-16.
- Jamshidi, M., Shabani, E., Hashemi, Z. and Ebrahimzadeh, M. A. (2014) Evaluation of three methods for the extraction of antioxidants from leaf and aerial parts of *Lythrum salicaria* L. (Lythraceae). International Food Research Journal 21(2): 783-788.
- Khakdaman, H. and Pourmeidani, A. (2004) The study of geographic distribution and morphologic characters of Jujube in Iran. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 20(1): 69-87 (in Persian).
- Khakdaman, H., Pourmeidani, A. and Adnani, S. M. (2007) Study of genetic variation in Iranian Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) ecotypes. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 14(4): 202-214 (in Persian).
- Li, J. W., Ding, S. D. and Ding, X. L. (2005) Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube. Process Biochemistry 40(11): 3607-3613.
- Li, X., Li, Y., Zhang, Z. and Li, X. (2015) Influences of environmental factors on leaf morphology of Chinese Jujubes. PLOS One 10(5): e0127825.
- Lusarczyk, S., Michał, H., Niak, K. and Matkowski, A. (2009) Antioxidant activity of polyphenols from *Lycopus lucidus* Turcz. Food Chemistry 113(1): 134-138.
- Mahmoudi, M., Ebrahimzadeh, M. A., Nabavi, S. F., Hafezi, S., Nabavi, S. M. and Eslami, Sh. (2010) Antiinflammatory and antioxidant activities of gum mastic. European Review for Medical and Pharmacological Sciences 14(9): 765-769.
- Martz, F., Jaakola, L., Julkunen-Tiitto, R. and Stark, S. (2010) Phenolic composition and antioxidant capacity of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) leaves in northern Europe following foliar development and along environmental gradients. Chemical Ecology 36(9): 1017-1028.
- Mozaffarian, V. (2005) Trees and Shrubs of Iran. Farhang Moaser Publications, Tehran (in Persian).
- Mishra, K. K., Kashyap, P., Sawarkar, H. A., Mule, B. P., Verma, S. K. and Kumar, S. (2012) Evaluation of antifungal activity of stones of *Ziziphus jujuba* for ringworm infection. International Journal of Herbal Drug Research 1(3): 8-11.
- Preeti, K. M., Singh, S. and Chaudhary, N. (2014) *Ziziphus jujuba*: A Phytopharmacological Review. International Journal for Pharmaceutical Research Scholars 3(1): 514-523.
- Rabie, M. (2008) The study of ecological characteristics of *Artemisia sieberi* Besser populations in Iran. PhD thesis, University of Tehran, Tehran, Iran (in Persian).
- Rabiei, Kh., Bekhradnia, S., Nabavi, S. M., Nabavi, S. F. and Ebrahimzadeh, M. A. (2012) Antioxidant activity of polyphenol and ultrasonic extracts from fruits of *Crataegus pentagyna* subsp. *elburensis*. Natural Product Research 26(24): 2353-2357.

- Roskov, Y., Ower, G., Orrell, T., Nicolson, D., Bailly, N., Kirk, P. M., Bourgoin, T., DeWalt, R. E., Decock, W., Nieukerken, E. van, Zarucchi, J. and Penev, L. (2019) Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2019 Annual Checklist. Retrieved from <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019>. On: 25 August 2019.
- Saeidi, K., Shahhoseini, R., Tavakoli Neko, H. and Saadatjou, B. (2016) Evaluation of some phytochemical, morphological characteristics and minerals content in different populations of Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 32(2): 245-255 (in Persian).
- Saghari, M. (2017) Detailed-executive studies report of watershed management of Al-Qorat watershed in Birjand, vol. 12: Integration and planning report. General Department of Natural Resources and Watershed Management of South Khorasan province, Watershed Management Deputy (in Persian).
- Sarla, S. and Subhash, C. (2011) Nutritional evaluation, antimicrobial activity and phytochemical screening of wild edible fruit of *Ziziphus jujuba*. Journal of Pharmacy Research 4(12): 4631-4633.
- Sergio, A. and Carbonneau, K. (2014) Antioxidant activities and total phenolics of Jujube genotypes chosen from Turkey. International Journal of Enology and Viticulture 1(7): 83-86.
- Shahhoseini, R., Babaei, A. R., Khosravi, H., Tavakoli, H. and Omidbaigi, R. (2011) Characterization of Iranian of Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) ecotypes and determination of their genetic relationships. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 12(4): 329-344 (in Persian).
- Shahhoseini, R., Babaei, A. R., Amirmasoomi, M. and Omidbaigi, R. (2013) Investigation on optimal extraction method, quantity and mucilage variation of the ecotypes of Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 29(1): 105-115 (in Persian).
- Sun, Y. F., Liang, Z. S., Shan, C. J., Viernstein, H. and Unger, F. (2011) Comprehensive evaluation of natural antioxidants and antioxidant potentials in *Ziziphus jujuba* Mill. var. *spinosa* (Bunge) Hu ex H. F. Chou fruits based on geographical origin by TOPSIS method. Food Chemistry 124: 1612-1619.
- Tatari, M., Ghasemi, A. and Mousavi, A. (2016) Genetic diversity in Jujube germplasm (*Ziziphus jujube* Mill.) based on morphological and pomological traits in Isfahan province, Iran. Crop Breeding Journal 4(2): 79-85.
- Wang, C., Cheng, D., Cao, J. and Jiang, W. (2013) Antioxidant capacity and chemical constituents of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) at different ripening stages. Food Science Biotechnology 22(3): 639-644.
- Wikipedia (2020) Jujube. Retrieved from <https://fa.wikipedia.org/wiki/Jujube>. On: 27 August 2019 (in Persian).
- Xue, Z., Feng, W., Cao, J., Cao, D. and Jiang, W. (2009) Antioxidant activity and total phenolic contents in peel and pulp of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruits. Journal of Food Biochemistry 33: 613-629.
- Zarinkub, M. H. (2000) Petrology and geochemistry of ophiolite assemblies in south of Birjand. PhD Thesis, Tarbiat Moallem University, Tehran, Iran.
- Zarrinkamar, F. (1993) Comparative foliar anatomy of xerophyte species from Iran. The Iranian Journal of Botany 6(1): 153-168.
- Zarrinkoub, M. H., Chung, S. -L., Chiu, H. -Y., Mohammadi, S., Khatib, M. and Lin, I. -J. (2010) Zircon U-Pb age and geochemical constraints from the northern Sistan suture zone on the Neotethyan magmatic and tectonic evolution in eastern Iran. Conference of Tectonic Crossroads: Evolving Orogens in Eurasia-Africa-Arabia. Ankara, Turkey.

- Zhao, J., Li, S. P., Yang, F. Q., Li, P. and Wang, Y. T. (2006) Simultaneous determination of saponins and fatty acids in *Ziziphus jujuba* (Suanzaoren) by high performance liquid chromatography-evaporative light scattering detection and pressurized liquid extraction. *Journal of Chromatography* 1108(2): 188-194.
- Zhu, G., Deng, R., Ma, Y. and Wei, X. (2015) Changes in the vessel morphology of *Ziziphus jujuba* var. *spinosa* plants in response to natural drought-gradient ecotopes. *Acta Ecologica Sinica* 35(24): 8268-8275.
- Zhu, G., Deng, R. and Wei, X. (2016) Leaf epidermal micromorphology of *Ziziphus jujuba* var. *spinosa* in response to a gradient of drought stress. *Acta Ecologica Sinica* 36(16): 5193-5203.
- Zhu, G. and Wei, X. (2016) Leaf morphological plasticity of *Ziziphus jujuba* var. *spinosa* in response to natural drought gradient ecotopes. *Acta Ecologica Sinica* 36(19): 6178-6187.