



## ارزیابی سازگاری کلون تجاری زرشک بیدانه (*Berberis vulgaris*) در شرایط آب و هوایی استان قزوین

شیوا قاسمی<sup>۱\*</sup>، مصطفی قاسمی<sup>۱</sup>، هادی زراعتگر<sup>۲</sup>، بابک قرالی<sup>۱</sup>، ولی اله رسولی<sup>۳</sup>

۱- هیئت علمی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

۲- هیئت علمی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران

۳- هیئت علمی، پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۶

### چکیده

با توجه به شرایط خشک و خاک های نامرغوب کشور، کشت گیاهانی مانند زرشک که نسبت به این شرایط متحمل هستند باید مورد توجه قرار گیرد. بنابراین در این مطالعه، سازگاری یک کلون تجاری زرشک بیدانه در شرایط آب و هوایی استان قزوین مورد بررسی قرار گرفت. نهال های زرشک بی دانه، در دی ماه ۱۳۹۸ در سه منطقه جغرافیایی شامل ایستگاه های اسماعیل آباد واقع در شهرستان قزوین، یزبر واقع در شهرستان آبیک و زراباد واقع در شهرستان الموت به ترتیب با ارتفاع های ۱۳۲۹، ۱۱۷۰ و ۱۴۵۰ متر از سطح دریا کشت شدند. فاکتورهای مورد بررسی شامل زمان گلدهی، تشکیل میوه، زمان رسیدن میوه، عملکرد تر هر درختچه در سال پربار و ویژگی های کمی و کیفی میوه بودند. بر اساس نتایج زودترین تاریخ گلدهی و تشکیل میوه در ایستگاه یزبر با ارتفاع کمتر (۱۱۷۰ متر) و پس از آن در منطقه اسماعیل آباد (۱۳۲۹ متر) و الموت (۱۴۵۰ متر) مشاهده شد. تاریخ رسیدن میوه در الموت با ارتفاع بیشتر زودتر از سایر مناطق بوده است. بیشترین وزن تر میوه هر درختچه در سال پربار (۳۳۴۴ گرم) در منطقه الموت مشاهده شد. بیشترین وزن تر و خشک ۱۰ حبه (به ترتیب ۱/۵ و ۰/۳۱ گرم) نیز در منطقه الموت مشاهده شد. بیشترین میزان اسید قابل تیتراسیون و اسید آسکوربیک مربوط به میوه های منطقه الموت با ارتفاع بالاتر بود. بر اساس نتایج می توان نتیجه گرفت که کلون انتخابی زرشک بی دانه، در منطقه الموت سازگاری بهتری نشان داد، بنابراین کشت آن در منطقه الموت توصیه می شود. **واژگان کلیدی:** زرشک، متحمل به تنش، ارتفاع، خصوصیات کیفی.

## Study on the adaptation of a commercial clone of seedless barberry (*Berberis vulgaris*) to the climatic conditions of Qazvin province, Iran

Shiva Ghasemi<sup>1\*</sup>, Mostafa Ghasemi<sup>1</sup>, Hadi Zeraatgar<sup>2</sup>, Babak Gharali<sup>1</sup>, Valiollah Rasoli<sup>3</sup>

1- Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran

2- South Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Birjand, Iran

3- Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, AREEO, Qazvin, Iran

Received: June 2024

Accepted: March 2025

### Abstract

Due to the dry conditions and poor soils of the country, the cultivation of plants such as barberry, which are tolerant to these conditions, should be considered. Therefore, in this study, the adaptation of a commercial clone of seedless barberry to the climatic conditions of Qazvin province was investigated. Seedless barberry plants were planted in January 2019 in three geographical areas including Esmail Abad located in Qazvin city, Yezbar located in Abyek city and Zarabad located in Alamut city at altitudes of 1329, 1170 and 1450 meters above sea level, respectively. The factors studied included flowering time, fruit set, fruit ripening time, fresh yield of each shrub in the on year, and quantitative and qualitative characteristics of the fruit. Based on the results, the earliest date of flowering and fruit set was observed in Yezbar station with a lower altitude (1170 m) followed by Esmail Abad region (1329 m) and Alamut (1450 m). The date of fruit ripening in Alamut with a higher altitude was earlier than in other regions. The highest fresh weight of fruit per shrub in the on year (3344 g) was observed in Alamut region. The highest fresh and dry weight of 10 berries (1.5 and 0.31 g, respectively) was also observed in Alamut region. The highest titratable acid and ascorbic acid levels were related to fruits in Alamut region with a higher altitude. Based on the results, it can be concluded that the selected clone of seedless barberry showed better adaptation in Alamut region, therefore its cultivation in Alamut region is recommended.

**Keywords:** Barberry, Stress-tolerant, Altitude, Qualitative Traits.

## ۱- مقدمه

زمان برداشت و دمای منطقه قرار می‌گیرد و مطالعات مختلفی روی تأثیر این عوامل بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه زرشک و همچنین ویژگی‌های گلدهی و باردهی آن در مناطق مختلف جهان انجام شده است. مرادی‌نژاد و همکاران (Moradinezhad *et al.*, 2024)، خواص فیزیکیوشیمیایی میوه‌های خشک زرشک را در چهار منطقه استان خراسان جنوبی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد بیشترین مواد جامد محلول کل (TSS) و بیشترین شاخص طعم (TSS/TA) برای میوه‌های منطقه بیرجند به دست آمد که نشان می‌دهد میوه‌های این منطقه طعم بهتر و شیرین‌تری نسبت به سایر مناطق داشتند. اما میوه‌های زرشک منطقه قاین دارای بیشترین میزان اسیدیته قابل تیترا (TA) و کمترین میزان TSS بودند که نشان‌دهنده ترش‌تر بودن میوه‌های این منطقه نسبت به سایر مناطق بود. کمترین مقدار  $a^*$  (قرمزی) میوه مربوط به منطقه درمیان بود. همچنین بیشترین میزان فنل کل و محتوای آنتوسیانین در میوه‌های منطقه بیرجند مشاهده شد. اما میوه‌های منطقه درمیان کمترین میزان فنل و کمترین میزان آنتوسیانین و ویتامین C را داشتند. بنابراین میوه‌های خشک زرشک منطقه بیرجند از کیفیت و ارزش غذایی بالاتری نسبت به سایر مناطق برخوردار بودند. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani *et al.*, 2013) مناسب‌ترین زمان برداشت میوه زرشک بی‌دانه را در منطقه قائنات در استان خراسان جنوبی بررسی کردند. نتایج نشان داد که بهترین زمان برداشت میوه در منطقه مورد مطالعه دهه سوم آبان ماه بود. بیشترین طول میوه (۹/۹۱ میلی‌متر)، وزن تر ۱۰۰ حبه (۱۱/۱۳ گرم)، وزن خشک ۱۰۰ حبه (۳/۴۲ گرم)، عملکرد در بوته (۱۳/۷۱ کیلوگرم میوه تازه و ۴/۵۶ کیلوگرم میوه خشک) در این تاریخ به دست آمد. در ترکیه نیز خواص فیزیکی و شیمیایی و همچنین اجزای موثر و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی ۱۹ ژنوتیپ زرشک جمع‌آوری شده از شمال شرقی آناتولی، مورد بررسی قرار گرفت که در آن تفاوت‌های قابل توجهی بین ژنوتیپ‌های مختلف مشاهده شد (Yildiz *et al.*, 2014).

زرشک بی‌دانه ایرانی به خشکی مقاوم است و می‌تواند در هر خاکی با عملکرد قابل قبول رشد و نمو کند (DeGraaf,

گیاه زرشک بی‌دانه با نام علمی *Berberis vulgaris* و نام انگلیسی *Barberry*، بومی ایران است که به صورت درختچه‌ای خاردار به ارتفاع ۱ تا ۳ متر با شاخه‌هایی شکننده است (مهدیزاده و ناظری، ۱۳۹۵). گونه‌های زرشک با توجه به تنوع زیادی که دارند، یکی از ذخایر توارثی گیاهی ارزشمند کشورمان محسوب می‌شوند و بسته به نوع مصرف و کاربردهای آن جنبه‌های متفاوتی مورد توجه قرار می‌گیرند (ضرغامی‌مقدم، ۱۳۹۰). میوه‌های زرشک حاوی عناصر ضروری، مواد معدنی و ترکیبات دخیل در سلامتی هستند و در درمان مشکلات کبدی و عروقی و پیشگیری از بسیاری از بیماری‌ها مفید هستند (Sarraf *et al.*, 2019; Khayyat, 2022). مطالعات نشان داده که بربرین (berberine) موجود در زرشک، کلسترول و گلوکز خون را کاهش می‌دهد (Sarraf *et al.*, 2019). ترکیبات فنولی با خواص آنتی‌اکسیدانی در عصاره اتانولی زرشک یافت شده است. در بررسی خواص فیتوشیمیایی (فلاونوئید کل، فنل کل، آنتوسیانین و آلکالوئیدها) اندام‌های مختلف گیاه زرشک بی‌دانه در استان گلستان مشخص شد میوه‌ها و برگ‌ها دارای بالاترین متابولیت‌های ثانویه بودند (Mazandarani *et al.*, 2013). در طب سنتی ایرانی، میوه زرشک را ضد درد می‌دانند و از اندام‌های مختلف گیاه زرشک مانند ریشه، ساقه، برگ، گل و میوه‌ها به عنوان ضد باکتری، تب و خارش استفاده می‌کنند (Tavakoli Kaghaz *et al.*, 2021).

ایران با میزان تولید ۱۸۲۶۹۳ تن میوه تر و ۲۴۶۰۲ هکتار سطح زیر کشت بارور و عملکرد حدود ۷/۴ تن در هکتار، بزرگترین تولیدکننده زرشک بی‌دانه جهان است. استان خراسان جنوبی با تولید ۱۸۲۳۳۰ تن و سطح زیر کشت ۲۴۳۳۱ هکتار و متوسط عملکرد ۷/۵ تن در هکتار (میوه تر) دارای بالاترین میزان سطح زیر کشت و تولید زرشک در کشور می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۲). از هر ۳-۴ کیلو زرشک تر، یک کیلو زرشک خشک و تمیز به دست می‌آید (محمدعموی و همکاران، ۱۳۹۶).

ترکیبات میوه زرشک و در نتیجه کیفیت آن تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله رقم، ارتفاع منطقه، طول فصل رشد،

حاضر سازگاری یک کلون تجاری زرشک بی‌دانه در سه ارتفاع مختلف در استان قزوین به منظور تعیین مناسب‌ترین منطقه برای کشت آن مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد گیاهی

پاجوش‌های ریشه‌دار زرشک کلون برتر محلی بیرجند در اوایل زمستان ۱۳۹۸ از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی تهیه و در زمینی به مساحت ۱۰۰۰ متر مربع در سه ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین که شرایط اقلیمی نسبتاً متفاوتی داشتند کشت شدند و چهار سال بعد از کاشت، ارزیابی‌های مختلف روی گیاهان انجام گرفت. در شکل ۱ گونه زرشک بی‌دانه در استان قزوین در زمان باردهی مشاهده می‌شود.

لذا در مقایسه با بسیاری از محصولات کشاورزی دیگر، کشت آنها در مناطقی با آب و هوای خشک و دچار کمبود آب از مزایای اقتصادی بالاتری برخوردار است (Alemardan *et al.*, 2013). کشور ایران همواره با مساله تنش‌های محیطی مواجه است که این موضوع یکی از محدودیت‌های عمده در بحث کشاورزی کشور ما می‌باشد. لذا کشت گیاهانی مانند زرشک که نسبت به شرایط خشک و خاک‌های نامرغوب کشور متحمل بوده و در ضمن عملکرد مناسبی در این شرایط داشته باشد باید مورد توجه قرار گیرد. از طرفی، علی‌رغم متحمل بودن گیاه زرشک به شرایط بیان شده، باید اشاره کرد که گرمای تابستان در دشت‌های کم ارتفاع و بادهای گرم از عوامل محدودکننده رشد و تولید این گیاه هستند (Mahmoodi *et al.*, 2009). بنابراین در پژوهش



شکل ۱- زرشک بی‌دانه در استان قزوین در زمان باردهی

مقداری کود حیوانی پوسیده همراه با ۵۰ گرم فسفات آمونیوم در کف گودال ریخته و با خاک مخلوط شد. در سال‌های بعد، در اوایل خرداد ماه ۱۰۰ گرم اوره و در اوایل تیرماه ۱۰۰ گرم سولوپتاس برای هر درختچه استفاده شد. سیستم آبیاری مورد استفاده قطره‌ای بود و آبیاری در طول فصل رشد هر ۱۲ روز یکبار انجام می‌شد. درختچه‌ها به صورت چند تنه تربیت شدند و هرس هم فقط به حذف شاخه‌های خشک محدود بود.

### ۲-۲- مناطق کشت و آماده سازی زمین

سه منطقه کاشت گیاهان شامل ایستگاه اسماعیل‌آباد واقع در شهرستان قزوین، ایستگاه یزبر واقع در شهرستان آبیک و ایستگاه زرآباد واقع در شهرستان معلم کلایه الموت قزوین بودند. خصوصیات جغرافیایی و اقلیمی سه ایستگاه مختلف در جدول ۱ آمده است.

عمق چاله‌های کاشت ۴۰ سانتی‌متر و فواصل کاشت نهال‌ها ۳ متر روی ردیف و ۴ متر بین ردیف بود. هنگام کاشت

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی و اقلیمی مناطق کشت زرشک بی دانه در استان قزوین

نام منطقه	ارتفاع (m)	میانگین دمای سالانه (درجه سانتی-گراد)	حداکثر دمای مطلق سالانه (درجه سانتی-گراد)	حداقل دمای مطلق سالانه (درجه سانتی-گراد)	متوسط بارش (mm)	رطوبت نسبی (سالانه %)
الموت (زرآباد)	۱۴۵۰	۱۳/۹۲	۳۶	-۲۰	۴۰۰	۴۰
یزبر	۱۱۷۰	۱۵/۸۷	۴۰	-۱۵	۲۵۰	۲۸
اسماعیل آباد	۱۳۲۹	۱۵/۳۱	۳۹	-۱۷	۳۲۰	۳۲

### ۲-۳- صفات مورد اندازه‌گیری

فاکتورهای مورد بررسی شامل زمان گلدهی، زمان تشکیل میوه، زمان بلوغ میوه، عملکرد تازه هر درختچه در سال پر بار، وزن تر و خشک ۱۰ حبه و صفات کیفی میوه بودند. زمان تمام گل زمانی در نظر گرفته شد که ۵۰ درصد گل‌های گیاه باز شدند. علاوه بر این، پایان گلدهی زمانی ثبت شد که ۲۰ درصد گل‌ها پژمرده شدند و گلبرگ آنها ریزش کردند. بهترین تاریخ برداشت میوه زرشک زمانی بود که میوه‌ها در سرمای پاییزی رسیده و قرمز شده بودند (Arena et al., 2011).

وزن تر و خشک ۱۰ حبه با استفاده از ترازوی دیجیتال (۰/۰۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد. برای سنجش خصوصیات کیفی میوه، ابتدا اقدام به تهیه عصاره از نمونه‌ها گردید. نمونه‌های میوه در آن در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و سپس آسیاب شدند. بعد از آن از هر نمونه ۲۵ گرم گرفته شد و با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط شد و توسط یک فیلتر پارچه‌ای با مش ریز استخراج شد و عصاره تهیه شد و این عصاره برای تعیین صفات کیفی میوه مورد استفاده قرار گرفت.

اسیدیته آب میوه با pH متر اندازه‌گیری شد. کل مواد جامد محلول (TSS) عصاره با یک رفراکتومتر دستی (مدل ATAGO ژاپن) در ۲۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد و به عنوان درجه بریکس بیان شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، پنج میلی لیتر از عصاره در داخل ظرف ریخته شد و با اضافه کردن آب مقطر تا ۱۰۰ میلی لیتر تنظیم شد. سپس عصاره رقیق شده با NaOH یک دهم نرمال در

حضور فنل فتالئین به عنوان یک شاخص (۲-۳ قطره) تا رسیدن به pH=۸/۲۳ تیتر شد. اسید قابل تیتر میوه (گرم اسید مالیک در ۱۰۰ میلی لیتر عصاره میوه) توسط معادله ۱ و بر اساس اسید مالیک گزارش شد (Williams and Horwitz, 1984). اسید مالیک اسید آلی غالب در میوه‌های رسیده زرشک است (Abudurehman et al., 2022). معادله ۱:

$$\text{Titrate acid} = \left( \frac{V \times N \times M}{2000} \right) \times A$$

V حجم NaOH مصرف شده (ml)، N نرمالیه NaOH، M مولاریته اسید مالیک و A ضریب رقت است. محلول NaOH برای خنثی کردن اسیدیته آب میوه استفاده می‌شود.

مقدار اسیدآسکوربیک توسط تیتراسیون با محلول ید در یدور پتاسیم در حضور معرف نشاسته اندازه‌گیری شد (Arya, 2000). مقدار کل ترکیبات فنلی با استفاده از روش Folin-Ciocalteu (FC) اندازه‌گیری شد (Makkar et al., 1993). حجم ۴۵۰ میکرولیتر آب مقطر به ۵۰ میکرولیتر عصاره تهیه شده اضافه شد. سپس ۲۵۰ میکرولیتر معرف Folin-Ciocalteu یک نرمال به آن اضافه شد و ورتکس شد و به مدت ۵ دقیقه به حالت سکون باقی ماند. سپس، ۱/۲۵ میلی لیتر کربنات سدیم ۲۰ درصد به مخلوط اضافه شد و به مدت ۴۰ دقیقه در شرایط تاریک در دمای اتاق قرار گرفت. در نهایت، جذب در ۷۲۵ نانومتر با استفاده از اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد. یک منحنی کالیبراسیون با استفاده از غلظت‌های مختلف اسید گالیک تهیه شد و نتایج به صورت میلی گرم اسید گالیک در ۱۰۰ میلی لیتر عصاره بیان شد.

## ۲-۴- تجزیه آماری

سه منطقه جغرافیایی کشت گیاهان به عنوان تیمارهای آزمایشی در نظر گرفته شدند و اثر آن‌ها بر پارامترهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. طرح مورد استفاده به صورت بلوکهای کامل تصادفی (RCBD) با ۹ تکرار بود و تجزیه داده‌ها توسط نرم افزار MSTATC version 2.10 انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

## ۳- نتایج

### ۳-۱- اندازه‌گیری‌ها

#### ۳-۱-۱- ویژگی‌های فنولوژیکی

نتایج نشان داد که ویژگی‌های فنولوژیکی زرشک (تاریخ گلدهی، تشکیل میوه و بلوغ) در مناطق مختلف تفاوت داشتند (جدول ۲). تاریخ گلدهی و تشکیل میوه در ایستگاه یزبر با ارتفاع کمتر (۱۱۷۰ متر) زودتر بود و ایستگاه‌های اسماعیل آباد (۱۳۲۹ متر) و الموت (۱۴۵۰ متر) پس از آن قرار داشتند. با اینحال تاریخ رسیدن میوه در ایستگاه الموت با ارتفاع بیشتر زودتر بود.

جدول ۲- زمان تمام گل، پایان گلدهی، زمان تشکیل میوه و زمان برداشت میوه زرشک در مناطق مورد مطالعه

منطقه	زمان تمام گل (بازشدن ۵۰ درصد گل‌ها)	پایان گلدهی	زمان فروت ست	زمان برداشت
الموت	۸ اردیبهشت	۱۴ اردیبهشت	۲۲ اردیبهشت	۲۱ شهریور
اسماعیل آباد	۳ اردیبهشت	۹ اردیبهشت	۱۶ اردیبهشت	۶ مهر
یزبر	۱ اردیبهشت	۶ اردیبهشت	۱۳ اردیبهشت	۱۹ مهر

تر و خشک میوه در دو منطقه یزبر و اسماعیل آباد تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴).

در میان عوامل اقلیمی، دما بسیار مهم است و به طور قابل توجهی بر برخی از جنبه‌های رشد و نمو گیاهان تأثیر می‌گذارد (Sage et al., 2007). یکی از شرایط رشد کامل و باردهی زرشک ارتفاع حداقل ۱۰۰۰ متر از سطح دریا و زمستان‌های سرد و طولانی می‌باشد. در قسمت‌های کم ارتفاع گرمای شدید تابستان همراه با بادهای گرم عامل محدود کننده در سازگاری اقلیمی آن می‌باشد. درختچه‌های زرشکی که در ارتفاعات بیش از هزار متر و نیز در مناطقی با زمستان‌های نسبتاً سرد و طولانی می‌رویند از رشد بیشتر و محصول دهی بهتری برخوردارند.

#### ۳-۱-۳- ویژگی‌های کیفی میوه

##### ۳-۱-۳-۱- pH عصاره میوه

در ویژگی‌های کیفی میوه نیز اثر منطقه بر همه ویژگی‌ها به جز فنول میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

گزارش شده در مناطق کوهستانی با آب و هوای سردتر، میوه‌های زرشک زودتر از مناطق گرمتر قرمز می‌شوند (Alemardan et al., 2013). بنابراین رنگ‌گیری بهتر میوه و برداشت زودتر در ایستگاه الموت می‌تواند به دلیل ارتفاع بیشتر و دمای کمتر در منطقه باشد.

#### ۳-۱-۲- ویژگی‌های کمی میوه

مطابق جدول تجزیه واریانس، اثر منطقه بر پارامترهای عملکرد تر درختچه، وزن تر و خشک ۱۰ میوه زرشک (ده سته یا حبه) معنی‌دار بود (جدول ۳).

بیشترین وزن تر در سال پر بار (۳۳۴۴ گرم) در منطقه الموت مشاهده شد. کمترین میزان محصول (۱۷۸۸ گرم) نیز در منطقه یزبر مشاهده شد. (جدول ۴). میانگین وزن تر و خشک ده میوه زرشک (ده سته یا حبه) نیز به ترتیب ۱/۲۹۷ گرم و ۰/۲۶۱ گرم بود. با اینکه در منطقه الموت فصل رشد کوتاهتر بود اما بالاترین وزن تر (۱/۵ گرم) و خشک (۰/۳۱ گرم) ده میوه در زمان برداشت در این منطقه مشاهده شد که ممکن است ناشی از شب‌های خنک در این منطقه باشد. وزن

تیتراسیون کل میوه‌های *B. buxifolia* به طور قابل توجهی در طول دوره رسیدن کاهش یافت (Arena *et al.*, 2011). اسید قابل تیتراسیون در میوه نارس زرشک بیشتر است و با رسیدن میوه کاهش می‌یابد (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2013). گزارش شده است که شب‌های خنک ممکن است دلیل افزایش اسید قابل تیتراسیون میوه در پشن فروت باشد (Kozai *et al.*, 2007). بنابراین، شب‌های خنک ممکن است دلیل بالاتر بودن اسید قابل تیتراسیون میوه زرشک در منطقه الموت نسبت به یزیر باشد.

### ۳-۱-۳-۴-اسید آسکوربیک

بیشترین مقدار آسکوربیک اسید (ویتامین C) میوه (۷۹۴/۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) در منطقه الموت مشاهده شد که تفاوت قابل توجهی با مناطق اسماعیل آباد و یزیر نشان داد. کمترین مقدار آسکوربیک اسید در منطقه یزیر (۵۷۳/۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) مشاهده شد (جدول ۴).

احمد و همکاران (Ahmed *et al.*, 2013) بیان کردند که نه تنها ژنوتیپ، بلکه زیستگاه رشد زرشک نیز عامل اصلی تعیین کننده رشد، بهره‌وری و ترکیب غذایی میوه آن می‌باشد. مهمترین ویتامین موجود در میوه‌ها و سبزیجات برای تغذیه انسان، ویتامین C است (Santos and Silva, 2008). محتوای ویتامین C در میوه‌ها و سبزیجات می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند شرایط آب و هوایی قبل از برداشت، بلوغ، روش‌های برداشت و روش‌های ذخیره سازی پس از برداشت قرار گیرد (Mditshwa *et al.*, 2017). هر چه شدت نور در طول فصل رشد بیشتر باشد، محتوای ویتامین C در بافت گیاه بیشتر است (Mditshwa *et al.*, 2017). مرادی-نژاد و همکاران (Moradinezhad *et al.*, 2024) خصوصیات میوه زرشک را در مناطق اصلی تولید زرشک در خراسان جنوبی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد کمترین میزان ویتامین C مربوط به میوه‌های تهیه شده از منطقه درمیان بود و سطح ویتامین C در منطقه بیرجند، منطقه زیرکوه و منطقه قاین تفاوت معنی‌داری نداشتند و بیشتر از منطقه درمیان بودند.

بیشترین میزان pH میوه (۲/۹۶) در یزیر مشاهده شد و کمترین pH (۲/۶) میوه در الموت مشاهده شد و بین هر سه منطقه تفاوت معنی داری مشاهده شد (جدول ۴). با رسیدن میوه، pH افزایش می‌یابد یا به عبارتی اسیدیته کاهش می‌یابد (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2013). فرهادی چیتگر و همکاران (Farhadi Chitgar, 2017)، pH میوه زرشک بدون دانه کشت شده در ایران را ۲/۳۰ گزارش کردند. علی توکلی کاغذ و همکاران (Ali-Tavakoli-Kaghaz *et al.*, 2023) به ارزیابی گیاهان زرشک در پنج رویشگاه مختلف استان کرمان پرداختند. نتایج آنها نشان داد که بیشترین مقدار pH (۳/۶۴) در عنبرآباد با کمترین ارتفاع به دست آمد.

### ۳-۱-۳-۲-بریکس (TSS)

بالاترین مقدار مواد جامد محلول (۲۰/۴۸ درصد بریکس) در زمان برداشت در منطقه یزیر و کمترین مقدار (۱۷/۱۸ درصد) در منطقه الموت مشاهده شد (جدول ۴). گزارش شده قند میوه زرشک در مراحل نمو از نارس به رسیده افزایش می‌یابد و این افزایش به هیدرولیز ساکارز به قندهای ساده گلوکز و فروکتوز نسبت داده می‌شود (Arena and Curvetto, 2008). در تحقیق علی توکلی کاغذ و همکاران (Ali-Tavakoli-Kaghaz *et al.*, 2023) در سه منطقه جغرافیایی استان کرمان، بیشترین میزان TSS میوه در منطقه عنبرآباد با کمترین ارتفاع مشاهده شد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. به طوری که در منطقه یزیر با ارتفاع کمتر، TSS میوه بیشتر بود که می‌تواند ناشی از طولانی شدن فصل رشد در مناطق کم ارتفاع نسبت به مناطق مرتفع باشد.

### ۳-۱-۳-۱-اسید قابل تیترا

بیشترین اسید قابل تیترا (۳/۸۴ درصد) در منطقه الموت مشاهده شد و کمترین (۱/۵ درصد) در منطقه یزیر مشاهده شد (جدول ۴). فرهادی چیتگر و همکاران (Farhadi Chitgar, 2017)، اسیدیته قابل تیتراسیون زرشک بدون دانه کشت شده در ایران را ۵/۶۳ درصد گزارش کردند. اسیدیته قابل

### ۳-۱-۳-۵- فنول

نتایج نشان داد از نظر مقدار فنول میوه تفاوت معنی‌داری بین سه منطقه مورد بررسی وجود نداشت (جدول ۴).

ترکیبات فنولی به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی خود نقش اساسی در از بین بردن رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از تبدیل هیدروپراکسیدها (Hydroperoxides) به رادیکال‌های آزاد دارند (Jimoh *et al.*, 2008). ساسیکومار و همکاران (Sasikumar *et al.*, 2012)، کل ترکیبات فنلی میوه‌های تازه زرشک را ۴۱۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گزارش کردند. در پژوهش ایلدیز و همکاران (Yildiz *et al.*, 2014) کل ترکیبات فنلی میوه زرشک از ۲۵۰۰ تا ۳۷۲۰ میلی‌گرم اسید گالیک در هر لیتر عصاره متغیر بود.

### ۵- نتیجه‌گیری کلی

با توجه به محدودیت آب در کشور، شور شدن خاک‌ها و کاهش حاصلخیزی آنها امکان افزایش سطح زیر کشت

محصولات کشاورزی وجود ندارد و کشت گیاهان کم توقع و مقاوم مانند زرشک در اولویت می‌باشد. این گیاه سازگاری نسبتاً خوبی به شرایط نامساعد محیطی مانند خشکی و شوری دارد و کشت و کار آن می‌تواند در بسیاری از مناطق کشور مورد توجه قرار گیرد. نتایج بررسی سازگاری کلون زرشک بی‌دانه در سه منطقه متفاوت اقلیمی در استان قزوین نشان داد گیاهان زرشک در منطقه الموت سازگاری بهتری از دو منطقه اسماعیل‌آباد و یزبر نشان دادند. بر اساس نتایج، بیشترین محصول تر هر درختچه در سال پر بار (۳۳۴۴ گرم) و بیشترین وزن تر (۱/۵ گرم) و خشک (۰/۳۱ گرم) ده میوه در منطقه الموت مشاهده شد. بیشترین میزان اسید قابل تیتراسیون و اسید اسکوربیک نیز مربوط به میوه‌های برداشت شده از منطقه الموت بود. بر اساس نتایج، کیفیت میوه به ارتفاع منطقه بستگی دارد و افزایش ارتفاع باعث بهبود کیفیت میوه می‌شود. می‌توان نتیجه گرفت که گیاهان زرشک در منطقه الموت سازگاری بهتری نشان دادند، بنابراین کشت این گیاه در این منطقه توصیه می‌شود.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر مناطق مختلف بر شاخص‌های مختلف گیاه زرشک

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد هر درختچه (سال محصول)	وزن تر ۱۰ حبه	وزن خشک ۱۰ حبه	مواد جامد محلول (TSS)	pH	اسید قابل تیتر	اسید آسکوربیک	فنول
تیمار (منطقه)	۲	۶/۱۹۴ **	۰/۲۸۷ *	۰/۰۱۸ **	۲۵/۴۷۷ **	۰/۲۷۵ **	۱۲/۳۲۸ **	۱۱۷/۱۷۷/۴۸۱ **	۵۵۶/۴۹۱ ns
تکرار	۸	۰/۳۷۶ ns	۰/۰۴۹ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۶۱۲ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۵۱ ns	۱۸۹۸/۸۴۳ ns	۲۳۶/۲۵۷ ns
خطا	۱۶	۰/۲۳۸	۰/۰۵۴	۰/۰۰۳	۰/۱۴۷	۰/۰۱۰	۰/۰۵	۱۲۲۹/۹۸۱	۱۹۶۷/۶۹۷
کل	۲۶								

\*, \*\*, و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهند.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده میوه زرشک در سه منطقه مختلف در استان قزوین

نام منطقه	وزن تازه میوه هر درختچه در سال بار (گرم)	وزن تازه ده میوه (گرم)	وزن خشک ده میوه (گرم)	TSS (%)	pH	اسید قابل تیتر (/)	اسید آسکوربیک (میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک)	فنول (میلی گرم اسید گالیک در صد میلی لیتر عصاره)
الموت	۳/۳۴۴±۰/۵۲۹a	۱/۵±۰/۲۶۳a	۰/۳۱±۰/۰۶۲a	۱۷/۰±۱۸/۵۴۵c	۲/۰±۶/۱۴۴c	۳/۰±۸۴/۳۰۷a	۷۹۴/۴۵±۱/۴۲a	۲۴۵/۴۶±۳۷/۲۳a
یزبر	۱/۷۸۸±۰/۵۹۴b	۱/۲±۰/۲۲۲b	۰/۲۳±۰/۰۴۵b	۲۰/۰±۴۸/۳۸۵a	۲/۰±۹۵/۰۴۲a	۱/۰±۵/۰۷۶c	۵۷۳/۲۶±۶/۵۳c	۲۶۰/۴۲±۰/۳۵a
اسماعیل آباد	۳/۰۶±۰/۴۶۶a	۱/۱۷±۰/۱۹۵b	۰/۲۴±۰/۰۴۶b	۱۸/۰±۳/۶۷۸b	۲/۰±۸/۰۴۹b	۲/۰±۶۲/۲۲۴b	۶۳۲/۳۹±۷/۸۹b	۲۵۶/۱۵±۳/۴۹a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، فاقد تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد هستند (Mean±Standard deviation)

**تضاد و تعارض منافع**-نویسندگان این مقاله هر گونه تعارض و تضاد منافع اعم از تجاری و غیر تجاری و شخصی را که در ارتباط مستقیم یا غیر مستقیم با اثر منتشر شده است رد می نمایند.

**تشکر و قدردانی**-نویسندگان مقاله از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قزوین بابت حمایت‌های مادی و معنوی از این پروژه تشکر می شود.

## منابع

- آمارنامه کشاورزی، (۱۴۰۲). جلد سوم. محصولات باغبانی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی اقتصادی. مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات
- ضراحی مقدم، م. (۱۳۹۰). اکوفیزیولوژی زرشک. *مجله محیط زیست ایران*، ۲۴ (۳)، ۴۹-۵۱.
- محمدعمویی، ع.، مجاهد، م. و مجاهد، م. (۱۳۹۶). کاشت زرشک به روش دیم در اراضی شیبدار. *نشریه ترویجی*، ۱۲۳ صفحه.
- مهدیزاده، ا. و م. ناظری. (۱۳۹۵). آشنایی با کاشت، داشت و برداشت زرشک. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی کرمان، اداره رسانه‌های ترویجی.
- Abudurehman, B., Zhou, X., Shu, X., Chai, Z., Xu, Y., Li, S., Tian, J., Pan, H., & Ye, X. (2022). Evaluation of Biochemical Properties, Antioxidant Activities and Phenolic Content of Two Wild-Grown Berberis Fruits: *Berberis nummularia* and *Berberis atrocarpa*, *Foods*, 11, 2569.
- Ahmed, M., Anjum, M.A., Naz, R.M.M., Khan, M.R., & Hussain S. (2013). Characterization of indigenous barberry germplasm in Pakistan: variability in morphological characteristics and nutritional composition. *Fruits*, 68, 409-422.
- Alemardan, A., Asadi, W., Rezaei, M., Tabrizi, L., & Mohammadi, S. (2013). Cultivation of Iranian seedless barberry (*Berberis integerrima* 'Bidaneh'): A medicinal shrub. *Industrial Crops and Products*, 50, 276-287.
- Ali-Tavakoli-Kaghaz, I., Nakhaei, F., Mosavi, S.G., & Seghatoleslami, M. (2023). Phenological, morpho-physiological, and biochemical attributes of barberry (*Berberis integerrima* L.) in different habitats of Iran. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 5(2), 2-15.
- Arayne, S.M., Sultana, N., & Bahadur S.S. (2007). The Berberis story: *Berberis vulgaris* in therapeutics. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 20, 83-9.
- Arena, M.E., & Curvetto, N. (2008). *Berberis buxifolia* fruiting: Kinetic growth behavior and evolution of chemical properties during the fruiting period and different growing seasons. *Scientia Horticulturae*, 118(2), 120-7.
- Arena, M.E., Giordani, E., & Radice S., (2011). Flowering, fruiting and leaf and seed variability in *Berberis buxifolia*, a native Patagonian fruit species. In: Marin, L., Kovac, D. (Eds.), *Native Species: Identification, Conservation and Restoration*. Nova Sciences Publishers, New York, 117-136.
- Arya, S.P.N. (2000). Spectrophotometric methods for the determination of vitamin C. *Analytica Chimica Acta*, 417, 1-14.
- DeGraaf, R.M. (2002). *Trees, Shrubs, and Vines for Attracting Birds*. University press of New England, One Court Street, Lebanon, NH 03766, pp. 75.
- Farhadi Chitgar, M., Aalami, M., Maghsoudlou, Y., & Milani, E. (2017). Comparative study on the effect of heat treatment and sonication on the quality of barberry (*Berberis vulgaris*) juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, e12956.
- Jimoh, F., Adedapo, A., Aliero, A., & Afolayan, A. (2008). Polyphenolic Contents and Biological Activities of *Rumex ecklonianus*. *Pharmaceutical Biology*, 46 (5), 333-340.

- Khayyat, M. (2022). Summer pruning on seedless barberry: preliminary results on alternate bearing behavior. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 5(3), 221-230.
- Kozai, N., Kataoka, I., Kondo, T., Amemiya, S., Higuchi, H., Ogata, T., & Yonemoto, Y. (2007). Effect of night temperature regime on fruit quality of 'Summer Queen' passion fruit (*Passiflora edulis* × *P. edulis* f. *flavicarpa*) harvested in winter. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, 51(2), 70-2.
- Mahmoodi, H.R., Zamani, G.H., & Balandary, A., (2009). The study of qualitative characteristics of seedless barberry (*Berberis vulgaris* L.) as influenced by different fruit harvesting dates and two different climates. In: 6th Congress of Iranian Horticultural Sciences, pp. 1486–1489.
- Makkar, H.P, Blummel, M., Borowy, N.K., & Becker, K. (1993). Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 61, 161-5.
- Mazandarani, M., Ghasemi, N., & Bayat, H. (2013). Investigation of secondary active compounds of medical plant (*Berberis vulgaris* L) and its comparison among different part of the plant in South East of Golestan province. *Plant Environmental Physiology*, 8, 59-70.
- Mditshwa, A., Magwaza, L. S., Tesfay, S. Z., & Opara, U. L. (2017). Postharvest factors affecting vitamin C content of citrus fruits: A review. *Scientia Horticulturae*, 218, 95-104.
- Moradinezhad, F., Dorostkar, M., Niazmand, R., & Doraki, Gh. (2024). A comprehensive study of qualitative and biochemical characteristics of dried seedless barberry fruits from different regions of South Khorasan Province, Iran. *Journal of horticulture and postharvest research*, 7(4), 345-360
- Rezvani Moghaddam, P., Fallahi, J., Aghhavani Shajari, M., & Nassiri Mahallati, M. (2013). Effects of harvest date, harvest time, and post-harvest management on quantitative and qualitative traits in seedless barberry (*Berberis vulgaris* L.). *Industrial Crops and Products*, 42, 30-6.
- Sage, R.F., & Kubien, D.S. (2007). The temperature response of C3 and C4 photosynthesis. *Plant Cell Environment*, 30(9), 1086-106.
- Santos, P.H.S., & Silva, M.A. (2008). Retention of vitamin C in drying processes of fruits and vegetables- A review. *Drying Technology*, 26(12), 1421-1437.
- Sarraf, M., Beig Babaei, A., & Naji-Tabasi, S. (2019). Investigating functional properties of barberry species: an overview. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(12), 5255-5269.
- Sasikumar, J.M., Maheshu, V., Smilin, A.G., Gincy, M.M., & Joji, C. (2012). Antioxidant and antihemolytic activities of common Nilgiri barberry (*Berberis tinctoria* Lesch.) from south India. *Int Food Research Journal*, 19, 1601- 1607.
- Tavakoli Kaghaz, I., Nakhaei, F., Mosavi, S., & Seghatoleslami, M. (2021) Variations in phytochemical properties of seedy barberry (*Berberis integerrima* L.) grown in different habitats of Kerman. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 11(4), 3779-3788.
- Williams, S., & Horwitz, W. (1984). Official methods of analysis of the Association of Official *Analytical Chemists*. 14th Edition, AOAC, Arlington.
- Yildiz, H., Ercisli, S., Sengul, M., Topdas, E.F., Beyhan, O., Cakir, O., Narmanlioglu, H.K., Orhan, E. (2014). Some physicochemical characteristics, bioactive content and antioxidant characteristics of non-sprayed Barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruits from Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 56, 123-129.