

ارزیابی خواص فیزیکی و شیمیایی سه گونه زرشک بومی ایران

محمد فرهادی چیتگر^۱، مهدی وریدی^۲، محمد جواد وریدی^{۲*} و فخری شهیدی^۲

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۲۰

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

^۲ به ترتیب استادیار، دانشیار و استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

*مسئول مکاتبه: Email: m.varidi@um.ac.ir

چکیده

زرشک‌ها (*Berberis Spp.*) یکی از گیاهان دارویی هستند که قسمت‌های مختلف آنها شامل ریشه، برگ، پوست و میوه از گذشته‌های دور در ایران به عنوان دارو استفاده می‌شده است. علاوه بر زرشک بی‌دانه (*B. vulgaris*) که به طور صنعتی در کشورمان کشت می‌شود گونه‌های وحشی دیگری نظیر زرشک زرافشانی (*B. integerrima*) و زالزالکی (*B. crataegina*) نیز در نقاط مختلف کشورمان به صورت خودرو رشد می‌کنند. دسترسی به اطلاعات علمی در رابطه با ویژگی‌های فیزیکی انواع زرشک جهت طراحی بهینه تجهیزات انبارداری، حمل‌ونقل، جداسازی، فرآوری و بسته‌بندی آنها ضروری به نظر می‌رسد. علاوه بر این کسب اطلاعات در مورد خصوصیات شیمیایی این گونه‌ها نیز می‌تواند زمینه کاربرد آنها را در صنایع غذایی و دارویی فراهم کند. لذا به منظور معرفی این گونه‌های بومی در این پژوهش خواص فیزیکوشیمیایی دو گونه وحشی و گونه بی‌دانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین طول، سطح جانبی، دانسیته توده، وزن هزاردانه و سرعت حد سه گونه اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. میزان چربی، پروتئین، کربوهیدرات، خاکستر و فیبرخام گونه‌های وحشی در مقایسه با زرشک بی‌دانه بیشتر بود که دلیل آن را می‌توان به وجود هسته در گونه‌های وحشی نسبت داد. گونه‌های وحشی دارای اسیدیته بیشتر و pH و قندهای احیاکننده پایین‌تری بودند. پتاسیم ماده معدنی شاخص در هر سه گونه بود. گونه زالزالکی دارای بیشترین مقادیر آنتوسیانین (۵۰/۸۶ ± ۶۸۴/۰۳۷) و بعد از آن به ترتیب گونه زرافشانی (۶۰/۸۱ ± ۹۹۸/۱۷) و بی‌دانه (۲۱/۸۴ ± ۲۸۰/۹۶) قرار داشتند. بین ترکیبات موجود در هسته دو گونه زرشک زرافشانی و زالزالکی نیز اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت.

واژگان کلیدی: خواص فیزیکی شیمیایی، زرشک، زرافشانی، زالزالکی، بی‌دانه

مقدمه

گونه تقریباً سه برابر عرض آن است. میوه آن سته کشیده به طول ۱۱ میلی‌متر، عرض ۵ تا ۹ میلی‌متر و بیضوی می‌باشد که ابتدا قرمز ولی بعد سیاه‌رنگ می‌شود. این گونه در قسمت‌های مخلف ایران از جمله تهران، گچسار، البرز، کرج، رامیان، کندلوس، شهرستانک، خراسان، قزوین، طالقان، فیروزکوه، و احتمالاً بیرجند در مناطق خنک و سلم‌آباد دیده می‌شود. در کشورهای مجاور نیز در ترکیه، ارمنستان و جنوب ترکمنستان می‌روید. این گونه با زرشک زرافشانی، دورگ تولید می‌کند (*Integerrima* × *Crataegina*). گونه مذکور وحشی و دانه‌دار است که همانند زرشک زرافشانی برای تازه خوری و در تهیه غذاهای سنتی استفاده می‌شود (آزادی ۱۳۸۸).

زرشک دارای ترکیبات زیست فعال با اثرات درمانی می‌باشد و می‌توان از آنها به طور گسترده‌ای در صنایع غذایی و دارویی استفاده کرد. شاه‌وردی و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که عصاره اتانولی هسته زرشک زرافشانی باعث افزایش خاصیت ضد میکروبی سفالکسین و سفیتیزوگزم بر روی باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیاکلی می‌شود. فتحی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که میوه زرشک بی‌دانه اثرات مفیدی بر روی سیستم قلبی و عصبی دارد. همچنین این محققان پیشنهاد کردند که میوه زرشک می‌تواند در درمان فشار خون بالا و مشکلات عصبی نظیر تشنج و صرع استفاده شود.

مطالعات زیادی در مورد بررسی خواص فیزیوشیمیایی میوه‌های مختلف از جمله پسته (رضوی و همکاران ۲۰۰۷) گیلاس ترش (وارساواس و همکاران ۲۰۰۶) و واریته‌های پرتقال (تاپوز و همکاران ۲۰۰۵) صورت گرفته است. ولایتی و همکاران (۱۳۹۰) اثر محتوای رطوبتی بر برخی خواص فیزیکی بربریس ولگاریس را مورد بررسی قرار دادند. اکبولت و همکاران (۲۰۰۹) خواص تغذیه‌ای و فیزیوشیمیایی بربریس ولگاریس را مورد بررسی قرار دادند. ایزکلی و

زرشک‌ها (*Berberis. spp.*) گروه بزرگی از درختچه‌های خاردار همیشه سبز هستند که قسمت‌های مختلف آنها شامل ریشه، برگ، پوست و میوه از گذشته‌های دور در ایران به عنوان دارو استفاده می‌شده است. در طب سنتی ایران خواص ضدتب و تنظیم ضربان قلب برای قسمت‌های مختلف زرشک بیان شده است. میوه‌ی زرشک به دلیل دارا بودن رنگ مناسب و طعم دلپذیر، علاوه بر استفاده به صورت میوه‌ی خشک، در تهیه‌ی فرآورده‌های غذایی مثل ژله، شربت، مارمالاد، نکتار و لواشک نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. امروزه با شناخت مواد مؤثره دارویی مانند بربرین، زرشک کاربرد وسیعی در صنایع دارویی پیدا کرده است (بالندری ۱۳۸۱). تاکنون ۵۰۰ گونه زرشک شناسایی شده است (آحریدت ۱۹۶۱)، که از این بین چهار گونه، *B. integerrima*, *B. crataegina*, *B. orthobotrys* و *B. vulgaris* در نقاط مختلف ایران به خصوص خراسان یافت می‌شوند (آزادی ۱۳۸۸).

زرشک بی‌دانه (*B. vulgaris*) درختچه‌ای به ارتفاع ۳ متر دارای میوه قرمز بیضی شکل است که فقط در ایران و در عرض‌های جغرافیایی ۳۲/۵ تا ۳۴/۵ درجه شمالی به عنوان یک محصول اقتصادی مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (بالندری ۱۳۸۱).

زرشک زرافشانی (*B. integerrima*) گونه‌ای از زرشک وحشی و دانه‌دار است که به طور خودرو در مناطق مختلف ایران از قبیل آذربایجان، لرستان، فارس، تهران، گرگان و در خراسان در بجنورد، شیروان، اسفراین، قوچان و کلات رشد می‌کند. تغییرات موجود در این گونه حائز اهمیت زیادی است و واریته‌های مختلفی را دارد. این گونه در منطقه ایرانیکا (آسیای صغیر) نیز پراکنش زیادی دارد. میوه آن تخم مرغی شکل به رنگ قرمز تا ارغوانی است (بالندری و همکاران ۱۳۸۱).

زرشک زالزالکی (*B. crataegina*) درختچه‌ای با ساقه چوبی، ارتفاع ۱ متر گاهی تا ۳ متر و طول برگ این

خواص فیزیکی

برای اندازه‌گیری ابعاد، شامل طول (L)، عرض (W) و ضخامت (T) از میکرومتر دیجیتالی مدل (QLR digit-IP54, China) دارای دقت ۰/۰۰۱ استفاده شد. برای محاسبه میانگین هندسی قطر (Dg) و ضریب کرویت میوه‌ها (ϕ) از فرمول‌های ارائه شده توسط محسنین (۱۹۷۸) به صورت ذیل استفاده شد.

$$\phi = D_g/L \quad [1]$$

$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad [2]$$

سطح دانه‌ها (S) با استفاده از فرمول ارائه شده توسط مک کیب (۱۹۸۶) به دست آمد:

$$S = \pi D_g^2 \quad [3]$$

حجم ظاهری دانه‌ها (Va) هم بر اساس رابطه جین و بال (۱۹۹۷) محاسبه شد:

$$Va = \pi B^2 L^2 / 6 (2L - B) \quad [4]$$

$$B = (WT)^{0.5} \quad [5]$$

که در معادله فوق، B: میانگین هندسی عرض × ضخامت و L: طول نمونه است.

برای اندازه‌گیری جرم واحد، هر نمونه توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن گردید. برای تعیین نسبت وزن هسته به میوه در زرشک زرافشانی و زالزالکی به طور تصادفی ۱۰۰ عدد نمونه انتخاب و توزین شد، سپس هسته‌های آنها توسط دست جدا و پس از توزین بر وزن کل میوه تقسیم گردید.

حجم واقعی و دانسیته حقیقی زرشک‌ها با استفاده از اصل جابجایی مایع به دست آمد. برای این منظور، به جای آب از تولوئن استفاده شد که به میزان بسیار کمتر

همکاران (۲۰۱۱) خواص فیزیکی *Berberis crataegina* خشک شده در آفتاب را به عنوان تابعی از رطوبت مورد بررسی قرار دادند. فلاحی و همکاران (۱۳۸۹) اثر ۴ تاریخ برداشت را بر شاخص‌های کمی و کیفی زرشک بی‌دانه مورد بررسی قرار دادند. دسترسی به اطلاعات علمی در رابطه با ویژگی‌های فیزیکی انواع زرشک جهت طراحی بهینه تجهیزات انبارداری، حمل‌ونقل، بوجاری، فرآوری و بسته‌بندی آن ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از پوشش گیاهی خراسان و سایر نقاط کشورمان را گونه‌های مختلف زرشک به خود اختصاص داده‌اند و تاکنون مطالعه جامعی در رابطه با این گونه‌های وحشی صورت نگرفته است، لذا هدف این پژوهش بررسی خصوصیات فیزیکی شیمیایی گونه‌های متداول زرشک به منظور معرفی و کاربرد بیشتر آنها در صنایع غذایی و دارویی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

میوه رسیده دو گونه زرشک زرافشانی و زالزالکی از منطقه قوشخانه شهرستان شیروان و گونه زرشک بی‌دانه نیز از باغات شهرستان بیرجند جمع‌آوری شد. به این صورت که برای هر منطقه ۶ درختچه به طور تصادفی انتخاب و میوه‌ها نیز به طور تصادفی از تمام شاخه‌های هر گیاه جمع‌آوری و با هم مخلوط شدند و در کیسه‌های پلاستیک پلی‌اتیلنی قرار گرفتند. برای جلوگیری از تغییرات فیزیکی شیمیایی طی انتقال به آزمایشگاه، این پلاستیک‌ها در جعبه‌های یخ ذخیره شدند. شناسایی گونه‌ها توسط پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در آزمایشگاه میوه‌های خیلی رسیده و صدمه دیده جدا شد و سپس هر نمونه به سه قسمت تقسیم گردید و خواص فیزیکی شیمیایی آنها مورد بررسی قرار گرفت.

دستگاه رنگ‌سنج مدل (Konica Minolta CR400) و برای محاسبه کروما از رابطه استفاده شد.

خواص شیمیایی

رطوبت با استفاده از روش آون در 105°C و میزان چربی با روش سوکسله و حلال دی اتیل اتر به مدت ۶ ساعت اندازه‌گیری شد. پروتئین با روش کجلدال و ضریب (۶/۲۵×ازت) و خاکستر به روش سوزاندن در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴ ساعت و کربوهیدرات کل از کم کردن مقادیر پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر از ۱۰۰ محاسبه شد (۲۰۰۵ AOAC). میزان فیبر خام با استفاده از روش رانگانا (۱۹۷۹) انجام شد.

پس از هضم مرطوب نمونه‌ها با استفاده از اسید نیتریک و اسیدپرکلریک، برای اندازه‌گیری سدیم، پتاسیم و کلسیم از دستگاه فلیم‌فتمتر (S200 diod area wpm) و برای اندازه‌گیری ریزمغذی‌ها شامل آهن، مس، منیزیم و روی از دستگاه جذب اتمی (Shimadzu AA670) استفاده شد (آلن ۱۹۸۹).

pH عصاره‌ها با pH متر (Metrolab)، بریکس با رفاکتومتر دیجیتالی، قندهای احیا کننده بر اساس روش لین‌آینون، اسیدیته کل به روش پتانسیومتری مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۸۵ انجام شد. میزان آنتوسیانین‌ها مطابق با روش لی و همکاران (۲۰۰۲) انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری

اندازه‌گیری ابعاد و جرم واحد در ۱۰۰ تکرار و بقیه خصوصیات در سه تکرار انجام شد. تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی شیمیایی سه گونه با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد. تجزیه آماری به وسیله نرم افزار SPSS16.0 انجام گرفت.

توسط نمونه‌ها جذب می‌شود و کشش سطحی آن کم است (باری ۲۰۰۲).

$$V = M_T / \rho_T \quad [6]$$

که در معادله فوق V : حجم حقیقی زرشک M_T : جرم تولون جابجا شده و ρ_T : دانسیته تولون است. سپس از رابطه زیر دانسیته حقیقی زرشک‌ها محاسبه شد (بارت پلانگ و باری ۲۰۰۳).

$$\rho_t = M/V \quad [7]$$

که در آن M : جرم زرشک و ρ_t : دانسیته حقیقی زرشک است.

برای اندازه‌گیری دانسیته‌توده (ρ_b) میوه زرشک از ارتفاع تقریباً ۱۵ سانتی‌متری داخل یک ظرف استوانه‌ای فلزی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و قطر ۲۰ سانتی‌متر ریخته شد سپس ظرف را توزین کرده و از رابطه زیر دانسیته‌توده محاسبه شد (باری ۲۰۰۲).

$$\rho_b = M_b / V_b \quad [8]$$

که در آن M_b : جرم توده میوه و V_b : حجم ظرف استوانه‌ای است.

تخلخل توده (ϵ) طبق تعریف نسبت فضای خالی بین دانه‌ها به حجم توده آن می‌باشد و بر اساس معادله زیر محاسبه شد (کالیزیر و آیدین ۲۰۰۴).

$$\epsilon = (\rho_t - \rho_b / \rho_t) \times 100 \quad [9]$$

سرعت حد میوه‌های زرشک از طریق استفاده از یک ستون هوایی اندازه‌گیری شد. برای هر آزمون دو عدد زرشک از بالای ستونی به قطر ۷۵ میلی‌متر و طول ۱ متر به پایین انداخته شد. سپس هوا در داخل ستون از پایین به سمت بالا دمیده و سرعت هوا در هنگام شناوری هر نمونه توسط یک بادسنج با حساسیت حداقل ۰/۱ متر بر ثانیه اندازه‌گیری شد (کالیزیر و آیدین ۲۰۰۴). برای اندازه‌گیری فاکتورهای رنگی از

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی

ویژگی‌های فیزیکی سه گونه زرشک در جدول ۱ آورده شده است همان طور که مشاهده می‌شود بین خصوصیات هندسی فقط در طول و سطح جانبی و بین خصوصیات ثقلی فقط در دانسیته توده و وزن‌هزاردانه بین سه گونه اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0/05$) وجود دارد. مقادیر طول، عرض و ضخامت به ترتیب در گونه زالزالکی بین ۷/۷۶-۹/۲۳ میلی‌متر، ۶/۹۸-۴/۲۵ میلی‌متر و ۶/۸۰-۴/۴۷ میلی‌متر، در گونه زرافشانی بین ۸/۹۰-۶/۹۲ میلی‌متر، ۷/۰۷-۴/۱۸ میلی‌متر و ۷/۳۵-۴/۴۵ میلی‌متر و در گونه بی‌دانه بین ۱۰/۳۳-۸/۱۰ میلی‌متر، ۶/۳۲-۴/۲۹ میلی‌متر و ۷/۱۱-۴/۷۷ میلی‌متر متغیر بود. بین ضریب‌کرویت و میانگین‌هندسی‌قطر دو گونه وحشی با گونه بی‌دانه اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0/05$) وجود داشت. در بین سه گونه ضریب‌کرویت گونه زرافشانی (۰/۷۹۰) در مقایسه با دو گونه دیگر بیشتر بود. همچنین دو گونه وحشی در مقایسه با زرشک بی‌دانه دارای جرم واحد بیشتری بودند که این پدیده می‌تواند مربوط به وجود هسته در دو گونه وحشی باشد. تعداد هسته‌ها در دو گونه وحشی بین ۱ تا ۴ عدد متغیر بود که در گونه زرافشانی هسته ۲۹/۸۰ درصد وزن مرطوب و در گونه زالزالکی ۲۲/۴۲ درصد وزن مرطوب آن را تشکیل می‌دهد (جدول ۱). بین دانسیته‌توده هر سه گونه اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. دانسیته‌حقیقی به ترتیب ۰/۹۸۶ گرم/سانتی‌مترمکعب برای گونه بی‌دانه، ۱/۰۲۸ گرم/سانتی‌مترمکعب برای گونه زالزالکی و ۱/۰۶۴ گرم/سانتی‌مترمکعب برای گونه زرافشانی محاسبه شد که از نظر آماری فقط بین گونه زرافشانی و بی‌دانه اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0/05$) وجود داشت. گونه زرافشانی دارای بیشترین دانسیته‌حقیقی و دانسیته‌توده بود و بعد از آن گونه‌های زالزالکی و بی‌دانه قرار داشتند. حجم حقیقی و تخلخل دو گونه

زرافشانی و زالزالکی در مقایسه با گونه بی‌دانه اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0/05$) نشان دادند در صورتی که دو گونه وحشی با هم در این خصوصیات اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند.

میانگین وزن‌هزاردانه سه گونه بین ۲۰۶/۸۰-۱۶۷/۳۷ گرم متغیر بود و هر سه گونه در این خصوصیت فیزیکی اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0/05$) داشتند. ولایتی و همکاران (۱۳۹۰) مقادیر طول، عرض، ضخامت، میانگین‌هندسی‌قطر، ضریب‌کرویت، سطح، جرم هزاردانه، دانسیته‌حقیقی، دانسیته‌توده و تخلخل زرشک بی‌دانه را در رطوبت ۷۶-۷۰ درصد به ترتیب ۱۰/۳۱ میلی‌متر، ۶/۴۹ میلی‌متر، ۶/۱۲ میلی‌متر، ۷/۴۲ میلی‌متر، ۰/۷۲، ۱۷۳/۹۹ میلی‌مترمربع، ۱۵۵/۹۳ گرم، ۰/۷۳ گرم/سانتی‌مترمکعب، ۰/۴۴ گرم/سانتی‌مترمکعب و ۳۸/۱۵ به دست آوردند. اکبولت و همکاران (۲۰۰۹) مقادیر طول، عرض، ضخامت، میانگین‌هندسی‌قطر، ضریب‌کرویت، جرم واحد، دانسیته‌حقیقی، دانسیته‌توده و حجم زرشک بی‌دانه (*B. vulgaris*) کشور ترکیه را به ترتیب ۷/۶۹ میلی‌متر، ۳/۳۲ میلی‌متر، ۳/۵۱ میلی‌متر، ۴/۴۶ میلی‌متر، ۰/۵۶، ۰/۰۷ گرم، ۱۱۱۵ کیلوگرم/مترمکعب، ۵۵۸/۱ کیلوگرم/مترمکعب و ۷۱ میلی‌مترمکعب به دست آوردند. بین نتایج این محققان و نتایج حاصل از این پژوهش تفاوت وجود دارد که این تفاوت می‌تواند مربوط به شرایط آب و هوایی زمان برداشت و متفاوت بودن واریته باشد. تاپوز و همکاران (۲۰۰۵) متفاوت بودن ویژگی‌های فیزیکی چهار واریته پرتقال را به تفاوت در نوع واریته، شرایط محیطی و شرایط کشت آنها نسبت دادند. وارساواس و همکاران (۲۰۰۶) نیز تفاوت در خصوصیات فیزیکی سه واریته گیلاس را به متفاوت بودن شرایط محیطی رشد آنها نسبت دادند.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی سه گونه زرشک

پارامتر فیزیکی	بی‌دانه	زرافشانی	زالزالکی
طول (میلی متر)	^c ۹/۷۳±۱/۰۶۸	^b ۷/۸۵±۰/۴۹۳	^a ۸/۴۴±۰/۴۱۶
عرض (میلی متر)	^a ۵/۳۲±۰/۶۸۶	^a ۵/۳۵±۰/۸۰۷	^a ۵/۶۳±۰/۵۸۵
ضخامت (میلی متر)	^{bc} ۶/۰۹±۰/۷۴۵	^{ab} ۵/۷۳±۰/۸۵۳	^a ۵/۵۱±۰/۵۶۷
میانگین هندسی قطر	^b ۶/۷۶±۰/۷۴۴	^a ۶/۲۱±۰/۷۰۷	^a ۶/۳۹±۰/۴۶۷
ضریب کرویت	^b ۰/۶۸۸±۰/۱۳۰	^a ۰/۷۹۰±۰/۵۷۷	^a ۰/۷۵۸±۰/۵۱۱
سطح جانبی (میلی مترمربع)	^c ۱۵۲/۲۵±۳۳/۰۵۱	^b ۱۰۴/۸۱±۵۵/۳۵۸	^a ۱۲۸/۹۲±۱۸/۹۶۸
جرم واحد (گرم)	^a ۰/۲۰۶±۰/۰۸۳	^a ۰/۲۲۴±۰/۰۸۵	^a ۰/۲۸۱±۰/۰۴۴
درصد جرم هسته /کل میوه	-	^b ۲۹/۸۰±۵/۴۲	^a ۲۲/۴۲±۱/۶۱
دانسیته توده (گرم/سانتی مترمکعب)	^c ۰/۴۸۳±۰/۰۱۴	^b ۰/۵۵۲±۰/۰۰۶	^a ۰/۵۲۹±۰/۰۰۵
دانسیته حقیقی (گرم/سانتی مترمکعب)	^{ac} ۰/۹۸۶±۰/۰۰۴	^{ab} ۱/۰۶۴±۰/۰۰۱	^a ۱/۰۲۸±۰/۰۰۵
حجم ظاهری (میلی مترمکعب)	^b ۱۶۲/۹۰±۵۹/۵۲	^a ۱۳۰/۰۳±۴۴/۱۵	^a ۱۳۸/۶۷±۳۰/۸۸
حجم حقیقی (میلی مترمکعب)	^b ۵۰/۹۰±۰/۱۴	^a ۴۸/۱۷±۰/۰۹۶	^a ۴۸/۵۲±۰/۰۷۴
وزن هزاردانه (گرم)	^c ۱۹۴/۷۸±۰/۸۲۰	^b ۱۶۷/۳۷±۰/۰۴۰	^a ۲۰۶/۸۰±۰/۰۱۰
تخلخل	^b ۵۰/۹۰±۰/۱۴	^a ۴۸/۱۷±۰/۰۹۶	^a ۴۸/۵۲±۰/۰۷۴
سرعت حدی (متر/ثانیه)	^c ۷/۲±۰/۱۴۱	^b ۸/۴±۰/۵۵۷	^a ۳/۳۵±۰/۱۵
L	^c ۳۴/۴۳±۰/۰۹۲	^b ۲۸/۶۶±۰/۲۰۷	^a ۱۸/۱۳±۰/۰۸۹
a*	^c ۳۴/۱۹±۰/۱۹۰	^b ۲۱/۴۵±۰/۵۶۹	^a ۳/۶۹±۰/۰۴۲
b*	^b ۱۳/۸۱±۰/۱۳۴	^a ۸/۱۷±۰/۳۱۶	^a ۰/۹۷±۰/۰۵۵
chroma	^c ۶۸۰/۰۹±۸/۳۸۴	^b ۲۶۳/۷۱±۱۴/۵۲۱	^a ۷/۳۱±۰/۰۹۹

۱- اعداد جدول به صورت میانگین ± انحراف استاندارد داده‌ها

۲- میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف آماری معنی‌داری نیستند ($P > 0.05$)

جز ضریب‌اصطکاک بر سطح چوب و پلی‌اتیلن می‌شود. بنابراین تفاوت در میزان رطوبت نمونه‌ها یکی دیگر از عواملی است که باعث تفاوت در نتایج حاصل از خصوصیات فیزیکی می‌گردد.

بین سرعت حدی سه گونه اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0.05$) وجود داشت. سرعت حدی به ترتیب ۷/۲ متر/ثانیه برای گونه بی‌دانه ۸/۴۰ متر/ثانیه برای گونه زرافشانی و ۹/۳۵ متر/ثانیه برای گونه زالزالکی محاسبه شد. اکبولت و همکاران (۲۰۰۹) سرعت حدی زرشک بی‌دانه کشور ترکیه را ۴/۵۲ متر/ثانیه به دست آوردند. وارساوا و همکاران (۲۰۰۶) متفاوت بودن سرعت حدی در سه واریته گیلاس را به افزایش جرم در واحد سطح روبروی میوه که در مسیر هوا قرار می‌گیرد نسبت

ایزکلی و یلمز (۲۰۱۱) خصوصیات فیزیکی گونه زرشک *B. cratagina* خشک شده در آفتاب را در رطوبت ۲۷/۹۰-۹/۵۹ درصد مورد بررسی قرار دادند و نتایج آنها حاکی از آن بود که با افزایش رطوبت تمام خصوصیات هندسی و ثقلی به غیر از وزن واحد به طور غیرخطی افزایش می‌یابد. ولایتی و همکاران (۱۳۹۰) اثر محتوای رطوبت بر برخی خواص فیزیکی بربریس ولگاریس را مورد بررسی قرار دادند، نتایج آنها نشان داد که تغییر محتوای رطوبت در سطح معنی‌داری ۵ درصد موجب تغییر معنی‌داری در پارامترهای ابعاد، قطر متوسط هندسی، ضریب‌کرویت، سطح‌رویه، جرم‌هزاردانه، چگالی واقعی، چگالی توده، تخلخل، ضریب‌اصطکاک‌استاتیک و زوایای استقرار به

رطوبت و در نتیجه عصاره بیشتری نسبت به دو گونه وحشی بود. میانگین مقدار چربی، پروتئین و کربوهیدرات به ترتیب بین ۱/۱۶-۱/۹۶، ۲-۵/۱ و ۲۴/۸۵-۱۶/۲۴ درصد بین گونه‌ها متغیر بود. زرشک زرافشانی در مقایسه با دو گونه زالالکی و بی‌دانه دارای مقادیر بیشتر چربی، پروتئین و کربوهیدرات بود. بین میزان این ترکیبات در بین سه گونه اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0/05$) وجود داشت. زرشک زالالکی دارای بیشترین میزان خاکستر (۱/۳۷ درصد) بود و بعد از آن زرشک زرافشانی (۱/۲۰ درصد) و بی‌دانه (۰/۹۹ درصد) قرار داشتند.

بین میزان اسیدیته دو گونه وحشی زرشک در مقایسه با زرشک بی‌دانه اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0/05$) وجود داشت. گونه‌های وحشی دارای اسیدیته بیشتر و pH پایین‌تری بودند. مقادیر ماده جامد برای گونه زرافشانی ۱۹/۰۳ درصد، برای گونه بی‌دانه ۱۸/۹۷ درصد و برای گونه زالالکی ۱۷/۱۵ درصد به دست آمد. اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0/05$) بین میزان قندهای احیاکننده در بین سه گونه مشاهده شد. میزان قندهای احیاکننده در گونه بی‌دانه تقریباً دو برابر گونه‌های وحشی بود که شیرین بودن زرشک بی‌دانه در مقایسه با مزه ترش‌تر دو گونه وحشی را توجیه می‌کند.

زرشک زالالکی دارای بیشترین مقدار آنتوسیانین و بعد از آن زرشک زرافشانی و زالالکی قرار دارند. بین مقادیر آنتوسیانین سه گونه اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0/05$) وجود داشت. نوروزو و همکاران (۱۹۹۷) میزان آنتوسیانین‌های ۷ گونه زرشک آذربایجان را مورد بررسی قرار دادند. در بین ۷ گونه *B. nummularia* دارای کمترین (۸۳۵/۳ میلی‌گرم/۱۰۰ گرم) و *B. integerrima* دارای بیشترین (۳۵۱۲ میلی‌گرم/۱۰۰ گرم) میزان آنتوسیانین بودند. با توجه به نتایج خصوصیات شیمیایی می‌توان نتیجه گرفت که گونه‌های زرشک به ویژه زرشک‌های وحشی در

دادند. بنابراین بالا بودن سرعت حدی گونه زالالکی در مقایسه با دو گونه دیگر را می‌توان به بالا بودن جرم در واحد سطحی که در مسیر هوا قرار می‌گیرد، نسبت داد. به علت متفاوت بودن رنگ سه گونه، بین فاکتورهای رنگی آنها اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0/05$) وجود داشت. گونه زالالکی با رنگ تیره در مقایسه با دو گونه دیگر دارای مقادیر پایین روشنایی (L^*)، زردی (a^*) و قرمزی (b^*) بود. مقادیر کروما به ترتیب ۷/۳۱، ۷/۷۱، ۲۶۳/۷۱ و ۶۸۰/۰۹ برای گونه‌های زالالکی، زرافشانی و بی‌دانه محاسبه شدند. جیمنزو همکاران (۲۰۱۱) فاکتورهای رنگی L^* ، a^* و b^* را برای زرشک کشور بولیوی (*B. boliviana L*) به ترتیب ۳۳/۲۶، ۰/۱۹، ۰/۹۰- به دست آوردند.

جدول ۲ ارتباط و ضریب همبستگی بین طول و سایر خصوصیات هندسی را در سه گونه زرشک نشان می‌دهد بین طول/عرض، طول/ضخامت، طول/حجم و طول/میانگین هندسی قطر ارتباط آماری معنی‌داری در سطح ۱ درصد در دو گونه زرافشانی و بی‌دانه وجود داشت. در گونه زالالکی فقط بین طول و حجم ظاهری و میانگین هندسی قطر ارتباط آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. برای بیان ارتباط طول با سایر پارامترهای فوق معادلات رگرسیونی زیر به دست آمد.

$$L = 0/960 - 1/495 W - 1/399 T + 0/004 V + 3/606 Dg$$

زرشک زرافشانی

$$L = 0/249 - 1/926 W - 1/531 T + 0/027 V + 4/234 Dg$$

زرشک بی‌دانه

$$L = 1/877 - 0/017 V + 1/381 Dg$$

زرشک زالالکی

ویژگی‌های شیمیایی

جدول ۳ ویژگی‌های شیمیایی سه گونه زرشک را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج ارائه شده بین اغلب خصوصیات شیمیایی سه گونه اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0/05$) وجود دارد. گونه بی‌دانه دارای

آنتوسیانین بوده و قابلیت استفاده به عنوان رنگ طبیعی را دارا می‌باشند.

مقایسه با سایر میوه‌ها نظیر توت‌فرنگی ۳۵۰-۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر (کلیفورد ۲۰۰۰)، توت سیاه ۴۰۰/۷۷ میلی‌گرم در لیتر (وانگ و همکاران ۲۰۰۷) منابع غنی‌تری از

جدول ۲- ضریب همبستگی بین طول و سایر پارامترهای فیزیکی در سه گونه زرشک

گونه	نسبت	درجه آزادی	ضریب همبستگی
بی دانه	طول/عرض	۹۹	۰/۹۳۷**
	طول/ضخامت	۹۹	۰/۹۴۴**
	طول/میانه‌انگین	۹۹	۰/۹۷۴**
	طول/حجم	۹۹	۰/۷۴۵**
زالزالکی	طول/عرض	۹۹	۰/۲۰۱
	طول/ضخامت	۹۹	۰/۲۰۱
	طول/میانه‌انگین	۹۹	۰/۳۷۰*
	طول/حجم	۹۹	۰/۳۸۴*
زرافشانی	طول/عرض	۹۹	۰/۶۹۶**
	طول/ضخامت	۹۹	۰/۷۳۵**
	طول/میانه‌انگین	۹۹	۰/۸۱۰**
	طول/حجم	۹۹	۰/۸۱۷**

**معنی‌دار در سطح ۱ درصد *معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۳- ویژگی‌های شیمیایی سه گونه زرشک

ویژگی‌های شیمیایی	بی‌دانه	زرافشانی	زالزالکی
رطوبت (درصد)	^c ۷۹/۶۰±۰/۹۹۰ ^۱	^b ۶۶/۵۵±۰/۰۵۷	^a ۷۰/۹۸±۰/۵۱۶
چربی (درصد)	^c ۱/۱۶±۰/۰۴۸	^b ۱/۹۶±۰/۰۰۷	^a ۱/۸۰±۰/۰۱۴
پروتئین (درصد)	^c ۲/۰۰±۰/۱۹۷	^b ۵/۴۴±۰/۶۹۲	^a ۳/۵۵±۰/۴۶۶
کربوهیدرات (درصد)	^c ۱۶/۲۴±۰/۷۴۴	^b ۲۴/۸۵±۰/۷۰۰	^a ۲۲/۳۰±۰/۱۹۶
خاکستر (درصد)	^{bc} ۰/۹۹±۰/۰۴۶	^b ۱/۲۰±۰/۴۱۷	^{ab} ۱/۳۷±۰/۵۱۱
فیبر خام (درصد)	^b ۹/۵±۰/۲۴۰	^a ۲۰/۳±۰/۲۸۲	^a ۱۹/۵±۰/۳۱۱
ماده جامد محلول (درصد)	^b ۱۸/۹۷±۰/۲۸۹	^b ۱۹/۰۳±۰/۱۵۳	^a ۱۷/۱۵±۰/۴۹۰
pH	^b ۲/۷۱±۰/۰۱۴	^b ۲/۵۳±۰/۰۱۴	^a ۲/۴۹±۰/۰۹۵
اسیدیته (گرم اسید مالیک/۱۰۰گرم)	^b ۳/۸۵±۰/۰۱۴	^a ۵/۱۸±۰/۰۷۲	^a ۵/۶۳±۰/۳۷۰
قندهای احیاکننده (گرم/۱۰۰گرم)	^c ۱۱/۳۷±۰/۲۸۹	^b ۵/۴۲±۰/۲۱۲	^a ۴/۰۹±۰/۰۸۹
آنتوسیانین (میلی‌گرم/لیتر)	^c ۲۸۰/۹۶±۲۱/۸۴	^b ۹۹۸/۱۷±۶۰/۸۱	^a ۴۶۸۴/۰۳۷±۵۰/۸۶

۱- اعداد جدول به صورت میانگین ± انحراف استاندارد داده‌ها

۲- میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف آماری معنی‌داری نیستند (P> ۰/۰۵)

اسید لینولنیک، اسیدلینولئیک و اسید اولئیک به ترتیب بیشترین اسید چرب غالب در هر دو گونه بودند. نسبت اسید چرب امگا۶/امگا۳ در این دو روغن کمتر از ۱ بود که این یافته نشان می‌دهد که روغن هسته هر دو زرشک از منابع خوب اسیدهای چرب ضروری برای بدن انسان می‌باشند. حلیمی و همکاران (۲۰۱۱) روغن موجود در میوه زرشک زرافشانی را با هگزان استخراج کرده و ترکیبات موجود در آن را با کروماتوگرافی گازی اسپکترومتری جرمی مورد شناسایی قرار دادند. درصد استخراج ۰/۲۷ درصد و اسید لینولئیک با ۱۱/۹۲ درصد و بعد از آن ۱۵،۱۲،۹ اکتادکاتری اینول (۷/۷۷) و گاماسیتواسترول (۵/۳۴) بیشترین ترکیبات شناسایی شده در روغن استخراجی بودند. بنابراین با توجه به نتایج این محققان بررسی ساختار اسید چرب روغن هسته زرشک‌های وحشی کشورمان به جهت معرفی آنها به عنوان منابع خوب اسیدهای چرب امگا۳ و امگا۶، ضروری به نظر می‌رسد.

اندولا و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی خصوصیات شیمیایی و تغذیه‌ای هسته و پالپ ۵ گونه زرشک وحشی کشور هند (*B.pseudumbellata*، *B.aristata*، *B.lycium*، *B.jaeschkeana*، *B.asiatica*) به این نتیجه رسیدند که هسته این ۵ گونه در مقایسه با پالپ آنها دارای مقادیر بیشتری پروتئین و کربوهیدرات بود.

میزان فیبرخام بر اساس وزن خشک به ترتیب ۲۰/۳ درصد برای زرشک زرافشانی، ۱۹/۵ درصد برای زرشک زالزالکی و ۹/۵ درصد برای زرشک بی‌دانه محاسبه شد. سود و همکاران (۲۰۱۰) مقادیر رطوبت، چربی، کربوهیدرات، پروتئین، خاکستر و فیبرخام *B.lycium* کشور هند را به ترتیب ۸۳/۲۹، ۰/۶۳، ۱۵/۴۵، ۱/۸۱، ۰/۸۲ و ۰/۸۱ درصد به دست آوردند. جیمز و همکاران (۲۰۱۱) نیز مقادیر رطوبت، چربی، کربوهیدرات، پروتئین و فیبرخام را برای زرشک کشور بولیوی (*B. bolivian.L*) به ترتیب ۵۶/۳۰

علت تفاوت خصوصیات شیمیایی در بین این سه گونه و گونه‌های سایر کشورها می‌تواند مربوط به متفاوت بودن گونه، شرایط آب و هوایی و یا میزان رسیدگی باشد. آرنا و کاوتو (۱۳۹۰) میزان ترکیبات شیمیایی زرشک آرژانتین (*B. buxifolia*) را طی فرایند رسیدن (۷۰ روز) مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن بود که مقدار pH (۲/۱۴-۲/۹۳)، ماده جامد (۲۴/۸۸-۹/۳۸ درصد) و آنتوسیانین (۷۶۱/۳۰-۸۰/۶۰ میلی گرم/لیتر) طی دوره رسیدگی افزایش یافتند ولی مقدار اسیدیته کاهش (۲/۵۶-۳/۸۸ گرم/۱۰۰ گرم) یافت. کلر و هرازدینا (۱۹۹۸) بیان کردند که شرایط محیطی بر روی میزان قند و آنتوسیانین انگور تاثیرگذار است. فلاحی و همکاران (۱۳۹۰) اثر ۴ تاریخ برداشت را بر شاخص‌های کمی و کیفی زرشک بی‌دانه مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که میزان pH، ماده جامد و آنتوسیانین‌ها به ترتیب بین ۲/۹۳-۳/۱۴، ۱۹/۳-۱۵/۹۶ درصد و ۴۵۰-۲۰۰ میلی‌گرم/لیتر متغیر بودند.

بالا بودن میزان چربی، پروتئین، کربوهیدرات، خاکستر و فیبرخام در بین گونه‌های وحشی در مقایسه با زرشک بی‌دانه را می‌توان به وجود هسته در گونه‌های وحشی نسبت داد.

در جدول ۳ برخی از خصوصیات شیمیایی هسته زرشک زالزالکی و زرافشانی آورده شده است. بین مقادیر رطوبت، چربی، پروتئین، خاکستر و کربوهیدرات هسته هر دو گونه اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0.05$) وجود داشت. هسته هر دو گونه دارای مقادیر بالایی کربوهیدرات، فیبر خام و پروتئین بودند. مقادیر چربی به ترتیب ۶/۰۴ و ۵/۲۳ درصد بر اساس وزن مرطوب برای زرشک زالزالکی و زرافشانی به دست آمد. مازوکا و همکاران (۲۰۰۵) درصد روغن موجود در هسته دو گونه زرشک آرژانتین (*B. heterophylla*، *B. buxifolia*) را به ترتیب ۶/۶ و ۷/۹ درصد به دست آوردند. همچنین این محققان ترکیب اسید چرب موجود در روغن این دو گونه را مورد بررسی قرار دادند.

سه گونه و هر سه گونه دارای مقادیر پایینی از سدیم بودند. بین میزان سدیم و کلسیم در بین سه گونه اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0.05$) وجود داشت.

۰/۵۲، ۴۰، ۹۴/۰ و ۷/۴۰ درصد به دست آوردند. میزان برخی از عناصر معدنی سه گونه زرشک در جدول ۴ آورده شده است. پتاسیم ماده معدنی شاخص در هر

جدول ۴- ویژگی‌های شیمیایی هسته دو گونه زرشک وحشی

ویژگی شیمیایی	زرافشانی	زالزالکی
رطوبت (درصد)	44.6 ± 0.474 ^b	31.3 ± 0.945 ^a
چربی (درصد)	5.23 ± 0.17 ^b	6.04 ± 0.29 ^a
پروتئین (درصد)	12.57 ± 0.71 ^b	14.44 ± 0.49 ^a
کربوهیدرات (درصد)	35.04 ± 0.70 ^b	46.24 ± 0.196 ^a
خاکستر (درصد)	2.68 ± 0.13 ^b	1.97 ± 0.11 ^a
فیبر خام (درصد)	24.3 ± 0.294 ^a	25.4 ± 0.594 ^a

۱- اعداد جدول به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد داده‌ها

۲- میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف آماری معنی‌داری نیستند ($P > 0.05$)

دست آمد. بین میزان مس دو گونه وحشی اختلاف آماری معنی‌داری ($P > 0.05$) وجود نداشت و در عنصر روی فقط زرشک بی دانه و زرافشانی اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0.05$) نشان دادند. اندولا و همکاران (۲۰۱۱) میزان منیزیم، روی و مس را برای *B. asiatica*، *B. arisitata* و *B. lyceum* به ترتیب ۱/۱، ۱/۱ و ۱/۶۷، ۴/۸، ۸/۱، ۴/۱ و ۳/۴، ۴/۵ و ۷/۲ میلی‌گرم در گرم محاسبه کردند.

سود و همکاران (۲۰۱۰) میزان سدیم، پتاسیم و کلسیم زرشک کاسمال *B. lycium* را به ترتیب ۱۴/۵، ۱۶۱/۴۲ و ۲۵/۹۷ میلی‌گرم در گرم به دست آوردند. بین میزان آهن در بین سه گونه اختلاف آماری معنی‌داری ($P > 0.05$) وجود نداشت. میزان آهن در زرشک کاسمال ۲/۶۱ میلی‌گرم در لیتر محاسبه شده است. میزان منیزیم برای زرشک بی‌دانه، زرافشانی و زالزالکی به ترتیب ۱۸/۵۰، ۱۴/۸۵ و ۱۹/۸۰ میلی‌گرم در لیتر به

جدول ۵- مقدار املاح معدنی سه گونه زرشک

عناصر معدنی	بی دانه	زرافشانی	زالزالکی
سدیم (میلی‌گرم/کیلوگرم)	86.5 ± 9.20 ^c	30.8 ± 11.30 ^b	39.0 ± 12.03 ^a
پتاسیم (میلی‌گرم/کیلوگرم)	646.5 ± 40.08 ^b	838.5 ± 35.35 ^a	877 ± 9.15 ^a
کلسیم (میلی‌گرم/کیلوگرم)	100 ± 11.30 ^c	272 ± 7.05 ^b	177.5 ± 9.85 ^a
آهن (میلی‌گرم/کیلوگرم)	$10.2/35 \pm 0.131$ ^a	99 ± 13.40 ^a	84.5 ± 17.65 ^a
منیزیم (میلی‌گرم/کیلوگرم)	18.5 ± 1.95 ^{ac}	14.85 ± 0.80 ^b	19.8 ± 0.20 ^a
مس (میلی‌گرم/کیلوگرم)	7.6 ± 0.90 ^b	15.75 ± 1.15 ^a	13.0 ± 0.45 ^a
روی (میلی‌گرم/کیلوگرم)	25.20 ± 1.30 ^{ac}	31.10 ± 1.20 ^{ab}	28.5 ± 0.25 ^a

۱- اعداد جدول به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد داده‌ها

۲- میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف آماری معنی‌داری نیستند ($P > 0.05$)

نتیجه‌گیری

در این پژوهش خواص فیزیکی شیمیایی سه گونه زرشک بومی ایران مورد بررسی قرار گرفت. تعیین خواص فیزیکی گونه‌های بومی زرشک ایران برای طراحی تجهیزات برداشت و پس از آن شامل دستگاه‌های انتقال، جداسازی، شستشو، فرآوری، بسته‌بندی و انبارداری به منظور زمینه‌سازی کاربرد بیشتر آنها در صنایع غذایی امری ضروری می‌باشد. بین طول، سطح جانی، دانسیته توده، وزن هزاردانه و سرعت حد سه گونه اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0.05$) وجود داشت. مقادیر طول با سایر خواص فیزیکی نظیر عرض، ضخامت، حجم و میانگین هندسی قطر در هر سه گونه همبستگی بالایی نشان داد. میزان بالای چربی، پروتئین، کربوهیدرات، خاکستر و فیبرخام در بین گونه‌های وحشی در مقایسه با زرشک بی‌دانه را می‌توان به وجود هسته در گونه‌های وحشی نسبت داد. هسته زرشک زرافشانی وزالزاکلی به ترتیب حاوی

۵/۲۳ و ۶/۰۴ درصد روغن بود. بررسی‌ها نشان داده که روغن هسته زرشک سایر گونه‌ها حاوی اسیدهای چرب ضروری می‌باشد، لذا بررسی بیشتر در رابطه با ساختار اسیدهای چرب هسته گونه‌های زرشک وحشی کشورمان به منظور استفاده به عنوان منابع اسیدهای چرب امگا ۳ ضروری به نظر می‌رسد. گونه‌های وحشی دارای اسیدیته بیشتر و pH و قندهای احیاکننده پایین‌تری بودند. مقدار آنتوسیانین در گونه‌های وحشی بیشتر از گونه بی‌دانه بود و این گونه‌ها می‌توانند به عنوان یکی از منابع رنگ طبیعی مورد استفاده قرار گیرند. با توجه به اینکه بخش اعظمی از پوشش گیاهی نقاط مختلف کشورمان را گونه‌های مختلف زرشک تشکیل می‌دهند، لذا توجه بیشتر به این منابع بومی می‌تواند زمینه ساز کاربرد آنها در صنایع غذایی شود و به تولید محصولاتی از قبیل لواشک، مارمالاد، آبمیوه، رنگ طبیعی و روغن منجر گردد که می‌تواند ارزش آوری خوبی برای کشور به همراه داشته باشد.

منابع مورد استفاده

- آزادی ر، ۱۳۸۸. فلور ایران تیره زرشک. موسسه تحقیقات و جنگلها و مراتع کشور.
- بالندری ا و کافی م، ۱۳۸۱. زرشک فناوری تولید و فرآوری. ناشر زبان و ادب مشهد.
- فلاحی ج، رضوانی مقدم پ و نصیری محلاتی م، ۱۳۸۹. اثر تاریخ برداشت بر شاخص‌های کمی و کیفی میوه زرشک بی‌دانه، مجله پژوهش‌های زراعی ایران، شماره، صفحه‌های ۲۳۴-۲۲۵.
- ولایتی الف، عمادی باقر، خجسته پور مهدی و سعیدی راد محمدحسین، ۱۳۹۰. اثر محتوای رطوبتی بر برخی خواص فیزیکی زرشک، نشریه ماشین‌های کشاورزی، شماره، صفحه‌های ۹-۱.
- Abalone R, Cassinera A, Gasto NA, and Lara MA, 2004. Some Physical Properties of Amaranth Seeds. *Bio-systems Engineering* 89: 109-117.
- Ahrendt L, 1961. *Berberis and Mahonia, a taxonomical revision*. *Boanicalt Journal Linnean Society* 57:1-410.
- Akbulut M, Calısır S, Marakoglu T and Coklar H, 2009. Some physicommechanical and nutritional properties of barberry (*Berberis vulgaris L.*) fruits. *Journal of Food Process Engineering* 32:497-511.
- Allen SE, 1989. *Chemical analysis of ecological material*, 2nded London: Blackwell Scientific Publications.
- Andola HC, Rawal RS and Bhatt ID, 2011. Comparative studies on the nutritive and anti-nutritive properties of fruits in selected *Berberis* species of West Himalaya, India. *Food Research International* 44: 2352-2356.
- AOAC, 2005. *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

- Arena ME and Curvetto N, 2008. *Berberis buxifolia* fruiting: Kinetic growth behavior and evolution of chemical properties during the fruiting period and different growing seasons. *Scientia Horticulturae* 118:120-127
- Baryeh EA, 2002. Physical Properties of millet. *Journal of Food Engineering* 51: 39-46.
- Bart-Plange A and Baryeh EA, 2003. The physical properties of Category B cocoa beans. *Journal of Food Engineering* 60: 219-227.
- Calisir S and Aydin C, 2004. Some physico-mechanic properties of cherry laurel (*Prunus lauracerasus* L.) fruits. *Journal of Food Engineering* 65: 145-150.
- Clifford MN, 2000. Anthocyanins nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 1063-1072.
- Davodi S, 2005. A pharmacological study on *Berberis vulgaris* fruits extract. *Journal of Ethnopharmacology* 102: 46-52.
- Fatehi M, Saleh TM, Fatehi-Hassanabad Z, Farrokhfal K, Jafarzadeh M and Davodi S, 2005. A pharmacological study on *Berberis vulgaris* fruits extract. *Journal of ethnopharmacology* 102: 46-52.
- Halimi M, Vahedi H, Lari J and Nasrabadi M, 2011. Chemical composition of n-hexane extract of the fruit from *Berberis integerrima* of Iran. *Der Pharmacia Sinica* 2: 27-30.
- Indrayan AK, Sharma S, Durgapal D, Kumar N and Kumar M, 2005. Determination of nutritive value and analysis of mineral elements for some medicinally valued plants from Uttaranchal. *Current Science* 89: 1252-1255.
- Işıklı DI and Yılmaz İ, 2011. Some physical properties of sun-dried *Berberis* fruit (*Berberis crataegina*). *Journal Food Science Technology* 10: 1-7.
- Jain RK and Bal S, 1997. Physical properties of Pearl millet, *Journal of Agricultural Engineering Research* 66: 85-91.
- Jiménez CD, Flores CS, He J, Tian Q and Schwartz SJ, 2011. Characterisation and preliminary bioactivity determination of *Berberis boliviana* Lechler fruit anthocyanins. *Food Chemistry* 128: 717-724.
- Keller M and Hrazdina G, 1998. Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. II. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. *American Journal of Enology and Viticulture* 49: 341-349.
- Lee J, Durst RW and Wrolsta RE, 2002. Impact of juice processing on blueberry anthocyanins and polyphenolics: comparison of two pretreatments. *Journal of Food Science* 67: 1660-1667.
- Mazzuca MM, Rost E, Balzaretta VT, 2005. Fatty acids and sterols in seeds from wild species of berberis in Argentine Patagonia. *The Journal of the Argentine Chemical Society* 93: 241-246.
- McCabe WL, Smith JC and Harriott P, 1986. *Unit operations of chemical engineering*. New York: McGraw-Hill.
- Mohsenin NN, 1978. *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Novruzov EN, 1994. Anthocyanins in some species of the genus *Berberis* L. growing in Azerbaijan. *Institut Botaniki V.L. Komarova, Baku, Azerbaijan* 30:73-78.
- Rangana SC, 1979. *Manual of analysis of fruit and vegetable products*. New Delhi: Tata McGraw Hill Publishing Co. Ltd.
- Razavi SMA, Emadzadeh B, Rafe A and Amini AM, 2007. The physical properties of pistachio nut and its kernel as a function of moisture content and variety: Part I. Geometrical properties. *Journal of Food Engineering* 81: 209-217.
- Shahverdia AR, Moradkhania R, Mirjania R, Alimirzaee P, Hamid M I, Esfahanib M R and Goharid. A R, 2007. Enhancement Effect of *Berberis vulgaris* var. *integerrima* Seeds on the Antibacterial Activity of Cephalosporins against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences* 3: 181-186.

- Sood R P, modgil R and sood M, 2010. Physicochemical and nutritional evaluation of indiginous wild fruit Kasmal *Berberis lycium Royle*. Indian Journal of natural products and resoueces 1: 362-366.
- Standard Institute and Industrial Researches of Iran, 1991. Fruit juice- pecifications. Standard No: 2685.
- Topuz AT, Topakci M, Canakci M, Akinci I and Ozdemir F, 2005. Physical and nutritional properties of four orange varieties. Journal of Food Engineering 66: 519–523.
- Vursavus K, Kelebek H and Selli S, 2006. A study on some chemical and physico-mechanic properties of threesweet cherry varieties (*Prunus avium L.*) in Turkey. Journal of Food Engineering 74: 568–575.
- Wang WD and Xu SY, 2007. Degradation kinetics of anthocyanins in blackberry juice and concentrate. Journal of Food Engineering 82: 271–275.

Evaluation of physical and chemical characteristics of three Iranian barberry species

M Farhadi Chitgar¹, M Varidi², MJ Varidi^{2*} and F Shahidi²

Received: January 06, 2013 Accepted: December 11, 2013

¹MSc Student, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

²Assistant Professor, Associate Professor and Professor, respectively, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*Corresponding author: E mail: m.varidi@um.ac.ir

Abstract

Barberries (*Berberis. Spp.*) are one of the herbal plants that different parts of it like roots, leaves, barks and fruits have long been used as medicine in Iran. Besides, seedless barberry (*B. vulgaris*), which is cultivated as a domestic plant, other species (*B.integerrima* and *B.crataegina*) in different parts of Iran grow in wild conditions. Access to scientific information concerning the physical properties of *Berberis* species for optimum design of storage, transportation, sorting, processing and packaging equipment is important. Identification of the chemical characteristics of *Berberis* species can create a basis for using them in the pharmaceutical or food industries. Therefore, in order to introduce these native species, physical and chemical characteristics of two wild barberries and seedless barberry were evaluated. Results showed that there was statistically difference between length, surface area, bulk density, thousand mass, and terminal velocity of these species. Compared to seedless barberry, wild barberries because of their seeds had high amount of fat, protein, total carbohydrate, ash and crude fiber. Wild barberries had high acidity and low pH. Potassium was the major mineral in all three species. *B.crataegina* contained the highest amount of anthocyanin (4684.037mg/l) followed by *B.integerrima* (998.17mg/l) and *B.vulgaris* (280.96mg/l). The difference between chemical properties of *B.crataegina* and *B.integerrima* seeds were significant.

Keywords: Physical characteristics, Chemical characteristics, Barberry, Cartagena, Integerrima, Vulgaris