

بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن هسته عناب

الهه پوشانه^۱، محمدعلی سحری^{۲*}، نجمه شمس نجف آبادی^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز

۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۳- دانش آموخته دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۲/۱۰)

چکیده

عناب با نام علمی *Ziziphus jujuba Mill* از خانواده رامناسه بومی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری ایران است. هسته عناب حاوی ترکیب روغنی با ارزش تغذیه‌ای بالا بوده که غنی از ترکیبات مختلف است و کاربردهای زیادی در صنایع خوراکی دارویی و بهداشتی دارد. در این تحقیق برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی روغن هسته عناب مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله اول روغن هسته عناب توسط حلال هگزان در دمای محیط به روش غرقابی استخراج شد. درصد روغن موجود در روغن هسته عناب اندازه‌گیری شد. سپس خصوصیات فیزیکوشیمیایی (رنگ، ضریب شکست، نقطه ذوب، شاخص‌های یدی، اسیدی، صابونی، پراکسید و تیوباریتوریک اسید (TBA))، ترکیب اسیدهای چرب، اندیس‌های تغذیه‌ای (ω_3 ، ω_6 ، PUFA، SFA)، مقدار توکوفرول و استرول موجود در روغن هسته عناب مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج به‌دست‌آمده: مقدار روغن ۸۹ درصد، اندیس رنگ قرمزی / زردی (۱۴/۴۷۰۵)، ضریب شکست ($1/467^{hD}$) و نقطه ذوب ($3/8 \pm 0/42$)، عدد یدی ($60/71 \pm 3/87$)، عدد بر I_2 بر ۱۰۰ گرم روغن)، عدد اسیدی ($4/5855 \pm 0/052$) میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن)، عدد صابونی ($6/281 \pm 100/5385$) میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن)، عدد پراکسید (بسیار ناچیز) و شاخص تیوباریتوریک اسید (بسیار ناچیز) بود. همچنین روغن هسته عناب دارای $47/3$ درصد اولئیک اسید و $32/6$ درصد لینولئیک اسید بوده و از جهت خواص تغذیه‌ای و پایداری، روغن مناسبی است. اندیس‌های تغذیه‌ای ω_3 و ω_6 به ترتیب $2/834$ درصد، $34/757$ درصد و $13/44$ SFA درصد، $86/55$ PUFA درصد بود. روغن هسته عناب مورد مطالعه حاوی $935/55$ پی‌پی‌ام آلفا توکوفرول، $7/82$ پی‌پی‌ام بتا و گاما توکوفرول و نیز ایزومر دلتا $4/45$ پی‌پی‌ام و میزان استرول کل $2330/8$ پی پی ام بود؛ بنابراین از جهت خواص پایداری و تغذیه‌ای روغنی مناسب تشخیص داده شد.

کلید واژگان: اسیدهای چرب، استرول، توکوفرول، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، روغن هسته عناب

* مسئول مکاتبات: sahari@modares.as.ir

۱- مقدمه

عناب با نام علمی *Ziziphus jujuba Mill* که معمولاً تحت عناوین خرماي قرمز، خرماي چيني يا خرماي هندي نيز شناخته شده است، از خانواده راناسه بوده، فرم درختچه عناب با ارتفاع متوسط ۵-۱۰ متر، خزان دار و بدون کرک با قابليت رویش در مناطق گرمسيري و نيمه گرمسيري است. مجموعاً شامل ۵۰ جنس و ۶۰۰ گونه اند که بيشتر در اروپا و نواحی استوایی می رویند. دو گونه اصلی *Ziziphus mauritania* و *Ziziphus jujuba* به صورت اقتصادی و با بازدهی کشت بالا در بيشتر کشورهای جهان توليد می شود. در ایران نيز عناب از گیاهان بومی فلات نواحی مدیترانه و آسیای معتدله است و به طور عمده در استان های خراسان، گلستان، مازندران، فارس، اصفهان، یزد، همدان، قزوین و قم وجود دارد. عناب به عنوان یکی از محصولات مهم و استراتژیک باغبانی استان خراسان جنوبی جایگاه ویژه ای در اقتصاد کشاورزی این استان دارد و از ۱۲۶۰ هکتار باغات عناب ایران، میزان ۱۱۶۸ هکتار مربوط به خراسان جنوبی بوده که با توليد ۱۷۰۲ تن عناب خشک مقام اول این محصول را به خود اختصاص داده است، به گونه ای که ۹۸ درصد توليد عناب در این استان محقق می گردد. عناب گیاهی مقاوم به خشکی، شوری، نوسانات دما، آفات و بیماری ها بوده و در طی دوران خشکسالی کمترین خسارت را در مقابله با سایر محصولات متحمل شده و به همین دلیل به عنوان یکی از محورهای توسعه باغات در الگوی کشت استان خراسان جنوبی مدنظر می باشد. میوه نارس آن نرم، سبز رنگ و زیتونی شکل با خواص دارویی و ضد اکسایشی بالا است و میوه رسیده آن چروکیده و قهوه ای مایل به ارغوانی تیره می باشد. میوه عناب طبق نظر حکمای طب سنتی در تقویت فعالیت های معده، طحال و دستگاه گوارش مؤثر بوده و آرام کننده اعصاب، خواص ضد قارچی و ضد باکتری، ضدالتهابی و ضد اکسایشی، مقابله با افزایش قند خون، درمان سرماخوردگی و آنفلوآنزا، مقوی کبد و قلب، کاهش فشار خون، تصفیه خون و نیز کاهش تری گلیسرید و کلسترول خون از دیگر خصوصیات مفید آن به شمار می آید [۱ و ۲].

میوه هایی مانند عناب بخش کوچکی از کالری روزانه را تأمین می کند ولی دارای ترکیبات با ارزشی نظیر ویتامین ها (ویتامین های گروه C، A، B)، پروویتامین ها (نظیر ویتامین

E)، آسکوربیک اسید، توکوفرول ها، کاروتنوئیدها، ترکیبات فنولیک، آنتوسیانین ها و املاح فسفر و کلسیم هستند [۳]. روغن ها و چربی ها بخش مهمی از رژیم غذایی انسان را تشکیل می دهد و در بسیاری از فرآورده های غذایی به عنوان ماده اولیه کاربردهای ویژه ای دارند. چربی ها و روغن ها مواد غذایی با ارزشی هستند که علاوه بر تأمین انرژی نقش مهمی در بقای سلامت و ادامه حیات داشته و در گروه مواد مصرفی ضروری جای دارد. چربی ها و روغن ها منبع فشرده ای از انرژی غذایی بوده و ویتامین های محلول در چربی (A، E، D، K) که در تأمین سلامت نقش مهمی را به عهده دارند، از طریق مصرف این مواد به بدن می رسند، همچنین اسیدهای چرب اساسی که نقش آنها در سلامت و انجام اعمال بدن به اثبات رسیده و بدن قادر به ساختن آنها نیست از راه مصرف روغن های خوراکی تأمین می شود. روغن ها و چربی ها را کنسانتره کالری می گویند زیرا نقش اساسی در متابولیسم بدن انسان دارند، از سوختن هر گرم چربی در بدن در حدود ۹ کیلو کالری انرژی حاصل می شود [۴].

با توجه به اهمیت تغذیه ای روغن های خوراکی در رژیم غذایی و همچنین جایگاه ارزشمند روغن هسته عناب در طب سنتی ایران، انجام تحقیقات بیشتر در زمینه استفاده از روغن هسته عناب در صنایع غذایی ضروری به نظر می رسد. در این پژوهش خصوصیات فیزیکیوشیمیایی (رنگ، ضریب شکست، نقطه ذوب، شاخص های پراکسید، یدی، اسیدی، صابونی، شاخص تیوباربیتوریک اسید (TBA)، ترکیب اسیدهای چرب، اندیس های تغذیه ای (ω_3 , ω_6 , SFA, PUFA)، مقدار توکوفرول ها، استرول ها و همچنین درصد روغن موجود در روغن هسته عناب مورد بررسی قرار می گیرد.

۲- مواد و روش ها

مواد اصلی مورد آزمایش دانه عناب واریته بیرجندی با مراجعه به موسسه اصلاح نهال و بذر کرج تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. مواد شیمیایی مورد استفاده نیز همگی با بالاترین خلوص از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

۲-۱- استخراج روغن

ابتدا هسته میوه عناب شکسته و توسط دستگاه آسیاب آزمایشگاهی خرد شدند. به مدت ۴۸ ساعت در دمای محیط

۲-۹- اندازه گیری عدد پراکسید

عدد پراکسید با روش پیشنهادی محاسبه گردید [۷].

۲-۱۰- اندازه گیری اندیس تیوباریتوریک اسید (TBA)

محصولات ثانویه اکسیداسیون چربی با شاخص اسید تیوباریتوریک اندازه گیری شد. عدد اسید تیوباریتوریک شاخصی از میزان مالون دی آلدهید موجود در ۱۰۰۰ گرم چربی می باشد. عدد اسید تیوباریتوریک مطابق استاندارد ایران به شماره ۱۰۴۹۴ (روغن ها و چربی های گیاهی) - اندازه گیری عدد اسید ۲- تیوباریتوریک به روش مستقیم انجام شد [۹].

۲-۱۱- تعیین ترکیب اسیدهای چرب در**نمونه ها توسط کروماتوگرافی گازی**

از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Chrompack CP 9002 استفاده شد. ستون CP-FFAP-CB fused silica WCOT به طول ۳۰ متر، قطر ۰/۲۵ میلی متر و ضخامت نازک داخل لوله (فاز ثابت) ۰/۳ میکرومتر مورد استفاده قرار گرفت. گاز حامل هلیوم با خلوص ۹۹/۹۹ بود. فشار گاز حامل ابتدای ستون ۲۰ کیلو پاسکال و برنامه حرارتی به این صورت بود که در دمای ۱۴۰°C به مدت ۲۰ دقیقه و نیم، سپس با سرعت ۲۰ درجه سانتی گراد در دقیقه تا ۱۸۰°C گرم شده و ۲۰ دقیقه در این دما مانده و سپس با سرعت ۲۰°C در دقیقه دما تا ۲۰۰ درجه افزایش یافته و تا پایان در این دما نگه داشته شد. زمان کلی ۴۰ دقیقه و نیم و عمل تزریق و شیر تزریق split-split less نسبت ۱ به ۱۰ است.

عمل مشتق سازی اسیدهای چرب برای تزریق به دستگاه کروماتوگرافی گازی به روش متکالف (Metcalf, 1996) انجام شد: ۳-۴ قطره از نمونه را در یک لوله ی آزمایش ریخته شد، سپس ۵ سی سی سود متانولی ۲ درصد به آن اضافه شد، سپس ۱ سی سی استاندارد داخلی (اسید چرب C₁₅) با غلظت ۲ میلی گرم بر میلی لیتر اضافه و تکان داده شد، سپس ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش گذاشته، سپس لوله را خارج تا خشک شود. سپس ۵۲/۱۷۵ سی سی BF₃ ۲۰ درصد به آن اضافه شد و سپس ۳ دقیقه در حمام آب جوش گذاشته، بعد از خشک شدن مجدد ۱ سی سی هگزان اضافه کرده و تکان داده شد و سپس ۱ سی سی محلول نمک اشباع (۳۰ g/۱۰۰ ml) اضافه و به شدت تکان داده شد. بعد از دو فاز شدن، فاز رویی در

خشک شد [۵]. به میزان سه برابر وزن نمونه از پودر حاصل از خرد کردن مغز دانه هسته عناب برای استخراج روغن به روش غرقابی و با حلال هگزان استفاده شد. به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴۰°C عمل استخراج روغن توسط گرمخانه تحت تکان مداوم قرار گرفت، سپس مخلوط حلال و روغن توسط دستگاه تبخیر کننده چرخان تحت خلأ در دمای ۴۵°C جدا شد [۶].

۲-۲- تعیین درصد روغن

استخراج روغن با کمک حلال هگزان (مرک، آلمان) با روش سوکسله بر اساس روش پیشنهادی [۷] صورت گرفت.

۲-۳- اندازه گیری رنگ روغن

رنگ نمونه ی روغن با استفاده از رنگ سنج لایباند (مدل F، انگلستان نوع Tintometer) اندازه گیری شد. نمونه ی روغن به یک سل ۱۰ میلیمتری انتقال و رنگ آن در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد با انطباق بر اسلایدهای رنگی استاندارد، اندازه گیری گردید [۷].

۲-۴- تعیین ضریب شکست

برای تعیین ضریب شکست نمونه ها با استفاده از رفرکتومتر، مدل RX-7000a ساخت شرکت ATAGO کشور ژاپن در دمای ۲۰°C طبق روش استاندارد ملی ایران شماره (۵۱۰۸) اندازه گیری ضریب شکست در روغن ها و چربی ها خوراکی - آبان (۱۳۷۷) انجام شد [۸].

۲-۵- اندازه گیری نقطه ذوب روغن

به کمک روش لوله ی مویین اندازه گیری شد [۷].

۲-۶- اندازه گیری عدد یدی

تعیین عدد یدی نمونه ها طبق روش استاندارد ملی ایران شماره ۴۸۸۶ (اندازه گیری عدد یدی به روش هانوس در روغن ها و چربی ها خوراکی - مرداد (۱۳۷۹) انجام شد [۹].

۲-۷- اندازه گیری عدد اسیدی

عدد اسیدی بر طبق Aa 6-38 (AOCS, 1995) اندازه گیری شد [۱۲].

۲-۸- اندازه گیری عدد صابونی

برای تعیین عدد صابونی نمونه ها طبق روش استاندارد ملی ایران شماره (۱۰۵۰۱) اندازه گیری عدد صابونی در روغن ها و چربی ها گیاهی و حیوانی انجام شد [۱۰].

سرعت $10 \text{ min}/^\circ\text{C}$ تا رسیدن به دمای 300°C و نگهداری در این دما به مدت ۱۰ دقیقه انجام گرفت تا ترکیب‌های مختلف جدا شوند. از آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای با دمای 300°C استفاده شد. شناسایی استرول‌ها برحسب زمان بازداری نسبی انجام شد [۱۳].

۲-۱۴- طرح آماری

با توجه به این‌که در این طرح فقط یک تیمار (روغن هسته عناب) وجود دارد، امکان تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها وجود نداشته و نتایج به صورت انحراف معیار \pm میانگین نشان داده شده‌اند. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel ۲۰۱۳ استفاده گردید. هم‌چنین انجام آزمایشات سه بار تکرار شده بودند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خواص فیزیکوشیمیایی روغن هسته عناب

مشخصات هسته و برخی ویژگی‌های هسته روغن عناب در جدول ۱ آورده شده است. با تعیین ویژگی‌های روغن و چربی می‌توان ارزیابی دقیقی از کیفیت تغذیه‌ای و پایداری اکسایشی آن‌ها به منظور تعیین زمان مناسب نگهداری و کاربرد آن‌ها انجام داد. لازم به ذکر است به ازای هر ۱۰۰ گرم میوه عناب ۸ گرم مغز و ۰/۰۸ گرم آن روغن نمونه حاصل شد. میانگین مقدار روغن موجود در هسته عناب ۸/۹ درصد بود. این مقدار در مقایسه با بازده روغن استحصالی از هسته انگور ۹-۱۰ درصد روغن و هسته انار ۶۶-۱۹/۳ درصد، متفاوت می‌باشد [۱۴].

رنگ از جمله ویژگی‌های مهم روغن بوده و به عنوان راهنما در تصفیه‌ی روغن‌های خوراکی استفاده می‌شود. متوسط مقادیر شاخص‌های رنگی روغن هسته عناب R، Y و B به ترتیب میزان قرمزی (کدورت) و زردی (شفافیت) و سبزی روغن را نشان می‌دهند. در سیستم رنگ‌سنجی لایویناند، رنگ روغن را به صورت نسبت Y/R (نسبت درجه زردی به قرمزی) نشان می‌دهند (AOCS روش Cc 13b-45) مقدار این عدد در روغن هسته عناب، ۱۴/۴۷۰۵ تعیین گردید، این ویژگی در روغن کنجد و آفتابگردان مطابق استاندارد ایران و کدکس ۱۰، ۱۲/۵ می‌باشد.

فالکون ۱ میلی‌لیتری ریخته، پس از تغلیظ با نیتروژن ۰/۲ میکرو لیتر، به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد [۱۱].

(۱-۲)

= غلظت اسید چرب مجهول

وزن نمونه/سطح زیر پیک استلارد $\times \frac{1}{2}$ سطح زیر پیک اسید چرب مجهول

$$\omega_3 = C_{18:3}$$

$$\omega_6 = C_{18:2} + \text{ARA}$$

(۲-۲)

$$= \text{درصد اشباعیت} = C_{16:0} + C_{17:0} + C_{18:0} + C_{14} + C_{15}$$

$$= \text{درصد غیر اشباعیت} = C_{18:1} + C_{18:2} + C_{18:3} + C_{16:1}$$

۲-۱۲- اندازه گیری ترکیبات توکولی

به منظور تعیین مقدار توکوفرول‌ها از دستگاه HPLC مجهز به ستون Partisil Si 5μ ساخت شرکت Technochroma (طول ستون ۲۵ سانتی‌متر، قطر ستون ۴/۶ میلی‌متر و اندازه ذرات فاز ساکن ۵ میکرومتر) و آشکارساز ماوراءبنفش با طول موج ۲۹۲ نانومتر استفاده شد. از مخلوط پروپانل: هگزان به نسبت ۲:۱ با سرعت جریان ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه به عنوان فاز متحرک استفاده شد. عمل جداسازی در دمای محیط انجام شد و از گاز هلیوم با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد برای گاز زدایی فاز متحرک استفاده گردید.

در ابتدا نمونه روغن به نسبت ۲ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر هگزان رقیق شده و از صافی ۰/۴۵ میکرون عبور داده شد و به مقدار ۲۰ میکرو لیتر به دستگاه تزریق گردید. استاندارد ایزومرهای توکوفرول نیز در شرایط مشابه به دستگاه تزریق شد. برای شناسایی گونه‌های توکوفرول، زمان بازداری استانداردها مقایسه شد و محل پیک هر یک از گونه‌ها معین گردید. برای اندازه‌گیری غلظت هر یک از گونه‌های توکوفرول از روش استاندارد خارجی استفاده شد [۱۲].

۲-۱۳- اندازه گیری استرول کل

محتوای استرول کل بر اساس روش Nyme و همکاران، سال ۲۰۰۹ انجام گرفت. جداسازی با کروماتوگرافی گازی youngling 6500 ساخت کشور کره جنوبی مجهز به ستون TYM-5 مارک Supelco (۳۰ سانتی‌متر \times ۰/۲۵ میلی‌متر) انجام شد. از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت 20 cm/s استفاده شد و دمای محل تزریق 280°C بود. برنامه‌ریزی دمایی در 280°C با نگاه داشتن به مدت ۳۰ دقیقه و افزایش با

Table 1 Physicochemical properties of jujube seed oil

Average \pm SD	Physicochemical properties
14.4705 \pm 0.01	Color redness/yellowness (Lovibond, cell 1 inch)
1.4665 \pm 0.00	Refractive index (25 °C)
3.8001 \pm 0.42	Melting point (°C)
100.5385 \pm 6.28	Saponification value (mg KOH/g oil)
60.7120 \pm 3.87	Iodine value (g I ₂ /100g oil)
4.5855 \pm 0.05	Acid value (mg KOH/g oil)
8.7480 \pm 0.00	Percentage of oil (%)
Not detected	Peroxide value (mEq O ₂ /kg oil)
Not detected	TBA value (mEq Malonaldehyde /kg oil)

یدی نشان می‌دهد روغن هسته عناب نسبت به این دو روغن اشباعیت بیشتری داشته باشد [۱۸].

عدد پراکسید روغن مورد مطالعه بسیار ناچیز بود. عدد پراکسید نشان دهنده محصولات اولیه اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌هاست. ناچیز بودن این عدد نشان از بالا بودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در این روغن دارد. برای اطمینان عدد TBA اندازه‌گیری شد.

در تعیین عدد اسید تیوباریتوریک میزان مالون دی‌آلدهیدها اندازه‌گیری می‌شود. مالون دی‌آلدهید محصول ثانویه اکسیداسیون روغن‌ها می‌باشد. این عدد در روغن هسته عناب نیز مشاهده نشد. برای اطمینان بیشتر روغن‌ها مورد نظر دو هفته بعد از استخراج دوباره مورد آزمایش قرار داده شد و عدد پراکسید و TBA هم‌چنان ناچیز بود. ناچیز بودن عدد پراکسید و عدد TBA نشان‌دهنده کیفیت مناسب و غیراکسایشی روغن مورد مطالعه و وجود آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در این روغن دارد [۱۹].

۱-۲-۳- ترکیب اسیدهای چرب روغن هسته عناب

روغن مورد مطالعه از جهت درصد اسیدهای چرب توسط (دستگاه اسپکتروفتومتر گازی) بررسی شد و اندازه‌گیری اندیس‌های تغذیه‌ای آن محاسبه شد که در جدول زیر آورده شده است (جدول ۲)

اسیدهای چرب موجود در روغن هسته عناب شامل اسیدهای چرب: میریستیک (۱/۲۵۹ درصد)، پالمیتیک (۸/۲۰۹ درصد)، پالمیتولئیک (۸/۶۲۹ درصد)، استئاریک (۲/۷۳۹ درصد)، اولئیک (۴۷/۳۲۴ درصد)، لینولئیک (۳۲/۵۸۱ درصد)، لینولنیک (۲/۸۳۴ درصد)، آراشیدیک اسید (۲/۱۷۶ درصد) بود. میزان اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک در روغن هسته عناب بیش‌ترین مقدار را دارا بودند.

به نظر می‌رسد علت بیشتر بودن این عدد بالا بودن ترکیبات رنگی از جمله کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها و ... است [۱۵ و ۱۶].

عدد اسیدی نمونه ۴/۵۸۵۵ میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم بر گرم روغن شد این مقدار در مقایسه با روغن خام کنگد در استاندارد ایران که ۳ میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم برگرم روغن است، کمی بیشتر است [۹]. به نظر می‌رسد بالاتر بودن عدد اسیدی روغن هسته عناب به دلیل هیدرولیز بیشتر روغن باشد [۱۷].

یکی دیگر از شاخص‌های تشخیص نوع روغن، ضریب شکست روغن می‌باشد. ضریب شکست روغن هسته عناب در محدوده‌ی (۱/۴۶۷) بود که در مقایسه با ضریب شکست روغن‌های کلزا و پنبه دانه طبق گزارش موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به ترتیب (۱/۴۶۷ - ۱/۴۶۴) و (۱/۴۶۶ - ۱/۴۵۸)، نسبتاً در یک محدوده است [۸ و ۹] و نشان‌دهنده‌ی مقدار بالای اسیدهای چرب غیر اشباع روغن می‌باشد. هرچه میزان غیر اشباع بودن روغن بیش‌تر باشد، ضریب شکست آن نیز بیش‌تر خواهد بود [۷]. نقطه ذوب روغن هسته عناب پایین است (۳/۸ °C) و در دمای محیط مایع است.

عدد صابونی روغن هسته عناب به میزان (۱۰۰/۵۳) میلی‌گرم در گرم روغن) اندازه‌گیری شد. میزان اندیس صابونی روغن زیتون ۱۹۰/۳ و روغن بذر چای ۱۹۴/۹ میلی‌گرم پتاس در گرم روغن می‌باشد، به نظر می‌رسد پایین بودن عدد صابونی نسبت به دو روغن ذکر شده وجود میانگین وزن مولکولی چربی بالا در این روغن باشد [۱۸].

هم‌چنین اندیس یدی (هانوس) در روغن زیتون و بذر چای به ترتیب ۷۵/۱۰ و ۸۵ گرم یدی بر صد گرم روغن می‌باشد که در مقایسه با عدد یدی روغن هسته عناب (۶۰ گرم یدی بر صد گرم روغن) مقدار بیشتری را داراست. پایین بودن عدد

Table 2 Fatty acid profile of jujube seed oil in comparison with grape seed and pomegranate seed oils

Pomegranate seed oil (%)	Grape seed oil (%)	Jujube seed oil (present study) (%)	Nutritional value	Saturation degree	Carbon number	Fatty acid
-	0-0.3	1.259	-	Saturation	C ₁₄	Myristic acid (C ₁₄)
3.89	5.5-11	8.209	-	Saturation	C _{16:0}	Palmitic acid(C _{16:0})
-	0-1.2	1.639	-	Unsaturation	C _{16:1}	Palmitoleic acid(C _{16:1})
2.81	3-6.5	2.731	-	Saturation	C ₁₈	Stearic acid(C _{18:0})
8.48	12-28	47.324	ω ₉	Unsaturation	C _{18:1}	Oleic acid(C _{18:1, n9})
8.56	58-78	32.581	ω ₆	Unsaturation	C _{18:2}	Linoleic acid (C _{18:2, n6})
0.65	0-1	2.834	ω ₃	Unsaturation	C _{18:3}	Linolenic acid (C _{18:3, n3})
0.50	0-0.3	2.176	ω ₆	Unsaturation	C _{20:4}	Arashidonic acid (C _{20:4, n6})

می‌دهد با وجود درصد بالای غیراشباعی در روغن هسته عناب، اعداد پراکسید و TBA آن بسیار ناچیز است. این دو واقعیت نشان از وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی قوی و ترکیبات زیست فعال بالا دارد [۲۲].

۳-۱-۳- ترکیبات استرولی

استرول‌های گیاهی گروهی از الکل‌های استروئیدی بوده که بخش عمده فاز صابونی نشده روغن‌های گیاهی را تشکیل می‌دهند. یکی از شاخص‌های شناسایی روغن گیاهی به منظور تعیین کیفیت، اندازه‌گیری مقادیر فیتوسترول‌های آن‌ها می‌باشد. مقدار کل استرول در روغن هسته عناب ۲۳۳۰/۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم روغن تعیین شد. در بین استرول‌های موجود در روغن هسته عناب، سیتوسترول (۶۱/۰۹۳۳ درصد) بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. ترکیب استرول‌های روغن هسته عناب در جدول ۳ آورده شده است. این مقدار در مقایسه با مقادیر استرول‌های موجود در روغن‌های هسته انگور (۲۰۰۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم روغن) [۸] پایین‌تر و از استرول‌های دانه‌ی انار (۵۹۸۱/۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم روغن) [۲۱]، بالاتر است. استرول‌ها ترکیبات آنتی‌اکسیدانی طبیعی بوده و وجود این ترکیبات در روغن پایداری آن را تضمین می‌نماید.

وجود آراشیدونیک اسید به عنوان اسید چرب ضروری چند غیراشباعی در روغن هسته عناب به‌عنوان عامل سلامتی برای انسان نقش مهمی را در این مورد بازی می‌کند. روغن هسته عناب، دارای ۱۳/۴۴۶ درصد اسیدهای چرب اشباع (SFA) و ۸۶/۵۵۸ درصد اسیدهای چرب غیراشباع (USFA) بود، هم‌چنین مجموع اسیدهای چرب ضروری امگا ۶ و امگا ۳ در روغن هسته عناب به ترتیب ۳۲/۷۴۱ و ۱/۳۵۰ درصد بود نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع معمولاً به عنوان معیاری از میزان سیرنشدگی روغن‌ها و چربی‌ها بوده و نیز تمایل آن‌ها به خوداکسایشی را نشان می‌دهد [۲۰]. طبق مقایسه ویژگی‌های ترکیبی روغن هسته عناب با روغن هسته انگور و هسته انار در جدول ۳، مشخص شد: اسید چرب غالب در روغن هسته عناب اولئیک اسید و در روغن هسته انگور و انار لینولئیک اسید می‌باشد. هم‌چنین میزان متوسط کل اسیدهای چرب اشباع در روغن هسته انگور ۲۰-۱۵ درصد و در انار ۷/۲ درصد و میزان متوسط کل اسیدهای چرب غیراشباع آن‌ها به ترتیب ۸۰-۸۵ درصد و ۸۲/۳۲ درصد است [۸ و ۲۱]. درصد نسبتاً بالای درجه‌ی غیراشباعی روغن هسته عناب در مقایسه با دو روغن هسته انگور و دانه‌ی انار نشانگر حساسیت این روغن نسبت به اکسیداسیون است. از طرفی نتایج نشان

Table 3 The percentage of sterols (mg per 100 g) of jujube seed oil in comparison with grape seed and pomegranate seeds oils

Pomegranate seed oil	Grape seed oil	Jujube seed oil (present study)	Sterol profile
0.17	0.5	0.1872	(CHOL) Cholesterol
8.55	7.5	7.9337	(CAMP) Campesterol
4.90	7.5	9.7962	(STIG) Stigmasterol
76.01	64	61.933	(SITOS) Sitosterol
5961.7	2000	2330.8	Total sterols

۳-۱-۴- ترکیبات توکوفرولی

مقادیر توکوفرول‌های موجود در روغن هسته عناب در جدول ۴ آورده شده‌اند. در روغن هسته عناب هر چهار نوع توکوفرول آلفا، گاما و بتا و دلتا وجود دارد. همان‌طور که می‌دانیم آلفا توکوفرول بیش‌ترین فعالیت حیاتی (ویتامین E) و گاما توکوفرول دارای بیش‌ترین اثر ضد اکسیدانی در روغن را دارا است [۴]. مقادیر کل توکوفرول‌ها در روغن هسته عناب ۹۵۵/۶۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن بود که در مقایسه با نمونه‌هایی از روغن هسته انگور (۲۴۰-۴۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و هسته انار (۴۲۵/۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) [۸ و ۲۱] بیشتر است (جدول ۴).

توکوفرول‌ها کاربرد وسیعی در صنایع غذایی، دارویی، بهداشتی و خوراکی دام دارند. در صنایع غذایی از توکوفرول‌ها به عنوان آنتی‌اکسیدان به صورت افزودنی در تولید مارگارین، روغن سرخ‌کردنی و اسنک‌ها استفاده می‌شود. اجزای مختلف توکولی به عنوان آنتی‌اکسیدان، زنجیره‌ی رادیکالی را در غشاهای لیپوپروتئین‌های پلاسما و غذا شکسته، باعث کاهش ابتلا به بیماری‌های قلبی و انواع خاصی از سرطان‌ها می‌شود [۲۳].

جدول ۴ مقدار توکوفرول‌های موجود در روغن هسته عناب در مقایسه با روغن هسته انگور و دانه‌ی انار (بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم) [۸ و ۲۱]

Table 4 Tocopherols content (mg per 100 g) of jujube seed oil in comparison with grape seed and pomegranate seeds oils

Pomegranate seed oil	Grape seed oil	Jujube seed oil (present study)	Tocopherols
27.38	16-38	935.55	Alpha
5.7	0-89	7.825	Beta
140.261	0-73	7.825	Gamma
187.72	0-4	4.45	Delta
425.95	240-410	955.65	Total

[3] Tripathi, M. Pandey, M.B. Jha, R.N. Pandey, V.B. Tripathi, P.N. and Singh, J.P. 2011. Cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus jujube*. *Fitoterapia*. 72: 507-510.

[4] Malek, F. 2000. *Fats and Edible Vegetable Oils* (Translation). First Ed. Agricultural Extension and Education Press. 474.

[5] Weaver, C.M. and Daniel, J.R. 2003. *The Food Chemistry Laboratory*. 2nd Ed. Printed in the United States of America. 137.

[6] AOCS. 2006. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*. Champaign, IL. AOCS Press.

[7] Husaini, Z. 1999. *Conventional methods for food analysis*. 3rd Ed. Shiraz University Press.

[8] Anonymous. 2006. *Iranian National Standard*. Standard No. 8920, Published by the Institute of Standards and Industrial Research of Iran. *Properties of grape seed oil*. First Edition.

[9] Anonymous. 1999. *Iranian National Standard*. Standard No. 4935, Published by the Institute of Standards and Industrial Research of Iran. *Edible rapeseed oil properties*. First Edition.

[10] Anonymous. 2001. *Iranian National Standard*. Standard No. 10501, Published by

۳- نتیجه‌گیری کلی

ویژگی‌های مختلف روغن هسته عناب برای اولین بار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که از ۸۲/۰۳۸ درصد اسیدهای چرب غیر اشباع روغن هسته عناب، اسید اولئیک بیشترین میزان را به خود اختصاص می‌دهد و می‌توان آن را به عنوان یکی از روغن‌های گیاهی مناسب از نظر محتوای اسیدهای چرب تک غیراشباعی به حساب آورد. روغن مورد مطالعه، با وجود مایع بودن پایداری خوبی از خود نشان داد چون دارای مقادیر قابل توجه ترکیبات توکولی (۹۴۷/۸۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن) و ترکیبات استرولی (۲۳۳۰/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن) بود.

۴- منابع

- [1] Zargari, A. 1992. *Medicinal Plants*. Tehran University Press. First Volume. 603-605.
[2] Mirhedari, H. 2007. *Plant Sciences*. Iranian Islamic Culture Publications Office. Volume VI. 542.

- [18] Sahari M. A., Ataii D. and Hamed M. 2004. Characteristics of tea seed oil in comparison with sunflower and olive oils and its effect as a natural antioxidant. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81: 585-588.
- [19] Yan-Fang Sun. Zong-Suo Liang. Chang-Juan Shan. Helmut Viernstein. and Frank Unger. 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(4): 1612-1619.
- [20] Metcalf, L.C. Schmitz, A.A and Pelka, J.R. 1996. Rapid preparation of methyl esters from lipid for gas chromatography analysis. *Analytical Chemistry*. 38: 514-515.
- [21] Basiri, S.H. Shahidi, F. Farhosh, R. and Kadkhodaei, R. 2013. Determining of physico-chemical and thermal properties of pomegranate seed oil in Sabzevar region. *Innovation in Food Science and Technology (Journal of Food Science and Technology)*. 4:97-107.
- [22] Lee, J. Durst, R.W. and Wrolstad, R.E. 2013. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *AOAC* 88: 1269-1278.
- [23] Schwartz, H. Ollilainen, V. Piironen, V and Lampi, A-M. 2008. Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils industrial fats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(2): 152-161.
- the Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Features. Edible oils and fats - cotton seed oil. First Edition.
- [11] AOCS. 2006. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign, IL. AOCS Press.
- [12] AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 12th Ed. Washington, D.C.
- [13] AOCS. 1998. Official Methods Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 5th Ed. Firestone, D. AOCS: Champaign, IL.
- [14] Parashar, A. Sinha, N. and Singh, P. 2010. Lipid contents and fatty acids composition of seed oil from twenty-five pomegranates varieties grown in India. *Advance Journal of Science and Technology*. 2(1):12-15.
- [15] Pawlowska, A.M. Camangi, F. Bader, A. and Braca, A. 2009. Flavonoids of *Zizyphus jujuba* L. & *Zizyphus spina-christi* Willd (Rhamnaceae) fruits. *Food Chemistry*. 112: 858-862.
- [16] Gul – Guerrero, J. L. 2004. Fatty acids and carotenes in (*Ziziphus jujuba*) plant food for human, *Journal of Agriculture Science and Technology*, 108: 421-428.
- [17] Hao, Zhang. Lu, Jiang. Shu, Ye. Yubin, Ye. and Fazheng, Ren. 2010. Systematic evaluation of antioxidant capacities of the ethanolic extract of different tissues of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill) from China. *Food and Chemical Toxicology*. 48: 1461-1465.

Investigation of Physicochemical Properties of Jujube Seed Oil (*Ziziphus jujuba*)

Pooshaneh, E.¹, Sahari, M. A. ^{2*}, Shams Najafabadi, N.³

1. M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Azad University of Tabriz
2. Professor of Food Technology, Faculty of Agriculture Tarbiat Modares University
3. Ph.D. Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modares

(Received: 2016/12/24 Accepted:2017/04/30)

Jujube (*Ziziphus jujuba Mill*) sub family of Ramnaseh is native of tropical and subtropical regions in Iran. Jujube seed is rich in oily compound which have nutritional value and it has many applications in food, medicine, and cosmetic industries. In this study, some physico-chemical properties of Jujube seed were investigated. At first stage, Jujube seeds were extracted by hexane solvent in ambient temperature by submerge. Then, the oil percent of Jujube seed was measured. After that, the physico-chemical properties of oil such as (color, refractive index, melting point, iodine, acidity, saponification, peroxide and thiobarbituric acid (TBA) values), fatty acid composition, nutritional indices (PUFA, SFA, ω_6 , ω_3), tocopherol and sterol contents were investigated. Results were as following: oil = 8/9%, index of red / yellow = 14/4705, refractive index = , melting point= $3/8 \pm 0/42$, iodine value = $3/87 \pm 60/71$ g I₂/ 100 g oil, acidity= $4/5855 \pm 0/052$ mg KOH/ g of oil, saponification value= $100/5385 \pm 6/281$ mg of KOH/ g of oil, peroxide value= trace, and thiobarbituric acid value= trace. Moreover, Jujube seed oil was consisted of 47/3% oleic and 32/6% linoleic acids, which good in nutritional and stability values. Nutritional indices of ω_6 , ω_3 , SFA and PUFA, respectively, were 34/757%, 2/834%, 13/446%, and 86/558%. The oil of Jujube seeds contained 935/55 ppm alpha-tocopherol, 7/82 ppm beta and gamma tocopherol, 4/45 ppm isomer of delta one and 2330/8 ppm of total sterol. In consequence, Jujube seed oil was diagnosed as a good stability and nutritional properties.

Keywords: Fatty acids, Jujube seed oil, Physicochemical properties, Sterols, Tocopherols.

* Corresponding Author E-Mail Address: sahari@modares.as.ir