

سنجش میزان محتوی فنول کل و فعالیت ضداکسایشی در قسمت‌های مختلف میوه بنه (*Pistacia atlantica* subsp. *Kurdica*)

علی اصغر حاتم‌نیا^{۱*}، پرویز ملک‌زاده^۲

^۱استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ایلام

^۲استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه قم

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۱

چکیده

در این تحقیق محتوی فنول کل و فعالیت ضداکسایشی در قسمت‌های مختلف میوه بنه با مبدأ استان کردستان مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد در میان نمونه‌های آزمایش شده، عصاره پوست سبز بیرونی نسبت به مغز و پوست داخلی دارای بیشترین میزان محتوی فنول کل بود. همچنین ظریب همبستگی مثبتی بین محتوی فنول کل با ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH، ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتريت و قدرت احیاکنندگی عصاره قسمت‌های مختلف میوه مشاهده گردید. نتایج نشان داد که فعالیت ضداکسایشی عصاره پوست سبز بیرونی به‌طور معنی‌داری بیشتر از عصاره‌های مغز و پوست داخلی بوده که می‌توان آن را به میزان بالای محتوی فنول و فلاونوئید نسبت داد. نتایج مربوط به شاخص EC₅₀ (غلظتی از عصاره که در آن غلظت، میزان جمع‌آوری رادیکال ۵۰ درصد است) نیز نشان داد که عصاره پوست سبز بیرونی با پایین‌ترین میزان فعالیت ضداکسایشی وضعیت مناسبی دارد. سنجش‌های متفاوت ضداکسایشی در این تحقیق نشان داد که عصاره پوست سبز بیرونی با فعالیت ضداکسایشی قوی می‌تواند به‌عنوان منبعی از ضد اکساینده‌های طبیعی معرفی گردد.

واژه‌های کلیدی: پوست سبز بیرونی، پوست داخلی، فعالیت ضداکسایشی، فلاونوئید، فنول کل، مغز، میوه

مقدمه

chia var از لحاظ اقتصادی و دارویی دارای اهمیت

فراوانی هستند (Farhoosh et al., 2008).

گونه *Pistacia atlantica* در ایران به عنوان بنه شناخته شده و دارای کاربردهای غذایی و دارویی می‌باشد. صمغ حاصل از درخت بنه را سقز می‌نامند که دارای خواص خوراکی، دارویی و صنعتی (تهیه آدامس، صنایع داروسازی، لاک، رنگ و پلیمر) فراوان می‌باشد. میوه آن بعد از آسیاب کردن و مخلوط کردن با افزودنی‌های دیگر به وسیله افراد بومی به مصرف می‌رسد. علاوه بر این از میوه‌های نارس آن برای

بنه (*Pistacia atlantica* subsp. *kurdica*) یک گونه از خانواده Anacardiaceae است که عمدتاً در نواحی غرب و به میزان کمتری در شرق و مرکز ایران پراکنده شده و ناحیه‌ای به وسعت ۱۲۰۰۰۰۰ هکتار را پوشش می‌دهند. جنس *Pistacia* دارای ۱۱ گونه می‌باشد که در میان آنها گونه‌های *P. atlantica*، *P. vera* و *P. lentiscus*

*نویسنده مسئول: hatamniya60@gmail.com

بسیاری از ضد اکساینده‌های سنتتیک و غیر طبیعی از جمله BHT (butylated hydroxytoluene)، BHA (butylated hydroxyanisol)، PG (propyl gallate) و TBHQ (tertiary butyl hydroxyl quinine) به‌طور گسترده‌ای در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد اما این احتمال و گمان وجود دارد که این ترکیبات اثرات منفی روی سلامتی به همراه داشته باشند لذا تمایل برای استفاده از ضد اکساینده‌های طبیعی روز به روز رو به افزایش است. لذا با توجه به مطالب فوق هدف از انجام این تحقیق بررسی محتوی فنول کل و فعالیت ضد اکسایشی در قسمت‌های مختلف میوه بنه بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: میوه‌های بالغ بنه از شهر بانه (کوه آریابا در ارتفاع ۱۹۹۴ متری) از استان کردستان در شهریورماه سال ۱۳۹۲ جمع‌آوری شدند. پس از جمع‌آوری، سه قسمت میوه که شامل پوست سبز بیرونی (Hull)، پوست داخلی (Shell) و مغز (Kernel) می‌باشند از هم جدا شد و اجازه داده شد تا در دمای اتاق به طور کامل خشک شوند. بعد از آن نمونه‌ها آسیاب شده و به‌صورت پودر نرم در آمدند. سپس این نمونه‌ها تا موقع عصاره‌گیری در دمای اتاق نگهداری شدند.

عصاره‌گیری ترکیبات فنولی: ۱/۵ گرم از پودرهای آماده شده‌ی تمامی قسمت‌های میوه درون دستگاه سوکسله و با استفاده از متانول (۲۵ میلی‌لیتر) در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۳۰ دقیقه عصاره‌گیری شد (Wijeratne et al., 2006).

تعیین محتوای فنول کل: برای اندازه‌گیری محتوای فنول کل از روش Tsantili و همکاران (۲۰۱۰) با اندکی تغییرات استفاده شد. به این ترتیب که ۰/۲ میلی‌لیتر از عصاره تهیه شده به ۲/۶ میلی‌لیتر آب مقطر

درست کردن مربا و از روغن‌های حاصل از پوست و مغز میوه به‌عنوان روغن سرخ شدنی استفاده می‌شود (Hatamnia et al., 2015b).

در طی چندین سال اخیر تحقیقات فراوانی روی فعالیت ضد اکسایشی ترکیبات ثانویه گیاهان صورت گرفته که بیشتر تحقیقات روی میوه‌ها و دانه‌های گیاهی به‌ویژه میوه‌های فندقه خوراکی از جمله گردو (Jahanban Sfahlan et al., 2012)، بادام (Akbari et al., 2012)، پسته (Tomaino et al., 2010)، *Pistacia khinjuk* (Hatamnia et al., 2015a) و غیره می‌باشد. مطالعات روی بنه بیشتر روی اسیدهای چرب و تری‌گلیسریدها (Farhoosh et al., 2008; Benhassaini et al., 2007)، ترکیبات شیمیایی الثورزین و روغن‌های ضروری (Benhassaini et al., 2008)، فلاونوئیدها (Kawashty et al., 2002) انجام شده است. به هر حال بررسی‌های صورت گرفته روی ترکیبات فنولی به‌عنوان ضد اکسنده اندک می‌باشد (Farhoosh et al., 2011; Gourine et al., 2010; Hatamnia et al., 2015b).

گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) در بسیاری از فرآیندهای بیولوژیکی که سبب آسیب رساندن به لیپیدها، غشاها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌شود دخالت دارد. گونه‌های فعال اکسیژن نقش مهمی در شروع یا پیشرفت بیماری‌های مختلفی از جمله سرطان، بیماری‌های قلبی-عروقی و التهابی ایفا می‌کنند (Kaur and Kapoor, 2001; Hu and Willett, 2002). بنابراین در سال‌های اخیر مطالعات زیادی روی پتانسیل ترکیبات گیاهی به‌عنوان ضد اکساینده در مبارزه با بیماری‌های مختلف انجام گرفته است. علاوه بر این این ثابت شده است که اثرات ضد اکسایشی ترکیبات گیاهی به‌طور عمده به علت ترکیبات فنولی از قبیل اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها، تانن‌ها و دی‌ترپن‌های فنولیک می‌باشد.

در این معادله A_0 مربوط به شاهد (شامل تمامی عوامل واکنش به استثناء عصاره) و A_1 مربوط به محلول واکنش حاوی عصاره بود. EC_{50} غلظتی از عصاره می باشد که در آن غلظت میزان جمع آوری رادیکال ۵۰ درصد است.

ظرفیت جمع آوری رادیکال نیتريت: برای محاسبه ظرفیت جمع آوری رادیکال نیتريت از واکنش Griess Illosvoy استفاده شد (Garrat, 1964). مخلوط واکنش حاوی سدیم نیتروپروسید ۱۰ میلی مولار (۲ میلی لیتر)، بافر فسفات سالین (۰/۵ میلی لیتر) و عصاره (۵۰ میکرو لیتر) در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵۰ دقیقه انکوبه شد. بعد از انکوباسیون ۰/۵ میلی لیتر از مخلوط واکنش با یک میلی لیتر از معرف سولفانلیک اسید (۰/۳۳ درصد در استیک اسید گلاسیال ۲۰ درصد) مخلوط و اجازه داده شد برای مدت ۵ دقیقه واکنش کامل گردد. سپس یک میلی لیتر نفتیل اتیلن دی آمین دی هیدروکلرید به آن اضافه شد و برای مدت ۳۰ دقیقه مخلوط در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد نگهداری گردید. در پایان به تمامی نمونه ها ۲ میلی لیتر آب مقطر اضافه و جذب محلول در طول موج ۵۴۰ نانومتر خوانده شد. درصد جمع آوری از رابطه زیر بدست آمد.

$$\text{درصد جمع آوری رادیکال} = \frac{(A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}}) \times 100}{A_{\text{sample}}}$$

سنجش FRAP: قدرت احیاکنندگی عصاره قسمت های مختلف میوه با استفاده از سنجش FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) بر اساس روش Nilsson و همکاران (۲۰۰۵) تعیین گردید. ۵۰ میکرو لیتر از عصاره های تهیه شده با ۳ میلی لیتر از معرف FRAP مخلوط شد. سپس در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه انکوبه گردید و جذب واکنش در ۵۹۳ نانومتر اندازه گیری شد و مقدار آن با استفاده از منحنی استاندارد اسید آسکوربیک محاسبه شد.

و ۰/۲ میلی لیتر شناساگر فولین-سیوکالتنو (FCR) اضافه و کاملاً مخلوط شد. بعد از ۳ دقیقه ۲ میلی لیتر کربنات سدیم ۷ درصد به آن اضافه شد و به صورت دوره ای به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق بهم زده شد. پس از ۹۰ دقیقه، جذب آن در طول موج ۷۶۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Biowave, WPA S2100, England) اندازه گیری و مقدار آن با استفاده از منحنی استاندارد گالیک اسید محاسبه گردید.

تعیین محتوای فلاونوئیدی کل: محتوای فلاونوئیدی کل با استفاده از روش Yang و همکاران (۲۰۰۴) با اندکی تغییرات محاسبه شد. به این صورت که ۰/۲۵ میلی لیتر از عصاره های ۱۰ برابر رقیق شده با ۱/۲۵ میلی لیتر از آب مقطر و ۰/۰۷ میلی لیتر نیتريت سدیم ۵ درصد مخلوط شد. بعد از گذشت ۵ دقیقه، ۰/۱۵ میلی لیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد به آن اضافه و اجازه داده شد تا واکنش کامل شود. بعد از زمان ۶ دقیقه، ۰/۵ میلی لیتر هیدرواکسید سدیم یک مولار به آن اضافه شد. در پایان به تمامی لوله های آزمایش یک میلی لیتر آب مقطر اضافه و بلافاصله جذب آن بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۰nm تعیین گشت. مقدار فلاونوئیدی کل با استفاده از منحنی استاندارد کاتچین محاسبه شد.

ظرفیت جمع آوری رادیکال DPPH: برای سنجش میزان جمع آوری رادیکال DPPH (2,2-diphenyl- 1-picrylhydrazyl) از روش Wu و همکاران (۲۰۰۳) با اندکی تغییرات استفاده شد. طبق این روش ۱۰۰ میکرو لیتر از عصاره ها با ۱/۵ میلی لیتر از DPPH (۱۵/ میلی مولار در اتانول ۹۶ درصد) مخلوط گردید. سپس بعد از انکوبه کردن در تاریکی به مدت ۳۰ دقیقه جذب آن در ۵۱۵ نانومتر خوانده شد. سپس درصد جمع آوری رادیکال DPPH با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{RAS\%} = \frac{(A_0 - A_1)}{A_0} \times 100$$

در این تحقیق اختلاف بین قسمت‌های مختلف میوه با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و تست Tukey در سطح آماری ۵ درصد ($P < 0/05$) آنالیز گردید.

نتایج

محتوی فنول کل قسمت‌های مختلف میوه بنه در جدول ۱ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد ($P < 0/05$) در میزان محتوی فنول کل بین پوست سبز بیرونی و قسمت‌های دیگر میوه مشاهده شد، به طوری که پوست سبز بیرونی دارای بالاترین میزان فنول کل ($37/65$ میلی‌گرم/گرم

ماده خشک) بود که این میزان در پوست داخلی و مغز به ترتیب $2/72$ و $1/70$ میلی‌گرم/گرم ماده خشک می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که محتوی فنول کل در پوست سبز بیرونی تقریباً به ترتیب ۱۴ و ۲۲ برابر بیشتر از پوست داخلی و مغز می‌باشد.

محتوی فلاونوئید کل قسمت‌های مختلف میوه بنه در جدول ۱ نشان داده شده است. محتوی فلاونوئید در پوست سبز بیرونی بسیار بالاتر از مقدار آن در بخش پوست داخلی (تقریباً ۱۷ برابر) بوده، به علاوه اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد ($P < 0/05$) در تمامی بخش‌های میوه مشاهده شد.

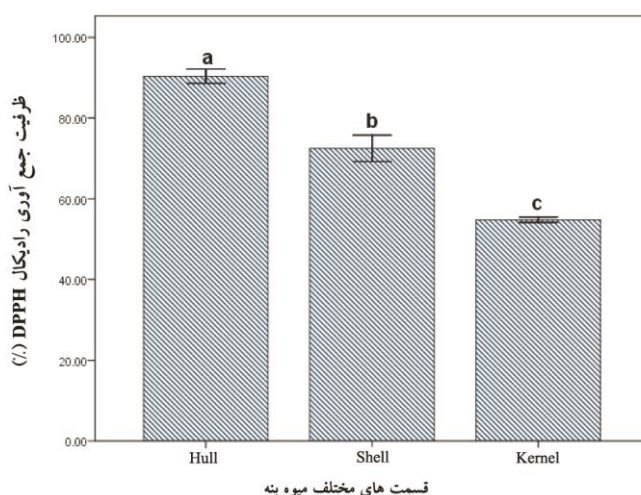
جدول ۱: محتوی فنول (میلی‌گرم گالیک اسید/گرم ماده خشک) و فلاونوئید (میلی‌گرم کاتچین/گرم ماده خشک) در بین قسمت‌های مختلف میوه بنه. داده‌ها بر اساس میانگین \pm انحراف معیار می‌باشد.

| قسمت‌های مختلف میوه | محتوی فنول کل | محتوی فلاونوئید |
|---------------------|--------------------|-------------------|
| پوست سبز داخلی | $37/65 \pm 1/25$ a | $7/73 \pm 0/72$ a |
| پوست داخلی | $2/72 \pm 0/71$ b | $0/46 \pm 0/07$ c |
| مغز | $1/70 \pm 0/73$ b | $0/82 \pm 0/71$ b |

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف متفاوتی هستند دارای تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

مقایسه میزان ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH در قسمت‌های مختلف میوه در شکل ۱ نشان داده شده است. در بررسی ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH قدرت عصاره‌های قسمت‌های مختلف میوه در توانایی بخشیدن به اتم‌های هیدروژن و یا الکترون به رادیکال DPPH بررسی شد. در تمامی عصاره‌های مورد بررسی تغییر رنگ از بنفش (رادیکال DPPH) به زرد (حالت خنثی) مشاهده شد، اما با این حال میزان

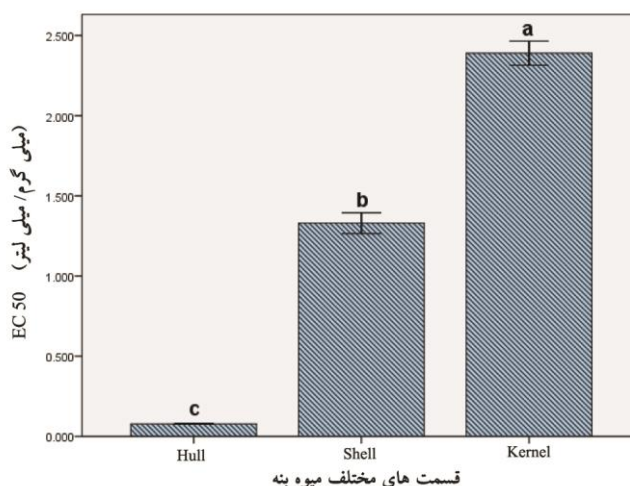
تغییر رنگ بین قسمت‌های مختلف میوه متفاوت بوده که نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین عصاره‌های مختلف می‌باشد. بیشترین و کمترین میزان ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH به ترتیب در عصاره پوست سبز بیرونی ($90/7$ درصد) و مغز ($54/8$ درصد) مشاهده شد. همچنین همبستگی مثبتی در سطح احتمال ۱ درصد بین محتوی فنول کل و ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH ($r = 0/874$) دیده شد.



شکل ۱: ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH در قسمت‌های مختلف میوه بنه. ستون‌های عمودی نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند. میانگین‌هایی که دارای حروف متفاوتی هستند دارای تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند. Hull (پوست سبز بیرونی)، Shell (پوست داخلی)، Kernel (مغز).

همان گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در قسمت‌های مختلف میوه از نظر فعالیت سنجش FRAP تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که بیشترین میزان فعالیت سنجش FRAP در پوست سبز بیرونی (۵/۴۷ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر) مشاهده شد که این میزان تقریباً ۱۳/۶ و ۱۱/۶ برابر بیشتر نسبت به پوست داخلی و مغز بود. نتایج حاصله نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌دار بین فعالیت سنجش FRAP با محتوی فنول کل ($r=0/998$) و محتوی فلاونوئید کل ($r=0/704$) وجود دارد (جدول ۳). بین ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH، ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتريت و سنجش FRAP با شاخص EC_{50} همبستگی منفی و معنی‌دار (به ترتیب، $r=-0/955$ ، $r=-0/928$ و $r=-0/881$) بدست آمد (جدول ۳).

نتایج مربوط به شاخص EC_{50} در شکل ۲ ارائه شده است. میزان شاخص EC_{50} رابطه منفی با فعالیت‌های ضد اکسایشی دارد، چنانچه شاخص EC_{50} پایین تر نشان دهنده فعالیت ضد اکسایشی بالاتر و بر عکس می‌باشد. میزان شاخص EC_{50} برای عصاره پوست سبز بیرونی (۰/۰۷۸ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر)، پوست داخلی (۱/۳۳ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر) و مغز (۲/۳۹ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر) بدست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده از ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتريت، اختلاف معنی‌دار بین قسمت‌های مختلف میوه در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد (جدول ۲). به طوری که، ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتريت در عصاره پوست سبز بیرونی، پوست داخلی و مغز به ترتیب ۷۲/۷، ۹۴/۱ و ۷۰ درصد اندازه‌گیری شد. همبستگی مثبت معنی‌دار بین محتوی فنول کل و ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتريت ($r=0/994$) مشاهده گردید (جدول ۳).



شکل ۲: شاخص EC₅₀ در قسمت‌های مختلف میوه بنه. ستون‌های عمودی نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند. میانگین‌هایی که دارای حروف متفاوتی هستند دارای تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند. Hull (پوست سبز بیرونی)، Shell (پوست داخلی)، Kernel (مغز).

جدول ۲: ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتريت (درصد) و سنجش FRAP (میلی گرم/ میلی لیتر) در بین قسمت‌های مختلف میوه بنه. داده‌ها بر اساس میانگین \pm انحراف معیار می‌باشند.

| سنجش FRAP | ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتريت | قسمت‌های مختلف میوه |
|-------------------|-------------------------------|---------------------|
| ۵/۴۷ \pm ۰/۱۱ a | ۹۴/۱ \pm ۰/۱۹ a | پوست سبز داخلی |
| ۰/۴۰ \pm ۰/۰۱ b | ۷۲/۷ \pm ۰/۶۹ b | پوست داخلی |
| ۰/۴۷ \pm ۰/۰۴ b | ۷۰/۰ \pm ۰/۱۴ c | مغز |

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف متفاوتی هستند دارای تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۳: همبستگی بین محتوی فنول کل، محتوی فلاونونوئیدها، سنجش FRAP، ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتريت، ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH و EC₅₀ در قسمت‌های مختلف میوه.

| EC ₅₀ | ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH | ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتريت | FRAP سنجش | محتوی فنول کل | محتوی فلاونونوئید | |
|------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------|---------------|-------------------|-------------------------------|
| | -۰/۸۹۹** | ۰/۸۷۴** | ۰/۹۹۴** | ۰/۹۹۸** | ۰/۶۸۰* | |
| -۰/۲۹۸ | ۰/۲۴۸ | ۰/۶۱۷ | ۰/۷۰۴* | ۱ | ۱ | محتوی فلاونونوئید |
| -۰/۸۸۱** | ۰/۸۵۵** | ۰/۹۹۲** | ۱ | | | سنجش FRAP |
| -۰/۹۲۸** | ۰/۹۰۴** | ۱ | | | | ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتريت |
| -۰/۹۵۵** | ۱ | | | | | ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH |
| ۱ | | | | | | EC ₅₀ |

* همبستگی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار می‌باشند. ** همبستگی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

بحث

(al., 1994). در این مطالعه بین ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتريت و محتوی فنول کل همبستگی مثبت معنی‌دار بدست آمد. این نتایج بیانگر این امر است که در قسمت‌های مختلف میوه بنه میزان ترکیبات فنولی متفاوت بوده به طوری که عصاره پوست سبز بیرونی نسبت به دو قسمت دیگر میوه دارای ترکیبات فنولی بیشتر نتیجه ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتريت بالاتری می‌باشد. در نتیجه عصاره پوست سبز بیرونی در رقابت با نیتريك اکسید برای ترکیب شدن با اکسیژن نسبت به پوست داخلی و مغز موفق تر بوده بنابراین تشکیل رادیکال نیتريت را به میزان قابل توجهی کاهش داد. نتایج حاصله از این مطالعه در تطابق با نتایج Hatamnia و همکاران (۲۰۱۵ a) می‌باشد.

سنجش FRAP روشی ساده، قابل تکرار، سریع و بدون هزینه می‌باشد که قدرت احیاء کنندگی ترکیبات ضد اکساینده را اندازه‌گیری می‌کند. این روش سبب احیاء یون Fe^{+3} به یون Fe^{+2} می‌شود و یکی از پارامترهای مهم برای بررسی میزان فعالیت ضد اکسایشی می‌باشد (Prior and Cao, 1999). در گزارش‌های قبلی نیز نشان داده شده بود که میزان سنجش FRAP در قسمت‌های مختلف میوه بنه متفاوت بوده و این میزان در بخش پوست سبز بیرونی بیشتر است (Hatamnia et al., 2015a).

همان‌گونه که در جدول ۳ مشخص است همبستگی مثبت و معنی‌داری بین روش‌های متفاوت اندازه‌گیری فعالیت ضد اکسایشی (ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH، ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتريت و سنجش FRAP) وجود دارد، که بیانگر اهمیت این روش‌ها در تعیین فعالیت ضد اکسایشی می‌باشد. در مطالعات انجام گرفته توسط Hatamnia و همکاران (۲۰۱۵ a و b) نیز این همبستگی بین روش‌های متفاوت ضد اکسایشی به دست آمده که با نتایج حاصل

طبق نتایج بدست آمده در این تحقیق محتوی فنول و فلاونوئید کل بخش پوست سبز خارجی میوه بنه از سایر بخش‌ها بیشتر بود که مطالعات صورت گرفته توسط Hatamnia و همکاران (۲۰۱۵ a) و Tomaino و همکاران (۲۰۱۰) تأیید کننده این امر می‌باشد. از طرف دیگر مطالعات زیادی نشان می‌دهد که بین محتوی فنول کل و فعالیت جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد رابطه مستقیمی وجود دارد (Akbari et al., 2012; Gourine et al., 2010; Hatamnia et al., 2015a, 2015b).

ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH به عنوان یکی از فاکتورهای مهم جهت بررسی میزان فعالیت ضد اکسایشی استفاده می‌شود (Prior et al., 2005). در این تحقیق رادیکال DPPH به وسیله‌ی ترکیبات ضد اکساینده احیاء شده و تغییر رنگ از بنفش (رادیکال) به زرد (حالت خنثی) در طول موج ۵۱۵ نانومتر مورد بررسی قرار گرفت، با این حال میزان تغییر رنگ بین قسمت‌های مختلف میوه متفاوت بوده به طوری که عصاره پوست سبز بیرونی نسبت به پوست داخلی و مغز تغییر رنگ بیشتری را نشان داد که این امر نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین عصاره‌های مختلف بود. در گزارش‌های قبلی نیز نشان داده شده که ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH در بخش پوست سبز بیرونی بیشتر است (Akbari et al., 2012; Hatamnia et al., 2015a).

نیتريك اکسید حاصل از نیتروپروکسید با اکسیژن واکنش داده و رادیکال نیتريت را تشکیل می‌دهد. از طرف دیگر عصاره‌های فنولی به عنوان مواد ضد اکساینده در رقابت با نیتريك اکسید با اکسیژن ترکیب شده بنابراین تشکیل رادیکال نیتريت را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد که در نتیجه آن نیتريك اکسید به محصولات احیایی آن تبدیل می‌شود (Marcocci et

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از جناب آقای مهندس بختیار محمد امین زاده به دلیل کمک در جمع‌آوری نمونه کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند. همچنین از دانشگاه ایلام به دلیل حمایت‌های پژوهشی تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

منابع

- Akbari, V., Jamei, R., Heidari, R. and Jahanban Sfhlan, A. (2012). Antioxidant activity of different parts of Walnut (*Juglans regia* L.) fruit as a function of genotype. *Food Chemistry*. 135: 2404–2410.
- Benhassaini, H., Bendahmane, M. and Benchalgo, N. (2007). The chemical composition of fruits of *Pistacia atlantica* Desf. Subsp. *Atlantica* from Algeria. *Chemistry of Natural Compounds*. 43: 121–124.
- Benhassaini, H., Bendeddouche, F.Z., Mehdadi, Z. and Romane, A. (2008). GC/MS analysis of the essential oil from the oleoresin of *Pistacia atlantica* Desf. Subsp. *Atlantica* from Algeria. *Natural Product Communications*. 3: 929–932.
- Farhoosh, R., Tavakoli, J. and Khodaparast, M.H.H. (2008). Chemical composition and oxidative stability of kernel oils from two current subspecies of *Pistacia atlantica* in Iran. *Journal of the American Oil Chemit's Society*. 85: 723–729.
- Farhoosh, R., Tavassoli- Kafrani, M.H. and Sharif, A. (2011). Antioxidant activity of the fractions separated from the unsaponifiable matter of bene hull oil. *Food Chemistry*. 126: 583–589.
- Ferreira, I.C.F.R., Baptista, P., Vilas-Boas, M. and Barros, L. (2007). Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal. *Food Chemistry*. 100: 1511–1516.
- Garrat, D.C. (1964). The quantitative analysis of drugs (Vol. 3). pp. 456–458. Japan: Chapman and Hall.
- Gourine, N., Yousfi, M., Bombarda, I., Nadjemi, B., Stocker, P. and Gaydou, E.M. (2010). Antioxidant activities and chemical composition of essential oil of *Pistacia atlantica* from Algerian. *Industrial Crops and Products*. 31:203–208.
- Hatamnia, A.A., Rostamzad, A., Malekzadeh, P., Darvishzadeh, R., Abbaspour, N.,

از این تحقیق مطابقت دارد. از طرف دیگر با وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین محتوی فنول کل و روش‌های متفاوت اندازه‌گیری فعالیت ضد اکسایشی به نظر می‌رسد که محتوی فنول کل می‌تواند عامل اصلی فعالیت ضد اکسایشی این عصاره‌ها باشد که این نتایج قبلاً توسط محققین دیگر اثبات شده است (Ferreira et al., 2007; Gourine et al., 2010; Hatamnia et al., 2015a, 2015b; Yang et al., 2004).

وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین شاخص EC₅₀ با روش‌های متفاوت اندازه‌گیری فعالیت ضد اکسایشی نشان‌دهنده این واقعیت است که کاهش شاخص EC₅₀ با افزایش فعالیت ضد اکسایشی همراه می‌باشد. این واقعیت توسط محققان دیگری از جمله Akbari و همکاران (۲۰۱۲) و Hatamnia و همکاران (۲۰۱۵ a و b) نیز تأیید شده است.

نتیجه‌گیری نهایی

هدف از این مطالعه ارزیابی محتوی فنول کل و فعالیت ضد اکسایشی قسمت‌های مختلف میوه بنه بود. نتایج نشان داد که همبستگی بالایی بین محتوی فنول کل و فعالیت‌های ضد اکسایشی وجود دارد که می‌توان میزان فعالیت‌های ضد اکسایشی را به میزان محتوی فنول کل نسبت داد، در این رابطه پوست سبز بیرونی نسبت به دو بخش دیگر میوه (پوست داخلی و مغز) دارای مقادیر بالاتری از محتوی فنول کل بوده و میزان فعالیت‌های ضد اکسایشی آن نیز بیشتر می‌باشد. به هر حال پوست سبز بیرونی با سطوح بالایی از ترکیبات فنولیک دارای فعالیت ضد رادیکالی قوی می‌باشد که می‌تواند در پزشکی و سایر صنایع مرتبط کاربردهای فراوانی داشته باشد.

- (FRAP) methods to assess the total antioxidant capacity in extracts of fruit and vegetables. *Molecular Nutrition and Food Research*. 49: 239–246.
- Prior, R.L. and Cao, G. (1999).** In vivo total antioxidant capacity: Comparison of different analytical methods. *Free Radical Biology and Medicine*. 27: 1173–1181.
- Prior, R.L., Wu, X. and Schaich, K. (2005).** Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53: 4290–4302.
- Tomaino, A., Martorana, M., Arcoraci, T., Monteleone, D., Giovino, C. and Saija, A. (2010).** Antioxidant activity and phenolic profile of Pistachio (*Pistacia vera* L., variety Bronte) seeds and skins. *Biochimie*. 92: 1115–1122.
- Tsantili, E., Shin, Y., Nock, J.F. and Watkins, C.B. (2010).** Antioxidant concentrations during chilling injury development in peaches. *Postharvest Biology and Technology*. 57: 27–34.
- Wijeratne, S.S.K., Abou-Zaid, M.M. and Shahidi, F. (2006).** Antioxidant polyphenols in almond and its coproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54:312–318.
- Wu, H.C., Chen, H.M. and Shiau, C.Y. (2003).** Free amino acids and peptides as related to antioxidant properties in protein hydrolysates of mackerel (*Scomber austriasicus*). *Food Research International*. 36: 949–957.
- Yang, J., Meyers, K.J., van der Heide, J. and Liu, R.H. (2004).** Varietal differences in phenolic content and antioxidant and anti-proliferative activities of onions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52: 6787–6793.
- Hosseini, M., Nourollahi, Kh. and Sheikh Akbari Mehr, R. (2015a).** Antioxidant activity of different parts of *Pistacia khinjuk* Stocks fruit and its correlation to phenolic composition. *Natural Product Research*. Article in Press.
- Hatammia, A.A., Rostamzad, A., Hosseini, M., Abbaspour, N., Darvishzadeh, R., Malekzadeh, P. and Mohammad Aminzadeh, B. (2015b).** Antioxidant capacity and phenolic composition of leaves from ten Bene (*Pistacia atlantica* subsp. *kurdica*) genotypes. *Natural Product Research*. Article in Press.
- Hu, F.B. and Willett, W.C. (2002).** Optimal diets for prevention of coronary heart disease. *Journal of the American Medical Association*. 288: 2569–2578.
- Jahanban Sfaflan, A., Mahmoodzadeh, A., Hasanzadeh, A., Heidari, R. and Jamei, R. (2009).** Antioxidant and antiradicals in almond hull and shell (*Amygdalus communis* L.) as a function of genotype. *Food Chemistry*. 115: 529–533.
- Kaur, C. and Kapoor, H.C. (2001).** Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health. *International Journal of Food Science and Technology*. 36: 70–725.
- Kawashty, S.A., Mosharrafa, S.A.M., EL-Gibali, M. and Saleh, N.A.M. (2000).** The flavonoids of four Pistacia species in Egypt. *Biochemical Systematic and Ecology*. 28: 915–917.
- Marcocci, L., Packer, L., Droy-Lefai, M.T., Sekaki, A. and Gardes-Albert, M. (1994).** Antioxidant action of *Ginkgo biloba* extracts EGb 761. *Methods in Enzymology*. 234:462-475.
- Nilsson, J., Pillai, D., Onning, G., Persson, C., Nilsson, A. and Akesson, B. (2005).** Comparison of the 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzotiazole-line-6-sulfonic acid (ABTS) and ferric reducing anti-oxidant power