

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، تغذیه‌ای و آنتی‌اکسیدانی دو رقم عدس سیاه و سبز ایرانی

محمد یقینینی^۱، جواد فیضی^{۲*}، سید عماد حسینی طاهری^۳، مسلم جهانی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد سبزوار، سبزوار، ایران

۲- استادیار گروه ایمنی و کنترل کیفیت مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

۳- کارشناسی، شرکت تکچین الماس سحر (آجیل برادران حسینی)، شهرک صنعتی توس، مشهد، ایران

۴- استادیار گروه شیمی مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۹/۰۳/۰۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۰۱)

چکیده

عدس در بین حبوبات از نظر پروتئینی بسیار غنی بوده و گوشت مردم فقیر نامیده می‌شود. در این تحقیق ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، تغذیه‌ای و آنتی‌اکسیدانی دو نمونه عدس سبز معمولی و سیاه ایرانی، شامل رطوبت و مواد فرار، خاکستر کل، چربی، پروتئین، فیبر خام، کربوهیدرات، اندازه‌گیری خاصیت آنتی‌اکسیدانی کل و محتوی کاروتنوئیدی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان داد عدس سبز دارای محتوی رطوبت و مواد فرار (۶۷/۲ گرم در صد گرم) و کربوهیدرات (۵۹/۳۴ گرم در صد گرم) بالاتری است در حالی که عدس سیاه دارای خاکستر (عناصر معدنی) (۳/۶۶ گرم در صد گرم)، فیبر خام (۷/۴۰ گرم در صد گرم)، چربی (۱/۹۵ گرم در صد گرم)، پروتئین (۲۶/۰۲ گرم در صد گرم) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر بر اساس آزمون‌های DPPH (IC_{50} برابر با ۲۴۰۸/۸ میلی‌گرم بر لیتر) و FRAP (غلظت یون‌های Fe^{2+} برابر با ۰/۴ میلی‌مولار) است. محتوی کاروتنوئیدی عدس سیاه نیز ۰/۰۲۴ میکروگرم بر گرم ارزیابی شد که از عدس سبز (۰/۰۱۱ میکروگرم بر گرم) بیشتر بود. بنابراین می‌توان گفت با وجود امتیازاتی که عدس سیاه نسبت به سبز دارد از نظر تغذیه‌ای ناشناخته مانده و توصیه‌ی عموم به مصرف و گنجاندن آن در سبد غذایی خانواده هم از نظر اقتصادی و هم کشاورزی با توجه به شرایط کشت دیم عدس در کشور و بحران کم آبی موجود بسیار مناسب به نظر می‌رسد.

کلید واژگان: حبوبات، محتوی کاروتنوئیدی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، ارزش تغذیه‌ای

* مسئول مکاتبات: j.feizy@rifst.ac.ir

۱- مقدمه

انسان به‌طور متوسط روزانه ۲۸۰۰ کالری انرژی نیاز دارد ولی در کشورهای پیشرفته مصرف روزانه کالری ۳۵۰۰ و در کشورهای عقب افتاده و جهان سوم این میزان به ۲۲۰۰ کالری برای هر نفر در روز می‌رسد. رژیم غذایی در سراسر جهان خصوصاً کشورهای جهان سوم بیشتر نشاسته است و محصولاتی مانند برنج، گندم و گیاهان غده‌ای مانند سیب زمینی و غیره مصرف بیشتری دارند. این محصولات از نظر پروتئینی غنی نبوده و کمبود پروتئین و سوءتغذیه میلیون‌ها نفر در کشورهای رشد نیافته یکی از مشکلات حاد دنیای امروز است [۱].

پروتئین یکی از مواد غذایی مهم در تغذیه جانداران محسوب می‌شود و از دو منبع گیاهی و حیوانی قابل تأمین است. تولید پروتئین حیوانی از پروتئین گیاهی مشکل‌تر و گران‌تر است و از طرفی تعداد منابع پروتئین گیاهی از منابع حیوانی بیشتر است و پروتئین گیاهی اساس تولید پروتئین حیوانی از قبیل گوشت قرمز، ماهی، شیر و تخم‌مرغ نیز می‌باشد [۲]. حبوبات با داشتن پروتئینی حدود ۱۸-۳۲ درصد و گاهی بیشتر نقش مهمی در تأمین پروتئین مورد نیاز انسان دارند و پس از غلات دومین گروه مهم محصولات زراعی محسوب می‌شوند [۳]. در ایران اهمیت حبوبات پس از گندم و برنج است [۴].

در بین حبوبات عدس با دارا بودن ۲۸ درصد پروتئین یک منبع پروتئینی با ارزش محسوب شده و چون از منابع حیوانی پروتئین ارزان‌تر است می‌تواند به عنوان یک منبع پروتئینی مناسب برای اقشار کم درآمد توصیه گردد [۵، ۶]. تحمل گیاه عدس در مقایسه با سایر حبوبات نسبت به کم آبی بیشتر است [۷]. در ایران عدس غالباً به صورت دیم (۹۳ درصد) کشت می‌شود و توانایی آن برای رشد در خاک‌های فقیر و شرایط محیطی متنوع باعث شده است که زراعت این گیاه به عنوان گونه‌ای پر ارزش تا به امروز استمرار داشته باشد [۸].

عدس (*Lens culinaris* Medik) از خانواده حبوبات، گیاهی علفی، یک‌ساله اغلب به فرم ایستاده و بوته‌ای است که با ۴ تا ۶ انشعاب اولیه دیده می‌شود. عدس رشد کمی دارد و ارتفاع آن از ۶۰-۵۰ سانتی‌متر تجاوز نمی‌کند. غلاف‌های عدس تقریباً ۳ سانتی‌متر طول و یک سانتی‌متر عرض دارند و غالباً محتوی دو دانه می‌باشند. دانه‌ها اغلب به رنگ قهوه‌ای روشن و گاهی زرد مایل به سبز، قرمز، خاکستری مایل به

قهوه‌ای یکدست یا ابلق دیده می‌شوند و شکل عدسی یا دیسک مانند دارند [۹، ۱۰].

عدس‌ها بر اساس اندازه دانه به دو گونه تقسیم می‌شوند. "ماکروسپرما" یا عدس شیلی^۱ دانه‌های بزرگ با قطری حدود ۹-۶ میلی‌متر (۵۰ گرم به ازای ۱۰۰۰ دانه) دارند. "میکروسپرما" یا عدس ایرانی^۲ دانه‌های کوچک با قطر حدود ۶-۲ میلی‌متر (۴۰ گرم به ازای ۱۰۰۰ دانه) دارند. دانه‌های هر دو گونه، شکلی لنز مانند دارند ولی بعضی از گونه‌های میکروسپرما دارای دانه‌های گردتری هستند [۱۱]. بر اساس تفاوت رنگ پوشش دانه و رنگ لپه، عدس‌ها به دو گونه سبز و قرمز تقسیم می‌شوند. عدس سبز (که تحت عنوان قهوه‌ای، زرد یا ماکروسپرما نیز شناخته می‌شوند) پوشش سبز یا قهوه‌ای و لپه‌های زرد رنگ دارد. عدس قرمز (یا میکروسپرما یا ایرانی) پوشش خاکستری روشن تا تیره با لپه‌های قرمز دارد [۳].

عدس‌ها منبع خوبی از مولیدین، فولات، مس، فسفر، منگنز و فیبر خام هستند. علاوه بر این دارای مقادیر قابل توجهی آهن، پروتئین، پنتوتیک اسید، روی، پتاسیم و ویتامین B₁ و B₆ هستند [۱۲]. عدس به دلیل داشتن مقادیر بالای لیسین و تربیتوفان زمانی که به همراه گندم و برنج مصرف شود می‌تواند تأمین آمینواسیدهای ضروری برای تغذیه انسان را بهبود بخشد [۱۳]. مطالعات اپیدمیولوژی نشان می‌دهد مصرف عدس با بیماری‌های عروقی، دیابت نوع دو و چاقی ارتباط معکوس دارد و باعث پایین آمدن کلسترول LDL و بالا رفتن کلسترول HDL می‌شود [۱۴-۱۷].

در شرایط اقتصادی کنونی کشورمان که اساساً بیشتر اقشار جامعه بنا به دلایل اقتصادی قادر به خرید و مصرف گوشت نیستند و یا نمی‌توانند این ماده غذایی را به مقدار کافی مصرف کنند حبوبات می‌توانند منبع عمده پروتئین را تشکیل دهند [۱۸]. در نظر گرفتن اهمیت وجود منابع پروتئینی در سبذ خرید اقشار مختلف جامعه با توجه به قدرت خرید و نیز شرایط و بحران کم آبی در ایران هم از نظر تغذیه‌ای و هم کشاورزی و اقتصادی بسیار مهم بوده و اهمیت تحقیق در این حوزه را نشان می‌دهد. در این تحقیق خواص فیزیکوشیمیایی، تغذیه‌ای و آنتی‌اکسیدانی دو گونه عدس سبز (روکش سبز و

1. Macrosperma
2. Chilean lentil
3. Microsperma
4. Persian lentil

لپه زرد رنگ) و سیاه (روکش سیاه و لپه قرمز رنگ) مورد بررسی قرار گرفتند.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه و واکنش‌گرها

سولفات آهن، استات سدیم، سولفات سدیم و کلرید آهن استفاده شده از شرکت مرک آلمان و DPPH و TPTZ از شرکت سیگما آمریکا خریداری شدند. سایر مواد استفاده شده در این پژوهش اعم از آب مقطر، کلیه حلال‌ها و اسید و بازها دارای درجه خلوص آزمایشگاهی بودند. نمونه‌های عدس سبز از سوپرمارکت‌های واقع در سطح شهر مشهد و عدس سیاه از بازار محلی شهر یزد خریداری شدند.

۲-۲- آماده‌سازی نمونه

برای تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، تغذیه‌ای و خاصیت آنتی‌اکسیدانی کل، یک کیلوگرم از هر نمونه آسیاب شده، و پودر آن‌ها پس از عبور از الک با چشمه ۵۰۰ میکرومتر، در ظرف در بسته در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و به صورت محافظت شده از نور، تا زمان انجام آزمون نگهداری شد.

۲-۳- روش‌های آزمون

۲-۳-۱- رطوبت و مواد فرار

برای اندازه‌گیری رطوبت و مواد فرار، ۱۵ گرم از نمونه ساییده شده در هاون (اندازه قطعه‌های خرد شده نباید بیشتر از ۳ میلی‌متر باشد) درون پلیتی که رطوبت آن گرفته شده و به وزن ثابت رسیده است قرار داده شد و به مدت ۳ ساعت درون آون با دمای 2 ± 103 درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد [۱۹].

۲-۳-۲- خاکستر

برای انجام آزمون، ابتدا کروزه حاوی نمونه آسیاب شده زیر هود آزمایشگاهی و روی چراغ سوزانده شد، پایان این مرحله زمانی است که دودی از نمونه خارج نشود. سوختن مواد تا احتراق کامل فرآورده، در کوره 10 ± 550 درجه سانتی‌گراد ادامه پیدا می‌کند، طوری که ذرات سیاه کربن مشاهده نشود. زمانی که فرایند سوزاندن در کوره کامل شد، بوتله از کوره خارج و تا زمان سرد شدن در دسیکاتور قرار داده شد [۱۹].

۲-۳-۳- چربی

چربی کل عبارت است از کل مواد استخراج شده به وسیله هگزان، که در این پژوهش برای اندازه‌گیری آن از روش سوکسله ذکر شده در استاندارد ملی ایران شماره ۳۷ استفاده شد [۲۰]. حدود ۵ گرم از نمونه آسیاب شده را داخل کارتوش توزین شده و در سوکسله متصل به بالن ۲۵۰ میلی‌لیتری از قبل توزین شده حاوی حدود ۲۰۰ میلی‌لیتر آن-هگزان قرار داده شد. پس از بستن دستگاه سوکسله استخراج به مدت ۸ ساعت انجام شده و عمل تبخیر حلال بوسیله روتاری انجام شد. بالن حاوی روغن استخراجی جهت تبخیر باقی‌مانده حلال و رسیدن به وزن ثابت حدود ۲ ساعت درون آون 2 ± 103 درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از سرد شدن در دسیکاتور عملیات توزین انجام شد.

۲-۳-۴- پروتئین

محتوای نیتروژن به روش کج‌لدال توسط دستگاه BUCHI322 اندازه‌گیری شده [۱۹] و با استفاده از ضریب ۶/۲۵ مقدار پروتئین تخمین زده شد.

۲-۳-۵- فیبر خام

به کل موادی که در برابر هیدرولیز مقاوم و نامحلول بوده و قابلیت سوختن دارند فیبر خام گفته می‌شود. برای اندازه‌گیری درصد وزنی فیبر خام، حدود ۳ گرم نمونه هضم شده و باقیمانده نامحلول برای اندازه‌گیری کاهش جرم در اثر سوختن، در کوره ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد [۱۹].

۲-۳-۶- کربوهیدرات

محتوای کربوهیدرات به روش محاسباتی و با کسر عدد ۱۰۰ از مجموع فیبر، رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین به دست آمد.

۲-۳-۷- محتوی کاروتنوئیدی

۰/۵ گرم از نمونه‌های پودر شده در معرض ۱۰ میلی‌لیتر استون قرار گرفت و بعد از ورتکس به مدت ۳۰ ثانیه با کاغذ صافی معمولی صاف گردید. عصاره‌های حاصل پس از صاف شدن به قیف دکانتور حاوی ۲۰ میلی‌لیتر پترولیوم اتر منتقل گردید. به منظور دو فاز شدن کامل و جداسازی کامل استون از فاز اتری چند قطره آب به قیف دکانتور افزوده و همزده شد. فاز پترولیوم اتری جدا و به بالن ۲۵ میلی‌لیتری حاوی ۵ گرم سولفات سدیم افزوده شد و سپس با پترولیوم اتر به حجم رسانده شد. سپس جذب آن در طول موج ۴۵۰ نانومتر توسط

معادله‌ی خطی نمودار درصد بازدارندگی بر حسب غلظت عصاره متانولی نمونه‌ها مورد محاسبه قرار گرفت [۲۲].

۲-۳-۸-۳-اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی با روش

FRAP

فعالیت آنتی‌اکسیدانی تام عصاره به روش FRAP نیز اندازه‌گیری شد. برای این منظور محلول استاندارد سولفات آهن $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ با غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ میلی مولار) و محلول کاری FRAP (شامل بافر استات سدیم ۳۰۰ میلی مولار با pH=۳/۶، محلول 2,4,6-Tri-Pyridyl-)، TPTZ (S-Triazine) ۱۰ میلی مولار، و کلرید آهن ۲۰ میلی مولار به ترتیب با نسبت ۱۰:۱:۱۰ تهیه شد. روش FRAP، روشی مبتنی بر توانایی آنتی‌اکسیدان‌ها در کاهش Fe^{3+} به Fe^{2+} در حضور TPTZ است، که کمپلکس آبی تیره Fe^{2+} -TPTZ که دارای جذب حداکثری در ۵۹۳ نانومتر است را تشکیل می‌دهد. بعد از آماده سازی محلول‌ها، داخل هر لوله آزمایش ۳ میلی لیتر محلول FRAP اضافه شد. سپس ۰/۱ میلی لیتر از عصاره متانولی نمونه با غلظت مشخص، محلول استاندارد و آب مقطر به هر یک از لوله‌های آزمایش مربوطه اضافه گردید. نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی گراد نگهداری شده و در نهایت جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۹۳ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر در مقابل بلانک قرائت شد. منحنی کالیبراسیون استاندارد سولفات آهن (۰/۱ تا ۱ میلی مولار) در آب مقطر رسم شد. قدرت آنتی‌اکسیدانی بر پایه توانایی کاهش یون‌های آهن نمونه، از منحنی کالیبراسیون خطی محاسبه و به صورت غلظت FeSO_4 معادل گرم عصاره بیان شد [۲۳].

۲-۴-تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ جهت تجزیه و تحلیل‌های آماری نتایج استفاده شد. مقایسه نتایج حاصل از آزمون نمونه‌ها در این پژوهش با استفاده از آنالیز آماری T-test در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. آزمون‌ها در سه تکرار انجام شدند.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

تفاوت محتوای رطوبت و مواد فرار در نمونه‌های عدس معنی دار بوده و از ۵/۶۷ گرم در صد گرم در عدس سیاه تا ۶/۷۲

اسپکتروفوتومتر خوانده شد. محتوی کاروتنوئیدی بر حسب میکروگرم بر گرم از معادله زیر محاسبه گردید:

$$\text{Carotenoid Content } \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{g}} \right) = \frac{A \times V \times 10000}{EC \times m}$$

که در آن A جذب نمونه، V حجم نهایی عصاره به میلی لیتر، m وزن نمونه به گرم و EC (ضریب جذب مولی بتا-کاروتن در پترولیوم اتر) برابر با ۲۵۹۲ است [۲۱].

۲-۳-۸-۳-اندازه‌گیری قدرت آنتی‌اکسیدانی

۲-۳-۸-۱-استخراج عصاره متانولی نمونه‌های عدس

برای اندازه‌گیری قدرت آنتی‌اکسیدانی، ابتدا عصاره‌ی متانولی نمونه‌های عدس استخراج شد. برای این کار به ۰/۵ گرم از پودر نمونه ۱۰ میلی لیتر متانول اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه با استفاده از یک همزن مغناطیسی همزده شد. پس از استخراج، عصاره صاف شده و تا زمان انجام آزمون در ظرف در بسته و دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد. اندازه‌گیری خصوصیات آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی حاصل، با قدرت خنثی‌کنندگی رادیکال‌های آزاد مانند DPPH، و میزان قدرت احیاء کنندگی به روش (Ferric Reducing of Antioxidants Power FRAP) انجام شد.

۲-۳-۸-۲-ارزیابی توانایی مهار رادیکال آزاد

DPPH (Diphenyl-Z-Picryl-Hydrazyl)

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از معرف دی فنیل پیکریل هیدرازیل با DPPH انجام شد. این رادیکال دارای حداکثر جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر است. اما پس از واکنش با آنتی‌اکسیدان‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای جذب آن کاهش می‌یابد. قدرت آنتی‌اکسیدانی نمونه به درصد کاهش رنگ ارغوانی تیره اولیه به رنگ زرد بستگی دارد. برای اندازه‌گیری قدرت آنتی‌اکسیدانی ۲ میلی لیتر از محلول متانولی DPPH با غلظت ۴۰ میلی گرم بر لیتر به ۲ میلی لیتر از عصاره نمونه با غلظت‌های مختلف (۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۰۰۰، ۳۵۰۰ میلی گرم بر لیتر) اضافه شده و به مدت نیم ساعت در تاریکی و دمای آزمایشگاه انکوبه شد. سپس جذب مخلوط‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط اسپکتروفوتومتر مدل DR5000 (HACH LANGE) در مقابل شاهد (۲ میلی لیتر متانول + ۲ میلی لیتر DPPH) قرائت گردید. مقادیر IC_{50} (غلظتی از هر عصاره که مورد نیاز است تا ۵۰ درصد رادیکال‌های آزاد DPPH مهار گردد) نمونه‌ها با استفاده

گرم در صد گرم در عدس سبز تغییر می‌کرد (جدول ۱). رطوبت اندازه‌گیری شده در این تحقیق از نظر عددی بسیار نزدیک به رطوبت عدس خام در تحقیق انجام شده در سال ۲۰۱۵ در کانادا توسط آری^۵ و بویه^۶ است [۲۴]. دانه عدس نسبت به سایر حبوبات محتوای رطوبت بیشتری دارد [۱۹]. مقادیر خاکستر برای نمونه‌های عدس سیاه و سبز به ترتیب برابر با ۳/۶۶ و ۲/۷۵ گرم در صد گرم بوده و با وجود تفاوت معنی‌داری که داشتند در محدوده‌ای که بهی^۷ پس از تحقیق بر روی محتوای تغذیه‌ای انواع عدس برای خاکستر (۳/۱ - ۲/۴ گرم در صد گرم) گزارش کرده بود قرار می‌گیرند [۱۲]. این مقادیر از نظر عددی با مقدار گزارش شده توسط المیدا کوستا^۸ و همکاران در سال ۲۰۰۶ تقریباً برابر و از مقدار گزارش شده توسط آری^۵ و بویه^۶ بیشتر است. براساس تحقیقی که هوور^۹ و رتناک^{۱۰} در سال ۲۰۰۲ انجام دادند مقدار خاکستر عدس از مقادیر اندازه‌گیری شده برای لوبیا و نخود کمتر اما از نخود فرنگی بیشتر بود [۲۵]. با توجه به اینکه مقدار خاکستر نمونه‌ها بیانگر میزان مواد معدنی آن‌ها است [۲۶]، بالاتر بودن محتوای خاکستر عدس سیاه که یکی از دلایل آن محتوای رطوبت پایین‌تر آن است نشان می‌دهد این گونه از نظر مواد معدنی از عدس سبز معمولی غنی‌تر است.

مقدار چربی برای عدس سیاه ۱/۹۵ و عدس سبز ۱/۷۱ گرم در صد گرم بود و تفاوت معنی‌داری در این ویژگی نداشتند. (جدول ۱). چربی هر دو گونه عدس ایرانی از مقدار اندازه‌گیری شده برای عدس معمولی توسط آری^۵ و بویه^۶ بیشتر و از مقادیر المیدا کوستا و همکارانش کمتر بود. چربی‌ها از مؤلفه‌های ذخیره‌کننده انرژی برای دانه‌های گیاه هستند و قسمت عمده کسر چربی عدس‌ها را چربی‌های طبیعی (تری‌گلیسیریدها) تشکیل می‌دهند [۱۲]. بر اساس گزارشات ارائه شده در سایر مقالات مقدار چربی عدس با نخود تقریباً برابر است. لوبیای سیاه و چیتی مقدار چربی بیشتری نسبت به عدس دارند و لوبیای چشم بلبلی نسبت به سایر حبوبات مقدار چربی کمتری دارد [۱۹، ۲۵].

مقدار پروتئین عدس سیاه (۲۶/۰۲ گرم در صد گرم) به طور معنی‌داری از عدس سبز (۲۴/۹۰ گرم در صد گرم) بیشتر بود

(جدول ۱). پروتئین اندازه‌گیری شده برای هر دو گونه عدس ایرانی از مقدار اندازه‌گیری شده برای عدس معمولی در تحقیق المیدا کوستا و همکارانش (۲۰/۶ گرم در صد گرم) بیشتر و از مقدار آری^۵ و بویه^۶ (۲۷/۲۹ گرم در صد گرم) کمتر است. در تحقیقی که در سال ۲۰۱۶ توسط مونتسرات^{۱۱} و همکاران در اسپانیا جهت بررسی تأثیر جوانه‌زنی و پختن بر محتوای فنلی عدس و لوبیا انجام شد مقدار پروتئین عدس در هر سه حالت خام و جوانه‌زده و پخته از مقدار پروتئین لوبیا بیشتر بود [۲۷]. بالا بودن محتوای پروتئین عدس نشان دهنده ارزش بیولوژیکی بالای آن است. حدود ۹۰ گرم در صد گرم از پروتئین عدس در لپه و ۵ گرم در صد گرم در پوشش دانه آن است [۲۸] پروتئین‌های عدس عمدتاً از آلبومین‌ها (محلول در آب)، گلوبولین‌ها (محلول در نمک) و مقدار کمی پروتئین محلول در الکل تشکیل شده است [۲۹].

مقدار فیبر خام برای عدس سیاه ۷/۴۰ و عدس سبز ۴/۵۸ گرم در صد گرم اندازه‌گیری شد. قسمت عمده فیبر خام در حبوبات به صورت هیدراته در دیواره سلولی محافظت‌کننده از گرانول‌های نشاسته وجود دارد. عدس نسبت به سایر حبوبات مقدار فیبر کمتری دارد. با توجه به اینکه مقدار فیبر خام عدس سیاه از عدس سبز معمولی بیشتر است و تفاوت معنی‌داری در این ویژگی دارند، می‌تواند به عنوان منبع خوبی از فیبر در رژیم غذایی لحاظ گردد. بر اساس تحقیقات آرمو^{۱۲} و همکاران (۲۰۰۶) رژیم‌های غذایی با فیبر کم از این لحاظ که می‌توانند باعث تشدید یبوست و بیماری‌های روده بزرگ مانند آپاندیسیت و سرطان شوند مناسب نیستند [۳۰].

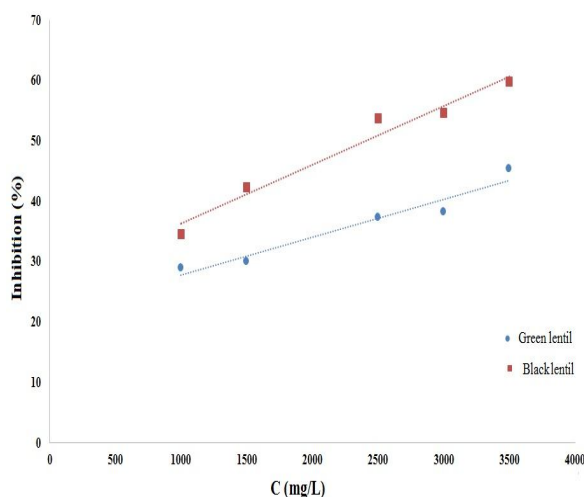
مقادیر کربوهیدرات برای عدس سیاه و سبز به ترتیب ۵۵/۴ و ۵۹/۳ گرم در صد گرم به دست آمد. این مقادیر با وجود تفاوت معنی‌داری که دارند از لحاظ عددی در محدوده‌ای که بهی^۷ برای کربوهیدرات انواع عدس گزارش کرده است (۳۵ تا ۵۳ گرم در صد گرم) قرار می‌گیرند بخش عمده تشکیل دهنده کربوهیدرات در عدس را نشاسته موجود در لپه‌ها (۳۵ تا ۵۳ گرم در صد گرم) تشکیل می‌دهد. سایر اجزای تشکیل دهنده آن شامل مونو، دی و تری‌لیگوساکاریدها (۵ تا ۹ گرم در صد گرم)، سلولز و همی سلولز (۱۰ گرم در صد گرم) و لیگنین (۲ تا ۳ گرم در صد گرم) هستند [۱۲].

5. Aryee
6. Boye
7. Bhatti
8. Almeida Costa
9. Hoover
10. Ratnayake

11. Montserrat
12. Aremu

Table 1 The mean results of physicochemical and nutritional properties of green and black lentil (test result $\pm$ standard deviation, n=3)

Parameter	Green lentil	Black lentil
Moisture (g/100g)	6.72 $\pm$ 0.51 ^a	5.67 $\pm$ 0.31 ^b
Total Ash (g/100g)	2.75 $\pm$ 0.19 ^a	3.66 $\pm$ 0.22 ^b
Total Fat (g/100g)	1.71 $\pm$ 0.32 ^a	1.95 $\pm$ 0.17 ^a
Total Protein (g/100g)	24.90 $\pm$ 0.29 ^a	26.02 $\pm$ 0.17 ^b
Total Fiber (g/100g)	4.58 $\pm$ 0.32 ^a	7.40 $\pm$ 0.21 ^b
Total Carbohydrate (g/100g)	59.34 $\pm$ 0.11 ^a	55.4 $\pm$ 0.21 ^b

**Fig 1** IC₅₀ curve for green and black lentil

فعالیت آنتی‌اکسیدانی انواع عدس در پژوهش‌های مختلف در دنیا تاکنون به دفعات اندازه‌گیری شده است و در هر مورد تفاوت‌هایی بین مقادیر اندازه‌گیری شده وجود دارد که به احتمال زیاد با تفاوت ژنوتیپ گونه مورد بررسی و روش عصاره‌گیری در ارتباط است. به عنوان مثال در تحقیقی که در سال ۲۰۱۱ توسط یانپینگ^{۱۳} و همکارانش انجام شد نتایج نشان داد روش عصاره‌گیری می‌تواند تا حد زیادی روی مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی تأثیر بگذارد. عدس فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به سیب، گیلان، آلو، بروکلی، کلم‌ها، انگور، لوبیای خشک، پیاز و سیب‌زمینی دارد [۳۱]. مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل برای حبوبات از ۰/۳ (نخود فرنگی) تا ۱/۷۶ (لوبیا) میکرومول ترولکس بر میلی‌گرم تغییر می‌کند. [۲۱].

اضافه کردن عصاره‌ی نمونه‌های عدس به معرف FRAP باعث تغییر رنگ محلول از زرد به آبی به دلیل خاصیت کاهندگی عصاره‌ها شد. وجود عوامل کاهنده باعث احیای یون‌های فریک (Fe^{3+}) به فرو (Fe^{2+}) و تشکیل کمپلکس آبی رنگ Fe^{2+} -TPTZ می‌شود که دارای جذب حداکثری در ۵۹۳ نانومتر است. برون‌یابی عدد مربوط به جذب نمونه‌های

۳-۲- محتوی کاروتنوئیدی

رادیکال‌های آزاد ایجاد شده در اثر فرآیند اکسیداسیون داخل محلول در تلاش برای به دست آوردن دوباره اتم هیدروژن به مولکول‌های β -کاروتن حمله می‌کنند و زمانی که مولکول β -کاروتن ساختار اصلی خود را از دست می‌دهد کاروتنوئیدها رنگ نارنجی شاخص خود را از دست می‌دهند و این تغییر رنگ به روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری می‌شود [۲۱]. تغییر رنگ بیشتر، نشانه محتوی کاروتنوئیدی بالاتر و خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر عصاره است. محتوی کاروتنوئیدی عدس سیاه ۰/۰۲۴ و عدس سبز معمولی ۰/۰۱۱ میکروگرم بر گرم اندازه‌گیری شد که تأییدی بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر عدس سیاه نسبت به سبز است.

۳-۳- فعالیت آنتی‌اکسیدانی

به دلیل ماهیت پیچیده فیتوشیمیایی عدس و نیز از آنجائی که فعالیت آنتی‌اکسیدانی یک فرآیند وابسته به مکانیسم است، بنابراین این پارامتر را نمی‌توان تنها با استفاده از یک روش برآورد کرد و ضروری است در اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی این گونه مواد از چند روش استفاده کرد. روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد که از بین آن‌ها DPPH و FRAP برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی مواد غذایی بسیار معمول هستند [۳۱]. در روش DPPH، محاسبه‌ی IC_{50} با استفاده از رگرسیون خطی نمودار درصد بازدارندگی بر حسب غلظت-های مختلف عصاره متانولی نمونه، برای عدس سیاه ۲۴۰۸/۸ و عدس سبز ۴۵۲۸/۷ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد (شکل ۱). هر چقدر مقدار آنتی‌اکسیدان لازم برای کاهش غلظت اولیه DPPH به ۵۰٪ مقدار اولیه کمتر باشد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه بالاتر است. بالاتر بودن مقدار IC_{50} عدس سبز از عدس سیاه نشان دهنده قدرت آنتی‌اکسیدانی پایین‌تر آن است.

ترکیبات دارای فنل طبیعی که به طور گسترده در میان گیاهان خوراکی یافت می‌شوند به دلیل داشتن فعالیت آنتی‌اکسیدانی و توانایی اهدای اتم هیدروژن یا الکترون به رادیکال‌های آزاد و ایجاد رادیکال‌های پایدار دارای مزایای بسیاری برای سلامتی هستند. زبررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از آزمون‌های محتوی کاروتنوئیدی، DPPH و FRAP انجام شد و هر دو آزمون خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر عدس سیاه را نشان دادند. به طور کلی تحقیقات انجام شده بر روی انواع حبوبات نشان داده است که هر چقدر حبوبات رنگ پوسته‌ی تیره‌تری داشته باشند دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری هستند. عدس در میان حبوبات بالاترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی را داراست. نتایج این تحقیق نشان داد عدس سیاه دارای مزایای تغذیه‌ای فراوانی نسبت به عدس سبز معمولی است ولی با این وجود کمتر شناخته شده و مصرف کمتری نسبت به عدس سبز معمولی دارد. با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی موجود در جامعه امروزی کشورمان و لزوم ایجاد تنوع در منابع پروتئین موجود در رژیم غذایی افراد جامعه جهت جلوگیری از ایجاد سوءتغذیه در بین اقشار ضعیف و کم درآمد و از سوی دیگر در نظر گرفتن مزایای کشاورزی و کشت دیم در این گونه حبوبات جهت پایین آوردن مصرف سرانه بالای آب در بخش کشاورزی با توجه به بحران کم آبی کشور می‌توان رقم کمتر شناخته شده عدس سیاه را به عنوان یک منبع غذایی غنی خصوصاً سرشار از پروتئین معرفی کرد.

۵- تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از آزمایشگاه مرکزی موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی به خاطر همکاری برای انجام آزمون‌ها تشکر و قدردانی می‌شود.

۶- تضاد منافع

بدین‌وسیله نویسندگان اعلام می‌نمایند که تضاد منافی در این پژوهش وجود ندارد.

۷- منابع

- [1] Tepe, I., et al., Comparison of some winter lentil cultivars in weed-crop competition. Crop Protection, 2005. 24(6): p. 585-589.

عدس در ۵۹۳ نانومتر روی منحنی کالبراسیون سولفات آهن، غلظت یون‌های Fe^{2+} را نشان می‌دهد. این غلظت برای نمونه عدس سیاه و عدس سبز به ترتیب برابر با ۰/۴ و ۰/۳۵ میلی‌مولار به دست آمد. با توجه به اینکه غلظت یون‌های آهن کاهش یافته در نمونه عدس سیاه بالاتر است بنابراین این نمونه توانایی بالاتری در احیای یون‌های Fe^{3+} داشته و آنتی‌اکسیدان قوی‌تری است. قدرت کاهندگی عدس سبز در غلظت معادل ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر مشابه پوسته کاناوا است [۲۱].

نتایج هر دو روش DPPH و FRAP در تأیید یکدیگر خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر عدس سیاه را نشان می‌دهند. بر اساس تحقیقی که بوبلوا^{۱۴} و همکارانش در سال ۲۰۱۵ در دانشگاه ماساریکا واقع در جمهوری چک بر روی هفت رقم عدس انجام دادند نیز خاصیت آنتی‌اکسیدانی عدس سیاه از تمام انواع گونه‌های دیگر عدس از جمله عدس سبز بالاتر بود [۳۲]. به طور کلی تحقیقات انجام شده در این زمینه ثابت کرده‌اند هر چقدر حبوبات رنگ پوسته‌ی تیره‌تری داشته باشند خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها بالاتر است [۳۲، ۳۳].

۴- نتیجه‌گیری

با وجود ارزش تغذیه‌ای بالای عدس تاکنون تحقیقات چندانی در مورد بررسی خواص تغذیه‌ای انواع ارقام عدس در داخل کشور انجام نشده است. در این تحقیق خواص فیزیوشیمیایی، تغذیه‌ای و آنتی‌اکسیدانی دو نمونه عدس ایرانی سبز و سیاه شامل رطوبت و مواد فرار، خاکستر کل، چربی، پروتئین، فیبر خام، کربوهیدرات و اندازه‌گیری خاصیت آنتی‌اکسیدانی کل و محتوی کاروتنوئیدی مورد بررسی قرار گرفته و با سایر حبوبات و میوه‌ها و سبزیجات مقایسه گردیده است. با وجودی که خصوصیات فیزیوشیمیایی، تغذیه‌ای و آنتی‌اکسیدانی انواع عدس در مقالات متعدد خارجی کار شده است به دلیل تفاوت ژنوتیپ، شرایط محیطی، روش آزمون و در بسیاری موارد نوع نمونه، همیشه نتایج آزمون‌ها با هم در انطباق کامل نیستند و در بسیاری موارد تفاوت‌های زیادی در خواص مورد اندازه‌گیری مشاهده می‌شود. بررسی نتایج نشان داد عدس سبز دارای محتوی رطوبت و مواد فرار و کربوهیدرات بالاتری است در حالی که عدس سیاه دارای خاکستر، فیبر خام، چربی، پروتئین و کاروتنوئید بالاتری است.

14. Bubelova

- trials. Nutrition, metabolism and cardiovascular diseases, 2011. 21(2): p. 94-103.
- [15] Pistollato, F. and M. Battino, Role of plant-based diets in the prevention and regression of metabolic syndrome and neurodegenerative diseases. Trends in Food Science & Technology, 2014. 40(1): p. 62-81.
- [16] Rizkalla, S.W., F. Bellisle, and G. Slama, Health benefits of low glycaemic index foods, such as pulses, in diabetic patients and healthy individuals. British Journal of Nutrition, 2002. 88(S3): p. 255-262.
- [17] Villegas, R., et al., Legume and soy food intake and the incidence of type 2 diabetes in the Shanghai Women's Health Study. The American journal of clinical nutrition, 2008. 87(1): p. 162-167.
- [18] Oweis, T., A. Hachum, and M. Pala, Lentil production under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. Agricultural water management, 2004. 68(3): p. 251-265.
- [19] de Almeida Costa, G.E., et al., Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. Food chemistry, 2006. 94(3): p. 327-330.
- [20] Organization, I.N.S., Biscuit-Specifications and test methods. 2019: Iranian National Standard.
- [21] Amarowicz, R., et al., Free radical-scavenging capacity, antioxidant activity, and phenolic composition of green lentil (*Lens culinaris*). Food chemistry, 2010. 121(3): p. 705-711.
- [22] Nabavi, S.M., et al., In vitro antioxidant and free radical scavenging activity of *Diospyros lotus* and *Pyrus boissieriana* growing in Iran. Pharmacognosy magazine, 2009. 5(18): p. 122.
- [23] Kaneria, M.J., et al., Nontargeted metabolomics approach to determine metabolites profile and antioxidant study of Tropical Almond (*Terminalia catappa* L.) fruit peels using GC-QTOF-MS and LC-QTOF-MS. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 2018. 160: p. 415-427.
- [24] Aryee, A.N. and J.I. Boye, Comparative study of the effects of processing on the nutritional, physicochemical and functional properties of lentil. Journal of food processing and preservation, 2017. 41(1): p. e12824.
- [2] Majnoon Hoseini, N., Agriculture and Production of legumes (legumes in Iran). 2015, University publication. 131-140.
- [3] Kaur, M., K.S. Sandhu, and S.-T. Lim, Microstructure, physicochemical properties and in vitro digestibility of starches from different Indian lentil (*Lens culinaris*) cultivars. Carbohydrate polymers, 2010. 79(2): p. 349-355.
- [4] Ahmadpour, R. and T. Bahrami, Influence foliar application of compost tea under water deficit stress of lentil plant by assessment of morphological parameters. Iranian Journal of Plant Physiology and Biochemistry, 2016. 1(2): p. 40-51.
- [5] Ahmadpour, R. and S. Hosseinzadeh, Change in growth and photosynthetic parameters of lentil (*Lens culinaris* Medik.) in response to methanol foliar application and drought stress. International Journal of Agriculture and Biosciences, 2017. 6(1): p. 7-12.
- [6] Erskine, W., et al., Current and future strategies in breeding lentil for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica, 1993. 73(1-2): p. 127-135.
- [7] Panahyan-e-Kivi, M., et al., Evaluation of yield and yield components of lentil genotypes under drought stress. Research Journal of Environmental Sciences, 2009. 3(4): p. 456-460.
- [8] Sabaghpour, S., Stability analysis of grain yield for promising lentil lines in autumn planting under dryland conditions. 2007.
- [9] Duke, J., Handbook of legumes of world economic importance. 2012: Springer Science & Business Media.
- [10] Muehlbauer, F.J. and K.E. McPhee, Lentil (*Lens culinaris* Medik.). Genetic resources and chromosome engineering and crop improvement. Grain legumes, 2005. 1: p. 219-230.
- [11] Nleya, T., et al., Lentil: Agronomy. 2016.
- [12] Bhatta, R., Composition and quality of lentil (*Lens culinaris* Medik.): a review. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 1988. 21(2): p. 144-160.
- [13] Erskine, W., S. Rihawi, and B. Capper, Variation in lentil straw quality. Animal Feed Science and Technology, 1990. 28(1-2): p. 61-69.
- [14] Bazzano, L.A., et al., Non-soy legume consumption lowers cholesterol levels: a meta-analysis of randomized controlled

- Canadian Journal of Plant Science, 1977. 57(3): p. 979-982.
- [30] Aremu, M.O., O. Olaofe, and T.E. Akintayo, A comparative study on the chemical and amino acid composition of some Nigerian under-utilized legume flours. Pakistan Journal of Nutrition, 2006. 5(1): p. 34-38.
- [31] Zou, Y., et al., Antioxidant activity and phenolic compositions of lentil (*Lens culinaris* var. Morton) extract and its fractions. Journal of agricultural and food chemistry, 2011. 59(6): p. 2268-2276.
- [32] Lin, P.-Y. and H.-M. Lai, Bioactive compounds in legumes and their germinated products. Journal of agricultural and food chemistry, 2006. 54(11): p. 3807-3814.
- [33] Xu, B., S. Yuan, and S. Chang, Comparative analyses of phenolic composition, antioxidant capacity, and color of cool season legumes and other selected food legumes. Journal of Food Science, 2007. 72(2): p. S167-S177.
- [25] Hoover, R. and W. Ratnayake, Starch characteristics of black bean, chick pea, lentil, navy bean and pinto bean cultivars grown in Canada. Food Chemistry, 2002. 78(4): p. 489-498.
- [26] Bouaziz, F., et al., Purification, structural data and biological properties of polysaccharide from *Prunus amygdalus* gum. International Journal of Food Science & Technology, 2015. 50(3): p. 578-584.
- [27] Duenas, M., et al., Impact of cooking and germination on phenolic composition and dietary fibre fractions in dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentils (*Lens culinaris* L.). LWT-Food Science and Technology, 2016. 66: p. 72-78.
- [28] Singh, S., H. Singh, and K. Sikka, Distribution of nutrients in the anatomical parts of common Indian pulses. Cereal Chemistry, 1968. 45: p. 13-18.
- [29] Bhatti, R., Trypsin inhibitor activity in faba beans (*Vicia faba* var. minor), changes during germination and distribution.

Survey of physicochemical, nutritional and antioxidant properties of twocultivars of Iranian black and green lentil

Yaghtini, M. ¹, Feizy, J. ^{2*}, Hoseini Taheri, S. E. ³, Jahani, M. ⁴

1. M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University of Sabzevar, Sabzevar, Iran.

2. Asistan Professor of Food Quality Control and Safety Department, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran.

3. B.S, Takchin Almas Sahar Company (Hosseini Brothers Nuts), Toos Industrial State, Mashhad, Iran.

4. Asistan Professor of Food Chemistry, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran.

(Received: 2020/05/26 Accepted: 2020/08/22)

Among legumes, lentil is very rich in protein and is called the meat of poor people. In this study physicochemical, nutritional value and antioxidant properties of two cultivars of Iranian black and green lentils, including moisture and volatiles, total ash, total fat, protein, crude fiber, carbohydrate, measurement of total antioxidant activity and carotenoids content were investigated. Obtained results show that, green lentil contains a higher amount of moisture and volatiles (6.72 g/100g) and carbohydrate (59.34 g/100g), in comparison black lentil had a higher amount of ash (mineral element) (3.66 g/100g), crude fiber (7.40 g/100g), fat (1.95 g/100g), protein (26.02 g/100g) and higher antioxidant activity based on DPPH (IC_{50} = 2408.8 mg/L) and FRAP (concentration of Fe^{2+} ion= 0.4 mM) experiment. The carotenoid content of black lentil was determined 0.024 μ g/g and was higher than green lentil (0.011 μ g/g). So it can be said that, despite the advantages of black lentil over green lentil, it remains unknown nutritionally, and it seems very appropriate both economic and agricultural recommending people to consume and to put up black lentil in their diet, with regard to rainfed of lentil and dryland cultivation source in our country.

Keywords: Legumes, Carotenoid content, Physicochemical properties, Nutritional value

*Corresponding Author E-Mail Address: j.feizy@rifst.ac.ir