

ارزیابی و مقایسه برخی از خواص شیمیایی دانه کنجد و بذرك

شراره مؤمنی فعلی^{a*}، بابک غیاثی طرزی^b

^a دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
^b استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱/۲۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۰/۱۸

۷۷

چکیده

مقدمه: دانه کنجد و بذرك منابعی غنی از اسیدهای چرب غیراشباع و ضروری هستند و از دیرباز به دلیل خصوصیات منحصربه‌فرد تغذیه‌ای توجه بسیاری از دانشمندان علم غذا را به خود جلب کرده‌اند. در این تحقیق برخی از خواص شیمیایی دانه کنجد و بذرك با یکدیگر مقایسه شده است.

مواد و روش‌ها: دانه کنجد و بذرك به طور کاملاً تصادفی خریداری شد، سپس به صورت جداگانه آسیاب گردید و میزان چربی، پروتئین، فیبر و خاکستر آن‌ها اندازه‌گیری شد. درصد روغن به روش سوکسله اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین ترکیب اسیدهای چرب، اندیس اسیدی، اندیس پراکسید، اندیس توتوکس، اندیس آنیزیدین و میزان مقاومت اکسیداتیو، روغن دانه‌ها به روش سرد توسط حلال n-هگزان استخراج شد.

یافته‌ها: براساس مطالعه انجام شده، میزان پروتئین، فیبر، خاکستر و اندیس اسیدی به طور معنی‌داری در دانه بذرك بیشتر از دانه کنجد بود ($P < 0.01$). در حالی که میزان روغن، اندیس توتوکس، اندیس آنیزیدین و میزان مقاومت اکسیداتیو در دانه بذرك به طور معنی‌داری کمتر از دانه کنجد بود. در مورد اندیس پراکسید، تفاوتی بین نمونه‌ها مشاهده نشد. آنالیز اسیدهای چرب نشان داد که لینولئیک اسید (۶-۵) و لینولئیک اسید (۳-۵) به ترتیب عمده‌ترین اسیدهای چرب موجود در دانه کنجد و بذرك می‌باشند.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که دانه کنجد و بذرك منابعی غنی از اسیدهای چرب ضروری، پروتئین، فیبر، مواد معدنی و سایر مواد مغذی می‌باشند. بنابراین می‌توان از آن‌ها به عنوان منابع روغنی ارزشمند در فرمولاسیون مواد غذایی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: بذرك، ترکیب اسید چرب، خواص شیمیایی، فیبر، کنجد

مقدمه

بدن انسان قادر به سنتز اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ نمی‌باشد، لذا تأمین اسیدهای چرب ضروری مانند آلفالینولئیک اسید (C18:3 ALA) و لینولئیک اسید (C18:2 LA) از طریق خوردن غذاهای حاوی اسیدهای چرب ضروری امگا-۳ و امگا-۶ ضروری می‌باشد (Mahan and Escott-Stump, 2008). مطالعات پزشکی بسیاری در مورد اثر بازدارندگی اسیدهای چرب ایکوزاپنتانوئیک و دوکوزاهگزانوئیک از بروز بیماری‌های سرطان سینه، سرطان پروستات، بیماری‌های قلبی-عروقی، فشارخون بالا، دیابت نوع ۲، ورم مفاصل و سایر التهابات و همچنین بی‌نظمی‌های خودتنظیمی انجام گرفته است (Serna-Saldivar et al., 2006; Simopoulos, 2004).

کنجد با نام علمی *Sesamum Indicum* یکی از قدیمی‌ترین دانه‌های روغنی مورد استفاده بشر است که ابتدا در آفریقا کشت شد و خیلی زود به هند رسید. کنجد یک گیاه یک‌ساله با گل‌های سفید، صورتی یا ارغوانی رنگ که تا ارتفاع ۱ تا ۲ متر رشد می‌کند. میوه این گیاه به صورت کپسول‌های حاوی دانه‌های سفید، زرد، خاکستری، قرمز، قهوه‌ای و سیاه کنجد است (Vaughan and Geissler, 2009). دانه کنجد دارای محتوای بالای روغن (۴۲ الی ۵۶ درصد) و پروتئین (۲۰ الی ۲۵ درصد) و نیز منبع خوبی برای مواد معدنی به خصوص کلسیم، فسفر، پتاسیم و آهن است (Desphande et al., 1999). اسیدهای چرب عمده در کنجد در قریب به اتفاق منابع به این ترتیب ذکر شده است: اسید لینولئیک (۴۷/۹-۴۰/۵ درصد)، اسید اولئیک (۳۵/۹-۴۲/۳ درصد)، اسید پالمیتیک (۱۲-۷/۹ درصد) و اسید استئاریک (۴/۸-۶/۱ درصد) (Abou-Gharbia et al., 2000; Hwang, 2005; Were et al., 2006). به دلیل ویژگی ترکیب آمینواسیدهای دانه کنجد، پروتئین آن به عنوان یک منبع پروتئینی عالی برای بالا بردن ارزش تغذیه‌ای بسیاری از پروتئین‌های گیاهی نظیر سویا و بادام زمینی به عنوان مکمل به آن‌ها افزوده می‌شود (Shahidi, 2006). محتوای توکوفرول در روغن‌های تجاری کنجد در محدوده ۳۰/۴ الی ۶۴/۷ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم روغن است (Rangkadilok et al., 2010). γ -توکوفرول، توکوفرول غالب در روغن کنجد است، در حالی که δ -توکوفرول

کمتر از ۵٪ کل توکوفرول‌های کنجد را تشکیل می‌دهد و α -توکوفرول نیز به میزان ناچیز وجود دارد (Hwang, 2005). γ -توکوفرول نسبت به α -توکوفرول دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی‌تری است اما فعالیت ویتامینی آن ۶ تا ۱۶٪ α -توکوفرول است (Yamashita et al., 1992). همچنین γ -توکوفرول علاوه بر اثر ضد التهابی، از تکثیر سلول‌های سرطان سینه و پروستات در انسان جلوگیری می‌کند (Rangkadilok et al., 2010).

بذرك با نام علمی *Linum Usitatissimum* یک گیاه سردزی یک‌ساله با ارتفاع ۶۰ الی ۸۰ سانتی‌متر، دارای گل‌هایی با گلبرگ به‌رنگ آبی روشن یا سفید است که جهت تولید دانه یا الیاف پرورش داده می‌شود (Vaughan and Geissler, 2009). بذرك به واسطه دارا بودن مواد مغذی ارزشمند، به عنوان یک ماده غذایی عملگر مطرح است. دانه بذرك غنی از اسیدهای چرب امگا-۳، لیگنان‌ها، فیبر رژیمی و پروتئین است (Rendón-Villalobos et al., 2009). دانه بذرك حاوی ۳۲ الی ۴۵٪ روغن است (Makni et al., 2010) و به عنوان شاخص‌ترین منبع اسیدهای چرب ضروری امگا-۳ (۵۷٪) و امگا-۶ (۱۶٪) مطرح می‌باشد (Madhusudhan, 2009). مهم‌ترین اسیدهای چرب در روغن بذرك به ترتیب مقدار عبارتند از اسید α -لینولئیک ($\frac{mg}{g\ oil}$ ۵۵۰)، اسید اولئیک ($\frac{mg}{g\ oil}$ ۱۸۰)، اسید لینولئیک ($\frac{mg}{g\ oil}$ ۱۷۰)، اسید پالمیتیک ($\frac{mg}{g\ oil}$ ۶۰) و اسید استئاریک ($\frac{mg}{g\ oil}$ ۴۰) (Vijaimohan et al., 2006). علاوه بر اینکه بذرك از نظر تغذیه‌ای منبعی غنی از روغن و پروتئین است، کاربرد دارویی و صنعتی نیز دارد (Ridges et al., 2001) و دارای نسبت بالایی از فیبرهای محلول و نامحلول نیز می‌باشد که مجموعاً حدود ۲۸٪ وزن دانه بذرك را تشکیل می‌دهند (Hussain et al., 2006). بذرك غنی‌ترین منبع لیگنان در رژیم غذایی است ($\frac{mg}{g\ seed}$ ۲) براساس وزن خشک) و محتوای لیگنانی آن ۷۵ الی ۸۰۰ برابر بیشتر از سایر منابع غذایی است (Hosseinian et al., 2006). لیگنان‌های موجود در روغن بذرك افراد را در برابر سرطان‌های سینه، پروستات، کولون و پوست محافظت می‌کند. همچنین مشاهده شده است که لیگنان‌های حاصل از دانه بذرك موجب کاهش بیش از ۵۰ درصدی اندازه تومورهای پستانی و کاهش ۳۷ درصدی تعداد تومورها در موش‌های سرطانی

روغن آرد دانه کنجد و بذرک به طور جداگانه به روش سرد توسط خیساندن در حلال n-هگزان و همزدن توسط شیکر به مدت ۳۶ الی ۷۲ ساعت استخراج شد (قوامی و همکاران، ۱۳۸۷) و از آن در جهت انجام سایر آزمون‌هایی که در ذیل به آن‌ها اشاره خواهد شد، استفاده گردید. جهت تعیین ترکیب اسیدهای چرب، آماده‌سازی نمونه بصورت مشتق متیل استر براساس استاندارد AOAC به شماره ۹۶۹/۳۳ صورت گرفت و سپس از دستگاه گاز کروماتوگرافی Agilent مدل 6100 مجهز به آشکارساز شعله ای (FID) و ستون موئین ۱۰۰ متری Cp Sill 88 مطابق استاندارد ۹۱-Cele استفاده شد به طوری که درجه حرارت محل تزریق، محل ستون و دتکتور به ترتیب ۲۴۰، ۱۹۸ و ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود و سرعت جریان گاز حامل (نیتروژن) ۱۴ میلی‌لیتر بر دقیقه و مقدار تزریق نمونه ۱ مایکرولیتر بوده است (AOAC, 2005).

اندیس اسیدی نمونه‌های روغن به دست آمده (بر حسب میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم لازم برای خنثی کردن اسیدهای چرب آزاد (بر حسب اسید اولئیک) موجود در یک گرم روغن یا چربی) مطابق روش AOAC در سال ۲۰۰۵ اندازه‌گیری شد.

اندیس پراکسید (بر حسب میلی‌اکی‌والان‌های اکسیژن به ازای کیلوگرم نمونه) براساس روش AOAC در سال ۲۰۰۵ اندازه‌گیری شد.

اندیس p-آنیزیدین روشی برای تعیین مقدار آلدئیدها در روغن‌ها و چربی‌ها می‌باشد. اندیس آنیزیدین (بر حسب اندازه‌گیری میزان تولید کروموفور در طول موج ۳۵۰ نانومتر ناشی از ۴-متوکسی‌آنیلین (آنیزیدین) و آلدئیدها) براساس روش ۹۰-۱۸ AOCs cd در اسپکتروفوتومتر Cary 100 Varian ساخت کشور آمریکا و جذب در طول موج ۳۵۰ نانومتر انجام شد (Firestone, 1994).

اندیس توتوکس از طریق رابطه زیر محاسبه شد (Choo et al., 2007):

$$\text{اندیس } p - \text{آنیزیدین} + \text{اندیس پراکسید} \times 2 = \text{اندیس توتوکس} \quad (\text{رابطه } 1)$$

زمان مقاومت به اکسید شدن با استفاده از دستگاه رنسیمت مدل Metrohem 743 در درجه حرارت ۱۱۰

شد. همچنین اشاره شده بود که لیگنان‌ها دارای ویژگی‌های آنتی‌استروژنیک و ویروس‌کش، ضد باکتری، ضد قارچ و آنتی‌اکسیدانی هستند (Shahidi, 2006). بذرک موجب پیشگیری از بسیاری از بیماری‌ها و ارتقاء سلامت می‌شود. همانطور که می‌دانیم ارتباطی ناگسستنی بین رژیم غذایی و بیماری‌های خطرناک از جمله سرطان‌ها و بیماری‌های قلبی و عروقی وجود دارد (Bravi et al., 2011).

دانه کنجد و بذرک به ترتیب حاوی ۸۴ و ۹۱٪ اسیدهای چرب غیراشباع هستند. این دو دانه روغنی در کنار هم، منبع متعادلی از اسیدهای چرب تک غیراشباعی (MUFA) و چند غیراشباعی (PUFA) امگا-۳ و امگا-۶ می‌باشند که نقش مهمی در جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی، سرطان، کلسترول و فشار خون بالا دارند (Talpur et al., 2006). هدف از این تحقیق، بررسی برخی از خواص شیمیایی دانه کنجد و بذرک کشت شده در ایران و مقایسه آن‌ها با یکدیگر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

دانه کنجد و بذرک به طور کاملاً تصادفی از بازار بزرگ تهران خریداری شد. سپس نمونه‌ها به صورت جداگانه آسیاب شدند.

میزان پروتئین با استفاده از روش 46-12 AACC اندازه‌گیری شد (AACC, 1999). برای این منظور مقدار ازت کل، اندازه‌گیری شده و مقدار پروتئین از طریق فاکتور مربوط به پروتئین دانه‌های کنجد و بذرک محاسبه شد.

میزان فیبر با استفاده از روش 32-10 AACC اندازه‌گیری شد (AACC, 1999). اندازه‌گیری فیبر براساس سوزاندن باقیمانده دانه‌ها در کوره ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد پس از چربی‌گیری توسط حلال، هضم بافت توسط اسید و باز و خشک کردن در آون ۱۳۰ درجه سانتی-گراد انجام گرفت.

اساس اندازه‌گیری خاکستر بر سوزاندن همه مواد آلی و باقیمانده ترکیبات معدنی و توزین آن است. این فاکتور با استفاده از روش 08-01 AACC اندازه‌گیری شد (AACC, 1999).

آزمون اندازه‌گیری چربی به روش سوکسله به مدت ۹ ساعت در حضور حلال هگزان و حرارت انجام شد (AI-Rashdan et al., 2010).

درجه سانتی‌گراد و با جریان هوای ۲۰ لیتر بر ساعت برای ۲/۵ گرم نمونه ارزیابی شد (Firestone, 1997).

تعیین ترکیب اسیدهای چرب دانه‌های روغنی کنجد و بذرک را نشان می‌دهند.

- تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمون‌های این پژوهش در سه تکرار انجام شد و تجزیه و تحلیل آماری نتایج، از طریق تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها انجام شد و به منظور رسم نمودارها و آنالیز آماری از نرم‌افزارهای Excel و SPSS ۱۹ استفاده گردید.

یافته‌ها

جدول ۱ نتایج آزمون‌های مختلف شیمیایی شامل درصد چربی، درصد فیبر، درصد پروتئین، درصد خاکستر، میزان اندیس اسیدی، اندیس پراکسید، اندیس آنیزیدین، اندیس توتوکس و مقاومت اکسیداتیو و جدول ۲ نتایج

بحث

درصد چربی حاصل از دانه کنجد و بذرک در این مطالعه نشان داد که میزان چربی موجود در کنجد به طور معنی‌داری بیشتر از بذرک است. مطابق جدول ۲، این دو دانه روغنی منابعی غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع و ضروری می‌باشند. Elleuch و همکاران در سال ۲۰۰۷ و Hwang در سال ۲۰۰۵ مقدار چربی دانه کنجد را به ترتیب ۴۱/۴۶٪ و حدود ۵۰٪ گزارش کردند. میانگین درصد چربی دانه روغنی کنجد در این تحقیق ۶۴٪ بدست آمده است. Zhang و همکاران در سال ۲۰۰۸، Rendón و Villalobos و همکاران در سال ۲۰۰۹ و Makni و

جدول ۱- مقایسه میانگین میزان ترکیبات و ویژگی‌های شیمیایی دانه‌های روغنی بذرک و کنجد

دانه‌های روغنی		ترکیب ویژگی‌های شیمیایی
بذرک	کنجد	
۴۴/۴۰ ± ۰/۵۲ ^b	۶۴/۰۰ ± ۰/۳۴ ^a	میزان چربی (%)
۲۸/۰۸ ± ۰/۳۶ ^a	۵/۹۷ ± ۰/۰۹ ^b	میزان فیبر (%)
۲۴/۸۲ ± ۰/۰۶ ^a	۱۹/۸۸ ± ۰/۱۳ ^b	میزان پروتئین (%)
۵/۹۴ ± ۰/۰۴ ^a	۴/۹۵ ± ۰/۰۶ ^b	میزان خاکستر (%)
۲/۳۴ ± ۰/۱۰ ^a	۰/۴۰ ± ۰/۰۶ ^b	اندیس اسیدی (mg NaOH/g)
۰/۰۰ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۰۰ ± ۰/۰۰ ^a	اندیس پراکسید (meq O ₂ /Kg)
۱/۵۲ ± ۰/۰۰ ^b	۱/۶۸ ± ۰/۰۱ ^a	اندیس آنیزیدین
۱/۵۲ ± ۰/۰۰ ^b	۱/۶۸ ± ۰/۰۱ ^a	اندیس توتوکس (۲ PV + AnV)
۲/۲۱ ± ۰/۰۳ ^b	۱۹/۲۱ ± ۰/۰۳ ^a	پایداری اکسیداسیونی (h)

a-b: حروف غیر مشابه در هر ردیف، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال $P < 0/01$ می‌باشد.

جدول ۲- پروفایل اسیدهای چرب دانه‌های روغنی بذرک و کنجد

دانه‌های روغنی		اسیدهای چرب (%)
بذرک	کنجد	
۰/۰۶ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۰۲ ± ۰/۰۰ ^b	(۱۴:۰)
۵/۴۷ ± ۰/۰۰ ^a	۱۰/۲۶ ± ۰/۰۰ ^b	(۱۶:۰)
۳/۹۴ ± ۰/۰۰ ^a	۶/۴۴ ± ۰/۰۰ ^b	(۱۸:۰)
۱۹/۵۵ ± ۰/۰۰ ^a	۳۹/۵۸ ± ۰/۰۰ ^b	ω-9 (۱۸:۱)
۱۷/۴۱ ± ۰/۰۰ ^a	۴۲/۷۸ ± ۰/۰۰ ^b	ω-6 (۱۸:۲)
۵۲/۸۳ ± ۰/۰۰ ^a	۰/۳۷ ± ۰/۰۰ ^b	ω-3 (۱۸:۳)

a-b: حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال $P < 0/01$ می‌باشد.

خاکستر دانه روغنی بذرک در این تحقیق (۵/۹۴٪) قرابت دارد.

بررسی پروفایل اسیدهای چرب روغن حاصل از کنجد مورد استفاده در این پژوهش نشان داد که در بین اسیدهای چرب موجود، بیشترین مقدار مربوط به اسید لینولئیک (۴۲/۷۸٪) می‌باشد. طبق جدول ۲ مهمترین اسیدهای چرب در روغن کنجد پس از اسید لینولئیک به ترتیب مقدار عبارتند از اسید اولئیک، اسید پالمیتیک و اسید استئاریک که با نتایج Abou-Gharbia و همکاران در سال ۲۰۰۰، Hwang در سال ۲۰۰۵ و Were و همکاران در سال ۲۰۰۶ مطابقت دارد. همچنین بررسی پروفایل اسیدهای چرب روغن حاصل از بذرک نشان می‌دهد که در بین اسیدهای چرب موجود، بیشترین مقدار مربوط به اسید α -لینولئیک (۵۲/۸۳٪) می‌باشد که با یافته‌های Madhusudhan در سال ۲۰۰۹ مطابقت دارد. طبق جدول ۱ مهمترین اسیدهای چرب در روغن بذرک پس از اسید α -لینولئیک به ترتیب مقدار عبارتند از اسید اولئیک، اسید لینولئیک، اسید پالمیتیک و اسید استئاریک که با نتایج Vijaimohan و همکاران در سال ۲۰۰۶ مطابقت دارد. مطالعات اخیر، تأثیرات سودمند جایگزینی چربی‌های اشباع با اسیدهای چرب غیراشباع را در کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی تأیید کرده است (Bhupathiraju and Tucker, 2011)، به طوری که مشخص شده با جایگزینی معادل ۵٪ از انرژی حاصل از اسیدهای چرب اشباع با اسید اولئیک (و یا اسیدهای چرب چند غیراشباعی)، خطر بروز بیماری‌های قلبی و عروقی، ۲۰ تا ۴۰٪ کاهش می‌یابد (Lopez-Huertas, 2010).

در این تحقیق میانگین اندیس اسیدی دانه کنجد و بذرک به ترتیب ۴۰/۰ و ۲/۳۴ بدست آمد. اندیس اسیدی که نشانگر میزان اسیدهای چرب آزاد در نمونه است، در اثر هیدرولیز تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها افزایش می‌یابد. بنابراین بالاتر بودن میزان رطوبت در دانه بذرک (حاوی حدود ۱۰٪ رطوبت) نسبت به دانه کنجد (۴/۷-۴/۴٪ رطوبت) می‌تواند باعث افزایش درصد اسیدهای چرب آزاد و افزایش سرعت هیدرولیز در دانه بذرک نسبت به دانه کنجد گردد. همچنین دلیل دیگر افزایش اندیس اسیدی در دانه بذرک نسبت به دانه کنجد، احتمالاً فعالیت بالاتر آنزیم لیپاز در دانه بذرک می‌باشد. البته شرایط نگهداری دانه‌ها نظیر دما، رطوبت،

همکاران در سال ۲۰۱۰ به ترتیب مقدار چربی دانه بذرک را ۴۰٪، حدود ۴۰ تا ۶۰٪ و ۳۲ الی ۴۵٪ گزارش کردند که میانگین درصد چربی دانه روغنی بذرک در این تحقیق (۴۴/۴۰٪) نیز در این محدوده قرار گرفته است.

درصد فیبر حاصل از دانه کنجد و بذرک در این مطالعه نشان داد که میزان فیبر موجود در بذرک به طور معنی‌داری بیشتر از کنجد است. مطابق جدول ۱، میانگین درصد فیبر کنجد ۵/۹۷٪ بدست آمد که با نتایج Elleuch و همکاران در سال ۲۰۰۷ که مقدار فیبر کل دانه کنجد خام را ۱۹/۳۳٪ گزارش کردند (۱۳/۹۶٪ فیبرهای نامحلول و ۵/۳۷٪ فیبرهای محلول) تفاوت داشت در حالیکه با نتایج Hwang در سال ۲۰۰۵ که محتوای فیبر دانه کنجد سفید را ۵/۳-۷/۵٪ گزارش کردند قرابت داشت. میانگین درصد فیبر دانه روغنی بذرک در این تحقیق (۲۸/۰۸٪)، با نتایج Kochhar در سال ۲۰۰۲ و Zhang و همکاران در سال ۲۰۰۸ که مقدار فیبر دانه بذرک را به ترتیب ۲۵٪ (که ۲۵-۲۰ درصد این مقدار به فیبرهای محلول اختصاص دارد) و ۳۰٪ گزارش کردند قرابت داشت.

Elleuch و همکاران در سال ۲۰۰۷ و Mohdaly و همکاران در سال ۲۰۱۱ به ترتیب مقدار پروتئین دانه و کنجاله کنجد را ۱۸ الی ۲۵ درصد و ۲۳/۷٪ گزارش کردند که میانگین درصد پروتئین دانه روغنی کنجد در این تحقیق (۱۹/۸۸٪) نیز در محدوده گزارش Elleuch و همکارانش قرار گرفته است. همچنین Mazza و Oomah در سال ۱۹۹۳، Bashir و همکاران در سال ۲۰۰۶ و Herchi و همکاران در سال ۲۰۱۲ به ترتیب مقدار پروتئین دانه بذرک را ۳۱-۱۰/۵٪، ۲۴/۵۰٪ و ۲۹٪ گزارش کردند که با میانگین درصد پروتئین دانه روغنی بذرک در این تحقیق (۲۴/۸۲٪) قرابت دارد.

آزمون خاکستر جهت تعیین میزان مواد معدنی موجود در نمونه است. Hwang در سال ۲۰۰۵، Elleuch و همکاران در سال ۲۰۰۷ و Mohdaly و همکاران در سال ۲۰۱۱ به ترتیب مقدار خاکستر دانه و کنجاله کنجد را حدود ۵٪، ۴/۶۸٪ و ۶/۱۲٪ گزارش کردند که با میانگین درصد خاکستر دانه روغنی کنجد در این تحقیق (۴/۹۵٪) قرابت دارد. Bashir و همکاران در سال ۲۰۰۶ و Zhang و همکاران در سال ۲۰۰۸ مقدار خاکستر دانه بذرک را به ترتیب ۴/۲۹٪ و ۴٪ گزارش کردند که با میانگین درصد

مجاورت با عناصر فلزی و... نیز بر میزان اندیس اسیدی آنها تأثیر گذار است (Shahidi, 2005).

اندیس پراکسید معیاری جهت سنجش میزان اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها می‌باشد (قوامی و همکاران، ۱۳۸۷). در این تحقیق میانگین اندیس پراکسید دانه کنجد و بذرك صفر بدست آمده است. اسیدهای چرب غیراشباع در بذرك و کنجد به ترتیب حدود ۹۱ و ۸۵٪ کل اسیدهای چرب را تشکیل می‌دهند (Abou-Gharbia *et al.*, 2009; Elif Bilek and Turhan, 2009)، بنابراین انتظار می‌رود که کنجد و بذرك بسیار مستعد به اکسیداسیون باشند اما باید توجه داشت که این دو دانه روغنی به لحاظ وجود گروهی از ترکیبات فنولی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی تحت عنوان لیگنان‌ها (سکوایزولاریسیترینول دی-گلوکوزید در بذرك (Hyvärinen *et al.*, 2006) و سزامین، سزامولین، سزامول، دیمیر سزامول و سزامینول در کنجد)، در بین دانه‌های روغنی رتبه اول و دوم را به خود اختصاص داده‌اند (Abou-Gharbia *et al.*, 2009). بنابراین یکی از دلایل پایین بودن اندیس پراکسید را می‌توان به حضور این ترکیبات ارتباط داد اما نگاهی به نتایج آزمون آنیزیدین نشان می‌دهد که در نمونه‌های کنجد و بذرك محصولات ثانویه اکسیداسیون موجودند. اندیس پراکسید نشانگر کل محتوای هیدروپراکسید است. در مراحل اولیه اکسیداسیون، سرعت تولید هیدروپراکسیدها بیشتر از سرعت تجزیه آنها است و این امر در مراحل بعدی عکس می‌شود، بنابراین، اندیس پراکسید (PV) بیشتر معرف مراحل اولیه تغییرات اکسیداسیونی است و به عنوان تابعی از زمان می‌تواند جهت ارزیابی اینکه چربی یا روغن در مرحله تولید و یا تجزیه هیدروپراکسیدها است، به کار رود. هیدروپراکسیدها ترکیبات ناپایداری هستند که با ورود به مرحله دوم پس از تجزیه سبب تولید انواع مختلفی از آلدئیدها و کتون‌ها می‌گردند. بنابراین یکی از دلایل عدم وجود هیدروپراکسیدها در نمونه‌ها را می‌توان به تجزیه آنها به محصولات ثانویه اکسیداسیون نسبت داد.

آلدئیدها از مهمترین محصولات ثانویه حاصل از اکسیداسیون لیپیدها هستند که توسط اندیس آنیزیدین در روغن مشخص و اندازه‌گیری می‌شوند (Gunstone, 2004). در این تحقیق میانگین اندیس آنیزیدین دانه کنجد و بذرك به ترتیب ۱/۶۸ و ۱/۵۲ بدست آمده است. فعالیت

آنتی‌اکسیدان‌های بذرك و کنجد از مرحله آغاز و توسعه واکنش‌های اکسیداسیون ممانعت می‌کند و سبب کاهش تولید هیدروپراکسیدها می‌گردند. از آنجائیکه اندیس آنیزیدین نشانگر میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون، به‌ویژه آلدئیدهای کنژوگه است، کاهش تولید هیدروپراکسیدها به عنوان مواد اولیه تولید این آلدئیدها، سبب کاهش آنها و در نتیجه مقادیر پایین اندیس آنیزیدین می‌گردد.

در این تحقیق میانگین اندیس توتوکس دانه کنجد و بذرك به ترتیب ۱/۶۸ و ۱/۵۲ بدست آمده است. براساس رابطه ۱ اندیس توتوکس برآیندی از دو برابر اندیس پراکسید و اندیس آنیزیدین می‌باشد، بنابراین کم بودن اندیس توتوکس در نمونه‌ها بدلیل صفر بودن اندیس پراکسید و کم بودن اندیس آنیزیدین و در نتیجه کم بودن میزان محصولات اولیه و ثانویه حاصل از اکسیداسیون در نمونه‌ها می‌باشد.

میانگین مقاومت اکسیداتیو دانه کنجد و بذرك در این تحقیق به ترتیب ۱۹/۲۱ و ۲/۲۱ (h) بدست آمده است. اگرچه اسیدهای چرب اشباع هم اکسید می‌شوند، اما عموماً سرعت اکسیداسیون به درجه غیراشباعیت روغن یا چربی وابسته است. به عنوان مثال در سری اسیدهای چرب ۱۸ کربنه شامل (۱۸:۰)، (۱۸:۱)، (۱۸:۲) و (۱۸:۳) سرعت نسبی اکسیداسیون به سرعت نسبی گزارش شده برای اکسیداسیون ۱۰۰:۲۵۰۰:۱۲۰۰:۱۰۰ می‌باشد (deMan, 1999). بنابراین از آنجائیکه بذرك حاوی ۵۲/۸۳٪ اسید چرب لینولنیک (دارای ۳ باند غیراشباع) است، نسبت به دانه کنجد که روغن آن غیراشباعیت پایین‌تری دارد، به اکسیداسیون حساس‌تر است و به همین دلیل دانه بذرك سریعتر از دانه کنجد اکسید می‌شود. Elleuch و همکاران در سال ۲۰۰۷ مقاومت اکسیداتیو کنجد را با استفاده از دستگاه رنسیمت مدل ۶۷۹ Metrohem در درجه حرارت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد با جریان هوای ۲۰ لیتر بر ساعت، ۲۸/۲۳ (h) بدست آوردند.

نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان داد که دانه کنجد و بذرك منابعی غنی از اسیدهای چرب ضروری می‌باشند، به طوری‌که دانه کنجد حاوی ۴۲/۷۸٪ لینولنیک

Bashir, S., Masud, T. & Latif, A. (2006) Effect of flaxseed (*linum usitatissimum*) on the baking properties of cakes and cookies. *International Journal of Agricultural Research*. 1(5) 496502.

Bhupathiraju, S. N. & Tucker, K. L. (2011) Coronary heart disease prevention: nutrients, foods, and dietary patterns. *Clinica Chimica Acta*. 412:14934514.

Bravi, E., Perretti, G., Marconi, O., Patrizi, E. & Fantozzi, P. (2011) Secoisolariciresinol diglucoside determination in flaxseed (*linum usitatissimum* L.) Oil and application to a shelf life study. *Food Chemistry*. 126:15534558.

Choo, W. S., Birch, J. & Dufour, J. P. (2007) Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils. *Journal of Food Composition And Analysis*. 20:202211.

deMan, J. M. (1999) Principles of food chemistry (Third Edition), *Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland*. 33-110.

Desphande, S. S., Desphande, U. S. & Salunkhe, D. K. (1996) In Y. H. Hui (Ed.), Sesame oil, in bailey's industrial oil and fat products (5th ed., pp. 457-497). New York: *Interscience Publishers*.

Elif Bilek, A. & Turhan, S. (2009) Enhancement of the nutritional status of beef patties by adding flaxseed flour. *Meat Science*. 82: 472-477.

Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C. & Attia, H. (2007) Quality characteristics of sesame seeds and by-products. *Food Chemistry*. 103:641-650.

Firestone, D. (1994) Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 4th ed. *AOCS Press, ChamPaiyn, IL, USA*.

Firestone, D. (1997). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th edn., *Arlington, USA*.

Gunstone, F. D. (2004) Nutritional Properties. The Chemistry of Oils and Fats: Sources, Composition, Properties and Uses. *Blackwell Publishing Ltd*. 104

Herchi, W., Bouali, I., Bahashwan, S., Rochut, S., Boukhchina, S., Kallel, H. & Pepe, C. (2012) Changes in phospholipid composition, protein content and chemical properties of flaxseed oil during development. *Plant Physiology And Biochemistry*. 54: 45.

Hosseinian, F. S., Muir, A. D., Westcott, N. D. & Krol, E. S. (2006) Antioxidant Capacity of Flaxseed Lignans in Two Model Systems.

اسید (ω-۶) و دانه بزرک حاوی ۵۲/۸۳٪ لینولنیک اسید (ω-۳) هستند. بیشترین میزان پروتئین، فیبر، خاکستر و اندیس اسیدی مربوط به بزرک می‌باشد در حالی که دانه کنجد میزان روغن، اندیس توتوکس، اندیس آنیزیدین و میزان مقاومت اکسیداتیو بیشتری نسبت به دانه بزرک دارد. بنابراین استفاده همزمان و متناسب از این دانه‌های روغنی سودمند در رژیم غذایی، می‌تواند افراد را در برابر سرطان‌های سینه، پروستات، کولون و پوست محافظت کند و خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی را کاهش دهد. همچنین می‌توان از اختلاط نسبت‌های مختلف دانه کامل و یا آسیاب شده کنجد و بزرک با یکدیگر، به دلیل ارزش غذایی بالا، در بهینه‌سازی فرمولاسیون و غنی‌سازی مواد غذایی مختلف از جمله انواع نان، کیک، پاستا و ... استفاده نمود.

سپاسگزاری

از جناب آقای مهندس علی رستمی، کارشناس ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی و جناب آقای مهندس افشین افشار، مدیریت نظارت بر غذا و محصولات آرایشی و بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی البرز، جهت همکاری بی دریغشان در انجام این پژوهش قدردانی می‌شود.

منابع

- قوامی، م.، قراچورلو، م. و غیاثی‌طرزی، ب. (۱۳۸۷). تکنیک‌های آزمایشگاهی روغن‌ها و چربی‌ها. چاپ اول
- AACC, (1999) Approved Method of The American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN: *American Accociation of Cereal Chemists.Ins*.
- Abou-Gharbia, H. A., Shehata, A. A. Y. & Shahidi, F. (2000) Effect of processing on oxidative stability and lipid classes of sesame oil. *Food Research International*. 33:331-340.
- Al-Rashdan, A., Helaleh, M. I. H., Nisar, A., Ibtisam, A. & Al-Ballam, Z. (2010) Determination Of The Levels Of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons In Toasted Bread Using Gas Chromatography Mass Spectrometry. *International Journal of Analytical Chemistry*. 216-314.
- AOAC, (2005) Official Methods of Analysis of AOAC International. *AOAC International*. 18Th Edition. Chapter 32 and 41.

Journal of the American Oil Chemists' Society. 83:835-840.

Hussain, S., Anjum, F. M., Butt, M. S., Khan, M. I. & Asghar, A. (2006) Physical and Sensoric Attributes of Flaxseed Flour Supplemented Cookies. *Turkish Journal of Biology.* 30:87-92.

Hwang, L. S. (2005) Sesame Oil. In: Bailey's Industrial Oil And Fat Products, Volume 2. Edible Oil And Fat Products: Edible Oils. *John Wiley & Sons Inc Publication.* 537-576

Hyvärinen, H. K., Pihlava, J. M., Hiidenhovi, J. A., Hietaniemi, V., Korhonen, H. J. T. & Ryhänen, E. L. (2006) Effect of Processing and Storage on the Stability of Flaxseed Lignan Added to Bakery Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 54:48-53.

Kochhar, S. P. (2002) Sesame, Rice-Bran And Flaxseed Oils. In: Vegetable Oils In Food Technology: Composition, Properties And Uses. *Blackwell Publishing Ltd.* 326-397.

Lopez-Huertas, E. (2010) Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review of intervention studies. *Pharmacological Research.* 61:200-207.

Madhusudhan, B. (2009) Potential benefits of flaxseed in health and disease - a perspective. *Agriculturae Conspectus Scientificus.* 74:67-72.

Mahan, L. K. & Escott-Stump, S. (2008) *Krauses Food And Nutrition Therapy.*

Makni, M., Fetoui, H., Gargouri, N. K., Garoui, E. & Zeghal, N. (2010) Antidiabetic effect of flax and pumpkin seed mixture powder: effect on hyperlipidemia and antioxidant status in alloxan diabetic rats. *Journal of Diabetes and Its Complications.* 1-7.

Mohdaly, A. A., Smetanska, I., Ramadan, M. F., Sarhan, M. A. & Mahmoud, A. M., (2011) Antioxidant potential of sesame (*Sesamum indicum*) cake extract in stabilization of sunflower and soybean oils, *Industrial Crops and Products.* 34: 952-959.

Oomah, B. D. & Mazza, G. (1993) Flaxseed Proteins: A Review. *Food Chemistry.* 48:109-114

Rangkadilok, N., Pholphana, N., Mahidol, C., Wongyai, W., Saengsooksree, K., Nookabkaew, S. & Satayavivad, J. (2010) Variation of sesamin, sesamol and tocopherols in sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds and oil products in Thailand. *Food Chemistry.* 122:724-730

Rendón-Villalobos, J. R., Bello-Pérez, L. A., Agama-Acevedo, E., Islas-Hernández, J. J., Osorio-Díaz, P. & Tovar, J. (2009) Composition

and characteristics of oil extracted from flaxseed-added corn tortilla. *Food Chemistry.* 117:83-87.

Ridges, L., Sunderland, R., Moerman, K., Meyer, B., Astheimer, L. & Howe, P. (2001) Cholesterol lowering benefits of soy and linseed enriched foods. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition.* 10(3): 202-211.

Serna-Saldivar, S. O., Zorrilla, R., De La Parra, C., Stagnitti, G. & Abril, R. (2006) Effect Of DHA Containing Oils And Powders On Baking Performance And Quality Of White Pan Bread. *Plant Foods For Human Nutrition.* 61(3): 12-19.

Shahidi, F. (2005) *Bailey's Industrial Oil and Fat Products (Sixth Edition).* *John Wiley And Sons Inc.*

Simopoulos, A. P. (2004) Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. *Biological Research.* 37(2): 263-27.

Talpur, F. N., Bhangar, M. I. & Khuhawar, M. Y. (2006) Comparison of fatty acids and cholesterol content in the milk of Pakistani cow breeds. *Journal of Food Composition and Analysis.* 19:698-703

Vaughan, J. G. & Geissler, C. A. (2009) Oilseeds And Fruits, Olive, Sesame, Peanuts. In: *The New Oxford Book Of Food Plants.* *Oxford University Press.*

Vijaimohan, K., Jainu, M., Sabitha, K. E., Subramaniyam, S., Anandhan, C. & Shyamala-Devi, C. S. (2006) Beneficial effects of alpha linolenic acid rich flaxseed oil on growth performance and hepatic cholesterol metabolism in high fat diet fed rats. *Life Sciences.* 79: 4484-454

Were, B. A., Onkware, A. O., Gudu, S., Welander, M. & Carlsson, A. S. (2006) Seed oil content and fatty acid composition in East African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years. *Field Crops Research.* 97:254-260

Yamashita, K., Nohara, Y., Katayama, K. & Namiki, M. (1992) Sesame Seed Lignans and γ -Tocopherol Act Synergistically to Produce Vitamin E Activity in Rats. *Journal of Nutrition.* 122:2440-2446

Zhang, Z. S., Wang, L. J., Li, D., Jiao, S. S., Chen, X. D. & Mao, Z. H., (2008) Ultrasound-assisted extraction of oil from flaxseed. *Separation and Purification Technology.* 62: 192-198

Ziolkovska, A. (2012) Laws of flaxseed mucilage extraction. *Food Hydrocolloids.* 26: 197-204