

بررسی برخی خواص فیزیکی و شیمیایی روغن بذر چای

داود عطایی^۱، محمدعلی سحری^۱ و منوچهر حامدی^۲

چکیده

در این پژوهش برخی خواص فیزیکی و شیمیایی روغن بذر چای ایرانی (رقم لاهیجان) بررسی، و با ویژگی‌های روغن‌های استحصالی از دانه آفتاب‌گردان (رقم فارس) و میوه زیتون (رقم گیله زیتون) از نظر درصد اسیدهای چرب، عدد پراکسید، عدد یدی، عدد صابونی و مدت زمان ماندگاری مقایسه شد. همچنین، روغن بذر چای در دو سطح پنج و ده درصد، به روغن‌های آفتاب‌گردان و زیتون افزوده شد و ماندگاری آنها با شاهد مقایسه گردید.

نتایج نشان داد که روغن بذر چای از نظر خواص تغذیه‌ای و پایداری، روغنی مناسب است. آزمایش ماندگاری این روغن‌ها در دمای ۶۳ درجه سانتی‌گراد نشان داد که ماندگاری روغن بذر چای بیش از آفتاب‌گردان و در حد ماندگاری روغن زیتون است. ضمناً ماندگاری روغن آفتاب‌گردان در حالت مخلوط با روغن بذر چای افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: روغن بذر چای، روغن آفتاب‌گردان، روغن زیتون، ماندگاری، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

مقدمه

درجه اول برای بذر آنها، و در درجه دوم برای تولید روغن

خوراکی پرورش می‌دهند (۱۴).

در چند دهه اخیر، در برخی از کشورهای که روغن بذر چای به میزان زیاد در بازار وجود دارد، بخشی از مردم جامعه این روغن را به عنوان روغن خوراکی پذیرفته‌اند، و هم اکنون در کشورهای چین، هند، سیلان، جاوه و ژاپن سالیانه هزاران تن روغن بذر چای تولید می‌شود (۴).

گیاه چای (*Camellia sinensis*) در کنار تولید برگ سبز چای، به هنگام به گل نشستن، بذرهای درشت روغنی به وجود می‌آورد (۱۲). به طور کلی، همه گونه‌های جنس کاملیا بذرهای درشت و روغنی تولید می‌کنند. در کشورهای چین و ژاپن برخی از کشاورزان چایکار، درختچه‌های زیتنی *Camellia oleifera* و *Camellia sasanqua japonica* را در

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲. دانشیار علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

در سال، می‌توان به محصولی در حدود ۳۵۰۰۰ تن بذر دست یافت، که در صورت روغن‌کشی، با احتساب ۲۰ درصد روغن (۱۶)، می‌توان بیش از ۶۵۰۰ تن روغن استحصال کرد. در حالی که بیش از ۹۰ درصد روغن مصرفی کشور از خارج وارد می‌شود (۱)، این روغن به عنوان یک منبع جدید از اهمیت بسیاری برخوردار است.

بنابراین، هدف از این پژوهش مقایسه روغن بذر چای به عنوان یک دانه روغنی، با دو نوع روغن خوراکی و مهم یعنی آفتاب‌گردان و زیتون، که آن دو نیز عمدتاً در مناطق شمالی کشور کشت می‌شوند، از نظر برخی خواص فیزیکی و شیمیایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ماده اصلی مورد استفاده، بذر چای (رقم لاهیجان) بود، که از مزارع شمال ایران تهیه شد، و مواد شیمیایی لازم نیز همگی از شرکت مرک تهیه گردید. بذر چای نوشیدنی (*Camellia sinensis*) به همراه پوشش خارجی (Seed coat)، پس از جمع‌آوری از مزارع شمال، به مدت پنج روز در آفتاب قرار داده شد تا رطوبت آن به سطح ثابتی برسد و هنگام استخراج، روغن به سادگی از آن خارج شود. پس از خشک شدن، رطوبت مغز بذر چای به روش اتو در دمای ۱۰۲ درجه سانتی‌گراد محاسبه شد، و معلوم شد که رطوبت مغز به ۱۵ درصد رسیده است. از بذر چای با ۱۵ درصد رطوبت برای تعیین درصد روغن، نسبت مغز به پوست، و روغن‌کشی با حلال استفاده گردید (۱۰، ۱۲ و ۲۰).

برای تعیین درصد روغن مغز چای از روش سوکسله و حلال پترولیوم بنزن با نقطه جوش ۴۰-۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت شش ساعت (هر بار ۱۰۰ گرم نمونه در سه تکرار) استفاده شد (۲، ۳، ۴ و ۵).

برای استخراج روغن از بذر چای و دانه آفتاب‌گردان (رقم فارس) برای آزمایش‌های شیمیایی، روش غرقابی با حلال پترولیوم بنزن به کار رفت. برای این منظور، مغز بذر چای و

در سال‌های اخیر، روغن بذر چای در چند کشور از نظر کیفیت و قابلیت مصرف خوراکی بررسی شده است. به عنوان مثال، سنگوپتا و همکاران (۱۴) ترکیب اسیدهای چرب روغن بذر چای هندی را عمدتاً اسید اولئیک، اسید لینولئیک، اسید پالمیتیک و اسید استئاریک گزارش کردند. رابویچاندوران و دانداپانی (۱۲) ترکیب شیمیایی روغن سه واریته بذر چای جنوب هند را آزمایش کردند، و دریافتند که این روغن بیشتر از اسید اولئیک و اسید لینولئیک تشکیل یافته است، و روغن برخی واریته‌ها نزدیک به زیتون، و برخی دیگر نزدیک به روغن بادام زمینی است. آنها هم‌چنین گزارش دادند که میزان روغن مغز دانه ۳۰-۳۲ درصد، رنگ آن صاف، و حالت آن حتی در دمای یخچال کاملاً مایع است، و صفات ارگانولپتیک قابل قبولی دارد (۱۲ و ۱۴).

تانگ و همکاران (۱۷) خواص، تولید و کاربرد روغن بذر چای هندی را بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که اسید چرب غالب این روغن ۱۸:۱ C است، و با توجه به خواص حسی می‌تواند مصرف خوراکی داشته باشد، و با هیدروژناسیون می‌توان آن را به عنوان جانشین کره کاکائو مصرف کرد. بذر چای تایوان و ژاپن نیز به وسیله توکو و همکاران (۱۹) بررسی شد. این پژوهندگان گزارش کردند که اسیدهای چرب غالب روغن بذر چای مذکور ۱۸:۱ C، ۱۸:۲ C و ۱۶:۰ C است، و از بین توکوفرول‌های معروف نیز فقط آلفاتوکوفرول تشخیص داده شد.

باغ‌های چای ایران بیشتر از گیاهان تیپ چینی هستند، که بذر خودگشن بسیاری تولید می‌کنند (بیش از ۴۰ درصد). اگر بوته‌ها برای مدت طولانی، همان گونه که در ایران رایج است، هرس نشوند، یا فقط سرهرس سطحی شوند، بوته‌ها به گل می‌نشینند و بذر زیادی تولید می‌کنند. حدود ۷۵ تا ۸۰ درصد سطح زیر کشت چای، سالیانه سرهرس سطحی یا سرهرس متوسط می‌شوند. از حدود ۳۵ هزار هکتار سطح زیر کشت چای مناطق شمالی کشور، و حدود ۱۳ هزار بوته در هکتار، در صورت جمع‌آوری حدود ۷۵ تا ۱۰۰ گرم بذر به ازای هر بوته

که اکسیداسیون را تسریع می‌کنند، استفاده می‌گردد. بنابراین، در این آزمایش ماندگاری سه روغن با قرار دادن آنها در آن با دمای 63°C (آزمایش گرمخانه Oven test)، و اندازه‌گیری زمان تند شدن، که با تعیین عدد پراکسید به صورت متوالی (و نیز با بویدن و چشیدن برای اطمینان بیشتر) انجام می‌شد، تعیین گردید (۲، ۳، ۴ و ۵)

رنگ زرد و پررنگ روغن بذر چای نسبت به روغن آفتاب‌گردان، نشانه وجود مقدار زیادی ترکیبات رنگی از جمله کاروتنوئیدها است. از سویی، بسیاری از کاروتنوئیدها دارای اثر آنتی‌اکسیدانی هستند (۶، ۷ و ۸). از این رو، در این پژوهش برای اثبات این مدعا، اثر آنتی‌اکسیدانی روغن بذر چای بر دو روغن آفتاب‌گردان و زیتون، با افزودن روغن بذر چای در دو سطح ۵٪ و ۱۰٪ به آن دو روغن و انجام آزمون آن، بررسی گردید (۲، ۳، ۴ و ۵).

برای تعیین معنی‌دار بودن یا نبودن اختلاف ترکیب تری‌گلیسریدهای سه نوع روغن، نرم افزار آماری MSTAT، و برای مقایسه میزان اسیدهای چرب، اعداد صابونی و یدی، تجزیه واریانس ANOVA به کار رفت.

نتایج و بحث

در آزمایش مشخص شد که نسبت پوست به مغز در بذر چای شمال ایران، پس از خشک شدن در آفتاب با ۱۵ درصد رطوبت، ۶۵ به ۳۵ است. با انجام پنج تکرار در آزمایش تعیین مقدار روغن، معلوم شد که مغز بذر چای دارای ۳۰/۵ درصد روغن، و با احتساب نسبت پوست به مغز، کل بذر دارای تقریباً ۲۰ درصد روغن است. از نظر نسبت پوست به مغز شبیه بذر چای هند، و از نظر میزان روغن استحصالی، شبیه بذر چای هند، ترکیه و کره است (۹، ۱۰، ۱۲، ۱۶ و ۲۰). هم‌چنین، روغن مذکور دارای رنگ زرد پررنگ بوده و پس از چند روز ماندن در یخچال، هم‌چنان شفاف باقی می‌ماند.

نتایج آزمایش اعداد یدی و صابونی سه روغن مورد آزمایش در جداول ۱ و ۲ آمده است. از نتایج می‌توان دریافت

آفتاب‌گردان به وسیله آسیاب با دور تند کاملاً خرد و روی آن حلال ریخته شد، و در پایان، میسلا به وسیله فیلتر صاف و حلال روی حمام آب تبخیر شد.

برای استخراج روغن زیتون (رقم گیله زیتون) برای آزمایش‌های شیمیایی، از روش استخراج با پرس استفاده گردید (۱۸). روغن میوه پس از جدا سازی به وسیله سانتریفوژ با دور 2500rpm صاف شد و برای آزمایش‌های بعدی به کار رفت (اختلاف در روش استخراج روغن به دلیل ماهیت دانه‌های مذکور است تا هدف اصلی که استخراج کامل روغن است، برآورده شود).

برای تعیین ترکیب اسیدهای چرب در روغن‌های نام برده از دستگاه گازکروماتوگرافی با ستون موئین سی.پی.اس.آی.ال. (CPSIL) به طول ۱۰۰ متر و دتکتور اف.آی.دی. Flame ionization detector (FID) استفاده شد. گاز حامل، هلیوم و دمای ستون 190°C ، دمای محل تزریق 250°C ، دمای دتکتور 300°C ، برنامه دمایی به صورت ایزوترمال و میزان تزریق $1/2$ میکرولیتر بود. برای متیلاسیون روغن، نخست سه میلی‌لیتر اتردیپترویل در لوله آزمایش ریخته، $0/5$ میلی‌لیتر روغن به آن افزوده و خوب به هم زده شد. سپس $0/15$ میلی‌لیتر سدیم متوکسید (یک مولار در الکل متیلیک) اضافه گردید و خوب به هم خورد. پس از مدتی، فاز رویی برای تزریق به دستگاه گازکروماتوگرافی به کار رفت (۵).

برای تعیین عدد یدی از روش هانوس استفاده شد. در این روش روغن، کلروفرم و محلول هانوس طبق دستورالعمل به نسبت‌های معین مخلوط و هم زده شد. سپس با افزودن یدور پتاسیم و آب جوشیده، سرد شده، به وسیله تیوسولفات سدیم $0/1$ نرمال تیترو با شاهد مقایسه گردید (۲، ۳، ۴ و ۵).

عدد صابونی نیز به وسیله صابونی کردن این سه روغن با پتاس الکلیم نیم نرمال در یک ارلن مایر و زیر مبرد آبی، و سپس با روش تیتراسیون با اسید کلریدریک نیم نرمال در حضور محلول فنل فتالین اندازه گرفته شد (۲، ۳، ۴ و ۵).

با توجه به این که در شرایط معمول نگه‌داری، زمان لازم برای حصول ارزیابی عملی خیلی طولانی است، از روش‌هایی

جدول ۱. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از تعیین عدد یدی و صابونی سه روغن بذر چای، آفتاب‌گردان و زیتون

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات		میانگین مربعات		F مشاهده شده		F مورد نیاز
		عدد یدی	عدد صابونی	عدد یدی	عدد صابونی	عدد یدی	عدد صابونی	
مقدار کل	۱۴	۸۹۲۱/۵۰۰	۱۷۹/۷	۹۲۶/۵۶۱	۲۱/۰۴۵	۳/۸۹	۶/۶۳	
تیمارها	۲	۸۸۶۴/۱	۱۳۹/۶	۶۹/۸	۴۴۲۲/۰۵	۳/۸۹	۶/۹۳	
خطا	۱۲	۵۷/۴	۳۹/۸	۳/۳۱۷	۴/۸۷۳			

۱. میانگین اعداد یدی و صابونی سه روغن در سطح ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار است.

جدول ۲. میانگین اعداد یدی و صابونی در سه روغن بذر چای، آفتاب‌گردان و زیتون

نوع روغن	میانگین عدد یدی (هانوس ^۱)	میانگین عدد صابونی (mgKOH/g)
آفتاب‌گردان	۱۳۰/۹ ± ۰/۵	۱۹۷/۷ ± ۱
بذر چای	۸۵/۰ ± ۰/۵	۱۹۴/۹ ± ۱
زیتون	۷۵/۱۰ ± ۰/۵	۱۹۰/۳ ± ۱

۱. یک سانتی‌متر مکعب از محلول تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال برابر ۰/۰۱۲۶۹ گرم ید است (۲).

کرده‌اند. روغن بذر چای ایران احتمالاً به دلیل کمی اسیدهای چرب لینولئیک (نسبت به روغن آفتاب‌گردان) و لینولنیک، و نیز زیادی ترکیبات رنگی (نسبت به روغن آفتاب‌گردان)، پایداری زیادتری دارد (۱۵)، که با گزارش راویچاندران (۱۱) هم‌خوانی دارد.

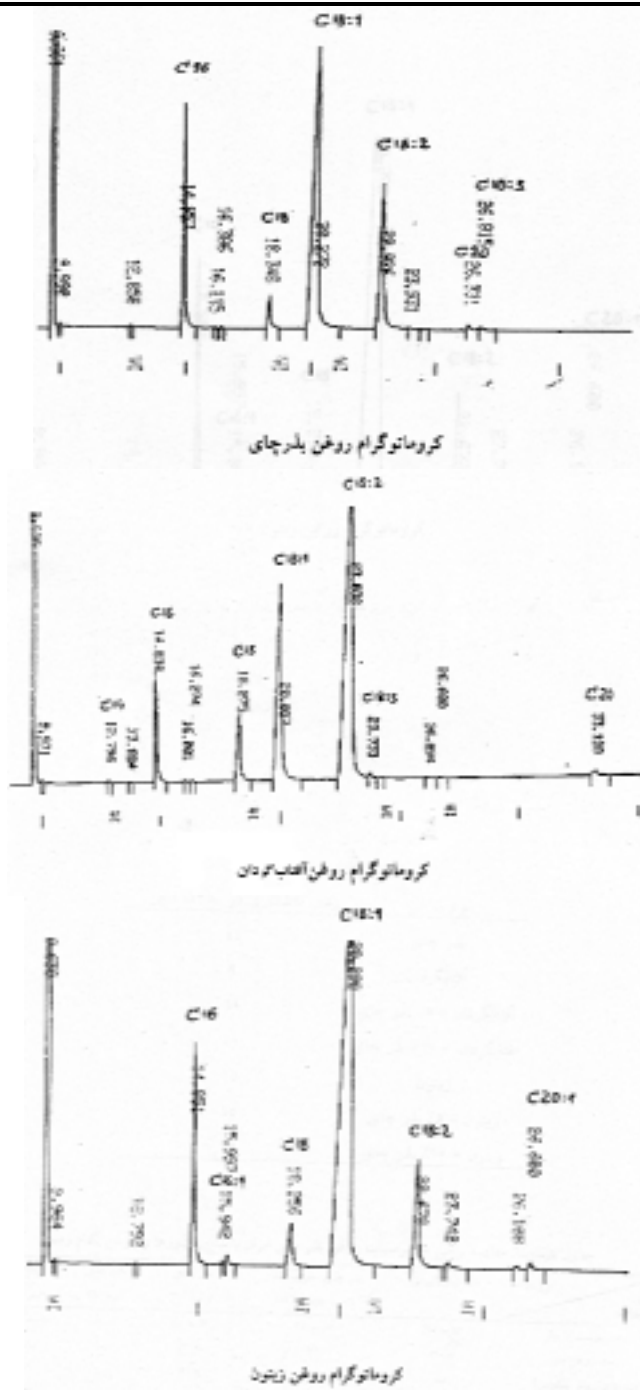
روغن بذر چای ایران دارای رنگ صاف بوده و حتی در دمای یخچال کاملاً مایع است. سالونخه و همکاران (۱۳) اظهار داشتند که روغن آفتاب‌گردان به دلیل فوق برای سالاد مناسب است. بنابراین، از روغن بذر چای نیز می‌توان به عنوان روغن سالاد استفاده کرد. چون روغن بذر چای دارای اسید اولئیک بیشتر و اسید لینولئیک کمتری نسبت به روغن آفتاب‌گردان و میزان متناسبی نسبت به روغن زیتون است، به نظر می‌رسد می‌توان از آن در طبخ‌های و صنایع غذایی استفاده کرد. در مورد روغن بذر چای جنوب هند، بذر چای ترکیه و بذر چای کره، که به ترتیب به وسیله یازسیوگلو و همکاران (۲۰) و راج و همکاران (۱۰) برای استفاده در مارگارین توصیه شده است، به

که بین اعداد یدی و صابونی هر سه روغن در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد، و گویای اختلاف در ترکیب تری‌گلیسریدهای این سه روغن است. میانگین عدد صابونی سه روغن در عین اختلاف آماری، به هم نزدیک بوده و از این نظر، روغن بذر چای بین دو روغن دیگر قرار دارد.

نتایج اندازه‌گیری ترکیب اسیدهای چرب سه نوع روغن با روش گازکروماتوگرافی در جدول ۳ آورده شده است. هم‌چنین، در جدول ۴ تجزیه واریانس سه اسید چرب C۱۸:۱، C۱۸:۲ و C۱۸:۳ نشان داده شده است، و در مورد دیگر اسیدهای چرب به ذکر نتیجه آزمون بسنده شد (انتخاب این سه اسید چرب به دلیل اهمیت تغذیه‌ای و صنعتی آنهاست). ضمناً کروماتوگرام این سه روغن نیز در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به بالا بودن نسبی درصد اسیدهای چرب با میزان غیر اشباعی کم، روغن بذر چای از لحاظ تغذیه‌ای یک روغن قابل قبول محسوب می‌شود. این نتیجه را راویچاندران و داندپانی (۱۲) در مورد بذر چای جنوب هند نیز گزارش

جدول ۳. درصد اسیدهای چرب در سه روغن بذر چای، آفتاب گردان و زیتون (میانگین درصد سه نمونه از هر روغن)

نمونه	C14	C16	C16:1	C18	C18:1 (سیس)	C18:2 (سیس)	C18:3	C20	C20:1
روغن بذر چای	-	16/5±1/1	-	3/343±0/13	56/97±0/63	22/17±0/33	0/3±0	0/533±0/167	-
روغن آفتاب گردان	0/1±0	6/2±0/1	-	6/367±0/001	24/93±0/07	61/37±0/03	0/29±0/01	0/540±0/06	-
روغن زیتون	-	10/23±0/07	0/423±0/077	3/233±0/067	76/20±0/2	8/567±0/133	0/1967±0/0033	0/320±0/08	0/450±0/04

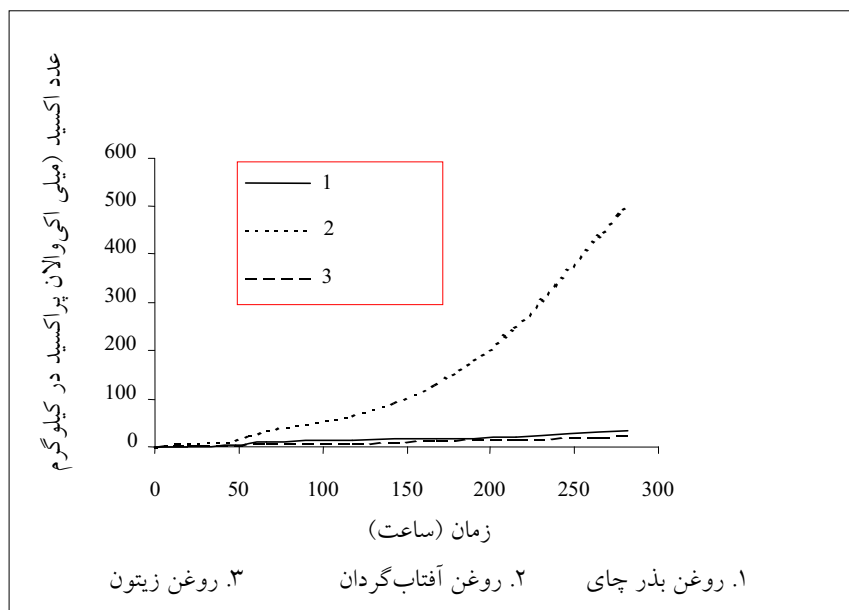


شکل ۱. کروماتوگرام سه روغن بذر چای، آفتاب گردان و زیتون

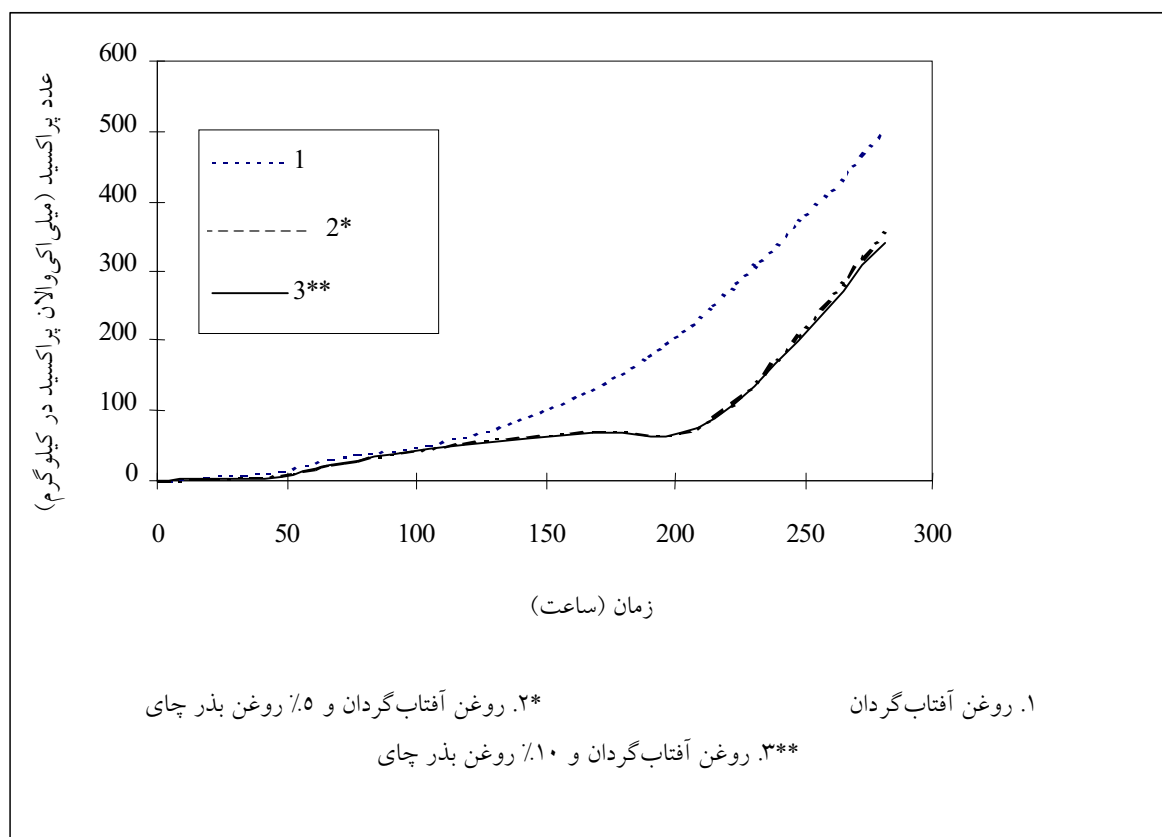
جدول ۴. تجزیه واریانس مربوط به سه اسید C18:1، C18:2، C18:3 در روغن های بذر جای، آفتاب گردان و زیتون

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات			میانگین مربعات			مشاهده شده F			مقدار کل
		C18:1	C18:2	C18:3	C18:1	C18:2	C18:3	C18:1	C18:2	C18:3	
تیمارها	۲	۴۰۲۴/۲۷	۴۵۰۹/۴۴	۰/۰۱۷	۲۰۱۲/۱۳۳	۲۲۵۴/۸۲	۰/۰۰۸	۱۶۴۳/۷۷	۶۷۴/۵۱۶	۰/۸۳۷	۴۰۲۵/۶۰
خطا	۶	۰/۸۳۳	۰/۲۰۰	۰/۰۲۰	۰/۱۲۲	۰/۰۳۳	۰/۰۱۰	۱۶۴۳/۷۷	۶۷۴/۵۱۶	۰/۸۳۷	۴۰۲۵/۶۰

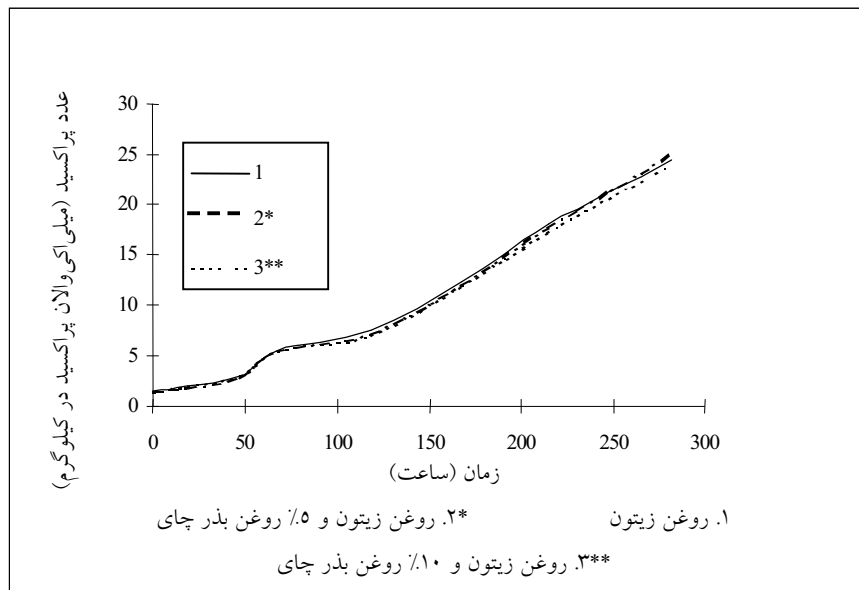
درصد اسید اولئیک (C18:1) و اسید لینولیک (C18:2) سه روغن در سطح ۱٪ دارای اختلاف معنی دار بوده، و درصد اسید لینولیک (C18:2) سه روغن اختلاف معنی دار ندارد.



شکل ۲. مقایسه عدد پراکسید در سه روغن مورد آزمایش در دمای ۶۳ درجه سانتی گراد



شکل ۳. مقایسه عدد پراکسید روغن آفتاب گردان و مخلوط آن با روغن بذر چای در دو سطح ۵٪ و ۱۰٪



شکل ۴. مقایسه عدد پراکسید در روغن زیتون و مخلوط آن با روغن بذر چای در دو سطح ۵٪ و ۱۰٪

جدول ۵. زمان ماندگاری دو روغن آفتاب گردان و زیتون و مخلوط آنها با روغن بذر چای

نوع روغن	زمان ماندگاری در ۶۳°C (روز)
بذر چای	۱۴
آفتاب گردان	۹
آفتاب گردان + ۵٪ بذر چای	۱۱
آفتاب گردان + ۱۰٪ بذر چای	۱۱
زیتون	۱۵
زیتون + ۵٪ بذر چای	۱۵
زیتون + ۱۰٪ بذر چای	۱۵

جدول ۶. مقایسه برخی ویژگی‌های روغن بذر چای ایران با روغن بذر چای دیگر کشورها و روغن بادام زمینی

ویژگی	نوع روغن	بذر چای ایرانی	بذر چای جنوب هند وارته China (۱۲)	بذر چای ترکیه (۲۰)	بذر چای کره (۱۰)	بادام زمینی (۱۲)
درصد پوست به مغز		۳۵ به ۶۵	۳۵ به ۶۵	۳۰ به ۷۰	—	—
درصد روغن مغز		۳۰/۵	۳۱	۳۲/۸	—	—
عدد پدی (روش هانوس)		۸۵	۹۱	۹۰/۹	—	۹۲
عدد صابونی (mgKOH/g)		۱۹۴/۹	۱۹۴	۱۹۲/۸	—	۱۹۱
وضعیت فیزیکی در یخچال		صاف و مایع	صاف و مایع	صاف و مایع	—	—
درصد اسید پالمیتیک (C۱۶)		۱۶/۵	۱۴/۸	۱۶	۱۶/۱	۸/۳
درصد اسید استئاریک (C۱۸)		۳/۳۴۳	۳/۱	۱/۶۷	۱/۵	۳/۱
درصد اسید اولئیک (C۱۸:۱)		۵۶/۹۷	۵۷/۱	۵۹/۴	۵۲/۷	۵۶/۰
درصد اسید لینولئیک (C۱۸:۲)		۲۲/۱۷	۲۲/۵	۲۱/۸	۲۲/۸	۲۶/۰
درصد اسید لینولئیک (C۱۸:۳)		۲/۰	۱/۵	—	۱/۹	—
درصد اسید آراشیدونیک (C۲۰)		۰/۵۳۳	—	۱/۲۳	—	—

شده، روغن بذر چای ترکیه که به وسیله یازیسوگلو و همکاران (۲۰) تأیید گردیده، و نیز بذر چای کره که به وسیله راح و همکاران (۱۰) تعیین شده، مقایسه گردیده است. همان گونه که در این جدول دیده می شود، ویژگی های روغن بذر چای ایرانی به روغن بذر چای هندی واریته چاینا، بیشتر نزدیک است. در پایان، پیشنهاد می شود در باره رنگ سنجی به کمک TLC، روش های صنعتی استخراج، تصفیه، رنگ بری، و نیز استفاده از روغن بذر چای در محصولات غذایی و بررسی ویژگی های دیگر آن پژوهش گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات جناب آقای مهندس سید احمد شکرگزار و مسئولین محترم اداره کل خدمات پژوهشی چای لاهیجان، که در تهیه بذر چای ما را یاری دادند، تشکر و قدردانی می شود.

بررسی بیشتری نیاز است.

نتایج اندازه گیری ماندگاری سه روغن به تنهایی به عنوان شاهد، و مخلوط آنها با روغن بذر چای در دو سطح ۵٪ و ۱۰٪، در دمای °C ۶۳ بر حسب روز، در جدول ۵ دیده می شود. همچنین، روند تغییرات عدد پراکسید روغن های مورد آزمایش به صورت انفرادی، و به صورت مخلوط با روغن بذر چای، در دو سطح ۵٪ و ۱۰٪، در شکل های ۲ تا ۴ نشان داده شده است. همان گونه که از جدول و شکل های مذکور بر می آید، با مخلوط کردن این روغن با روغن های همچون آفتاب گردان، پایداری آن افزایش می یابد. بنابراین، می توان از روغن بذر چای به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی در نگهداری روغن های دیگر استفاده کرد (مانند روغن کنجد که تا حدودی به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی به روغن های دیگر افزوده می شود) (۵). در جدول ۶ برخی از ویژگی های روغن بذر چای ایرانی به همراه ویژگی های بذر چای هندی (واریته China) و روغن بادام زمینی که به وسیله راویچاندوران و دانداپانی (۱۲) گزارش

منابع مورد استفاده

۱. بی نام. ۱۳۷۷. جداول آمار و اطلاعات واردات کشاورزی. گمرک جمهوری اسلامی ایران.
۲. پروانه، و. ۱۳۷۱. کنترل کیفی و آزمایش های شیمیایی مواد غذایی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران.
۳. حسینی، ز. ۱۳۷۸. روش های متداول در تجزیه مواد غذایی. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه شیراز.
۴. هاشمی تنکابنی، س. ا. ۱۳۶۴. آزمایش روغن ها و چربی ها. مرکز نشر دانشگاهی، چاپ اول. تهران.
5. Egan, H., R. S. Kirk and R. Sawyer. 1987. Pearson's Chemical Analysis of Foods. 8th Ed., Longman Scientific and Technical, London.
6. Hui, Y. H. 1996. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. 5th Ed., Vol. 4, John Wiley and Sons, Inc., New York.
7. Kamel, B. S. and Y. Kakuda. 1994. Technological Advances in Improved and Alternative Sources of Lipids. Chapman and Hall, Hong Kong.
8. O'Brien, R. D. 1998. Fats and Oils. Technomic Publishing, USA.
9. Owuor, P., A. Chavanji and R. M. Munavu. 1985. Chemical studies of the Kenyan tea seeds. I. Physical and chemical characteristics of the kernel oil. Tea, 6(1): 23-28.
10. Rah, HH. , S. O. Baik and S. B. Han. 1992. Chemical composition of the seed of Korean green tea plant (*Camellia sinensis* L.). Journal of the Korean Agricultural Chemical Society, 35(4): 272-275.
11. Ravichandran, R. 1993. Fat stability and amino acids in south Indian tea seeds. Internat. J. Food Sci. and Technol. 28(6): 639-646.
12. Ravichandran, R. and M. Dhandapani. 1992. Composition characteristics and potential uses of south Indian tea seeds. J. Food Sci. and Technol. 29(6): 394-396.

13. Salunkhe, D. K., J. K. Chavan, R. N. Adsule and S.S. Kadam. 1992. *World Oilseed: Chemistry, Technology and Utilization*. Van Nostrand Reinhold, New York.
14. Sengupta, C., A.Sengupta and A. Ghosh. 1976. Triglyceride composition of tea seed oil. *J. Sci. Food and Agric.* 27(12): 1115-1122.
15. Silkeberg, A. and P. S. Kochhar. 1999. Refining of edible oil retaining maximum antioxidative potency. *European Patent Application*.
16. Singh, I.D. 1998. Tea variety development and management Iran. F.A.O. TCP/IRA/6614.
17. Tang, L., E. Bayer and R. Zhuang. 1993. Production, properties and use of Chinese tea seed oil. *Fett Wissenschaft Technologie*, 95(1): 23-27.
18. Tindale, L. H. and S. R. Hill-Hass. 1976. Current equipment for mechanical oil extraction. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 53: 265-70.
19. Tokue, C., E. Kataoka and W. Tanimura. 1989. Characterization of lipids in tea seed cultivated in Taiwan and Japan. *Journal of Japanese Society of Nutrition and Food Science*, 42(1): 71-77.
20. Yazicioglu, T., A. Karaali and J.Goekcen. 1997. Turkish tea seed oil and tea saponin. *Fett Seifen Anstichmittels* 79(3): 115-120.