

مطالعه عوامل تاثیر گذار بر روی فعالیت آنتی اکسیدانی روغن هسته خرما

اشرف السادات فاطمی^۱، فیروزه دانافر^{۱*}، هادی ابراهیم نژاد^۲، روح الله مرادی^۳

۱. گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
۲. گروه بهداشت مواد غذایی و بهداشت عمومی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۳. گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۴ آذر ۱۳۹۶

دریافت پس از اصلاح: ۱ خرداد ۱۳۹۷

پذیرش نهایی: ۲۴ مرداد ۱۳۹۷

چکیده

در تحقیق حاضر روغن هسته خرما به روش خیساندن با حلال آلی پترولیوم اتر استخراج شد و تاثیر عوامل مرتبط با استخراج بر فعالیت آنتی اکسیدانی آن به صورت مطالعه هر فاکتور در هر زمان بررسی شد. بدین منظور پودر هسته در سه محدوده اندازه بامیانگین قطر ۴۹۷/۵۰، ۸۹۲/۵۰ و ۱۷۰۵ تهیه و در شرایط متفاوت نسبت حلال به پودر، دما و زمان فرآیند روغن استخراج شد. فعالیت آنتی اکسیدانی روغن بر مبنای IC50 با استفاده از تست DPPH تعیین گردید. بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی روغن بسته به شرایط برای دو محدوده اندازه ذرات ۴۹۷/۵۰ و ۱۷۰۵ μm بدست آمد. مطالعه آماری نتایج با استفاده از رگرسیون گام به گام نشان داد دو متغیر اندازه ذره و دما مهمترین عوامل تاثیر گذار بر فعالیت آنتی اکسیدانی روغن بوده که حدود ۸۶ درصد از کل تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی را در بر میگیرند. اثر متقابل همه پارامترها به جز دما و زمان همزدن در شیکر آنکوباتور از نظر آماری با ۹۹٪ اطمینان معنی دار تعیین شدند.

کلمات کلیدی:

هسته خرما،
روغن هسته خرما،
آنتی اکسیدان،
خیساندن،
حلال آلی

حقوق ناشر محفوظ است.

* عهده دار مکاتبات

Danafar@uk.ac.ir

۱- مقدمه

سالانه حدود ۷ میلیون تن خرما در جهان تولید می‌شود که ایران ۲۱ درصد سطح زیر کشت خرما را به خود اختصاص داده است. طی ۲۵ سال گذشته میزان تولید خرما در کشور بیش از ۵ برابر افزایش یافته است و از ۱۷۳۹۴۰ تن در سال ۱۳۶۷ به ۱۰۴۲۲۷۷ تن در سال ۱۳۹۳ رسیده است. در مورد سطح زیر کشت محصول خرما در کشور، بیشتر سطح باغات بارور به استان کرمان اختصاص دارد. در جنوب استان کرمان ۲۸۵۰۰ هکتار و در سایر بخش‌های استان کرمان ۲۴۲۰۰ هکتار باغ بارور خرما وجود دارد که در مجموع با مقدار ۵۲۷۰۰ هکتار حدود ۲۶/۵۰ درصد از سطح زیر کشت درختان بارور خرما در کشور را تشکیل می‌دهد [۱]. عمده محصول جانبی که هنگام استفاده از میوه خرما بر جای می‌ماند هسته خرما می‌باشد که حدود ۱۷-۱۰ درصد از وزن خرما را به خود اختصاص می‌دهد [۲]. بنابر گزارش‌های محلی بدست آمده، در استان کرمان حدود ۱/۵۰-۱ تن هسته روزانه تولید می‌شود.

هسته خرما از مصارف صنعتی خرما، مانند تولید اسیدسیتریک، سرکه و شیره خرما به عنوان ضایعات تولید می‌گردد. همچنین از خرما شاهی به دلیل تولید بالا، قیمت پایین، ماندگاری بالا و داشتن رنگ زرد مناسب به صورت سنتی و یا مکانیزه خمیر خرما برای مصارف داخلی تولید می‌شود. از اینرو واحدهای صنعتی متعددی وجود دارد که هسته خرما عمده محصول جانبی آنها می‌باشد. هسته خرما در ایران اغلب به عنوان ضایعات دور ریخته شده و یا این که برای مصارف خوراک دام استفاده می‌شود، که امروزه به دلیل مشکلاتی که مصرف زیاد آن برای دام ایجاد می‌کند، کاربرد هسته در این بخش کم تر شده است. با توجه به مطالب ذکر شده پیدایش راهی که هسته خرما تبدیل به فرآورده سودآوری شود و ارزش افزوده بیش تری به دست آورد حائز اهمیت است.

از جمله ترکیبات با ارزش که وجود آن در هسته خرما به اثبات رسیده است، آنتی اکسیدانها هستند [۳، ۴، ۵]. الفارسی و همکاران در سال ۲۰۰۷ نشان دادند که میزان روغن و همچنین فعالیت آنتی اکسیدانی هسته ی خرما بالاتر از میوها نمی‌باشد [۶]. با آنالیز ترکیبات موجود در هسته اثبات شده است که فعالیت آنتی اکسیدانی هسته خرما به دلیل حضور

ترکیبات فنلی (به خصوص اسیدهای فنلی و فلاونوئیدها) است [۷، ۸، ۹]. اردکانی و همکاران نشان دادند که در انواع هسته خرما ایرانی (از جمله نوع شاهانی) ترکیبات فنلی، ترکیبات اصلی با فعالیت آنتی اکسیدانی میباشد [۴]. همچنین محققین نشان داده اند که ارتباط مستقیم میان میزان ترکیبات فنلی موجود در هر عصاره با فعالیت آنتی اکسیدانی اندازه گیری شده توسط تست DPPH برای آن عصاره وجود دارد [۸، ۹].

در مطالعات انجام شده تاثیر شرایط استخراج از جمله نوع حلال بر میزان استخراج روغن از هسته مورد مطالعه قرار گرفته است [۲، ۱۰]. بر طبق نتایج بدست آمده از این تحقیقات مقدار نوع حلال بر میزان استخراج روغن تاثیر چشمگیری دارد. همچنین نوع حلال بر نوع آنتی اکسیدان استخراج شده تاثیر میگذارد. حلالهای قطبی بیشتر ترکیبات فنلی را استخراج میکنند که با افزایش قطبیت حلال، مقدار بیشتری از این ترکیبات استخراج میشود. از آنجا که پترولیم اتر بیشترین درصد استخراج روغن را نتیجه داده است، در این تحقیق از این حلال استفاده شده است. از طرفی نشان داده شده است که افزایش میزان حلال و دما به استخراج بیشتر روغن کمک میکند. از آنجا که در حین استخراج روغن ترکیبات فنلی هم آزاد میشوند؛ بدست آوردن روغن با فعالیت آنتی اکسیدانی بالا تابع شرایط استخراج خواهد بود. بنابراین مطلوب است شرایط استخراج به گونه ای باشد که استخراج حداکثری ترکیبات آنتی اکسیدانی را فراهم نموده، همچنین تخریب این ترکیبات حداقل باشد. با توجه به این نکته که مطالعه جامعی در خصوص تاثیر شرایط استخراج بر فعالیت آنتی اکسیدانی روغن صورت نگرفته است، هدف این تحقیق، مطالعه اثر شرایط اعمال شده (اندازه ذرات پودر هسته، مقدار حلال مورد استفاده، زمان و دما) بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی روغن استخراج شده از هسته خرما توسط پترولیم اتر می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱ جمع آوری و آماده سازی پودر هسته خرما

خرمای شاهانی جهرم به وسیله دستگاه هسته گیر غلتکی هسته گیری شد. سپس با آب به طور کامل شسته

۲-۴ تجزیه و تحلیل داده‌ها

آنالیز آماری بر نتایج به دست آمده از فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از نرم افزار SAS 9.2 با آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت. هدف از این مطالعه آماری تعیین پارامترهای موثر و همچنین تعیین اثر متقابل این عوامل بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن هسته خرما می‌باشد. رابطه بین میزان خاصیت آنتی‌اکسیدانی روغن خرما با متغیرهای مورد بررسی (اندازه ذره، نسبت پودر به حلال، زمان و دما) از طریق رگرسیون چندگانه مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور خاصیت آنتی‌اکسیدانی (y) به‌عنوان متغیر وابسته و هر یک از متغیرهای مورد بررسی نیز به‌عنوان متغیرهای مستقل (x) بر اساس معادله زیر در نظر گرفته شد.

$$+a_2x_2 + \dots + a_nx_n y = a_1x_1 \quad (2)$$

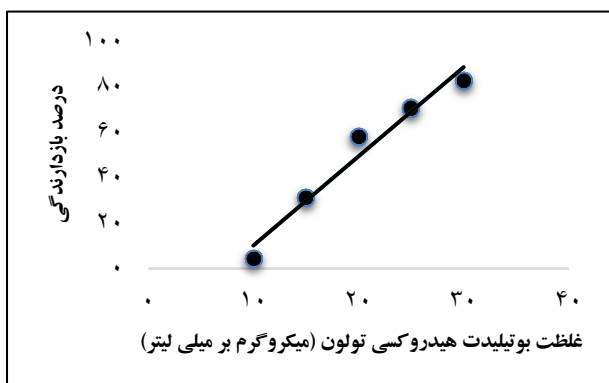
که در این معادله مقادیر a به‌عنوان ضرایب رگرسیون و n تعداد متغیرهای مستقل مورد نظر بود. برای تعیین مهمترین (اصلی ترین) عوامل تأثیرگذار نیز، رگرسیون گام به گام مورد استفاده قرار گرفت.

۳- نتایج

۳-۱ نتایج حاصل از میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن

نمودار مهار رادیکال DPPH به وسیله ی غلظت های مختلف BHT به عنوان کنترل مثبت آزمایش در شکل ۱ رسم شده است.

شکل (۱) نمودار مهار رادیکال DPPH به وسیله غلظت های مختلف BHT



نتایج حاصل از فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن استخراج شده از پودر هسته خرما برحسب شرایط به ترتیب در جدول شماره ۱ تا ۳ به تفکیک میانگین قطر ذرات ارائه شده است.

شده و در هوای محیط خشک شد. هسته‌های خشک شده توسط آسیاب چکشی (ساخت کشور ایران) خرد شد. رطوبت باقی مانده پودر در آن حذف گردیده و به دسیکاتور منتقل گردید.

۲-۲ استخراج روغن از هسته خرما

روغن هسته خرما با استفاده از حلال پترولیوم اتر استخراج گردید. بدین منظور مقدار مشخصی از نسبت پودر هسته به حجم حلال پترولیوم اتر تهیه و به مدت زمان ۷۲ ساعت در دمای محیط حلال گذاری شد. پس از پایان مدت زمان ذکر شده مخلوط در انکوباتور شیکر (مدل JSR، ساخت کشور ژاپن) با سرعت ۱۵۰ دور بر دقیقه شده در دما و زمان مشخص همزده شد. به منظور جدا کردن حلال از روغن استخراج شده، بخش مایع این مخلوط با استفاده از کاغذ صافی جدا و وارد دستگاه تبخیر کننده چرخان شد. به منظور مطالعه عوامل تأثیرگذار بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن، اندازه ذرات ۴۹۷/۵۰ و ۸۹۲/۵۰ و ۱۷۰۵ µm، نسبت حلال به پودر ۲۰، ۳۰ و ۴۰ ml/g، دما ۳۰ و ۴۰°C و زمان انکوباتور شیکر ۱۵، ۳۰ و ۴۰ دقیقه در نظر گرفته شد.

۲-۳ اندازه گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن استخراج

شده از هسته خرما با تست آنتی‌اکسیدانی DPPH

آنتی‌اکسیدان BHT^۱ به عنوان کنترل مثبت انتخاب شد. ابتدا محلول DPPH در متانول (۰/۰۰۴ درصد وزنی-حجمی) تهیه گردید. پس از رقیق سازی 2-fold نمونه‌ها با حلال متانول، میزان ۵۰ میکرولیتر از هر رقت با ۲۵۰۰ میکرولیتر محلول DPPH مخلوط گردید و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و در تاریکی انکوباسیون صورت گرفت. میزان جذب نمونه‌ها در مقابل بلانک در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. میزان درصد مهار رادیکال DPPH با استفاده از معادله (۱) مشخص گردید. میزان IC₅₀ که معرف غلظتی از نمونه می باشد که ۵۰٪ از رادیکال های DPPH را مهار می کند، با استفاده از منحنی درصد مهار رادیکال-غلظت روغن محاسبه گردید.

$$\% \text{Inhibition} = \frac{A_{\text{DPPH}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{DPPH}}} \quad (1)$$

جذب کنترل = A_{DPPH}

جذب نمونه = A_{sample}

¹. Butylatedhydroxytoluene

مطالعه عوامل تاثیر گذار بر روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن هسته خرما

جدول (۱) میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن استخراج شده از ذرات با میانگین قطر $497/50 \mu\text{m}$

شماره آزمایش	نسبت حلال به پودر (ml/g)	دمای شیکر انکوباتور (°C)	زمان شیکر انکوباتور (دقیقه)	IC50 ($\mu\text{g/mL}$)
۱	۲۰	۳۰	۱۵	۸۱۵۶/۸۶
۲			۳۰	۷۶۴۳/۳۳
۳			۴۵	۷۳۳۵/۴۸
۴		۴۰	۱۵	۱۰۳۱۳/۳۳
۵			۳۰	۸۳۸۲/۱۴
۶			۴۵	۹۴۵۹/۱۸
۷	۳۰	۳۰	۱۵	۶۴۰۸/۸۲
۸			۳۰	۷۶۰۳/۲۲
۹			۴۵	۶۰۲۱/۰۵
۱۰		۴۰	۱۵	۵۹۲۲/۸۵
۱۱			۳۰	۴۹۹۱/۱۱
۱۲			۴۵	۵۷۵۰/۰۰
۱۳	۴۰	۳۰	۱۵	۱۳۷۹۶/۹۶
۱۴			۳۰	۹۵۷۲/۲۲
۱۵			۴۵	۱۰۶۷۶/۹۲
۱۶		۴۰	۱۵	۱۱۱۳۹/۴۶
۱۷			۳۰	۹۴۳۱/۸۱
۱۸			۴۵	۱۳۰۰۰/۰۰

جدول (۲) میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن استخراج شده از ذرات با میانگین قطر $892/50 \mu\text{m}$

شماره آزمایش	نسبت حلال به پودر (ml/g)	دمای شیکر انکوباتور (°C)	زمان شیکر انکوباتور (دقیقه)	IC50 ($\mu\text{g/mL}$)
۱	۲۰	۳۰	۱۵	۹۵۶۶/۶۶
۲			۳۰	۱۱۷۸۲/۸۶
۳			۴۵	۱۳۶۳۹/۲۸
۴		۴۰	۱۵	۱۲۸۰۶/۰۶
۵			۳۰	۱۴۳۷۲/۴۱
۶			۴۵	۱۶۲۱۸/۷۵
۷	۳۰	۳۰	۱۵	۱۲۰۰۰/۰۰
۸			۳۰	۱۱۰۳۷/۲۱
۹			۴۵	۱۱۲۲۷/۲۷
۱۰		۴۰	۱۵	۱۹۸۵۵/۰۰
۱۱			۳۰	۱۷۲۵۰/۰۰
۱۲			۴۵	۱۷۱۹۱/۳۰
۱۳	۴۰	۳۰	۱۵	۱۰۶۱۴/۲۸
۱۴			۳۰	۹۶۴۴/۴۴
۱۵			۴۵	۱۶۶۵۰/۰۰
۱۶		۴۰	۱۵	۸۶۷۵/۰۰
۱۷			۳۰	۸۶۵۶/۲۵
۱۸			۴۵	۱۳۲۳۹/۳۳

میکروگرم بر میلی لیتر استخراج شده است. همچنین میتوان دید که IC50 روغن های استخراج شده از ذرات با قطر ۸۹۲/۵۰ عمدتاً مقدار بالایی دارند که نشانگر میزان پایین فعالیت آنتی اکسیدانی این روغنها است. درک بهتر از اثر شرایط بر فعالیت آنتی اکسیدانی روغن بر اساس نتایج ارایه شده در جدول ۱-۳، مستلزم تجزیه و تحلیل آماری داده هامیباشد.

رنگ روغن استخراج شده از هسته خرماى شاهانی در تمام موارد زرد متمایل به سبز می باشد. مقایسه مقادیر IC50 در سه جدول بیانگر این مساله است که بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی روغن که مرتبط با IC50 کمتر از ۸۰۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر است، بسته به شرایط اعمال شده بدست می آید. با مقایسه مقادیر ارایه شده مشخص است برای پودر هسته خرما با قطر ذرات ۴۹۷/۵۰ و ۱۷۰۵ میکرومتر بسته به میزان حلال و دمای به کاررفته روغنی با IC50 کمتر از ۸۰۰۰

جدول (۳) میزان فعالیت آنتی اکسیدانی روغن استخراج شده از ذرات با میانگین قطر ۱۷۰۵ μm

شماره آزمایش	نسبت حلال به پودر (ml/g)	دمای شیکر انکوباتور (°C)	زمان شیکر انکوباتور (دقیقه)	IC50 (μg/mL)
۱	۲۰	۳۰	۱۵	۲۷۵۶/۳۲
۲			۳۰	۴۹۲۳/۸۱
۳			۴۵	۶۰۰۰/۰۰
۴		۴۰	۱۵	۱۱۴۸۳/۳۳
۵			۳۰	۱۱۳۰۴/۳۴
۶			۴۵	۱۴۷۵۳/۳۳
۷	۳۰	۳۰	۱۵	۶۹۱۲/۹۰
۸			۳۰	۵۰۰۰/۰۰
۹			۴۵	۹۸۶۲/۶۱
۱۰		۴۰	۱۵	۱۲۱۴۸/۴۸
۱۱			۳۰	۵۴۴۳/۱۸
۱۲			۴۵	۸۸۷۶/۶۶
۱۳	۴۰	۳۰	۱۵	۲۱۲۶۴/۲۸
۱۴			۳۰	۱۴۹۱۱/۱۱
۱۵			۴۵	۱۵۹۵۵/۵۵
۱۶		۴۰	۱۵	۱۶۶۶۶/۶۶
۱۷			۳۰	۱۵۷۵۳/۸۴
۱۸			۴۵	۱۸۹۹۰/۴۸

اندازه ذره با ضریب استاندارد ۰/۳۴۸، بیشترین همبستگی را با فعالیت آنتی اکسیدانی نشان داده و در نتیجه موثرترین متغیر می باشد و بعد از آن عامل دما قرار می گیرد. بررسی رگرسیون گام به گام نیز نشان داد که دو متغیر اندازه ذره و دما مهمترین عوامل تاثیرگذار بر فعالیت آنتی اکسیدانی بوده و حدود ۸۶ درصد از کل تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به این دو عامل می باشد (جدول ۶). در این بین، متغیر اندازه ذره با ضریب تبیین جزئی برابر با ۰/۶۰، مهمترین عامل موثر بر فعالیت آنتی اکسیدانی تعیین می شود.

۲-۳ آنالیز آماری فعالیت آنتی اکسیدانی روغن ها

نتایج حاصل از آنالیز آماری فعالیت آنتی اکسیدانی روغن ها با توجه به شرایط اعمال شده در جدول شماره ۴ و ۵ ارایه شده است. با توجه به مقادیر P-value در جدول ۴، اختلاف سطوح پارامترهای مورد بررسی (اندازه ذره، نسبت پودر به حلال، زمان و دما) با ۹۹ درصد اطمینان معنی دار شده است. به منظور مقایسه بیشتر، با انجام رگرسیون چندگانه، که نتایج آن در جدول ۵ گزارش شده است، مشخص شد تاثیر زمان بر فعالیت آنتی اکسیدانی معنی دار نمی باشد. همچنین عامل

مطالعه عوامل تاثیر گذار بر روی فعالیت آنتی اکسیدانی روغن هسته خرما

بر اساس جدول شماره ۴ اثر متقابل همه پارامترها به جز دما و زمان همزدن در شیکر انکوباتور از نظر آماری با ۹۹ درصد اطمینان معنی دار می باشند. نمودار خطی اثرات متقابل در شکل شماره ۲ الی ۷ نشان داده شده است.

جدول (۴) نتایج تجزیه واریانس اثرات متقابل بر فعالیت آنتی اکسیدانی روغن هسته خرما

P value	درجه آزادی	منابع تغییر
<۰/۰۰۱	۲	(A) میانگین قطر ذرات (µm)
<۰/۰۰۱	۲	(B) نسبت حلال به پودر (mL/g)
<۰/۰۰۱	۱	(C) دما (°C)
<۰/۰۰۱	۲	(D) مدت زمان بهم خوردن (min)
<۰/۰۰۱	۴	B×A
<۰/۰۰۱	۲	C×A
<۰/۰۰۱	۴	D×A
<۰/۰۰۱	۲	C×B
<۰/۰۰۱	۴	D×B
۰/۰۴۲	۲	D×C

جدول (۵) رابطه بین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی با متغیرهای مورد بررسی بر اساس رگرسیون چندگانه

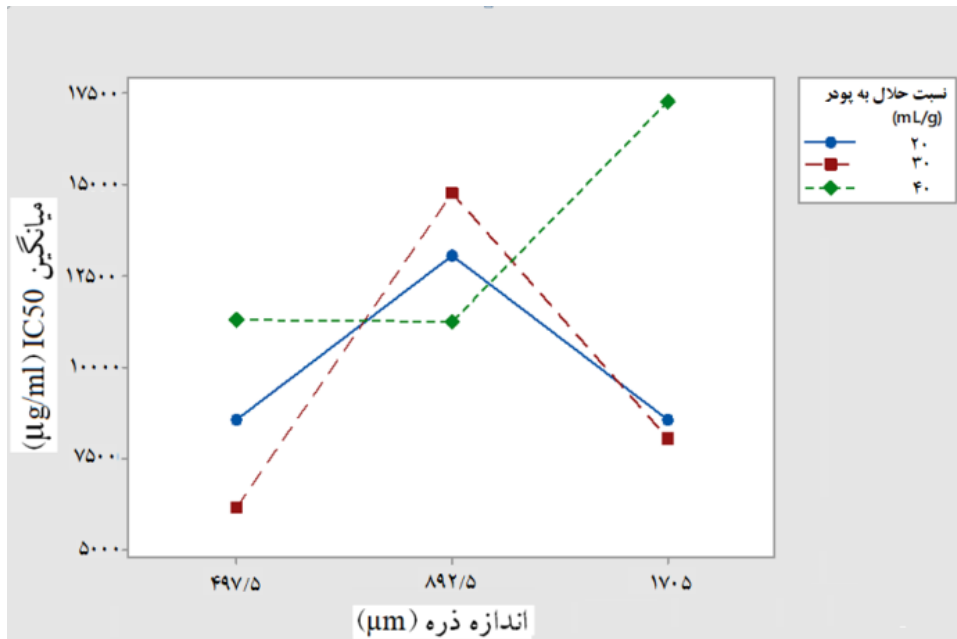
پارامتر مورد بررسی	ضریب استاندارد	ضریب واقعی	tb
عرض از مبدا	-	-۴۹۲۰	-۰/۴۲ns
اندازه ذره	۰/۳۴۸	۱/۰۴	۰/۹۱ns
نسبت حلال به پودر	۰/۰۷۴	۱۸۸/۲	۲/۶۷*
دما	۰/۱۷۲	۱۵۲/۳	۱/۳۲ns
زمان	۰/۰۷۳	۲۶/۵۹	۰/۵۷ns
R2 مدل = 0.88			

جدول (۶) مهمترین متغیرهای تاثیر گذار بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از آنالیز به روش رگرسیون گام به گام

متغیر	رتبه تاثیر	ضریب تبیین جزئی	ضریب تبیین تجمعی	F
اندازه ذره	۱	۰/۶۰	۰/۶۰	۲۴۵**
دما	۲	۰/۲۶	۰/۸۶	۳۲۸**

ذرات میزان فعالیت آنتی اکسیدانی ابتدا تقریباً ثابت مانده است و سپس کاهش چشمگیری یافته است. با توجه به شکل ۲، بسته به اندازه ذرات مقدار حلال مورد استفاده به ازای هر گرم پودر متفاوت خواهد بود.

بر اساس شکل ۲، در محدوده ۲۰ تا ۳۰ میلی لیتر به ازای هر گرم پودر با افزایش اندازه ذرات میزان فعالیت آنتی اکسیدانی روغن ابتدا کاهش و سپس افزایش یافته است. اما این روند برای نسبت حلال به پودر ۴۰ میلی لیتر به ازای هر گرم پودر متفاوت است که در این محدوده با افزایش اندازه



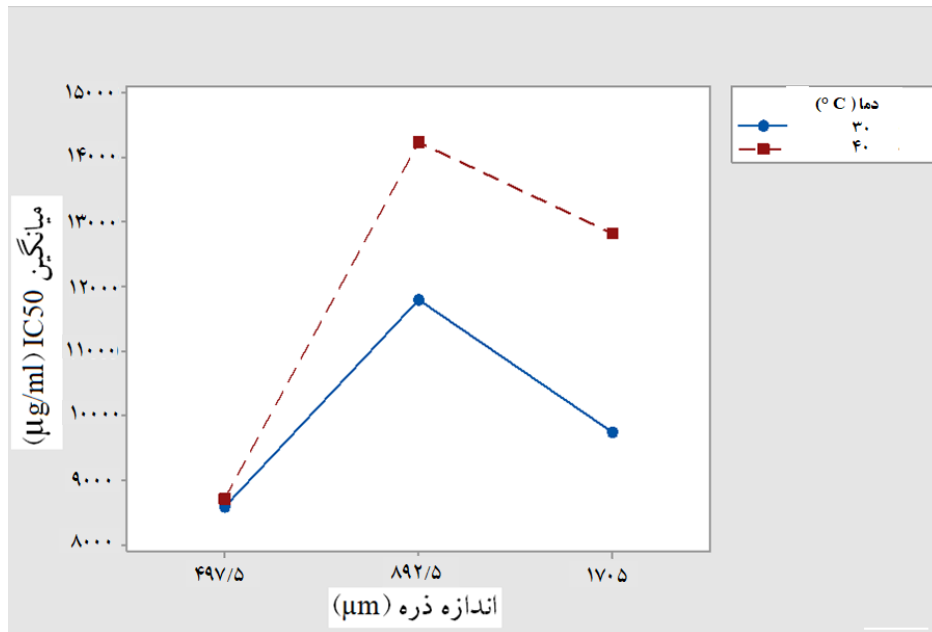
شکل (۲) نمودار خطی اثر متقابل نسبت حلال به پودر و میانگین قطر ذرات بر روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن

متقابل میتوان گفت زمان مناسب هم زدن برای هر ذره با توجه به دمای اعمال شده متفاوت میباشد. گرچه افزایش دما و زمان هم زدن میتواند به استخراج بیشتر روغن کمک کند، اما بسته به اندازه ذرات احتمال چسبیدن ذرات و تشکیل کلوخه را نیز از طرفی افزایش می دهد. همچنین میبایست در نظر داشت که ترکیبات فعال زیستی در اثر تماس طولانی مدت با حلال در دمای بالا تخریب نشوند. بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیقات گذشته حرارت دهی ترکیبات فنلی در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد و بالاتر موجب تخریب آنها می شود. ترکیبات فنلی که اصلی ترین ترکیبات با فعالیت آنتی اکسیدانی در هسته خرما هستند به دلیل تجزیه حرارتی یا واکنش های پلیمریزاسیون با خودشان در دمای بالا به مدت طولانی، فعالیت آنتی اکسیدانی خود را از دست می دهند [۹]. [۱۱]

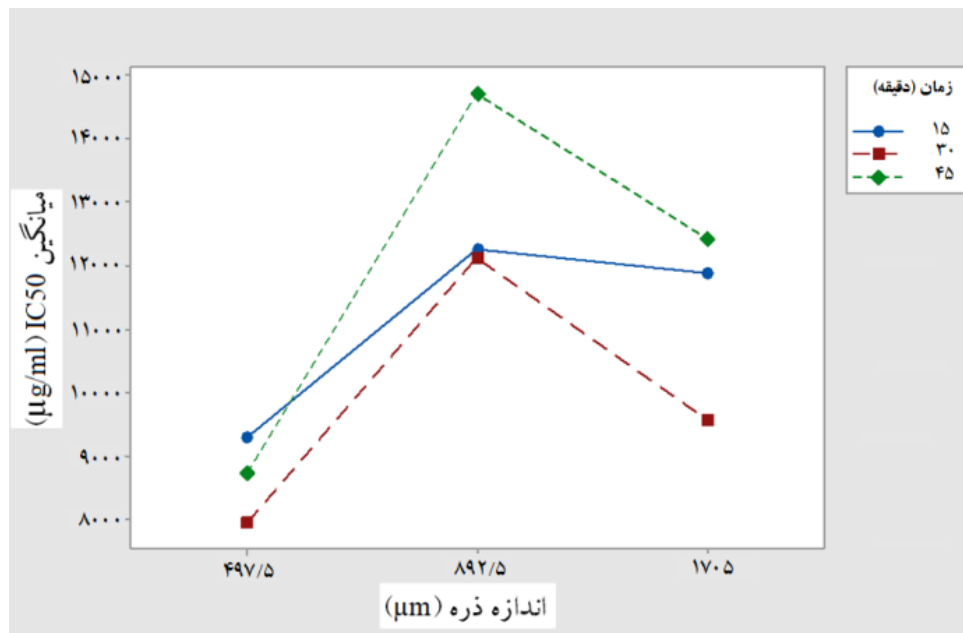
بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیقات گذشته افزایش حلال موجب استخراج بیشتر روغن می گردد [۲، ۱۰]. اما از طرفی با افزایش حلال مدت زمان مورد نیاز برای حذف حلال در دستگاه تبخیرکننده چرخان افزایش میابد که موجب از دست رفتن آنتی اکسیدان های موجود و در نتیجه کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی روغن می شود. بنابراین افزایش حجم حلال به ازای مقدار مشخصی از پودر هسته ممکن است موجب استخراج بیشتر روغن شود اما ارزش آنتی اکسیدانی آنرا کاهش میدهد. مقدار مناسب حلال برای هر پودر بسته به اندازه ذرات آن متفاوت خواهد بود.

شکل ۳ نمودار خطی اثر متقابل میانگین قطر ذرات و دما و شکل ۴ نمودار خطی اثر متقابل میانگین قطر ذرات و مدت زمان بهمزدن را بر فعالیت آنتی اکسیدانی روغن استخراج شده نشان می دهد. با در نظر گرفتن این دو اثر

مطالعه عوامل تاثیر گذار بر روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن هسته خرما



شکل (۳) نمودار خطی اثر متقابل دما و میانگین قطر ذرات بر روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن



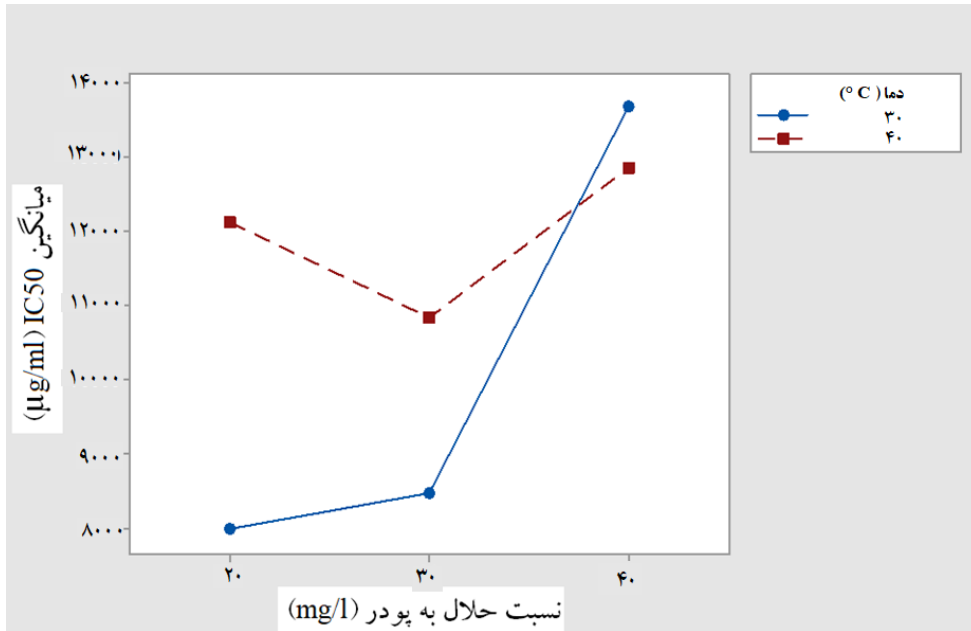
شکل (۴) نمودار خطی اثر متقابل مدت زمان بهم خوردن و میانگین قطر ذرات بر روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن

شد افزایش حجم حلال دو نقش متضاد دارد: افزایش حلال‌موجب استخراج بیشتر روغن و ترکیبات فنلی می‌شود از طرفی حلال زیاد موجب تخریب ترکیبات آنتی‌اکسیدانی خواهد شد. همچنین در صورت افزایش حجم حلال برای مقدار مشخصی پودر، مخلوط عصاره استخراج شده و حلال میبایست مدت زمان بیشتری در تبخیر کننده برای خروج تمام حلال نگهداشته شوند. از آنجاکه پترولیوم اثر می‌تواند در ۴۰ درجه سانتیگراد تبخیر شود، احتمال می‌رود در صورت اعمال این دما در حین فرایند از حجم حلال تا حدی کاسته می‌شود.

بر اساس شکل ۵ که اثر متقابل دما و نسبت حلال به پودر را در میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن استخراج شده نشان می‌دهد، مقدار حلال مناسب برای استخراج حداکثری ترکیبات آنتی‌اکسیدان بسته به دمای اعمالی در شیکر انکوباتور متفاوت خواهد بود. در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد افزایش مقدار حلال موجب شده فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن کاهش یابد، اما در دمای ۴۰ درجه این روند متفاوت است. با افزایش توام دما و نسبت حلال به پودر، فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. همانطور که ذکر

نسبت حلال به پودر ۴۰ ml/g این حجم تبخیر به حدی نیست که اثر منفی حلال و مدت زمان ماند در تبخیر کننده را جبران نماید.

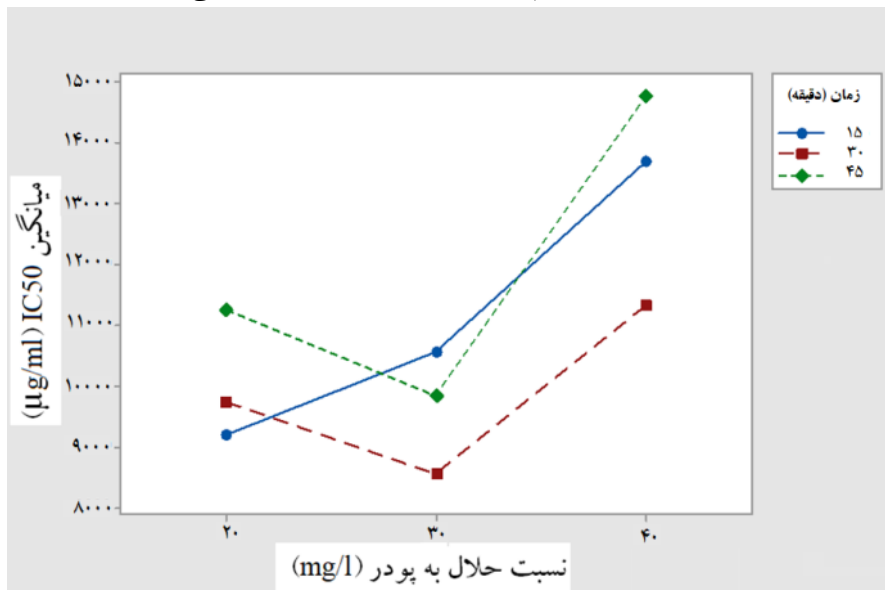
به نظر میرسد اینمقدار تبخیر حلال که منجر به کاهش مدت زمان ماند آن در تبخیر کننده میشود موجب حفظ بیشتر ترکیبات آنتی اکسیدانی میشود. اما به نظر میرسد در



شکل (۵) نمودار خطی اثر متقابل دما و نسبت حلال به پودر بر روی فعالیت آنتی اکسیدانی روغن

مخلوط در شیکر انکوباتور میتواند موجب افزایش استخراج روغن شود. اما از آنجا که حجم زیاد حلال و نیز مدت زمان بالای تماس با حلال اثر مخرب بر ترکیبات آنتی اکسیدانی دارد، لزوماً با افزایش حلال و مدت زمان همزدن در شیکر انکوباتور افزایش نمی یابد.

بر اساس شکل ۶ ترکیبات آنتی اکسیدانی وجود اثر متقابل مدت زمان بهم زدن و نسبت حلال به پودر بیانگر این حقیقت است که بسته به مقدار حلال به کار رفته مدت زمان مناسب برای همزدن مخلوط در شیکر انکوباتور متفاوت است. افزایش نسبت حلال به پودر همراه با افزایش مدت زمان بهم زدن



شکل (۶) نمودار خطی اثر متقابل مدت زمان بهم زدن و نسبت حلال به پودر بر روی فعالیت آنتی اکسیدانی روغن

جدیدی طراحی نموده و شرایط بهینه استخراج حداکثر روغن با حداکثر فعالیت آنتی‌اکسیدانی را تعیین نمود.

مراجع

- [۱] آمارنامه محصولات کشاورزی جهاد کشاورزی سال ۱۳۹۳
- [2] M.Akbari, R. Razavizadeh, G. H.Mohebbi, and A.Barmak (2012) "Oil characteristics and fatty acid profile of seeds from three varieties of date palm (*Phoenix dactylifera*) cultivars in Bushehr-Iran, African", *Journal of Biotechnology*, 12088-12093.
- [3] P.Ambigaipalan, A.S Al-khalifa, and F.Shahidi (2015) "Antioxidant and angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activities of date seed protein hydrolysates prepared using Alcalase, Flavourzyme and Thermolysin", *Journal of Functional Foods*.
- [4] R. Shams Ardekani, M. Khanavi, M. Hajimahmoodi, and M. Jahangiri (2010) "Comparison of antioxidant activity and total phenol contents of some date seed varieties from Iran", *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 141-146.
- [5] S. Suresh, N. Guzani, M Al-ruzeiki, A. Al-hadhrami, H. Al-dohani, I. Al-kindy, M.S. Rahman (2013) "Thermal characteristics chemical composition and poly phenol contents of date-pits powder", *Journal of Food Engineering*, 668-679.
- [6] M. Alfarsi, C. Alasalvar, M. Al-abid, K. Al-shoaily, M. Al-amry, and F. Al-rawahy (2007) "Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-product", *Journal of Food Chemistry*, 943-947.
- [7] H. M. Habib and W.H Ibrahim (2011) "Effect of date seeds on oxidative damage and antioxidant status in vivo", *Journal of Science Food Agriculture*, 1674-1679.
- [8] H. M.Habib, C. Platat, E. Meudec, V. Cheynier and W. H. Ibrahim (2013) "Polyphenolic compounds in date fruit seed (*Phoenix dactylifera*): characterisation and quantification by using UPLC-DAD-ESI-MS", *Journal of Science Food Agriculture*.
- [9] C.Platat, H. M.Habib, F. D .A.Maqbali, N. N Jaber and W.H. Ibrahim (2014) "Identification of Date Seeds Varieties Patterns to Optimize Nutritional Benefits of Date Seeds", *Journal of Nutritious Science Food*, S8.
- [۱۰] مسعود کاظمی و صالح عبدالحسینی، (۱۳۹۱) "بهینه سازی استخراج روغن هسته خرما در مقیاس آزمایشگاهی و نیم صنعتی"، نشریه پژوهشهای کاربردی در شیمی، ۶، ۳، ۲۵-۳۰.
- [11] M. A. Al-Farsi and C. Y. Lee (2008) "Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds" *Journal of Food chemistry*, 977-985.
- [12] S. A.Emami, B. F. Abedindo, and M. Hassanzadeh-Khayyat (2011) "Antioxidant Activity Of The Essential Oils Of Different Parts Of *Juniperus excelsa* M. Bieb. Subsp. *Excelsa* And *J. excelsa* M. Bieb. subsp. *Polycarpos* (K. Koch) *Takhtajan*(Cupressaceae)" *Pharmaceutical Research*, 10, 799-810.

بر اساس نتایج به دست آمده بسته به شرایط، روغن استخراج شده از ذرات با میانگین قطر ۴۹۷/۵ و ۱۷۰۵ میکرومتر فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی از خود نشان داده اند. کاهش اندازه ذرات موجب افزایش نسبت سطح به حجم ذره شده و در نتیجه سطح تماس بیشتری با حلال فراهم میکنند. از طرفی ذرات بسته به اندازه شان، نسبت جرم پودر به حجم حلال، دما و زمان اختلاط تمایل به تشکیل کلوخه داشته و در نتیجه سطح تماس آنها با حلال کاهش میابد. با افزایش حجم حلال میزان استخراج روغن و ترکیبات فنلی بیشتر میشود، اما حلال خود اثر نامطلوب بر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی دارد. همچنین با افزایش حجم حلال برای مقدار مشخصی پودر، مدت زمان ماندبیشتری در تبخیر کننده برای مخلوط عصاره مورد نیاز است تا خروج کامل حلال حاصل شود که حضور طولانی مدت ترکیبات فنلی در دمای بالا موجب تغییر ماهیت آنها میشود. نشان داده شده است که در دماهای ۴۰ درجه سانتیگراد و بالاتر ترکیبات فنولیک بسته به نوعشان تجزیه حرارتی و یا پلیمریزه شده، در نتیجه میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها کاهش می یابد [۱۱، ۱۲]. از آنجا که هپترولیوم اثر فرار بوده و در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد میتواند تبخیر شود، در این دما حجم حلال و در نتیجه زمان ماند مخلوط در تبخیر کننده کاهش می یابد. به نظر میرسد این کاهش حجم حلال و زمان ماند در تبخیر کننده به حدی است که از اثر مخرب تماس طولانی مدت ترکیبات آنتی‌اکسیدان با حلال در دما میکاهد.

۵- نتیجه گیری

در این مطالعه عوامل موثر بر استخراج روغن با حداکثر فعالیت آنتی‌اکسیدانی از هسته خرما تعیین شدند. در این راستا پارامترهای مهم اندازه ذرات پودر هسته خرما، نسبت وزن پودر به حجم حلال، دما و زمان اختلاط در شیکر انتخاب و اثر هر پارامتر بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن و همچنین اثر متقابل آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بر اساس تجزیه تحلیل آماری انجام شده، تاثیر کلیه متغیرها به استثنای زمان اختلاط، بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی معنی دار بوده که از این بین عوامل اندازه ذره و دما نسبت به عامل میزان حلال موثرترند. همچنین اثر متقابل همه پارامترها بجز دما و زمان معنی دار تعیین شد. با استفاده از نتایج این تحقیق میتوان، مطالعه

A study of effective parameters on the antioxidant activity of extracted oil from date pit

Ashrafsadat Fatemi¹, Firoozeh Danafar^{1*}, Hadi Ebrahimnejad², Rooholla Moradi³

1. Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, ShahidBahonar University of Kerman, Iran
2. Department of Food Hygiene and Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, ShahidBahonar University of Kerman.
3. Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, ShahidBahonar University of Kerman.

ABSTRACT

This research investigates the effects of date-pit oil extraction conditions on the antioxidant activity of the extracted oil. The oil was extracted by maceration method using petroleum ether. The date seed powder was first sieved into three fractions with the average diameters of 497.50, 892.50, 1705 μm . The oil of each fraction was extracted under certain conditions of solvent/powder ratio, temperature and agitation time. The antioxidant activity of the extracted oil was determined based on the IC₅₀ through DPPH test. The effect of each condition in each time was assessed on the oil antioxidant activity. The highest antioxidant activity was obtained for both particles with mean diameter of 497.50 and 1705 μm depending on the applied conditions (solvent volume, temperature and the agitation time). The statistical analysis of the results using the step-by-step regression indicated the particle size and temperature are the most important factors as 86% of the antioxidant activity relates to these two parameters. In addition, the interaction effect of all parameters except temperature and agitation time was significant at the 99% level.

ARTICLE INFO

Article history:

Received: November 25, 2017

Received in revised form: May 22, 2018

Accepted: August 15, 2018

Key words:

Date-pit,
Date-pit oil,
Antioxidant,
Maceration,
Organic solvent

All right reserved.

* Corresponding author
Danafar@uk.ac.ir