پژوهش‌های علوم کشاورزی پایدار/جلد ٤/شماره ١/ ١٤٠٣/ ص ٢٤-١٢
https://www.sarj.iauk.ac.ir

ارزیابی روش عصاره‌گیری و درون پوشانی بر راندمان استخراج مواد مؤثره و خصوصیات فیزیکی عصاره علف لیمو (*Cymbopogon citratus*)

ساناز کامل[1]، عبدالله علیزاده کارسالاری[2*] و داریوش خادمی شورمستی[3]

١- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

٢- استادیار، گروه شیمی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

٣- استادیار، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول alizadeh3502@gmail.com

(تاریخ دریافت: ١٤٠٣/٢/٢٦- تاریخ پذیرش:١٤٠٣/٣/٣١)

چکیده

این پژوهش به منظور ارزیابی روش‌های عصاره‌گیری و نیز درون‌پوشانی عصاره علف لیمو بر راندمان استخراج مواد مؤثره و برخی خصوصیات فیزیکی عصاره انجام شد. عصاره‌گیری به دو روش سوکسله و فراصوت انجام شد. عصاره‌ها با استفاده از محلول‌های مواد دیواره پوشینه شامل سیکلودکسترین و کازئینات سدیم درون‌پوشانی شدند. راندمان استخراج عصاره در دو روش، ویژگی‌های فیزیکی ریزپوشینه (رطوبت، دانسیته توده، قطر و راندمان درون‌پوشانی) و خصوصیات حسی (رنگ، بو و طعم عصاره) اندازه‌گیری و مقایسه شد. نتایج نشان داد عصاره‌گیری به روش فراصوت موجب افزایش معنی‌دار راندمان استخراج سیترونلال، اوژنول، لینالول و بتاکاریوفیلین B در مقایسه با روش سوکسله شد ($p<0.05$). درونپوشانی عصاره با کازئینات سدیم در مقایسه با بتاسیکلودکسترین موجب افزایش راندمان تولید ریزپوشینه (٨٥/٧ در برابر ٨٤ درصد)، افزایش رطوبت (٤/٨٦ در برابر ٣/٩ درصد) و کاهش دانسیته توده (٢٥٠/٢١ در برابر ٥٤٧ کیلوگرم/مترمکعب) شد ($p<0.05$). امتیاز خصوصیات حسی عصاره علف لیمو شامل رنگ، بو و طعم در روش فراصوت بالاتر از روش سوکسله و در ریزپوشینه‌های کازئینات سدیم بالاتر از بتاسیکلودکسترین بود. در مجموع عصاره‌گیری به روش فراصوت موجب افزایش بازدهی استخراج مواد مؤثره و درون‌پوشانی با کازئینات سدیم موجب بهبود خصوصیات فیزیکی و حسی عصاره علف لیمو شد. لذا عصاره‌گیری علف لیمو به روش فراصوت و درون‌پوشانی عصاره استخراجی با کازئینات سدیم جهت بهبود کاربری آن در صنایع غذایی، آرایشی و پزشکی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بتا-سیکلودکسترین، درون‌پوشانی، علف لیمو، فراصوت، کازئینات سدیم

مقدمه

یکی از مراحل کلیدی در استخراج ترکیبات مؤثره از یک گیاه نحوه عصاره‌گیری از آن است. چرا که نوع ، کیفیت و کمیت ترکیب استخراج شده به‌شدت تحت تأثیر اندام گیاهی و سیستم سامانه-های حلالی انتخاب شده قرار دارد. در نتیجه باید گفت انتخاب روش مناسب عصاره‌گیری می‌تواند کارایی استخراج مواد مؤثره موجود در گیاه را به-طور چشمگیری افزایش دهد (Saboora *et al.*, 2014). روش‌های درون‌پوشانی یا کپسوله کردن مواد معطر، با محافظت از آنها در برابر نور، حرارت و اکسیژن، باعث کاهش مقدار فرار بودن آنها می-شود. همچنین درون‌پوشانی مواد معطر باعث بهبود و سهولت دسترسی آنها می‌شود؛ زیرا این مواد به لحاظ اندازه کوچکشان باعث افزایش سازوکار جذب سلولی و افزایش کارایی آنها می‌شوند (Rita Bilia *et al.*, 2014). روش سوکسله یک روش استاندارد است که به عنوان مرجع اصلی ارزیابی دیگر روش‌ها به کار می‌رود. این روش، عمومی بوده که به‌طور عمده برای استخراج ترکیبات با فراریت کم یا متوسط که در مقابل حرارت پایدار باشند، به‌کار می‌رود (Ghorbani *et al.*, 2017). امروزه روش‌های عصاره‌گیری جدید مبتنی بر کاهش زمان ، مصرف حلال کمتر و محافظت از محیط زیست مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. ضمن اینکه روش‌های جدید عصاره‌گیری مانند عصاره‌گیری همراه با امواج فراصوت (اولتراسونیک) و عصاره‌گیری همراه با امواج مایکروویو برای استخراج ترکیب‌هایی از گیاهان بسیار سریع و مؤثر عمل می‌کنند. در سال‌های اخیر این روش‌های جدید با پیشرفت زیادی همراه بوده و از آنها جهت استخراج مواد گیاهی استفاده شده است. روش فراصوت یکی از روش‌های نوین استخراج می‌باشد که در آن امواج با فرکانس بالاتر از ۲۰ کیلوهرتز به داخل ماده نفوذ کرده، موجب ایجاد انبساط و انقباض‌های متوالی در مولکول‌های داخل محیط شده که در نتیجه آن سبب تشکیل، رشد و متلاشی شدن حباب‌های کوچک دراثر ایجاد فشار منفی بزرگ در محیط مایع می‌شوند. مزیت اصلی استفاده از امواج فراصوت در استخراج جامد – مایع افزایش عملکرد و روند سریع‌تر استخراج است. در عین حال امواج صوتی می‌توانند دمای فرآیند را کاهش و اجازه استخراج ترکیبات ناپایدار در برابر حرارت را بدهند .

علف لیمو (*Cymbopogon citratus*) گیاهی چندساله، بوته‌ای متراکم با ساقه راست به ارتفاع ۲۰–۵۰ سانتی‌متر به‌صورت صاف و بدون کرک است. برگ‌های آن ساده و به رنگ سبز کلمی با پهنک‌های خطی و تقریباً نخی شکل می‌باشند که ۳۵ سانتی‌متر طول و یک تا دو میلی‌متر عرض دارند. ترکیبات اصلی اسانس علف لیمو شامل الکل‌های سیترال (۷۰ ٪)، ژرانیول (۵ ٪)، لیمونن (۲/٤۲ ٪)، ژرانیل استات (۰/۸۳ ٪)، بتامایرسن (۰/٤٦ ٪)، مونوترپن و الکل‌های سسکویی‌ترپن‌ها است (Tajidin *et al.*, 2012). این گیاه به واسطه دارا بودن اسانس، در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی و غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اسانس علف لیمو به‌صورت کاملاً بارزی رشد باکتری‌ها و قارچ‌های آلوده‌کننده مواد غذایی شامل *استافیلوکوکوس اورئوس*، *اشریشیا کلی*، *کلبسیلا* و *کاندیدا آلبیکنس* را مهار می‌نماید (Zulfa *et al.*, 2016). همچنین فعالیت ضداکسایشی اسانس گیاه

به اثبات رسیده به‌طوری که اسانس علف لیمو در مقایسه با آلفا توکرفرول فعالیت ضداکسایشی قوی‌تری داشته و معادل آنتی‌اکسیدان سنتزی (BHT) عمل کرد (Adeleke *et al.*, 2001). ضمن اینکه استفاده از عصاره علف لیمو به عنوان جزیی از بسته‌بندی فعال زیست تخریب‌پذیر جهت افزایش ماندگاری فرآورده‌های گوشتی با موفقیت همراه بوده است (Mardani Kiasari & Khademi shurmasti, 2020).

با توجه به محدودیت مطالعات مرتبط با مقایسه روش‌های عصاره‌گیری همراه با درون-پوشانی آن‌ها، این تحقیق با هدف مقایسه عصاره-گیری به روش فراصوت در برابر روش معمول سوکسله و نیز تأثیر مواد درون‌پوشانی دکسترین و کازئینات بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی عصاره علف لیمو اجرا شد.

مواد و روش‌ها

گیاه علف لیمو بعد از جمع‌آوری از رویشگاه‌های طبیعی این گیاه در استان مازندران توسط بخش گیاه‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری مورد تأیید قرار گرفت. پس از جمع‌آوری و جداسازی ناخالصی‌ها برگ‌ها در آون با دمای ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ٤۵ دقیقه خشک و با آسیاب خانگی (مولینکس، فرانسه) به-صورت کاملاً پودری درآمد و تا زمان آزمایش در کیسه‌های محافظ نسبت به هوا و رطوبت در درجه حرارت ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شد.

بتا-سیکلودکسترین، کازئینات سدیم، متانول و دیگر حلال‌ها و مواد شیمیایی با درجه تجزیه‌ای (درجه خلوص بالاتراز ۹۵ درصد) از نمایندگی‌های شرکت سیگما (امریکا) و مرک (آلمان) خریداری شدند.

عصاره‌گیری به روش سوکسله

مقدار ۱۰ گرم نمونه پودری گیاه علف لیمو در کاغذ صافی قرار داده شد و سپس در دستگاه سوکسله قرار گرفت. عمل استخراج با حلال متانول به مدت ۲٤ ساعت ادامه یافت. سپس متانول حاوی مواد استخراج شده توسط دستگاه تبخیرکننده چرخان (مدل Rotvapor R-80) با سرعت ۲۰۰ دور در دقیقه و در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد حذف شد (Jamshidi *et al.*, 2014).

عصاره‌گیری با فراصوت

ابتدا ۱۰ گرم پودر علف لیمو با حلال متانول مخلوط شد. سپس از حمام فراصوت (مدل Grant XB6، انگلستان) با توان تولیدی ۱۰۰۰ وات و بسامد۵±۲۰ کیلوهرتز استقاده گردید. دما در طی فرآیند عصاره‌گیری با استفاده از حمام آب (memmert WNB 14, Germany) ثابت‌نگه داشته شد وبه منظور کنترل دما از دماسنج استفاده گردید. سپس محلول با کاغذ صافی واتمن شماره ۱ با کمک پمپ خلاء صاف و عصاره استخراج شده با ۷۸۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۳۰ دقیقه سانتریفوژ (مدل Sigma 2-16P، آلمان) شد. در ادامه حلال با استفاده از دستگاه تبخیرکننده چرخان تحت خلاء (TAM- ایران) با حداکثر دمای ۵۰ درجه سلسیوس از محلول عصاره جدا گردید. عصاره حاصله تا زمان انجام آزمایش در فریزر با دمای - ۱۸ درجه سلسیوس نگهداری شد (Rabiei *et al.*, 2012).

تهیه محلول مواد دیواره

ابتدا محلول‌های بتا-سیکلودکسترین و کازئینات سدیم با غلظت‌های به ترتیب ۸ و ۲ درصد وزنی در آب دیونیزه تهیه شد. عملیات هم زدن به مدت ۸ ساعت، در دمای اتاق و به کمک همزن مغناطیسی صورت گرفت. سپس محلول‌های تهیه شده برای حداکثر جذب آب به مدت ۲۱ ساعت در دمای یخچال نگهداری شد.

تهیه ریزپوشینه

به کلیه محلول‌های مواد دیواره، عصاره علف لیمو به نسبت ۱۰ درصد ماده خشک و توپین ۸۰ به عنوان امولسیفایر در غلظت ۰/۵ درصد اضافه گردید. عملیات هم‌زدن و همگن‌سازی اولیه به کمک همزن مغناطیسی به مدت ۳ دقیقه انجام و امولسیون تهیه شد. جهت جلوگیری ازکف‌کردن و همچنین به منظور رسیدن به دمای مناسب جهت وارد کردن به خشک‌کن انجمادی، امولسیون تهیه شده به مدت ۱۹ ساعت در فریزر با دمای ۷۰ – درجه سلسیوس نگهداری و سپس به خشک‌کن انجمادی منتقل شد. نمونه‌ها در خشک‌کن انجمادی در دمای ۵۵ – درجه سلسیوس با فشار ۰/۱۵ میلی-متر جیوه طی۲۰ ساعت خشک شدند

تعیین مقدار رطوبت ریزپوشینه

مقدار رطوبت تمامی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سنجش رطوبت به روش مادون قرمز در دمای ۸۲ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت به دست آمد.

تعیین دانسیته توده

حدود ۲۲ گرم نمونه به داخل استوانه مدرج منتقل و حجم مربوط از استوانه مدرج قرائت شد و طبق رابطه (۱) محاسبه انجام شد.

رابطه (۱)

حجم مربوط به توده جرم ماده غذایی / جرم توده = چگالی توده (ظاهری)

صفات مورد اندازه‌گیری در عصاره علف لیمو

مواد مؤثره موجود در عصاره علف لیمو با دستگاه گاز کروماتوگرافی (Shimadzu– مدل A9 مجهز به ستون DB-5 به طول ۳۰ متر و قطر ۲۵ میکرومتر ضخامت فیلم ۰/۳۲ میکرون. دمای اولیه ٦۰ درجه سانتی‌گراد دمای نهایی ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد. دمای محل تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد. گرادیان دمایی۵ ˚C/min) اندازه-گیری شد (شکل ۱).

شکل ۱- ضریب بازداری ترکیبات مؤثره موجود در عصاره علف لیمو

اندازه‌گیری قطر پوشینه

اندازه‌گیری قطر پوشینه‌ها، با استفاده از دستگاه پارتیکل سایز آنالایزر (Shimadzu مدل SALD – ژاپن) و بر اساس روش تفرق نور لیزر محاسبه گردید. در نهایت، متوسط اندازه ذرات بر اساس میانگین قطر حجمی بر اساس رابطه ۲ محاسبه شد (Joye *et al*., 2015).

رابطه (۲)

$$D = \frac{(\sum nidi^4)}{(\sum nidi^3)}$$

ni: تعداد ذرات، di: قطر ذرات، D: میانگین قطر حجمی (میانگین حجم معادل)

اندازه‌گیری راندمان درون‌پوشانی

جهت اندازه‌گیری راندمان درون‌پوشانی عصاره به‌طور خلاصه ابتدا ۲۰۰ میلی‌گرم ریز پوشینه به ۲ میلی‌لیتر محلول استخراجی شامل متانول- اسید استیک- آب (به‌ترتیب به نسبت ۴۲-۸-۵۰ حجمی/حجمی/حجمی) اضافه شد و به‌مدت یک دقیقه همزده شد و در ادامه تحت فراصوت (Chroma tech – تایوان) به‌مدت ۲۰ دقیقه در دو مرحله با شدت ۱۰۰ درصد و فرکانس ۲۰ کیلوهرتز قرار گرفت. بعد از این مرحله سانتریفوژکردن در ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰دقیقه انجام شد. مقدار ترکیبات فنولی کل در محلول رویی با استفاده از روش فولین–سیوکالچو تعیین شد. برای محاسبه مقدار اولیه ترکیبات فنولی، در ابتدا به صورت نظری مقدار عصاره‌ای که در ۲۰۰ میلی‌گرم ریزپوشینه را انتظار داشته محاسبه و سپس مقدار ترکیبات فنولی آن محاسبه و بدست آمد. درصد کارایی ریزپوشینه از رابطه (۳) محاسبه شد (Robert *et al*., 2015).

رابطه (۳)

$$\text{کارایی درون‌پوشانی (درصد)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_2} \times ۱۰۰$$

W_1: مقدارعصاره در مایع فوقانی از نانو پوشینه،
W_2: مقدار عصاره افزوده شده برای آماده سازی همان مقدار نانو پوشینه (میلی‌گرم گالیک اسید)

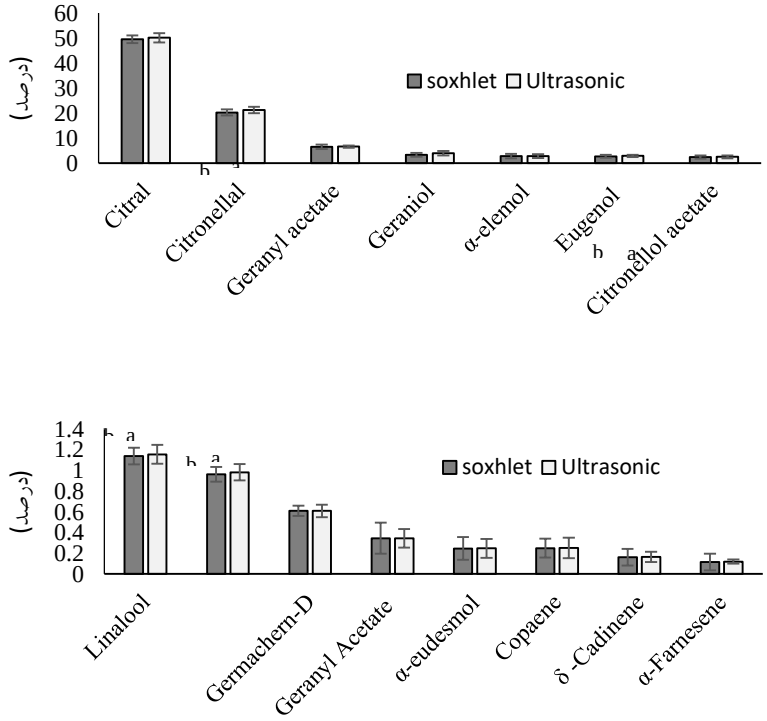
تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از بررسی اثر روش عصاره‌گیری بر راندمان استخراج ترکیبات مؤثره و نیز اثر ماده دیواره بر خصوصیات فیزیکی و حسی عصاره استخراجی با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ به روش t-student مستقل در سطح احتمال ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

راندمان استخراج ترکیبات مؤثره

همانگونه که در شکل ۲ نشان داده شده است؛ برخی ترکیبات مؤثره در عصاره شامل سیترونلال، اوژنول، لینالول و بتاکاریوفیلین B تحت تأثیر معنی-دار روش عصاره‌گیری قرار گرفتند. به‌نحوی که راندمان استخراج ترکیبات مذکور در روش فراصوت بیشتر از روش سوکسله بود ($p<0.05$). راندمان استخراج سایر ترکیبات مؤثره در دو روش از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در عین حال در هر دو روش عصاره‌گیری، ترکیبات مؤثر مانند سیترال، سیترونلال، ژرانیل استات و ژرانیول دارای بیشترین و فارنسول، تی کادینول و کوپارن دارای کمترین راندمان استخراجی بودند.



شکل ۲- ترکیبات مؤثره موجود در عصاره علف لیمو در دو روش عصاره‌گیری سوکسله و فراصوت
حروف نامشابه (a-b) بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار هر ترکیب مؤثره در دو روش عصاره‌گیری است ($p<0.05$)

راندمان عصاره‌گیری با روش فراصوت (۹۳/۷۰ درصد) بطور معنی‌داری بیشتر از روش عصاره‌گیری به روش سوکسله (۹۱/۰۹ درصد) بود ($p<0.05$). مطابق با نتایج تحقیق حاضر، گزارش شد استفاده از روش عصاره‌گیری فراصوت در گیاه اوجی (*Mentha aquatic* L.) بهتر از روش سوکسله بود (Esmaeilzadeh Kenari & Asna Ashari, 2018).

روش‌های قدیمی استخراج عصاره از گیاهان به وسیله حلال و روش سوکسله هستند که نیازمند مصرف مقادیر بالای حلال و زمان طولانی بوده و بازده استخراج آنها نیز پایین است. روش‌های دیگر شامل استخراج به کمک امواج مایکروویو، فراصوت و سیال فوق بحرانی کارایی بالاتری دارند. امواج فراصوت مانند هر موج دیگری از طریق یک سری امواج فشاری و نسبتاً تجمعی در مولکول‌های محیط القا می‌شوند و از محیط عبور می‌نماید. در مواقعی که نیروهای تجمعی بیشتر از نیروهای جاذبه مولکولی مایع باشند حباب‌های کاویتاسیون شکل می‌گیرند. چنین حباب‌هایی با یک فرآیند که تحت عنوان تزریق یکسو شناخته می‌شوند، مانند مقادیر کم بخار یا گازی که طی فرآیند انبساط از محیط وارد سلول گیاهی می‌شود، شناخته می‌شود. در نتیجه ترکیدن این حباب‌ها انرژی ایجاد می‌شود که منجر به پاره شدن سلول گیاهی و خروج ترکیبات مؤثره از سلول گیاهی می‌شود (Esmaelzade- Kenari and Asna-ashari, 2018).

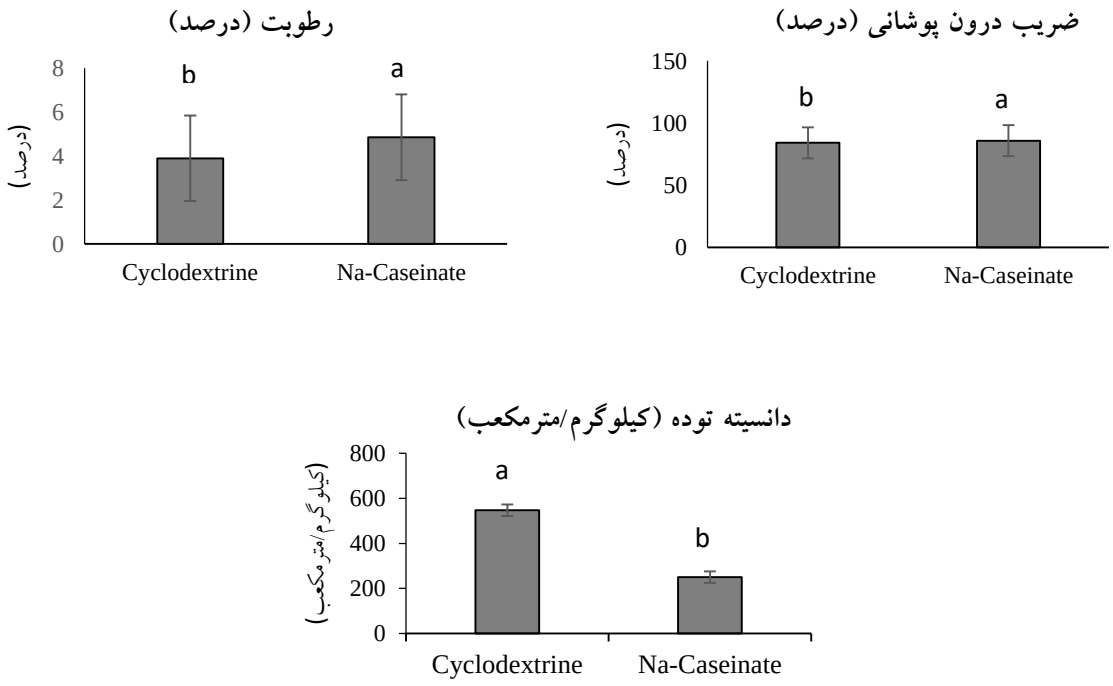
در بررسی تأثیر نوع روش استخراج بر میزان ترکیبات فنلی استخراج شده، اسماعیل‌زاده کناری و همکاران (۲۰۱٤) نشان دادند که روش فراصوت توانست تأثیر مثبتی بر روش‌های اتانولی، آبی: اتانولی و آبی عصاره کنجد داشته باشد و ترکیبات فنلی بیشتری در این روش‌ها به دست آمد. آنها دلیل این امر را به کارآمد بودن روش فراصوت در تخریب دیواره سلولی و انتقال جرم مؤثر نسبت دادند. در مطالعه‌ای مرتبط با بهینه‌سازی استخراج ترکیبات فلاونوئیدی میوه سنجد، دلیل افزایش عملکرد با افزایش توان در روش فراصوت، تولید انرژی بیشتر اعلام شد که خروج ترکیبات از بافت گیاهی به حلال را از طریق تخلخل و منافذ در دیواره سلولی و بهبود انتشار و انتقال جرم، تسهیل می‌کند و بنابراین می‌تواند موجب خروج بیشتر مواد مؤثره و در نهایت افزایش درصد عصاره خشک گردد. پژوهش‌های متعددی در رابطه با افزایش عملکرد استخراج عصاره با امواج فراصوت نسبت به روش‌های متداول گزارش شده است (Sharifi *et al*., 2013; Martins *et al*., 2014; Bahmanabadi *et al*., 2011).

ویژگی‌های فیزیکی ریزپوشینه‌ها

تأثیر نوع ماده دیواره بر ویژگی‌های فیزیکی ریزپوشینه‌های تولید شده شامل راندمان تولید ریزپوشینه، رطوبت و دانسیته توده در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که نوع ماده دیواره بر تمام ویژگی‌های فیزیکی ریزپوشینه‌های تولیدشده، معنی‌دار بود. از آنجا که پایداری ترکیبات مولد عطر و طعم در شرایط محیطی مختلف پایین است و حین فرآوری، بسته‌بندی و نگهداری از طریق بر هم‌کنش‌های فیزیکی از دست می‌رود؛ استفاده از روشی که بتواند این ترکیبات را در برابر عوامل محیطی حفظ کند و همچنین آزادسازی آن

را در زمان معین و به‌صورت کامل محقق نماید، دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. درون‌پوشانی یکی از مهم‌ترین فرآیندهایی است که می‌تواند این اهداف را محقق نماید. درون‌پوشانی ترکیبات مؤثر در صنایع غذایی و داروسازی برای پوشاندن مواد رنگی، عطری و سایر مواد مؤثر به کار می‌رود و یکی از مؤثرترین روش‌ها برای پایدارسازی اسانس‌های روغنی بیان شده است (Hosseini *et al.*, 2022).

مشخص شده است نوع ترکیبات دیواره و هسته بر میزان فراریت ترکیبات درون‌پوشانی شده تأثیر به‌سزایی دارد (Finney *et al.*, 2002). همچنین هر چه میزان فراریت اجزای تشکیل دهنده ماده هسته بیشتر باشد، میزان خروج آنها از داخل ریزپوشینه‌ها طی فرآیند خشک شدن افزایش می‌یابد. در راستای پژوهش حاضر در بررسی تأثیر فرآیند درون‌پوشانی با استفاده از خشک‌کن انجمادی بر اسانس گلپر نشان داده شد که حفاظت از ترکیبات مؤثره اسانس گلپر درون‌پوشانی شده با ماده دیواره کازئینات سدیم در مقایسه با ماده دیواره بتا–سیکلودکسترین بیشتر بود (Badfarsa *et al.*, 2018). همچنین (Gharenaghadeh *et al.*, 2017) گزارش کردند درون‌پوشانی اسانس مریم گلی، علاوه بر محافظت اسانس در برابر تخریب و اکسایش، باعث افزایش قدرت ترکیبات ضدمیکروبی آن نیز می‌گردد.



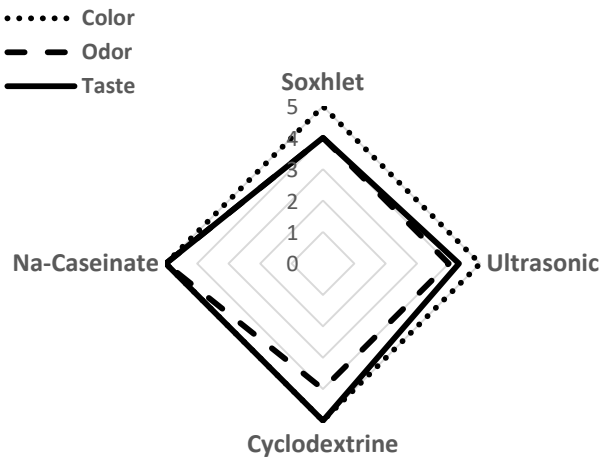
شکل ۳- تأثیر روش درون‌پوشانی بر خصوصیات فیزیکی (راندمان تولید ریز پوشینه، رطوبت و دانسیته توده) عصاره علف لیمو

حروف نامشابه (a-b) بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار هر ترکیب مؤثره در دو روش عصاره‌گیری است ($p<0.05$)

در فرآیند درون‌پوشانی از انواع مختلف کربوهیدرات‌ها، سلولز، صمغ‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها و پلیمرهایی با درجه غذایی غالباً به‌عنوان ماده دیواره یا حامل استفاده می‌شود. دیواره بتاسیکلودکسترین از مقاوم‌ترین دیواره‌ها برای حفاظت مواد در برابر اکسایش، حرارت و تبخیر می‌باشد. حفرات بتاسیکلودکسترین هیدروفوبیک یا آب‌گریز بوده و صفحات خارجی آن هیدروفیلیک یا آب‌دوست می‌باشد. کازئینات سدیم به دلیل دو قطبی بودن و داشتن خواص امولسیفایری مطلوب می‌تواند ترکیب پروتئینی مناسب برای درون‌پوشانی ۸۵/۷۰ درصد بود. راندمان تولید ریزپوشینه در کازئینات سدیم بیشتر از بتاسیکلودکسترین بود (شکل ۳). احتمالاً یکی از دلایل پایین بودن راندمان تولید ریزپوشینه بتاسیکلودکسترین، ناپایداری امولسیون اولیه آن می‌باشد. از سوی دیگر واضح است که افزایش رطوبت سبب افزایش جرم و در نتیجه افزایش راندمان تولید ریزپوشینه شد (Soottitantawat *et al.*, 2005). دانسیته توده ریزپوشینه‌های حاوی ماده دیواره بتاسیکلودکسترین (۵٤۷ کیلوگرم بر متر مکعب) نسبت به ریزپوشینه‌های دارای کازئینات سدیم (۲۵۰/۲۱ کیلوگرم بر متر مکعب) بیشتر بود. بنابراین در جرم‌های مساوی به‌دلیل تخلخل کمتر، ریزپوشینه‌های تشکیل شده با بتاسیکلودکسترین حجم کمتری را نسبت به انواع تهیه شده با کازئینات سدیم اشغال خواهند نمود. اندازه قطر ذرات ریزپوشینه در دیواره کازئینات سدیم (۲٤ اسانس‌های خوراکی باشد. نتایج نشان داد که میزان رطوبت ریزپوشینه‌های تهیه شده با مواد دیواره بتاسیکلودکسترین و کازئینات سدیم به‌ترتیب ۳/۹۰ و ٤/۸٦ درصد بود. از مقایسه درصد رطوبت چنین برداشت می‌شود که امولسیون‌های تهیه شده با بتاسیکلودکسترین مقدار رطوبت بیشتری را در زمان خشک‌کردن از دست دادند. این مساله احتمالاً به اختلاف تعداد گروه‌های پیوند دهنده با آب در مولکول‌های بتاسیکلودکسترین و کازئینات سدیم مرتبط می‌باشد. راندمان تولید ریزپوشینه بتاسیکلودکسترین و کازئینات سدیم به ترتیب ۸٤ و میکرومتر) بیشتر از بتاسیکلودکسترین (۱۸ میکرومتر) بود. این نتایج با تحقیقات(Badfarsa *et al.*, 2018) و (Zuidam & Zuidam, 2010) که محدوده اندازه ذرات حاصل از خشک‌کن انجمادی را بین ۲۰ تا ۵۰۰۰ میکرومتر گزارش کرده‌اند، مطابقت دارد. اندازه ذرات ریزپوشینه به‌شکل مؤثری به نوع ماده دیواره و روش خشک کردن وابسته است. محدوده اندازه ذرات حاصل از خشک کن انجمادی، ۲۰ تا ۵۰۰۰ میکرومتر گزارش شده است.

خصوصیات حسی

خصوصیات حسی شامل رنگ، بو و طعم عصاره در شکل ٤ آمده است. نتایج نشان داد با وجود اختلاف عددی، روش عصاره‌گیری و نیز نوع ماده دیواره ریزپوشینه‌های تولید شده تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های مورد ارزیابی نداشت.



شکل ٤- تأثیر عصاره گیری به روش‌های سوکسله، فراصوت و درون‌پوشانی بر خصوصیات حسی (طعم، رنگ و بو) عصاره علف لیمو

نتیجه‌گیری

نتایج حاصله بیانگر این است که برخی ترکیبات مؤثره در عصاره تحت تأثیر معنی‌دار روش عصاره‌گیری قرار گرفتند. به‌نحوی که راندمان استخراج ترکیبات مذکور در روش فراصوت بیشتر از روش سوکسله بود. همچنین نتایج نشان داد که نوع ماده دیواره بر تمام ویژگی‌های فیزیکی ریزپوشینه‌های تولیدشده، معنی‌دار بود. اندازه ذرات ریزپوشینه به‌شکل مؤثری به نوع ماده دیواره و روش خشک کردن وابسته است. نتایج بدست آمده در مورد خصوصیات حسی شامل رنگ، بو و طعم نشان داد با وجود اختلاف عددی، روش عصاره-گیری و نیز نوع ماده دیواره ریزپوشینه‌های تولید شده تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های مورد ارزیابی نداشت.

REFRENCES

Adeleke. A., Kasali Adebola, O., Oyedeji, D. and Adeolu, O. 2001. Volatile leaf oil constituents of Cymbopogon citratus Stapf. *Flavour and Fragrance Journal. 16*: 377-8. DOI:10.1002/ffj.1019.

Badfarsa, H., Ahmadzadeh Qavidel R. and Sharayei, P. 2018. The effect of encapsulation process using freeze dryer on physicochemical and antioxidant properties of angelica essential oil. *Journal of Innovation in Food Science and Technology, 10*(2): 124-136 (In Farsi).

Bahman Abadi, J. 2011. Optimization of extraction of barberry using ultrasonic and response surface methods. Master Thesis in Islamic Azad University, Ghuchan Branch.

Esmaelzade- Kenari, R. and Asna-ashari, M. 2018. Effect of extraction method on antioxidant activity and some secondary metabolites of *Mentha aquatic* L. extract. *Journal of Food Science and Technology, 81*(15): 127-138 (In Farsi).

Esmaeilzadeh kenari, R., Mohsenzadeh, F. and Raftani-Amiri, Z. 2014. Antioxidant activity and total phenolic compound of Dezful sesame cake extracts obtained by classical and ultrasound assisted extraction methods**.** *Food Science and Nutrition, 2*(4): 426-435. DOI: 10.1002/fsn3.118

Finney, J., Buffo, R. and Reineccius, G. A. 2006. Effects of type of atomization and processing temperatures on the physical properties and stability of spray-dried flavors. *Journal of Food Science, 67*: 1108-1114. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb09461.

Gharenaghadeh, S., Samadlouie, H. R., Sowti Khiabani, M. and Gharenaghadeh, S. 2017. Nano emulsion formulation from essential oil of salvia hypoleuca and investigation of its antimicrobial and physicochemical properties, *Journal of Food Science and Technology, 14*(9): 337-348 (In Farsi).

Ghorbani, M., Aboonajmi, M., Ghorbani Javid, M. and Arabhosseini, A. 2017. Effect of ultrasound extraction conditions on yield and antioxidant properties of the fennel seed (*Foeniculum vulgare*) extract, *Journal of Food Science and Technology, 67*(14): 63-73 (In Farsi).

Hosseini, F. L., Motamedzadegan, A., Naghizadeh, Sh. and Rahaiee, S. 2022. Encapsulation of chia (*Saliva hispanica* L.) seeds extract with nano-liposomes and basil seed gum and investigation of physicochemical characteristics and its release in simulated gastrointestinal conditions. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, *127*(19): 291-303. DOI: 10.22034/FSCT.19.127.291

Jamshidi, M., Shabani, E., Hashemi, Z. and Ebrahimzadeh. M. A. 2014. Evaluation of three methods for the extraction of antioxidants from leaf and aerial parts of *Lythrum salicaria* L. (Lythraceae). *International Food Research journal*, 21(2): 783-788.

Joye, I. J., Davidov-Pardo, G. and McClements, D. J. 2015. Encapsulation of resveratrol in biopolymer particles produced using liquid antisolvent precipitation. Part 2: Stability and functionality. *Food Hydrocolloids*, *49*, 127-134. DOI:10.1016/j.foodhyd.2015.02.038.

Mardani Kiasari, M. and Khademi Shurmasti, D. 2020. Effect of lemon grass (*Cymbopogon citratus*) extract and nanoclay in nanocomposite coating on the physicochemical and microbial properties of chicken fillets during refrigerated storage. *Journal of Food Science and Technology, 17*(106): 13-21. DOI: 10.29252/fsct.17.09.02 (In Farsi).

Martins, F.S., Da Conceicao, E.C., Bandeira, E.S. and Silva, J.O.C. 2014. The effects of extraction method on recovery rutin from *Calendula officinalis* L. (Asteraceae). *Pharmacognosy magazine, 10*(l3): 569-572. DOI: 10.4103/0973-1296.139785.

Rabiei, K., Bekhradnia, S., Nabavi, S.M., Nabavi, S. F. and Ebrahimzadeh, M. A. 2012. Antioxidant activity of polyphenol and ultrasonic extracts from fruits of *Crataegus pentagyna* subsp. elburensis. *Natural Product Research*, *26*(24): 2353-2357. DOI: 10.1080/14786419.2012.658799.

Rita Bilia, A., Guccione, C., Isacchi, B., Righeschi, C., Firenzuoli, F. and Camilla, B. 2014. Essentialoils loaded in nanosystems: A developing strategy for a successful therapeutic apprach. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 20*(14): 1-14. DOI: 10.1155/2014/651593.

Robert, P., Gorena, T., Romero, N., Sepulveda, E., Chavez, J. and Saenz, C. 2010. Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (Punica granatum) by spray drying. *International journal of food science and technology*, *45*: 1386-1394. DOI:10.1111/j.1365-2621.2010.02270.x

Saboora, A., Pourbarat, F. and Fallah Hossini, H. 2014. Comparison of different extraction methods for optimizing antioxidant compounds in *Origanum majorana* L. *Journal of Shahid Sadoughi University Medical Science*, *21*: 693-704 (In Farsi).

Sharifi, M. R. and Sharifi, A. 2013. Optimize the extraction efficiency and anthocyanin extracted from by ultrasound technology to help response surface methodology. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 68-74 (In Farsi).

Soottitantawat, A., Bigeard, F., Yoshii, H., Furuta, T., Ohkawara, M. and Linko, P. 2005. Influence of emulsion and powder size on the stability of encapsulated d-limonene by spray drying. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, *6*: 107-114. DOI:10.1016/j.ifset.2004.09.003.

Tajidin, N. E., Ahmad, S. H., Rosenani, A. B., Azimzh, A. B. and Munirah, M. 2012. Chemical composition and Citral content in lemongrass (Cymbopogon citratus) essential oil at three maturity stages. *African Journal of Biotechnology*, *11*: 2685-2693. DOI: 10.5897/AJB11.

Zulfa, Z., Chia, C. T. and Rukayadi, Y. 2016. In vitro antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* (lemongrass) extracts against selected foodborne pathogens. *International Food Research Journal*, *23*(3): 1262-1267.

Zuidam, N. J. and Shimoni, E. 2010. Overview of microencapsulates for use in food products or processes and methods to make them. In: Encapsulation technologies for active food ingredients and food processing (editors: N.J. Zuidam & A. Nedovic) Springer, USA, pp.5-6. DOI:10.1007/978-1-4419-1008-0_2.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 4/No. 1/Spring 2024/P: 12 -24

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Evaluation of Methods of Extraction and Encapsulation of Lemon Grass on Physicochemical Properties of the Extract

Sanaz Kamel[1], Abdullah Alizadeh Karsalari[2] and Dariush Khademi Shurmasti[3]

[1]MSc. student, Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.

[2] Assistant Professor, Department of Chemistry, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.

[3] Assistant Professor, Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.

* Corresponding Author's Email: alizadeh3502@gmail.com

(Received: May. 15, 2024– Accepted: June. 20, 2024)

ABSTRACT

This research was conducted to evaluate the extraction methods and also the encapsulation of lemon grass extract on the efficiency of extraction of effective components and some physical properties of the extract. Extraction was done by Soxhlet and ultrasonic methods. The extracts were encapsulated using solutions of wall materials including β-cyclodextrin and sodium caseinate. The extraction efficiency of the extract was measured and compared in Soxhlet and ultrasonic methods. The results showed that ultrasonic extraction significantly increased the extraction efficiency of citronellol, eugenol, linalool, and betacaryophyllin B compared to the Soxhlet method ($p<0.05$). Encapsulation of the extract with sodium caseinate compared to β-cyclodextrin increases the production efficiency of microencapsulation (85.7 vs. 84%), increases moisture content (4.86 vs. 3.9%), and decreases mass density (250.21 vs. 547 kg/ M^3) ($p<0.05$). The score of the sensory properties of lemon grass extract, including colour, smell and taste, was higher in the ultrasound method than in the Soxhlet method, and in sodium caseinate microcapsules, it was higher than β-cyclodextrin. In general, ultrasonic extraction increased the efficiency of extracting effective substances and coating with sodium caseinate improved the physical and sensory properties of lemon grass extract. Therefore, it is recommended to extract lemon grass by ultrasonic method and encapsulate it with sodium caseinate to improve its use in food, cosmetic and medical industries...

Keywords: β-cyclodextrin, encapsulation, lemongrass, ultrasound, sodium caseinat