مقاله پژوهشی

تأثیر دمای خشک کردن با آون بر روی ویژگی‌های امولسیفایری و رنگی صمغ دانه شاهی

حنانه منیری[1]، رضا فرهمندفر [2*]، علی معتمدزادگان [3]

تاریخ دریافت مقاله: آذرماه ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش مقاله: فروردین ماه ۱۳۹۸

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی اثر دمای خشک کردن با آون(در دماهای ٤٠،٦٠ و٨٠ درجه سانتی‌گراد) در مجاورت هوای داغ، بر روی ویژگی‌های رنگی و امولسیونی صمغ دانه شاهی است. با افزایش دمای آون، شاخص روشنایی و شاخص قرمزی افزایش یافته‌اند، اما عامل زردی، کروما و قهوه‌ای شدن با افزایش دما کاهش یافته‌اند، تغییرات به طور جزئی بودند و معنی‌دار نبودند. صمغ دانه شاهی دارای ویژگی امولسیونی(بیش از ۸۰٪) و پایداری خوبی بوده است که به علت حضور پروتئین در این صمغ می‌باشد. پایداری امولسیونی هم در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد بعد از ۳۰ دقیقه ثابت بوده است. ویژگی کف‌کنندگی صمغ دانه شاهی بالای ۷۰ درصد بوده است، اما تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی

خشک کردن، صمغ دانه شاهی، امولسیونی و رنگی

۱- مقدمه

به طور کلی گروه بزرگی از گیاهان که کربوهیدرات‌های پیچیده تولید می‌کنند، صمغ‌های گیاهی نامیده می‌شوند. صمغ‌ها از بخش‌های مختلف گیاه مانند: درخت یا قسمت پوششی آن (مانند: صمغ عربی و تراگاکانت[4]) و یا از قسمت آندوسپرم[5] دانه‌های گیاه (مانند: گوار[6]) تراوش می‌یابند. صمغ‌ها ساختار پیچیده پلی‌ساکاریدی و یا پروتئینی دارند و در کنار نقش تغذیه‌ای، نقش مهمی در طبیعت ایفا می‌کنند. صمغ‌ها یک دسته مهم از مواد بیولوژیکی هستند که سازگاری زیستی و بیولوژیکی قابل توجّهی را نشان می‌دهند. معمولاً به عنوان فیبر رژیمی، عامل ضخیم‌کننده، کف‌کننده، فیلم، امولسیفایر[7] و پایدارکننده استفاده می‌شوند [۱]. صمغ‌های پلی‌ساکاریدی گروهی از پلیمرها هستند که در آب به فرم محلول با ویسکوزیته[8] بالا و یا به صورت دیسپرس[9] هستند. به عنوان ماتریکس‌های پلیمری کاربردهای زیادی در صنعت داروسازی دارند.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران (h.moniri2018@gmail.com).

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

(× نویسنده مسئول: r.farahmandfar@sanru.ac.ir; re.farahmandfar@gmail.com)

۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران(amotgan@yahoo.com).

4- Tragacanth

5- Endosperm

6- Guar

7- Emulsifier

8- Viscosity

9- Disperse

دانه شاهی(نام علمی: لیپیدیوم ستیویوم[1]) یک گیاه سالانه است که به خانواده کروسیفرا[2] تعلّق دارد و به طور گسترده در خاورمیانه، اروپا و امریکا رشد می‌یابد. دانه شاهی یک گیاه کوچک علفی است که عموماً برای مصرف برگ‌های آن کاشته می‌شود و در سالادها و ساندویچ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گیاه منبع غنی از آلکالوئیدها[3] است. دانه‌های شاهی دارای خصوصیات سلامت‌بخش می‌باشند [۲]. زمانی که صمغ شاهی در آب قرار می‌گیرد، سریع آب را جذب کرده و مایع چسبناک و بی‌مزه با وزن مولکولی بالا تولید می‌کند. ترکیبات صمغ دانه شاهی شامل: آب ۷/۱۷ درصد، خاکستر ۱۱/۵ درصد، پروتئین ۲/۴۵ درصد، چربی ۱/۸۵ درصد و کربوهیدرات[4] ۷۷/۰۳ درصد می‌باشد. ترکیب پلی‌ساکارید[5] استخراج شده از دانه شاهی شامل مانوز ۳۹/۸ درصد، آرابینوز[6] ۱۹/۴ درصد، گالاکتورونیک اسید[7] ۸ درصد، فروکتوز[8] ۶/۸ درصد، گلوکورونیک اسید[9] ۶/۷ درصد، رامنوز ۱/۹ درصد و گلوکز ۱ درصد می‌باشد[۲]. در تحقیق حاضر ویژگی‌های رنگی و امولسیونی صمغ دانه شاهی توسط روش خشک کردن با آون در ۳ دمای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- مواد و روش‌ها

دانه شاهی از بازار محلی بابل و روغن آفتابگردان برای انجام آزمون امولسیفایری از فروشگاه تهیه شد. برای خشک کردن نمونه‌ها از آون خشک‌کن هوای داغ (ممرت، مدل ULM400، آلمان)، رنگ پودر صمغ‌ها با استفاده از یک دستگاه مجهّز به دوربین دیجیتال، آب‌میوه‌گیری (پارس خزر ۷۰۰ پی، رشت، ایران) برای استخراج صمغ و اولترا توراکس(T25, IKA، آلمانی) برای هموژنیزه کردن نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

۲-۱- استخراج صمغ

دانه شاهی از بازار محلی بابل خریداری شد و به روش غربالگری ناخالصی‌های دانه حذف گردید. برای استخراج صمغ ابتدا دانه‌های شاهی درون آب مقطر با pH برابر ۷ و نسبت آب به دانه برابر ۳۰ به ۱ قرار داده شدند. pH با استفاده از سود ۰/۱ نرمال یا هیدروکلریک اسید[10] تنظیم شد. مخلوط آب و دانه به مدّت ۱۰ تا ۲۰ دقیقه در دمای ۳۵ درجه در حمام آب گرم پیش گرم شدند. جدا شدن صمغ از دانه‌ها با استفاده از آب‌میوه‌گیری(پارس خزر ۷۰۰ پی، رشت، ایران)[11] انجام شد[۳].

۲-۲- خشک کردن نمونه‌ها

صمغ استخراج شده با استفاده از خشک‌کن هوای داغ[12] (ممرت، مدل ULM400، آلمان) در دمای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. صمغ به دست آمده از آون پودر شده و از الک عبور داده شد تا ذرّات یکنواختی به دست آید. پودرهای به دست آمده در بسته‌های غیرقابل نفوذ به هوا در جای خشک و خنک نگهداری شدند.

۲-۳- آماده‌سازی نمونه‌ها

رنگ پودر صمغ‌ها با استفاده از یک دستگاه مجهّز به دوربین دیجیتال بررسی شد. برای این منظور، نمونه‌ها در وسط دستگاه قرار گرفته و تصاویر با استفاده از دوربین دیجیتال با دقّت ۱۶ و با فرمت jpg در فضای رنگی تهیه شدند. تصاویر با نرم‌افزار ایمیج‌جی[13] و برنامه آن کالر- اسپس- کانورتُر [14] (تبدیل رنگ- فضا) از فضای رنگی

1- Lepidium Sativum
2- Cruciferae
3- Alkaloid
4- Carbohydrate
5- Polysaccharide
6- Arabinose
7- Galacturonic Acid
8- Fructose
9- Glucuronic Acid

10- Hydrochloric Acid
11- Pars Khazar 700P, Rasht, Iran
12- Schwabach, Germany Universal, Memmert, Convection oven
13- Image j
14- Color- Space- Convertor

RGB به L a b تبدیل شدند. مقادیر رنگی L* شاخص سفیدی و روشنایی بین صفر تا۱۰۰، شاخص a* بین منفی ۱۲۰ تا مثبت ۱۲۰ است، که مقادیر مثبت برای رنگ‌های قرمز و مقادیر منفی برای رنگ‌های سبز است. شاخص b* دارای مقادیر مثبت برای زردی و منفی برای رنگ آبی است. شاخص L* در واقع ارزیابی تقریبی درخشش است که نشان‌دهنده این است که هر رنگ می‌تواند معادل یک بخش از مقیاس خاکستری بین مشکی و سفید باشد [٤]. C* مقادیر معادل تغییرات رنگی است. بالا بودن شاخص کروما[1]، بالا بودن شدّت رنگ نمونه‌های مشاهده شده توسط انسان را نشان می‌دهد [٥]. کروما طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$c^* = \sqrt{a^{*2}} + \sqrt{b^{*2}} \qquad (۱)$$

شاخص قهوه‌ای شدن برای تغییرات کلی به‌کار می‌رود در واقع یک شاخص در غذاهای حاوی شکر است [٦]. برای تعیین ویژگی‌های جزئی رنگ غذا و ارزیابی کیفیت آن استفاده می‌شود[٧]. شاخص‌های فیزیکی قهوه‌ای شدن (L*، a*، b*) به طور منحصر به فرد در توزیع رنگ‌ها در فضا استفاده می‌شوند[٨]. BI از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$BI = 100 \times \left(\frac{x - 0.31L}{0.17} \right) \qquad (۲)$$

$$x = \frac{(a^* + 1.75L)a}{(5.645L + a^* - 3.012b^*)}$$

ظرفیت و پایداری امولسیون با استفاده از روش سیارینی [2] و همکاران (۲۰۰۹) با کمی تغییرات انجام شد [۹]. برای تهیه امولسیون در دمای اتاق، روغن آفتابگردان ۶ml به صورت تدریجی به محلول صمغ (۰/۱٪، ۶۰ میلی‌لیتر) اضافه شده و به مدّت ۱۰ دقیقه روی رولر میکسر[3] (Shimi Fan, Iran) با سرعت ۲۰۰۰rpm هم زده شد. سپس با سرعت ۹٦۰۰rpm به مدّت ۱ دقیقه با استفاده از دستگاه (Ultra Turrax T-25, IKA, Germany) هموژنیزه[4] شد. در نهایت محلول با سرعت ۴۰۰۰ rpm به مدّت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ[5] شد. ظرفیت امولسیون طبق رابطه زیر به دست می‌آید.

$$Emulsioncapacity = \left(\frac{e_v}{tv} \right) \times 100 \qquad (۳)$$

در این معادله e_v حجم امولسیون و t_v حجم کلی است.

برای پایداری امولسیون در مقابل دما، امولسیون در دمای ۸۰ برای ۳۰ دقیقه حرارت داده شد و سپس به مدّت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ rpm سانتریفوژ شد. پایداری امولسیون با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$Emulsionstability = \left(\frac{ie_v}{fev} \right) \times 100 \qquad (۴)$$

i_{ev} نشان‌دهنده حجم امولسیون اولیه و f_{ev} حجم امولسیون نهایی است.

ابتدا محلول ۰/۱ درصد صمغ دانه شاهی با استفاده از حل کردن پودر صمغ دانه شاهی در آب مقطر تهیه شده و در دمای اتاق روی رولر میکسر هم زده شد. برای تهیه کف، ۲ درصد آلبومین[6] به محلول صمغ دانه شاهی(۰/۱٪، ۴۵ میلی‌لیتر) اضافه شده و به مدّت ۴ دقیقه هم زده شد[۱۰]. ظرفیت و پایداری کف طبق روش زیر محاسبه می‌شود [۱۱].

$$Foamcapacity(\%) = \left(\frac{v_{aw} - v_{bw}}{v_{aw}} \right) \times 100 \qquad (۵)$$

در معادله ظرفیت کف[7]، v_{aw} حجم کف بعد از زدن[8] و v_{bw} حجم کف قبل از زدن [9] است.

$$Foamstability(\%) = \left(\frac{f_{va30}}{i_{fv}} \right) \times 100 \qquad (۶)$$

در این معادله، f_{va30} حجم کف بعد از ۳۰ دقیقه و i_{fv} حجم کف اولیه[10] است. برای تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS ۹،۳،۱ و در سطح معنی‌داری

1- Chroma
2- Sciarini
3- Roler Mixer
4- Homogenized

5- Centrifuge
6- Albumin
7- Foam Capacity
8- Volume after Whipping
9- Volume before Whipping
10- Initial Foam Volume

۰/۰۵ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثر دما بر خصوصیات رنگ

در(جدول ۱) نتایج مربوط به اختلاف رنگ پودرهای صمغ دانه شاهی با استفاده از روش‌های مختلف خشک کردن آورده شده است. نمونه‌ها در ابتدا در دمای ۴۰ زردتر بوده با افزایش دما شاخص *L (روشنایی) در حال افزایش است و نمونه‌ها روشن‌تر شده‌اند. شاخص *a هم با افزایش دما در حال افزایش است. یعنی نمونه‌ها با افزایش دما روشن‌تر و قرمزتر شده‌اند، اما تغییرات معنی‌دار نبوده و تفاوت جزئی داشتند ($p>0/05$). آون با دمای ۴۰ بیشترین زردی ($b=0/85$)، تغییرات کروما و قهوه‌ای شدن را داشته و همچنین تفاوت معنی‌داری با بقیه نمونه‌ها داشته است ($p<0/05$).

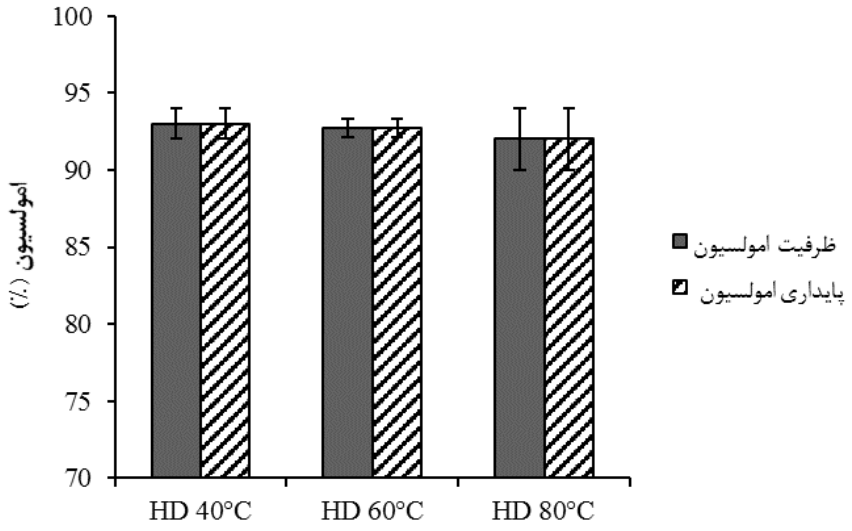
۳-۲- اثر دمای خشک کردن بر ویژگی‌های امولسیفایری

همان‌طور که در(شکل ۱) مشخص است ویژگی امولسیفایری صمغ دانه شاهی بیشتر از ۹۰ درصد شده است، که این ویژگی خوب مربوط به فعالیت سطحی محلول صمغ دانه شاهی و حضور پروتئین در آن است [۱۲]. آون با دمای ۴۰ ویژگی امولسیفایری بهتری نسبت به بقیه داشته است، اما تغییرات، جزئی بوده و تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همه نمونه‌ها بعد از قرار دادن در دمای ۸۰ به مدّت ۳۰ دقیقه پایداری امولسیونی خوبی داشتند، اما تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های آون مشاهده نشد($p>0/05$).

جدول ۱- مقایسه اثر دماهای مختلف خشک کردن روی شاخص‌های رنگی صمغ شاهی

روش خشک کردن	L*	a*	b*	C*	BI
°C۴۰HD	^{a}۰/۰۲±۹۹/۶۸	^{b}۰/۰۱±۰/۰۷	^{a}۰/۰۵±۰/۸۵	^{a}۰/۰۵±۰/۸۵	^{a}۰/۰۵±۰/۸۸
°C۶۰HD	^{a}۰/۰۴ ±۹۹/۷۲	^{a}۰/۰۲±۰/۱۰	^{b}۰/۰۶±۰/۵۴	^{b}۰/۰۶±۰/۵۵	^{b}۰/۰۷±۰/۶۱
°C۸۰HD	^{a}۰/۰۱±۹۹/۷۳	^{a}۰/۰۱±۰/۱۱	^{b}۰/۰۲±۰/۵۳	^{b}۰/۰۲±۰/۵۴	^{b}۰/۰۲±۰/۶۰

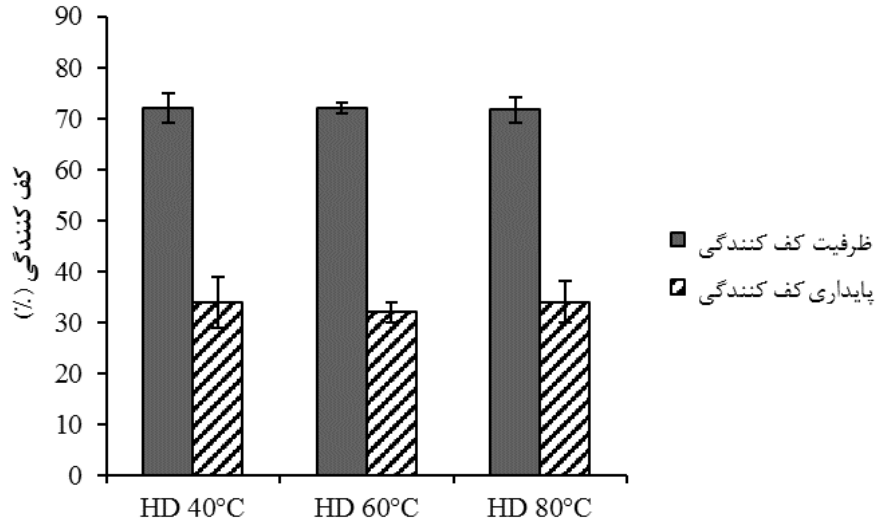
HD:آون هوا داغ



شکل ۱- اثر دمای خشک کردن با آون روی ظرفیت و پایداری امولسیون صمغ دانه شاهی

۳-۳- اثر دما بر ویژگی‌های کف‌کنندگی

طبق (شکل ۲) ظرفیت کف‌کنندگی صمغ دانه شاهی بالای ۷۰ درصد شده است، اما بعد از ۳۰ دقیقه حجم اولیه کف به ۳۲ درصد کاهش یافته است. صمغ دانه شاهی به علت اینکه در کمپلکس [1] گلیکو پروتئین[2] حضور دارد دارای فعالیت سطحی بالایی است و ویژگی‌های کف‌کنندگی خوبی دارد، اما در کل اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های آون مشاهده نشد($p>۰/۰۵$).



شکل ۲- اثر دمای خشک کردن با آون روی ظرفیت و پایداری کف‌کنندگی صمغ دانه شاهی

٤- نتیجه گیری

در این پژوهش، ویژگی‌های رنگی و امولسیونی صمغ دانه شاهی تحت تأثیر دمای خشک کردن آون مورد بررسی قرار گرفت. دما تأثیر چندانی روی ویژگی‌های رنگی صمغ دانه شاهی نداشته است. با افزایش دما رنگ پودرهای صمغ روشن‌تر شده و تغییرات قهوه‌ای شدن و کروما نیز کمتر شده است، اما تفاوت معنی‌داری بین دماهای مختلف مشاهده نشد. صمغ دانه شاهی به علت حضور پروتئین، ویژگی‌های کف‌کنندگی و امولسیونی خوبی دارد. آون با دمای ۴۰ ظرفیت امولسیونی بیشتری نسبت به بقیه داشته است، اما بین ۳ دما، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. گرما باعث باز شدن بخش پروتئینی شده، در نتیجه آمینو اسیدهای غیرپلار در یک جهت به سمت فاز روغنی رفته و گروه‌های هیدروفوبیک را به سمت تمایل بیشتر برای تجمع قطره‌ها هدایت می‌کنند. با وجود این، گاهی اوقات ممکن است گرما بخشی از پروتئین را باز کند، در نتیجه همه آمینو اسیدها به سمت فاز روغنی هدایت نشوند. این نتیجه از همان الگویی که ویسکوزیته با افزایش دما افزایش می‌یابد پیروی می‌کند. به همین علت با افزایش دمای خشک کردن، ویژگی امولسیون‌کنندگی در محلول امولسیون صمغ دانه شاهی کاهش یافته است. همچنین ظرفیت اموسیون‌کنندگی محلول صمغ عربی با افزایش دما کاهش یافته است که به علت دناتوره شدن بخش‌های پروتئینی با گرما است. پایداری امولسیونی و پایداری کف‌کنندگی نمونه‌ها هم خوب بودند. تمامی نمونه‌ها بعد از گرما دادن در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد برای ۳۰ دقیقه پایدار بودند و اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). این پایداری بالا به پلی‌ساکاریدهای با اندازه مولکولی بزرگ بستگی دارد، که لایه پایدارکننده ضخیم

1- Complex
2- Glycoprotein

تشکیل می‌دهند و از قطره‌های روغن در مقابل تجمع محافظت می‌کنند. بنابراین پایداری امولسیون ممکن است به دلیل ممانعت فضایی ناشی از افزایش وزن مولکولی و دافعه الکترونی ناشی از گلوکورونیک و گالاکتورونیک اسید صمغ دانه شاهی روی هر قطره روغنی پراکنده باشد.

۵- منابع

1. Mirhosseini, H., Amid, B.T. and Cheong, K.W., (2013). **"Effect of different drying methods on chemical and molecular structure of heteropolysaccharide–protein gum from durian seed."** Food Hydrocolloids, 31(2), pp.210-219.
2. Karazhiyan, H., Razavi, S.M., Phillips, G.O., Fang, Y., Al-Assaf, S., Nishinari, K. and Farhoosh, R., (2009). **"Rheological properties of Lepidium sativum seed extract as a function of concentration, temperature and time."** Food hydrocolloids, 23(8), pp.2062-2068.
3. Karazhiyan, H., Razavi, S.M. and Phillips, G.O., (2011). **"Extraction optimization of a hydrocolloid extract from cress seed (Lepidium sativum) using response surface methodology."** Food Hydrocolloids, 25(5), pp.915-920.
4. Granato, D., & Masson, M. L. (2010). **"Instrumental color and sensory acceptance of soy-based emulsions: a response surface approach."** Ciência e Tecnologia de Alimentos, 30(4), 1090–1096.
5. Palou, E., Lopez-Malo, A., Barbosa-Canocas, G., Chanes Welti, J. and Swanson, W. (1999). **"Polyphenoloxidase and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree."** J. Food Sci.
6. Buera, M., Lozano, R., & Petriella, C. (1986). **"Definition of colour in the non-enzymatic browning process."** Die Farbe, 32, 318–322.
7. Lu, S., Luo, Y., Turner, E., & Feng, H. (2007). **"Efficacy of sodium chlorite as an inhibitor of enzymatic browning in apple slices."** Food Chemistry, 104(2), 824–829.
8. Yam, K. L., & Papadakis, S. E. (2004). **"A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces."** Journal of Food Engineering, 61(1), 137–142.
9. Sciarini, L. S., Maldonado, F., Ribotta, P. D., Perez, G. T., & Leon, A. E. (2009). **"Chemical composition and functional properties of Gleditsia triacanthos gum."** Food Hydrocolloids, 23, 306e313.
10. Koocheki, A., Taherian, A. R., & Bostan, A. (2013).**"Studies on the steady shear flow behavior and functional properties of Lepidium perfoliatum seed gum."** Food Research International, 50, 446–456.
11. Jahanbin, K., Moini, S., Gohari, A. R., Emam-Djomeh, Z., & Masi, P. (2012). **"Isolation, purification and characterization of a new gum from Acanthophyllum bracteatum roots."** Food Hydrocolloids, 27, 14–21.
12. Huang, X., Kakuda, Y., & Cui, W. (2001). **"Hydrocolloids in emulsion: particle size distribution and interface activity."** Food Hydrocolloids, 15, 533–542.

آدرس نویسنده

مازندران- ساری- کیلومتر ۹ جاده دریا - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری- گروه علوم و صنایع غذایی