مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال پانزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، صفحات ۸۲-۷۱

تأثیر زمان فراصوت و نوع اسید بر بازده و ویژگی‌های کیفی پکتین متوکسیل بالا استخراج شده از میوه "به"

مهسا امان پور[۱]، نارملا آصفی[۲]

۱- کارشناسی ارشد، مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۲- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. پست الکترونیکی: n.asefi@iaut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۸ تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۴

چکیده

سابقه و هدف: پکتین یک جزء ساختاری مهم از دیواره سلولی گیاهان است که به فراوانی در صنعت غذا به عنوان ژل کننده، ثبات دهنده و امولسیفایر مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از این تحقیق بررسی بازده تولید و خصوصیات فیزیکوشیمیایی پکتین استخراج شده از میوه "به" به کمک امواج فراصوت است.

مواد و روش‌ها: پکتین با استفاده از دو نوع اسید (کلریدریک و سیتریک) در pH برابر با ۲ و تحت امواج فراصوت با توان ۳۲۰W در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و دمای ۶۰ درجه سانتیگراد استخراج شد. بازده استخراج، درجه استریفیکاسیون، درصد اسید گالاکتورنیک، فعالیت امولسیفایری، و خواص رئولوژیک پکتین استخراج شده تعیین گردید.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش نشان داد که بازده استخراج پکتین از میوه "به" (۹/۲۸درصد) و درجه خلوص آن (با محتوی اسید گالاکتورونیک ۷۴/۹۵ درصد) می‌باشد. بررسی درجه استریفیکاسیون مشخص کرد که پکتین حاصل از میوه "به" در شرایط ۶۰ و ۹۰ دقیقه تیمار فراصوت و استخراج شده با اسید کلریدریک، بیشتر از ۵۰ بوده و پکتین‌های استخراج شده در این شرایط جزو پکتین‌های متوکسیل بالا (HM) طبقه بندی می شوند اما در در شرایط دیگر، درجه استری شدن کمتر از ۵۰ درصد بدست آمد که نشان می دهد پکتین میوه "به" در این شرایط، جزو پکتین‌های متوکسیل پایین (LM) طبقه بندی می شوند. فعالیت امولسیفایری پکتین در شرایط استخراج با اسید کلریدریک و زمان ۹۰ دقیقه فراصوت دهی (۴۸/۳۸ درصد) بالا بود. رفتار جریانی محلول‌پکتین استخراج شده با اسید کلریدریک در ۳۰ دقیقه فراصوت دهی دارای رفتار سودوپلاستیک و در زمان‌های ۶۰ و ۹۰ دقیقه فراصوت دهی در در سرعت‌های برشی بالاتر نیوتنی می‌باشد.

نتیجه‌گیری: درجه خلوص مطلوب و خصوصیات فیزیکوشیمیایی پکتین حاصل از میوه "به" نشان می‌دهد که می‌توان از این محصول کشاورزی به عنوان یک منبع نوید بخش در تولید پکتین استفاده نمود.

واژگان کلیدی: پکتین متوکسیل بالا، استخراج فراصوت، استخراج اسیدی، میوه "به"، بازده، خواص فیزیکوشیمیایی

• مقدمه

اسید گالاکتورونیک و قندهای طبیعی از قبیل L- آرابینوز، L-رامنوز و D- گالاکتوز جزء اصلی پکتین را تشکیل می‌دهد. قسمت عمده ساختار پکتین، زنجیره ای از گالاکتورونیک اسید با پیوندهای $\alpha(1 \rightarrow 4)$ بوده که به صورت جزئی با متانول و یا اسید استیک استری شده است. از مهم ترین پارامترهای تعیین کننده کاربرد پکتین درجه استریفیکاسیون آن می‌باشد که بنا به تعریف به درصد گروه های کربوکسیل استری شده با متانول اطلاق می‌شود. بسته به درجه استریفیکاسیون، پکتین ها به دو دسته متوکسیل بالا (DE >۵۰٪) و متوکسیل پایین (DE <۵۰٪) تقسیم می‌شوند (۱). پکتین دارای خواص عملکردی زیادی بوده و می‌تواند به عنوان سفت کننده، عامل تشکیل ژل، پایدار کننده، امولسیفایر و عامل اتصال دهنده کاتیون عمل کند. پکتین با درجه استری بالا در حضور غلظت‌های بالای شکر (۷۵-۵۵ درصد) و در pH های پایین (۵-۲/۵) تشکیل ژل می‌دهد، در حالی که تشکیل ژل در پکتین با درجه استری پایین در دامنه وسیعی از pH، در حضور یا بدون حضور مقدار اندک شکر صورت (Degree of Esterification)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

می‌پذیرد، اما وجود یون‌های دو ظرفیتی مانند کلسیم برای تشکیل ژل این نوع پکتین الزامی است (۲) پکتین حاصل از پوست هندوانه (۳)، تفاله سیب (۴) و پرتقال از جمله پکتین‌های با درجه استری بالا و پکتین حاصل از پوست کاکائو (۵) و نارنج از جمله پکتین‌های با درجه استری پایین می‌باشند(۶) پکتین‌ها با درجات استری بالا و پایین خصوصیات فیزیکوشیمیایی مختلف و در نتیجه کاربردهای متفاوتی دارند. به طور کلی این ترکیب یک هیدروکلوئیدی اسیدی است که به عنوان یک افزودنی طبیعی در بسیاری از صنایع و به ویژه صنایع غذایی و دارویی کاربردهای فراوانی دارد. در صنعت غذا از خاصیت ژل‌کنندگی، تثبیت‌کنندگی، ایجاد بافت، امولسیفایری، قوام دهندگی، پرکنندگی و جایگزین چربی آن استفاده می‌شود. بیشترین کاربرد پکتین در صنایع غذایی، استفاده از آن در تولید مرباها و ژله‌ها به عنوان یک ماده ایجاد کننده ژل و قوام دهنده است. علاوه بر این، به عنوان ژل کننده در محصولات کم کالری به علت عدم حضور و یا حضور مقدار جزئی شکر برای افراد مبتلا به اضافه وزن و یا دیابت مورد استفاده قرار می‌گیرد(۱).

درجه استریفیکاسیون در پکتین‌های پر استر یکی از عوامل بسیار مهم در قابلیت حل شدن و تشکیل ژل در پکتین بوده و روی گرانروی و قوام محلول‌های آن تأثیر می‌گذارد و در مکانیسم تشکیل ژل نیز نقش اساسی دارد. درصد اسید گالاکتورونیک نیز از جمله خصوصیات فیزیکوشیمیایی مهم پکتین می‌باشد که رابطه مستقیمی با میزان خلوص دارد. به طوری که هر چه میزان این پارامتر بیشتر باشد، پکتین حاصل خالص‌تر است(۷). همه انواع پکتین با محتوای بالای گالاکتورونیک اسید توصیف می‌شوند و با توجه به نظر سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) و اتحادیه اروپا (EU) پکتین باید حداقل ۶۵ درصد گالاکتورونیک اسید داشته باشد(۸) .

استفاده از آب داغ اسیدی شده با اسیدهای معدنی از روش‌های سنتی و پرکاربرد استخراج پکتین می‌باشد(۹). همچنین استفاده از آنزیم‌های سلولاز و همی سلولاز میکروبی از دیگر روش‌های استخراج پکتین می‌باشد که محصول حاصله قادر به تشکیل ژل نبوده و یا ژل ضعیفی ایجاد می‌کند(۱۰) بنابراین جایگزین کردن این روش با یک روش بهتر و جدیدتر که مشکلات ناشی از آن را به حداقل برساند، ضروری به نظر می‌رسد. روش فراصوت از جمله روش‌های نوین استخراج بوده که اخیراً بسیار مورد توجه محققین قرار گرفته است. این روش نسبت به روش‌های سنتی مزایای بسیاری دارد که از جمله آن می‌توان به زمان فرایند کوتاه‌تر، حلال مصرفی کمتر، راندمان تولید بالاتر، تولید محصول با کیفیت بالاتر و صرف هزینه کمتر اشاره کرد(۱۱).

پکتین تجاری عمدتاً از پوست مرکبات، تفاله سیب و چغندر قند استخراج می‌شود(۱۲). اما محققین و تولید کنندگان به دنبال منابع جدید بوده و مطالعات زیادی روی پکتین منابع غیر تجاری از قبیل پوست کاکائو (۵) پوست شاخه توت (۱) تفاله هلو (۱۳) ضایعات گیاه سیزال(۱۴)، پوست هندوانه (۱۵)، پوست سویا (۱۶)، کدو تنبل (۱۰) و پوست موز (۱۷) انجام داده اند.

میوه "به" با نام علمی (*Cydonia oblonga*) از خانواده روزاسه (Rosaceae) می‌باشد که به خاطر بوی دلپذیر و عطر و طعم متمایز آن در ایران شناخته می‌شود. این میوه دارای خواص تغذیه ای و دارویی فراوانی می‌باشند. و غنی از ترکیبات مغذی چون ویتامین‌های A و B، املاح آهکی و تانن است همچنین این میوه مقویِ معده و متوقف کننده اسهال‌های ساده و خونی است و به دلیل دارا بودن پلی فنول ها، خواص آنتی آکسیدانی شگفت انگیزی دارد و از بروز بیماری‌های قلبی، عروقی و سکته مغزی و سرطان جلوگیری می‌نماید. از میوه‌های "به" برای تولید مربا، مارمالاد، ژله و همچنین پودینگ استفاده می‌شود(۱۸). از آنجایی که این میوه دارای مقدار زیادی پکتین است و با توجه به مطالعات اندک پژوهشی در زمینه کاربردهای آن، بنابراین استفاده از آن برای تولید پکتین، موجب تولید یک فراورده با ارزش افزوده بالا خواهد شد.

در این پژوهش استخراج پکتین از میوه "به" با هدف معرفی منبع جدیدی از پلی ساکارید بسیار با ارزش پکتین انجام گرفت. با توجه به این که نوع اسید و مدت زمان فراصوت دهی بر کیفیت و کمیت پکتین تأثیر گذار است، بررسی فرآیند استخراج پکتین از منابع جدید از نظر دستیابی به بیشترین راندمان استخراج و درجه خلوص مطلوب ضروری به نظر می رسد. در این پژوهش پکتین میوه "به" با استفاده از دو نوع مختلف اسید یعنی کلریدریک اسید و سیتریک اسید به کمک امواج فراصوت در سه زمان متوالی فراصوت دهی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه) جداسازی شد و اثر شرایط استخراج با هر دو نوع اسید و زمان‌های مختلف فراصوت دهی بر روی بازده، درجه استریفیکاسیون، درصد گالاکتورونیک اسید، فعالیت امولسیفایری، وزن مولکولی، گرانروی ذاتی و خواص رئولوژیکی پکتین حاصله بررسی گردید. همچنین از روش

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

فاکتوریل بر اساس کاملا تصادفی به منظور بررسی و تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصله استفاده گردید.

• مواد و روش‌ها

میوه به" با رقم و واریته اصفهان از بازار محلی تهیه گردید و قبل از انجام آزمایشات در سردخانه بالای صفر نگهداری شد. سیتریک اسید، هیدروکلریک اسید، سدیم هیدروکسید، اتانول ۹۶٪ از شرکت مرک آلمان خریداری گردید.

استخراج پکتین: از روشBagherian و همکاران (۲۰۱۱) با کمی تغییر برای استخراج پکتین از میوه "به" با استفاده از امواج فراصوت استفاده شد(۱۱). در این روش به رنده شده در یک ارلن با محلول ۱ نرمال هیدروکلریک اسید و ۱ نرمال اسید سیتریک (نسبت ۱۰ به ۱ وزنی/حجمی حلال به نمونه ۱:۱۰) با آب مقطر دیونیزه مخلوط شد. PH مخلوط با محلول ۱ نرمال هیدروکلریک اسید و ۱ نرمال اسید سیتریک بر روی عدد ثابت ۲ تنظیم شد. فرآیند استخراج در یک حمام اولتراسونیک هیتردار محتوی آب مقطر و در ترکیب زمان (۳۰ و ۶۰ و ۹۰ دقیقه) انجام گرفت. توان و درجه حرارت آب حمام اولتراسونیک، در تیمارهای استخراجی یکسان و به ترتیب ۳۲۰W و دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد بود. عصاره استخراج شده سرد شد تا به دمای محیط برسد و در مرحله بعد توسط سانتریفیوژ (Universal 320, Hettich, Germany)، (۱۰ دقیقه و با دور g × ۲۰۴۴) و سپس با کمک قیف بوخنر (کاغذ صافی واتمن شماره ۱) صاف شد. عصاره صاف شده در یک تبخیرکننده چرخشی (RV-10, IKA, Germany) و تحت شرایط خلاء تا یک پنجم حجم اولیه تغلیظ شد. سپس به نسبت حجمی ۱ به ۱/۵ (۱ قسمت عصاره و ۱/۵ قسمت اتانول ۹۶٪) با اتانول ۹۶ درصد مخلوط شد و به مدت ۸ ساعت در درجه حرارت محیط باقی ماند تا پکتین رسوب کند. پکتین رسوب کرده ۲ بار با اتانول ۹۶ درصد تازه، شستشو داده شد تا مونوساکاریدها و دی‌ساکاریدها از آن جدا شود. سپس با کمک قیف بوخنر (کاغذصافی واتمن شماره ۱) از ناخالصی‌ها جداسازی شد. پکتین به دست آمده تحت شرایط خلاء (۴۵درجه سانتی‌گراد) تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد.

تعیین بازده استخراج، درجه استریفیکاسیون و درصد گالاکتورونیک اسید پکتین تولید شده: بازده استخراج پکتین از طریق رابطه ۱ زیر محاسبه گردید(۱۹).

(۱)

بازده استخراج (درصد) =

۱۰۰×(وزن پودر خشک اولیه (گرم)/ وزن پکتین خالص (گرم))

درجه استریفیکاسیون به نسبت درصد گروه‌های استریفیه شده به کل گروه‌های کربوکسیل موجود در ساختمان پکتین اطلاق می‌گردد. درجه استریفیکاسیون نمونه پکتین به روش پتانسیومتری (۱۴) اندازه‌گیری شد. درجه استری شدن پکتین از رابطه ۲ محاسبه می‌شود:

$$DE\ (\%) = [V2/(V1 + V2)] \times 100 \quad (۲)$$

حجم سود مصرف شده به عنوان تیتر خنثی شدن (V_1) بر حسب میلی لیتر، حجم مصرفی تحت عنوان تیتر صابونی شدن (V_2) بر حسب میلی لیتر و DE درجه استریفیکاسیون (بر حسب درصد) می باشد.

محتوای اسید گالاکتورونیک پکتین با روش رنگ‌سنجی با معرف متاهیدروکسی‌دی‌فنیل اقتباس شده از روش Ibarz و همکاران (۲۰۰۶) اندازه‌گیری شد(۲۰). شد. غلظت گالاکتورونیک‌اسید نمونه‌های پکتین با استفاده از معادله رگرسیون خطی منحنی کالیبراسیون و بر پایه وزن خشک پکتین محاسبه گردید.

اندازه‌گیری گرانروی: در این قسمت ابتدا مخلوط پکتین و آب مقطر در غلظت‌های مختلف (۰/۱، ۰/۵ و ۱ درصدحجمی /وزنی) روی گرمکن مجهز به همزن مغناطیسی تا حل شدن کامل بهم زده شد. سپس به منظور هیدراته شدن کامل به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در ادامه ویسکوزیته غلظت‌های مختلف پکتین به وسیله یک ویسکومتر چرخشی قابل برنامه‌ریزی (LVDV-II Pro, Engineering Inc., USA Brookfield)، و با استفاده از اسپیندل LV در دمای اتاق اندازه‌گیری شد. حدود ۲۵ میلی‌لیتر از هر نمونه به داخل استوانه ویسکومتر ریخته شده و نرخ برش از ۲/۰۱ تا ۹۸/۱۲ بر ثانیه با فاصله‌های ۳ ثانیه برنامه ریزی گردید. سپس نمودار گرانروی در مقابل نرخ برش رسم شد(۲۱). در این تحقیق، برای بررسی گرانروی، ۳ محلول با زمان‌های مختلف فراصوت دهی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه) از پکتین تولید شده در شرایط استخراج با کلریدریک اسید، تهیه گردید و گرانروی نمونه‌ها با ویسکومتر در دمای اتاق مورد بررسی قرار گرفت. سپس نمودارهای گرانروی که شامل نرخ برش در محور افقی و گرانروی و تنش برش در محور عمودی است، رسم گردیدند. گرانروی پکتین به صورت انتخابی از بین نمونه‌های با بازده بالاتر صورت می گیرد.

بررسی خصوصیات امولسیفایری: برای تخمین فعالیت امولسیفایری و ثبات امولسیون از روش Dalev و همکاران (۱۹۹۵) با کمی تغییر استفاده شد(۲۲). برای تهیه

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

امولسیون ۵ میلی‌لیتر روغن آفتابگردان به ۵ میلی لیتر محلول پکتین ۵ درصد حجمی/وزنی (شامل ۰/۰۲ درصد سدیم آزید به عنوان ضد باکتری) اضافه شد. در مرحله بعد، نمونه‌ها با هموژنایزر در ۱۰۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۴ دقیقه مخلوط شدند. سپس، امولسیون‌ها در شرایط g × ۲۰۴۴ به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق سانتریفیوژ شدند. فعالیت امولسیفایری با توجه به رابطه ۳ زیر محاسبه گردید:

(۳)

۱۰۰ × (حجم کل نمونه / حجم لایه امولسیون شده) =فعالیت امولسیفایری

برای مطالعه ثبات امولسیون، نمونه‌های تولید شده، به مدت ۱ و۳۰ روز در هر یک از دماهای ۲۳ و ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس این فاکتور با توجه به رابطه ۴ زیر محاسبه گردید:

(۴)

=ثبات امولسیون (درصد)

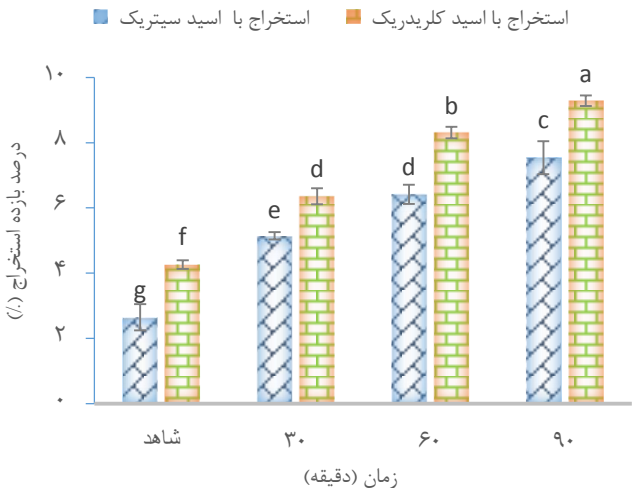
۱۰۰ × (حجم لایه امولسیون اولیه / حجم لایه امولسیون باقیمانده)

آنالیز آماری: در این تحقیق، بررسی و تجزیه و تحلیل آماری داده‌های بدست آمده از آزمایشات، به صورت طرح فاکتوریل بر پایه کاملا تصادفی با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال $P\leq$۰/۰۵ استفاده شده و کلیه نمودارها توسط نرم افزار EXCEL۲۰۱۳ رسم شدند.

• یافته‌ها

راندمان استخراج: شکل ۱، نتایج مربوط به تأثیر نوع اسید (کلریدریک و سیتریک اسید) و زمان‌های اعمال فراصوت (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه) روی بازده استخراج پکتین (به صورت درصد) از پکتین میوه "به" را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، بالاترین درصد بازده پکتین، در شرایط استخراج با کلریدریک اسید و زمان ۹۰ دقیقه فراصوت دهی و کمترین بازده مربوط به نمونه کنترل (فراصوت داده نشده و استخراج با اسید سیتریک) به ترتیب ۹/۲۸ درصد و ۲/۶۴ درصد بدست آمد.

با توجه به شکل ۱ می‌توان مشاهده نمود که در فرآیند استخراج با کلریدریک و سیتریک اسید با افزایش زمان فراصوت دهی از ۳۰ تا ۹۰ دقیقه، افزایش معنی‌داری در بازده استخراج مشاهده گردید ($p<$۰/۰۵). همچنین می‌توان مشاهده کرد که از نظر بازده استخراج پکتین بین فرآیند استخراج با کلریدریک اسید در زمان ۳۰ دقیقه و استخراج با سیتریک اسید در زمان ۶۰ دقیقه فراصوت دهی اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود ندارد ($p>$۰/۰۵). در همه زمان‌های اعمال فراصوت درصد بازده استخراج با کلریدریک اسید از درصد بازده استخراج با سیتریک اسید به طور معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بیشتر است ($p<$۰/۰۵) که این نشان دهنده تأثیر نوع اسید در افزایش درصد بازده استخراج پکتین میوه "به" می باشد.



شکل ۱. تأثیر استخراج با دو نوع کلریدریک و سیتریک اسید بر درصد بازده استخراج پکتین میوه "به" در نمونه کنترل و زمان‌های مختلف فراصوت دهی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه)

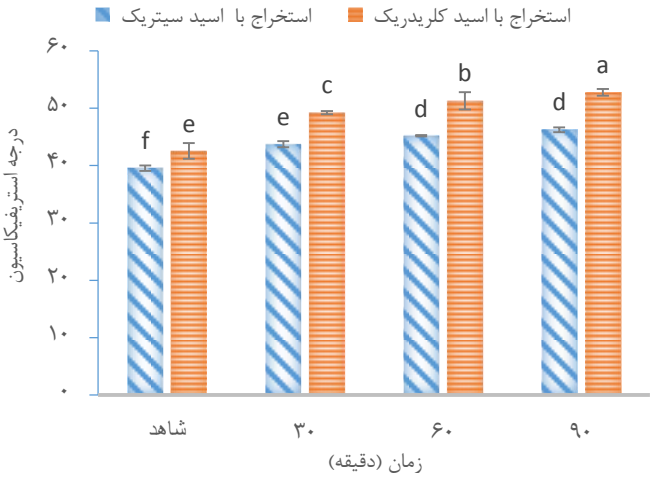
درجه استریفیکاسیون: درجه استریفیکاسیون پکتین، یکی از مهم‌ترین پارامترها برای شناسایی کاربرد آن است، که بنا به تعریف نشانگر تعداد مول‌های متانول به ازای ۱۰۰ مول گالاکتورونیک اسید است(۲۳) شکل ۲ نتایج مربوط به تأثیر نوع اسید (اسید کلریدریک و اسید سیتریک) و زمان‌های متفاوت اعمال فراصوت (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه) بر روی درجه استریفیکاسیون پکتین حاصل از میوه "به" را نشان می‌دهد. همان طور که در این شکل مشاهده می‌شود پارامترهای مؤثر در فرآیند استخراج (نوع اسید و زمان فراصوت) تأثیر قابل توجهی روی درجه استریفیکاسیون (درصد) پکتین دارند. به طوری که بیشترین درجه استریفیکاسیون در شرایط ۹۰ دقیقه فراصوت دهی و تحت کلریدریک اسید (۵۲/۷۸ درصد) و کمترین درجه استریفیکاسیون در نمونه کنترل تحت سیتریک اسید (۳۹/۵۷ درصد) حاصل شد.

در شرایط استخراج با کلریدریک و سیتریک اسید افزایش معنی‌داری در هر دو زمان فراصوت دهی نمونه نسبت به نمونه کنترلی که تحت فراصوت قرار نگرفته است از نظر درجه استریفیکاسیون مشاهده گردید ($p<$۰/۰۵) اما از نظر درجه

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

استریفیکاسیون بین نمونه‌های فراصوت داده شده (۶۰ و ۹۰ دقیقه) در شرایط استخراج با سیتریک اسید اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده نشد ($p>$ ۰/۰۵). در شرایط استخراج با کلریدریک اسید بین نمونه‌های فراصوت داده شده در تمام زمان ها (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه) افزایش معنی‌داری در درجه استریفیکاسیون مشاهده شد ($p<$ ۰/۰۵).

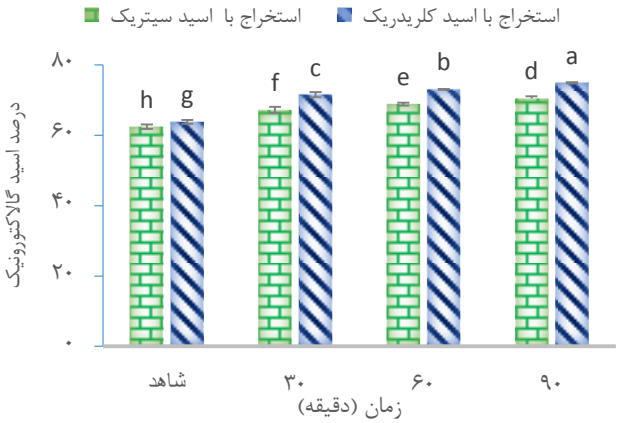
نتایج آنالیز واریانس نشان داد که با افزایش زمان فراصوت دهی و در شرایط استفاده از کلریدریک اسید درجه استریفیکاسیون پکتین حاصله نیز مانند بازده استخراج، افزایش می یابد. زمان ۹۰ دقیقه فراصوت دهی بیشترین تأثیر را روی افزایش درجه استریفیکاسیون پکتین در شرایط استخراج با کلریدریک اسید داشت. این افزایش می تواند احتمالا به دلیل غیر فعال سازی بیشتر آنزیم پکتین متیل استراز در زمان‌های بالاتر باشد.



شکل ۲. تأثیر استخراج با دو نوع کلریدریک و سیتریک اسید بر درجه استریفیکاسیون پکتین میوه "به" در نمونه کنترل و زمان‌های مختلف فراصوت دهی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه)

محتوای گالاکتورونیک اسید: درصد گالاکتورونیک اسید نشان دهنده میزان خلوص پکتین می‌باشد و هر چه میزان این پارامتر بیشتر باشد پکتین حاصل خالص‌تر است. شکل ۳ نتایج تأثیر شرایط استخراج شامل زمان فراصوت دهی و نوع اسید (کلریدریک و سیتریک اسید) در pH مشخص را بر درصد گالاکتورنیک اسید پکتین "به" نشان می دهد. با توجه به این نمودار می توان تغییرات درصد گالاکتورنیک اسید را در شرایط مختلف استخراج مشاهده نمود. به طوری که بالاترین درصد گالاکتورنیک اسید مربوط به شرایط استخراج با کلریدریک اسید و ۹۰ دقیقه تحت امواج فراصوت (۷۴/۹۵ درصد) و کمترین میزان گالاکتورنیک اسید مربوط به شرایط استخراج با سیتریک اسید و بدون اعمال امواج فراصوت، در نمونه کنترل (۶۲/۴۷ درصد) بود.

در شرایط استخراج با کلریدریک اسید افزایش معنی‌داری بین نمونه‌های فراصوت دیده با نمونه کنترلی (فراصوت داده نشده) از نظر درصد گالاکتورونیک اسید در سطح ۵ درصد قابل مشاهده بود ($p<$ ۰/۰۵)، همچنین بین نمونه‌های تحت امواج فراصوت در تمام زمان ها (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه) در هر دو نوع اسید اختلاف آماری معنی‌داری از نظر درصد گالاکتورونیک اسید در سطح ۵ درصد وجود داشت ($p<$ ۰/۰۵). با توجه به نتایج می توان بیان کرد که بطور کلی امواج فراصوت در همه زمان ها و با هر دو نوع اسید استفاده شده تأثیر معنی‌داری بر روی درصد گالاکتورونیک اسید دارند ($p<$ ۰/۰۵).

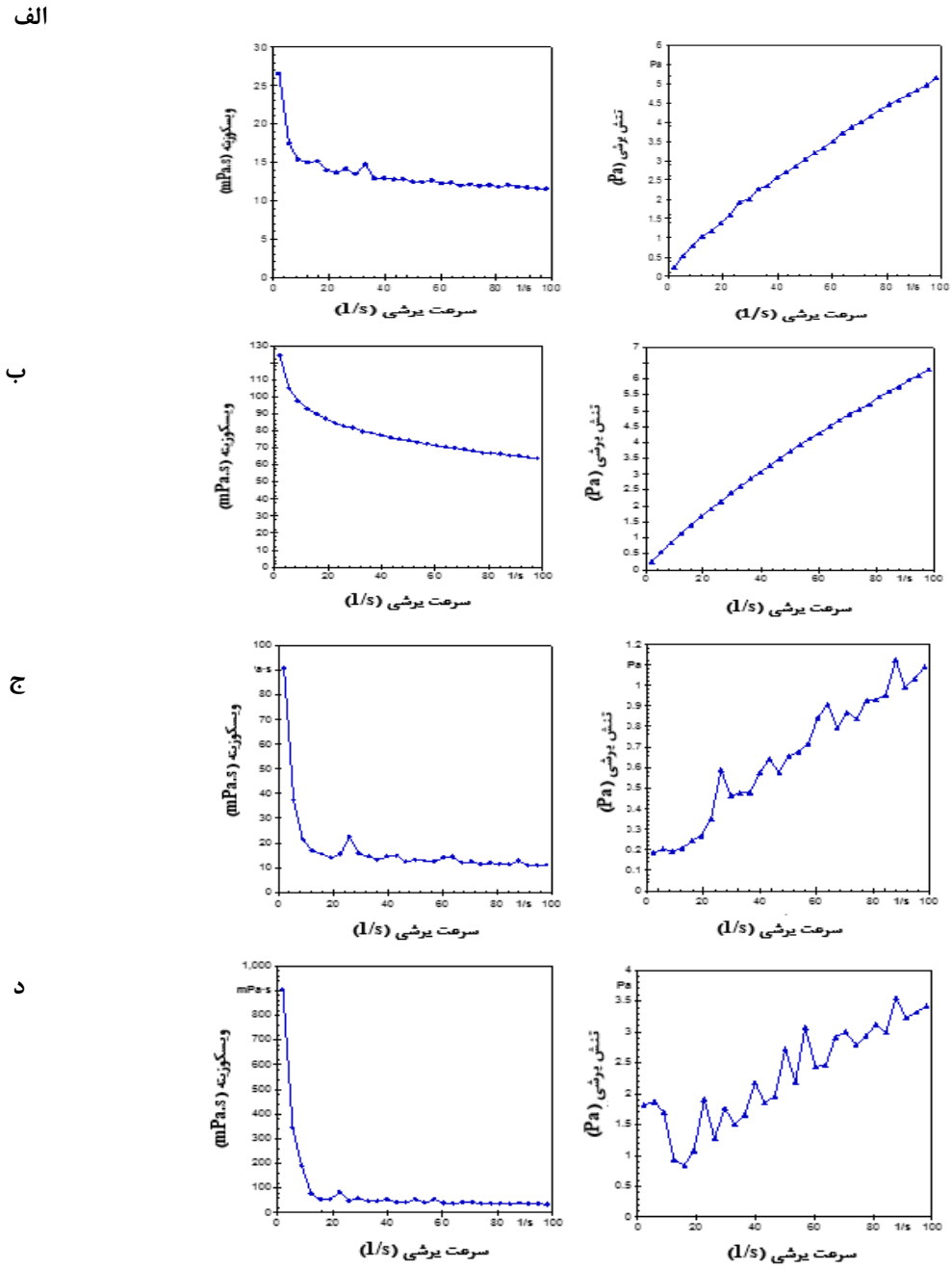


شکل ۳. تأثیر استخراج با دو نوع کلریدریک و سیتریک اسید بر درصد گالاکتورونیک اسید پکتین میوه "به" در نمونه کنترل و زمان‌های مختلف فراصوت دهی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه).

بررسی گرانروی و رفتار جریان: لازم به ذکر است که در این پژوهش گرانروی بر اساس بازده استخراج پکتین انجام شد، بنابراین پکتین‌های حاصل از استخراج با کلریدریک اسید که بازده بالاتری را دارند برای انجام آزمون‌های گرانروی انتخاب شدند و از انجام آزمون‌های گرانروی بر روی پکتین-های حاصل از استخراج با سیتریک اسید که بازده پایینی دارد، در این مرحله صرف نظر شد. بطور کلی هیدروکلوئیدهایی مانند پکتین قادر به ایجاد گرانروی بالا در غلظت های پایین می باشند (۲۴) شکل ۴ (الف، ب،ج و د) به ترتیب نمودارهای تنش برشی- سرعت برشی و گرانروی ظاهری- سرعت برشی پکتین میوه "به" استخراج شده با کلریدریک اسید در نمونه شاهد بدون فراصوت دهی و در نمونه‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه فراصوت دیده را نشان می‌دهد. نمونه شاهد (بدون اعمال

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

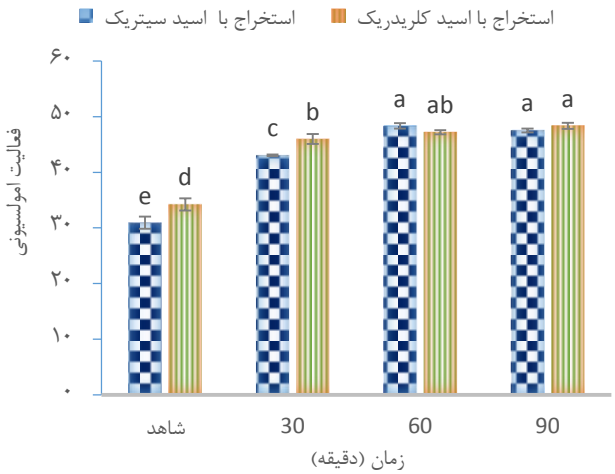
فراصوت) در سرعت‌های برشی پایین (تقریبا تا ۱/s ۴۰) رفتار غیر نیوتنی از نوع رقیق شوندگی با برش و در سرعت‌های برشی بالاتر (تقریبا بیشتر از ۱/s ۴۰) رفتار نیوتنی (n=۱) را نشان داد. نمونه پکتین ۳۰ دقیقه فراصوت دیده (شکل ۴ ب) در همه سرعت‌های برشی دارای رفتار رقیق شونده با برش (سودوپلاستیک) می‌باشد. برای نمونه‌های پکتین ۶۰ و ۹۰ دقیقه فراصوت دیده، مقدار عددی گرانروی ظاهری محلول پکتین با افزایش سرعت برش در محدوده ۱۵-۰ بر ثانیه با شیب تند کاهش یافته و در سرعت های برش خیلی بالا (محدوده ۱۰۰-۱۵ بر ثانیه) تقریبا ثابت باقیمانده است (n=۱). این روند نشان‌دهنده رفتار غیر نیوتنی از نوع رقیق شوندگی با برش در سرعت‌های برش کم (تقریبا کمتر از ۱/s ۱۵) و رفتار نیوتنی در سرعت های برش بالا (تقریبا بین ۱/s ۱۵ تا ۱۰۰) می‌باشد (n=۱).



شکل ۴. تنش برشی- سرعت برشی و گرانروی ظاهری- سرعت برشی پکتین میوه "به" استخراج شده با اسیدکلریدریک در نمونه شاهد بدون فراصوت دهی (الف)، در ۳۰ دقیقه فراصوت دهی(ب)، در ۶۰ دقیقه فراصوت دهی(ج)، در ۹۰ دقیقه فراصوت دهی(د)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

خصوصیات امولسیفایری: یکی از خواص مهم هیدروکلوئیدها خاصیت امولسیفایری و پایدار کنندگی امولسیون توسط آن‌ها است که در صنعت غذا کاربرد فراوانی دارد. در این پژوهش، فعالیت امولسیفایری پکتین‌های حاصل از میوه "به" تحت امواج فراصوت در شرایط استخراج با دو نوع کلریدریک اسید و سیتریک اسید، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که فعالیت امولسیفایری که بنا به تعریف حجم لایه امولسیونی به حجم کل می‌باشد برای پکتین‌های نمونه کنترل در شرایط استخراج با کلریدریک اسید و سیتریک اسید به ترتیب در حدود ۳۴/۲۵ و ۳۰/۹۳ درصد بوده است. همان طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، فعالیت امولسیفایری پکتین حاصل از میوه "به" با اعمال امواج فراصوت در سه دوره زمانی ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه بر روی نمونه‌ها به طور معنی‌داری نسبت به نمونه کنترل افزایش یافته است ($p<$ ۰/۰۵). همچنین با توجه به نتایج ملاحظه می‌شود که پارامترهای موثر در فرآیند استخراج (نوع اسید و زمان فراصوت) تأثیر قابل توجهی روی درصد فعالیت امولسیفایری پکتین دارند به طوری که بالاترین فعالیت امولسیفایری، در شرایط استخراج با کلریدریک اسید و زمان ۹۰ دقیقه فراصوت دهی برابر با ۴۸/۳۸ درصد و کمترین فعالیت امولسیفایری در میان نمونه‌های تحت فراصوت مربوط به پکتین استخراج شده با سیتریک اسید و ۳۰ دقیقه فراصوت دیده به میزان ۴۳/۰۶ درصد می باشد.



شکل ۵. تأثیر استخراج با دو نوع کلریدریک و سیتریک اسید بر درصد فعالیت امولسیفایری پکتین میوه "به" در نمونه کنترل و زمان‌های مختلف فراصوت دهی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه).

• بحث

در همه زمان‌های اعمال فراصوت درصد بازده استخراج با اسید کلریدریک از درصد بازده استخراج با سیتریک اسید به طور معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بیشتر بود ($p<$ ۰/۰۵)، که این نشان دهنده تأثیر نوع اسید در افزایش درصد بازده استخراج پکتین میوه "به" می‌باشد. افزایش بازده در اثر افزایش زمان فراصوت و نوع اسید که شرایط اسیدی مناسب، موجب هیدرولیز ترکیبات نامحلول پکتین به پکتین محلول شده و بازیافت پکتین را افزایش می‌دهد. کلریدریک اسید نسبت به سیتریک اسید در همه زمان‌های تیمار فراصوت، ترکیبات نامحلول پکتین بیشتری را به ترکیبات پکتین محلول هیدرولیز کرده و بازده استخراج بالاتری ایجاد می کند. امواج فراصوت هم از طریق تخریب سلولی و هم با افزایش انتقال جرم در لایه مرزی مجاور ماتریکس گیاهی به فرآیند استخراج کمک می‌کند (۱۷). انرژی حاصل از ترکیدن حباب‌های کاویتاسیونی باعث تخریب دیواره‌های سلولی و آزاد شدن مواد درون سلول به حلال مجاور می‌شود، از اینرو راندمان استخراج با به کارگیری امواج فراصوت بهبود یافته است(۲۵). Bagherian و همکاران (۲۰۱۱) نیز در استخراج پکتین از پوست گریب فروت به کمک فراصوت، گزارش کرده بودند که راندمان پکتین در درجه حرارت ثابت استخراج با افزایش زمان سونیکاسیون افزایش پیدا کرد و ۲۵ دقیقه پس از شروع استخراج به بیشترین مقدار رسید (۱۱). زمان فراصوت دهی بیشتر از ۲۵ دقیقه در مطالعه آنها منجر به کاهش راندمان (در اثر تخریب حرارتی) شد. Panchev و همکاران (۱۹۸۸) نیز در بررسی زمان‌های استخراج با فراصوت از ۱۰ تا ۶۰ دقیقه بر روی راندمان پکتین،زمان ۳۰ دقیقه را به عنوان زمان بهینه استخراج با فراصوت گزارش کرده بودند(۲۶). همچنین بازده استخراج پکتین در تحقیق حاضر از نتایج گزارش شده در مورد پکتین استخراج شده از پوست پرتقال (حدود ۱۹ درصد در استخراج به کمک امواج مایکروویو)، تفاله چغندر قند (حدود ۱۷/۲ درصد در استخراج اسیدی) و تفاله سیب (حدود ۹/۷۳ درصد در استخراج اسیدی) کمتر بوده است (۴، ۲۷).

Wang و همکاران (۲۰۱۵)، در بررسی استخراج پکتین از پوست گریپ فروت به کمک فراصوت گزارش کردند که استخراج به کمک فراصوت راندمان پکتین استحصال شده از پوست گریپ فروت را افزایش و درجه حرارت و زمان استخراج را کاهش می‌دهد(۲۸). همانطور که ملاحظه می شود بازده استخراج پکتین از میوه های مختلف متفاوت است. همچنین

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

با استخراج پکتین از میوهای خاص ولی در شرایط متفاوت، بازده استخراج پکتین تغییر خواهد کرد. دلیل این اختلاف عبارت است از: ماده اولیه، عوامل ژنتیکی، ارقام مختلف، شرایط کاشت، خاک، آب و هوا، مرحله بلوغ، اندازه ذرات، شرایط نگهداری و شرایط استخراج باشد.

پس از بررسی درجه استریفیکاسیون مشخص گردید که درجه استریفیکاسیون پکتین "به" در شرایط ۶۰ و ۹۰ دقیقه فراصوت‌دهی و استخراج با کلریدریک اسید بالا بوده (بیشتر از ۵۰) و جزو پکتین‌های متوکسیل بالا HM (High methoxyl Pectin) می‌باشند. بنابراین پکتین‌های این دسته احتیاج به حداکثر مواد جامد انحلال‌پذیر و pH حدود ۳ دارند و در حضور غلظت بالای شکر یا سوربیتول ژله‌ای می‌شوند. پکتین-های استخراجی با کلریدریک اسید (در ۳۰ دقیقه فراصوت دهی)، سیتریک اسید (در ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه فراصوت‌دهی) و نمونه‌های کنترل دارای درجه استریفیکاسیون پایینی بوده (کمتر از ۵۰) و از این رو جزو پکتین‌های متوکسیل پایین LM (Low methoxyl pectin) طبقه بندی می‌شوند. بنابراین نوع پکتین با درجه استری پایین، بدون حضور شکر و یا در حضور مقدار جزئی شکر و در محدوده وسیعی از pH (۲ تا ۶) ایجاد ژل می‌کند، اما حضور یون‌های دو ظرفیتی، مثل کلسیم برای این منظور، ضروری است. از این نوع پکتین می توان برای تولید محصولات با شکر کم مثل ژله ها و مرباهای کم کالری استفاده کرد.

علاوه بر این درجه استریفکاسیون پکتین هر میوه خاصی در تحقیقات مختلف با مقدار متفاوتی گزارش شده است که بیشتر ناشی از تفاوت در شرایط استخراج می باشد. طبق نظر Assoi و همکاران (۲۰۱۴) ساختار و ترکیب شیمیایی پکتین به منبع آن، روش تهیه بافت، شیوه استخراج، روش مورد استفاده برای جداسازی پکتین های استخراجی از مواد محلول، نوع و میزان تخلیص قبل از آنالیز و روش های استفاده شده برای ارزیابی و بررسی خصوصیات پکتین بستگی دارد و این عوامل موجب اختلاف در کمیت و کیفیت پکتین می شوند(۳۳). همچنین با توجه به نتایج برای رسیدن به بیشترین درجه استریفیکاسیون پکتین در شرایط استخراج با سیتریک اسید زمان ۶۰ دقیقه فراصوت دهی کفایت می‌کند و زمان ۹۰ دقیقه در این شرایط تأثیری در افزایش درجه استریفیکاسیون پکتین ندارد. دلیل این مسئله را می توان احتمالا به این واقعیت نسبت داد که افزایش تدریجی درجه حرارت در اثر امواج فراصوت در ابتدا آنزیم پکتین متیل استراز میوه را فعال کرده در حالی که دناتوراسیون این آنزیم در ابتدا خیلی آهسته انجام می‌گیرد. با این وجود دامنه این تغییرات در استخراج با فراصوت نسبت به سایر روش‌ها، به دلیل گرمایش سریعتر توده ماده و غیر فعال شدن سریع‌تر آنزیم‌های پکتولیتیک،کم است.

با بررسی نتایج حاصل از محتوای گالاکتورونیک اسید می-توان بیان داشت که پکتین‌های تحت امواج فراصوت با هر دو نوع اسید از خلوص مطلوبی برخوردار هستند. فاکتورهای مختلفی روی محتوای گالاکتورونیک اسید مؤثر هستند که از مهم‌ترین آن می‌توان به منبع پکتین و شرایط استخراج اشاره کرد. با مقایسه نتایج حاصل از این تحقیق با منابع تجاری پکتین می‌توان بیان داشت که محتوای گالاکتورونیک اسید پکتین استخراج شده از این منبع تقریباً مشابه با تفاله چغندر قند (۷۷/۸-۶۰/۲ درصد) و سیب (حدود ۷۳ درصد) بوده است (۲۸،۲۹). با بررسی نتایج حاصل از محتوای گالاکتورونیک اسید می‌توان بیان داشت که درصد گالاکتورونیک اسید همه پکتین‌های فراصوت دیده بالاتر از ۶۵ درصد بوده، بنابراین پکتین‌های حاصل با اساسنامه سازمان خواروبار (FAO) و اتحادیه اروپا و کشاورزی ملل متحد (EU) مطابقت دارند (۳۳). Bagherian و همکاران (۲۰۱۱) نیز در استخراج پکتین با فراصوت از پوست گریب فروت در شرایط مشابه استخراج، روند افزایش درصد گالاکتورونیک اسید با افزایش زمان استخراج را گزارش کرده بودند(۱۱). درصد گالاکتورنیک اسید پکتین استخراج شده از سیب توسط Constenla و همکاران (۲۰۰۳) و Rascón-Chu و همکاران (۲۰۰۹) به ترتیب ۶۰ و ۶۵ اعلام شد که بسیار مشابه با نتایج این تحقیق برای میوه "به" می‌باشد(۲۹، ۳۰)..

گالاکتورونیک اسیدها واحدهای سازنده پکتین می‌باشند. در هنگام استخراج پکتین هرچه از زمان‌های طولانی‌تر و pHهای پایین‌تر استفاده شود، میزان گالاکتورونیک تا حدی افزایش و از آن پس به واحدهای کوچکتر تجزیه می گردد. یکی از دلایلی که می توان برای افزایش خلوص در اثر کاهش pH استخراج عنوان کرد این است که هیدرولیز قندهای خنثی پکتین در pH پایین اتفاق می‌افتد(۳۳). بنابراین با افزایش زمان فراصوت دهی میزان گالاکتورونیک اسید و خلوص افزایش می یابد که به علت تجزیه واحدهای پکتین ناشی از امواج فراصوت و گرمای حاصله می باشد و با تغییر نوع اسید میزان گالاکتورونیک متفاوت است که احتمالا به دلیل تفاوت در مقدار pH ایجاد شده توسط هر کدام از اسیدهای مورد استفاده می باشد (۳۱).

خصوصیات امولسیفایری پکتین وابسته به حضورگروه‌هایی چون استیل، اسید فرولیک و پروتئین می‌باشد. نتایج بررسی

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

خواص امولسیفایری نشان داد که در استخراج با هر دو نوع اسید در ۶۰ و ۹۰ دقیقه فراصوت دهی می توان به فعالیت امولسیفایری یکسانی در همه پکتین‌ها دست یافت که این نشان دهنده بی تأثیر بودن نوع اسید در این زمان ها است. تاکنون مقادیر متفاوتی برای فعالیت امولسیفایری پکتین از منابع مختلف گزارش شده است بطوری که مقدار ۴۵/۸ درصد برای پکتین تفاله سیب و ۳۷ درصد برای پکتین تفاله زردآلو (۳۴)، ۵۸/۳ درصد برای پکتین میوه نخل پالمیرا (۳۳)، ۴۰/۷ درصد برای پکتین پوست نارنج (۳۲)، ۴۰-۳۵ درصد برای پکتین تفاله چغندرقند (۲۸) توسط محققان بدست آمده است. پکتین میوه "به" در شرایط استخراج با کلریدریک اسید و ۹۰ دقیقه فراصوت دهی در مقایسه با گزارش‌های فوق از فعالیت امولسیفایری بالاتری برخوردار است که می تواند به دلیل درجه استریفیکاسیون بالای این نوع پکتین باشد. Ramezanzade و همکاران (۲۰۱۷) اثر شرایط استخراج اسیدی بر بازده و ویژگیهای کیفی پکتین حاصل از پوست نارنج را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد، پکتین استخراجی در شرایط بهینه استخراج دارای فعالیت امولسیفایری برابر با ۴۵/۶ درصد و پایداری امولسیون مناسب بوده است(۳۲).

نتیجه گیری کلی:

در این پژوهش استخراج پکتین از میوه "به" با هدف معرفی منبع جدیدی از پلی ساکارید بسیار با ارزش پکتین انجام گرفت . با توجه به این که نوع اسید و مدت زمان فراصوت دهی بر کیفیت و کمیت پکتین تأثیر گذار است، بررسی فرآیند استخراج پکتین از منابع جدید از نظر دستیابی به بیشترین راندمان استخراج و درجه خلوص مطلوب ضروری به نظر می رسد. در این پژوهش پکتین میوه "به" با استفاده از دو نوع مختلف اسید یعنی کلریدریک اسید و سیتریک اسید به کمک امواج فراصوت در سه زمان متوالی فراصوت دهی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه) جداسازی شد. و اثر شرایط استخراج با هر دو نوع اسید و زمان های مختلف فراصوت دهی بر روی بازده، درجه استریفیکاسیون، درصد گالاکتورونیک اسید، فعالیت امولسیفایری، وزن مولکولی، ویسکوزیته ذاتی و خواص رئولوژیکی پکتین حاصله بررسی گردید. همچنین از روش فاکتوریل بر اساس کاملا تصادفی به منظور بررسی و تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصله استفاده گردید. در این پژوهش بیشترین بازده پکتین (۹/۲۸ درصد)، درجه استریفیکاسیون (۵۲/۷۸ درصد)، درصد اسید گالاکتورونیک (۷۴/۹۵ درصد) و فعالیت امولسیفایری (۴۸/۳۸ درصد) میوه "به" در استخراج با اسید کلریدریک و ۹۰ دقیقه فراصوت دهی (تحت شرایط ۳۲۰ وات، pH برابر با ۲ و ۴۰۰۰ rpm به مدت ۱۰ دقیقه با محلول های ۱ نرمال هر کدام از اسیدها) حاصل شد. همچنین در میان نمونه های فراصوت دیده بیشترین مقدار وزن مولکولی پکتین مربوط به نمونه استخراج شده با اسید سیتریک و ۳۰ دقیقه فراصوت دهی بود و ویسکوزیته ذاتی (۰/۲۲۹ دسی لیتر بر گرم) در این شرایط بدست آمد. . درجه استری شدن در بیشتر تیمارها کمتر از ۵۰ درصد بدست آمد که نشان می دهد پکتین میوه "به"، پکتینی متوکسیل پایین (LM) است. بازده استخراج در مقایسه با مقادیر گزارش شده برای دیگر منابع رایج پکتین پایین تر بود که می تواند ناشی از تفاوت در ماده اولیه، عوامل ژنتیکی، ارقام مختلف، شرایط کاشت، خاک، آب و هوا، مرحله بلوغ، اندازه ذرات، شرایط نگهداری و شرایط استخراج باشد. میزان خلوص پکتین های استخراج شده از میوه "به" در شرایط مختلف بالا می باشد. شرایط مختلف استخراج بر میزان خلوص پکتین نیز تأثیر گذار بود به طوری که آنالیز واریانس نشان داد که نوع اسید و زمان فراصوت دهی بطور معنی داری بر میزان درصد اسید گالاکتورنیک تاثیر گذار هستند. درصد گالاکتورنیک اسید پکتین میوه "به" تحت امواج فراصوت بالاتر از ۶۵ درصد (حداقل مقدار مجاز برای پکتین تجاری) و درصد خاکستر میوه کمتر از ۱۰ درصد (حداکثر مقدار مجاز برای پکتین تجاری) بوده و می تواند یک منبع مناسب برای تولید تجاری پکتین باشد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

References

1. Liu L, Cao J, Huang J, Cai Y, Yao J. Extraction of pectins with different degrees of esterification from mulberry branch bark. Bioresour Technol. 2010; 101(9): 3268-3273.
2. Garna H, Mabon N, Robert C, Cornet C, Nott K, Legros H, et al. Effect of extraction conditions on the yield and purity of apple pomace pectin precipitated but not washed by alcohol. J Food Sci. 2007; 72(1): DOI: 10.1111/j.1750-3841.2006.00227.x.
3. Wai WW, Alkarkhi AFM, Easa AM. Optimization of pectin extraction from durian rind (durio zibethinus) using response surface methodology. J Food Sci. 2009; 74(8). DOI: 10.1111/j.1750-3841.2009.01331.x
4. Canteri-Schemin MH, Fertonani HCR, Waszczynskyj N, Wosiacki G. Extraction of pectin from apple pomace. Brazilian Arch Biol Technol. 2005;48(2): 259-266.
5. Chan SY, Choo WS. Effect of extraction conditions on the yield and chemical properties of pectin from cocoa husks. Food Chem. 2013;141(4): 3752-3758.
6. Hosseini SS, Khodaiyan F, Yarmand MS. Optimization of microwave assisted extraction of pectin from sour orange peel and its physicochemical properties. Carbohydr Polym. 2016; 140: 59-65.
7. Yapo BM, Robert C, Etienne I, Wathelet B, Paquot M. Effect of extraction conditions on the yield, purity and surface properties of sugar beet pulp pectin extracts. Food Chem. 2007; 100(4): 1356-1364.
8. Willats WGT, Knox JP, Mikkelsen JD. Pectin: New insights into an old polymer are starting to gel. Trends Food Sci Technol. 2006;17(3): 97-104.
9. Xu Y, Zhang L, Bailina Y, Ge Z, Ding T, Ye X, et al. Effects of ultrasound and/or heating on the extraction of pectin from grapefruit peel. J Food Eng. 2014; 126: 72-81.
10. Ptichkina NM, Markina OA, Rumyantseva GN. Pectin extraction from pumpkin with the aid of microbial enzymes. Food Hydrocoll. 2008; 22(1): 192-195.
11. Bagherian H, Zokaee Ashtiani F, Fouladitajar A, Mohtashamy M. Comparisons between conventional, microwave- and ultrasound-assisted methods for extraction of pectin from grapefruit. Chem Eng Process Process Intensif. 2011; 50(11-12) 1237-1243.
12. Mesbahi G, Jamalian J, Farahnaky A. A comparative study on functional properties of beet and citrus pectins in food systems. Food Hydrocoll. 2005;19(4): 731-738.
13. Pagán J, Ibarz A, Llorca M, Pagán A, Barbosa-Cánovas G V. Extraction and characterization of pectin from stored peach pomace. Food Res Int. 2001; 34(7): 605-612.
14. Santos JDG, Espeleta AF, Branco A, De Assis SA. Aqueous extraction of pectin from sisal waste. Carbohydr Polym. 2013;92(2) 1997-2001.
15. Prakash Maran J, Sivakumar V, Thirugnanasambandham K, Sridhar R. Microwave assisted extraction of pectin from waste Citrullus lanatus fruit rinds. Carbohydr Polym. 2014; 101(1): 786-791.
16. Kalapathy U, Proctor A. Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin. Food Chem. 2001; 73(4) 393-396.
17. Qiu LP, Zhao GL, Wu H, Jiang L, Li XF, Liu JJ. Investigation of combined effects of independent variables on extraction of pectin from banana peel using response surface methodology. Carbohydr Polym. 2010;80(2): 326-331.
18. Noshad M, Mohebbi M, Shahidi F, Mortazavi SA. Kinetic modeling of rehydration in air-dried quinces pretreated with osmotic dehydration and ultrasonic. J Food Process Preserv. 2012; 36(5): 383-392.
19. Kulkarni SG, Vijayanand P. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (Passiflora edulis f. flavicarpa L.). LWT - Food Sci Technol. 2010;43(7): 1026-1031.
20. Ibarz A, Pagán A, Tribaldo F, Pagán J. Improvement in the measurement of spectrophotometric data in the m-hydroxydiphenyl pectin determination methods. Food Control. 2006;17(11): 890-893.
21. Garavand F, Madadlou A. Recovery of phenolic compounds from effluents by a microemulsion liquid membrane (MLM) extractor. Colloids Surfaces A Physicochem Eng Asp. 2014; 443: 303-310.
22. Dalev PG, Simeonova LS. Emulsifying properties of protein–pectin complexes and their use in oil-containing foodstuffs. J Sci Food Agric. 1995;68(2): 203-206.
23. Wai WW, Alkarkhi AFM, Easa AM. Effect of extraction conditions on yield and degree of esterification of durian rind pectin: An experimental design. Food Bioprod Process. 2010; 88(2-3):209-214.
24. Kontogiorgos V, Margelou I, Georgiadis N, Ritzoulis C. Rheological characterization of okra pectins. Food Hydrocoll. 2012; 29(2): 356-362.
25. Patist A, Bates D. Ultrasonic innovations in the food industry: From the laboratory to commercial production. Innov Food Sci Emerg Technol. 2008;9(2): 147-154.
26. PANCHEV I, KIRCHEV N, KRATCHANOV C. Improving pectin technology. II. Extraction using ultrasonic treatment. International Journal of Food Science & Technology. 1988. 337-341.
27. Ma S, Yu SJ, Zheng XL, Wang XX, Bao QD, Guo XM. Extraction, characterization and spontaneous emulsifying properties of pectin from sugar beet pulp. Carbohydr Polym. 2013; 98(1): 750-753.
28. Wang W, Ma X, Xu Y, Cao Y, Jiang Z, Ding T, et al. Ultrasound-assisted heating extraction of pectin from grapefruit peel: Optimization and comparison with the conventional method. Food Chem. 2015;178: 106-114.
29. Constenla D, Lozano JE. Kinetic model of pectin demethylation. In: Latin American Applied Research. 2003: 91-95.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

30. Rascón-Chu A, Martínez-López AL, Carvajal-Millán E, Ponce de León-Renova NE, Márquez-Escalante JA, Romo-Chacón A. Pectin from low quality "Golden Delicious" apples: Composition and gelling capability. Food Chem. 2009; 116(1): 101-103.

31. Assoi S, Konan K, Walker LT, Holser R, Agbo GN, Dodo H, et al. Functionality and yield of pectin extracted from Palmyra palm (Borassus aethiopum Mart) fruit. LWT - Food Sci Technol. 2014;58(1): 214-221.

32. Ramezanzade L, Hosseini SF, Nikkhah M. Biopolymer-coated nanoliposomes as carriers of rainbow trout skin-derived antioxidant peptides. Food Chem. 2017 .234: 220-229.

33. Leroux J, Langendorff V, Schick G, Vaishnav V, Mazoyer J. Emulsion stabilizing properties of pectin. In: Food Hydrocolloids. 2003. 455-462.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

Effect of Ultrasound Time and Acid Type on the Qualitative Properties of Extracted High Methoxyl Pectin from Quince Fruit

*Amanpour M,[1] Asefi N *[2]*

1- M.Sc Student, Department of Food Science & Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

*2- *Corresponding author: Associate Prof, Department of Food Sciences, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. Email: n.asefi@iaut.ac.ir*

Received 28 Jan, 2019 **Accepted 25 May, 2019**

Background and Objectives: Pectin is a complex mixture of polysaccharides that is widely used in the food industry as a gelling agent, stabilizer and emulsifier. The aim of this study was to investigate the efficiency and physicochemical properties of extracted pectin from quince fruit using ultrasound.

Materials & Methods: Pectin was extracted by ultrasound under the power of 320 W, two types of acids (HCL and citric acid), pH=2, time=30, 60 and 90 min, and temperature=60 °C. Then the physicochemical properties of pectin such as content of galactoronic acid, esterification degree, emulsifier properties, extraction efficiency, and rheological properties were investigated.

Results: The results showed that pectin had an efficiency of 9.28% and a reasonable purity (with galacturonic acid content of 74.95%). The study of degree of extraction revealed that the pectin derived from quince fruit at 60 and 90 min of ultrasound and extraction with HCL was high methoxyl (HM) pectin. The pectin's emulsifying activity was high. The viscosity results illustrated that the pectin solutions obtained from quince fruit by HCL at 30 min had a pseudo-plastic behavior, and at 60 and 90 min of ultra sonication and at higher shear rate, they had Newtonian behavior.

Conclusion: Good degree of purity and acceptable physicochemical properties of the obtained pectin show that this agricultural product can be used as a promising source for pectin production.

Keywords: High methoxyl pectin, Ultrasound extraction, Acid extraction, Quince fruit, Efficiency and physicochemical properties

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]