



ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی پودر نوشیدنی تولید شده از پوره زردآلو و عصاره هویج، با روش خشک کردن کف‌پوشی

مریم عبوض محمدی^۱، اکرم شریفی^{۱*}

۱- گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ‌های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۷

کلمات کلیدی:

پوره زردآلو،

عصاره هویج،

خشک کردن کف‌پوشی،

خشک کردن انجمادی.

DOI: 10.22034/FSCT.22.161.104.

* مسئول مکاتبات:

asharifi81@gmail.com

هدف از این پژوهش، تولید پودر نوشیدنی از پوره زردآلو و عصاره هویج به روش کف‌پوشی و ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی پودر تولید شده بود. ابتدا مخلوط عصاره هویج، پوره زردآلو و عصاره هل تهیه و سپس برخی خصوصیات شیمیایی مخلوط حاصل اندازه‌گیری شد. برای تهیه کف از این مخلوط، عصاره هویج و پوره زردآلو و هل با نسبت ۶۸: ۲۸/۵: ۰/۵ درصد با یکدیگر ترکیب شدند. از آلبومین به مقدار ۳ درصد به عنوان ماده کف‌کننده و از مالتودکستروزین در سطوح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد به عنوان پایدار کننده کف استفاده شد. خشک کردن کف‌های تهیه شده به دو روش انجمادی و هوای داغ انجام گرفت. خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی پودرهای تهیه شده اندازه‌گیری شد. روش خشک کردن تاثیر معنی‌داری بر روی درصد رطوبت، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنول کل، محتوای بتاکاروتن و ویژگی‌های حسی داشت. در حالی که حلالیت پودر و شاخص قهوه‌ای شدن تحت تاثیر روش خشک کردن قرار نگرفتند. پودرهای خشک شده به روش کف‌پوشی - انجمادی محتوای رطوبت، بتاکاروتن بیشتری در مقایسه با پودرهای خشک شده به روش کف‌پوشی - هوای داغ داشتند. در نمونه‌های خشک شده به روش هوای داغ، محتوای فنول، ظرفیت آنتی‌اکسیدان، و ویژگی‌های حسی بیشتر از نمونه پودرهای خشک شده به روش کف‌پوشی - انجمادی بود. با افزایش غلظت مالتودکستروزین، شاخص قهوه‌ای شدن، محتوای بتاکاروتن، محتوای فنول، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ویژگی‌های حسی کاهش پیدا کردند. علاوه بر این، تیمار صفر درصد مالتودکستروزین هوای داغ در ارزیابی حسی برتری نسبی دارد. پودر تولید شده به هر دو روش کف‌پوشی - انجمادی و کف‌پوشی - هوای داغ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی قابل قبولی داشت.

۱-مقدمه

زردآلو با نام علمی *Prunus armeniaca* متعلق به خانواده *Rosaceae*، زیر خانواده *Prunoideae* است [۱]. زردآلو سرشار از ترکیبات آنتی اکسیدانی از جمله کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها و لیکوپن است. ترکیبات فنولی زردآلو شامل کاتکین، اپی کاتکین، پی کوماریک اسید، کافئیک اسید، فرولیک اسید و استرهای آن است [۲]. زردآلو حاوی اسیدهای آلی مانند اسید مالیک و اسید سیتریک و منبع غنی بتاکاروتن است که پیشساز ویتامین A می باشد [۳]. زردآلوهایی که رنگ نارنجی تیره دارند، حاوی بتاکاروتن بیشتری هستند. زردآلو به دلیل داشتن بتاکاروتن باعث کاهش خطر بروز بیماری های قلبی، سکنه، آب مروارید و بعضی از سرطان ها می شود همچنین از پوست در برابر اشعه ماورای بنفش خورشید محافظت می کند، بدین ترتیب باعث جوان شدن پوست می شود [۴].

هویج با نام علمی *Daucus carota L* سبزی ریشه ای خوراکی و دوساله از خانواده چتریان است که از زمان های قدیم در آسیا و اروپا به صورت هویج خودرو یافت می شد [۵]. اندام خوراکی هویج ریشه گوشتی و ذخیره ای آن است که به رنگ های متفاوت از قبیل زرد، قرمز، نارنجی، بنفش و سفید دیده می شود. هویج های نارنجی غالباً حاوی ۴۵-۸۰ درصد بتاکاروتن و مقداری آلفاکاروتن هستند. هویج های قرمز حاوی مقادیر قابل توجهی لیکوپن و مقدار بسیار کمی بتاکاروتن هستند. هویج های ارغوانی دارای ترکیب کاروتنوئیدی مشابه هویج های نارنجی هستند اما وجود آنتوسیانین های تیره، رنگ نارنجی را می پوشاند. هویج های سفید فاقد هرگونه رنگیزه هستند [۶].

هل با نام علمی *Elettaria cardamomum* از خانواده زنجبیل و گیاهی گرمسیری است. منشأ هل جنوب شرق آسیا و جنگل های کوهستانی هند و سریلانکا است. هل به صورت وحشی و پرورشی در مناطق کوهستانی و در سایه درختان می روید [۷]. اسانس هل عمدتاً دارای ترکیبات مونوترپنی است که دارای فواید درمانی از جمله آنتی اکسیدانی، ضد

سرطان، ضد دیابت، ضد التهاب، ضد قارچ، ضد ویروس و محافظ گوارش هستند [۸]. اکثر میوه ها و سبزی ها حاوی مقادیر زیادی آب و مواد قندی هستند که آن ها را فسادپذیر می کند. برای جلوگیری از فساد این محصولات و نگهداری طولانی مدت آنها، روش های مختلفی وجود دارد [۹]. خشک کردن، یکی از قدیمی ترین روش های نگهداری و افزایش ماندگاری مواد غذایی است [۱۰]. خشک کردن ماده غذایی موجب کاهش وقوع واکنش های شیمیایی نامطلوب و افزایش ماندگاری فرآورده می شود. همچنین خشک کردن ماده غذایی و تبدیل آن به پودر موجب کاهش وزن، حجم و هزینه بسته بندی می شود. از طرف دیگر حمل و نقل و ذخیره سازی آسان تر صورت می گیرد [۱۱]. خشک کردن انجمادی یا لیوفیلیزاسیون یکی از سودمندترین و مناسب ترین روش ها برای خشک کردن ترکیبات حساس به حرارت مانند عصاره میوه ها و رنگدانه های طبیعی محسوب می شود [۱۲]. خشک کردن انجمادی فرایندی است که در طی آن ماده ای را منجمد می کنند و سپس با کاهش فشار سامانه، آب منجمد درون ماده مورد نظر را به طور مستقیم به بخار تبدیل می کنند (فرایند تصعید) [۱۳]. روش خشک کردن انجمادی برای ریزپوشانی ترکیبات حساس به حرارت مانند عصاره گیاهان و ترکیبات زیست فعال مانند آنتوسیانین ها نیز استفاده می شود [۱۴]. خشک کردن همرفتی با هوای داغ، رایج ترین روش خشک کردن مواد غذایی است [۱۵]. با این حال، این روش با وجود سهولت و سادگی، دارای معایبی نظیر مصرف انرژی زیاد و زمان خشک شدن طولانی به دلیل هدایت حرارتی پایین مواد غذایی است. همچنین، چروکیدگی قابل توجهی از طریق فروپاشی سلولی در نتیجه حذف آب ایجاد می شود [۱۶]. با تبدیل مواد غذایی به کف می توان فرایند خشک کردن را تسریع کرد. کف دیسپرسیون حباب های گاز در مایع و یا ماتریس جامد است و به صورت یک سیستم دو فازی، دارای یک فاز پراکنده (معمولاً هوا) و یک فاز پیوسته می باشد که

مالتودکسترین می‌توان خصوصیات کاربردی پودرها را بهبود بخشید و با روش کف‌پوشی- انجمادی می‌توان پودر نوشیدنی دارای خصوصیات فیزیکی مناسب تولید نمود [۲۳].

۲- مواد و روش‌ها

مواد اولیه مورد استفاده در این پژوهش، شامل زردآلو ماهنشان (*Prunus armeniaca*)، هویج (*Daucus carota L*)، هل، آلبومین تخم مرغ و مالتودکسترین (DE=18) بود. زردآلو ماهنشان از بازار زنجان، هویج از بازار ابهر، عصاره هل از شرکت آمیتیدا (ساخت ایران) و مالتودکسترین از شرکت زرماکارون (ساخت ایران) تهیه شدند. مواد شیمیایی مورد نیاز از شرکت مرک آلمان خریداری شد.

۲-۱- تهیه‌ی پوره و کف

میوه‌ها شسته شده و مواد خارجی آن جدا گردید. در هر آزمایش مقدار ۸۰۰ گرم میوه زردآلو توسط غذاساز (Moulinex ساخت فرانسه) کاملاً له گردید و برای یکنواخت کردن اندازه ذرات از الک (مش شماره ۳۰) عبور داده شد. سپس پالپ تولید شده در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شد. عصاره هویج با استفاده از دستگاه آبمیوه‌گیری خانگی (Rotel ساخت سوئیس) تهیه شد و دوبار از صافی عبور داده شد تا از وجود ذرات معلق در آن جلوگیری شود. در نهایت پوره زردآلو، عصاره هویج و عصاره هل با نسبت ۶۸: ۲۸/۵: ۰/۵ درصد وزنی/وزنی بر حسب آزمون‌های حسی اولیه با هم مخلوط شده و آزمایشات روی مخلوط حاصل انجام شد. از آلبومین سفیده تخم مرغ به عنوان ماده کف‌کننده استفاده شد. آلبومین در سطح ثابت ۳ درصد به مخلوط اضافه شد. برای ایجاد پایداری در کف، از مالتودکسترین استفاده شد. مالتودکسترین در سطوح صفر، ۱۰ و ۲۰ درصد (T1؛ آون صفر درصد مالتودکسترین، T2؛ آون ۱۰ درصد مالتودکسترین، T3؛ آون ۲۰ درصد مالتودکسترین، T4؛ انجمادی صفر درصد مالتودکسترین، T5؛ انجمادی ۱۰ درصد مالتودکسترین، T6؛ انجمادی ۲۰ درصد مالتودکسترین) به مخلوط اضافه شد. مقدار عصاره در همه تیمارها ثابت بود. ترکیب حاصل با استفاده از همزن

فاز پراکنده آن به وسیله لایه نازکی از فیلم مایع که به عنوان لاملا (دیواره نازک حباب) شناخته می‌شود از فاز پیوسته جدا می‌شود [۱۷]. خشک کردن کف پوشی فرآیندی است که طی آن، ماده غذایی مایع و شبه مایع با افزودن ترکیبات کف‌زا و پایدارکننده کف، به شکل کف نسبتاً پایداری در می‌آید تا متعاقباً به صورت لایه نازک خشک شوند [۱۸]. ساده و ارزان بودن از جمله مزایای خشک کردن کف‌پوشی می‌باشد [۱۹]. همچنین کف پوشی از جمله روش‌هایی است که در آن امکان خشک کردن ماده غذایی در دمای پایین و مدت زمان کم وجود دارد [۱۸].

از تحقیقات انجام شده در زمینه کف‌پوشی، می‌توان به اثر زمان و دما بر مشخصات پودر خشک شده میوه جامبولان به روش کف‌پوشی توسط کاروالیو تاواریس و همکاران (۲۰۲۰)، اشاره کرد. نتایج نشان داد که از نظر میزان فلاونول‌ها در بین نمونه‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد؛ میزان آنتوسیانین اندکی کاهش یافت؛ پودر جامبولان از نظر غلظت آنتوسیانین و فلاونول در تمامی دماهای ذخیره‌سازی بسیار پایدار است [۲۰]. گزارش شده است که برار و همکاران (۲۰۲۰) به بهینه‌سازی پارامترهای فرآیند خشک کردن کف‌پوشی هلو پرداختند. نتایج نشان داد که با افزایش ضخامت کف، زمان خشک شدن افزایش پیدا کرده و با افزایش دما و غلظت عامل کف‌کننده کاهش می‌یابد. نتایج حاکی از آن بود که پودر هلو خشک شده حاوی ایزوله پروتئین نخود نسبت به ایزوله پروتئین سویا، ترکیبات فعال زیستی بیشتری داشت [۲۱]. ویژگی‌های فیزیکی پودر عصاره چغندر قرمز کف‌پوشی شده به دو روش هوای داغ و انجمادی توسط حاجی آقایی و شریفی (۱۳۹۹) بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد با روش خشک کردن کف‌پوشی در هوای داغ می‌توان پودر نوشیدنی دارای خصوصیات فیزیکی مناسب و مقرون به صرفه تولید نمود [۲۲]. اثر عوامل حامل بر خواص فیزیکوشیمیایی پودر گل گاوزبان تولید شده به روش کف‌پوشی- خشک کردن انجمادی توسط حاجی علی اصغری و شریفی (۱۴۰۰) بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد با کاربرد حامل‌هایی نظیر صمغ عربی و

برای تعیین ظرفیت آنتی اکسیدانی از روش کلاتری و همکاران (۲۰۲۰) که بر اساس ارزیابی مهار رادیکال آزاد دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH) است انجام گرفت. به ۳۰ میکرولیتر از مخلوط پوره زردآلو و عصاره‌های هویج و هل، یک میلی‌لیتر محلول متانولی DPPH اضافه شد. سپس به مدت یک دقیقه با استفاده از ورتکس (VELP, Classic) ساخت ایتالیا) هم زده شد و ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه و در مکان تاریک نگهداری شد. پس از آن، جذب محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Lambda 35 UV/VIS Spectrometer, PerkinElmer، ایالات متحده آمریکا) در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد [۲۵].

$$\%AC = \left[1 - \frac{A_{\text{نمونه}}}{A_{\text{کنترل}}} \right] \times 100 \quad \text{معادله (۱)}$$

که در معادله (۱) A میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر می‌باشد.

۴-۳-۲- اندازه‌گیری محتوای فنول کل عصاره

اندازه‌گیری میزان فنول کل بر اساس روش فولین - سیوکالتیو انجام شد. در این روش، یک میلی‌لیتر از عصاره برداشته شده و به آن ۱ میلی‌لیتر آب مقطر و یک میلی‌لیتر واکنشگر فولین سیوکالتیو اضافه شد. پس از ۵ دقیقه، به مخلوط حاصل، ۱۰ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷ درصد اضافه شده و به مدت یک ساعت در دمای اتاق نگهداری شد. پس از گذشت یک ساعت، جذب مخلوط در طول موج ۷۶۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر در مقابل محلول بلانک قرائت شد. مقدار فنول کل بر اساس میلی‌گرم اسیدگالیک در گرم عصاره گزارش شد [۲۶].

۴-۳-۵- اندازه‌گیری بتاکاروتن

استخراج بتاکاروتن بر اساس روش AOAC انجام شد. بدین ترتیب که ۱۰ گرم نمونه با ۵۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد در یک ارلن مایر مخلوط شد و به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس با اضافه کردن ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر، غلظت اتانول به ۸۵ درصد

مکانیکی (IKA LABORTECHNIK, Germany) با بیشترین سرعت (۷۸۸ دور بر دقیقه)، به مدت ۸ دقیقه در دمای محیط هم زده شد تا کف مناسب و پایدار ایجاد شود [۲۲].

۲-۲- فرآیند خشک کردن

پس از تهیه کف خشک کردن کف‌های تهیه شده به دو روش انجمادی و هوای داغ انجام شد. در روش خشک کردن انجمادی نمونه‌های کف شده با ضخامت یک سانتی‌متر درون پلیت ریخته شدند و به مدت ۲۴ ساعت داخل دیپ فریز ۷۰ - درجه سانتی‌گراد (فراک، ساخت ایران) قرار گرفتند. سپس نمونه‌های منجمد شده در دستگاه خشک‌کن انجمادی (زیست فرآیند تجهیز سهند SBPE، ساخت ایران) خشک شدند. فرآیند خشک کردن در دمای ۶۵ - درجه سانتی‌گراد و فشار ۱۹۰ mtorr به مدت ۲۴ ساعت انجام شد. در نهایت نمونه‌های خشک شده از دستگاه خارج و داخل دسیکاتور قرار گرفته و پس از آن کف خشک شده از پلیت‌ها تراشیده و آسیاب شد.

در روش خشک کردن با هوای داغ، کف‌های تهیه شده، با ضخامت ۳ میلی‌متر در داخل پتری دیش‌ها ریخته شدند و در داخل خشک‌کن غیرمداوم کابینتی (SH-Scientific, republic of Korea) دارای جریان هوای داغ با سرعت ۱/۵ متر بر ثانیه با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت قرار گرفتند و تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند [۲۲].

۳-۲- آزمایشات انجام شده روی مخلوط پوره زردآلو،

هویج و هل

۱-۲-۳- اندازه‌گیری pH

بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۴۹ اندازه‌گیری شد [۲۴].

۲-۲-۳- اندازه‌گیری بریکس

طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۴۹ اندازه‌گیری شد [۲۴].

۳-۲-۳- اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

$$C \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{l}} \right) = \frac{A}{\text{EL}} (2) \text{ معادله}$$

۴-۲-آزمایش‌های پودر نوشیدنی تولید شده

۱-۴-۲- اندازه‌گیری رطوبت یودر نوشیدنی تولیدی

مطابق روش Affendi و همکاران (۲۰۱۷) انجام شد [۲۷].

۳-۴-۲- تعیین میزان حلالیت پودر نوشیدنی تولیدی

108

$$\%S = \frac{m_2 - m_1}{0.25} \times 100$$

۴-۴-۲- شاخص قهوه‌ای شدن

۵-۴-۲-محتوای بتاکاروتن پودر نوشیدنی تولیدی

۵ گرم از پودر نوشیدنی توزین شده و با ۱۰ میلی لیتر استون و مقدار کمی کریستال سولفات سدیم بدون آب مخلوط شد. مایع رویی به درون بشر انتقال یافته و این عمل دوبار تکرار شد. مایع رویی جمع آوری شده به یک قیف جدا کننده منتقل شده و سپس ۱۰-۱۵ میلی لیتر پترولیوم اتر به آن اضافه شد و به خوبی مخلوط گردید. لایه پایینی دور ریخته شده و لایه رویی در یک فلاکس ۱۰۰ میلی لیتری جمع آوری و حجم آن با پترولیوم اتر به ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. جذب نوری محلول در ۴۵۲ نانومتر ثبت شده و مقدار بتاکاروتن بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم محاسبه گردید [۳۰].

۶-۴-۲- تعیین محتوای فنولی کل یودر نوشیدنی

تعیین محتوای فنولی کل به روش رنگ سنجی فولین - سیوکالتیو و با توجه به روش زارعی و همکاران (۲۰۱۹) اندازه‌گیری شد. ۲۰ گرم پودر نوشیدنی در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد و با استفاده از همزن مغناطیسی (VELP SCIENTIFICA ساخت ایتالیا) همگن گردید. سپس این ترکیب به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد و قسمت رویی آن جهت آزمون محتوای فنولی استفاده شد. ۰/۳ میلی‌لیتر از عصاره استخراج شده با ۲/۵ میلی‌لیتر فولین - سیوکالتو ۱۰ درصد ترکیب شد و عمل ورتکس (VELP, Classic)

۸-۴-۲-ارزیابی حسی

ارزیابی حسی پودر نوشیدنی تولید شده به روش سلیمانی و همکاران (۱۳۹۵) انجام شد. پودر تولید شده با نسبت‌های معینی با آب مخلوط شد و نوشیدنی بازسازی گردید. سپس نوشیدنی تولید شده در اختیار ۱۰ ارزیاب آموزش دیده قرار گرفت و محصول به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای تحت ارزیابی حسی قرار گرفت در این روش، امتیازات شامل امتیاز ۱ (خیلی ضعیف)، ۲ (ضعیف)، ۳ (متوسط)، ۴ (خوب)، ۵ (خیلی خوب) بود [۲۹].

۵-۲-آنالیز آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از نرم افزار SAS نسخه ۱۴ استفاده شد. برای تعیین معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین داده‌ها، از روش آنالیز واریانس یک طرفه آنوا در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. کلیه نمونه‌ها در سه تکرار بررسی شدند. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel ۲۰۱۹ رسم شد.

۳-نتایج و بحث

در این پژوهش، برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مخلوط پوره زردآلو، عصاره هویج و هل اندازه‌گیری شد و نتایج مربوط به آن در جدول (۱) نشان داده شده است.

ساخت ایتالیا) به مدت ۱۵ ثانیه انجام شد. سپس به مدت ۵ دقیقه در دمای محیط در تاریکی نگه داشته شد. پس از آن، دو میلی‌لیتر سدیم کربنات به آن افزوده شد و به مدت ۹۰ دقیقه در محیط نگهداری شد. در پایان میزان جذب در طول موج ۷۲۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر (قرائت شد [۲۶].

۷-۴-۲-تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پودر نوشیدنی

برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی پودر نوشیدنی از ماده ۲ و ۲-دی فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده شد. برای تهیه عصاره متانولی، ۱ گرم از پودر نوشیدنی تولیدی در ۱۰ میلی‌لیتر متانول حل شد، پس از آن محلول حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در دستگاه سانتریفوژ یخچال دار با دور ۴۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفوژ شد. روش اندازه‌گیری به این صورت بود که ۶۰۰ میکرولیتر از مایع رویی حاصل از سانتریفوژ با ۶۰۰ میلی‌لیتر محلول DPPH آماده شده مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در مکان تاریک قرار گرفت. سپس میزان جذب در طول ۵۱۷ نانومتر قرائت شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از رابطه زیر بدست آمد [۳۱].

معادله (۴)

$$\%AC = \left[1 - \frac{A_{\text{نمونه}}}{A_{\text{کنترل}}} \right] \times 100$$

A میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر می باشد.

Table 1 Average pH, Brix, antioxidant capacity, total phenol and beta-carotene content of apricot puree and carrot extract mixture

SAMPLE	PH	BRIX (%)	ANTIOXIDANT CAPACITY (%)	TOTAL PHENOL CONTENT (MG GAE/100G)	BETA-CAROTENE CONTENT (MG*100G)
APRICOT PUREE AND CARROT EXTRACT MIXTURE	3.94±0.05 ^a	16±2 ^a	50.93±1.95 ^a	0.509±0.05 ^a	0.862±0.20 ^a

*Different Latin letters above the numbers indicate a significant difference ($p < 0.05$) and the same letters indicate a non-significant difference ($p > 0.05$) between the data.

۳-۱- رطوبت پودر

مولکولی کم در ساختار آن است [۳۲] به طور مشابهی گزارش شده که با افزایش درصد مالتودکسترین، رطوبت پودر تولید شده از عصاره چغندر کف پوشی شده به دو روش هوای داغ و انجمادی کاهش پیدا کرد [۲۲]. بررسی تاثیر مالتودکسترین بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پودر عصاره برگ مالبری خشک شده به روش انجمادی نشان داد که با افزایش مالتودکسترین میزان رطوبت پودرهای تولید شده کاهش یافت. محققین علت این کاهش رطوبت را افزایش غلظت کربوهیدرات‌ها دانستند [۳۳]. در مطالعه دیگری گزارش شد که، افزایش مالتودکسترین تاثیر معنی‌داری بر روی میزان رطوبت پودر زرشک خشک شده به روش افشانه‌ای داشت ($p < 0.05$) و افزایش مقدار مالتودکسترین منجر به کاهش رطوبت شد [۳۴].

با توجه به شکل ۱ مشاهده می‌شود که روش خشک کردن تاثیر معنی‌داری بر روی درصد رطوبت نمونه‌های پودر داشت ($p < 0.05$). نمونه‌های خشک شده با روش انجمادی به طور معنی‌داری دارای رطوبت بالاتری نسبت به نمونه‌های خشک شده با روش هوای داغ بودند. همچنین مقدار مالتودکسترین تاثیر معنی‌داری بر روی محتوای رطوبت پودرهای تولید شده دارد ($p < 0.05$). در روش خشک کردن انجمادی، با افزایش غلظت مالتودکسترین، رطوبت کاهش پیدا کرد. در حالی که در روش خشک کردن با هوای داغ، با افزایش مقدار مالتودکسترین، رطوبت افزایش یافت. دلیل کاهش رطوبت پودر تولید شده در اثر افزایش غلظت مالتودکسترین در روش انجمادی را می‌توان به افزایش غلظت کربوهیدرات‌ها نسبت داد. افزایش رطوبت عمدتاً ناشی از خاصیت آبدوستی و جاذب‌الرطوبه بودن مالتودکسترین و همچنین وجود قندهای با وزن

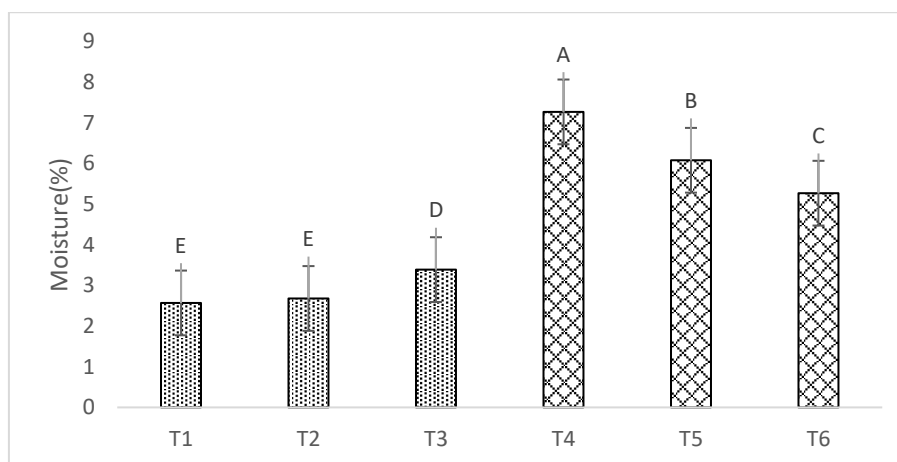


Figure 1 The effect of different ratios of maltodextrin on the moisture content of mixed apricot, carrot and cardamom produced by foam-mat freeze drying and hot air drying methods (T1= Oven, 0% MD: maltodextrin, T2= Oven, 10% MD, T3=Oven, 20% MD, T4= freeze drying, 0% MD, T5= freeze drying, 10% MD, T6=freeze drying, 20% MD)

*Different Latin letters above the numbers indicate a significant difference ($p < 0.05$) and the same letters indicate a non-significant difference ($p > 0.05$).

تاثیر معنی‌داری بر حلالیت پودر تهیه شده از مخلوط زردآلو، هویج و هل نداشت ($p > 0.05$) (شکل ۲). در پودرهای خشک شده به هر دو روش انجمادی و هوای داغ، با افزایش مالتودکسترین تا ۱۰٪، حلالیت پودر کمی افزایش پیدا کرد. اما با افزایش مقدار مالتودکسترین تا ۲۰٪، حلالیت پودر کاهش پیدا کرد. اما تفاوت بین نمونه‌ها از نظر آماری

۳-۲- حلالیت پودر

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که روش خشک کردن تاثیر معنی‌داری بر روی حلالیت پودرهای تهیه شده به دو روش خشک کردن کف‌پوشی- انجمادی و هوای داغ نداشت ($p > 0.05$) (شکل ۲). همچنین غلظت مالتودکسترین نیز

متعددی از جمله ترکیبات اولیه نمونه، اجزای فرمولاسیون، روش و شرایط تولید و توزیع اندازه ذرات پودر حاصل، ارتباط دارد [۳۷]. در فرآیند خشک کردن انجمادی به دلیل ایجاد ساختار متخلخل و پراز خلل و فرج، نمونه‌های تولید شده مانند یک اسفنج آب جذب می‌نمایند. همچنین بخشی از آب غیرمنجمد از طریق پیوند هیدروژنی به پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها متصل می‌باشد که در طول فرآیند خشک کردن انجمادی این بخش از آب تبخیر می‌گردد که با قرارگیری این نمونه‌ها در معرض آب، سبب جذب سریع آب توسط آنها برای جبران پیوندهای هیدروژنی از دست رفته خواهد شد. لذا این فرآیند سبب ایجاد ساختار باز و سطح بالا برای جذب آب می‌گردد [۳۸].

معنی‌دار نبود. گزارش شده که، در خشک کردن پاششی پودر زرشک افزایش غلظت مالتودکسترین، صمغ عربی و افزایش دما تاثیر معنی‌داری بر حلالیت پودر زرشک نداشتند. نمونه تهیه شده در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد که در آن فقط از مالتودکسترین به عنوان حامل استفاده شده بود کمترین درصد حلالیت را داشت که علت این امر می‌تواند تشکیل یک لایه سطحی سخت در روی ذرات پودر در دمای بالا باشد که از انتشار مولکول‌های آب در ذره جلوگیری می‌کند [۳۵]. یافته‌های مطالعه‌ی انجام شده دیگری نشان داد که افزودن مالتودکسترین باعث افزایش حلالیت پودر خرما شد و پودر خرما شاهد به طور معنی‌داری حلالیت کمتری نسبت به پودرهای دارای ماده حامل مالتودکسترین و صمغ عربی داشت [۳۶]. میزان حلالیت پودرهای غذایی به عوامل

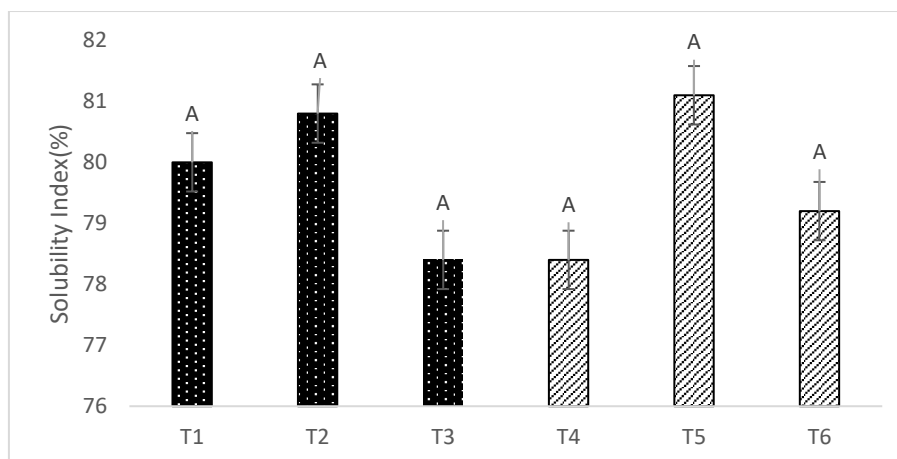


Figure 2 The effect of different ratios of maltodextrin on the solubility of mixed apricot, carrot and cardamom powder produced by foam-mat freeze drying and hot air drying methods

*Different Latin letters above the numbers indicate a significant difference ($p < 0.05$) and the same letters indicate a non-significant difference ($p > 0.05$).

کمک خشک کن‌ها با تشکیل یک لایه و فیلم نازک اطراف ذرات به عنوان یک حفاظ عمل کرده و از تماس مستقیم هوای گرم با ذرات جلوگیری می‌کنند [۳۹]. در حالی که تفاوت معنی‌داری بین سایر نمونه‌های پودر مشاهده نشد ($p > 0.05$). با افزایش غلظت مالتودکسترین، شاخص قهوه‌ای شدن نمونه‌های پودر مخلوط هویج، هل و زردآلو کاهش پیدا کرد که این روند کاهش در نمونه‌های خشک شده به روش کف‌پوشی - هوای داغ معنی‌دار بود ($p < 0.05$). در حالی که در نمونه‌های خشک شده به روش کف‌پوشی - انجمادی، با وجود کاهش شاخص قهوه‌ای شدن در اثر

۳-۳- شاخص قهوه‌ای شدن پودر

نتایج مقایسه پودرهای تولید شده به دو روش کف‌پوشی - انجمادی و هوای داغ نشان داد که شاخص قهوه‌ای شدن در نمونه پودر شاهد (فاقد مالتودکسترین) خشک شده به روش هوای داغ به طور معنی‌داری بیشتر از سایر نمونه‌ها بود ($p < 0.05$). دو دلیل برای این امر وجود دارد: اولاً برای خشک کردن نمونه‌های خشک شده به وسیله آون از دمای بالاتری نسبت به خشک‌کن انجمادی استفاده می‌شود، مضافاً اینکه چون نمونه شاهد فاقد مالتودکسترین می‌باشد چرا که

این نتیجه رسیدند که هرچه زمان خشک کردن طولانی تر باشد شاخص قهوه ای شدن بیشتر می‌شود لذا شاخص قهوه‌ای شدن برای خشک کردن با هوای داغ نسبت به دیگر روش ها بیشتر است زیرا در زمان طولانی تری اتفاق می افتد [۴۱]. نتایج به دست آمده از اندازه گیری شاخص قهوه‌ای شدن پودر شیر موز تولید شده به روش‌های خشک کردن کف‌پوشی هوای داغ، مایکروویو و انجمادی نشان داد که میزان قهوه‌ای شدن پودر توسط خشک‌کن هوای داغ بیشتر از روش مایکروویو بود [۴۲]. به علاوه، نتایج به دست آمده از بررسی روش‌های مختلف خشک کردن سیب نشان داد که میزان اندیس قهوه‌ای شدن در روش خشک کردن انجمادی کمتر از سایر روش‌ها است، چون دمای خشک کن انجمادی برابر با ۱۸- درجه است بنابراین تغییر خاصی در میزان شاخص قهوه‌ای شدن مشاهده نشد [۴۳].

افزایش غلظت مالتودکستین، از نظر آماری، تفاوت بسیار معنی‌داری بین نمونه‌ها مشاهده نشد ($p > 0.05$). بررسی اثر شرایط خشک کردن در خشک‌کن کابیتی و پیش‌تیمارهای مختلف بر شدت خشک شدن انگور و ویژگی‌های کیفی کشمش نشان داد که افزایش دمای خشک کردن با افزایش شاخص قهوه‌ای شدن همراه بود. با توجه به تاثیر دما بر شدت واکنش‌های قهوه‌ای شدن، افزایش شاخص قهوه‌ای شدن کشمش با افزایش دمای هوای خشک‌کننده دور از انتظار نیست [۴۰]. محققین با بررسی شاخص‌های قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی درکنسانتره انگور سیاه سردشت با روش سطح پاسخ به این نتیجه رسیدند که با افزایش بریکس و دمای نگهداری کنسانتره میزان شاخص قهوه‌ای شدن افزایش می‌یابد. محققین با بررسی اثر پیش تیمار و روش‌های مختلف خشک کردن بر روند خشک شدن، بافت، رنگ، مقدار و سرعت باز جذب آب ورقه‌های قارچ دکمه‌ای به

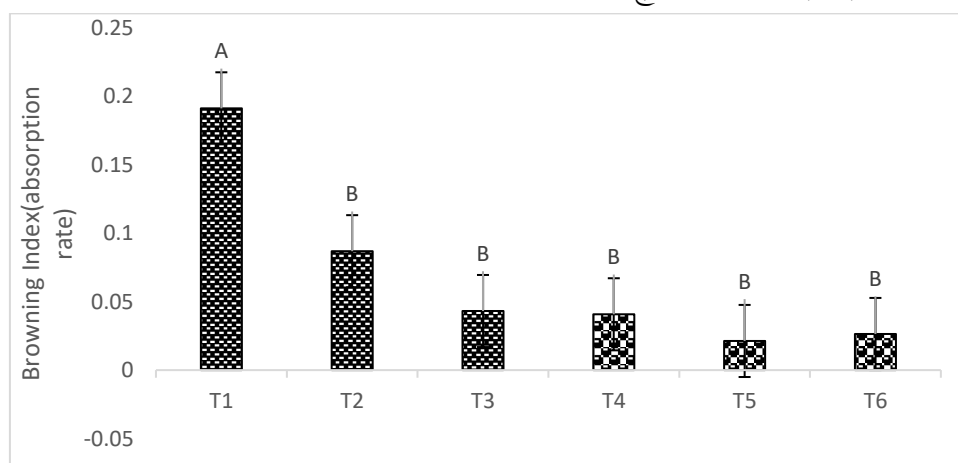


Figure 3- The effect of different ratios of maltodextrin on the browning index of mixed apricot, carrot and cardamom powder produced by foam-mat freeze drying and hot air drying methods

*Different Latin letters above the numbers indicate a significant difference ($p < 0.05$) and the same letters indicate a non-significant difference ($p > 0.05$).

داشتند. همچنین غلظت مالتودکستین تاثیر معنی‌داری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی پودر مخلوط هویج، زردآلو و هل داشت ($p < 0.05$). در پودرهای تولید شده به هر دو روش کف‌پوشی- هوای داغ و کف‌پوشی- انجمادی، با افزایش غلظت مالتودکستین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی پودرها کاهش یافت. در نمونه‌های خشک شده به روش هوای داغ، فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه شاهد برابر با $3 \pm 44/44$ درصد بود. با افزودن مالتودکستین به میزان ۱۰ و ۲۰٪، فعالیت

۴-۳- ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پودر

آنالیز واریانس نشان داد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند ($p < 0.05$) (۴). نتایج حاکی از آن است که روش خشک کردن تاثیر معنی‌داری بر روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی پودر مخلوط هویج، زردآلو و هل داشت ($p < 0.05$). نمونه‌های خشک شده به روش کف‌پوشی- هوای داغ نسبت به نمونه‌های خشک شده به روش کف‌پوشی- انجمادی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری

پدیده رقیق سازی می باشد [۴۶]. مرحله انجماد باعث ایجاد بلورهای یخ و پاره شدن ساختارهای سلولی از جمله دیواره های سلولی شده و باعث آزاد شدن ترکیبات آنتی اکسیدان از شبکه سلولی می شود. از طرف دیگر، ممکن است برخی از آنتی اکسیدان های درونی در یک نمونه با اعمال حرارت و افزایش دما تخریب شده و از بین بروند. به علاوه بررسی تاثیر دما و روش خشک کردن بر فعالیت آنتی اکسیدانی پودر تغاله انگور نشان داد که، افزایش دمای آون از ۸۰ درجه سانتی گراد به ۱۰۰ درجه سانتی گراد منجر به افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی شده و علت آن ایجاد فراورده های حاصل از واکنش مایلارد و یا خروج ترکیبات سلولی با خاصیت آنتی اکسیدانی بیان شد [۴۷]. بررسی اثر ریز کپسوله سازی عصاره زنجبیل با استفاده از مالتودکسترین و صمغ عربی به عنوان عوامل کپسوله ساز، بر روی ۶ ژن مؤثر زنجبیل، نشان داد که ریزپوشانی باعث کاهش مقدار ترکیب مؤثر زنجبیل یعنی جینجیرو و به دنبال آن کاهش محتوای فنول و آنتی اکسیدانی می شود [۴۸].

آنتی اکسیدانی به ترتیب تا $2 \pm 14/86$ و $13/23 \pm 0/95$ درصد کاهش پیدا کرد. در نمونه های خشک شده به روش کف پوشی - هوای داغ نیز، فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه شاهد $16/1 \pm 0/9$ بود که با افزودن مالتودکسترین به مقدار ۱۰٪ و ۲۰٪، فعالیت آنتی اکسیدانی به ترتیب به $7/46 \pm 1$ و $5/34 \pm 0/9$ رسید. اثر زیان بخش رادیکال های آزاد را می توان توسط آنتی اکسیدان ها کاهش داد چون این مواد باعث به دام انداختن و مهار رادیکال های آزاد می شوند و از این طریق باعث پیشگیری از بیماری های احتمالی ناشی از رادیکال های آزاد می شوند [۴۴]. در پژوهشی مشابه افزودن مالتودکسترین و صمغ عربی تاثیر معنی داری بر فعالیت آنتی اکسیدانی پودر گل گاوزبان خشک شده به روش کف پوشی - انجمادی داشت. در این تحقیق بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی در پودر شاهد مشاهده شد و با افزایش غلظت مالتودکسترین و صمغ عربی، فعالیت آنتی اکسیدانی پودر گل گاوزبان کاهش یافت [۲۳]. به علاوه، گزارش شده که نسبت مالتودکسترین و صمغ عربی تاثیری در فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره انگور ریزپوشانی شده نداشت [۴۵]. افزایش میزان حامل، فعالیت آنتی اکسیدانی را کاهش می دهد و علت آن

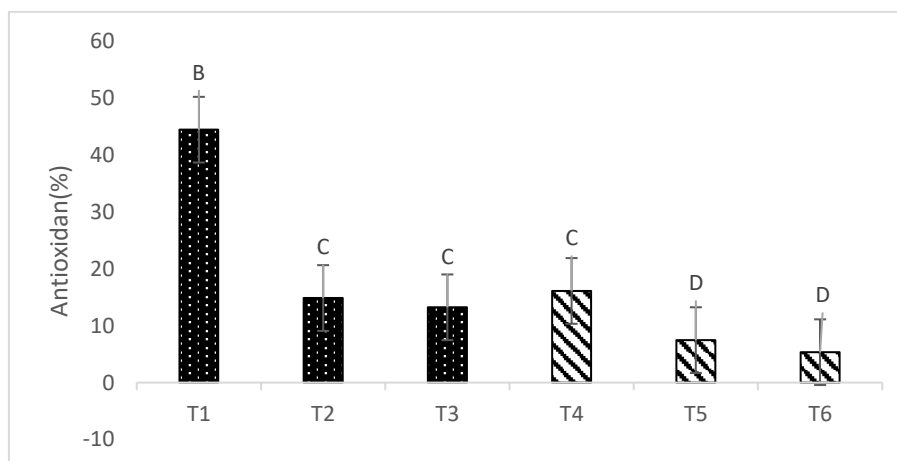


Figure 4 The effect of different ratios of maltodextrin on the antioxidant capacity of mixed apricot, carrot and cardamom powder produced by foam-mat freeze drying and hot air drying methods

*Different Latin letters above the numbers indicate a significant difference ($p < 0.05$) and the same letters indicate a non-significant difference ($p > 0.05$).

۳-۵- محتوای فنول کل پودر

خشک کردن کف به روش هوای داغ، محتوای فنولی به طور معنی داری بیشتر از روش انجمادی بود. کاهش محتوای فنل کل در طول خشک شدن را می توان به وقوع واکنش های اکسیداتیو برگشت ناپذیر و تجزیه حرارتی که در طول گرم

روش خشک کردن تاثیر معنی داری بر روی محتوای فنولی پودر مخلوط زردآلو، هویج و هل داشت ($p < 0/05$). در

با افزایش غلظت مالتودکسترین تا ۱۰٪، ابتدا محتوای فنولی کمی افزایش پیدا کرد و در ادامه با افزایش بیشتر غلظت مالتودکسترین تا ۲۰٪، محتوای فنولی کاهش یافت. علت کاهش محتوای فنولی در پودرهای حاوی مالتودکسترین در مقایسه با نمونه شاهد می‌تواند به اضافه کردن مالتودکسترین و آلبومین مربوط باشد. مالتودکسترین به عنوان یک حامل و سپر حفاظتی برای ترکیبات زیست فعال در طی نگه‌داری پودر عمل می‌کند [۲۳]. مالتودکسترین انحلال‌پذیری بالایی در آب دارد، باعث ایجاد امولسیون پایدار شده و مواد فرار را به خوبی نگه می‌دارد. بنابراین افزایش مالتودکسترین می‌تواند باعث بهبود خصوصیات فنولی شود [۳۷]. افزایش ترکیبات فنلی در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد (خشک کردن با هوای داغ) را می‌توان بیشتر به غیر فعال شدن آنزیم تجزیه کننده ترکیبات فنلی دانست [۵۱]. محققین گزارش دادند که با افزایش غلظت مالتودکسترین تا ۱۳٪، محتوای فنولی پودر زرشک افزایش یافت اما با افزایش بیشتر غلظت مالتودکسترین محتوای فنولی پودر زرشک کمی کاهش پیدا کرد [۳۴]. در مطالعه‌ی دیگری، نتایج به دست آمده از بررسی اثر عوامل حامل (مالتودکسترین و صمغ عربی) بر ترکیبات فنولی پودر گل گاوزبان خشک شده به روش کف‌پوشی-انجمادی نشان داد که نمونه شاهد دارای فنول کل بیشتری نسبت به پودرهای حاوی حامل بود [۲۳].

کردن طولانی رخ می‌دهد، نسبت داد [۴۹]. احتمال داده می‌شود یکی از دلایل افزایش مقدار ترکیبات فنلی در اثر حرارت دهی، تجزیه پلی فنل های سنگین وزن به انواع با وزن مولکولی کمتر باشد. ترکیبات فنلی، در اثر واکنش های غیرآنزیمی ناشی از حرارت دهی از پیشسازهای شان رها شده و از این رو مقدار آنها افزایش پیدا می‌کند [۵۰]. پودر شاهد خشک شده به روش هوای داغ، بیشترین محتوای فنولی 0.78 ± 0.04 mg GAE/100g را داشت. کمترین محتوای فنولی نیز متعلق به پودر حاوی ۲۰٪ مالتودکسترین خشک شده به روش انجمادی بود. همچنین نتایج نشان داد که غلظت مالتودکسترین تاثیر معنی‌داری بر محتوای فنولی پودر مخلوط زردآلو، هویج و هل داشت ($p < 0.05$). افزایش غلظت مالتودکسترین در پودرهای خشک شده به روش هوای داغ، محتوای فنولی کاهش پیدا کرد. این ممکن است به افزودن عوامل حامل نسبت داده شود که ممکن است محتوای فنلی را رقیق کند که منجر به کاهش محتوای فنل کل شود [۳۶]. در نمونه‌های خشک شده به روش کف‌پوشی- هوای داغ، محتوای فنولی نمونه شاهد 0.78 ± 0.04 mg GAE/100g بود که با افزودن مالتودکسترین به میزان ۱۰٪، این مقدار تا 0.49 ± 0.05 mg GAE/100g کاهش یافت. با افزایش بیشتر غلظت مالتودکسترین تا ۲۰٪، محتوای فنولی به 0.32 ± 0.03 mg GAE/100g در نمونه‌های خشک شده به روش انجمادی،

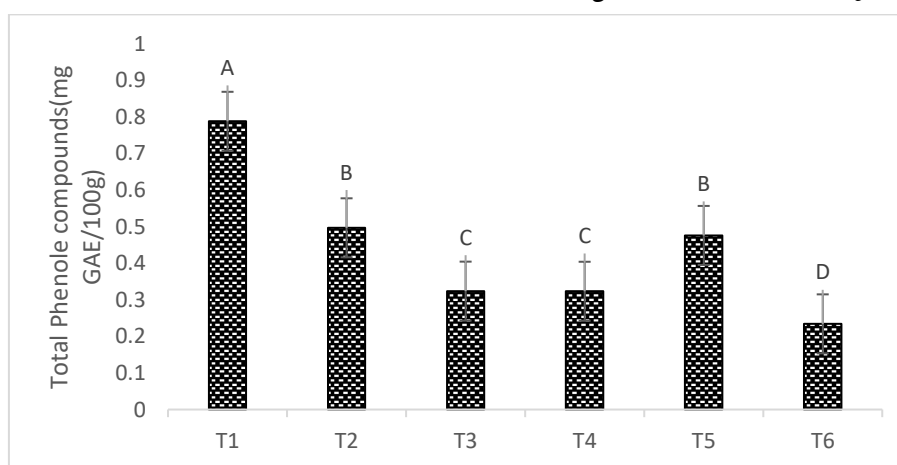


Figure 5 The effect of different ratios of maltodextrin on the total phenol of mixed apricot, carrot and cardamom powder produced by foam-mat freeze drying and hot air drying methods

*Different Latin letters above the numbers indicate a significant difference ($p < 0.05$) and the same letters indicate a non-significant difference ($p > 0.05$).

مقدار بتاکاروتن ابتدا کمی کاهش و سپس افزایش یافت که این روند از نظر آماری بسیار معنی دار نبود. مقدار بتاکاروتن در نمونه شاهد خشک شده به روش انجمادی، 0.953 ± 0.04 بود و با افزایش غلظت مالتودکسترین تا ۱۰ و ۲۰٪ به ترتیب به 0.868 ± 0.02 و 0.903 ± 0.05 رسید. نتایج به دست آمده از بررسی رفتار کف کنندگی و خشک کردن کف پوشی پالپ طالبی نشان داد که پودر طالبی تولید شده با ضخامت ۳ میلی متر و دمای خشک شدن ۴۰ درجه سانتی گراد بیشترین میزان بتاکاروتن را داشت. با افزایش دمای خشک کردن به ۵۵ و ۷۰ درجه سانتی گراد، محتوای بتاکاروتن کاهش پیدا کرد [۵۲]. در طی خشک کردن پاششی هندوانه محققین نتیجه گرفتند که ترکیباتی که سبب تشکیل رنگ قرمز در این محصول می شوند از جمله آنتوسیانین، بتاکاروتن و لیکوپن، با افزایش دمای خشک کردن به طور معنی داری کاهش می یابند [۵۳]. به علاوه در تولید پودر پایا به روش کف پوشی گزارش شد که با افزایش ضخامت کف، دمای بالا و زمان زیاد، میزان بتاکاروتن پودر پایا کاهش چشمگیری داشت [۵۴]. تخریب بتاکاروتن به عوامل مختلفی از جمله دمای خشک کردن، زمان خشک کردن و میزان اکسیژن بستگی دارد [۳۴].

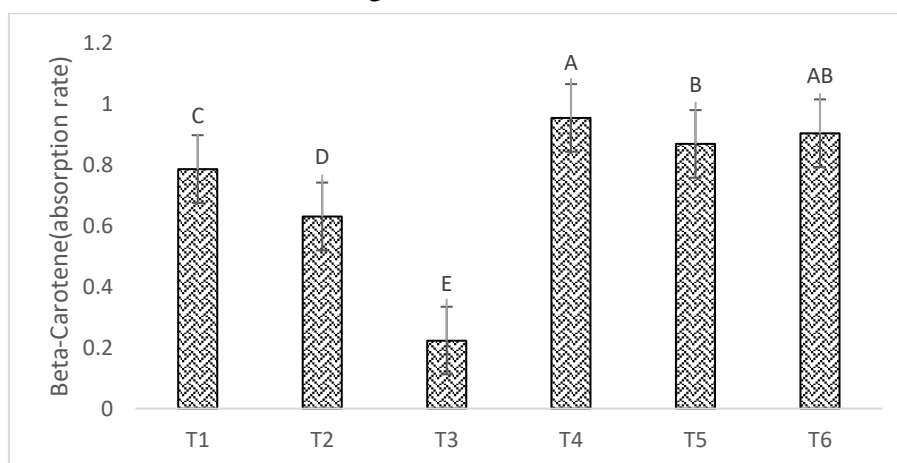


Figure 6 The effect of different ratios of maltodextrin on the amount of beta-carotene of mixed apricot, carrot and cardamom powder produced by foam-mat freeze drying and hot air drying methods

*Different Latin letters above the numbers indicate a significant difference ($p < 0.05$) and the same letters indicate a non-significant difference ($p > 0.05$).

ارزیاب ها قرار گرفته و امتیاز بیشتری را دریافت کردند. آنالیز واریانس نیز نشان داد که روش خشک کردن به طور معنی داری بر روی ویژگی های حسی پودرها تاثیر داشت

۳-۶- محتوای بتاکاروتن پودر

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که روش خشک کردن تاثیر معنی داری بر روی محتوای بتاکاروتن پودر مخلوط هویج، زردآلو و هل داشت ($p < 0.05$). محتوای بتاکاروتن پودرهای خشک شده به روش کف پوشی - انجمادی بیشتر از روش کف پوشی - هوای داغ بود. بیشترین محتوای بتاکاروتن (0.953 ± 0.04) متعلق به نمونه شاهد خشک شده به روش کف پوشی - انجمادی بود. نمونه حاوی ۲۰٪ مالتودکسترین خشک شده به روش کف پوشی - هوای داغ نیز کمترین مقدار بتاکاروتن را داشت. همچنین نتایج نشان داد که افزایش غلظت مالتودکسترین تاثیر معنی داری بر محتوای بتاکاروتن پودر مخلوط زردآلو، هویج و هل داشت ($p < 0.05$). در نمونه های پودر خشک شده به روش هوای داغ، با افزایش غلظت مالتودکسترین، محتوای بتاکاروتن کاهش پیدا کرد. به طوری که بتاکاروتن نمونه شاهد برابر با 0.953 ± 0.04 بود و با افزایش غلظت مالتودکسترین تا ۱۰ و ۲۰٪ مقدار بتاکاروتن پودرها کاهش یافته و به ترتیب به 0.868 ± 0.02 و 0.903 ± 0.05 رسید. در نمونه های پودر خشک شده به روش کف پوشی - انجمادی با افزایش غلظت مالتودکسترین،

۳-۷- ارزیابی حسی

با توجه به شکل ۷ مشاهده می شود که به طور کلی پودرهای تولید شده به روش کف پوشی - هوای داغ بیشتر مورد پسند

به نمونه پودر شاهد و ۱۰٪ مالتودکسترین خشک شده به روش کف‌پوشی- هوای داغ بیشترین امتیاز را اختصاص دادند و هر سه نمونه خشک شده به روش انجمادی حداقل امتیاز را دریافت نمودند. از نظر ظاهر و احساس دهانی نیز نمونه پودر شاهد خشک شده به روش کف‌پوشی- هوای داغ بهتر از سایر نمونه‌ها بود و سه نمونه خشک شده به روش کف‌پوشی- انجمادی کمترین امتیاز را کسب کردند. با بررسی ویژگی‌های حسی پودر نوشیدنی پرتقال تهیه شده به روش کف‌پوشی گزارش شده است که نمونه پودر نوشیدنی خشک شده تحت دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد بالاترین امتیاز پذیرش کلی را به دست آورد. محققین بیان کردند که فرآیند حرارتی می‌تواند موجب تخریب ترکیبات مولد عطر و طعم شود. بنابراین استفاده از روش‌های غیرحرارتی مانند خشک‌کن انجمادی و خشک‌کن پاششی می‌تواند موجب تولید پودرهایی با مطلوبیت بیشتر شود [۵۵].

($p < 0.05$). پودرهای تولید شده به روش کف‌پوشی- هوای داغ، از نظر ویژگی‌های حسی ظاهر، رنگ، طعم و مزه، عطر و بو و احساس دهانی بهتر از نمونه‌های تولید شده به روش کف‌پوشی- انجمادی بودند. همچنین در هر دو نوع پودر خشک شده به روش هوای داغ و انجمادی، نمونه‌های شاهد از نظر ویژگی‌های حسی بهتر بودند و امتیاز بیشتری را دریافت کردند. با افزایش غلظت مالتودکسترین، ویژگی‌های حسی کاهش پیدا کردند. از نظر ویژگی رنگ، ارزیاب‌ها به نمونه شاهد (فاقد مالتودکسترین) خشک شده به روش کف‌پوشی- هوای داغ، بیشترین امتیاز را دادند. کمترین امتیاز رنگ نیز به نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۲۰٪ مالتودکسترین خشک شده به روش انجمادی تعلق گرفت. از نظر عطر و بو، نمونه‌های پودر شاهد و ۱۰٪ مالتودکسترین خشک شده به روش هوای داغ، بهتر از سایر نمونه‌ها بودند و نمونه پودر حاوی ۲۰٪ مالتودکسترین خشک شده به روش انجمادی، کمترین عطر را داشت. از نظر ویژگی طعم و مزه، ارزیاب‌ها

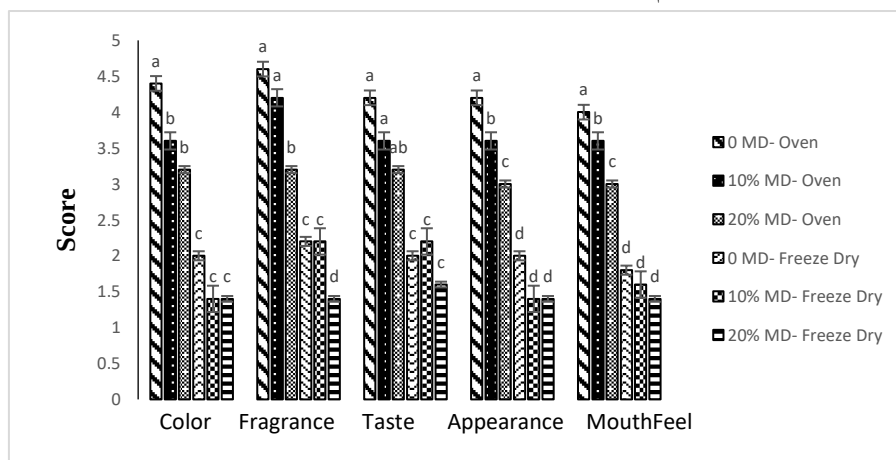


Figure 7 Sensory characteristics of mixed apricot, carrot and cardamom powder samples produced by foam-mat freeze drying and hot air drying method (MD: maltodextrin, FD: freeze drying, Oven: oven)

*Different Latin letters above the numbers indicate a significant difference ($p < 0.05$) and the same letters indicate a non-significant difference ($p > 0.05$).

خشک کردن استفاده کرد به همین دلیل در راستای تولید محصولات غذایی سلامت بخش می‌توان از عصاره یا پوره این میوه برای تولید یک نوشیدنی فوری استفاده کرد. بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پودر نشان داد که روش خشک کردن تاثیر معنی‌داری بر روی درصد رطوبت، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنول کل، محتوای بتاکاروتن و ویژگی‌های حسی داشت. در حالی که حلالیت پودر و شاخص قهوه‌ای

۴- نتیجه‌گیری کلی

با توجه به فراوانی ترکیبات آنتی‌اکسیدان در زردآلو و تاثیر بالای این ترکیبات در سلامتی انسان و کم بودن سهم تازه خوری این میوه، زردآلو یک محصول ارزشمند به شمار می‌رود که برای افزایش مدت زمان نگهداری و امکان مصرف همیشگی آن می‌توان از روش‌های مختلفی مانند

شدن تحت تاثیر روش خشک کردن قرار نگرفتند. نمونه‌های پودر خشک شده به روش کف‌پوشی- انجمادی محتوای رطوبت و بتاکاروتن بیشتری در مقایسه با پودرهای خشک شده به روش کف‌پوشی- هوای داغ داشتند. همچنین در نمونه‌های خشک شده به روش هوای داغ، محتوای فنول، ظرفیت آنتی‌اکسیدان و ویژگی‌های حسی بیشتر از نمونه‌های پودر خشک شده به روش کف‌پوشی- انجمادی بود. نتایج بررسی تاثیر مالتودکسترین بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی پودر نوشیدنی مخلوط هویج، زردآلو و هل تهیه شده به روش کف‌پوشی- انجمادی و کف‌پوشی- هوای داغ نشان داد که در روش خشک کردن انجمادی، با افزایش غلظت مالتودکسترین، رطوبت کاهش و در روش هوای داغ، رطوبت افزایش یافت. همچنین با افزایش غلظت مالتودکسترین، شاخص قهوه‌ای شدن، محتوای بتاکاروتن، محتوای فنول، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ویژگی‌های حسی کاهش پیدا کردند. نتایج بررسی‌ها نشان داد پودر دارای ۱۰٪ مالتودکسترین و خشک شده با هوای داغ را می‌توان به عنوان نمونه بهینه معرفی نمود. و به طور کلی نتایج حاکی از آن بود که پودر نوشیدنی مخلوط هویج، زردآلو و هل تولید شده به هر دو روش کف‌پوشی- انجمادی و کف‌پوشی- هوای داغ ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی قابل قبولی داشت و محصول تولید شده می‌تواند به عنوان پودر نوشیدنی در تمام فصول مورد استفاده قرار گیرد.

۵-منابع

- [1] Fatahi, A. (2016) Production of apricot pastille and investigation of water activity and its color, texture and acceptance characteristics. *Iranian Journal of Food Science and Industry*. 14(68):27-35.
- [2] Hodek, P., Hanustiak, P., Krizkova, J., Mikelová, R., Krizkova, S., Stiborová, M., ... & Kizek, R. (2006). Toxicological aspects of flavonoid interaction with biomacromolecules. *Neuroendocrinol. Lett*, 27(6), 14-17.
- [3] Gurrieri, F., Audergon, J. M., Albagnac, G., & Reich, M. (2001). Soluble sugars and carboxylic acids in ripe apricot fruit as parameters for distinguishing different cultivars. *Euphytica*, 117(3), 183-189.
- [4] Najafzadeh, R.; Hadipour, M.; Fakharian, Z. (2011). *Applied scientific principles of apricot tree cultivation*. First edition, Serva Publishing House, Tehran.
- [5] Kamali Sarostani, M. Mohabi, M. and Taghizadeh, M. (2021). Optimizing the production of foam in drying the floor coating of celery juice and evaluating the properties of the production powder. *Iranian Journal of Food Science and Industry Research*, 17(2): 217-231.
- [6] Baranska, M., Baranski, R., Schulz, H., & Nothnagel, T. (2006). Tissue-specific accumulation of carotenoids in carrot roots. *Planta*, 224, 1028-1037.
- [7] El-Baroty, G. S., Abd El-Baky, H. H., Farag, R. S., & Saleh, M. A. (2010). Characterization of antioxidant and antimicrobial compounds of cinnamon and ginger essential oils. *African journal of biochemistry research*, 4(6), 167-174.
- [8] Hamzaa, R. G., & Osman, N. N. (2012). Using of coffee and cardamom mixture to ameliorate oxidative stress induced in γ -irradiated rats. *Biochem Anal Biochem*, 1(113), 2161-1009.
- [9] Jaya, S. Das, H., (2004). Effect of Maltodextrin, Glycerol Monostearate and Tricalcium Phosphate on Vacuum Dried Mango Powder Properties. *J. Food Eng*, 63, 125-134
- [10] Kumar, C., Karim, M. A., & Joardder, M. U. (2014). Intermittent drying of food products: A critical review. *Journal of Food Engineering*, 121, 48-57.
- [11] Sangamithra, A., Venkatachalam, S., Gabriela, S., & Kuppaswamy, K. (2015). Foam mat drying of food materials: a Review. *J. Food Process. Preserv.*, 39, 3165-3174.
- [12] Desai, K. G. H., & Jin Park, H. (2005). Recent developments in microencapsulation of food ingredients. *Drying technology*, 23(7), 1361-1394.
- [13] Abascal, K., Ganora, L., Yarnell, E., (2005). The effect of freeze-drying and its implications for botanical medicine: a review. *Journal of phytotherapy research*.
- [14] Fang, Z., & Bhandari, B. (2010). Encapsulation of polyphenols—a review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(10), 510-523.
- [15] Yanyang, X., Min, Z., Mujumdar, A. S., Le-qun, Z., & Jin-cai, S. (2004). Studies on hot air and microwave vacuum drying of wild cabbage. *Drying Technology*, 22(9), 2201- 2209.

- [16] Dehghannya, J., Pourahmad, M., Ghanbarzadeh, B., & Ghaffari, H. (2018). Influence of foam thickness on production of lime juice powder during foam-mat drying: Experimental and numerical investigation. *Powder technology*, 328, 470-484.
- [17] Hardy, Z., & Jideani, V.A. (2017). Foam-mat drying technology: A review. *Critical Reviews in Food Sci & Nut.*, 57, 2560-2572.
- [18] Kadam, D.M., Patil, R.T., and Kaushik, P., (2010). foam mat drying of fruit and vegetable products In drying of foods, vegetables & fruits. Majumdar, A.S published in singapapopore, 1, 124.
- [19] Lewicki, P. P. (2006). Design of hot air drying for better foods. *Trends in Food Science & Technology*, 17(4), 153-163.
- [20] de Carvalho Tavares, I. M., Sumere, B. R., Gómez-Alonso, S., Gomes, E., HermosínGutiérrez, I., Da-Silva, R., & Lago-Vanzela, E. S. (2020). Storage stability of the phenolic compounds, color and antioxidant activity of jambolan juice powder obtained by foam mat drying. *Food research international*, 128, 108750.
- [21] Brar, A. S., Kaur, P., Kaur, G., Subramanian, J., Kumar, D., & Singh, A. (2020). Optimization of process parameters for foam-mat drying of peaches. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup3), S1495-S1518.
- [22] Haji Aghaei, M.; Sharifi, A. (2019). Investigating some physical characteristics of instant drink powder based on red beetroot extract, coated by hot air and freezing methods. *Iranian journal of food science and industry*. 17 (107), 67-80.
- [23] Haji Ali Asghari, M.; Sharifi, A. (2021). Investigating the effect of carrier factors on the physicochemical properties of borage flower powder produced by floor coating-freeze drying method. *Quarterly Journal of New Technologies in the Food Industry*, 9(2): 149-165.
- [24] Iran Institute of Standards and Industrial Research, 2013. Carbonated drinks - chemical test methods. National Standard of Iran, No. 1249, first revision
- [25] Kalantari, S., Roufegarinejad, L., Pirs, S., & Gharekhani, M. (2020). Green extraction of bioactive compounds of pomegranate peel using β -Cyclodextrin and ultrasound. *Main Group Chemistry*, 19(1), 61-80.
- [26] Zareei, E., Zaare-Nahandi, F., Oustan, S., & Hajilou, J. (2019). Effects of magnetic solutions on some biochemical properties and production of some phenolic compounds in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 253, 217-226.
- [27] Affandi, N., Zzaman, W., Yang, T. A., & Easa, A. M. (2017). Production of *Nigella sativa* beverage powder under foam mat drying using egg albumen as a foaming agent. *Beverages*, 3(1), 9.
- [28] Raftani Amiri, Z.; Hosseini, S.Kh. (2019). Preparation of barberry powder produced by floor covering method and the effect of dryer temperature on its characteristics. *New Technologies in Food Industry*, 8(2), 253-272.
- [29] Soleimani, S; Sharifi, A; Armin, M. (2015). Optimization of temperature and formulation of persimmon powder production by response surface method. *Innovation in Food Science and Technology (Food Science and Technology)*, 8(4), 27-36.
- [30] Hossain, M. A., Mitra, S., Belal, M., & Zzaman, W. (2021). Effect of foaming agent concentration and drying temperature on biochemical properties of foam mat dried Tomato powder. *Food Research*, 5(2).
- [31] Khalafi, R., Goli, S. A. H., & Behjatian, M. (2016). Characterization and classification of several monofloral Iranian honeys based on physicochemical properties and antioxidant activity. *International journal of food properties*, 19(5), 1065-1079.
- [32] Naushad, M.; Hojjati, M.; Ghasemi, P; Mustaan, A. (2019). Optimizing and modeling mass transfer kinetics during the drying process of date palm sap flooring. *New Technologies in Food Industry*, 7(4), 535-550
- [33] Tchabo, W., Ma, Y., Kaptso, G. K., Kwaw, E., Cheno, R. W., Wu, M., ... & Farooq, M. (2018). Carrier effects on the chemical and physical properties of freeze-dried encapsulated mulberry leaf extract powder. *Acta Chimica Slovenica*, 65(4), 823-835.
- [34] Naji-Tabasi, S., Emadzadeh, B., Shahidi-Noghabi, M., Abbaspour, M., & Akbari, E. (2021). Physico-chemical and antioxidant properties of barberry juice powder and its effervescent tablets. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1), 1-11.
- [35] Sharifi, A., Niakousari, M., Maskooki, A., & Mortazavi, S. A. (2015). Effect of spray drying conditions on the physicochemical properties of barberry (*Berberis vulgaris*) extract powder. *International Food Research Journal*, 22(6), 2364.
- [36] Seerangurayar, T., Manickavasagan, A., Al-Ismaili, A. M., & Al-Mulla, Y. A. (2018). Effect of carrier agents on physicochemical properties of foam-mat freeze-dried date powder. *Drying Technology*, 36(11), 1292-1303.
- [37] Shahidi, F; Veridi, M.; Mohabi, M.; Khalilian, p.; Khalilian, M. (2016). Investigating the physicochemical characteristics of pomegranate

powder produced by floor drying method. Iranian Journal of Food Science and Industry. 14(63):230-221.

[38] Mahsa Faridnia, Ali Mohammadi Thani, & Masoud Najaf Najafi. (2020) Encapsulation of red beetroot extract by maltodextrin carriers and whey protein isolate using spray and freeze dryers

[39] Rahmati, Idris, Sharifian, Farouq, & Fatahi, Mohammad. (2017). Investigating the effect of different drying methods and additive compounds on the physical and chemical properties of the extract of the plant (*Dracocephalum moldavica* L.). Research of medicinal and aromatic plants of Iran 34(5), 781-793. doi: 10.22092/ijmapr.2018.115678.2150

[40] Ayoubi De Paini, Sedaghat, Nasser, Kashaninejad, Mohebi, Mohabbate, & Nasiri Mahalati. (2016). Investigating the effect of drying conditions in a cabinet dryer and different pretreatments on the severity of grape drying and quality characteristics of raisins. Iran's Food Science and Industry Research, 12.

[۴۱]Hojjat Bakhshlo, Mirkhalil Pirouzi Fard, Mohammad Alizadeh Khaled Abad, & Saber Amiri. (2020). Investigation of non-enzymatic browning indicators in Sardasht black grape concentrate by response surface method. Journal of Food Science & Technology (2008-8787), 16(97).

[42] Pourhaji, F; Tabatabai Yazdi, F; Mortazavi, SA; Mohabi, M.; Mazaheri Tehrani, M. (2017). Examining the production and drying conditions of banana milk by microwave coating method and checking the properties of the powder. Journal of Iranian Food Science and Industry Research, Volume 14, Issue 2, pp. 283-296.

[43] Michalska, A., Wojdyło, A., Lech, K., Łysiak, G. P., & Figiel, A. (2016). Physicochemical properties of whole fruit plum powders obtained using different drying technologies. Food chemistry, 207, 223-232.

[44] Shahsavari, N., Barzegar, M., Sahari, M. A., & Naghdibadi, H. (2008). Antioxidant activity and chemical characterization of essential oil of *Bunium persicum*. Plant foods for human nutrition, 63(4), 183-188.

[45] Matini, S., Mortazavi, S. A., Sadeghian, A. R., & Sharifi, A. (2018). Studying physicochemical properties of Sardasht red grape skin encapsulated extract and stability evaluation of these compounds in

yoghurt. Research and Innovation in Food Science and Technology, 7(3), 241-254.

[46] Ahmadi Rad, Imam Juma, Asadi, & Hassan. (2016). Optimization of spray drying process of blueberry juice using response surface method. Iranian Journal of Food Sciences and Industries, 13(50), 67-78.

[47] Demirkol M, Tarakci Z. 2018. Effect of grape (*Vitis labrusca* L.) pomace dried by different methods on physicochemical microbiological and bioactive properties of yoghurt. LWT.97:770-7.

[48] Simon-Brown, K., Solval, K. M., Chotiko, A., Alfaro, L., Reyes, V., Liu, C., ... & Sathivel, S. (2016). Microencapsulation of ginger (*Zingiber officinale*) extract by spray drying technology. LWT, 70, 119-125.

[49] Abbaspour Gilande, Kaveh, & Mohammad. (2023). Investigating the effects of hot air drying conditions on some qualitative and bioactive characteristics of cantaloupe slices using the response surface method. New technologies in food industry, 10(2), 171-188

[50] Jalali Jivan Mahdi, Sadeghi Saeed, Maddlou Ashkan, & Yarmand Mohammad Saeed. (2013). The effect of heating and acidification on total phenol content and antioxidant activity of date kernel extract.

[51] Ghasem Nejad Azim, Bagheri Fard Amin Elah, & Asghari Ali. (2013). Studying the effect of drying temperature on some phytochemical properties of conifer leaves (*Cynara scolymus* L).

[52] Salahi, M. (2014). Optimizing production conditions of melon flooring process and investigating its physicochemical properties, Master's thesis, Ferdowsi University of Mashhad.

[53] Quek, S., Chok, N.K., Swedlund, P. (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. Journal of Chemical Engineering and Processing, 46, 386-392

[54] Kandasamy, P., Varadharaju, N., Kalemullah, S., & Maladhi, D. (2014). Optimization of process parameters for foam-mat drying of papaya pulp. Journal of food science and technology, 51(10), 2526-2534

[55] Nemati, A; Motamedzadegan, F; Mohammadzadeh Milani, c. (2022). The effect of different floor drying methods on the properties of orange drink powder prepared from Permit. Iranian journal of food science and industry. 19 (126):256-239



Scientific Research

Evaluation of Beverage Powder Produced from Apricot Puree and Carrot extract by Foam-Mat Drying Method

Maryam Eyvaz Mohammadi¹, Akram Sharifi^{1*}

¹ Department of Food Science and Technology, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article History: Received: 2024/8/3 Accepted: 2025/2/25	The purpose of this research was to produce a beverage powder from apricot puree and carrot extract using the foam mat method and to investigate the physicochemical and sensory properties of the produced powder. First, a mixture of carrot extract, apricot puree and cardamom extract was prepared and then some chemical properties of the resulting mixture were measured. To prepare foam from this mixture, apricot, carrot and cardamom extracts were combined with each other with a ratio of 68:28.5: 0.5%. 3% albumin was used as a foaming agent and maltodextrin was used at 0, 10 and 20% levels as a foam stabilizer. The prepared foams were dried by two methods, freezing and hot air. The physicochemical and sensory characteristics of the prepared powders were measured. The drying method had a significant effect on the moisture content, antioxidant capacity, total phenol, beta-carotene content and sensory characteristics. While powder solubility, browning index were not affected by the drying method. Powders dried by foam mat-freezing method had more moisture content, beta-carotene compared to powders dried by hot air method. In samples dried by hot air method, phenol content, antioxidant capacity, and sensory characteristics were higher than samples of powders dried by foam mat freezing method. With increasing maltodextrin concentration, browning index, beta-carotene content, phenol content, antioxidant capacity and sensory characteristics decreased. Maltodextrin concentration had no significant effect on powder solubility. In addition, the 0% hot air maltodextrin treatment has relative superiority in sensory evaluation. In general, the results indicated that the powder produced by both foam mat freezing and hot air methods had acceptable physicochemical characteristics.
Keywords: apricot puree, carrot extract, foam mat drying, freeze drying	
DOI: 10.22034/FSCT.22.161.104. *Corresponding Author E- asharifi81@gmail.com	