



## بررسی فرمولاسیون فرآورده میوه‌ای نوین از پوره طالبی (ژل مک) با استفاده از روش‌های سطح پاسخ (RSM) و تحلیل مؤلفه اصلی (PCA)

\* صفیه خلیلیان<sup>۱</sup>، فخری شهیدی<sup>۲</sup>، محمد الهی<sup>۳</sup> و محبت محبی<sup>۴</sup>

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰

### چکیده

در سال‌های اخیر به فرمولاسیون تنقلات بر پایه میوه و سبزی، به دلیل دارا بودن ویژگی‌های خوراکی بالا و ارزش تغذیه‌ای خوب، توجه خاصی مبذول گردیده است. ایران (به‌ویژه استان خراسان) از تولیدکنندگان عمده طالبی در جهان می‌باشد. طالبی در اکثر کشورها بیشتر به مصرف تازه‌خوری می‌رسد و به دلایل گوناگون از جمله نبود روش‌های فرآوری مناسب برای این محصول، بالغ بر ۳۰ درصد آن در زنجیره تولید از مزرعه تا مصرف ضایع می‌گردد. هدف از این پژوهش بررسی و بهینه‌سازی فرمولاسیون فرآورده‌ای نوین از طالبی (ژل مک طالبی) بود. ژل مک طالبی از پوره طالبی، مخلوط هیدروکلئیدها (نشاسته و ژلاتین)، شیرین‌کننده‌ها، تعدیل‌کننده‌های pH و سایر افزودنی‌ها تهیه گردید. پکتین (صفر تا ۰/۶ درصد) و زانتان (صفر تا ۰/۵ درصد) به‌عنوان فاکتورهای مؤثر بر ویژگی‌های حسی (سختی، لاستیکی بودن، قابلیت جویدن، طعم، پذیرش ویژگی‌های بافتی و حسی و پذیرش کلی) این فرآورده انتخاب گردیدند. به‌منظور بررسی اثر پکتین و زانتان بر پذیرش نمونه‌ها از روش سطح پاسخ، طرح مرکب مرکزی چرخش‌پذیر استفاده شد. به‌منظور بررسی ویژگی‌های حسی و روابط پنهان بین آن‌ها از روش تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) استفاده گردید. نتایج نشان داد که از میان ۱۶ صفت حسی تعریف شده برای ارزیابی حسی ژل مک طالبی، مهم‌ترین و مؤثرترین آن‌ها بر پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل طالبی، شدت رنگ، طعم، سختی و لاستیکی بودن بافت نمونه‌ها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: طالبی، ژل مک، فرمولاسیون، روش سطح پاسخ، تحلیل مؤلفه اصلی

\* مسئول مکاتبه: [khaliliansafie02@gmail.com](mailto:khaliliansafie02@gmail.com)

## مقدمه

میوه‌های تازه، میان‌وعده‌های ایده‌آلی هستند اما توزیع و نگهداری و در ضمن فصلی بودن آن‌ها از بزرگ‌ترین مشکلات در استفاده و میزان دسترسی به آن‌ها می‌باشد. بنابراین برخی فرآوری‌ها جهت افزایش زمان ماندگاری، ارزش افزوده و کیفیت آن‌ها مورد نیاز است که خود منجر به ایجاد ویژگی‌های حسی خاص از جمله طعم و رنگ‌های جدید و متنوع می‌گردد. توسعه فرآورده‌های نوین مبنی بر روش‌های علمی، علاوه بر تعادل قیمت و حمایت از تولیدکننده سبب رونق صنایع غذایی و ایجاد اشتغال می‌شود. توسعه صنایع تبدیلی کشاورزی مستلزم ایجاد جاذبه‌های جدید در مصرف‌کنندگان است که این امر با تولید و عرضه فرآورده‌های نوین امکان‌پذیر می‌باشد. موفقیت فرآورده‌های نوین زمانی تضمین خواهد شد که آن‌ها از ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی و پذیرش قابل‌قبولی در بین مصرف‌کنندگان برخوردار باشند. اسنک‌های میوه‌ای نوین می‌توانند در حجم کم، با قابلیت خوردن سریع و ظاهر زیبا تولید گردند. توسعه مصرف آن‌ها می‌تواند یک حرکت فرهنگی مثبت به سمت سلامتی بیشتر افراد جامعه باشد [۸].

طالبی با نام علمی *Cucumis melo L.* از سبزی‌های میوه‌ای جالیزی متعلق به خانواده کدوئیان<sup>۱</sup> است. خربزه و طالبی از مهم‌ترین محصولات جالیزی هستند که از قدیم‌الایام در کشور ما جایگاه ویژه‌ای داشته‌اند [۱]. سطح زیر کشت خربزه و طالبی در ایران حدود ۸ درصد سطح زیرکشت جهان است و میزان تولید آن در ایران ۶ درصد کل تولید طالبی جهان می‌باشد. از نظر سطح زیر کشت این محصول، کشور ما بعد از چین و ترکیه در رده سوم جهان قرار دارد [۲]. این محصول منبع غنی از ویتامین‌های K و C به‌شمار می‌رود و نیز حاوی اسید فولیک، پتاسیم، ریز مغذی‌هایی مانند روی، مس، آهن و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد، میزان سدیم و چربی آن به‌طور طبیعی کم است، تا حدودی کم‌کالری بوده و از ارزش تغذیه‌ای خوبی برخوردار است [۳]. طالبی علاوه بر استفاده به‌صورت تازه‌خوری، به فرم دسر، سالادهای میوه‌ای، تنقلات، غذا صبحانه، غذاهای تفریحی، آب میوه، چاشنی‌های خوراکی و نوشیدنی‌ها در بازارهای ایالت‌های متحده آمریکا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در چند سال اخیر در کشور ما، پژوهش‌هایی درخصوص فرآوری طالبی از جمله تولید پالپ منجمد، استفاده از روش اسمز در تولید پالپ منجمد، حبه‌های منجمد به‌روش اسمز، تولید نوشیدنی

مخلوط بر پایه طالبی، تولید فرآورده‌های نیمه خشک شده طالبی در مقیاس آزمایشگاهی در قالب طرح بین دانشگاهی با عنوان "بررسی امکان تولید فرآورده‌هایی با قابلیت ماندگاری بالا از هندوانه، خربزه، طالبی" در مقیاس آزمایشگاهی انجام شده است [۳].

از سایر پژوهش‌های انجام شده در این زمینه می‌توان به مواردی هم‌چون تحقیق انجام شده توسط گنزالیا (۱۹۹۴) اشاره کرد که از میوه طالبی جهت تولید الکل استفاده نمود [۱۰]. اسواراناندام و همکاران (۲۰۰۶) طی پژوهشی اثر اسیدهای آلی (اسید مالیک و لاکتیک) در ترکیب با پوشش‌های پروتئینی سویا روی ویژگی‌های حسی مکعب‌های طالبی تازه برش خورده، به‌منظور افزایش زمان ماندگاری طالبی را بررسی نمودند و اثرات مضر مشاهده نکردند [۹].

جهت بهبود کیفیت و قابلیت دسترسی و افزایش ارزش افزوده این میوه شگفت‌انگیز جا دارد که متخصصان صنایع غذایی در این خصوص تدابیری اندیشیده و در جهت تولید فرآورده‌های نوین با ماندگاری و ارزش افزوده بالا گام بردارند. این پژوهش نیز در همین راستا در قالب تولید فرآورده‌ای جدید از طالبی با استفاده از پوره طالبی، مواد هیدروکلوئیدی و شیرین‌کننده‌ها به فرم ژله فرم‌دار انجام شده است. از آنجایی که تنقالات و فرآورده‌های قنادی از جمله پاستیل‌های رایج در بازار به‌علت ظاهر بسیار زیبا، طرح‌ها و رنگ‌های متنوع مورد توجه عموم به‌ویژه کودکان قرار گرفته است این پاستیل‌ها عموماً موجود از مخلوط کردن شکر و سایر مواد قندی، ژلاتین، اسیدها، اسانس‌ها و رنگ‌های مجاز خوراکی تهیه می‌شوند [۴] و ماهیتی کاملاً مصنوعی دارند، لذا علاوه بر این‌که فاقد ارزش تغذیه‌ای هستند، امکان دارد اثرات سوء بر سلامت مصرف‌کنندگان نیز داشته باشند. در صورتی‌که بتوان این محصول را بر پایه پوره طالبی و افزودنی‌های طبیعی در سطح کارخانه‌ها تولید و وارد بازار نمود کمک بزرگی در جهت کاهش ضایعات طالبی، ارزش افزوده آن و تولید فرآورده‌ای جدید از طالبی با ارزش تغذیه‌ای بالا خواهد بود.

### مواد و روش‌ها

**مواد:** گلوکز پودری، اسید سیتریک، نشاسته، سوربیتول، اسید سیتریک از شرکت مرک<sup>۱</sup> آلمان، ژلاتین از شرکت ژلاتین حلال توس مشهد، پکتین از شرکت دانیسکو<sup>۲</sup> دانمارک، شکر از یکی از فروشگاه‌های

1- Merk

2- Danisco

شهر مشهد تهیه گردید. برای تهیه پوره طالبی، طالبی (وارسته تیل)<sup>۱</sup> (دارای بافت زرد) از یکی از میدان‌های فروش میوه و سبزی شهر مشهد خریداری شد.

**تولید و فرمولاسیون:** به دلیل نبود پژوهش پیشینه در خصوص تولید و فرمولاسیون پاستیل میوه‌ای بر پایه پوره طالبی و به منظور تعیین شرایط بهینه تولید و برخی از موارد مانند بهترین روش تولید، نوع و میزان مناسب مواد تشکیل‌دهنده فرمولاسیون، آزمایش‌های این پژوهش در دو مرحله مقدماتی و اصلی انجام شد. برای تهیه پوره طالبی ابتدا شستشو، پوست‌گیری، خارج نمودن هسته‌ها صورت گرفت. سپس جهت کاهش آب محتوی پالپ‌های طالبی و افزایش بریکس از روش اسمز استفاده گردید [۶]. بعد از اتمام فرآیند اسمز، قطعات پالپ طالبی خرد گردیده و از صافی با مش ۱ و ۰/۵ میلی‌متر عبور داده شدند و در نهایت آنزیم بری انجام شد. فرمولاسیون ژل مک طالبی، مقادیر را بر حسب درصد پوره میوه، شیرین‌کننده و هیدروکلوئیدها مشخص می‌کند. براساس نتایج آزمون‌های اولیه، اجزای ثابت فرمولاسیون پاستیل طالبی حاوی ۶۰ درصد پوره طالبی، ۲۱ درصد ساکارز، ۷ درصد مخلوط ژلاتین و نشاسته، ۱۲ درصد گلوکز پودری ۰/۲ درصد سوربیتول بود که ضمن اعمال حرارت (۹۰ درجه سانتی‌گراد) با هم مخلوط گردیدند. فرآیند مخلوط کردن به گونه‌ای طراحی شد که آمیختن، پراکندن و حل شدن مواد اولیه با توجه به ماهیت اجزاء و اثر آن‌ها در بافت نهایی صورت گرفت. در انتها پس از کنترل pH (با استفاده از دستگاه pH متر مدل هانا، ساخت کشور پرتغال) و درجه بریکس (با استفاده از رفاکتومتر چشمی مدل کارلزلس، ساخت کشور آلمان)، مخلوط ژل وارد قالب‌هایی به ابعاد ۳×۹×۱۴ سانتی‌متر شده و به مدت ۳ ساعت در دما ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت، سپس برش بافت در ابعاد ۱۵×۱۵×۲۰ میلی‌متر صورت پذیرفت و محصول به مدت ۷۲ ساعت در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) خشک گردید و بلافاصله مورد آزمایش قرار گرفت.

**ارزیابی حسی:** برای بررسی ویژگی‌های حسی نمونه‌ها، ۱۰ داور از بین دانشجویان گروه صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد انتخاب شدند. به منظور ارزیابی نمونه‌ها از مقیاس عددی ۹ نقطه‌ای استفاده شد. عدد ۱ نشانگر کم‌ترین امتیاز و عدد ۹ نشانگر بیشترین امتیاز بود. به هر داور چهار نمونه در ظروف مجزا داده شد که توسط کدهای فرمولی از هم تفکیک شده بودند، یک لیوان آب به

1- Cucumis melo L. var. til

همراه یک فرم امتیازدهی نیز داده شد. هر داور نمونه‌ها را به صورت تصادفی و انفرادی ارزیابی کرده و بین هر نمونه آب خنک نوشیده می‌شد. ویژگی‌های مورد ارزیابی عبارت از شدت رنگ، رنگ مطلوب، چسبندگی سطحی، یکنواختی بافت، سختی، حالت لاستیکی، قابلیت جویدن، چسبناکی، ترشی، ترشی مطلوب، شیرینی، شیرینی مطلوب، تعادل بین شیرینی و ترشی، طعم، آروما، رطوبت مرکزی بودند.

**طرح آزمایشی و روش آنالیز نتایج:** از آنجایی که فرمولاسیون یک فرآورده نوین مستلزم کسب اطلاعات به نسبت زیاد به خصوص در بعد حسی آن می‌باشد، در این پژوهش نیز از نظر حسی صفات به نسبت زیادی از ارزیابان سوال گردید. از طرفی آگاهی از روابط بین آن‌ها نیز می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در جهت بهبود فرمولاسیون فرآورده داشته باشد. زمانی که تعداد متغیرها در آزمونی زیاد باشد مدل حاصل به داده‌ها خیلی وابسته خواهد بود و نتایج، پیش‌بینی ضعیفی را ارائه خواهند داد. روش PCA در جستجوی متغیرهایی می‌باشد که بیشترین واریانس را دارند. در واقع بزرگ بودن واریانس باعث تفکیک داده‌ها شده در نتیجه بررسی تفاوت‌ها، بین داده‌ها آسان‌تر خواهد شد. بنابراین جهت تجزیه و تحلیل داده‌های حسی و تعیین مهم‌ترین مؤلفه‌های مؤثر بر پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل طالبی از روش تحلیل مؤلفه اصلی PCA در نرم‌افزار SPSS 16 استفاده گردید و در نهایت برای بررسی اثر متغیرهای مستقل بر پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل طالبی از روش سطح پاسخ استفاده شد. فرمولاسیون و آزمایش‌ها به روش کاملاً تصادفی در قالب طرح چرخش‌پذیر مرکب مرکزی با پنج تکرار در نقطه مرکزی برای دو متغیر پکتین و زانتان انجام شدند (جدول ۱). نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار Deign Expert نسخه ۶,۰,۴ (مینیا پولیس آمریکا) مورد آنالیز قرار گرفتند. رگرسیون سطوح پاسخ آنالیز شده، هر یک از متغیرهای تابع در قالب مدل رگرسیون درجه دوم به صورت تابعی از متغیرهای مستقل ارائه شدند:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{12}x_1x_2 + \varepsilon$$

ضرایب چندجمله‌ای  $b_0$  (عدد ثابت)،  $b_1$  و  $b_2$  (اثرات خطی)،  $b_{11}$  و  $b_{12}$  (اثرات کوادراتیک) و  $b_{12}$  (اثرات متقابل) هستند. معنی‌داری ضرایب مدل با استفاده از آنالیز واریانس برای هر پاسخ

تعیین شد. به منظور ارزیابی صحت مدل‌های برآزش شده مقادیر  $R^2$  شامل  $R^2$  تصحیح شده<sup>۱</sup>،  $R^2$  پیش‌گویی<sup>۲</sup> مدل و مجموع مربع‌های خطای پیش‌بینی شده<sup>۳</sup> (PRESS) مورد بررسی قرار گرفت و P ضرایب تعیین شدند. در این راستا یک مدل مناسب  $R^2$  پیش‌گویی بالا و PRESS پایین دارد.

جدول ۱- طرح مرکب مرکزی برای متغیرهای مستقل (اعداد حقیقی).

واحد‌های آزمایشی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
پکتین	۰/۳	۰	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۳	۰/۰۹	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۰۹	۰/۳	۰/۳
زانتان	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۴	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۴	۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۰۷	۰/۵	۰/۲۵

## نتایج و بحث

آنالیز روابط بین ویژگی‌های حسی با استفاده از روش PCA نشان داد که در مجموع ۵ مؤلفه برای این پاسخ‌ها وجود دارد که مؤلفه اول و دوم با دارا بودن حداکثر مقادیر ویژه و درصد واریانس به‌عنوان مؤلفه‌های اصلی ویژگی‌های حسی در نظر گرفته شدند و پراکنش‌ها بر مبنای این دو مؤلفه رسم گردید (جدول ۲).

با بررسی موقعیت صفات حسی در فضای PC (شکل ۱)، می‌توان نتیجه گرفت که صفات لاستیکی بودن، قابلیت جویدن، سختی، طعم و شدت رنگ ارتباط تنگاتنگی با پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل طالبی دارند. صفت شیرینی و طعم نمونه‌های پاستیل طالبی در دو سمت مخالف مؤلفه اول قرار گرفتند که این بیانگر آن است که افزایش شیرینی نمونه‌ها فاکتور مطلوبی بر طعم نمونه‌های پاستیل طالبی نبوده است. صفات سختی، لاستیکی و قابلیت جویدن به‌رغم این که رابطه نزدیکی با هم داشتند اما در نواحی مخالف با صفات چسبندگی بافت، چسبندگی سطحی و میزان رطوبت مرکزی نمونه‌ها واقع شدند. این مشاهده نشان‌دهنده وجود رابطه متضاد بین این دسته از ویژگی‌های حسی می‌باشد.

1- Adjusted- $R^2$

2- Predicted- $R^2$

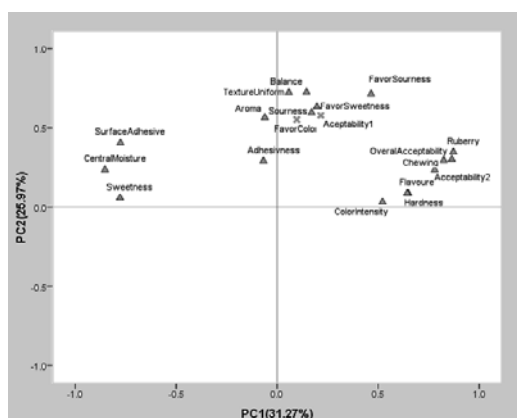
3- Prediction error sum of squares

## صفیه خلیلیان و همکاران

جدول ۲- نتایج آنالیز مؤلفه‌های اصلی برای صفات حسی نمونه‌های پاستیل طالبی.

مؤلفه‌ها	مقادیر ویژه	درصد واریانس
۱	۴/۰۴	۳۱/۲۷
۲	۳/۳۴	۲۵/۹۷
۳	۱/۹۵	۱۰/۲۴
۴	۱/۷۵	۹/۱۸
۵	۱/۵	۷/۹۱
صفات	مؤلفه ۱	مؤلفه ۲
شدت رنگ	۰/۵۲۱	۰/۰۳۲
رنگ مطلوب	۰/۰۹۷	۰/۵۵۲
چسبندگی سطحی	-۰/۳۱۱	۰/۴۰۵
یکنواختی بافت	۰/۰۵۸	۰/۷۲۳
سختی	۰/۶۶۱	۰/۲۳۲
لاستیکی بودن	۰/۶۴۹	۰/۰۸۶
قابلیت جویدن	۰/۷۵۰	۰/۳۴۳
چسبندگی	۰/۷۰۲	۰/۲۸۹
ترشی	-۰/۰۶۸	۰/۲۹۱
ترشی مطلوب	۰/۱۷۰	۰/۵۹۶
شیرینی	۰/۱۷۵	۰/۸
شیرینی مطلوب	-۰/۲۵۶	۰/۰۸۹
تعادل ترشی و شیرینی	۰/۱۹۷	۰/۶۳۳
آروما	۰/۱۴۵	۰/۷۲۴
طعم	-۰/۰۶۱	۰/۵۶۵
رطوبت مرکزی	۰/۶۴۳	۰/۰۸۷
پذیرش ظاهری (۱)	۰/۱۲۶	۰/۶۱۲
پذیرش ویژگی‌های بافتی و حسی (۲)	۰/۷۸۰	۰/۲۹۵
پذیرش کلی	۰/۷۴۲	۰/۲۹۵

از دیگر روابط قابل بررسی در پراکنش ویژگی‌های حسی در فضای PC، می‌توان به رابطه بین آرومای طالبی با پارامترهای بافتی سختی، لاستیکی و قابلیت جویدن اشاره نمود. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش امتیاز این پارامترهای بافتی، امتیاز آرومای طالبی کاهش نشان می‌دهد. همین روند در برخی تحقیقات در مورد تأیید قرار گرفته است. بیک و همکاران (۱۹۹۹) اثر ژل‌های ژلاتین و پکتین را بر رهایش آرومای توت‌فرنگی مورد بررسی قراردادند. براساس نتایج به دست آمده با افزایش سختی ژل‌ها، رهایش آرومای توت‌فرنگی کاهش پیدا کرد که در مورد ژل‌های ژلاتینی این کاهش بیشتر بود [۷]. تیلور و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که علت این رخداد در بافت‌های سخت‌تر، کند بودن زمان رهایش حداکثر میزان ترکیب آروما می‌باشد [۱۳]. همان‌طور که از شکل ۲ مشخص است از بین مؤلفه‌های مؤثر بر امتیاز پذیرش ظاهری نمونه‌های پاستیل طالبی، صفت رنگ بیشترین تاثیر را داشت.



شکل ۱- نمودار پراکنش صفات حسی نمونه‌های پاستیل طالبی و ارتباط آن‌ها با یکدیگر.

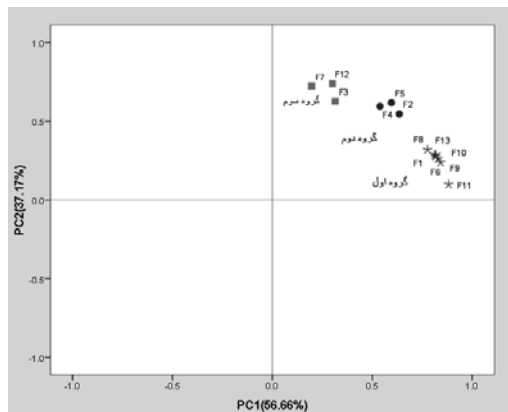
جهت بررسی پراکنش فرمولاسیون‌های پاستیل طالبی، نمودار پراکنش فرمول‌ها براساس ویژگی حسی مورد ارزیابی، در فضای PC رسم گردید. همان‌طور که در شکل ۲، مشاهده می‌شود فرمولاسیون‌های پاستیل طالبی به سه گروه تقسیم شدند: گروه اول: فرمولاسیون‌های با شماره‌های ۱، ۶، ۹، ۱۰ و ۱۳ که همان فرمول تکرارشونده در نقطه مرکزی طرح مرکب چرخش پذیر می‌باشد و فرمولاسیون‌های ۸ و ۱۱. با توجه به پراکنش ویژگی‌های حسی (شکل ۱) می‌توان گفت از آن‌جا که این فرمولاسیون‌ها در همان ناحیه‌ای واقع شده‌اند که ویژگی سختی، لاستیکی و قابلیت جویدن قرار گرفته‌اند، می‌توان نتیجه گرفت که فرمولاسیون‌ها از نظر این مؤلفه‌های حسی و پذیرش کلی بالاترین امتیاز را کسب نمودند. علت این رخداد را می‌توان به ویژگی ژل پکتین در فرمولاسیون پاستیل طالبی



نسبت داد. لوگفرن و همکاران (۲۰۰۶) با پژوهشی که بر ریزساختارها و سینتیک‌های رفتار رئولوژیکی ژل‌های پکتینی انجام دادند اظهار داشتند که از جمله ویژگی‌های ژل‌های پکتینی ایجاد ساختار شبکه‌ای پیوسته و متراکم می‌باشد [۱۱]. همچنین تولستوفزوف (۱۹۹۱) علت ایجاد فاز پیوسته و متراکم ژل‌های پکتینی را تمایل شدید آن‌ها به ایجاد برهم کنش‌های فراوان با مولکول‌های آب مطرح نمودند [۱۴].

گروه سوم، فرمولاسیون‌های شماره ۳، ۷ و ۱۲ می‌باشد. این فرمولاسیون‌ها در ناحیه پذیرش ظاهری نمونه‌های پاستیل طالبی قرار گرفتند که بیانگر امتیاز بالا از نظر رنگ مطلوب و در نهایت پذیرش ظاهری نمونه‌ها می‌باشد. از آنجایی که تقریباً همه شرایط برای وقوع واکنش‌های مایلارد در نمونه‌های پاستیل طالبی فراهم است، در نتیجه حضور این رنگدانه‌ها بر رنگ نمونه‌ها مؤثر می‌باشد. علاوه بر این نوع و چگونگی وقوع برهم کنش‌های بین بتاکاروتن و اجزاء فرمولاسیون نیز بر رنگ نمونه‌های پاستیل طالبی بی‌تاثیر نیست. در مجموع این سطوح از پکتین و زانتان در فرمولاسیون‌های گروه سوم توانسته‌اند رنگ مطلوب را برای پاستیل طالبی ایجاد کنند.

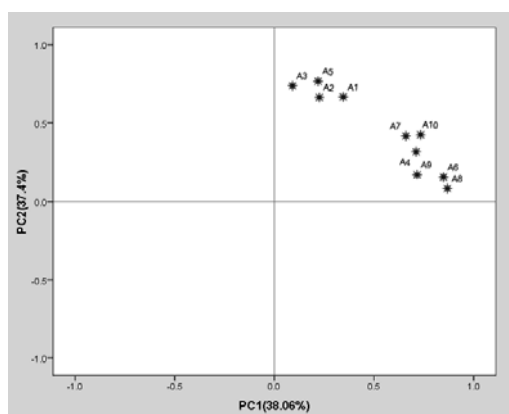
گروه دوم، فرمولاسیون‌های شماره ۲، ۴ و ۵ می‌باشند. این فرمولاسیون‌ها از نظر ویژگی‌های حسی امتیازهایی مابین گروه اول و سوم را کسب نمودند.



شکل ۲- نمودار پراکنش فرمولاسیون‌های تولیدی پاستیل طالبی.

در این پژوهش، پاستیل طالبی به‌عنوان یک فرآورده میوه‌ای نوین دارای بافت، طعم و رنگ جدید از دیدگاه داوران، مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌همین دلیل جهت بررسی نظر داوران، نمودار پراکنش

آن‌ها نیز در فضای PC رسم گردید (شکل ۳). با توجه به نمودار پراکنش ویژگی‌ها و ارزیابی‌های می‌توان گفت ۶۰ درصد داوران، بافت و طعم را به‌عنوان مهم‌ترین مؤلفه‌های پذیرش پاستیل طالبی در نظر گرفتند در حالی که ۴۰ درصد داوران رنگ و ظاهر پاستیل طالبی را مهم‌ترین مؤلفه پذیرش پاستیل طالبی معرفی نمودند.



شکل ۳- نمودار پراکنش داوران حسی نمونه‌های پاستیل طالبی.

جهت تعیین روند تغییرات پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل طالبی و بررسی اثر متغیرهای مستقل، پکتین (A) و زانتان (B)، در ابتدا تعیین مناسب‌ترین مدل جهت برازش داده‌های آزمون صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که افزودن ضرایب به مدل تا رسیدن به مدل درجه دوم به‌طور معنی‌داری باعث بهبود مدل گردید. بنابراین مدل درجه دوم برای بررسی اثر متغیرهای مستقل بر روند تغییرات پاسخ‌ها، به‌عنوان بهترین مدل انتخاب گردید (جدول ۲).

جدول ۳- آنالیز مدل‌های مورد استفاده جهت یافتن بهترین مدل برای پذیرش کلی.

Total	Residual	Cubic	Quadratic	2FI	Linear	Mean	معادلات
۱۳	۵	۲	۲	۱	۲	۱	درجه آزادی
۶۱۰/۱۴	۰/۳۰۶	۰/۰۰۵۲	۱۶/۵۸۹	۳/۰۹۳	۱۰/۶۱۹۸	۵۷۹/۵۵۷	جمع مربعات
		۰/۹۵۸۴	<۰/۰۰۰۱	۰/۲۳۳۵	۰/۱۱۸۵	-	p

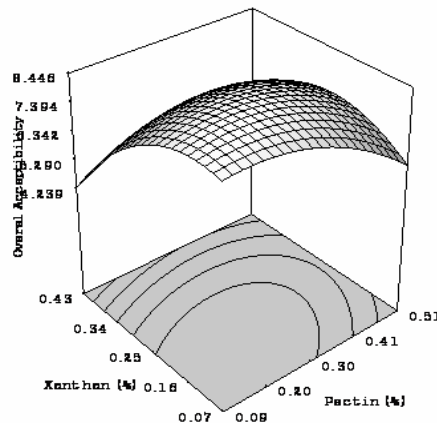
مدل پیشگو برای پذیرش کلی به‌صورت زیر به‌دست آمد:

$$y = 8.06 - 0.37x_1 - 1.08x_2 - 0.86x_1^2 - 1.37x_2^2 + 0.87x_1x_2$$

ضریب تبیین = ۰/۹۸۹۸، ضریب تبیین اصلاح شده = ۰/۹۸۲۶، ضریب تبیین پیشگویی = ۰/۹۴۰۸، ضریب پراکندگی = ۳/۱۶، مجموع مربع‌های خطا پیش‌بینی شده = ۱/۸۱

پذیرش کلی، نیز به میزان پکتین و زانتان در فرمولاسیون پاستیل طالبی بستگی داشت. نتایج آنالیز واریانس مدل نشان داد که اثر خطی پکتین اثر کوادراتیک آن منفی ( $P < 0/001$ ) بودند. همین اثر خطی و درجه دوم زانتان بر پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل طالبی منفی ( $P < 0/001$ ) و اثر متقابل پکتین و زانتان نیز مثبت و معنی‌دار ( $P < 0/001$ ) بود.

اثر پکتین و زانتان بر پذیرش کلی پاستیل طالبی در شکل ۴، نشان داده شده است. با افزایش غلظت پکتین تا سطح ۰/۴۱ درصد، پذیرش کلی پاستیل‌های طالبی افزایش یافت در صورتی که در غلظت بیشتر از آن روند کاهشی مشاهده گردید. با افزایش زانتان تا سطح ۰/۲۵ درصد، پذیرش کلی نمونه‌ها افزایش یافت اما در ادامه، روند کاهشی در پذیرش کلی مشاهده گردید. پکتین در غلظت‌های پایین ایجاد بافت پیوسته، طعم مطلوب و میوه‌ای می‌کند و پذیرش نمونه‌ها را افزایش می‌دهد. دمارس و زیگلر (۲۰۰۱) با پژوهشی که در همین راستا انجام دادند دریافتند که پکتین در غلظت بالا، به دلیل افزایش سرعت ژله‌ای شدن مخلوط ژل، باعث عدم یکنواختی بافت در نمونه‌ها می‌شود [۸]. لوپرس و گویچارد (۲۰۰۳) اظهار داشتند که در غلظت‌های بالا پکتین انتشار و درک مواد آروما را کاهش می‌دهد که این وقایع در مجموع می‌تواند باعث کاهش پذیرش نمونه‌ها گردد [۱۲]. در رابطه با صمغ زانتان، غلظت‌های کم آن باعث یک‌نواختی بیشتر ساختار ژل نشاسته شده و به این طریق ویژگی‌های بافتی را بهبود می‌دهد [۵] در صورتی که در غلظت‌های بالاتر، ساختار ژل را به هم می‌ریزد.



شکل ۴- اثر پکتین و زانتان بر پذیرش کلی با استفاده از منحنی پاسخ سطحی.

## نتیجه گیری

۱. افزودن پکتین و زانتان تا میزان معینی باعث بهبود و افزایش پذیرش کلی فرمولاسیون ژل مک طالبی می شود. در مجموع کلیه فرمولاسیون های تولیدی امتیاز پذیرش کلی بین ۴ تا ۸ (۱ کم ترین امتیاز و ۹ بالاترین امتیاز) را کسب نمودند.
۲. نمودارهای پراکنش ویژگی های حسی، فرمولاسیون ها و ارزیابان حسی نشان داد که از میان ویژگی های حسی، بالاترین امتیازها مربوط به طعم، رنگ، میزان لاستیکی و سختی بوده و در نهایت بالاترین امتیاز پذیرش کلی را داشته اند.
۴. در این میان فرمولاسیون های تکرارشونده در نقطه مرکزی (۱، ۶، ۹، ۱۰ و ۱۳)، ۸ و ۱۱ بالاترین امتیاز پذیرش کلی را داشته اند.
۵. از میان ۱۰ داور حسی، ۶۰ درصد آن ها بافت و طعم را مهم ترین عوامل پذیرش ژل مک طالبی معرفی نمودند و ۴۰ درصد داوران حسی رنگ و ظاهر نمونه ها را عامل مهم تری در پذیرش این فرآورده عنوان نمودند.
۶. ژل مک طالبی دارای رطوبت ۱۵، فعالیت آب  $0.6 \pm 0.05$  و  $pH=3$  می باشد و می تواند مدت ماندگاری بالا داشته باشد.
۷. فرآوری طالبی به صورت محصولات نوین غذایی می تواند مورد توجه قشر وسیعی از افراد جامعه قرار گیرد، همچنین با استفاده از میوه های درجه ۲ و ۳ و ضایعات در فرمولاسیون، می توان گامی در جهت افزایش ارزش افزوده این دسته از محصولات برداشت.

## منابع

- ۱- ذوالفقاران، الف. ۱۳۷۷. تاثیر دوره آبیاری و تعداد قطره چکان ها و آبیاری قطره ای بر عملکردی کیفیت خربزه. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲- محمدی جعفری، م. ۱۳۸۳. بررسی امکان تولید شیر بدون لاکتوز از دانه خربزه و ارزیابی خواص فیزیکی و شیمیایی روغن آن. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد سبزوار.
- ۳- شهیدی، ف. ۱۳۸۴. بررسی امکان تولید فرآورده های با قابلیت ماندگاری بالا از هندوانه، خربزه و طالبی در مقیاس آزمایشگاهی، طرح بین دانشگاهی، مرکز پژوهش فرآوری صیفی جات.
- ۴- مقصودی، ش. ۱۳۸۱. تکنولوژی آب نبات و شکلات سازی. نشر علوم کشاورزی، ۲۵۸ صفحه.
- ۵- یارمند، م. س.، و هاشمی روان، م. ۱۳۸۷. کاربرد هیدروکلوئیدها در صنایع غذایی و صنایع دیگر. انتشارات مرز دانش، تهران، ۵۴۶ صفحه.

6. Amidi Fzli, F., Shahidi, F., Mohebbi, M., and Ganjloo, A. 2007. Osmotic dehydration of cantaloupe: Influence of time and concentration, *Acta Horticulture*, 731, 129-133.
7. Baek, I., Linforth, R.S.T., Blake, A., and Taylor, A.J. 1999. Sensory perception is related to the rate of change of volatile concentration in-nose during eating of model gels. *Chemical Senses*, 24, 155–160.
8. Demars, L., and Ziegler, G. 2001. Texture and structure of gelatin- pectin based gummy confections. *Food Hydrocolloid*, 15, 643-653.
9. Eswaranandam, S., Hettiarachchy, N.S., and Meullenet, J.F. 2006. Effect of malic and lactic acid incorporated soy protein coatings on the sensory attributes of whole apple and fresh cut cantaloupe. *Journal of Food Science*, 71, S307-S313.
10. Gonzalea, L.M. 1994. A selective separation of alcoholic beverages and distillates wine by GC. *Journal of Chromatography*, 32, 195-198.
11. Lofgren, C., Guillotin, S., and Hermansson, A.M. 2006. Microstructure and kinetic rheological behavior of amidated and non-amidated LM pectin gels. *Biomacromolecules*, 7, 114–121.
12. Lubbers, S., and Guichard, E. 2003. The effects of sugars and pectin on flavour release from a fruit pastille model system. *Food Chemistry*, 81, 269–273.
13. Taylor, A.J., Besnard, S., Puaud, M., and Linforth, R.S.T. 2001. In vivo measurement of flavour release from mixed phase gels. *Biomolecular Engineering*, 17, 143–150.
14. Tolstoguzov, V.B. 1991. Functional properties of food proteins and role of protein-polysaccharide interaction. *Food Hydrocolloids*, 4, 6, 429-468.



## **Evaluation of formulation novel fruity from cantaloupe puree (Jel Mc) with using from RSM and PCA Methods**

**\*S. Khalilian<sup>1</sup>, F. Shahidi<sup>2</sup>, M. Elahi<sup>3</sup> and M. Mohebbi<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Graduated, Dept. of Food Sciences and Technology, Ferdowsi University,

<sup>2</sup>Professor, Dept. of Food Sciences and Technology, Ferdowsi University,

<sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Food Sciences and Technology, Ferdowsi University,

<sup>4</sup>Associate Prof., Dept. of Food Sciences and Technology, Ferdowsi University

Received: 2011-09; Accepted: 2012-01

### **Abstract**

Nowadays, formulation of fruit and vegetable based snacks is considered widely to their high edible quality and nutritional value. Iran (specially, khorasan province) is one of the most important Cantaloupe producer in the world. Cantaloupe is consumed as fresh fruit in the most of the countries. Due to different factors, such as lack of suitable processing techniques for this product, more than 30% of it is wasted during supply chain from field to table. The aim of this research was evaluation of a new product (Gel Mac) production and optimization of its formulation. Cantaloupe pastille was produced from cantaloupe puree, a mixture of hydrocolloids (starch and gelatin), sweeteners, pH adjustants and other ingredients. Pectin (0-0.6 %) and xanthan (0-0.5) were selected as effective factors on overall acceptability. To evaluate the effect of pectin and xanthan, Response Surface Methodology (RSM) and central composite design was used. In order to study sensory properties and relationships between them, Principal Component Analysis (PCA) was used. The results showed that the overall acceptability was mainly related to color intensity, flavour, rubbery and hardness.

**Keywords:** Cantaloupe; Gel Mac; Formulation; Response Surface Methodology; Principal Component Analysis

---

\*Corresponding author Email: [Khaliliansafie02@gmail.com](mailto:Khaliliansafie02@gmail.com)