**مجله علوم و صنایع غذایی ایران**

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

# بهینه‌سازی فرمولاسیون پاستیل پوره خرما بر پایه آب پنیر تغلیظ شده، آگار و زانتان با استفاده از روش سطح-پاسخ (RSM)

**فرزانه لطفی[۱]، سید علی یاسینی اردکانی[۲*]**

۱-دانش آموخته ارشد رشته فناوری مواد غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد یزد.

۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد یزد.

**اطلاعات مقاله**

**تاریخ های مقاله :**

تاریخ دریافت: ۹۹ /۰۷/۲۶

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۱۶

**کلمات کلیدی:**

آگار،

آب پنیر،

پاستیل،

زانتان،

فعالیت آب.

DOI: 10.52547/fsct.18.03.25

* مسئول مکاتبات:

a.yasini@gmail.com

**چکیده**

**یکی از تنقلات رایج در عصر امروز پاستیل‌ها هستند که حاوی ژلاتین، اسید، رنگ، اسانس و سایر افزودنی‌های مصنوعی می‌باشند و اثرات سوء بر مصرف کننده دارند. هدف از این پژوهش بررسی امکان تولید پاستیل پوره خرما بر پایه آب پنیر تغلیظ شده و بهینه سازی فرمولاسیون آن به روش سطح پاسخ (RSM) می‌باشد. به همین منظور از پوره خرما، آب پنیر تغلیظ شده (۱۵-۵ درصد)، آگار (۰/۹-۰/۳ درصد) و صمغ زانتا (۰/۵-۰/۱ درصد) استفاده گردید. نتایج نشان داد میزان آب پنیر تغلیظ شده بر تمامی پاسخ‌ها اثر معنی‌داری دارد. با افزایش میزان آب پنیر تغلیظ شده رطوبت و شاخص رنگ کل نمونه‌ها افزایش و فعالیت آبی و pH کاهش می‌یابد ولی پذیرش کلی با افزایش آب پنیر تغلیظ شده تا حدود ۱۰ درصد روند افزایشی و بیشتر از آن روند کاهشی نشان داد. با افزایش میزان صمغ‌های زانتان و آگار رطوبت افزایش ولی فعالیت آبی کاهش یافت همچنین شاخص پذیرش کلی در درصد میانگین دو صمغ بالاترین عدد را نشان داد. با توجه به نتایج به دست آمده از آنالیز آماری داده‌ها، مدل خطی جهت پیش بینی رطوبت، فعالیت آبی، pH و شاخص رنگ کل و مدل چند جمله‌ای برای پذیرش کلی مناسب می‌باشد. شرایط عملیاتی بهینه به دست آمده برای فرایند تولید پاستیل شامل غلظت صمغ زانتان ۰/۳۶ درصد (وزنی/وزنی)، غلظت صمغ آگار ۰/۴۶ درصد (وزنی/وزنی) و میزان آب پنیر تغلیظ شده ۱۳/۹۲ درصد (وزنی/وزنی) و پاسخ‌های پیش بینی شده در این شرایط میزان رطوبت ۳۶/۶۲ درصد، فعالیت آب ۰/۶۶، pH ۳/۲۵، میزان پروتئین ۱/۱۷، پذیرش کلی ۶/۵۶ و شاخص رنگ کل ۴۵/۹۴ به دست آمد. پس از ارزیابی مشخص شد که نتایج واقعی با برآورد مدل بسیار به هم نزدیک بودند که نشان از پیشگویی دقیق مدل می‌باشد.**



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-06 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.112.299 ]

## ۱- مقدمه

میوه‌ها، تنقلات و فراورده‌های آنها جزو کالاهای عمده تجارت جهانی هستند و بخشی از شریان حیات اقتصادی اغلب کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه به شمار می‌آیند. امروزه با توجّه و آگاهی از فواید مصرف میوه‌ها و اثر معجزه‌آسای آنها بر سلامتی بدن توجّه روز افزونی به این نوع محصولات کشاورزی شده است. از جمله بحران‌های موجود در این زمینه عدم وجود تجهیزات مناسب فراوری و انبارداری و نیز فقدان دانش کافی در زمینه تکنولوژی فرایند می‌باشد که این امر لزوم توجّه و اهمیت به بخش صنایع تبدیلی و فراوری میوه‌ها را بیان می‌کند. یکی از تنقلات رایج در عصر امروز پاستیل‌های رایج در بازار هستند که حاوی ژلاتین، اسید، رنگ، اسانس و سایر افزودنی‌ها می‌باشند [۱] و ماهیتی کاملاً مصنوعی دارند. این محصولات علاوه بر اینکه فاقد ارزش تغذیه‌ای می‌باشند اثرات سوء بر سلامت مصرف کنندگان نیز دارند [۲].

بر اساس گزارش موسسه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران سالانه ضایعات آب پنیر کارخانجات پنیر UF در حدود ٤٥٠ هزارتن است. با توجه به اینکه این ضایعات آلودگی های زیست محیطی ایجاد می‌نمایند بنابراین با انتخاب یک روش مناسب جهت بازیافت، می توان از آلوده شدن محیط زیست جلوگیری و مواد مغذی حاصل را مورد استفاده قرار داد از طرفی هزینه‌های تصفیه آب پنیر نیز کاهش می یابد [۳]. آب پنیر تغلیظ شده (قره قروت) فرآورده محلی ایران است که از تغلیظ آب پنیر یا ماست طی فرآیند حرارتی بدست می‌آید. به طور کلی در اثر فرآیند حرارتی بخش عمده آب پنیر تبخیر و در اثر تغییرات شیمیایی پروتئین‌های آن، یک بافت نسبتاً سفت و الاستیک به نام قره قروت تولید می‌شود [٤]. برای ایجاد بافت مناسب در چنین فراورده‌هایی هیدروکلوئیدهای غذایی می توانند گزینه مناسبی باشند. از مخلوط هیدروکلوئیدها معمولا با هدف بهبود خواص آن‌ها، ایجاد بافت و ویژگی‌های بافتی جدید در فراورده‌های غذایی و کاهش هزینه‌ها استفاده می شود. انتخاب هیدروکلوئیدها اصولا تحت تاثیر خواص عملکردی مورد انتظار در فراورده نهایی و خواص عملکردی ذاتی هر هیدروکلوئید می‌باشد، ولی در این میان مسئله قیمت و میزان اطمینان بازار تامین و عرضه هیدروکلوئیدها را نباید نادیده گرفت [٥]. خرما به لحاظ دارا بودن مواد مغذی متعدد، طعم و آروما مطلوب و مورد پسند می تواند به عنوان یک ترکیب اصلی در فرمولاسیون این دسته از مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد. هدف از این پژوهش بهینه سازی فرمولاسیون فراورده‌ای نوین بر پایه پوره خرما و آب پنیر تغلیظ شده است، که بتواند جایگزین تنقلات رایج، به ویژه پاستیل‌های متشکل از رنگ و طعم دهنده‌های مصنوعی که علی‌رغم ارزش تغذیه‌ای پایین و ایجاد عوارض گوناگون، مصرف آنها روز به روز در حال افزایش است، گردد. لذا در این تحقیق سعی گردیده که با ترکیب مناسبی از پوره خرما که عملاً دارای مقادیر قابل قبول قند بوده و آب پنیر تغلیظ شده که دارای بخشی از پروتئین‌های شیر می باشد و نیز برخی هیدروکلوئیدها (زانتان، آگار) ضمن تولید محصول جدیدی که دارای خواص مفید می‌باشد در راستای این مهم گامی برداشته شود.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- آماده‌سازی پاستیل

خرما شاهانی از بازار محلی یزد، آب پنیر تغلیظ شده با بریکس ۳۷ از شرکت ترشین و هیدروکلوئیدهای زانتان و آگار از شرکت مرک آلمان خریداری گردید. خرما پس از تهیه و شستشو با آب، برش داده شد و پس از جداسازی هسته با استفاده از خرد کن (پارس خزر CP-802P) با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه به پوره تبدیل گردید. پوره آماده شده با هیدروکلوئیدها و آب پنیر تغلیظ شده به نسبت‌های مشخص شده توسط نرم افزار (جدول ۱)، در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد مخلوط شدند. به دلیل نامحلول بودن آگار در آب سرد، هر سطح آگار در آب مقطر ۹۰ درجه سانتی‌گراد حل گردید و به مخلوط مورد نظر اضافه شد [٦]. مخلوط آماده درون قالب‌هایی از جنس استیل با حفره‌هایی به ابعاد ۱/۲×۲×۲ سانتی‌متر ریخته شد و جهت آبگیری کامل هیدروکلوئیدها و بستن ژل به مدت ۲ ساعت درون یخچال با دمای ٤ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس ژل حاصل از درون حفره‌های قالب خارج گردید و برای مدت زمان ۳ ساعت در خشک کن دارای فن و با دمای محیط قرار گرفت و بعد از آن پاستیل‌های آماده شده تحت آزمون‌های مختلف قرار گرفت [۷].



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-06 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.112.299 ]

## ۲-۲- اندازه‌گیری رطوبت

به منظور تعیین میزان رطوبت ۵ گرم از هر یک از نمونه‌ها درون پلیت شیشه‌ای قرار گرفت و درون آون تحت خلا با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و فشار مطلق ۵۰۰ میلی‌بار تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد. پس از خارج کردن از درون آون و توزین، میزان رطوبت بر مبنای وزن مرطوب از رابطه (۱) محاسبه شد.

(۱)

= درصد رطوبت

وزن نمونه بعد از خشک کردن- وزن اولیه نمونه

وزن اولیه نمونه

## ۲-۳- اندازه‌گیری فعالیت آب

به منظور تعیین فعالیت آبی، وزن‌های مساوی از هر نمونه کاملا خرد و آسیاب شدند و فعالیت آبی آن‌ها توسط دستگاه aw سنج (تستو ۲۰۰، ساخت کشور انگلستان) اندازه‌گیری شد [۷].

## pH -۲-۴

pH مخلوط پاستیل آماده شده توسط دستگاه pH متر (هانا مدل HI8424، ساخت کشور پرتغال) اندازه گیری شد.

## ۲-۵- ارزیابی رنگ

میزان رنگ نمونه ها با استفاده از دستگاه رنگ سنج (مدل Chroma meter CR۴۱۰، ساخت ژاپن) اندازه‌گیری شد. قبل از انجام آزمون دستگاه با استفاده از کاشی های استاندارد کالیبره گردید. از هر فرمولاسیون پاستیل سه قطعه به طور تصادفی انتخاب و تغییرات رنگ با اندازه گیری سه پارامتر، روشنایی (L*)، سبزی- قرمزی (a*) و آبی- زردی (b*) مستقیماً بر روی سطح صاف نمونه انجام شد. برای گزارش تغییرات رنگ از شاخص رنگ کل یا ΔE طبق فرمول (۲) استفاده گردید.

(۲)

$$\text{Total colour change}(\Delta E) = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

## ۲-۶- ارزیابی حسی

جهت بررسی ویژگی‌های حسی نمونه‌ها، در ابتدا با انجام یکسری آزمون‌های اولیه تعداد ۱۰ نفر از پرسنل آموزش دیده (۵ نفر مرد و ۵ نفر زن با محدوده سنی ۲۵-۴۰ سال) شرکت صنایع غذایی ترشین به عنوان ارزیاب جهت انتخاب سطح قابل قبولی از درصد آب پنیر تغلیظ شده و نیز صمغ‌های مورد مطالعه انتخاب گردید. جهت ارزیابی نمونه‌ها از مقیاس ۹ عددی به روش هدونیک استفاده شد که عدد ۱ نشانگر کمترین امتیاز و عدد ۹ نشانگر بیشترین امتیاز است. فاکتورهای حسی مورد بررسی نمونه شامل ۵ فاکتور: رنگ، بو، طعم، آروما و پذیرش کلی بوده که در نهایت پذیرش کلی مبنای ارزیابی حسی برای بهینه سازی در نرم افزار Design Expert قرار گرفت.

## ۲-۷- آنالیز آماری

طراحی آزمایش، آنالیز نتایج و تعیین شرایط بهینه تولید به روش سطح- پاسخ و با استفاده از نرم افزار Design Expert نسخه 6.0.2 انجام گرفت. متغیرهای مستقل به صورت غلظت آگار ($x_1$)، غلظت زانتان ($x_2$) و کنسانتره آب پنیر ($x_3$) انتخاب گردید و در مجموع ۲۰ تیمار بر اساس طرح مرکب مرکزی متمرکز شده (FCCD) انتخاب شد که در جدول (۱) نمایش داده شده اند. مقادیر پاسخ ها (y) شامل درصد رطوبت، pH، تغییرات کلی رنگ، aw و پذیرش کلی با استفاده از یک مدل درجه دوم و بر اساس متغیرهای مستقل مدلسازی شد (فرمول ۳).

**Table 1** The central composite experimental design employed for optimization of dates puree gummy candy formulation

| Run Number | Independent variables | | | Run Number | Independent variables | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Agar (w/w) | Xanthan (w/w) gum | Concentrated (w/w) Whey | | Agar (w/w) | Xanthan (w/w) gum | Concentrated (w/w) Whey |
| 1 | 0.9 | 0.1 | 15 | 11 | 0.6 | 0.3 | 15 |
| 2 | 0.6 | 0.3 | 10 | 12 | 0.6 | 0.5 | 10 |
| 3 | 0.9 | 0.5 | 15 | 13 | 0.3 | 0.3 | 10 |
| 4 | 0.9 | 0.3 | 10 | 14 | 0.6 | 0.3 | 10 |
| 5 | 0.6 | 0.3 | 10 | 15 | 0.3 | 0.5 | 5 |
| 6 | 0.6 | 0.3 | 10 | 16 | 0.6 | 0.3 | 10 |
| 7 | 0.9 | 0.1 | 5 | 17 | 0.6 | 0.3 | 10 |
| 8 | 0.3 | 0.5 | 15 | 18 | 0.6 | 0.3 | 5 |
| 9 | 0.6 | 0.1 | 10 | 19 | 0.3 | 0.1 | 5 |
| 10 | 0.9 | 0.5 | 5 | 20 | 0.3 | 0.1 | 15 |



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-06 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.112.299 ]

(۳)

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2$$

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- تغییرات رطوبت

مقادیر p در جدول ۲ تأثیر معنی‌دار متغیرهای مستقل ($b_1$, $b_2$, $b_3$) را به صورت خطی بر میزان رطوبت نشان می‌دهد ($p < ۰/۰۰۱$). تأثیر متغیرهای مستقل بر میزان رطوبت به صورت نمودار سه بعدی سطح- پاسخ در شکل ۱ نشان داده شده است. با توجه به نمودار، میزان رطوبت نمونه‌ها به شکل معنی‌داری متاثر از میزان هیدروکلوئیدها می باشد و با افزایش این متغیرها رطوبت نمونه‌ها افزایش یافته است. رطوبت بیانگر میزان آب آزاد نمونه است که در اثر خشک کردن خارج می‌شود و صمغ‌ها به دلیل ساختمان هیدروفیلی خود توانایی حفظ آب بالایی داشته که منجر به افزایش رطوبت نمونه‌ها شده است. صمغ زانتان و آگار با توجه به خصوصیات عملکردی به عنوان پایدارکننده و جهت حفظ رطوبت موجود در فیبرهای محصول مورد نظر، در فرمولاسیون مواد غذایی استفاده می‌شود [۸]. با افزایش درصد آب پنیر تغلیظ شده نیز میزان رطوبت نمونه‌ها روند افزایشی داشته است (شکل B ۱). ترکیب شیمیایی آب پنیر تغلیظ شده دارای بیش از ۱۰ درصد وزنی پروتئین است. مهمترین خصوصیت فیزیکی پروتئین‌ها جذب آب می باشد این پدیده نه تنها بر ساختمان فیزیکی و خصوصیات فرایندی ماده غذایی حاوی پروتئین عمیقا اثر می‌گذارد بلکه از نقطه نظر فساد ماده غذایی نیز به دلیل تاثیری که بر روی فعالیت آب دارد بسیار حائز اهمیت است [۹]. جذب آب در سطح پروتئین اساساً از طریق پیوندهای هیدروژنی صورت می‌گیرد. احتمالا در این فرمولاسیون جذب توسط زنجیره پروتئینی در ناحیه پیوندی صورت می‌گیرد. خزایی پول و همکاران (۲۰۱۲) نتایج مشابهی را در مورد تاثیر گوار بر رطوبت پاستیل تولید شده بر پایه پوره کیوی گزارش دادند [۱۰]. نتایج خلیلیان و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند با افزایش صمغ زانتان در فرمولاسیون پاستیل طالبی میزان رطوبت نمونه‌ها روند افزایشی خواهند دارد [۱۱].

**Table 2** Regression coefficients, $R^2$ and p values for four dependent variables for dates puree gummy candy formulation

| Regression coefficient | Moisture (%) | pH | aw | ΔE |
|---|---|---|---|---|
| $b_0$ | 36.95 | 3.47 | 0.67 | 36.68 |
| $b_1$ | 2.53*** | 0.029 | -0.017*** | -0.32 |
| $b_2$ | 6.45*** | -0.076 | -0.030*** | 1.59 |
| $b_3$ | 3.6*** | -0.37*** | -0.030*** | 13.53*** |
| $R^2$ | 0.91 | 0.94 | 0.92 | 0.89 |
| Lack of Fit | 0.091 | 0.107 | 0.119 | 0.088 |
| *p* | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 |

Subscripts: 1= Agar concentration, 2= Xanthan gum concentration, 3=Concentrated whey.

- Significan at 0.05 level, ** Significan at 0.01 level, *** Significan at 0.001 level.

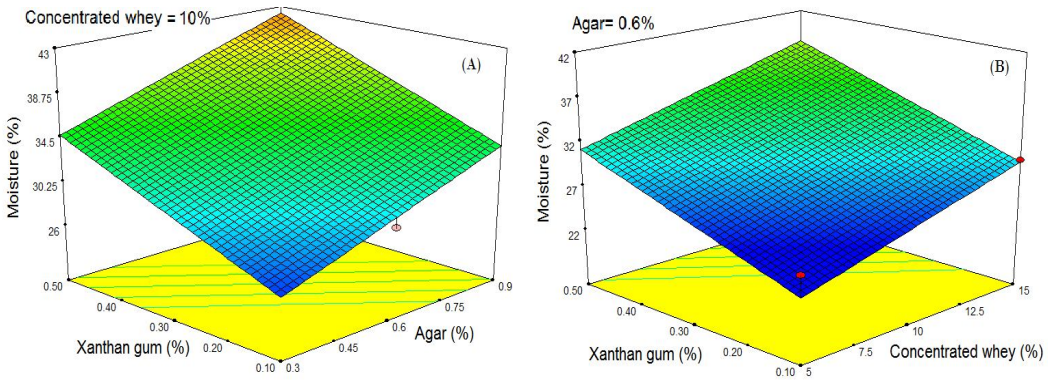


**Fig 1** Response surface for moisture of gummy candy as function of (A) Xanthan gum and Agar and (B) Concentrated whey

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-06 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.112.299 ]

## ۳-۲- تغییرات pH

اثر متغیرهای مستقل به صورت خطی مقادیر p در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تنها اثر میزان آب پنیر تغلیظ شده ($b_3$) بر pH معنی‌دار می‌باشد ($p<۰/۰۰۱$)، اما درصد آگار ($b_1$) و زانتان ($b_2$) با وجود اندکی تغییر در میزان pH تأثیر معنی‌داری بر این فاکتور ندارند (شکل ۲). همان طور که ملاحظه می شود با افزایش میزان آب پنیر تغلیظ شده، pH روند کاهشی دارد. دلیل این تغییرات را می‌توان این گونه بیان کرد، که در اثر تخمیر و همچنین تغلیظ آب پنیر به روش حرارتی لاکتوز موجود در آب پنیر به اسید لاکتیک تبدیل می‌گردد. در نتیجه اسید لاکتیک موجود در آب پنیر منجر به کاهش pH نمونه‌ها گردیده است [۷].

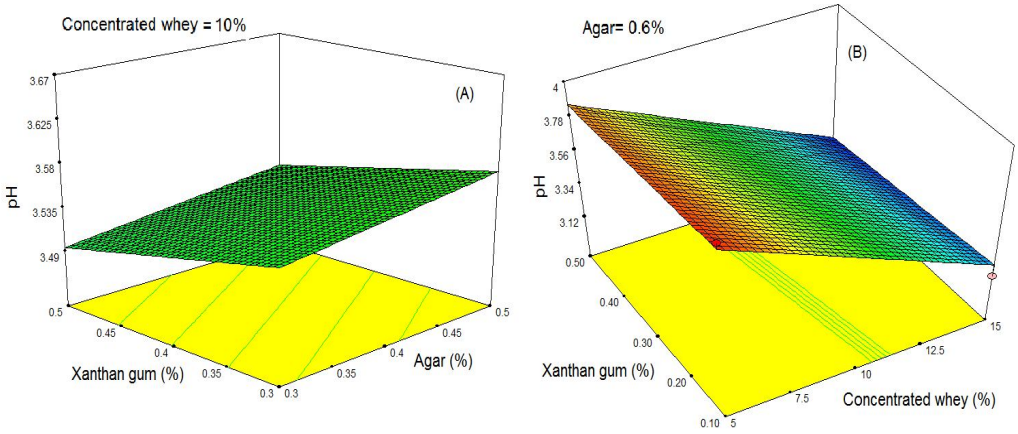


**Fig 2** Response surface for pH of gummy candy as function of (A) Xanthan gum and Agar and (B) Concentrated whey

## ۳-۳- تغییرات فعالیت آب

آب به عنوان یک جزء غذایی بر ویژگی‌های فیزیکی مواد غذایی تأثیر دارد که این تأثیر ناشی از برهمکنش بین مولکوهای آب و سایر اجزای سازنده غذایی می باشد. وسعت و قدرت برهمکنش‌ها وابسته به ترکیبات شیمیایی و شرایط آب در ماده غذایی می‌باشد. بنابراین بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی ماده غذایی در ارتباط با فعالیت آبی می‌باشد و در محتوی آب پائین برهمکنش بین مولکوهای آب و ترکیبات غذایی شدّت می‌یابد [۱۲]. بر اساس نتایج تحقیق لابری و گویی چارد (۲۰۰۳) زمانی که فعالیت آبی بالاتر باشد به دلیل حلالیت بیشتر ماده طعم‌زا در آب ورود به فاز بخار کاهش یافته و رهاسازی طعم کمتر صورت می‌پذیرد [۱۳]. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود متغیرهای مستقل ($b_1$, $b_2$, $b_3$) به صورت خطی تأثیر معنی‌دار بر میزان فعالیت آب نشان می‌دهند ($p<۰/۰۰۱$). تأثیر متغیرهای مستقل بر فعالیت آب به صورت نمودار سه بعدی سطح- پاسخ در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به این نمودار، اثر آگار و زانتان و آب نیز تغلیظ شده روی فعالیت آب نمونه‌ها معنی‌دار و معکوس است و با افزایش این فاکتورها فعالیت آب کاهش یافته است. این امر به خاطر کاهش فشار بخار توسط آگار، زانتان و آب پنیر می‌باشد. آگار و زانتان در گروه‌های قطبی خود باندهای هیدروژنی تشکیل می‌دهند و آب قابل انجماد موجود در سیستم را غیرقابل دسترس نموده و به این ترتیب فعالیت آب محصول کاهش می‌یابد. پیازا و جیگلی (۲۰۰۹) طی پژوهشی که در همین راستا انجام دادند، بیان نمودند با افزایش میزان و غلظت هیدروکلوئیدها، شدت باند هیدروکلوئیدها با مولکول‌های آب افزایش می‌یابد و نهایتا کاهش فعالیت آب نمونه‌ها را به دنبال خواهد داشت [۱۴]. همچنین نتایج شهیدی و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که با افزایش غلظت هیدروکلوئیدهای ژلاتین و نشاسته، فعالیت آب پاستیل میوه‌ای سیب کاهش می‌یابد [۱۵]. نتایج خلیلیان و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داد با افزایش میزان هیدروکلوئید پکتین در فرمولاسیون پاستیل طالبی منجر به کاهش فعالیت آب نمونه‌ها می‌گردد [۱۶].

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-06 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.112.299 ]

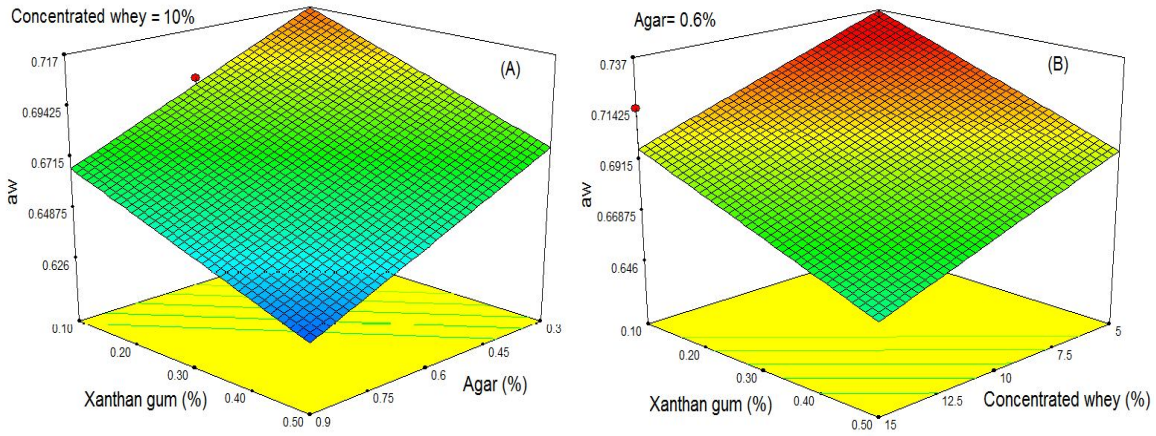


**Fig 3** Response surface for aw of gummy candy as function of (A) Xanthan gum and Agar and (B) Concentrated whey

## ۳-٤- تغییرات شاخص رنگ کل

رنگ عامل مؤثر در جلب نظر و انتخاب ماده غذایی است و وجود آن در تشخیص سریع پذیرش نهایی هر فراورده غذایی مؤثر می‌باشد، زیرا رنگ باعث جذابیت ماده غذایی می‌گردد [۱۷]. در این تحقیق شاخص‌های رنگی پوره خرما بدین صورت بود (L*= ۱۸/۲۱٦، a*= ۳/٤۷۷، b*= ۱۲/۹٦۳) که از آن‌ها به عنوان رنگ شاخص در محاسبه ΔE استفاده شد. مقادیر p در جدول ۲ تأثیر معنی‌دار آب پنیر تغلیظ شده را به صورت خطی بر رنگ کل نشان می‌دهند (p<۰/۰۰۱) ولی تاثیر هیدروکلوئیدهای زانتان و آگار بر شاخص رنگ معنی‌دار نبود. همچنین تأثیر متغیرهای مستقل بر میزان رنگ کل به صورت نمودار سه بعدی سطح- پاسخ در شکل ٤ نشان داده شده است. با توجه به نمودار، میزان رنگ کل نمونه‌ها متاثر از میزان آب پنیر تغلیظ شده می‌باشد و با افزایش این متغیر شاخص رنگ کل افزایش یافته است. از آنجایی که رنگ آب پنیر تغلیظ شده روشن و متمایل به سفید می‌باشد افزایش شاخص رنگ کل در اثر اضافه کردن آن به فرمولاسیون به دلیل افزایش شاخص L* قابل توجیه می باشد. یافته‌های پژوهش‌های دیگر حاکی از آن است افزایش غلظت هیدروکلوئیدهای آگار، پکتین، ژلان، کاراگینان و ژلاتین در نسبت‌های متفاوت سبب کاهش شدت رنگ و شفافیت ژل‌ها می‌شود [۱۹-۱۸]. از طرفی نتایج خزایی و همکاران (۲۰۱۲)، نشان داد که افزایش غلظت آگار و گوار در فرمولاسیون پاستیل کیوی هیچ تاثیری بر پارامترهای رنگی نداشته است [۱۰].

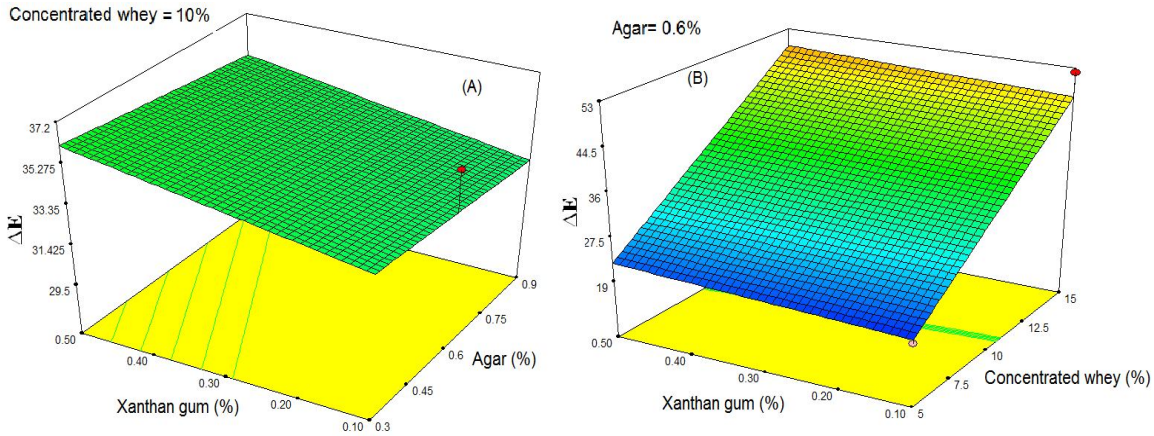


**Fig 4** Response surface for ΔE of gummy candy as function of (A) Xanthan gum and Agar and (B) Concentrated whey.

## ۳-۵- ارزیابی حسی

آنالیز حسی اغلب در مراحل فرمولاسیون فرآورده‌های جدید یا بهینه سازی فرآورده‌های موجود به کار می‌رود و این فرصت را فراهم می‌آورد که تجزیه کاملی از ویژگی‌های بافتی قابل درک توسط حواس انسان از مواد غذایی بدست آید [۲۰]. در جدول ۳ اثر متغیرهای مستقل به صورت خطی، عبارت درجه دوم و برهم کنش آنها بر پذیرش کلی نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، پذیرش کلی به صورت خطی تحت تاثیر



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-06 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.112.299 ]

درصد آب پنیر تغلیظ شده و برهمکنش درصد آگار- زانتان و زانتان-آب پنیر تغلیظ شده و درجه دوم هر سه متغیر مستقل قرار دارد ($p < ۰/۰۰۱$). در شکل ۵ می توان روند تأثیرگذاری متغیرهای مستقل بر میزان پذیرش کلی را مشاهده نمود. همان طور که ملاحظه می شود به طور کلی در سطوح بالا و پایین متغیرهای زانتان و آگار میزان پذیرش کلی نسبت به سطوح میانه کمتر شده است، که نشان دهنده این می‌باشد که سطوح پایین هیدروکلوئیدها به احتمال زیاد نتوانسته‌اند ویژگی بافتی و ژلی مناسبی فراهم کنند همچنین در درصدهای بالا احتمالا به دلیل باند شدن عوامل ایجاد کننده طعم و آروما بوسیله هیدروکلوئیدها و سفتی بافت این امتیاز کاهش یافته است. هیدروکلوئیدها نه تنها ویسکوزیته و قوام را اصلاح می‌کنند، اغلب بر شدت بو، طعم و آروما نیز تأثیر می‌گذارند [۲۱]. بولاند و همکاران (۲۰۰۶)، طی پژوهشی بر روی ژل های ژلاتین و پکتین اظهار داشتند که رهاسازی طعم به طور معنی داری با بافت ژل در ارتباط است [۲۲]. در مجموع این وقایع می‌تواند باعث کاهش امتیاز پذیرش کلی در نمونه‌های حاوی مقادیر بالای هیدروکلوئید گردد. در مورد میزان آب پنیر تغلیظ شده نیز به همین صورت بود و حدود میانه بهترین امتیاز پذیرش کلی را داشتند. در سطوح پایین احتمالا طعم شیرین خرما خیلی غالب است و در سطوح بالا به دلیل اسیدیته بالای آب پنیر طعم و آرومای ترش غالب شده که برای ارزیابان خوشایند نبوده است، اما سطوح نزدیک به میانه بیشترین امتیاز را کسب کردند.

**Table 3** Regression coefficients, $R^2$ and p values for overall acceptability of dates puree gummy candy formulation

| Regression coefficient | Overall acceptability |
|---|---|
| $b_0$ | 7.22 |
| $b_1$ | -0.15 |
| $b_2$ | -0.70 |
| $b_3$ | -0.074*** |
| $b_{12}$ | -0.64*** |
| $b_{13}$ | 0.0083 |
| $b_{23}$ | 0.17*** |
| $b_{11}$ | -0.23** |
| $b_{22}$ | -0.82* |
| $b_{33}$ | -1.06*** |
| $R^2$ | 0.97 |
| Lack of Fit | 0.511 |
| *p* | <0.0001 |

Subscripts: 1= Agar concentration, 2= Xanthan gum concentration, 3=Concentrated whey.
* Significan at 0.05 level, ** Significan at 0.01 level, *** Significan at 0.001 level.

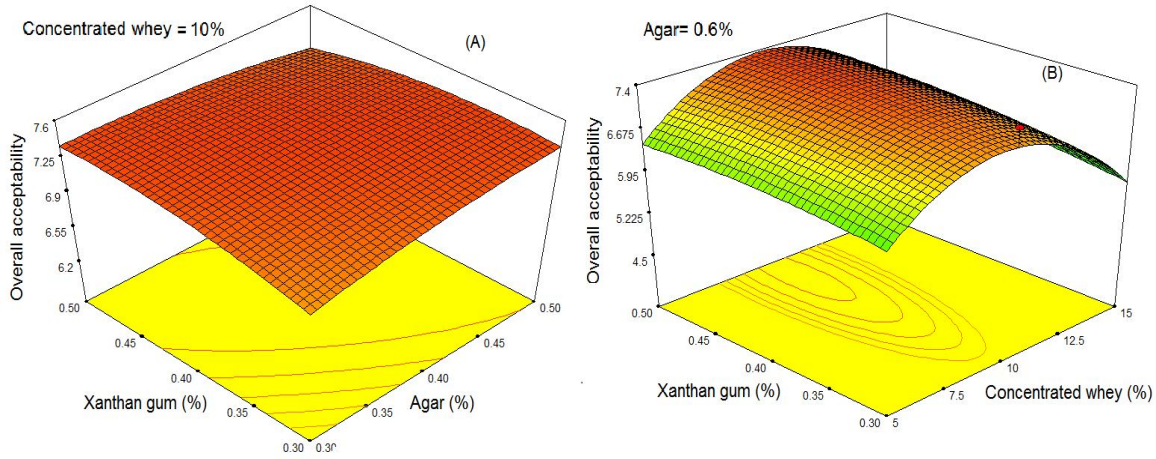


**Fig 5** Response surface for overall acceptability of gummy candy as function of (A) Xanthan gum and Agar and (B) Concentrated whey.

## ۳-۶- نتیجه گیری نهایی

در این تحقیق به منظور بهینه سازی شرایط تولید پاستیل بر پایه خرما و آب پنیر تغلیظ شده، از روش سطح- پاسخ استفاده شد، بدین منظور از فاکتورهای فیزیکوشیمیایی (رطوبت، فعالیت آب، pH)، حسی (پذیرش کلی) و شاخص رنگ کل به عنوان پاسخ (متغیرهای وابسته) استفاده گردید. در این پژوهش، شرایط تولید پاستیل (غلظت صمغ های زانتان و آگار و همچنین میزان آب پنیر تغلیظ شده) برای دستیابی به حداکثر میزان پروتئین و پذیرش کلی و شاخص رنگ کل بهینه سازی شد. همچنین سایر پاسخ‌ها در داخل محدوده بدست آمده در آزمایش جهت بهینه‌سازی در نظر گرفته شدند. با توجه به نتایج به دست آمده از آنالیز آماری داده ها، مدل خطی برای رطوبت، فعالیت آب، pH و شاخص رنگ کل و مدل چند جمله‌ای برای پذیرش کلی انتخاب گردید. نتایج نشان داد



[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-06 ]
[ DOI: 10.52547/fsct.18.112.299 ]

میزان آب پنیر تغلیظ شده بر تمامی پاسخ ها اثر معنی داری دارد. افزایش میزان آب پنیر تغلیظ شده اثر مثبتی بر رطوبت و شاخص رنگ کل نمونه‌ها و تاثیر معکوس بر فعالیت آب و pH داشت. شاخص پذیرش کلی روند ثابتی نشان نداد و تا حدود ۱۰ درصد افزایش آب پنیر تغلیظ شده روند افزایشی و سپس روند کاهشی نشان داد. با افزایش میزان صمغ‌های زانتان و آگار رطوبت افزایش یافت اما فعالیت آبی کاهش یافت. شرایط عملیاتی بهینه به دست آمده برای فرایند تولید پاستیل شامل غلظت صمغ زانتان ۰/۳٦ درصد (وزنی/وزنی)، غلظت صمغ آگار ۰/٤٦ درصد (وزنی/وزنی) و میزان آب پنیر تغلیظ شده ۱۳/۹۲ درصد (وزنی/وزنی) و پاسخ های پیش بینی شده در این شرایط میزان رطوبت ۳٦/٦۲ درصد، فعالیت آب ۰/٦٦، pH ۳/۲۵، میزان پروتئین ۱/۱۷، امتیاز پذیرش کلی ٦/۵٦ و شاخص رنگ کل ٤۵/۹٤ بود. پس از ارزیابی مشخص شد که نتایج واقعی با برآورد مدل بسیار به هم نزدیک بودند که نشان از پیشگویی دقیق مدل می‌باشد.

## ٤- منابع


[1] Maghsoudi, Sh. 2009. Confectionery industries. First Edition. Agricultural Science Publishing, Tehran.

[2] Royer, G., Madieta, E., Symoneaux, R., Jourjonm, F. 2006. Preliminary study of the production of apple pomace and quince jelly. LWT – Food Science and Technology, 39: 1022-1025.

[3] Sinday, S., Xia, W. 2005. Nutritional evaluation of coseins and whey proteins and their hydrolysates from protamex. Journal of Zhejian University 7(2): 90-98.

[4] Maghsoudi, S. 2006. Industrial Method of Production of Processed Lavashka and Plums, Tamarhandi, Qaraqaroot, Marz Danesh Publications.

[5] Farahnaki, A., Majzoobi, M., Mesbahi, Gh. 2009. Properties and applications of hydrocolloids in food and medicine: gelatin, tragacanth, gum arabic, starch, modified starch and pectin. Iran Science and Agriculture Publishing, Tehran.

[6] Ben-zion, O and Nussinovitch. 1997. A prediction of the compressive deformabilities of multilayered gels and texturized fruit, glued together by three different adhesion techniques. Food Hydrocolloids. Vol. 11 no. 3 PP. 253-260.

[7] Fiuzy, B., Khazaiy, P. E., Mazaheri, T. M. 2016. Formulation of Dates Gel and Condensed whey and Analysis of its Sensory and Chemical Properties.

[8] Goldstein, A. M., Alter, E. N., Seaman, J. K. 1973. Guar gum. In: whistler RL, editor, Industrial gums, 2nd edition. New York: Academicl Press, 303 – 321.

[9] Fatemi, H. 2008. Food Chemistry, Tehran Publishing Company.

[10] Khazaei Pool, A., Shahidi, F., Mortazavi, S.A. 2012. Investigation of the effect of Spirulina platensis, agar and guar microalgae on physicochemical and sensory properties of kiwi pastilles. Master Thesis of Ferdowsi University of Mashhad.

[11] Khalilian, P. Shahidi, F. Elahi, M. Mohebbi, M. 2013. Investigation of tissue properties and acceptance of fruit pastilles based on cantaloupe puree and the relationships between them using response level methods and principal component analysis. Journal of Innovation In Food Science and Technology. 25: 94-99.

[12] Pioter, P. Lewicki. 2004. Water as the determinant of food engineering properties. A review. Journal of Food Engineering. 61: 483-495.

[13] Lubbers, S and Guichard, E. 2003. The effects of sugars and pectin flavour release from a fruit pastille model system. Journal of Food Chemistry, 81: 269-273.

[14] Piazza, L., Gigli, J. 2009. Multi-scale estimation of water soluble diffusivity in polysaccharide gels.Universita di milano, Italy.

[15] Shahidi, F., Khalilian, S., Mohebbi, M., Fathi. M. 2011. Investigation of the possibility of producing fruit pastilles based on apple puree based on sensory factors and water activity, Iranian Journal of Food Science and Industry Research, Ferdowsi University of Mashhad, 7: 136-129.

[16] Khalilian, S., Shahidi, F., Elahi, M., Mohebbi, M., Bright, M. 2011. The effect of different concentrations of pectin and xanthan on sensory properties and activity of fruit lozenges based on cantaloupe puree, Iranian Journal of Food Science and Technology Research, Ferdowsi University of Mashhad, 7: 209-200.

[17] Dziezak, J. D. 1987. Application of food colorants. Food Technology, 41: 78-88.

[18] Schrieber, R., Gareis, H. 2007. Gelatin Handbook: Theory and Industrial practice.




[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-06 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.112.299 ]

WLLEY- VCH: Germany, pp.1-220.

[19] Demars, L., Ziegler, G. 2001. Texture and structure of gelatin- pectin based gummy confections. Food Hydrocolloid, 15: 643-653.

[20] Barrangon, L. M., Drake, M. A., Daubert, C, R., Foegeding E. A. 2006. Sensory texture related to large-strain rheological properties of agarglycerol gels as model food. Journal of Taxture Studies, 37: 241-262.

[21] Royer, G., Madieta, E., Symoneaux, R., Jourjonm, F. 2006. Preliminary study of the production of apple pomace and quince jelly. LWT – Food Science and Technology, 39: 1022-1025.

Boland A. B., Delahunty C. M., Van Ruth S. M. 2006. Influence of the textire of gelatin gels and pectin gels on strawberry flavor release and perception. Food Chemistry, 96: 452-460.

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-06 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.112.299 ]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

# Optimization of Dates Puree Pastilles Formulation Based on Concentrated Whey, Agar and Xanthan Hydrocolloids Using Response-Surface Methodology (RSM)

**Lotfi, F. [1], Yassini Ardakani, S. A. [2*]**

1. Graduate of Food Technology, Faculty of Agriculture, Yazd Azad University.
2. Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Yazd Azad University.

**ARTICIE INFO**

**Article History:**

Received 16 November 2020
Accepted 05 January 2021

**Keywords**:

Agar,
Whey,
Pastilles,
Xanthan, Water activity

**DOI: 10.52547/fsct.18.03.25**

*Corresponding Author E-Mail: a.yasini@gmail.com

**ABSTRACT**

One of the most popular snacks today are pastilles that contain gelatin, acid, dye, essential oil and other synthetic additives and have adverse effects on the consumer. The aim of this study was to investigate the feasibility of producing a pastilles based on dates puree and concentrated whey and optimizing its formulation. In order to optimize the production conditions of pastilles based dates and concentrated whey, response-surface methodology was used. In this study, the conditions of production of pastilles product (concentration of xanthan gum (0.1-0.5%) and agar (0.3-0.9%) as well as concentration of whey (5-15%)) were optimized to achieve maximum protein and total acceptability and total color index. According to the results of the statistical analysis of the data, a linear model for moisture, water activity, pH and total color index and a quadratic model for total acceptability were selected. The results showed that the concentration of whey had a significant effect on all responses. Increased concentration of whey had a positive effect on moisture of the samples and had a reverse effect on water activity, pH and total color index. The overall acceptability index did not show a steady trend, with a 10% increase in concentrated whey increasing and then decreasing. As the xanthan gum and agar gum content increased, the moisture content of the samples increased, but water activity decreased.. The overall acceptability index also showed the highest value in average percentages for the two gums (as was the case for whey). The optimum operating conditions obtained for the jelly production process included xanthan gum concentration of 0.36% (w / w), agar gum concentration of 0.46% (w / w) and concentrated whey 13.92% (w / w). The predicted responses under these conditions were 36.62% moisture content, 0.66% water activity, 3.25 pH, 1.17 protein content, overall acceptability score of 6.56 and total color index of 45.94%. After the evaluation, it was found that the actual results were very close to the model estimates, indicating accurate model prediction.

[ Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-06 ]

[ DOI: 10.52547/fsct.18.112.299 ]