

# بهینه سازی فرمولاسیون پاستیل انبه- گلابی به روش سطح پاسخ

فهیمة نوری فرید<sup>1</sup>، اکرم شریفی<sup>2\*</sup>، سید حسین استیری<sup>1</sup>

- 1- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه علوم و صنایع غذایی، سبزوار، ایران
- 2- گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

تاریخ پذیرش: 96/02/02

تاریخ دریافت: 95/11/27

## چکیده

تغیلات بر پایه میوه و ترکیبات طبیعی نسبت به سایر تغذیلات دارای ارزش تغذیه بالاتر هستند. میوه انبه سرشار از بتا کاروتن می باشد. میوه گلابی حاوی ویتامین های E، C، کلسیم، آهن، منیزیم و روی است. در این پژوهش تولید فراورده ای نوین از انبه-گلابی تحت عنوان پاستیل میوه ای بر پایه پوره انبه و گلابی با استفاده از نسبت های مختلف هیدروکلوئیدهای ژلاتین (9، 7، 5 درصد) و گوار (5، 3، 0 درصد) به روش آماری سطح پاسخ مورد مطالعه قرار گرفت. صفات مورد بررسی شامل رطوبت، اسیدیته، قند، pH و مولفه های رنگی محصول نهایی بود. مقادیر پاسخ ها در نقطه بهینه در روز صفر، 15 و 30 تولید مشخص شد. مقادیر متغیرهای مستقل شامل غلظت ژلاتین و صمغ گوار در روز صفر بترتیب 14/5 و 92/4 درصد و ضریب مطلوبیت 585/0 به دست آمد. پاسخ ها در نقطه بهینه در روز صفر برای مقدار pH 42/6، اسیدیته 28/0، رطوبت 18/88 درصد، قند 82/1 و مولفه های رنگی شامل L\* و a\* و b\* به ترتیب معادل 165/44 و 76/5 و 16/32 بود. نتایج نشان داد با کاهش غلظت ژلاتین و افزایش گوار مقدار رطوبت، مقدار pH، اسیدیته و پارامتر رنگی L\* به صورت معنی دار افزایش یافت. میزان قند با افزایش غلظت ژلاتین و گوار افزایش یافت.

واژه های کلیدی: انبه، گلابی، پاستیل میوه ای، ژلاتین، گوار

\*مسئول مکاتبات: [asharifi@qiau.ac.ir](mailto:asharifi@qiau.ac.ir)

## 1- مقدمه

انبه با نام علمی *Mangifera indica* میوه ای گرمسیری است. خاستگاه انبه شبه جزیره هند، پاکستان، بنگلادش و آسیای جنوب شرقی است. مناطق جنوب و جنوب شرقی ایران شامل استان های سیستان و بلوچستان، هرمزگان و منطقه جیرفت، به عنوان مناطق مستعد برای تولید این محصول شناسایی شده اند. این درخت امروزه در بسیاری از کشورهای گرمسیری پرورش داده شده و میوه آن به سراسر دنیا صادر می شود. میوه انبه دارای بتا کاروتن (640 میکروگرم)، ویتامین ث (25 میلی گرم) و ویتامین آ (3500 واحد) است که آنتی اکسیدان بوده و به جلوگیری از آسیبهای رادیکالهای آزاد و در نتیجه کاهش ریسک برخی سرطانها کمک می کنند. از میوه انبه فرآورده های مختلفی از جمله مربا، کمپوت، پاستیل، عصاره و انواع مختلف چاشنی ها تهیه می شود. همچنین از میوه های نارس و کوچک هم در تهیه ترشی استفاده می شود. در مناطقی مانند هندوستان، مغز هسته انبه به صورت پودر درآمده و برای مصارف خوراکی استفاده می شود. اما به نظر می رسد که مطلوب ترین نوع مصرف آن، تازه خوری است. انبه منبع غنی از ویتامین های A و C بوده و حدود 1% نیز پروتئین دارد. برای انبه مصارف متعدد پزشکی نیز معرفی شده است (16). گلابی با نام علمی *Pyrus communis* میوه ای است تقریباً مخروطی شکل به رنگ سبز مایل به زرد که گاهی سایه های قرمز رنگی بر روی پوست آن دیده می شود. تعداد ارقام گلابی موجود در ایران حدود 120 نوع است. گلابی حاوی ریزمغذیهایی چون فلئوئور، سلنیوم، کرم و بور است که برای سلامتی و تأمین ریزمغذی های بدن بسیار مفید است. میوه گلابی دارای فیبر خام 3/1 گرم، کربوهیدرات 15 گرم، فیبر خوراکی 8/2 گرم، کلسیم 11 میلی گرم، آهن 25/0 گرم، روی 12/0 گرم، پتاسیم 125 میلی گرم، فلئوئور 18 میکروگرم، ویتامین E 4/0 میلی گرم، ویتامین C 4 میلی گرم و فولات 7 میکروگرم است (16). پاستیل میوه ای فرآورده ای است طبیعی که بر پایه پوره میوه ها، هیدروکلئید های غذایی و عدم

حضور رنگ های مصنوعی شکل می گیرد. این فرآورده به لحاظ دارا بودن pH و فعالیت آب پایین، ماندگاری بالایی دارد. با تولید پاستیل میوه ای علاوه بر جلوگیری از ضایعات میوه، فرآورده ای نوین وارد بازار ایران می گردد که به سبب ارزش تغذیه ای بالا، طعم مطلوب، قابلیت شکل پذیری و ماندگاری خوب مورد توجه قشر وسیعی از مصرف کنندگان قرار خواهد گرفت و شاید بتوان زمینه صادرات برای چنین فرآورده هایی را فراهم نمود (9). به طور کلی هیدروکلئید ها بر ویژگی های بافتی و احساس دهانی فرآورده های غذایی تاثیر به سزایی دارند. در عین حال در ایجاد اتصالات آبی در فرآورده های قنادی نیز حائز اهمیت می باشند. استفاده از هیدروکلئیدها در فرمولاسیون تنقلات میوه ای برای ایجاد بافت های جدید و افزایش پایداری آنها به دلیل خاصیت حجم دهنده گی، نگهداری آب، بهبود بافت، تاثیر بر رهاسازی مواد طعم زا و سایر ویژگی های ساختاری و حسی در فرآورده مورد نظر می توانند مورد استفاده قرار گیرند (12). اخیراً پژوهشهایی در رابطه با تولید و فرمولاسیون پاستیل های میوه ای بر پایه پوره میوه جات توسط شهیدی و همکاران (1389)، خلیلیان و همکاران (1390) و رضایی و همکاران (1390) صورت پذیرفته است (4، 5، 8 و 9). آنها از پوره سیب، کدو حلوایی، طالبی و آلو به همراه ترکیبات مختلف هیدروکلئیدها از جمله نشاسته، پکتین، زانتان و ژلاتین استفاده کرده و بافتی مشابه پاستیل های رایج در بازار که از 90 درصد ژلاتین و شیرین کننده به همراه افزودنی های مصنوعی ساخته می شود تولید نمودند. پاستیل های میوه ای تولیدی از لحاظ ارزش تغذیه ای، سلامت بخش بودن و پذیرش با نوع رایج در بازار غیرقابل مقایسه بودند. هدف از این پژوهش بررسی امکان تولید فرآورده ای نوین از انبه- گلابی بود که بتواند جایگزین تنقلات رایج به ویژه پاستیل های مشکل از رنگ و طعم دهنده های مصنوعی که علی رغم ارزش تغذیه ای پایین و ایجاد عوارض گوناگون به شدت مورد پسند اقشار مختلف جامعه به ویژه کودکان و نوجوانان است، گردد. نقش ویژگی

و گلابی در بشر توزین شد و با هیدروکلورید های مورد نظر (ضمن اعمال حرارت 80 درجه سانتی گراد در بن ماری مدل Memert، ساخت کشور آلمان) و سایر مواد فرمولاسیون با نسبت های مشخص مخلوط شد. سپس مخلوط آماده درون قالب های مشبک از جنس سیلیکون در حفره‌هایی با ابعاد  $1/9 \times 1/9 \times 1/9$  سانتی متر ریخته شد و قالب ها به مدت 30 دقیقه جهت بستن ژل و آبنگیری کامل در داخل فریزر با دمای 18- درجه سانتی گراد قرار گرفتند. سپس ژل حاصل از درون حفره‌های قالب خارج گردیدند و نمونه‌ها به مدت 12 ساعت در دمای 20 درجه سانتی گراد درون آون با هوای سرد، مدل Memert ساخت کشور آلمان خشک شدند. پس از مرحله خشک شدن، نمونه‌ها در داخل بسته‌های پلاستیکی بسته بندی و تا زمان انجام آزمایش در دمای محیط نگه داری شدند (5، 6، و 7).

#### 2-4-2-4- آزمون های فیزیکوشیمیایی

##### 2-4-2-1- آزمون رطوبت

رطوبت نمونه ها به روش ذکر شده در استاندارد ملی ایران، شماره 2682 اندازه گیری شد (1).

##### 2-4-2-2- آزمون pH

pH نمونه ها به روش ذکر شده در استاندارد ملی ایران، شماره 4404 اندازه گیری شد (2،3).

##### 2-4-2-3- اندازه گیری قند (به روش لین - آینون)

آزمون قند نمونه ها به روش ذکر شده در استاندارد ملی ایران، شماره 2682 اندازه گیری شد (1).

##### 2-4-2-4- اندازه گیری اسیدیتنه

اسیدیتنه نمونه ها به روش ذکر شده در استاندارد ملی ایران، شماره 2682 اندازه گیری شد (1).

##### 2-4-2-5- آزمون رنگ سنجی

به منظور بررسی رنگ نمونه‌های پاستیل انبه- گلابی از هر فرمولاسیون سه قطعه به طور تصادفی انتخاب شد. ابتدا پاستیل

های فیزیکی، شیمیایی و حسی در تولید فراورده‌های نوین بسیار حائز اهمیت است که می‌تواند تولید کنندگان را در طراحی مناسب محصول یاری کند. از این رو در این مطالعه ضمن بهینه سازی فرمولاسیون پاستیل میوه ای بر پایه انبه- گلابی، ویژگی های فیزیکوشیمیایی این فرآورده مورد بررسی قرار گرفت.

## 2- مواد و روش ها

### 2-1- مواد

انبه با نام علمی *Mangifera indica* گونه سندی از سطح شهر زابل خریداری و رقم گلابی با نام علمی *Pyrus communis* گونه بیروتی از سطح شهر سبزوار خریداری شد. گوار و ژلاتین مورد استفاده از شرکت Bio Mark کشور هند خریداری شدند.

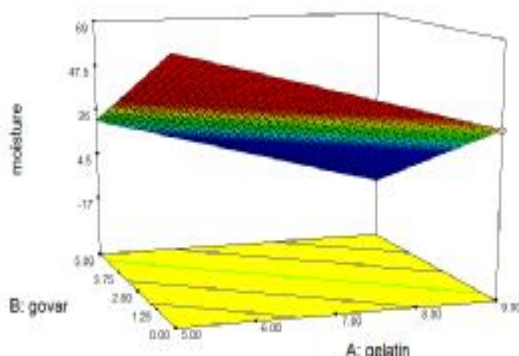
### 2-2- آماده سازی پوره انبه و گلابی

ابتدا انبه‌ها شستشو و پوست و مغز انبه جدا شد و پوره یکنواخت با استفاده از مخلوط کن تولید گردید، میوه گلابی شستشو و پوست و مغز آن جدا شد و با مخلوط کن پوره یکنواختی از آن بدست آمد.

### 2-3- تولید و آماده سازی نمونه‌ها

بعد از آزمایشات اولیه، اجزای فرمولاسیون شامل 47% وزنی/وزنی پوره انبه - گلابی، 8% وزنی/وزنی گوار در سه سطح (0، 3 و 5 درصد) و ژلاتین در سه سطح (5، 7 و 9 درصد) به عنوان متغیرها تعیین شد. چون آگار و ژلاتین در حالت معمولی در آب نامحلول هستند بنابراین هر سطح ژلاتین و آگار را با نسبت ثابت آب مقطر در دمای 20 درجه سانتی گراد به شکل محلول در آمد. پوره انبه- گلابی، آگار و گوار و ژلاتین توسط ترازوی 001/0 دیجیتال حساس، مدل 200HR ساخت کشور ژاپن توزین گردید. اجزای ثابت فرمولاسیون شامل، 28% وزنی وزنی شکر، 14% وزنی وزنی گلوکز، 6/1% سی سی اسید سیتریک می‌باشد. ابتدا پوره انبه

شکل 1 نمایش سه بعدی اثر ژلاتین و گوار در روز صفر را نشان می دهد. با کاهش غلظت ژلاتین و افزایش گوار مقدار رطوبت به صورت معنی دار افزایش یافت. شکل 2 نمایش سه بعدی اثر ژلاتین و گوار در روز 15 را نشان می دهد. با افزایش ژلاتین و گوار مقدار رطوبت به صورت معنی دار ( $p < 0/05$ ) افزایش داشت. اثر ژلاتین و گوار در روز 30 در شکل 3 نشان داده شده است. با کاهش ژلاتین و گوار مقدار رطوبت به صورت معنی دار کاهش یافته است. با افزایش غلظت گوار و کاهش ژلاتین از غلظت 5 تا 7 درصد رطوبت افزایش یافت. پیزا<sup>1</sup> و همکاران (2009) در این رابطه نتایج مشابهی را گزارش کردند. آنها اظهار داشتند که افزایش غلظت هیدروکلوئیدها باعث افزایش شدت اتصال مولکول های آب شده و در نهایت باعث کاهش فعالیت آب نمونه ها می گردد (14). ژل پکتین از یک شبکه سه بعدی تشکیل می شود که آب، قند و سایر مواد محلول را نگه می دارد. اتصالات موجود از نوع هیدروژنی و هیدروفوبیک می باشد (10). خزائی و همکاران (1394) نیز در تحقیقات خود گزارش دادند که صمغ گوار و جلبک اسپیرولینا دارای بیش از 60 درصد وزنی پروتئین می باشد که منجر به افزایش رطوبت پاستیل می گردد در حالیکه صمغ آگار تاثیر معنی داری بر این پارامتر ندارد (7).



شکل 1: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر رطوبت روز صفر

توسط اسکنر hp مدل 2710G در ابعاد 200×200 و در فرمت JPG اسکن و ذخیره گردید. پارامترهای رنگی در فضای  $L^* a^* b^*$  با استفاده از نرم افزار Image J استخراج شد (7).

## 2-5- تجزیه و تحلیل آماری

روش آماری مورد استفاده جهت بهینه سازی فرمولاسیون روش سطح پاسخ بود. برای این منظور از طرح مربع مرکزی با تعداد 9 تیمار و 3 تکرار در نقاط مرکزی استفاده گردید. فاکتورهای متغیر شامل گوار در سطوح (صفر، 3، 5 درصد) و ژلاتین در سطوح (5، 7، 9 درصد) و پاسخ ها درصد قند، pH، اسیدیته، پارامترهای رنگی  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  و رطوبت بود. نتایج حاصل از آزمایش ها با استفاده از نرم افزار Expert Design آنالیز شد. داده های تجربی با کمک مدل چند جمله ای درجه دوم زیر برازش داده شدند:

$$Y = b_0 + b_1A + b_2B + b_{11}A^2 + b_{22}B^2 + b_{12}AB$$

در معادله فوق  $Y$  بیانگر پاسخ های مورد نظر و  $b_n$  نشان دهنده ضرایب رگرسیون می باشد. این ضرایب اثرات خطی، دو جمله ای و نیز اثرات متقابل فاکتورهای متغیر فرآیند را بیان می کند. مقادیر  $A$  و  $B$  نیز به ترتیب نشان دهنده فاکتور ژلاتین و گوار در فرآیند هستند (جدول 1).

جدول 1- نمایش متغیرهای مستقل و مقادیر آنها

متغیر مستقل	نماد	-1	0	+1
ژلاتین (درصد)	A	5	7	9
گوار (درصد)	B	0	3	5

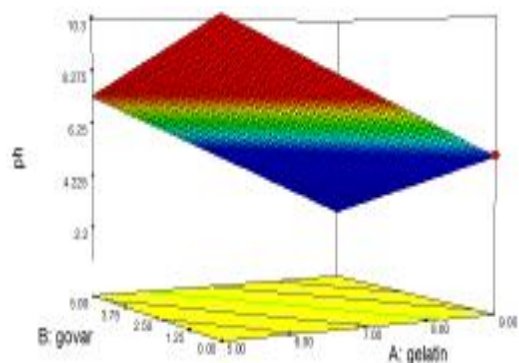
## 3- نتایج و بحث

### 3-1- ارزیابی رطوبت پاستیل انبه- گلابی در طی دوره نگهداری

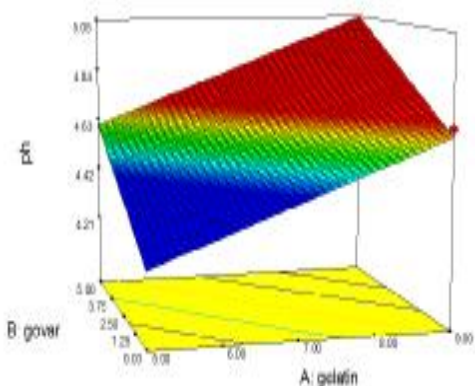
نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر خطی ژلاتین و اثرات توان دوم ژلاتین و گوار در مدل معنی دار بود ( $p < 0/05$ ).

<sup>1</sup> Piazza

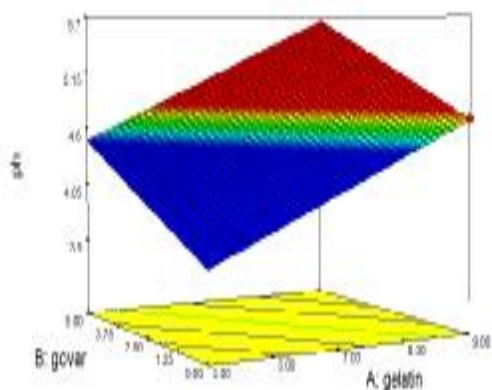
و تعرق شده، در نتیجه فعالیت های آنزیمی و سرعت تجزیه اسیدهای آلی کم شده و از افت اسیدیته جلوگیری می نماید (13).



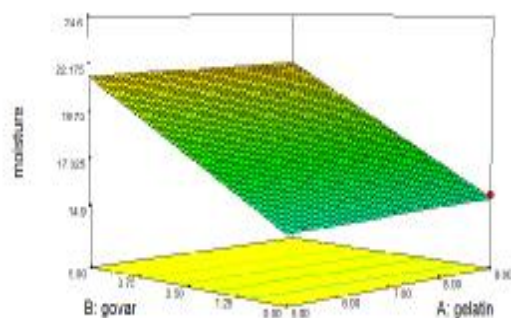
شکل 4: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر pH روز صفر



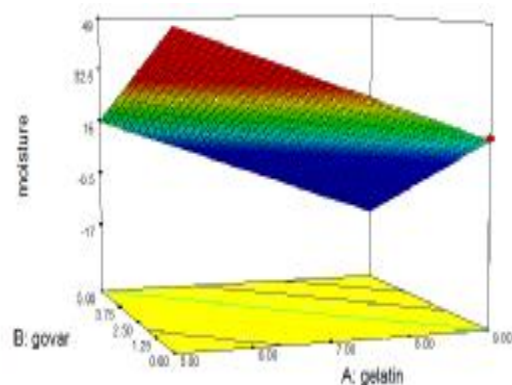
شکل 5: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر pH روز 15



شکل 6: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر pH روز 30



شکل 2: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر رطوبت روز 15



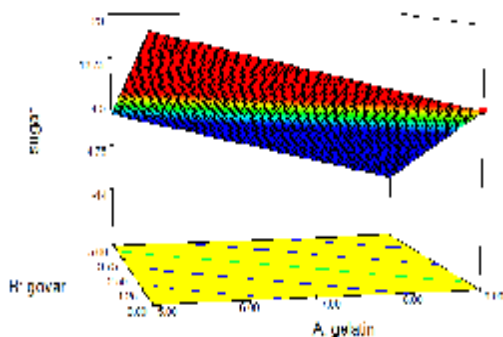
شکل 3: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر رطوبت روز 30

### 3-2- نتایج اندازه گیری pH پاستیل انبه - گلابی در دوره نگهداری

شکل 4 نمایش سه بعدی اثر ژلاتین و گوار در روز صفر را نشان می دهد. با کاهش غلظت ژلاتین و افزایش مقدار pH به صورت معنی دار افزایش یافت ( $p < 0/05$ ). با افزایش غلظت گوار و کاهش ژلاتین از غلظت 5 تا 7 درصد، افزایش یافت. شکل 5 و 6 نمایش سه بعدی اثر ژلاتین و گوار در روز 15 و 30 را نشان می دهد. با افزایش ژلاتین گوار مقدار pH به صورت معنی دار افزایش یافته است. آگار به عنوان یک لایه محافظ عمل کرده و باعث کاهش میزان تنفس

### 3-3- نتایج ارزیابی میزان قند پاستیل انبه گلایی در دوره نگهداری

شکل 7 نمایش سه بعدی اثر ژلاتین و گوار در روز صفر را نشان می دهد. با افزایش غلظت ژلاتین و گوار مقدار قند به صورت معنی دار افزایش یافته است ( $p < 0/05$ ). شکل 8 و 9 نمایش سه بعدی اثر ژلاتین و گوار در روز 15 را نشان می دهد. با کاهش غلظت ژلاتین و افزایش گوار مقدار قند به صورت معنی دار افزایش یافته است.

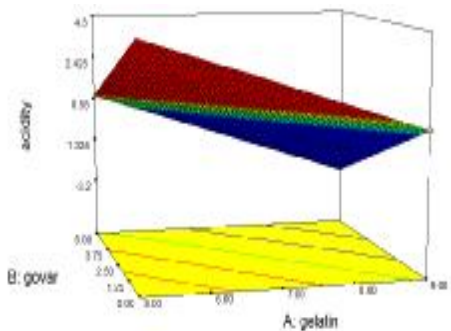


شکل 9: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر قند روز

30

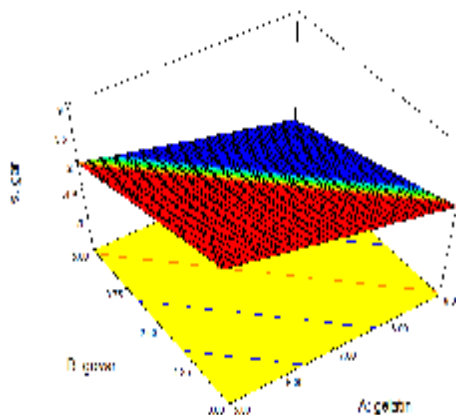
### 3-4- نتایج ارزیابی اسیدیته پاستیل انبه - گلایی در دوره نگهداری

شکل 10 نمایش سه بعدی اثر ژلاتین و گوار در روز صفر را نشان می دهد. با کاهش غلظت ژلاتین و افزایش گوار مقدار اسیدیته به صورت معنی دار افزایش یافته است. اثر ژلاتین و گوار در روز 15 و روز 30 نشان می دهد که با کاهش غلظت ژلاتین و افزایش گوار مقدار اسیدیته به صورت معنی دار افزایش یافته است. با افزایش غلظت گوار و کاهش ژلاتین از غلظت 5 تا 7 درصد اسیدیته افزایش یافت (شکل 11 و 12). علت را می توان این چنین توجیه کرد که، پوشش ترکیبی ژلاتین و آگار به عنوان یک لایه محافظ عمل کرده و باعث کاهش میزان تنفس و تعرق شده، در نتیجه با کاهش فعالیت های آنزیمی و سرعت تجزیه اسیدهای آلی از افت اسیدیته جلوگیری می نماید (13).



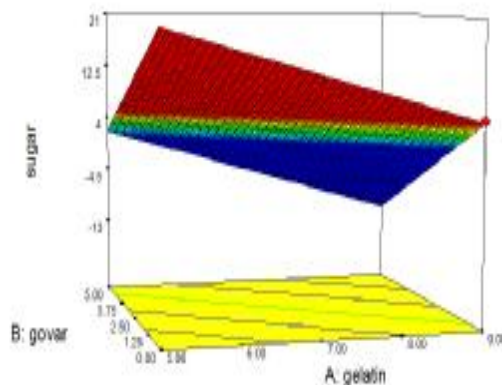
شکل 10: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر اسیدیته

روز صفر



شکل 7: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر قند روز

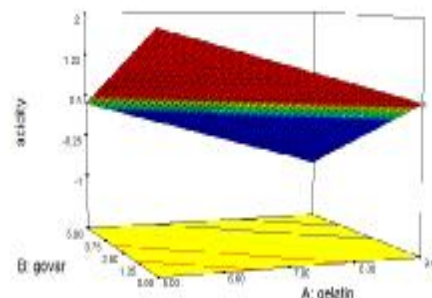
صفر



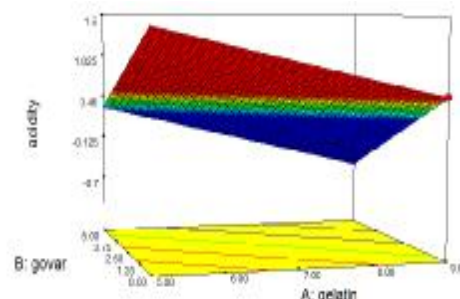
شکل 8: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر قند روز

15

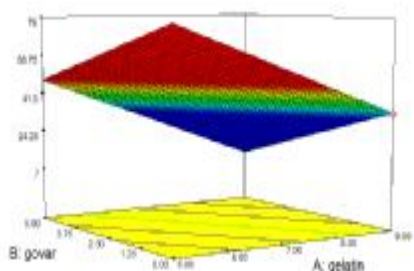
مشاهده گردید ( $P < 0/05$ ). یافته‌های پژوهش‌های دیگر حاکی از آن است افزایش غلظت هیدروکلوریدهای آگار، پکتین، ژلان، کاراگینان و ژلاتین در نسبت‌های متفاوت سبب کاهش شدت رنگ و شفافیت ژل‌ها می‌شود که احتمالاً افزودن گوار باعث کاهش رنگ و شفافیت ژل گردید (15). فتحی و همکاران (2009)، از روش پردازش تصویر برای ارزیابی تغییرات رنگی کیوی در حین خشک کردن به روش اسمز استفاده کردند و آن را به عنوان یک روش غیر مخرب پردازش تصویر که به خوبی قادر به نشان دادن تغییرات رنگی کیوی طی فرایند خشک کردن است عنوان نمودند (11). خلیلیان و همکاران (1390) طی پژوهشی به این نتیجه رسیدند که افزایش درصد هیدروکلوریدهای زانتان و پکتین در فرمولاسیون پاستیل طالبی، منجر به ایجاد روند افزایشی در پارامتر رنگی  $L^*$  می‌گردد (6). خزایی و همکاران (1394) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند (7)



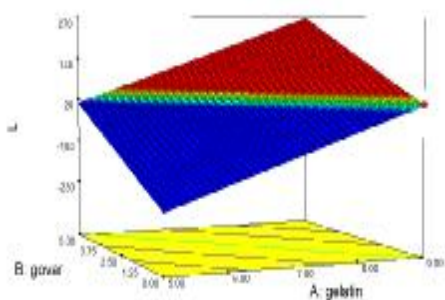
شکل 11: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر اسیدیته 15 روز



شکل 12: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر اسیدیته 30 روز



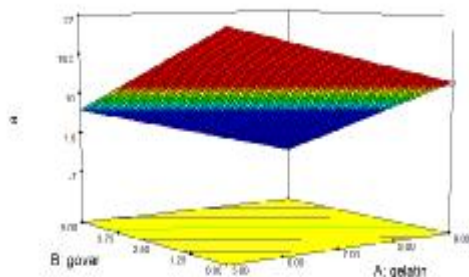
شکل 13: اثر همزمان دو متغیر گوار و ژلاتین بر میزان شاخص روشنایی ( $L^*$ ) روز صفر



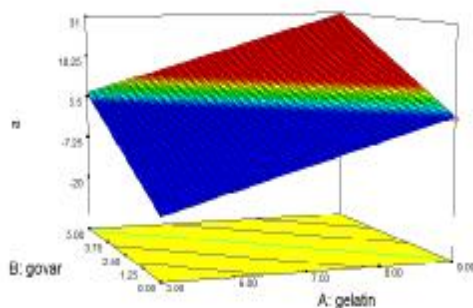
شکل 14: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر  $L^*$  15 روز

### 5-3- نتایج بررسی پارامتر رنگی پاستیل انبه- گلابی در طول نگهداری

5-3-1- بررسی پارامتر رنگی  $L^*$  پاستیل انبه- گلابی  
 شکل 13 اثر همزمان دو متغیر گوار و ژلاتین در روز صفر را بر میزان شاخص روشنایی ( $L^*$ ) را نشان می‌دهد. با کاهش غلظت ژلاتین و افزایش گوار پارامتر رنگی  $L^*$  به صورت معنی دار افزایش یافته است. شکل 14 و 15 نشان می‌دهد گوار اثر معنی داری بر ( $L^*$ ) داشته و افزایش میزان گوار سبب افزایش میزان  $L^*$  گردید. ژلاتین به طور مستقل تاثیر معنی داری بر  $L^*$  نمونه‌های پاستیل انبه-گلابی داشت و افزایش میزان ژلاتین باعث افزایش میزان  $L^*$  گردید ( $P < 0/05$ ). در روز سی ام گوار اثر معنی داری بر پارامتر ( $L^*$ ) داشت و افزایش میزان گوار سبب افزایش میزان  $L^*$  گردید. ژلاتین به طور مستقل تاثیر معنی داری بر شاخص  $L^*$  نمونه‌های پاستیل انبه-گلابی داشت با افزایش میزان ژلاتین افزایش میزان  $L^*$

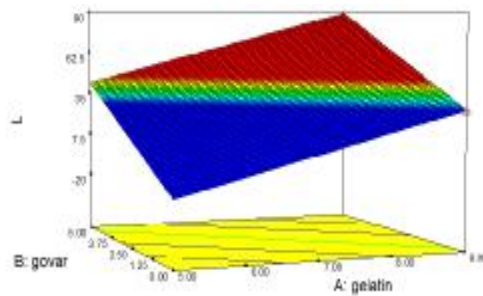


شکل 17: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوآر بر پارامتر  $a^*$  روز 15



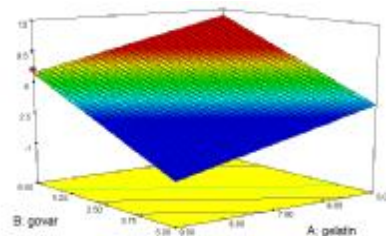
شکل 18: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوآر بر پارامتر  $a^*$  روز 30

5-3-3-3- بررسی پارامتر رنگی  $b^*$  پاستیل انبه گلابی  
 شکل 19 نشان می دهد در روز صفر گوآر اثر معنی داری بر  $b^*$  داشت؛ بطوریکه افزایش گوآر سبب افزایش میزان  $b^*$  گردید. ژلاتین به طور مستقل تاثیر معنی داری بر شاخص  $b^*$  نمونه های پاستیل انبه- گلابی داشت؛ افزایش ژلاتین سبب افزایش میزان  $b^*$  گردید. در روز پانزدهم گوآر اثر معنی داری بر میزان  $b^*$  داشت؛ با افزایش گوآر افزایش میزان  $b^*$  مشاهده شد. ژلاتین به طور مستقل تاثیر معنی داری بر  $b^*$  نمونه های پاستیل انبه- گلابی داشت؛ افزایش ژلاتین سبب افزایش میزان  $b^*$  گردید. در روز سی ام گوآر اثر معنی داری بر میزان  $b^*$  داشت؛ بطوریکه با افزایش گوآر  $b^*$  افزایش داشت و افزایش ژلاتین سبب افزایش میزان  $b^*$  گردید (شکل 20 و 21). احتمالاً با افزایش درصد گوآر در فرمولاسیون، امکان وقوع واکنش های مایلارد و در نتیجه ایجاد رنگدانه های زرد و قهوه ای بیشتر می گردد که این منجر به افزایش اندکی در رنگ زرد نمونه ها گردید.



شکل 15: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوآر بر پارامتر  $L^*$  روز 30

5-2-3-5- بررسی پارامتر رنگی  $a^*$  پاستیل انبه - گلابی  
 شکل 16 و 18 نشان می دهد که گوآر اثر معنی داری بر میزان  $a^*$  داشته؛ بطوری که افزایش گوآر سبب افزایش میزان  $a^*$  گردید. ژلاتین به طور مستقل تاثیر معنی داری بر  $a^*$  نمونه های پاستیل انبه- گلابی داشت؛ بطوریکه با افزایش ژلاتین افزایش میزان  $a^*$  مشاهده گردید ( $p < 0/05$ ). در روز سی ام گوآر اثر معنی داری بر میزان  $a^*$  داشت؛ بطوریکه افزایش گوآر باعث افزایش میزان  $a^*$  گردید. ژلاتین به طور مستقل تاثیر معنی داری بر  $a^*$  نمونه های پاستیل انبه- گلابی داشت؛ بطوریکه افزایش ژلاتین سبب افزایش میزان  $a^*$  گردید ( $p < 0/05$ ).  
 شکل 17 نمایش سه بعدی اثر ژلاتین و گوآر در روز 15 را نشان می دهد. با کاهش غلظت ژلاتین و افزایش گوآر پارامتر رنگی  $a^*$  به صورت معنی دار افزایش یافته است. در روز پانزدهم گوآر اثر معنی داری بر میزان  $a^*$  داشت؛ بطوریکه افزایش گوآر سبب کاهش میزان  $a^*$  گردید. ژلاتین به طور مستقل تاثیر معنی داری بر  $a^*$  نمونه های پاستیل انبه- گلابی داشت؛ بطوریکه کاهش ژلاتین سبب افزایش میزان  $a^*$  گردید ( $p < 0/05$ ).



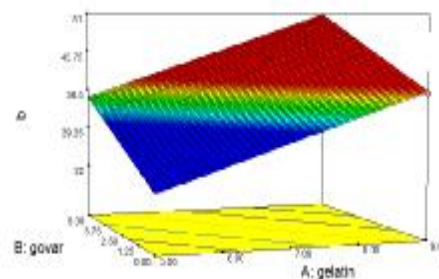
شکل 16: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوآر بر پارامتر رنگی ( $a^*$ ) روز صفر



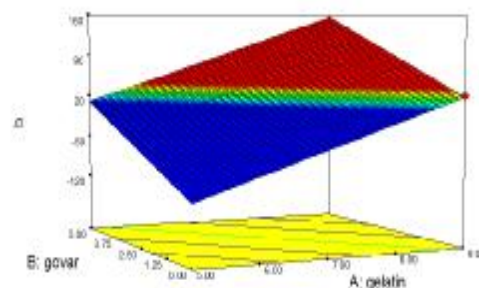
سپس سطوح پاسخ ها و متغیرهای مستقل تنظیم گردید. مقادیر پاسخ ها در نقطه بهینه در روز صفر برای مقدار pH 42196/6، اسیدیته 286705/0، میزان رطوبت 8856/18، مقدار قند 82487/1 و مولفه های رنگی شامل  $L^*$  و  $a^*$  و  $b^*$  به ترتیب معادل 1655/44 و 76537/5 و 1659/32 بود. در شرایط بهینه مقادیر متغیرهای مستقل شامل غلظت ژلاتین و صمغ گوار در روز صفر بترتیب 14/5، 92/4، درصد و ضریب مطلوبیت 585/0 به دست آمد. مقادیر پاسخ ها در نقطه بهینه روز پانزدهم برای مقدار pH 69/4، اسیدیته 43092/0، میزان رطوبت 6027/15، مقدار قند 07624/4 و مولفه های رنگی شامل  $L^*$  و  $a^*$  و  $b^*$  به ترتیب معادل 0788/53 و 4839/11 و 4072/42 بود. در شرایط بهینه مقادیر متغیرهای مستقل شامل غلظت ژلاتین و صمغ گوار در روز پانزدهم بترتیب 9، 51/0، و ضریب مطلوبیت 753/0 به دست آمد. مقادیر پاسخ ها در نقطه بهینه در روز سی ام pH 05502/5، اسیدیته 362896/0، میزان رطوبت 4221/12، مقدار قند 67209/4 و مولفه های رنگی شامل  $L^*$  و  $a^*$  و  $b^*$  به ترتیب معادل 7361/52 و 5/11 و 6894/51 بود. در شرایط بهینه مقادیر متغیرهای مستقل شامل غلظت ژلاتین و صمغ گوار در روز سی ام بترتیب 9، 38/1، و ضریب مطلوبیت 813/0 به دست آمد.

#### 4- نتیجه گیری

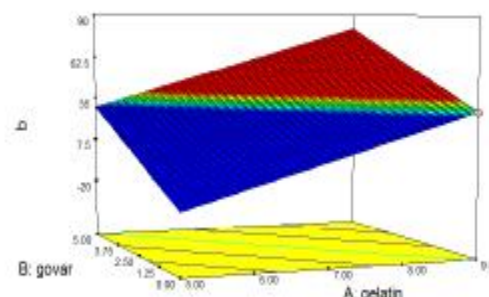
نتایج نشان داد در روز صفر با کاهش غلظت ژلاتین و افزایش گوار مقدار رطوبت، مقدار pH، اسیدیته و پارامتر رنگی  $L^*$  به صورت معنی دار افزایش یافت. میزان قند با افزایش غلظت ژلاتین و گوار افزایش یافت. با افزایش ژلاتین و گوار در روز 15 مقدار رطوبت، مقدار pH، پارامتر رنگی  $L^*$  میزان  $a^*$  به صورت معنی دار افزایش یافت و میزان اسیدیته و قند با افزایش غلظت گوار و کاهش ژلاتین افزایش یافت. نتایج در روز 30 نشان داد با افزایش ژلاتین و گوار مقدار رطوبت،  $L^*$ ، pH،  $a^*$  و میزان قند به صورت معنی دار افزایش



شکل 19: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر رنگی ( $b^*$ ) روز صفر



شکل 20: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر  $b^*$  روز 15



شکل 21: اثر همزمان دو متغیر ژلاتین و گوار بر پارامتر  $b^*$

#### 3-4- بهینه یابی نهایی

شرایط عملیاتی بهینه برای تولید پاستیل میوه ای بر پایه پوره انبه و گلابی با استفاده از متغیرهای مستقل غلظت ژلاتین و گوار بر روی پارامترهای pH، رطوبت، مقدار قند، اسیدیته و خواص رنگی (مولفه های  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$ ) با استفاده از تکنیک بهینه سازی عددی<sup>2</sup> نرم افزار Design Expert انجام شد. بدین منظور، در ابتدا اهداف بهینه سازی را مشخص کرده و

<sup>2</sup>- Numerical optimization

6- خلیلیان، صفیه . شهیدی ، فخری. الهی ، محمد . محبی ، محبت . سرمد ، مجید. روشن نژاد ، منصوره. 1390، اثر غلظت های پکتین و گزانتان بر ویژگی های حسی و فعالیت آب پاستیل میوه ای بر پایه پوره طالبی. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران جلد 7. شماره 3. ص. 200-209

7- خزایی پول، ا.، شهیدی ، ف.، مرتضوی ، ع.، محبی، م. 1394. بررسی اثر سطوح مختلف ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس (*Spirulina platensis*) و هیدروکلوئیدهای آگار و گوار روی فعالیت آب، بافت، پارامترهای رنگی و پذیرش کلی پاستیل میوه ای بر پایه پوره کیوی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره 48، دوره 12: صفحات 47 تا 59.

8- رضایی، ر.، ف. شهیدی، م. الهی، م. محبی، 1389. بهینه سازی فرمولاسیون پاستیل آلو، پایان نامه کارشناسی ارشد.

9- شهیدی، ف.، خلیلیان، ص.، م. محبی، م. فتحی، 1390. بررسی امکان تولید پاستیل میوه ای بر پایه پوره سیب بر اساس فاکتورهای حسی و فعالیت آب، مجله پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، شماره 2. جلد 7. 136-129.

10-Chinachoti, P., ۱۹۹۵, Carbohydrates: functionality in food, American Journal of Clinical Nutrition, ۶۱: ۹۲۲-۹۲۹.

11-Fathi, M., Mohebbi, M. and Razavi, S.M.A., 2009. Application of imag analysis and artificial neutral network to predict mass transfer kinetics and color changes of osmotically dehydrated Kivifruit. Food Bioprocess Technology.

12-Goldfield, S. and Epstein, 11. 2002. Can Fruits and Vegetables and Activities Substitute for Snack Foods?. Health Psychology, 21: 299-303.

13-Hasany, F., M, Javanmard and, F Garosy. 2010. Shelf life of kiwifruit coated with whey protein concentrate and rice bran oil. Research in Science and Technology of Food magazine. 7: 158-167 .

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

یافت. پاستیل میوه ای بر پایه پوره انبه - گلابی فراورده ای طبیعی است که ترکیبات آن شامل پوره انبه ، گلابی، هیدروکلوئیدهای غذایی و ترکیبات شیرین کننده می باشد. این فراورده به لحاظ دارا بودن pH رطوبت پایین، ماندگاری بالایی دارد. با توجه به اینکه می توان از میوه های مازاد بر مصرف در تهیه آن استفاده نمود، با تولید این فراورده علاوه بر جلوگیری از ضایعات میوه، فراورده نوینی وارد بازار مصرف می گردد که به سبب ارزش تغذیه ای بالا، قابلیت شکل پذیری و ماندگاری خوبی که دارا می باشد، مورد توجه مصرف کنندگان قرار خواهد گرفت.

## 5-منابع

1-استاندارد ملی ایران، 1371 ، فرآوده های ژله ای -ویژگی ها و روش های آزمون ، روش آزمون ، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، تجدید نظر دوم ، نشریه شماره 2682.

2- استاندارد ملی ایران، 1377 ، اندازه گیری pH در فراورده های میوه و سبزی ، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، چاپ اول ، نشریه شماره 4404.

3- استاندارد ملی ایران، 1386 ، آب میوه ها - روش آزمون ، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، تجدید نظر دوم ، نشریه شماره 2785.

4- خلیلیان، ص.، ف. شهیدی، م. الهی، م. محبی، 1390. بررسی ویژگی های حسی و پارامترهای رنگی پاستیل میوه ای بر پایه پوره طالبی، مجله علمی-پژوهشی علوم و صنایع غذایی ایران، دانشگاه تربیت مدرس.

5- خلیلیان، ص.، ف. شهیدی، م. الهی، م. محبی، م. سرمد، م. روشن نژاد. 1390. اثر غلظت های مختلف پکتین و زانتان بر ویژگی های حسی و فعالیت آب پاستیل میوه ای بر پایه پوره طالبی، مجله پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، شماره 4، جلد 7، ص. 209-200.

15- Schrieber, R & Gareis, H. 2007. Gelatin handbook, theory and industrial practice. WILEY-VCH, Germany. P 1-220.

16 - <http://www.irteb.com/herbal/plantbank.htm>