تهیه پاستیل توت سفید (ژل مک) و بررسی اثر مقادیر مختلف پکتین و آگار بر فعالیت آب، ویژگی‌های حسی، بافتی و پارامترهای رنگی آن

فخری شهیدی[1*]، شادی بصیری[2]، فاطمه صادقی[3]، صفیه خلیلیان[4] و اسماعیل خزائی پول[5]

۱- استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
۲- استادیار، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
۳- دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
٤- فارغ التحصیل مقطع دکتری مهندسی کشاورزی علوم و صنایع غذایی دانشگاه گرگان. ایران.
۵- دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه. ایران.
(تاریخ دریافت: ۹٦/۰٤/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹٦/۰۵/۰۹)

چکیده

فرمولاسیون فراورده‌های نوین میوه‌ای، موضوع بسیاری از پژوهش‌ها را به خود اختصاص داده است و در این رابطه طیف وسیعی از ترکیبات طبیعی از جمله انواع هیدورکلوئیدها و مواد افزودنی دیگر در فرمول آنها مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش، پاستیل توت سفید (ژل مک) به عنوان فراورده‌ای نوین از توت سفید به منظور کاهش ضایعات توت سفید، افزایش ارزش افزوده آن و معرفی یک فراورده نوین میوه‌ای و سلامت‌زا، طراحی و تولید گردید. اثر هیدروکلوئیدهای آگاردر سه سطح (۰/۵، ۱ و ۲ درصد) وپکتین در سه سطح (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد) بر ویژگی‌های حسی، بافتی، پارامترهای رنگی و فعالیت آبی مورد بررسی قرار گرفت. این طرح در قالب طرح فاکتوریل به صورت کاملاً تصادفی انجام پذیرفت. نتایج نشان داد کهافزایش غلظت آگار و پکتین در فرمول پاستیل باعث کاهش فعالیت آب گردید. براساس نتایج حاصل از پردازش تصویر، با افزایش هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون، پارامتر رنگی L^* افزایش ولی پارامترهای رنگی b^* و a^*روند کاهشی نشان دادند. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نشان داد که پذیرش فراورده در حد بسیار خوبی است. در بین فرمول‌های مورد بررسی، پاستیل توت حاوی ۱ درصد پکتین و ۰/۵ درصد آگار به عنوان فرمول بهینه تعیین شد. نتایج حاصل از ارزیابی بافت حاکی از این بودکه فراورده حاصل به لحاظ ویژگی‌های بافتی مورد بررسی،در دامنه قابل قبولی قرار داشتند. از طرفی ترکیب هیدروکلوئیدهای مختلف با یکدیگر برهم‌کنش داشته، می‌توانند بافت‌های جدیدی را تولید نمایند.

کلید واژگان: پارامترهای رنگی، پاستیل توت، فعالیت آب، ویژگی‌هایبافتی

* مسئول مکاتبات: fshahidi@um.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

۱- مقدمه

توت سفید با نام علمی(*Morus alba* L.) متعلق به گونه موروس[1] و از خانواده موراسه[2]می‌باشد. توت بیشتر از مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیری جهان به دست می‌آید [۱]. اسیدهای فنلی از جمله سینامیک، کلروژنیک و کاتچین‌ها دارای اثرات ضدسرطانی و ضد جهشی هستند که به وفور در میوه‌های مختلف از جمله انواع توت یافت می‌شوند. توت سفید منبع غنی از عناصر معدنی نظیر ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم بودهو نقش مهمی در تنظیم ضربان قلب و فشار خون دارد. این میوه غنی از فیبر می‌باشد[۱]. از آنجا که درخت توت بسیار کم‌توقع بوده و نیاز به سم و کود ندارد، لذا می‌توان گفت میوه توت،تا حدودی ارگانیک است. لذا به لحاظ تغذیه‌ای مصرف این میوه به صورت تازه و فرآوری شده توصیه می‌گردد. کمتر از یک سوم تولید سالانه میوه توت به مصرف تازه خوری می‌رسد. با توجه به میزان رطوبت بالای توت، حمل و نقل و نگهداری آن دشوار است، لذا مقدارضایعات آن بالا است.عدم وجود دانش مناسب برای فرآوری این محصول باعث افزایش ضایعات و گاهی عدم تمایل باغدار به برداشت محصول می‌شود. تولید فرآورده‌های نوین از توت و بهینه‌سازی فرمولاسیون در روش‌های تولید، کمک به کاهش ضایعات و افزایش ارزش افزوده این محصول می‌گردد [۲]. هیدروکلوئیدها گروه بزرگی از پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها هستند که با دارا بودن ویژگی‌های عملکردی نه تنها در صنعت غذا، بلکه در صنایع مختلف استفاده وسیعی دارند. هیدروکلوئیدها در پذیرش کلی فرآورده‌های غذایی از طریق افزایش پایداری فیزیکی غذا و ایجاد احساس دهانی مطلوب نقش ویژه‌ای ایفا می‌کنند. هیدروکلوئیدها به عنوان عوامل ژل‌دهنده، پایدارکننده، امولسیون‌کننده، بافت‌دهنده، جلوگیری‌کننده از تشکیل کریستال و کنترل‌کننده در رهایش طعم در صنعت غذا کاربرد دارند [۳]. پاستیل‌های میوه‌ای، فرآورده‌های جدیدی هستند که ارزش تغذیه‌ای بالایی دارند. این محصول را می‌توان از میوه درجه ۲ و ۳ تهیه نمودو به دلیل میزان فعالیت آبی پایین زمان ماندگاری نسبتاً زیادی دارند.از جمله مواد تشکیل‌دهنده پاستیل‌ها، ترکیبات قوام‌دهنده، هیدروکلوئیدهایی نظیر گوار، آگار، ژلاتین، پکتین و غیره هستندکه باعث ایجاد پیوند بین ترکیبات وتشکیل امولسیون و بهبود بافت می‌شوند تولید چنین فرآورده‌ای در مقیاس تجاری علاوه بر جلوگیری از ضایعات میوه، به دلیل طبیعی بودن مواد اولیه آن و ارزش غذایی بالا به ویژه از نظر میزان مواد معدنی، ویتامین‌ها و فیبر، زمان ماندگاری بالا، طعم مطلوب و میزان انرژی زایی می‌تواند مورد توجه قشر وسیعی از جامعه به ویژه کودکان، زنان باردار و ورزشکاران قرار گرفته و جایگزین پاستیل رایج که متشکل از قند، اسانس و رنگ هستند، شود [٤]. کارو همکاران (۱۹۹٦)، گزارش کردند که بسته به نوع و غلظت هیدروکلوئید مورد استفاده اثرات متفاوتی در بافت و ویژگی‌های حسی محصول ایجاد می‌شود. همچنین بیان کردند که بافت ژل در آزادسازی ترکیبات ایجاد کننده طعم مؤثر می‌باشد [٥]. امروزه رنگ غذا به عنوان یک فاکتور ارزیابی کیفیت به کار می‌رود و در بسیاری از فرآورده‌های غذایی، رنگ رابطه مستقیم با کیفیت آن دارد. بنابراین اندازه‌گیری دقیق رنگ اولین قدم در کنترل کیفیت محصول است. رحیمی دوگاهی و همکاران (۲۰۱٦)، به بررسی پارامترهای رنگی (L*a*b*) پاستیل بر پایه گوجه‌فرنگی پرداختند. نتایج نشان داد که مقادیر هیدروکلوئید مصرفی در تهیه پاستیل گوجه‌فرنگی و نحوه فرآیند تهیه پوره گوجه‌فرنگی از عوامل اصلی تاثیرگذار بر پارامترهای رنگی محصول تولید شده بود [٦]. خلیلیان و همکاران (۲۰۱۱)، فعالیت آبیو پارامترهای رنگی پاستیل میوه‌ای بر پایه پوره طالبی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان دادکه تغلیظ کننده‌های موجود در فرمول (پکتین و گزانتان) بر رنگ نمونه‌های پاستیل طالبی اثر معنی‌دار داشت ($P\leq ۰/۰۵$). همچنین مقدار و نوع تغلیظ‌کننده در فرمول ساخت پاستیل بر فعالیت آبی تاثیر داشت، به طوری که با افزایش غلظت گزانتان و پکتین، فعالیت آبی به ترتیب افزایش وکاهش یافت[۷]. با بررسی پژوهش‌های انجام شده بر

1. Morus
2. Moraceae

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

محصولات به دست آمده از توت، مشخص گردید که هیچ‌گونه پژوهشی مبتنی بر ارائه فرمول محصولات جدید از توت نظیر انواع پاستیل در جهان صورت نگرفته است. هدف از این پژوهش، تعیین مقادیر مناسب پکتین و آگار در فرمولاسیون پاستیل بر مبنای توت سفید به منظور تولید محصولی با کیفیت مطلوب و قابلیت ماندگاری بالا بود.

۲- مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، توت سفید از نوع نقلی در مرحله رسیدگی کامل، از یکی ازباغ‌های مشهد، آگار (شرکت کیولب کانادا)، پکتین (شرکت سیگما) و ژلاتین از یکی از فروشگاه‌های شهر مشهد تهیه گردید. ابتدا توت‌ها را تمیز کرده، میوه‌های خراب و نارس جدا شدند؛سپس میوه‌های سالم و رسیده به مدت۵ دقیقه تحت تاثیر حرارت مستقیم در حال جوشیدن مخلوط آب و توت با pH معادل ۳ (به کمک اسید سیتریک ٤٠ درصد حجمی– حجمی) قرار گرفتند و ضمن بلانچینگ اولیه در آب و بخار آب، بافت میوه نرم شد. سپس میوه‌ها توسط دستگاه آبمیوه‌گیری خرد و له شدند.

۲-۱- آماده سازی نمونه‌ها

اجزای فرمولاسیون شامل ۹۲ درصد وزنی/ وزنی توت له شده، ۵ درصد پودر ژلاتین و مخلوطی از آگار در سه سطح (۰/۵، ۱ و ۲ درصد) و پکتین در سه سطح (۰ ، ۰/۵ و ۱ درصد) بود (جدول ۱). اجزاء ثابت در فرمول‌ها، توت و ژلاتین بودند. برای افزودن ژلاتین و آگار به فرمول‌ها نیاز به شرایط ویژه بود. آگار و ژلاتین جداگانه به صورت محلول در آمده و به مخلوط اضافه شدند. برای این منظور مقدار معین آگار با نسبت مشخص آب مقطر با استفاده از یک همزن مخلوط ودما به ۸۵ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد رساندهشد. عمل هم‌زدن تا زمانی که کدورت محلول برطرف شده و محلول شفاف ایجاد شود، ادامه یافت. دمای لازم برای محلول کردن ژلاتین نیز در حدود ٦٠ تا ٦٥ درجه سانتی‌گراد بود. ختم عمل با شفاف شدن محلول، مشخص گردید.

ابتدا توت له شده در بشر توزین (۹۲ گرم) و در حمام بن ماری با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پکتین به صورت پودری در مقادیر مختلف وزن و به نمونه‌ها اضافه گردید. سپس محلول به دست آمده از ژلاتین با درصد مشخص، به تمام ظروف حاوی نمونه اضافه شد. محلول آگار نیز به فرمول‌ها اضافه گردید (ظرف حاوی نمونه در حمام بن‌ماری قرار داشت). سپس مخلوط آماده درون قالب‌هایی از جنس استیل ضدزنگ در حفره‌هایی با ابعاد ۲×۲×۱/۲ سانتی‌متر ریخته و قالب‌ها به مدت ۲ ساعت برای سفت شدن و آب‌گیری کامل در داخل یخچال با دمای ٤ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس پاستیل‌های حاصل از درون قالب خارج شدند و نمونه‌ها به مدت ۱۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (دمای محیط)، قرار گرفتند تا خشک گردند.

Table 1 Agar and Pectin content in formula.

Composition	Formula								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mulberry (%)	92	92	92	92	92	92	92	92	92
Gelatin (%)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Agar (%)	0.5	1	2	0.5	1	2	0.5	1	2
Pectin (%)	0	0	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

۲-۲- آزمایش‌های انجام شده

۲-۲-۱- فعالیت آب(a_w)

به منظور تعیین فعالیت آبی، وزن‌های مساوی از هر نمونه را کاملاً خرد کرده و فعالیت آبی نمونه توسط دستگاه سنجش فعالیت آب[۱] یا a_w متر (مدل لب مستر[۲] ساخت کشور سوئیس) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تعیین شد[۸].

۲-۲-۲- پروفایل بافتی(TPA)[۳]

در این پژوهش برای اندازه‌گیری ویژگی‌های بافتی نمونه‌های پاستیل، از دستگاه بافت‌سنج[۴](مدل کیوتی اس۲۵ سی ان اس فارنل[۵]) ساخت کشور انگلستان ومجهز به نرم‌افزار کامپیوتری، استفاده شد. هر یک از نمونه‌های پاستیل، در دو سیکل رفت و برگشتی، توسط پروب سیلندری صفحه گرد با قطر ۳/۵ سانتی-متر، سرعت حرکت پروب ۶۰ میلی‌متر بر دقیقه و نیروی ۵ گرم قرار گرفت و تا ۳۰ درصد ارتفاع اولیه نمونه فشرده شده[۶] و سپس فشارزدایی[۷]شدند. ویژگی‌های بافتی مورد بررسی حاصل از منحنی نیرو-تغییر شکل شامل سختی[۸](حداکثر نیروی موردنیاز برای فشرده شدن)،پیوستگی[۹](مقدار افزایش طول نمونه قبل از شکسته شدن بافت)، الاستیسیته[۱۰](توانایی نمونه برای بازگشت به شکل اولیه بعد از حذف نیرو)،چسبندگی[۱۱](کار مورد نیاز برای غلبه بر نیروی جاذبه بین سطوح مواد در تماس با یکدیگر)، میزان جویدن[۱۲](کار لازم برای جویدن و خمیرکردن نمونه)می‌باشند [۹].

۲-۲-۳- تصویرگیری و پردازش رنگ

به منظور بررسی رنگ نمونه‌های تولید شده از هر نمونه پاستیل توت، ۳ قطعه به صورت تصادفی انتخاب و تصاویر با استفاده از اسکنر مسطح (HP Scanjent 4010) با رزولوشن ۲۰۰ dpi و نرم افزار در فضایRGB[۱۳]تهیه شدند. در مرحله بعد برای به دست آوردن سطوح یکسان از هر نمونه با استفاده از نرم‌افزار فتوشاپ (Adobe,V.7.0) تصاویر در اندازه ۱۳۰×۱۵۰ پیکسل جدا و با فرمت BMP در فضای رنگی RGBذخیره شدند [۱۰]. پارامترهای رنگی در فضای L* a* b*با استفاده از نرم-افزار Image J 1.40g به وسیله Plugin با عنوان ColorSpaceConvertor استخراج شدند.

۲-۲-٤- ارزیابی حسی

آزمونحسی توسط ۱۰ داور آموزش دیده انجام شد [۱۳]. به منظور ارزیابی نمونه‌ها از مقیاس هدونیک ۵ امتیازی استفاده شد. ٦ صفت حسی شامل سفتی، طعم، الاستیسیته، قابلیت جویدن، شدت رنگ و پذیرش کلی نمونه مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۲-۳-طرح آماری

این طرح، در قالب طرح فاکتوریل به صورت کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام پذیرفت. آگار در سه سطح (۰/۵، ۱ و ۲ درصد) و پکتین در سه سطح (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد) به عنوان متغیرهای مستقل در نظرگرفته شدند. برای تحلیل آماری پارامترهای مورد مطالعه از نرم‌افزار MINITAB 16 استفاده شد. میانگین‌ها در قالب آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۵ درصد، مورد مقایسه قرارگرفتند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- فعالیت آبی (a_w)

مقادیر فعالیت آبی و ماده‌خشک نمونه‌های مختلف پاستیل در جدول شماره ۲،ارائهشده است. با تعیین مقادیر فعالیت آبی و ماده خشک نمونه‌ها می‌توان کیفیت حسی و زمان مناسب نگهداری آنها را ارزیابی کرد.

1. Water Activity
2. Lab Master
3. Texture Profile Analysis
4. Texture Analyzer
5. QTS25 CNS Farnell
6. Compression
7. Decompression
8 . Hardness
7.Cohesiveness
8. Springiness
9. Adhesiveness
10. Chewiness
11. Red, Green, Blue

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

Table 2 Changes in water activity of Mulberry pastille in different amounts of agar and pectin

Formula	Agar (%)	Pectin (%)	Water activity
1	0.5	0	0.674^{a}±0/001
2	1	0	0.673^{b}±0/003
3	2	0	0.644^{c}±0/002
4	0.5	0.5	0.655^{d}±0/004
5	1	0.5	0.641^{e}±0/001
6	2	0.5	0.624^{f}±0/002
7	0.5	1	0.613^{g}±0/005
8	1	1	0.605^{i}±0/002
9	2	1	0.603^{h}±0/003

Means in each column with different letters differ significantly (P‹0.05)

با افزایش متغیرهای آگار و پکتین در فرمولاسیون، فعالیت آبی کاهش یافت.آگار با استفاده ازگروه‌های قطبی خود، باندهای هیدروژنی تشکیل می‌دهد و آب قابل انجماد موجود در سیستم را به آب غیرقابل دسترس تبدیل می‌کند. در این حالت فشار بخار کاهش یافته و فعالیت آب محصول نیز کاهش می‌یابد [۱۱].نتیجه پژوهشپیازا و جیگلی (۲۰۰۹) مؤید این موضوع است که با افزایش میزان و غلظت هیدروکلوئیدها، شدت پیوندهای تشکیل شده بین هیدروکلوئید و مولکول‌های آب افزایش یافته و در نهایت فعالیت آبی کاهش خواهد یافت [۱۲].خلیلیان و همکاران (۲۰۱۱) گزارشکردند که با افزایش مقدار پکتین فعالیت آبی نمونه‌های پاستیل طالبیکاهش یافت [۷]. صادقی و همکاران (۲۰۱٦)، در یک پژوهش نشان دادند که استفاده از پکتین و آگار در تشکیل پاستیل بادام باعث کاهش فعالیت آبی نمونه‌های تولیدی شد [۱۳]. نتایج به دست آمده از تحقیقات انجام شده گذشته، تاییدی بر یافته‌های پژوهش حاضر است. مقادیر فعالیت آبی فرمول‌های مختلف پاستیل توت درجدول۲، ارائه شده است.

بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی ماده غذایی در ارتباط با فعالیت آبی می‌باشد. در رطوبت‌های پایین بر هم کنش بین مولکول‌های آب و ترکیبات غذایی تشدید می‌شود. همچنین فعالیت آبی ماده در ایجاد طعم و بافت مواد غذایی نقش مهمی دارد [۱٤]. به ویژه در مورد ترکیبات فرار طعم‌زا این نقش برجسته تر می‌شود زیرا ترکیبات معطر در فاز گازی که در حقیقت رابطه نزدیکی با فعالیت آبی دارند، منتشر شده و در محدوده خاصی بسته به نوع و ویژگی‌های فرآورده اثر افزاینده یا تشدیدکننده بر ایجاد طعم و عطر بر جای می‌گذارند. فاز گازی خود تابعی از میزان فعالیت آبی است. به عبارت دیگر هرچه فعالیت آبی کمتر باشد، فاز گازی کمتری وجود خواهد داشت [۱۵].

۳-۲- ویژگی‌های رنگی

مقایسه میانگین‌های مربوط به پارامترهای رنگی فرمول‌های مختلف پاستیل در جدول ۳، ارائه شده است.

رنگ یکی از مهمترین فاکتورها در کیفیت محصول به دست آمده از میوه‌ها نظیر؛ مربا، مارمالاد، سس، رب و غیره است که تحت تاثیر نوع، رقم میوه و نحوه فرآوری (مقدار حرارت و زمان حرارت‌دهی) قرار دارد. فرآیندهایی نظیر خشک کردن، تغلیظ و پختن می‌تواند بر رنگ تاثیر قابل ملاحظه‌ای داشته باشد [۱۳].رنگ محصولات فرآوری شده می‌تواند به صورت اندیس-های L* ، a* و b* با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج یا از طریق پردازش تصویر اندازه‌گیری و بیان شود. در این سیستم‌های ارزیابی، اندیس L* در بازه صفر (تاریکی) تا ۱۰۰ (روشنایی) و اندیس a*در بازه (۱۲۰-) (سبزی) تا (۱۲۰+) (قرمزی) و اندیس b* از b- (آبی) تا b + (زردی) متغیر است[۱٤]. در پژوهش حاضر اختلاف معنی‌داری در رنگ پاستیل‌های به دست آمده از توت در نتیجه استفاده از هیدروکلوئیدها و مقادیر مختلف آنها در سطح معنی‌داری ۵ درصد وجود داشت (جدول ۳).یعنی اثر متغیرها بر اندیس‌های L*a*b* معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵). در غلظت‌های ثابت هر یک از هیدروکلوئیدها، با افزایش غلظت هیدروکلوئید دیگر، پارامتر رنگی L*(شاخصی از میزان روشنایی رنگ) افزایش و پارامترهای رنگی a* (شاخصی از میزان قرمزی رنگ) وb* (شاخصی از میزان زردی رنگ) در نمونه‌ها کاهش یافتند (جدول ۳).

افزایش هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون منجر به افزایش رطوبت نمونه‌ها گردید که می‌تواند دلیلی بر افزایش شدت روشنایی نمونه‌های پاستیل حاصل باشد [۱۵].صادقی و همکاران (۲۰۱٦)، اثر دو نوع صمغ پکتین و آگار را بر پارامترهای رنگی در فرمولاسیون پاستیل بادام بررسی کردند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

Table 3 Changes in color parameters of Mulberry pastille in different amounts of agar and pectin

Formula	Agar	Pectin	b*	a*	L*
1	0.5	0	12/78 ^{a}± 0/001	2/25 ^{a}± 0/002	29/307 ^{f}±0/001
2	1	0	11/24^{d}± 0/005	1/20 ^{c}±0/001	31/873^{d}±0/001
3	2	0	9/73 ^{g}± 0/003	0.47 ^{e}±0/002	34/733^{b}±0/003
4	0.5	0.5	12/40 ^{a}± 0/001	2.11 ^{a}±0/001	29/917 ^{e}±0/001
5	1	0.5	10/66^{e}±0/001	0.83 ^{d}±0/003	32/633 ^{c}±0/002
6	2	0.5	9/51^{a}± 0/003	0.39 ^{e}±0/005	34/807^{b}±0/005
7	0.5	1	11/61^{c}± 0/002	1/76^{b}±0/002	31/320 ^{d}±0/002
8	1	1	10/25^{f}± 0/004	0/67 ^{d}±0/001	32/850^{c}±0/001
9	2	1	9/28^{g}± 0/001	0.32^{e}±0/005	36/520^{a}±0/003

Means in each column with different letters differ significantly ($p<0.05$)

نتایج نشان داد که با افزایش غلظت دو هیدروکلوئید پارامتر رنگی L* افزایش و پارامترهای a* و b* کاهش یافتندکه با نتایج به دست آمده از این پژوهش مطابقت دارد[۱۳]. خزائی و همکاران (۲۰۱۲) از هیدروکلوئیدهای آگار و گوار در فرمولاسیون پاستیل کیوی استفاده کردند.نتایج آنها نیز تاییدی بر یافته‌های این پژوهش است[۱٦]. امکان انجام واکنش‌های مایلارد در پاستیل قند به علت حضور قندهای احیا کننده و ژلاتین بسیار زیاد است که در نتیجه آن رنگدانه‌های قهوه ای و تیره تولید می‌شود که در نهایت رنگ روشن پاستیل توت را تحت تاثیر قرار داده و از مطلوبیت آن می‌کاهد. از دیگر عوامل مؤثر بر رنگ پاستیل توت، وقوع واکنش‌های شیمیایی از جمله اکسیداسیون رنگدانه‌ها و تغییر ایزومری سیس و ترانس(کاروتنوئیدها) است که سطوح مختلف پکتین وآگار می‌تواند بر این واکنش‌ها اثر افزایشی یا کاهشی داشته باشند. همچنین افزایش پکتین در فرمول‌ها موجب احتباس آب بیشتر و در نتیجه شدت روشنایی افزایش و شفافیت محصول زیاد می‌شود [۱۷].

۳-۳- ویژگی‌های بافتی

ویژگی‌های بافتی مواد غذایی در پذیرش آن از سوی مصرف‌کننده اهمیت و نقش به سزایی دارد. برای برخی مصرف کنندگان مواد غذایی، بافت نسبت به رنگ و طعم ازاهمیت بیشتری برخوردار است. ویژگی‌های بافتی مواد غذایی را می‌توان به ویژگی‌های مکانیکی (سختی، الاستیسیته، پیوستگی، قابلیت جویدن و چسبندگی) طبقه‌بندی نمود [۱۸]. آنالیز پروفایل بافت سال‌هاست به عنوان روشی مناسب برای اندازه‌گیری ویژگی‌های بافتی موادغذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و پارامترهای حاصل از منحنی‌های آن ارتباط خوبی با داده‌های حسی دارد [۱۹]. میانگین پارامترهای بافتی فرمول‌های مختلف پاستیل در جدول ٤، مقایسه شده‌اند.

۳-۳-۱-سختی

سختی، مقاومت ماده غذایی نسبت به اعمال نیروی فشار به کار گرفته شده، می‌باشد [۲۰]. همان‌طور که در جدول ٤، مشاهده می‌شود، نتایج نشان داد که هر دو هیدروکلوئید آگار و پکتین اثر معنی‌داری بر سفتی بافت نمونه‌ها داشت ($P<۰/۰۵$). با افزایش غلظت آگار در تمام فرمول‌ها، سختی بافت افزایش یافت.در حالی که با افزایش غلظت پکتین سختی بافت نمونه‌ها کاهش نشان داد. برخی محققان، رطوبت را مهم‌ترین عامل مؤثر در میزان سختی بافت می‌دانند [۱۸ و ۲۰]. در این پژوهش، با افزایش غلظت پکتین در فرمولاسیون، میزان رطوبت نمونه‌های پاستیل توت افزایش یافت که این این امر می‌تواند عامل نرمی بافت نمونه‌ها باشد. از ویژگی‌های صمغ آگار ایجاد ساختار شبکه‌ای مستحکم در فرآورده‌های ژله‌ای است [۲۱] که باعث ایجاد سختی در بافت نمونه‌ها می‌شود. این نتایج با نتایج پژوهش صادقی و همکاران (۲۰۱٦) مطابقت دارد [۱۳]. خزائی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند بین مقدارافزودن آگار و سختی بافت رابطه مستقیم موجود است[۱٦]. پژوهش انجام شده توسط آرمیس و گالاتاس(۱۹۸۷) نشان داد که با افزایش مقدار آگار، مقاومت و سختی ژل افزایش می‌یابد، ولی با افزایش جایگزینی صمغ لوکاست با آگار مقاومت و سختی ژل نهایی کاهش یافت [۲۲].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

Table 4 Texture properties changes results of Mulberry pastille

Hardness (%)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Chewiness (%)	Adhesiveness (g.s)	Pectin (%)	Agar (%)	Formula
17/68 ^{a}**±0/001**	0.26 ^{f}± 0/002	2/35 ^{g}± 0/001	1/63 ^{f}± 0/001	0.15 ^{d}± 0/002	0	0.5	1
17/71 ^{b}**±0/001**	0.31 ^{c}± 0/001	2/23 ^{b}±0/002	1/64 ^{c}±0/001	0.11 ^{a}± 0/001	0	1	2
17/78 ^{c}**±0/002**	0.42 ^{a}±0/002	2/07 ^{c}±0/002	1/93 ^{i}±0/005	-0/016 ^{f}± 0/004	0	2	3
17/55 ^{d}**±0/003**	0.39 ^{e} ±0/004	2/58 ^{d}±0/003	1/46 ^{b}±0/001	0.05 ^{g}± 0/005	0.5	0.5	4
17/64 ^{e}**±0/004**	0.40 ^{b}±0/005	2/41 ^{i}±0/002	1/60 ^{d}±0/001	0.02 ^{h}± 0/001	0.5	1	5
17/70 ^{f}**±0/001**	0.43 ^{a}±0/004	2/28 ^{f}± 0/003	1/85 ^{e}±0/002	-0/001 ^{b}± 0/003	0.5	2	6
17/10 ^{h}**±0/004**	0.47 ^{i}±0/004	2/75 ^{a}±0/001	1/37 ^{h}±0/001	0.04 ^{i}± 0/004	1	0.5	7
17/35 ^{g}**±0/003**	0.50 ^{e} ±0/005	2/63 ^{h}±0/005	1/55 ^{a}±0/004	0.01 ^{c}± 0/003	1	1	8
17/48 ^{i}**±0/005**	0.58 ^{g}±0/004	2/58 ^{e}±0/004	1/74 ^{b}±0/005	-0/002 ^{e}± 0/002	1	2	9

Means in each column with different letters differ significantly ($p<0.05$).

۳-۳-۲- پیوستگی

نتایج جدول ٤، نشان داد که بیشترین پیوستگی مربوط به نمونه فرمول شماره ۹ است که در بالاترین سطح آگار و پکتین ایجاد می‌شود. پیوستگی مقاومت درونی ساختار ماده غذاییا شدت پیوندهای داخلی است که بدنه یک محصول را می‌سازد و میزان آن به وسعت برهم‌کنش‌های مولکولی اجزای فرمولاسیون بستگی دارد. براساس تعریف دیگر پیوستگی عبارت است از مقدار تغییر شکل که در یک نمونه قبل از پارگی هنگامی که به طور کامل توسط دندان فشرده شود رخ می‌دهد [۲۳].آگارشبکه‌ای پیوسته و متراکم ایجاد کرده و باعث می‌شود اجزای فرمولاسیون به صورت ساختاری منسجم، کنار یکدیگر قرار گیرند. پکتین نیز باعث افزایش پیوستگی نمونه‌ها شده که این نتایج اثرات سینرژیستی پکتین با آگار را تایید می‌کند. پدیده سینرژیستی می‌تواند در نتیجه پیوستگی مولکول‌های هیدروکلوئیدهای مختلف و ایجاد برهم-کنش بین مولکولی آنها باشد.وجود اثر سینرژیستی بین دو صمغ به صورت افزایش ویسکوزیته و تغییر بافت نسبت به حالت خالص هر یک بروز می‌نماید، لذا اختلاف میان ویسکوزیته و بافت‌های پیش‌بینی شده معیار اثر سینرژیستی می‌باشد[٢٤].برهم-کنش‌های بین مولکولی آگار و پکتین منجر به افزایش انسجام اجزای فرمولاسیون در شبکه‌ی ژلی در کنار یکدیگر شده است. ناسینوویچ (۱۹۹۱)،در بررسی ویژگی‌های مکانیکی ژل‌های میوه-ای، به اثر سینرژیستی آگار و گوار اشاره کرده‌اند[۲۵].بنزینو ناسینوویچ (۱۹۹۷)، ژل‌های میوه‌ای حاصل از پوره میوه‌های مختلف از جمله کیوی را به کمک هیدروکلوئیدهای مختلف (آگار و گوار)، فرموله کردند و ویژگی‌های بافتی آن را مورد بررسی قرار دادند و به اثرات سینرژیستی (هم‌افزایی) گالاکتومانان‌ها بر ژل آگار اشاره کردند. آن‌ها این اثر هم‌افزایی را ناشی از برهم‌کنش‌های بین‌مولکولی و به‌هم پیوستن این هیدروکلوئیدها دانستند [۲٦]. همچنین لوسیزین(۲۰۰۹)، در بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی ژل‌های آگار و گوار به این موضوع اشاره کرد که در ژل به دست آمده از مخلوط آگار و گوار در مقایسه با آگار به تنهایی، پایداری و پیوستگی بیشتری مشاهده شده است که این به دلیل برهم‌کنش‌های مناسب بین آگار و گالاکتومانان‌ها می‌باشد که منجر به اثرات هم‌افزایی (سینرژیستی) بین این هیدروکلوئیدها شده است[۲۷]. هرناندز(۱۹۹۹)، به این مطلب اشاره کردند که تغییر در پیوستگی بافت در ژل‌های میوه‌ای بستگی به غلظت هیدروکلوئید مصرفی و پالپ میوه دارد. در پژوهشفوق،کاهش غلظت هیدروکلوئید یا افزایش پالپ میوه بر پیوستگی بافت نهایی ژل اثر منفی داشت[۲۸].

در این پژوهش همان‌طور که در جدول ٤ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت پکتین و آگار، پیوستگی بافت نمونه‌ها افزایش یافت که میزان پیوستگی به میزان بر هم‌کنش‌های درون ملکولی اجزای فرمولاسیون بستگی دارد [۲۹]. اثر پکتین و آگار بر ویژگی‌های بافتی فرآورده را می‌توان به ساختار شبکه ژلی و برهم‌کنش‌های درون ملکولی بین اجزای فرمول و هیدروکلوئیدها مرتبط دانست. ژل پکتین شبکه‌ای پیوسته و متراکم ایجاد می‌کند. با افزایش غلظت آگار نیز پیوستگی فرآورده افزایش یافته و در نهایت اجزای فرمول با قدرت بیشتری با هم در تماس قرار می-گیرند [۳۰]. خلیلیان و همکاران (۲۰۱۱)، گزارش دادندکه افزایش درصد هیدروکلوئید پکتین در فرمولاسیون پاستیل طالبی باعث افزایش پیوستگی بافت نمونه‌ها شد[۷]. خزائی و همکاران

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

(۲۰۱۲)نیزنشان دادند که با افزایش میزان آگار در پاستیل کیوی میزان پیوستگی بافت افزایش یافت[۱۶].

۳-۳-۳- الاستیسیته

مطابق جدول شماره ٤، بیشترین الاستیسیته مربوط به نمونه شماره ۷ بود که در نتیجه استفاده از حداکثر میزان پکتین و حداقل میزان آگار در فرمول‌ها ایجاد شد. نتایج حاکی از این بود که در غلظت‌های ثابت آگار، افزایش پکتین در فرمولاسیون، باعث افزایش الاستیسیته شد یا می‌توان گفت در غلظت‌های ثابت پکتین، افزایش آگار، منجر به کاهش معنی‌داری در الاستیسیته نمونه‌ها شد.الاستیسیته عبارت است از درجه یا شدتی که یک نمونه تغییر شکل یافته بعد از برداشتن نیرو به حالت اولیه‌اش برمی‌گردد [۲۳]. در غلظت‌های مختلف آگار با افزایش میزان پکتین، الاستیسیته بافت نمونه‌ها افزایش یافت. با افزایش غلظت آگار در فرمول پاستیل، سختی و شکنندگی بافت افزایش و قابلیت فنری بودن و بازگشت به حالت اولیه در نمونه‌ها کاهش نشان داد. اما افزایش غلظت پکتین در فرمولاسیون منجر به تشکیل ژل فنر مانند و لاستیکی گردید. آگار یک شبکه ژلی مستحکم ایجاد نموده که شکننده است و حالت الاستیک کمتری دارد. اما با افزایش پکتین در فرمولاسیون، ژل نمونه‌ها در مقابل تنش ایجاد شده توسط پروب دستگاه آنالیز بافت کرنش کمتری ایجاد کرد. در واقع با افزایش پکتین محدوده الاستیک و فنری بودن نمونه‌ها افزایش یافته است. این نتایجبا یافته‌های به دست آمده از پژوهش‌های سایر محققان در این زمینه مطابقت دارد [۱٤، ۱۷ و ۳۰]. خزائی و همکاران (۲۰۱۲)، نشان دادند که افزایش غلظت آگار بر سختی بافت پاستیل کیوی اثر مثبت و بر الاستیسیته آن اثر منفی داشت[۱٦]. خلیلیان و همکاران (۲۰۱۱) تاثیر افزودن پکتین بر بهبود الاستیسیته بافت نمونه‌های پاستیل طالبی را گزارش کردند[۷]. بنزین و ناسینوویچ (۱۹۹۷)، اثر دو صمغ گالاکتومانان، گوار و لوبیای لوکاست را بر ویژگی‌های بافتی ژل آگار به همراه پالپ میوه بررسی کردند. نتایج نشان داد با افزایش غلظت گالاکتومانان‌ها سختی و شکنندگی ژل آگار کاهش یافت [۲٦]. در کاربرد مخلوط هیدروکلوئیدها، عوامل غیرژلی و قوام‌دهنده با عوامل ژل‌دهنده به طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند، بدین ترتیب ویسکوزیته افزایش وویژگی‌هایژل‌ها بهتر شده و در نهایت الاستیسیته بیشتری ایجاد می‌شود.ستسرو همکاران (۲۰۰۳)گزارش کردند که هر چه واکنش بین اجزای پلیمر بیشتر باشد، حلالیت کاهش یافته و عموماً منجر به تشکیل ژل با خاصیت فنر مانند و لاستیکی می‌شود[۱٤].

۳-۳-٤-چسبندگی

همان‌طور که در نتایج مقایسه میانگین‌ها مشاهده می‌گردد (جدول٤)، بیشترین چسبندگی مربوط به نمونه فرمول ۱، با حداقل میزان پکتین و آگاردر نمونه‌ها بود. نتایج حاکی از آن بود که افزایش پکتینو آگار در فرمولاسیون، باعث کاهش چسبندگی بافت نمونه‌ها شد. جین و بیبر(۲۰۱۱)،در طی یک پژوهش، در بخشی از کار خود به ویژگی‌های رئولوژیکی آگار با چند هیدروکلوئید دیگر از جمله گوار پرداختند. نتایج آنها نشان داد در ژل مخلوط آگار و گوار، با افزایش درصد آگار، در حالتی که غلظت کل صمغ ثابت باقی بماند، میزان چسبندگی ژل کاهش یافت اما سفتی، استحکام و مقاومت ژل روند افزایشی داشتند. نتایج این تحقیق، با پژوهش حاضر مطابقت دارد[۳۱].

۳-۳-۵- قابلیت جویدن یا آدامسی بودن بافت

قابلیت جویدن به تعداد جویدن‌های لازم برای بلعیدن مقدار مشخصی از ماده غذایی اطلاق می‌شود[۲۳]. با مشاهده جدول ٤، می‌توان گفت که در تمام سطوح آگار با افزایش غلظت پکتین، قابلیت جویدن بافت نمونه‌ها کاهش یافت. آدامسی‌ترین بافت مربوط به فرمول ۳ بودکه دارای بیشترین مقدار آگار بود. بولاندو همکاران(۲۰۰٦)،اظهار داشتند ژل‌های منسجم‌تر به مدت طولانی-تری جویده می‌شوند. جویدن باعث شکست ساختار غذا و افزایش سطح نواحی برای پخش مواد معطر می‌گردد که این مسئله افزایش رهاسازی طعم را به دنبال دارد[۳۲]. لابرز و گوایچارد(۲۰۰۳)، اظهار داشتند که بافت صمغ‌های پکتینی، نرم و کوتاه بوده و خاصیت آدامسی و جویده شدن کمتر دارد [۳۳].

٤- بررسی اثر متغیرها بر ارزیابی حسی نمونه‌های پاستیل توت

نتایج آزمون حسی صفات مورد ارزیابی حاکی از آن بود که سطوح مختلف آگار و پکتین بر ویژگی‌های بافتی، طعم و رنگ نمونه‌های پاستیل توت اثر معنی‌دار داشت ($p<۰/۰۵$). در کلیه غلظت‌های صمغ آگار با افزایش غلظت پکتین، امتیاز شدت رنگ، میزان سختی و قابلیت جویدن بافت نمونه‌ها کاهش یافت. اما

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

امتیاز الاستیسیته، طعم و پذیرش کلی نمونه‌ها را افزایش داد. میزان الاستیسیته، شدت طعم، رنگ و پذیرش کلی نمونه‌ها با افزایش درصد آگار روند کاهشی داشتند در حالی که سختی و قابلیت جویدن بافت افزایش یافت. نتایج تحقیق دمارس (۲۰۰۱) و اسچریبر (۲۰۰۷) نشان داد که افزایش غلظت هیدروکلوئیدهای آگار، پکتین، کاراگینان، ژلان و ژلاتین در نسبت‌های متفاوت باعث کاهش شدت رنگ ژل می‌شود. نتایج این پژوهش نیز تأییدی بر پژوهش‌های این محققان[۳٤ و ۳۵] است.

نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که عوامل متعددی از جمله ویژگی‌های بافتی، ویژگی‌های ظاهری (شدت رنگ) و طعم بر پذیرش نهایی پاستیل توت تأثیرگذارند. هالوود (۲۰۰۰) بیان کرد که ورودی‌های چشایی (طعم و آروما) و بافت بر هم اثر می‌گذارند و درک سفتی بر درک طعم مؤثر است. وی اشاره نمود که با افزایش سختی بافت ژل، طعم درک شده کاهش پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، زمانی که ارزیاب سفتی بافت را درک می‌کند، از حس و درک شیرینی و آروما غفلت می‌کند[۳٦].نمونه حاوی یک درصد آگار و ۰/۵ درصد پکتین بیشترین سختی بافت و کمترین رهاسازی طعم را داشت. اغلب، مصرف‌کنندگان دلیل اصلی عدم رغبت به مصرف فراورده‌های ژله‌ای را مشکل بافتی عنوان می‌کنند[۳٦]. در این پژوهش نیز ارزیاب‌های حسی به نمونه‌های پاستیل دارای بافت نرم‌تر، الاستیک‌تر، قابلیت جویدن کمتر رتبه بالاتری دادند. فرمول شماره ٦ بیشترین پذیرش را داشت که درصد متغیرها در آن به ترتیب شامل یک درصد پکتین و ۰/۵ درصد آگار بود.

Table 5 Sensory properties changes results of Mulberry pastille

Total acceptability	Hardness	Color intensity	Springiness	Chewiness	Flavor	Pectin	Agar	Formula
5/14 ^{d} ±0/003	6/58 ^{i} ±0/002	7.44 ^{a} ± 0/004	5/35 ^{c} ± 0/002	4/40 ^{b} ± 0/005	5.629 ^{a} ± 0/001	0	0.5	1
5/12 ^{a} ±0/001	6/61 ^{d} ±0/001	7.43 ^{b} ± 0/001	5/34 ^{i} ±0/002	4/46 ^{i} ±0/001	5.622 ^{d} ± 0/002	0	1	2
5/00 ^{f} ±0/002	6/62 ^{c} ±0/001	7.42 ^{f} ±0/002	5/21 ^{g} ±0/002	4/48 ^{c} ±0/002	5/612 ^{f} ± 0/005	0	2	3
5/19 ^{i} ±0/005	6/39 ^{g} ±0/002	7.36 ^{e} ±0/001	5/59 ^{d} ±0/003	4/28 ^{b} ±0/001	5.642 ^{b} ± 0/004	0.5	0.5	4
5/18 ^{c} ±0/002	6/48 ^{b} ±0/004	7.32 ^{c} ±0/004	5/57 ^{b} ±0/001	4/38 ^{e} ±0/003	5.636 ^{h} ± 0/004	0.5	1	5
5/15 ^{h} ±0/001	6/51 ^{f} ±0/005	7.31 ^{a} ±0/004	5/46 ^{f} ± 0/003	4/39 ^{d} ±0/002	5/631 ^{g} ± 0/003	0.5	2	6
5/67 ^{e} ±0/002	6/02 ^{h} ±0/004	6.64 ^{g} ±0/004	5/72 ^{e} ±0/001	4/18 ^{a} ±0/001	5.892 ^{e} ± 0/002	1	0.5	7
5/64 ^{g} ±0/004	6/17 ^{e} ±0/002	6.62 ^{e} ±0/005	5/70 ^{h} ±0/001	4/20 ^{h} ±0/004	5.884 ^{c} ± 0/003	1	1	8
5/62 ^{b} ±0/004	6/26 ^{a} ±0/001	6.55 ^{i} ±0/003	5/68 ^{a} ±0/002	4/23 ^{f} ±0/004	5/873 ^{i} ± 0/001	1	2	9

Means in each column with different letters differ significantly ($p<0.05$).

۵- نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که سطوح مختلف هیدروکلوئیدهای مصرفی بر پارامترهای رنگی، ویژگی‌های بافتی و فعالیت آب فراورده‌هاینهایی اثرات متفاوت داشتند. افزایش غلظت آگار و پکتین باعث کاهش فعالیت آبی فراورده شد. بررسی حاصل از ارزیابیپروفایل بافتی نشانگر این بود که با افزایش میزان آگار در فرمول‌ها، سختی، پیوستگی و قابلیت جویدن نمونه‌ها افزایش یافت، در حالی که الاستیسیته بافت نمونه‌ها روند کاهشی نشان داد. افزایش پکتین نیز باعث افزایش الاستیسیته و پیوستگی بافت گردید اما سختی و قابلیت جویدن نمونه‌ها را کاهش داد. این دو هیدروکلوئید پارامتر رنگی L^* را افزایش و مقادیر پارامترهای رنگی b^* و a^* را کاهش دادند. نمونه حاوی ۱ درصد پکتین و ۰/۵ درصد آگار به عنوان بهترین فرمول از نظر ارزیابان حسی انتخاب شد.

۵- منابع

[1] Lin, J. Y and Tang, C. Y. 2007. Determination of total phenolics and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chemistry,* 101 (1):140–147.

[2] Ercisli, S. 2004. A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and* Crop Evaluation, 51: 419–435.

[3] Guichard, E., Issanchou, S., Descourvieres, A and Etievant, P. 1991. Pectin concentration, molecular weight and degree of esterification. *Journal of Food Science*, 56 (6): 1621–1627.

[4] Doublier, J. L.and Cuvelier, G. 1996. Gums and Hydrocolloids : functional aspects. In: Carbohydrates in food. (Eliasson, A.-C. ed.), Basel, Marcel Dekker. New York, pp: 283–318.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

[5] Carr, J., Baloga, C., Guinard, X., Lawter, L., Marty, C and Squire, C. 1996. The effect of gelling agent type and concentration on flavor release in model systems. In: Flavor–food interactions (McGorrin, R. J. and Leland, J. V eds.), American Oil Chemical Society. Washington, DC. pp: 98–108.

[6] Rahii doodgahi, P. F. Shahidi, F. Bolurian, E.Mohamadi Sani. 2016, Evaluation of Tomatow pastille production possibility based on color and sensory properties and. Food Science and Technology, Msc Thesis.

[7] Khalilian, S. F. Shahidi, M. Elahi, M. Mohebbi, M. Sarmad, M. Roshannejad. 2011, The effect of different concentrations of pectin and xanthan gum on Sensory properties and water activity of the fruit pastille based on cantaloupe puree. Journal of Food Science and Technology, Iran University of Mashhad, Volume 7, Number 4, pages 200-209.

[8]Primo-Martı´n, C., de Beukelaer, H., Hamer, R.J., and Van Vliet, T.2008. Fracture behavior of bread crust: Effect of ingredient modification. *Journal of Cereal Science*, 48: 604–612.

[9] Kealy T.2006. Application of liquid and solid rheological technologies to the textural characterization of semi-solid food. Food Reserch International, 39: 265-276.

[10] Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.

[11] Chinachoti, P. 1995, Carbohydrates: Functionality in Food. American Journal of Clinical Nutrition, 61: 922-929.

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

[13]Sadeghi, F. F. Shahidi, A. Koocheki. M. Mohebbi. 2016, Study of the Effects of Agar and Pectin on Psychochemical and Sensory Properties of Almond Pastille. Msc Thesis. pp.67-84.

[14] Setser, C.S. and Brannan, G.D.2003. Carbohydrates/Sensory properties. Elsevier Science Ltd.

[15] Piazza, L and Gigli, J. 2009, Multi-scale estimation of water soluble diffusivity in polysaccharide gels. Universita di milano, Italy, 4:56-74.

[16] Khazayi, A. 2012, Study of the Effects of Spirulina Platensis Microalga, Agar and Guar on Psychochemical and Sensory Properties of Kiwi Pastille. Msc Thesis. pp.67-84.

[17] Hanssen.M., Blennow, A. & Pedersen, S. 2008. Gel texture and chain structure of amylomaltase-modified starches compared to gelatin. *Food Hydrocolloids*, 22:1551–1566.

[18] Guine, R. P. F., Joao Barroca, M. 2012. Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper). *Food and Bioproducts Processing*, 90 (1): 58-63.

[19] Szczesniak ,A. S. 2002. Texture is a sensory property ,*Journal Food Quality and Preference*,13: 215-225.

[20] Lau , M., Tang , J and Paulson , A . T . 2000. Texture profile and turbidity of gellan / gelatin mixed gels.*Journal Food Research International,*33:665-671.

[21] Cherblanc, F. Boscus, J and Benet, J-C. 2008, Electro – osmosis in gels: Application to Agar – Agar. C. R. Mecanique, 336: 782- 787.

[22] Armise, N. R. and Galatas, F. 1987,Production Properties and uses of Agar: PP. 1-57. Production and Utilization of Products From Commercial Seaweed; Ed. Mehugh, D. J. FAO Fisheries Technical Paper No. 288;Rome.

[23] Abd Karim, A, Sulebele, G.A, Azhar, M.E, Ping, C.Y.1999.Effect of Carrageenan on yield and properties of Tofu. *Food Chemistry*.66: 159-165.

[24] Fox, P., Guinee, T., Cogan, M and Mcsweeney, P. 2000, Fundamentals of cheese science. Aspen publication.

[25] Nussinovitch, I.J. Kopelman and S. Mizrahi .1991. Mechanical properties of composite fruit products based on hydrocolloid gel, fruit pulp and sugar. *Lebensmittel- Wissenchaft und-Technologie*, 24 (3): 214-217.

[26] 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*.11(3): 253-260.

[27] Glicksman, M.1982.Food Hydrocolloids. Vol.3, CRC press. Florida.

[28] Hernandez M.J., Duran L., Costell E. 1999. Influence of composition on mechanical

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

properties of strawberry gels. Compression test and texture profile analysis. *Food Science and Technology International*, 5: 79-87.

[29] Lo..fgren, 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.

[30] Shahidi, F. Khalilian, S. Mohebbi, M and Fathi, M. 2011, Evaluation of apple pastille production possibility based on sensory properties and water activity. Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Number 2, Vol 7, 129-136.

[31] Jain, R and S.B.Babbar. 2011. Evaluation of belends of altenative gelling agents with agar and development xanthagar, a gelling mix, suitable for plant tissue culture media. *Asian Journal of Biotechnology,*3(2): 153-164.

[32] 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.

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

[34] Schrieber, R and Gareis, H. 2001, Gelatin Handbook: Theory and Industrial Practice Wlleyvch: Gerany. PP.1-220.

[35] Demars, L., and Ziegler, G. 2001. Texture and structure of gelatin – Pectin based gummy confection. Food Hydrocolloid, 15: 643- 653.

[36] Hollowood, T.A. linforth R.S.T., Taylor A. J. 2002, The effect of viscosity on the perception of flavor. Chemical Senses 27: 583-591.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

Mulberry pastille (Jel Mac) formulation and evaluation of the different amounts of agar and pectin effects on texture, sensory properties, color and water activity

Shahidi, F.[1*], Basiri, SH. [2], Sadeghi, F. [3], Khalilian, S. [4], Khasaiy Pool, E. [5]

1. Professor, Department of food science and technology, Ferdowsi university of Mashhad, Iran.
2. Assistant Professor, Agricultural Engineering research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Mashhad, Iran.
3. Department of food science and technology, Ferdowsi university of Mashhad, Iran. 4. Department of food science and technology, Gorgan university of Mashhad, Iran.
5. Department of food science and technology, Urmia university of Mashhad, Iran.

(Received: 2017/06/24 Accepted:2017/07/31)

Novel fruity products is object of some investigations and in parallel of it, different compositions of hydrocolloids and others additionalmaterial have been used in its formulations. In this research, a new product from white Mulberrycalled pastille (Jel Mac) was formulated. The effects of agar(0.5%, 1% and 2%) and pectin (0%, 0.5% and 1%) on texture,sensory properties, color and water activity wereanalyzed.The experimental design was factorial in frame of completely randomized which was performed in replications.The results showed thatincreasing the level of agar and pectin in the formulation reduced the water activity of thesamples. The L* value ofMulberry pastille increased with increasing hydrocolloids concentration. However a*and b* values of samples decreased when the amount of hydrocolloids increased. Based on the results obtainedfrom texture and sensory evaluation, the total acceptability of Mulberry pastille was very good. In theoptimum point, pectin and agar levels were found to be 1 and 0.5%, respectively.

Key words: Color Parameters, Mulberry Pastille, Texture Properties, Water Activity.

* Corresponding Author E-Mail Address: fshahidi@um.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]