



استفاده از خرمای ضایعاتی در تهیه نوعی آب‌نبات ژله‌ای و بررسی ویژگی‌های کیفی و حسی آن

نگین بیگلریگی^۱، سمیه رحیمی^{۲*}

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲- استادیار، گروه صنایع غذایی و تبدیلی، پژوهشکده فناوری‌های شیمیایی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۰

کلمات کلیدی:

خرمای ضایعاتی،

آگار،

آب‌نبات ژله‌ای،

غذای فراسودمند

امروزه افزایش تقاضا برای غذاهای سلامتی‌بخش، سبب توجه روز افزون به کاربرد ترکیبات طبیعی نظیر انواع میوه‌ها در فرمولاسیون محصولات غذایی گشته است. در این پژوهش از خرمای ضایعاتی (درجه دو) در فرمولاسیون نوعی آب‌نبات ژله‌ای مغذی (تا ۳۰ درصد) همراه با جایگزینی بخشی از ژلاتین با صمغ آگار (۰، ۱۵، ۲۵، و ۳۵ درصد) استفاده شد. سپس نمونه‌ها از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (رطوبت، ماده خشک، فعالیت آبی، خاکستر کل و شاخص‌های رنگی)، بافتی (سختی، چسبندگی، فنریت، طنابی بودن و شکنندگی) و چشایی مورد ارزیابی قرار گرفته و از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه در سطح اطمینان ۹۵ درصد جهت آنالیز آماری استفاده شد. نتایج نشان دادند که با افزودن پوره خرما به فرمولاسیون آب‌نبات ژله‌ای، کاهش معنی‌داری در محتوای رطوبت، L^* و b^* مشاهده گردید ($p < 0.05$) در حالی که میزان خاکستر کل، a^* و هم‌چنین ویژگی‌های بافتی چسبندگی و طنابی بودن افزایش یافتند ($p < 0.05$). قابل توجه است که افزودن پوره خرما، تاثیر معنی‌داری روی فعالیت آبی و هم‌چنین ویژگی‌های بافتی سختی، فنریت و شکنندگی نداشته است ($p > 0.05$). جایگزینی ژلاتین با آگار (تا ۳۵٪) در نمونه‌ها، سبب کاهش محتوای رطوبت و افزایش میزان خاکستر کل، شاخص‌های رنگی و ویژگی‌های بافتی چسبندگی در سطح اطمینان ۹۵٪ گردید ($p < 0.05$)، در حالی که اثر آن روی سایر ویژگی‌های بافتی و هم‌چنین فعالیت آبی معنی‌دار نبود ($p > 0.05$). مطابق با نتایج ارزیابی چشایی، آب‌نبات ژله‌ای تهیه شده از ژلاتین (فاقد آگار)، به عنوان بهترین نمونه شناخته شد که البته ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بافتی مناسبی را نیز دارا بود.

DOI: 10.22034/FSCT.20.139.14
DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.139.2.6

* مسئول مکاتبات:

s.rahimi@irost.ir

۱- مقدمه

آب‌نبات‌های ژله‌ای^۱ شامل گروه زیادی از فرآورده‌های قنادی از قبیل پاستیل‌ها، ژله‌ها و غیره هستند که در آن‌ها، عامل ایجادکننده ژل مانند ژلاتین، پکتین یا نشاسته به یک شربت قندی اضافه می‌شود [۱]. در آب‌نبات‌های ژله‌ای، ترکیبات ژل‌ساز با توجه به ویژگی‌های بافتی مورد نظر (بافت نرم یا سخت) انتخاب می‌گردند که معمولاً بافت نهایی این فرآورده‌ها، کشسان، فنری، غیر چسبنده، بادوام و به‌هم پیوسته است [۲-۳]. از سوی دیگر، در سال‌های اخیر، تولید فرآورده‌های غذایی مغذی و سلامتی‌بخش نظیر انواع اسنک‌های میوه‌ای به ویژه برای کودکان مورد توجه بسیاری قرار گرفته‌اند. اسنک‌های میوه‌ای به آسانی قابل خوردن هستند، زمان ماندگاری بالایی دارند، چشم‌نواز بوده، احساس دهانی خوبی دارند و از نظر سلامتی نیز مفید هستند. با توجه به این که در تولید اسنک‌های میوه‌ای حتی می‌توان از میوه‌های ضایعاتی درجه دو و سه نیز استفاده نمود، از این رو، صنعت غذا می‌تواند تاثیر شگرفی در جهت کاهش ضایعات و افزایش ارزش افزوده محصولات کشاورزی و باغی نیز داشته باشد [۴]. تاکنون تحقیقات متنوعی در خصوص کاربرد انواع میوه‌ها و سبزیجات در فرمولاسیون آب‌نبات‌های ژله‌ای به عنوان نوعی اسنک میوه‌ای صورت پذیرفته‌اند. از پوره توت فرنگی [۵]، سیب [۶]، میوه‌های استوایی (آناناس، موز، پشن‌فروت^۲) [۷]، انار [۸]، انبه [۹]، کدو حلوائی [۱۰]، طالبی [۱۱]، آلو [۱۲]، هویج [۱۳]، گوجه فرنگی [۱۴] و کیوی [۱۵] در فرمولاسیون آب‌نبات‌های ژله‌ای استفاده شده است.

خرما با نام علمی *Phoenix dactylifera*، منبع غنی از قندهای ساده، مواد معدنی، ویتامین‌ها و فیبر رژیمی^۴ محسوب می‌شود [۱۶-۱۷] که کشور ما، ایران، با تولید حدود ۱/۳ میلیون تن محصول در سال (مطابق با آمار سال ۱۴۰۰)، از بزرگ‌ترین

تولیدکنندگان خرما در دنیا به شمار می‌رود [۱۸]. تاکنون تحقیقات ثبت شده کمی در مورد شیمی خرما، ترکیبات تغذیه‌ای آن و همچنین فرآوری و کاربرد فرآورده‌های جانبی تولید شده از خرما در دسترس می‌باشد [۱۶] و به سبب عدم وجود امکانات مورد نیاز جهت فرآوری خرما به محصولات متنوع و همچنین نبود بسته‌بندی مناسب، عموماً حجم زیادی از این محصول ارزشمند با قیمت نازل به عنوان خرمای ضایعاتی یا درجه دو و سه به فروش می‌رسد. در پژوهش حاضر تلاش گردید با استفاده از افزودن پوره خرما (تهیه شده از خرمای ضایعاتی) در فرمولاسیون آب‌نبات‌های ژله‌ای، یک نوع اسنک نوین مغذی بر پایه آگار تهیه شود تا بدین ترتیب، گامی در جهت کاهش ضایعات خرما و ایجاد ارزش افزوده از آن برداشته شود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

خرمای مصرفی در این پژوهش، خرمای درجه دو (خرمایی که از نظر ظاهری مطلوب مصرف‌کننده نیست) با رقم شاهانی متعلق به شهرستان جهرم (استان فارس) بود که از یکی از فروشگاه‌های معتبر سطح شهر تهران خریداری شد و بلافاصله به یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد منتقل شد. ژلاتین مورد استفاده، ژلاتین گاوی نوع B با ارزش بلوم ۲۶۰-۲۴۰ و ظاهر کریستالی متمایل به زرد روشن از شرکت فناوری دارویی ژلاتین حلال (تهران، ایران) تهیه گردید. صمغ آگار با اندازه ذرات کوچک‌تر از ۳۱۵ میکرومتر از شرکت Merck آلمان خریداری شد. شربت گلوکز مصرفی با DE ۴۱/۶۶، ماده خشک ۷۹/۲۷٪ و pH ۴/۶۶ با ظاهری شفاف و بدون رنگ و همچنین، پودر دکستروز مونوهیدرات، از شرکت دکستروز ایران تهیه گردیدند.

۲-۲- آماده‌سازی پوره خرما

جهت آماده‌سازی پوره خرما، ابتدا میوه‌های خرما به صورت دستی و بهداشتی پوست‌گیری و سپس هسته‌گیری شدند و در مرحله بعد با استفاده از دستگاه مخلوط‌کن خانگی (Feller، مدل

1- Gummy candies

2- Snack

3- Passion fruit

4- Dietary fiber

FPB22W، ساخت کشور آلمان) به پوره تبدیل شدند [۱۱-۱۲]. رنگ میوه‌های خرما پس از تبدیل شدن به پوره کمی روشن‌تر گردید و بافت حاصل بسیار نرم، پفکی و یکنواخت بود. در مرحله آخر پوره تهیه شده جهت جلوگیری از هر گونه واکنش های بیولوژیکی و شیمیایی ناخواسته، آنزیم‌بری شد. عمل آنزیم-بری با استفاده از حمام آب گرم (فن آزما گستر، ساخت کشور ایران) با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه و هم زدن دستی انجام شد [۱۹]. در نهایت پس از سرد شدن در دمای محیط، پوره به ظروف درب‌دار (پلی اتیلن، ابعاد ۲۰ در ۲۰) منتقل و در یخچال برای دو روز نگهداری شدند.

۳-۲- تهیه آب نبات‌های ژله‌ای

فرمولاسیون پیش‌فرض تعریف شده برای این پژوهش، شامل استفاده از ۶۰٪ پوره خرما، ۱۵٪ شیرین‌کننده، ۵٪ ژلاتین و جایگزینی آگار به جای ژلاتین در سطوح ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪

بود که با توجه به نتایج اولیه حاصل شده، از آن جایی که افزودن بیش از ۳۰٪ پوره خرما در فرمولاسیون امکان‌پذیر نبود (به دلیل ایجاد بافتی کاملاً چسبنده و غیر یکنواخت) و همچنین بیشترین جایگزینی ژلاتین با صمغ آگار در سطح ۳۵٪ امکان‌پذیر و نتایج مناسبی در پی داشت، بنابراین با توجه به این نتایج و با تکیه بر شرایط بهینه تولید، ضمن حفظ ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی فرآورده، فرمولاسیون نهایی مطابق با جدول ۱ تعیین گردید. اجزای تشکیل‌دهنده فرمولاسیون نهایی، شامل ۳۰ درصد پوره خرما، ۱۵ درصد شیرین‌کننده (۸ درصد شکر، ۵ درصد شربت گلوکز و ۲ درصد پودر دکستروز)، ۶ درصد ژلاتین و صمغ آگار در چهار سطح ۰، ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درصد به عنوان جایگزین ژلاتین بودند. همچنین، یک نمونه شاهد که فاقد پوره خرما و آگار بود نیز به عنوان معیار ارزیابی ویژگی‌های کیفی و کمی نمونه‌ها تهیه گردید.

Table 1 The ingredients of jelly candy formulation (100 g)

Treatment code	Date puree (g)	Gelatin (g)	Agar (g)	Sucrose (g)	Glucose syrup (g)	Dextrose powder (g)	Water (g)
Control	0	6	0	8	5	2	79
A0G100	30	6	0	8	5	2	49
A15G85	30	5.1	0.9	8	5	2	49
A25G75	30	4.5	1.5	8	5	2	49
A35G65	30	3.9	2.1	8	5	2	49

The letters A and G representing, respectively, agar and gelatin and also the numbers are showing the percentage of substitution.

روش مورد استفاده جهت تهیه نمونه‌های آب نبات ژله‌ای به صورت شماتیک در شکل ۱ آورده شده است [۲۰، ۱۵]. بدین-منظور، در ابتدا آب مقطر مورد نیاز جهت رسیدن به دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد درون حمام آب گرم حرارت داده شد. این کار به‌ویژه در مورد آگار که در آب سرد نامحلول است [۲۱] و برای حل شدن به دماهای بالاتر از ۸۰ درجه سانتی‌گراد نیاز دارد [۲۲] ضروری است؛ ضمن آن‌که انحلال ژلاتین نیز در این دما با سهولت

بیشتری انجام گرفت. سپس هیدروکلوئیدهای ژلاتین و آگار با کمک همزن مغناطیسی به‌تدریج به آب مقطر اضافه شدند. ژلاتین پس از انحلال، ژلی شفاف به رنگ زرد روشن را تشکیل می‌دهد که ممکن است حاوی حباب‌های هوا باشد، بدین‌منظور، عمل هواگیری با استفاده از حمام آب گرم در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ دقیقه صورت پذیرفت [۲۳]. در ادامه، مقدار مورد نیاز از پوره خرما و ترکیبات شیرین‌کننده به‌تدریج به آن اضافه شدند.

منتقل و به منظور بستن ژل، به مدت ۲۴ ساعت در یخچال (۴ درجه سانتی گراد) نگهداری شدند. ژل‌های حاصل سپس از داخل قالب‌ها خارج شده و به مدت ۷۲ ساعت در دمای محیط خشک شدند.

سپس این مخلوط برای مدت زمان ۱۵ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد برای اختلاط بهتر، حرارت داده شد. سپس عملیات پخت با دمای ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ دقیقه انجام پذیرفت و مخلوط آماده شده به داخل قالب‌های سیلیکونی

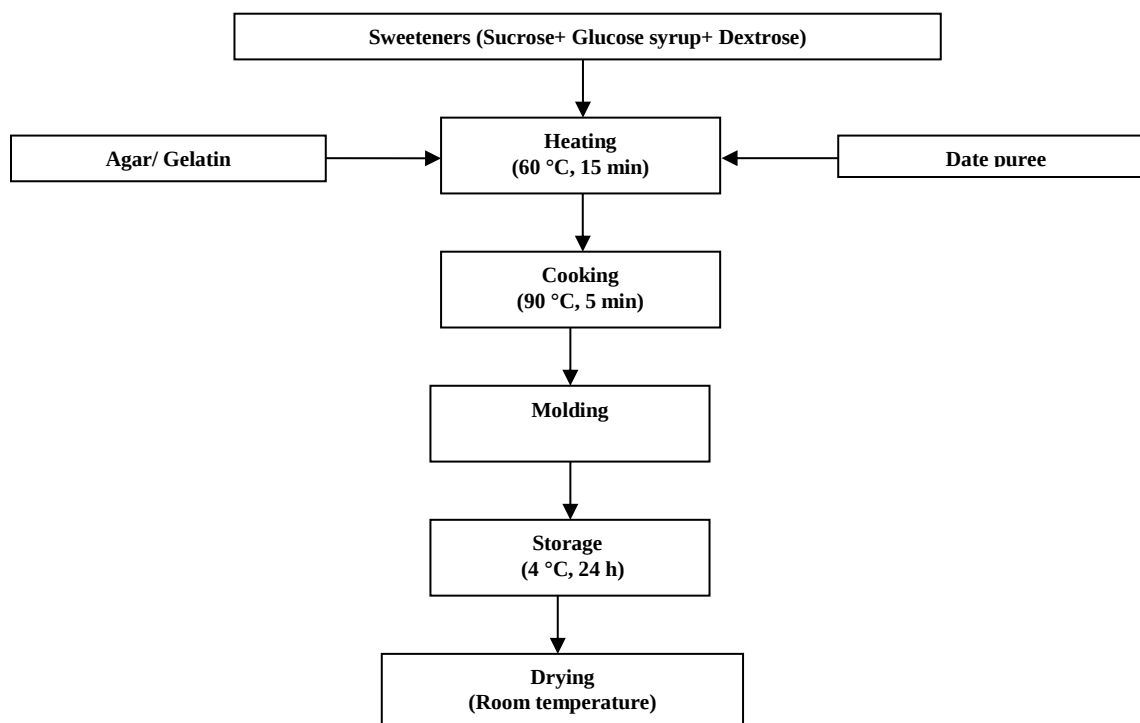


Fig 1 The flow diagram of jelly candy production

۲-۴- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی آب‌نبات‌های ژله‌ای

در ابتدا pH پوره خرما و مخلوط‌های ژلی (قبل از بستن ژل) با کمک pH متر دیجیتالی (Orion، مدل A420، ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری گردید. در ادامه برای اندازه‌گیری خاکستر کل، بوت‌های چینی در ابتدا به مدت ۳۰ دقیقه در کوره (Exciton، مدل Ex.1200-2L، ساخت کشور ایران) با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا به وزن ثابت برسند. پس از سرد شدن و توزین بوت‌ها، مقدار ۵ گرم پوره خرما یا آب‌نبات ژله‌ای، داخل بوت‌ها توزین و بر روی شعله مستقیم سوزانیده شدند تا زمانی که توده سیاهی از نمونه بر

جای ماند. در این مرحله بوت‌ها داخل کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و زمانی که خاکستر سفیدی از نمونه‌ها در داخل هر بوت بر جای ماند، بوت‌ها وزن شده و درصد خاکستر کل بر حسب وزن خشک از تقسیم وزن خاکستر به وزن اولیه نمونه محاسبه گردید [۲۴]. جهت انجام آزمون رطوبت، ابتدا ۳ گرم از نمونه داخل پلیت توزین و به آون (Wise-ven، مدل WOF-50، ساخت کشور آلمان) با دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند تا زمانی که به وزن ثابت برسند. درصد رطوبت نمونه‌های پوره خرما یا آب‌نبات ژله‌ای با تفاضل وزن اولیه نمونه از وزن خشک محاسبه شد

[۲۴-۲۵]. میزان ماده خشک باقی‌مانده پس از حذف رطوبت، به مواد جامد کل اشاره دارد که از تفاضل مقدار رطوبت از عدد ۱۰۰ به دست می‌آید.

میزان رطوبت به تنهایی برای بیان ویژگی‌های کیفی و ماندگاری فرآورده‌های ژله‌ای کافی نیست و فعالیت آبی پارامتر مهمی است که اغلب برای بیان پایداری میکروبی و ویژگی‌های بافتی فرآورده استفاده می‌شود [۲۶]. در این آزمون، نمونه‌های خرد و یکنواخت شده توزین و درون سل مخصوص دستگاه a_w سنچ (Novasina، مدل TH-500، ساخت کشور سوئیس) ریخته شدند به طوری که نیمی از سل با نمونه پر شده و نیمی از ارتفاع آن خالی بماند. در مرحله بعد پس از ثابت شدن فشار بخار آب، مقدار فعالیت آبی، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد از روی صفحه نمایشگر دستگاه قرائت گردید [۲۷، ۲۰].

رنگ سطح غذا مهم‌ترین عامل در رد یا پذیرش غذا است. شناسایی رنگ می‌تواند هم توسط حواس حسی انسان و یا به وسیله ابزارهای فیزیکی صورت گیرد [۲۸]. مدل Lab که کامل‌ترین طیف رنگی را دارد، در سال ۱۹۷۶ به وسیله کمیسیون بین‌المللی روشنایی (CIE)^۱ به عنوان یک استاندارد بین‌المللی برای اندازه‌گیری رنگ شناخته شد. مدل رنگی Lab مرکب از جزء روشنایی یا شفافیت^۲ (L^*) که دامنه‌ای از صفر تا ۱۰۰ دارد و دو جزء رنگی (با دامنه‌ای از ۱۲۰- تا ۱۲۰+) شامل جزء a^* (دارای طیف رنگی سبز تا قرمز) و جزء b^* (دارای طیف رنگی آبی تا زرد) می‌باشد [۲۹]. در این پژوهش، برای تهیه نمونه‌ها از قالب‌های گرد که سطح بزرگ‌تری داشتند، استفاده گردید تا صفحه طیف نوری^۳ دستگاه رنگ‌سنج (Konica Minolta، مدل CR-400، ساخت کشور ژاپن) کاملاً منطبق بر سطح نمونه باشد. سپس تصاویر رنگی

از نمونه گرفته و پس از تبدیل تصاویر به داده، مقادیر a^* و b^* روی صفحه نمایش دستگاه ثبت شد.

۲-۵- آزمون بافت‌سنجی آب‌نبات‌های ژله‌ای

از آزمون تجزیه و تحلیل نمایه بافت (TPA)^۴ به طور گسترده‌ای برای تعیین خصوصیات بافتی محصولات غذایی استفاده می‌شود که در آن، بافت نمونه با قرار دادن ماده غذایی تحت یک نیروی ثابت از طریق تغییر شکل یا جریان یافتن، با ترکیبی از کمیت‌های جرم، فاصله و زمان قابل اندازه‌گیری است. در این تحقیق نیز از روش دستگاهی تحلیل نمایه بافت (Testometric، مدل M350-10CT، ساخت کشور انگلستان) استفاده شد که بدین‌منظور، در ابتدا نمونه‌ها در ابعاد $2 \times 2 \times 1/5$ (طول $\times$ عرض $\times$ ضخامت) تحت برش قرار گرفته و سپس روی فک پایینی دستگاه ثابت شدند. میزان بارگذاری دستگاه روی ۵ کیلوگرم (۵۰ نیوتن) تنظیم شد که در دو سیکل رفت و برگشتی (دو رفت و دو برگشت)، توسط فک متحرک بالایی به ابعاد 7×7 سانتی متر و سرعت حرکت ۶۰ میلی متر بر دقیقه تا ۵۰ درصد ارتفاع اولیه نمونه (۱ سانتی متر) فشرده شده و سپس فشارزدایی شدند [۱۳-۱۲]. سپس به کمک نرم‌افزار دستگاه و منحنی نیرو-زمان ترسیم شده توسط آن، برخی ویژگی‌های بافتی نمونه‌ها از قبیل چسبندگی، سختی، الاستیسیته، شکنندگی و غیره استخراج و مورد بررسی قرار گرفتند [۱۲، ۱۴].

۲-۶- ارزیابی حسی آب‌نبات‌های ژله‌ای

از آنالیز حسی اغلب در مرحله فرمولاسیون فرآورده‌های جدید یا بهینه‌سازی فرآورده‌های موجود استفاده می‌شود [۳۰]. ارزیابی حسی در این پژوهش، توسط ۳۰ نفر (۱۳ مرد و ۱۷ زن، در محدوده سنی ۲۵ تا ۵۵ سال) ارزیاب آموزش‌دیده، انجام پذیرفت [۱۲]. به منظور ارزیابی نمونه‌ها از مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای

1- International Commission on Illumination

2- Luminance or Lightness

3- Spectrum

4- Txture Profile analysis

ماده خشک بالایی بوده است ($0.10 \pm 0.89/89$)، که با توجه به محتوای بالای ترکیبات قندی و سایر ترکیبات موجود در خرما نظیر پروتئین، چربی، مواد معدنی و فیبر منطقی به نظر می‌رسد. مقصودی (۱۳۹۴) مقدار خاکستر خرما را تازه را معادل با $1/44$ درصد گزارش نمود [۳۳] و Baliga و همکاران (۲۰۱۱) نیز طی پژوهشی مقدار خاکستر میوه خرما را در محدوده $1/0$ تا $1/94$ درصد بیان داشتند [۱۶] که با مقدار خاکستر اندازه‌گیری شده برای پوره خرما در این تحقیق ($0.02 \pm 0.17/66$) مطابقت دارد.

Table 2 Physicochemical properties of date puree

	pH	Total ash (%)	Moisture (%)	Dry matter (%)
Date puree	5.903 ± 0.048	1.766 ± 0.020	10.106 ± 0.010	89.894 ± 0.010

The data are the mean of 3 replications (Mean $\pm$ SD).

۳-۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

مطابق با نمودار A-۲، بررسی میزان pH مخلوط‌های ژلی (قبل از بستن ژل) در این تحقیق نشان داد که اثرات متقابل هیدروکلوئیدهای آگار و ژلاتین روی pH نمونه‌ها معنی‌دار نبوده است ($p > 0.05$). علت آن است که چون مقدار pH هیدروکلوئید آگار (محلول آبی 10%) برابر با $6/8$ و برای ژلاتین نوع B (که در این تحقیق از آن استفاده شده است) برابر با 5 تا $7/5$ می‌باشد [۳۵]، لذا به دلیل مشابهت نسبی pH در این دو هیدروکلوئید، جایگزینی ژلاتین با آگار تغییر معنی‌داری در نمونه‌ها ایجاد ننموده است. در حالی که مقایسه مابین نمونه شاهد با نمونه A0G100 که تفاوت آن‌ها در عدم وجود پوره خرما در فرمولاسیون نمونه شاهد می‌باشد، نشان داد که میزان pH نمونه‌ها به شکل معنی‌داری متأثر از حضور پوره خرما می‌باشد. به طوری که در نمونه شاهد که عاری از

[۱۱، ۳۱] استفاده گردید که در آن امتیازهای ۱ تا ۵ به ترتیب نشان‌دهنده خصوصیات بسیار بد، معمولی، خوب و بسیار خوب بودند [۳۲]. برای این منظور، نمونه‌ها با ابعاد یکسان به همراه یک پرسشنامه در اختیار هر فرد قرار داده شد و از آنان خواسته شد پس از جویدن و بلع کامل، نظرات خود را در رابطه با ۱۰ صفت حسی شامل شکل ظاهری، رنگ، سفتی^۱، لاستیکی بودن^۲، قابلیت جویدن، چسبناکی، رطوبت سطحی^۳، شیرینی، طعم (بو و مزه) و پذیرش کلی در پرسشنامه اعمال نمایند و قبل از آزمون نمونه بعدی، مقداری آب بنوشند.

۲-۷- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمون‌ها حداقل سه بار تکرار شدند که برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS (ویرایش چهارم) و روش آنالیز آماری One-way ANOVA استفاده شد و در صورت وجود تفاوت معنی‌دار مابین متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0.05$)، آزمون Duncan مورد استفاده قرار گرفت. برای رسم نمودارها نیز نرم‌افزار Excel ۲۰۰۷ تحت Windows به کار گرفته شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های پوره خرما

میوه خرما از ارزش غذایی بالایی برخوردار بوده و دارای ۲۵ درصد ساکارز، ۵۰ درصد گلوکز، پکتین و آب می‌باشد که البته میزان آب موجود در آن بسته به نوع میوه و مرحله رسیدن آن فرق می‌کند [۳۳]. مقدار pH پوره خرما مصرفی برابر با 5.903 ± 0.048 اندازه‌گیری شد که این مقدار با مقادیر pH اندازه‌گیری شده برای سایر ارقام خرما شامل خرما مضافتی (۵/۶۵)، شمسانی (۵/۶۱) و کروت (۵/۷۱) که طی پژوهشی ارزیابی شدند، همخوانی داشت [۳۴]. مطابق با جدول ۲، پوره خرما مورد استفاده در این پژوهش دارای رطوبت نسبتاً پایین و

1-Firmness
2- Rubberiness
3-Surface moisture

پوره خرما بوده و تنها بر مبنای ژلاتین فرموله شده است، مقدار pH برابر با $4/896 \pm 0/035$ بوده ولی با افزودن پوره خرما که pH آن برابر با $5/903 \pm 0/048$ (جدول ۲) اندازه گیری شده است، pH تمامی نمونه‌ها افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد که البته منطقی است.

نمونه‌های مختلف آب نبات ژله‌ای و نمونه شاهد با یکدیگر از لحاظ میزان خاکستر کل اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($p < 0/05$) (نمودار ۲-B) و با افزودن پوره خرما و همچنین افزایش میزان هیدروکلئید آگار، مقدار خاکستر نمونه‌ها افزایش یافته است به طوری که بیشترین خاکستر مربوط به نمونه A35G65 و کم‌ترین خاکستر مربوط به نمونه شاهد به ترتیب با مقادیر $1/0/846 \pm 0/012$ و $0/0/060 \pm 0/020$ می‌باشد. از آن جایی که میزان خاکستر کل پوره خرماي مصرفی در این تحقیق برابر با $1/1/766 \pm 0/020$ (جدول ۲) اندازه‌گیری گردید، لذا جایگزینی آب با پوره خرما در نمونه A0G100 در مقایسه با نمونه شاهد، منجر به افزایش چشمگیری در مقدار خاکستر شده است. از سوی دیگر، افزایش جایگزینی ژلاتین با آگار نیز سبب افزایش معنی‌داری در میزان خاکستر کل شده است که علت آن بالا بودن مقدار خاکستر آگار (حدود ۶٪) در مقایسه با خاکستر ژلاتین B مورد استفاده در این تحقیق ($2/0/5$) [۳۵] می‌باشد. نتایج پژوهش Pam و همکاران (۲۰۱۵) بر روی تولید اسنک‌های نواری میوه‌ای با استفاده از دو رقم خرماي Nabat Ali و Sukkari، حاکی از عدم وجود تفاوت معنی‌دار مابین نمونه‌ها از نظر میزان خاکستر کل بود [۳۶].

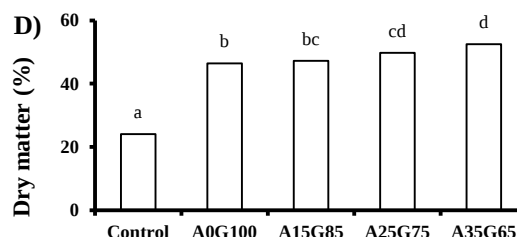
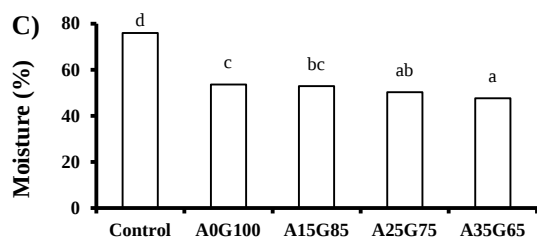
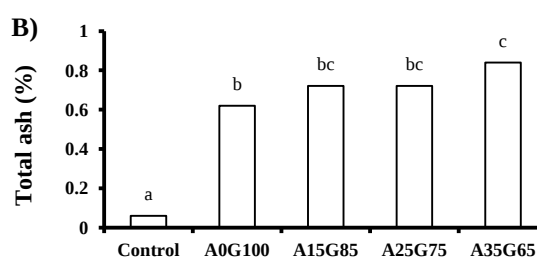
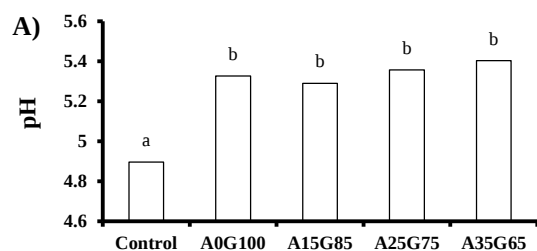
بررسی اثر افزودن پوره خرما به فرمولاسیون نمونه‌ها نشان داد که مقدار رطوبت نمونه‌ها در قیاس با نمونه شاهد (عاری از پوره خرما) کاهش می‌یابد که البته دلیل آن کم بودن محتوای رطوبت پوره خرماي مصرفی است (جدول ۲). از سوی دیگر مشاهده می‌شود (شکل ۲-C) که با افزایش محتوای آگار و کاهش مقدار ژلاتین در نمونه‌ها، از رطوبت نمونه کاسته شده و اختلاف آماری معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪ وجود دارد

($p < 0/05$). از آن جایی که ژلاتین ساختار پروتئینی داشته و جذب آب را می‌توان مهم‌ترین خصوصیت فیزیکی پروتئین‌ها دانست که از طریق اتصال گروه‌های آمین یا کربوکسیل ایجاد پیوند هیدروژنی صورت می‌پذیرد [۲۱]، بنابراین، با کاهش مقدار ژلاتین، قابلیت جذب آب و رطوبت نیز در نمونه‌ها کم شده به نحوی که کم‌ترین مقدار رطوبت در نمونه A35G65 با مقداری معادل $2/269 \pm 47/533$ ٪ اندازه‌گیری شد. در مجموع می‌توان بیان داشت که آگار قابلیت نگهداری و جذب آب را حین خشک کردن نداشته و افزایش میزان آن نیز نتوانسته است از خروج آب از بافت آب نبات‌ها جلوگیری نماید. خزایی پول و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که میزان رطوبت نمونه‌های پاستیل کیوی به شکل معنی‌داری متاثر از گوار بود، در حالی که اثر آگار به تنهایی و اثرات متقابل این هیدروکلئیدها روی رطوبت معنی‌دار نبود و این پژوهشگران علت آن را ماهیت هیدروژلی و جذب بالای آب توسط صمغ گوار بیان نمودند [۱۵]. مقامی کیا و همکاران در سال ۱۳۹۲ پس از بررسی تاثیر صمغ عربی بر محتوای رطوبت نمونه‌های پاستیل شیر سویا بیان داشتند که حضور صمغ عربی مانع از خروج آب اضافی از بافت نمونه‌ها در حین خشک کردن می‌شود و به این ترتیب میزان نگهداری رطوبت در نمونه‌های پاستیل افزایش می‌یابد [۳۷]. مشابه همین روند را خلیلیان و همکاران در سال ۱۳۹۰ در مورد افزودن صمغ زانتان در فرمولاسیون پاستیل طالبی مشاهده نمودند [۱۱]. مشابه نتایج بخش رطوبت و با توجه به نمودار شکل ۲-D، مابین کلیه نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری از لحاظ مقدار ماده خشک وجود دارد ($p < 0/05$)، به نحوی که افزایش نسبت جایگزینی هیدروکلئید آگار، سبب افزایش میزان مواد جامد کل نمونه‌ها در مقایسه با نمونه A0G100 (عاری از آگار) گردیده است. از سوی دیگر، از آن جایی که پوره خرماي مورد استفاده در این پژوهش ماده خشک بالایی معادل با $99/695 \pm 0/010$ ٪ دارد (جدول ۲)، در نتیجه افزودن پوره خرما به ترکیب نمونه‌های آب نبات ژله‌ای سبب افزایش مقدار

ماده خشک آن‌ها در مقایسه با شاهد گردیده (عاری از پوره خرما) است.

مطابق با نمودار ۲-E، اگرچه افزایش سطوح جایگزینی هیدروکلونید آگار سبب شده تا نمونه‌ها فعالیت آبی کمتری داشته باشند اما نتوانسته میان آن‌ها اختلاف معنی‌داری را ایجاد نماید ($p > 0.05$). از سوی دیگر، افزودن پوره خرما نیز در فرمولاسیون در مقایسه با نمونه شاهد، اثر معنی‌داری بر فعالیت آبی نداشته است. از آن جایی که آگار و ژلاتین هر دو پس از جذب آب به صورت یک شبکه مارپیچ تغییر حالت داده که سپس متراکم شده و مولکول‌های آب درون این شبکه به دام می‌افتند [۳۸]، بنابراین سطوح مختلف جایگزینی ژلاتین با آگار تاثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت آبی نمونه‌ها نداشته است که البته روند کاهشی مشاهده‌شده در فعالیت آبی با روند کاهشی مشاهده‌شده در محتوای رطوبت (نمودار ۲-C) تطابق مناسبی را نشان می‌دهد [۲۱]. بررسی اثر افزودن پوره خرما بر میزان فعالیت آبی نمونه‌های آب‌نبات نشان داد که تفاوت معنی‌داری میان این نمونه‌ها با نمونه شاهد (عاری

از پوره خرما) وجود ندارد که البته علت آن حضور اجزای مختلف خرما نظیر الیاف، فیبر و غیره است که قابلیت انحلال در آب و یا جذب آب را نداشته و بنابراین نمی‌توانند مستقیماً بر میزان فعالیت آبی تاثیرگذار باشند [۲۶]. شهبیدی و همکاران طی پژوهش خود (۱۳۹۰) به نتایج مشابهی دست یافتند؛ آن‌ها اعلام نمودند افزایش غلظت هیدروکلونیدهای پکتین تا غلظت ۱/۵ درصد و نشاسته تا غلظت ۲ درصد دارای اثر کاهنده بر فعالیت آبی نمونه‌های پاستیل سیب می‌باشد که این تاثیر معنی‌دار نیست [۲۰]. خلیلیان و همکاران نیز در سال ۱۳۹۳ پس از بررسی میزان فعالیت آب نمونه‌های پاستیل طالبی بیان نمودند که با افزایش غلظت پکتین میزان فعالیت آبی نمونه‌ها کاهش یافت در حالی که با حضور صمغ زانتان میزان فعالیت آبی نمونه‌ها به طور چشمگیری افزایش یافت که دلیل آن عدم اتصال محکم مولکول‌های آب در ساختار صمغ زانتان ناشی از هیدراته شدن زنجیره‌های جانبی آن می‌باشد [۱۱].



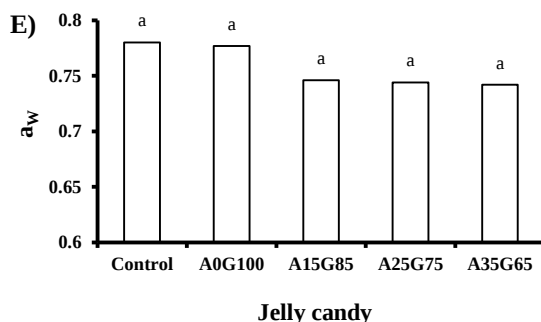


Fig 2 Physicochemical properties of jelly candy, A) pH (before molding), B) total ash, C) moisture, D) dry matter, E) a_w (The letters A and G representing, respectively, agar and gelatin and also the numbers are showing the percentage of substitution)(Means with different letters differ significantly in $p < 0.05$).

پکتین و آگار، میزان شاخص رنگی L^* در نمونه‌ها افزایش یافت [۳۱]. شاخص b^* مربوط به زردی-آبی است [۱۴] که با افزودن پوره خرما به نمونه‌ها مشاهده شد که میزان آن به شدت کاهش می‌یابد، به نحوی که نمونه A0G100 (عاری از آگار) کم‌ترین میزان b^* (1.07 ± 0.73) را نشان داد (جدول ۳). با توجه به این که کاروتنوئیدها، آنتوسیانین‌ها، پروسیانیدین‌ها و فلاونوئیدها از جمله ترکیبات فیتوشیمیایی موجود در میوه خرما هستند که طیف رنگی آبی-بنفش و قرمز را ایجاد می‌نمایند [۱۶]، بنابراین افزودن پوره خرما به نمونه‌ها، سبب کاهش میزان زردی (که خود از ژلاتین ناشی می‌شود) شده است. از سوی دیگر ملاحظه گردید که با افزایش جایگزینی آگار به جای ژلاتین، بر ارزش b^* افزوده گردید که با نتایج سایر محققان همخوانی دارد. صادقی و همکاران در سال ۱۳۹۲ پس از بررسی روند میانگین تغییرات b^* نمونه‌های پاستیل بادام در سطوح مختلف آگار و پکتین، اعلام نمودند که ارزش شاخص رنگی b^* در کلیه سطوح آگار با افزایش غلظت پکتین (کاهش غلظت آگار) روند کاهشی داشته است [۳۱]. رحیمی دوگامی و همکاران در سال ۱۳۹۲ بیان داشتند اثر آگار روی شاخص رنگی b^* نمونه‌های پاستیل گوجه فرنگی معنی‌دار نبود، در حالی که CMC با افزایش فعالیت آب و کاهش میزان تخریب بتاکاروتن سبب افزایش معنی‌دار شاخص رنگ زرد در نمونه‌ها گردید [۱۴]. نتایج نشان دادند که افزودن پوره خرما نقشی

شاخص رنگی L^* نشان‌دهنده روشنی در مواد غذایی می‌باشد و مقادیر آن بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر است. مطابق با نتایج جدول ۳، اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های مختلف آب نبات ژله‌ای تهیه‌شده با خرما از نظر این شاخص رنگی مشاهده شد ($p < 0.05$). مطابق با نتایج به دست آمده مشخص گردید که اثر افزودن پوره خرما بر L^* بسیار معنی‌دار بوده و موجب افت قابل توجه این شاخص شد که خود نشان‌دهنده کاهش روشنی و افزایش تیرگی رنگ در نمونه‌های حاوی پوره خرما می‌باشد. از آن جایی که محلول آبی آگار شفافیت بیشتری نسبت به محلول آبی ژلاتین دارد، بنابراین روند افزایشی مشاهده شده در نمونه‌ها که در آن‌ها با افزایش جایگزینی میزان ژلاتین با آگار، بر میزان L^* نیز افزوده شده است، قابل قبول است و با نتایج سایر محققان نیز همخوانی دارد. رحیمی دوگامی و همکاران در سال ۱۳۹۲ طی پژوهشی اعلام کردند اثر هیدروکلوئیدهای CMC و آگار بر شاخص L^* نمونه‌های پاستیل گوجه فرنگی معنی‌دار بود و در اثر افزایش سطوح مختلف این هیدروکلوئیدها، میزان روشنایی نمونه‌های پاستیل افزایش یافت [۱۴]. نتایج تحقیقی که توسط صادقی و همکاران (۱۳۹۳) روی پاستیل بر پایه شیر بادام صورت گرفت حاکی از آن بود که بین شاخص رنگی L^* و غلظت-های پکتین و آگار در نمونه‌های پاستیل، همبستگی مثبت و مستقیمی وجود دارد؛ به طوری که با افزایش غلظت‌های

مثبت بر افزایش ارزش رنگی a^* در نمونه‌های آب‌نبات ژله‌ای دارد، به طوری که در نمونه‌های حاوی آگار، مقدار a^* بیشتر از نمونه A0G100، یعنی نمونه‌ای که تنها حاوی ژلاتین است، می‌باشد و تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر از نظر شاخص a^* (قرمزی- سبزی) نشان دادند ($p < 0.05$). پایین‌ترین میزان a^* در نمونه شاهد (عاری از پوره خرما) مشاهده گردید و با افزودن پوره خرما به فرمولاسیون افزایش قابل توجهی در قرمزی نمونه‌ها ایجاد شد که البته همان‌طور که در بخش قبلی گفته شد، حضور رنگدانه‌های مختلفی که در خرما وجود دارند، افزایش بروز رنگ قرمز را در نمونه‌ها را توجیه می‌کند. به غیر از نمونه

A0G100، سایر نمونه‌ها که حاوی مقادیر متفاوتی از آگار و ژلاتین بودند، تفاوت معنی‌داری را با یکدیگر نشان دادند. صادقی و همکاران در سال ۱۳۹۲ اعلام نمودند که میزان شاخص رنگی a^* با افزایش غلظت هیدروکلوئیدهای پکتین و آگار در پاستیل شیر بادام، کاهش یافت [۳۱]. خزایی پول و همکاران نیز در سال ۱۳۹۱ به بررسی اثر دو هیدروکلوئید آگار و گوار بر شاخص رنگی a^* در فرمولاسیون پاستیل پرداختند و اعلام نمودند با افزایش غلظت این دو هیدروکلوئید، میزان ارزش رنگی a^* کاهش می‌یابد [۱۵].

Table 3 Color indices of jelly candies

Jelly candy	L^*	b^*	a^*
Control	42.890±2.113 ^d	20.576±1.441 ^d	0.083±0.041 ^a
A0G100	26.936±0.290 ^a	7.730±1.107 ^a	3.770±0.345 ^b
A15G85	36.403±0.295 ^b	14.523±0.465 ^b	5.293±0.391 ^c
A25G75	39.050±1.001 ^c	15.213±0.427 ^{bc}	4.776±0.376 ^c
A35G65	40.220±0.640 ^c	16.510±0.363 ^c	4.680±0.406 ^c

The data are the mean of 3 replications (Mean± SD) and means with different letters are significantly different ($p < 0.05$). The letters A and G representing, respectively, agar and gelatin and also the numbers are showing the percentage of substitution.

۳-۲- نتایج بافت‌سنجی

بافت و خواص فیزیکی غذا بر طعم آن تاثیرگذار است؛ چرا که بافت تا حدودی می‌تواند مقدار و سرعتی را که ماده طعم‌زا به جوانه‌های چشایی می‌رسد، کنترل کند [۳۹]. آب‌نبات ژله‌ای، ماده‌ای ویسکوپلاستیک با بافتی مشخص است که به سفتی، خصوصیات ارتجاعی و شکل‌پذیری آن ارتباط دارد. بنابراین، بسیار مهم است که از روشی مناسب برای تعیین خواص مکانیکی و رئولوژیکی این قبیل فرآورده‌ها استفاده شود [۴۰]. آزمون دستگاهی تحلیل نمایه بافت یا TPA به عنوان محبوب-ترین روش آزمون، سال‌هاست به عنوان روشی مناسب برای اندازه‌گیری ویژگی‌های بافتی مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۴۱]. در آزمون‌های تقلیدی نظیر تحلیل نمایه بافت سعی بر این است تا حرکات مکانیکی گاز زدن یا جویدن شبیه‌سازی

گردد. این روش به دلیل قابلیت اندازه‌گیری پارامترهای بافتی متعدد که دارای همبستگی بالا با داده‌های حسی هستند؛ طرفداران زیادی دارد [۱۱]. چسبندگی^۱ عبارت است از کار لازم برای غلبه بر نیروی جاذبه بین سطح غذا و سطح مواد دیگری که با غذا در تماس هستند [۴۲]. مطابق با نمودار A-۳ با افزایش میزان محتوای هیدروکلوئید آگار به جای ژلاتین و همچنین افزودن پوره خرما (در مقایسه با شاهد)، مقدار چسبندگی نمونه‌ها به طور چشمگیری افزایش یافت و روند صعودی مشاهده می‌گردد، به طوری که بیشترین و کمترین میزان چسبندگی بافت به ترتیب در نمونه‌های A35G65 و نمونه شاهد با مقادیر $2/0.43 \pm 0.386$ N.S و 0.278 ± 0.393 N.S مشاهده گردید. علت بروز چسبندگی در بافت را پس از افزودن خرما به فرمولاسیون و همچنین افزایش جایگزینی

1- Adhesiveness

ژلاتین با آگار، می-توان به ماهیت چسبناک پوره خرما و هم-چنین محلول آبی آگار نسبت داد که در قیاس با محلول آبی ژلاتین چسبندگی بیشتری را از خود نشان می‌داد. این نتایج با نتایج حاصل از پژوهش خزایی پول و همکاران در سال ۱۳۹۳ همسو می‌باشد که گزارش نمودند اثر آگار بر چسبندگی نمونه-های پاستیل کیوی معنی‌دار بوده است [۱۵]. طبق تعریف، سختی^۱ مقاومت ماده غذایی نسبت به اعمال نیروی فشار به کار گرفته شده است [۴۲]. یکی از ویژگی‌های هیدروکلوئید آگار ایجاد شبکه‌ای مستحکم در فرآورده‌های ژلی است [۴۳] ولی علیرغم انتظار، جایگزینی ژلاتین با آگار، تاثیر معنی‌داری بر سختی بافت نمونه نداشته است ($P > 0.05$) (نمودار ۳-B) که علت احتمالی آن، اثر دو سویه ژل ژلاتین و ژل آگار بر یکدیگر بوده است که تقریباً از استحکام ژل آگار تا حدودی کاسته و سختی مشابهی با نمونه عاری از آگار (A0G100) مشاهده می‌شود. از سوی دیگر، افزودن پوره خرما نیز اثر منفی بر سختی بافت نداشته به طوری که تفاوت معنی‌داری مابین نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی پوره خرما، مشاهده نگردید.

Armisen و Galatas اثر صمغ خرنوب را بر سختی و مقاومت ژل آگار مورد بررسی قرار داده و نشان دادند با افزایش درصد آگار، مقدار مقاومت و سختی ژل افزایش می‌یابد در حالی که، با افزایش میزان جایگزینی صمغ خرنوب مقاومت و سختی ژل نهایی کاهش یافت [۴۴]. Jain-Raina و همکاران (۲۰۱۱) نیز در ارتباط با مخلوط ژل‌های آگار با هیدروکلوئیدهای دیگر اعلام داشتند که با افزایش درصد آگار میزان استحکام ژل روند افزایشی داشت [۴۵]. خزایی پول و همکاران (۱۳۹۳) نیز گزارش کردند اثر آگار بر سختی بافت نمونه‌های پاستیل کیوی معنی‌دار بود در حالی که، اثر گوار به تنهایی و اثرات مقابل آگار و گوار معنی‌دار نبود [۱۵]. رحیمی دوگامی و همکاران نیز در سال ۱۳۹۲ اظهار داشتند با افزایش غلظت آگار در فرمولاسیون پاستیل گوجه فرنگی، استحکام ژل نهایی بیشتر شد [۱۴].

مقدار نیرویی که باعث شکسته شدن مواد می‌گردد، شکنندگی^۲ نام دارد که در برخی منابع با نام تردی نیز از آن یاد می‌شود [۴۲] میزان شکنندگی اندازه‌گیری شده توسط دستگاه TPA، معرف مقدار نیرویی است که در سطح میکرومولکولی سبب ایجاد شکنندگی شده است. نتایج ارزیابی ویژگی شکنندگی همانند ویژگی سختی، بیانگر آن بود که در اثر جایگزینی سطوح مختلف هیدروکلوئید ژلاتین با آگار و نیز افزودن پوره خرما به ترکیب نمونه، تغییر معنی‌داری میان فرمول‌های مختلف از نظر این ویژگی ایجاد نگردید (نمودار ۳-C). بیشترین مقدار شکنندگی در نمونه A35G65 مشاهده گردید که علت آن شکننده بودن ژل آگار است [۱۵] و جالب توجه است که افزودن پوره خرما منجر به کاهش شکنندگی در نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد (عاری از پوره خرما) شده است، اگرچه تاثیر آن در سطح اطمینان ۹۵٪ معنی‌دار نبوده است ($p > 0.05$). ابدالی و معتمدزادگان گزارش کردند که استحکام و مقاومت مکانیکی در نمونه‌های ماست قالبی بدون چربی با افزایش غلظت ژلاتین به دلیل بالا بودن میزان پروتئین در نمونه‌ها که سبب افزایش ایجاد اتصالات عرضی می‌گردد، افزایش می‌یابد [۴۶]. میزان برگشت ماده تغییر شکل یافته به شکل اولیه پس از حذف نیروی تغییر شکل دهنده را اصطلاحاً فنریت^۳ می‌نامند که در منحنی معادل مسافتی است که ماده غذایی طی زمان، ارتفاع اولیه خود را بازیابی می‌کند [۱۴]. مطابق با نمودار ۳-D، میان نمونه شاهد که فاقد پوره خرما می‌باشد و هم‌چنین فرمولاسیون‌های مختلف که حاوی مقادیر متفاوت از هیدروکلوئیدهای آگار و ژلاتین می‌باشند، از نظر ویژگی فنریت یا الاستیسیته تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($p > 0.05$). مقایسه مابین نمونه شاهد (عاری از پوره خرما) و نمونه A0G100، نشان می‌دهد که علی‌رغم معنی‌دار نبودن اثر افزودن پوره خرما بر ویژگی فنریت بافت، اما کاهش فنریت با اضافه شدن پوره خرما به فرمولاسیون به خوبی مشهود است. از سوی دیگر، به دلیل ساختار پیچیده و منشعب آگاروپکتین در آگار، ژل آگار حالت الاستیک (فنریت) کمی داشته [۱۵] و حضور آن سبب

2- Fracturability
3-Springiness

1- Hardness

کاهش میزان فنریت در نمونه‌ها گردید به نحوی که کمترین میزان فنریت در نمونه A35G65 برابر با $0/876 \pm 0/042$ مشاهده شد. این نتایج با نتایج حاصل از پژوهش خزایی پول و همکاران (۱۳۹۳) مطابق است که گزارش نمودند در غلظت‌های ثابت گوار، با افزایش آگار در فرمولاسیون پاستیل کیوی، الاستیسیته کاهش یافت در حالی که، در غلظت‌های ثابت آگار، افزایش گوار منجر به روند افزایشی در میزان الاستیسیته و فنری بودن نمونه‌های پاستیل گردید [۱۵]. رحیمی دوگامی و همکاران (۱۳۹۲) نیز اظهار داشتند، آگار دارای اثر منفی بر الاستیسیته و فنریت نمونه‌های پاستیل گوجه فرنگی می‌باشد [۱۴]. هم‌چنین نتایج شهیدی و همکاران در خصوص اثر نشاسته و گوار بر الاستیسیته نمونه‌های پاستیل هویج مبنی بر آن بود که با افزایش غلظت گوار به دلیل ساختار خطی آن، ویژگی فنری بودن بافت نمونه‌های پاستیل افزایش یافت در صورتی که با افزایش غلظت نشاسته به علت ساختار منشعب و عدم توانایی آن در تشکیل ژل سخت فنری، از میزان فنری بودن بافت کاسته شد [۱۳].

طبق تعریف طنابی بودن^۱ بافت به میزان کش آمدن ماده غذایی قبل از جدا شدن از صفحه فشار دهنده (فک بالایی) دستگاه بافت‌سنج مربوط می‌شود [۴۷]. مطابق با نمودار E-۳، میان نمونه شاهد و فرمول‌های مختلف از لحاظ ویژگی بافتی طنابی بودن در سطح اطمینان ۹۵٪ تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p < 0/05$). نتایج نشان داد که با افزایش درصد هیدروکلوئید آگار در نمونه‌ها، میزان طنابی بودن بافت افزایش یافت اما این افزایش معنی‌دار نبود، در صورتی که افزودن پوره خرما به فرمولاسیون به طرز معنی‌داری سبب افزایش این ویژگی گردید که البته بیانگر افزایش میزان کش آمدن در نمونه‌ها در صورت وجود پوره خرما است.

1- Stringiness

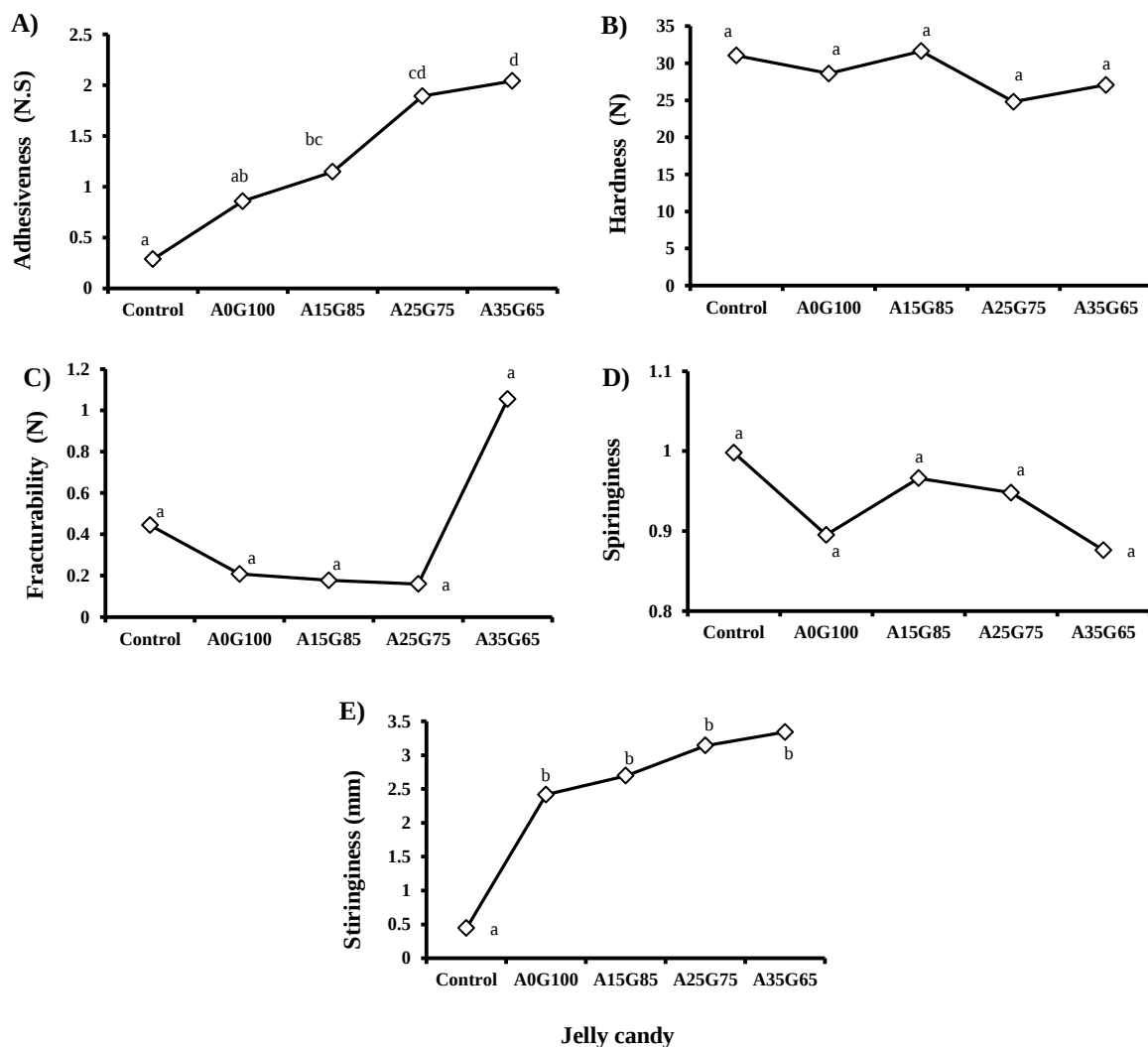


Fig 3 Texture properties of jelly candy, A) Adhesiveness, B) Hardness, C) Fracturability, D) Springiness, E) Stringiness (The letters A and G representing, respectively, agar and gelatin and also the numbers are showing the percentage of substitution)(Means with different letters differ significantly in $p < 0.05$).

۳-۳- نتایج ارزیابی حسی

وقوع می‌پیوندند. تمام این تغییرات با حساسیت بالا توسط انسان ضبط شده ولی بیشتر آن‌ها قابل اندازه‌گیری با دستگاه‌ها نمی‌باشند. تقریباً تاکنون هیچ دستگاهی با حساسیت، پیچیدگی، دامنه حرکات مکانیکی و ظرافت مانند دهان که بتواند سریعاً در پاسخ به حس دریافتی واکنش نشان دهد، ساخته نشده است.

ارزیابی حسی این فرصت را فراهم می‌آورد که تجزیه کاملی از ویژگی‌های بافتی قابل درک توسط حواس انسان از مواد غذایی به‌دست آید. هنگام جویده شدن غذا در دهان فرآیندهایی نظیر تغییر شکل، جریان، خرد شدن، مرطوب شدن با بزاق و غیره به

[۴۸]. نتایج ارزیابی حسی ۱۰ صفت مورد بررسی در این پژوهش در جدول ۴ آورده شده است. بررسی ویژگی شکل ظاهری نمونه‌ها طی ارزیابی حسی نشان داد که میان نمونه‌ها در سطح اطمینان ۹۵٪ تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p < 0.05$)؛ به طوری که افزایش درصد جایگزینی آگار، اثر منفی بر شکل و قالب‌پذیری نمونه‌های آب‌نبات ژله‌ای دارد. به نظر می‌رسد این مساله ناشی از وجود بخش آب‌گریز آگار یعنی آگاروپکتین باشد که سبب می‌گردد حلالیت آگار در مقایسه با ژلاتین کاهش یافته و در نتیجه ژل آگار پس از تشکیل شدن دارای بافت یکنواختی نبوده و به‌علاوه امر اختلاط آن را با سایر اجزای فرمولاسیون نیز دشوار می‌سازد. بنابراین شکل ظاهری نمونه‌های تهیه شده حاوی سطوح مختلف آگار پس از خروج از قالب در مقایسه با نمونه A0G100 (فاقد آگار)، از یکنواختی کمتری برخوردار بوده ضمن آن که هیدروکلوئید آگار به دلیل ماهیت چسبنده خود دارای ویژگی قالب‌پذیری بسیار کمی می‌باشد که در نهایت سبب ایجاد شکل ظاهری نامناسب در نمونه‌ها از نظر ارزیابان حسی گردید. نتایج تحقیق شهیدی و همکاران (۱۳۹۰) روی پاستیل سیب نشان داد که آرایش و یکنواختی سطح (بافت و شکل) و همچنین پذیرش از نظر ویژگی‌های ظاهری سطح در فرمول‌های مختلف پاستیل، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند [۲۰]. از سوی دیگر، جایگزینی و مقدار محتوای هیدروکلوئید آگار نتوانست اثرات معنی‌داری (سطح اطمینان ۹۵٪) بر نمونه‌های مختلف از لحاظ شاخص رنگ مطلوب بگذارد و ارزیابان حسی تفاوتی مابین نمونه فاقد خرما و یا آگار و سایر نمونه‌ها قایل نشدند. با افزایش درصد هیدروکلوئید آگار در نمونه‌ها، امتیاز مربوط به رنگ مطلوب کاهش یافت اما این تفاوت از نظر ارزیابان حسی معنی‌دار نبوده است ($p > 0.05$). یافته‌های پژوهش‌های دیگر نیز حاکی از آن است که افزودن هیدروکلوئیدهایی نظیر آگار، پکتین، ژلان و کاراگینان در نسبت‌های متفاوت سبب کاهش رنگ محلول می‌گردد [۴۹] و با توجه به ظاهر شفاف نمونه‌های موجود در بازار که سبب شده شاخص شفافیت یکی از ویژگی‌های مورد انتظار مصرف‌کنندگان این فرآورده باشد، به نظر می‌رسد این کاهش شفافیت

منجر به کاهش میزان مطلوبیت رنگ در نظر ارزیابان حسی شده است. نتایج پژوهش خزایی پول و همکاران نشان داد که هیدروکلوئیدهای آگار و گوار و اثرات متقابل آن‌ها بر شدت رنگ نمونه‌های پاستیل کیوی اثر معنی‌داری نداشتند [۱۵]. نتایج تحقیق صادقی و همکاران (۱۳۹۲) نیز در مورد پاستیل بادام نشان داد که بین میزان مطلوبیت رنگ و در نهایت پذیرش نهایی نمونه‌ها همبستگی بالایی وجود دارد، آن‌ها اظهار داشتند که با افزایش روشنایی نمونه‌های تولیدی پاستیل بادام، میزان مطلوبیت رنگ افزایش یافته است که خود بر گزینش نهایی فرمول از نظر تحلیل حسی موثر بوده است [۳۱]. برابر با جدول ۴، نمونه‌های آب‌نبات ژله‌ای از لحاظ امتیاز رطوبت سطحی طی ارزیابی حسی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر در سطح اطمینان ۹۵٪ داشتند ($p < 0.05$) و با جایگزینی هیدروکلوئید آگار به جای ژلاتین، امتیاز رطوبت سطحی به طرز معنی‌داری کاهش یافته است ($p < 0.05$)، به‌طوری‌که نمونه A0G100 که فاقد هیدروکلوئید آگار است، بالاترین امتیاز مربوط به ویژگی رطوبت سطحی را به خود اختصاص داد. بنابراین همان‌طور که در بخش‌های قبلی نیز به آن اشاره شد، علت افزایش رطوبت سطحی نمونه‌ها توانایی جذب آب بالاتر ژلاتین در مقایسه با هیدروکلوئید آگار می‌باشد که به نظر می‌رسد احساس دهانی مطلوب‌تری را برای ارزیابان در پی داشته است. این نتیجه هم‌چنین با نتایج شهیدی و همکاران (۱۳۹۰) همسو می‌باشد که گزارش نمودند در مورد پذیرش ویژگی‌های حسی و بافتی نمونه‌های پاستیل پوره سیب، رطوبت سطحی همراه با صفات سختی، قابلیت جویدن و لاستیکی بودن، بیشترین تاثیر را بر پذیرش آن‌ها داشته است [۲۰]. نمونه‌های مختلف از لحاظ ویژگی طعم با یکدیگر اختلاف نشان دادند به طوری که با جایگزین نمودن هیدروکلوئید آگار به جای ژلاتین درک طعم نمونه‌های پاستیل خرما به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p < 0.05$) و بالاترین میزان مطلوب بودن طعم از نظر ارزیابان حسی به نمونه فاقد هیدروکلوئید آگار یعنی A0G100 با مقدار 4.20 ± 0.887 تعلق گرفت. درک طعم در مغز حاصل ترکیب دو حس بویایی و چشایی می‌باشد؛ بنابراین درک طعم به دو گروه

از ترکیبات تفکیک می‌شود، ترکیبات فرار که از طریق اپی‌تلیوم بویایی (آروما) درک می‌شوند و ترکیبات غیر فرار که از طریق جوانه‌های چشایی روی زبان (مزه) حس می‌گردند [۵۰]. هم-چنین محققان معتقدند درک شدت طعم و سرعت رهایش مواد طعم‌زا در مواد غذایی به نوع هیدروکلئید مورد استفاده و بافت محصول نهایی بستگی دارد [۵۰-۵۱]. ذوب در دهان یکی از ویژگی‌های فیزیکی ژلاتین است که سبب می‌شود ذوب آن در دمای کمتر از دمای فیزیولوژیک بدن (۳۷ درجه سانتی‌گراد) رخ دهد [۴۹]، این در حالی است که ژل حاصل از آگار مقاومت حرارتی بالایی دارد و تا دمای ۸۰ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد را نیز تحمل می‌کند [۱۵، ۲۱]؛ بنابراین به نظر می‌رسد فرآیند اختلاط ژل آگار با بزاق دهان نسبت به ژل ژلاتین کندتر انجام شده و به این ترتیب رهاسازی عطر و طعم کندتر و کمتر صورت می‌پذیرد. در این راستا، نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج پژوهش Boland و همکاران (۲۰۰۶) همسو بود که در مورد رهاسازی ترکیبات معطر پس از عمل بلع نشان داد مقادیر رهاسازی به طور معنی‌داری در ژل پکتین بالاتر از ژل ژلاتین می‌باشد و این امر می‌تواند ناشی از کم‌تر بودن دمای ذوب در ژل پکتین نسبت به ژلاتین باشد [۵۲]. Beak و همکاران (۱۹۹۹) نیز بیان نمودند که ژل‌های نرم ژلاتین توانایی رهاسازی مقادیر بیشتری از ترکیبات معطر را نسبت به ژل‌های سخت دارند [۵۳]. در یک تحقیق دیگر شهیدی و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند که فرمولاسیون پاستیل سیب حاوی بالاترین غلظت

هیدروکلئیدها (۱/۵ درصد وزنی ژلاتین و ۴ درصد وزنی نشاسته) به دلیل سختی زیاد بافت، دارای کمترین امتیاز طعم و آروما از دیدگاه ارزیابان بوده است [۲۰]. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که جایگزینی هیدروکلئید آگار با ژلاتین اثر معنی-داری بر ویژگی شیرینی نمونه‌ها نداشته است ($p > 0.05$)، به گونه‌ای که از نظر ارزیابان کلیه نمونه‌های آب‌نبات ژله‌ای به یک میزان شیرین بوده‌اند و امتیازات مشابهی را دریافت نمودند (جدول ۴). در این راستا با توجه به آن که مقدار و نسبت کلیه عوامل شیرین‌کننده (شکر، شربت گلوکز، پودر گلوکز) و پوره خرما، در نمونه‌ها ثابت و بدون تغییر می‌باشد و هم‌چنین با در نظر گرفتن ویژگی اصلی هیدروکلئیدهای آگار و ژلاتین که ایجاد ژل است؛ به نظر می‌رسد ژل‌های آگار و ژلاتین به یک میزان در انتشار طعم شیرین نقش داشته‌اند و سطوح مختلف جایگزینی، سبب افزایش یا کاهش درک طعم شیرین از سوی ارزیابان حسی نگردیده است. در این رابطه Hansson و همکاران (۲۰۰۱) گزارش نمودند غذاهای ژله‌ای به دلیل گرانیوی بالا مانعی بر انتشار و رهاسازی ترکیبات عطر و طعم هستند که علت این امر را می‌توان به برهمکنش‌ها متفاوت میان عوامل ژل‌ساز با مواد عطر و طعم‌زا در بافت ماده غذایی مربوط دانست [۵۴]. Hollowood و همکاران (۲۰۰۲) اظهار داشتند که ورودی‌های چشایی و بافت بر هم اثر می‌گذارند، به عبارت دیگر زمانی که ارزیاب سفتی بافت را درک می‌کند از درک شیرینی و آرومای میوه‌ای غفلت می‌نماید [۵۵].

Table 4 Sensory properties of jelly candy

Jelly candy	Apparent shape	Color	Surface moisture	Flavor	Sweetness	Hardness	Rubberiness	Chewiness	Adhesiveness	Overall acceptance
A0G100	4.40±0.93 ^a	4.00±1.01 ^a	4.10±0.88 ^a	4.20±0.88 ^a	3.77±1.04 ^a	4.13±0.82 ^a	4.20±0.85 ^a	4.13±0.77 ^a	4.13±1.04 ^a	4.23±0.77 ^a
A15G85	3.73±0.98 ^b	3.53±1.14 ^a	3.50±1.17 ^b	3.37±0.96 ^b	3.23±1.10 ^a	3.50±1.07 ^b	3.60±0.93 ^b	3.37±1.03 ^b	3.37±0.94 ^a	3.63±0.96 ^b
A25G75	3.60±1.04 ^b	3.40±1.13 ^a	3.40±1.04 ^b	3.20±1.09 ^b	3.17±1.20 ^a	3.37±1.19 ^b	3.43±1.13 ^b	3.30±1.18 ^b	3.40±1.33 ^a	3.37±1.13 ^b
A35G65	3.63±1.03 ^b	3.50±1.22 ^a	3.33±1.19 ^b	3.30±1.18 ^b	3.10±1.03 ^a	3.20±1.27 ^b	3.17±1.26 ^b	3.30±1.20 ^b	3.43±1.22 ^a	3.37±1.09 ^b

The data are the mean of 3 replications (Mean $\pm$ SD) and means with different letters are significantly different ($P < 0.05$). The letters A and G representing, respectively, agar and gelatin and also the numbers are showing the percentage of substitution.

اثر معنی‌داری بر ویژگی لاستیکی بودن نمونه‌ها داشته است ($p < 0.05$). آگار یک شبکه ژلی مستحکم ایجاد می‌کند که شکننده بوده و حالت الاستیک کمتری دارد [۱۵] و این امر کاملاً با نتایج به‌دست آمده برای نمونه‌های آب‌نبات ژله‌ای مطابقت دارد به گونه‌ای که از نظر ارزیابان حسی بالاترین امتیاز صفت لاستیکی بودن به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد ژلاتین (A0G100) تعلق گرفت و نمونه‌های حاوی سطوح مختلف جایگزینی آگار از مطلوبیت حسی کمتری برخوردار بودند. نتایج پژوهشی که توسط خزایی پول و همکاران (۱۳۹۳) انجام شد، حاکی از آن بود که اثر آگار و گوار بر الاستیسیته بافت معنی‌دار است؛ چنانچه با افزایش آگار، شکنندگی و تردی نمونه‌ها افزایش می‌یابد [۱۵]. طبق تعریف قابلیت جویدن عبارت است از مدت زمان مورد نیاز برای جویدن ماده با یک سرعت ثابت تا زمانی که آماده بلع شود [۱۲]. مطابق با نتایج تحلیل واریانس، ارزیابان حسی برای ویژگی قابلیت جویدن نمونه‌ها همانند ویژگی لاستیکی بودن، تفاوت معنی‌داری را میان نمونه فاقد آگار با نمونه‌های حاوی سطوح مختلف آگار قابل شدند ($p < 0.05$)، به طوری که بالاترین امتیاز این ویژگی به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد ژلاتین با مقدار $4/13 \pm 0/776$ اختصاص یافت؛ بنابراین تصور می‌شود که با افزایش میزان جایگزینی هیدروکلئید آگار در نمونه‌ها، قابلیت جویدن کاهش یافته که این ویژگی از نظر ارزیابان نامطلوب می‌باشد. نتایج خزایی پول و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که اثر آگار و گوار بر قابلیت جویدن نمونه‌های پاستیل کیوی معنی‌دار و مثبت بود اما اثرات متقابل این هیدروکلئیدها معنی‌دار نبود [۱۵]. شهیدی و همکاران (۱۳۹۰) بیان نمودند که فرمولاسیون پاستیل سیب حاوی بالاترین سطوح هیدروکلئیدهای مورد استفاده (۱/۵ درصد ژلاتین و ۴ درصد نشاسته) دارای بیشترین امتیاز از نظر

جایگزین نمودن هیدروکلئید آگار به جای ژلاتین بر ویژگی سفتی نمونه‌ها تأثیر منفی داشته است، به گونه‌ای که از دیدگاه ارزیابان حسی، در اثر افزایش سطوح جایگزینی هیدروکلئید آگار از ۰ به ۳۵ درصد، سبب کاهش معنی‌دار میزان مطلوبیت نمونه‌های آب‌نبات ژله‌ای از لحاظ ویژگی سفتی شده و روند نزولی به خوبی قابل مشاهده است و ارزیابان حسی مابین نمونه A0G100 (بدون آگار) و سایر نمونه‌های تهیه‌شده از لحاظ این ویژگی تفاوت معنی‌داری قابل شدند ($p < 0.05$)، ولی سایر نمونه‌ها از لحاظ سفتی بافت تفاوتی با یکدیگر نداشتند. با توجه به نتایج حاصل از بخش آزمون دستگاهی بافت‌سنجی از لحاظ ویژگی سختی تفاوت معنی‌داری میان تیمارهای حاوی سطوح مختلف جایگزینی آگار با ژلاتین وجود نداشت؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از نظر سفتی و سختی بافت نمونه‌ها، همبستگی خوبی میان پارامترهای حسی و داده‌های حاصل از آنالیز بافت به روش دستگاهی به‌دست آمد. نتایج پژوهش عباسی و همکاران (۱۳۹۰) در ارتباط با پاستیل کندر بیانگر آن بود که جایگزین نمودن صمغ فارسی به جای ژلاتین در نمونه‌های پاستیل سبب می‌شود ویژگی بافتی نمونه‌های حاوی بیشترین درصد صمغ فارسی در مقایسه با نمونه‌هایی که حاوی ۱۰۰ درصد ژلاتین بودند، تفاوت معنی‌داری را نشان داده و طی ارزیابی نامطلوب تلقی شد [۳۲]. شهیدی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که صفت حسی سختی بافت نمونه‌های پاستیل هویج بیشترین تأثیر را بر افزایش میزان پذیرش آن‌ها از سوی ارزیابان داشته است [۱۳]. نتایج پژوهشی که توسط شهیدی و همکاران (۱۳۹۱) روی پاستیل سیب انجام شد نشان داد که غلظت ۱/۵ درصد ژلاتین نسبت به کلیه غلظت‌های نشاسته، باعث افزایش بیشتر و معنی‌دار سختی بافت نمونه‌های پاستیل سیب شده است [۲۰]. مطابق با جدول ۴، جایگزین نمودن هیدروکلئید آگار با ژلاتین

ژلاتین به عنوان هیدروکلوئید ژل ساز مطلوب در تهیه آب نبات ژله‌ای باشد که احتمالا در سنجش نمونه‌های این تحقیق موثر بوده است. نتایج پژوهش صادقی و همکاران (۱۳۹۲) نیز نشان داد که میزان آگار در فرمولاسیون پاستیل بادام، تاثیر معنی دار و منفی بر روند پذیرش کلی نمونه‌ها داشت [۳۱]. نتایج تحقیق خزایی پول و همکاران (۱۳۹۳) حاکی از آن بود که اثر آگار و گوار و همچنین اثر متقابل آن‌ها روی پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل کیوی معنی دار نبود [۱۵]. رضایی و همکاران (۱۳۹۱) پس از بررسی داده‌های حسی عنوان کردند که میان پذیرش طعم و پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل آلو همبستگی بالایی وجود دارد [۱۲]. نتایج شهیدی و همکاران (۱۳۹۱) حاکی از آن بود که مهم‌ترین ویژگی‌های بافتی موثر بر پذیرش کلی نمونه‌های پاستیل هویج، سختی، پیوستگی و قابلیت جویدن بودند به طوری که افزایش مقادیر مربوط به این ویژگی‌ها باعث افزایش امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها گردید [۱۳]. خلیلیان و همکاران گزارش کردند که ویژگی‌های بافتی و طعمی نسبت به ویژگی‌های ظاهری نمونه‌ها، تاثیر بیشتری بر پذیرش کلی پاستیل طالبی داشت [۱۱].

۴- نتیجه گیری

استفاده از ترکیبات طبیعی نظیر میوه‌ها یا مشتقات آن‌ها در فرمولاسیون فرآورده‌های غذایی، چالشی است که مدت‌هاست مورد توجه محققان بسیاری قرار گرفته است. خرما یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی کشورمان، ایران، محسوب می‌شود که پتانسیل بسیار بالایی در تهیه محصولات غذایی مغذی و نوین دارد؛ لذا، در تحقیق حاضر از خرماي ضایعاتی در فرمولاسیون نوعی آب نبات ژله‌ای مغذی همراه با جایگزینی بخشی از ژلاتین با صمغ آگار در فرمولاسیون فرآورده استفاده شد. آب نبات ژله‌ای مغذی تهیه شده در این تحقیق، دارای ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی قابل قبولی بوده ولی جایگزین نمودن هیدروکلوئید آگار به جای ژلاتین، سبب افت ویژگی‌های کیفی نمونه‌ها گردید. به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که آب نبات ژله‌ای فرموله شده با پوره خرما و ژلاتین چه به لحاظ تکنولوژیکی و چه از دیدگاه مصرف‌کنندگان، دارای مطلوبیت قابل توجهی است و می‌تواند پس از انجام

صفت قابلیت جویدن از سوی ارزیابان بوده است [۲۰]. خلیلیان و همکاران (۱۳۹۰) و شهیدی و همکاران (۱۳۹۱) به نتایج مشابهی در این زمینه دست یافتند، آنان گزارش نمودند که صفت قابلیت جویدن نیز همانند صفات حسی دیگری مانند سختی، پیوستگی و لاستیکی بودن، بیشترین تاثیر را بر افزایش میزان پذیرش نمونه‌های پاستیل طالبی و پاستیل هویج داشته‌اند [۱۱، ۱۳]. از سوی دیگر، جایگزین نمودن هیدروکلوئید آگار به جای ژلاتین و نیز افزایش سطوح جایگزینی، بر ویژگی چسبناکی نمونه‌ها تاثیر معنی داری نداشت ($p > 0.05$)، اگرچه روند نزولی در آن به چشم می‌خورد. در این رابطه به نظر می‌رسد چسبناکی نمونه‌ها ناشی از وجود مقادیر یکسان پوره خرما در ترکیب آن‌ها باشد که دارای ماهیتی چسبنده بوده و از این نظر در تمام نمونه‌ها به یک میزان چسبندگی ایجاد نموده است. خزایی پول و همکاران در سال ۱۳۹۳ اظهار داشتند که با افزایش میزان آگار، چسبناکی در نمونه‌های پاستیل کیوی کاهش یافت که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد [۱۵]. عباسی و همکاران (۱۳۹۰) بیان نمودند که از نظر ویژگی چسبناکی تصور می‌شد که به علت چسبنده بودن محلول صمغ فارسی، افزودن این صمغ سبب افزایش ویژگی چسبناکی شود ولی نتایج ارزیابی حسی نشان داد که میانگین امتیاز این ویژگی از نظر آماری تفاوت معنی داری در سطح ۹۵ درصد ندارند [۳۲]. شهیدی و همکاران در سال ۱۳۹۰ گزارش نمودند که مقادیر بالای ویژگی چسبندگی نمونه‌های پاستیل هویج، منجر به اثر منفی بر پذیرش نمونه‌ها از سوی ارزیابان می‌گردد [۱۳]. مطابق با جدول ۴، ارزیابان حسی در مرحله پایانی پس از سنجش کلیه ویژگی‌های نمونه‌های آب نبات ژله‌ای اعم از شکل ظاهری، رنگ مطلوب، رطوبت سطحی، طعم، شیرینی، سفتی، لاستیکی بودن، قابلیت جویدن و چسبناکی، بیشترین امتیاز پذیرش کلی را به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد ژلاتین یعنی A0G100 اختصاص داده‌اند و نمونه‌های A15G85، A25G75 و A35G65 به ترتیب امتیازات بعدی را از سوی ارزیابان کسب نمودند، این مساله نشان می‌دهد در نظر ارزیابان، هیدروکلوئید آگار در تهیه آب نبات ژله‌ای قابل رقابت با ژلاتین نمی‌باشد که دلیل غالب آن می‌تواند ناشی از مصرف نمونه‌های تجاری موجود در بازار برای مدتی طولانی از سوی مصرف‌کنندگان و پذیرش ویژگی‌های

بررسی‌های اقتصادی مربوطه، در مقیاس انبوه، تولید و روانه بازار شود.

۵- منابع

- [1] Lubbers, S., Guichard, E. 2003. The effects of sugars and pectin on flavor release from a fruit pastille model system. *Food Chemistry*, 81: 269–273.
- [2] Burey, P., Bhandari, B., Rutgers, R., Halley, P., Torley, P. 2009. Confectionery gels: A review on formulation, rheological and structural aspects. *International Journal of food properties*, 12(1): 176–210.
- [3] Horang, O., Steven, A. 2001. Hydrocolloid confectionery. European patent, 117304.
- [4] Gordon Booth, R. 1990. Snack Food. Published New York: Van Nostrand Reinhold.
- [5] Kälviäinen, N., Roininen, K., Tuorila, H. 2000. Sensory characterization of texture and flavour of high viscosity gels made with different thickeners. *Journal of Texture Studies*, 31(4): 407–420.
- [6] Grujić, S., Plavšić, K., Savanović, D. 2007. Development and application reference scales for fruit jelly sensory quality evaluation. Conference: I International Congress Food Technology, Quality and Safety, At Novi Sad, Serbia, 1: 236–242.
- [7] Acosta, O., Viquez, F., Cubero, E. 2008. Optimization of low caloric mixed fruit jelly by response surface methodology. *Food Quality and Preference*, 19: 79–85.
- [8] Ventura, J., Alarcón-Aguilar, F., Roman-Ramos, R., Campos-Sepulveda, E., Reyes-Vega, M.L., Boone-Villa, V.D., Jasso-Villagómez E.I., Aguilar N.C. 2013. Quality and antioxidant properties of a reduced-sugar pomegranet juice jelly with an aqueous extract of pomegranet peels. *Food Chemistry*, 136: 109–115.
- [9] Danalache, F., Beirão-da-Costa, S., Mata, P., Alves, V.D., Moldão-Martins, M. 2015. Texture, microstructure and consumer preference of mango bars jellified with gellan gum. *LWT – Food Science and Technology*, 62: 576–583.
- [10] Rezaee, R., Shahidi, F., Mehebbi, M. 2010. Evaluation of fruit pastille quality based on pumpkin through sensory properties. 19th National Congress of Iranian Food Science and Technology, Tehran (In Persian).
- [11] Khalilian, S., Shahidi, F., Elahi, M., Mehebbi, M., Sarmad, M., Roshan Nejad, M. 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. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 7 (3): 200–209 (In Persian).
- [12] Rezaee, R., Shahidi, F., Elahi, M., Mohebbi, M., Nassiri Mahallati, M. 2012. Texture profile analysis of plum pastille by sensory and instrumental methods and optimization of its formulation. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 8 (1): 30–39 (In Persian).
- [13] Shahidi, F., Khalilian, S., Mehebbi, M., Khazaee, E., Maghamikia, H. 2013. Evaluation effects starch and guar on textural parameters, color parameters and acceptance of carrot pastille. *Journal of Food Process and Preservation*, 4 (2): 15–28 (In Persian).
- [14] Rahimi Dogahi, P., Shahidi, F., Blurian, S., Mohamadi Sani, A. 2013. Evaluation of different amount of agar and CMC on texture properties of tomato pastille. 21th National Congress of Iranian Food Science and Technology, Shiraz (In Persian).
- [15] Esmail Khazaii Pool, E., Shahidi, F., Mortazavi, S.A., Mohebbi, M. 2014. Kiwi pastille formulation and effect of different concentrations of agar and guaron moisture content, textural and sensory properties. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 10 (1): 27–37 (In Persian).
- [16] Baliga, M.S., Baliga, B.R.V., Kandathil, S.M., Bhat, P.B., Vayalil, P.K. 2011. A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Research International*, 44: 1812–1822.
- [17] El-Sharnouby, G.A., Al-Eid, S.M., Al-Otaibi, M.M. 2009. Utilization of enzymes in the production of liquid sugar from dates. *African Journal of Biochemistry Research*, 3(3): 41–47.

- [18] Anonymous. 2020. Date production in Iran at 2020. Statistics of the Ministry of Agriculture- Jahad (In Persian).
- [19] Keshtkaran, M., Mohammadifar, M.A., Asadi, G.H., Azizi Nejad, R. 2013. Effect of gum tragacanth on rheological and physical properties of a flavored milk drink made with date syrup. *Dairy Science*, 96: 1–10.
- [20] Shahidi, F., Khalilian, S., Mehebbi, Fathi, M. 2011. Apple pastille formulation and evaluation of different formula based on sensory properties and water activity . *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 7 (2): 129–136 (In Persian).
- [21] Fatemi, H. 2008. Food Chemistry. Tehran Publisher. (In Persian).
- [22] Wüstenberg, T. 2015. General Overview of Food Hydrocolloids. John Wiley & Sons, Inc.; pp. 1–68; DOI: http://www.wiley-vch.de/books/sample/352733758X_c01.pdf.
- [23] De Mars, L.L., Ziegler, G.R. 2001. Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confections. *Food Hydrocolloids*, 15: 643–653.
- [24] Analytical methods, AOAC, 2000; DOI: http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/1564/2/279542_app.pdf.
- [25] Hosseini Nezhad, M., Mohtashami, M., Kamali, S., Elahi, M. 2015. Optimizing the formula of a low calorie fruit powder jelly using sucralose and isomalt. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 4 (1): 65–74 (In Persian).
- [26] Ergun, R., Lietha, R., Hartel, R.W. 2010. Moisture and shelf life in sugar confections. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(2): 162–192.
- [27] Vatankhah, M., Elhami Rad, A.H., Yaghbani, M., Nadian, N., Akbarian Meymand, M.J. 2014. Study of possibility low calorie biscuit production by using stevioside sweetener. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 3 (2): 157–170 (In Persian).
- [28] Yagoobi-Soureh, A., Alizadeh-KhaledAbad, M., Rezazad Bari, M. 2013. Application of image processing for determination of L^* , a^* and b^* indices in color measurement of foods. *Journal of Food Research*, 23 (3): 411–422 (In Persian).
- [29] Farahnaky, A., Askari, H., Mesbahi, G. R. 2009. The use of digital imaging for evaluating color changes of rutab during drying in a cabinet drier. *Food Science and Technology*, 6 (2): 43–52 (In Persian).
- [30] Royer, G., Madieta, E., Symoneaux, R., Jourjon, F. 2006. Preliminary jelly. *LWT-Food Science and Technology*, 39: 1022–1025.
- [31] Sadeghi, F., Shahidi, F., Kuchaki, A., Mohebi, M. 2013. Evaluation of different formulation of almond pastille through sensory properties and image processing technique. 21th National Congress of Iranian Food Science and Technology, Shiraz (In Persian).
- [32] Abbasi, S., Mohammadi, S., Rahimi, S. 2011. Partial substitution of gelatin with Persian gum and use of Olibanum in production of functional pastille. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, 1 (42): 121–131 (In Persian).
- [33] Maghsudi, S. 2015. Date. Aghaye Ketab Publisher, Tehran. (In Persian).
- [34] Salagaghe, F., Zarandi, M. 2012. Preparation of confectionary by Kerman date wastes and evaluation of storage conditions and coatings on its quality. National Congress of Iranian Dtae, Kerman (In Persian).
- [35] Written and produced by the members of the Gelatin Manufacturers Institute of America (GMIA). Gelatin Handbook. 2012; 1–26. DOI: http://www.gelatin-gmia.com/images/GMIA_Gelatin_Manual_2012.pdf.
- [36] Parn, O.J., Bhat, R., Parn, O.J., Bhat, R., Yeoh, T.K., Al-Hassan, A.A. 2015. Development of novel fruit bars by utilizing date paste. *Food Bioscience*, 9: 20–27.
- [37] Maghami Kia, H., Shahidi, F., Khalilian, S., Mohamadi Sani, A. 2013. Effect of Arabic gum and emulsifier on moisture, water activity and color indexes of soy milk pastille. 21th National Congress of Iranian Food Science and Technology, Shiraz (In Persian).
- [38] Philips, G.O., Williams P.A. 2000. Introduction to Food Hydrocolloids, Handbook of Hydrocolloids. 2nd Ed. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC., Chapter 1: 1–22.
- [39] Setser, C.S, Brannan, G.D. 2003. Carbohydrates/Sensory Properties, In Encyclopedia of Food Science and Nutrition (2nd Ed) . Elsevier Science Ltd., 899–905.

- [40] Kaszab, T, Csima, G, Lambert-Meretei, A, Fekete, A. Food texture analysis by compression test. Corvinus University of Budapest, Faculty of Food Science, Department of Physics and Control Hungary. DOI: http://korny.uni-corvinus.hu/cneucoop_fullpapers/s3/gyorgy csima.pdf.
- [41] Lau, M.H., Tang, J., Paulson, A.T. 2000. Texture profile and turbidity of gellan/gelatin mixed gels. *Food Research International*, 33: 665–671.
- [42] Ghanbarzadeh, B. 2008. Food Chemistry Principals. Aeezh Publisher, Tehran. (In Persian).
- [43] Bayarri, S., Rivas, I., Costell, E., Durán, L. 2001. Diffusion of sucrose and aspartame in kappa-carrageenan and gellan gum gels. *Food Hydrocolloids*, 15: 67–73.
- [44] Armisen, R., Galatas, F. 1987. Production, Properties and Uses of Agar. In Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds, Edited by McHugh D.J. FAO Fisheries Publications, No. 288, Rome., 1–57.
- [45] Jain-Raina, R., Babbar, S.B. 2011. Evaluation of blends of alternative gelling agents with agar and development xanthagar, a gelling mix, suitable for plant tissue culture media. *Asian Journal of Biotechnology*, 3(2): 153–164.
- [46] Ebdali, S., Motamedzadegan, A. 2013. Effect of partial replacement of solids with gelatin on functional properties of non-fat yogurt. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 8 (2) : 221–229 (In Persian).
- [47] Ghanbarzadeh, B. 2009. Principals of Rheology, Materials and Biopolymers of Food. Tehran University Publisher, Tehran. (In Persian).
- [48] Abbasi, S. 2007. Rheology of Food: Texture and Viscosity of Food. Marze Danesh Publisher, Tehran. (In Persian).
- [49] Schrieber, R., Gareis, H. 2007. Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice. WILEY-VCH: Germany. pp. 1–220.
- [50] Koliandrise, A.A., Lee, A., Ferry, S., Hill, S., Mitchell, J. 2008. Relationship between structure of hydrocolloid gels and solutions and flavour release. *Food Hydrocolloids*, 22: 623–630.
- [51] Boland, A.B., Buhr, K., Giannouli, P., Van Ruth, S.M. 2004. Influence of gelatin, starch, pectin and artificial, saliva on the release of 11 flavour compounds from model gel systems. *Food Chemistry*, 86: 401–411.
- [52] Boland, A.B., Delahunty, C.M., Van Ruth, S.M. 2006. Influence of the texture of gelatin gels and pectin gels on strawberry flavoured release and perception. *Food Chemistr*, 96: 452–460.
- [53] Baek, I., Linforth, R.S.T., Blake, A., Taylor, A.J. 1999. Sensory perception is related to the rate of change of volatile concentrationin-nose during eating of model gels. *Chemical Senses*, 24:155–160.
- [54] Hasson, A., Andersson, J., Leufv'en, A. 2001. The effect of sugars and pectin on flavour release from soft drink-related model system. *Food Chemistry*, 72(3): 363–368.
- [55] Hollowood, T.A., Linforth, R.S.T., Taylor, A.J. 2002. The effect of viscosity on the perception of flavour. *Chemical Sences*; 27(7): 583–591.



Studying the application of date wastes in order to prepare a kind of jelly candy and evaluation of its quality and sensorial properties

Negin Biglarbeigi¹, Somayeh Rahimi^{2*}

1. MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Faculty of pharmaceutical sciences, Islamic Azad University of Medical sciences, Tehran, Iran

2. Assistant Professor, Food Technology, Department of Chemical Technologies, Iranian Research Organization for Science and Technology (IROST), Tehran, Iran

ABSTRACT

Nowadays, the increasing demand for healthy foods has led to application of natural ingredients such as fruits in the formulation of food products. In this study, date waste (grade two) has been used in the formulation of a kind of nutritious jelly candy (up to 30%) with substitution of agar gum instead of gelatin (0, 15, 25 and 35%). Then physicochemical properties (moisture, dry matter, total ash, water activity, and color indices), texture characteristics (hardness, adhesiveness, springiness, stringiness and fracturability) and sensorial properties of the samples were analyzed and one-way ANOVA test at significant level of 95% was used for statistical analysis. The result showed that addition of date puree into jelly candy formula decreased moisture content, L^* and b^* , significantly ($p < 0.05$) while total ash, a^* , adhesiveness and stringiness showed an increasing manner ($p < 0.05$). But effect of adding date puree on water activity and other texture characteristics including hardness, springiness and fracturability was not significant ($p > 0.05$). Substitution of gelatin with agar (to 35%) resulted to decrease in moisture content and increase of total ash, color parameters and texture characteristics ($p < 0.05$) while its effect on the other texture characteristics and water activity was not significant ($p > 0.05$). The result of sensory evaluation indicated that the jelly candy containing 100% gelatin (agar free) recognized as the best specimen because of obtaining the suitable physicochemical properties and desirable texture.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2021/6/2

Accepted: 2022/12/31

Keywords:

Date waste,

Agar,

Jelly candy,

Functional food.

DOI: 10.22034/FSCT.20.139.14

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.139.2.6

*Corresponding Author E-Mail:
s.rahimi@irost.ir