

(Original Research Paper)  
**Evaluation of Qualitative and Sensory Properties of Pastilles  
Prepared from Pectin and Roselle Extract  
(*Hibiscus sabdariffa* L.)**

Nafiseh Nasir mosallam<sup>1</sup>, Sara jafarian<sup>2\*</sup>, Leyla Roozbeh nasiraei<sup>2</sup>, Maryam Yousef pour<sup>2</sup>

1-Ph.D Student of Food Science and Technology, Noor Branch, Islamic Azad University, Noor, Iran.

2-Department of Food Science and Technology, Noor Branch, Islamic Azad University, Noor, Iran.

Received:22/01/2023

Accepted:08/05/2023

DOI: [10.71810/jfst.2024.1004747](https://doi.org/10.71810/jfst.2024.1004747)

**Abstract**

The purpose of this research is to replace pectin extracted from roselle with commercial gelatin and use the natural extract of roselle as a source of natural color and edible acid in pastille treatments. Roselle plant extract is widely used in food and pharmaceutical industries. 6 gr of extracted pectin from roselle, 6 gr of commercial pectin+0.2% extract, 6 gr of commercial pectin+0.4% extract, 6 gr of extracted pectin from roselle +0.2% extract, 6 gr of extracted pectin from roselle +0.4% extract and 6 gr of commercial pectin+0% extract were selected. Biochemical compounds of all treatments were evaluated with standard methods and flavonoid compounds were evaluated using HPLC method. The results obtained regarding the quality parameters of the prepared pastille samples were as follows: the highest amount of vitamin C, anthocyanin, total phenol compounds, FRAP and DPPH in treatment 5 (6 gr of extracted pectin from roselle +0.4% extract ) (71.20) mg/g (1.89)%, respectively (15.412) mg/g, (539.66) Millimol/gram and (95.49)% were recorded. According to the results obtained in the colorimetric test, the highest values of L\*, a\* and b\* were reported in T2(6 gr of commercial pectin+0.2% extract) (11.94), T5(6 gr of extracted pectin from roselle +0.4% extract ) (40.36) and T6 (6 gr of commercial pectin+0% extract)(45.34) respectively. According to histological results, the highest values of Firmness, Cohesiveness, Resilience and Adhesiveness indices were observed in T5 (159.88), T3 (21.83), T2 (1.190) and (0.58) treatments, respectively. Finally, the best results related to sensory evaluation test indicators are color of treatment T5 (4.6), taste of treatment T5 (4.3), stickiness of treatment T6 (4.5), chewability of treatment T3 و T4 (4.6) and overall acceptability of treatment T5 (4.6). According to the results, the treatment of 0.4% roselle extract and 6 grams of extracted pectin had the highest score in terms of chemical, physical and sensory tests.

**Keywords:** Roselle Extract, Pastille, Antioxidant Activity, Pectin.

---

\*Corresponding Author: [Drsjafarian@yahoo.com](mailto:Drsjafarian@yahoo.com)

(مقاله پژوهشی)

## ارزیابی ویژگی های کیفی و حسی پاستیل گیاهی بر پایه پکتین و عصاره چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.)

نقیسه نصیرمسلّم<sup>۱</sup>، سارا جعفریان<sup>۲\*</sup>، لیلا روزبه نصیرایی<sup>۲</sup>، مریم یوسف پور<sup>۲</sup>

۱-دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران.

۲-گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۲

DOI: [10.71810/jfst.2024.1004747](https://doi.org/10.71810/jfst.2024.1004747)

### چکیده

هدف از این تحقیق، جایگزین کردن پکتین استحصال شده از کاسبرگ چای ترش با ژلاتین تجاری و استفاده از عصاره طبیعی کاسبرگ های گیاه چای ترش به عنوان منبع رنگ طبیعی و اسید خوراکی در تیمارهای پاستیل می باشد. از عصاره گیاه چای ترش به شکل وسیعی در صنایع غذایی و دارویی استفاده می شود. تیمارهای مورد مطالعه در این تحقیق در ۶ سطح به ترتیب ۶ گرم پکتین استخراجی از چای ترش +۰.۰٪ عصاره، ۶ گرم پکتین تجاری +۰.۴٪ عصاره، ۶ گرم پکتین استخراجی از چای ترش +۰.۲٪ عصاره، ۶ گرم پکتین تجاری +۰.۴٪ عصاره و ۶ گرم پکتین تجاری +۰.۰٪ عصاره انتخاب شدند. آزمون های اندازه گیری آنتوسیانین، ویتامین ث، ترکیبات فنلی، اسید فولیک، DPPH، آهن، بریکس، pH، فیبر و ماده خشک عصاره چای ترش با روش های استاندارد و ترکیبات فلانئیدی با استفاده از روش HPLC مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج به دست آمده در مورد پارامترهای کیفی نمونه های پاستیل تهیه شده از این قرار بود: بالاترین میزان ویتامین C، آنتوسیانین، ترکیبات فنل تام، FRAP و DPPH به ترتیب در تیمار ۵ (۶ گرم پکتین استخراجی از چای ترش +۰.۴٪ عصاره)، (۷۱/۲۰) میلی گرم بر گرم، (۱/۸۹) درصد، (۱۵/۴۱) میلی گرم بر گرم، (۵۳۹/۶۶) میلی مول بر گرم و (۹۵/۴۹) درصد ثبت گردید. ترکیباتی همچون ویتامین ث و دیگر مشتقات فنولیک نقش به سزایی در مهار رادیکال های آزاد در گیاهان دارند و میتوان از خواص عصاره طبیعی آن ها به صورت جایگزین نمونه های سنتزی بهره برد. طبق نتایج به دست آمده در آزمون رنگ سنجی بالاترین مقادیر  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  به ترتیب در تیمار T2 (۶ گرم پکتین تجاری +۰.۲٪ عصاره) (۱۱/۹۴)، T5 (۶ گرم پکتین استخراجی از چای ترش +۰.۴٪ عصاره) (۴۰/۳۶) و T6 (۶ گرم پکتین تجاری +۰.۰٪ عصاره) (۳۴/۴۵) گزارش شد. طبق نتایج بافت سنجی بالاترین مقدار شاخص های سفتی، انسجام، انعطاف پذیری و چسبندگی به ترتیب در تیمارهای T5 (۱۵۹/۸۸)، T3 (۲۱/۳۸)، T2 (۱/۱۹۰) و (۰/۵۸) مشاهده شد. در نهایت بهترین نتایج مربوط به شاخص های آزمون ارزیابی حسی رنگ تیمار T5 (۴/۶)، طعم تیمار T5 (۳/۶)، چسبندگی تیمار T6 (۴/۵)، قابلیت جویدن تیمار T3، T4 (۴/۶) و مقبولیت کلی تیمار T5 (۴/۶) بود. در مجموع طبق نتایج، تیمار ۰.۴ درصد عصاره چای ترش و ۶ گرم پکتین استخراجی از چای ترش از نظر آزمون های شیمیایی، فیزیکی و حسی بیشترین امتیاز را داشت.

**واژه های کلیدی:** پکتین، عصاره چای ترش، پاستیل، خواص آنتی اکسیدانی.

## ۱- مقدمه

شده است (۸۱). مسلمانان و یهودیان از مصرف هر گونه فرآورده با منشأ خوگ منع شده‌اند و هندوها از فرآورده‌هایی با منشأ گاوی استفاده نمی‌کنند. علاوه بر این، گیاه خواران هیچ گونه فرآورده گوشتی مصرف نمی‌کنند. ژلاتین با منشأ خوکی پتانسیل ایجاد واکنش‌های آلرژیک از طریق مصرف واکنش‌های حاوی ژلاتین و غذاهای فرآوری شده را دارد (۲۵). پکتین یک هترو- پلی ساکارید است که در دیواره سلولی اولیه و لاملا میانی گیاهان به وفور یافت می‌شود، همچنین بالای ۳۰٪ از دیواره سلولی ممکن است از پکتین تشکیل شود (۸۳). پکتین جدا از خواص بهبود دهنده گی بافت، یک ترکیب با ارزش برای سلامتی در رژیم غذایی است و در بسیاری از محصولات دارویی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۴). کاربرد اصلی پکتین‌ها در فرمولاسیون‌های مواد غذایی است که به صورت عامل ژل شونده، امولسیفایر، روکش و تثبیت کننده در ژله‌ها، مربا، مارمالاد، آب میوه، محصولات قنادی و غیره استفاده می‌شود (۲۱). پکتین عمدتاً از واحدهای اسید گالاکتورونیک<sup>۴</sup> تشکیل شده است، همچنین گروه‌های کربوکسیل اسید اورونیک<sup>۵</sup> موجود در آن می‌تواند به اشکال مختلف آزاد یا به صورت نمک‌های سدیم، کلسیم یا سایر یون‌ها در ساختار در ساختار پلیمر وجود داشته باشند (۵۵). در مطالعه Sara و Awad (۲۰۱۹) از عصاره چغندر قرمز (*Beta vulgaris* L.) و چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در تولید ژله خوراکی استفاده شد (۷۳). Moura و همکاران (۲۰۱۹) آزاد شدن آنتوسیانین از عصاره گیاه چای ترش (*H. sabdariffa*) را توسط ژل یونیزه و ریز ذرات در پاستیل مورد مطالعه قرار دادند، نتایج آنها نشان داد میکرو انکپسوله کردن آنتوسیانین چای ترش منجر به بهبود سلامت روده‌ای شده است و همچنین مصرف پاستیل از نظر ارزیاب‌ها در آزمون حسی مورد پذیرش قرار گرفت (۵۸). Apaliyaa و همکاران (۲۰۲۱) نیز خواص تغذیه‌ای و محصولات غذایی حاصل از گیاه چای ترش (*H. sabdariffa*) را مورد بررسی قرار

امروزه پیشرفت در فرآوری مواد غذایی به ویژه در حوزه شیرینی و شکلات منجر به تولید محصولات با کیفیت بالا گردیده است (۶۴،۵۱). در گذشته، پاستیل‌ها توسط ترکیب آب و دیگر افزودنی‌ها تهیه می‌شدند که عاری از ترکیبات مغذی و مواد معدنی بودند. اخیراً با افزودن ویتامین‌ها و پروبیوتیک‌ها به شکل مکمل در این نوع محصولات، ارزش غذایی آن‌ها را بهبود بخشیده‌اند. برای مثال، آب میوه‌های طبیعی حاصل از هندوانه، چغندر و دیگر میوه‌های مرسوم جهت تولید پاستیل با ارزش غذایی بالا مورد استفاده قرار گرفته است (۶۵). چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) عضو خانواده مالوآسه<sup>۱</sup> می‌باشد که یک گیاه علفی یک یا چند ساله با پایه چوبی است و از نظر تجاری مورد توجه زیادی قرار گرفته است (۱۱). فعالیت‌های ضد التهابی، ضد باکتری و آنتی‌اکسیدانی برای عصاره این گیاه گزارش شده است (۳۳، ۷۵). کاسبرگ گیاه چای ترش بیشتر مورد توجه قرار گرفته زیرا از آن برای تهیه انواع محصولات از جمله نوشیدنی، رنگ‌های خوراکی و مربا استفاده می‌شود (۳۲، ۳۰). استفاده از عصاره چای ترش در نوشیدنی‌های ژله‌ای به دلیل ارزش تغذیه‌ای مانند ویتامین‌ها، ویتامین ب<sup>۱۲</sup> (ریبوفلاوین) و ویتامین ب<sup>۳</sup> (نیاسین) حایز اهمیت است، همچنین گلبرگ‌ها حاوی اسیدهای آمینه و آهن هستند (۸). کاسبرگ چای ترش منبعی از آنتوسیانین‌ها هستند که می‌توانند ایجاد رنگ قرمز کنند. بنابراین از آن‌ها به عنوان رنگ طبیعی جایگزین در ژله‌های خوراکی و پاستیل میوه‌ای استفاده می‌شود (۴۷). دو نوع آنتوسیانین موجود در این گیاه به نام‌های دلفیدین<sup>۳</sup>-سامبویوزید<sup>۲</sup> و سیانیدین<sup>۳</sup>-سامبویوزید<sup>۳</sup> که مسئول ایجاد رنگدانه قرمز در گیاه چای ترش بوده و مهم‌ترین عامل در فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن به شمار می‌روند (۵۹). ژلاتین با منشأ حیوانی به عنوان چالشی عمده در میان جوامع از جمله مسلمانان، یهودیان، هندوها و همچنین گیاه خواران تبدیل

1- Malvaceae

2- Delphinidin-3-sambubiside

3- Cyanidin-3-sambubioside

4-galacturonic acid

5-uronic acid

شفاف‌تر از سانتریفوژ با ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه استفاده شد (۶۹). باقی‌مانده مواد از کاغذ صافی و سانتریفوژ (افترافی فامکو، ساخت ایران) در آون با دمای ۶۵ درجه سانتیگراد خشک شده و سپس در فریز درایر ساخت کشور Zirbus آلمان مدل sublimator-vaco5 در دمای ۸۰- درجه سانتیگراد خشک و به صورت پودر در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد (۵۶).

## ۲-۲- آزمون‌های عصاره چای ترش

ترکیبات پودر عصاره چای ترش به روش‌های زیر مورد ارزیابی قرار گرفتند:

برای اندازه‌گیری پروتئین از روش کلدال و طبق روش AOAC (۲۰۰۵) انجام شد (۱۲). برای اندازه‌گیری میزان چربی از روش سوکسله و طبق روش AOAC (۲۰۰۵) انجام شد (۱۲). جهت تعیین خاکستر از روش کوره‌گذاری استفاده گردید (۱۲). برای اندازه‌گیری ماده ی خشک از روش آون گذاری استاندارد به شماره ۳۲۷۲ استفاده شد (۴۰). برای اندازه‌گیری فیبر خام از روش استاندارد شماره ۳۳۹۴ استفاده شد (۴۱). جهت اندازه‌گیری میزان اسید- فولیک به دلیل حساسیت فلئورسانسی کم این ماده ابتدا اسید فولیک در حضور بافر استات در pH حدود ۴ توسط پرمنگنات به فلئوروفور، ۲-آمینو-۴-هیدروکسی پتریدین-۶-کربوکسیلیک اسید تبدیل و سپس ترکیب نامبرده که هم غلظت با اسیدفولیک بود اندازه‌گیری شد. در ادامه ۱۰ میکرو لیتر نمونه استاندارد در محدوده غلظتی انتخاب و پس از تثبیت pH نمونه در حدود ۴ توسط ۱۴۰ میکرو لیتر بافر استات به غلظت ۰/۲ مولار، ۵۰ میکرو لیتر محلول پرمنگنات ۰/۱ مولار به نمونه مورد نظر اضافه شده و نمونه به مدت ۱ دقیقه به هم زده شد و سپس ۴ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و با سرعت ۶۰۰ دور بر دقیقه توسط شیکر هم زده شده تا در این دما واکنش تبدیل اسیدفولیک به فلئوروفور مورد نظر به طور کامل صورت گیرد. حال با افزودن حدود ۵۰ میکرو لیتر محلول آب اکسیژنه ۰/۷۵ مولار مازاد پرمنگنات به منگنز (II) تبدیل شده و نمونه پس از ۳۰ ثانیه سونیکاسیون، آماده تزریق به دستگاه

دادند و نتایج آن‌ها نشان داد چای ترش حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات زیست فعال، عمدتاً آنتوسیانین، فلاونوئیدها، ویتامین‌ها و اسیدهای پلی‌فنولیک است که مزایای فراوانی را برای سلامت انسان فراهم می‌کند (۱۳). در تحقیقی دیگر Salami و Afolayan (۲۰۲۰) از عصاره چای ترش به عنوان ماده اولیه تولید نوشابه استفاده کردند که طبق نتایج آن‌ها چای ترش ماده‌ای مناسب برای تولید نوشابه است، زیرا تمام ویژگی‌های مطلوب نوشیدنی از نظر تغذیه‌ای، ظاهر و خواص دارویی را دارا است (۷۲). هدف هدف از این تحقیق، جایگزین کردن پکتین استحصال شده از کاسبرگ چای ترش با ژلاتین تجاری و استفاده از عصاره طبیعی کاسبرگ‌های گیاه چای ترش به عنوان منبع رنگ طبیعی و اسید خوراکی در فرآورده پاستیل بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده سازی مواد اولیه و تهیه عصاره چای ترش  
در این تحقیق از چای ترش تهیه شده از اداره تحقیقات کشاورزی نیک‌شهر (*Hibiscus sabdariffa L.*) در منطقه سیستان و بلوچستان استفاده شد که کاسبرگ‌های آن جدا شده و آزمون‌های پروتئین، خاکستر، چربی و ماده خشک روی آن انجام گرفت. کاسبرگ‌های چای ترش پس از جدا سازی و شستشوی مناسب در دمای ۵۵ °C در آون خشک شده و سپس توسط آسیاب برقی به ذراتی با قطر ۱۰۰ میکرومتر ریز شدند سپس با استفاده از الک ۱۰۰ میکرون جداسازی شدند و از ذرات کوچکتر از ۱۰۰ میکرون استفاده شد. (۴۳). عصاره‌گیری به این صورت انجام شد که ۵ گرم از پودر گیاه خشک شده داخل ارلن ریخته شد، عملیات عصاره‌گیری با حلال آب به میزان ۳×۱۰۰ میلی‌لیتر به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۴۰ °C انجام گرفت (هر ۱۶ ساعت یک بار حلال توسط پارچه توری جدا شده و حلال تازه اضافه شد) حلال جدا شده در ۳ مرحله استخراج ابتدا توسط توری پارچه‌ای و سپس توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف گردید (۹). از آن جا که ممکن است عصاره ناخالصی‌هایی داشته باشد برای حذف این ناخالصی‌ها و به دست آورده عصاره خالص‌تر و

۲۶۸۲ ملی ایران تعیین گردید. ۵ گرم از هر نمونه در بشر وزن گردید و به آن ۲۰ میلی لیتر آب گرم اضافه شد و در ادامه محتویات با همزن شیشه ای تا یکنواخت شدن کامل همزده شد. سپس پس از سرد شدن محلول با استفاده از دستگاه رفراکتومتر (مدل ABBE، بلزیک) بریکس نمونه ها در دمای محیط اندازه گیری گردید (۴۵).

## ۲-۲-۲- آزمون قدرت احیاکنندگی آهن برای تعیین

### عصاره بهینه: FRAP

مقدار ۰/۰۲ میلی لیتر از عصاره (۱ mg/ml) را با ۱ میلی لیتر محلول کاری فرپ (شامل ۲۵ میلی لیتر استات سدیم، ۲/۵ میلی لیتر محلول TPTZ و ۲/۵ میلی لیتر محلول کلرید آهن) مخلوط کرده پس از اینکه ۵ دقیقه در دمای محیط قرار گرفت، جذب نمونه را در ۵۹۵ نانومتر می خوانیم. فعالیت احیاکنندگی نمونه های عصاره با استفاده از منحنی استاندارد برحسب میکرومول آهن در میلی گرم وزن خشک عصاره محاسبه می گردد (۱۰).

اندازه گیری اسیدیت (به روش تیتراسیون) Parsa-Motlagh و Yazdani-Biuki در سال ۲۰۱۷ انجام شد (۶۶).

شناسایی و تعیین کمی اسیدهای فنولی توسط دستگاه HPLC ساخت شرکت کنورکشور آلمان مدل پلنت بلو به همراه پمپ پلنت بلو مجهز به دتکتور مدل PDA PLATIN blue، سیستم تزریق اتوماتیک مدل پلنت بلو و رابط نرم افزاری Ezchrom Elite انجام گرفت. ستون مورد استفاده (C18 (4 - 250 mm, with pre column image 80-5, CA, German Sphere- ODS-2 column - با طول ۲۵۰ میلی متری و قطر داخلی ۴ میلی متر بود. Flow rate برابر 0.5 میلی لیتر در دقیقه و ترکیب فاز متحرک به کار برده شده استونیتریل، آب و اسید استیک ۲٪ بود. نوع ماده پرکننده C18 phase reversed و طول ستون ۲۵ سانتی متر و اندازه ذرات پایه ۵ میکرومتر بود (۲). جهت شناسایی نوع اسیدهای فنولی از استانداردهای کلروژنیک اسید، فلوریک اسید، روتین، کافئیک اسید و کوئرستین استفاده شد. با مقایسه زمان تأخیر و سطح زیر منحنی نمونه با نمونه های استاندارد، اسیدهای فنولی

HPLC بود که حدود ۲۰ میکرو لیتر از این نمونه به دستگاه تزریق و توسط دتکتور فلورسانس آشکار سازی و اندازه گیری صورت گرفته است (۱). برای اندازه گیری آهن از دستگاه جذب اتمی مدل Varian-AA20 ساخت آمریکا با کوره گرافیتی (GFAAS) مدل Varian-GTA.96 ساخت آمریکا استفاده شد. نمونه آماده سازی شده با یک دستگاه تزریق کننده نمونه (بطور اتوماتیک) همراه با مقداری مدیفایر (آمونوم دی هیدروژن فسفات) به دستگاه تزریق شد. مقدار آهن و روی نیز با جذب اتمی شعله ای اندازه گیری شدند. لازم به توضیح است که قبل از اندازه گیری این فلزات، میزان بازیافتی برای هر فلز با افزودن غلظت مشخصی از ماده استاندارد آن فلز به نمونه تعیین شد (۵).

## ۲-۲-۱- اندازه گیری آنتوسیانین

برای اندازه گیری آنتوسیانین ها از شیوه ای که هراتی فرزقی و همکاران در سال ۱۳۹۵ به کار بردند استفاده می شود. در این روش جذب نمونه های تهیه شده توسط بافر pH = 1 و pH = 4/5 به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری می شود و در نهایت غلظت آنتوسیانین ها از رابطه زیر به دست می آید (۸):

$$C, \text{ mg}/100\text{ml} = \frac{A}{\epsilon \cdot l} \times M \times D$$

D: فاکتور رقیق کردن

$\Delta A$ : اختلاف بین دو جذب در pH = 1 و pH = 4/5

M: جرم مولکولی آنتوسیانین

$\epsilon$ : جذب مولی

L: طول سل که بر حسب سانتی متر

اندازه گیری درصد ویتامین ث براساس روش تیتراسیون انجام شد (۱۲). ترکیبات فنولی کل با روش فولین سیو کالتیو انجام گرفت (۸۰).

ویژگی های آنتی اکسیدانی فرآورده نهایی با ارزیابی ظرفیت آنتی اکسیدانی به روش رادیکال های آزاد DPPH اندازه گیری شد (۱۸).

میزان درجه بریکس نمونه ها بر اساس روش استاندارد

شناسایی و میزان این ترکیبات با رسم منحنی‌های استاندارد تعیین گردید (۴۹).

### ۳-۲- استخراج پکتین از کاسبرگ چای ترش

پکتین کاسبرگ چای ترش با استفاده از اسید هیدروکلریک و اسید سیتریک با pH های مشخص (۲/۵-۲-۱/۵) و در دمای ۸۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت به صورت جداگانه در حمام آبی نگهداری شده و سپس استخراج صورت پذیرفت. در انتها عصاره حاصل از آن از صافی نایلونی عبور داده و با اتانول ۹۶ درصد رسوب داده شد (۳۱).

### ۴-۲- تهیه پاستیل

برای تهیه پاستیل از روش رایج در صنعت استفاده شد (۶۵). برای این منظور ۳۵ گرم شکر و ۳۵ گرم گلوکز را در ۲۰ میلی لیتر آب مخلوط کرده، سپس حرارت داده تا زمانی که به بریکس ۷۷-۷۸ رسید. در این زمان، مواد مذکور به طور کامل در آب حل شده و ماده به صورت شفاف ظاهر گردید. همزمان ۶ گرم پکتین (تجاری یا استخراجی و درصدهای مختلف عصاره چای ترش) در ۱۲ گرم آب حل شد تا بریکس آن به ۷۷-۷۸ برسد (جدول ۱). مواد با هم مخلوط و قالب‌ریزی شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ °C قرار داده شد. پس از گذشت این زمان محصول آماده مصرف است (۳).

جدول ۱- فرمولاسیون تیمارهای کنترلی و آزمایشی پاستیل

تیمار	پکتین تجاری	پکتین چای ترش (گرم)	عصاره چای ترش (درصد)
T1	۰	۶	۰
T2	۶	۰	۰/۲
T3	۶	۰	۰/۴
T4	۰	۶	۰/۲
T5	۰	۶	۰/۴
T6	۶	۰	۰

### ۵-۲- آزمون‌های شیمیایی

اندازه‌گیری درصد ویتامین ث براساس روش AOAC (۲۰۰۵) انجام شد (۱۱). برای اندازه‌گیری آنتوسیانین‌ها از شیوه‌ای که Harati و همکاران (۲۰۱۶) بکار بردند استفاده شد. در این روش جذب نمونه‌های تهیه شده توسط بافرهایی با  $pH = 1$  و  $pH = 4/5$  بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۵۰۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید و در نهایت غلظت آنتوسیانین‌ها از رابطه زیر به دست آمد (۳۶).

$$C_{mg/100ml} = \Delta A / \epsilon \times M \times D$$

D: فاکتور رقیق کردن

$\Delta A$ : اختلاف بین دو جذب در  $pH = 1$  و  $pH = 4/5$

M: جرم مولکولی آنتوسیانین

€: جذب مولی

L: طول سل که بر حسب سانتی متر

اندازه‌گیری مقدار ترکیبات فنولی کل با روش فولین سیوکالچو انجام شد (۸۰). میزان قدرت احیاکنندگی آهن برای تعیین عصاره بهینه توسط آزمون فرپ اندازه‌گیری شد (۱۰). همچنین ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی فرآورده نهایی با مهار رادیکال‌های آزاد از DPPH روش-Brand Williams و همکاران (۱۹۹۵) (۱۸) و رطوبت پاستیل به روش استاندارد ملی ایران، شماره ۲۶۸۲ اندازه‌گیری شد (۴). به منظور تعیین فعالیت آب، وزن‌های مساوی از هر نمونه کامل خرد می‌گردد و فعالیت آب نمونه توسط دستگاه رطوبت سنج مدل Novasina ساخت کشور سوئیس در دمای ۲۰ °C تعیین شد (۳۶). آزمون رنگ پاستیل

### ۲-۷-۲-آزمون حسی

در این پژوهش آزمون حسی به کمک ۱۰ ارزیاب نیمه آموزش دیده انجام می پذیرد. به منظور ارزیابی نمونه‌ها توسط آزمون هدونیک ۵ امتیازی (۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب بسیار بد، بد، معمولی، خوب و بسیار خوب) تعریف گردید و اختلاف میانگین نتایج به روش توکی آنالیز شد (۳۶).

### ۲-۸- تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های به دست آمده ابتدا با روش کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شدند تا نرمال بودن داده‌ها تایید شوند. سپس تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده با نرم افزار SPSS نسخه ۲۰۲۰ استفاده شد. روش مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی و سطح اطمینان 5% انجام شد. در این تحقیق از آزمون فاکتوریل کامل در قالب کاملا تصادفی در سطح اطمینان 95٪ استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. کلیه آزمون‌ها در ۲ تکرار انجام شد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- ترکیبات شیمیایی چای ترش

نتایج به دست آمده در مورد ترکیبات بیوشیمیایی چای ترش در جدول ۲ نمایش داده شده است. با توجه به نتایج مقادیر چربی برابر با ۰/۳۷٪، پروتئین برابر با ۵/۸۱٪، خاکستر برابر با ۷/۸۷٪ و کربوهیدرات برابر با ۷۹/۹۰٪ بوده است. این نتایج با نتایج Keyata و همکاران (۲۰۲۱) در ارتباط با مقادیر پروتئین چای ترش (*H. sabdariffa*) هم خوانی داشت آن‌ها مقادیر پروتئین را در دامنه ۶/۷-۴/۵۵ درصد بود، اما مقادیر چربی (۱/۵-۰/۹) درصد و خاکستر (۱۰/۴-۹/۲)٪ در مطالعه آن‌ها بالاتر از مطالعه حاضر بود (۴۶). همچنین مطابق با تحقیق Marak و همکاران (۲۰۲۱) کاسبرگ چای ترش (*H. sabdariffa*) دارای خاکستر ۶/۶۵-۴ درصد، پروتئین ۳۳/۹-۵ درصد و میزان چربی در دامنه ۷/۸۴-۲ درصد بود (۵۳). تفاوت‌های موجود از نظر ارتفاع منطقه رویش، تغییرات دمای شبانه روزی محیط، تغییر شدت تابش پرتوهای خورشیدی و میزان بارندگی سالانه می تواند از علل تفاوت مشاهده شده در مورد سنتز

با استفاده از دستگاه رنگ سنج Hunterlab colorflex اندازه‌گیری شد (۳۷). اسیدیته پاستیل به روش استاندارد ملی ایران، شماره ۲۶۸۲ اندازه‌گیری گردید (۴۲). جهت اندازه‌گیری میزان اسید فولیک از دستگاه HPLC ساخت شرکت agilent آمریکا مدل (سری) ۱۲۰۰ انجام شد (۳۸). برای اندازه‌گیری آهن از دستگاه جذب اتمی مدل Varian-AA20 ساخت آمریکا با کوره گرافیتی (GFAAS) مدل Varian - GTA.96 ساخت آمریکا استفاده شد. نمونه آماده سازی شده با یک دستگاه تزریق کننده نمونه (بطور اتوماتیک) همراه با مقداری مدیفایر (آمونیم دی هیدروژن فسفات) به دستگاه تزریق شد. مقدار آهن و روی نیز با جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. لازم به توضیح است که قبل از اندازه‌گیری این فلزات، میزان بازیافتی برای هر فلز با افزودن غلظت مشخصی از ماده استاندارد آن فلز به نمونه تعیین شد (۵). میزان درجه بریکس با دستگاه رفاکتومتر ساخت آمریکا شرکت tiaoyeer براساس روش استاندارد ۲۶۸۲ ملی ایران تعیین گردید (۴۵).

#### ۲-۶- آزمون‌های میکروبی

آزمایشات میکروبی به روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۹۵ با شمارش کلی به روش استاندارد شماره ۵۲۷۲ انجام شد (۴۲).

#### ۲-۷- آزمون‌های فیزیکی

##### ۲-۷-۱- پارامتر بافتی

برای سنجش سختی، پیوستگی، الاستیسیته (فرتیت)، قابلیت جویدن، کشش‌پذیری، حالت صمغی و چسبندگی نمونه‌های پاستیل با ابعاد گفته شده، از دستگاه آنالیز بافت (بروکفیلد، مدل CTE-10، آمریکا) به روش TPA استفاده شد. در این آزمایش هر یک از نمونه‌ها در دو سیکل رفت و برگشتی، توسط پروب سیلندری صفحه گرد با قطر ۳ سانتی‌متر، سرعت حرکت پروب ۶۰ میلی‌متر بر دقیقه و نیروی ۵ گرم تا ۳۰ درصد ارتفاع اولیه نمونه فشرده شده و سپس فشارزدایی گردید (۷۱).

ایجاد ارزش افزوده در فرمولاسیون مواد غذایی مختلف استفاده کرد و خواص تغذیه‌ای در آنها را بهبود بخشید.

و تجمع ترکیبات چای ترش مطالعه حاضر با مطالعات مذکور باشد. نتایج به دست آمده در این قسمت نشان داد می‌توان از عصاره کاسبرگ چای ترش جهت غنی‌سازی و

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی چای ترش

چربی (%)	پروتئین (%)	خاکستر (%)	کربوهیدرات (%)	ماده خشک (%)
۰/۳۷±۰/۰۵	۵/۸۱±۰/۱۶	۷/۸۷±۰/۷۴	۷۹/۹۰±۰/۲۵	۹۴/۲۰±۰/۴۲

### ۳-۲- خواص فیزیکی شیمیایی عصاره چای ترش

نتایج مربوط به ترکیبات بیوشیمیایی عصاره چای ترش در جدول ۳ آورده شده است. آنتوسیانین‌ها متعلق به گروه فلاونوئیدها و از ترکیبات پلی‌فنول‌ها می‌باشند که باعث به وجود آمدن رنگهای قرمز و آبی در اندام‌های گیاهی مانند میوه، گل و برگ‌ها می‌شود و همچنین آنتوسیانین، منبع اصلی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در گیاه چای ترش می‌باشد (۱۶). بر اساس نتایج (جدول ۳)، میزان آنتوسیانین برابر با ۱۴/۲۸٪ بوده است. Maciel و همکاران (۲۰۱۸) مقادیر آنتوسیانین عصاره چای ترش (برزیل) را مابین ۲۴/۳ - ۲۷/۰٪ اعلام نمودند (۵۰). همچنین Kalla و همکاران (۲۰۱۵) مقادیر آنتوسیانین عصاره چای ترش را ۲۴/۲٪ اعلام نمودند (۴۴)، Peredo Pozos و همکاران (۲۰۲۰) مقادیر آنتوسیانین عصاره چای ترش را ۱۸/۵۵٪ اعلام نمودند (۶۷)، مقادیر آنتوسیانین در مطالعه آن‌ها بالاتر از مطالعات حاضر می‌باشد، محتوای آنتوسیانین به رقم، مرحله بلوغ و نحوه استخراج عصاره مرتبط می‌باشد (۵۰). در تحقیقی دیگر به شکل مشابه Nguyen و همکاران (۲۰۲۱) مقادیر قابل توجهی آنتوسیانین در عصاره چای ترش یافت کردند که سرشار از ترکیبات سیانیدین و دلفیدین می‌باشد که نقش به‌سزایی در ایجاد رنگ قرمز دارد (۶۳). مقادیر ویتامین C در مطالعه حاضر برابر با ۶۱/۴۹ گرم / صد گرم بوده است. Singh و همکاران (۲۰۱۷) مقدار ویتامین C را در عصاره کاسبرگ چای ترش ۱۷/۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم اعلام کردند (۷۷). دامنه ویتامین C در تحقیق Seiam (۲۰۲۱) مابین ۵۶-۶۰ بود. این مقدار ویتامین C به دست آمده (۷۴). در این تحقیق بیشتر از نتایج Singh و همکاران

(۲۰۱۷) بود، در حالی که نتیجه Seiam (۲۰۲۱) مشابه این تحقیق بود (۷۴، ۷۷). ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در میوه‌ها و سبزیجات توجه بسیاری از محققین را به خود معطوف کردند که به علت پتانسیل بالای آن برای فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. ترکیبات فنلی با اهدای اتم هیدروژن از فعالیت رادیکال آزاد جلوگیری می‌کنند (۱۶). مقادیر ترکیبات فنلی در مطالعه حاضر برابر با ۱۹۴/۶۴ میلی‌گرم / میلی‌لیتر بوده است. Maciel و همکاران (۲۰۱۸) مقادیر ترکیبات فنلی عصاره چای ترش ۱۷۱/۶-۲۰۰/۰ میلی‌گرم / میلی‌لیتر بوده است (۵۰). نتایج با نتایج Sindi و همکاران (۲۰۱۴) که ۲۱۶/۷ میلی‌گرم / میلی‌لیتر بودند، که تقریباً با نتایج، مطالعه حاضر هم‌خوانی داشت (۷۶). چای ترش غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نظیر ویتامین C، اسید فولیک و آنتوسیانین است و اثرات مضر رادیکال‌های آزاد را تا ۹۲ درصد کاهش می‌دهد. اسید فولیک ترکیبی متعلق به خانواده ویتامین‌های محلول در آب گروه B است و ماده مهمی برای حفظ فعالیت و سلامتی موجودات زنده رشد و تقسیم سلول‌های بدن است (۷۵). میزان اسید فولیک عصاره چای ترش در مطالعه حاضر برابر با ۲۶۱/۹۰ میکروگرم / صد گرم بوده است. در همین راستا Idowu و Adebayo و همکاران در سال ۲۰۲۱ خواص سلامت عصاره گیاه چای ترش را در نوشیدنی‌های ارزش افزوده مورد بررسی قرار دادند (۳۹). طبق نتایج آن‌ها عصاره چای ترش بسیار غنی از فولیک اسید می‌باشد و تیمارهای نوشیدنی آنها ۳۰۱-۲۵۶ میکروگرم در ۱۰۰ گرم فولیک اسید دارا بودند.



برابر با ۵/۷۸ میلی گرم / صد گرم بوده است. Deli و همکاران (۲۰۲۰) میزان آهن عصاره چای ترش را در دامنه ۲/۷۵ - ۲۴ میلی گرم / صد گرم گزارش نمودند (۲۳). Peter و همکاران (۲۰۱۷) میزان آهن عصاره چای ترش را در دامنه ۷/۸ میلی گرم / صد گرم گزارش نمودند (۶۸). مقادیر آهن گزارش شده در مطالعات مذکور اختلاف جزئی با مطالعه حاضر داشت، اختلاف در میزان آهن می تواند مربوط به سن گیاه و نوع تیمار مورد استفاده باشد. میزان بریکس عصاره چای ترش در مطالعه حاضر برابر با ۶۴ درجه بوده است. Ndong و همکاران (۲۰۱۸) نیز مقادیر بریکس عصاره چای ترش را ۶۰ درجه اعلام نمودند، نتایج آن ها تقریباً با نتایج مطالعه حاضر، هم خوانی داشت (۶۲). مقادیر pH عصاره چای ترش در مطالعه حاضر برابر با ۵/۱۳ بوده است. Nguyen و همکاران (۲۰۲۰) نیز مقادیر pH عصاره چای ترش را ۴/۲۰ اعلام نمودند، نتایج آن ها کمتر از مطالعه حاضر می باشد (۶۴). مقادیر فیبر عصاره چای ترش در مطالعه حاضر برابر با ۳۷/۰۲٪ بوده است. Sonia و همکاران (۲۰۰۷) نیز مقادیر فیبر عصاره چای ترش را ۳۳/۹۰٪ اعلام نمودند، نتایج آن ها، تقریباً با نتایج مطالعه حاضر، هم خوانی داشت (۷۹). مقادیر ماده خشک عصاره چای ترش در مطالعه حاضر برابر با ۹۰/۲۶٪ بوده است. El-Baily و همکاران (۲۰۱۶) نیز مقادیر ماده خشک عصاره چای ترش را ۸۹/۲۰٪ اعلام نمودند، نتایج آن ها، با نتایج مطالعه حاضر، هم خوانی داشت (۲۸).

۲ و ۲- دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) یک رادیکال پایدار است، که حداکثر جذب آن در ۵۱۵ نانومتر است و می تواند به سرعت با یک آنتی اکسیدان احیاء شود. این روش استفاده گسترده ای در اندازه گیری میزان مهارکنندگی رادیکال آزاد ترکیبات مختلف دارد (۱۶). ترکیبات آنتی اکسیدانی نقش مهمی در دفاع از بدن علیه رادیکال های آزاد ایفا می کنند که این عمل را با استفاده از خنثی سازی یا مهار مولکولهای اکسید شده و حفظ تعادل اکسایش- کاهش انجام می دهند. هر دو نوع آنتی اکسیدان های طبیعی و سنتزی می توانند بدین منظور در غذاها مورد استفاده قرار بگیرند (۳۷). بر اساس نتایج، میزان فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH برابر با ۹۵/۲۰ بوده است. Maciel و همکاران (۲۰۱۸) مقادیر فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH عصاره چای ترش (برزیل) را ما بین ۶۲-۶۸٪ اعلام نمودند (۵۰). Peredo Pozos و همکاران (۲۰۲۰) مقادیر فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH عصاره چای ترش را ما بین ۷۵/۴۸٪ اعلام نمودند (۶۷)، مقادیر خاصیت آنتی اکسیدانی در مطالعه حاضر بالاتر از مطالعات مذکور می باشد. مطالعات گزارش کرده اند که عصاره چای ترش غنی از ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها (شامل آنتوسیانین ها)، اسیدهای فنولیک و اسیدهای آلی می باشد که مقادیر خاصیت آنتی کسیدانی هم در شرایط *in vitro* و هم *in vivo* به مقادیر این ترکیبات مرتبط است (۴۸، ۵۰، ۶۷).

جدول ۳- خواص فیزیکوشیمیایی عصاره چای ترش

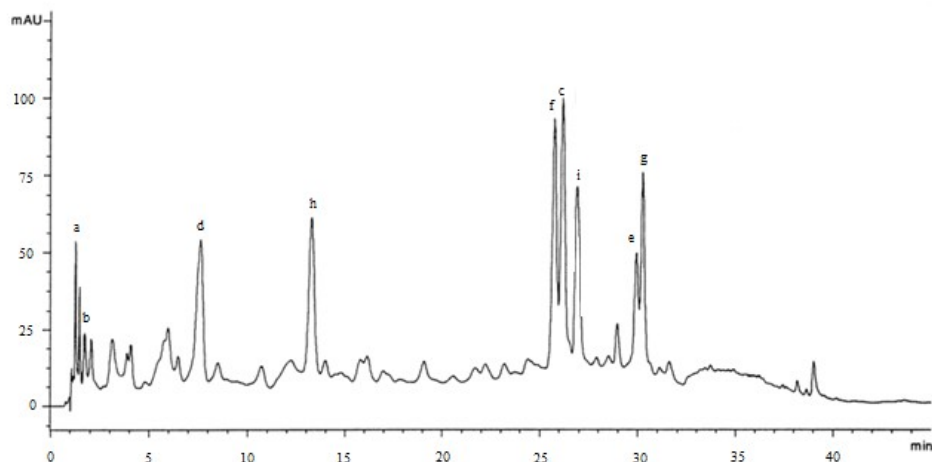
عنوان	مقدار
آنتوسیانین (%)	۱۴/۲۸±۳/۰۱
ویتامین (C) (گرم/ صد گرم)	۶۱/۴۹±۰/۹۸
ترکیبات فنلی (mg/ml)	۱۹۴/۶۴±۰/۹۲
اسید فولیک (μg/ 100g)	۲۶۱/۹۰±۰/۳۲
DPPH (%)	۹۵/۲۰±۰/۱۶
آهن (میلی گرم/ صد گرم)	۵/۷۸±۰/۳۵
بریکس	۶۴/۰۰±۱/۰۰
pH	۵/۱۳±۰/۷۰
فیبر (%)	۳۷/۰۲±۲/۰۰
ماده خشک	۹۰/۲۶±۸/۲۲

### ۳-۳- ترکیبات فلاونوئیدی عصاره چای ترش

فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به مقدار و نوع پلی‌فنول موجود در آن بستگی دارد که همبستگی مثبتی بین محتوای فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارد (۱۶). ترکیبات بسیار متنوعی در عصاره چای ترش با خواص بیولوژیکی شناسایی شده است. ذکر شده است که فلاونوئیدها گروه آنتی‌اکسیدانی اصلی هستند. نتایج ترکیبات فلاونوئیدی عصاره کاسبرگ چای‌ترش در جدول ۴ و شکل ۱ به نمایش در آمده است. بیشترین مقادیر ترکیبات فنلی به ترتیب مربوط به روتین برابر با ۶۱۵/۴۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک، کمپفرول-۳-روتینوزید برابر با ۶۰۱/۱۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک، کمپفرول-۳-گلوکوزید برابر با ۴۶۳/۲۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک، کوئرستین برابر با ۴۵۰/۳۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک، کریپت کلورژنیک اسید برابر با ۳۶۶/۲۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک و کلورژنیک اسید برابر با ۳۵۵/۰۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک بوده است. در تحقیق Adadi و Kanwugu (۲۰۲۰) میزان ترکیبات پلی‌فنولیک موجود در عصاره چای ترش از این قرار بود؛ مقدار کلورژنیک اسید (۱۹۲۳/۷۲)، کوئرستین-۳-سامبویزویید (۳۰۴/۰۲)، کمپفرول-۳-روتینوزید (۹۱/۸۶)، و کوئرستین (۱۲۱/۲۴)

میلی گرم بر گرم ماده خشک گزارش گردید که با توجه به جدول شماره ۴ به جز کلورژنیک اسید دیگر مقادیر به دست آمده در مطالعه حاضر بالاتر از مطالعه آنها بود. Singh و همکاران در سال ۲۰۲۱ ترکیبات پلی‌فنولیک موجود در عصاره چای ترش را مورد بررسی قرار دادند که طبق نتایج آن‌ها مقادیر کوئرستین و روتین به ترتیب ۱۴۴/۹۱ و ۴۹۲/۴۸ میکروگرم بر گرم به دست آوردند. در تحقیقی دیگر Izquierdo-Vega و همکاران (۲۰۲۰) میزان ترکیبات پلی‌فنولیک موجود در عصاره چای ترش از این قرار بود؛ کلورژنیک اسید (۱۹۲۳/۷۲)، کوئرستین (۱۲۱/۲۴) و کوئرستین-۳-سامبویزویید (۳۰۴/۰۲) میلی گرم بر گرم ماده خشک که به جز مقدار کلورژنیک اسید دیگر موارد مقدار کمتری نسبت به تحقیق حاضر داشتند. عوامل متعددی می‌تواند بر میزان ترکیبات فلاونوئیدی تأثیرگذار باشد مانند، مراحل آماده‌سازی گیاه (نحوه خشک کردن، زمان و دمای عصاره‌گیری)، نمونه گیاهی (نوع گونه، جمعیت، اندام مورد استفاده، مرحله نمو)، شرایط محیطی گیاه (ساختار خاک، شرایط اقلیمی، تنش‌ها) و روش‌های سنجش ترکیبات فلاونوئیدی (۵۸) همچنین تفاوت‌های موجود از نظر ارتفاع منطقه رویش، تغییرات دمای شبانه روزی محیط، تغییر شدت تابش پرتوهای خورشیدی و

میزان بارندگی سالانه می تواند از علل تفاوت مشاهده شده در مقادیر ترکیبات فلاونوئیدی در مطالعه حاضر با مطالعات مذکور باشد (۷۰).



شکل ۱- نمودار کروماتوگرام ترکیبات فلاونوئیدی موجود در عصاره چای ترش.

جدول ۴- ترکیبات فلاونوئیدی موجود در عصاره چای ترش (آنالیز شده به روش HPLC).

مقادیر (میکروگرم بر گرم ماده خشک)	ترکیبات فلاونوئیدی
۳۴۸/۳۰±۹/۵۰	نئوکلورژنیک اسید <sup>۱</sup>
۳۵۵/۰۰±۴/۲۶	کلورژنیک اسید <sup>۲</sup>
۳۶۶/۲۰±۶/۹۹	کریپت کلورژنیک اسید <sup>۳</sup>
۶۱۵/۴۰±۱۰/۶۰	روتین <sup>۴</sup>
۴۵۰/۳۰±۶/۴۵	ایزو کوئرستین <sup>۵</sup>
۶۰۱/۱۰±۹/۹۴	کمپفرول-۳-روتینوزید <sup>۶</sup>
۴۶۳/۲۰±۸/۷۷	کمپفرول-۳-گلوکوزید <sup>۷</sup>
۳۰۶/۳۰±۸/۵۷	کوئرستین-۳-سامبوزید <sup>۸</sup>
۲۸۸/۲۰±۴/۵۹	کمپفرول <sup>۹</sup>

۳-۴- پارامترهای کیفی باستیل تولید شده با پکتین و عصاره چای ترش

- 1- Neochlorogenic Acid
- 2- Chlorogenic Acid
- 3- Cryptochlorogenic Acid
- 4- Rutin
- 5- Isoquercitin
- 6- Kaempferol-3-o-rutinoside
- 7- Kaempferol-3-o-glucoside
- 8- Quercetin-3-sambubioside
- 9- Kaempferol

و آرد کنجاک بر کیفیت نوشیدنی‌های زله‌ای پرداختند که در نتایج آن‌ها میزان ویتامین ث مقدار کمتری نسبت به تحقیق حاضر داشت (۸). طبق نتایج آن‌ها در تیمار ۸۰٪ عصاره چای ترش، میزان ویتامین ث ۲۷/۳۷ میلی‌گرم بر گرم بوده و در تیمار ۲۰٪ میزان ویتامین ث ۲۳/۴۹ می‌باشد. آن‌ها اعلام کردند هرچه عصاره چای ترش کمتر استفاده شود میزان ویتامین ث نیز کمتر است.

میزان ویتامین ث در جدول شماره ۵ نشان داده شده است طبق نتایج جدول شماره ۵ مقدار ویتامین ث از ۳۰/۱۹ تا ۷۱/۲۰ (میلی‌گرم بر گرم) در تیمارهای مختلف به دست آمد. این داده‌ها بیانگر این است که با افزایش غلظت عصاره چای ترش و پکتین استخراجی چای ترش میزان ویتامین ث هم افزایش پیدا می‌کند. Agnes و همکاران در سال ۲۰۲۰ به بررسی اثرات مقایسه ای عصاره چای ترش با پشن فروت

جدول ۵- ویژگی‌های کیفی پاستیل فراوری شده با پکتین و عصاره استخراج شده کاسبرگ چای ترش

						تیمار
T6	T5	T4	T3	T2	T1	آزمون
۳۰/۱۹±۰/۵۵ <sup>d</sup>	۷۱/۲۰±۰/۲۸ <sup>a</sup>	۵۳/۷۷±۰/۶۸ <sup>c</sup>	۶۶/۰۲±۰/۷۹ <sup>b</sup>	۵۰/۴۳±۰/۷۲ <sup>c</sup>	۳۱/۹۹±۰/۶۵ <sup>d</sup>	ویتامین ث (میلی‌گرم بر گرم)
۰/۱۴±۰/۰۱ <sup>d</sup>	۱/۸۹±۰/۲۹ <sup>a</sup>	۱/۰۰±۰/۰۴ <sup>c</sup>	۱/۴۴±۰/۲۱ <sup>b</sup>	۰/۷۸±۰/۱۲ <sup>c</sup>	۰/۱۶۵±۰/۰۱ <sup>d</sup>	آنتوسیانین (درصد)
۱۳/۳۶±۰/۷۲ <sup>c</sup>	۱۵/۴۱±۰/۷۴ <sup>a</sup>	۱۱/۸۰±۰/۹۱ <sup>d</sup>	۱۴/۷۸±۰/۳۵ <sup>b</sup>	۱۱/۸۴±۰/۳۵ <sup>d</sup>	۱۱/۲۲±۰/۷۸ <sup>d</sup>	فنل تام (میلی‌گرم بر گرم)
۴۵۵/۵۰±۰/۵۵ <sup>c</sup>	۵۳۹/۶۶±۸/۶۷ <sup>a</sup>	۵۰۴/۰۱±۰/۷۱ <sup>b</sup>	۵۳۹/۸۴±۰/۷۶۹ <sup>a</sup>	۴۷۶/۶۴±۰/۷۱ <sup>c</sup>	۴۶۴/۱۲±۰/۶۵ <sup>d</sup>	FRAP (mmol/g)
۸۷/۵۲±۰/۶۰ <sup>d</sup>	۹۵/۴۹±۱/۵۵ <sup>a</sup>	۹۰/۲۰±۰/۶۴ <sup>cd</sup>	۹۳/۱۸±۰/۷۹ <sup>b</sup>	۸۸/۳۰±۰/۷۲ <sup>d</sup>	۹۱/۲۱±۰/۶۶ <sup>cd</sup>	DPPH (%)
۸۹/۰۵±۰/۶۰ <sup>a</sup>	۹۰/۰۱±۰/۶۱ <sup>a</sup>	۹۱/۲۴±۰/۶۷ <sup>a</sup>	۸۹/۶۴±۰/۸۱ <sup>a</sup>	۹۰/۲۹±۰/۷۳ <sup>a</sup>	۹۰/۶۵±۰/۶۴ <sup>a</sup>	رطوبت (درصد)
۰/۵۶±۰/۰۶ <sup>b</sup>	۰/۵۶±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۶۱۶±۰/۰۲ <sup>c</sup>	۰/۷۳۷±۰/۱۶ <sup>a</sup>	۰/۷۳۷±۰/۱۴ <sup>a</sup>	۰/۶۶۶±۰/۰۸ <sup>b</sup>	فعالیت آبی (درصد)
۷/۴۷±۰/۵۵ <sup>a</sup>	۷/۰۸±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۷/۷۰±۰/۶۸ <sup>a</sup>	۷/۸۴±۰/۷۹ <sup>a</sup>	۷/۷۱±۰/۷۱ <sup>a</sup>	۷/۶۲±۰/۶۰ <sup>a</sup>	اسیدیته (درصد)
۸۶/۶۵±۰/۵۵ <sup>d</sup>	۹۶/۰۰±۰/۵۵ <sup>a</sup>	۹۴/۴۸±۰/۶۷ <sup>bc</sup>	۹۶/۳۴±۰/۸۰ <sup>a</sup>	۹۰/۷۵±۰/۷۴ <sup>c</sup>	۸۹/۰۱±۰/۶۶ <sup>c</sup>	آهن (ppm)
۸۶/۵۱±۰/۶۰ <sup>a</sup>	۸۹/۱۰±۰/۷۷ <sup>a</sup>	۸۹/۲۰±۰/۶۹ <sup>a</sup>	۹۱/۱۱±۰/۷۵ <sup>a</sup>	۸۹/۲۵±۰/۷۲ <sup>a</sup>	۹۰/۰۲±۰/۶۵ <sup>a</sup>	بریکس

کاسبرگ، شرایط و منطقه کشت و تیمارها نسبت داد (۳۴). میزان فنل تام با توجه به جدول شماره ۵ در دامنه ۱۱/۲۲ تا ۱۵/۴۱۲ میلی‌گرم بر گرم بیان شده است. در همین راستا El-Latif و همکاران در سال ۲۰۲۲ به بررسی استفاده از برخی منابع گیاهی طبیعی در تولید آبنبات صمغی پرداختند، آن‌ها در نتایج خود میزان فنل تام را در دامنه ۱۳/۱۹ تا ۲۶/۰۹ میلی‌گرم بر گرم گزارش کردند (۲۹)، که کمی

میزان آنتوسیانین با توجه به جدول شماره ۵ و در تیمارهای مختلف از ۰/۱۴ تا ۱/۸۹ درصد متغیر بوده است. Moura و همکاران در سال ۲۰۱۹ میزان آنتوسیانین در آبنبات زله ای را در دامنه ۰/۱۴ تا ۰/۲۱ درصد گزارش کرده اند که مقادیر آنتوسیانین کمی پایین تر از تحقیق حاضر بوده است (۵۸). این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از عدم تشابه در میزان رسیدگی

میزان رطوبت را درنوشیدنی چای ترش در دامنه ۸۹/۷۱ تا ۹۱/۰۵ اعلام کردند (۶). میزان aw با توجه به جدول شماره ۵ بیان شده است. در تحقیق مشابهی Moura و همکاران (۲۰۱۹) میزان رطوبت در آبنبات ژله‌ای را در بازه ۰/۶۶۵ تا ۰/۶۷ اعلام کردند (۵۸). میزان اسیدیته با توجه به جدول شماره ۵ در بازه ۷/۰۸ تا ۷/۸۴ درصد بوده است. در همین راستا Manjula و همکاران (۲۰۱۸) میزان اسیدیته پیگمینت‌های روسل برای رنگ خوراکی را ۷/۶۵ تا ۸/۳۳ درصد اعلام کردند (۵۲). میزان آهن در جدول شماره ۵ در تیمارهای مختلف آورده شده، با توجه به جدول میزان آهن با افزایش درصد عصاره در تیمارهای مختلف بالا رفت. در همین راستا Arslaner و همکاران در سال ۲۰۲۰ به بررسی اضافه کردن مارمالاد چای ترش بر روی خواص کیفی و مواد معدنی و خواص آنتی‌اکسیدانی ماست پرداختند، آن‌ها نیز در تحقیق خود اعلام کردند که اضافه کردن مارمالاد چای ترش به طور معناداری بر روی افزایش مقدار آهن تاثیر داشت (۱۴). میزان بریکس در تیمارهای مختلف پاستیل با توجه به جدول شماره ۵ در دامنه ۸۶ تا ۹۰ بوده است. Moura و همکاران (۲۰۱۹) میزان بریکس آبنبات ژله ای را در دامنه ۸۲ تا ۸۴ گزارش کردند (۵۸).

### ۳-۵- پارامترهای رنگ سنجی پاستیل

نتایج به دست آمده در مورد شاخص‌های رنگ سنجی تیمارهای پاستیل فراوری شده با عصاره و پکتین چای ترش و پکتین تجاری در جدول ۶ به نمایش در آمده است.

بیشتر از مقادیر تحقیق حاضر بود که این تفاوت را می‌توان به میزان رسیدگی کاسبرگ‌های چای ترش نسبت داد. میزان ترکیبات فنلی به طول دوره رشد و رسیدگی کاسبرگ بستگی دارد، بنابراین میزان فنل تام در کاسبرگ‌هایی که رسیده‌تر هستند افزایش می‌یابد (۷۸). میزان FRAP در جدول شماره ۵ در تیمارهای مختلف آورده شده است که در تیمارهای حاوی ۰/۴٪ عصاره در مقایسه با تیمار شاهد و حاوی ۰/۲٪ عصاره بالاترین میزان قدرت احیاکنندگی را داشتند. Adeoye و همکاران در سال ۲۰۱۹ به بررسی ترکیبات مغذی و ویژگی‌های حسی آب نبات چای ترش پرداختند، آن‌ها در نتایج خود اعلام کردند که با افزایش درصد عصاره در آب نبات قدرت احیاکنندگی آهن نیز بالا می‌رود (۷). میزان DPPH با توجه به جدول شماره ۵ در بازه ۸۵/۵۲ تا ۹۵/۴۹ درصد گزارش شده است. Cedeno-pinos و همکاران در سال ۲۰۲۰ به بررسی عصاره رزماری به عنوان آنتی‌اکسیدان در آب نبات شیرین شده با استویا پرداختند، آن‌ها در نتایج خود میزان DPPH را در بازه ۵۳/۹۷ تا ۵۹/۹۸ بیان کردند (۱۹)، که پایین‌تر از تحقیق حاضر بود، دلیل این تفاوت را نمی‌توان با میزان رسیدگی کاسبرگ مرتبط دانست زیرا میزان DPPH به بالغ شدن کاسبرگ گل بستگی دارد. علاوه بر این فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شده در عصاره ها در طول فرایند رسیدن افزایش می‌یابد همچنین محتوای فنلی به فعالیت آنتی‌اکسیدانی در کاسبرگ کمک می‌کند (۷۸). میزان رطوبت با توجه به جدول شماره ۵ بین ۸۹/۰۵ تا ۹۱/۲۴ می‌باشد. Kanwugu و Adadi در سال ۲۰۲۰

جدول ۶- آزمون رنگ سنجی تیمارهای فراوری شده پاستیل.

						تیمار
T6	T5	T4	T3	T2	T1	شاخص
۷/۲۱±۰/۴۵ <sup>c</sup>	۷/۸۷±۰/۷۸ <sup>c</sup>	۹/۹۸±۰/۳۳ <sup>b</sup>	۱۱/۰۵±۰/۴۹ <sup>a</sup>	۱۱/۹۴±۰/۷۹ <sup>a</sup>	۷/۷۷±۰/۵۶ <sup>c</sup>	L
۴/۹۰±۰/۲۴ <sup>d</sup>	۴۰/۳۶±۱/۰۲ <sup>a</sup>	۲۷/۲۶±۰/۴۹ <sup>c</sup>	۳۴/۸۹±۰/۸۶ <sup>b</sup>	۲۲/۰۳±۰/۵۱ <sup>b</sup>	۴/۸۸±۰/۳۰ <sup>d</sup>	a
۴۵/۳۴±۰/۸۳ <sup>a</sup>	۱۲/۵۲±۰/۳۹ <sup>c</sup>	۱۳/۹۰±۰/۷۹ <sup>b</sup>	۱۲/۲۳±۰/۸۶ <sup>c</sup>	۱۳/۹۷±۰/۳۲ <sup>b</sup>	۴۴/۰۵±۱/۰۳ <sup>a</sup>	b

افزایش میزان عصاره انار مقادیر L کاهش و a افزایش پیدا کرد (۲۰). با افزایش درصد عصاره مقدار شاخص رنگی \*b\* زیادتر شد یعنی رنگ آبی افزایش پیدا کرد که با نتایج Hani و همکاران (۲۰۱۹) که به بررسی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی نوشیدنی میکس چای ترش و کلم قرمز پرداختند. آن‌ها در نتایج خود نیز اعلام کردند که با افزودن غلظت بالاتر عصاره کلم قرمز و چای ترش در فرمولاسیون، شاخص رنگی b افزایش پیدا کرد و رنگ مایل به آبی در نمونه‌ها ایجاد شد (۳۵).

### ۳-۶- بررسی‌های میکروبی پاستیل

نتایج آزمون میکروبی تیمارهای پاستیل فراوری شده با پکتین تجاری و پکتین و عصاره استخراجی از چای ترش در جدول ۷ ثبت شده است.

شاخص رنگی \*L\* نماد روشنایی (سیاه تا سفید) را نشان می‌دهد به طوری که هرچه L بیشتر باشد پاستیل روشن‌تر است. با توجه به نتایج جدول شماره ۶ شاخص رنگی L روند کاهش و افزایشی داشته است. با افزایش میزان جایگزینی عصاره و پکتین چای ترش میزان روشنایی (L) کاهش پیدا کرد. شاخص رنگی \*a\* (رنگ قرمز تندتر) نسبت به تیمارهای با درصد عصاره کمتر افزایش پیدا کرد. هر چه pH کمتر باشد، آنتوسیانین‌ها پایدارتر می‌شوند و بهبود رنگ پاستیل را می‌توان به اثر آنتی‌اکسیدانی آنتوسیانین عصاره و پکتین چای ترش نسبت داد (۵۸). Cano-Lamadrid و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی پارامترهای کیفی آبنبات ژله ای بر پایه انار پرداختند، آن‌ها نیز در گزارش خود اعلام کردند که با

جدول ۷- آزمون میکروبی تیمارهای مختلف پاستیل

						تیمار
T6	T5	T4	T3	T2	T1	آزمون
۳/۸۱±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۲/۳۰±۰/۳۲ <sup>c</sup>	۳/۱۹±۰/۰۷ <sup>b</sup>	۲/۸۴±۰/۰۹ <sup>c</sup>	۳/۲۹±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۳/۸۰±۰/۰۹ <sup>a</sup>	Total CFU (*10 <sup>-3</sup> )

توسط Bariyyah و همکاران در سال ۲۰۲۰ بود آن‌ها اثر آنتی باکتریال عصاره چای ترش را بر خصوصیات خون شناسی ماهی کپور مورد بررسی قرار دادند که طبق نتایج آن‌ها با افزایش میزان عصاره چای ترش فعالیت ضد

نتایج میکروبی تیمارها نشان داد که از نظر شاخص سلامت و بهداشتی، محصولات ایمن هستند. با توجه به جدول شماره ۷ با افزایش میزان عصاره چای ترش فعالیت ضد میکروبی نیز افزایش می‌یابد که مشابه نتایج گزارش شده

سپونین ها، استروئیدها و تری ترینوئیدها می باشند که قادرند به دیواره سلولی باکتری ها آسیب بزنند و شرایط سیتوپلاسمی آن ها را تغییر می دهند (۲۶). تغییر شرایط سیتوپلاسمی و صدمه به دیواره سلولی موجب بیرون ریختن مواد داخل سلولی و مرگ متابولیک باکتری می شود (۱۵).

### ۷-۳- بررسی بافت نمونه های پاستیل

جدول ۸ نتایج شاخص های بافت سنجی تیمارهای مختلف پاستیل فراوری شده با پکتین تجاری، پکتین و عصاره استخراجی از چای ترش را نشان می دهد.

باکتریایی نیز بیشتر می شود (۱۷). عصاره چای ترش توانایی جلوگیری از رشد باکتری ها را دارد که دلیل آن وجود اسیدهای ارگانیک، آنتوسیانین، پلی ساکاریدها و فلاونوئیدها در ترکیب آن می باشد (۲۷). نتایج Bariyyah و همکاران (۲۰۲۰) در خصوص خاصیت ضد میکروبی عصاره چای ترش در توافق با این تحقیق بود (۱۷). ترکیبات فنولیک قادرند ساختارهای مشخصی در دیواره سلولی باکتری ها را تغییر داده و با داشتن گروه عاملی هیدروکسیل در ترکیب خود فعالیت هیدروکسیلاسیون را افزایش داده و در نتیجه فعالیت آنتی میکروبی بیشتر می شود (۲۲). دیگر ترکیبات موجود در عصاره چای ترش آلکالوئیدها،

جدول ۸- بافت سنجی TPA تیمارهای مختلف پاستیل.

						تیمار
T6	T5	T4	T3	T2	T1	آزمون
۱۴۸/۴۲±۰/۴۵ <sup>b</sup>	۱۵۹/۸۸±۲/۳۰ <sup>a</sup>	۱۵۷/۱۷±۱/۴۰ <sup>ab</sup>	۱۴۲/۷۴±۲/۴۱ <sup>c</sup>	۱۴۲/۷۹±۰/۸۲ <sup>c</sup>	۱۵۵/۵۵±۲/۱۵ <sup>b</sup>	سفتی (گرم)
۱۹/۱۹±۰/۲۴ <sup>a</sup>	۱۹/۱۰±۰/۸۱ <sup>a</sup>	۱۸/۱۲±۰/۱۵ <sup>a</sup>	۲۱/۸۳±۰/۹۰ <sup>a</sup>	۲۱/۷۷±۰/۳۶ <sup>a</sup>	۱۹/۲۱±۰/۴۸ <sup>a</sup>	انسجام (گرم)
۰/۹۱±۰/۲۰ <sup>b</sup>	۰/۷۷±۰/۲۰ <sup>c</sup>	۰/۶۸±۰/۰۰ <sup>d</sup>	۰/۹۹±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۱/۱۹±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۸۰±۰/۰۱ <sup>bc</sup>	انعطاف پذیری
۰/۴۶±۰/۰۹ <sup>ab</sup>	۰/۳۲±۰/۰۶ <sup>c</sup>	۰/۳۷±۰/۳۷ <sup>b</sup>	۰/۵۷±۰/۰۵ <sup>a</sup>	۰/۵۸±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۳۹±۰/۰۳ <sup>b</sup>	چسبندگی (گرم/ ثانیه)

چسبندگی<sup>۴</sup>: به معنای مقدار نیروی لازم برای غلبه بر نیروی جاذبه بین سطح پروب و نمونه، در نتیجه این پارامتر می تواند میزان چسبندگی مواد غذایی را روی دندانها پیش بینی کند (۵۴).

با توجه به جدول شماره ۸ میزان سفتی با افزایش غلظت جایگزینی عصاره و پکتین افزایش یافت. بالاترین میزان سفتی در تیمار ۵ مشاهده شد. نتایج سفتی با نتایج Moura و همکاران (۲۰۱۸) همخوانی داشت. به دلیل خاصیت آبدوستی و گروه های قطبی پکتین مقدار زیادی آب درگیر می شود و ژل چسبناکی تولید می کند که ویژگی های خود

سفتی<sup>۱</sup>: به معنای حداکثر نیروی مورد نیاز برای فشرده کردن کردن یک ماده غذایی بین دندانها است (۲۹).

انسجام<sup>۲</sup>: به معنای انسجام غذا یا استحکام پیوندهای داخلی که غذا را می سازد و میزان خاصیت ارتجاعی آن پیش از پاره شدن اشاره دارد (۲۹).

انعطاف پذیری<sup>۳</sup>: به معنای انعطاف پذیری برای این که یک نمونه چقدر سریع و با قدرت از تغییر شکل به حالت اولیه بر می گردد (۲۹).

- 1- Firmness
- 2- Cohesiveness
- 3- Resilience

را حتی در دمای نزدیک ۱۰۰ درجه سانتیگراد حفظ می‌کند (۵۸).

با توجه به نتایج جدول شماره ۸ میزان انسجام در همه نمونه‌ها اختلاف معنی داری نداشتند. لازم به ذکر است که انسجام نشان دهنده قدرت بر هم کنش‌های بین مولکولی است (۵۷). نتایج چسبندگی نشان داد که با افزایش غلظت عصاره و پکتین، میزان چسبندگی نسبت به نمونه شاهد

کاهش یافته است که این نتایج با تحقیق Mirzaei, Rajaei و Moghaddam, ۲۰۲۰ همخوانی داشت (۵۷).

### ۳-۸- ارزیابی حسی نمونه های پاستیل

نتایج به دست آمده در مورد ویژگی‌های حسی تیمارهای فراسودمند فرموله شده با عصاره چای ترش و پکتین تجاری در جدول ۹ نمایش داده شده است.

جدول ۹- ارزیابی حسی تیمارهای پاستیل فراسودمند.

						تیمار
T6	T5	T4	T3	T2	T1	آزمون
۱/۷	۴/۶	۴/۵	۳/۸	۳	۱/۶	رنگ
۱/۳	۳/۴	۳/۶	۳/۱	۲/۶	۱	طعم
۴/۵	۴/۱	۴	۴/۱	۳/۸	۴/۱	چسبندگی
۴/۵	۴/۳	۴/۶	۴/۶	۴/۱	۴/۵	جویدن
۳/۶	۴/۶	۴	۳/۸	۳/۵	۳/۳	پذیرش کلی

با توجه به جدول شماره ۹ با افزایش درصد عصاره و پکتین چای ترش میزان امتیاز شرکت کنندگان برای پارامتر رنگ، چسبندگی، جویدن و پذیرش کلی بالاتر رفته است. در تحقیقی مشابه Agnes و همکاران در سال ۲۰۲۱ اثر گلبرگ های چای ترش به همراه پشن فروت (*Passiflora edulis*) بر نوشیدنی های ژله ای مورد بررسی قرار دادند (۸) که نتایج ارزیابی حسی آن ها نشان داد امتیاز رنگ با افزایش جایگزینی عصاره چای ترش (۵/۷۴۴) بالاترین امتیاز را داشت که دلیل آن وجود آنتوسیانین در عصاره چای ترش و ایجاد رنگ قرمز در محصول بود، که این نتیجه با نتایج به دست آمده در این تحقیق در هماهنگی است. در تحقیقی دیگر به شکل مشابه Adeoye و همکاران (۲۰۱۹) خواص حسی و تغذیه ای آب نبات تهیه شده از عصاره چای ترش را مورد بررسی قرار

دادند که نتایج آن ها نشان داد بهترین امتیاز عطر، طعم، شیرینی و پذیرش کلی در تیمار ۱۰٪ نسبت به تیمار ۵٪ عصاره ثبت گردید که این نتایج نیز در هماهنگی با تحقیق حاضر بود (۷). همچنین Sara و Awad Amira (۲۰۱۹) خواص عصاره چغندر قرمز (لبو) (*Beta vulgaris L.*) و چای ترش (*H. sabdariffa*) را در تولید ژله خوراکی مورد بررسی قرار دادند (۷۳) که نتایج آنها در بین ۳ سطح جایگزینی عصاره چای ترش (۲۰٪، ۵۰٪ و ۷۵٪) در مورد طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی بالاترین مقدار را در تیمارهای ۲۵٪ و ۵۰٪ عصاره چای ترش نشان داد، بنابراین مشابه نتایج این تحقیق میتوان نتیجه گرفت عصاره کاسبرگ چای ترش میتواند شاخص های حسی را بهبود بخشیده و از لحاظ تغذیه ای محصولی غنی از مواد مغذی تولید می کند.



6. Adadi P, Kanwugu O. N. Potential application of *tetrapleura tetraptera* and *hibiscus sabdariffa (malvaceae)* in designing highly flavoured and bioactive pito with functional properties. *Beverages*. 2020; 6(2): 22.
7. Adeoye B. K, Ngozi E. O, Ajuzie N. C, Ani I. F, Akinlade A. R, Okunola T. L. Nutrient Composition and Sensory Qualities of *Hibiscus Sabdariffa* (Sorrel) Candy. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 2019; 13 (6): 51-55.
8. Agnes T, Suhaidi I, Yusraini E. Effect of comparison of roselle flower petals extract with passion fruit juice and konjac flour concentration on the quality of jelly drinks. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 782 (3):032072.
9. Akhbari M, Haeri M, Babaei M. Evaluation of anthocyanin level and cytotoxicity activity in different extracts of plant skin (*Solanummelongena L.*). *Journal of Qom University of Medical Sciences*. 2014; 8(3): 11-17.
10. Amamcharla J. K, Metzger L. E. Modification of the ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay to determine the susceptibility of raw milk to oxidation. *International Dairy Journal*. 2014; 34(2): 177-179.
11. Amlashi H. A, Madani H, Sonboli A, Khaghani S, Ramezani M. Volatile composition of the leaves and calyces essential oil of roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) from Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2020; 23(4): 743-755.
12. AOAC International, 2005. Official methods of analysis of AOAC International. *AOAC International*.
13. Apaliyaa M. T, Kwaw E, Mahunu G. K, Osei-Kwarteng M, Osaie R, Azirigo M. Nutritional properties and feeding values of *Hibiscus sabdariffa* and their products. In *Roselle (Hibiscus sabdariffa)*. 2021; 137-154.
14. Arslaner A, Salik M. A, Bakirci İ. The effects of adding *Hibiscus sabdariffa L.* flowers marmalade on some quality properties, mineral content and antioxidant activities of yogurt. *Journal Food Science Technology*. 2021;58: 223-233.
15. Ayu P, Devi C, Zubaidah E, Sriherfyna F. H. Physical-chemistry characteristics and antibacterial activity of Bilimbi (*Averrhoa*

#### ۴- نتیجه گیری

طبق نتایج حاصل از ترکیبات بیوشیمیایی و فلاونوئیدی موجود در عصاره چای ترش میتوان نتیجه گرفت این گیاه پتانسیل بالایی جهت جایگزین به عنوان یک افزودنی طبیعی با مشتقات سنتزی را دارا است، به طوریکه میتوان از آن به عنوان یک عامل رنگ دهنده طبیعی و نگهدارنده در مواد غذایی استفاده کرد. نتایج به دست آمده نشان داد تیمارهای پاستیل دارای پکتین و ترکیبات زیست فعال موجود در عصاره چای ترش نسبت به تیمار دارای پکتین تجاری خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و حسی بهتری داشته، همچنین برترین تیمار در این مطالعه تیمار T5 با ۶ گرم پکتین استخراجی و ۴٪ عصاره معرفی گردید.

#### ۵- منابع

۱. حیدری، ا، وردست م، یگانه زارع س، افرنگ ن، فهیمی س. اندازه گیری و مقایسه مقدار اسیدفولیک در آردهای غنی شده و نان به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) در شهر ارومیه. *مجله مطالعات علوم پزشکی*. ۱۳۹۵؛ ۲۷(۳): ۱۹۷-۱۸۷.
۲. رنجبر ن، حیدری ر، جامعی ر. بررسی و ارزیابی میزان ترکیبات اسیدهای فنولی و پلی فنولیک چند رقم فلفل (*capsicum annuum L.*) با روش کروماتوگرافی بالا. *فصلنامه علمی- پژوهشی بیولوژی کاربردی*. ۱۳۹۶؛ ۲۷(۲): ۲۳-۳۰.
۳. عرب سرخچی ف، صفاییان ش، سلیمی ل. مقایسه خاصیت آنتی اکسیدانی پاستیل غنی سازی شده با جلبک *chrorella vulgaris* با پاستیل معمولی. *مجله پژوهش علوم و فنون دریایی*. ۱۳۹۶؛ ۱۲(۱): ۶۴-۷۱.
۴. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۸. شماره ۲۶۸۲، چاپ دوم.
5. Abedi A, Zabihzadeh M, Hoseini H, Eskandari S, Ferdosi R. Measurement of lead, cadmium, iron and zinc metals in meat products offered in Tehran. *Iranian Journal of Food Science and Technology*. 2018; 13(3): 93-102.

- assay for the determination of bovine and porcine gelatin in processed foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009; 57(5): 1721-1726.
26. Dzulkarnain B. D, Sundari A. Antibacterial medicinal plants in Indonesia. *Cermin Dunia Kedokteran*. 1996; 110: 35-48.
27. Eggenesperger H, Wilker M. Hibiscus-Extrakt: Ein hautverträglicher Wirkstoffkomplex aus AHA's und polysacchariden. Teil 1. *Parfümerie und Kosmetik*. 1996; 77(9):522-523.
28. El-Baily A. R. Chemical, microbiological and sensory evaluation of probiotics beverages prepared with permeate and rosella. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Science*. 2016; 5(1): 802-811.
29. El- Latif M, Hanan A, Abd El A, Azza A, Kamal E. Utilization of some natural plants sources in producing new product (gummy jelly candy). A. Utilization of some natural plants sources in producing new product (gummy jelly candy). *International Journal of Family Studies, Food Science and Nutrition Health*. 2022; 3(2): 40-63.
30. El Sherif F, Khatlab S, Ghoname E, Salem N, Radwan K. Effect of gamma irradiation on enhancement of some economic traits and molecular changes in *Hibiscus sabdariffa L.* *Life Science Journal*. 2011; 8(3): 220-229.
31. Girma E, Worku T. Extraction and characterization of pectin from selected fruit peel waste. *International Journal of Scientific and Research Publications*. 2016; 6(2):447-454.
32. Gonzalez-Palomares S, Estarrón-Espinosa M, Gómez-Leyva J. F, Andrade-González I. Effect of the temperature on the spray drying of roselle extracts (*Hibiscus sabdariffa L.*). *Plant foods for human nutrition*. 2009; 64(1): 62-67.
33. Hagr T, Adam I. Phytochemical analysis, antibacterial and antioxidant activities of essential Oil from *hibiscus sabdariffa (L)* Seeds, (*Sudanese Karkadi*). *Progress in Chemical and Biochemical Research*. 2020; 3(3): 194-201.
34. Halim Y, Evelyne C, Rosa D, Ramli S. Development of Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) Calyx Jelly Candy. Caraka Tani: *Journal of Sustainable Agriculture*. 2022; 37 (2): 357-372.
35. Hani M., Zaiton H, Faridah H, Norlelawati. Physico-chemical properties and sensory acceptance of mixed drinks of red *bilimbi L.*) leaves extract. *Food Journal Agroind*. 2016; 4(1): 400-409.
16. Bahrami Feridoni S, Khademi Shurmasti D. Effect of the nanoencapsulated sour tea (*Hibiscus sabdariffa L.*) extract with carboxymethylcellulose on quality and shelf life of chicken nugget. *Food Science Nutr*. 2020; 8:3704–3715.
17. Bariyyah S. K, Prajitno A, Yuniarti A. Utilization of Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) METHANOL EXTRACT ON HEMATOLOGY OF CARP (*Cyprinus carpio*) INFECTED BY AEROMONAS HYDROPHILA. *The Journal of Fisheries Development*. 2020; 4(1): 51-55.
18. Brand-Williams W, Cuvelier M. E, Berset C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*. 1995; 28(1): 25-30.
19. Cedeño-Pinos C, Martínez-Tomé M, Murcia M. A, Jordán M. J, Bañón S. Assessment of Rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) Extract as Antioxidant in Jelly Candies Made with Fructan Fibres and Stevia. *Antioxidant*. 2020; 9: 1289.
20. Cano-Lamadrid M, Calín-Sánchez Á, Clemente-Villalba J, Hernández F, Carbonell-Barrachina Á. A, Sendra E, Wojdyło A. Quality Parameters and Consumer Acceptance of Jelly Candies Based on Pomegranate Juice “*Mollar de Elche*”. *Foods*. 2020; 9: 516.
21. Chan S. Y, Choo W. S, Young D. J, Loh X. J. Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology. *Carbohydrate polymers*. 2017;161: 118-139.
22. Cowan M. M. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*. 1999; 12(4): 564-582.
23. Deli M, Nguimbou R. M, Baudelaire E. N, Yanou N. N, Scher J, Mbofung C. M. Effect of controlled differential sieving processing on micronutrient contents and in vivo antioxidant activities of *Hibiscus sabdariffa L.* calyxes powder. *Food Science and Biotechnology*. 2020; 29(12): 1741-1753.
24. Diener M, Adamcik J, Sánchez-Ferrer A, Jaedig F, Schefer L, Mezzenga R. Primary, secondary, tertiary and quaternary structure levels in linear polysaccharides: From random coil, to single helix to supramolecular assembly. *Biomacromolecules*. 2019;20(4): 1731-1739.
25. Doi H, Watanabe E, Shibata H, Tanabe S. A reliable enzyme linked immunosorbent

- Journal of Food Science*. 2018; 85(15): 125-139.
46. Keyata E. O, Tola Y. B, Bultosa G, Forsido S. F. Proximate, mineral, and anti-nutrient compositions of underutilized plants of Ethiopia: Figl (*Raphanus sativus L.*), Girgir (*Eruca sativa L*) and Karkade (*Hibiscus sabdariffa*): Implications for in-vitro mineral bioavailability. *Food Research International*. 2020;137: 109724.
47. Lauren, P. A. 2021. Pemanfaatan bubuk ekstrak bunga rosella merah (*hibiscus sabdariffa l.*) sebagai pewarna alami pada permen jelly= Utilization of red roselle flower (*hibiscus sabdariffa l.*) extract powder as a natural colorant in jelly candy (*Doctoral dissertation, Universitas Pelita Harapan*).
48. Lin H, Charles A. L, Hsieh C, Lee Y, Ciou J.Y. Antioxidant effects of 14 Chinese traditional medicinal herbs against human low-density lipoprotein oxidation. *Journal Tradit Compl Med*. 2015;5: 51–55.
49. Ma'adanipour M, Sharifi A. Evaluation of physicochemical characteristics of spray dried stevia extract and its application as a substitute for sugar in the production of Aloe Vera jelly. *Journal of Food Science*. 2017; 85(15): 125-139.
50. Maciel L. G, do Carmo M. A. V, Azevedo L, Daguer H, Molognoni L, de Almeida M. M, Rosso N. D. Hibiscus sabdariffa anthocyanin-rich extract: Chemical stability, in vitro antioxidant and antiproliferative activities. *Food and Chemical Toxicology*. 2018; 113: 187–197.
51. Mai H. C, Nguyen T. S. V, Le T. H. N, Nguyen D. C, Bach L. G. Evaluation of Conditions Affecting Properties of Gac (*Momordica Cochinchinensis Spreng*) Oil-Loaded Solid Lipid Nanoparticles (SLNs) Synthesized Using High-Speed Homogenization Process. *Processes*. 2019; 7(2): 90.
52. Manjula G. S, Krishna H. C, Chirag Reddy M, Karan M, Mohan Kumar M. Effect of Storage Temperature on Various Parameters of Extracted Pigment from Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) Calyces for Edible Colour. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sciense*. 2018;7(1): 3382-3390
53. Marak S, Shumilina E, Kaushik N, Falch E, Dikiy A. Effect of Different Drying Methods on the Nutritional Value of *Hibiscus sabdariffa* Calyces as Revealed by NMR Metabolomics. *Molecules*. 2021; 26(6): 1675.
- cabbage (*Brassica oleracea L.*) and roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) extracts. *International Food Research Journal*. 2019; 26(2): 671-677
36. Harati-Farzaghi, M., Sharifi, A. and Estiri, H. 2016. Optimization of the production modified beneficial pastilles from seedless barberry fruit by surface response methodology. *Innovation in food science and technology*. 9(1): 125-137.
37. Hatamnia A. A, Abbaspour N, Darvishzadeh R. Antioxidant activity and phenolic profile of different parts of Bene (*Pistacia atlantica* subsp. kurdica) fruits". *Food Chem*. 2014; 145: 306–311.
38. Ichinose N, Tsuneyoshi T, Kato M, Suzuki T, Ikeda S. Fluorescent high-performance liquid chromatography of folic acid and its derivatives using permanganate as a fluorogenic reagent. *Fresenius' journal of analytical chemistry*. 1993; 346(6): 841-846.
39. Idowu-Adebayo, F., Toohey, M. J., Fogliano, V. and Linnemann, A. R. 2021. Enriching street-vended zobo (*Hibiscus sabdariffa*) drink with turmeric (*Curcuma longa*) to increase its health-supporting properties. *Food & Function*. 12(2): 761-770.
40. Iranian Institute of Standards and Industrial Research. 1992. Method of preparing softened Roselle tea sample and measuring its dry matter. *Microbiology of food and animal feed*. No. 3272.
41. Iranian Institute of Standards and Industrial Research. 2007. Measure the amount of raw Roselle fiber. *Microbiology of food and animal feed*, No. 3394.
42. Iranian Institute of Standards and Industrial Research. 2014. a comprehensive method for the total count of microorganisms at 30 degrees Celsius. *Microbiology of food and animal feed*, No. 5272, first edition.
43. Jafarian S, Mortazavi A, Kenari R. S, Rad A. E. *Total phenolic content & antioxidant activity of roselle (Hibiscus sabdariffa L.) calyces' extracts* (No. RESEARCH). 2014.
44. Kalla, M. L. M., Jong, E. N., Kayem, J. G., Sreekumar, M. M. drying temperature on the antioxidant properties and dietary fiber of red sorrel (*Hibiscus sabdariffa L.*) calyces residues. *Ind. Crop. Prod*. 74:680–688.
45. Kaveh S, Sadeghi M. A, Sarabandi K, Geraeli Z, Ghasemnejad A. Investigation of physicochemical properties of spray dried stevia extract and its application as a sugar substitute in the production of aloe Vera gel.

63. Nguyen M. P. Physicochemical characteristics, viability of starters, total phenolics and antioxidant activities of functional yoghurt supplemented with extracts from *Hylocereus polyrhizus*, *Hibiscus sabdariffa* and *Peristrophe bivalvis*. *Plant Science Today*. 2021; 8(1): 149-154.
64. Nguyen N. Q, Nguyen M. T, Nguyen V. T, Le V. M, Trieu L. H, Le X. T, Hung T. T. The effects of different extraction conditions on the polyphenol, flavonoids components and antioxidant activity of *Polyscias fruticosa* roots. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020; 736( 2): 022067).
65. Nhi T. T. Y, Vu N. D, Quyen N. N, Think P. V, Tho N. T. M, Truc T. T. The effect of malt, pectin, and gelatin concentrations on elasticity, color and sensory evaluation of soursop (*Annona muricata L.*) jelly candy. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020; 991(1): 012013).
66. Parsa-Motlagh B, Yazdani-Biuki R. Investigation of some phytochemical traits of *Hibiscus sabdariffa* under the influence of nutrition and irrigation systems. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 2017; 33(6):928-940.
67. Peredo Pozos G. I, Ruiz-López M. A, Zamora Nátera, J. F, Álvarez Moya C, Barrientos Ramírez L, Reynoso Silva M, Rodríguez Macías R, García-López P. M, González Cruz R, Salcedo Pérez E, Vargas Radillo J. J. Antioxidant Capacity and Antigenotoxic Effect of *Hibiscus sabdariffa L.* Extracts Obtained with Ultrasound-Assisted Extraction Process. *Appl. Science*. 2020; 10:560.
68. Peter E, Susan F, Rumisha Kijakazi O, Mashoto Omary M. S, Minzi Sayoki Mfinanga. Efficacy of standardized extract of *Hibiscus sabdariffa L.* (Malvaceae) in improving iron status of adults in malaria endemic area: A randomized controlled trial. *Journal of Ethnopharmacology*. 2017; 209, 288-293.
67. Rahimi S, Ghahghayi A. Protective effect of aqueous extract of Roselle plant on preventing the accumulation of alpha-lactalbumin protein. *Journal of Plant Research*. 2015; 30(2): 357-366.
68. Saboura A, Ahmadi A, Zeynali A. Parsa M. Comparison Between the Contents of Phenolic and Flavonoid Compounds and Aerial Part Antioxidant Activity in *Scutellaria*
54. Masmoudi M, Besbes S, Blecker C, Attia H. Preparation and characterization of jellies with reduced sugar content from date (*Phoenix dactylifera L.*) and lemon (*Citrus limon L.*) by-products. *Fruits*. 2010; 65 (1): 21- 29.
55. Mellinas C, Ramos M, Jiménez A, Garrigós M. C. Recent trends in the use of pectin from agro-waste residues as a natural-based biopolymer for food packaging applications. *Materials*. 2020; 13(3): 673.
56. Mercado-Mercado G, Blancas-Benitez F. J, Velderrain-Rodríguez G. R, Montalvo-González E, González-Aguilar G. A, Alvarez-Parrilla E, Sáyago-Ayerdi S. G. Bioaccessibility of polyphenols released and associated to dietary fibre in calyces and decoction residues of Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*). *Journal of functional foods*. 2015; 18:171-181.
57. Mirzaee Moghaddam H, Rajaei A. Effect of Pomegranate Seed Oil Encapsulated in Chitosan-capric Acid Nanogels Incorporating Thyme Essential Oil on Physicomechanical and Structural Properties of Jelly Candy. *Journal of Agricultural Machinery*. 2021;11 (1): 55- 70.
58. Moura S. C, Berling C. L, Garcia A. O, Queiroz M. B, Alvim I. D, Hubinger M. D. Release of anthocyanins from the hibiscus extract encapsulated by ionic gelation and application of microparticles in jelly candy. *Food Research International*. 2019;121: 542-552.
59. Mungole A, Chaturvedi A. *Hibiscus sabdariffa L.* a rich source of secondary metabolites. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 2011; 6(1): 83-87.
60. Nateghi L, Ansari S, Shahab Lavasani A. R. Investigation of yield and physicochemical properties of pectin extracted from eggplant peel. *Food Science and Technology*. 2017; 73(14): 13- 30
61. Nayak P, Tandon D. K, Bhatt D. K. Study on changes of nutritional and organoleptic quality of flavored candy prepared from aonla (*Emblica officinalis G.*) during storage. *International Journal of Nutrition and Metabolism*. 2012; 4(7): 100-106.
62. Ndong M, Faye N. S, Bassama J, Cisse M. Stability of concentrated extracts of *Hibiscus sabdariffa L.* calyx during storage at different temperatures. *African Journal of Food Science*. 2018;12(12): 347-352.

- gel prepared with pectin methylesterase (PME)-treated Pectins. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2009; 45: 226-230.
81. Zdunek A, Piotr M, Pieczywek Justyna C. higher levels of pectin polysaccharides. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2021; 20(1): 1101-1117.
- pinatifida* in Two NorthIranian Populations. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2014; 13(3): 249-66. Farsi
69. Sadeghi F, shahidi F, kouchaki A, Mohebbi A. almonds gummy candy formulations (Mac gels) on sensory properties, texture, color parameters and water activities. *Iranian journal of food science and technology*. 2016; 13(50):207-218.
70. Salami S. O, Afolayan A. J. Suitability of Roselle-*Hibiscus sabdariffa L.* as raw material for soft drink production. *Journal of Food Quality*. 2020.
71. Sara M. S, Awad Amira M. Usage of red beet (*Beta vulgaris L.*) and roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) in jelly production. *International Journal of Environment*. 2019; 8(2): 142-150.
72. Seiam R. Evaluation of Low Calorie Roselle Beverage. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*. 2021; 59(3): 495-504.
73. Shen C. Y, Zhang T. T, Zhang W. L, Jiang J. G. Anti-inflammatory activities of essential oil isolated from the calyx of *Hibiscus sabdariffa L.* *Food & function*. 2016; 7(10): 4451-4459.
74. Sindi H. A, Marshall L. J, Morgan M. R. A. Comparative chemical and biochemical analysis of extracts of *Hibiscus sabdariffa*. *Food Chemistry*. 2014; 164: 23 - 29.
75. Singh M, Thrimawithana T, Shukla R, Adhikari, B. Extraction and characterization of polyphenolic compounds and potassium hydroxycitrate from *Hibiscus sabdariffa*. *Future Foods*. 2021; 100087.
76. Siti A, Mohd A, Che R, Che M, Jalifah L. Comparison of phenolic constituent in *Hibiscus sabdariffa* cv. UKMR-2 calyx at different harvesting times. *Sains Malaysiana*. 2019; 48 (7):1417-1424.
77. Sonia G, Sáyago-Ayerdi S, Arranz J, Serrano I. G. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007; 55 (19):7886-7890.
78. Vasco C, Ruales J, Kamal-Eldin A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food chemistry*. 2008; 111(4): 816-823.
79. Yayla M. E. A, Ekinci Doğan C. Development of a new and sensitive method for the detection of pork adulteration in gelatin and other highly processed food products. *Food Additives & Contaminants*. 2021; Part A, 1-11.
80. Yoo Y. H, Lee S, Kim K. O, Kim, Y. S, Yoo S. H. Functional characterization of the