

## Investigation the effects of *Pistacia Aatlantica* fruit powder aqueous extract on the quality and staling attributes of loaf bread

Azam Ayoubi<sup>1\*</sup>, Mohammad Balvardi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran, Email: mayoubi92@uk.ac.ir

<sup>2</sup>Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

### Article Info

**Article type:**  
Research Full Paper

**Article history:**  
Received: 2024-07-01  
Revised: 2024-07-26  
Accepted: 2024-08-25

**Keywords:**  
Sodium alginate  
Enthalpy  
Acceptability index  
Baneh  
Phenolic compounds

### ABSTRACT

**Background and objectives:** Bread is the primary staple diet food for most people worldwide, and enriching this foodstuff contributes to the overall health of the population. Bread consumed in various regions of the world is abundant in carbohydrates and protein, but it often lacks adequate amounts of other essential nutrients such as dietary fibers, unsaturated fatty acids, and phenolic compounds. Utilizing natural plant resources is an efficient method to enhance the nutritional content, increase the structure and qualitative features, and prolong the shelf life of bread, particularly breads manufactured from flour with a low extraction percentage. The fruit of *Pistacia Atlantica* is a valuable fatty fruit that is abundant in nutrients such as protein, minerals, antioxidants, and other beneficial biological substances. Due to these properties, it has been considered for inclusion in food products. The current study was conducted to explore the potential of utilizing *Pistacia Aatlantica* fruit to enrich and prolong the shelf life of loaf bread.

**Materials and methods:** In this research, 2, 4, and 6% of the *Pistacia Aatlantica* Fruit Powder Aqueous Extract (PAFPAP) were used in 2 forms, including adding to the dough formula and glazing with 1 and 2% of sodium alginate hydrocolloid in the production of loaf bread. To assess the impact of using *Pistacia Aatlantica* fruit on product characteristics, various parameters, including pH, volume increase in the oven, fat content, color, and sensory attributes, were examined. The moisture content, total phenols, texture, and thermal properties of bread were examined both after baking and on the third and seventh days of storage to assess the alterations in the bread's shelf life.

**Results:** Utilizing PAF PAP and sodium alginate hydrocolloid led to enhanced moisture retention, an increase in texture softness, and a delay in bread staleness. Furthermore, the levels of fat and phenolic compounds in breads fortified with PAF PAP exhibited a substantial increase. Specifically, the breads with the highest concentration of PAF PAP displayed the highest fat content, and these treatments also elevated levels of phenolic compounds after the storage period. Based on the sensory evaluation results, the use of PAF PAP in some

---

treatments resulted in a darker color of the bread and a loss in taste score. However, it led to an improvement in chewability and softness of the texture, and consequently, an increase in the texture score of the bread. The sensory acceptance of the produced breads was deemed good, as indicated by the acceptability index values of all treatments, which were over 70.

**Conclusion:** The low extraction percentage of flour used in making loaf breads reduces their nutritional value and accelerates their staleness. Therefore, using plant resources like the *Pistacia Aatlantica* fruit could be an effective technique for improving the quality and shelf life of the product. The results of the present research show that incorporating PAFPAP with sodium alginate in the production of loaf bread enhances its quality, increases its nutritional value, and reduces the rate of staleness.

---

**Cite this article:** Ayoubi, A., Balvardi, M. 2024. Investigation the effects of *Pistacia Aatlantica* fruit powder aqueous extract on the quality and staling attributes of loaf bread. *Food Processing and Preservation Journal*, 16 (2), 15-40.



"Authors retain the copyright and full publishing rights"

DOI: 10.22069/fppj.2024.22586.1822

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

---

## ارزیابی اثرات استفاده از عصاره آبی پودر میوه بنه بر خواص کیفی و بیاتی نان حجیم

اعظم ایوبی<sup>۱\*</sup>، محمد بلوردی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشیار بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران، رایانامه: mayoubi92@uk.ac.ir

<sup>۲</sup> استادیار بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

اطلاعات مقاله چکیده

### نوع مقاله:

مقاله کامل علمی-پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۱

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۴

### واژه‌های کلیدی:

آلژینات سدیم

آنتالپی

بنه

ترکیبات فنلی

شاخص پذیرش

**سابقه و هدف:** نان غذای اصلی اکثر مردم در سراسر جهان است و لذا غنی‌سازی این ماده غذایی به تأمین سلامت کلی مردم جامعه کمک فراوانی می‌کند. نان مصرفی در مناطق مختلف جهان سرشار از کربوهیدرات و پروتئین است اما اغلب فاقد مقادیر کافی از سایر مواد مغذی ضروری مانند فیبرهای رژیمی، اسیدهای چرب غیراشباع و ترکیبات فنلی می‌باشد. استفاده از منابع گیاهی طبیعی، روشی کارآمد جهت افزایش ارزش تغذیه‌ای، بهبود ساختار و ویژگی‌های کیفی و افزایش زمان ماندگاری نان، به‌ویژه نان‌های تولید شده از آرد با درصد استخراج پایین به شمار می‌رود. میوه پسته وحشی (بنه) یک میوه چرب با ارزش است که از نظر ترکیبات مغذی مانند پروتئین، املاح معدنی، آنتی‌اکسیدان‌ها و سایر مواد زیست فعال مفید غنی می‌باشد و لذا با توجه به این خواص برای گنجاندن در محصولات غذایی مورد توجه قرار گرفته است. مطالعه حاضر به منظور بررسی پتانسیل استفاده از میوه بنه برای غنی‌سازی و افزایش ماندگاری نان حجیم صورت گرفته است.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش سطوح ۲، ۴ و ۶ درصد عصاره آبی پودر میوه بنه به دو صورت افزودن به فرمول خمیر و رومال به همراه سطوح ۱ و ۲ درصد هیدروکلوئید آلژینات سدیم در تولید نان حجیم مورد استفاده قرار گرفت. برای ارزیابی تأثیر استفاده از میوه بنه بر ویژگی‌های محصول، پارامترهای مختلفی از جمله pH، میزان افزایش حجم در فر، محتوای چربی، رنگ و صفات حسی پس از تولید نان مورد بررسی قرار گرفت. محتوای رطوبت، فنل کل، بافت و خواص حرارتی نان هم پس از تولید و هم در روزهای سوم و هفتم نگهداری برای ارزیابی تغییرات در ماندگاری نان بررسی شد.

**یافته‌ها:** استفاده از عصاره آبی پودر میوه بنه و هیدروکلوئید آلژینات سدیم سبب بهبود حفظ رطوبت، افزایش نرمی بافت و به تأخیر انداختن بیاتی نان شد. علاوه بر این، سطوح چربی و ترکیبات فنلی در نان‌های غنی شده با عصاره آبی پودر میوه بنه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت؛ به‌خصوص، نان‌هایی که بالاترین سطح عصاره آبی پودر میوه بنه را داشتند، بالاترین محتوای چربی را نشان دادند و این تیمارها همچنین سطوح بالایی از ترکیبات فنلی را پس از دوره

---

نگهداری دارا بودند. طبق نتایج ارزیابی حسی اگرچه استفاده از عصاره آبی پودر میوه بنه در برخی تیمارها رنگ نان را تیره‌تر کرد و سبب کاهش امتیاز طعم و مزه شد اما قابلیت جویدن و نرمی بافت و در نتیجه امتیاز بافت نان افزایش یافت. با توجه به مقادیر شاخص پذیرش تمامی تیمارها (بالتر از ۷۰)، نان‌های تولید شده قابلیت پذیرش حسی مطلوبی داشتند.

**نتیجه‌گیری کلی:** پایین بودن درصد استخراج آرد مورد استفاده در تهیه نان‌های حجیم، ارزش غذایی آن‌ها را کاهش می‌دهد و بیات شدن آن‌ها را تسریع می‌کند. بنابراین استفاده از منابع گیاهی نظیر میوه بنه می‌تواند یک روش مؤثر در جهت بهبود کیفیت و ماندگاری محصول باشد. طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر، کاربرد عصاره آبی پودر میوه بنه به همراه آلزینات سدیم در تولید نان حجیم، سبب بهبود خواص کیفی، افزایش ارزش تغذیه‌ای و کند شدن روند بیاتی محصول می‌شود.

---

استناد: ایوبی، اعظم؛ بلوردی، محمد. (۱۴۰۳). ارزیابی اثرات استفاده از عصاره آبی پودر میوه بنه بر خواص کیفی و بیاتی نان حجیم. *فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، ۱۶ (۲)، ۴۰-۱۵.



DOI: 10.22069/fppj.2024.22586.1822

"حق نشر و حقوق کامل انتشار برای نویسندگان محفوظ است."

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

---

## مقدمه

امروزه، سطح دقت بشر در انتخاب مواد غذایی بر اساس خواص تغذیه‌ای آن‌ها افزایش یافته است (۱). نان و سایر محصولات نانوائی از جایگاه ویژه‌ای در تغذیه انسان برخوردار بوده و در بسیاری از مناطق جهان به عنوان منابع اصلی تأمین‌کننده انرژی انسان محسوب می‌شوند (۲). از آنجاکه نان یکی از غذاهای اصلی روزانه انسان است غنی‌سازی آن نقش به سزایی در تأمین سلامت افراد جامعه دارد (۱). اگرچه نان از نظر ترکیبات کربوهیدراتی و پروتئینی سرشار است ولی از نظر ترکیبات مغذی دیگری مانند فیبرهای رژیمی، اسیدهای چرب غیراشباع و ترکیبات فنلی دچار کمبود می‌باشد (۳). تاکنون ترکیبات غذایی مختلفی به عنوان افزودنی برای غنی‌سازی و به منظور تولید یک محصول فراسودمند به فرمولاسیون نان اضافه شده‌اند. در پژوهش‌های محققینی نظیر راستوگی و ساین (۱۹۸۹) و نیز مشایخ و همکاران (۲۰۰۷) از آرد سویا در تولید نان استفاده شد (۴، ۵). در مطالعه آلپاسلان و حیات (۲۰۰۶) آرد بزرک به عنوان جایگزین بخشی از آرد گندم در تولید نان مورد استفاده قرار گرفت و مشاهده شد با افزایش میزان آرد بزرک در فرمول نان، امتیاز طعم کاهش یافته و رنگ نان تیره‌تر شده است (۶). کوکا و آنیل (۲۰۰۷) و روزگار و همکاران (۲۰۱۵) نیز نتایج مشابهی را درباره استفاده از آرد بزرک در تولید نان گزارش کرده‌اند (۷، ۸). طبق نتایج پژوهش انجام شده توسط خطاب و همکاران (۲۰۱۲) جایگزینی آرد گندم با آرد بزرک چربی گرفته شده، باعث افزایش محتوای پروتئین، چربی، فیبر، خاکستر و مواد معدنی و کاهش میزان از دست دادن آب در نان و بهبود خصوصیات بافتی نان شد (۹). پورعابدینی و اعرابی (۲۰۱۸) در بررسی خود از آرد کتان در تولید نان گندم استفاده کردند و مشاهده

نمودند با افزودن آرد کتان به فرمول نان خواص حسی بهبود یافت و بیاتی به تأخیر افتاد (۱۰). آرد کنجاله کنجد (۱۱)، کنجاله ارده (۱۲) و آرد جوانه‌های گندم، عدس و ماش (۱۳) از دیگر افزودنی‌های مورد استفاده در پژوهش‌های محققین در جهت افزایش ارزش تغذیه‌ای و بهبود کیفیت نان بوده است. فتح‌نژاد و همکاران (۲۰۱۲) نیز از پودر خرفه جهت غنی‌سازی نان استفاده کردند و گزارش نمودند افزودن پودر خرفه به نان سطح اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ را افزایش می‌دهد. کاربرد هیدروکلوئیدها در تهیه نان به بهبود کیفیت محصول و افزایش ماندگاری کمک می‌کند (۱۴). مشخص شده است که با افزودن صمغ‌های مختلف به فرمول نان به‌ویژه نان‌های حجیم، شبکه گلوآلومین خیمیر تقویت شده و خصوصیات رئولوژیکی آن بهبود می‌یابد. به علاوه بافت نان حاصل نرم‌تر شده، حجم آن افزایش یافته و ضمن بهبود خواص حسی، بیاتی به تأخیر می‌افتد (۱۵). ناطقی و همکاران (۲۰۲۱) پس از ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی نان باگت حاوی سطوح مختلف هیدروکلوئیدهای زانتان و کربوکسی متیل سلولز، افزودن ۰/۷۵ درصد از هریک از این ترکیبات به فرمولاسیون را جهت بهینه‌سازی کیفیت نان پیشنهاد نمودند (۱۶). توکلی‌پور و همکاران (۲۰۲۲) استفاده از هیدروکلوئیدها را به عنوان ترکیبات بهبوددهنده جهت بالا بردن کیفیت نان تهیه شده از آرد گندم ضعیف مؤثر دانستند (۱۷).

یکی دیگر از راهکارهای بهبود کیفیت محصولات نانوائی استفاده از پوشش‌های خوراکی می‌باشد (۱۸)، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳. در تولید صنعتی محصولات مانند نان، کلوچه، شیرینی و کیک از رومال یا لعاب به عنوان یک نوع پوشش‌دهنده برای افزایش ماندگاری، طعم و پذیرش کلی استفاده می‌شود. استفاده از رومال‌ها برای پوشش سطوح محصولات

نانوایی سبب فراهم کردن ظاهری شفاف در محصول می شود و به علاوه رومال در برابر تبخیر رطوبت از سطح محصولات نانوایی با رطوبت نسبتاً بالا ممانعت می کند (۲۴). مطالعه رضوی زادگان جهرمی و همکاران (۲۰۱۲) بر روی اثر رومال های مختلف طبیعی، پلی اول ها، قندها و هیدروکلونیدها بر نان مسطح بربری نشان داد لعاب های خاص می توانند به عنوان یک مانع رطوبت عمل کنند و سبب افزایش رطوبت و کاهش سفتی مغز نان در طول نگهداری شوند. این محققین استفاده از لعاب را به عنوان یک روش مؤثر برای بهبود کیفیت کلی نان مسطح دانستند و کاربرد آن برای تولید نان در مقیاس صنعتی را پیشنهاد نمودند (۲۴). در پژوهش چاین و همکاران (۲۰۱۱) اثر استفاده از نشاسته ذرت، سفیده تخم مرغ، شیر بدون چربی و شورتینگ به صورت لعاب روی سطح نان و توانایی این ترکیبات در کاهش بیات شدن نان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد استفاده از نشاسته ذرت، سفیده تخم مرغ و شیر بدون چربی در کاهش سفتی و حفظ رطوبت مغز نان در یک دوره نگهداری ۶ روزه مؤثر بود (۲۵). نتایج پژوهش زاوه زاده و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان داد آب خربزه یک رومال طبیعی مناسب جهت حفظ کیفیت نان باگت می باشد (۲۶). مقایسه اثر رومال های سنتی (آب، روغن، پودر پنیر و صمغ زانتان) و رومال حاوی صمغ شاهی بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی نان بدون گلو تن بر پایه آرد سورگوم در پژوهش صحرائیان و همکاران (۲۰۲۰) بر توانایی بیشتر رومال صمغ شاهی در حفظ نرمی بافت و به تأخیر انداختن بیاتی نان دلالت داشت (۲۷).

یکی از گسترده ترین گونه های توزیع شده پسته *Pistacia atlantica* می باشد که به نام بانه یا پسته وحشی در ایران شناخته می شود و از نظر اقتصادی یکی از مهم ترین گونه های درختی در بسیاری از

مناطق ایران به شمار می رود. میوه درخت بانه دارای کاربردهای خوراکی، صنعتی و دارویی فراوانی است. سقز نیز همان رزین پسته وحشی می باشد که در تولید سنتی و صنعتی محصولات غذایی و دارویی به کار می رود (۲۸). میوه بانه از سه بخش پوسته خارجی نرم (۲۴٪)، پوسته چوبی سفت (۵۱٪) و مغز (۲۵٪) تشکیل یافته است (۲۹). پوسته خارجی آن سبزرنگ بوده، با فشار انگشتان به آسانی از پوسته چوبی جدا می گردد و تقریباً حاوی ۳۰٪ روغن می باشد (۳۰). میریستیک اسید، پالمیتیک اسید، پالمیتولیک اسید، استئاریک اسید، اولئیک اسید، لینولئیک اسید و لینولنیک اسید از جمله اسیدهای چرب موجود در روغن بانه می باشند. حضور مقادیر قابل توجه استرول ها، ترکیبات آنتی اکسیدانی، اسید آمینه های ضروری و غیر ضروری و عناصر معدنی نظیر آهن، سدیم، مس و روی نیز بر ارزش دارویی و تغذیه ای روغن بانه می افزاید (۳۱). روغن پوست بانه پایداری اکسایشی بالایی داشته و می تواند سبب افزایش قابل ملاحظه مقاومت سایر روغن های گیاهی به اکسایش لیپیدی شود (۳۰). تأثیر عصاره هیدروالکلی میوه بانه بر کاهش سطح تری گلیسرید و کلسترول خون توسط جعفریان دهکردی و همکاران (۲۰۲۱) گزارش شده است (۳۲). بخش های مختلف گیاه به طور گسترده به عنوان دارویی سنتی در درمان ناراحتی های گوارشی، تنفسی، پوستی، عفونی، کلیوی و نیز به عنوان داروی آرام بخش، ضد التهاب، ضد دیابت و ضد سرطان مورد استفاده قرار گرفته است (۳۳، ۳۴، ۳۵). به علاوه تحقیقات، اثرات آنتی اکسیدانی، ضد باکتریایی و ضد قارچی عصاره های آبی و الکلی استخراج شده از برگ، صمغ و پوست میوه بانه و نیز امکان استفاده از این ترکیبات طبیعی به عنوان جایگزین آنتی بیوتیک ها را به اثبات رسانده است (۳۱، ۳۶). تأثیر عصاره آبی و پودر بانه بر کنترل رشد کپک آسپرژیلوس فلاووس و

آسپرژیلوس نیجر در پنیر لاکتیکی در نتایج پژوهش شهدادی و همکاران (۲۰۲۰) گزارش شده است (۲۸). مشخص شده است اسانس الکلی شیر بنه بر روی باکتری‌های کلسترییدیوم اسپروروژنس، اشیریشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس خاصیت بازدارندگی و ضد باکتریایی دارد (۳۷).

از آنجا که بنه منبع غنی از پروتئین، املاح معدنی، آنتی‌اکسیدان‌ها و دیگر ترکیبات بیولوژیکی ارزشمند است که برای انسان مفید شناخته شده‌اند، هدف از پژوهش حاضر، استفاده از عصاره آبی پودر میوه بنه به دو صورت افزودن به فرمول محصول و استفاده به صورت رومال برای غنی‌سازی نان حجیم و بررسی ترکیب و خواص فیزیکوشیمیایی و حسی نان غنی شده می‌باشد. به علاوه جهت بررسی اثر آلزینات سدیم بر کیفیت نان نیز در تولید تیمارهای حاوی عصاره آبی پودر میوه بنه از این هیدروکلوئید استفاده شد.

### مواد و روش‌ها

**مواد و تهیه نان:** آرد گندم ستاره (حاوی ۱۱/۲٪ رطوبت، ۱۱/۵۱٪ پروتئین، ۳/۶۳٪ چربی و ۱/۴۵٪ فیبر) از کارخانه آرد توکل کرمان و سایر مواد اولیه شامل مخمر خشک فوری، شکر، روغن و نمک از فروشگاه‌های سطح شهر تهیه شد. دانه‌های بنه نیز از بازار محلی خریداری و پس از تمیز شدن در آسیاب آزمایشگاهی خرد شد. جهت تهیه عصاره آبی پودر میوه بنه، پودر میوه بنه (بدون جداسازی پوست) با آب جوش (به مقدار هم‌وزن پودر بنه) مخلوط شد و پس از ۳۰ دقیقه هم زدن مداوم توسط الک با مش ۴۰ صاف شد. نسبت ترکیبات مختلف به آرد در فرمولاسیون نان تولیدی عبارت از ۴۰٪ آب، ۱/۵٪ مخمر، ۱٪ شکر، ۲٪ روغن و ۱٪ نمک بود. به منظور تولید خمیر نان، ابتدا مواد خشک در مخزن همزن مخلوط شد. پس از افزودن آب و مخمر آماده شده

هم زدن به مدت ۱۵ دقیقه ادامه یافت. لازم به ذکر است جهت آماده‌سازی مخمر، پودر مخمر همراه با شکر مورد استفاده در فرمول خمیر و ۳ برابر وزن شکر آب ولرم مخلوط شد و پس از گذشت مدت ۱۵ دقیقه آماده شد. تخمیر اولیه به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد صورت گرفت. پس از انجام عمل چانه‌گیری و دادن شکل و فرم لازم به چانه‌ها، تخمیر نهایی در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۰ دقیقه انجام شد. بعد از طی شدن این مرحله برای تیمارهای دارای رومال، رومال‌زنی انجام شد. پخت نان در دمای ۲۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه صورت گرفت. پس از سرد شدن، نان‌های پخته شده در کیسه‌های پلی اتیلنی زیپ‌بگ بسته‌بندی شدند. برای نمونه‌های حاوی عصاره آبی بنه در فرمول خمیر پس از آماده‌سازی خمیر، مقادیر ۲، ۴ و ۶ درصد عصاره آبی بنه (بر پایه وزن خمیر) به خمیر افزوده شد. در نمونه‌های دارای رومال نیز از مقادیر مشابه عصاره آبی پودر میوه بنه به عنوان رومال استفاده شد و سطح خمیر نان با کمک فرچه مخصوص نانوائی به رومال آغشته گشت. جهت بررسی اثر افزودن آلزینات سدیم نیز از سطوح ۱ و ۲٪ آلزینات سدیم در تمامی تیمارها به جز نمونه شاهد استفاده شد. لازم به ذکر است که در تیمارهای حاوی هیدروکلوئید، آلزینات سدیم قبل از تولید خمیر به عنوان افزودنی به آرد اضافه شد (۳۸). در نهایت ۶ نمونه حاوی عصاره آبی پودر میوه بنه در فرمول، ۶ نمونه حاوی رومال و یک نمونه فاقد عصاره آبی بنه و آلزینات سدیم به عنوان نمونه شاهد تهیه گردید (جدول ۱). اندازه‌گیری pH، میزان افزایش حجم در فر، چربی، رنگ و صفات حسی پس از تولید نان انجام شد. صفات رطوبت، فنل کل، بافت و آنالیز حرارتی نان نیز پس از تولید و در روزهای سوم و هفتم نگهداری بررسی شد. نگهداری

نمونه‌های بسته‌بندی شده در یخچال در دمای  $1 \pm 4$  درجه سانتیگراد صورت گرفت.

جدول ۱- تیمارهای نان تولید شده

Table 1. Treatments of produced bread

| تیمار<br>Treatment | روش کاربرد عصاره آبی پودر میوه بنه<br>Method of PAFPAE (Pistacia Aatlantica Fruit<br>Powder Aqueous Extract) application | سطح عصاره آبی پودر<br>میوه بنه (درصد)<br>Level of PAFPAE<br>(%) | سطح آلژینات سدیم<br>(درصد)<br>Level of sodium<br>alginate (%) |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Control            | -                                                                                                                        | -                                                               | -                                                             |
| T1                 | در فرمول خمیر<br>In the dough formula                                                                                    | 2                                                               | 1                                                             |
| T2                 | در فرمول خمیر<br>In the dough formula                                                                                    | 4                                                               | 1                                                             |
| T3                 | در فرمول خمیر<br>In the dough formula                                                                                    | 6                                                               | 1                                                             |
| T4                 | در فرمول خمیر<br>In the dough formula                                                                                    | 2                                                               | 2                                                             |
| T5                 | در فرمول خمیر<br>In the dough formula                                                                                    | 4                                                               | 2                                                             |
| T6                 | در فرمول خمیر<br>In the dough formula                                                                                    | 6                                                               | 2                                                             |
| T7                 | رومال<br>glazing                                                                                                         | 2                                                               | 1                                                             |
| T8                 | رومال<br>glazing                                                                                                         | 4                                                               | 1                                                             |
| T9                 | رومال<br>glazing                                                                                                         | 6                                                               | 1                                                             |
| T10                | رومال<br>glazing                                                                                                         | 2                                                               | 2                                                             |
| T11                | رومال<br>glazing                                                                                                         | 4                                                               | 2                                                             |
| T12                | رومال<br>glazing                                                                                                         | 6                                                               | 2                                                             |

مخلوط حاصل با استفاده از شیکر (KS 260 basic, IKA, Germany) با سرعت ۲۰۰rpm به مدت ۱۵ دقیقه به خوبی هم زده شد و پس از آن به مدت ۱۰ دقیقه در ۵۰۰۰g سانتریفوژ (Sigma, 3-30K, Germany) شد. به ۱۰۰ میکرو لیتر از محلول صاف شده ۷۵۰ میکرو لیتر محلول فولین سیوکالتیو رقیق شده به نسبت ۱ به ۱۰ و ۷۵۰ میکرو لیتر کربنات سدیم ۰.۶٪ اضافه شد و پس از ۳۰ دقیقه نگهداری در تاریکی، میزان جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر

رطوبت: اندازه گیری رطوبت نان طبق روش AACC در دمای  $105 \pm 2$  درجه سانتیگراد توسط آون UF75 Memmert ساخت آلمان انجام شد (۳۹).  
pH: برای اندازه گیری pH از دستگاه pH متر دیجیتالی (3020, Jenway, UK) استفاده شد و اندازه گیری pH در دمای  $25 \pm 2$  درجه سانتیگراد صورت گرفت (۴۰).  
فنل کل: برای تعیین مقدار فنل کل ابتدا ۰/۵ گرم نمونه وزن شد و با افزودن مخلوط متانول/آب به نسبت ۲۰:۸۰ حجم آن به ۱۰ میلی لیتر رسانده شد.



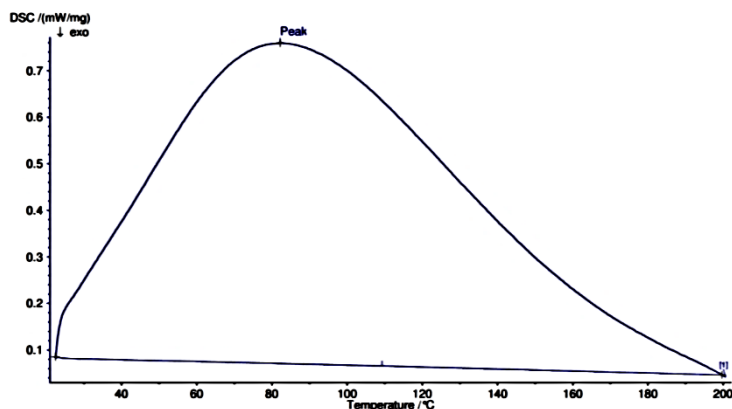
بافت: به منظور ارزیابی بافت نان از دستگاه بافت سنج مدل STM-1 ساخت شرکت SANTAM کشور ایران استفاده گردید. بدین منظور نیروی لازم برای نفوذ پروب استوانه‌ای به قطر ۳ سانتی‌متر با سرعت ۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه به داخل بافت نان اندازه‌گیری شد (۴۴).

**بیاتی:** آزمون بیاتی با استفاده از دستگاه آنالایزر حرارتی مدل STA409PC ساخت شرکت NETZSCH کشور آلمان پس از تولید و در روزهای سوم و هفتم نگهداری نان انجام شد. برای انجام آزمایش مقدار ۳۰ میلی‌گرم نمونه از مغز نان در ظرف آلومینیومی بسته وزن شد. نمونه از دمای صفر تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد و با سرعت ۱۰ درجه سانتیگراد بر دقیقه گرم شد. جهت ارزیابی رفتار حرارتی و بیاتی مقادیر دمای پیک و آنتالپی نان از منحنی اندوترم DSC (شکل ۱) اکتباس شد (۴۵).

(UNICO, 2802, China) در طول موج ۷۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. از اسیدگالیک نیز به عنوان استاندارد استفاده شد (۴۱).

**چربی:** اندازه‌گیری چربی طبق روش ال-رشدان و همکاران (۲۰۱۰) و توسط دستگاه سوکسله انجام شد (۴۲). برای این منظور مقدار ۳ گرم از نمونه یکنواخت شده در یک کاغذ صافی وزن شد. سپس کاغذ صافی تا شده داخل کارتوش، قرار داده شد و به وسیله سوکسله روغن آن با حلال اتردوپترول استخراج شد. پس از استخراج چربی و تبخیر حلال، ماده استخراجی حاصل به مدت یک ساعت در آون  $110 \pm 10$  درجه سانتیگراد خشک و پس از سرد نمودن در دسیکاتور توزین شد و درصد چربی محاسبه شد.

**میزان افزایش حجم در فر:** با محاسبه اختلاف ارتفاع نان پخته شده در فر و ارتفاع خمیر پس از تخمیر نهایی، میزان افزایش حجم در فر بر حسب میلی‌متر محاسبه شد (۴۳).



شکل ۱- منحنی اندوترم DSC  
Figure 1. DSC endotherm curve

برای سیاه)، فاکتور  $a^*$  نشان‌دهنده میزان قرمزی/سبزی (مقادیر مثبت برای قرمزی و منفی برای سبزی) و فاکتور  $b^*$  نشان‌دهنده میزان زردی/آبی (مقادیر مثبت برای زردی و منفی برای آبی) می‌باشد (۴۶).

**رنگ:** برای ارزیابی رنگ پوسته و مغز نان سه فاکتور  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  توسط دستگاه رنگ سنج TES-135A ساخت کشور تایوان اندازه‌گیری شد. فاکتور  $L^*$  نشان‌دهنده میزان روشنایی (۱۰۰ برای سفید و صفر

ارزیابی خصوصیات حسی: ارزیابی خصوصیات حسی نان‌های تولیدی بر اساس روش هدونیک ۵ نقطه‌ای انجام شد. برای این منظور ۲۰ ارزیاب آموزش‌دیده از بین دانشجویان زن و مرد رده سنی ۱۸ تا ۲۵ سال رشته علوم و مهندسی صنایع غذایی خصوصیات حسی نان‌های تولیدی شامل طعم و مزه، قابلیت جویدن و سفتی بافت، وضعیت رنگ پوسته و پذیرش کلی را بررسی و بر مبنای مقیاس ۵ بالاترین و ۱ کمترین امتیاز، امتیازدهی نمودند. شاخص پذیرش ۱ (AI) نیز بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد که در آن X میانگین نمرات به دست آمده برای پذیرش کلی است (۴۷)

$$\%AI = \frac{X}{5} \times 100 \quad \text{رابطه (۱):}$$

### تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام شد و تجزیه آماری داده‌ها بر پایه طرح آماری کاملاً تصادفی برای صفات بدون زمان و طرح آماری کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل برای صفات زمان‌دار و به کمک نرم‌افزار MSTAT-C نسخه ۱.۴۲ انجام گردید. مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCELL استفاده شد.

### نتایج و بحث

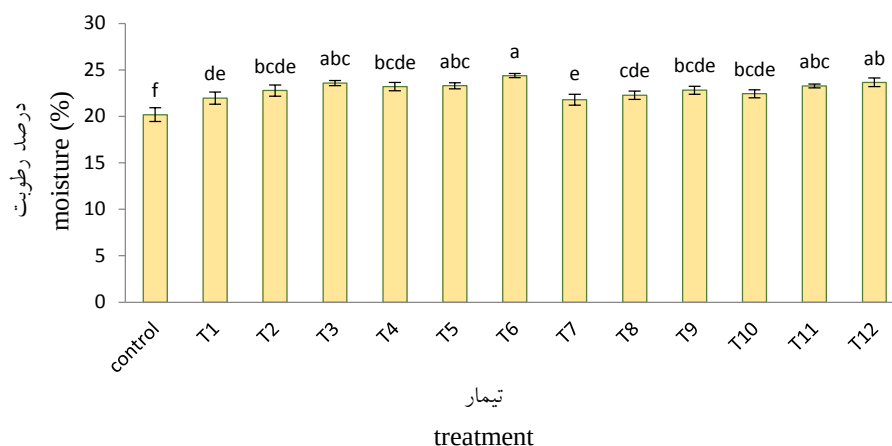
**pH:** یکی از عوامل مؤثر بر رشد مخمر، انجام واکنش قهوه‌ای شدن میلارد و تشکیل آکریل آمید طی پخت نان می‌باشد (۴۸). به علاوه pH به عنوان یک عامل محیطی بر میزان فعالیت آنزیم فیتاز و در نتیجه مقدار تجزیه اسید فیتیک تأثیر می‌گذارد (۴۹). همچنین مشخص شده است خاصیت الاستیسیته و کشسانی خمیر، حجم مخصوص نان، سفتی بافت طی نگهداری، سرعت بیاتی و نیز خواص حسی نان تحت

تأثیر pH قرار می‌گیرند (۵۰). نتایج ارزیابی pH نان در جدول ۳ گزارش شده است. طبق این نتایج استفاده از عصاره آبی پودر میوه بنه در فرمول خمیر و به صورت رومال و نیز افزودن هیدروکلئید آلزینات سدیم تأثیر معنی‌داری بر pH نان نداشت؛ اگرچه افزودن این ترکیبات به محصول، pH آن را کاهش داد. مقدار pH نمونه‌ها در دامنه  $0.12a \pm 0.44$  (شاهد) تا  $0.27a \pm 0.25$  (تیمار T9) متغیر بود. عدم تأثیر معنی‌دار استفاده از ترکیبات هیدروکلئیدی بر pH نان به علت طبیعی این ترکیبات در پژوهش‌های محقیقینی نظیر ناطقی و همکاران (۲۰۲۱)، ماتودا و همکاران (۲۰۰۸) و شیتو و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش شده است (۱۶، ۵۱، ۵۲).

**رطوبت:** نتایج ارزیابی رطوبت نمونه‌ها نشان داد استفاده از آلزینات سدیم و عصاره آبی پودر میوه بنه در فرمول خمیر و به صورت رومال سبب افزایش معنی‌دار رطوبت نان شده است ( $p < 0.01$ ). به علاوه با افزایش سطح آلزینات سدیم و عصاره آبی پودر میوه بنه میزان رطوبت افزایش یافته است (شکل ۲). پس از تولید نان کمترین مقدار رطوبت ( $1.12^{efg} \pm 23.1$  درصد) مربوط به نمونه شاهد و بیشترین مقدار رطوبت ( $23.3^a \pm 26.93$  درصد) مربوط به تیمار T6 بود. طی زمان نگهداری به طور معنی‌داری از رطوبت نان کاسته شد ( $p < 0.01$ ). در روزهای سوم و هفتم نگهداری نان، نیز نمونه‌های دارای سطوح بالاتر آلزینات سدیم و عصاره آبی پودر میوه بنه مقدار رطوبت بیشتری داشتند؛ اگرچه طبق نتایج آنالیز واریانس تأثیر متقابل تیمار (استفاده از عصاره آبی پودر میوه بنه و صمغ) و زمان نگهداری بر رطوبت معنی‌دار نبود (شکل ۳). پس از ۷ روز نگهداری نیز کمترین مقدار رطوبت ( $0.51^p \pm 17.15$  درصد) مربوط به نمونه شاهد و بیشترین مقدار رطوبت ( $19.30^{ghijk} \pm 22.30$  درصد) مربوط به تیمار T6 بود.

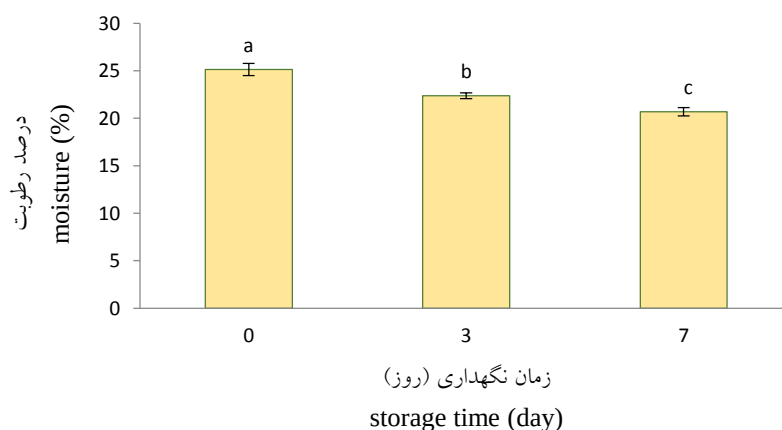
علت رطوبت بیشتر تیمارهای دارای رومال باشد (۲۴). نتایج پژوهش صحرائیان و همکاران (۲۰۲۰) نیز بر توانایی رومال در حفظ رطوبت نان طی زمان نگهداری دلالت داشت (۲۷). رطوبت بالا یکی از عوامل مؤثر بر نرمی و بهبود بافت محصولات نانوائی است (۵۴). از طرف دیگر طی دوره نگهداری، سرعت بیاتی تحت تأثیر عواملی که مهاجرت آب از مغز به پوسته نان را به تأخیر می‌اندازند، قرار می‌گیرد (۵۵).

طبق گزارش بن حسنی و همکاران (۲۰۰۷) میوه بنه ایرانی دارای تقریباً ۳۲/۴۳٪ فیبر خام، ۸/۲٪ پروتئین خام و ۵/۲۳٪ نشاسته است (۵۳). به نظر می‌رسد توانایی این قبیل ترکیبات در نگهداری آب طی پخت نان و در زمان نگهداری نان علت رطوبت بالاتر تیمارهای دارای عصاره آبی پودر میوه بنه در فرمول خمیر بوده است. از طرف دیگر توانایی عصاره رومال در محدود کردن مهاجرت رطوبت از نان می‌تواند



شکل ۲- اثر تیمار بر محتوای رطوبت نان (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

Figure 2. The effect of treatment on moisture content of bread (Means values followed by the same letters are not significantly different ( $P < 0.05$ ))



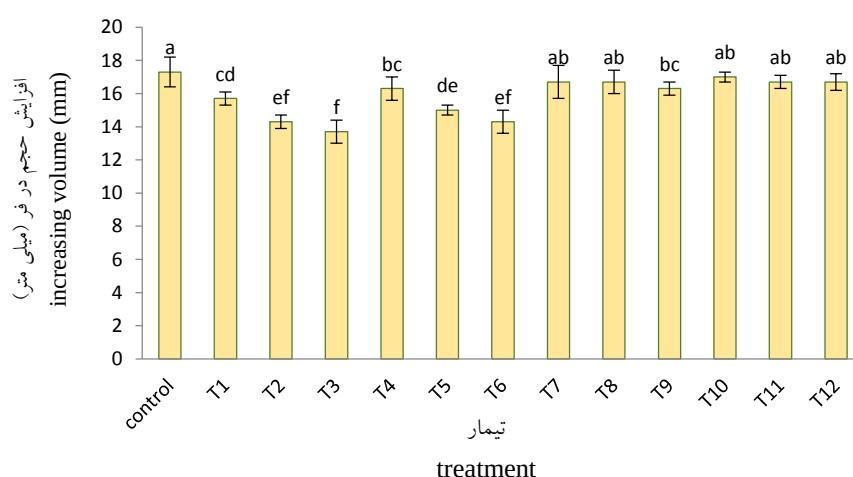
شکل ۳- اثر زمان نگهداری بر محتوای رطوبت نان (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

Figure 3. The effect of storage time on moisture content of bread (Means values followed by the same letters are not significantly different ( $P < 0.05$ ))

کاهش داد ( $p < 0.01$ )؛ اما استفاده از این ترکیب به صورت رومال تأثیر معنی داری بر افزایش حجم نان در فر نداشت. به علاوه نتایج نشان داد اگرچه با افزایش سطح هیدروکلوئید آلزینات سدیم میزان افزایش حجم نان در فر بیشتر شده اما این افزایش معنی دار نبوده است. بیشترین مقدار افزایش حجم نان در فر ( $1/730 \pm 0/085a$  میلی متر) مربوط به نمونه شاهد و کمترین مقدار افزایش حجم نان در فر ( $1/500 \pm 0/030de$  میلی متر) مربوط به تیمار T5 بود. به نظر می رسد کاهش میزان گلوتن و در نتیجه تضعیف شبکه گلوتن و کم شدن قابلیت نگهداری گاز علت کاهش میزان افزایش حجم نان های حاوی عصاره آبی پودر میوه بنه در فر بوده است (۵۷).

نتایج بررسی رضوی زادگان جهرمی و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد استفاده از رومال در حفظ میزان رطوبت نان تأثیر معنی داری داشت (۲۴). با توجه به توانایی هیدروکلوئیدها در نگهداری آب در خمیر، حفظ بهتر رطوبت نان های حاوی آلزینات سدیم طی پخت و دوره نگهداری نیز دور از انتظار نمی باشد (۱۵). این نتایج با نتایج پژوهش ناطقی و همکاران (۲۰۲۱) و مویدی و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد (۵۶، ۱۶).

**میزان افزایش حجم در فر:** اثر استفاده از عصاره آبی پودر میوه بنه و آلزینات سدیم بر میزان افزایش حجم نان در فر در شکل ۴ نشان داده شده است. نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن بود که افزودن عصاره آبی پودر میوه بنه به فرمول نان میزان افزایش حجم نان در فر را



شکل ۴- اثر تیمار بر افزایش حجم نان در فر (میانگین های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند)

Figure 4. The effect of treatment on increasing volume of bread (Means values followed by the same letters are not significantly different ( $P < 0.05$ ))

بررسی های انجام شده توسط کاسپر و همکاران (۲۰۰۷)، جکپسون (۲۰۰۳) و رضوی زادگان جهرمی و همکاران (۲۰۱۲) نتایج مشابهی گزارش شده است (۵۹، ۶۰، ۲۴).

نتایج حاصل از اندازه گیری ابعاد، حجم و حجم مخصوص نان بربری حاوی ژل آلزینات سدیم در مطالعه سلیمانی فرد و همکاران (۲۰۱۴)

استفاده از رومال می تواند باعث حفظ حالت انعطاف پذیری سطح خارجی خمیر و در نتیجه به تأخیر انداختن خشک شدن سطح خارجی خمیر در حین پخت و افزایش ابعاد افقی نان شود. در این شرایط در زمان پخت، سطح خارجی خمیر نسبت به سطح داخلی آن به گسترش خود ادامه داده و این امر باعث افزایش حجم مخصوص نان می شود (۵۸). در

نشان دهنده افزایش ابعاد، حجم و حجم مخصوص نان حاوی این هیدروکلوئید بود. این محققین افزایش پایداری در سطح مشترک مجموعه سلول‌های گازی در طی پخت و در نتیجه افزایش قابلیت نگهداری گاز توسط این سلول‌ها را علت بهبود حجم نان بیان کردند (۶۱). افزایش حجم مخصوص نان باگت با افزودن هیدروکلوئید به فرمول نان در نتایج مطالعه ناطقی و همکاران (۲۰۲۱) نیز گزارش شده است (۱۶).

**سفتی بافت:** نتایج اثر استفاده از عصاره آبی پودر میوه بنه و آلژینات سدیم بر میزان سفتی بافت پس از پخت و در روزهای سوم و هفتم نگهداری نان در جدول ۲ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود تاثیر تیمارهای پژوهش بر میزان سفتی بافت معنی‌دار بود ( $p < 0/01$ ). کاربرد عصاره آبی پودر میوه بنه در فرمول خمیر و به صورت رومال و نیز افزودن آلژینات سدیم به فرمول خمیر منجر به نرمی و کاهش میزان سفتی بافت نان شد. با افزایش سطح عصاره آبی پودر میوه بنه و آلژینات سدیم مقدار سفتی بافت کاهش یافت. به

علاوه طی دوره نگهداری نان سفتی بافت نان افزایش یافت؛ البته این افزایش در نمونه شاهد بیشتر بود به طوری که در روز هفتم نگهداری بیشترین سفتی بافت مربوط به نمونه شاهد بود ( $p < 0/01$ ). این نتایج با نتایج بررسی صحرانیان و همکاران (۲۰۲۰)، زاوه‌زاده و همکاران (۲۰۱۶) و نتایج مطالعه منتس و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت (۲۷، ۲۶، ۳). طبق گزارش روزگار و همکاران (۲۰۱۵) افزودن بزرک به نان سبب ایجاد بافت نرم‌تری شد. این محققین تاثیر مثبت صمغ بزرک و شورتینگ چربی بزرک بر ساختار خمیر نان را علت نرم شدن بافت نان بیان کردند (۸). با توجه به بالا بودن محتوای چربی میوه بنه به نظر می‌رسد افزایش میزان چربی نان با افزودن عصاره پودر میوه بنه در نرم شدن بافت نان موثر بوده است. به علاوه همان‌طور که در بخش نتایج رطوبت ذکر شد استفاده از عصاره آبی پودر میوه بنه منجر به افزایش سطح رطوبت نان و حفظ بهتر رطوبت طی زمان نگهداری نان شد. رطوبت بالاتر نان نیز می‌تواند بر نرمی بافت موثر باشد (۱۶).

جدول ۲- اثر متقابل تیمار و زمان نگهداری بر سفتی بافت، دمای پیک و آنتالپی نان

Table 2. The interaction effect of treatment and storage time on hardness, Tg and enthalpy of bread

| تیمار<br>Treatment | زمان نگهداری (روز)<br>Storage time (day) | سفتی بافت (نیوتن)<br>Hardness (N) | دمای پیک (درجه سانتیگراد)<br>Tg (°C) | آنتالپی (ژول بر گرم)<br>Enthalpy (J.g <sup>-1</sup> ) |
|--------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Control            | 0                                        | 8.0±0.3 <sup>n</sup>              | 93.3±3.1 <sup>no</sup>               | 174.5±5.2 <sup>j</sup>                                |
|                    | 3                                        | 16.1±0.9 <sup>i</sup>             | 116.6±3.1 <sup>g</sup>               | 266±2.8 <sup>f</sup>                                  |
|                    | 7                                        | 34.2±1.1 <sup>a</sup>             | 141.1±5.4 <sup>a</sup>               | 346.9±4.6 <sup>a</sup>                                |
| T1                 | 0                                        | 7.7±0.5 <sup>nop</sup>            | 86.4±1.3 <sup>qrs</sup>              | 163.6±2.8 <sup>jk</sup>                               |
|                    | 3                                        | 14.0±0.5 <sup>ijk</sup>           | 98.1±2.1 <sup>lm</sup>               | 248.6±3.0 <sup>fgh</sup>                              |
|                    | 7                                        | 28.5±0.2 <sup>ef</sup>            | 124.3±2.2 <sup>cde</sup>             | 315.9±2.8 <sup>cd</sup>                               |
| T2                 | 0                                        | 7.5±0.2 <sup>nopq</sup>           | 82.2±2.2 <sup>tu</sup>               | 164.3±1.7 <sup>jk</sup>                               |
|                    | 3                                        | 14.2±0.7 <sup>jk</sup>            | 94.6±1.2 <sup>mn</sup>               | 239.9±0.7 <sup>gh</sup>                               |
|                    | 7                                        | 29.1±1.1 <sup>de</sup>            | 120.2±1.8 <sup>efg</sup>             | 314.9±3.2 <sup>cd</sup>                               |
| T3                 | 0                                        | 7.4±0.2 <sup>nopq</sup>           | 80.1±0.9 <sup>u</sup>                | 158.3±2.1 <sup>jk</sup>                               |
|                    | 3                                        | 13.8±0.4 <sup>k</sup>             | 94.3±1.5 <sup>mn</sup>               | 207.6±1.3 <sup>i</sup>                                |
|                    | 7                                        | 27.9±0.3 <sup>ij</sup>            | 117.5±0.8 <sup>g</sup>               | 308.9±2.4 <sup>e</sup>                                |
| T4                 | 0                                        | 6.9±0.3 <sup>nopq</sup>           | 84.5±2.3 <sup>vst</sup>              | 163.1±2.3 <sup>jk</sup>                               |
|                    | 3                                        | 12.2±0.7 <sup>m</sup>             | 93.2±2.6 <sup>no</sup>               | 242.6±2.1 <sup>gh</sup>                               |
|                    | 7                                        | 27.4±0.7 <sup>gh</sup>            | 120.5±0.9 <sup>efg</sup>             | 307.4±3.8 <sup>de</sup>                               |
| T5                 | 0                                        | 6.7±0.3 <sup>opq</sup>            | 82.4±2 <sup>stu</sup>                | 161.4±0.6 <sup>jk</sup>                               |

| تیمار<br>Treatment | زمان نگهداری (روز)<br>Storage time<br>(day) | سفتی بافت (نیوتن)<br>Hardness (N) | دمای پیک (درجه سانتیگراد)<br>Tg (°C) | آنتالپی (ژول بر گرم)<br>Enthalpy (J.g <sup>-1</sup> ) |
|--------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                    | 3                                           | 12.5±0.6 <sup>lm</sup>            | 91.5±1.2 <sup>nop</sup>              | 240.6±2.1 <sup>gh</sup>                               |
|                    | 7                                           | 27.0±0.8 <sup>gh</sup>            | 118.9±0.5 <sup>fg</sup>              | 292.7±7.6 <sup>e</sup>                                |
|                    | 0                                           | 67±4.0 <sup>opq</sup>             | 78.4±1.3 <sup>u</sup>                | 155.3±0.7 <sup>k</sup>                                |
| T6                 | 3                                           | 12.3±0.4 <sup>m</sup>             | 90.1±1.5 <sup>opq</sup>              | 236.8±1.3 <sup>h</sup>                                |
|                    | 7                                           | 26.6±1.0 <sup>h</sup>             | 110.9±6.1 <sup>h</sup>               | 295.8±3.2 <sup>e</sup>                                |
|                    | 0                                           | 7.9±0.3 <sup>no</sup>             | 90.1±1.1 <sup>opq</sup>              | 170.7±1.1 <sup>jk</sup>                               |
| T7                 | 3                                           | 14.5±0.3 <sup>jk</sup>            | 108.7±3.2 <sup>hi</sup>              | 255.9±3.4 <sup>fg</sup>                               |
|                    | 7                                           | 30.7±0.9 <sup>bc</sup>            | 132.7±4 <sup>b</sup>                 | 332±2.4 <sup>abc</sup>                                |
|                    | 0                                           | 7.2±0.3 <sup>nopq</sup>           | 88.4±1.3 <sup>pqr</sup>              | 172.1±3.4 <sup>jk</sup>                               |
| T8                 | 3                                           | 15.0±0.8 <sup>j</sup>             | 107.3±1.0 <sup>hij</sup>             | 255.6±3.6 <sup>fg</sup>                               |
|                    | 7                                           | 31.5±1.2 <sup>b</sup>             | 126.1±1.4 <sup>cd</sup>              | 335.7±2.6 <sup>ab</sup>                               |
|                    | 0                                           | 7.4±0.1 <sup>nopq</sup>           | 86.8±0.7 <sup>qr</sup>               | 164.7±2.1 <sup>jk</sup>                               |
| T9                 | 3                                           | 13.9±0.2 <sup>jk</sup>            | 109.4±1.7 <sup>hi</sup>              | 257.7±1.6 <sup>fg</sup>                               |
|                    | 7                                           | 31.1±0.5 <sup>b</sup>             | 128.0±1.0 <sup>c</sup>               | 333.3±2.2 <sup>ab</sup>                               |
|                    | 0                                           | 7.0±0.5 <sup>nopq</sup>           | 86.4±1.2 <sup>qrs</sup>              | 168.3±3.7 <sup>jk</sup>                               |
| T10                | 3                                           | 14.5±0.5 <sup>jk</sup>            | 105.9±1.0 <sup>lj</sup>              | 252.7±2.0 <sup>fgh</sup>                              |
|                    | 7                                           | 30.0±0.4 <sup>cd</sup>            | 128.3±3.1 <sup>c</sup>               | 323.1±2.8 <sup>bcd</sup>                              |
|                    | 0                                           | 6.4±0.2 <sup>q</sup>              | 89.2±0.7 <sup>opq</sup>              | 170.7±2.3 <sup>jk</sup>                               |
| T11                | 3                                           | 13.4±0.6 <sup>kl</sup>            | 103.7±1.1 <sup>jk</sup>              | 255.6±4.6 <sup>fg</sup>                               |
|                    | 7                                           | 29.1±1.7 <sup>de</sup>            | 120.5±3.3 <sup>efg</sup>             | 326.5±2.1 <sup>bc</sup>                               |
|                    | 0                                           | 6.6±0.2 <sup>pq</sup>             | 81.1±3.1 <sup>tu</sup>               | 160.6±0.8 <sup>jk</sup>                               |
| T12                | 3                                           | 13.5±0.1 <sup>kl</sup>            | 100.5±1.9 <sup>kl</sup>              | 244.6±2.5 <sup>gh</sup>                               |
|                    | 7                                           | 28.6±0.3 <sup>ef</sup>            | 122.2±1.2 <sup>def</sup>             | 315.9±1.8 <sup>cd</sup>                               |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

**Note:** Means values in the same column followed by the same letters are not significantly different (P<0.05)

(۱۵) و تأثیر هیدروکلوئیدها در تغییر ساختار نشاسته (۶۲) ازجمله مکانیسم‌های بیان شده درباره چگونگی تأثیر هیدروکلوئیدها در کاهش سفتی بافت نان می‌باشد. ناطقی و همکاران (۲۰۲۱) نیز تشکیل کمپلکس بین هیدروکلوئید و پروتئین گلوتم را از دیگر دلایل تأثیر هیدروکلوئیدها بر کاهش سفتی نان بیان نمودند (۱۶). همانطور که در نتایج مربوط به افزایش حجم در فر مشاهده می‌شود در اغلب تیمارها با افزایش سطح آلژینات سدیم میزان افزایش حجم در فر زیاد شده است. لذا به نظر می‌رسد افزایش حجم این نمونه‌ها نیز در کاهش سفتی بافت آن‌ها مؤثر بوده است. یوسفی فخر و همکاران (۲۰۲۳) نیز افزایش

ارزیابی سفتی و رطوبت مغز نان در طی ۱۲ روز نگهداری در مطالعه رضوی‌زادگان جهرمی و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد رومال‌های آب، زرده تخم‌مرغ، نشاسته و پروپیلن گلیکول توانستند سخت شدن بافت مغز نان را کاهش داده و روند بیباتی آن را کند کنند (۲۴). تأثیر رومال (نشاسته ذرت، سفیده تخم‌مرغ و شیر بدون چربی) بر کاهش سفتی و حفظ مقدار رطوبت مغز نان در طول دوره نگهداری توسط چاین و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش شده است (۲۵). تأثیر هیدروکلوئیدها در کاهش سفتی بافت نان نیز توسط محققین مختلف گزارش شده است. تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های آب و هیدروکلوئیدها

حجم نان را یکی از دلایل کاهش سفتی بافت آن بیان نموده‌اند (۶۳). از آنجا که هیدروکلوئیدها به دلیل افزایش جذب آب، ویسکوزیته خمیر را افزایش می‌دهند با ایجاد شرایط و ساختار مناسب به حفظ حباب‌های گاز در طی مخلوط کردن، تخمیر و همچنین بخارات آب تولیدی در مرحله پخت کمک می‌کنند. لذا استفاده از این ترکیبات در خمیر، سبب ایجاد ساختار متخلخل با حجم مخصوص بالا در نان تولیدی می‌گردد و در نتیجه میزان سفتی بافت محصول کاهش می‌یابد (۶۴).

**بیاتی و ویژگی‌های حرارتی:** به مجموعه تغییرات فیزیکوشیمیایی مختلفی که پس از فرآیند پخت در محصولات نانوائی رخ می‌دهد بیاتی اطلاق می‌شود. پدیده بیاتی از عوامل مهم ایجاد ضایعات نان بوده و باعث کاهش طعم و مزه، کاهش ظرفیت جذب آب مغز نان، افزایش تبلور نشاسته، افزایش سفتی مغز نان، تغییر در ویژگی‌های حرارتی و به‌طور کلی عدم پذیرش نان و محصولات نانوائی از طرف مصرف‌کننده طی دوره نگهداری می‌شود (۶۵). کریستالیزاسیون مجدد مولکول‌های نشاسته به‌خصوص آمیلوپکتین‌های کوتاه زنجیر و مهاجرت رطوبت پس از کریستالیزاسیون نشاسته از عوامل مهم مؤثر در ایجاد سفتی بافت و به دنبال آن بیاتی ذکر شده است (۶۶). ناطقی و همکاران (۲۰۲۱) برگشت پلیمرها در آمیلوپکتین، آرایش مجدد ناحیه آمورف، کاهش مقدار رطوبت و توزیع رطوبت بین نواحی آمورف و کریستالی را از جمله عوامل دخیل در بروز پدیده بیاتی عنوان کردند (۱۶). طبق گزارش کوواین و یانگ (۲۰۰۶) تغییرات نشاسته و پروتئین و همچنین تغییر در توزیع رطوبت بین این دو جزء علت بیاتی نان است (۶۷). تغییرات کیفی نان طی بیاتی غالباً تحت تأثیر نشاسته می‌باشد. طی زمان نگهداری نان، نشاسته به دلیل کاهش آب یا تغییر وضعیت آن به کریستال تبدیل می‌شود. در

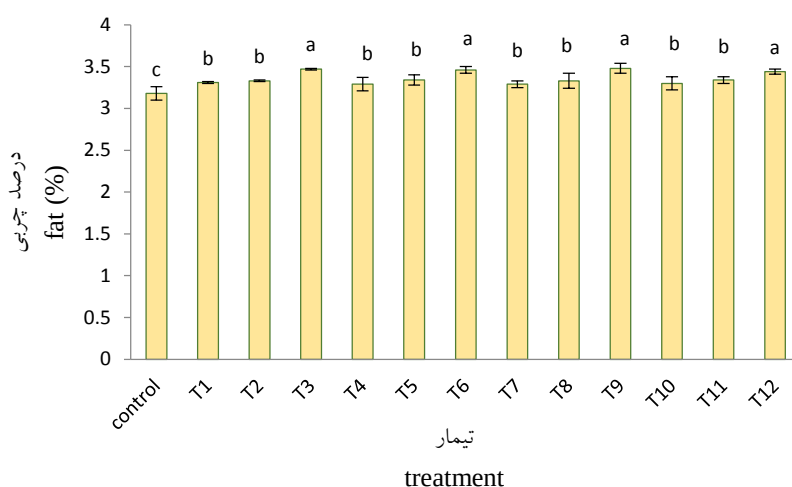
آمیروز به دلیل عدم ممانعت هوایی شاخه‌ها، این تغییرات سریع‌تر رخ داده و در نتیجه پیوندهای محکم-تری هم به وجود می‌آید؛ علت سفت شدن بافت نان طی اولین روز نگهداری همین مسأله است. در مراحل بعدی، شاخه‌های آمیلوپکتین که عامل اصلی بیاتی نان هستند، به آهستگی کنار هم قرار گرفته و کریستاله می‌شوند. کریستالیزاسیون آمیلوپکتین یک پدیده آشکار در مدت نگهداری نان‌های حجیم می‌باشد (۶۸). سرعت بیاتی و تبلور نشاسته با استفاده از روش‌های فیزیکوشیمیایی مختلف ارزیابی می‌شود. یکی از روش‌های مناسب بررسی بیاتی نان و سایر محصولات نانوائی سنجش تغییرات آنتالپی و اندازه‌گیری مقدار افزایش آن در طی دوره نگهداری نان می‌باشد (۶۵).

نتایج آنالیز حرارتی نان (جدول ۲) نشان داد در تیمارهای حاوی عصاره آبی پودر میوه بنه و صمغ آلزینات سدیم دمای پیک و مقدار آنتالپی کاهش یافته است ( $p < 0/01$ ). با افزایش سطح عصاره آبی پودر میوه بنه و صمغ آلزینات سدیم در نان میزان کاهش دمای پیک و آنتالپی بیشتر بود. در زمان نگهداری نان نیز به تدریج با گذشت زمان، دمای پیک و آنتالپی تمام نمونه‌ها افزایش یافت ( $p < 0/01$ )؛ به‌طوری‌که پس از ۷ روز نگهداری بیشترین مقدار دمای پیک و آنتالپی مربوط به نمونه شاهد (به ترتیب  $5/4 \pm 14/1$  درجه سانتیگراد و  $4/6 \pm 346/9$  J.g-1) و کمترین مقدار دمای پیک مربوط به تیمار T6 ( $6/1 \pm 110/9$  درجه سانتیگراد) و کمترین آنتالپی مربوط به تیمار J.g-1 T5e ( $7/6 \pm 292/7$ ) بود (جدول ۲). طبق گزارش سلیمان بیگی و ارزه‌گر (۲۰۱۳) میوه بنه گونه آتلاتیکا حاوی  $1/53 \pm 32/43$  درصد فیبر،  $0/40 \pm 8/20$  درصد پروتئین،  $0/29 \pm 5/23$  درصد نشاسته و  $3/05 \pm 26/8$  درصد روغن خام است (۶۹). لذا دلیل کاهش دمای پیک و آنتالپی و در نتیجه کاهش بیاتی

گروه‌های هیدروکسیل نظیر فیبرها و هیدروکلوئیدها را از عوامل مؤثر بر به تأخیر انداختن بیاتی نان بیان کردند (۱۶). نتایج مشابهی نیز در بررسی توکلی‌پور و همکاران (۲۰۲۲) گزارش شده است (۱۷).

**چربی:** نتایج آزمون میزان چربی در شکل ۵ آورده شده است. طبق این نتایج با استفاده از عصاره آبی پودر میوه بنه در تولید نان میزان چربی نمونه‌ها افزایش یافت به‌طوری‌که تیمارهای حاوی بالاترین سطح عصاره آبی پودر میوه بنه بیشترین میزان چربی را داشتند و کمترین مقدار چربی مربوط به نمونه شاهد بود ( $p < 0.01$ ). طبق گزارش بن حسنی و همکاران (۲۰۰۷) میوه بنه ایرانی تقریباً ۲۶/۸٪ چربی خام دارد (۵۳).

نمونه‌های نان با افزایش مقادیر عصاره آبی پودر میوه بنه مصرفی را می‌توان حضور ترکیبات جذب‌کننده رطوبت نظیر فیبر، ترکیبات پروتئینی و نشاسته و همچنین محتوای چربی بالای آن دانست. تأثیر ترکیبات پروتئینی در نرمی و بهبود بافت، کاهش دمای پیک و مقدار آنتالپی و به تأخیر انداختن بیاتی نان کینوا در پژوهش علیزاده بها بادی و همکاران (۲۰۲۲) گزارش شده است (۷۰). با توجه به نقش نرم‌کنندگی آب و کاهش دمای انتقال شیشه‌ای با افزایش محتوای آب محصول از آنجاکه ترکیبات هیدروکلوئیدی توانایی جذب و نگهداری آب بالایی دارند کاهش دمای پیک با افزایش سطح آلزینات سدیم در نان و نیز کند شدن روند بیاتی نان با افزودن آلزینات سدیم هم‌دور از انتظار نیست (۷۱). ناطقی و همکاران (۲۰۲۱)، افزایش سطح جذب آب توسط ترکیبات دارای



شکل ۵- اثر تیمار بر محتوای چربی نان (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند)  
Figure 5. The effect of treatment on fat content of bread (Means values followed by the same letters are not significantly different ( $P < 0.05$ ))

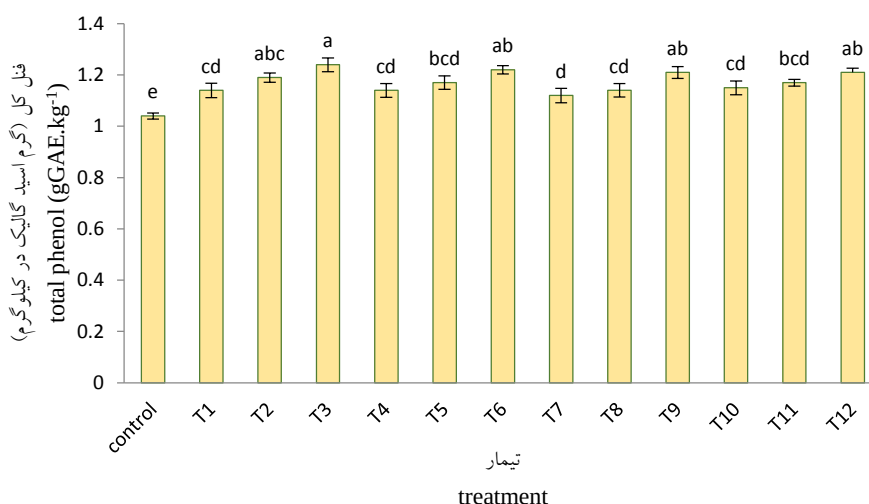
LDL- کلسترول و افزایش HDL- کلسترول می‌شود (۷۲). لذا استفاده از بنه در تهیه محصولات غذایی راهکار مناسبی جهت اصلاح الگوی مصرف چربی و اسیدهای چرب دریافتی در رژیم غذایی به شمار می‌آید. همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌گردد تأثیر افزایش سطح آلزینات سدیم بر مقدار چربی نان

با توجه به وجود مقادیر قابل‌توجه اسیدهای چرب غیراشباع و اسیدهای چرب ضروری در روغن بنه مصرف این روغن می‌تواند در پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی و آترواسکلروز و مرگ‌ومیر ناشی از آن‌ها مؤثر واقع شود. مشخص شده است مصرف روغن بنه باعث تغییر لیپوپروتئین‌های سرم در جهت کاهش

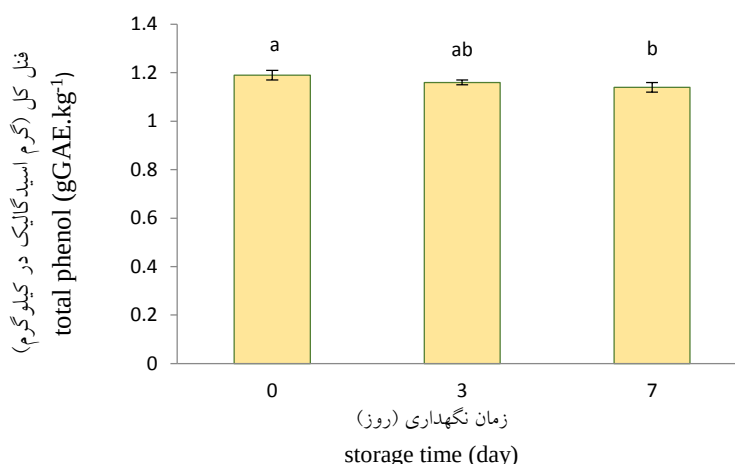


بیماری‌های مرتبط با تولید رادیکال‌های اکسیژن با غلظت‌های بیش از ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن انسان تأثیرگذار می‌باشند. (۷۳). نتایج حاصل از ارزیابی ترکیبات فنلی نان در شکل‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است.

معنی‌دار نبوده است. ناطقی و همکاران (۲۰۲۱) ساختار کربوهیدراتی هیدروکلونیدها را علت عدم تأثیر این ترکیبات بر محتوای چربی نان دانستند (۱۶).  
ترکیبات فنلی: اهمیت ترکیبات فنلی بیشتر از جهت فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌هاست. به‌علاوه ترکیبات فنلی به دلیل داشتن فعالیت‌های بیولوژیکی مهم در مبارزه با



شکل ۶- اثر تیمار بر محتوای فنل کل نان (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند)  
Figure 6. The effect of treatment on total phenolic content of bread (Means values followed by the same letters are not significantly different ( $P<0.05$ ))



شکل ۷- اثر زمان نگهداری بر محتوای فنل کل نان (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

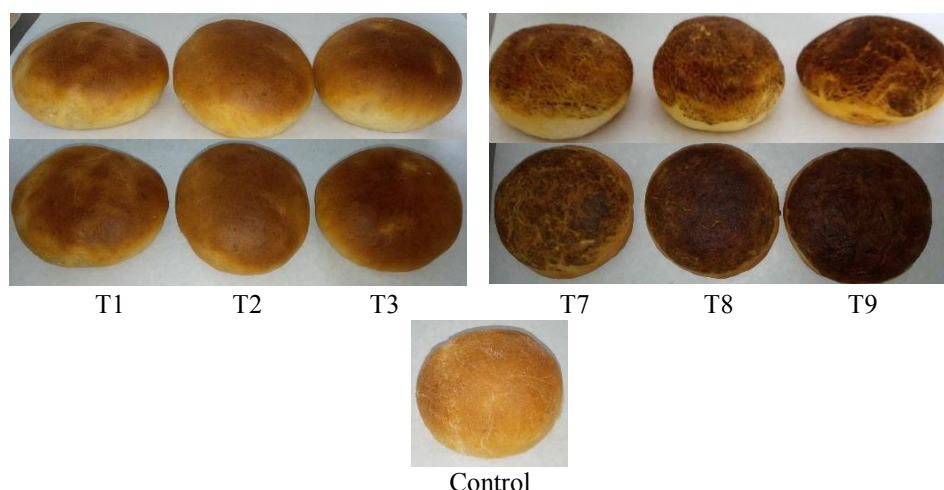
Figure 7. The effect of storage time on total phenolic content of bread (Means values followed by the same letters are not significantly different ( $P<0.05$ ))

متعدد موجود در بخش‌های مختلف بنه نیز اثبات شده است (۷۴). بر اساس گزارش‌ها، مقدار ترکیبات فنلی موجود در روغن بنه بیشتر از برخی روغن‌های خوراکی گیاهی رایج است و لذا این روغن یک منبع غنی از نظر ترکیبات فنلی می‌باشد (۷۵).

**رنگ:** یکی از معیارهای مهم مورد استفاده برای ارزیابی کیفیت، تعیین اثر مواد مختلف فرمول و تعیین اثر تغییر متغیرهای فرآیند پخت و ارزیابی شرایط انبارداری در محصولات نانوائی، اندازه‌گیری رنگ آن‌هاست. انجام واکنش مایلارد در اثر ترکیب مواد از ته با مواد احیاکننده، در لایه سطحی و نیز کاراملیزه شدن قندها از مهم‌ترین عوامل قهوه‌ای شدن رنگ پوسته نان طی فرایند پخت هستند. مقدار مواد مؤثر و شرایطی که این مواد تحت آن وارد عمل می‌شوند نظیر دما و بی‌آب شدن سطح نان در سرعت و شدت رنگ پوسته نان تأثیر زیادی دارد (۷۶). نوع ترکیبات افزودنی در فرمولاسیون نان نیز می‌تواند بر رنگ محصول تأثیرگذار باشد. نتایج آنالیز واریانس پارامترهای رنگی پوسته و مغز نان در جدول ۳ آورده شده است.

بر اساس نتایج این پژوهش، اضافه کردن عصاره آبی پودر میوه بنه به خمیر نان و استفاده از این عصاره به عنوان رومال در نان مقدار ترکیبات فنلی نان را افزایش داد ( $p < 0.01$ ). پس از پخت نمونه T3 بیشترین مقدار فنل کل ( $gGAE.Kg^{-1}$ ) را داشت و کمترین مقدار فنل کل ( $1/290 \pm 0/041a$ ) در نمونه شاهد به دست آمد. طی نگهداری نان به تدریج از میزان ترکیبات فنلی کاسته شد به طوری که در پایان دوره نگهداری مقدار فنل کل نمونه شاهد و تیمار T3 به ترتیب به  $1/021 \pm 0/011$  و  $1/021 \pm 0/011$  رسید ( $p < 0.01$ ).

مشخص شده است که محتوای فنل کل در بخش‌های مختلف میوه بنه متغیر می‌باشد و محتوای فنلی پوسته خارجی بنه به طور قابل توجهی بیشتر از بخش‌های دیگر آن است. پس از پوسته خارجی، هسته و پوسته چوبی محتوای فنلی بالاتری دارد. البته لازم به ذکر است که محتوای فلاونوئید در پوسته خارجی بیشتر از هسته میوه می‌باشد. فعالیت آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی ترکیبات پلی فنلی



شکل ۸- نمونه‌های نان حجیم تولید شده با استفاده از عصاره آبی پودر میوه بنه

Figure 8. The samples of loaf bread produced using PAFPAE

موجود در عصاره آبی پودر میوه بنه بر شدت واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی میلارد و کاراملیزاسیون قندها در پوسته در زمان پخت نان مؤثر بوده‌اند (۷۷). حضور رنگ‌دانه‌های مختلف در عصاره آبی پودر میوه بنه نیز می‌تواند علت تغییرات رنگ پوسته و مغز نان‌های حاوی این ترکیب در فرمول خمیر باشد. مشخص شده است که فئوفیتین a، ویولاگزانتین، لوتوگزانتین، پروتین، ایزومرهای لوتین، نئوگزانتین، کلروفیل a و کلروفیل b از جمله رنگ‌دانه‌های اصلی روغن پسته وحشی هستند (۷۸). کاهش میزان  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  و افزایش میزان  $\Delta E$  در اثر افزودن پودر بزرک به نان توسط روزگار و همکاران (۲۰۱۵) گزارش شده است (۸). نتایج مطالعات فرهادی و همکاران (۲۰۱۹) نیز بر تیره‌تر شدن رنگ نان با افزودن آرد دانه چیا به فرمولاسیون خمیر دلالت داشت (۷۷). شکل ۸ تصاویر نان‌های تولید شده با عصاره آبی پودر میوه بنه را نشان می‌دهد.

همانطور که ملاحظه می‌شود با افزودن عصاره آبی پودر میوه بنه به فرمول خمیر نان و نیز به صورت رومال پوسته نان تیره‌تر شده و مقدار قرمزی و زردی آن کاهش یافته است ( $p < 0.01$ ). به علاوه مشخص شد با افزایش سطح آلزینات سدیم از روشنی، قرمزی و زردی پوسته کاسته شد؛ اگرچه طبق نتایج مقایسه میانگین در بیشتر تیمارهای مشابه از نظر سطح و نوع کاربرد عصاره آبی پودر میوه بنه با تغییر سطح آلزینات سدیم اختلاف معنی‌داری در پارامترهای رنگی پوسته وجود نداشت. طبق نتایج ارائه شده در جدول ۳ با افزودن عصاره آبی پودر میوه بنه به فرمول خمیر نان روشنی و زردی بافت مغز نان کاهش و قرمزی آن افزایش یافت ( $p < 0.01$ ). تأثیر استفاده از عصاره آبی پودر میوه بنه به صورت رومال نیز بر پارامترهای رنگی مغز نان معنی‌دار نبود. افزودن هیدروکلئید آلزینات سدیم به نان نیز تأثیر معنی‌داری بر روشنی، قرمزی و زردی مغز نان نگذاشت. به نظر می‌رسد ترکیبات

جدول ۳- اثر تیمار بر pH و رنگ پوسته و مغز نان

Table 3. The effect of treatment on pH and color of crust and crumb of bread

| تیمار<br>Treatment | pH                     | پوسته<br>crust            |                          |                          | مغز<br>crumb              |                         |                          |
|--------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                    |                        | روشنی<br>$L^*$            | قرمزی<br>$a^*$           | زردی<br>$b^*$            | روشنی<br>$L^*$            | قرمزی<br>$a^*$          | زردی<br>$b^*$            |
| Control            | 6.44±0.12 <sup>a</sup> | 57.84±3.12 <sup>a</sup>   | 24.28±1.21 <sup>a</sup>  | 36.15±1.14 <sup>a</sup>  | 77.61±1.61 <sup>a</sup>   | 2.20±0.09 <sup>cd</sup> | 18.82±1.01 <sup>a</sup>  |
| T1                 | 6.41±0.32 <sup>a</sup> | 47.76±2.21 <sup>b</sup>   | 20.81±1.11 <sup>b</sup>  | 32.88±0.97 <sup>b</sup>  | 74.94±1.13 <sup>bc</sup>  | 5.58±0.12 <sup>b</sup>  | 15.95±0.70 <sup>cd</sup> |
| T2                 | 6.33±0.15 <sup>a</sup> | 45.57±1.03 <sup>bc</sup>  | 19.48±1.07 <sup>c</sup>  | 32.56±1.06 <sup>b</sup>  | 69.77±3.16 <sup>d</sup>   | 5.81±0.27 <sup>b</sup>  | 15.40±0.30 <sup>d</sup>  |
| T3                 | 6.32±0.17 <sup>a</sup> | 43.52±0.48 <sup>cd</sup>  | 19.52±1.42 <sup>c</sup>  | 32.82±2.01 <sup>b</sup>  | 64.42±2.11 <sup>c</sup>   | 6.19±0.50 <sup>a</sup>  | 14.61±0.42 <sup>c</sup>  |
| T4                 | 6.37±0.31 <sup>a</sup> | 45.80±2.51 <sup>bc</sup>  | 18.66±1.13 <sup>de</sup> | 32.41±1.01 <sup>b</sup>  | 73.98±2.01 <sup>c</sup>   | 5.54±0.22 <sup>b</sup>  | 16.10±0.90 <sup>c</sup>  |
| T5                 | 6.37±0.26 <sup>a</sup> | 44.16±2.64 <sup>cd</sup>  | 18.2±1.10 <sup>e</sup>   | 32.04±1.03 <sup>bc</sup> | 68.67±4.36 <sup>d</sup>   | 5.82±0.27 <sup>b</sup>  | 15.83±0.22 <sup>cd</sup> |
| T6                 | 6.32±0.14 <sup>a</sup> | 42.71±1.99 <sup>def</sup> | 17.98±1.26 <sup>e</sup>  | 31.36±1.25 <sup>c</sup>  | 63.51±3.40 <sup>c</sup>   | 6.11±0.55 <sup>a</sup>  | 14.58±0.65 <sup>c</sup>  |
| T7                 | 6.35±0.25 <sup>a</sup> | 42.1±1.65 <sup>ef</sup>   | 19.31±0.30 <sup>cd</sup> | 26.77±1.96 <sup>d</sup>  | 76.44±3.83 <sup>ab</sup>  | 2.43±0.15 <sup>c</sup>  | 18.33±1.02 <sup>ab</sup> |
| T8                 | 6.26±0.09 <sup>a</sup> | 35.94±0.84 <sup>gh</sup>  | 18.09±0.21 <sup>e</sup>  | 18.71±0.73 <sup>e</sup>  | 76.83±4.71 <sup>ab</sup>  | 2.05±0.17 <sup>d</sup>  | 18.18±0.77 <sup>b</sup>  |
| T9                 | 6.25±0.27 <sup>a</sup> | 34.44±0.52 <sup>h</sup>   | 16.13±0.52 <sup>f</sup>  | 17.47±1.01 <sup>h</sup>  | 76.15±2.04 <sup>abc</sup> | 2.38±0.13 <sup>c</sup>  | 18.48±0.32 <sup>ab</sup> |
| T10                | 6.32±0.18 <sup>a</sup> | 41.2±2.49 <sup>f</sup>    | 19.85±1.14 <sup>c</sup>  | 23.44±2.21 <sup>e</sup>  | 75.97±3.06 <sup>abc</sup> | 2.30±0.05 <sup>cd</sup> | 18.44±0.93 <sup>ab</sup> |
| T11                | 6.31±0.44 <sup>a</sup> | 36.67±1.55 <sup>gh</sup>  | 16.39±1.75 <sup>f</sup>  | 20.37±0.91 <sup>f</sup>  | 76.05±3.01 <sup>abc</sup> | 2.39±0.11 <sup>c</sup>  | 18.78±0.75 <sup>a</sup>  |
| T12                | 6.26±0.08 <sup>a</sup> | 35.18±1.02 <sup>gh</sup>  | 14.76±1.25 <sup>g</sup>  | 16.96±0.72 <sup>h</sup>  | 76.27±4.16 <sup>ab</sup>  | 2.31±0.05 <sup>cd</sup> | 18.39±1.03 <sup>ab</sup> |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

**Note:** Means values in the same column followed by the same letters are not significantly different ( $P < 0.05$ ).

نتایج صفات حسی (جدول ۴) نشان داد که کاربرد عصاره آبی پودر میوه بنه به‌طور معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی نان تأثیر گذاشته است ( $p < 0.01$ ).

ارزیابی حسی: خواص حسی از جمله عوامل اصلی پذیرش بسیاری از فرآورده‌های خوراکی و کسب رضایت مصرف‌کننده می‌باشد. تجزیه و تحلیل آماری

افزایش سطح عصاره آبی پودر میوه بنه باعث کاهش امتیاز طعم و مزه شد. اگرچه بر اساس نتایج مقایسه میانگین از نظر امتیاز طعم و مزه اختلاف معنی‌داری بین شاهد و سطح ۲ درصد عصاره آبی پودر میوه بنه وجود نداشت. کاهش امتیاز طعم نان با افزودن آرد بزرک به فرمولاسیون خمیر در مطالعات آلپاسلان و حیات (۲۰۰۶) و کوکا و آنیل نیز گزارش شده است

(۶، ۷). با توجه به نتایج مربوط به ارزیابی حسی نمونه‌های پنیر لاکتیکی حاوی عصاره و پودر بنه شهدادی و همکاران (۲۰۲۰) استفاده از غلظت‌های پایین عصاره و پودر بنه را به‌منظور جلوگیری نسبی از رشد قارچ‌ها و درعین حال ایجاد طعم و مزه مطبوع و جدید در محصول پیشنهاد کردند (۲۸).

جدول ۴- اثر تیمار بر ویژگی‌های حسی نان

Table 4. The effect of treatment on sensory attributes of bread

| تیمار<br>Treatment | طعم<br>Taste       | قابلیت جویدن و سفتی بافت<br>Chewability and firmness of texture | رنگ پوسته<br>Crust color | پذیرش کلی<br>Total acceptability | شاخص پذیرش<br>Acceptance index (%) |
|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Control            | 4.90 <sup>a</sup>  | 4.6 <sup>bc</sup>                                               | 4.80 <sup>a</sup>        | 4.75 <sup>a</sup>                | 95                                 |
| T1                 | 4.80 <sup>a</sup>  | 4.5 <sup>c</sup>                                                | 4.70 <sup>ab</sup>       | 4.60 <sup>ab</sup>               | 92                                 |
| T2                 | 4.35 <sup>b</sup>  | 4.7 <sup>ab</sup>                                               | 4.60 <sup>abc</sup>      | 4.60 <sup>ab</sup>               | 88                                 |
| T3                 | 3.90 <sup>cd</sup> | 4.7 <sup>ab</sup>                                               | 4.50 <sup>abc</sup>      | 4.20 <sup>c</sup>                | 84                                 |
| T4                 | 4.80 <sup>a</sup>  | 4.6 <sup>bc</sup>                                               | 4.70 <sup>ab</sup>       | 4.70 <sup>ab</sup>               | 94                                 |
| T5                 | 4.40 <sup>b</sup>  | 4.6 <sup>bc</sup>                                               | 4.35 <sup>c</sup>        | 4.50 <sup>b</sup>                | 90                                 |
| T6                 | 3.80 <sup>d</sup>  | 4.8 <sup>a</sup>                                                | 4.45 <sup>bc</sup>       | 4.30 <sup>c</sup>                | 86                                 |
| T7                 | 4.80 <sup>a</sup>  | 4.5 <sup>c</sup>                                                | 4.00 <sup>d</sup>        | 4.20 <sup>c</sup>                | 84                                 |
| T8                 | 4.40 <sup>b</sup>  | 4.5 <sup>c</sup>                                                | 3.80 <sup>d</sup>        | 4.10 <sup>c</sup>                | 82                                 |
| T9                 | 4.00 <sup>cd</sup> | 4.5 <sup>c</sup>                                                | 3.15 <sup>e</sup>        | 3.75 <sup>d</sup>                | 75                                 |
| T10                | 4.80 <sup>a</sup>  | 4.6 <sup>bc</sup>                                               | 4.05 <sup>d</sup>        | 4.25 <sup>c</sup>                | 85                                 |
| T11                | 4.50 <sup>b</sup>  | 4.7 <sup>ab</sup>                                               | 3.80 <sup>d</sup>        | 4.15 <sup>c</sup>                | 83                                 |
| T12                | 4.05 <sup>c</sup>  | 4.8 <sup>a</sup>                                                | 3.20 <sup>e</sup>        | 3.85 <sup>d</sup>                | 77                                 |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

**Note:** Means values in the same column followed by the same letters are not significantly different ( $P < 0.05$ )

امتیاز رنگ پوسته نان شد. کاهش امتیاز رنگ نان با افزایش سطح جایگزینی بزرک به علت تیره شدن رنگ نان توسط روزگار و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش شده است (۸).

ارزیابی آماری نتایج امتیاز پذیرش کلی بر کاهش امتیاز کلی تیمارهای پژوهش به‌ویژه تیمارهای دارای رومال دلالت داشت؛ اگرچه طبق نتایج مقایسه میانگین اختلاف امتیاز پذیرش کلی تیمارهای T1 تا T4 با شاهد معنی‌دار نبود. نتایج محاسبه شاخص پذیرش نیز نشان داد که بعد از شاهد بیشترین شاخص پذیرش مربوط به تیمار T4 (۹۴) و کمترین شاخص پذیرش مربوط به تیمار T9 (۷۵) بود.

طبق نتایج آنالیز واریانس کاربرد عصاره آبی پودر میوه بنه و آلزینات سدیم در تولید نان سبب بهبود قابلیت جویدن و نرمی بافت و در نتیجه افزایش امتیاز بافت نان شد. نتایج مطالعه روزگار و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان داد که نان حاوی پودر بزرک به علت داشتن بافت نرم‌تر و تردتر از نظر بافت امتیاز بهتری نسبت به شاهد گرفت (۸). افزایش امتیاز بافت نان حجیم هنگام استفاده از هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون خمیر در نتایج مطالعات ناطقی و همکاران (۲۰۲۱) و مویدی و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش شده است (۵۶، ۱۶).

استفاده از صمغ آلزینات سدیم و عصاره آبی پودر میوه بنه به‌خصوص به‌صورت رومال منجر به کاهش

نیازهای تغذیه‌ای افراد از طریق مصرف آن تأمین گردد. در این پژوهش جهت غنی‌سازی نان با ترکیبات ارزشمند میوه درخت بنه از دو روش افزودن عصاره آبی پودر این میوه به خمیر و به‌صورت رومال استفاده شد. به‌علاوه جهت بهبود کیفیت نان در تولید محصول، هیدروکلئید آلزینات سدیم به کار رفت. ارزیابی نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و حسی نان نشان داد که استفاده از راهکارهای به‌کاررفته در این بررسی علاوه بر افزایش میزان ترکیبات سلامتی بخش نظیر ترکیبات فنلی و چربی حاوی اسیدهای چرب ضروری، سبب حفظ بهتر رطوبت نان و بهبود بافت و به تأخیر انداختن بیاتی محصول طی دوره نگهداری می‌شود.

از آنجاکه محصولی از نظر ویژگی‌های حسی پذیرفته می‌شود که شاخص پذیرش آن بالاتر از ۷۰ درصد باشد (۷۹) و طبق نتایج پژوهش حاضر شاخص پذیرش تمامی تیمارها بالاتر از ۷۰ بوده است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که امکان به‌کارگیری عصاره آبی پودر میوه بنه به‌صورت رومال یا افزودن به خمیر، جهت تولید نانی باقابلیت پذیرش حسی مطلوب وجود دارد.

### نتیجه‌گیری

با توجه به این که نان در بسیاری از نقاط جهان غذای غالب روزانه مردم را تشکیل می‌دهد تلاش می‌شود نان تولید شده برای مصرف عموم دارای فاکتورهای تغذیه‌ای لازم باشد و قسمت عمده‌ای از

### References

1. Pohjanheimo, T. A., Hakala, M. A., Tahvonen, R. L., Salminen, S. J., & Kallio, H. P. 2007. Flaxseed in breadmaking: effects on sensory quality, aging, and composition of bakery products. *Journal of Food Science*, 71, 343-48.
2. Ribotta, P. & Le Bailm A. 2007. Thermo-physical assessment of bread during staling. *LWT - Food Science and Technology Journal*, 40, 879-84.
3. Menten, O., Bakkalbassi, E., & Ercan, R. 2008. Effect of the use of ground flaxseed on quality and chemical composition of bread. *Food Science and Technology International*, 14, 299-306.
4. Rastogi, A. & Singh, G. 1989. Effect of addition of full fat soy flour of different varieties on quality characteristics and bread making quality of white flour. *Bulletin of Grain Technology*, 27, 26- 34.
5. Mashayekh, M., Mahmoodi, M., & Entezari, M. 2007. The effects of flour fortification with defatted soy flour on the organoleptic and biological properties of Taftoon bread. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 2 (3), 73-80. (in Persian)
6. Alpaslan, M. & Hayat, M. 2006. The effects of flaxseed, soy and corn flours on the textural and sensory properties of a bakery product. *Journal of Food Quality*, 29, 617-627.
7. Koca, A. F. & Anil, M. 2007. Effect of flaxseed and wheat flour blends on dough rheology and bread quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1172-1175.
8. Roozegar, M. H., Shahedi, M., & Hamdami, N. 2015. Production and rheological and sensory evaluation of Taftoon bread containing flaxseed. *Journal of Food Science and Technology*, 48(12), 231-244. (in Persian)
9. Khattab, R., Zeitoun, M., & Barbary, O. M. 2012. Evaluation of pita bread fortified with defatted flaxseed flour. *Current Nutrition and Food Science*, 8, 91-101.
10. Pouraabedin, M. & Aarabi, A. 2018. Investigating the effect of adding flax flour (*Linum usitatissimum*) on staling and sensory properties of toast. *Food Technology and Nutrition*, 15(2), 45-54. (in Persian)
11. Karimi, M., Sheikholeslami, Z., Sahraian, B., Ghiyafteh Davoodi, M., & Naghipour, F. 2018. Using sesame meal flour in free gluten French bread (rice-corn) containing guar and

- CMC gums to produce functional food. *Journal of Food Science and Technology*, 14(73), 1-12. (in Persian)
12. Jahandideh, H., Taghizadeh, M., Haddad Khodaparast, M. H., & Koocheki, A. 2015. Effect of xanthan gum on physical and textural properties of eaguette bread containing tahinimeal. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 11(4), 337-350. (in Persian)
13. Asadi, Z., Masoud Nia, A., & Zia Ziabari, S. F. 2021. Physicochemical and sensorial properties of non-gluten supplemented flat bread with the replacement of sprouted wheat flour, lentil, mung bean. *Journal of Food Science and Technology*, 18 (120), 75-83. (in Persian)
14. Fathnejhad Kazemi, R., Peighambardoust, H., Azadmard Damirchi, S., Nemati, M., Rafat, A., & Naghavi, S. 2012. The effect of purslane powder on chemical characteristics, fatty acids profile and sensory quality of bread. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 7(3), 11-18. (in Persian)
15. Rosell, C. M., Rojas, J. A., & Benedito de Barber, C. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloid*, 15(1), 75- 81.
16. Nateghi, L. & Rezaei, M. 2021. Effect of xanthan gum and carboxymethyl cellulose gum on physicochemical and sensory properties of Baguette bread. *Iranian Journal of Food Science and Technolog*, 113(18), 1-17. (in persian)
17. Tavakolipour, H., Abdollahzadeh, G., & Mokhtarain, M. 2022. Effect of some hydrocolloids on a flat bread (Taftoon) quality. *Journal of Halal Research*, 5(1), 16-25. (In Persian)
18. Vinoth Kumar, M., Sharma, N., & Ranjith S. 2022. Trends in edible packaging of bakery products: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 11(12S), 182-193.
19. Chakravartula, S. S. N., Cevoli, C., Balestra, F., Fabbri, A., & Dalla Rosa, M. 2019. Evaluation of drying of edible coating on bread using NIR spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 240, 29-37.
20. Qandashtant, R. A., Salehi, E. A., Sani, A. M., Sangatash, M. M., & Safari O. 2020. Investigation on quality properties of traditional bulk bread covered with probiotics and soybean oil edible coating. *Acta Alimentaria*, 49(2), 144-153.
21. Chen, Y., Gavaliatsis, T., Kuster, S., Städeli, C., Fischer, P., & Windhab, E. J. 2021. Crust treatments to reduce bread staling. *Current Research in Food Science*, 4, 182-190.
22. Shulga, O., Chorna, A., & Shulga S. 2017. Influence of edible coatings on rye and rye-wheat bread quality, *Food Technologies*, 5(1), 83-91.
23. Fadda, C., Sanguinetti, A. M., Del Caro, A., Collar, C., & Piga, A. 2014. Bread staling: updating the view. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13, 473-492.
24. Razavizadegan Jahromi, S. H., Tabatabaee Yazdi, F., Karimi, M., Mortazavi, S. A., Ghiafeh Davoodi, M., Pourfarzad, A., & Hematian Sourki, A. 2012. Application of Glazing for Bread Quality Improvement. *Food and Bioprocess Technology*, 5(6), 2351-2391.
25. Chin, N. L., Abdullah, R., & Yusof, Y. A. 2011. Glazing effects on bread crust and crumb staling during storage. *Journal of Texture Studies*, 42, 459-467.
26. Zavehzad, N., Haghayegh, G. H., Mohammadi Sani, A., & Nikpooian, H. 2016. Utilization melon water as a new glaze for improvement the technical and organoleptic properties of Baguette. *Journal of Food Science and Technology*, 52(13), 111-118. (in Persian)
27. Sahraian, B., Sheikholeslami, Z., & Karimi, M. 2020. Development of a novel edible surface coating made by lepidium sativum seed gum and comparison of its effect with traditional glazes of sorghum gluten-free bread. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 8 (4), 405-414.
28. Shahdadi, F., Dumari, H., Nejad Sajadi, S. H., Rafieepour, A., Mahdavinia, A., Dezyani, M., & Ezzati, R. 2020. Effect of Pistacia atlantica powder and extract on the growth of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus niger* in lactic cheese. *Journal of Food Science and Technology*, 95(16), 53-62. (in Persian)
29. Shaddel, R., Haddad-Khodaparast, M. H., Maskooki, A., & Sharif, A., 2012. Azadmard-Damirchi, S. Evaluation of bene hull extraction antioxidant activity by superheated water method. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 1(2), 75-86. (in Persian)

30. Farhoosh, R., Haddad Khodaparast, M. H., & Sharif, A. 2009. Bene hull oil as a highly stable and antioxidative vegetable oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(12), 1259-1265.
31. Tohidi, M., Khayami, M., Nejati, V., & Meftahizade, H. 2011. Evaluation of antibacterial activity and wound healing of *Pistacia Atlantica* and *Pistacia Khinjuk*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(17), 4310-4314.
32. Jafarian Dehkordi, M., Azadbakht, R., Fathi Hafshejani, R., Khanamani Falahatipour, S., & Khanamani Falahati-pour, S. 2021. Baneh Fruits (*Pistacia Atlantica*) improved Some Biochemical Parameters in Wistar Male Rats. *Pistachio and Health Journal*, 4 (2), 4-12.
33. Amri, O., Zekhnini, A., Bouhaimi, A., Tahrouch, S., & Hatimi, A. 2018. Anti-inflammatory activity of methanolic extract from *Pistacia atlantica* Desf. leaves. *Pharmacognosy Journal*, 10(1), 71-76.
34. Falahati, M., Sepahvand, A., Mahmoudvand, H., Baharvand, P., Jabbarnia, S., Ghoghghi, A., & Yarahmadi, M. 2015. Evaluation of the antifungal activities of various extracts from *Pistacia atlantica* Desf. *Current medical mycology*, 1(3), 25-32.
35. Memariani, Z., Sharifzadeh, M., Bozorgi, M., Hajimahmoodi, M., Farzaei, M. H., Gholami, M., Siavoshi, F., & Saniee, P. 2017. Protective effect of essential oil of *Pistacia atlantica* Desf. On peptic ulcer: role of  $\alpha$ -pinene. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 37(1), 57-63.
36. Hesami, G., Bahramian, S., Fatemi, A., & Hesami, S. 2014. Effect of *pistacia atlantica* subsp. *kurdica* essential oil and acetic acid on *botrytis cinerea* growth in culture media and strawberry fruits. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 3, 100-106.
37. Hanafi, G. M., Darvishi, S., Darvishi, N., Sayedin-ardabili, S. M., & Mir-ahmadi, F. 2012. Antibacterial effect of essential oil of mastic resin on *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Clostridium sporogenes*. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*, 17(1), 1-10. (in Persian)
38. Ghiafeh Davoodi, M., Karimi, M., Naghipour, F., Sheikholeslami, Z., Mirmajidi, A., & Ahmadzadeh Ghavidel, R. 2019. Evaluation of baking methods and different hydrocolloids addition on physicochemical and textural properties of Roti (indian flat bread). *Journal of Food Science and Technology*, 90(16), 353-364. (in persian)
39. AACC. (2000). *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists* (10th ed.): American Association of Cereal Chemists.
40. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2010. Biscuit Features. Iranian National Standard No. 37 (in Persian)
41. Ayoubi A., Balvardi M., Hajimohammadi-Farimani R., & Akhavan HR. 2023. Response Surface Optimization of Cupcake Formula Fortified with Date Seed Powder, *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 42(2), 638-651.
42. Al-Rashdan, A., Helaleh, M. I. H., Nisar, A., Ibtisam, A., & Al- Ballam, Z. 2010. Determination of the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in toasted bread using gas chromatography mass spectrometry. *International Journal of Analytical Chemistry*, 7, 314-316.
43. Shittu, T. A., Dixon, A., Awonorin, S. O., Sanni, L. O., & Maziya-Dixon, B. 2008. Bread from composite Cassava-wheat flour. II: Effect of cassava genotype and nitrogen fertilizer on bread quality. *Food Research International*, 41, 569-578.
44. Naghipoor, F., Sahraian, B., & Sheikholeslami, Z. 2012. Evaluation of time and temperature of baking on quantitative and qualitative properties of semi-bulk Barbari bread. *Innovation in Food Science and Technology*, 4(3 (13)), 9-16. (in Persian)
45. Salehifar, M., Seyyedean Ardebili, M., & Azizi, M. H. 2011. Changes in wheat starch cristallinity during staling of flat breads: effects of protein on retrogradation. *Journal of Food Bioscines and Technology*, 1, 25-32.
46. Debasmita, P., Jayshree, M., & Utpal, R. 2016. Characterization of physicochemical properties in whole wheat bread after incorporation of ripe mango peel. *Measurement: Food Journal*, 10, 554-561.

47. Lucas, B.F., de Moraes, M.G., Santos, T.D., & Costa, J.A.V. 2018. Spirulina for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations. *LWT - Food Science and Technology Journal*, 90, 270-276.
48. Mehran, B., Farhoosh, R., Shahedi, M., & Sharif, A. 2015. Effects of acetic acid and dough fermentation on the acrylamid content of Sangak bread. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 11(1), 100-106.
49. Hagh Parast, H., Sahari, M. A., Mohammadi, A., Azizi, M. H., & Pirayeshfar, B. 2007. The effect of leavening agents and fermentation time on decreasing of phytic acid of loaf bread. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 4(1), 27-34.
50. Faraji, A. R., Moshashaei, S. A., & Keshani, M. 2017. Investigating the effect of sourdough on the physicochemical, textural and sensory properties of toast bread containing rye flour. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 9(3), 119-128.
51. Matuda, T. G., Chevallier, S., Pedro, F., Alain, L., & Tadini, C. 2008. Impact of guar and xanthan gums on proofing and calorimetric parameters of frozen bread dough. *Journal of Cereal Science*, 48, 741-746.
52. Shittu, T. A., Aminu, R. A., & Abulude, E. O. 2009. Functional effects of xanthan gum on composite cassava -wheat dough and bread. *Food Hydrocolloids*, 23, 2254-2260.
53. Benhassaini, H., Bendahmane, M., & Benchalga N. 2007 The chemical composition of fruits of Pistachio atlantica desf. subsp. atlantica from Algeria. *Chemistry of Natural Compounds*, 43(2), 121- 124.
54. Akbari, N., Mohammadzadeh Milani, J., & Alaedini, B. 2014. Improvement quality of barbari bread with potato puree. *Journal of Food Research*, 24(3), 363-373. (in persian)
55. Majzoobi, M., Roshan, F., Kadivar, M., Farahnaki, A., & Saberi, B. 2013. Effects of heat-moisture treated wheat starch addition on properties of dough and loaf bread. *Journal of Food Research*, 23(2), 155-164. (in persian)
56. Moayedi, S., Sadeghi Mahoonak, A. R., Azizi, M. S., Maghsodlu, U., & Seyedin ardebili, S. M. 2010. Effect of coated gum on rheological properties of dough and quality of french Baguette bread. Master's thesis of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (in Persian)
57. Majzoobi, M., Sariri, F., Farahnaky, A., Jamalian, J., & Mesbahi, G. 2010. Effect of tomato pomace on the physicochemical properties of flat bread (Barbari bread). *Journal of Food Processing and Preservation*, 35, 247-256.
58. Lonergan, D. A. 1999. Glaze for dough products. United States patent no 5965180 (in American).
59. Casper, J. L., Oppenheimer, A. A., & Erickson, B. 2007. Dough compositions having a moisture barrier and related methods. United States patent no 0275128 (in American).
60. Jacobson, S. M. H. 2003. Dough product treatment process and products thereof. United States patent no 0203091 (in American).
61. Soleimanifard, M., Alami, M., Khodaiyan, F., Najafian, G., & Khamiri, M. 2014. Assessment of the rheological properties of dough and shelf life of Barbary bread containing sodium alginate hydrocolloid. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, 45(2), 169-177. (in Persian)
62. Armero, E. & Collar, C. 1996. Antistaling additives. Flour type and sourdough process effects on functionality of wheat doughs. *Journal of Food Science*, 61, 299-303.
63. Yousefi fakhr, S., Minai-Tehrani, D., Davati, N., & Emamifar, A. 2023. mproving bulky bread quality with the application of a thermostable amylase from *Bacillus safensis* strain MT501806.1. *Journal of Food Science and Technology*, 138(20), 41-53. (in persian)
64. Pahwa, A., Kaur, A., & Puri R. 2016. Influence of hydrocolloids on the quality of major flat breads: A review. *Journal of Food Processing*, 2016 (3), 1-9.
65. Shaikh, I. M., Ghodke, S. K., & Ananthanarayan, L. 2007. Stailing of chapatti (Indian unleavened flat bread). *Food Chemistry*, 101, 113-19.
66. Gray, J. & Bemiller, J. 2003. Bread staling: molecular basis and control. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2, 1-21.



67. Cauvain, S. P. & Young, L. S. 2006. Baked Products: Science, Technology and Practice. Blackwell Publishing, Oxford, 27.
68. Nasehi, B., Mortazavi, A., & Razavi, S. M. A. 2005. Investigation on enthalpy changes in Iranian flat breads and Baguette during storage. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 1(2). <https://doi.org/10.22067/ifstrj.v1i2.219>. (in Persian)
69. Soleiman-Beigi, M. & Arzehgar, Z. 2013. A review study on chemical properties and food indexes of mastic oil compared with olive, sunflower and canola oils. The Ilamian traditional uses of mastic. Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences, 21(5), 1-13. (in persian)
70. Alizadehbahaabadi, G. h., Lakzadeh Forootanfar, H., & Akhavan, H. R. 2022. Optimization and evaluation of quality characteristics of gluten -free bread based on quinoa flour containing xanthan gum and laccase enzyme during storage. Journal of food science and technology, 19(125), 205-223. (in Persian)
71. Altamirano-Fortoul, R., Hernandez-Munoz, P., & Hernando, I., 2015. Rosell, C. M. Mechanical, microstructure and permeability properties of a model bread crust: effect of different food additives. Journal of Food Engineering, 163, 25–31.
72. Saeb, M., Nazifi, S., & Yavari, M. 2005. Studies on the effects of turpentine oil on the serum concentration of lipids and lipoproteins of male rabbits. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences (Tabib-e- shargh), 7(1), 1-8. (in Persian).
73. Morello, J.R., Motilva, M.J., Tovar, M.J., & Romero, M.P. 2004. Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. Food chemistry, 85, 357-364.
74. Ferreira, I.C.F.R., Barros, L., Soares, M. E, Bastos, M.L, & Pereira, J. A. 2007. Antioxidant activity and phenolic contents of *Olea europaea* L. leaves sprayed with different copper formulations. Food Chemistry, 103(1), 188 –195.
75. Farhoosh, R., tavakoli, J., & Haddad Khodaparast, M.H. 2008. Chemical composition of kernel oils from two current subspecies of *Pistacia atlantica* in Iran. Journal of American Oil Chemistry Society, 85, 723 -729.
76. Costa de Conto, L., Oliveira, R.S.P., Martin, L.G.P., Chang, Y.K., & Steel, C.J. 2012. Effects of the addition of microencapsulated omega-3 and rosemary extract on the technological and sensory quality of white pan bread. LWT - Food Science and Technology Journal, 45, 103-109.
77. Farhadi, A., Peighambaroust, S.H., & Alirezalou, K. 2019. The effect of chia flour on the technological and nutritional features of gluten-free Bread. Journal of Food Science and Technology, 89(16): 287-299. (in persian)
78. Givianrad, M.H., Saber-Tehrani, M., & Jafari Mohammadi, S. A. 2013. Chemical composition of oils from wild almond (*Prunus Scoparia*) and wild pistachio (*Pistacia Atlantica*). Grasasy Aceites, 64(1), 77-84.
79. Tachi, C., Nwachukwu, I.D., & Aryee, A.N.A. 2023. Trends and innovations in the formulation of plant-based foods. Food Production, Processing and Nutrition, 5(16), 1-14.

