Food Research Journal
Online ISSN: 2676-5691 Print ISSN: 2008-515X
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

Effect of vitamin D coated with tomato pulp fiber on physicochemical and textural properties of tomato paste

Maryam Mohammadi[1], Ebrahim Ahmadi [2]✉, Mostafa Karami[3], Shahin Asadbeigi[4]

[1]MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[2] Professor, Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[3]Associate Prof., Faculty of Food, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[4]PhD Student, Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
✉Corresponding author: eahmadi@basu.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 2024-11-01
Revised: 2025-08-04
Accepted: 2025-10-07

Keywords:
coating, enrichment, tomato pomace fiber, tomato pomace powder, textural properties.

ABSTRACT

Background: Production of enriched paste and investigation of its qualitative properties.
Aims: Since the presence of vitamin D alongside tomato pulp compounds containing calcium and phosphorus leads to increased absorption of calcium and phosphorus, the purpose of this study is to evaluate the effect of using tomato pulp powder as a carrier of vitamin D to coat this vitamin, to increase the nutritional value of tomato paste and determine its effect on the physical and chemical properties of tomato paste during storage.
Method: In this study, dried tomato pulp and, after separating the peel and seeds, whole tomato pulp, peel and seeds were ground into powder by a grinder. Then, each of the obtained compounds was mixed with water at 50 degrees Celsius, homogenized, and, after 12 hours, a suitable emulsion was obtained, and vitamin D was added. The samples were produced in four control groups (without adding vitamin D and tomato pulp powder), samples containing vitamin D with whole pulp fiber coating (at four levels of 2.5%, 5%, 10%, and 15%), samples containing vitamin D with peel fiber coating (at four levels of 2.5%, 5%, 10%, and 15%), and samples containing vitamin D with seed fiber coating (at four levels of 2.5%, 5%, 10%, and 15%). All four groups of samples were examined for shelf life up to six months. The experiments defined in this project were to measure the Brix, salt, and texture of tomato paste.
Conclusion: According to the results obtained, coating vitamin D using a mixture obtained from tomato pulp, in addition to increasing nutritional value, leads to the stability of vitamin D against heat.
The results showed that the type of powder in different percentages as a component of tomato paste coating had a significant effect on most of the mentioned properties, and a significant difference was observed between them.

CC BY NC

OPEN ACCESS

Extended abstract

Introduction: Tomato is one of the most popular vegetables worldwide, both in fresh and processed forms such as paste. During industrial processing, approximately 1–5% of tomatoes end up as waste (pulp, skin, and seeds), which is rich in fiber, lycopene, and minerals. On the other hand, vitamin D deficiency is a widespread health issue, especially among Iranian women and children. Fortifying food products with vitamin D can help address this nutritional gap. However, vitamin D is sensitive to heat and oxidation, which limits its direct application. This study aimed to use tomato pulp powder as a carrier for vitamin D to improve its stability and incorporate it into tomato paste, thereby enhancing both nutritional value and functional properties.

Materials and Methods: Fresh tomato pulp was obtained from a local food company. The pulp was dried, and the skin and seeds were separated. Whole pulp, skin, and seeds were ground into powder. Each type of powder was mixed with water at 50°C, homogenized, and after 12 hours, vitamin D was added to form a stable emulsion. Tomato paste samples were prepared in four groups: · Control (no vitamin D or pulp powder) · Vitamin D coated with whole pulp fiber (2.5%, 5%, 10%, 15%), Vitamin D coated with skin fiber (2.5%, 5%, 10%, 15%), Vitamin D coated with seed fiber (2.5%, 5%, 10%, 15%). Samples were stored for six months and analyzed for Brix, salt content, and textural properties (springiness, chewiness, gumminess, adhesiveness) using a texture analyzer. A factorial design (3×4×4) in a completely randomized layout was used for statistical analysis.

Results and Discussion: Brix: The highest Brix value was observed in samples containing 15% whole pulp powder during the fifth month of storage (27.63%). The increase in Brix was attributed to the soluble solids from the pulp powder.

· Salt Content: The highest salt percentage was in samples with 15% whole pulp powder after six months (1.4%), likely due to the mineral content of the pulp.

· Texture: · Springiness: Decreased with increasing pulp powder percentage, especially in skin powder samples.

· Chewiness: Increased with higher pulp content, particularly in skin powder at 15%.

· Gumminess: Decreased with higher pulp percentages.

· Adhesiveness: Increased significantly with higher pulp content, especially in skin powder at 15%.

The results indicate that the type and percentage of pulp powder significantly influenced the physicochemical and textural properties of the fortified tomato paste.

Conclusion: Coating vitamin D with tomato pulp fiber not only enhanced the nutritional value of tomato paste but also improved the stability of vitamin D during storage. The use of pulp powder as a carrier allowed for better distribution and protection of vitamin D. The highest quality in terms of Brix and texture was achieved with 15% whole pulp powder. This study supports the valorization of tomato processing by-products and the production of functional foods fortified with vitamin D.

پژوهش‌های صنایع غذایی

شاپا الکترونیکی: ۵۶۹۱-۲۶۷۶ ، شاپا چاپی ۵۱۵x- ۲۰۰۸

https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

تأثیر ویتامین D روکش دهی شده با فیبر تفاله گوجه‌فرنگی بر ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی و بافتی رب گوجه‌فرنگی

مریم محمدی[۱] ، ابراهیم احمدی[۲]✉، مصطفی کرمی[۳]، شاهین اسدبیگی[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی بیوسیستم، همدان، ایران

[۲] استاد گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی بیوسیستم، همدان، ایران

[۳] دانشیار دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

[۴] دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی بیوسیستم، همدان، ایران

✉ مسئول مکاتبه: eahmadi@basu.ac.ir

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
علمی پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۳/۸/۱۱
بازنگری: ۱۴۰۴/۵/۱۳
پذیرش: ۱۴۰۴/۷/۱۵

کلید واژه:
پوشش دهی، غنی‌سازی، فیبر تفاله گوجه فرنگی، رب، خصوصیات بافتی

چکیده

زمینه مطالعاتی: تولید رب غنی سازی شده و بررسی خواص کیفی آن.

هدف از این پژوهش: ازآنجایی‌که وجود ویتامین D در کنار ترکیبات تفاله گوجه‌فرنگی که حاوی کلسیم و فسفر است، منجر به افزایش جذب کلسیم و فسفر می گردد، هدف از این پژوهش، ارزیابی اثر استفاده از پودر تفاله گوجه فرنگی به عنوان حامل ویتامین D برای پوشش دهی این ویتامین است تا ضمن افزایش ارزش تغذیه ای رب گوجه فرنگی، تاثیر آن بر خواص فیزیکی و شیمیایی رب گوجه فرنگی در طول نگهداری مشخص شود.

روش کار: در این پژوهش تفاله‌های گوجه‌فرنگی خشک و بعد از جداسازی پوسته و دانه، تفاله گوجه‌فرنگی کامل، پوسته و دانه توسط آسیاب به پودر تبدیل گردید. سپس هر یک از ترکیبات به‌دست‌آمده با آب دمای ۵۰ درجه سلسیوس ترکیب، هموژن شده و بعد از طی ۱۲ ساعت و به دست آمدن یک امولسیون مناسب، ویتامین D به آن افزوده گردید. نمونه‌ها در چهار گروه شاهد (بدون افزودن ویتامین D و پودر تفاله گوجه‌فرنگی) و نمونه‌های حاوی ویتامین D با پوشش فیبر تفاله کامل (در چهار سطح ۲/۵٪ و ۵٪ و ۱۰٪ و ۱۵٪) و نمونه حاوی ویتامین D با پوشش فیبر پوسته (در چهار سطح ۲/۵٪ و ۵٪ و ۱۰٪ و ۱۵٪) و نمونه حاوی ویتامین D با پوشش فیبر دانه (در چهار سطح ۲/۵٪ و ۵٪ و ۱۰٪ و ۱۵٪) تولید گردید که هر چهار گروه از نمونه‌ها تا شش ماه، از نظر ماندگاری مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش‌های تعریف‌شده در این پروژه اندازه‌گیری مقدار بریکس، نمک و بافت رب گوجه فرنگی بودند.

نتیجه: مطابق با نتایج به‌دست‌آمده پوشش دهی ویتامین D با استفاده از ترکیب حاصل از تفاله گوجه‌فرنگی علاوه برافزایش ارزش تغذیه‌ای، منجر به پایداری ویتامین D در برابر حرارت می‌شود.

نتیجه گیری نهایی: نتایج نشان داد که نوع پودر درصدهای مختلف به‌عنوان ماده تشکیل‌دهنده پوشش رب گوجه‌فرنگی بر روی اکثر خصوصیات ذکرشده اثر معنادار داشته و تفاوت معنادار بین آن‌ها مشاهده شد.

OPEN ACCESS

CC BY NC

مقدمه

گوجه فرنگی به دلیل طعم لذیذ و تنوع شکل‌ها و رنگ‌های متنوع، یکی از محبوب‌ترین سبزیجات در سرتاسر جهان است. گوجه فرنگی سرشار از کارتنوئیدها است که اثرات مفیدی بر سلامتی دارند. خواص آنتی اکسیدانی و پیشگیری از شیمی درمانی از مهمترین نقش‌های لیکوپن، بتاکاروتن و سایر کارتنوئیدهای موجود در گوجه فرنگی است (سزابو وهمکاران، ۲۰۱۸). گوجه فرنگی به صورت تازه و به عنوان محصولات فرآوری شده مانند رب، کنسانتره و سس کچاپ مصرف می‌شود (لاولی و همکاران، ۲۰۱۵). در طی فرآوری گوجه فرنگی، تقریباً ۴ درصد از کل گوجه فرنگی فرآوری شده به‌عنوان زباله دور ریخته می‌شود که بیشتر از پوست، دانه‌ها و بافت عروقی تشکیل شده است (بلوویچ و همکاران، ۲۰۱۶). مواد زائد گوجه فرنگی که تفاله گوجه فرنگی نامیده می‌شود، عمدتاً از الیافی تشکیل شده است که تا ۵۰ درصد وزن خشک آن را تشکیل می دهد. مقادیر زیادی از فرآورده‌های فرعی فرآوری گوجه فرنگی (عمدتاً پوست و دانه) توسط کارخانه‌های فرآوری صنعتی گوجه فرنگی تولید می‌شود که جدی‌ترین مشکل در آن ها انباشت، جابجایی و دفع ضایعات و محصولات فرعی فرآوری است (لنوچی و همکاران، ۲۰۱۳). فرآوری صنعتی گوجه فرنگی همراه با تولید ضایعات تفاله گوجه فرنگی (دانه، تفاله و پوست) است که حدود ۱ تا ۵ درصد (وزنی/وزنی) از کل گوجه فرنگی فرآوری شده به محصولات گوجه فرنگی را تشکیل می‌دهد (آلبانیس و همکاران، ۲۰۱۴). از سوی دیگر، آنها بدون هزینه مواد خام اضافی در دسترس هستند و استفاده ازاین ضایعات می‌تواند به ایجاد محصولات با ارزش افزوده بالا و ارزش گذاری تجاری کمک کند، که آخرین روند در توسعه مواد غذایی کاربردی با منشاء گیاهی است (هررا و همکاران، ۲۰۱۰). تلاش برای استفاده مجدد از ضایعات گوجه فرنگی منجر به تولید مواد خوراکی و رنگ‌های زیستی شد (توربیکا و همکاران، ۲۰۱۶). با توجه به رویکرد جدید صنایع غذایی در تولید محصولات سلامت محور استفاده از تفاله گوجه‌فرنگی که شامل ترکیبات تغذیه‌ای با ارزش است مورد توجه محققین قرارگرفته است. از سویی تفاله گوجه‌فرنگی با اثرات مفید بر سلامتی، می‌تواند جایگزین مناسبی برای نگه – دارنده‌های شیمیایی معرفی شود (توکلی و همکاران، ۲۰۱۸). شیوع فقر ویتامین D به‌خصوص در زنان و کودکان ایرانی بین ۷۰ تا ۸۵ درصد است، حتی در آمریکا حدود ۳۶ تا ۵۷ درصد جمعیت دارای فقر ویتامین D هستند (داوسون و همکاران، ۲۰۰۵). در سال‌های اخیر بحث غنی‌سازی مواد غذایی در فرآیند تولید در محصولات مختلف نظیر انواع لبنیات، نان و بیسکویت و... مورد توجه قرارگرفته است. یکی از ترکیبات مهم جهت غنی‌سازی ویتامین D است که امکان جذب و متابولیسم کلسیم و فسفر را برای بدن، فراهم می‌کند و استخوان را سالم نگه‌داشته، خطر بروز بیماری قلبی، قند و بعضی از انواع سرطان را کاهش داده و به حفظ عملکرد مغز کمک می‌کند، از سیستم ایمنی حمایت کرده و خطر بروز نرمی استخوان را کاهش می‌دهد. در زمینه غنی‌سازی با ویتامین D می‌توان به مطالعه‌ای با عنوان اثربخشی شیر غنی‌شده با ویتامین D اشاره نمود که باهدف انتقال فن‌آوری غنی‌سازی مواد غذایی با ویتامین D در بهبود وضعیت استخوان بوده است. در پایان مطالعه میزان سرمی ویتامین D در گروه مصرف‌کننده شیر غنی‌شده افزایش و در گروه شاهد میزان آن کاهش یافته است (لاریجانی و همکاران، ۲۰۰۴). در پژوهشی پودر تفاله گوجه‌فرنگی و پودر پوست گوجه‌فرنگی را به رب اضافه کرده و تغییر فاکتورهای تغذیه‌ای ازجمله میزان فیبر، پروتئین، لیکوپن و روغن و ویژگی‌های فیزیکی همچون قوام و بریکس را در فراورده حاصل بررسی کردند. تمامی این موارد روند افزایشی داشتند (دل واله و همکاران، ۲۰۰۶). در تحقیقی به رب گوجه‌فرنگی ۶٪ از پوست آن را که طی فراوری جداشده بود اضافه کردند. در این تحقیق جذب لیکوپن و بتاکاروتن را در انسان پس از مصرف رب غنی‌شده با پوست مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که میزان جذب در افراد مصرف‌کننده افزایش قابل‌توجهی داشت (دل واله و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به اهمیت حذف تفاله از فرآیند بازیافت کارخانجات و از طرفی دیگر اهمیت غنی‌سازی محصولات فرآوری شده با برخی ویتامین‌ها، ضروری است که برای رب گوجه‌فرنگی پژوهشی در زمینه

غنی‌سازی با ویتامین D پوشش دهی شده با پودر تفاله گوجه‌فرنگی، انجام شود.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی و تهیه نمونه‌ها

در این پژوهش تفاله گوجه‌فرنگی از شرکت صنایع غذایی سحر به‌صورت تازه تهیه و ناخالصی آن شامل بقایای گیاهی جدا گردید. تفاله‌های گوجه‌فرنگی در آون ۱۰۳ درجه در مدت زمان ۵ ساعت خشک شده و سپس تفاله خشک شده کامل به جهت جداسازی پوسته و دانه در معرض جریان هوا قرار گرفت و دانه و پوسته به دلیل اختلاف در چگالی از هم تفکیک و سپس تفاله گوجه‌فرنگی کامل، پوسته و دانه توسط آسیاب به پودر تبدیل شده و پودر تفاله کامل، پودر پوسته و پودر دانه تولید گردید. سپس هر یک از ترکیبات به‌دست‌آمده به‌صورت جداگانه با آب دمای ۵۰ درجه سلسیوس ترکیب و هموژن شد، بعد از طی ۱۲ ساعت و به دست آمدن یک امولسیون مناسب، ویتامین D تأمین‌شده پودری مطابق بروشور ضوابط و مقررات مربوط به غنی‌سازی مواد خوراکی و آشامیدنی اداره کل نظارت بر مواد غذایی و بهداشتی دارای کد PEI/Cr V1/0044 و دستورالعمل اجرایی غذاهای عمل‌گرا و غنی‌سازی اختیاری مواد خوراکی و آشامیدن دارای کد F-W-044-2: به آن اضافه گردید و بعد از مخلوط کردن کامل و تشکیل ژل آماده افزودن به رب گوجه‌فرنگی شد.

روش تهیه رب گوجه‌فرنگی

تولید رب گوجه‌فرنگی در شرکت صنایع غذایی سحر انجام شد که مراحل تولید به شرح زیر است: ابتدا اقدام به جمع آوری واریته‌های مختلف گوجه فرنگی برای تولید رب گوجه‌فرنگی و سپس شست‌وشوی آن ها در حوضچه حاوی آب صورت گرفت، سپس در مرحله بعد به‌منظور تقویت شست‌وشوی گوجه‌ها، آب با فشار بالابر روی آن‌ها اسپری شده و در ادامه عملیات سورتینگ انجام می‌شود. و سپس برای له کردن گوجه‌ها از روش چاپر استفاده می‌گردد. این عمل به‌صورت خرد کردن داغ انجام گرفت. برای این منظور گوجه له‌شده وارد کلدبریک که از مخازن استوانه‌ای دوجداره که بین آن‌ها آب گرم قرار دارد عبور داده، دمای آن به حدود ۷۰–۷۵ درجه سانتی‌گراد رسیده و مدت ۳۰ ثانیه در این دما قرار گرفته و پس‌ازاین مرحله وارد مخازن ذخیره می‌گردد. برای حذف هسته و پوسته و سایر ناخالصی‌های احتمالی از فیلترهایی از جنس استیل زنگ نزن دومرحله‌ای استفاده شد که استوانه‌ای شکل بوده و قطر سوراخ‌های آن‌ها ۱/۶–۱/۲ میلی‌متر برای مرحله اول و ۰/۸–۰/۶ میلی‌متر برای مرحله دوم هستند. و به‌این‌ترتیب جداسازی دانه و پوسته از آب گوجه صورت پذیرفت. در مرحله بعد برای حذف آب اضافی از سیستم تبخیرکننده‌های تحت خلأ دومرحله‌ای با ۰/۸–۰/۵ اتمسفر خلأ و دمای ۶۵ تا ۷۵ درجه سانتی‌گراد استفاده شد که در آن‌ها ابتدا آب گوجه‌فرنگی وارد مخازن استوانه‌ای می‌گردد و پس از کاهش رطوبت آب گوجه بعد از طی دو مرحله و رسیدن به بریکس ۱۸ تا ۲۰، وارد دیگ پخت نهایی می شود که مجهز به سیستم خلأ است. در این مرحله مقداری از رطوبت بخار شده و بعد از رسیدن به بریکس استاندارد (۲۶/۵ تا ۲۷ درصد) و افزودن نمک (۱/۴ درصد) مطابق استاندارد آن، آماده ارسال به بخش بسته‌بندی است. تفاله‌های گوجه‌فرنگی با نسبت‌های موجود طبق جدول ۱ به رب‌ها افزوده شد. برای گرم کردن مقدماتی رب گوجه‌فرنگی قبل از پر کردن دربسته از دستگاه تبادل دمایی پاستوریزاتور لوله‌ای با دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد استفاده گردید. برای بسته‌بندی کنسرو رب گوجه‌فرنگی از ظرف شیشه‌ای ۳۴۰ گرمی (شیشه و درب مطابق استاندارد ملی شماره: ۷۶۱ باید سالم، عاری از ترک‌خوردگی و نشتی، زنگ‌زدگی و خوردگی لاک در باشد) استفاده گردید. تعداد نمونه‌های تولیدشده ۳۰۰ عدد است که به مدت ۶ ماه در دمای محیط نگهداری و در فواصل ۱ ماه مورد ارزیابی قرار گرفتند.

Table 1- Table of treatments

Treatments	Samples
Treatment 1	(2.5%) Sample contains vitamin D and whole pulp fiber
Treatment 2	(5%) Sample contains vitamin D and whole pulp fiber
Treatment 3	(10%) Sample contains vitamin D and whole pulp fiber
Treatment 4	(15%) Sample contains vitamin D and whole pulp fiber
Treatment 5	(2.5%) Sample containing vitamin D and shell fiber
Treatment 6	(5%) Sample containing vitamin D and shell fiber
Treatment 7	(10%) Sample containing vitamin D and shell fiber
Treatment 8	(15%) Sample containing vitamin D and shell fiber
Treatment 9	(2.5%) Sample containing vitamin D and seed fiber
Treatment 10	(5%) Sample containing vitamin D and seed fiber
Treatment 11	(10%) Sample containing vitamin D and seed fiber
Treatment 12	(15%) Sample containing vitamin D and seed fiber
	Control

اندازه‌گیری بریکس

بریکس کل بر اساس استاندارد ملی ایران(۱) به شماره۷۶۱ اندازه گیری شد.

اندازه‌گیری نمک

مواد مصرفی در این آزمایش آب مقطر، اسید نیتریک غلیظ، نیترات نقره ۰/۱ نرمال، معرف فرو سولفات آمونیوم اشباع‌شده و تیوسیانات آمونیوم ۰/۱ نرمال است. در مرحله اول از یکنواخت بودن نمونه مورد استفاده برای انجام آزمون نمک اطمینان حاصل گردید. حدود ۳ گرم از نمونه را در بشر ۵۰ میلی‌لیتری وزن (ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ گرم) ریخته و سپس به کمک هم زن شیشه‌ای و آب مقطر، نمونه به یک بالن حجمی ۱۰۰ میلی‌لیتری انتقال داده شد. در مرحله بعد با آب مقطر آن را به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و محلول را خوب تکان داده تا یکنواخت گردد. سپس ۲ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ و ۲۵ میلی‌لیتر نیترات نقره ۰/۱ نرمال، به محلول افزوده و آن را با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده و پس از هم زدن آن را از کاغذ صافی گذرانده و سپس ۲۵ میلی‌لیتر از محلول را با پیپت به ارلن ۵۰۰ میلی‌لیتری انتقال داده و ۲ میلی‌لیتر معرف فرو سولفات آمونیوم به آن افزوده و سپس با آمونیوم تیوسیانات ۰/۱ نرمال تا رسیدن به رنگ آجری روشن، تیتر کرده و درصد کلرورسدیم محاسبه می‌شود (پالاسیوس و همکاران، ۲۰۲۲)

اندازه‌گیری خواص بافت

برای به دست آوردن ویژگی‌های بافتی نظیر فنریت، چسبندگی، پیوستگی و جوندگی بافت رب گوجه‌فرنگی از آزمون بک اکستروژن، توسط دستگاه آنالیزور بافت ماده غذایی Zwick/Roell ln مدل BT1_FRO.5TH.D14 ساخت کشور آلمان با ظرفیت لودسل ۵۰۰ نیوتن مطابق شکل ۱ در آزمایشگاه خواص رئولوژی و مکانیکی دانشکده کشاورزی، استفاده شد. نمونه‌های رب گوجه‌فرنگی با درصدهای مختلف و شاهد در حجم یکسان و وزن ۵۰ گرم جدا شدند. در این آزمون قطر پروب از قطر ظرف نگه‌دارنده نمونه کوچک‌تر است و این موضوع باعث می‌شود که در اثر نیروی فشاری، نمونه از فضای خالی بین پروب و دیواره به‌طرف بیرون پس‌زده شود. آزمون در ۳ سیکل تعریف گردید. فاصله فک از نمونه ۱۲۰ میلی‌متر، سرعت آزمون ۱۵۰ میلی‌متر بر دقیقه و حساسیت حسگر ۰/۱ نیوتن تنظیم گردید. ویژگی‌های بافتی نظیر فنریت، چسبندگی، پیوستگی و جوندگی در قالب منحنی نیرو-جابجایی توسط نرم‌افزار دستگاه (Xpert Test) رسم گردید.

Figure 1- Food texture analysis device

آنالیز آماری

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل ۳ × ۴ × ۴ در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل نوع پودر مکمل (پوسته، دانه، کامل)، درصد استفاده از مکمل (۲.۵، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و زمان نگهداری (از ۰ تا ۶ ماه) بودند. متغیرهای وابسته اندازه‌گیری‌شده شامل بریکس، میزان نمک، فنریت، جوندگی، صمغیت و چسبندگی رب گوجه‌فرنگی بودند. برای بررسی معنی‌دار بودن اثرات اصلی مطابق جدول ۲ و برهم‌کنش‌ها، از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ صورت پذیرفت. نمودارها با Excel رسم شدند.

Variable source	The sum of the squares of the answers					
Supplement type (x1)	**Adhesiveness**	**Gumminess**	**Chewiness**	**Springness**	**Salt**	**Brix**
Supplemental amount (x2)	583/477 **	0/023 **	** 253/397	0/045 **	** 1/670	** 1/136
Time (x3)	** 2370/567	0/919 **	** 732/667	0/067 **	** 0/598	** 20/693
X1*x2	324/442 **	0/390 **	** 262/084	0/130 **	** 0/335	** 3/591
X1*x3	668/072 **	0/083 **	** 146/700	0/040 **	** 0/220	** 2/267
X2*x3	234/742 **	0/098 **	98/466 **	0/159 **	** 0/170	ns 0/572
X1*x2*x3	601/730 **	0/493 **	** 477/029	0/308 **	** 0/388	** 0/760
Error	896/147 **	0/648 **	** 406/804	0/431 **	** 0/344	** 0/196
Total	0/025	0/001	0/000	0/000	0/000	86311
Supplement type (x1)	5679.206	3.658	2377.150	1.183	4.728	48.830

نتایج و بحث

مطابق با جدول تجزیه واریانس ۲، همان‌طور که قابل‌ملاحظه است، به‌جز اثر متقابل نوع مکمل و زمان، بقیه منابع تغییر روی تغییرات بریکس رب گوجه‌فرنگی پوشش داده‌شده با ویتامین D معنادار می‌باشند (p<۰/۰۱). با توجه به معنادار بودن اثر متقابل فاکتورها، مقایسه میانگین اثر متقابل نوع مکمل و زمان انبارداری در شکل ۲ آورده شده است.

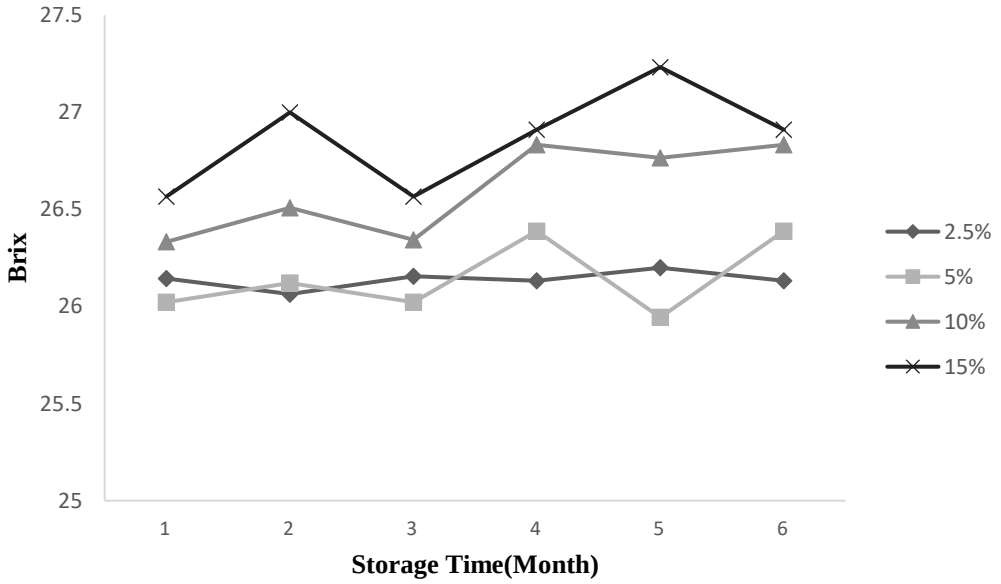

Figure 2- Comparison of mean interaction effect of supplement type and storage time on brix of tomato paste

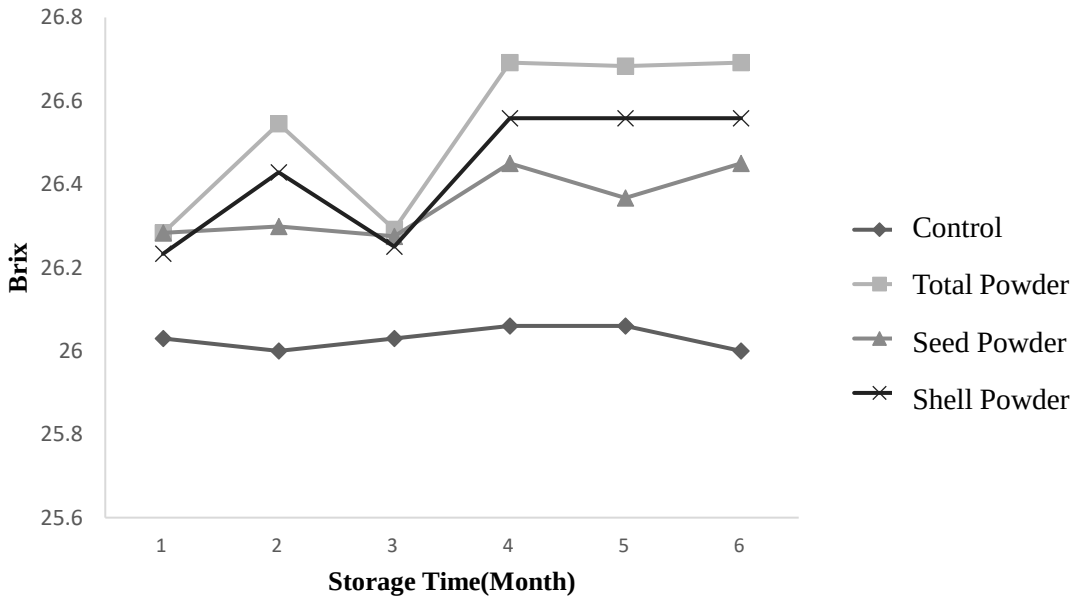

Figure 3- Changes in the interaction effect of supplement type and storage time on brix of tomato paste

همان‌طور که ملاحظه می‌شود بیشترین درصد مواد جامد محلول در آب یا بریکس مربوط به نمونه رب‌های پوشش داده‌شده با پودر کامل تفاله گوجه‌فرنگی در طی شش ماه نگهداری است، به‌استثناء ماه اول و سوم که بریکس نمونه‌های حاوی پودر هسته و پودر پوسته با پودر کامل یکسان است. همان‌طور که قابل‌مشاهده است برای هر سه فاکتور مقادیر بریکس طی گذشت ۳ ماه اول کاهش و مجدد افزایش می‌یابد؛ که این افزایش به ترتیب مربوط به نمونه‌های حاوی پودر کامل، پودر پوسته و پودر هسته است. تفاوت در نوع ترکیبات موجود در هر یک از انواع تفاله‌ها می‌تواند دلیلی بر این امر باشد، از طرفی افزودن تفاله بیشتر به دلیل ترکیبات بیشتر، مقادیر بریکس را به‌طور معناداری افزایش داد درحالی‌که نمونه شاهد کمترین مقدار را دارا بوده و طی گذشت زمان مقادیر آن تغییر معناداری ندارد ($p>0/05$).

شکل ۳ نیز نشان‌دهنده اثر متقابل مقدار مکمل و زمان انبارداری رب گوجه‌فرنگی پوشش داده‌شده با ویتامین D است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بین تیمارها، تفاوت معنادار وجود دارد ($p<0/05$). به‌طوری‌که بیشترین مقدار بریکس مربوط به نمونه ۱۵ درصد (۲۷/۲۳٪) در طی ۵ ماه نگهداری است. بیشترین مقدار و کمترین مقدار بریکس به ترتیب مربوط به نمونه‌های پودر کامل تفاله ۱۵ درصد (۲۷/۶۳٪) و ۵ درصد (۲۵/۶۶٪) طی ۵ ماه نگهداری یا انبارداری است؛ که نشان‌دهنده بالا بودن اهمیت پودر کامل ۱۵ درصد به‌کاررفته شده در فرمولاسیون پوشش حاوی ویتامین D دربسته گوجه‌فرنگی طی زمان نگهداری است. در نمونه‌های حاوی درصد بالایی از پودر طی گذشت زمان مقدار بریکس افزایش می‌یابد. دلیل آن نیز بالا رفتن یا موجود بودن ترکیبات زیاد است. به‌طوری‌که هرچه درصد استفاده از تفاله بالا باشد، املاح موجود در پودر هسته، پودر پوسته و پودر کامل بالاتر خواهد بود که عمدتاً ترکیبات محلول در آب بوده و مقدار بریکس طی گذشت زمان افزایش می‌یابد. به عبارتی انتقال ترکیبات از پوشش به داخل رب گوجه‌فرنگی بالا است. از طرفی درنتیجه اضافه کردن پودر تفاله به نمونه‌های پوشش به‌صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد. بخشی از پروتئین و خاکستر پودر تفاله، محلول در آب می‌باشند؛ بنابراین افزایش بریکس نمونه‌های حاوی پودر تفاله نسبت به شاهد می‌تواند درنتیجه وارد شدن پروتئین‌های محلول و خاکستر تفاله به فاز آبی فراورده نهایی باشد.

مصباحی و همکاران (۱۳۸۸)، طی تحقیقی تأثیر اضافه کردن پودر پوست و دانه گوجه‌فرنگی بر خواص فیزیک و شیمیایی و تغذیه‌ای نمونه‌های سس کچاپ مانند میزان لیکوپن، کل ماده خشک، بریکس، قند کل، قند احیاکننده، پروتئین، چربی، خاکستر، pH و رنگ را مورد ارزیابی قراردادند. آنان نتیجه گرفتند که افزودن پودر پوست و دانه گوجه‌فرنگی به نمونه‌های سس سبب افزایش مقدار کل ماده خشک، بریکس، قوام و ویسکوزیته نمونه‌ها شد. همچنین دی واله و همکاران (۲۰۰۶)، پودر تفاله گوجه‌فرنگی و پودر پوست گوجه‌فرنگی را به رب اضافه نموده و دریافتند که خصوصیات فیزیکی از قبیل قوام و بریکس افزایش یافت.

نمک رب گوجه‌فرنگی

مطابق با جدول تجزیه واریانس ۱، همان‌طور که قابل‌ملاحظه است، تمام منابع تغییر روی تغییرات نمک رب گوجه‌فرنگی پوشش داده‌شده با ویتامین D در سطح ($p<0/05$). معنادار می‌باشند. با توجه به معنادار بودن اثر متقابل فاکتورها، نتایج مقایسه میانگین سه فاکتور نوع مکمل، مقدار مکمل و زمان انبارداری در جدول ۳-۳ آورده شده است. مطابق با جدول فوق به ترتیب بیشترین مقدار درصد نمک مربوط به نمونه پودر کامل ۱۵ درصد طی شش ماه نگهداری بوده (۱/۴٪) و کمترین نیز مربوط به نمونه حاوی ۵ درصد پودر هسته طی ۵ ماه نگهداری (۰/۹۳٪) است. تغییرات نمونه‌های نمک به‌صورت تابعی از نوع مکمل و مقدار مکمل طی گذشت زمان انبارداری به ترتیب در اشکال ۴، ۵ و ۶ آورده شده است.

مطابق شکل ۴، در حالت کلی روند تغییرات نمک حالت نوسانی داشته و این حالت از غلظت کم به غلظت بالا نوسان دارد و بین تمامی تیمارها نیز تفاوت معنادار مشاهده می‌شود ($p<0/05$) به‌طوری‌که بیشترین مقدار نمک مربوط به تیمار پودر کامل ۵ درصد بوده و کمترین آن نیز مربوط به تیمار پودر

۵ درصد هسته است. مشخص است که نمونه تهیه‌شده با پودر ۵ درصد کامل به دلیل داشتن ترکیبات متفاوت و از طرفی فعل‌وانفعالات فیزیک و شیمیایی در شرایط نگهداری داخل بسته بر روی مقدار آن اثر گذاشته و منجر به افزایش آن شده است. در شکل ۵ نیز اثر متقابل نوع مکمل و زمان انبارداری بر روی تغییرات درصد نمک آورده شده است. بدین‌صورت که بیشترین درصد نمک مربوط به نمونه کامل طی شش روز نگهداری (۱/۲۸٪) و کمترین آن نیز مربوط به پودر هسته طی دو ماه نگهداری (۰/۹۴٪) است. به‌طوری‌که بیشترین درصد نمک طی گذشت شش ماه نگهداری مربوط به نمونه پودر کامل بوده و کمترین نیز مربوط به نمونه پودر هسته است. مطابق شکل ۶، همان‌طور که ملاحظه می‌شود تغییرات درصد نمک بین نمونه‌ها متفاوت بوده است به‌گونه‌ای که در نمونه‌های حاوی پودر پوسته در طی ۶ ماه نگهداری تغییری مشاهده نشده است و نمونه حاوی پودر کامل و پودر هسته در ماه اول روند کاهشی و در ماه دوم روند افزایشی دارد و پس‌ازآن تغییر محسوسی در زمان انبارداری نمونه‌ها مشاهده نمی‌شود. ازآنجاکه دانه گوجه‌فرنگی دارای ۵ گرم خاکستر و پوست آن دارای ۲۵/۶ گرم خاکستر می‌باشند (حسین پور و همکاران، ۲۰۱۱). لذا مجموع این املاح معدنی در ترکیب پودر کامل نسبت به ترکیبات هرکدام به‌طور جداگانه بیشتر بوده و بیشتر روی درصد نمک طی گذشت زمان اثر گذاشته است. پودر تفاله گوجه‌فرنگی به‌طور عمده حاوی یون‌های معدنی مانند پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفر و کلر است. وجود این ترکیبات، به‌ویژه یون کلر، ممکن است در طی آزمون تیتراسیون با نیترات نقره، موجب افزایش مقدار کلرید اندازه‌گیری‌شده شده و درنتیجه درصد نمک به‌طور ظاهری افزایش یابد (تساتسارینوس وبوسکو ۱۹۷۵).

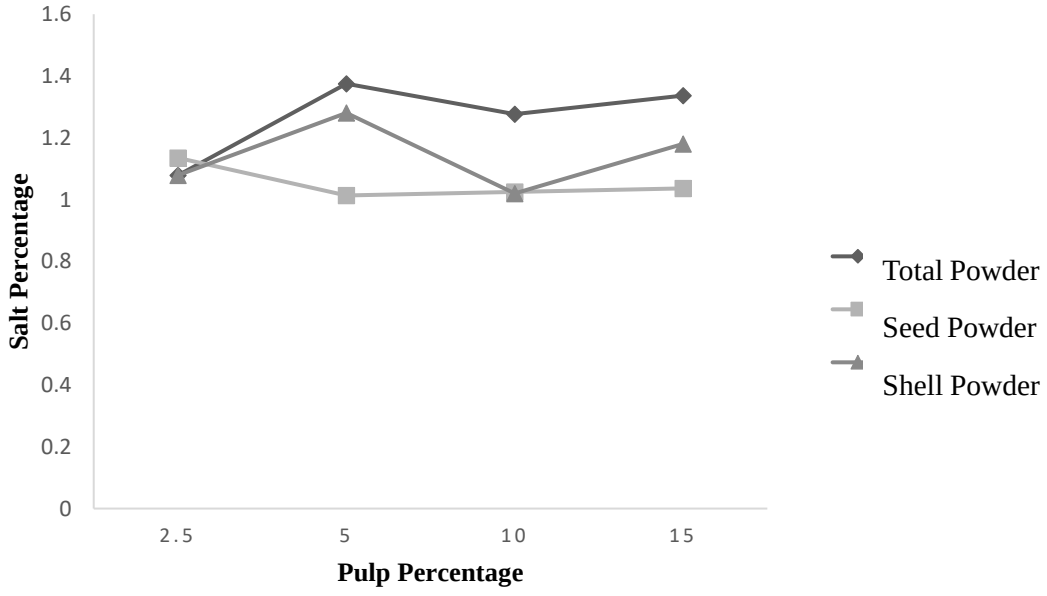

Figure 4- Change in the interaction effect of type of supplement and the percentage used of capping Pulp containing vitamin D

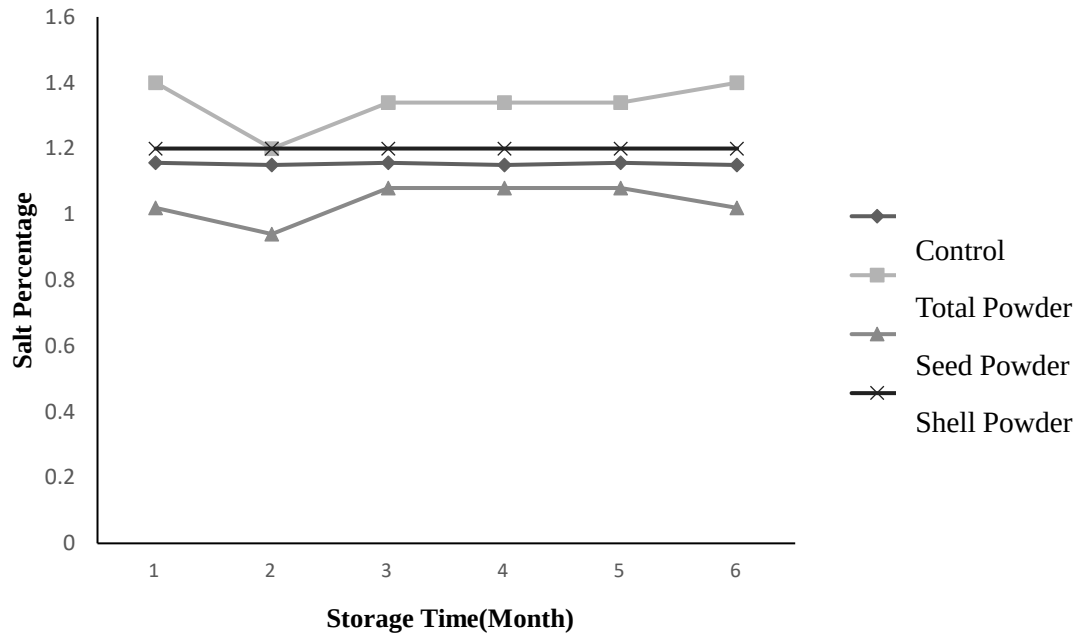

Figure 5- Change in the interaction effect of type of supplement and storage time of tomato paste coated with vitamin D

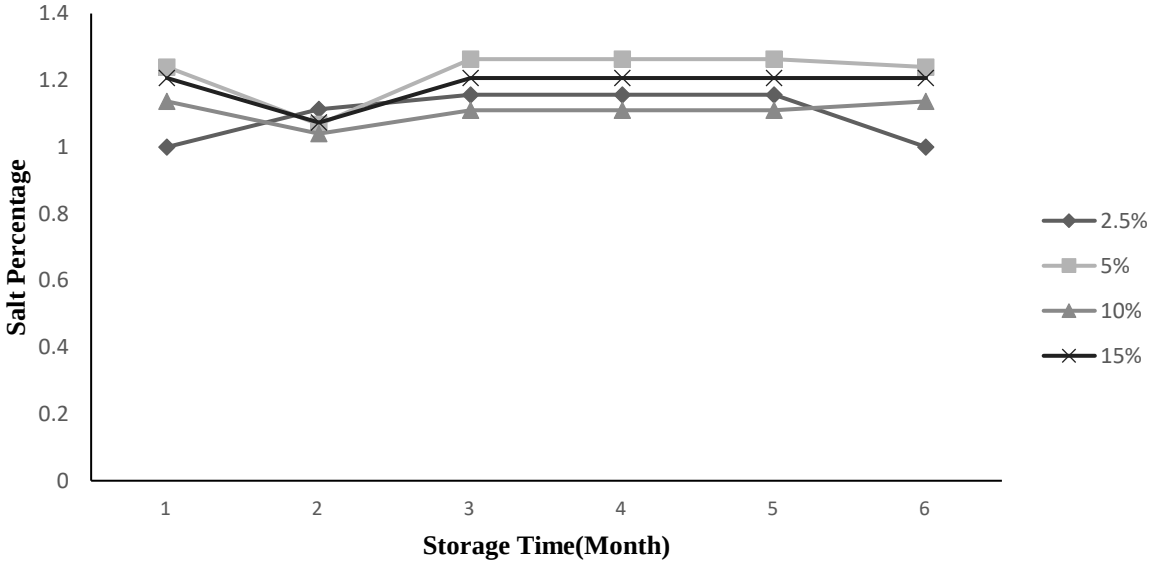

Figure 6- The trend of reciprocal changes of supplement amount and storage time of tomato paste coated with vitamin D

آزمون بافت

فنریت بیانگر میزان بازگشت ماده غذایی به شکل اولیه خود پس از تغییر شکل ناشی از نیروی فشاری است .این ویژگی معمولاً در فاصله زمانی بین انتهای اولین فشردگی)نیش اول (و آغاز فشردگی دوم)نیش دوم (اندازه‌گیری می‌شود و نشان‌دهنده خاصیت کشسانی یا قابلیت برگشت‌پذیری بافت است. و نرخی را نشان می‌دهد که یک ماده تغییر شکل یافته پس از برداشتن نیروی تغییر شکل، به حالت اولیه خود بر می‌گردد، در برخی منابع آن را خاصیت الاستیسیته می نامند (نور محمدی و همکاران، ۲۰۲۱). مطابق با جدول تجزیه واریانس ۲، همان‌طور که قابل‌ملاحظه است، تمامی منابع تغییر بر تغییرات فنریت رب

گوجه‌فرنگی پوشش داده‌شده با ویتامین D معنادار می‌باشند (p<۰/۰۵). شکل (۷- A) روند تغییرات فنریت به‌صورت تابعی از نوع پودر تفاله و زمان انبارداری را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشترین تغییرات مربوط به پودر پوسته طی شش ماه انبارداری است. به‌طوری‌که نمونه شاهد در روزهای اول بیشترین فنریت را داشته و کمترین آن نیز مربوط به نمونه حاوی پوسته طی ماه ششم نگهداری است. شکل (۷- B) روند تغییرات فنریت به‌صورت تابعی از نوع پودر تفاله و مقدار آن را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با افزایش درصد پودر استفاده‌شده (به‌استثناء پودر کامل که در ماه پنجم روال افزایشی دارد) مقدار فنریت به‌شدت کاهش‌یافته است. به‌طوری‌که نمونه حاوی پودر پوسته نسبت به سایر تیمارها بیشترین کاهش را از خود نشان داده است. شکل (۷- C) روند تغییرات فنریت رب گوجه‌فرنگی به‌صورت تابعی از مقدار و زمان انبارداری را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که روند تغییرات فنریت ۲/۵ الی ۵ درصد تا حدودی صعودی بوده ولی در ماه ششم روند افزایشی دارد. طوری که بیشترین مقدار مربوط به ۲/۵ درصد در ماه دوم و کمترین نیز مربوط به نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر تفاله طی ۶ ماه نگهداری نشان داده شد. تفاوت بین نوع پودرها و مدت‌زمان نگهداری، بسته به نوع و مقدار یا اجزا ماده غذایی ممکن است باعث تغییر فنریت رب گوجه‌فرنگی شوند. جوندگی یا حل‌شوندگی خاصیتی در مواد غذایی است که بر اساس آن قابلیت جویده شدن، بافت آن‌ها مشخص می‌شود. مطابق با جدول تجزیه واریانس ۲، همان‌طور که قابل‌ملاحظه است، تمامی منابع تغییر بر تغییرات جوندگی رب گوجه‌فرنگی پوشش داده‌شده با ویتامین D معنادار می‌باشند (p<۰/۰۵). شکل (7- D) روند تغییرات جوندگی به‌صورت تابعی از نوع پودر تفاله و زمان انبارداری را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که میزان جوندگی باگذشت زمان بین تمامی نمونه به‌جز نمونه حاوی پودر پوسته که یک‌روند صعودی با شیب کم داشته، کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که بیشترین مقدار مربوط به پوسته طی چهار ماه نگهداری است و کمترین نیز مربوط به نمونه شاهد طی ۶ ماه نگهداری است. نمونه شاهد در طول شش ماه نگهداری از بقیه تیمارها کمترین جوندگی را داشته است. شکل (7- E) روند تغییرات جوندگی به‌صورت تابعی از نوع پودر تفاله و مقدار آن را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با افزایش درصد پودر استفاده‌شده مقدار جوندگی به‌شدت افزایش‌یافته است. به‌طوری‌که نمونه حاوی پودر پوسته ۱۵ درصد نسبت به سایر تیمارها بیشترین مقدار جوندگی را از خود نشان داده است. شکل (۷- F) روند تغییرات جوندگی رب گوجه‌فرنگی به‌صورت تابعی از مقدار و زمان انبارداری را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که بیشترین میزان جوندگی مربوط به نمونه حاوی ۱۰ درصد پودر طی ۴ ماه نگهداری بوده و کمترین نیز مربوط به ۲/۵ درصد در ماه اول بوده است. با توجه به پایین بودن فنریت و انسجام نمونه مذکور، درنتیجه قابلیت جویدن به‌طور معنادار کاهش‌یافته است .نتایج حاصل از آزمون‌های بافتی در این پژوهش از جمله فنریت، جوندگی، صمغیت و چسبندگی رب گوجه‌فرنگی نشان داد که افزودن پودر تفاله در سطوح مختلف می‌تواند به‌طور معناداری بر ویژگی‌های مکانیکی محصول اثرگذار باشد. مقایسه این یافته‌ها با پژوهش‌های پیشین، همخوانی مناسبی را نشان می‌دهد. به‌طور مثال، (مصباحی و همکاران ۲۰۰۹) در مطالعه‌ای روی سس کچاپ گزارش کردند که افزودن پودر پوست و دانه گوجه‌فرنگی منجر به افزایش قوام، بریکس، فنریت و ویسکوزیته محصول شد. همچنین،(توربیکا و همکاران ۲۰۱۶) نشان دادند که افزایش محتوای فیبر طبیعی حاصل از تفاله تازه گوجه‌فرنگی در سس باعث افزایش چسبندگی و شاخص جوندگی محصول نهایی می‌شود. این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر که افزایش درصد پودر تفاله، به‌ویژه پودر پوسته، موجب افزایش جوندگی و چسبندگی شده، هم‌راستا است. از سوی دیگر، یافته‌های (مارتیننکووچانگ، ۲۰۱۴) نیز نشان داد که در محصولات خشک‌شده، با کاهش رطوبت و فنریت، میزان انرژی لازم برای جویدن افزایش می‌یابد؛ که این موضوع نیز می‌تواند توجیهی برای افزایش شاخص جوندگی در نمونه‌های دارای درصد بالای پودر خشک تفاله باشد. در مجموع، نتایج این مطالعه تأیید می‌کنند که ساختار فیزیکی و ترکیب شیمیایی تفاله گوجه‌فرنگی نقش مهمی در تعیین ویژگی‌های رئولوژیکی رب گوجه‌فرنگی دارد.

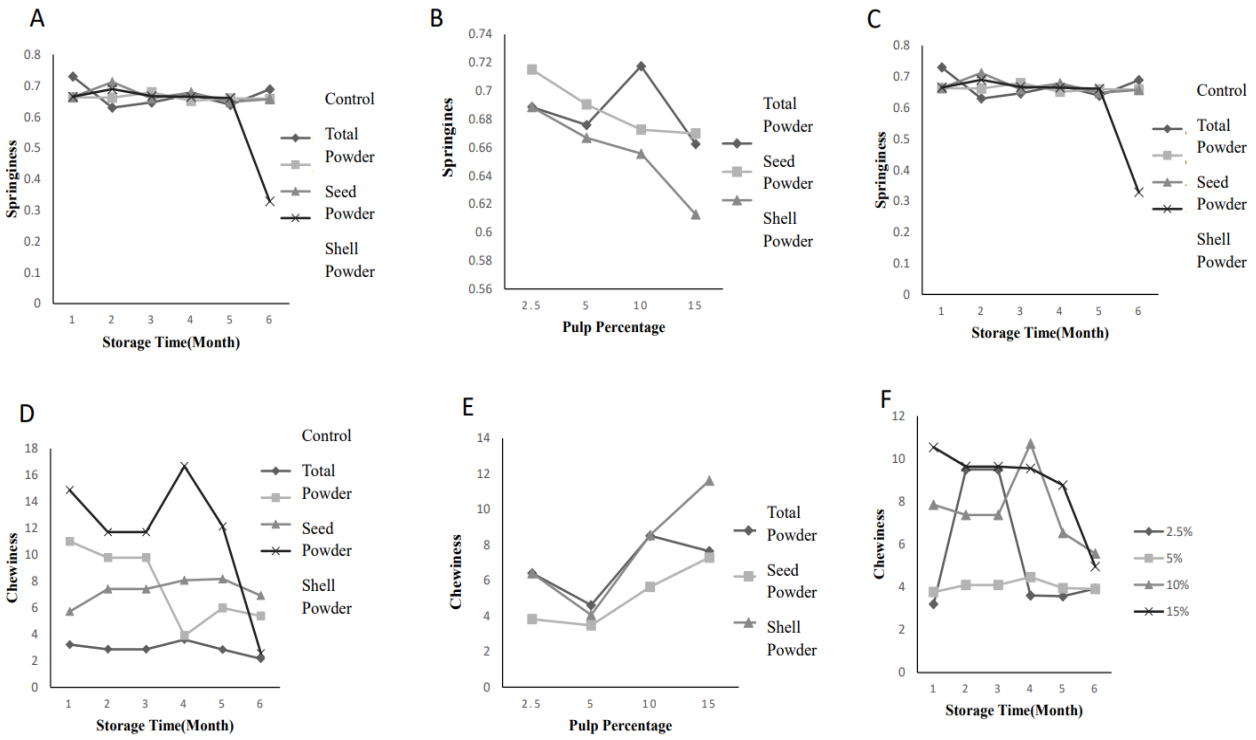

Figure 7- The process of changes in chewiness of tomato paste as a function of the type of powder, amount of slag and storage time

قوام، انرژی لازم برای خرد کردن محصول از قوام نیمه جامد به حالت آماده برای مصرف است (نور محمدی و همکاران، ۲۰۲۱). مطابق با جدول تجزیه واریانس ۲، تمامی منابع تغییر بر تغییرات صمغیت رب گوجه‌فرنگی پوشش داده‌شده با ویتامین D معنادار می‌باشند ($p<۰/۰۵$). شکل (۸– A) روند تغییرات صمغیت به‌صورت تابعی از نوع پودر تفاله و زمان انبارداری را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که میزان صمغیت باگذشت زمان بین تمامی نمونه کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که بیشترین مقدار مربوط به نمونه شاهد طی ماه پنجم نگهداری و کمترین نیز مربوط به نمونه کامل طی ۶ ماه نگهداری است. شکل (۸– B) روند تغییرات صمغیت به‌صورت تابعی از نوع پودر تفاله و مقدار آن را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با افزایش درصد پودر استفاده‌شده مقدار صمغیت به‌شدت کاهش‌یافته است. به‌طوری‌که بیشترین مقدار مربوط به نمونه ۲/۵ درصد پودر هسته و کمترین مقدار آن مربوط به نمونه پودر کامل ۱۵ درصد است. شکل (۸– C) روند تغییرات صمغیت رب گوجه‌فرنگی به‌صورت تابعی از مقدار و زمان انبارداری را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که در درصدهای پایین پودرها در طی شش ماه نگهداری مقدار صمغیت بالا است ولی در درصدهای بالا در طی شش ماه نگهداری مقدار صمغیت کاهش‌یافته است، به‌طوری‌که نمونه‌های حاوی ۵ درصد پودر تفاله طی ۵ ماه نگهداری بیشترین صمغیت و نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد پودر تفاله طی شش ماه کمترین مقدار صمغیت را دارا می‌باشند. (بورلس و همکاران ۲۰۰۹) شاخص صمغی را به‌عنوان انرژی موردنیاز برای آماده‌سازی غذا جهت بلع تعریف کردند و مقدار کم آن را به معنی نرمی و مقدار بیشتر آن را به معنی سفتی یا تردی با ایجاد حالت شکستگی سلولی دانستند. به عبارتی می‌توان گفت درصد بالای تفاله باعث ایجاد سفتی بیشتر رب گوجه‌فرنگی شده و در هنگام بلع سفت به نظر می‌رسد. چسبندگی بیانگر کار مورد نیاز برای کشیدن پروب فشاری از نمونه است. در آنالیزهای حسی، کار لازم برای غلبه بر نیروهای جاذب بین سطح غذا و سطح ماده‌ای است که با آن

غذا در تماس است (مثلاً زبان، دندان،کام). مطابق با جدول تجزیه واریانس (۲)، تمامی منابع تغییر بر تغییرات چسبندگی رب گوجه‌فرنگی پوشش داده‌شده با ویتامین D معنادار می‌باشند ($p<۰/۰۵$). شکل (۸- D) روند تغییرات چسبندگی به‌صورت تابعی از نوع پودر تفاله و زمان انبارداری را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که میزان چسبندگی باگذشت زمان بین تمامی نمونه کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که بیشترین مقدار مربوط به نمونه پوسته در طی ۴ ماه نگهداری و کمترین مقدار آن نیز مربوط به نمونه شاهد در طی ۶ ماه نگهداری است. شکل (۸- E) روند تغییرات چسبندگی به‌صورت تابعی از نوع پودر تفاله و مقدار آن را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، با افزایش درصد پودر استفاده‌شده مقدار چسبندگی به‌شدت افزایش‌یافته است. به‌طوری‌که بیشترین مقدار مربوط به نمونه ۱۵ درصد پودر پوسته و کمترین مقدار آن در نمونه ۲/۵ درصد پودر هسته است. شکل (۸- F) روند تغییرات چسبندگی رب گوجه‌فرنگی به‌صورت تابعی از مقدار و زمان انبارداری را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که باگذشت زمان میزان چسبندگی کاهش‌یافته است. به‌این‌ترتیب بیشترین مقدار چسبندگی مربوط به نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر تفاله طی ماه اول و کمترین مقدار آن نیز در نمونه حاوی ۲/۵ درصد در طی نگهداری در ماه اول است. تغییر خواص رئولوژیکی از قبیل جوندگی، پیوستگی و چسبندگی ناشی از خود ترکیبات موجود در پوست، گوشت و هسته گوجه‌فرنگی است که طی شرایط مختلف ممکن است دستخوش تغییر قرار گیرند (تور و همکاران، ۲۰۰۶).

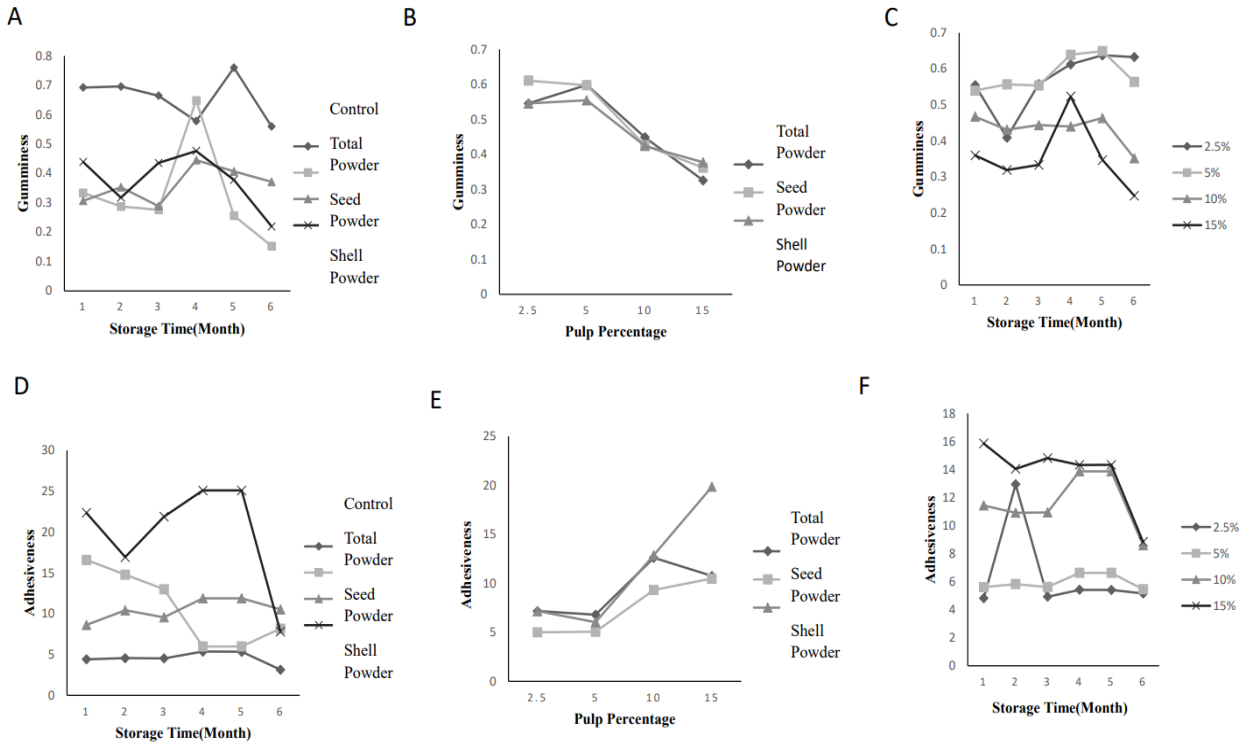

Figure 8- The process of changes in viscosity and stickiness of tomato paste as a function of the type of powder, amount of slag and storage time

نتیجه‌گیری کلی

مطابق با نتایج به‌دست‌آمده پوشش دهی ویتامین D با استفاده از ترکیب حاصل از تفاله گوجه‌فرنگی علاوه برافزایش ارزش تغذیه‌ای، منجر به پایداری ویتامین D در برابر حرارت و حفظ آن در برابر اکسیژن و توزیع و پخش‌شدگی کامل و مناسب آن در ماده غذایی می‌شود. وجود ویتامین D در کنار ترکیبات تفاله گوجه‌فرنگی که حاوی کلسیم و فسفر است، منجر به افزایش جذب کلسیم و فسفر می‌گردد. نتایج به‌دست‌آمده از بررسی‌های بریکس رب گوجه‌فرنگی، نشان‌دهنده آن است که به‌جز اثر نوع مکمل و زمان نگهداری، سایر پارامترها بر روی بریکس رب گوجه‌فرنگی پوشش داده‌شده با ویتامین D تأثیر گذاشته و منجر به افزایش آن شده است. نتایج به‌دست‌آمده از بررسی‌های نمک گوجه‌فرنگی پوشش داده‌شده با ویتامین D، نشان‌دهنده آن است که بر روی نمک تأثیر داشته و منجر به تغییر میزان آن شده است. نتایج به‌دست‌آمده از بررسی‌ها بر فنریت رب گوجه‌فرنگی پوشش داده‌شده، نشان‌دهنده افزایش فنریت با کاهش درصد پودرها است. نتایج به‌دست‌آمده از بررسی جوندگی رب گوجه‌فرنگی، افزایش درصد پودرها به‌ویژه پودر پوسته، موجب افزایش جوندگی است. نتایج به‌دست‌آمده از بررسی صمغیت، نشان‌دهنده افزایش صمغیت با کاهش درصد پودرها است. نتایج به‌دست‌آمده از بررسی چسبندگی، نشان‌دهنده افزایش چسبندگی با افزایش درصد پودرها است.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کارخانه صنایع غذایی سحر همدان و دانشگاه بوعلی سینا که در تأمین مالی هزینه‌های این پژوهش ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی میگردد.

References

Albanese, D., Adiletta, G, D., Acunto, M., Cinquanta, L., and Di Matteo, M. 2014. Tomato peel drying and carotenoids stability of the extracts. International Journal of Food Science & Technology, 49(11), 2458-2463.

Belović, M., Pajić-Lijaković, I., Torbica, A., Mastilović, J., and and Pećinar, I. 2016. The influence of concentration and temperature on the viscoelastic properties of tomato pomace dispersions. Food Hydrocolloids, 61, 617-624.

Bourles, E., Mehinagic, E., Courthaudon, J. L., and Jourjon, F. 2009. Impact of vacuum cooking process on the texture degradation of selected apple cultivars. Journal of Food Science, 74(9), 512-518.

Chong, C. H., Law, C. L., Cloke, M., Abdullah, L. C., and Daud, W. R. W. 2008. Drying kinetics, texture, color, and determination of effective diffusivities during sun drying of Chempedak. Drying Technology, 26(10), 1286-1293.

Dawson-Hughes, B., Heaney, R. P., Holick, M. F., Lips, P., Meunier, P. J., and Vieth, R. 2005. Estimates of optimal vitamin D status. Osteoporosis International, 16, 713-716.

Del Valle, M., Cámara, M., and Torija, M. E. 2006. Chemical characterization of tomato pomace. Journal of The Science of Food and Agriculture, 86(8), 1232-1236.

Herrera, P. G., Sánchez-Mata, M. C., and Cámara, M. 2010. Nutritional characterization of tomato fiber as a useful ingredient for food industry. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 11(4), 707-711.

Hoseinpoor, S., Layegh, B., Farahnaky, A., Mesbahi, G., Majzoobi, M., and Darabzaded, N. 2011. Cross-linking of sugar beet pectin to improve its functional properties and investigation of effect of the modified pectin on ketchup characteristics. Iranian Food Science & Technology Research Journal, 7(3), 227-235.

Larijani, B., Sheikhul-Islam, R., Adibi, H., Shafaei, A., Maqbooli, Z., Mohammadzadeh, N., and Hosseinnejad, A. 2004. Effectiveness of milk enriched with vitamin D in increasing the serum level of this vitamin. Payesh (Health Monitor), 3(1), 27-38, (In Persian).

Lavelli, V., Sri Harsha, P. S. C., Mariotti, M., Marinoni, L., and Cabassi, G. 2015. Tuning physical properties of tomato puree by fortification with grape skin antioxidant dietary fiber. Food and Bioprocess Technology, 8(8), 1668-1679.

Lenucci, M. S., Durante, M., Anna, M., Dalessandro, G., and Piro, G. 2013. Possible use of the carbohydrates presents in tomato pomace and in byproducts of the supercritical carbon dioxide lycopene extraction process as biomass for bioethanol production. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61(15), 3683-3692.

Martynenko, A., and Janaszek, M. A. 2014. Texture changes during drying of apple slices. Drying Technology, 32(5), 567-577.

Mesbahi, GH., Abasi, A., Jalali, J., and Farahnaki, A. 2009. Addition of tomato peel and seed to tomato ketchup for improving its nutritional value and rheological properties. Journal of Hydrology and Soil Science, 13, 69-82.

Nourmohammadi, A., Ahmadi, E., and Heshmati, A. 2021. Optimization of physicochemical, textural, and rheological properties of sour cherry jam containing stevioside by using response surface methodology. Food Science & Nutrition, 9(5), 2483-2496.

Szabo, K., Cătoi, A. F., and Vodnar, D. C. 2018. Bioactive compounds extracted from tomato processing by-products as a source of valuable nutrients. Plant Foods for Human Nutrition, 73(4), 268-277.

Tavakkoli, E., Bazargani-Gilani, B., and Pajohi-Alamoti, M. 2018. Effects of Tomato pomace hydroalcoholic extract singly and combined to arabic gum edible coating containing drill (Anethum graveolens) essential oil on the microbial spoilage of rainbow trout fillets during refrigerated storage. Journal of Animal Environment, 10(4), 285-290, (In Persian).

Toor, R. K., Savage, G. P., and Heeb, A. 2006. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. Journal of Food Composition and Analysis, 19(1), 20-27.

Torbica, A., Belović, M., Mastilović, J., Kevrešan, Ž., Pestorić, M., Škrobot, D., and Hadnađev, T. D. 2016. Nutritional, rheological, and sensory evaluation of tomato ketchup with increased content of natural fibres made from fresh tomato pomace. Food and Bioproducts Processing, 98, 299-309.

Tsatsaronis, G. C., and Boskou, D. G. 1975. Amino acid and mineral salt content of tomato seed and skin waste. Journal of the Science of Food and Agriculture, 26(4), 421-423.