مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و حسی ماست همزده غنی شده با عصاره آبی-الکلی دانه گیاه شنبلیله

احمد پدرام نیا[۱]، سحر ذکائیان[۲و۳]، مهدی جلالی[۴و۱*]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

۲- مدیر کنترل کیفیت، شرکت زعفران مصطفوی مهر ایرانیان، مشهد، ایران

۳- گروه مهندسی شیمی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

۴- مدرس، دانشگاه جامع علمی- کاربردی، مرکز چشمه نوشان خراسان (عالیس)

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۱/۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۲۱

کلمات کلیدی:

عصاره دانه شنبلیله،

غنی‌سازی ماست،

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی،

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

DOI:10.22034/FSCT.22.158.238.

* مسئول مکاتبات:

mehdijalali62@yahoo.com

چکیده

یکی از متداول‌ترین انواع فرآورده‌های لبنی تخمیری به دلیل عطر و طعم مطلوب و بافت و قوام مناسبی، امکان اختلاط آن با سایر مواد مغذی به سهولت وجود دارد، ماست می‌باشد. شنبلیله با نام علمی (*Trigonella foenum-graceum*) گیاهی نهاندانه بوده و دانه شنبلیله که مهم‌ترین قسمت دارویی این گیاه است دارای فلاونوئیدها، سزکوئی‌ترپن‌ها و استرول‌ها و فیبرهای موسیلاژی می‌باشد. در مطالعه حاضر عصاره آبی-الکلی دانه شنبلیله در چهار سطح (صفر، ۰/۲، ۰/٤ و ۰/٦ درصد) بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (pH، اسیدیته، آب‌اندازی و ویسکوزیته)، مقدار ترکیبات فنلی، فعالیت آنتی‌آکسیدانی و حسی (طعم، بافت، رنگ و پذیرش کلی) ماست همزده غنی شده در طی ١٤ روز نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد نمونه حاوی ۰/٦ درصد به ترتیب دارای کمترین و بیشترین میزان شاخص‌های pH و اسیدیته است. همچنین با افزایش مدت زمان نگهداری تا ١٤ روز و نیز کاهش pH، میزان درصد آب‌اندازی تمام نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۵). نتایج نشان داد که با کاهش معنی‌دار محتوای ترکیبات فنلی طی مدت نگهداری، اضافه کردن عصاره دانه شنبلیله به مقدار ۰/٦ درصد در مدت زمانی ۱ و بخصوص ۷ روز باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی شد و در ادامه تا زمان نگهداری ١٤ روز فعالیت آنتی‌اکسیدانی در بعضی نمونه‌ها کم و در برخی با تغییر بسیار جزئی همراه بود (P>۰/۰۵). همچنین بیشترین و کمترین مقدار ویسکوزیته ۳۵۰۰ سانتی‌پوآز (نمونه شاهد در روز اول) و ۷۰۳ سانتی‌پوآز (نمونه حاوی ۰/٦ درصد در روز چهاردهم) حاصل شد (P<۰/۰۵). در نهایت با بررسی نتایج حاصله از خصوصیات حسی، نمونه حاوی عصاره دانه شنبلیله توانست در مقایسه با نمونه شاهد، امتیاز قابل قبولی را از جانب ارزیابان حسی کسب نماید. در بین انواع فرمولاسیون ماست غنی شده و شاهد، نمونه ی حاوی ۰/٦ درصد عصاره در زمان نگهداری ۱ روز از لحاظ ویژگی‌های حسی از بالاترین درجه مطلوبیت برخوردار بود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

۱-مقدمه

ماست یک فرآورده لبنی تخمیری است و در هرم غذایی ، در گروه شیر و لبنیات جای دارد و یک واحد مصرفی آن معادل یک لیوان است. از لحاظ تغذیه‌ای این محصول به سادگی هضم می‌شود، ارزش غذایی بالایی دارد و منبع غنی از کربوهیدرات، پروتئین، چربی، ویتامین‌ها، کلسیم و فسفر می‌باشد. به دلیل ترکیبات پروتئین، چربی و لاکتوز که به طور جزئی طی فرآیند تخمیر تجزیه می‌شوند، ماست یک فرآورده سهل الهضم‌تر از شیر می‌باشد، زیرا ماست قادر است تا فلور میکروبی دستگاه گوارش را حفظ نماید و حالت ضد تومور و ضد کلسترول را دارا می‌باشد [۱]. ماست همزده پس از مراحل تخمیر، مشابه ماست معمولی است، به‌طور مشابهی به ماست معمولی شبیه است، با این تفاوت که در ادامه فرآیند، با مخلوط کردن لخته‌های ماست، بافت صاف‌تر و یکنواخت‌تری به آن می‌بخشند. این عمل باعث جلوگیری از جدا شدن آب پنیر از لخته‌های ماست شده که در ادامه منجر به تولید محصولی، با بافت متمایز و باکیفیت‌تر می‌شود. همچنین ماست همزده به دلیل فرآیند هم‌زدن، اسید لاکتیک موجود در آن آزاد می‌شود که به نوبه خود باعث کاهش طعم ترش و افزایش شیرینی در محصول می‌گردد. متخصصان بر این نکته توافق نظر دارند که افراط و زیاده‌روی در دریافت انرژی از هر منبعی همراه با یک سبک زندگی ساکن و بی‌تحرک منجر به بروز و افزایش وزن و چاقی، بیماری‌های قلبی – عروقی، سرطان، آب مروارید و بیماری‌های مزمن می‌شود. اثرات سلامتی بخش و مفید مصرف مواد غذایی گیاهی تا حدودی به حضور مواد فنلی نسبت داده می‌شود که با خطرات ناشی از بیماری‌های ذکر شده در تقابل هستند. این اثرات از طریق جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها، اتصالات عرضی پروتئین‌ها، جهش DNA و آسیب‌های بافتی، حاصل می‌شوند. اگر چه ترکیبات فنلی و برخی از مشتقات آنها در جلوگیری از اتواکسیداسیون بسیار موثر هستند، فقط استفاده از برخی از آنها به عنوان آنتی‌اکسیدان در مواد غذایی مجاز می‌باشد و تولیدکنندگان مواد غذایی از آنتی‌اکسیدان‌های مجاز که عمدتا ماهیت فنلی دارند، جهت جلوگیری از تخریب کیفیت محصولات و حفاظت ارزش تغذیه‌ای آنها استفاده می‌نمایند [۲]. اصطلاح آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به ترکیباتی اشاره دارد که به طور طبیعی در بافت‌های جانوری یا گیاهی وجود دارند. همچنین در حین پخت یا فرآوری مواد غذایی تشکیل می‌شوند و می‌توان آنها را استخراج کرد. آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی تقریبا در همه گیاهان، میکروارگانیسم‌ها، قارچ‌ها و حتی بافت‌های حیوانی یافت می‌شوند. عمده‌ترین گروه آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، ترکیبات فنلی هستند که توکوفرول‌ها، فلاونوئیدها و اسیدهای فنلی مهمترین آنها را تشکیل می‌دهند. عمده‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در مواد غذایی، ترکیبات فنلی و پلی‌فنلی با منشاء گیاهی هستند که به عنوان ترکیبات روبشگر رادیکال‌های آزاد، طبقه‌بندی می‌شوند و در بسیاری از میوه‌ها و سبزی‌ها به فراوانی وجود دارند [۳].

شنبلیله با نام علمی (*Trigonella foenum-graceum*) گیاهی نهاندانه، از دولپه‌ای‌های جدا گلبرگ است که جزء راسته گل سرخ، تیره نخود، تیره فرعی پروانه‌داران و جنس (*Trigonella L.*) از گروه (*Trifolia*) است [٤]. شنبلیله دارای اثر تقویتی، ملین، اشتهاآور، خلط‌آور و ضد تب، محرک جریان شیر و کاهنده قند خون است. همچنین این گیاه حاوی مقادیر زیادی آهن، فسفر و ویتامین D است [۵ و ٦]. مواد تشکیل دهنده اصلی دانه شنبلیله که مهمترین قسمت دارویی این گیاه است شامل ساپونین‌ها، آلکالوییدها و فیبرهای موسیلاژی (۵۰ درصد) می‌باشند. میزان پروتئین در این گیاه بالا بوده و همچنین فلاونوئیدها در این گیاه به صورت

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

گلیکوزید هستند و می‌توان با کروماتوگرافی کاغذی آنها را جداسازی کرد که عمده‌ترین آنها شامل فلاونوئید آرابینوزیدی (Orientin)، فلاونوئید C-گلیکوزیدی (Vitexin) و کوئرستین (Quercetin) می‌باشند [۷].

در مطالعه‌ای صورت گرفته از، پودر شنبلیله به میزان ۲۰، ۳۰ و ٦۰ درصد جیره غذایی و سه فراکسیون تهیه شده از شنبلیله (چربی‌زدایی شده، بودن ساپونین و ساپونین خام که همه به میزان معادل پودر شنبلیله ۳۰ درصد در جیره غذایی وارد شده بودند) به مدت ۲ هفته جایگزین مواد غذایی چرب دریافت شده گردیدند که نتایج نشان دهنده کاهش نسبت کلسترول کل خون به کلسترول HDL بود [۸]. همچنین فراکسیون غنی از فیبر عصاره شنبلیله (۷۹/٤ درصد فیبر)، تریگونلین خالص‌سازی شده از شنبلیله با دوز ۵۰ گرم بر کیلوگرم وزن بدن به صورت خوراکی و جوشانده تهیه شده از شنبلیله (٤۰ گرم در ۳۰۰ میلی‌لیتر آب) در پژوهش‌های مختلف توانستند باعث کاهش قابل توجه قند خون شوند [۹، ۱۰ و ۱۱].

عرب صالحی و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی غنی‌سازی ماست همزده با روغن خرفه مشاهده کردند فعالیت آنتی-رادیکالی نمونه‌ها در طی ۲۱ روز نگهداری با فواصل ۷ روز، اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت [۱۲]. گاد و السلام (۲۰۱۰) نیز با افزودن عصاره رزماری و چای سبز به ماست معمولی متوجه شدند که خواص آنتی‌اکسیدانی در طی نگهداری ماست کاهش نیافت و می‌توان گفت این ترکیبات باعث افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی و سلامتی زایی ماست شدند [۱۳]. از این رو با توجه به اهمیت استفاده از محصولات فراسودمند در رژیم تغذیه‌ای، هدف از این مطالعه بررسی تولید ماست همزده حاوی عصاره گیاه شنبلیله بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسی، رئولوژیکی و آنتی‌اکسیدانی است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

مواد اولیه مورد استفاده در این تحقیق شامل شیر خام، استارتر (LAT BY 1-63، شرکت لاکتینا، بلغارستان)، پودر شیر خشک بدون چربی کم حرارت دیده (شرکت فونترا، نیوزیلند) و و همچنین دانه‌های گیاه شنبلیله که از فروشگاه-های سطح شهرستان سبزوار خریداری و تهیه شدند.

۲-۲- روش تهیه عصاره آبی-الکلی

برای تهیه عصاره آبی-الکلی از روش ماسراسیون (خیساندن)، دانه‌های گیاه شنبلیله در ابتدا شسته، خشک و سپس آسیاب شدند. بدین منظور ۵۰ گرم از دانه آسیاب شده، داخل ارلن ریخته شد و به آن به میزان ۵۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۹٦ درجه و ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر دیونیزه اضافه شد. درب ارلن با فویل آلومینیومی بسته و به مدت ۷۲ ساعت همزده شد. ترکیبات داخل ارلن را با کاغذ صافی واتمن صاف گردید و مایع صاف شده را با کمک روتاری اواپراتور در دمای ٤۵ درجه سانتیگراد تا حجم ۵۰٪ تغلیظ شد. عصاره بدست آمده را به مدت ۷۲ ساعت در آون ٤۵ درجه سانتیگراد قرار داده تا غلیظ‌تر شود و با استفاده از فیلتر ۰/۲۲ میکرونی استریل و برای مصرف آماده گردید [۱٤].

۲-۳- تولید ماست

قبل از تهیه ماست، ابتدا استارتر خشک شده که حاوی ترکیبی از باکتری‌های آغازگر لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس می‌باشد به میزان ۲ درصد به ۵۰۰ میلی‌لیتر شیر پس چرخ استریل اضافه شده و جهت تهیه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

ماست به ازای هر ۱۰۰۰ میلی‌لیتر شیر، دو میلی‌لیتر از این مخلوط آماده، تلقیح شد. به منظور تهیه ماست، ماده جامد شیر با چربی حدود ۱/٤ درصد به میزان ۱۲ درصد با استفاده از شیر خشک پس چرخ استاندارد گردید. سپس توسط هیتر در حالی که عملیات اختلاط با همزن هموژن کننده به طور مداوم انجام خواهد شد، دمای شیر به ۷۰ درجه سانتیگراد رسید. بعد از آن سطوح مختلف عصاره دانه شنبلیله به نمونه‌های شیر داخل بن ماری افزوده و تیمارها ۱۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد توسط همزن هموژنایزر به طور کامل هم‌زده و یکنواخت شدند. سپس شیرهای حاصل به دمای ۸۵ درجه سانتیگراد رسیده و به مدت ۳۰ دقیقه در این دما مورد تیمار حرارتی قرار گرفته و به سرعت تا دمای ٤۵ درجه سانتیگراد خنک شدند. هنگامی که دمای شیر به ٤۵ درجه سانتیگراد می‌رسد ۲ میلی‌لیتر استارتر تهیه شد به ۱۰۰۰ میلی‌لیتر شیر تلقیح شده و در ظروف پلاستیکی ۱۰۰۰ گرمی ریخته می‌گردد. ظروف حاوی نمونه، تا رسیدن به اسیدیته معادل ۸۰ درجه دورنیک در دمای ٤۵ درجه سانتیگراد گرمخانه‌گذاری گردیدند. سپس ظروف حاوی ماست تولیدی تا دمای ۵ درجه سانتیگراد خنک گردیده و در زمان‌های ۱، ۷ و ۱٤ روز بعد از تولید آزمون‌های مورد نظر بر روی آنها صورت گرفت [۱۵].

۲-٤- اندازه‌گیری pH

سنجش pH نمونه‌های ماست دستگاه pH متر (مدل HI99164، شرکت Hanna، آمریکا) در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد صورت می‌گیرد [۱٦].

۲-۵- اندازه‌گیری اسیدیته

ابتدا به ۹ گرم از نمونه ماست مقداری آب مقطر افزوده و سپس با سود یک دهم نرمال در حضور معرف فنل‌فتالئین، تا پیدایش رنگ صورتی تیتر گردید. اسیدیته برحسب درصد اسید لاکتیک گزارش شد [۱٦].

۲-٦- اندازه‌گیری درصد آب اندازی (سینرسیس)

در این آزمون نمونه‌های ماست به خوبی همزده و یکنواخت شد و ۲۵ گرم از نمونه‌های ماست توزین و روی کاغذ صافی واتمن که در یک قیف بالای ظرف شیشه‌ای قرار داشت، ریخته شد و به مدت ۱۲۰ دقیقه در یخچال ٤ درجه سانتیگراد قرار داده شدند و سپس وزن مایع جمع شده در ظرف شیشه‌ای از وزن ظرف شیشه‌ای خالی کسر گردید و نتایج با استفاده از رابطه زیر به صورت درصد بیان شد [۱۷].

رابطه (۱)

آب اندازی ماست = وزن مایع آزاد شده / وزن اولیه نمونه ماست × ۱۰۰

۲-۷- اندازه‌گیری ترکیبات فنولی

بررسی میزان کل ترکیبات فنولی با روش فولین سیوکالتو انجام گردید. جهت رسم منحنی استاندارد از اسید گالیک استفاده شد. میزان کل ترکیبات فنلی موجود در محصول برحسب اسید گالیک و با استفاده از معادله به دست‌آمده از منحنی استاندارد محاسبه و نتایج برحسب میلی‌گرم اسید گالیک در هر گرم نمونه ماست تولیدی بیان شد [۱۸].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

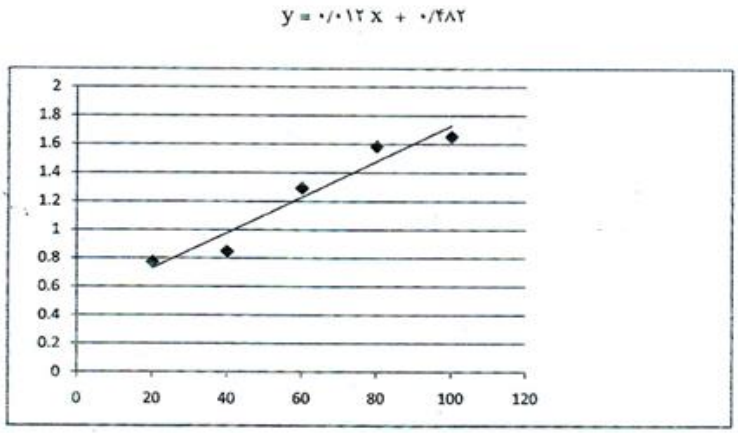

Fig 1 Gallic acid standard curve

۸-۲- اندازه‌گیری فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از معرف دی- فنیل‌پیکریل‌هیدرازیل انجام شد که یک ترکیب رادیکالی پایدار با رنگ بنفش می‌باشد که با احیاء شدن توسط عناصر دهنده الکترون یا هیدروژن در ترکیبات آنتی‌اکسیدانی به دی- فنیل‌پیکریل‌هیدرازین زرد رنگ تبدیل می‌شود. در این روش ۱ سی‌سی از غلظت‌های مختلف عصاره ماست در ۳ تکرار به ۸۰٪ اتانول و ۳/۵ میلی‌متر محلول ۰/۰۱ گرم (DPPH) اضافه شد و پس از ۳۰ ثانیه تکان دادن توسط ورتکس و ۳۰ دقیقه گرمخانه‌گذاری در دمای اتاق جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر بر بلانک قرائت شد و همچنین برای نمونه شاهد به جای عصاره از ۱ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ استفاده شد و درصد رادیکال‌های آزاد (DPPH) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

رابطه(۲) $\%I = (Ablank / Asample - Ablank) \times ۱۰۰$

در این فرمول (Ablank) جذب نوری کنترل منفی را که فاقد اسانس و عصاره می‌باشد نشان می‌دهد و (Asample) میزان جذب نوری غلظت‌های مختلف اسانس و عصاره را بیان می‌کند [۱۹].

۹-۲- اندازه‌گیری ویسکوزیته

ویسکوزیته نمونه‌های تولیدی با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (R-DVII) اندازه‌گیری شد. در این آزمایش پس از آزمون‌های اولیه اسپیندل شماره ٦ به عنوان اسپیندل مناسب جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته انتخاب شد. کلیه آزمون‌ها در دمای ۵ درجه سانتیگراد و با شرایط یکسان انجام شد به طوری که ویسکوزیته نمونه‌ها در سرعت ۷۰ دور در دقیقه و پس از گذشت ۱۵ ثانیه از چرخش اسپیندل قرائت شد [۲۰].

۱۰-۲- ارزیابی خصوصیات حسی

به منظور ارزیابی کیفیت محصول تولیدی و رسیدن به بهترین فرمولاسیون نمونه‌های ماست حاوی عصاره در معرض قضاوت داوران مربوط گذاشته شد و پس از آموزش‌های مقدماتی تعداد ۱۰ نفر به عنوان ارزیاب انتخاب و با استفاده از روش هدونیک (۵ نقطه‌ای) نمونه‌های ماست تهیه شده را از نظر طعم، بافت، رنگ و پذیرش کلی محصول ارزیابی کردند. به این ترتیب که حداکثر نمره (۵) به منزله عالی بودن

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

نمونه و کمترین نمره (۱) که نشان دهنده خیلی ضعیف بودن نمونه است و بدین منظور جدولی جهت امتیازدهی افراد تهیه گردید [۲۱].

۱۱-۲- تجزیه و تحلیل آماری

تحلیل آماری داده‌ها در قالب یک طرح کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از نرم افزار SAS در سطح معنی‌داری ۵ درصد صورت گرفت و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

۱-۳- بررسی تغییرات pH ماست

تاثیر متغیرهای عصاره دانه گیاه شنبلیله و مدت زمان نگهداری بر میزان pH ماست در شکل (۱) نشان داده شده است. تغییرات pH در نمونه‌های ماست حاوی عصاره در طی زمان نگهداری ۱٤ روز توانست اثر معنی‌داری را نشان دهد ($P<۰/۰۵$). در واقع در روز اول با افزایش درصد عصاره دانه گیاه شنبلیله تا مقدار ۰/٦ درصد، شاخص pH کاهش یافت که به دلیل فعالیت باکتری‌های آغازگر در ماست و تولید اسید لاکتیک می‌باشد [۲۲].

نتایج آنالیز واریانس اثر متقابل عصاره دانه گیاه شنبلیله و زمان نگهداری که با افزایش میزان عصاره از ۰/۲ به ۰/٤ درصد و مدت زمان نگهداری از یک به ۱۰ روز مقدار عددی pH روندی نزولی از خود نشان داد. قابل ذکر است که کمترین مقدار pH در مقدار ۰/٦ درصد عصاره شنبلیله و مدت زمان ۱٤ روز حاصل گردید. یکی از خصوصیات دانه شنبلیله که مهمترین قسمت دارویی این گیاه است داشتن حداقل ۵۰ درصد فیبرهای موسیلاژی است که می‌توان پیش‌بینی نمود که با افزایش میزان عصاره دانه شنبلیله در نمونه‌های تولیدی و به دنبال آن تشکیل حالت ژلی سبب تاخیر در غیرفعال شدن استارترها هنگام نگهداری حتی در دماهای پایین شده و تاثیر خود را بر میزان شاخص pH گذاشته و می‌تواند باعث کاهش آن شود [۲۳].

۲-۳- بررسی تغییرات اسیدیته ماست

تاثیر متغیرهای مستقل عصاره دانه گیاه شنبلیله و مدت زمان نگهداری بر میزان اسیدیته ماست در شکل (۱) نشان داده شده است. نتایج آنالیز واریانس اثر خطی هر دو متغیر مستقل بر تغییرات اسیدیته ماست تولید شده معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). یکی از دلایلی که می‌توان در نظر گرفت این است که، با افزایش زمان نگهداری، عصاره دانه شنبلیله در افزایش پارامتر اسیدیته تاثیرگذار است به طوری که به افزایش سوبسترای و نهایتاً رشد میکروارگانیسم‌ها کمک کرده و در ادامه به مصرف قند شیر، کاهش pH و افزایش اسیدیته منجر می‌گردد [۲٤].

همچنین نتایج آنالیز واریانس برای اثر متقابل دو متغیر نشان داد که با افزایش میزان عصاره دانه گیاه شنبلیله و زمان نگهداری، تغییرات اسیدیته ماست افزایش می‌یابد. به ترتیب با افزایش غلظت عصاره عصاره دانه شنبلیله از ۰/۲ به ۰/٦ درصد و مدت زمان نگهداری تا حدود ۱٤ روز میزان اسیدیته ماست روندی صعودی را نشان داد که مقدار بهینه این شاخص برابر ۸۰/۳۹ درصد حاصل شد. با توجه به تغییرات شاخص‌های pH و اسیدیته ماست و به موازات هم تغییرات اسیدیته در نمونه‌های حاوی عصاره دانه شنبلیله کمتر بود و این کمتر بودن، متناسب با غلظت این متغیر مستقل در نمونه-های تحت آزمایش می‌تواند با کنترل مقادیر اسیدیته و pH در ماست همراه بوده و در مرحله بعدی سبب پوشاندن طعم ترشی محصول در طول زمان نگهداری گردد که نتایج حاصله

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

با تحقیق لطفی‌زاده دهکردی و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد [۱۵].

۳-۳- بررسی تغییرات آب‌اندازی ماست

یکی از معایب عمده ماست آب‌اندازی است که مستقیماً می‌تواند به عواملی مانند میزان اختلال فیزیکی، کاهش ناگهانی pH، عدم کنترل درست درجه حرارت در مدت گرمخانه‌گذاری ارتباط داشته که در نهایت باعث به هم خوردن شبکه مسیل‌های پروتئینی می‌شود [۲۵].

نتایج آنالیز اثر متغیرهای عصاره دانه گیاه شنبلیله و زمان نگهداری، بر میزان آب‌اندازی ماست نشان داد که اثر خطی هر دو متغیر بدست آمده بر میزان آب‌اندازی معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). همان طور که در قبل ذکر شد تغییرات pH می‌تواند عاملی تاثیرگذار در آب‌اندازی در ماست و چروکیدگی ساختار سه بعدی شبکه پروتئینی باشد که منجر به کاهش قدرت اتصال پروتئین‌های آب پنیر و خروج آنها از ماست گردد. به همین دلیل با گذشت زمان میزان آب‌اندازی افزایش یافت. بنابراین می‌توان گفت که بین میزان آب‌اندازی نمونه‌ها و تغییرات pH رابطه‌ای مستقیم مشاهده می‌شود [۲۶].

برخلاف انتظار، در بررسی اثر متقابل عصاره دانه گیاه شنبلیله و زمان نگهداری مقایسه میانگین داده‌های حاصل از این دو متغیر مشخص شد اختلاف معنی‌داری بین تمامی میانگین‌ها وجود دارد و در مقادیر ۰/٤ و ۰/٦ درصد عصاره و روز ١٤ بیشترین درصد سینرسیس اتفاق افتاد ($P<۰/۰۵$). این اتفاق را در پژوهش حاضر می‌توان این گونه توجیه نمود که با توجه به زنده‌مانی و فعالیت باکتری‌های آغازگر ماست در حین نگهداری به خصوص در دمای پایین و در نتیجه هیدرولیز و هضم پروتئین‌های محصول توسط آنها، با گذشت زمان، میزان سینرزیس نمونه‌ها افزایش می‌یابد چرا که پروتئین‌های عامل بافت مطلوب خاصیت خود را از دست داده و پیوند با آنها گسسته می‌شود [٢٤]. از سوی دیگر، با توجه به دارا بودن فیبرهای موسیلاژی دانه شنبلیله این انتظار وجود داشت که با افزودن عصاره این ماده به فرمولاسیون کاهش درصد سینرسیس اتفاق افتاد که در واقع صورت نگرفت و با تحقیقات بلکر و همکاران (۲۰۰۱) همخوانی دارد. همچنین گارسیا پرز و همکاران (۲۰۰٦) نشان دادند افزایش یک گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر فیبر پرتقال به ماست سینرسیس را کاهش داده و خواص کرمی را بهبود می‌بخشد و موجب افزایش سفتی ژل و چسبندگی محصول خواهد گردید [۲۷ و ۲۸].

Table 1 The effect of different levels of Fenugreek seed extract on the amount of changes in pH, acidity and syneresis of yogurt

Amount of extract (%)	Day	pH	Acidity	Syneresis
Sample	1	4.15 ± 0.01^{a}	74.89 ± 0.03^{a}	10.12 ± 0.06^{a}
0.2	1	4.09 ± 0.05^{d}	75.92 ± 0.05^{b}	12.54 ± 0.04^{d}
0.4	1	4.05 ± 0.05^{c}	77.84 ± 0.07^{f}	14.22 ± 0.02^{f}
0.6	1	4.01 ± 0.02^{f}	80.01 ± 0.05^{e}	14.88 ± 0.10^{j}
Sample	7	4.05 ± 0.02^{b}	76.45 ± 0.06^{c}	11.12 ± 0.07^{b}
0.2	7	3.98 ± 0.04^{g}	78.49 ± 0.04^{g}	13.34 ± 0.05^{e}
0.4	7	3.86 ± 0.04^{i}	78.95 ± 0.03^{i}	13.79 ± 0.03^{h}
0.6	7	3.73 ± 0.01^{j}	80.76 ± 0.01^{l}	14.57 ± 0.28^{k}
Sample	14	4.01 ± 0.01^{e}	79.87 ± 0.04^{d}	11.68 ± 0.04^{c}

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

0.2	14	3.81±0.03^{h}	81.02±0.02^{h}	12.87±0.17^{g}
0.4	14	3.69±0.02^{k}	81.89±0.01^{j}	14.11±0.31^{i}
0.6	14	3.47±0.01^{l}	83.77±0.17^{k}	15.83±0.02^{l}

±: Values indicate standard deviation

a-l: Averages with different superscripts in the same row have a significant difference (less than 0.05).

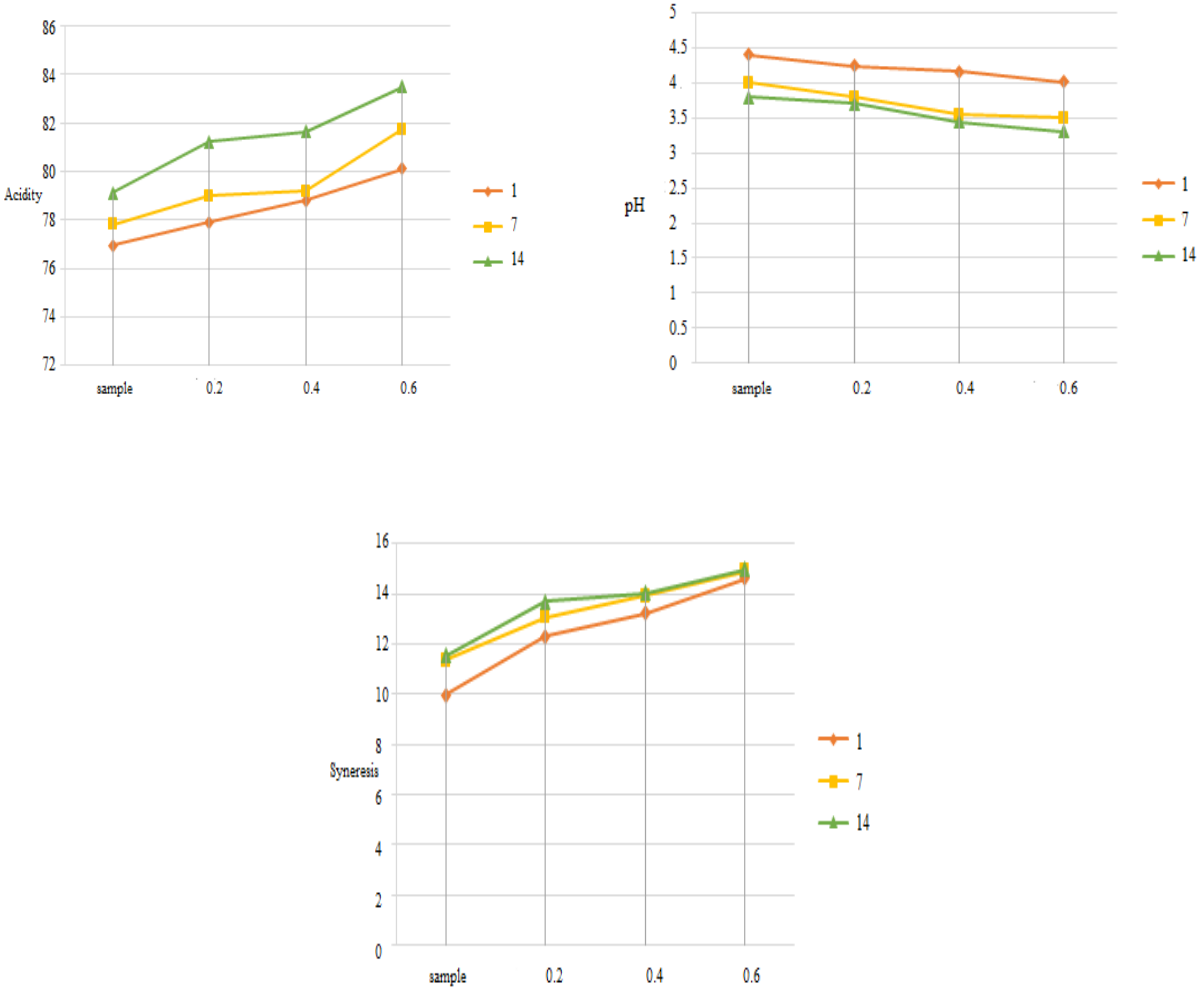

Fig 2 Changes related to pH, acidity and syneresis of yogurt containing Fenugreek seed extract

٤-۳- بررسی ترکیبات فنلی ماست

گیاهان منابع غنی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی هستند. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی گیاهی، به طور کلی ماهیت فنولی داشته، شامل ترکیباتی نظیر توکوفرول‌ها، کارتنوئیدها، اسیدهای فنولی[1] (مشتقات اسید بنزوئیک[2] و اسید سینامیک[3])، فلاونوئیدها[4] و دی‌ترپن‌ها[5] می‌باشند [۲۹].

در بین متغیرهای مورد بررسی بر میزان ترکیبات فنلی، اثر خطی (P<۰/۰۵) عصاره دانه شنبلیله بر ترکیبات فنلی معنی-

1- Phenolic acids
2- Benzoic acid
3- Cinamic acid
4- Flavonoids
5- Di Terpenes

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

دار بود که این نتایج با پژوهش‌های فرقانی و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت داشت [۳۰]. نتایج آنالیز واریانس برای اثر متقابل دو متغیر نشان داد که با افزایش میزان عصاره دانه گیاه شنبلیله و زمان نگهداری، میزان ترکیبات فنلی روندی صعودی را در محصول تولیدی ماست خواهند داشت. بیشترین مقدار ترکیبات فنلی مربوط به سطح عصاره ۰/٦ درصد در روز اول نگهداری و کمترین مقدار ترکیبات اندازه‌گیری شده در نمونه‌های شاهد در هر سه بازه‌ی زمانی مشاهده گردید.

مقادیر بالای ترکیبات فنلی موجود در شنبلیله منجر به غنی شدن ماست حاوی عصاره آبی–الکلی شنبلیله از نظر ترکیبات فنلی نسبت به ماست شاهد می‌گردد. فلاونوئیدها، سزکوئی–ترپن‌ها و استرول‌های از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فراوان موجود در شنبلیله بوده که در کنار کومارین، تانن و ترکیبات کاروتنوئیدی در شنبلیله مشاهده شده‌اند [۳۱]. دلیل دیگری که می‌توان به وجود ترکیبات فنلی در سطح بالای عصاره در روز اول اشاره نمود دارا بودن دانه شنبلیله از اسیدهای چرب غیراشباع و همچنین وجود چربی در شیر اولیه برای تولید محصول است. با افزایش غلظت عصاره شنبلیله میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش چشمگیری داشت اما با گذر زمان این فعالیت تا حدودی کاهش نشان داد که علت آن را در ابتدای فعالیت به حضور ترکیبات فنلی و در انتهای دوره نگهداری به دلیل حضور و افزایش فعالیت آنزیم لیپاز، تولید اسیدهای چرب روندی صعودی پیدا نمود و در عوض، تا حدودی از فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاسته شد که با مطالعات پدرام نیا و همکاران (۲۰۲۲) مطابقت دارد [۳۲].

۵-۳- بررسی فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی ماست

نتایج حاصل از خاصیت آنتی‌اکسیدانی در جدول (۲) آورده شده است. نتایج آنالیز اثر متغیرهای عصاره دانه شنبلیله و زمان نگهداری، بر میزان فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی ماست نشان داد که اثر خطی هر دو متغیر بدست آمده بر میزان این شاخص معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). با افزایش میزان عصاره دانه شنبلیله (۰/٦ درصد) درصد مهار رادیکال‌های آزاد نیز افزایش یافت که می‌توان به بالا بودن مقادیر فلاونوئیدها، ترکیبات کاروتنوئیدی و انواع ترپن‌ها در گیاه شنبلیله نسبت داد [۳۱]. قاسمی‌کیا و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که پروتئین استخراج شده از دانه شنبلیله به کمک امواج فراصوت، به عنوان یک محصول طبیعی دارای توانایی چشمگیری در مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH) می‌باشد. همچنین بیان کردند عملکرد احتمالی توانایی مهار رادیکال آزاد توسط نمونه‌های مورد مطالعه ممکن است با انتشار الکترون یا انتقال هیدروژن به رادیکال‌های آزاد از گروه‌های مختلف هیدروکسیل موجود در ساختار پروتئین مرتبط باشد و در نتیجه می‌تواند واکنش زنجیره‌ای رادیکال‌های آزاد را متوقف کند [۳۳].

نتایج آنالیز واریانس برای اثر متقابل دو متغیر نشان داد که با افزایش میزان عصاره دانه گیاه شنبلیله و زمان نگهداری، فعالیت آنتی‌اکسیدانی در محصول تولیدی ماست بیشتر خواهد شد. همچنین بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی محصول ماست مربوط به سطح ۰/٦ درصد و در روز اول نگهداری مشاهده شد (P<۰/۰۵). علاوه بر فعالیت آنزیم لیپاز که می‌تواند مربوط به وجود ترکیبات چرب موجود در عصاره شنبلیله و شیر باشند، حبیبی نجفی و همکاران (۲۰۱۸) نیز اذعان داشتند پپتیدهای حاصل از پروتئولیز نمونه‌های ماست می‌توانند درجه آنتی‌اکسیدانی متفاوتی از خود نشان دهند به طوری که با گذشت زمان و افزایش میزان

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

هیدرولیز تا روز بیستم از میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در بعضی نمونه‌ها کم شده و در بعضی نمونه‌ها یا با تغییر بسیار جزئی همراه بوده است یا بدون تغییر ثابت مانده است که نتایج با پژوهش حاضر نیز مطابقت دارد. دلیل این کاهش می‌تواند مرتبط با هیدرولیز بیشتر و شکست در مناطقی از پپتیدهای زیست فعال باشد که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند [۳٤].

٦-۳- بررسی ویسکوزیته ماست

تاثیر متغیرهای مستقل بر میزان ویسکوزیته ماست در جدول (۲) نشان داده شده است. با توجه به نتایج آنالیز واریانس داده‌ها مشاهده می‌شود که عصاره دانه شنبلیله تاثیر معنی‌داری بر تغییرات ویسکوزیته داشته، به طوری که اثر خطی (P>۰/۰۵)، روندی کاهشی را از خود نشان داده است. کاهش ویسکوزیته می‌تواند به دلیل تغییرات شاخص pH و به حداقل رسیدن حلالیت پروتئین می‌تواند منجر به حالت دناتوراسیون این ماکرومولکول شود. از سوی دیگر ویسکوزیته شاخص پایداری پروتئین است، بنابراین در pH های بالاتر از ٤/٦ دافعه یونی میان میسل‌های کازئینی، تجمع آنها را با مشکل همراه می‌کند [۳۵]. با داشتن فیبرهای موسیلاژی در دانه شنبلیله این انتظار وجود داشت که با افزایش غلظت عصاره دانه شنبلیله، مقدار ویسکوزیته نیز افزایش یابد که رخ نداد و با مطالعات زمردی (۲۰۱۲) با کاربرد فیبر گندم و شریعتمدار طهرانی و شریفی (۲۰۱۷) فیبر حاصل از ساقه شوید و ریحان در محصول ماست مغایرت داشت [۳٦ و ۳۷].

نتایج بررسی اثر متقابل عصاره دانه گیاه شنبلیله و زمان نگهداری نیز نشان داد که با افزایش عصاره شنبلیله از ۰/۲ به ۰/٤ درصد ابتدا میزان ویسکوزیته افزایش و سپس با افزایش از غلظت ۰/٤ به ۰/٦ درصد میزان شاخص ویسکوزیته کاهش یافت، علاوه بر این که با افزایش زمان نگهداری تا ۱٤ روز پارامتر ویسکوزیته کاهش چشمگیری پیدا کرد. در نهایت به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار ویسکوزیته ۳۵۰۰ سانتی پوآز (نمونه شاهد در روز اول) و ۷۰۳ سانتی پوآز (نمونه حاوی ۰/٦ درصد در روز چهاردهم) حاصل شد. این تغییرات نسبی کم با نتایج لطفی‌زاده دهکردی و همکاران (۲۰۱۳) و حسینی و سیفی (۲۰۲۲) که به ترتیب از عصاره‌های گیاه شنگ و آویشن استفاده کردند، مطابقت دارد و در هر دو تحقیقات علت را عدم تشکیل مناسب ژل دانستند بدین صورت که در طی فرآیند اتصال آب آزاد با ماکرومولکول‌ها به خصوص پروتئین‌های موجود در شیر، سبب پایداری شبکه پروتئینی و محدودیت در حرکت آب شده و می‌تواند پیوندهای قوی‌تری بین آب و پروتئین ایجاد گردد، اما استفاده از عصاره‌های استخراج شده از گیاهان می‌تواند با توجه به ایجاد تغییرات در pH و رقابت با آب موجود در شیر فاصله ای در برقراری پیوند آب و پروتئین و افزایش ویسکوزیته اختلال نموده و خصوصیات بافتی ماست را تحت تاثیر خود قرار دهد [۱۵ و ۳۸]. در تولید ماست بررسی خواصی نظیر خواص رئولوژیکی که عمدتاً عبارت از ویسکوزیته، سفتی بافت و ظاهر آن و خاصیت سینرسیس که درواقع همان خاصیت آب انداختن ماست می‌باشد بسیار ضروری است. این خواص خود وابسته به چند عامل مهم از جمله میزان مواد جامد ماست، میزان چربی، میزان پروتئین‌های موجود، نوع و نسبت پروتئین‌ها، نوع و غلظت ثبات دهنده‌ها و یا قوام دهنده‌های مورد استفاده و شرایط فرآیندی نظیر عملیات حرارتی می‌باشد [۳۹].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

Table 2 The effect of different levels of Fenugreek seed extract on the amount of phenolic compounds, antioxidant activity and viscosity of yogurt

Amount of extract (%)	Day	Phenolic compounds	Antioxidant activity	Viscosity
Sample	1	466±0.01[a]	56.91±0.01[a]	3567±0.04[c]
0.2	1	490±0.05[c]	69.70±0.03[b]	1950±1.28[c]
0.4	1	497±0.04[e]	70.71±0.03[c]	3200±1.20[c]
0.6	1	499±0.01[g]	70.98±0.03[d]	3050±6.50[c]
Sample	7	465±0.02[b]	57.95±0.06[a]	1782±0.40[b]
0.2	7	491±0.04[d]	75.66±0.04[b]	1022±0.02[b]
0.4	7	495±0.04[f]	78.57±0.03[c]	1167±0.66[b]
0.6	7	495±0.01[h]	79.87±0.01[d]	1159±0.30[b]
Sample	14	466±0.01[a]	45.71±0.04[a]	1280±0.90[a]
0.2	14	491±0.03[d]	65.51±0.02[b]	759±1.50[a]
0.4	14	495±0.02[f]	67.24±0.01[c]	711±3.88[a]
0.6	14	493±0.01[i]	68.27±0.11[d]	703±3.96[a]

±: Values indicate standard deviation

a-l: Averages with different superscripts in the same row have a significant difference (less than 0.05).

۷-۳- بررسی خصوصیات حسی ماست

در شکل (۲) تاثیر متغیرهای عصاره دانه شنبلیله و زمان نگهداری بر میزان خصوصیات حسی از جمله طعم، بافت، رنگ و پذیرش کلی ماست تولیدی ملاحظه می‌شود. در اکثر موارد نمونه‌های ماست شاهد امتیاز حسی بالاتری نسبت به نمونه‌های حاوی عصاره دانه شنبلیله کسب نمودند. بررسی داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها نشان داد که نمونه حاوی ۰/٦ درصد عصاره بیشترین تاثیر را بر شاخص‌های رنگ و بافت ماست تولیدی داشته در حالی که هر سه سطح عصاره مصرفی تاثیری بر پارامتر پذیرش کلی ($P>$۰/۰۵)، نداشتند که این نتایج با تحقیقات امام اوغلو و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت داشت و در نتایج خود بیان کردند استفاده از سطوح بالاتر ترکیبی از اسانس های زعفران، آویشن و زیره سبز باعث کاهش میزان ویسکوزیته، در ادامه تغییر احساس دهانی و در نهایت کاهش پذیرش کلی محصول تولیدی گرددید [٤٠].

نتایج آنالیز واریانس اثر متقابل عصاره دانه گیاه شنبلیله و زمان نگهداری نیز مشخص نمود به مرور زمان افزودن عصاره تاثیر معنی‌داری داشته و منجر به کاهش پارامتر پذیرش کلی نمونه‌ها، از نظر ارزیاب‌ها شده است. نمونه شاهد در روز اول بالاترین و نمونه حاوی ۰/۲ درصد عصاره در روز ١٤ پایین ترین امتیازات کیفی خواص حسی را کسب کردند ($P<$۰/۰۵). در واقع افزودن عصاره دانه شنبلیله تاثیر نامطلوبی بر خصوصیات حسی ماست نداشت اما در طول نگهداری از میزان مطلوبیت ماست کاسته شد. نتایج تحقیق حاضر با مطالعه صوفی و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد چون آنها به منظور تولید ماست کم چرب پری‌بیوتیک حاوی اینولین از سه سطح استفاده و بیان کردند با افزایش غلظت اینولین، مقدار پذیرش کلی نمونه‌های ماست ابتدا افزایش و سپس کاهش یافته بود؛ که این امر به دلیل تأثیر اینولین در ایجاد بافت و مزه خامه‌ای و مشابه ماست های پرچرب می‌باشد [٤١]. با توجه تحقیق کاکوئی و همکاران (۲۰۰۷)، کنسانتره پروتئینی آب پنیر به جای شیرخشک در تهیه ماست به دلیل خاصیت هیدروفیلی بیشتر پروتئین‌های سرمی نسبت

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

به کازئین باعث خامه‌ای شدن بافت ماست در نمونه‌های تولیدی شد و این بافت از نظر اکثر مصرف‌کنندگان مطلوب بوده و احساس دهانی مطبوع ایجاد می‌کند. لذا در طول دوره نگهداری ماست غنی‌سازی شده با کنسانتره پروتئینی آب پنیر به دلیل تولید بیشتر دی‌استیل و اسیدیته نسبت به نمونه شاهد و همچنین بهبود ساختمان ژل و قوام ماست خامه‌ای شده، پذیرش کلی محصول بهبود یافته و به نمونه شاهد نزدیکتر شد [٤۲].

Fig 3 The effect of Fenugreek seed extract and storage time on the sensory properties of yogurt

٤- نتیجه‌گیری

در این مطالعه به بررسی تاثیر افزودن عصاره آبی-الکلی دانه گیاه شنبلیله در ماست پرداخته شد. نتایج بررسی اثر متقابل عصاره دانه گیاه شنبلیله و زمان نگهداری نشان داد افزایش سطح عصاره تا ۰/٦ درصد و مدت زمان ١٤ روز می‌تواند اثری زیاد در شاخص‌های pH، اسیدیته و درصد آب‌اندازی داشته باشد. با افزودن سطح عصاره تا ۰/٦ درصد به ترتیب میزان ترکیبات فنلی در روز اول و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در روز ۷ نگهداری بیشترین مقادیر را از خود نشان دادند. با ایجاد تغییرات در pH و اسیدیته با افزایش سطح مصرف عصاره دانه شنبلیله (نمونه حاوی ۰/٦ درصد در روز

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

چهاردهم) مقدار شاخص ویسکوزیته به کمترین مقدار خود (۷۰۳ سانتی پوآز) نزدیک شد. از نظر ارزیاب‌ها به منظور تعیین شاخص پذیرش کلی محصول ماست نمونه شاهد در روز اول بالاترین و نمونه حاوی ۰/۲ درصد عصاره در روز ۱٤ پایین‌ترین امتیازات کیفی خواص حسی را کسب کردند.

٥- منابع

[1] Çon, A.H., Çakmakçi, S., Çağlar, A., and Gökalp, H.Y. 1996. Effects of different fruits and storage periods on microbiological qualities of fruit-flavored yogurt produced in turkey. *Journal of Food Protection*, 59(4): 402-406.

[2] Mahiyan, R.A., Elhami Rad, A.H., and Jalali, M. 2015. Check active packaging has antioxidant properties in food products. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 9(7): 1163-1168.

[3] Antolovich, M., Bedgood, D.J.R., Bishop, A., Jardine, D., Prenzler, P., and Robards, K. 2004. LC–MS investigation of oxidation products of phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(4): 962-971.

[4] Dini, M. 2006. Scientific name of medicinal plants used in traditional medicine. Forest and Rangeland Research Institute Publication, ISBN: 964-473-224-3. [In Persian].

[5] Ruby, B.C., Gaskill, S.E., Slivka, D., and Harger, S.G. 2005. The addition of fenugreek extract (Trigonella foenum-graecum) to glucose feeding increases muscle glycogen resynthesis after exercise. *Amino Acids*, 28: 71-76.

[6] Morcos, S.R., Elhawary, Z., and Gabrial, G.N. 1981. Protein rich food mixtures for feeding the young in Egypt. 1. Formulation. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, 20: 275-282.

[7] Niknam, R., Kiani, H., Mousavi, Z.E., and Mousavi, M. 2021. Extraction, Detection, and Characterization of Various Chemical Components of *Trigonella foenum-graecum* L. (Fenugreek) Known as a Valuable Seed in Agriculture. In: Naeem, M., Aftab, T., and Khan, M.M.A. (eds) Fenugreek. Springer, Singapore.

[8] Al-Habori, M., Al-Aghbari, A.M., and Al-Mamary, M. 1998. Effects of fenugreek seeds and its extracts on plasma lipid profile. a study on rabbits. *Phytotherapy Research*, 12(8): 572-575.

[9] Ribes, G., Sauvaire, Y., Baccou, J.C, Valette, G., Chenon, D., Trimble, E., and Loubatieres-Mariani, M.M. 1984. Effects of fenugreek seeds on endocrine pancreatic secretions in dogs. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 28(1): 37-43.

[10] Zhou, J., Chan, L., and Zhou, S. 2012. Trigonelline: a plant alkaloid with therapeutic potential for diabetes and central nervous system disease. *Current Medicinal Chemistry*, 19(21): 3523-3531.

[11] Alarcon-Aguilara, F.J., Roman-Ramos, R., Perez-Gutierrez, S., Aguilar-Contreras, A., Contreras-Weber, C.C., and Flores- Saenz, J.L. 1998. Study of the anti-hyperglycemic effect of plants used as antidiabetics. *Journal of Ethnopharmacology*, 61(2): 101-110.

[12] Arab Salehi Nasrabadi, M., Ghorbani, M., Sadeghi Mahunak, A., and Khomeiri, M. 2019. Yogurt enrichment with Common purslane oil (Portulacaoleracea) and its physicochemical,antioxidant and sensory properties. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 16(92): 23-36. [In Persian].

[13] Gad, A.S., and El-Salam, M.H.A. 2010. The antioxidant properties of skim milk supplemented with rosemary and green tea extracts in response to pasteurisation, homogenisation and the addition of salts. *International Journal of Dairy Technology*, 63(3): 349-355.

[14] Abpeikar, Z., Lohrasbi, P., and Monsefi, M.Z. 2015. The comparison of dill seed and leaf aqueous extracts (Anethum Graveolens L.) on histomorphometrical changes of rat uterus and ovaries. *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology)*, 28(2): 116-124. [In Persian].

[15] Lotfizadeh Dehkordi, S., Shakerian, A., and Mohammadi, A., 2013. Effect of extract from Tragopogon graminifolius DC. on properties sensory, shelf life and the viscosity rate yogurt. *Journal of Medicinal Herbs*, 4(1): 49-57. [In Persian].

[16] Iran National Standards Organization. 2022. Milk and milk products-Determination of titrable acidity and pH-Test method. 2nd Revision, No. 2852. [In Persian].

[17] Tamime, A.Y., Barrantes, E., and Sword, A.M. 1996. The effects of starch based fat substitutes on the microstructure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder. *International Journal of Dairy Technology*, 4(1): 1-10.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

[18] Stoilova, I., Krastanov, A., Stoyanova, A., Denev, P., and Gargova, S. 2007. Antioxidant actirity of ginger extract (Zingiber officinale). *Food Chemistry*, 102(3): 764-770.

[19] Burits, M., and Bucar, F. 2000. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapy Research*, 14(5): 323-328.

[20] Sah, B.N.P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., and Donkor, O.N. 2016. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT-Food Science and Technology*, 65: 978-986.

[21] Barrantes, E., Tamime, A.Y., and Sword, A.M. 1994. Production of lowcalorie yogurt using skim milk powder and fat-substitute. 3. Microbiological and organoleptic qualities. *Milchwissenschaft*, 49(4): 205-208.

[22] Talei, G.R., Meshkatalsadat, M.H., and Mosavi, S.Z. 2008. Antibacterial activity native medicinal plants extracts in Lorestan, Iran. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*, 10(1): 31-35. [In Persian].

[23] Kosikowski, F.V. 1981. properties of commercial flavored frozen yogurt. *Journal of Food Protection*, 44(11): 853-856.

[24] Tarakçi, Z., and Küçüköner, E. 2003. Physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of some fruit-flavored yoghurt. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(2): 10-14.

[25] Vrese, M., Stegelmann, A., Richter, B., Fenselau, S., Laue, C., and Schrezenmeir, J. 2001. Probiotics-compensation for lactase insufficiency. *The American Journal of Clinical Nutrition*73(2): 421-429.

[26] Brüls, M., Foroutanparsa, S., Maljaars, C.E.P., Olsthoorn, M., Tas, R.P., and Voets, I.K. 2024. Investigating the impact of exopolysaccharides on yogurt network mechanics and syneresis through quantitative microstructural analysis. *Food Hydrocolloids*, 150: 109629.

[27] Blecker, C., Chevalier, J.P., Herck, J.C., Fougnies, C., Deroane, C., and Paquot, M. 2001. Inulin: Its pHysio-chemical properties and technological functionality. *Recent Research Development in Agriculture and Food Chemistry*, 5: 125-131.

[28] García-Pérez, F.J., Sendra, E., Lario, Y., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., and Pérez-Alvarez, J.A. 2006. Rheology of orange fiber enriched yogurt. *Milchwissenschaft*, 61(1): 55-59.

[29] Rashmi, H.B., and Negi, P.S. 2022. Chapter 3 - Chemistry of plant extracts. Plant Extracts: Applications in the Food Industry, ISBN: 978-0-12-822475-5, pp:39-73.

[30] Forgani, S., Peighambardoust, S.H., and Olad Ghaffari, A. 2017. Investigating organoleptic and physicochemical properties of functional set yogurt incorporating oat milk. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, 48(3): 279-288. [In Persian].

[31] Hasanzadeh, E., Rezazadeh, S., Shamsa, S., Dolatabadi, R., and Zarringhalam, J. 2010. Review on phytochemistry and Therapeutic properties of Fenugreek (*Trigonella foenum-graceum*). *Journal of Medicinal Plants*, 9(34): 1-18. [In Persian].

[32] Pedram Nia, A., Sabetghadam, M., and Jalali, M. 2022. Optimization of chestnut (Aesculus hippocastanum) fruit extract extraction process by response surface methodology and evaluation of its antioxidant effect on the stability of soybean oil during shelf life. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 18(120): 389-400. [In Persian].

[33] Ghasemi Kia, A., Ganjloo, A., and Bimakr, M. 2022. Optimization of ultrasound-assisted extraction of Fenugreek Seed protein and evaluation of its structural, functional Properties and antioxidant activity. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 19(126): 39-55. [In Persian].

[34] HabibiNajafi, M.B., Fatemizade, S., and Tavakoli, M. 2018. Release of proteolysis products with aceinhibitory and antioxidant activities in probiotic yogurt containing different levels of fat and prebiotics. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, 19(4): 275-380.

[35] Sodini, I., Remeuf, F., Haddad, S., and Corrieu, G. 2004. The relative effect of milk base, starter, and process on yogurt texture: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(2): 113-137.

[36] Zomorodi, Sh. 2012. Physicochemical, rheological and sensory properties of stirred fruit yoghurt fortified by wheat fiber. *Journal of Food Research*, 22(4): 443-454. [In Persian].

[37] Shariatmadar Tehrani, H., and Sharifi, A. 2017. Investigating the possibility of producing synthetic biotic yogurt containing Lactobacillus kaisii and fibrillum from basil and stem. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 9(1): 1-13. [In Persian].

[38] Hosseini, M., and Saifi, T. 2022. The effect of aqueous-alcoholic extract of thyme and inulin on physicochemical properties of traditional Bokez Ilam

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

yogurt. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 19(126): 103-120. [In Persian].

[39] Abdi, S., Mir, N., and Dehghan Niri, M. 2013. Improvement of physical and sensory properties of dairy products using functional valuability of whey proteins. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 7(5): 897-908. [In Persian].

[40] Imamoglu, H., Coggins, P.C., and Rowe, D.E. 2017. Influence of storage time and starches on texture attributes of conventional milk yogurt using response surface methodology. *International Food Research Journal*, 24(4): 1721-1727.

[41] Soofi, M., Alizadeh, A., and Mousavi Kalajahi, S.E. 2019. Optimization of low fat prebiotic yogurt processing containing inulin at different temperatures and shear stresses. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 16(86): 109-118. [In Persian].

[42] Kakoei, H., Ehsani, M.R., and Mazlomi, M.T. 2007. Survey on diacetyl changes and sensory characteristics in yoghurt fortified with whey protein concentrate instead of milk powder. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 4(2): 31-37. [In Persian].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Physicochemical, antioxidant and sensory properties of stirred yogurt enriched with aqueous-alcoholic extract of Fenugreek seed

Ahmad Pedram Nia[1], Sahar Zokaeiyan[2&3], Mahdi Jalali[1&4*]

1- Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran
2- Quality Control Manager, Mostafavi Saffron Company, Mashhad, Iran
3- Department of Chemical Engineering, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran
4- Lecturer, University of Applied Science and Technology, Center of Cheshme Noshan Khorasan (Alis)

ARTICLE INFO

Article History:
Received:2024/3/25
Accepted:2024/12/11

Keywords:

Fenugreek seed extract,

yogurt enrichment,

physicochemical properties,

antioxidant activity

DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238.

*Corresponding Author E-mehdijalali62@yahoo.com

ABSTRACT

Yogurt is one of the most common types of fermented dairy products due to its pleasant flavor and texture and consistency, and it can be easily mixed with other nutrients. Fenugreek with the scientific name (*Trigonella foenum-graceum*) is a hidden plant, and the fenugreek seed, which is the most important medicinal part of this plant, contains flavonoids, sesqui-terpenes, sterols, and mucilage fibers. In the present study, the aqueous-alcoholic extract of fenugreek seeds at four levels (zero, 0.2, 0.4 and 0.6%) on some physicochemical characteristics (pH, acidity, hydration and viscosity), the amount of phenolic compounds, The antioxidant activity and sensory properties (taste, texture, color and overall acceptance) of the enriched stirred yogurt were evaluated during 14 days of storage. The results of data analysis showed that the sample containing 0.6 percent has the lowest and highest pH and acidity indicators, respectively. Also, by increasing the storage time up to 14 days and decreasing the pH, the amount of water content of all the samples increased significantly ($P<0.05$). The results showed that with a significant decrease in the content of phenolic compounds during the storage period, adding fenugreek seed extract to the amount of 0.6% in a period of 1 and especially 7 days increased the antioxidant activity and then, up to the storage time of 14 days, the antioxidant activity was low in some samples and with a very slight change in some samples ($P<0.05$). Also, the highest and lowest values of viscosity were 3500 centipoise (the control sample on the first day) and 703 centipoise (the sample containing 0.6% on the fourteenth day) ($P<0.05$). Finally, by examining the results of sensory properties, the sample containing fenugreek seed extract was able to get an acceptable score from the sensory evaluators compared to the control sample. Among the types of enriched and control yogurt formulations, the sample containing 0.6% extract had the highest degree of desirability in terms of sensory properties when stored for 1 day.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-04-16]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.238]