

# بررسی اثر فیبر حاصل از ضایعات باغی برگ چای بر خصوصیات کیفی ماست همزده

سعیده هاشمیان<sup>1</sup>، امیرحسین الهامی راد<sup>2</sup>، محمد آرمین<sup>3</sup>

- 1- دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار- ایران
- 2- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار- ایران
- 3- دانشیار گروه کشاورزی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار- ایران

تاریخ پذیرش: 97/04/06

تاریخ دریافت: 96/12/04

## چکیده

با توجه به بالا بودن سطح زیر کشت چای در کشور، محدودیت فصول برداشت و برداشت‌های غیراستاندارد، میزان ضایعات باغی چای بسیار زیاد است که این ضایعات غنی از فیبرخام می‌باشد. بر این اساس باهدف استفاده از ضایعات باغی چای به‌عنوان منبع غنی از فیبر و آنتی‌اکسیدان، تأثیر کاربرد فیبر چای در فرمولاسیون ماست همزده مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله اول فیبر استخراج‌شده از برگ گیاه چای در سه سطح (0/5، 1 و 1/5 درصد) در ماست مورد استفاده قرار گرفت و بر اساس آزمون حسی به روش هدونیک، سطح مناسب فیبر انتخاب گردید. در مرحله بعد، اثر افزودن فیبر برگ بر خصوصیات رئولوژیکی، فیزیکوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی، میزان ترکیبات فنلی و رنگ ماست در طی 21 روز نگهداری در یخچال، مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها در سه تکرار و در قالب طرح آماری اسپلیت‌پلات در زمان انجام گردید. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان 5% و آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که خصوصیات حسی ماست شامل بو، رنگ و بافت دهانی تحت تأثیر درصدهای فیبر اضافه‌شده قرار نگرفت. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که میزان سینرسیس در ماست فاقد فیبر، به‌طور معنی‌داری بالاتر از ماست حاوی فیبر می‌باشد. باین وجود مقدار ویسکوزیته باگذشت زمان به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و از لحاظ روند کاهش ویسکوزیته تفاوتی میان نمونه‌های حاوی فیبر و نمونه‌های فاقد فیبر مشاهده نشد. بیشترین میزان ترکیبات فنلی و خواص آنتی‌اکسیدانی در ماست حاوی فیبر برگ مشاهده گردید. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که استفاده از ضایعات باغی برگ چای به‌عنوان منبع غنی از فیبر و آنتی‌اکسیدان در فرمولاسیون ماست همزده، می‌تواند بستر مناسبی را در جهت ارتقاء سلامت جامعه و استفاده بهینه از ضایعات کشاورزی فراهم سازد.

**واژه های کلیدی:** برگ سبز چای، ضایعات، فیبر، آنتی‌اکسیدان، ماست همزده

## 1- مقدمه

گیاه چای بانام علمی *Camellia Sinensis* گیاهی دائمی و همیشه‌سبز است که از شاخه نهانانگان یک‌پایه و از رده دولپه‌ای‌ها، راسته پاریتال و از خانواده تیاسه و جنس کاملیا می‌باشد (7). اصولاً چای گیاه مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری مرطوب و همیشه‌سبز است، اما در مناطقی مثل ایران سرمای پاییز و زمستان، دوره بازدهی محصول را کوتاه کرده و به حدود 6 ماه می‌رساند (7،13). برداشت برگ سبز چای در باغات چای کشور در سه فصل بهار، تابستان و پاییز انجام می‌گیرد. در بهار برداشت برگ معمولاً از نیمه دوم فروردین شروع و تا پایان خرداد ادامه دارد و به اصطلاح به آن چین بهاره گویند و حدود 38 تا 42 درصد مقدار تولید سال را به خود اختصاص می‌دهد. چین تابستانه از تیرماه شروع و تا پایان شهریور ادامه دارد. مقدار محصول در این چین حدود 42 تا 47 درصد می‌باشد. چین پاییزه از ابتدای مهرماه شروع و تا انتهای مهرماه به پایان می‌رسد. مقدار برگ سبز در این چین به حدود 13 تا 17 درصد می‌رسد (6). برداشت چای یا برگ چینی یکی از مراحل تولید برگ سبز است که می‌تواند نقش مهمی در افزایش بهره‌وری و عملکرد مزارع چای ایفا کند. برداشت استاندارد برگ سبز چای به صورت دستی (یک غنچه و دو برگ) و ماشینی (برداشت با ماشین برگ چین از ارتفاع 5 سانتی متری تاج بوته) موجب افزایش عملکرد 15 درصدی برداشت برگ در هکتار شده و ضایعات چای را کاهش می‌دهد. برداشت غیراستاندارد برگ سبز چای همچنین عملکرد سالانه باغات چای را تا 16 درصد کاهش می‌دهد و افت کیفیت چای را نیز به همراه دارد (4). ضایعات باغی بوته چای عبارت‌اند از باقی‌مانده برگ‌های ضخیم و ساقه‌هایی که پس از برداشت استاندارد بر روی بوته باقی می‌مانند، همچنین قسمت‌هایی از برگ و ساقه که در اثر هرس‌های فصلی از گیاه جدا می‌شود. ضایعات ناشی از برداشت غیراستاندارد برگ نیز در گروه ضایعات باغی بوته چای قرار می‌گیرد. هم‌اکنون در حدود 32 هزار هکتار از اراضی شمال کشور (حدود 90 درصد در استان گیلان و 10 درصد

در استان مازندران) به کشت چای رواج دارد (6). با توجه به بالا بودن سطح زیر کشت چای در کشور و همچنین محدودیت فصول برداشت به 3 فصل و نیز برداشت‌های غیراستاندارد برگ، میزان ضایعات باغی چای بسیار زیاد است. آنچه مسلم است با توجه به حجم بالای ضایعات باغی چای، استفاده بهینه از این ضایعات می‌تواند به اقتصاد کشاورزی کشور کمک نماید. در چند دهه اخیر کشورهای توسعه‌یافته تغییرات قابل توجهی در روش زندگی و عادات غذایی خود داشته‌اند. با تغییرات سبک زندگی جوامع، بیماری‌های ناشی از زندگی مدرن هم افزایش یافته است. فیبر خوراکی به پلی‌ساکاریدها، الیگوساکاریدها و مشتقات آب‌دوست آن‌ها گفته می‌شود که توسط آنزیم‌های گوارشی انسان هضم نمی‌شوند (24). فیبرهای غذایی می‌تواند در پیشگیری و مبارزه با بیماری‌های مختلف ناشی از سبک زندگی مدرن امروزی، به بدن کمک کند (10). فواید فیزیولوژیکی افزودن فیبر در غذاها عبارت‌اند از حفظ سلامت دستگاه گوارش، کاهش زمان ترانزیت روده، محافظت در برابر سرطان روده بزرگ، کاهش کلسترول تام و لیوپروتئین چگالی پایین در سرم خون، کاهش قند خون پس از صرف غذا، افزایش دسترسی زیستی کلسیم و تقویت سیستم ایمنی. فیبرهای غذایی اگر در سیستم‌های غذایی گنجانده شوند، می‌توانند تعداد زیادی از خواص فراسودمند را تأمین نمایند. همچنین فیبر افزوده شده به دلیل ظرفیت جذب آب خود منجر به اصلاح و بهبود بافت، ویژگی‌های حسی، ماندگاری ماده غذایی، توانایی تشکیل ژل، ایجاد حس چربی، خواص چسبندگی و غیره می‌شود (24). تحقیقات نشان داده که فیبر چای (شامل سلولز، لیگنین، همی سلولز A و B) به عنوان یک محصول جانبی صنعت چای، منبعی غنی از فیبرهای رژیمی و پلی‌فنل هاست که می‌تواند جهت استحکام بافت، بهبود طعم و افزایش ارزش تغذیه‌ای محصولات آردی استفاده شود (23). برگ‌های سبز چای حاوی 10 تا 30 درصد (بر مبنای وزن خشک) ترکیبات پلی‌فنلی شامل کاتشین‌ها، فلاونول‌ها، فلاوانون‌ها، اسیدهای فنلی و گلیکوزیدهاست. پلی‌فنل‌های چای، آنتی

(17). پی. نارندر و دارام (2014) تأثیرات فیبرهای رژیمی جو دوسر، سویا و اینولین را بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسی و بافت ماست سنتی هندوستان<sup>1</sup> بررسی کرده و گزارش نمودند که اینولین به طور معنی داری ویسکوزیته و نرمی را کاهش داده و موجب افزایش سینرسیس، \*a، \*b و \*L گردید. همچنین افزودن فیبر به ماست باعث امتیاز پذیرش پایین و ظاهر ضعیفی گردید (20). حصاری و همکاران (1392) با افزودن فیبر هویج و مارمالاد زردآلو در ماست میوه‌ای حاوی زردآلو نشان دادند که با افزایش مقادیر فیبر و مارمالاد میزان ویسکوزیته به طور معنی داری افزایش و درصد سینرسیس کاهش پیدا کرد ( $P < 0/05$ ). همچنین تأثیر میزان مارمالاد و فیبر هویج بر خواص حسی ماست معنی دار بود (3). عظیمی و همکاران (1391) بیان کردند که با افزایش مقدار فیبر در ماست، ماده خشک و ویسکوزیته به طور معنی داری افزایش و سینرسیس کاهش می‌یابد (9). هدف از این تحقیق، استفاده از ضایعات باغی گیاه چای در فرمولاسیون ماست لبنی به منظور تولید یک محصول فراسودمند و ارزیابی خصوصیات کیفی محصول در طی دوره نگهداری بوده است.

## 2- مواد و روش‌ها

### 2-1- آماده‌سازی فیبر برگ چای

نمونه‌ها از ضایعات باغی چای (برگ باقیمانده روی بوته در باغ) از یک باغ چای در شهرستان لاهیجان، استان گیلان و در سه فصل برداشت (بهار، تابستان و پاییز) تهیه و باهم مخلوط گردید. ابتدا برگ‌های جمع‌آوری شده در هوای آزاد کاملاً خشک گردید. برای استخراج فیبر برگ چای از روش سانز و همکاران (2008) (21) با کمی تغییرات استفاده گردید. بدین منظور ابتدا برگ‌ها به وسیله آسیاب برقی (140 وات Kenwood) پودر شده، سپس از روش خیساندن آبی استفاده گردید. برگ پودر شده به نسبت 1:6 با آب مقطر مخلوط شد (1 قسمت برگ پودر شده و 6 قسمت آب مقطر). سپس عمل استخراج در دمای 25 درجه سانتی گراد به مدت 90 دقیقه و هم زدن مداوم توسط

اکسیدان‌های طبیعی بوده و مسئول خصوصیات ضد سرطانی و ضد جهش‌زایی چای و نیز آثار حمایتی آن در مقابل بیماری‌های قلبی عروقی می‌باشند. آن‌ها همچنین از فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی‌تری نسبت به BHT، BHA و a-توکوفرول برخوردار بوده و ویژگی‌های ایمنی‌شناسی آن‌ها بهتر از انواع یادشده است. فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی عصاره‌های چای عمدتاً برگرفته از حضور کاتشین، اپی-کاتشین، اپی‌گالوکاتشین، اپی‌گالوکاتشین گالات و اپی-کاتشین گالات است. کاتشین‌ها ترکیبات طعمی غیر فرار چای سبز به شمار می‌آیند و 8 تا 15 درصد از وزن برگ خشک چای را به خود اختصاص می‌دهند (11). اثرات مفید چای سبز به کاتشین‌های موجود در آن نسبت داده شده است که به‌عنوان آنتی‌اکسیدان عمل می‌نمایند. پس از مصرف چای سبز، آنتی‌اکسیدان‌های پلی‌فنلی آن به سرعت جذب شده و میزان آنتی‌اکسیدان پلاسما خون را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهند (15). فرآورده‌های لبنی به دلیل برتری تغذیه‌ای و کیفیت حسی خود ارزش بیشتری از سایر غذاها دارند. در سطح جهان، افزودن فیبرهای رژیمی به شیر و محصولات آن به منظور ارتقاء سطح سلامتی و در جهت منافع تکنولوژی انجام می‌شود (14). ماست و فرآورده‌های آن از پرمصرف‌ترین فرآورده‌های تخمیری شیر به‌شمار می‌آیند و روزبه‌روز تقاضا برای آن‌ها افزایش می‌یابد. ماست به دلیل داشتن ارزش غذایی بالا، گزینه بسیار مناسبی جهت تولید محصولات فراسودمند (عمل‌گرا) می‌باشد (19). با توجه به محبوبیت ماست و مصرف آن توسط همه اقشار جامعه، افزودن فیبر به ماست، مصرف فیبر را در همه سطوح جامعه امکان‌پذیر می‌نماید. سکین و بالادورا (2012) اثر استفاده از فیبرهای سیب، گندم و بامبو به میزان 1، 2 و 3% را بر رنگ، بافت و خواص حسی ماست در طی 21 روز ماندگاری بررسی نمودند و اظهار داشتند که نوع فیبر باعث تغییر معنی داری در رنگ، بافت و خواص حسی ماست گردید (22). دامیان و همکاران (2014) در تحقیقی نشان دادند که فیبر نخود به طور قابل توجهی باعث افزایش ویسکوزیته و کاهش سینرسیس در ماست می‌گردد

اندازه گیری شد. قبل از اندازه گیری ویسکوزیته، نمونه ها به مدت یک دقیقه به صورت دستی هم زده شدند (2، 9). اندازه گیری pH نمونه ها با استفاده از دستگاه pH متر (EDT مدل GP353 انگلستان) و بر اساس دستورالعمل استاندارد ملی ایران، شماره 2852 انجام گرفت (12). اسیدیته کل بر اساس دستورالعمل استاندارد ملی ایران، شماره 2852، با روش تیتراسیون با سود 0/1 نرمال (Merck آلمان) برحسب درصد اسیدلاکتیک در نمونه ها تعیین گردید (12). برای اندازه گیری میزان آب اندازی ماست (سینرسیس)، مقدار 25 گرم از نمونه را بر روی کاغذ صافی واتمن شماره 43 توزین نموده و روی قیف قرار داده شد. میزان آب خارج شده از قیف بعد از 120 دقیقه ماندن در دمای محیط، وزن شده و درصد سینرسیس تعیین گردید (2، 16). ارزیابی رنگ نمونه های ماست با تعیین فاکتورهای رنگ سنجی شامل  $a^*$  (طیف رنگی قرمز)،  $b^*$  (طیف رنگی زرد) و  $L^*$  (روشنایی) انجام شد. از نمونه ها با استفاده از دستگاه اسکنر (HP مدل G2710)، اسکن تهیه شده و رنگ نمونه ها با کمک نرم افزار Image بررسی گردید (9). به منظور اندازه گیری ترکیبات فنلی، ابتدا عصاره ماست استخراج گردید. بدین منظور 5 گرم نمونه هموزن شده ماست با 2/5 میلی لیتر آب مقطر مخلوط شد و نمونه ها به مدت 20 دقیقه در دستگاه سانتریفوژ (SIGMA مدل 2-16K) با سرعت 10000 دور در دقیقه در دمای 4 درجه سانتی گراد، قرار گرفتند. سپس pH نمونه حاصل از سانتریفوژ با استفاده از سود 0/1 نرمال به 7 رسانده شد و عمل سانتریفوژ با همان شرایط قبل مجدداً تکرار گردید و نهایتاً عصاره استخراج شد (8). سپس میزان جذب عصاره توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV/VIS (مدل T70+ ساخت شرکت PG انگلستان) در طول موج 725 نانومتر خوانده شده و مقدار کل ترکیبات فنلی نمونه ها برحسب معادل اسیدگالیک (ppm) گزارش گردید (26). اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه های ماست با استفاده از اندازه گیری اثر مهارکنندگی رادیکال های آزاد و بر اساس روش زین الدین و بابا (2009) (26) انجام گردید. بدین

دستگاه همزن آزمایشگاهی (IKA آلمان) با سرعت 360 دور در دقیقه انجام گرفت. پس از مدت زمان ذکر شده، باقیمانده فیبری با عمل صاف کردن تحت فشار جدا گردید. باقیمانده فیبری در آون (Memmert آلمان) تحت دمای 60 درجه سانتی گراد به مدت 16 ساعت خشک شد. سپس فیبر به دست آمده با آسیاب برقی (140 وات Kenwood) پودر شده و از الک با مش 0/4 میلی متر (مش شماره 40) عبور داده شد و فیبرهای با طول 0/4 میلی متر و کمتر مورد استفاده قرار گرفت.

#### 2-2- تهیه نمونه های ماست

یک بیج 12 کیلویی ماست آماده؛ خریداری شد. فیبر تهیه شده از مرحله قبل به نسبت های 0/5، 1 و 1/5 درصد وزنی (نسبت به وزن ماست) به ماست افزوده و هم زده شدند و تیمارها به صورت زیر تهیه گردید:

نمونه شاهد: ماست هم زده بدون فیبر

نمونه های آزمایشی: ماست هم زده با سطوح 0/5، 1 و 1/5 درصد فیبر برگ

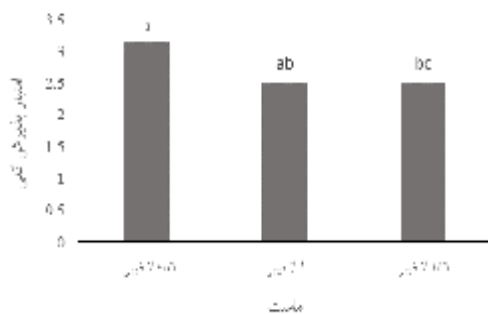
#### 2-3- ارزیابی حسی

نمونه های ماست (حاوی 0/5، 1 و 1/5 درصد فیبر برگ) از نظر رنگ، بو، طعم، بافت دهانی و پذیرش کلی، توسط 14 نفر به عنوان ارزیاب حسی و به روش هدونیک 5 نقطه ای بررسی گردید. در این ارزیابی امتیاز 5 برای نمونه عالی و امتیاز 1 برای نمونه ضعیف در نظر گرفته شد (3). بر اساس امتیاز پذیرش کلی، از میان تیمارهای حاوی فیبر برگ جای، نمونه برتر به عنوان نمونه آزمایشی انتخاب شده و در روزهای صفر، 7، 14 و 21 از نظر سینرسیس، ویسکوزیته، pH، اسیدیته، رنگ، میزان ترکیبات فنلی و خواص آنتی-اکسیدانی در مقایسه با نمونه شاهد مورد بررسی قرار گرفت.

#### 2-4- آزمون های کیفی

ویسکوزیته نمونه ها در دمای 15 درجه سانتی گراد، با دستگاه ویسکومتر (بروکفیلد RVDV-III ULTRA آمریکا) و اسپیندل شماره 3، در سرعت 30 دور در دقیقه و بعد از 30 ثانیه چرخش، برحسب سانتی پوآز بر ثانیه

اما افزایش درصد فیبر برگ امتیاز پذیرش کلی را کاهش داد.



شکل 1. ارزیابی حسی (پذیرش کلی)

در مجموع از نظر خصوصیات حسی ماست، پارامترهای بو، رنگ و بافت دهانی تحت تأثیر درصدهای فیبر اضافه شده قرار نگیرد، اگرچه بالاترین این خصوصیات در ماست حاوی 0/5 درصد فیبر برگ مشاهده شد. بالا بردن درصد فیبر خصوصیات حسی را کاهش داد. فرناندز-گارسیا و مک گریگور (1997) گزارش نمودند که افزودن فیبر به ماست، بافت و قوام ماست را بهبود می‌بخشد ولی باعث کاهش خواص حسی آن می‌گردد (18). زمردی و همکاران (1394) بیان کردند که با افزایش مقدار فیبر گندم و سیب، امتیاز رنگ و طعم نمونه‌های ماست به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (5). عظیمی و همکاران (1391) گزارش نمودند که با افزایش مقدار فیبر امتیاز رنگ، عطر و طعم و پذیرش کلی کاهش یافت (9). نتایج تحقیقات ذکر شده در فوق با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی دارد.

### 3-2- ویسکوزیته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان، اثر فیبر و اثر متقابل زمان و فیبر بر ویسکوزیته معنی‌دار بوده است ( $P < 0.01$ ). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که ویسکوزیته ماست حاوی فیبر برگ؛ به‌طور معنی‌داری کمتر از نمونه شاهد می‌باشد ( $P < 0.05$ ). مقایسه میانگین اثر متقابل زمان و فیبر بر ویسکوزیته نشان داد که مقدار ویسکوزیته با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) کاهش یافت و از لحاظ روند کاهش ویسکوزیته تفاوتی

منظور میزان جذب عصاره توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 517 نانومتر خوانده شد و درصد ممانعت از اکسیداسیون از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\times 100 = \frac{\text{جذب نمونه - جذب شاهد}}{\text{جذب شاهد}} = \text{ممانعت از اکسیداسیون (\%)}$$

### 2-5- روش آماری

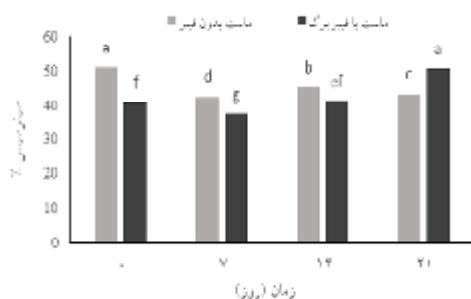
در این پژوهش، داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس در قالب طرح آماری اسپلیت پلات تجزیه و تحلیل شدند. همچنین، مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گردید.

### 3- نتایج و بحث

#### 3-1- آنالیز حسی

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در نمونه‌های حاوی درصدهای مختلف فیبر برگ، اگرچه اختلاف آماری معنی‌داری از نظر طعم و مزه مشاهده نشد، اما افزایش درصد فیبر سبب کاهش امتیاز طعم و مزه گردید. ماست حاوی 0/5 درصد فیبر برگ بالاترین امتیاز طعم و مزه را داشت. در نمونه‌های ماست با مقادیر 0/5، 1 و 1/5 درصد فیبر برگ اختلاف آماری معنی‌داری از نظر بو وجود نداشت ولی بیشترین امتیاز مربوط به ماست حاوی 0/5 درصد فیبر برگ بود. در نمونه‌های حاوی درصدهای مختلف فیبر برگ اختلاف آماری معنی‌داری از نظر رنگ مشاهده نشد، اما نمونه ماست با 1/5 درصد فیبر برگ کمترین امتیاز از نظر رنگ را کسب نمود. اضافه کردن 1/5 درصد فیبر برگ سبب کاهش امتیاز بافت دهانی گردید که اختلاف آماری معنی‌داری با ماست حاوی 0/5 و 1 درصد فیبر برگ نداشت. بیشترین امتیاز مربوط به ماست حاوی 0/5 درصد فیبر برگ بود. ماست حاوی 0/5 درصد فیبر برگ بالاترین امتیاز پذیرش کلی را داشت که اختلاف آماری معنی‌داری با ماست حاوی 1 و 1/5 درصد فیبر برگ نداشت (شکل 1)؛

نگهداری، درصد سینرسیس در تمامی تیمارها افزایش قابل توجهی نشان داد.



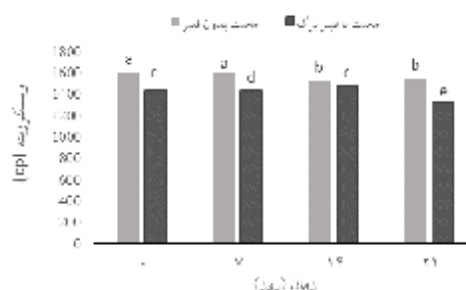
شکل 3. اثر متقابل زمان و فیبر بر سینرسیس

فیبرها مشتقات آب دوست پلی ساکاریدها هستند. توانایی فیبرها در اتصال به مولکول های آب و تداخل با اجزای شیر به ویژه پروتئین ها و در نتیجه پایداری شبکه پروتئین ها می تواند از حرکت آزادانه آب جلوگیری کرده و منجر به کاهش سینرسیس گردد (25). افزایش سینرسیس در طول نگهداری مربوط به شل شدن بافت ماست در طول نگهداری و آزاد شدن آب متصل به پروتئین های آن باشد که تغییرات pH از حالت طبیعی نیز در این امر دخیل هستند و باعث دناتورده شدن ساختمان پروتئین ها می شوند. در نتیجه این تغییرات، آب متصل به پروتئین ها آزاد شده و سینرسیس افزایش می یابد (9). دامیان و همکاران (2014) اثر فیبر نخود بر خواص کیفی ماست را بررسی و گزارش نمودند که افزودن فیبر به ماست باعث کاهش سینرسیس گردید (17). همچنین حصاری و همکاران (1392) گزارش نمودند که با افزودن فیبر به ماست درصد سینرسیس کاهش و در طی زمان نگهداری سینرسیس افزایش یافت (3) که نتایج حاصل از این تحقیق را تأیید می نماید.

#### 3-4- اسیدیتیه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان بر اسیدیتیه معنی دار بود ( $P < 0.01$ ) ولی اثر فیبر و اثر متقابل زمان و فیبر بر اسیدیتیه معنی دار نبود. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که فیبر بر میانگین اسیدیتیه تأثیر نداشت. در بررسی اثر متقابل زمان و فیبر بر اسیدیتیه، روند تغییرات اسیدیتیه در روزهای مختلف آزمایش نشان داد که در طول مدت

میان نمونه های حاوی فیبر و نمونه های فاقد فیبر مشاهده نشد (شکل 2).

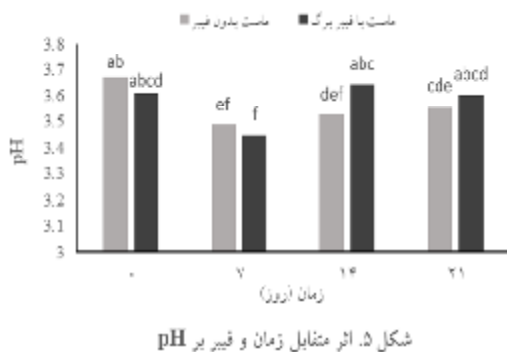


شکل 4. اثر متقابل زمان و فیبر بر وِسکوزیته

با توجه به اینکه افزایش ماده خشک کل، بر خصوصیات فیزیکی مانند ویسکوزیته و قوام لخته مؤثر بوده و باعث بهبود این خصوصیات می گردد (25)، لذا انتظار می رود که افزودن فیبر موجب افزایش ویسکوزیته ظاهری محصول شود. از طرفی ویسکوزیته ظاهری شاخص پایداری پروتئین می باشد. دلیل کاهش ویسکوزیته در طول زمان را می توان به تغییرات pH از حالت طبیعی و تغییر فرم طبیعی پروتئین و در نتیجه دناتورده شدن ساختمان پروتئین نسبت داد. همچنین کاهش ویسکوزیته در طول زمان را می توان به شل شدن ماست در طول نگهداری، افزایش سینرسیس و کاهش قوام ماست نسبت داد (3). امیردیوانی و صالحین (2013) اثر افزودن چای سبز بر خواص رئولوژیکی و حسی ماست در طی مدت نگهداری را بررسی و گزارش نمودند که افزودن چای سبز به ماست باعث کاهش ویسکوزیته ماست گردید که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد (1).

#### 3-3- سینرسیس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان، اثر فیبر و اثر متقابل زمان و فیبر بر سینرسیس معنی دار بوده است ( $P < 0.01$ ). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که میزان سینرسیس در ماست فاقد فیبر، به طور معنی داری بالاتر از ماست حاوی فیبر می باشد ( $P < 0.05$ ). شکل 3 اثر متقابل زمان و فیبر را بر سینرسیس نشان می دهد. بررسی روند تغییرات سینرسیس نشان داد که با افزودن فیبر برگ، درصد سینرسیس به طور معنی داری کاهش یافت اما با گذشت زمان



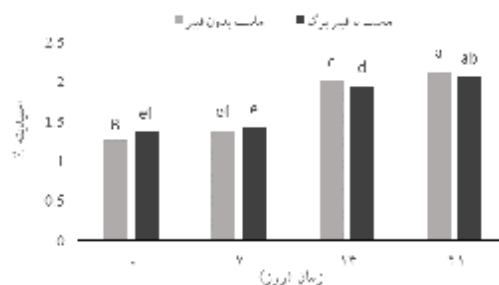
شکل 5. اثر متقابل زمان و فیبر بر pH

بر اساس نتایج به دست آمده؛ افزودن فیبر تأثیر معنی داری در مقدار pH نمونه‌ها نداشت. همان‌طور که در قسمت اسیدیته توضیح داده شد، مخمرها با مصرف قند و تولید اسیدهای آلی می‌توانند موجب افزایش اسیدیته و کاهش pH محیط گردند. با پایان رسیدن منابع قندی، میکروارگانیسم‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای آلی محیط را مصرف کرده و این امر باعث افزایش pH می‌گردد (9). علی‌پور نیلاش (1390) اثرات انواع فیبرهای رژیمی بر روی خواص حسی، رئولوژیکی و فیزیکوشیمیایی ماست‌های غنی‌شده را بررسی نموده و اظهار داشت که افزودن فیبرهای رژیمی بر میزان pH تأثیر قابل توجهی نداشت (10). دامیان (2013) گزارش نمود که افزودن فیبر سیب و اینولین تأثیری بر میزان pH نداشت (16) که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی دارد.

### 3-6- ترکیبات فنلی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان، اثر فیبر و اثر متقابل زمان و فیبر بر میزان ترکیبات فنلی معنی دار بوده است ( $P < 0.01$ ). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که اختلاف آماری معنی داری بین کلیه ماست‌ها از نظر مقدار ترکیبات فنلی وجود داشت ( $P < 0.05$ ). بررسی روند تغییرات ترکیبات فنلی برای انواع ماست در روزهای مختلف آزمایش نشان داد که افزودن فیبر برگ چای، افزایش معنی داری در میزان کل ترکیبات فنلی نشان داد. در کلیه زمان‌ها ماست بدون فیبر کمترین میزان ترکیبات فنلی و ماست حاوی فیبر برگ بیشترین میزان ترکیبات فنلی را داشت (شکل 6).

نگهداری، اسیدیته همه نمونه‌ها افزایش یافت (شکل 4).



شکل 4. اثر متقابل زمان و فیبر بر اسیدیته

میکروارگانیسم‌ها (مخمرها) قند محیط را مصرف کرده و اسیدهای آلی تولید می‌کنند که باعث بالا رفتن اسیدیته در حین نگهداری می‌گردد (9). علی‌پور نیلاش (1390) اثرات انواع فیبرهای رژیمی بر روی خواص حسی، رئولوژیکی و فیزیکوشیمیایی ماست‌های غنی‌شده را بررسی نموده و اظهار داشت که افزودن فیبرهای رژیمی بر اسیدیته تأثیر قابل توجهی نداشت (10) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

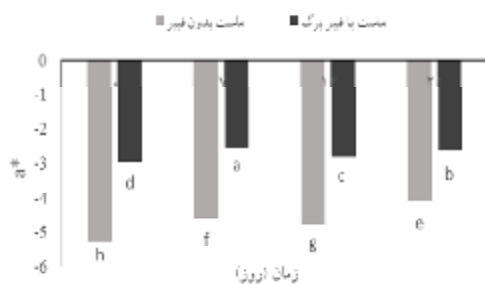
### 3-5- pH

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان بر pH معنی دار بود ( $P < 0.01$ ) ولی اثر فیبر و اثر متقابل زمان و فیبر بر pH معنی دار نبود. میانگین pH تیمارهای مختلف در مقایسه با نمونه شاهد نشان داد که فیبر بر میانگین pH تأثیر نداشت. شکل 5 اثر متقابل زمان و نوع فیبر را بر pH نشان می‌دهد. بررسی روند تغییرات pH برای انواع ماست در روزهای مختلف آزمایش نشان داد که pH هر دو نوع ماست در روز 7 در مقایسه با روز صفر کاهش یافت و در روزهای 14 و 21 مجدداً افزایش یافت. اختلاف مقدار pH بین کلیه ماست‌ها در روزهای 14 و 21 بسیار ناچیز بود.

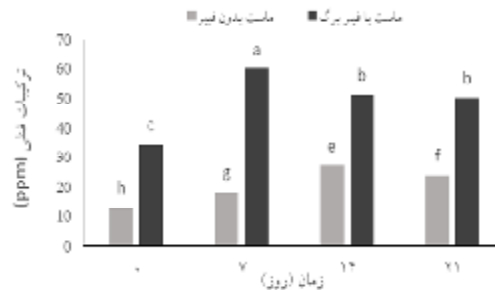
در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی در استفاده از آنتی-اکسیدان‌های طبیعی و گیاهی صورت گرفته است. پژوهش‌ها نشان داده است که ترکیبات فنلی (مانند فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها و فنولیک اسیدها) باعث ایجاد خاصیت آنتی-اکسیدانی در فرآورده‌های گیاهی می‌شوند. امیردیوانی و صالحین (1392) اثر ترکیبات پلی‌فنولیک چای سبز بر خواص آنتی‌اکسیدانی ماست را بررسی کرده و گزارش نمودند که ماست حاوی چای سبز ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به ماست ساده نشان داد (1) که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

### 3-8- رنگ سنجی

نتایج تجزیه و ارزیابی رنگ نمونه‌ها نشان داد که اثر زمان، اثر فیبر و اثر متقابل زمان و فیبر بر طیف رنگی قرمز ( $a^*$ )، طیف رنگی زرد ( $b^*$ ) و میزان روشنایی ( $L^*$ ) معنی‌دار بوده است ( $P < 0.01$ ). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که ماست فاقد فیبر کمترین مقدار  $a^*$  و  $b^*$  و بیشترین مقدار  $L^*$  را دارا بود. اختلاف آماری معنی‌داری از نظر میزان  $a^*$  و  $L^*$  در بین کلیه نمونه‌ها وجود داشت. بررسی اثر متقابل زمان و نوع فیبر، بررسی روند تغییرات رنگ برای انواع ماست در روزهای مختلف آزمایش نشان داد که در کلیه زمان‌ها  $a^*$  و  $b^*$  در ماست حاوی فیبر برگ به‌طور معنی‌داری بیشتر از ماست فاقد فیبر بود؛ و کمترین مقدار  $L^*$  در کلیه زمان‌ها مربوط به ماست حاوی فیبر برگ بود (شکل‌های 8، 9، 10).



شکل 8. اثر متقابل زمان و فیبر بر  $a^*$

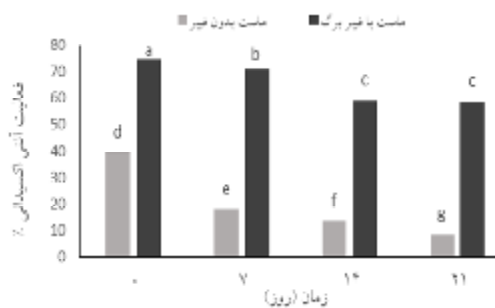


شکل 6. اثر متقابل زمان و فیبر بر میزان کل ترکیبات فنلی

امیردیوانی و صالحین (1392) اثر ترکیبات پلی‌فنولیک چای سبز بر خواص آنتی‌اکسیدانی ماست را بررسی کرده و گزارش نمودند که میزان کل ترکیبات فنلی در ماست حاوی چای سبز نسبت به ماست ساده افزایش چشمگیری نشان داد (1) که نتایج حاصل از این تحقیق را تأیید می‌کند.

### 3-7- فعالیت آنتی‌اکسیدانی (قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد)

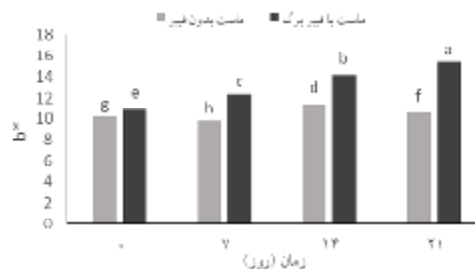
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان، اثر فیبر و اثر متقابل زمان و فیبر بر قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد معنی‌دار بوده است ( $P < 0.01$ ). بر اساس نتایج؛ افزودن فیبر برگ چای باعث افزایش معنی‌داری در خواص آنتی-اکسیدانی و قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد گردید. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان و فیبر بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان داد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی تمامی تیمارهای موردبررسی در طی دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ( $P < 0.05$ ) اما درعین حال در کلیه زمان‌ها؛ ماست بدون فیبر فعالیت آنتی‌اکسیدانی کمتری نسبت به ماست حاوی فیبر برگ داشت. (شکل 7).



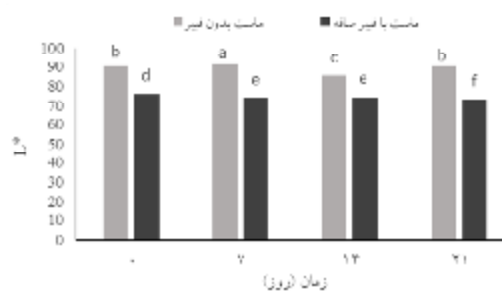
شکل 7. اثر متقابل زمان و فیبر بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی



حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از فیبر برگ به مقدار 0/5 درصد در ماست، بالاترین خصوصیات کیفی را دارا بود. با توجه به نتایج حاصله می توان از ضایعات باغی برگ چای به عنوان منبع غنی از فیبر با خاصیت آنتی-اکسیدانی، در جهت ارتقاء سلامت جامعه و بهبود اقتصاد کشاورزی استفاده نمود.



شکل ۹. اثر متقابل زمان و فیبر بر pH



شکل ۱۰. اثر متقابل زمان و نوع لیبر بر L\*

رنگ‌ها نقش بسیار مهمی در انتخاب مواد غذایی توسط مصرف کنندگان دارند. افزودن فیبر برگ چای به ماست باعث افزایش پارامترهای  $a^*$  و  $b^*$  گردید و پارامتر  $L^*$  را کاهش داد. دامیان (2013) گزارش نمود که فیبر سیب و اینولین باعث افزایش  $a^*$  و  $b^*$  و کاهش  $L^*$  در ماست گردید (16). همچنین سانز و همکاران (2008) نشان دادند که فیبر مارچوبه  $a^*$  و  $b^*$  را در ماست افزایش داد و باعث کاهش  $L^*$  در ماست گردید (21) که نتایج حاصل از این تحقیق را تأیید می کند.

#### 4- نتیجه گیری

از نظر خصوصیات حسی ماست، بالا بردن درصد فیبر، خصوصیات حسی را کاهش داد. از بین سه نمونه ماست حاوی فیبر برگ، بیشترین امتیاز پذیرش کلی مربوط به ماست حاوی 0/5 درصد فیبر برگ بود. افزودن فیبر تأثیر معنی داری بر میزان اسیدیته و pH نداشت ولی اثر زمان بر اسیدیته و pH معنی دار بود ( $P < 0.01$ ). تأثیر فیبر و اثر متقابل زمان و فیبر بر مقدار سینرسیس و ویسکوزیته و تغییرات رنگ معنی دار بود ( $P < 0.01$ ). اثر فیبر، زمان و اثر متقابل فیبر و زمان بر میزان ترکیبات فنلی و میزان فعالیت آنتی اکسیدانی معنی دار بود ( $P < 0.01$ ). در مجموع نتایج

#### 5- منابع

1. امیردیوانی، ش. و صالحین حاج بابا، الف. 1392. اثر ترکیبات پلی فنولیک در چای سبز بر رشد میکروبی و خواص آنتی اکسیدان ماست، بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران.
2. امیری عقدایی، س.، اعلمی، م.، خمیری، م. و رضایی، ر. 1389. تأثیر استفاده از موسیلاژ دانه ریحان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و رئولوژیکی ماست کم چرب، مجله فرآوری الکترونیک و نگهداری مواد غذایی، جلد دوم، شماره چهارم، صفحات 17-1.
3. حصارى، م.س.، زمردی، ش.، خسروشاهی اصل، الف. و کریمی مله، ح. 1392. بررسی تأثیر فیبر هویج و مارمالاد زردآلو بر خواص رئولوژیکی، میکروبی و حسی ماست میوه‌ای هم زده با استفاده از سطح پاسخ، بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران.
4. خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران، ایرنا، 1393. <http://www7.irna.ir/fa/News/81340606/>
5. زمردی، ش.، آبرون، ن. و خسروشاهی اصل، الف. 1394. افزایش زنده‌مانی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بهبود خواص کیفی در ماست سین بیوتیک با استفاده از فیبر سیب و گندم،

13. مهربانیان، الف.، حقانی، ف.، اردستانی، م.، شاهوردی، ع.ر.، تهامی پور، م. و حجازی، م. 1387. چای: تولید و بازرگانی (چالش‌های موجود و راهکارها)، مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، گروه پژوهشی سیاست‌های حمایتی.
14. Arora, S.K., Patel, AA. and Chauhan, OP. 2015. Trends in milk and milk products fortification with dietary fibers, Columbia International Publishing, American Journal of Advanced Food Science and Technology, Vol. 3, No. 1, pp. 14-27.
15. Çelik, E. and Gökmen, V. 2014. Investigation of the interaction between soluble antioxidants in green tea and insoluble dietary fiber bound antioxidants, Food Research International, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.026>
16. Damian, C. 2013. Influence of dietary fiber addition on some properties of yoghurt, Ovidius University Annals of Chemistry Volume 24, Number 1, pp.17-20.
17. Damian, C. and Olteanu, A. 2014. Influence of dietary fiber from pea on some quality characteristics of yoghurts, Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 20(2), 156-160.
18. Fernandez-Garcia, E. and MacGregor, J.U. 1997. Fortification of sweetened plain yogurt with insoluble dietary fiber, Z Lebensm Unters Forsch A, 204:433-437.
19. Gad, AS., Kholif, AM. and Sayed, AF. 2010. Evaluation of the nutritional value of functional yogurt resulting from combination of date palm syrup and skim milk, American Journal of Food Technology, vol. 5, pp. 250-259.
20. P. Narender, R. and Dharam, P. 2014. Effect of dietary fibers on physico-chemical, sensory and textural properties of Misti Dahi, J Food Sci Technology, 51(11), pp. 3124-3133.
21. Sanz, T., Salvador, A., Jiménez, A. and Fiszman, S.M. 2008. Yogurt enrichment with functional asparagus فصلنامه علوم و صنایع غذایی شماره 48، دوره دوازدهم.
6. سازمان چای کشور 1395. [http://irantea.org/fa/?page\\_id=736](http://irantea.org/fa/?page_id=736)
7. سالاری، ر. 1389. مقایسه فیزیکوشیمیایی سه نوع چای عمده وارداتی موجود در سطح شهر مشهد در طی سال 1388، نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، دوره 2، شماره 2، صفحه 65.
8. صیادی شهرکی، م.، محمدی ثانی، ع. و حجت‌الاسلامی، م. 1392. بررسی میزان ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ماست طعم دار غنی‌شده با بتالاین چغندر قرمز و ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی آن در طول دوره نگهداری، دومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی، قوچان.
9. عظیمی محله، ا.، زمردی، ش.، محمدی ثانی، ع. و احمدزاده قویدل، ر. 1392. بررسی تأثیر فیبر پرتقال بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی ماست میوه‌ای توت‌فرنگی به روش سطح پاسخ، مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی، سال پنجم، شماره اول.
10. علی پور نیلاش، س. 1390. بررسی خواص حسی و فیزیکوشیمیایی ماست‌های غنی‌شده با فیبرهای رژیمی، بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی.
11. فرهوش، ر.، حداد خداپرست، م.ح.، گلی موحد، غ. 1385. فعالیت آنتی‌اکسیدانی ضایعات چای، شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی، گرگان.
12. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران 1371. شیر و فرآورده‌های آن-تعیین اسیدیته و pH-روش آزمون، استاندارد ملی ایران شماره 2852، تجدیدنظر اول.

26. Zainoldin, K.H. and Baba, A.S. 2009. The Effect of *hylocereus polyrhizus* and *hylocereus undatus* on physicochemical, proteolysis, and antioxidant activity in yogurt, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering Vol:3, No:12.
22. Seçkin, A.K. and Baladura, E. 2012. Effect of using some dietary fibers on color, texture and sensory properties of strained yogurt, GIDA, 37 (2), pp. 63-69.
23. Soma, G., Mahadevamma, S. and Sudha, M. L. 2016. Characterisation of tea fiber and its utilisation as a functional ingredient in the preparation of biscuits, International Food Research Journal 23(6), pp.2525-2533
24. Soukoulis, C., Lebesi, D. and Tzia, C. 2009, Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena, Food Chemistry 115, pp.665–671.
25. Tamime, A. Y. and Robinson, R. K. 1999, Yoghurt, Science and Technology, London, UK: Wood head publishing, pp.120-150