



بررسی تولید دسر لبنی کم چرب حاوی پست بیوتیک ها، آلوئه ورا و کروسین درون پوشانی شده با کمپلکس صمغ بالنگو و پروتئین کازئینات سدیم

رقیه عزتی<sup>۱</sup>، لیلا روزبه نصیرایی<sup>۱</sup>، سارا جعفریان<sup>۱</sup>، مسعود دزیانی<sup>۲</sup>، فاطمه شهدادی<sup>۳</sup>

۱- گروه صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران

۲- گروه صنایع غذایی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

۳- گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۹

تاریخ داوری: ۱۴۰۴/۰۹/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۰۶

کلمات کلیدی:

پست بیوتیک،

کروسین،

کروسین درون پوشانی شده،

دسر لبنی،

ویژگی های رئولوژیکی.

DOI: 10.48311/fsct.2026.116949.82883

\* مسئول مکاتبات:

دسر لبنی از محصولات مورد پسند گروه زیادی از افراد جامعه است. جهت بهبود رنگ و بالا بردن ارزش تغذیه ای این محصول می توان از رنگدانه های طبیعی استفاده نمود. لذا هدف از این تحقیق تولید دسر لبنی کم چرب فراسودمند حاوی پست بیوتیک ها، آلوئه ورا و کروسین درون پوشانی شده با کمپلکس صمغ بالنگو و پروتئین کازئینات سدیم می باشد. در پژوهش حاصل از نانوامولسیون حاوی کروسین (درون پوشانی شده) در شرایط بهینه خشک کردن و همچنین کروسین آزاد به میزان ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد همراه با پست بیوتیک به میزان ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد در فرمولاسیون دسر لبنی حاوی آلوئه ورا استفاده شد و تعداد ۱۸ نمونه تولید گردید و ویژگی های نظیر pH میزان چربی، میزان ماده خشک، ویسکوزیته ظاهری، شمارش میکروبی و ویژگی های حسی در طول دوره نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج، میزان پست بیوتیک و نانوامولسیون بر روی pH تاثیر گذار نبود ( $p > 0.05$ ). بالاترین میزان چربی و ویسکوزیته مربوط به نمونه حاوی ۱/۵ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۵ درصد پست بیوتیک (۵/۳ درصد و ۱۶۵ میلی پاسکال.ثانیه) و بیشترین میزان ماده خشک نیز مربوط به نمونه حاوی ۱/۵ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۲/۵ درصد پست بیوتیک (۲۸/۵ درصد) بود و به طور کلی تاثیر کروسین درون پوشانی شده در افزایش چربی، ماده خشک و ویسکوزیته از کروسین آزاد بیشتر بود. نتایج میکروبی نیز نشان داد کروسین درون پوشانی شده تاثیر بیشتری در کاهش بار میکروبی دارد. نتایج مربوط به ارزیابی های حسی نشان داد نمونه حاوی ۱ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۲/۵ درصد پست بیوتیک، امتیاز پذیرش کلی بالاتری (۵) کسب نمودند.

## ۱- مقدمه

امروزه مصرف کنندگان مواد غذایی به مواردی مانند طعم مطبوع، پایین بودن کالری و چربی و اثر مفید غذا بر سلامتی توجه خاصی دارند. از این رو صنایع غذایی در تلاش است محصولاتی تولید نماید که طعم و خواص بهتری داشته باشند که در این بین فرآورده های لبنی کم چرب و فرآوری شده با پروبیوتیک ها از اهمیت زیادی در ارتقاء سلامت برخوردار می باشند (الیوریا، ۲۰۰۹). دسر لبنی محصولی است که در آن شیر یا فرآورده های شیری به عنوان جزء اصلی در فرمولاسیون وجود داشته باشند. بخش اعظم مواد تشکیل دهنده انواع دسرهای لبنی را فرآورده های لبنی شامل خامه و کره تشکیل می دهند و افزودنی های غیرلبنی مانند شکر، انواع رنگ های مجاز خوراکی، طعم دهنده های مجاز، پایدارکننده ها، اسانس یا مارمالاد میوه بخش دیگر تشکیل دهنده این محصولات می باشند. هدف از تولید دسرهای لبنی ایجاد تنوع در سبد کالای مردم، افزایش مصرف محصولات مفید و تولید محصولی لذیذبخش می باشد. مهم ترین ویژگی بیشتر دسرهای انرژی زایی و احساس خوشایندی است که به واسطه نوع ترکیبات آن در مصرف کننده ایجاد می شود. دسرهای می توانند به عنوان یک میان وعده غذایی در هر زمانی در طول روز مصرف شوند و طرفداران بسیاری در گروه های سنی مختلف دارند [۱].

پست بیوتیک ها ترکیباتی هستند که طی فرآیند تخمیر باکتری های پروبیوتیک تولید می شوند. هنگامی که پروبیوتیک ها با انواع خاصی از مولکول های فیبر تغذیه می شوند، مواد زائدی را بر جای می گذارند که به طور کلی پست بیوتیک ها نامیده می شوند. مؤثرترین و کاربردی ترین آن ها استفاده از فرم غیرزنده باکتری ها (پست بیوتیک ها) به عنوان جایگزین پروبیوتیک ها است [۲].

پست بیوتیک ها شامل سه قسمت عمده سلول های میکروبی غیرفعال شده (پیکره سلول)، فراکسیون های سلول (اسید تیکوئیک، موروپیتیدهای مشتق شده از پپتیدوگلیکان پروتئین های سطح سلول، اندو و آگزوپلی ساکارید) و

همچنین متابولیت های سلول (اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، آنزیم ها، باکتریوسین ها و اسیدهای آلی) هستند که در زمان زنده بودن سلول های میکروبی ترشح شده یا پس از تجزیه شدن آن ها در محیط روده میزبان آزاد می شوند و چنانچه در مقدار کافی دریافت شوند، اثرات سلامت بخش از خود در میزبان بر جای می گذارند [۳].

صبر زرد طبی یا آلوئه ورا (نام علمی: *Aloe vera*) نام گیاهی است از سرده ی سِگِل ها (*Aloe*) راسته مارچوبه ای ها، تیره سریشیان که بومی آفریقای شمالی است. ژل آلوئه ورا، با توجه به ترکیب آن، دارای مواد مغذی است که به احتمال زیاد به ارتقاء رشد عوامل پروبیوتیک کمک کرده و مدت زیادی است که در چند کشور برای درمان و پیشگیری بیماری های دستگاه گوارش استفاده می شود [۴]. تحقیقات نشان داده که در محصولات تخمیری غنی شده با آلوئه ورا زنده ماننی باکتری های پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم در طی دوره نگهداری بهبود می یابد [۵].

زعفران به علت طعم و رنگ عالی کاربردهای فراوانی در تولید فرآورده های غذایی، دارویی و شیمیایی دارد. بخش اعظمی از خاصیت درمانی زعفران به کروسین و همسان هایش نسبت داده می شود. کروسین به عنوان یک کارتنوئید گلیکوزیله ماده ای که معمولاً به رنگ قرمز تیره است، به سرعت در آب حل می شود و رنگ نارنجی مایل به قرمزی به آن می دهد و از این رو آن را به عنوان یک رنگ طبیعی غذایی مفید می کند. کروسین همچنین به دلیل فعالیت آنتی اکسیدانی خود، با به دام انداختن رادیکال های آزاد، محافظت از سلول ها و بافت ها در برابر اکسیداسیون شناخته شده است [۶]. با توجه به آن که کروسین، رنگدانه کاروتنوئیدی موجود در زعفران در برابر تغییرات PH، دما و نور حساس است و این امر ماندگاری رنگ محصولات حاوی زعفران را محدود می کند، برای پایدارسازی و ایجاد ثبات در رنگ زعفران، از تکنیک درون پوشانی استفاده می - گردد. حفاظت و کنترل رهایش ترکیبات فعال همچون

بیوتیک بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (pH، پایداری فیزیکی)، رئولوژیکی، حسی و میکروبی دسر لبنی در طی دوره نگهداری بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده در پژوهش شامل کروسین بصورت استر دی جنتیویوزکروستین (شرکت سیگما، آمریکا)، امولسیفایر پلی گلیسرول رسینوئلات (شرکت پالسگارد، دانمارک)، کازئینات سدیم، محیط کشت پلیت کانت آگار (مرک، آلمان) بودند.

### ۲-۱- تهیه نانوکمپلکس بالنگو و کازئینات سدیم حاوی نانوامولسیون کروسین

مقدار مورد نظر از پودر بالنگو به آب مقطر افزوده شد و مخلوط به منظور جذب آب و به وجود آمدن بافت یکنواخت به مدت ۱۲ ساعت توسط هم‌زن مغناطیسی (IKA-MAG HS 7، آلمان) در ۴۰۰۰ دور در دقیقه هم‌زد و پس از ۱۰ دقیقه حرارت دادن در حمام آب گرم (کمک به جذب آب) با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، به منظور تکمیل شدن فرایند جذب آب به مدت ۱۲ ساعت در دمای یخچال نگهداری گردید [۸]. پودر کازئینات سدیم نیز پس از توزین به آب مقطر اضافه و پس از ۳۰ دقیقه اختلاط توسط هم‌زن مغناطیسی جهت اطمینان از انحلال و آگیری کامل یک شب در دمای ۴ درجه نگهداری شد [۹]. کازئینات سدیم (۰/۵ درصد) و محلول بالنگو (۰/۵ درصد) با هم مخلوط شد و پس از تنظیم pH تا میزان ۳/۵ برای تهیه نانوکمپلکس، مخلوط حاصل از هم‌زنایزر فشار بالا عبور داده شد.

برای تهیه امولسیون آب در روغن از پلی گلیسرول رسینوئلات (HLB:1.5) استفاده شد. محلول ۱۰ درصد وزنی-وزنی کروسین به همراه غلظت‌های مختلف امولسیفایر (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) روی هم‌زن مغناطیسی مخلوط شد. فاز آبی حاوی امولسیفایر بصورت قطره قطره به فاز روغنی اضافه گردید. سپس امولسیون حاصل با دور ثابت ۱۰۰۰ دور بر دقیقه و مدت زمان یک ساعت مخلوط

کروسین، پیکروکروسین و سافرانال منجر به افزایش کارایی آنها می‌گردد [۷].

نظری و اصیلی (۲۰۲۳) خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رهایش نانوامولسیون حاوی کروسین و کاربرد آن در سیستم مدل غذایی (شکلات) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تمام امولسیون‌های دولایه تهیه‌شده با زیست پلیمرها، با گذشت زمان یک ماه، همچنان پایدار بوده و دو فاز نشدند. بررسی رهایش امولسیون‌های دولایه در محیط شبیه‌سازی معده و روده نشان داد که کمترین میزان رهایش مربوط به نمونه‌های پایدار شده با زیست پلیمر پکتین و بیشترین آن مربوط به کنسانتره پروتئین سویا است. آریایی رطوبت،  $a_w$  و سختی نمونه‌های شکلات نشان داد که نمونه‌های غنی شده سختی، فعالیت آبی و رطوبت بالاتری نسبت به نمونه شاهد داشت. آریایی حسی نمونه‌ها، نشان داد که نمونه غنی شده به‌طور معنی داری امتیاز بالاتری کسب نمود [۱۰].

در مطالعه‌ای، کروسین محلول در آب با میکروانکپسولاسیون خشک‌کن پاششی توسط مالتودکسترین به عنوان ماده دیواره تولید شد. زعفران قبل و بعد از میکروانکپسولاسیون از نظر خواص فیزیکوشیمیایی (میزان رطوبت و مقادیر رنگ)، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ماندگاری میکروانکپسولاسیون مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، خواص زیست‌فعالی و حسی در یک نوشیدنی مدل که با افزودن این میکروکپسول‌های زعفران به آب سیب به دست آمد، بررسی شد. نتیجه مطالعه نشان داد که افزودن کمترین میزان میکروکپسول‌های زعفران به آب سیب، ترکیبات زیست‌فعال، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، رنگ و طعم کلی آن را بهبود بخشید. این اولین مطالعه‌ای است که از میکروکپسول‌های زعفران به عنوان رنگ‌دهنده استفاده کرد و نتایج نشان داد که میکروکپسول‌های زعفران می‌توانند به عنوان رنگ‌دهنده و غنی‌کننده در فرمولاسیون مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرند [۱۳].

هدف این مطالعه بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف نانو کمپلکس کروسین-صمغ بالنگو-کازئینات سدیم و پست

اضافه شد [۱۲]. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دسر (میزان pH، چربی و میزان ماده خشک) پس از تولید و نیز ۱۵ و ۴۵ روز پس از آن اندازه‌گیری شد.

#### ۲-۴- اندازه‌گیری ویژگی‌های رئولوژیکی

به منظور بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌های دستگاه رئومتر مجهز به ژئومتری استوانه‌های هم‌مرکز (مدل CC27 و Concentric cylinder geometry) استفاده گردید. برای اندازه‌گیری تنش برشی و ویسکوزیته به صورت تابعی از سرعت برشی و تعیین نوع رفتار جریانی نمونه‌ها از روش افزایش شیب‌دار<sup>۱</sup> سرعت برشی استفاده شد. برای این منظور، در یک فاصله زمانی ۱۰ دقیقه، سرعت برشی از ۰/۱ تا ۵۰۰ بر ثانیه افزایش یافت و طی این روند تنش برشی هر ۱۰ ثانیه اندازه‌گیری شد. این آزمون روز بعد از آماده‌سازی نمونه‌ها انجام گرفته و نمونه‌ها تا قبل از انجام آزمایش در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگاه‌داری شدند. از آنجایی که سرعت برشی اعمال شده در بسیاری از فرایندهای غذایی نظیر پمپ کردن ۱۰۰ بر ثانیه اعلام شده است؛ لذا، ویسکوزیته به دست آمده در سرعت برشی ۱۰۰ بر ثانیه به عنوان ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها گزارش شد [۸].

#### ۲-۵- شمارش کلی میکروبی

بررسی شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در دسر شیری پاستودرون ه با استفاده از محیط کشت پلیت کانت آگار و بر اساس استانداردهای شماره ۷۱۱۰ (دسر پاستوریزه و بسته بندی شده-ویژگی‌های میکروبیولوژی) و استاندارد شماره ۵۲۷۲ (میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- روش جامع برای شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در ۳۰ درجه سانتی‌گراد) انجام پذیرفت.

#### ۲-۶- ارزیابی حسی

گردید. برای تهیه امولسیون دولایه، میکروامولسیون آب در روغن ۱۰ درصد وزنی-وزنی به محلول آبی حاوی کمپلکس کازئینات سدیم/صمغ دانه بالنگو (۹۰ درصد وزنی-وزنی) تهیه اضافه شد. این مخلوط به مدت ۵ دقیقه با دور ۱۰۰۰ آر پی ام به وسیله اولتراتورکس مخلوز و سپس توسط هموژنایزر فشار بالا (۲۰۰۰ بار) مورد فرایند قرار گرفت [۱۰].

#### ۲-۲- خشک کردن نانو کمپلکس بالنگو و کازئینات سدیم حاوی نانو امولسیون کروسین به روش پاششی

از دستگاه خشک کن پاششی (GEA، دانمارک) برای خشک کردن مایع امولسیونی استفاده شد. دمای هوای ورودی ۱۷۰ و دمای خوراک ورودی ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دمای هوای خروجی ۹۰ درجه سانتی‌گراد، سرعت جریان هوا ۸۰ کیلوگرم بر ساعت و سرعت تبخیر آب ۶ کیلوگرم بر ساعت در نظر گرفته شد [۸].

#### ۲-۳- تهیه دسر لبنی پاستودرون ه

تهیه دسر آلوتیه ورا مطابق روش مهدی زاده و همکاران با اندکی تغییر صورت گرفت. کلیه مواد اولیه مورد نیاز (شیر پاستودرون ه ۱/۵ درصد چربی: ۷۵۰ گرم، خامه پاستودرون ه ۳۰ درصد چربی: ۵۰ گرم، شکر: ۲۵۰ گرم، نشاسته ذرت: ۱۰۰ گرم) توزین و پس از افزودن پودر کروسین درون پوشانی شده و نیز کروسین خالص در نسبت های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد، به دستگاه استیل پخت منتقل شد. عملیات پخت فرآورده در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه صورت پذیرفت. قبل از سرد شدن نمونه های دسر محلول پست بیوتیک در غلظت های ۰/۲، ۵ و ۱۰ درصد اضافه گردید. پس از آن محصول در لیوان‌های پلی اتیلنی پر شده و پس از درب بندی، به سردخانه با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید [۱۱]. میزان آلوتیه وراي مورد استفاده در تهیه دسر ۱۰ درصد بود که همراه با مواد اصلی دسر به مخلوط

محاسبه و در نهایت معنی دار بودن اختلاف بین نمونه‌ها تعیین شد [۱۱].

### ۲-۷- روش‌های آماری و متغیرها

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی بر پایه فاکتوریل اجرا شد. تجزیه و تحلیل نتایج آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- میزان رهایش کروسین از نانوامولسیون درون پوشانی شده در داخل دسر لبنی

میزان رهایش کروسین از نانوامولسیون درون پوشانی شده در داخل دسر لبنی در شکل ۱ نشان داده شده است.

برخی ویژگی‌های حسی دسر حاوی کروسین به صورت درون پوشانی شده و خالص (شامل طعم و مزه، بافت و قوام، بو، احساس دهانی و پذیرش کلی) در چهارچوب آزمون (هدونیک ۵ نقطه ای) با ۵ امتیاز توسط ۲۰ ارزیاب آموزش دیده (در محدوده سنی ۲۵-۴۰ سال) ارزیابی شد. ۵ امتیاز (۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب معادل بسیار نامطلوب، نامطلوب، متوسط، مطلوب، و بسیار مطلوب) در نظر گرفته شد. حداقل امتیاز کسب شده برای هر صفت حسی ۱ و حداکثر ۵ بود. نمونه‌های تهیه شده پس از بسته‌بندی و کدگذاری (به صورت تصادفی و ترکیبی از حروف و اعداد) در یخچال نگهداری شدند. روز بعد، نمونه‌ها پس از خروج از یخچال (۵ درجه سانتی‌گراد) در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفتند تا نمونه‌ها را از لحاظ ویژگی‌های حسی مورد ارزیابی قرار دهند. سپس، میانگین امتیازات حاصل برای هر یک از صفات حسی

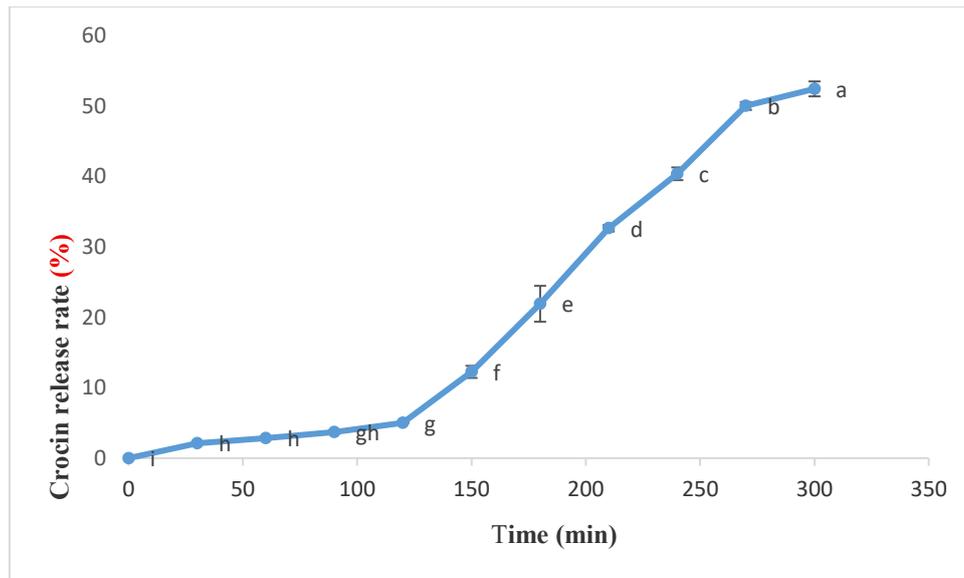


Figure 1-Crocin release rate from nanoemulsion powder in dairy dessert

درون پوشینه، عوامل و ترکیبات شیمیایی و فاکتورهای مورد بررسی دسرهای لبنی اشاره کرد.

#### ۳-۲- میزان pH، چربی و میزان ماده خشک بدون چربی نمونه های دسر لبنی

نمونه‌های دسر لبنی تولیدی دارای ۲/۵ تا ۱۰ درصد پست بیوتیک همراه با ۰/۵ تا ۱/۵ درصد کروسین آزاد و کروسین

با توجه به نتایج شکل ۱ می‌توان نتیجه گرفت، با افزایش مدت زمان، میزان رهایش کروسین نیز در داخل دسر لبنی افزایش می‌یابد. عوامل مختلفی بر روی رهایش کروسین تاثیر گذار هستند از جمله می‌توان به دمای نگهداری نمونه، چگونگی و نحوه نگهداری و حمل و نقل، ترکیبات تشکیل دهنده، میزان و نوع درون پوشانی کروسین نحوه تولید نانو

طرفه و تست دانکن فاکتورهای pH، چربی و ماده خشک دسرهای لبنی به ترتیب در شکل های ۲، ۳ و ۴ آمده است.

درون پوشانی شده با کازئینات سدیم و صمغ بالنگو(هر کدام به میزان ۰/۵ درصد) (نمونه بهینه) مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. نتایج تجزیه و تحلیل به روش ANOVA یک

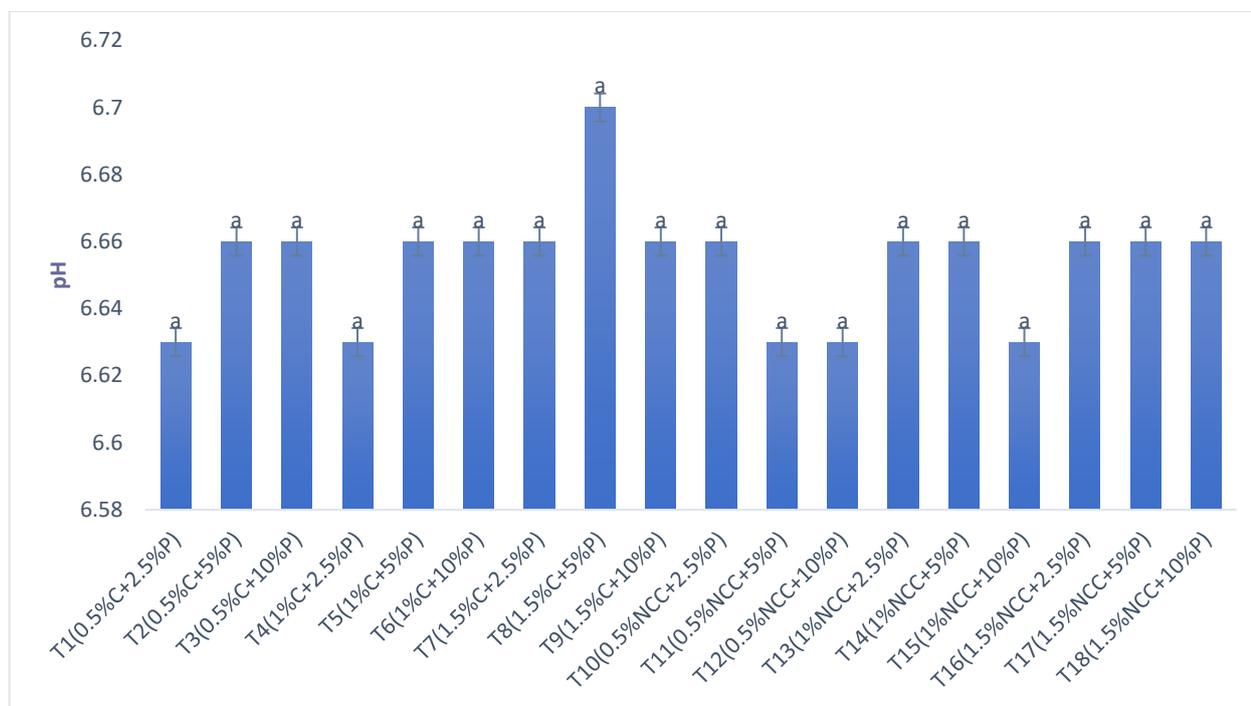


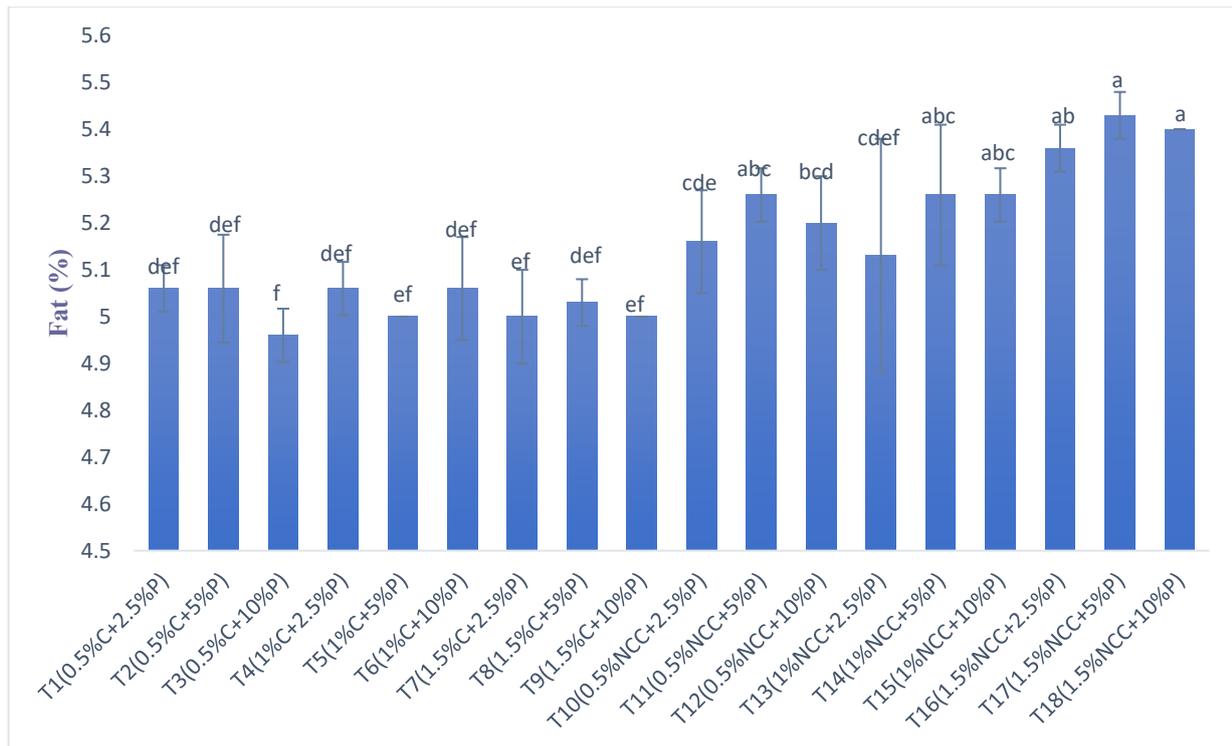
Figure 2- pH of dairy dessert samples

Numbers = mean of three replicates  $\pm$  standard deviation, different lowercase letters indicate significant differences ( $P \leq 0.05$ )

C = crocin, NCC= encapsulated crocin, P = postbiotic

شماره ۱۴۶۸۱ میزان pH نمونه های دسر لبنی می بایستی بین ۶/۳ تا ۶/۷ باشد. تمامی نمونه های دسر لبنی تولیدی دارای pH در محدوده استاندارد می باشند. Bayram و همکاران، از کروسین درون پوشانی شده در تولید آب سیب استفاده کردند، در تحقیق ایشان، نتایج نشان داد که تأثیر رنگدانه خوراکی بر تغییر مقدار pH نمونه ها از نظر آماری معنی دار نبود. نتایج ایشان با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد [۱۳].

همانگونه که از شکل ۲ مشخص است بین میزان pH نمونه های دسر لبنی از نظر آماری اختلاف معنادار وجود ندارد ( $p > 0.05$ ). این به آن معنا است که میزان کروسین و نوع کروسین (به صورت آزاد و به صورت درون پوشانی شده و میزان پست بیوتیک به کار رفته در فرمولاسیون دسرهای لبنی، روی pH نمونه ها تأثیرگذار نیست. میزان pH نمونه ها بین ۶/۳ تا ۶/۷۰ متغیر بود. طبق استاندارد ملی ایران به



**Figure 3- Fat content (%) of dairy dessert samples**

C = crocin, NCC= encapsulated crocin, P = postbiotic

(نمونه‌هایی که در فرمولاسیون آن‌ها از کروسین آزاد استفاده شده است) از نظر آماری اختلاف معنادار وجود ندارد ( $p > 0.05$ ). آنچه از نتایج مشخص است، آن است که میزان پست بیوتیک، در میزان درصد چربی نمونه‌ها تاثیر معناداری از نظر آماری ندارد؛ اما نوع کروسین به کار برده شده در فرمولاسیون تاثیرگذار است و در نمونه‌هایی که دارای کروسین درون پوشانی شده هستند به عنوان یک نانوامولسیفایر، میزان چربی بیشتر از نمونه‌های دسر لبنی است که در فرمولاسیون آن‌ها از کروسین آزاد استفاده شده است. از طرفی در نمونه‌های دارای کروسین درون پوشانی شده، با افزایش میزان این نانوامولسیفایر، میزان چربی افزایش می‌یابد. پودر نانوامولسیون اضافه شده خود نیز حاوی چربی است و علت افزایش میزان چربی در نمونه‌های کروسین درون پوشانی شده وجود چربی در آنها می‌باشد.

با توجه به نتایج شکل ۳، بین میزان چربی در برخی از نمونه‌های دسر لبنی اختلاف معنادار وجود دارد ( $p < 0.05$ ). بیشترین میزان درصد چربی مربوط به نمونه T17 (حاوی ۱/۵ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۵ درصد پست بیوتیک) است که معادل ۵/۴۳ می باشد که البته بین میزان چربی در این نمونه با نمونه T18 (حاوی ۱/۵ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۱۰ درصد پست بیوتیک)، T16 (حاوی ۱/۵ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۲/۵ درصد پست بیوتیک)، T15 (حاوی ۱ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۱۰ درصد پست بیوتیک) و T14 (حاوی ۱ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۵ درصد پست بیوتیک) اختلاف معنادار وجود ندارد ( $p > 0.05$ ). کمترین میزان چربی نیز مربوط به نمونه T3 (حاوی ۰/۵ درصد کروسین و ۱۰ درصد پست بیوتیک) است که معادل ۴/۹۶ درصد است و البته بین میزان چربی در این نمونه با برخی از نمونه‌ها

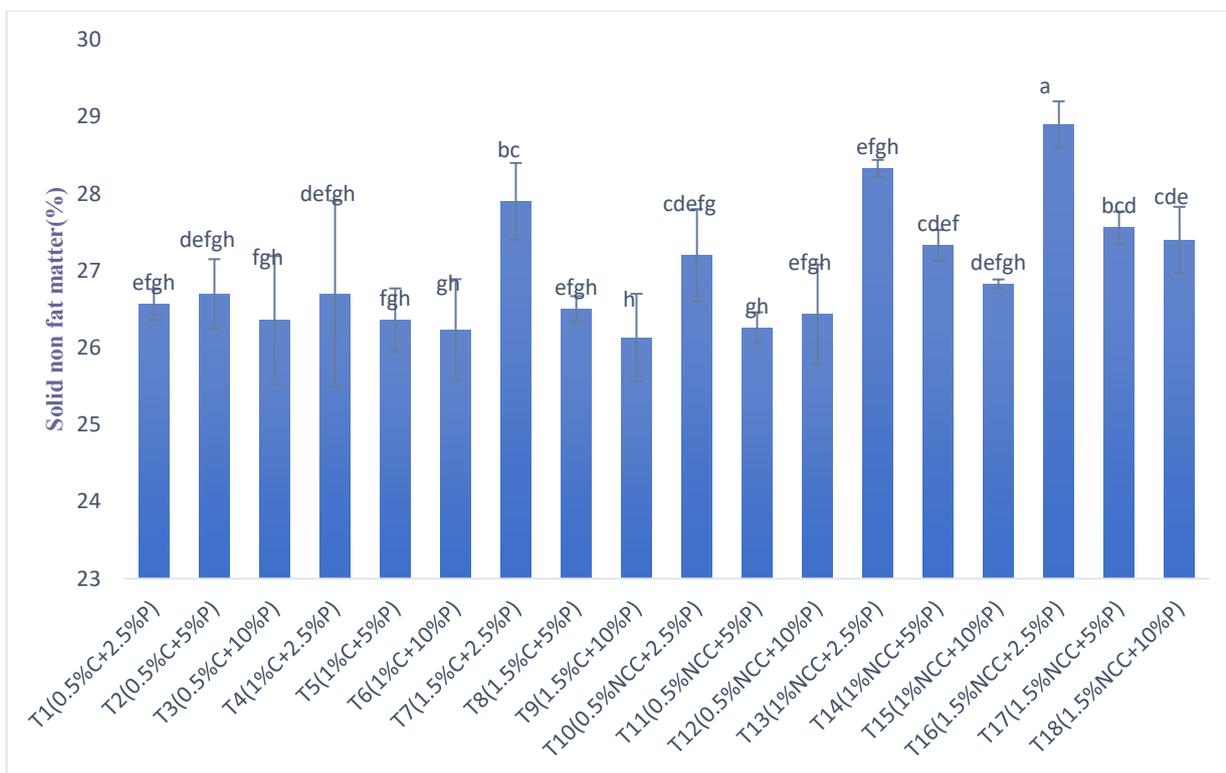


Figure 4- Nonfat solid matter (%) of dairy dessert samples

C = crocin, NCC= encapsulated crocin, P = postbiotic

با نمونه‌های T17 و T18 که میزان کروسین درون پوشانی در آن‌ها یکسان است اما میزان پست بیوتیک متفاوت است، از نظر آماری تاثیر معناداری دارد و با افزایش پست بیوتیک، میزان ماده خشک کاهش یافته است در اکثر نمونه‌ها با درصد کروسین آزاد و کروسین درون پوشانی شده یکسان اما میزان پست بیوتیک متفاوت نیز این تفاوت دیده می‌شود و با افزایش پست بیوتیک میزان ماده خشک کمتر می‌گردد. در اکثر نمونه‌ها نیز با میزان پست بیوتیک یکسان، با افزایش میزان کروسین به ویژه در نمونه‌هایی که در فرمولاسیون آنها از کروسین درون پوشانی شده استفاده شده است، با افزایش میزان کروسین، درصد ماده خشک افزایش می‌یابد هر چند در برخی نمونه‌ها این اختلاف معنادار نمی‌باشد ( $P > 0.05$ ). اما نوع کروسین به کار برده شده در فرمولاسیون تاثیرگذار است و در نمونه‌هایی که دارای کروسین درون پوشانی شده هستند (میزان 1 و 1/5 درصد) به عنوان یک نانومولسیفایر، میزان ماده خشک بیشتر از نمونه‌های دسر لبنی است که در فرمولاسیون آنها از کروسین آزاد (1 و 1/5 درصد) استفاده

با توجه به نتایج شکل 4 بین میزان ماده خشک در برخی از نمونه‌های دسر لبنی اختلاف معنادار وجود دارد ( $p < 0.05$ ). بیشترین میزان درصد ماده خشک مربوط به نمونه T16 (حاوی 1/5 درصد کروسین درون پوشانی شده و 2/5 درصد پست بیوتیک) است که معادل 28/90 درصد می‌باشد، که البته بین میزان ماده خشک در این نمونه با نمونه T13 (حاوی 1 درصد کروسین درون پوشانی شده و 2/5 درصد پست بیوتیک) اختلاف معنادار وجود ندارد ( $p > 0.05$ ). کمترین میزان ماده خشک نیز مربوط به نمونه T9 (حاوی 1 درصد کروسین و 10 درصد پست بیوتیک) است که معادل 26/13 درصد است و البته بین میزان ماده خشک در این نمونه با برخی از نمونه‌ها (نمونه‌هایی که در فرمولاسیون آنها از کروسین آزاد استفاده شده است) از نظر آماری اختلاف معنادار وجود ندارد ( $p > 0.05$ ). آنچه از نتایج مشخص است، آن است که میزان پست بیوتیک، در میزان درصد ماده خشک در برخی نمونه‌ها نظیر نمونه T16

شده است. از طرفی در نمونه‌های دارای کروسین درون پوشانی شده، با افزایش میزان این نانوامولسیفایر، میزان ماده خشک افزایش می‌یابد. نظری و اصیلی، از کروسین درون پوشانی شده در فرمولاسیون شکلات استفاده نمودند، طبق نتایج ایشان بین شکلات حاوی امولسیون‌های دولایه از نظر رطوبت و فعالیت آبی تفاوت معنی‌داری وجود داشت و با افزودن امولسیون‌های دولایه به شکلات، این عوامل افزایش می‌یابند [۱۰]. Ngo و همکاران، به درون پوشانی رنگدانه رزل<sup>۱</sup> (گیاه گل ختمی) با مالتودکسترین و زانتان پرداخته و از آن در یک نوع دسر معروف ویتنامی استفاده نمودند، طبق نتایج ایشان، pH نمونه‌های حاوی رنگدانه درون پوشانی شده، پایین تر از نمونه شاهد بود ولی تفاوت آن از نظر آماری

معنادار نبود [۱۴]. یزدان پناه و همکاران، از رنگدانه چغندر قند رزپوشانی شده در دسر لبنی استفاده نمودند طبق نتایج این محققان، دسر حاوی رنگدانه‌های درون پوشانی شده نسبت به نمونه‌های حاوی رنگدانه آزاد و نمونه کنترل، تغییرات pH کمتری نشان دادند [۱۵].

### ۳-۳- شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در دسر لبنی با گذشت زمان

نتایج مقایسه میانگین شمارش کلی میکروارگانیسم‌های دسرهای لبنی در روز اول، ۱۵ و ۳۰ نگهداری به ترتیب در شکل های ۶، ۷ و ۸ آمده است.

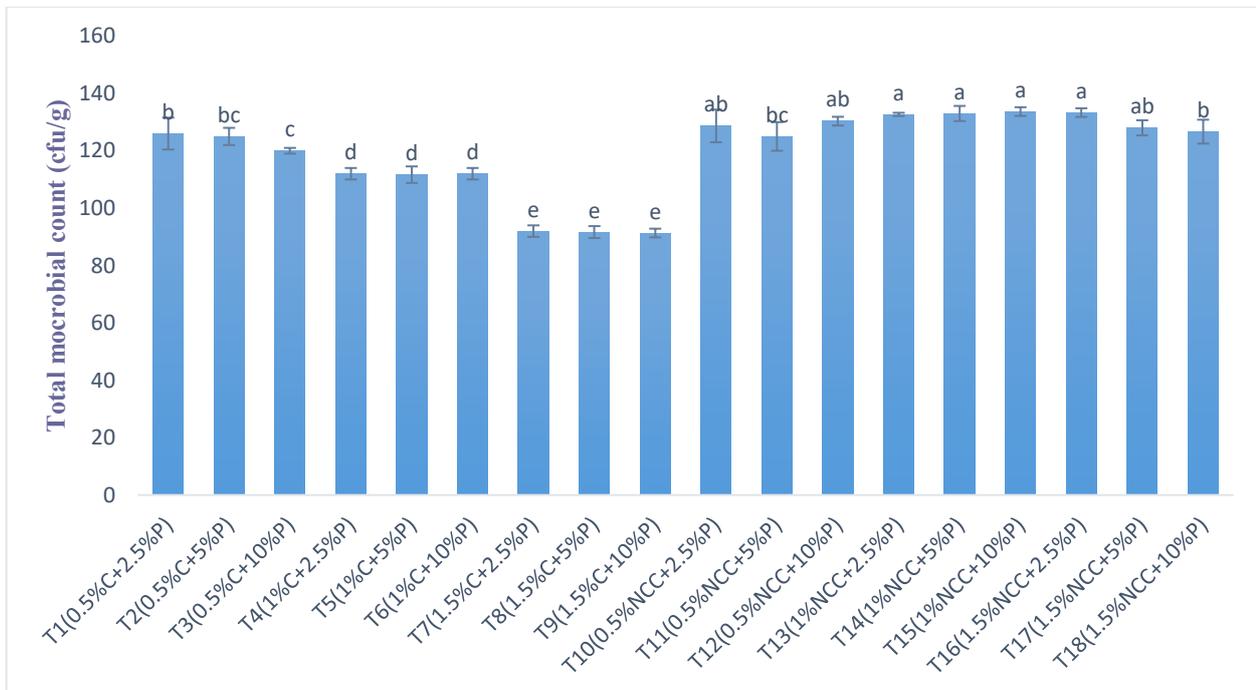


Figure 5 - Total microbial count of dairy dessert samples on the first day

C = crocin, NCC= encapsulated crocin, P = postbiotic

<sup>1</sup> roselle

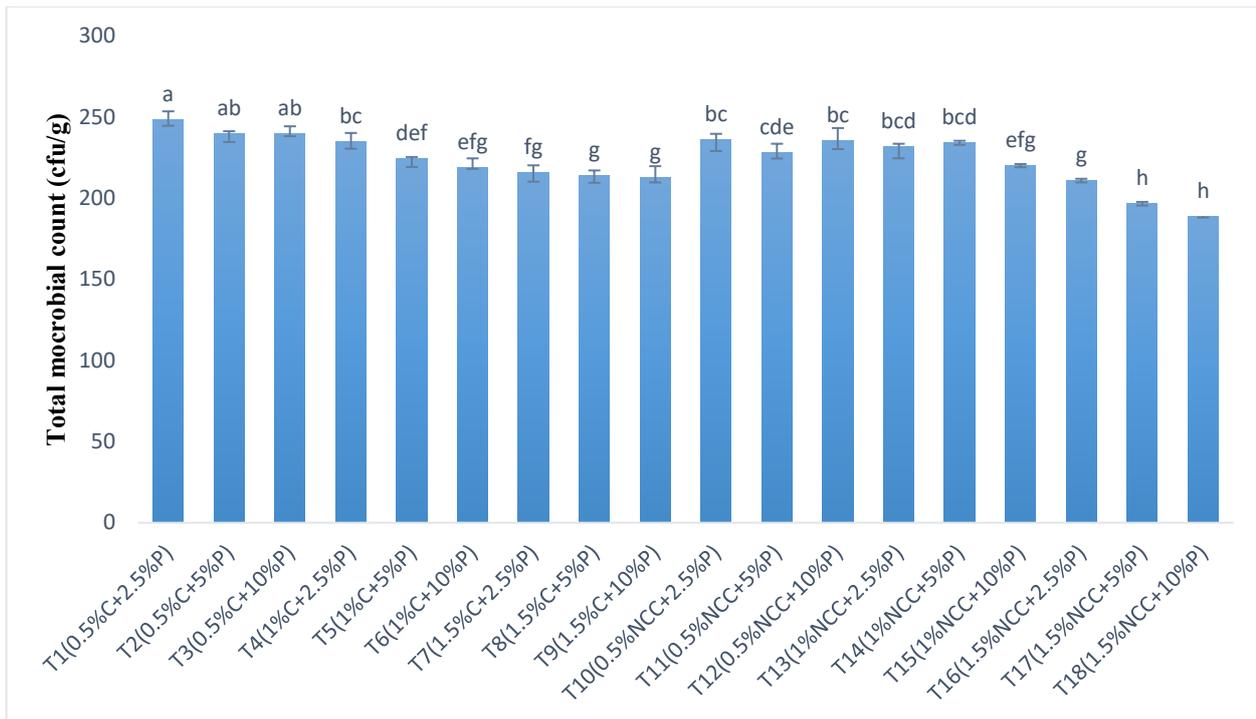


Figure 6 - Total microbial count of dairy dessert samples on the 15th day

C = crocin, NCC= encapsulated crocin, P = postbiotic

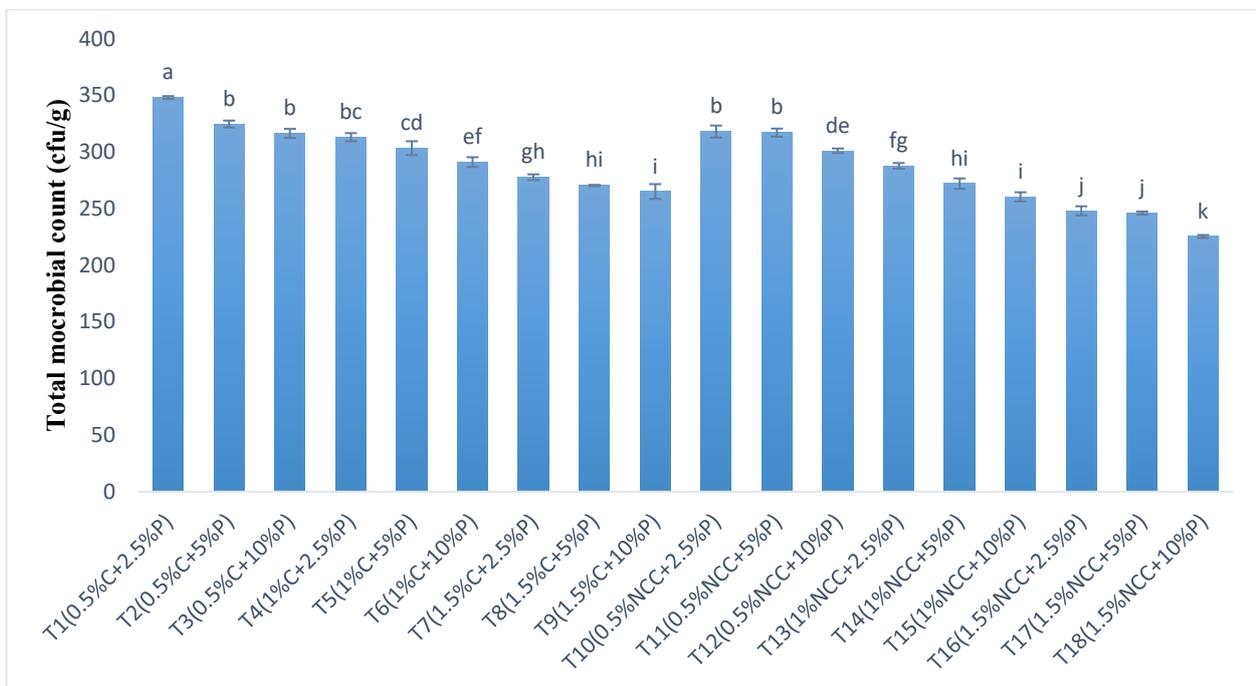


Figure 7 - Total microbial count of dairy dessert samples on the 30th day

C = crocin, NCC= encapsulated crocin, P = postbiotic

با توجه به شکل های مربوط به شمارش کلی میکروارگانیسمها در دسر لبنی، آنچه مشخص است در مدت زمان مورد بررسی به صورت مجزا، بین میزان شمارش کلی میکروارگانیسمها در برخی از دسرهای لبنی مورد بررسی از

(آزاد و درون پوشانی شده) بر روی شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها تاثیر گذار است اما میزان پست بیوتیک‌ها تاثیر معناداری در میزان شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها، در اکثر نمونه‌ها، ندارد. با افزایش میزان کروسین و کروسین درون پوشانی شده در نمونه‌های دسر مورد بررسی، شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها کاهش یافت. میزان کاهش در مقادیر یکسان کروسین و کروسین درون پوشانی شده، کروسین درون پوشانی شده دارای تاثیر بیشتر است به گونه‌ای که در روز ۱۵ نگهداری، کمترین میزان شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها، مربوط به نمونه حاوی ۱/۵ درصد کروسین درون پوشانی و ۱۰ درصد پست بیوتیک، است، البته بین میزان شمارش میکروارگانیزم‌ها در این نمونه و نمونه حاوی ۱/۵ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۵ درصد پست بیوتیک، از نظر آماری اختلاف معنادار نمی‌باشد. بیشترین میزان شمارش کلی نیز مربوط به نمونه دسر لبنی حاوی ۰/۵ درصد کروسین آزاد است.

در روز ۳۰ نگهداری، بین میانگین شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها در اکثر نمونه‌های دسر لبنی از نظر آماری، اختلاف معنادار وجود دارد ( $p < 0.05$ ). آنچه از شکل ۷ مشخص است، با افزایش میزان کروسین و کروسین درون پوشانی شده و افزایش پست بیوتیک، از میزان شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها کاسته می‌شود و نمونه‌های دارای کروسین و پست بیوتیک بیشتر، میزان شمارش کلی میکروارگانیزم کمتری دارند. در روز ۳۰ نگهداری، کمترین میزان شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها، مربوط به نمونه حاوی ۱/۵ درصد کروسین درون پوشانی و ۱۰ درصد پست بیوتیک، است، البته بین میزان شمارش میکروارگانیزم‌ها در این نمونه و نمونه حاوی ۱/۵ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۵ درصد پست بیوتیک، از نظر آماری اختلاف معنادار نمی‌باشد. بیشترین میزان شمارش کلی نیز مربوط به نمونه دسر لبنی حاوی ۰/۵ درصد کروسین آزاد و ۲/۵ درصد پست بیوتیک است.

نظر آماری، اختلاف معنادار وجود دارد ( $p < 0.05$ ) و در برخی نمونه‌ها این اختلاف معنادار نبود. از طرفی دیگر در روز اول تولید، در مقادیر یکسان از کروسین و کروسین درون پوشانی شده، نمونه‌های حاوی کروسین درون پوشانی شده دارای میزان شمارش میکروبی بیشتری نسبت به نمونه‌های حاوی کروسین بودند. در نمونه‌های حاوی کروسین آزاد، با افزایش میزان کروسین، شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها، کاهش یافت و در نمونه‌هایی با میزان کروسین آزاد یکسان، تقریباً افزایش پست بیوتیک‌ها، تاثیر معناداری بر روی شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها نداشت. در نمونه‌های حاوی کروسین درون پوشانی شده، تقریباً در اکثر نمونه‌ها، با تغییر میزان پست بیوتیک و کروسین درون پوشانی شده اختلاف معناداری بین میزان شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها ایجاد نشد. در روز اول نگهداری، کمترین میزان شمارش میکروارگانیزم‌ها مربوط به نمونه T9 (حاوی ۱/۵ درصد کروسین آزاد و ۱۰ درصد پست بیوتیک) بود که البته با نمونه T8 و T7 اختلاف معناداری نداشت. بیشترین میزان شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها نیز در روز اول تولید مربوط به نمونه T15 (حاوی ۱ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۱۰ درصد پست بیوتیک) بود.

در روز ۱۵ نگهداری، بین میانگین شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها در اکثر نمونه‌های دسر لبنی از نظر آماری اختلاف معنادار وجود دارد ( $p < 0.05$ ). در نمونه‌های حاوی کروسین آزاد، بین نمونه‌های حاوی ۰/۵ درصد کروسین آزاد با درصد متفاوت پست بیوتیک (۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد) اختلاف معنادار وجود ندارد ( $p > 0.05$ ). همچنین در نمونه‌های حاوی کروسین آزاد، بین نمونه‌های حاوی ۱/۵ درصد کروسین آزاد با درصد متفاوت پست بیوتیک (۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد) اختلاف معنادار وجود ندارد ( $p > 0.05$ )؛ همین‌طور در نمونه‌های حاوی کروسین درون پوشانی شده، بین نمونه‌های حاوی ۰/۵ درصد کروسین درون پوشانی شده با درصد متفاوت پست بیوتیک (۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد)، اختلاف معنادار وجود ندارد ( $p > 0.05$ ). آنچه از شکل ۶ مشخص است این است که میزان کروسین و نوع کروسین

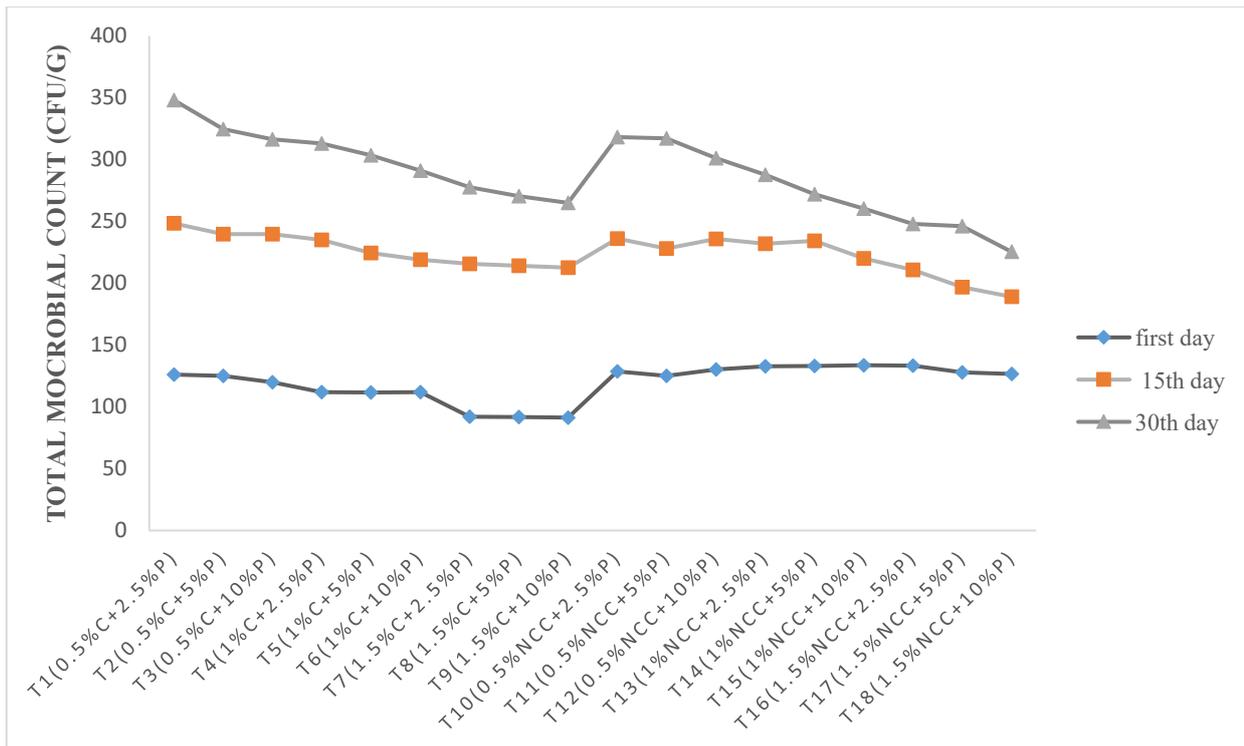


Figure 8 - Effect of storage period on total microbial count in dairy dessert samples

C = crocin, NCC= encapsulated crocin, P = postbiotic

خواص ضد میکروبی آن به اثبات رسیده است [۱۶]. Cerda- و Bernad همکاران از کروسین درون پوشانی شده با آلزینات در تولید ماست استفاده نمودند، طبق نتایج این محققان، کروسین درون پوشانی شده در کاهش کپک و مخمر طی نگهداری ماست تاثیر معناداری داشت [۱۷]. یوسفی و همکاران، به بررسی اثرات نانولیپوزوم‌های حاوی کروسین و نیسین در نمونه‌های شیر به عنوان یک مدل غذایی پرداختند. در این تحقیق، سه فرمولاسیون تهیه و مقایسه شدند که شامل (۱) نمونه‌های شیر حاوی نیسین و کروسین آزاد، (۲) نمونه‌های حاوی نانولیپوزوم‌های حاوی نیسین و کروسین، و (۳) نانولیپوزوم‌های حاوی نیسین و کروسین پوشش داده شده با کیتوزان بودند. طبق نتایج این محققان، کمترین تعداد باکتری در نمونه‌های دارای نانولیپوزوم‌های پوشش داده شده با کیتوزان مشاهده شد [۱۸].

در مورد تأثیر مؤثرتر مواد زیست‌فعال کپسوله شده در مقایسه با مواد زیست‌فعال آزاد، دلایل متعددی ارائه شده است. مکانیسم اول به جذب سلولی غیرفعال نسبت داده می‌شود،

شکل ۸ میزان شمارش کل میکروارگانیسم‌ها در سه بازه زمانی مورد بررسی (روز اول، روز پانزدهم و روز سی‌ام) را نشان می‌دهد با توجه به نمودار، با افزایش مدت زمان نگهداری، شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها افزایش می‌یابد که البته یک امر کاملاً بدیهی می‌باشد.

کروسین دارای خواص ضد میکروبی می‌باشد بنابراین با افزایش مقدار آن در فرمولاسیون دسر لبنی، میزان شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها کاهش می‌یابد. خاصیت ضد میکروبی کروسین بر روی باکتری‌های عامل فساد و کپک‌ها و مخمرها بالا است به همین دلیل با افزایش غلظت این ترکیب زیست فعال، خاصیت ضد میکروبی افزایش می‌یابد. در روز ۱۵ و ۳۰، کروسین نانوکپسوله شده، نقش مؤثرتری در کاهش بار میکروبی داشته است که البته به دلیل آن است که دیواره ناشی از کازئینات سدیم و صمغ بالنگو، خواص زیست‌فعالی آن را بهتر حفظ کرده‌اند و از طرفی صمغ بالنگو نیز خود دارای خواص ضد میکروبی می‌باشد. بالنگو، دانه‌ای است که دارای فلاونوئیدها، گلیکوزیدها، ترپنوئیدها، تانن‌ها و ... می‌باشد و

پوشانی شده نسبت به نمونه‌های حاوی رنگدانه آزاد و نمونه کنترل، بار میکروبی و کپک و مخمر کمتری داشت [۱۵]. نتایج این محققان با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

### ۳-۴- میزان ویسکوزیته ظاهری دسر لبنی پس از ۱۴ روز نگهداری

تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های دسر در شکل ۹ آمده است.

به این معنی که سیستم‌های دارورسانی در اندازه نانو، به دلیل اندازه زیر سلولی خود، می‌توانند به راحتی مواد ضد میکروبی را از طریق مکانیسم جذب سلولی غیرفعال از دیواره‌ها و غشاهای سلولی عبور دهند و در نتیجه مقاومت انتقال جرم را کاهش دهند [۱۹]. همچنین، بیان شده است که فرآیند کپسوله‌سازی در نانوذرات، فعالیت‌های بیولوژیکی ترکیبات را از طریق افزایش غلظت و فراهمی زیستی آنها به دلیل افزایش نسبت سطح به حجم با کاهش اندازه ذرات به مقیاس نانو، افزایش می‌دهد [۲۰]. یزدان پناه و همکاران، از رنگدانه چغندر قند درون پوشانی شده در دسر لبنی استفاده نمودند؛ طبق نتایج این محققان، دسر حاوی رنگدانه‌های درون

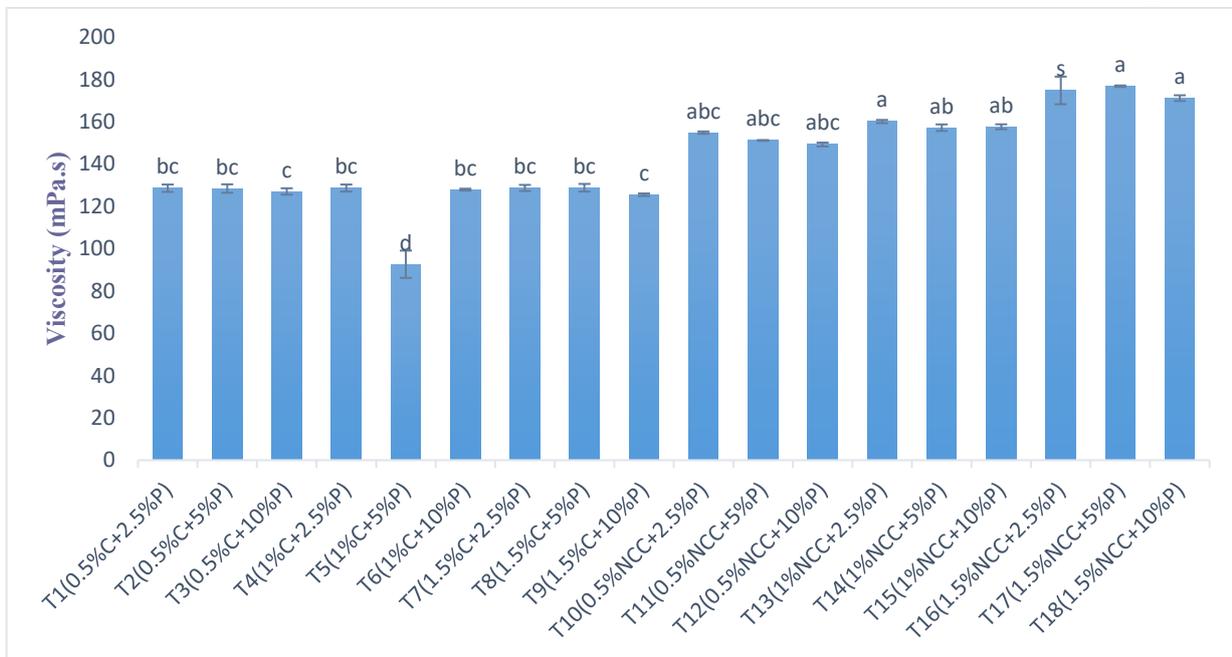


Figure 9 - Apparent viscosity of dairy dessert samples

C = crocin, NCC= encapsulated crocin, P = postbiotic

درون پوشانی شده، با افزایش میزان پست بیوتیک، بین میزان ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها، اختلاف معناداری وجود ندارد ( $p>0.05$ ). این به آن معنا است که میزان پست بیوتیک بر روی ویسکوزیته ظاهری تاثیر معنادار ندارد اما میزان و نوع کروسین (آزاد و درون پوشانی شده) بر روی ویسکوزیته ظاهری در برخی نمونه‌ها معنادار است. در نمونه‌های دسر لبنی با افزایش میزان کروسین آزاد تقریباً تفاوت معناداری بین میزان ویسکوزیته در نمونه‌ها مشاهده نشد البته به غیر از نمونه T5 که میزان ویسکوزیته کمتری نسبت به

با توجه به شکل ۹، مشاهده می‌شود بین نمونه‌های حاوی کروسین آزاد، در مقدار مساوی از کروسین آزاد، با افزایش میزان پست بیوتیک بین میزان ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها، اختلاف معناداری وجود ندارد به غیر از نمونه حاوی ۱ درصد کروسین آزاد و ۵ درصد پست بیوتیک (T5) که با نمونه‌های T4 و T6 این اختلاف معنادار است. در نمونه‌های حاوی کروسین رزپوشانی شده نیز در مقدار مساوی از کروسین

دلیل ماهیت شنی خود در ایجاد حس دهانی مؤثر هستند، اما ذرات درون به دلیل تأثیر آنها بر ویژگی‌های جریان اهمیت بیشتری دارند. کاهش اندازه ذرات باعث افزایش ویسکوزیته و تنش تسلیم می‌شود. توزیع اندازه ذرات مهم است زیرا می‌توان آن را برای دستیابی به خواص رئولوژیکی مورد نظر بدون هیچ گونه تغییر کلی در فرمولاسیون دسر بهینه کرد [۱۰]. یوسفی و همکاران، به بررسی اثرات نانولیپوزوم‌های حاوی کروسین و نیسین در نمونه‌های شیر به عنوان یک مدل غذایی پرداختند. طبق نتایج این محققان، نانولیپوزوم‌های درون پوشانی شده، نسبت به کروسین آزاد، ویسکوزیته محصول را بیشتر افزایش دادند [۱۸].

### ۳-۵- ویژگی‌های حسی نمونه‌های دسر لبنی

#### ۳-۵-۱- طعم

تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بر امتیازات طعم نمونه‌های دسر در شکل ۱۰ آمده است.

سایر نمونه‌ها دارد. در نمونه‌های دسر لبنی با افزایش میزان کروسین درون پوشانی شده، تقریباً تفاوت معناداری بین میزان ویسکوزیته در نمونه‌ها مشاهده شد و با افزایش میزان کروسین درون پوشانی شده، میزان ویسکوزیته ظاهری افزایش یافت. در کروسین درون پوشانی شده از کازئینات سدیم و صمغ بالنگو استفاده شده است و این ترکیبات باعث افزایش ویسکوزیته می‌گردند. صمغ بالنگو خاصیت پلی‌ساکاریدی و هیدروکلوئیدی دارد که خود باعث جذب بالاتر آب و افزایش ویسکوزیته، می‌گردد با افزایش میزان کروسین درون پوشانی، میزان صمغ و کازئینات سدیم هم افزایش می‌یابد و باعث افزایش ویسکوزیته می‌گردد. در بین نمونه‌های دسر لبنی، نمونه حاوی ۱/۵ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۵ درصد پست بیوتیک، دارای بیشترین میزان ویسکوزیته ظاهری است (۱۷۶/۷۷ میلی پاسکال ثانیه)؛ البته میزان ویسکوزیته این نمونه با نمونه‌های حاوی کروسین درون پوشانی شده، اختلاف معناداری ندارد.

ویژگی‌های رئولوژیکی و کیفیت نهایی دسر تحت تأثیر توزیع اندازه ذرات و ترکیبات دسر قرار می‌گیرند که نقش مهمی در درک حسی این محصول دارند. ذرات درشت به

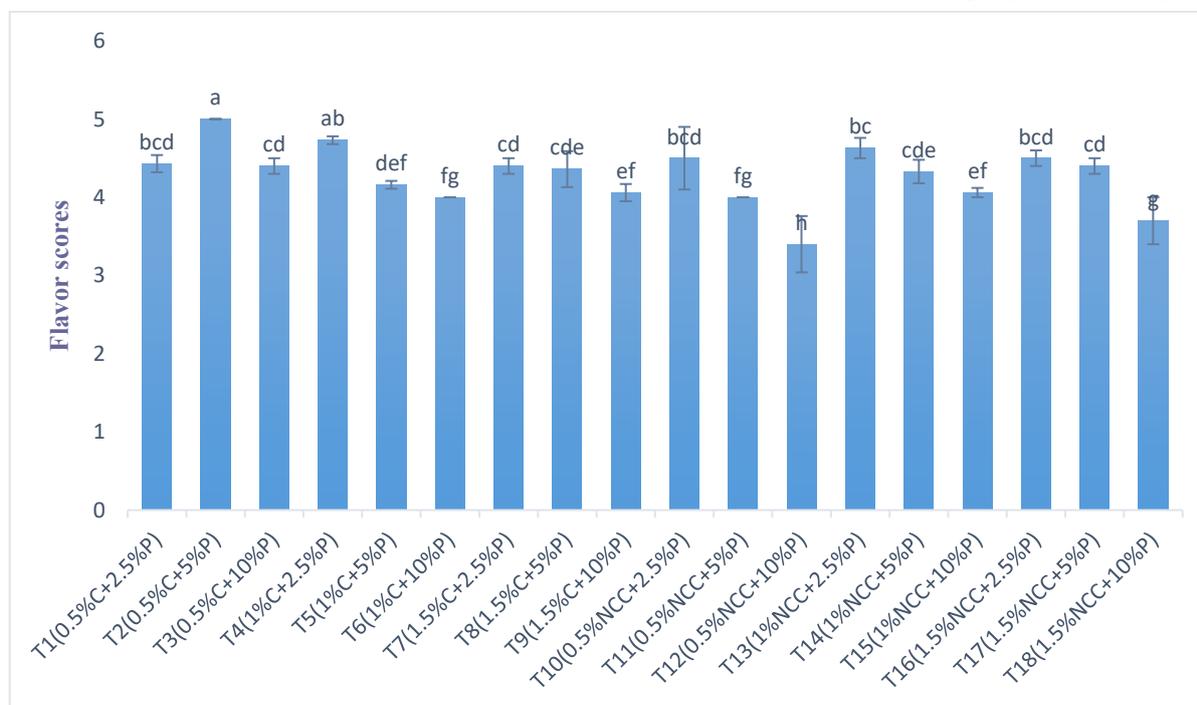


Figure 10 - Means flavor scores of dairy dessert samples

C = crocin, NCC= encapsulated crocin, P = postbiotic

نمونه T12 (نمونه حاوی ۰/۵ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۱۰ درصد پست بیوتیک) و بیشترین امتیاز مربوط به نمونه T2 (حاوی ۰/۵ درصد کروسین آزاد و ۵ درصد پست بیوتیک) است.

۳-۵-۲- بو

تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر امتیازات بوی نمونه های دسر در شکل ۱۱ آمده است.

طبق نتایج ارزیابی حسی طعم نمونه های دسر لبنی، در برخی از نمونه ها بین میانگین امتیازات طعم از نظر آماری اختلاف معنادار وجود دارد ( $p < 0.05$ ). در نمونه های دسر لبنی، بجز ۳ نمونه حاوی ۰/۵ درصد کروسین آزاد، در مابقی نمونه ها در میزان کروسین ثابت، با افزایش میزان پست بیوتیک، میانگین امتیازات کاهش یافت. در میزان پست بیوتیک ثابت در نمونه ها با افزایش میزان کروسین تا ۱ درصد، امتیازات بیشتر می گردد، به گونه ای که از نمونه های دارای ۰/۵ و ۱/۵ درصد کروسین با میزان پست بیوتیک ثابت، امتیازات بیشتر است. کمترین امتیاز طعم در نمونه های دسر لبنی مربوط به

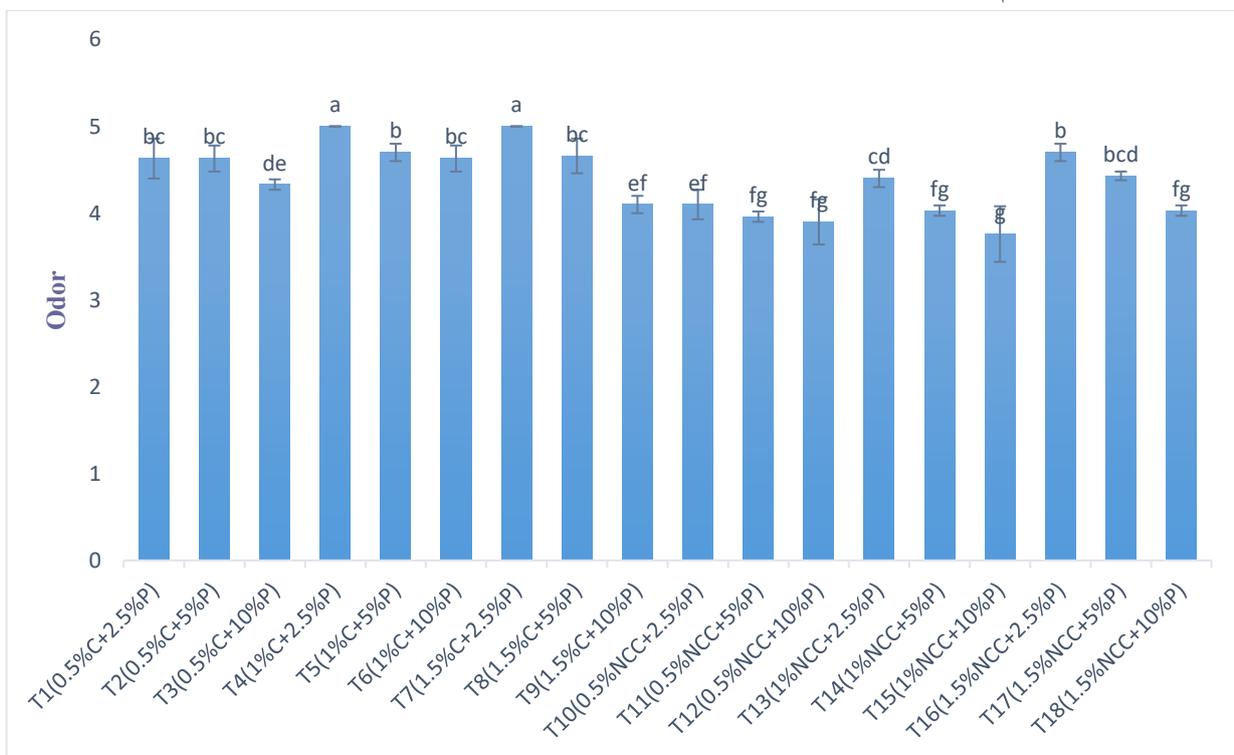


Figure 11 - Means odor scores of dairy dessert samples

C = crocin, NCC= encapsulated crocin, P = postbiotic

۰/۵ درصد کروسین امتیازات بیشتری کسب نمودند و میزان امتیازات بو، در نمونه ها با افزایش میزان کروسین آزاد در نمونه های حاوی کروسین آزاد، امتیازات کم و در نمونه های دارای کروسین درون پوشانی شده با افزایش کروسین درون پوشانی شده، امتیازات افزایش می یابد. کمترین امتیاز مربوط به نمونه های دسر لبنی مربوط به نمونه T15 (نمونه حاوی ۱ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۱۰ درصد پست بیوتیک

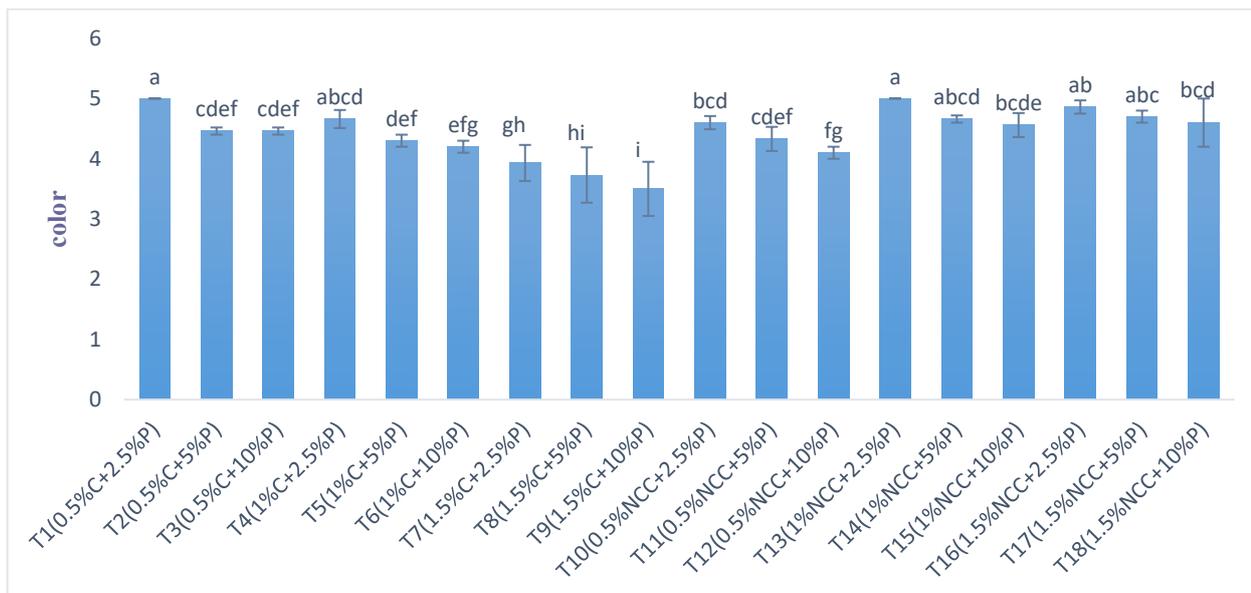
طبق نتایج ارزیابی حسی بو نمونه های دسر لبنی، در برخی از نمونه ها بین میانگین امتیازات بو معنادار وجود دارد ( $p < 0.05$ ). در نمونه های دسر لبنی، در میزان کروسین ثابت، با افزایش میزان پست بیوتیک، میانگین امتیازات بو کاهش یافت. در میزان پست بیوتیک ثابت، نمونه های حاوی

نمودند هر چند که در اکثر نمونه‌ها اختلاف امتیازات معنادار نیست.

### ۳-۵-۳- رنگ

تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر امتیازات طعم نمونه‌های دسر در شکل ۱۲ آمده است.

می‌باشد) و بیشترین امتیاز مربوط به نمونه T4 (حاوی ۱ درصد کروسین آزاد و ۲/۵ درصد پست بیوتیک) و T7 (حاوی ۱/۵ درصد کروسین آزاد و ۲/۵ درصد پست بیوتیک) است. از آنجا که کروسین، رنگدانه زعفران است و رنگ و بو و طعم مطلوب دارد و کروسین آزاد بهتر از کروسین درون پوشانی شده، این ویژگی‌ها را بروز می‌دهد، لذا نمونه‌های حاوی کروسین آزاد، امتیازات خوبی کسب



**Figure 12 - Means color scores of dairy dessert samples**

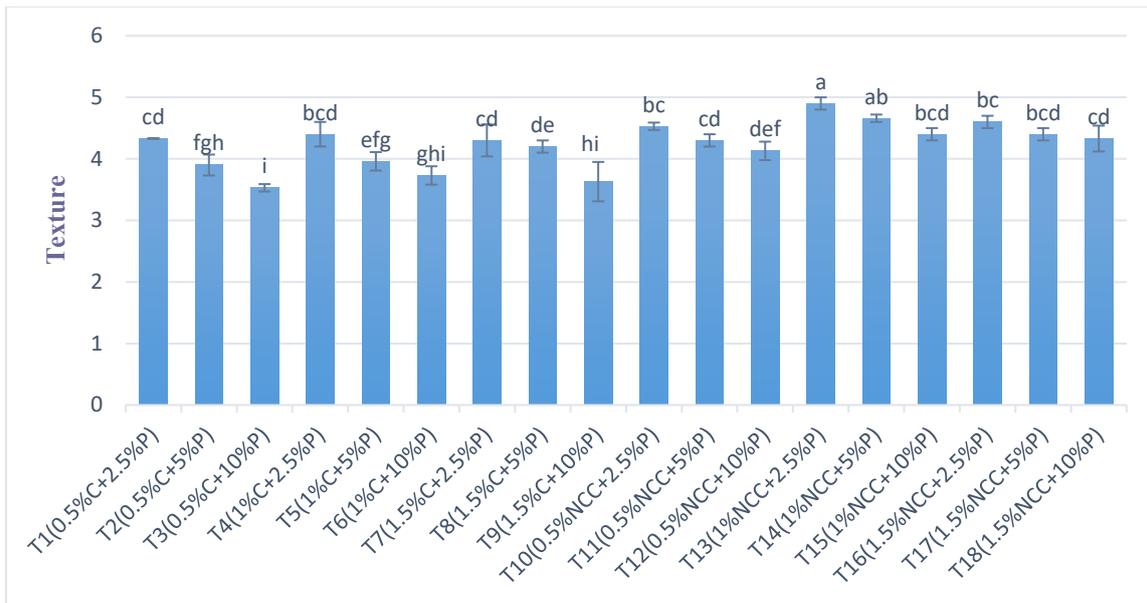
C = crocin, NCC= encapsulated crocin, P = postbiotic

کروسین درون پوشانی شده و ۲/۵ درصد پست بیوتیک) است. به طور کلی امتیازات نمونه‌های حاوی کروسین درون پوشانی شده نسبت به نمونه‌های حاوی کروسین آزاد بیشتر است و علت این امر به دلیل رهایش کمتر رنگدانه کروسین درون پوشانی شده نسبت به نمونه‌های کروسین آزاد است و این امر نشان می‌دهد که با درون پوشانی کردن احتمال رهایش در دسر لبنی کمتر و میزان امتیازات بیشتر می‌شود.

### ۳-۵-۴- بافت

تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر امتیازات رنگ نمونه‌های دسر در شکل ۱۳ آمده است.

طبق نتایج ارزیابی حسی رنگ نمونه‌های دسر لبنی، در برخی از نمونه‌ها بین میانگین امتیازات رنگ اختلاف معنادار وجود دارد ( $p < 0.05$ ). در نمونه‌های دسر لبنی، در میزان کروسین ثابت، با افزایش میزان پست بیوتیک، میانگین امتیازات کاهش یافت. در میزان پست بیوتیک ثابت، نمونه‌های حاوی ۰/۵ درصد کروسین آزاد، امتیازات بیشتری کسب نمودند و میزان امتیازات رنگ، در نمونه‌ها با افزایش میزان کروسین (آزاد و درون پوشانی شده)، کاهش یافت. کمترین امتیاز رنگ نمونه‌های دسر لبنی مربوط به نمونه T9 (نمونه حاوی ۱/۵ درصد کروسین آزاد و ۱۰ درصد پست بیوتیک) و بیشترین امتیاز مربوط به نمونه T1 (حاوی ۰/۵ درصد کروسین آزاد و ۲/۵ درصد پست بیوتیک) و T13 (حاوی ۱ درصد



**Figure 13 - Means texture scores of dairy dessert samples**

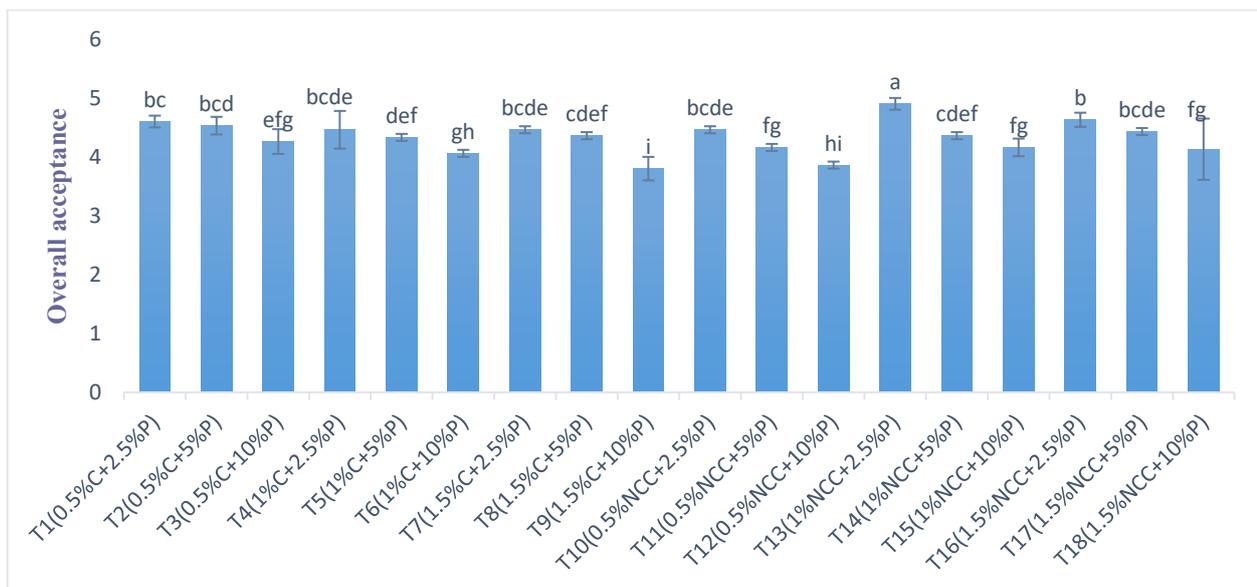
C = crocin, NCC= encapsulated crocin, P = postbiotic

کروسین آزاد و ۱۰ درصد پست بیوتیک) و بیشترین امتیاز مربوط به نمونه T1 (حاوی ۰/۵ درصد کروسین آزاد و ۲/۵ درصد پست بیوتیک) و T13 (حاوی ۱ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۲/۵ درصد پست بیوتیک) است.

### ۳-۵-۵- پذیرش کلی

تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر امتیازات پذیرش نمونه های دسر در شکل ۱۴ آمده است.

طبق نتایج ارزیابی حسی بافت نمونه های دسر لبنی، در برخی از نمونه ها بین میانگین امتیازات بافت از نظر آماری اختلاف معنادار وجود دارد ( $p < 0.05$ ). در نمونه های دسر لبنی، در میزان کروسین ثابت، با افزایش میزان پست بیوتیک، میانگین امتیازات کاهش یافت. در میزان پست بیوتیک ثابت، نمونه های حاوی ۰/۵ درصد کروسین امتیازات بیشتری کسب نمودند و میزان امتیازات بافت، در نمونه ها با افزایش میزان کروسین، کاهش یافت. کمترین امتیاز بافت نمونه های دسر لبنی مربوط به نمونه T3 (نمونه حاوی ۰/۵ درصد



**Figure 14 - Means overall acceptance scores of dairy dessert samples**

C = crocin, NCC= encapsulated crocin, P = postbiotic

نمونه‌ها در مقایسه با گروه کنترل در تجزیه و تحلیل حسی بر روی پارامتر رنگ نمونه‌ها از نظر آماری معنی‌دار بود. نمونه‌هایی که حاوی مقادیر بیشتری از میکروکپسول‌های زعفران بودند، از نظر بو بیشترین ارجحیت را داشت، در مطالعه این محققان که از مقادیر مختلفی از رنگ‌های میکروکپسول زعفران در آب سیب‌های رنگی استفاده شد، مشخص شد که تأثیر رنگ خوراکی بر ارزش بویایی نمونه‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود. نمونه‌های حاوی مقادیر بیشتر میکروکپسول، از نظر طعم محبوب‌ترین نمونه بود و مشخص شد که تأثیر رنگ خوراکی بر ارزش طعم همه نمونه‌ها در مقایسه با گروه کنترل از نظر آماری معنی‌دار نبود. تخمین زده می‌شود که با افزایش مقدار رنگ میکروکپسول زعفران حل‌شده در آب سیب، عطر و طعم بیشتری آزاد می‌شود. هنگامی که همه نمونه‌ها از نظر میزان عطر با گروه کنترل مقایسه شدند، مشخص شد که اثر رنگ خوراکی از نظر آماری معنی‌دار نیست [۱۳].

#### ۴- نتیجه گیری نهایی

در این پژوهش از نانوامولسیون بهینه تولید شده (کروسین درون پوشانی شده) در شرایط بهینه خشک کردن و همچنین کروسین آزاد به میزان ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد همراه با پست بیوتیک‌ها به میزان ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد در فرمولاسیون دسرلبنی استفاده شد. به طور کلی نتایج نشان داد تأثیر کروسین درون پوشانی شده در افزایش چربی، ماده خشک و ویسکوزیته از کروسین آزاد بالاتر بود. مطابق نتایج، کروسین درون پوشانی شده تأثیر بیشتری در کاهش بارمیکروبی دارد. نتایج مربوط به ارزیابی‌های حسی نیز نشان داد نمونه حاوی ۱ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۲/۵ درصد پست بیوتیک، امتیاز پذیرش کلی بیشتری کسب نمودند.

#### رضایت‌نامه کتبی

رضایت‌نامه کتبی و آگاهانه از همه شرکت‌کنندگان در مطالعه اخذ شد.

طبق نتایج ارزیابی حسی پذیرش کلی نمونه‌های دسر لبنی، در برخی از نمونه‌ها بین میانگین امتیازات پذیرش کلی از نظر آماری اختلاف معنادار وجود دارد ( $p < 0.05$ ). در نمونه‌های دسر لبنی، در میزان کروسین ثابت، با افزایش میزان پست بیوتیک، میانگین امتیازات کاهش یافت. نمونه‌های حاوی کروسین درون پوشانی شده نسبت به نمونه‌های حاوی کروسین آزاد، امتیازات بیشتری کسب نمودند. کمترین امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های دسر لبنی مربوط به نمونه T9 (نمونه حاوی ۱/۵ درصد کروسین آزاد و ۱۰ درصد پست بیوتیک) و بیشترین امتیاز مربوط به نمونه T13 (حاوی ۱ درصد کروسین درون پوشانی شده و ۲/۵ درصد پست بیوتیک) است.

گنجی و همکاران، از ژلاتین برای کپسوله کردن کروسین استفاده نموده و از کروسین کپسوله شده و کروسین آزاد در نبات استفاده نمودند. طبق نتایج این محققان، در تحقیق ایشان، تفاوت معنی‌داری در خواص حسی نمونه‌های نبات حاوی کروسین کپسوله شده و نمونه‌های دارای کروسین خالص وجود داشت. بر این اساس داوران، نمرات بالاتری را برای رنگ و طعم نبات حاوی کروسین کپسوله شده ثبت کردند. با این حال، شفافیت نبات حاوی کروسین کپسوله شده در مقایسه با سایر نمونه‌ها به طور قابل توجهی کمتر بود. نکته قابل توجه این است که تمام خواص حسی نمونه‌ها در مقایسه با نمونه کنترل (بدون کروسین) قابل قبول بود [۲۱]. نظری و اصیلی، از کروسین درون پوشانی شده در فرمولاسیون شکلات شیری استفاده کرده و طبق نتایج ایشان، تیمار غنی‌شده بالاترین امتیاز طعم را داشت. از نظر آب شدن در دهان نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت. از نظر شدت رنگ، بالاترین امتیاز به تیمار غنی‌شده با کروسین نانوکپسوله شده، داده شد [۱۰]. در تحقیق Bayram و همکاران، از مقادیر مختلفی از رنگ‌های میکروکپسول زعفران در رنگ‌آمیزی آب سیب استفاده شد و مشخص شد که تأثیر رنگ خوراکی بر ارزش رنگی همه

## تعارض منافع

## بیانیه دسترسی‌ها

نویسندگان اعلام کردند که هیچ‌گونه تعارض منافی ندارند.

داده‌های پژوهش به اشتراک گذاشته نمی‌شوند.

## ۵-منابع

- [1] De Wijk, R. A., Rasing, F., & Wilkinson, C. L. (2003). Texture of semi-solids: Sensory flavor–texture interactions for custard desserts. *Journal of Texture Studies*, 34, 131–146.
- [2] Cuevas-González, P.F. Liceaga, A.M. Aguilar-Toalá, J.E. (2020) Postbiotics and para probiotics: From concepts to applications, *Food Research International*, 136(3): 178-199.
- [3] Ayodeji A., Brynita, P., Felicity, H., Stella, T. A., & Santhosh, P. (2025) Postbiotics: an insightful review of the latest category in functional biotics, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 8(41): 8-22.
- [4] Benítez, S., Achaerandio, I., Pujolà, M., & Sepulcre, F. (2015). Aloe vera as an alternative to traditional edible coatings used in fresh-cut fruits: A case of study with kiwifruit slices. *LWT - Food Science and Technology*, 61(1): 184-193.
- [5] Ravinder, N., Varinder, K. Manoj, K., & Francesco, M. (2012). Effect of Aloe vera juice on growth and activities of *Lactobacilli* in-vitro. *Acta Biomedica*, 83: 183-188.
- [6] Papanandrou, M.A., Kanakis, C.D., Polissiou, M.G., Efthimiopoulos, S., Cordopatis, P., Margarity, M. & Lamari, F.N. (2006) Inhibitory activity on amyloid- $\beta$  aggregation and antioxidant properties of Crocus sativus stigmas extract and its crocin constituents. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54:8762–8768.
- [7] Armellini, R., Peinado, I., Pittia, P., Scampicchio, M., Heredia, A., & Andres, A. (2018). Effect of saffron (*Crocus sativus* L.) enrichment on antioxidant and sensorial properties of wheat flour pasta. *Food chemistry*, 254:55-63
- [8] Mohammadi, S. (2019). Production of tragacanth/whey protein nanocomplex for curcumin encapsulation and simulation of rheological properties and its release in the model system and pasteurized dairy dessert. PhD thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
- [9] Ghasemi, S., Jafari, S. M., Assadpour, E. & Khomeiri, M. (2017a). Production of pectin-whey protein nano-complexes as carriers of orange peel oil. *Carbohydrate Polymers*, 177: 369-377.
- [10] Nazari, Z. & Asili, J. (2023). Evaluation of physicochemical properties and release of nanoemulsion containing crocin and its application in food model system (chocolate). *Journal of Food Science and Technology*, 135 (20): 1-10.
- [11] Mahdizadeh, N., Sarhadi, H., & Shahdadi, F. (2021). Evaluation of Sensory and Rheological properties and Viability of Probiotic Bacteria in Probiotic Date Dessert. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 113(18): 329-337.
- [12] Dezyani, M., Khosrowshahi asl A., & Zomorrodi Sh. (2017). The Effect of Different Concentrations of Aloe Vera Gel on Qualitative Characteristics and Viability of Probiotic Bacteria in Symbiotic Dough. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 12(3): 121-128.
- [13] Bayram, Y., & Sagdic, O. (2022). Antioxidant, color, and sensory properties of apple juices colored with saffron microcapsules. *Latin American Applied Research-An international journal*, 52(4), 379-386.
- [14] Ngo, M. D., Quan, V. M., Le, C. K. T., Ngoc, H. A. V., Vo, T. N., Nguyen, K. T. T. & Nguyen, T. H. (2024). Evaluation of Micro-Encapsulated Roselle Extract as a Food Colorant in Red Nata de Coco Dessert Model System. *VNUHCM Journal of Science and Technology Development*, 27(4), 3643-3653.
- [15] Yazdanpanah, N., & Lashkari, H. (2023). Physicochemical characteristics of the functional dairy dessert containing encapsulated red beet extract. *Iran. J. Chem. Chem. Eng. Research Article Vol*, 42(11).
- [16] Saleem, A., Waqar, M., Aslam, A., Mobeen, A., Tariq, A., & Ali, F. M. (2022). Therapeutic role of *Lallemantia royleana* (Balangu Seeds) and its pharmacological properties: An Overview. *Sch Bull*, 8(9), 283-287.
- [17] Cerda-Bernad, D., Valero-Cases, E., Pastor, J. J., & Frutos, M. J. (2023). Microencapsulated saffron floral waste extracts as functional ingredients for antioxidant fortification of yogurt: Stability during the storage. *LWT*, 184, 114976.
- [18] Yousefi, M., Jafari, S. M., Ahangari, H., & Ehsani, A. (2021). Application of nanoliposomes containing nisin and crocin in milk. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 13(1), 134.

- [19] Wu J, Liu H, Ge S, Wang S, Qin Z, Chen L, et al. (2015). The preparation, characterization, antimicrobial stability and in vitro release evaluation of fish gelatin films incorporated with cinnamon essential oil nanoliposomes. *Food Hydrocolloids*, 43:427-35
- [20] Ribeiro-Santos, R., Andrade, M., & Sanches-Silva, A. (2017). Application of encapsulated essential oils as antimicrobial agents in food packaging. *Current Opinion in Food Science*, 14:78-84.
- [21] Ganji, S., Sani, A.M., Mahdian, E. & Sayyed-Alangi, Z. (2020). Physical characteristics of nanoliposomes prepared from hydrolyzed cannabis protein. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 8(02):65-72.



## Scientific Research

### Investigation of the production of low-fat dairy dessert containing postbiotics, *Aloe vera* and encapsulated crocin with balangu gum complex and sodium caseinate protein

Roghayeh Ezzati<sup>1</sup>, Leila Roozbeh Nasiraei<sup>1</sup>, Sara Jafarian<sup>1</sup>, Masoud Dezyani<sup>2</sup>, Fatemeh Shahdadi<sup>3</sup>

1- Department of Food Science, Nour Branch, Islamic Azad University, Nour, Iran

2- Department of Food Science, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran

3- Department of Food Science, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran

## ARTICLE INFO

## ABSTRACT

## Article History:

Received: 2025/10/11

Review: 2025/11/24

Accepted: 2025/11/27

## Keywords:

Mixture design,  
Kefiran,  
Aloe vera and guar,  
Ice cream,  
Rheological and physicochemical properties

DOI: 10.48311/fsct.2026.116949.82883

\*Corresponding Author E-

Dairy dessert is a favorite product of a large group of people in society. Natural pigments can be used to improve the color and increase the nutritional value of this product. Therefore, the aim of this research is to produce a functional low-fat dairy dessert containing postbiotics, *Aloe vera* gel and encapsulated crocin with balangu gum complex and sodium caseinate protein. In the research, nano emulsion containing crocin (encapsulated) under optimal drying conditions and free crocin at 0.5, 1 and 1.5% along with postbiotic at 2.5, 5 and 10% were used in the formulation of dairy dessert containing *Aloe Vera* gel, and 18 samples were produced and characteristics such as pH, fat content, dry matter content, apparent viscosity, microbial count and sensory properties were investigated during the storage period. According to the results of this part of the research, the amount of postbiotic and nano emulsion did not affect pH ( $p > 0.05$ ). The highest fat content and viscosity were related to the sample containing 1.5% encapsulated crocin and 5% postbiotic (5.3% and 165 mPa.s), and the highest dry matter content was related to the sample containing 1.5% encapsulated crocin and 2.5% postbiotic (28.5%), and in general, the effect of encapsulated crocin on increasing fat, dry matter and viscosity was higher than that of free crocin. microbial results also showed that encapsulated crocin had a greater effect on reducing microbial load. Sensory evaluation results showed that the sample containing 1% encapsulated crocin and 2.5% probiotic had a higher overall acceptance score (5).