

ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی کیک غنی شده با کنسانتره پروتئین آب پنیر و اینولین

منا قربانخانی¹، اورنگ عیوض زاده²، اسماعیل عطای صالحی^{3*}، مهدی جلالی⁴

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران.

² استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ورامین، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

³ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران.

⁴ دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

تاریخ پذیرش: 93/4/9

تاریخ دریافت: 92/11/1

چکیده

فرآورده‌های قنادی مانند کیک و کلوچه می‌توانند به عنوان محصولات مهم جهت انتقال ترکیبات با ارزش تغذیه‌ای بالا نظیر پری بیوتیک‌ها و پروتئین باشند. در این تحقیق اثر اینولین به عنوان ماده ای پری بیوتیک در سه سطح 2/5، 5 و 7/5 درصد و پروتئین آب پنیر (WPC) نیز در سه سطح 3، 6 و 9 درصد در قالب یک طرح کاملاً تصادفی بر پایه فاکتوریل بر ویژگی‌های فعالیت آبی، رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، سفتی، رنگ و ویژگی‌های حسی کیک ارزیابی شد. نتایج نشان داد که با افزایش اینولین و WPC در فرمولاسیون کیک روغنی، فعالیت آبی و رطوبت محصول به صورت معنی‌داری افزایش یافت ($p < 0/05$) در حالی که حجم مخصوص و تخلخل ابتدا افزایش و سپس روند کاهشی نشان داد ($p < 0/05$). محصول در سطوح 2/5 درصد اینولین و 6 درصد WPC کمترین مقدار سفتی را در دو فاصله زمانی 24 ساعت و یک هفته پس از پخت نسبت به نمونه شاهد داشت ولی با افزایش غلظت تیمارها سفتی افزایش یافت. نتایج هم‌چنین حاکی از آن بود که افزودن اینولین و WPC در غلظت‌های پایین موجب بهبود رنگ ظاهری محصول و عدم تاثیر منفی بر روی خواص حسی محصول نهایی نسبت به نمونه شاهد شد در حالی که افزودن اینولین و WPC به ترتیب در سطح 7/5 درصد و 9 درصد، باعث کاهش خواص حسی محصول و تیره شدن رنگ ظاهری آن شد. در حالت کلی نتایج نشان داد که محصول حاوی 5 درصد اینولین و 6 درصد WPC بهترین نتیجه را از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ویژگی‌های حسی داشت.

واژه‌های کلیدی: کنسانتره پروتئین آب پنیر، اینولین، خواص ارگانولپتیکی، غنی سازی کیک.

1-مقدمه

در سال‌های اخیر افزایش شیوع بیماری‌های مختلف از جمله دیابت، سرطان، چاقی و اضافه وزن، پوکی استخوان و بیماری‌های قلبی و عروقی موجب نگرانی جوامع بشری شده است به طوری که امروزه مصرف کنندگان مواد غذایی اهمیت بیشتری به کیفیت و سلامت مواد غذایی می دهند و بنابراین تقاضای زیادی برای تولید محصولات غذایی کم کالری وجود دارد (8). استفاده از رژیم غذایی کم چرب با توجه به بروز انواع بیماری‌های مختلف نظیر افزایش کلسترول سرم خون و بیماری‌های قلبی - عروقی مورد توجه متخصصین تغذیه و پژوهشگران قرار گرفته است (۱۶). با هدف تولید مواد غذایی کم چرب استفاده از ترکیباتی نظیر الیاف‌های گیاهی که به عنوان فیبر رژیمی شناخته شده اند، معمول گردیده است. اصطلاح فیبر رژیمی برای اولین بار توسط پژوهشگری به نام هیسلی در سال 1953 به عنوان ترکیباتی با منشأ دیواره سلولهای گیاهی بیان شد (17). فیبرهای رژیمی دسته ای از کربوهیدرات ها می باشند که بوسیله آنزیمهای دستگاه گوارش انسان تجزیه نشده ولی بوسیله فلور میکروبی روده بزرگ تخمیر می گردند. متخصصین تغذیه مزایای سلامتی بخش الیاف‌های رژیمی را شامل موارد متعددی از جمله کاهش سطح کلسترول سرم خون، جلوگیری از سرطان، یبوست، آپاندیس، کاهش سطح قندخون و در نتیجه ممانعت از ابتلاء به دیابت و چاقی می دانند (18).

در میان پری بیوتیک‌ها بیشتر تحقیقات روی اینولین انجام شده است و بیشتر کشورها آن را در دسته فیبرهای رژیمی قرار داده اند. اینولین واژه‌ای است که به مخلوط ناهمگونی از پلیمرهای فروکتوز (فروکتان) اطلاق می شود که به طور گسترده ای در طبیعت و کربوهیدرات‌های ذخیره ای گیاهان پراکنده شده است. پس از نشاسته اینولین فراوان ترین کربوهیدرات ذخیره ای گیاهان است (15). اینولین زنجیره‌ای از واحدهای فروکتوز است که توسط پیوند های (1-2)β به یکدیگر متصل شده‌اند و یک مولکول گلوکز در انتهای هر زنجیره حضور دارد. جنبه‌ی ویژه ساختمان اینولین پیوندهای (1-2)β است، این پیوند ها از هضم اینولین جلوگیری کرده و مسئول ارزش کالری کمتر و اثرات مربوط به الیاف‌های رژیمی است. در بسیاری از تحقیقات، از اینولین به عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون خمیر مورد استفاده برای تولید کیک و کلوچه بهره برده اند (20). اینولین

باعث کاهش قند خون و کلسترول سرم خون شده و زمانی که به مواد غذایی سرشار از کلسیم اضافه می شود، بهبود سلامت استخوان و جذب بهتر کلسیم را به دنبال دارد. از سال 1990 در استرالیا و بیشتر کشورها اینولین به مواد غذایی مختلف اضافه می‌شود که بهبود احساس دهانی، بافت خامه‌ای، کاهش چربی، بهبود بافت و افزایش ویسکوزیته از نتایج استفاده از آن است (13).

به دلیل محدودیت مواد غذایی به‌ویژه مواد پروتئینی، امروزه بسیاری از محققین توجه خود را به استفاده بهینه از مواد غذایی نظیر استفاده از ضایعات مواد غذایی معطوف نموده‌اند. آب پنیر یک فراورده جانبی حاصل از تولید پنیر سفید است که به دلیل دارا بودن مواد مغذی با ارزش بویژه پروتئین‌های سرم از ارزش غذایی بالایی برخوردار است. پروتئین‌های آب پنیر دارای ارزش بیولوژیک بالاتری نسبت به کازئین و حتی پروتئین تخم مرغ کامل می باشند. امروزه فرآورده های آب پنیر در تهیه بیش از 60 نوع فرآورده لبنی جنبی سبب ارتقاء بهره وری و ارزش افزوده کارخانه‌های لبنی و کاهش مشکلات زیست محیطی و هزینه دفع آنها شده است (4). کنسانتره پروتئین آب پنیر یکی از مقلدهای چربی است و به طور وسیعی در امولسیون ها با چربی کاهش یافته، به تنهایی و یا در حضور سایر مقلدهای چربی، بکار می رود. خواص عملکردی کنسانتره پروتئین آب پنیر در مواد غذایی بسته به میزان پروتئین آن متفاوت است. اغلب از کنسانتره آب پنیر دارای 34 و 80 درصد پروتئین استفاده می شود. سرعت انحلال بالا در محدوده وسیعی از pH، ظرفیت اتصال به آب، خواص تشکیل ژل، توانایی تشکیل امولسیون، بهبود خواص حجیم شدن و خواص تشکیل کف، بهبود ویسکوزیته و بافت از جمله ویژگی های مطلوب پروتئین‌های آب پنیر جهت استفاده از آنها در فراورده‌های پخت محسوب می شود (3).

کیک یکی از محصولات غذایی پر مصرف به شمار می رود که به دلیل قند و چربی بالا متخصصین تغذیه مصرف کم آن را در رژیم های غذایی توصیه می کنند. لذا با بهبود ارزش غذایی کیک می توان محصولی سالم تر به بازار عرضه نمود (8). بنابراین در این تحقیق اثر افزودن اینولین به عنوان ماده ای پروبیوتیک و کنسانتره پروتئین آب پنیر به عنوان منبعی غنی از پروتئین بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خمیر و ویژگی های کمی و کیفی کیک بررسی و ارزیابی شد.

2-مواد و روش ها

2-1-مواد

آرد ستاره با درجه استخراج 81 درصد، از کارخانه آرد گلمکان (مشهد، ایران) خریداری گردید. برای این منظور آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات یک جا تهیه و در سردخانه نگهداری گردید. سایر مواد مورد نیاز در آزمایشات شامل شکر، روغن نباتی مایع و بیکنینگ پودر از یک فروشگاه عرضه کننده مواد اولیه قنادی خریداری و تخم مرغ تازه نیز یک روز قبل از تولید روزانه کیک ها تهیه و در یخچال نگهداری شد. شربت اینورت نیز مطابق با دستورالعمل موجود در استاندارد ملی ایران به شماره 8025 تدوین شده در سال 1383 تهیه گردید (5). اینولین از شرکت ارافتی¹ ساخت کشور بلژیک خریداری شد. پروتئین آب پنیر نیز از شرکت NZMP ساخت کشور نیوزلند خریداری شد.

2-2-روش ها

2-2-1-تهیه کیک

در ابتدا به منظور تهیه خمیر کیک روغنی، روغن، پودر شکر و تخم مرغ با استفاده از یک همزن برقی² با سرعت 128 دور در دقیقه و در مدت زمان 6 دقیقه مخلوط شدند تا یک کرم حاوی حباب های هوا ایجاد گردد. سپس آب و شربت اینورت به این کرم اضافه شد و عمل همزدن به مدت 4 دقیقه ادامه یافت. در مرحله بعد بیکنینگ پودر و وانیل به آرد گندم اضافه گردید و مخلوط حاصل به صورت تدریجی به کرم افزوده شد. در این پژوهش متغیر مورد بررسی غلظت اینولین (در سه سطح 2/5، 5 و 7/5 درصد) و کنسانتره پروتئین آب پنیر (در سه سطح 3، 6 و 9 درصد) بود که به مخلوط اضافه گردید. در ادامه با استفاده از یک قیف پارچه ای 55 گرم از خمیر تهیه شده، درون کاغذهای مخصوص کیک که درون قالب ها قرار گرفته بودند، ریخته شد. سپس عمل پخت در فر آزمایشگاهی گردان³ با هوای داغ در دمای 170 درجه سانتی گراد و به مدت زمان 20 دقیقه انجام گردید. پس از سرد شدن، هر یک از نمونه ها در کیسه های پلی اتیلنی به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی، بسته بندی و در دمای محیط نگهداری شدند.

2-2-2-آزمون های فیزیکوشیمیایی

ترکیبات شیمیایی آرد گندم بر اساس روش های استاندارد اندازه گیری شد. جهت اندازه گیری درصد رطوبت کیک از استاندارد (AACC، 2000) شماره 16-44 استفاده گردید (9). به منظور تعیین فعالیت آبی، وزن های مساوی از هر نمونه کاملاً خرد و آسیاب گردید و فعالیت آبی نمونه ها توسط دستگاه a_w متر (مدل تستو 200، ساخت کشور انگلستان) اندازه گیری شد. برای اندازه گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد AACC، 2000 شماره 10-72 استفاده شد (9).

برای این منظور در فاصله زمانی 2 ساعت پس از پخت، قطعه ای به ابعاد 2x2 سانتی متر از مرکز هندسی کیک تهیه گردید و حجم مخصوص آن تعیین شد. ارزیابی بافت کیک در فاصله زمانی 24 و یک هفته پس از پخت، با استفاده از دستگاه بافت سنج بر اساس روش روندا و همکاران (2005) انجام گرفت (22). حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب با انتهای استوانه ای (2 سانتی متر قطر در 2/3 سانتی متر ارتفاع) با سرعت 60 میلی متر در دقیقه از مرکز کیک، بعنوان شاخص سفتی⁴ محاسبه گردید.

آنالیز رنگ پوسته کیک در فاصله زمانی 2 ساعت پس از پخت، از طریق تعیین شاخص L^* صورت پذیرفت. شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا 100 (سفید خالص) متغیر است. جهت اندازه گیری این شاخص ابتدا برشی به ابعاد 2 در 2 سانتی متر از کیک تهیه گردید و به وسیله اسکنر⁵ با وضوح 300 پیکسل تصویر برداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت. با فعال کردن فضای LAB در بخش Plugins، شاخص های فوق محاسبه شد (24). به منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک در فاصله زمانی 2 ساعت پس از پخت، از تکنیک پردازش استفاده شد (14).

خصوصیات حسی نمونه های کیک نیز توسط 10 ارزیاب آموزش دیده با روش امتیازدهی هدونیک⁵ نقطه ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابی حسی تحت شرایط مشابه نور، دما و رطوبت انجام گرفت که این شرایط در همه آزمایش ها ثابت بودند (21).

¹-Orafti²-Electra EK-230M³-ZucchiniForni, ITALIA.⁴- Hardness⁵-HP Scanjet G3010

اثر مستقل و متقابل این دو ترکیب به ترتیب در شکل 1 و جدول 2 آورده شده است.

بررسی نتایج اثرات مستقل نشان داد که با افزایش میزان اینولین در کیک از 2/5 درصد تا 7/5 درصد، مقدار رطوبت محصول به طور معنی داری نسبت به سایر غلظت‌ها و نمونه شاهد افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان رطوبت در غلظت 7/5 درصد اینولین به دست آمد که برابر 25/45 درصد بود (شکل 1). این روند در مورد افزودن WPC به کیک نتیجه مشابهی را نسبت به اینولین نشان داد بدین معنی که با افزودن WPC از 3 تا 9 درصد، رطوبت محصول افزایش یافت طوری که نسبت به نمونه شاهد در سطح متفاوتی قرار داشتند در حالیکه بین نمونه حاوی 6 و 9 درصد WPC از نظر آماری اختلاف معنی دار نبود. طبق نتایج بیشترین میزان رطوبت مربوط به 9 درصد WPC بود که برابر 25/09 درصد بود و کمترین مقدار مربوط به نمونه شاهد با 23/93 درصد رطوبت بود (شکل 1). براساس نتایج اثر متقابل مشخص گردید که ترکیب اینولین و WPC به خصوص با نسبت 7/5 درصد اینولین و 9 درصد WPC و 7/5 درصد اینولین و 6 درصد WPC بیشترین اثر را در افزایش میزان رطوبت محصول نهایی داشت (جدول 2). علت افزایش میزان رطوبت نمونه‌ها نسبت به شاهد احتمالا قدرت بالای اینولین و WPC در جذب و نگهداری آب در حین فرآیند پخت و نگهداری است. در همین راستا ایوبی و همکاران (1390) در بررسی اثر صمغ گزانتان و گوار بر میزان رطوبت کیک روغنی به این نتیجه دست یافتند که این دو صمغ به طور معنی داری در سطح اطمینان 95 درصد قادر به افزایش میزان این پارامتر نسبت به نمونه فاقد صمغ بودند. نقی پور و همکاران (1391) نیز با بررسی امکان تولید کیک بدون گلوتن با استفاده از صمغ های گوار و گزانتان به نتیجه مشابهی دست یافتند بدین معنی که با افزایش میزان صمغ های گوار و گزانتان در نمونه درصد رطوبت محصول نهایی افزایش یافت (7). همچنین تحقیقات فرانک در سال 2002 نشان داد که افزودن اینولین و الیگوفروکتوز به نان و کیک، باعث مرطوب نگه داشتن این محصولات شده و تازگی آن‌ها را به مدت طولانی تری حفظ می‌کند (27).

3-3- طرح آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت بررسی نتایج اثر مقدار اینولین و کنسانتره پروتئین آب پنیر بر خواص فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی کیک، از طرح آماری کاملاً تصافی به روش فاکتوریل استفاده شد. اطلاعات با استفاده از نرم افزار آماری SAS و پیرایش 9/1 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال آلفا برابر با 0/05 با همین نرم افزار انجام گردید. متغیرهای فرآیند شامل غلظت اینولین (در سه سطح 2/5، 5 و 7/5 درصد) و کنسانتره پروتئین آب پنیر (در سه سطح 3، 6 و 9 درصد) و ویژگی های اندازه گیری شده نیز شامل فعالیت آبی، رطوبت، حجم مخصوص، تخلخل، سفتی، رنگ و ویژگی های حسی (آروما، طعم و مزه، رنگ پوسته، رنگ مغزی، بافت، پذیرش کلی) بود که در 3 تکرار انجام شد. جهت مقایسه میانگین نمونه های تیمار شده با نمونه شاهد نیز نرم افزار Mstst c بکار برده شد. برای ترسیم نمودارها نیز از نرم افزار Microsoft Excel 2007 استفاده گردید.

3- نتایج و بحث

مشخصات آرد گندم مورد استفاده (آرد ستاره با درجه استخراج 81 درصد) به شرح جدول 1 می باشد.

جدول 1- خصوصیات شیمیایی آرد گندم مورد استفاده در آزمون.

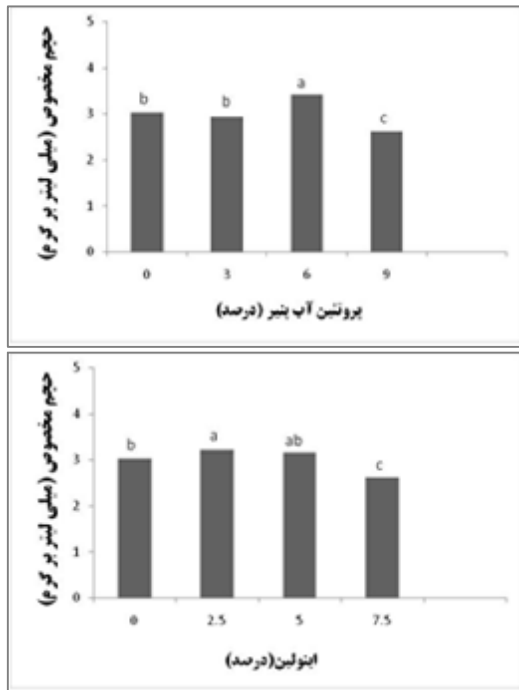
مقدار	خصوصیات کیفی
13/6±0/95	رطوبت (درصد)
10/5±0/64	پروتئین (گرم در صد گرم)
0/64±0/058	خاکستر (گرم در صد گرم)
26/7±1/8	گلوتن مرطوب (درصد)
402±5/8	عدد فالینگ (ثانیه)

3-1- بررسی اثر متغیرهای مستقل بر رطوبت کیک

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تاثیر تیمارهای غظت اینولین و WPC¹ بر میزان رطوبت محصول نهایی در سطح احتمال 99 % ($p < 0/05$) معنی دار بود در حالی که اثرات متقابل این تیمارها روی میزان رطوبت کیک اثر معنی داری نداشت ($p > 0/05$).

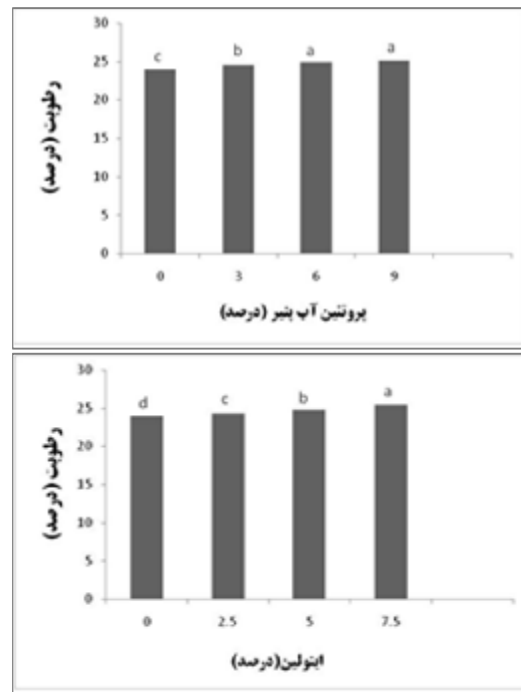
¹-Whey protein concentrate

گذاشته است (جدول 2). Sciarini و همکاران (2012) و نقی پور و همکاران (1391) با بررسی اثر صمغ بر میزان حجم محصولات خمیری بدون گلوتن بیان نمودند که استفاده از صمغ در افزایش حجم محصول فراوری شده مؤثر است (7 و 23).



شکل 2- اثر مستقل اینولین و WPC بر میزان حجم مخصوص محصول نهایی

3-3- بررسی اثر متغیرهای مستقل بر تخلخل کیک اثر مستقل و متقابل تیمارها به ترتیب در شکل 3 و جدول 2 آورده شده است. همان طور که اثر مستقل اینولین نشان می دهد میزان تخلخل کیک در سطوح 2/5 و 5 درصد از نظر آماری در سطح احتمال 95 درصد تفاوت معنی داری با نمونه شاهد و در سطح بالاتر نسبت به آن قرار دارد اما این دو غلظت در یک سطح نسبت به همدیگر قرار دارند، در حالی که نمونه حاوی 7/5 درصد در سطحی پایین تر نسبت به نمونه شاهد قرار دارد (شکل 3). بر این اساس بیشترین و کمترین تخلخل محصول نهایی به ترتیب مربوط به سطوح 5 و 2/5 درصد اینولین بود (شکل 3). با بررسی اثر غلظت های مختلف WPC بر میزان تخلخل محصول نهایی مشخص شد که افزودن 3 درصد WPC تاثیر معنی داری در افزایش تخلخل نسبت به نمونه شاهد نداشته و در یک سطح قرار دارند در حالی که افزایش این ترکیب در



شکل 3- اثر مستقل اینولین و WPC بر میزان رطوبت محصول نهایی (حروف مشابه در هر شکل از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی داری ندارند).

3-2- بررسی اثر متغیرهای مستقل بر حجم مخصوص کیک همانگونه که اثر مستقل اینولین نشان می دهد میزان حجم مخصوص نمونه های حاوی 2/5 درصد نسبت به نمونه شاهد افزایش معنی داری داشت ولی افزایش اینولین به میزان 7/5 درصد منجر به کاهش معنی داری در حجم نمونه ها نسبت به نمونه شاهد و غلظت های پایین تر گردید ($p < 0.05$) به طوری که بیشترین میزان حجم مخصوص نمونه ها مربوط به غلظت 2/5 درصد و کمترین مربوط به غلظت 7/5 درصد اینولین بود (شکل 2). در مورد نمونه حاوی WPC نیز روندی نسبتاً مشابه نمونه حاوی اینولین مشاهده شد. با افزایش WPC تا 3 درصد افزایش معنی داری در حجم مخصوص نمونه ها نسبت به شاهد صورت نگرفت ولی با افزایش غلظت WPC تا 9 درصد حجم نمونه ها نسبت به شاهد کاهش معنی داری نشان داد به طوری که بیشترین حجم مربوط به نمونه های حاوی 6 درصد و کمترین حجم مربوط به نمونه های حاوی 9 درصد WPC بود (شکل 2). همچنین با مشاهده نتایج اثر متقابل مشخص گردید که نمونه های حاوی ترکیبی از اینولین و WPC به نسبت 5 درصد اینولین و 6 درصد WPC و همچنین 6 درصد WPC و 2/5 درصد اینولین بیشترین تاثیر را در افزایش حجم مخصوص محصول نهایی

3-4- بررسی اثر متغیرهای مستقل بر فعالیت آبی کیک

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تاثیر اینولین بر مقدار فعالیت آبی معنی دار بود ($P < 0.01$) در حالی که غلظت های مختلف پروتئین آب پنیر بر فعالیت آبی محصول نهایی تاثیر معنی داری نداشت ($P > 0.05$). همچنین نتایج نشان داد که اثرات متقابل این تیمار ها روی میزان فعالیت آبی کیک تاثیر معنی داری نداشت ($P > 0.05$). اثر مستقل و متقابل این دو ترکیب به ترتیب در شکل 4 و جدول 2 آورده شده است. با بررسی اثر اینولین بر فعالیت آبی محصول نهایی مشاهده شد که با افزایش غلظت اینولین فعالیت آبی نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری تغییر یافته است و این تغییرات روند افزایشی داشت. به طوری که در شکل 4 مشاهده می شود کیک حاوی 5 درصد با فعالیت آبی 0/907 و 7/5 درصد اینولین با فعالیت آبی 0/909 از نظر فعالیت آبی در یک سطح هستند ولی نسبت به نمونه شاهد به طور معنی داری در سطح بالاتری هستند. طبق نتایج حاصله بیشترین میزان فعالیت آبی مربوط به غلظت 7/5 درصد اینولین و کمترین مقدار مربوط به نمونه شاهد بود.

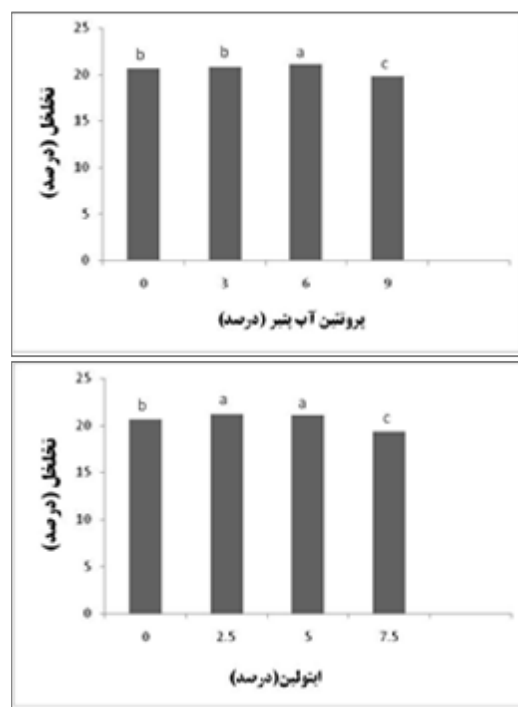
بررسی اثر مستقل WPC بر فعالیت آبی کیک، نتایج مشابهی را نسبت به اثر اینولین نشان داد. همان طور که در شکل 4 مشاهده می شود اثر هر سه غلظت WPC نسبت به نمونه شاهد در سطح بالاتری بوده و این تفاوت از نظر آماری معنی دار بود در حالیکه بین غلظت های مختلف با یکدیگر اختلاف معنی داری وجود نداشت و هر سه در یک سطح قرار داشتند. به طوری که بیشترین و مقدار فعالیت آبی مربوط به نمونه حاوی 9 درصد WPC و نمونه شاهد بود که به ترتیب برابر 0/907 و 0/895 بود (شکل 4). نتایج حاصل از اثرات متقابل تیمارها بر میزان فعالیت آبی محصول نهایی نشان داد که نمونه های حاوی ترکیبی از 7/5 درصد اینولین و 6 درصد WPC، 7/5 درصد اینولین و 3 درصد WPC و 7/5 درصد اینولین و 9 درصد WPC با مقدار فعالیت آبی برابر 0/909 بیشترین فعالیت آبی را داشت که با نمونه شاهد در یک سطح بود (جدول 2).

بررسی نتایج نشان داد که روند تغییرات رطوبت تا حد زیادی مشابه روند تغییرات فعالیت آبی در محصول پخته شده است، به طوری که با افزایش رطوبت محصول فعالیت آبی آن نیز روند افزایشی داشته است.

فرمولاسیون تا 6 درصد موجب افزایش تخلخل نمونه ها نسبت به شاهد و سایر غلظت ها شد به طوری که این تغییرات از نظر آماری نیز معنی دار بود ($P < 0.05$). نتایج نشان داد که افزودن 9 درصد WPC تاثیر منفی بر تخلخل نمونه های کیک داشت به طوریکه کمترین میزان تخلخل مربوط به نمونه های حاوی 9 درصد WPC و بیشترین مقدار این پارامتر مربوط به سطح 6 درصد WPC بود (شکل 3).

نتایج حاصل از اثرات متقابل تیمارها بر میزان تخلخل محصول نهایی نشان داد که نمونه های حاوی ترکیبی از اینولین و WPC با نسبت 6:5 بیشترین و نمونه حاوی ترکیب اینولین و WPC با نسبت 9:7/5 کمترین میزان تخلخل را در بین سایر نمونه ها داشت (جدول 2).

افزایش میزان تخلخل به دلیل کاهش اندازه و افزایش تعداد سلول های گازی و توزیع یکنواخت آن ها در بافت محصول است. زیرو و همکاران (2012) و نقی پور و همکاران (1391) نتایج مشابهی را در نتیجه افزودن صمغ گوار و گزانتان به فرمولاسیون کیک روغنی و افزایش تعداد سلول های گازی بیان نمودند (7 و 25).



شکل 3- اثر مستقل اینولین و WPC بر میزان تخلخل محصول نهایی

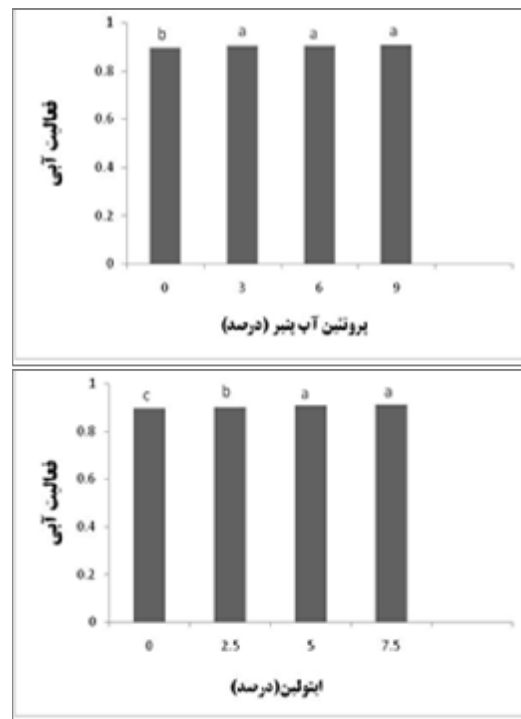
سطح 7/5 درصد بیشترین سفتی را نسبت به نمونه شاهد دارا بودند به طوری که از نظر آماری نیز تفاوت معنی داری داشت (شکل 5).

با بررسی اثر مستقل WPC در فاصله زمانی 24 ساعت و یک هفته پس از پخت نیز مشاهده شد که میزان سفتی محصول نهایی با افزایش WPC از 3 تا 6 درصد روند کاهشی و از 6 تا 9 درصد روند افزایشی داشت هر چند سفتی محصول در نمونه های حاوی 3 و 6 درصد WPC نسبت به نمونه شاهد در هر دو بازه زمانی پس از پخت در سطح پایین تری قرار داشت و این اختلاف از نظر آماری نیز معنی دار می باشد ($P < 0.05$). به طوری که تنها نمونه حاوی 9 درصد نسبت به نمونه شاهد بیشتر بود که مقدار سفتی آن برای بازه زمانی 24 ساعت پس از پخت برابر 6/62 نیوتن و برای بازه یک هفته پس از پخت برابر 8/5 نیوتن بود (شکل 5). همچنین نتایج نشان داد که کمترین میزان سفتی مربوط به غلظت 6 درصد WPC بود که برای بازه زمانی 24 ساعت پس از پخت 5/72 نیوتن و برای بازه زمانی یک هفته پس از پخت 7/18 نیوتن حاصل شد (شکل 5).

نتایج حاصل از بررسی اثرات متقابل این دو ترکیب بر روی سفتی محصول نیز نشان داد که کیک حاوی ترکیبی از 6 درصد WPC و 5 درصد اینولین پس از 24 ساعت و همچنین پس از یک هفته دارای کمترین سفتی و بهترین نتیجه در مقایسه با نمونه شاهد بودند (جدول 2). بیاتی یا سفت شدن بافت محصولات صنایع پخت در طول مدت زمان نگهداری، فرآیند پیچیده‌ای است که عوامل متعددی نظیر رتروگراداسیون آمیلوپکتین، آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش مقدار رطوبت و یا توزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی در آن دخیل است (10). گالگر و همکاران (2004) و نقی پور و همکاران (1390) بیان نمودند که با افزودن صمغ نظیر گزانتان و گوار به فرمولاسیون محصولات خمیری حاوی آرد بدون گلوتن، سفتی مغز نمونه‌ها نسبت به نمونه فاقد صمغ کاهش می‌یابد (6 و 12).

Deverux و همکاران (2003) مشاهده کردند نمونه های Cookies حاوی اینولین به علت رطوبت بالاتر، تردی کمتری داشتند (26). با توجه به تحقیقات انجام گرفته مشخص می شود که افزودن اینولین به علت خاصیت جذب و حفظ رطوبت آن باعث کاهش سختی محصولات شده است.

با توجه به اینکه بالا بودن رطوبت و فعالیت آبی در محصول نهایی سبب تاخیر در بیاتی و در نتیجه افزایش ماندگاری محصول می شود، بنابراین نمونه حاوی ترکیبی از 7/5 درصد اینولین و 6 و 9 درصد WPC نتیجه بهتری را از نظر این پارامتر حاصل کرد (جدول 2).

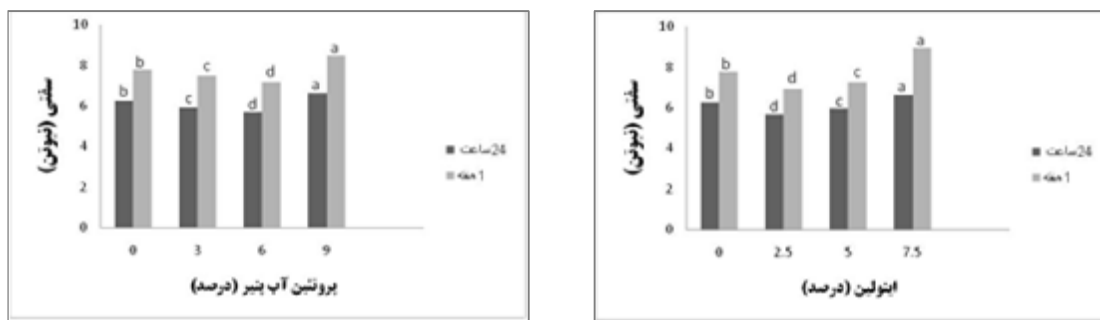


شکل 4- اثر مستقل اینولین و WPC بر میزان فعالیت آبی محصول نهایی

3-5- بررسی اثر متغیرهای مستقل بر سفتی کیک

با بررسی اثر مستقل اینولین در فاصله زمانی 24 ساعت پس از پخت مشاهده شد که با افزایش اینولین در فرمولاسیون، سفتی کیک افزایش یافت به طوری که با افزودن سطوح 2/5 و 5 درصد اینولین، با اینکه سفتی محصول روند افزایشی داشت ولی از نظر آماری به طور معنی داری در سطوحی پایین تر نسبت به نمونه شاهد قرار داشت در حالیکه افزودن 7/5 درصد اینولین منجر به افزایش چشمگیری در سفتی محصول نهایی بعد از 24 ساعت شد. بر این اساس کمترین میزان سفتی مربوط به نمونه حاوی 2/5 درصد و بیشترین مقدار سفتی مربوط به نمونه حاوی 7/5 درصد اینولین بود (شکل 5).

بررسی در فاصله زمانی یک هفته پس از پخت نیز نتیجه مشابهی را نشان داد به طوری که غلظت 2/5 درصد اینولین کمترین و



شکل 5- اثر مستقل اینولین و WPC بر میزان سفتی محصول نهایی در فاصله زمانی 24 ساعت و یک هفته پس از پخت

جدول 2- اثر متقابل اینولین و پروتئین آب پنیر (WPC) بر خصوصیات کمی و کیفی کیک

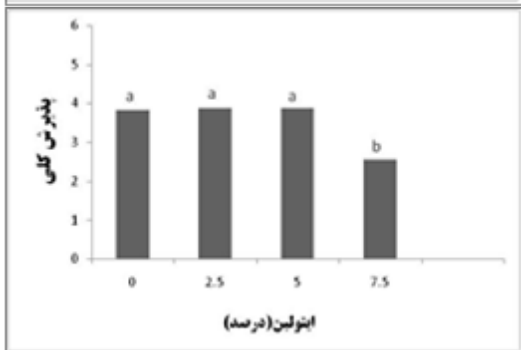
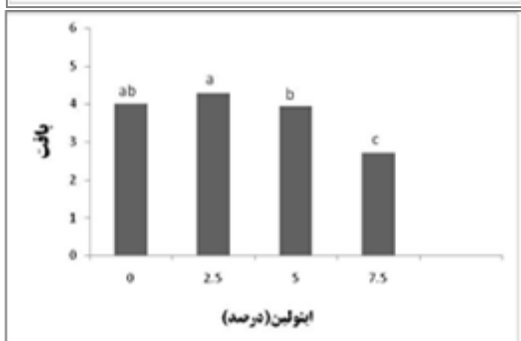
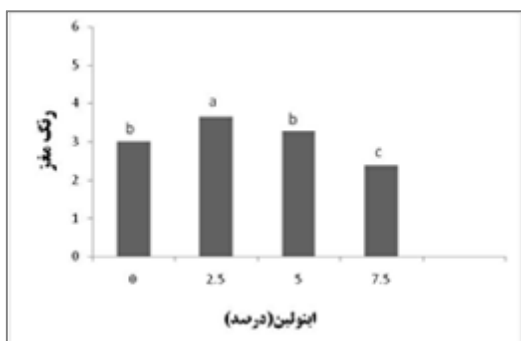
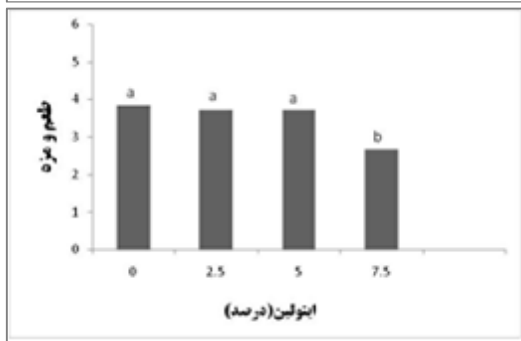
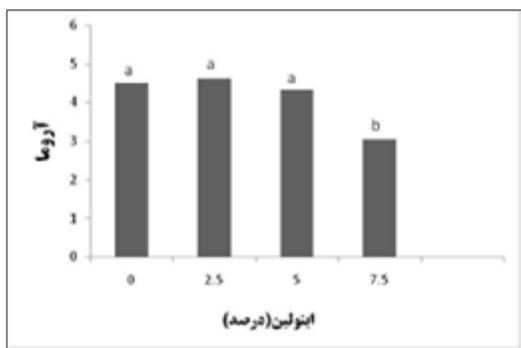
تیمار	اینولین	WPC	رطوبت (درصد)	حجم مخصوص (g/ml)	فعالیت آبی (درصد)	تخلخل (درصد)	سفتی پس از 24 ساعت پخت (نیوتن)	سفتی پس از یک هفته پخت (نیوتن)
شاهد	0	0	23/93 ^d	3/03 ^b	0/895 ^d	20/66 ^c	6/26 ^b	7/76 ^d
1	2/5	3	24/03 ^d	3/13 ^b	0/898 ^{cd}	21/56 ^b	5/36 ^c	6/53 ^e
2	2/5	6	24/26 ^{cd}	3/73 ^a	0/90 ^{bc}	21/66 ^b	5/33 ^c	6/6 ^e
3	2/5	9	24/6 ^{bc}	2/76 ^c	0/905 ^{ab}	20/30 ^d	6/3 ^b	7/73 ^d
4	5	3	24/6 ^{bc}	3 ^b	0/905 ^{ab}	20/70 ^c	6/1 ^b	7/76 ^d
5	5	6	24/63 ^{bc}	3/76 ^a	0/907 ^a	22/5 ^a	5/1 ^c	5/83 ^f
6	5	9	24/93 ^b	2/7 ^c	0/908 ^a	20/10 ^d	6/73 ^a	8/2 ^c
7	7/5	3	24/93 ^b	2/7 ^c	0/909 ^a	20/06 ^d	6/3 ^b	8/13 ^c
8	7/5	6	25/7 ^a	2/73 ^c	0/909 ^a	19/10 ^e	6/73 ^a	9/13 ^b
9	7/5	9	25/73 ^a	2/4 ^a	0/909 ^a	18/93 ^e	6/83 ^a	9/56 ^a

حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی داری ندارند.

یافته و کیک، تیره تر به نظر می رسد. با بررسی اثر مستقل WPC نیز روندی مشابه اثر اینولین بر روی مؤلفه L^* مشاهده شد بدین معنی که با افزودن WPC به فرمولاسیون ابتدا میزان روشنی ظاهری نمونه ها با افزودن 3 درصد WPC نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت در حالیکه با افزایش بیشتر این ترکیب تا سطوح 6 و 9 درصد میزان این مؤلفه به طور معنی داری کاهش یافت به طوری که کمترین میزان این مؤلفه در غلظت 9 درصد WPC حاصل شد (شکل 6). در کل نتایج چنین نشان داد که افزودن غلظت های بالای اینولین و WPC تاثیر منفی بر رنگ ظاهری نمونه ها شده و کدورت آن ها را افزایش می دهد که از نظر بازار پسندی پارامتری منفی تلقی می شود.

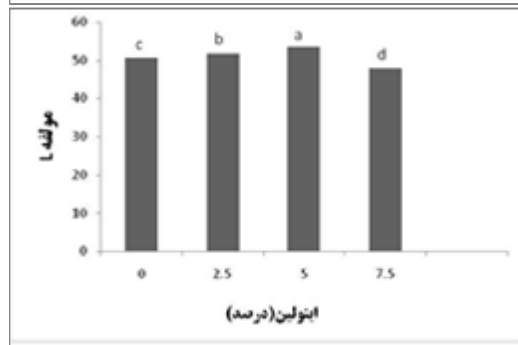
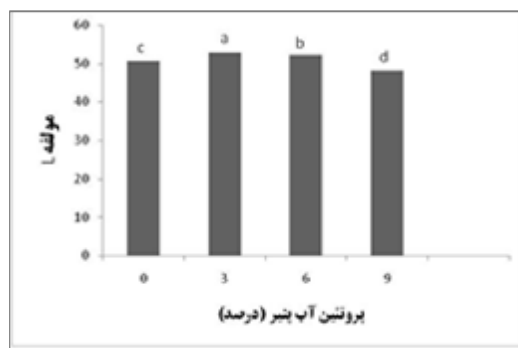
3-6- بررسی اثر متغیرهای مستقل بر رنگ کیک

اثر مستقل اینولین نشان داد با افزودن این ترکیب به فرمولاسیون، میزان مؤلفه L^* (معرف میزان روشنی نمونه) نمونه های تحت تیمار کیک ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت بدین معنی که با افزایش غلظت اینولین تا 2/5 و 5 درصد میزان مؤلفه L^* و در نتیجه روشنی نمونه ها در مقایسه با نمونه شاهد افزایش معنی داری یافت. در حالی که با ادامه افزایش غلظت این ترکیب در فرمولاسیون میزان مؤلفه L^* نسبت به نمونه شاهد و سایر غلظت ها در سطح پایین تری قرار گرفت به طوری که کمترین و بیشترین میزان مؤلفه L^* مربوط به نمونه های حاوی 7/5 درصد و 5 درصد اینولین بود (شکل 6). اینولین به دلیل جذب آب باعث کاهش پراکنش نور شده و در نتیجه، درجه درخشندگی کاهش

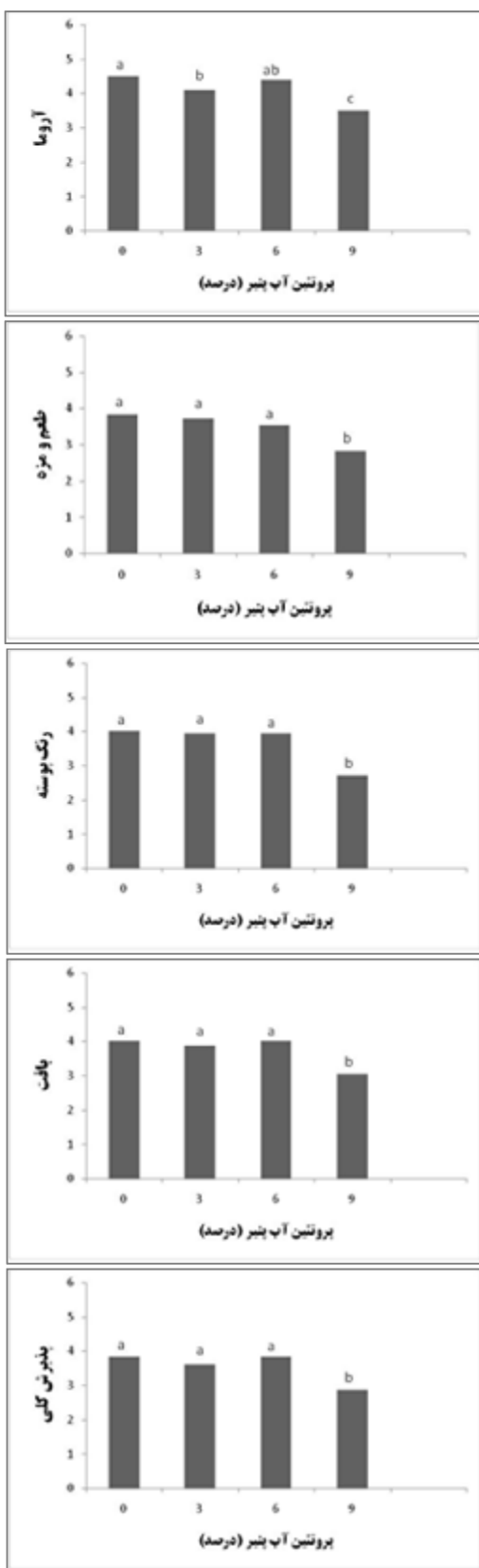


شکل 7- اثر مستقل اینولین بر خصوصیات حسی کیک

در مطالعه Bolenz و همکاران (2006) که در مورد بررسی اثر پرکننده ها در شکلات شیری بود مشخص شد افزایش غلظت اینولین باعث تیره تر شدن شکلات و کاهش مولفه L^* می شود. همچنین نمونه های حاوی اینولین نسبت به نمونه شاهد زردی (b^*) کمتر و قرمزتری بیشتری (a^*) نشان داد. نمونه حاوی اینولین در مطالعات حسی نیز به عنوان تیره ای ترین نمونه مشخص شد (28). در همین راستا نقی پور و همکاران (1391) با افزودن صمغ گوار و گزانتان به کیک بدون گلوتن حاوی آرد سورگوم و شیر سویا به این نتیجه دست یافتند که استفاده از صمغ در محصولات خمیری بدون گلوتن سبب روشن تر شدن رنگ پوسته می گردد (7). افزایش میزان مولفه L^* به دلیل ظرفیت بالای نگهداری آب توسط صمغهاست. این دسته از افزودنی ها با حفظ رطوبت و ممانعت از خروج آب در حین فرآیند پخت سبب کاهش تغییرات سطح پوسته محصول نهایی می شوند که این امر می تواند در افزایش این مولفه رنگی مؤثر باشد.



شکل 6- اثر مستقل اینولین و WPC بر میزان مولفه رنگی پوسته کیک



شکل 8- اثر مستقل WPC بر خصوصیات حسی کیک

3-7- بررسی اثر متغیرهای مستقل بر خواص حسی کیک

نتایج آنالیز واریانس اینولین و WPC بر خصوصیات ارگانولپتیکی کیک نشان داد که اثر این تیمارها بر روی صفات آروما، طعم و مزه، رنگ پوسته، رنگ مغز، بافت و پذیرش کلی توسط داوران معنی دار بود ($P < 0.01$). نتایج حاصل از اثر مستقل اینولین و WPC و همچنین اثرات متقابل این دو ترکیب بر روی خصوصیات حسی کیک به ترتیب در شکل های 7 و 8 و جدول 3 آورده شده است. با بررسی اثر مستقل اینولین و مقایسه میانگین ها در مورد خصوصیات حسی کیک مشاهده شد که افزایش اینولین تا سطح 5 درصد تاثیر مثبت و معنی داری بر روی صفات حسی محصول نهایی داشت ولی افزایش این ترکیب هیدروکلوئیدی به مقدار 7/5 درصد تاثیر منفی بر مطلوبیت و ویژگی های حسی کیک از نظر داوران داشت (شکل 7).

با بررسی اثر تیمار WPC در کیک نیز روندی مشابه حاصل گردید طوری که کنسانتره پروتئین آب پنیر تا سطح 6 درصد باعث افزایش پذیرش محصول توسط داوران شد ولی با افزایش آن به سطح 9 درصد مطلوبیت محصول کاهش پیدا کرد (شکل 8).

کنسانتره پروتئینی آب پنیر به جای شیر خشک (SMP) در تهیه ماست به دلیل خاصیت آب دوستی بیشتر پروتئین های سرمی نسبت به کازئین باعث خامه ای شدن بافت ماست می گردد و این بافت از نظر اکثر مصرف کنندگان مطلوب بوده و احساس دهانی مطبوع ایجاد می کند. لذا در طول دوره نگهداری ماست های غنی سازی شده با کنسانتره پروتئینی آب پنیر به دلیل تولید بیشتر دی استیل و اسیدیته همچنین بهبود ساختمان ژل و قوام، بافت ماست خامه ای شده، پذیرش کلی محصول بهبود می یابد.

نتایج حاصل از آنالیز حسی و امتیازدهی توسط داوران با آنالیز دستگامی مطابقت داشت که نشانه دقیق بودن انجام آزمایشات و در نتیجه مطلوب بودن نتایج حاصل از این تحقیق می باشد. همانطور که از نتایج بر می آید محصول نهایی با دارا بودن 6 و 3 درصد WPC دارای بالاترین سطوح فعالیت آبی و رطوبت (منجر به حفظ تازگی و تاخیر در بیاتی محصول می شود)، بیشترین حجم مخصوص و تخلخل (عامل پوکی و بالا رفتن راندمان تولید و تاخیر در بیاتی) کمترین سفتی و بیشترین مطلوبیت ظاهری (بالا بودن مولفه L) بود.

درصد اینولین و 6 درصد WPC بیشترین اثر مثبت و بهبود دهندگی را بر روی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی محصول نهایی داشته و لذا جهت استفاده در فرمولاسیون کیک پیشنهاد می شود.

Dutcosky و همکاران (2010)، Lazaridou و همکاران (2007) و نقی پور و همکاران (1391) با استفاده از صمغ در محصولات خمیری بدون گلوتن به این نتیجه دست یافتند که کاربرد صمغها در فرمولاسیون این دسته از محصولات توانایی بهبود خصوصیات حسی و در نتیجه افزایش پذیرش کلی محصول نهایی را در مقایسه با نمونه فاقد صمغ دارد (7، 11 و 19).

در نتایج آنالیز حسی نیز سطح 3 و 6 درصد دارای بیشترین آروما، طعم و مزه، رنگ پوسته و رنگ مغزی، بافت و در نتیجه بیشترین پذیرش کلی بود.

با بررسی اثر متقابل تیمارها بر روی خصوصیات حسی مشخص شد که نمونه حاوی 5 درصد اینولین و 6 درصد WPC دارای بیشترین پذیرش از نظر آروما، طعم و مزه، رنگ، مطلوبیت بافت و پذیرش کلی بود که این پذیرش و امتیاز از نظر آماری با نمونه‌های شاهد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول 3). بنابراین بر اساس نتایج حاصل از آنالیز دستگاهی و همچنین آنالیز حسی و امتیازدهی توسط داوران آموزش دیده در مجموع غلظت 5

جدول 3- اثر متقابل اینولین و پروتئین آب پنیر (WPC) بر خصوصیات حسی کیک

تیمار	اینولین	WPC	آروما	طعم و مزه	رنگ مغزی	رنگ پوسته	بافت	پذیرش کلی
شاهد	0	0	4/5 ^{bc}	3/83 ^{abc}	3 ^b	4 ^{cd}	4 ^{bc}	3/83 ^c
1	2/5	3	4/66 ^{ab}	3/66 ^{bc}	4 ^a	3/83 ^d	4/33 ^{ab}	4 ^c
2	2/5	6	5 ^a	4/16 ^{ab}	4/16 ^a	4/33 ^{bc}	4/66 ^a	4/33 ^{ab}
3	2/5	9	4/16 ^c	3/33 ^{dc}	2/83 ^b	2/83 ^{gf}	3/83 ^c	3/33 ^d
4	5	3	4/33 ^{bc}	3/83 ^{abc}	3/16 ^b	4/66 ^{ab}	4/16 ^{bc}	3/83 ^c
5	5	6	5 ^a	4/33 ^a	4/33 ^a	5 ^a	4/66 ^a	4/66 ^a
6	5	9	3/66 ^d	3 ^{ed}	2/33 ^c	3/16 ^{ef}	3 ^d	3/16 ^d
7	7/5	3	3/33 ^{ed}	3/16 ^d	2/83 ^b	3/33 ^e	3/16 ^d	3 ^d
8	7/5	6	3/16 ^e	2/66 ^e	2/33 ^c	2/5 ^{gh}	2/66 ^{ef}	2/5 ^e
9	7/5	9	2/66 ^f	2/16 ^f	2 ^c	2/16 ^h	2/33 ^f	2/16 ^e

حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح $P < 0.05$ تفاوت معنی‌داری ندارند.

4- نتیجه گیری

اثر متقابل WPC و اینولین در سطوح 6 و 2/5 درصد، بر محصول نیز حاکی از این بود که سفتی محصول بعد از 24 ساعت و یک هفته نگهداری محصول در کمترین مقدار نسبت به نمونه شاهد و سایر غلظت‌ها قرار داشت. بهترین سطحی که برای WPC و اینولین انتخاب شد به ترتیب غلظت 6 درصد و 5 درصد بود زیرا در این سطوح بیشترین تاثیر مثبت را بر خصوصیات کیک گذاشته است. نتایج آنالیز حسی نیز نشان داد که هر دو ترکیب در سطوح مطلوب یعنی 5 درصد اینولین و 6 درصد WPC نسبت به نمونه شاهد، تاثیر منفی بر خصوصیات حسی محصول نهایی نداشت.

در این پژوهش جهت غنی‌سازی کیک از اینولین و پروتئین آب پنیر به صورت ترکیبی استفاده شد. نتایج نشان داد که این ترکیبات باعث بهبود خواص فیزیکوشیمیایی کیک می‌شود و در غلظت‌های موثر، تاثیر منفی نسبت به نمونه شاهد بر روی خصوصیات حسی محصول نهایی ندارد. با بررسی اثر مستقل اینولین و WPC بر خصوصیات کیک مشاهده شد که میزان فعالیت آبی و رطوبت افزایش یافت که به نوبه خود باعث تاخیر در بیاتمی محصول نهایی و حفظ حالت تازگی محصول می‌شود. همچنین WPC در سطح 6 درصد و اینولین با غلظت 5 درصد باعث افزایش حجم مخصوص و تخلخل در محصول نهایی و به مقدار کمی منجر به افزایش روشنی ظاهر محصول شد. بررسی

5-منابع

- sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. *Food Chemistry*, 98, 630-638.
- 12- Gallagher, E., Gormley, T. R. and Arendt, E. K. 2004. Recent Advances in the Formulation of Gluten-Free Cereal-Based Products. *Trends in Food Science & Technology*, 15: 143-152.
- 13- Gualarte, M. A., Hera, E., Gomez., and Rosell, M. 2012. Effect of different fibers on batter and gluten free layer cake properties. *LWT- Food Science and Technology*, 48(2): 209-214.
- 14- Haralick, R. M., K. Shanmugam., and Dinstein, I. 1973. Textural features for image classification. *IEEE Transactions of ASAE*, 45(6): 1995-2005.
- 15- Hołownia, P., Jaworska-Łuczak, B., Wiśniewska, I., Biliński, P. and Wojtyła, A. 2010. The Benefits & Potetial Health Hazards Posed by the Prebiotic Inulin – A Reviv. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 60(3): 201-211.
- 16- Hoque, M.Z., Hossain, K.M. and Alter, F. 2009. The effect of Lecithin- Anon-abxorbingemulisifying agent on cookie production. *Pakistan Journal of Nutritiion*, 8(7), 1074-1077.
- 17- Hussein, E.A., Beltagy, A.E. and Gaafar, A.M. 2011. Production and Quality Evaluation of Low Calorie Cake. *American Journal of Food Technology*, 6: 827-834.
- 18- Johansson, L. 2001. Investigation of dietary fibers by in vitro methods for estimation of health effects: Influence on bile acid binding and surface tension. *Biotechnology and food chemistry*. 11-18.
- 19- Lazaridou, A., Duta, D., Pagageorgiou, M., Belc, N., and Biliaderis, C.G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten –free formulations. *Journal of Food Engineering*, 79: 1033-1047.
- 20- Morris, C. and Morris, G.A. 2012. The effect of inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management : A review. *Food Chemistry*, 133, 237-248.
- 21- Rajabzadeh, N. 1991. Iranian Flat Bread Evaluation. Pp. 1-50, Iranian Cereal and Bread Research Institute, Publication no.71, Tehran, Iran.
- 22- Ronda, F., Gomes, M., Blanco, C. A., and Caballero, P. A. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar free sponge cakes. *Journal of Food Chemistry*, 90: 549-55.
- 23- Sciarini, L. S., Ribotta, P. D., Leon, A. E., and Perez, G. T. 2012. Incorporation of several additives into gluten free bread: Effect on dough properties and bread quality. *Journal of Food Engineering*, 111(4): 590-579.
- 24- Sun, D. 2008. Computer vision technology for food quality evaluation. Academic Press, New York.
- 1- ابراهیم پور، ن، پیغمبر دوست، ه، آزاد مرد دمیرچی، ص. و قنبرزاده، ب. 1389. تاثیر افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف روی ویژگی های حسی و بیاتی نان بدون گلوتن. مجله پژوهش های صنایع غذایی، جلد 20/3، شماره 1.
- 2- ایوبی، ا، حبیبی نجفی، م. ب، کریمی، م. 1390. بررسی اثر سطوح مختلف کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک روغنی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، دوره 8، شماره 29: 81-88.
- 3- مرتضوی، ع، شهیدی، م، حکیم زاده، و، حکیم عطار، ب. و طباطبایی، ف. 1389. تکنولوژی شیر و فراورده های لبنی. انتشارات ترجمان خرد.
- 4- مرتضوی، ع، قدس روحانی، م، وجوینده، ح. 1374. تکنولوژی شیر و فراورده های لبنی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- 5- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1383، شربت اینورت- ویژگی ها، شماره 8025.
- 6- نقی پور، ف، حبیبی نجفی، م. ب، کریمی، م، حداد خداپرست، م. ح، شیخ الاسلامی، ز. و صحرائیان، ب. 1390. بررسی اثر صمغ های گوار و گزانتان بر خصوصیات کیفی و کمی کیک سورگوم بدون گلوتن، مجموعه مقالات اولین همایش ملی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قوچان.
- 7- نقی پور، ف، حبیبی نجفی، م. ب، کریمی، م. 1391. بررسی امکان تولید کیک بدون گلوتن با استفاده از سورگوم، شیر سویا و صمغ های گوار و گزانتان. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- 8- نور محمدی، ا، پیغمبر دوست، ه. و اولاد غفاری، ع. 1391. تولید کیک کم کالری به وسیله جایگزینی ساکارز با اریتریتول و الیگوفروکتوز. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال هفتم، شماره 1، 92-85.
- 9- AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- 10- Ahlborn, G. J., Pike, O. A., Hendrix, S. B., Hess, W. M., and Huber, C, S. 2005. Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low protein and gluten free bread. *Cereal Chemistry*, 82: 328-335.
- 11- Dutcosky, S.D., Grossmann, M.V.E., Silva, R.S.S.F. and Welsch, A.K. 2006. Combined

- 25- Ziobro, R., Korus, J., Witczak, M., and Juszcak, L. 2012. Influence of modified starches on properties of gluten free dough and bread. Part II: Quality and staling of gluten free bread. *Food Hydrocolloids*, 29(1): 68-74.
- 26- Devereux HM, Jones GP, McCormax L, Hunter WC. 2003. Consumer acceptability of low fat foods containing inulin and oligofructose. *Journal of Food Science*; 68(5): 1850-4.12.
- 27- Franck A. 2002. Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*; 87 suppl 2; S287- 91.
- 28- Bolenz S, Amtsberg K, Schape R. 2006. The broader usage of sugars and fillers in milk chocolate made possible by the new EC cocoa directive. *International Journal of Food Science and Technology*; 41: 45-5.