

تولید اسنک حجیم حاوی پودر آب پنیر - تخم مرغ و ارزیابی ویژگیهای آن

نادر روشن^۱، ریحانه احمدزاده^۱، مهدی کریمی^۲، الناز میلانی^{۳*} و پروین شرایعی^۲

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

۲- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۳- گروه پژوهشی فرآوری مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاددانشگاهی، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۲۱

چکیده

امروزه افزایش دانش تغذیه‌ای افراد جامعه موجب شده است توسعه و تولید محصولات غذایی سلامتی‌زا روند روبه‌رشدی به خود گیرد و به این ترتیب پژوهش و نوآوری در این زمینه از اهمیت ویژه برخوردار گردد. اکستروژن از فرایندهای موثر در صنعت غذا به شمار می‌رود. میان وعده‌های غذایی بویژه انواع اسنک حجیم به دلیل خصوصیات بافتی و نیز مواد طعمی و رنگ‌های جذاب از مقبولیت زیادی در بین اقشار جامعه برخوردارند. اما با توجه به برخی از آثار سوء تغذیه‌ای و غیرمغذی بودن این محصولات، غنی‌سازی آن‌ها مورد توجه می‌باشد. از این رو هدف از انجام پژوهش تأثیر افزودن مقادیر مختلف پودر سفیده تخم‌مرغ و پودر آب پنیر (سطوح ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی بر ویژگی‌های اسنک حجیم حاوی آرد برنج و ذرت (۵۰:۵۰) بود. پارامترهای مورد ارزیابی شامل ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ویژگی‌های حسی، مولفه‌های سنجش رنگ و بافت بود. نتایج نشان داد؛ افزودن پودر سفیده تخم‌مرغ و آب پنیر بر میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر تأثیر معنی‌داری داشت. افزودن بیش از ۱۰ درصد پودر سفیده تخم‌مرغ و بیش از ۵ درصد پودر آب پنیر سبب کاهش مؤلفه L^* و افزایش سختی بافت نمونه گردید. افزودن هر دو پارامتر در بالاترین میزان سبب کاهش انبساط شوندگی فرآورده حجیم شد، همچنین، براساس نتایج ارزیابی حسی سطح ۵ درصد از پودر آب پنیر و سفیده تخم‌مرغ از نظر پانلیست‌ها مورد تأیید قرار گرفت. براساس نتایج این پژوهش در مقایسه با نمونه شاهد موجود در بازار جهت دستیابی به فرآورده مطلوب، شرایط بهینه فرمولاسیون جهت غنی‌سازی اسنک شامل افزودن همزمان ۵ درصد پودر سفیده تخم‌مرغ و ۵ درصد پودر آب پنیر تعیین گردید.

واژه‌های کلیدی: اسنک حجیم، آب پنیر، سفیده تخم‌مرغ، غنی‌سازی،

۱-مقدمه

اسنک‌ها طیف وسیعی از محصولات غذایی را در بر می‌گیرند. این مواد غذایی به عنوان خوراکی‌های سبک یا جایگزین بخشی از یک وعده غذایی استفاده میشوند. اگرچه بخش مهمی که به طور متعارف غذاهای اسنکی را در بر می‌گیرد شامل اسنکهای اصلی مانند پاپ کورن، چیپس سیب زمینی و یا اسنک‌های پخته شده در فر یا سرخ شده و نیز اسنک‌های بر پایه نشاسته است. فرآیندهای مبتکرانه متعددی جهت تهیه این اسنک‌ها در صنعت وجود دارد ولیکن تعدادی از انواع مهم این فرآیندها از اکستروژن به عنوان بخش اصلی خط تولید استفاده می‌نمایند (۳).

امروزه فرآورده‌های حجیم شده نظیر اسنک‌ها و غلات صبحانه به دلیل دارا بودن بافتی ترد بسیار محبوب می‌باشد که این بافت ترد به دلیل ایجاد ساختار لانه زنبوری طی فرآیند اکستروژن است. در آمریکا اسنک‌ها و غلات صبحانه معمولاً از ذرت و همچنین برنج، گندم و یولاف تهیه می‌شوند (۲ و ۸). با توجه به استفاده از مواد طعم دهنده و رنگ‌های جذاب، مصرف این نوع فرآورده‌ها در بین اقشار مختلف جامعه به ویژه کودکان و نوجوانان از جاذبه زیادی برخوردار بوده و به شدت رو به گسترش است. بدلیل مصرف بالای اسنک‌های (میان وعده) اکستروژن‌شده (حجیم) و از سوی دیگر افزایش آگاهی عمومی در خصوص یکنواختی فرمول اسنک حجیم ذرت و میزان چربی و نمک بالا، همواره نگرانی‌های تغذیه‌ای در این حوزه وجود دارد. این موضوع با توجه به جامعه هدف که عموماً خردسالان می‌باشد اهمیت می‌یابد زیرا در سن رشد نقش تغذیه در سلامت و کیفیت زندگی فرد تاثیر زیادی دارد (۱ و ۳).

در مجموع اطلاعات بازار نشان می‌دهد میزان تولید و فروش انواع اسنک در سطح جهان رو به افزایش می‌باشد (۲۲). در ایران نیز مطابق اطلاعات اداره صنایع (۱۳۹۲) ۶۴ واحد تولید پفک ذرت با ظرفیت اسمی ۶۵۹۷۷ تن به صورت فعال وجود دارد. در خصوص میزان استقبال نسل جدید از این فرآورده‌ها داخل کشور، مطالعه جامع و مدونی صورت نگرفته است و تنها یک گزارش در این زمینه در دسترس است. نتایج آن نشان می‌دهد ۲۸ درصد دانش آموزان در

سطح مدراس راهنمایی و دبیرستان‌های تهران، مصرف پفک را حتی بر پسته و بادام ترجیح می‌دهند. در هر حال به نظر می‌رسد با گذشت زمان تغییراتی در میزان علاقه‌مندی به این فرآورده هاپدید آمده است و این استقبال بیشتر شده است (۱). با توجه به برخی آثار سوء تغذیه‌ای از اسنکهای موجود در بازار، حساسیت زیادی در خصوص مصرف آنها به ویژه چیپس سیب زمینی و پفک در جامعه وجود دارد بطوریکه عرضه و فروش برخی از آنها در سطح مدارس ممنوع اعلام شده است. موضوع اهمیت پژوهش در زمینه تولید فرآورده‌های جایگزین و سالم را در این زمینه به خوبی نشان می‌دهد (۲). آب پنیر ۵۰٪ مواد مغذی شیر را دارا میباشد. دارای بخش زیادی لاکتوز، ویتامین، مواد مغذی و پروتئین‌های محلول است (۱۸). خاصیت ضد سرطانی، کاهش کلسترول، کاهش فشار خون، نقش آنتی اکسیدانی، تقویت سیستم ایمنی، عملکرد بهتر عضلات و بهبود سلامت عمومی بدن از تاثیرات پروتئین‌های آب پنیر می‌باشد (۱۶). پروتئین‌های آب پنیر دارای خواص کاربردی مطلوب مانند تشکیل ژل، حلالیت، خاصیت امولسیون کنندگی، بهبود بافت و پایداری ساختار فیزیکی سیستم‌های غذایی است (۱۹). از آنجا که اسیدآمینه لیزین در محصولات تولید شده از غلات اسید آمینه ی محدود کننده است، پروتئین-های آب پنیر منبع مناسبی از لیزین هستند (۲۵). در مقابل سرشار از اسیدآمینه لایزین (عامل محدودکننده پروتئین غلات) می‌باشد. امروزه افزایش دانش تغذیه‌ای افراد جامعه موجب شده است توسعه و تولید فرآورده‌های غذایی سلامتی‌زا روند روبه‌رشدی به خود گیرد و به این ترتیب پژوهش و نوآوری در این زمینه از اهمیت ویژه برخوردار گردد هدف از انجام پژوهش حاضر، غنی سازی اسنک‌های رایج بر پایه منابع پروتئینی با رویکرد تنوع تولید، ارتقای ارزش غذایی، حفظ ویژگی انبساط شونده‌گی و با رویکرد افزایش سلامت جامعه می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

ماده‌ی اولیه شامل آرد و بلغور ذرت، از کارخانه ذرت طلایی خراسان رضوی، آرد برنج از شرکت گلها، پودر آب پنیر و پودر سفیده تخم مرغ از شرکت گلشاد مشهد خریداری شد.

۲-۱- آماده سازی مخلوط پایه برای اکستروژن

رطوبت اجزای مخلوط شامل پودر آب پنیر، پودر سفیده تخم مرغ، آرد برنج و بلغور ذرت ابتدا توسط رطوبت سنج مادون قرمز اندازه گیری شد، سپس از مربع پیرسون برای تنظیم رطوبت مخلوط نمونه‌ها، استفاده گردید؛ پس از اختلاط، نمونه کیسه‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی و برای به تعادل رسیدن رطوبت، به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شدند. برای تهیه نمونه‌های اسنک، پودر آب پنیر و سفیده تخم مرغ، هریک در چهار سطح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به مخلوط پایه حاوی بلغور ذرت- آرد برنج (۵۰ درصد-۵۰ درصد) افزوده شده و توسط دستگاه اکسترودر دو ماردونه موجود در پیلوت اکستروژن پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد (مدل DS56 شرکت Jinan Saxin)، اکستروژن شدند. در این پژوهش دمای اکسترودر ۱۴۰ درجه سانتیگراد، سرعت مارپیچ ۱۵۰ دور بر دقیقه، میزان رطوبت خوراک ورودی ۱۴ درصد و سرعت خوراک‌دهی ۳۰ کیلوگرم بر ساعت تعیین گردید. فراورده اکستروژن شده بلافاصله پس از تولید به آون هوای داغ برای مدت ۲ ساعت در ۴۰ درجه سانتیگراد منتقل شد و درون کیسه‌های پلاستیکی پلی اتیلنی ضخیم قرار گرفته و درب بندی شد (۲۰).

۲-۲- تاثیر متغیرهای فرمولاسیون بر میزان رطوبت

اسنک حجیم

بدین منظور ابتدا ۲ گرم از نمونه‌های اسنک آسیاب شده به آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد منتقل گردید. در فواصل زمانی ثابت پلیت از آون خارج و پیش از توزین برای مدتی در دسیکاتور گذاشته شد. این کار تا رسیدن به وزن ثابت تکرار شد (۲۸).

۲-۳- اندازه گیری چربی

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AOAC ۹۲۰.۳۹ (۲۰۰۲) استفاده گردید (۲۹). بدین منظور، ۲۰ گرم نمونه همراه حلال هگزان درون کارتوش قرار گرفت و به بالن سوکسله انتقال یافت. عمل جداسازی چربی به مدت ۵ ساعت با سرعت ۶-۵ قطره در ثانیه صورت گرفت. سپس بالن سوکسله درون آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا حلال هگزان از آن جدا شود و به دسیکاتور انتقال یافت تا به دمای محیط برسد و به همراه چربی موجود در آن به دقت توزین گردید و میزان چربی موجود در نمونه محاسبه شد. در این رابطه، m_0 وزن نمونه توزین شده، m_1 وزن بالن سوکسله و چربی موجود و m_2 وزن بالن سوکسله است.

رابطه (۱)

$$MC = \frac{(m_1 - m_2)}{m_0} \times 100$$

۲-۴- اندازه گیری پروتئین

با توجه به روش AOAC 955.04 و با کمک دستگاه کلدال اتومات مدل VAP20 ساخت شرکت Gerhardt اندازه گیری پروتئین انجام شد (۲۸).

۲-۵- اندازه گیری خاکستر

جهت انجام این آزمایش از استاندارد AOAC (۲۰۰۰) شماره 923.03 استفاده گردید [۱۴]. در این رابطه، m_0 وزن نمونه توزین شده، m_1 وزن بوته و نمونه قبل از قرار دادن در آون و m_2 وزن بوته و خاکستر نمونه بعد از آون است.

رابطه (۲)

$$MC = \frac{(m_1 - m_2)}{m_0} \times 100$$

۲-۶- ارزیابی مولفه های رنگی به کمک پردازش

تصویر

آنالیز رنگ به کمک دستگاه هانتربل و از طریق تعیین سه شاخص L^* ، a^* و b^* صورت پذیرفت. شاخص L^* معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص a^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص)

هدونیک ۶ نقطه‌ای جهت تعیین خصوصیات حسی فرآورده شامل رنگ، ظاهر، عطر و طعم، بافت و پذیرش کلی استفاده شد.

۱-۲- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بدست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل دو فاکتور پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر در سطوح ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد با استفاده از نرم افزار Mstat-c مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی داری ۰/۹۵ درصد ($P < 0.05$) مورد مقایسه قرار گرفتند و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. در آزمون هدونیک ۶ نقطه‌ای، کیفیت امتیاز دهی از امتیاز صفر (نامطلوب) تا امتیاز پنج (مطلوب) می‌باشد. از هر تیمار تعداد ۱۰ نمونه به طور تصادفی انتخاب شد و همراه با فرم ارزیابی به ارزیاب‌ها داده شد. ارزیابها در مقایسه با نمونه شاهد حاوی بلغور ذرت، فرم‌ها را تکمیل نمودند. هر پارامتر به صورت یک ارزش عددی که در واقع همان امتیاز داده شده به نمونه بود، مطابق با طرح آزمایشی مورد آنالیز آماری قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

۱-۳- خصوصیات شیمیایی آرد ذرت و برنج

مشخصات آرد ذرت و برنج مورد استفاده در تولید اسنک به شرح جدول ۱ بود.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی آردهای مورد استفاده در

تولید اسنک.

مشخصات شیمیایی (%)	آرد ذرت	آرد برنج
رطوبت	۷/۰	۸/۳
پروتئین	۷/۹۲	۷/۲۵
خاکستر	۱/۲۵	۰/۳۲

متغیر است. شاخص b^* میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر می‌باشد.

۲-۲- ارزیابی درصد انبساط شوندگی

به طور تصادفی از هر تیمار ۱۰ قطعه از محصول اکستروژن انتخاب شد و جهت اندازه گیری نسبت انبساط شوندگی قسمتی از دو انتهای آن را جدا کرده تا کاملاً استوانه ای شکل گردد. حال با استفاده از کولیس قطر نمونههای اکستروژن شده و قطر قالب دستگاه اکستروژن را اندازه گیری کرده و در نهایت توسط رابطه ۳ نسبت انبساط شوندگی محاسبه شد (۲۰).

$$\text{رابطه ۳} \quad \text{قطر نمونه اکستروژن شده} / \text{قطر سوراخ قالب} = \text{نسبت انبساط شوندگی}$$

۲-۸- ارزیابی ویژگی بافت سنجی

به منظور تعیین پارامتر سختی بافت نمونه‌ها از دستگاه آنالیز بافت مدل TA plus ساخت LLOYD انگلستان با مشخصات پروب استوانه ای به قطر ۲ میلی متر استفاده شد؛ نیروی لازم جهت نفوذ پروب به عمق مشخص ۸ میلی متر و تحت سرعت ثابت ۱mm/s بود. در روش دیگر، حدود ۱۰ گرم نمونه در سیلندر آلومینیومی (قطر داخلی = ۲۷ میلی متر ، عمق = ۲۷ میلی متر) قرار گرفته و تا ایجاد یک سطح صاف فشرده می‌شود. پروب‌های پلاستیکی صاف ۱۳ میلی متری برای تعیین فشرده سازی ۷۰٪ با سرعت ۵ میلی متر / ثانیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. سختی، اسفنجی بودن، انسجام و قابلیت جویدن نمونه‌ها مورد بررسی قرار خواهد گرفت (۱۵ و ۲۱).

۲-۹- ارزیابی ویژگی‌های حسی

جهت ارزیابی حسی، نمونه‌های تولیدی توسط ۱۰ داور آموزش دیده، مورد ارزیابی قرار گرفتند (۲۱). از آزمون

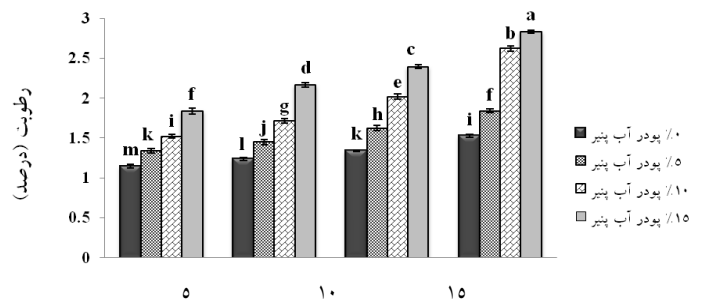
۳-۳- تاثیر متغیرهای فرمولاسیون بر میزان پروتئین اسنک حجیم

نتایج آنالیز واریانس تأثیر افزودن مقادیر مختلف پودر سفیده تخم مرغ و آب پنیر بر میزان پروتئین نمونه‌های تولیدی در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد. همچنین در شکل ۱-الف اثر متقابل این دو عامل بر میزان تغییرات پروتئین اسنک‌های تولید شده در این پژوهش نشان داده شده است. براین اساس، با افزایش سطح این دو افزودنی در فرمولاسیون اولیه، میزان پروتئین محصول تولیدی به طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد افزایش یافت. افزایش میزان پروتئین نمونه‌های حاوی پودر سفیده تخم مرغ بیشتر از نمونه‌های حاوی پودر آب پنیر بود. بطوریکه نمونه شاهد دارای کمترین ($0.25 \pm 0.06/363$) و نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ به همراه ۱۵ درصد پودر آب پنیر دارای بیشترین میزان ($0.96 \pm 0.21/090$) پروتئین بودند. نتایج پژوهش ایوبی و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد؛ کنسانتره آب پنیر منبعی غنی از پروتئین و نمک‌های معدنی است و چنانچه بتوان بجای کنسانتره از خود پروتئین‌های آب پنیر استفاده نمود، اثر بیشتری در میزان پروتئین محصول تولیدی خواهد داشت. با این حال، پودر آب پنیر (به دلیل میزان لاکتوز) در یک سطح برابر نسبت به سفیده تخم مرغ تأثیر کمتری بر میزان کل پروتئین نمونه‌های تولیدی دارد و نتایج پژوهش حاضر گواهی بر این امر است. پروتئین‌ها بسته به منبع آنها فازهای غیر پیوسته‌ای را در میان فاز پیوسته نشاسته-ای تشکیل می‌دهند و اندازه شکل فازهای غیر پیوسته در هر محصول به اندازه ی ذرات پراکنده و میزان حساسیت و مقاومت آنها به نیروهای برشی اعمال شده در طی اکستروژن بستگی دارد. پروتئین‌های مشابه گلو تن (در مقادیر کمتر از ۳۰ درصد) که در حضور آب هیدراته شده و یک خمیر نرم را تشکیل می‌دهد. با اعمال نیروی برشی مارپیچ‌ها در طی عملیات اکستروژن شکسته شده و بسته به شدت اعمال نیروی برشی پس از اکستروژن اندازه‌ی سلولها میتواند به حدود ۵ میکرومتر کاهش یابد. پروتئین‌های محلول در آب نظیر آلبومین‌ها در دمای بالا منعقد می‌شوند و سپس ماده‌ی منعقد شده در اکسترودر شکسته و به ذرات کوچکتر تبدیل

۳-۲- تاثیر متغیرهای فرمولاسیون بر میزان رطوبت اسنک حجیم

مطابق شکل ۱ با افزودن پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر به فرمولاسیون اولیه اسنک حاوی آرد برنج و ذرت، میزان رطوبت نمونه‌های تولیدی به طور معنی‌داری در سطح ۵ درصد افزایش یافت. این در حالی بود که با بررسی نتایج اثر متقابل این دو عامل (پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر) مشخص گردید که نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر) از کمترین (0.25 ± 0.147) و نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ و ۱۵ درصد پودر آب پنیر از بیشترین میزان (0.21 ± 0.833) رطوبت نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند. کنسانتره آب پنیر غنی از پروتئین بوده و دارای قابلیت اتصال بالایی می‌باشد، همچنین دارای میزان بالایی نمک‌های معدنی و لاکتوز است که باعث افزایش رطوبت نهایی فرآورده‌های غذایی می‌گردد (۵، ۱۶، ۲۴ و ۲۵).

جمالیان و رحیمی (۱۳۸۲) با افزودن پودر آب پنیر به فرمولاسیون اولیه نان سنگک، افزایش میزان رطوبت را نسبت به نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر آب پنیر) گزارش نمودند (۵). ایوبی و همکاران (۱۳۸۷) با افزودن کنسانتره آب پنیر به فرمولاسیون کیک روغنی به نتایج مشابهی دست یافتند (۳). از سوی دیگر آروالاتا و همکاران (۲۰۰۱) و کوچرلا و همکاران (۲۰۱۲) نیز، با بررسی اثر پودر آب پنیر و آلبومین سفیده تخم مرغ در فرمولاسیون اسنک، نتایج مشابهی را گزارش نمودند (۲۰).



شکل ۱- تأثیر متقابل غلظت‌های مختلف پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر بر میزان رطوبت اسنک.

همکاران (۱۹۹۶) با جایگزینی نسبتی برابر از پودر سفیده تخم مرغ با پودر آب پنیر در کیک کاهش اندکی در میزان پروتئین نمونه های تولیدی مشاهده نمودند.

می شود (۷، ۹ و ۲۵). کوچرلا و همکاران (۲۰۱۲) نتایج مشابهی را در اثر افزودن پودر آب پنیر و آلبومین سفیده تخم مرغ به فرمولاسیون اولیه اسنک بر پایه ذرت گزارش کردند و تأثیر افزودن آلبومین تخم مرغ را در افزایش پروتئین بیشتر دانستند. با این حال، آرون پان لوپ و

جدول ۲- آنالیز واریانس تأثیر افزودن پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر در مقادیر مختلف بر میزان پروتئین اسنک.

منابع تغییرات	درجه آزادی	پروتئین
پودر سفیده تخم مرغ (A)	۳	**۱۷۱/۹۷۲
پودر آب پنیر (B)	۳	**۱۱۰/۳۰۱
A×B	۹	**۲/۷۷۶
خطای آزمایش	۳۲	۰/۰۰۳

P<0.01**

P<0.05* P>0.05^{ns}

درصد) و نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ به همراه ۱۵ درصد پودر آب پنیر دارای بیشترین میزان (۳/۱۸۳±۰/۰۳۱ درصد) چربی بودند. کوچرلا و همکاران (۲۰۱۲) نتایج مشابهی را در اثر افزودن پودر آب پنیر و آلبومین سفیده تخم مرغ به فرمولاسیون اسنک گزارش کردند (۲۰).

۴-۳- تأثیر متغیرهای فرمولاسیون بر میزان چربی اسنک حجیم

در جدول ۳ و شکل ۲- به ترتیب نتایج آنالیز واریانس و تأثیر متقابل افزودن پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر بر میزان چربی اسنک قابل مشاهده است. با افزایش سطح این دو افزودنی در فرمولاسیون اولیه، بر میزان چربی محصول تولیدی به طور معنی داری در سطح ۵ درصد افزوده شد. براین اساس، نمونه شاهد دارای کمترین (۰/۴۱۳±۰/۰۱۵)

جدول ۳- آنالیز واریانس تأثیر افزودن پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر در مقادیر مختلف بر میزان چربی اسنک.

منابع تغییرات	درجه آزادی	چربی
پودر سفیده تخم مرغ (A)	۳	**۰/۷۰۱
پودر آب پنیر (B)	۳	**۱۰/۷۳۸
A×B	۹	**۰/۰۳۴
خطای آزمایش	۳۲	۰/۰۰۱

P<0.01**

P<0.05* P>0.05^{ns}

متقابل این دو عامل (پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر) بر میزان خاکستر اسنک های تولید شده در این پژوهش نشان داده شده است. با افزایش سطح این دو افزودنی در فرمولاسیون اولیه، بر میزان خاکستر محصول تولیدی به طور معنی داری در سطح ۵ درصد افزوده شد که افزایش میزان

۵-۳- تأثیر متغیرهای فرمولاسیون بر میزان خاکستر اسنک حجیم

نتایج آنالیز واریانس تأثیر افزودن مقادیر مختلف پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر بر میزان خاکستر نمونه های تولیدی در جدول ۴ ملاحظه می گردد. همچنین در شکل ۱-ج اثر

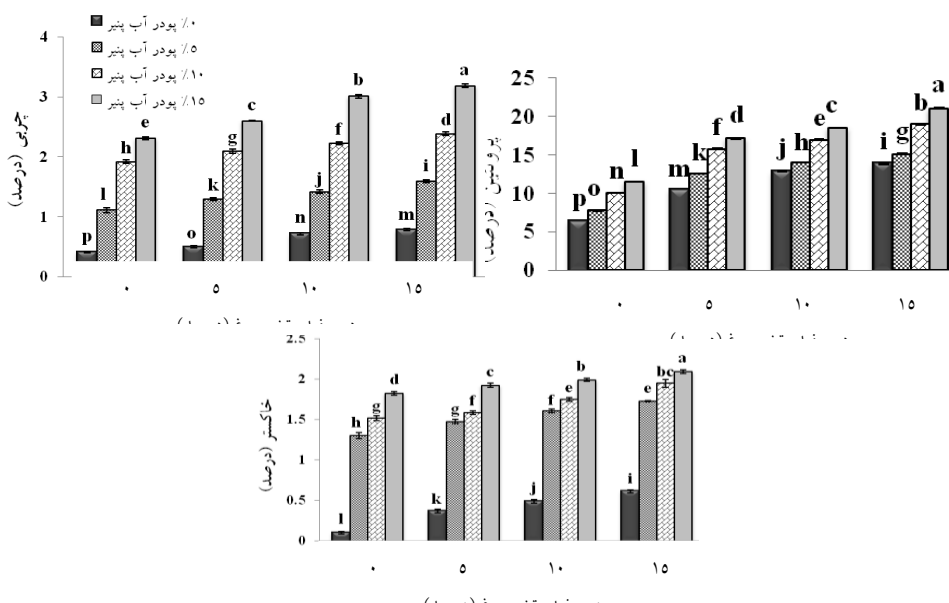
گرفته شده بر خصوصیات تغذیه ای، بافتی، حسی اسنک مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس مخلوطی از کنجاله کنجد نیمه چربی گرفته شده (۰-۲۰ درصد) و بلغور ذرت در اکسترودر تک ماریچج در محدوده سرعت ماریچج ۳۲۴ تا ۳۸۷ دور بر دقیقه جهت بهبود ارزش تغذیه ای محصول ذرت اکسترودر شده فرایند گردید. نتایج نشان داد؛ پروتئین، چربی و خاکستر فرآورده اکسترودر شده افزایش پیدا کرد اما میزان کربوهیدرات کاهش یافت. مطابق نتایج، استفاده از ۲۰٪ کنجاله کنجد نیمه چربی در محصول اکسترودر شده ذرت باعث بهبود ارزش تغذیه ای و حفظ ویژگی های حسی گردید(۲۳).

خاکستر نمونه های حاوی پودر آب پنیر بیشتر از نمونه های حاوی پودر سفیده تخم مرغ بود. نمونه شاهد دارای کمترین سفیده تخم مرغ به همراه ۱۵ درصد پودر آب پنیر دارای بیشترین میزان (۲۱/۰۲۱±۲/۰۹۳ درصد) خاکستر بودند. در این راستا کاوازلوک (۱۹۷۵) بیان نمود که آب پنیر غنی از نمک های معدنی است که این امر تأثیر به سزایی در افزایش میزان خاکستر نمونه های حاوی این ترکیب خواهد داشت. علاوه بر این کوچرلا و همکاران (۲۰۱۲) نتایج مشابهی را در اثر افزودن پودر آب پنیر و آلومین سفیده تخم مرغ به فرمولاسیون اولیه اسنک بر پایه آرد برنج و ذرت گزارش کردند (۲۰ و ۲۱). در پژوهش ناسکی منتو و همکاران (۲۰۱۲)، اثرات سرعت ماریچج و کنجاله کنجد نیمه چربی

جدول ۴- آنالیز واریانس تأثیر افزودن پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر در مقادیر مختلف بر میزان خاکستر اسنک.

منابع تغییرات	درجه آزادی	خاکستر
پودر سفیده تخم مرغ (A)	۳	**۰/۳۶۲
پودر آب پنیر (B)	۳	**۵/۷۱۶
A×B	۹	**۰/۰۰۹
خطای آزمایش	۳۲	۰/۰۰۱

P<0.01** P<0.05* P>0.05^{ns}



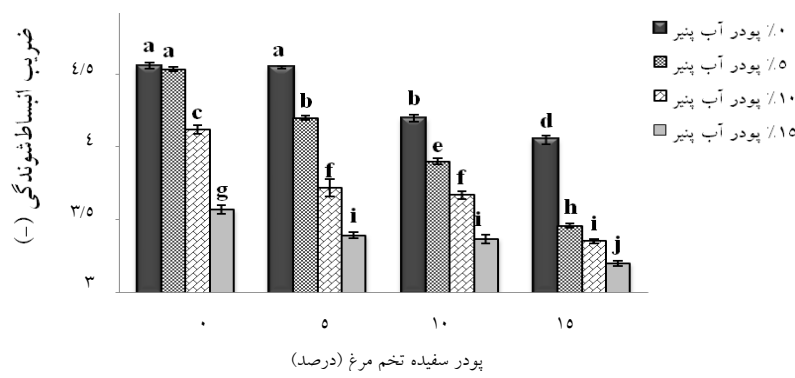
شکل ۲- تأثیر افزودن پودر سفیده تخم مرغ و آب پنیر بر میزان پروتئین (الف)، چربی (ب) و خاکستر (ج) اسنک حجیم

۳-۶- تاثیر متغیرهای فرمولاسیون بر میزان انبساط

شوندگی اسنک حجیم

در شکل ۳- اثر متقابل پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر بر ضریب انبساط شوندگی نمونه های تولیدی نشان داده شده است. براین اساس؛ نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر)، نمونه حاوی ۵ درصد پودر آب پنیر، نمونه حاوی ۵ و ۱۰ درصد پودر سفیده تخم مرغ از بیشترین ضریب انبساط شوندگی و نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ به همراه ۱۵ درصد پودر آب پنیر از کمترین ضریب انبساط شوندگی برخوردار بودند. لازم به ذکر است؛ نمونه حاوی ۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ به همراه ۵ درصد پودر آب پنیر و نمونه حاوی ۱۰ درصد پودر سفیده تخم مرغ به همراه ۵ درصد پودر آب پنیر نیز دارای ضریب انبساط شوندگی خوبی می باشند. مطابق نتایج پژوهش، افزودن پودر آب پنیر (بیش از ۵ درصد) و پودر سفیده تخم مرغ (بیش از ۱۰ درصد) کاهش شدیدی در میزان انبساط شوندگی محصول ایجاد نموده است، بروزه پدیده اخیر ناشی از کاهش سهم نشاسته در فرمولاسیون اسنک ها و افزایش جایگزینی پروتئین بود. این موضوع همزمان با کاهش میزان ژلاتیناسیون نشاسته می تواند سبب متراکم شدن بافت آن ها شود. با این حال تاثیر بیشتر پودر آب پنیر در مقایسه با پودر سفیده تخم مرغ در کاهش میزان انبساط شوندگی فرآورده، بدلیل حضور لاکتوز موجود در

پودر آب پنیر می باشد. در فرمولاسیون خمیر، ترکیب پروتئینی بواسطه جذب آب تشکیل شبکه داده و منجر به بافت دهی فرآورده می شود اما حضور لاکتوز سبب کاهش مقاومت شبکه پروتئینی شده و در نهایت سبب کاهش انبساط فرآورده خواهد شد (۹، ۲۰ و ۲۴). در این راستا کوچرلا و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر پودر آب پنیر و آلومین سفیده تخم مرغ به عنوان یک افزودنی در فرمولاسیون اسنک نتایج مشابهی را گزارش نمودند (۲۰). همچنین این محققین اذعان داشتند که اثر پودر آب پنیر نسبت به سفیده تخم مرغ در کاهش انبساط شوندگی بیشتر بود. همچنین علوی و همکاران (۱۹۹۹) و بین (۱۹۸۷) در مطالعات خود به این نکته اشاره کردند که وجود لاکتوز در پودر آب پنیر خود عامل مهمی در کاهش ضریب انبساط شوندگی است و چنانچه بتوان میزان لاکتوز را کاهش داد، بروز اثر منفی در این فاکتور (ضریب انبساط شوندگی) که میزان تراکم بافت را نشان می دهد، کمتر خواهد بود (۷ و ۱۳). از این رو آرهایلیاس (۲۰۰۹) برای حل این مشکل و جلوگیری از کاهش بیش از اندازه ضریب انبساط شوندگی پیشنهاد نمود که در درجه اول پروتئین ایزوله شده آب پنیر و در درجه دوم کنسانتره آب پنیر به عنوان جایگزین آب پنیر جهت غنی سازی اسنک ها استفاده شود (۸).



شکل ۳- تاثیر متقابل افزودن پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر بر میزان ضریب انبساط شوندگی اسنک.

۳-۷-۳- تاثیر متغیرهای فرمولاسیون بر مؤلفه های رنگی

اسنک حجیم

۳-۷-۱- مؤلفه رنگی L^*

در شکل ۴-الف، اثر متقابل این دو عامل بر مؤلفه رنگی L^* ملاحظه می گردد. نتایج نشان داد؛ نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر)، نمونه حاوی ۵ درصد پودر آب پنیر، نمونه حاوی ۵ و ۱۰ درصد پودر سفیده تخم مرغ از بیشترین میزان مؤلفه رنگی L^* و نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ به همراه ۱۵ درصد پودر آب پنیر از کمترین مؤلفه رنگی L^* برخوردار بودند. به احتمال زیاد تغییر در میزان مؤلفه رنگی L^* در ارتباط مستقیم با میزان سختی بافت و ضریب انبساط شوندگی محصول تولیدی باشد. زیرا همانگونه که نتایج به وضوح نشان می دهد، نمونه هایی که از بیشترین میزان مؤلفه رنگی L^* برخوردارند دارای کمترین میزان فشردگی بافت (سختی کمتر) و بیشترین ضریب انبساط شوندگی می باشند و به عبارت دیگر می توان بیان نمود که بافت های سفت و متراکم به دلیل ناهمگون بودن بافت و یکدست نبودن آن از انعکاس نور و درخشندگی کمتری برخوردار می باشند. در همین راستا برست (۱۹۸۹) بیان نمودند سطوح فشرده و ناهموار انعکاس نور کمتری دارند و مؤلفه رنگی L^* آن ها پائین تر است که نتایج پژوهش پیش رو گواهی بر این امر است (۱۷). لازم به ذکر است در سطوح متوسط مصرف این دو افزودنی به ویژه پودر آب پنیر هر چند که فشردگی بافت صورت گرفته و از میزان انبساط محصول کاسته شده است (البته این فشردگی در حد غیر قابل قبول برای مصرف کننده نمی باشد) اما به دلیل انجام واکنش مایلارد (و فور پروتئین و قند لاکتوز) رنگ پوسته اندکی طلایی می گردد و همین موضوع از کاهش بیش از اندازه و یکباره مؤلفه رنگی L^* نسبت به نمونه شاهد جلوگیری به عمل می آورد که این رخداد در نمونه های ترکیبی حاوی سطوح بالای پودر سفیده تخم مرغ و آب پنیر مشاهده نمی شود.

۳-۷-۲- مؤلفه رنگی a^*

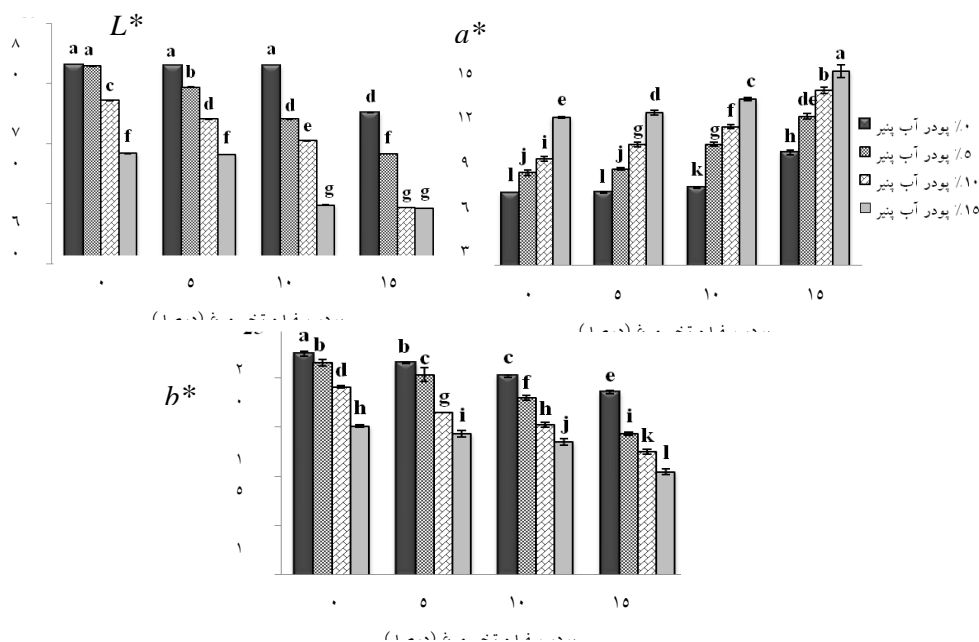
در شکل ۴-ب اثر متقابل این دو عامل بر مؤلفه رنگی a^* نمونه های تولیدی نشان داده شده است. بر این اساس، نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر سفیده تخم مرغ و آب پنیر) و نمونه حاوی ۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ از کمترین میزان مؤلفه رنگی a^* و نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ به همراه ۱۵ درصد پودر آب پنیر از بیشترین مؤلفه رنگی a^* برخوردار بودند. به احتمال زیاد افزایش میزان مؤلفه رنگی a^* نمونه های تولیدی، به دلیل حضور مقادیر بالای پروتئین در پودر آب پنیر و سفیده تخم مرغ و شرکت نمودن در واکنش های شیمیایی می باشد. علاوه بر این ذکر این نکته ضروری است که پودر آب پنیر نسبت به پودر سفیده تخم مرغ در افزایش میزان مؤلفه رنگی a^* نقش بیشتری داشت که این امر به دلیل حضور بالای لاکتوز در پودر آب پنیر می باشد. در این راستا هراتیان و همکاران (۱۳۸۵) با افزودن پودر آب پنیر به فرمولاسیون نان همبرگر نتایج مشابهی را گزارش نمود و حضور پودر آب پنیر در فرمولاسیون را عاملی مهم در بهبود رنگ دانست (۶). همچنین جمالیان و رحیمی (۱۳۸۲) با بررسی اثر پودر آب پنیر در فرمولاسیون نان سنگک، سطح ۵ درصد از این افزودنی را سطح مناسبی در بهبود رنگ محصول تولیدی گزارش نمود (۵).

۳-۷-۳- مؤلفه رنگی b^*

تأثیر افزودن مقادیر مختلف پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر بر مؤلفه رنگی b^* در شکل ۴-ج نشان داده شده است. مشخص گردید نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر) از بیشترین میزان مؤلفه رنگی b^* و نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ به همراه ۱۵ درصد پودر آب پنیر از کمترین مؤلفه رنگی b^* برخوردار بودند. در زمینه افزودن منابع پروتئینی به فرمولاسیون اولیه اسنک ها و اثر آن بر رنگ محصول نهایی، یانگ و همکاران (۲۰۰۹) نتایج مشابهی را گزارش نمودند (۲۸). لیو و همکاران (۲۰۰۰)، تاثیر سرعت ماریج، میزان رطوبت و سطوح افزودن آرد جو دو سر را بر ویژگی

شد. کاهش رطوبت و افزایش سرعت ماریج باعث افزایش دمای محصول شد؛ این موضوع ارتباط زیادی با ویژگی های محصول از قبیل شفافیت و تردی دارد.

های حسی فراورده اکستروود شده بررسی نمودند. مشاهدات نشان داد؛ افزایش درصد آرد جو دو سر سبب کاهش شفافیت، افزایش فاکتور های رنگی قرمز و زردی و همچنین کاهش ویژگی های بافت سنجی نظیر سفتی و قابلیت جویدن



شکل ۴- تأثیر افزودن پودر سفیده تخم مرغ و آب پنیر بر میزان L^* (الف)، a^* (ب) و b^* (ج) اسنک حجیم

محققین نشان داد، تأثیر لاکتوز بر افزایش سختی بافت فراورده اکستروود شده در مقایسه با تأثیر پروتئین های موجود در پودر آب پنیر بیشتر بود. مشاهدات (بورینگتون، ۲۰۰۴) نشان داد؛ پروتئین های آب پنیر به علت تشکیل ژل، قابلیت اکستروود دارد و می تواند از هم پاشیدگی محصول جلوگیری نماید (به عبارتی از خرد شدن زود هنگام محصول جلوگیری می نماید) و به محصول منبسط، بافتی مناسب و قابل قبول دهد، البته میزان بالای مصرف پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون اولیه اسنک ها خود در سفت شدن بیش از اندازه بافت و خروج آن از حالت تردی مناسب مؤثر است (۱۶). از سوی دیگر همین محققین اذعان نمود مهم ترین عامل در افزایش سفتی بافت محصولات اکستروود شده حاوی آب پنیر، وجود لاکتوز در این افزودنی است که بر سفت شدن بیش از اندازه محصول تولیدی دامن

۸-۳- تأثیر متغیرهای فرمولاسیون بر میزان سختی بافت اسنک حجیم
در شکل ۵ اثر متقابل این دو عامل (پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر) بر سختی بافت نمونه های تولیدی نشان داده شده است. همانگونه که نتایج اثر مستقل افزودن پودر سفیده تخم مرغ می دهد، با وجود افزایش اندک در میزان سختی بافت نمونه های تولیدی (تا سطح افزودن ۱۰ درصد پودر سفیده تخم مرغ) اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ در نمونه حاوی ۵ و ۱۰ درصد پودر سفیده تخم مرغ و نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر سفیده تخم مرغ) مشاهده نمی گردد. این در حالی است که با افزودن ۱۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ به فرمولاسیون اولیه اسنک به شدت میزان سختی بافت نمونه های تولیدی افزایش یافته است. همچنین نتایج اثر مستقل افزودن پودر آب پنیر حاکی از تأثیر معنی دار پودر آب پنیر بر شدت سختی بافت نمونه های اسنک بود. نتایج

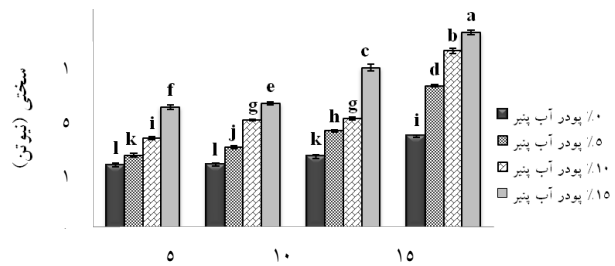
۹-۳- خصوصیات حسی نمونه‌های اسنک تولیدی

در شکل ۶-الف اثر متقابل افزودن پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر را بر امتیاز بافت نمونه‌های تولیدی نشان داده شده است. نتایج نشان داد؛ نمونه شاهد، نمونه حاوی ۵ و ۱۰ درصد پودر سفیده تخم مرغ از بیشترین امتیاز بافت و نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ به همراه ۱۵ درصد پودر آب پنیر از کمترین امتیاز بافت برخوردار بودند. با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی سختی بافت (توسط دستگاه بافت‌سنج) انتظار چنین نتیجه‌ای وجود داشت. علت سختی بیشتر نمونه‌های حاوی پودر آب پنیر میزان بالای لاکتوز در این افزودنی گزارش شد (۱۶ و ۲۴).

در شکل ۶-ب اثر متقابل پودر سفیده تخم مرغ و آب پنیر بر امتیاز تردی نمونه‌های تولیدی نشان داده شده است. بر این اساس، نمونه شاهد، و نمونه حاوی ۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ به همراه ۵ درصد پودر آب پنیر از بیشترین امتیاز تردی و نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ به همراه ۱۵ درصد پودر آب پنیر از کمترین امتیاز تردی برخوردار بودند. با توجه به نتایج موجود می‌توان گفت که ضمن موفقیت در غنی‌سازی بویژه کاربرد پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر در سطح ۵ درصد، از نظر ارزیابان حسی میزان تردی بافت نسبت به نمونه شاهد (نمونه فاقد افزودنی) دچار اختلال نشد.

در شکل ۶-ج اثر متقابل این دو عامل بر امتیاز طعم و مزه نمونه‌های تولیدی نشان داده شده است. نتایج اثر متقابل افزودن پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر حاکی از آن بود که نمونه حاوی ۵ و ۱۰ درصد پودر آب پنیر و نمونه حاوی ۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ و ۵ درصد آب پنیر از بیشترین امتیاز طعم و مزه برخوردار بودند. از این رو؛ تاثیر کاربرد پودر آب پنیر در ایجاد طعم و مزه اسنک بسیار بیشتر از پودر سفیده تخم مرغ بوده است. در این زمینه علوی و همکاران (۱۹۹۹) و هافمن (۱۹۹۹) بیان نمودند که تا چند دهه قبل از پودر آب پنیر تنها به عنوان پوشش پودری طعم‌دهنده در اسنک‌ها استفاده می‌شده و امروزه امکان

خواهد زد و بافت را چنان متراکم می‌کند که قابلیت پذیرش آن از جانب مصرف‌کننده به طور چشمگیری کاهش می‌یابد. همچنین با بررسی نتایج اثر متقابل این دو عامل (پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر) مشخص گردید که نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر) و نمونه حاوی ۵ درصد پودر آب پنیر از کمترین میزان سختی بافت و نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر سفیده تخم مرغ به همراه ۱۵ درصد پودر آب پنیر از بیشترین میزان سختی بافت برخوردار بودند. لازم به ذکر است، نمونه‌هایی که دارای کمترین سختی بافت هستند به دلیل بیش از حد ترد بودن، احتمال خردشدگی آن‌ها در طی حمل و نقل و نگهداری بسیار زیاد است و به عبارتی برای مصرف‌کننده ایجاد مشکل می‌نمایند. همچنین نمونه‌های دارای سختی بیش از اندازه، قابلیت جویدن را برای مصرف‌کننده دشوار می‌سازند و به عبارتی تردی مطلوب و مورد انتظار برای یک اسنک بازارپسند را نخواهد داشت.



شکل ۵- تأثیر افزودن پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر بر میزان سختی بافت اسنک

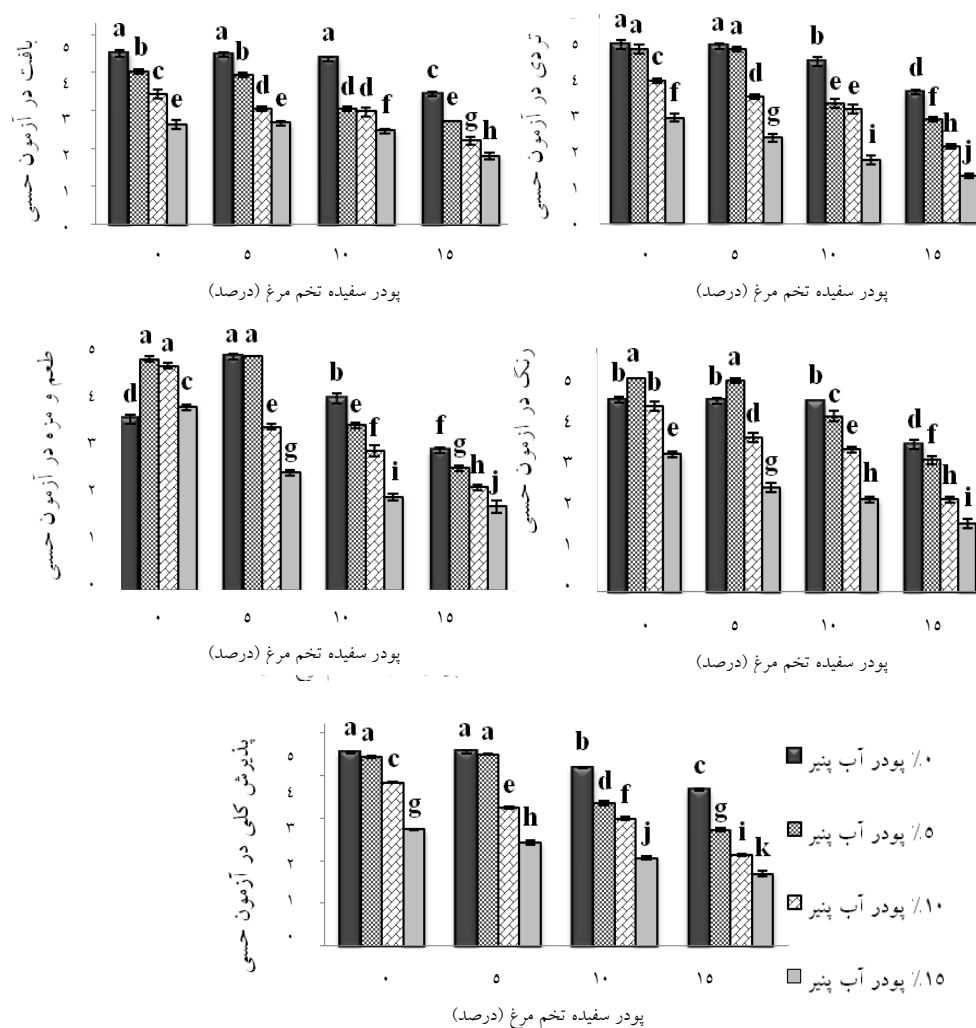
حضور لاکتوز بالای موجود در آب پنیر به شدت سختی را افزایش و تردی را کاهش می‌دهد. از طرفی حضور بیش از اندازه خود پروتئین‌های موجود در پودر آب پنیر چسبندگی و سختی نامناسب ایجاد می‌کند که در مصرف آن جهت غنی‌سازی اسنک‌ها باید دقت نمود (۱۶ و ۲۱)؛ همچنین ناسیمتو و همکاران (۲۰۱۲) و کوچرلا و همکاران (۲۰۱۲) با افزودن منابع پروتئینی نظیر پروتئین ایزوله کویا، برنج و آب پنیر و سفیده تخم مرغ نتایج مشابهی را گزارش نمودند.

کاربرد آن در موارد دیگر مهیا گشته است. درک شدت طعم و رهایش مواد طعم‌زا بستگی به نوع بافت محصول نهایی دارد (۶، ۱۳ و ۱۷). به طور مثال در بافت‌های مختلف با سفتی مشابه، درک متفاوتی از میزان شدت طعم و مزه گزارش شده است (۱۹). بلند و همکاران (۲۰۰۴) علت این رخداد را در بافت‌های مشابه، برهمکنش‌های متفاوت بین مواد طعم‌زا و ساختار بافت بیان نمودند (۱۵). بنابراین نمونه‌های با بافت و تردی مناسب از طعم و مزه بهتری برخوردار هستند که نتایج پژوهش پیش‌رو این امر را به وضوح اثبات می‌نماید.

در شکل ۶-د اثر متقابل این دو عامل بر امتیاز رنگ نمونه‌های تولیدی نشان داده شده است. بر این اساس، نمونه حاوی ۵ درصد پودر آب پنیر و نمونه حاوی ۵ درصد پودر سفیده تخم‌مرغ به همراه ۵ درصد پودر آب پنیر از بیشترین امتیاز رنگ و نمونه حاوی ۱۵ درصد پودر سفید تخم‌مرغ به همراه ۱۵ درصد پودر آب پنیر از کمترین امتیاز رنگ برخوردار بودند. در راستای بهبود رنگ در نتیجه افزودن آب پنیر به فرمولاسیون اولیه مواد غذایی، جمالیان و رحیمی (۱۳۸۲) با بررسی اثر پودر آب پنیر به نان سنگک، ایوبی و همکاران (۱۳۸۷) با افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر به کیک روغنی و هراتیان و همکاران (۱۳۸۵) با اضافه نمودن پودر آب پنیر به فرمولاسیون نان همبرگر نتایج مشابهی را گزارش نمودند و اذعان کردند که پودر آب پنیر سبب خوشرنگ شدن نمونه‌های تولیدی و افزایش امتیاز رنگ در ارزیابی حسی از جانب پانلیست‌ها شد (۴، ۵ و ۶). همچنین کوچرلا و همکاران (۲۰۱۲) با مقایسه اثر افزودن آلبومین سفیده تخم‌مرغ و پودر آب پنیر به فرمولاسیون اسنک به این نتیجه دست یافتند که پودر آب پنیر نسبت به آلبومین

تخم‌مرغ قابلیت بهبود رنگ اسنک‌های تولید شده را داشت. در شکل ۶-ه اثر متقابل این دو عامل بر امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های تولیدی نشان داده شده است. با افزودن بیش از ۵ درصد از این دو افزودنی از امتیاز پذیرش کلی اسنک‌های تولیدی کاسته شد. علت این امر اثر منفی پودر آب پنیر (به دلیل حضور مقادیر بالای لاکتوز در این افزودنی) در کاهش شدید امتیاز بافت و تردی محصول نسبت به نمونه‌های حاوی پودر سفیده تخم‌مرغ می‌باشد، هرچند که پودر آب پنیر قابلیت بهبود رنگ، طعم و مزه و آروما را دارد اما این افزایش امتیاز به اندازه کاهش امتیاز بافت و تردی از نظر ارزیابان حسی مؤثر نبوده است و این سبب شده که امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های حاوی بیش از ۵ درصد پودر آب پنیر با شدت بسیار بیشتری نسبت به نمونه‌های حاوی پودر سفیده تخم‌مرغ کاهش یابد. خصوصیات حسی محصولات اکستروژن شده، توسط اندریانا لازو و همکارانش (۲۰۱۰) مورد بررسی قرار گرفت مشاهدات نشان داد که دمای اکستروژن طعم شیرین، تردی و سختی محصول را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، سرعت خوراک دهی ویژگی‌های ظاهری را بهبود می‌بخشد اما سختی نمونه‌ها را نیز افزایش می‌دهد.

در تحقیقی که توسط پزورک و همکارانش (۱۹۸۳) صورت گرفت. تاثیر پخت اکستروژن بر ارزش غذایی فراورده مورد بررسی قرار گرفت؛ اثرات مفید آن شامل کاهش اثرات ضد تغذیه ای و ژلاتین شدن نشاسته بود. از سوی دیگر واکنش میلارد باعث میشود ویتامین‌های حساس به حرارت در مقادیر متفاوتی از بین بروند (۲۶).



شکل ۶- تأثیر متقابل افزودن پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر در مقادیر مختلف بر امتیاز بافت (الف)، تردی (ب)، طعم و مزه (ج)، رنگ (د) و پذیرش کلی (ه) اسنک در آزمون حسی.

۴- نتیجه گیری

اسنک‌ها بخشی از عادت غذایی بخش کثیری از جمعیت جهان می‌باشند. مصرف بالا و افزایش تنوع اسنک‌های اکستروود در سالهای اخیر مبین نیاز به توجه در باب افزایش کیفیت تغذیه‌ای این محصولات در عین حفظ میزان پذیرش محصولات از سوی بازار مصرف می‌باشد. خاستگاه سلامت یک جامعه، توجه ویژه به وضعیت تغذیه آحاد جامعه است لذا بهبود ارزش تغذیه‌ای فرآورده‌های حجیم می‌تواند نقشی موثر در وضعیت تغذیه‌ای و سلامتی جامعه ایفا نماید. به همین دلیل، توجه به عوامل موثر بر کیفیت اسنک‌ها حائز

اهمیت است. گرایش مصرف کنندگان نسبت به استفاده از فرآورده‌های غذایی رژیمی و عملگر، بازار داخلی بسیار وسیع در صنعت تولید غذا و همجواری با بازارهای در حال توسعه منطقه از جمله فرصت‌های ایجاد شده در راستای توسعه فناوری تولید اسنک‌های حجیم فراسودمند است. نتایج پژوهش، بیانگر کارایی مناسب پودر سفیده تخم مرغ و پودر آب پنیر در فرمولاسیون انواع اسنک حجیم سلامتی‌زا بود.

۵- منابع

- stabilized starch-based supercritical fluid extrudates. Food Research International, 32, 107-118.
2. Arhaliass, A., Legrand, J., Vauchel, P., Fodil-Pacha, F., Lamer, T., and Bouvier, J. M. 2009. The effect of wheat and maize flours on the expansion mechanism during extrusion cooking. Food and Bioprocess Technology, 2: 186-193.
 3. Arunepanlop, B., Morr, C. V., Karleskind, D., and Laye, I. 1996. Partial replacment of egg whith proteins with whey in angel food cake. Food Science, 61(5): 1085-1093.
 4. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2002. Fat Extract in Animal Feed Method 920.39. Official Methods of Analysis (17th edn). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
 5. Association of Official Analytical Chemists (AOAC).2002. Nitrogen (Total) in fertilizers Method 955.04. Official Methods of Analysis (17th edn). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
 6. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2002. Ash of Flour Method 923.03. Official Methods of Analysis (17th edn). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
 7. Baines, Z. V. & Morris, E. R. 1987. Flavor/taste perception in thickened systems: The effect of guar gum above and below. Food Hydrocolloids, 1(3): 197-205.
 8. Bjorck, 1. And Asp, N.-G. 1983. The effects of extrusion cooking on nutritional value—a literature review. Journal of Food Engineering, 2(4):p. 281-308.
 9. Boland,A., Delahunty, M. & Van Ruth, M. 2006. Influence of the texture of gelatin gels and pectin gels on strawberry flavor release and perception. Food Chemistry, 96, 452-460.
 10. Burrington, K. J. 2004. Benefits of whey proteins in breakfast and snack foods. Cereal Food World, 49, 334-336
 11. Berset, C. 1989. Color. Extrusion cooking: p. 371-385.
۱. آزاد بخت ، میر میران، ا.ع.، عزیزی، ف. ۱۳۸۲. ارزیابی آگاهی، نگرش و عملکرد دانش آموزان مقاطع راهنمایی ودبیرستان منطقه ۱۳ تهران در زمینه تغذیه سالم. مجله غدد درون ریز ومتابولسم ایران،سال پنجم، شماره ۴. صفحات ۴۱۶-۴۰۹.
 ۲. آزاد، ع. س. نورجاه، ن. نوروزی، ف. ۱۳۸۶. بررسی الگوی مصرف غذا در دانش آموزان مدارس ابتدایی شهر لنگرود. مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان، دوره شانزدهم، شماره ۶۲، صفحات ۳۶-۴۱.
 ۳. ایوبی، ا.، حبیبی نجفی، م. ب.، و کریمی، م. ۱۳۸۷. تأثیر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر (wpc) و صمغ های گوار و زانتان بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک روغنی. مجله پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، صفحات ۴۶-۳۳.
 ۴. ایوبی، ا.، حبیبی نجفی، م. ب.، و کریمی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر سطوح مختلف کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک روغنی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۸، شماره ۲۹، صفحات ۸۸-۸۱.
 ۵. جمالیان، ج.، و رحیمی، ا. ۱۳۸۲. اثر پودر آب پنیر بر خواص رئوژیک خمیر و بیاتی نان سنگک. فصلنامه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۱، صفحات ۱۸۹-۱۷۹.
 ۶. هراتیان، پ.، سیدین اردبیلی، س. م.، و قاضی زاده، م. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر پودر آب پنیر برکیفیت نان همبرگر. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۳، شماره ۱: ۸۲-۷۵.
1. Alavi, S. H., Gogoi, B. K., Khan, M., Bowman, B. J., and Rizvi, S. S. H. 1999. Structural properties of protein-

12. Chai, E., Oakenfull, D. G., McBride, R.L. & Lane, A. G. 1991. Sensory perception and rheology of flavoured gels. *Food Australia*, 43: 256-261.
13. HUFFMAN, L. M. 1996. Processing whey protein for use as a food ingredient. *Food Technol*, 50, 49-52
14. Kocherla, P., Aparna, K., and Lakshmi, D. N. 2012. Development and evaluation of RTE (Ready to Eat) extruded snack using egg albumin powder and cheese powder. *Agriculture Engineering International: CIGR Journal*, 14(4): 179-187.
15. Lazou, A., Krokida, M., and Tzia, C. 2010. Sensory properties and acceptability of corn and lentil extruded puffs. *Journal of Sensory Studies*, 25(6): p. 838-860.
16. Lusas, E.W. and Rooney, L.W.(2002). *Snack Food Processing*. P. USA.
17. Nascimento, E.M.d.G.C.d., Carvalho, C.W.P., Takeiti, C.Y., Freitas, O.O.G.C., and Ascheri, J.L.R. 2012. Use of sesame oil cake on corn expanded extrudates. *Food Research International*, 45(1): 434-443.
18. Obatolu veronica, A., Omuetti Olusola ,O., and Adebawale ,E. A. 2006. Qualities of extruded puffed snacks from maize/soybean mixture. *Journal of Food Engineering*, 29(2): p. 149-161.
19. Onwulata, C., Smith, P., Konstance, R., and Holsinger, V. H. 2001. Co-extrusion of Dietary Fiber and Milk Proteins in Expanded Corn Products. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 34: 424-429.
20. Purlis, E and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
21. Yagc, S., and F. Gogus. 2009. Effect of incorporation of various food by-products on some nutritional properties of rice-based extruded foods. *Food Science and Technology International*, 15 (6): 571-581.