

بررسی تاثیر افزودن پودر دانه تاج خروس (*Amaranthus cruentus*) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کشک مایع

لیلا علی محمدی^۱، مهشید جهادی^{۱*}، هاجر عباسی^۱، مریم اعرج شیروانی^۱

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۱/۱۶

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۲۳

چکیده

هدف از این تحقیق غنی‌سازی کشک مایع با ۳٪، ۵٪ و ۷٪ پودر دانه تاج خروس و بررسی ویژگی‌های شیمیایی، رئولوژیکی و حسی در یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از مقایسه میانگین به روش LSD شد. براساس نتایج به دست آمده افزودن پودر تاج-خروس تفاوت معناداری در میزان فیبر، محتوای جامد کل، کلسیم، منیزیم، پتاسیم و آهن داشت ($p < 0.05$). نتایج حاصل از آزمون‌های رئولوژیکی نشان داد کشک ماده‌ای سودوپلاستیک است و ویسکوزیته ظاهری در تمامی نمونه‌ها با افزایش نرخ برش کاهش یافت. افزایش پودر دانه تاج خروس باعث افزایش شاخص رفتار جریان و در نتیجه افزایش رفتار ضعیف شونده‌گی با برش نمونه‌ها گردید. در سراسر محدوده فرکانس مورد آزمون، مقادیر مدول الاستیک از مدول ویسکوز بیشتر بود. این موضوع ماهیت جامد ویسکوالاستیک نمونه‌ها را نشان می‌دهد. در تمامی نمونه‌ها مقادیر مدول کمپلکس و ویسکوزیته کمپلکس با افزایش درصد پودر تاج خروس کاهش و مقدار تانژانت افت افزایش یافت. افزایش استفاده از پودر دانه تاج خروس در کشک مایع به دلیل کاهش بافت و ویسکوزیته ناشی از کمبود پروتئین از میزان مطلوبیت کلی می‌کاهد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه کشک حاوی ۳ درصد پودر تاج خروس در مقایسه با نمونه شاهد، به عنوان بهترین فرمول پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تاج خروس، کشک، خواص رئولوژی، غنی‌سازی.

۱- مقدمه

گلدار دو لپه‌ای، شبه غلات است که پتانسیل خوبی برای غنی‌سازی دارد. بیش از ۷۰ گونه متفاوت دارد که ۴۰ گونه آن نوع آن بومی آمریکا است. حداقل ۱۷ گونه با برگهای خوراکی و سه جنس آن عمدتاً برای تولید دانه استفاده می‌شود، که شامل آمارانتوس کروتوس^۸، آمارانتوس هیپوکندریاکوس^۹، آمارانتوس کاوداتوس^{۱۰} می‌باشد. مصرف تاج‌خروس برای افزایش طول عمر و سلامتی در کشورهای توسعه یافته به دلیل داشتن ترکیبات منحصر به فرد باعث جذب رادیکالهای آزاد شده و به عنوان وسیله‌ای برای مبارزه با سوء تغذیه پروتئین توجه زیادی را به خود جلب کرده است (۱۷). ترکیبات دانه خام آن به صورت رطوبت ۱۰/۲٪، پروتئین ۱۷/۲٪، چربی ۷/۰٪، مواد معدنی ۳/۸٪ و کربوهیدرات ۵۹/۲٪ گزارش شده است (۱۸). نشاسته دانه تاج‌خروس متشکل از آمیلوپکتین و غلظت پایین آمیلوز، با درصد بالای اسکوالن، غنی از انواع ویتامینها، کاروتن‌ها، فیبر، اسید آمینه‌های ضروری و عناصر معدنی مهم مانند پتاسیم، فسفر، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس می‌باشد. بخش چربی آن دارای مقدار زیادی از اسیدهای چرب غیراشباع (اسید لینولئیک ۳۷/۸٪، اولئیک ۳۸/۲٪، لینولئیک ۱/۷٪) و حاوی مقدار قابل توجهی اسکوالن است [۱۷]. محصولی است با مقادیر زیاد آلفا توکوفرول و غنی از عناصر معدنی مهم می‌باشد. رنگدانه اصلی آن بتاسیانین است که رنگ قرمز بسیار جذابی دارد. در پژوهش‌ها استفاده از آرد بذر این گل برای غنی‌سازی مواد غذایی مانند: حریره، شیر و تخم‌مرغ، خمیرها، سس، نان، ماکارونی و کلوچه توصیه می‌شود [۴]. پودر تاج‌خروس غنی از پروتئین و فاقد گلوتن دارای فعالیت ضد حساسیت و آنتی‌اکسیدانی است. این ترکیب برای افراد مبتلا به بیماری سلیاک توصیه می‌شود (۱۷، ۱۸). با افزودن پودر دانه تاج‌خروس به ماست سطح بالای مواد معدنی همچون منیزیم، روی، مس، منگنز و آهن در مقایسه با

امروزه سلامت دستگاه گوارش به عنوان فاکتور کلیدی در تولید غذاهای عملگرا^۱ در نظر گرفته می‌شود. سالهای زیادی است که بشر به علت وجود مواد مغذی موثر بر سلامت، به استفاده از محصولات تخمیری تمایل فراوان دارد. محصولات لبنی تخمیری جزء مهمی از رژیم غذایی تغذیه‌ای محسوب می‌شوند. کشک فراورده‌ای است، که با استفاده از فرآیندهای مناسب صنعتی از تخمیر و تغلیظ و خشک کردن شیر و همچنین فراورده‌های تهیه شده از شیر باز ساخته مانند ماست، دوغ و یا به همراه پس آب کره، آب پنیر، پودر آب پنیر یا مخلوطی از آنها با یا بدون اضافه کردن نمک، به دست می‌آید. در ایران کشک به دو صورت کشک مایع صنعتی و سنتی در بازار وجود دارد (۵). کشک به علت داشتن گلوکاتینون قابل جذب، قویترین آنتی-اکسیدان نسبت به محصولات لبنی دیگر به شمار می‌رود (۱۰). منشا پیدایش کشک به خاورمیانه تعلق دارد و با نامهای مختلف مانند کوروت^۲ و ترخینه^۳ در ترکیه، کشک^۴ در لبنان، جاب-جاب^۵ در سوریه، تاهونیا و تالکونا^۶ در مجارستان و فنلاند و کوشوک^۷ در عراق شناخته شده است (۲۱، ۱۴). کشک تهیه شده در کشورهای عربی و خاورمیانه بیشتر از بلغور گندم، جو، جودوسر می‌باشد که به شیر پس چرخ اضافه می‌شود و محبوبیت بالایی دارد (۲۶، ۲۴). تفاوت در میزان مواد معدنی بر حسب نوع غلات مصرفی متفاوت می‌باشد. به دلیل آنکه غلظت کلسیم و منیزیم و آهن در این نمونه‌ها کم می‌باشد، می‌توان غلات مختلف به ماست اضافه و آن را غنی‌سازی کرد و در طی عمل تخمیر، کشکهایی غنی شده بوجود آورد (۲۶). از این رو تحقیقات جهت یافتن موادی که در یک منطقه به وفور یافت می‌شوند و از نظر تغذیه‌ای مکمل مناسبی جهت غنی‌سازی محصول باشد حایز اهمیت است. گیاه تاج‌خروس سرده‌ای از گیاهان

1- Functional Food

2- Kurut

3- Tarhana

4- Kishk

5- Jub-Jub

6- Tahonya, Talkuna

7- Kushuk

8 - *Amaranthus Cruentus*

9 - *A. Hypochondriacus*

10 - *A. Caudatus*

پس چرخ به نسبت ها ۳٪، ۵٪ و ۷٪ تنظیم گردید. شیر استاندارد شده در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه حرارت‌دهی شد و تا دمای ۴۲ درجه سانتیگراد سرد گردید. سپس آغازگر ماست (*Y080F*، شرکت ساکو) از نوع DVS (حاوی استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس) به شیر افزوده شد. شیر مایه-خورده در دمای ۴۲ درجه سانتیگراد تا رسیدن به pH ۳/۸ گرمخانه‌گذاری گردید. ماست حاصل در دمای ۹۰ درجه به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده تا کاملاً پخته شود. سپس نمک و سطوح مختلف پودر تاج خروس به عنوان جایگزین شیر خشک برای رسیدن به سطح ثابت ماده خشک ۱۰٪ مطابق جدول (۱) به لخته جوشانده شده اضافه و محصول حاصل درون کیسه‌های تهیه شده به مدت ۳ ساعت ریخته و سپس درون ظروف شیشه‌ای استریل شده وارد شد.

۲-۲- آماده سازی پودر دانه‌ی تاج خروس

گیاه تاج خروس زیر گونه‌ی *کروتوس* از فروشگاه محلی در تهران خریداری و پس از جداسازی و تمیز کردن، دانه‌ها به وسیله‌ی آسیاب پودر شده و توسط الک ۳۷۵ میکرون اندازه‌ی ذرات یکسان سازی و به صورت لایه‌ای با ضخامت یک میلی‌متر درون پلیت ریخته شد و برای استریل شدن به مدت چهل دقیقه در معرض نور ماوراء بنفش قرار گرفت.

ماست ساده مشاهده شد (۲۲). افزودن پودر دانه تاج خروس به ماست چکیده به طور معناداری موجب افزایش درصد فیبر و مواد معدنی و کاهش pH و ظرفیت نگهداری آب شد. اما بر زنده مانی باکتریهای آغازگر ماست تاثیر معناداری نشان نداد (۲). بررسی خواص رئولوژیکی کشک نشان داد که افزایش نرخ برش و دما منجر به کاهش ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها می‌شود و در واقع کشک رفتار سودوپلاستیک از خود نشان می‌دهد. جهت غنی سازی کشک پاستوریزه و هموژنیزه اثر افزودن ایزوله پروتئین سویا و ادویه معطر بر پایه گیاهان دارویی توسط صدیقی و همکاران (۱۳۹۲) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان داد که کشک حاوی ۶٪ ایزوله پروتئین سویا و ۱٪ ادویه معطر نسبت به سایر کشک‌های حاوی ایزوله پروتئین سویا و ادویه معطر کیفیت بالاتری دارد و با توجه به خواص ویژه ایزوله پروتئین سویا و ادویه معطر، به عنوان غذایی فراسودمند برای کلیه اقشار جامعه توصیه می‌شود (۲). شیروودی و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که با افزایش نرخ برش، ویسکوزیته ظاهری کشک، کاهش می‌یابد ولی افزایش غلظت صمغ تراگاکانت^۱ باعث افزایش ویسکوزیته ظاهری و افزایش درجه سودوپلاستیک نمونه‌ها شد. شاخص رفتار جریان به غلظت صمغ تراگاکانت حساس نیست، در حالی که غلظت استرس محصول وابستگی قابل توجهی از ضریب قوام قانون پاورلا و هرشل باکلی دارد (۱۵). با توجه به اهمیت ترکیبات شبه غلات و از آن جمله دانه گیاه تاج خروس پژوهش حاضر بر آن است تا به بررسی تاثیر افزودن پودر این گیاه بر ویژگیهای فیزیکی شیمیایی و رئولوژیکی کشک مایع حاصل از ماست بر پایه شبه غلات بپردازد.

۲- مواد و روشها

۲-۱- روش آماده‌سازی کشک مایع

در این پژوهش جهت تولید کشک از شیر پاستوریزه با ۱/۵ درصد چربی استفاده شد. ماده خشک شیر با شیر خشک

^۱Ttragacanth

جدول ۱- معرفی تیمارهای تولید کشک محتوی پودر تاج خروس

تیمار	توضیحات	مشخصه
۱	۰٪ پودر تاج خروس و ۱۰٪ پودر شیر خشک	تاج خروس ۰٪ (شاهد)
۲	۳٪ پودر تاج خروس و ۷٪ پودر شیر خشک	تاج خروس ۳٪
۳	۵٪ پودر تاج خروس و ۵٪ پودر شیر خشک	تاج خروس ۵٪
۴	۷٪ پودر تاج خروس و ۳٪ پودر شیر خشک	تاج خروس ۷٪

۲-۳- مشخصات اندازه گیری شده

پس از تولید فرمولاسیون های مختلف کشک مطابق جدول ۱، محتوی خاکستر (۶)، محتوی ماده خشک (۷)، فیبر (۹)، چربی (سوکسله) و پروتئین اندازه گیری شد (۸). میزان مواد معدنی (سدیم، کلسیم، پتاسیم، فسفر، منیزیم و آهن) با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Perkin Elmer 800، امریکا) و فلیم فتومتری (Corning M 410 امریکا) تعیین شد.

۲-۴- آزمون رئولوژی

آزمون رئولوژی با استفاده از دستگاه رئومتر (MCR 301، Anton paar، اتریش) به (قطر 40mm و فاصله 1 میلی متر) با یک صفحه هندسه موازی دنداندار انجام شد. همه آزمون ها در دمای کنترل شده 25°C و بعد از همگن کردن نمونه ها صورت گرفت (۱). هر نمونه در دمای مورد نظر به صفحه رئومتر منتقل و نمونه ها به مدت 3 دقیقه در فضای بین صفحه ها به منظور ایجاد تعادل حرارتی در نمونه و بهبود ساختار قرار گرفته شدند. برای تنظیم دما، سیستم peltier plate با حساسیت 0/01 ± °C مجهز به سیرکولاتور آب به کار گرفته شد. جهت جلوگیری از تبخیر حلال نمونه با تله حلال پوشانده شد (۱۵، ۱۳). نمودارهای ویسکوزیته ظاهری در مقابل نرخ برش 1-900 S⁻¹ برای همه نمونه ها توسط دستگاه بدست آمد. رفتار جریان نمونه ها با مدل های قانون توان یا استوالد دی ال (معادله ۱) و هرشل بالکی (معادله ۲) مقایسه شدند (۱۵، ۳). روابط این معادلات در ادامه آورده شده است:

$$\sigma = k\dot{\gamma}^n \quad \text{معادله (۱) استوالد دی ال}^1$$

$$\sigma = \sigma_0 + k\dot{\gamma}^n \quad \text{معادله (۲) هرشل بالکی}^2$$

در معادلات فوق σ تنش برشی (pa)، K ضریب قوام ($pa \cdot s^n$)، n اندیس رفتار جریان (بدون بعد)، $\dot{\gamma}$ سرعت برشی ($\frac{1}{s}$)، σ_0 تنش تسلیم (pa) می باشند. جهت انجام آزمون روبش کرنش، در فرکانس 1 Hz تنظیم گردیده و مقدار کرنش از 0/01 تا 1000 درصد متغیر انجام شد. با استفاده از آزمون روبش کرنش فاکتورهای زیر به دست آمد:

کرنش متناظر با انتهای ناحیه خطی ویسکوالاستیک مقادیر کرنش و تنش برشی که در آن، میزان مدول ذخیره و مدول افت با هم برابر می شوند (نقطه تلاقی^۳)
(G') یا مدول ذخیره یا مدول الاستیک در ناحیه خطی ویسکوالاستیک
(G'') مدول افت یا مدول ویسکوز در ناحیه خطی ویسکوالاستیک
۵-(G*) مدول الاستیک کمپلکس^۴ در ناحیه خطی ویسکوالاستیک (۳، ۴، ۱۵).

1 - Ostwald
2 - Power Law
3 - Crossover Point
4 - Complex modulus

آزمون روبش فرکانس در کرنش ثابت ۰/۰۵ و فرکانس متغیر از ۵۰-۰/۰۱ هرتز انجام شد. همچنین مقادیر مدول کمپلکس (G^*) و تانژانت افت ($\tan\delta$) و کمپلکس ویسکوزیته^۱ (η^*) نمونه‌ها در دو فرکانس (۱ و ۱۰ هرتز) معین و مقایسه شدند (۱۵).

۲-۵- انجام آزمون حسی

این آزمون به صورت ارزیابی ۸ امتیازی (۱-مطلوبیت عالی، ۲-مطلوبیت خیلی خوب، ۳-مطلوبیت خوب، ۴-مطلوبیت متوسط، ۵-مطلوبیت اندک، ۶-مطلوبیت بد، ۷-مطلوبیت خیلی بد، ۸-مطلوبیت غیر قابل قبول)، توسط ۳۰ نفر ارزیاب آموزش ندیده (۱۵ زن و ۱۵ مرد) برای بررسی سه پارامتر مطلوبیت کلی، مطلوبیت رنگ و مطلوبیت بافت صورت پذیرفت (۱۴). مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام پذیرفت.

۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شد. کلیه آزمایشات در ۳ تکرار انجام شد.

۳-نتایج و بحث

دانه تاج خروس پس از خالص سازی و جدا کردن از قسمتهای مختلف گیاه، آسیاب و ترکیبات آن مشخص شد. جدول (۲) و (۳) ترکیبات دانه تاج خروس *آمارانتوس کروتوس* را نشان می‌دهد.

۳-۱- بررسی تاثیر درصد مختلف تاج خروس بر ترکیبات کَشک مایع

جدول ۴ تاثیر محتوی مختلف پودر دانه تاج خروس در غنی سازی کَشک، را نشان می‌دهد. در این پژوهش با افزودن دانه تاج خروس، ماده جامد کل نمونه‌ها به دلیل بالا بودن محتوی فیبر تاج خروس افزایش یافت. رویو و

همکاران (۲۰۱۴) با جایگزینی آرد دانه تاج خروس با آرد سمولینا بر ماکارونی افزایش معناداری در میزان پروتئین، خاکستر، ماده خشک و مواد معدنی مشاهده کردند (۲۰). در گزارشی دیگر نتایج سدی و همکاران (۲۰۰۵) بر ماست غنی شده با تاج خروس و جو با افزایش ماده خشک همراه بود که با نتایج حاضر مطابقت دارد (۲۲). نتایج حاصل، اختلاف آماری معناداری را از نظر محتوی پروتئین، چربی و خاکستر بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($p < 0/05$). علت آن بالا بودن خاکستر شیرخشک در کَشک شاهد نسبت به تیمارهای غنی شده با تاج خروس می‌باشد. نتایج سانز پنلا و همکاران (۲۰۱۳) در جایگزینی آرد گندم با آرد کامل تاج خروس بر نان به منظور بررسی مواد مغذی تاج خروس تاثیری بر خاکستر نمونه نداشت (۲۳). در تایید نتایج فوق رویو و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که جایگزینی سمولینا با آرد دانه تاج خروس بر کیفیت و پخت ماکارونی تاثیر معناداری در خاکستر نمونه ایجاد نکرد (۲۰). نتایج تحقیق سدی و همکاران (۲۰۰۵) بر ماست غنی شده با تاج خروس و جو معنادار نشدن تیمارها را از نظر چربی تایید کردند (۲۲). همانطور که نتایج ناصری و همکاران (۱۳۷۸) نشان داد که با افزودن ایزوله پروتئین سویا و فیبر گندم در تولید کَشک مایع افزایش معناداری در پروتئین تیمارهای غنی شده ایجاد کرد (۱۰). با افزایش درصد تاج خروس درصد فیبر افزایش می‌یابد. روند فزاینده درصد فیبر در تیمارهای مختلف کَشک به علت میزان بالای سبوس دانه تاج خروس می‌باشد که دانه به طور کامل آسیاب و مورد استفاده قرار گرفت. سدی و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی اثر دانه‌های آسیاب شده تاج خروس و جو را بر ماست بررسی و ارزش غذایی و ترکیبات شیمیایی آن را ارزیابی کردند، نتایج نشان داد که سطح نشاسته و فیبر خوراکی به طور معناداری در تمام نمونه‌ها افزایش می‌یابد (۲۲). تمیم و همکاران (۱۹۹۹) کَشکی برپایه گندم، جو، جودوسر تهیه کردند، نتایج تحقیقات آنها بالا بودن درصد فیبر در جو وجودوسر را نسبت به گندم نشان داد (۲۶).

¹ - Complex viscosity

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی دانه تاج خروس (گرم در ۱۰۰ گرم).

ماده خشک	پروتئین	چربی	خاکستر	فیبر
۹۱/۶۷±۰/۹۵	۱۴/۷۶±۰/۳۷	۵/۶±۰/۱۴۱	۳/۰۲۵ ± ۰/۱۴	۲۳/۲۸±۱/۰۱

جدول ۳- عناصر معدنی تاج خروس (میلی گرم بر کیلوگرم)

سدیم	فسفر	آهن	پتاسیم	کلسیم	منیزیم
۲۱۹۹/۲۵ ± ۳۴/۲۹	۴۷۷۷/۵۸±۶۵/۶۴	۱۹۱/۱۶±۲/۷۷	۸۱۸۰/۶۵±۴۰/۵۱	۲۳۵۳/۰۷±۸/۶۶	۲۵۶۲/۸±۴۳/۴۱

جدول ۴- تاثیر غلظتهای مختلف تاج خروس بر ویژگیهای شیمیایی تیمارهای مختلف

تیمار	محتوی جامد کل	پروتئین	چربی	خاکستر	فیبر
%۰	۲۷/۲±۰/۲ ^d	۱۰/۶۴±۰/۱۹ ^a	۱۵/۳۷±۲/۰۷ ^a	۲/۷۷±۰/۰۲ ^a	^d
%۳	۲۹/۱۵±۰/۲۶ ^c	۱۰/۷۷±۰/۲۱ ^a	۱۴±۲/۸۲ ^a	۲/۷۸±۰/۰۰ ^a	۰/۷۲±۰/۰۴ ^c
%۵	۳۰/۴۵±۰/۳۵ ^b	۱۰/۸۳±۰/۲۷ ^a	۱۲±۲/۲۲ ^a	۲/۹±۰/۰۱ ^a	۱/۲±۰/۰۷ ^b
%۷	۳۱/۷۵±۰/۱۹ ^a	۱۰/۹۶±۰/۳ ^a	۱۲±۲/۲۳ ^a	۲/۸±۰/۰۱ ^a	۱/۶۸±۰/۱۱ ^a

حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنادار در سطح احتمال ۹۵ درصد می باشد.

۲-۳- بررسی تاثیر غلظتهای مختلف تاج خروس بر میزان مواد معدنی در کَشک مایع

همانطور که در جدول ۵ نشان داده شده است میزان کلسیم، پتاسیم، منیزیم، فسفر و آهن با افزایش درصد تاج خروس در کَشک افزایش یافت که این افزایش در کَشک حاوی %۷ نسبت به کَشک شاهد در سطح احتمال ۵ درصد به طور معناداری بیشتر است ($p < 0/05$). سازن پنلا و همکاران (۲۰۱۳) کَشکی بر پایه گندم، جو، جودوسر تهیه و نتایج تحقیقات آنها افزایش معناداری میزان کلسیم در جو و جودوسر را نسبت به گندم نشان داد (۲۳). افزایش معنادار بودن پتاسیم با نتایج کَشک حاصل از بلغور و گندم کامل تیمم و همکاران (۱۹۹۹) و جایگزینی آرد گندم کامل با آرد تاج خروس توسط تیفلی و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد (۲۶،۲۵). مقدار آهن با افزایش درصد تاج خروس

افزایش معناداری یافته است ($p < 0/05$). تیمم و همکاران (۱۹۹۹) با افزودن جو بر کَشک به نتایج مشابه دست یافتند، نتایج سازن پنلا و همکاران (۲۰۱۳) بر ماست غنی شده با تاج خروس و جو در مقایسه با ماست ساده افزایش معناداری بر مواد معدنی همچون آهن ایجاد کرد که تایید کننده نتایج حاضر می باشد (۲۶،۲۳). افزایش معنادار منیزیم ($p < 0/05$) به درصد بالای مواد معدنی تاج خروس ارتباط دارد. تحقیقات در زمینه کَشک تولید شده با شیر بر پایه گندم کامل و بلغور حاکی از بالا بودن میزان منیزیم در نمونه های غنی شده بود (۲۶،۲۱). سدی و همکاران (۲۰۰۵) با افزودن دانه تاج خروس و جو بر ماست افزایش معناداری در میزان فسفر تیمار غنی شده نسبت به تیمار شاهد مشاهده کردند. ولی میزان سدیم با افزایش درصد تاج خروس تغییر معناداری پیدا نکرد ($p < 0/05$).

جدول ۵- تاثیر غلظتهای مختلف تاج خروس بر تغییرات عناصر معدنی $\frac{\text{میلی گرم}}{\text{کیلو گرم}}$ تیمارهای مختلف

تیمار	کلسیم	سدیم	فسفر	پتاسیم	آهن	منیزیم
%۰	۸۹۰±۱۰ ^d	۷۹۴۵±۷۴ ^a	۱۷۲۴±۲۳ ^d	۲۲۳۰±۵۰ ^d	۶±۱/۱ ^d	۱۱۷/۴±۸/۲ ^d
%۳	۹۳۴±۸/۹ ^c	۷۷۳۳±۵۲ ^a	۱۹۴۱±۱۰۶ ^a	۲۴۰۷/۸۷ ^c	۱۱/۴±۰/۱ ^c	۱۸۹/۸±۳/۶ ^c
%۵	۹۶۳±۶/۲ ^b	۷۷۵۸±۲۶۵ ^a	۱۸۹۶±۲۸ ^b	۲۵۲۶±۲۶ ^b	۱۵/۱±۰/۳ ^b	۲۳۸/۱±۳۶/۸ ^b
%۷	۹۹۲±۵/۹ ^a	۷۵۴۴/۷۳ ^a	۱۸۱۷±۱۵۰ ^c	۲۶۴۴±۷۰ ^a	۱۸/۸±۰/۸ ^a	۲۸۶/۴±۱۳/۵ ^a

حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنادار در سطح احتمال ۹۵ درصد می باشد.

۳-۳-۲- بررسی تاثیر غلظتهای مختلف تاج خروس بر

ویژگیهای تغییرات رئولوژی ناپایا کشک

با توجه به شکل ۲ در آزمون روبش فرکانس در همه محدوددهای فرکانس مورد آزمون برای کلیه نمونهها مقدار مدول الاستیک از مدول ویسکوز بالاتر بود این موضوع ماهیت جامد ویسکوالاستیک نمونهها را تایید می کند. هر دو مدول الاستیک و ویسکوز، به فرکانس وابسته بوده و با افزایش فرکانس، مقادیر آنها افزایش یافت. این رفتار را از لحاظ رئولوژیکی به عنوان ژل ضعیف^۱ شناخته می شود. در آزمون نوسانی نیز رفتار جامد ویسکوالاستیک و ژل ضعیف در همه نمونهها تأیید شد (۱). این نتایج حاکی از قدرت ساختار و میزان مقاومت در برابر نیروهای مکانیکی در نمونههای کشک حاوی تاج خروس است. دلیل این امر را به ساختار ضعیف کشک حاوی تاج خروس، قابلیت پخش پذیری کمتر و تبدیل شدن ساختار ژل، به ساختار ژل مانند دانست (۴). همانطور که در جدول ۶ نشان داده شده است مقادیر مدول کمپلکس و ویسکوزیته کمپلکس با افزایش درصد تاج خروس کاهش می یابد و مقدار تانژانت افت افزایش می یابد. علت آن کاهش شیرخشک و کم شدن تعداد پروتئین موجود در تیمارهای غنی شده نسبت به تیمار شاهد می باشد که از استحکام کمتری برخوردار هستند. همچنین مقدار مدول ذخیره در فرکانس ۱۰هرتز (که می تواند نمایانگر شرایط لرزشهای سریع در طی حمل و نقل

۳-۳-۳- بررسی تاثیر غلظتهای مختلف تاج خروس

آماراتوس کروتوس بر ویژگیهای بافتی کشک

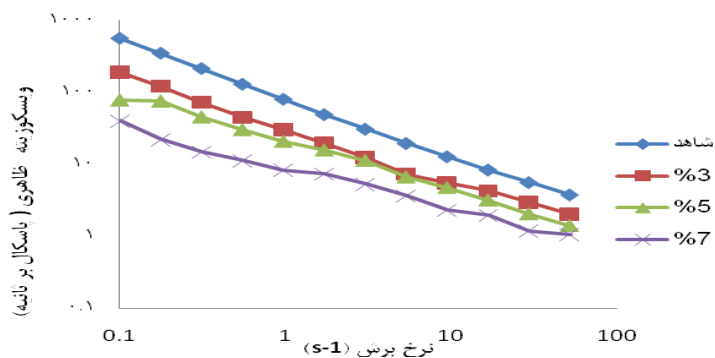
۳-۳-۱- بررسی تاثیر غلظتهای مختلف تاج خروس بر

ویژگی های ویسکوزیته ظاهری

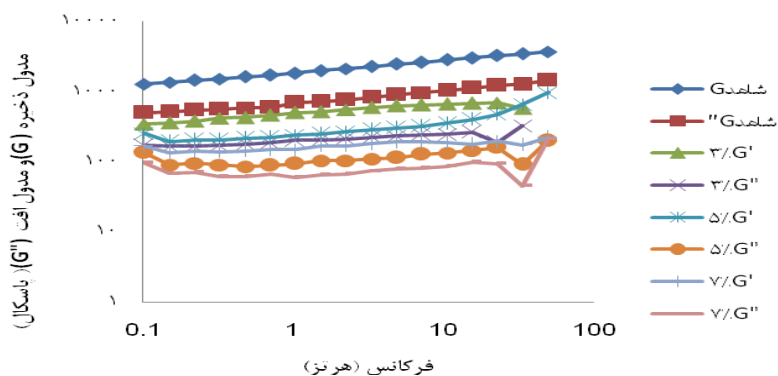
شکل ۱ مقادیر ویسکوزیته ظاهری را بر حسب تابعی از نرخ برش برای نمونههای کشک تهیه شده با غلظتهای مختلف تاج خروس در دمای ۲۵ °C را نشان می دهد. در آزمون رئولوژیک پایا مشخص شد که با افزایش نرخ برشی، ویسکوزیته ظاهری کلیه نمونهها کاهش یافت. این نکته نشان دهنده رفتار سودوپلاستیک نمونههای کشک می باشد. افزایش تاج خروس باعث کاهش شاخص رفتار جریان و در نتیجه افزایش شدت رقیق شوندگی با برش در نمونهها کشک گردید، این عامل به کاهش ظرفیت نگهداری آب و اسیدیته بالای دانه تاج خروس کروتوس و کاهش درصد شیرخشک نسبت داده شد به علاوه تنش تسلیم به دست آمده از مدل هرشل بالکی کاهش یافت. اندیس جریان و ضریب قوام در مدل استوالد نیز کاهش یافت. افزایش درصد تاج خروس باعث کاهش ویسکوزیته ظاهری و افزایش درجه سودوپلاستیک نمونهها شد. این رفتار به دلیل ارتباط ضعیف پیوند بین دانه تاج خروس و پروتئین کشک می باشد (۱۹،۱۵).

^۱ -Weak Gel

باشد) برای کشک شاهد بالاترین مقدار را دارا بود. در فرکانس معادل ۱ هرتز (که نشان گر شرایط نزدیک به سکون می باشد) نیز روند مشابه مشاهده گردید و مقدار این پارامتر (مدول ذخیره در فرکانس معادل) ۱ هرتز در کشک شاهد تهیه شده از کشک های تولیدی دیگر بالاتر بود.



شکل ۱- نمودار ویسکوزیته تابع نرخ برش برای نمونه های کشک تهیه شده با غلظت های مختلف تاج خروس در دمای ۲۵°C



شکل ۲- مقادیر G' و G'' تابع میزان فرکانس برای کشک های مختلف در دمای ۲۵ °C

جدول ۶- نتایج حاصل از آزمون رویش فرکانس در نمونه های کشک تهیه شده با درصدهای مختلف تاج خروس

فرکانس ۱۰ هرتز			فرکانس ۱ هرتز			پارامتر
ویسکوزیته کمپلکس	تانژانت	مدول کمپلکس	ویسکوزیته کمپلکس	تانژانت افت	مدول کمپلکس	درصد تاج خروس
(<i>pa.s</i>)	افت	(<i>pa</i>)	(<i>pa.s</i>)		(<i>pa</i>)	
۲۸۵/۳۲	۰/۳۷۳	۳۰۲۴/۴۳۳	۱۸۹۳/۲۷	۰/۳۸۱	۱۹۶۹/۰۱	۰
۶۷/۲۵	۰/۳۷۳	۷۱۲/۸۹۹	۵۲۴/۷۶	۰/۴۰۷	۵۴۵/۷۵۹	٪۳
۳۵/۷۰	۰/۳۵۸	۳۷۸/۵۱۲	۲۴۸/۸۳	۰/۴۴۳	۲۵۸/۷۹۲	٪۵
۱۹/۶۱	۰/۴۵۹	۲۰۷/۹۳۷	۱۵۴/۷۰	۰/۴۴۴	۱۶۰/۸۸۹	٪۷

واریانس داده ها نشان داد که در صورت استفاده از درصد بالاتر دانه تاج خروس و کاهش شیرخشک از میزان مطلوبیت کلی به دلیل کاهش بافت و ویسکوزیته ناشی از کمبود پروتئین کشک کاسته شد. بنابراین می توان گفت که پودر تاج خروس در نمونه ها جهت غنی سازی کشک گزینه مناسبی می باشد.

۳-۴- بررسی تاثیر غلظتهای مختلف تاج خروس بر ویژگیهای ویژگی های حسی کشک

ویژگیهای حسی شامل مطلوبیت بافت، مطلوبیت رنگ و پذیرش کلی توسط ۳۰ ارزیاب در روز چهاردهم نگره داری کشک مایع انجام پذیرفت. نتایج نشان داد میانگین شاخص حسی بین تیمارها مختلف درصد تاج خروس تفاوت معناداری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ایجاد می کند (جدول ۷). نتایج حاصل از آزمون های حسی نشان داد که شیرخشک تاثیر معناداری بر امتیاز مطلوبیت بافت و پذیرش کلی تیمار شاهد دارد. زیرا پروتئین های موجود در شیرخشک باعث افزایش ویسکوزیته، تراکم و به هم پیوستگی کشک می شود. دلیل کاهش مطلوبیت بافت تیمارهای غنی شده نسبت به تیمار شاهد تضعیف شبکه کازئینی، ویسکوزیته پایین و ترکیبات پروتئینی تیمارهای حاوی تاج خروس می باشد که احتمالاً ترکیبات پروتئینی قابلیت نگهداری آب خود را از دست می دهند و در نتیجه قوام محصول کاهش می یابد. مطلوبیت کلی ارزیابان، به کشک های حاوی تاج خروس ۳ درصد و کشک شاهد امتیازی بیش از مقدار متوسط تعلق گرفت. داده های این پژوهش حاکی از مقبولیت بیشتر کشک شاهد و کشک حاوی ۳ درصد با ویسکوزیته بیشتر بود. نتایج تجزیه

جدول ۷- بررسی تاثیر غلظتهای مختلف تاج خروس بر ویژگیهای حسی کشک

تیمار	مطلوبیت رنگ	مطلوبیت بافت	پذیرش کلی
٪۰	۶/۸±۱/۰ ^{۱b}	۷/۴±۰/۷ ^{۲a}	۶/۸±۱/۲ ^a
٪۳	۷/۲±۰/۸ ^{۶a}	۷±۰/۸ ^{۳b}	۶/۸±۰/۹ ^{۳b}
٪۵	۵/۳±۱/۵ ^{۷c}	۵/۷۳±۱/۵ ^{۹c}	۵/۵±۱/۵ ^c
٪۷	۴/۹±۱/۵ ^{۱d}	۵/۵±۱/۳ ^{۵d}	۴/۸±۱/۵ ^d

حروف لاتین متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنادار با استفاده از آزمون LSD می باشد (p<۰/۰۵)

۴- نتیجه گیری

تاج خروس کرونوس یک شبه غلات رویشی در ایران است که می تواند جایگزینی برای افزایش مواد مغذی و امکان تولید کشک های غنی شده با مواد معدنی و سرشار از فیبر برای جلوگیری از سوء تغذیه باشد. نتایج به دست آمده طی این تحقیق مشخص شد که جایگزینی پودر شیر خشک توسط پودر دانه تاج خروس سبب افزایش محتوی ماده جامد کل، فیبر، آهن، فسفر، کلسیم، پتاسیم و منیزیم کشک می شود. ولی در بین این عناصر تاثیر آهن از بقیه عناصر چشمگیرتر می باشد به نحوی که با مصرف ۱۰۰ گرم کشک مایع حاوی ۷ درصد پودر تاج خروس کرونوس به عنوان نمونه انتخابی مطابق جدول ۸، ۲۳/۵۲٪ درصد از نیاز آهن در بین مردان و ۱۰/۴۵٪ از نیاز زنان برطرف می شود. این در حالی است که مقدار چربی، خاکستر و پروتئین آن بدون تغییر می باشد. نتایج حاصل از آزمون های رئولوژیکی نشان داد کشک رفتار سودوپلاستیک داشته که ویسکوزیته ظاهری در تمامی نمونه ها با افزایش نرخ برش کاهش می یابد. افزایش تاج خروس باعث افزایش شاخص رفتار جریان و در نتیجه افزایش رفتار ضعیف شوندگی با برش نمونه ها گردید، این عامل به کاهش ظرفیت نگهداری آب و اسیدیته بالای دانه تاج خروس کرونوس و کاهش درصد شیرخشک نسبت داده شد. در سراسر محدوده فرکانس مورد آزمون، مقادیر مدول الاستیک از مدول ویسکوز بالاتر

بود. این موضوع ماهیت جامد ویسکوالاستیک نمونه ها را نشان می دهد. در تمامی نمونه ها مقادیر مدول کمپلکس و ویسکوزیته کمپلکس با افزایش درصد تاج خروس کاهش می یابد، و مقدار تانژانت افت افزایش می یابد. نتایج حاصل از آزمون های حسی نشان داد که شیرخشک تاثیر معناداری بر امتیاز مطلوبیت بافت و مطلوبیت کلی تیمار شاهد دارد که پروتئین های موجود در شیرخشک باعث افزایش ویسکوزیته، تراکم و به هم پیوستگی کشک می شود، دلیل کاهش مطلوبیت بافت تیمارهای غنی شده را تضعیف

جدول ۸ سهم مصرفی عناصر بر طبق مرجع رژیم غذایی (DRIs)، برای مصرف روزانه میانگین ۱۰۰ گرم کشک حاوی پودر تاج-

خروس کرونتوس

ریز مغذی	جنس/سن	نیاز روزانه (mg.day ⁻¹)				سهم دریافتی عناصر بر طبق مرجع رژیم غذایی (%)
		۰٪	۳٪	۵٪	۷٪	
Fe	مرد	۷/۵	۱۴/۳۶	۱۸/۹۵	۲۳/۵۲	
	زن	۳/۳۳	۶/۳۸	۸/۴۲	۱۰/۴۵	
P	بزرگسال	۲۴/۶۳	۲۵/۹۶	۲۷/۰۸	۲۷/۷۳	
Ca	بزرگسال	۸/۸۹	۹/۳۴	۹/۶۴	۹/۹۳	
Mg	مرد	۲/۷۹	۴/۵۲	۵/۶۷	۶/۷۰	
	زن	۳/۶۷	۵/۹۲	۷/۴۴	۸/۷۹	
K	بزرگسال	۴/۷۵	۵/۱۲	۵/۳۷	۵/۶۳	

*سنین <۷۰، **مردان ۷۰-۱۹ سال و زنان ۵۰-۱۹ سال، بزرگسال >۷۰-۱۹. نمونه شاهد، ۳٪، ۵٪ و ۷٪ به ترتیب حاوی ۰، ۳، ۵ و ۷ گرم از پودر تاج خروس می‌باشند (۲۳).

خروس (*Amaranthus cruentus*) بر ویژگیهای کیفی ماست چکیده. مجله علوم و صنایع غذایی ۶۵ (۱۴): ۲۷۱-۲۸۴.

۳. صدیقی، ر. ۱۳۹۲. تولید سویا کشک معطر و بررسی خواص شیمیایی و ارگانولپتیکی آن، بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران.

۴. رضایی ر، خمیری م، کاشانی نژاد م، اعلمی م. ۱۳۹۰. بررسی خواص رئولوژیکی و حسی ماست منجمد حاوی غلظتهای مختلف صمغ عربی و صمغ گوار. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، ۱: ۴۹-۴۲.

۵. کاظم زاده ب، محمدی فر م، عزت پناه ح. ۱۳۹۱. تاثیر شمار سلولهای پیکری بر برخی ویژگیهای ویسکوالاستیک ماست چکیده. مجله علوم و صنایع غذایی، ۹: ۶۶-۵۷.

شبهه کازئینی، ویسکوزیته پایین و ترکیبات پروتئینی تیمارهای حاوی تاج خروس نشان داد، که احتمالاً ترکیبات پروتئینی قابلیت نگهداری آب خود را از دست می‌دهند و در نتیجه قوام محصول کاهش می‌یابد. در مجموع با توجه به خصوصیات رئولوژیکی، محتوی مواد شیمیایی و ویژگی‌های حسی به دست آمده ملاحظه شد که بهترین نتایج مربوط به تیمار حاوی ۳٪ پودر دانه تاج خروس بود.

۵-منابع

۱. امید بخش، ا. نایب زاده، ک. محمدی فر، م. امیری، ز. ۱۳۹۱. بررسی اثر استفاده توأم نشاسته ی اصلاح شده و صمغ زانتان بر ویژگی های پایداری، حسی و رئولوژیک سس گوجه فرنگی، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، شماره ۱۰۵۸-۱۴۵.
۲. حیدری، م. جهادی، م. فاضل، م. قاسمی پرو، ن. ۱۳۹۶. بررسی تاثیر افزودن پودر دانه تاج

- on the physicochemical and rheological properties of kashk. *Journal of Dairy Research*, 79 : 93-101.
- 17- Lopez, O. Lopezmalo, A. Palou, E. 2014. Antioxidant capacity of extracts from amaranth (*Amaranthushypochondriacus* L.) seeds or leaves. *Industrial Crops and Products*, 53:55-59.
- 18- Mburu, M. Gikonyo, N. Kenji, G. Mwasaru, A. 2012. Nutritional and functional properties of a complementary food based on kenyan amaranth grain (*Amaranthus Cruentus*). *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, 12:5959-5957.
- 19- Mlakar, S. Turinek, M. Jakop, M. Bavec, F. Bavec M. 2010. Grain amaranth as an alternative and perspective crop in temperate climate. *Journal for Geography*, 5-1:135-145
- 20- Mashak, Z. Sodagari, H. Mashak, B. Niknafs, S.H. 2014. Chemical and microbial properties of two Iranian traditional fermented cereal-dairy based foods: Kashk-e Zard and Tarkhineh. *International Journal of Biosciences*, 12: 124-133.
- 21- Rubio, A. Barca, A. Cabrera-Chávez, F. Cota-Gastélum, A. Beta, T. 2014. Effect of semolina replacement with a raw:popped amaranth flour blend on cooking quality and texture of pasta. *Food Science and Technology*, 57: 217-222.
- 22- Soltani, M. Güzeler, N. 2013. The production and quality properties of liquid kashks. *Food Science and Technology*, 38: 1-7.
- 23- Sady, M. Grega, T. Najgebauer, D. Domagala, J. Faber, B. 2005. Nutritive value of bio-yoghurts with amaranthus seed oat grains additives. *Biotechnoligy In Animal Husbandy*, 21: 245-249.
- 24- Sanz-Penella, J.M. Wronkowska, M. Soral-Smietana, M. Haros, M. 2013. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *Food Science and Technology*, 50 : 679- 685.
- 25- Tamime, A. Barclay, M. Muir, D. Khaskheli, M. McNulty, D .1997. Laboratory-made Kishk from wheat, oat and barley: Production and comparison of chemical and nutritional composition of Burghol. *Food Research International*, 311-317.
- 26- Toufeili, I. Melki, C. Shadarevian, S. Robinson, R. 1998. Some nutritional and sensory properties of bulgur and whole wheatmeal kishk (a fermented milk-wheat mixture). *Food Quality and Preference* 10(1): 9-15.
۶. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۱. کشک مایع صنعتی - ویژگیها. استاندارد ملی ایران، شماره ۶۱۲۷، تجدید نظر اول.
۷. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۴۹. تعیین مقدار خاکستر پنیرهای ذوب شده. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۷۵۵، چاپ اول.
۸. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۱. پنیر و پنیرهای فرآیند شده - تعیین مقدار ماده خشک کل. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۷۵۳، چاپ اول.
۹. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۶. روش اندازه گیری پروتئین خام غلات و فرآورده های آن. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۸۶۳، چاپ دوم.
۱۰. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۱. روش اندازه گیری فیبر غلات و فرآورده های آن. استاندارد ملی ایران، شماره ۳۹۶۱، چاپ اول.
۱۱. ناصری، ع. حسین زاده، ا. یزدانی م. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر ایزوله پروتئین سویا و فیبر گندم بر ویژگیهای کشک، دومین کنفرانس ملی غذای فراسودمند (عملگرا).
- 12-Damir ,A. Salama, A. Mohamed S. 1992. Acidity, Microbial, Organic and free amino acids development during fermentation of skimmed milk, kishk. *Food chemistry*, 43:265-269.
- 13- Escudero, N.L. Arellano, M.L. Luco, J.M. Gimenez, M.S. Mucciarelli, S.I. 2004. Comparison of the chemical composition and nutritional value of *Amaranthus cruentus* flour and Its protein concentrate. *Plant Foods for Human Nutrition*, 59: 15-21.
- 14- Ibanoglu, S. Ibanoglu, E. 1999. Rheological properties of cooked tarhana, a cereal-based soup. *Food Research International*. 32: 29-33.
- 15- Jagannath A, Raju P.S, Bawa A.S. 2012. Controlled lactic fermentative stabilization of ascorbic acid in amaranthus paste. *Food Science and Technology*, 48: 297-301.
- 16- Ghorban Shiroodi, S. Mohammadifar, M.A. Ghorbani Gorji, A. Ezzatpanah, H. Zohouri, B. 2012. Influence of gum tragacanth

27- Tamime, A. Barclay, M. Amarowicz, R. McVulty, D. 1999. Kishk a dried fermented milk cereal mixture.1. Composition of gross components, carbohydrates, organic acids and fatty acids. Lait, 79: 317-330.