

## پتانسیل آمارانت در تولید محصولات غذایی فراسودمند و فاقد گلوتن

اعظم ایوبی<sup>۱</sup>

۱-دانشیار بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران  
آدرس پست الکترونیک نویسنده مسئول: (Email: [mayoubi92@uk.ac.ir](mailto:mayoubi92@uk.ac.ir))

**چکیده.** امروزه استفاده از آرد شبه غلات در فرمولاسیون مواد غذایی به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و نیز تامین امنیت غذایی برای جمعیت رو به رشد جهان مورد توجه قرار گرفته است. به علاوه با توجه به عدم حضور پروتئین گلوتن در شبه غلات و اهمیت رژیم غذایی بدون گلوتن برای بیماران مبتلا به عدم تحمل گلوتن، جایگاه ویژه‌ای برای شبه غلات در نظر گرفته می‌شود. آمارانت (*Amaranthus spp.*) یک شبه غله بسیار مغذی است که به دلیل نداشتن محدودیت‌های زراعی از پتانسیل خوبی برای استفاده در تولید محصولات غذایی بدون گلوتن برخوردار است. دانه آمارانت دارای محتوای بالایی پروتئین غیرگلوتنی بوده و غنی از اسیدهای آمینه لیزین و متیونین می‌باشد و هم‌چنین حاوی مقادیر قابل توجهی فیبر، مواد معدنی، ویتامین‌ها و سایر اجزای زیست فعال ارزشمند است. این مقاله به مرور ترکیبات تغذیه‌ای، خواص درمانی و خواص عملکردی آمارانت و استفاده از آن در تولید محصولات مختلف فراسودمند می‌پردازد.

**واژه‌های کلیدی:** آمارانت، بیماری سلیاک، پروتئین، شبه غلات، فاقد گلوتن.

### ۱. مقدمه

بیماری سلیاک یک بیماری خودایمنی بوده و سبب ایجاد عدم تحمل دائمی به گلوتن در افرادی که به طور ژنتیکی به پروتئین گلوتن (موجود در گندم، جو و چاودار) حساس هستند؛ می‌شود. بیماری سلیاک به پرزهای روده آسیب زده و با ایجاد مشکلات گوارشی زمینه ابتلا به سوء تغذیه را فراهم می‌کند. گیلیادین موجود در غلات حاوی گلوتن، برای مبتلایان به سلیاک اثر سمی دارد. طبق برآوردهای موجود در حدود ۱٪ جمعیت جهان به این بیماری مبتلا هستند و تنها راه درمان آنها استفاده از یک رژیم غذایی فاقد گلوتن در تمام طول عمر می‌باشد. این افراد لازم است از محصولات غذایی مانند نان یا پاستا بر پایه غلات بدون گلوتن یا شبه غلات استفاده کنند (Inglett et al, 2015). گیاهان شبه غله از خانواده گندمیان نیستند، اما شباهت زیادی به غلات دارند. شبه غله آمارانت با نام علمی *Amaranthus spp.* یک گیاه علوفه‌ای است که اخیراً به عنوان خوراک انسان، دام و طیور مطرح شده است (شکل ۱). خصوصیات تغذیه‌ای و سازگاری این گیاه پتانسیل ورود آن به تناوب زراعی را افزایش می‌دهد. با توجه به سازگاری آمارانت با خاک‌های فقیر و عمل آن به تنش خشکی، استفاده از آن به عنوان یک محصول زراعی در مناطق نیمه‌خشک امکان‌پذیر است. نیاز به آبیاری در آمارانت به اندازه نصف ذرت است. با توجه به تحمل به خشکی، این گیاه برای مناطقی که سورگوم و ارزن کشت می‌شود، مناسب است. پروتئین دانه این گیاه از اغلب دانه‌های معمول غلات بیشتر است. به علاوه محتوای اسیدآمینه‌های آرژنین و هیستیدین آن بالا است. با توجه به رشد سریع و پربازده گیاه آمارانت توجیه اقتصادی مناسبی برای کاربرد در صنعت دارد. ترکیبات پروتئین آمارانت با رژیمی که توسط FAO/WHO توصیه شده است متناسب می‌باشد. به علاوه دانه آمارانت به علت داشتن پروتئین بدون گلوتن و اسید آمینه‌های ضروری موجود در خود منبع خوبی برای گیاه‌خواران و هم‌چنین

غذایی مناسب برای بیماران سلیاکی به شمار می‌رود. قدمت استفاده انسان از آمارانت به بیش از ۵۰۰۰ سال می‌رسد. گونه‌های مختلف این گیاه در آب و هوای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری گسترده شده‌اند و همین امر کشت آن را تسهیل کرده است. آمارانت گلوتن ندارد و به دلیل محتوای پروتئین، فیبر، مواد آنتی‌اکسیدانی، مواد معدنی و ویتامینی دانه آن ارزش غذایی بالایی دارد. در آمارانت دسترسی مناسبی به اسید آمینه‌های محدودکننده غلات و حبوبات نظیر لیزین و متیونین وجود دارد. بر اساس نتایج مطالعات انجام شده استفاده از آمارانت در رژیم غذایی انسان، خطر بیماری‌هایی مانند دیابت، سرطان، کلسترول و فشار خون بالا را کاهش می‌دهد. آمارانت یک غذای امید بخش در طی هزار سال معرفی شده است و به دلیل محتوای تغذیه‌ای بالای آمارانت، استفاده تجاری از آن تشویق و تبلیغ شده است (Arêas et al, 2016). گیاه آمارانت به خشکی، گرمای زیاد و آفت مقاومت بسیار بالایی دارد و عملکرد دانه آن در هکتار نسبت به غلات معمول بسیار بالاتر است. میزان پروتئین آن ۱۳ الی ۱۹ درصد است (کریمی و همکاران، ۱۴۰۱). دانه آمارانت به میزان ۹۰٪ قابل هضم است. از آرد بذر این گل برای غنی‌سازی مواد غذایی مختلف مثل حریره، شیر و تخم مرغ، خمیرها، سس، نان، ماکارونی و کلوچه استفاده می‌شود. گیاه آمارانت سرده‌ای از گیاهان گل‌دار دو لپه‌ای، شبه غلات است که پتانسیل خوبی برای غنی‌سازی محصولات غذایی مختلف دارد. آمارانت گیاهی است با برگ‌های پهن که ارتفاع آن از ۰٫۸ تا ۲٫۵ متر می‌رسد. دانه‌های این گیاه عدسی شکل بوده و بین ۱٫۵ تا ۱٫۶ میلی‌متر طول و ۰٫۶ تا ۱٫۲ میلی‌گرم وزن دارند (Lopez et al, 2014).



شکل ۱. گل و بذر گیاه آمارانت

این گیاه دارای بیش از ۷۰ گونه متفاوت است که ۴۰ گونه آن بومی آمریکا است. حداقل ۱۷ گونه دارای برگ‌های خوراکی است و عمدتاً از ۳ جنس آمارانتوس کروناتوس، آمارانتوس کوادآتوس و آمارانتوس هیپوکندرپاکوس برای تولید دانه استفاده می‌شود. به دلیل داشتن ترکیبات منحصر به فرد مصرف آمارانت باعث جذب رادیکال‌های آزاد شده و لذا طول عمر و سلامتی را افزایش می‌دهد و همچنین مصرف آن به عنوان وسیله‌ای برای مبارزه با سوء تغذیه پروتئین توجه زیادی را به خود جلب کرده است.

## ۲. ترکیبات شیمیایی

دانه خام آمارانت حاوی ۱۰٫۲٪ رطوبت، ۱۷٫۲٪ پروتئین، ۷٫۰٪ چربی، ۳٫۸٪ مواد معدنی و ۵۹٫۲٪ کربوهیدرات می‌باشد. نشاسته دانه آمارانت متشکل از دو بخش آمیلوپکتین و آمیلوز (با غلظت کم) می‌باشد. درصد اسکوالن آن زیاد بوده و 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 نظیر اسید لینولئیک به میزان ۳۷٫۸٪، اسید اولئیک به میزان ۳۸٫۲٪ و اسید لینولئیک به میزان ۱٫۷٪ می‌باشد. این محصول حاوی مقادیر زیاد آلفاتوکوفرول است. رنگدانه اصلی آن بتاسیانین است که رنگ قرمز بسیار جذابی را ایجاد می‌کند (Lopez et al, 2014). پروتئین آن نسبت

به سایر غلات از نظر لیزین، تریپتوفان، آرژنین و اسیدآمینه‌های گوگرددار غنی می‌باشد. آلومین، گلوبولین، گلوتلین و پرولامین چهار بخش اصلی پروتئین موجود در آمارانت هستند که آلومین و گلوبولین مهم‌ترین و بیش‌ترین بخش پروتئین آن را تشکیل می‌دهند (کریمی و همکاران، ۱۴۰۱). از نظر بیولوژیکی پروتئین آمارانت مشابه به پروتئین تخم مرغ بوده و از پروتئین سویا ارزش بیولوژیکی بالاتری دارد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی دانه آمارانت به وجود ترکیبات فنلی و اسکوالن در آن نسبت داده شده است.

### ۳. اثرات درمانی

هنگامی که آمارانت به عنوان یک غذای عملگرا استفاده می‌شود، بر روی برخی از بیماری‌ها مانند بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان و دیابت اثرات درمانی را نشان می‌دهد. مشخص شده است که عصاره متانولی آمارانت دارای پتانسیل ضدافسردگی است. مطالعات نشان داده است که روغن دانه گل آمارانت حاوی مقادیر متوسطی از اسکوالن است که یک محصول واسطه در بیوسنتز استرول‌های گیاهی یا کلسترول در حیوانات به شمار می‌رود (Srivastava et al, 2021)، و لذا ممکن است به عنوان یک عامل کاهش‌دهنده چربی در خون و کبد عمل کند. محققان فعالیت ضدباکتریایی پروتئین هیدرولیز شده آمارانت را در برابر پاتوژن‌های مختلف از جمله استافیلوکوک اورئوس، سالمونلا تیفی و اشیریشیا کلی بررسی کرده و مشاهده نمودند که پس از هیدرولیز پروتئین آمارانت، توانایی ضدباکتریایی و ضدهمولیز آن به طور قابل توجهی بهبود یافته است (Mudgil et al, 2019). توالی‌های ناشناخته پروتئین ذخیره‌ای گل آمارانت می‌تواند به طور موثری از فشار خون بالا و رشد تومور جلوگیری کند و خواص ضد میکروبی و تنظیم‌کننده ایمنی را بروز دهد. همچنین این پروتئین می‌تواند کلسترول را کاهش داده و قند خون را برای پیشگیری از دیابت تنظیم کند. به نظر می‌رسد امکان استفاده از پپتید زیست فعال آمارانت به عنوان یک درمان جایگزین و مکمل برای فعال کردن سلول‌های خونی در خون و تسریع سرعت گردش خون نیز وجود دارد. محتوای روغن دانه آمارانت ۷-۱۲٪ است. این چربی به عنوان منبع خوبی از اسیدهای چرب امگا محسوب می‌شود و لذا می‌توان از آن در رژیم غذایی بیماران قلبی و دارای فشار خون بالا استفاده کرد. محتوای فیبر رژیمی دانه آمارانت حدود ۴-۸٪ است، بخش عمده این فیبر نامحلول است که بدون تغییر از روده‌ها عبور کرده و اثرات ضد بیوستی دارد. همچنین به دلیل داشتن فیبر محلول مصرف آن به جذب آب و کاهش کلسترول نیز کمک می‌کند.

### ۴. محصولات پخت

پروتئین گلوتن مهم‌ترین پروتئین تشکیل‌دهنده بافت محصولات آردی حاوی آرد گندم است که در ایجاد ساختمان مغز و ظاهر بسیاری از این محصولات از جمله نان دخالت دارد. ویژگی‌های منحصر به فرد نان گندم بیشتر به خواص ویژه پروتئین گلوتن مربوط است. لذا ایجاد تمامی خواص گلوتن در محصولات فاقد گلوتن امری بسیار دشوار است. کیفیت محصولات فاقد گلوتن کیفیت پایین بوده و این محصولات از نظر محتوای مواد مغذی و فیبرها هم ضعیف هستند؛ لذا تولید نان فاقد گلوتن یک چالش تکنولوژیکی و یک چالش مهم تغذیه‌ای به شمار می‌رود. برای غلات حاوی گلوتن جایگزین‌های زیادی موجود است که از این میان می‌توان به شبه غلاتی نظیر آمارانت و کینوا اشاره کرد. این گیاهان از نظر تغذیه‌ای بسیار مغذی هستند و استفاده از آنها در رژیم غذایی فاقد گلوتن، باعث بهبود تنوع و کیفیت تغذیه‌ای می‌شود. مشخص شده است که افزودن ۱٪ آلومین آمارانت به خمیر نان، زمان توسعه و پایداری خمیر را بهبود بخشیده و مقدار آب مورد نیاز برای توسعه متوازن خمیر را کاهش می‌دهد و باعث بهبود خواص خمیر و ویژگی‌های نان می‌شود. در مطالعه کریمی و همکاران (۱۴۰۱) تاثیر پروتئین‌ها و پپتیدهای حاصل از هیدرولیز پروتئین‌های آمارانت (پروتئین کل، آلومین و گلوبولین) در مقادیر ۱ تا ۵٪ و زمان‌های مختلف هیدرولیز (۰.۵، ۱.۵، ۳ و ۵ ساعت) بر خواص خمیر ترش و کیفیت نان بررسی شد. نتایج حاکی از آن بود که پپتیدهای حاصل از هیدرولیز پروتئین کل آمارانت در زمان ۳ ساعت بیشترین تاثیر را بر رشد لاکتوباسیلوس پلانتروروم و ساکارومایسس سروزیه در شرایط آزمایشگاهی داشتند. این میکروارگانیسم‌ها فلور اصلی خمیر ترش می‌باشند و تاثیر مقادیر مختلف پپتید بر رشد آنها نسبت به نمونه شاهد از نظر آماری معنی‌دار بود. بیش‌ترین میزان اسیدیته قابل تیترا pH پس از ۱۶ ساعت تخمیر در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد در خمیر ترش حاوی ۵٪ پپتید و بیشترین فعالیت آبی، حجم مخصوص و کمترین آنتالپی در نان تهیه

شده از خمیر ترش حاوی ۳٪ پپتید حاصل شد. بر اساس نتایج این تحقیق نان تولید شده از خمیر ترش حاوی ۳٪ پپتید به عنوان باکیفیت‌ترین نمونه نان انتخاب شد. نتایج مطالعه حقایق (۱۳۹۶) نشان داده است که جایگزینی بخشی از آرد برنج موجود در فرمول نان بدون گلوتن با آرد شبه غلات (آمارانت، کینوا و گندم سیاه) محتوای پروتئین، خاکستر، رطوبت، تخلخل بافت و روشنی رنگ نان را افزایش داده و باعث نرمی بافت و بهبود کیفیت آن شد. در مطالعه Inglett و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کلوچه‌های فاقد گلوتن تهیه شده از آرد آمارانت و جو دوسر پرداخته شد. طبق مشاهدات این محققین آمارانت حاوی اسیدهای آمینه ضروری و ترکیبات معدنی است که می‌تواند خصوصیات تغذیه‌ای و فیزیکی محصول نهایی را بهبود بخشد. نتایج بررسی این محققان نشان داد که استفاده از آرد آمارانت در تولید کلوچه سبب افزایش ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه حاوی آرد گندم) می‌شود. از سوی دیگر خصوصیات حسی محصول نهایی (رنگ، طعم و مزه و بافت) اختلاف معنی‌داری را با نمونه شاهد نشان نداد. Raghuvanshi و Shyam (۲۰۱۵) استفاده از سطوح مختلف آرد دانه آمارانت به عنوان جایگزین آرد گندم در تولید کیک بدون تخم‌مرغ را مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که افزایش آرد دانه آمارانت به فرمول کیک سبب افزایش میزان جذب آب و روغن گردید و در ارزیابی حسی نمونه حاوی ۴۰ درصد آرد دانه آمارانت و ۶۰ درصد آرد گندم بیش‌ترین میزان امتیاز پذیرش کلی را کسب کرد. در پژوهش بهمنش و همکاران (۱۳۹۸) امکان جایگزینی آرد برنج با آرد دانه آمارانت (در سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰٪) و افزودن صمغ بومی دانه منداب (در سه سطح صفر، ۲۵، ۰ و ۵٪) به فرمولاسیون کیک روغنی بدون گلوتن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش سطح مصرف آرد دانه آمارانت و صمغ دانه منداب رطوبت محصول نهایی افزایش می‌یابد. به علاوه نمونه حاوی ۲۰٪ آرد دانه آمارانت و ۵٪ صمغ منداب کمترین میزان سفتی بافت را در بازه زمانی ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت داشت و بیشترین میزان تخلخل و حجم مخصوص در بین نمونه‌های تولیدی را نشان داد. میزان مؤلفه  $L^*$  پوسته کیک با افزایش سطح استفاده از آرد دانه آمارانت کاهش و با افزودن صمغ منداب افزایش یافت. در خصوص مؤلفه  $b^*$  افزایش سطح آرد دانه آمارانت میزان زردی پوسته نمونه‌ها را افزایش داد. بر اساس نتایج ارزیابی حسی نمونه حاوی ۲۰٪ آرد دانه آمارانت و ۵٪ صمغ منداب به عنوان بهترین نمونه انتخاب شد. از گیاه آمارانت برای غنی‌سازی پروتئین و نیز به منظور افزایش میزان پروتئین نان استفاده شده است. در تحقیق حقایق و عطای صالحی (۱۳۹۶) از آرد کینوا، آمارانت و گندم سیاه در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به عنوان جایگزین بخشی از آرد برنج در کلوچه بدون گلوتن استفاده شد. ارزیابی خصوصیات تغذیه‌ای، بافتی، تصویری و حسی نمونه‌های تولیدی نشان داد که کاربرد آرد شبه غلات و افزایش سطوح مصرف آن سبب افزایش محتوای پروتئینی، خاکستر، میزان رطوبت، و نرمی بافت در زمان‌های ۲ ساعت و یک هفته پس از پخت شد. علاوه بر این مشاهده شد که آرد گندم سیاه و آمارانت به ترتیب سبب افزایش میزان مؤلفه‌های رنگی  $a^*$  و  $b^*$  سطح کلوچه بدون گلوتن شدند. طبق نتایج ارزیابی حسی و امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد آرد کینوا و آمارانت بهترین نمونه‌های کلوچه بدون گلوتن بودند. در مطالعه Gebreil و همکاران (۲۰۲۰) از آرد آمارانت در تهیه کراکر و تورتیلا به عنوان جایگزین آرد ذرت استفاده شد. نتایج ارزیابی محصولات نشان داد که جایگزینی آرد ذرت با آرد آمارانت باعث افزایش پروتئین، چربی، خاکستر و فیبر شد. در مورد مواد معدنی و اسید آمینه، نمونه کراکر حاوی ۲۵ درصد آرد ذرت / ۷۵ درصد آرد آمارانت و نمونه تورتیلا حاوی ۵۰ درصد آرد ذرت / ۵۰ درصد آرد آمارانت بیش‌ترین مقدار را نشان دادند. از طرف دیگر کراکر حاوی ۷۵ درصد آرد آمارانت دارای بالاترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع و کمترین میزان اسیدهای چرب اشباع کل نیز بود، در حالی که تورتیلا دارای ۵۰ درصد آرد آمارانت دارای بالاترین میزان اسیدهای چرب اشباع و کمترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که ترکیب آرد آمارانت در تهیه کراکر و تورتیلا باعث کاهش قابل توجه زردی و روشنی نسبت به شاهد شد. به علاوه مشاهده شد که نمونه‌های کراکر و تورتیلا تهیه شده با آرد آمارانت فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به فرمول‌های شاهد داشتند. با توجه به ارزیابی حسی کراکرها، نتایج نشان داد که در ظاهر، رنگ و مقبولیت کلی کاهش معنی‌داری وجود دارد، در حالی که در مورد ترتیلا در تمام فرمول‌ها کاهش معنی‌دار امتیازات ظاهر کلی، رنگ و پذیرش کلی مشاهده شد. بررسی امکان استفاده از آرد آمارانت در تهیه نان و کلوچه بدون گلوتن نشان داد محصولات تولید شده دارای مغز همگن، وزن مخصوص بالا بوده و به علاوه ارزش غذایی آنها نیز افزایش یافته است (De la Barca et al, 2010). نشان داده شده است که مخلوط آرد، نشاسته تاپیوکا و

آرد آمارانت در نسبت ۱۰:۶۰:۳۰ برای تهیه ماکارونی، از نظر خواص حسی و فیزیکی محصول، جایگزین مناسبی برای دستورات عمل‌های حاوی گلوتمن می‌باشد (Fiorda et al, 2013).

## ۵. فرآورده‌های گوشتی

نتایج بررسی سبزی بلخکانلو و همکاران (۱۳۹۵) بر روی تأثیر آرد دانه آمارانت به عنوان جایگزین پروتئین سویا و آرد سوخاری در فرمولاسیون همبرگر معمولی با هدف تولید محصول همبرگری با کیفیت بهتر نشان داد که جایگزینی ۵۰٪ آرد دانه آمارانت با پودر سویا و آرد سوخاری افزایش معنی‌داری را در میزان رطوبت و pH ایجاد کرد و سبب کاهش افت وزنی شد. اگرچه فاکتورهای نظیر مقدار پروتئین و خاکستر در نمونه‌های حاوی آرد آمارانت تغییر نکرد اما به نظر می‌رسد افزودن آن می‌تواند سبب بهبود کیفیت پروتئین‌ها و املاح محصول گردد و به بهبود کیفیت فرآورده نهایی کمک کند. افزودن آرد آمارانت به استثنای رنگ بر سایر ویژگی‌های حسی همبرگر یا بی‌تأثیر بوده یا سبب افزایش امتیاز آنها در مقایسه با نمونه شاهد گردید. ناگت مرغ یکی از فرآورده‌های گوشتی محبوب در بین اغلب مردم است. جهت بهبود طعم، ظاهر و های بافتی مطلوب و ایجاد سطح خارجی ترد و در عین حال هسته مرکزی نرم و مرطوب، در مراحل تولید این محصول ابتدا آن را با خمیر پوشانیده و سپس پیش سرخ کرده و به صورت منجمد به بازار عرضه می‌نمایند. لذا در فرمولاسیون ناگت، آرد گندم یکی از افزودنی‌های مهم موجود در آن را تشکیل می‌دهد. به منظور بهبود ارزش تغذیه‌ای ناگت و همچنین امکان‌سنجی تولید محصولی جدید برای بیماران سلیاکی در پژوهش تام‌سن و همکاران (۱۳۹۷) آرد دانه آمارانت به میزان صفر، ۵۰ و ۱۰۰٪ در ناگت مرغ جایگزین آرد گندم گردید. ارزیابی خصوصیات کیفی محصول نشان داد با افزایش درصد جایگزینی بر ارزش تغذیه‌ای ناگت افزوده شد. ناگت‌های تولید شده با آرد آمارانت نسبت به نمونه شاهد pH بالاتری داشتند و طی زمان نگهداری به مدت ۱۳ روز در دمای ۴ درجه سانتیگراد نیز کاهش pH با سرعت کمتری در این نمونه‌ها رخ داد. جایگزینی آرد گندم با آرد آمارانت بر پایداری امولسیون نیز تأثیر گذاشت به طوری که در نمونه‌ها با جایگزینی کامل پایداری امولسیون به حداکثر مقدار خود رسید. همچنین جذب روغن، میزان تخلخل، نیروی لازم برای برش و افت پخت ناگت مرغ با افزایش سطح آرد آمارانت به طور معنی‌داری افزایش یافت.

## ۶. محصولات لبنی

ارتباط تنگاتنگ بین غذا و سلامتی بر همگان محرز است. در سال‌های اخیر تولید محصولات غذایی جدید حاوی ترکیبات سلامت‌بخش در حال توسعه می‌باشد و در تولید این محصولات استفاده از ترکیبات گیاهی توجهات ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. افزودن رو به گسترش میوه‌ها و شکر به محصولات تخمیری شیر صرفاً طعم این محصولات را جذاب می‌کند و از محتوای پروتئین و ارزش تغذیه‌ای این محصولات می‌کاهد. فراهم بودن امکان تهیه محصولات متنوع غذایی از ماست چکیده سبب شده، این محصول در بین مصرف‌کنندگان از پذیرش بالاتری نسبت به ماست معمولی برخوردار باشد. داشتن ویژگی‌های تغذیه‌ای بالاتر، قابلیت ماندگاری بیشتر، بافت و طعم مطلوب سبب افزایش بازارپسندی بیشتر ماست چکیده نیز می‌شود. در تحقیق حیدری و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی اثر افزودن پودر دانه آمارانت با درصدهای ۱، ۳ و ۶ بر pH، ظرفیت نگهداری آب، مواد معدنی، زنده‌مانی آغازگرهای ماست، رنگ و ویژگی‌های رئولوژی ماست چکیده در مدت ۲۱ روز نگهداری در دمای ۶ درجه سانتیگراد، پرداخته شد و مشخص گردید که افزودن پودر دانه آمارانت به محصول سبب افزایش میزان مواد معدنی (کلسیم، سدیم، منیزیم، پتاسیم، فسفر و آهن) و نیز محتوای فیبر خوراکی در تیمارهای غنی شده می‌گردد. افزایش پودر آمارانت به ماست چکیده، ظرفیت نگهداری آب را در نمونه‌ها کاهش داد و در پایان زمان نگهداری تعداد باکتری‌های زنده باقی‌مانده در نمونه‌های غنی شده بیشتر از نمونه شاهد بود. نتایج آزمون‌های رئولوژی نشان داد با افزودن پودر آمارانت رفتار رقیق‌شوندگی با برش در نمونه‌های غنی شده تقویت شده و همچنین سطح مدول الاستیک در این نمونه‌ها نسبت به شاهد پایین‌تر می‌آید. در بین نمونه‌های غنی شده بیشترین مدول الاستیک مربوط به نمونه ۳٪ بود. بر اساس نتایج ارزیابی حسی ماست چکیده حاوی ۱ درصد پودر دانه آمارانت بیش‌ترین میزان مطلوبیت را داشت. سلامت دستگاه گوارش به عنوان یک فاکتور کلیدی در تولید غذاهای عملگرا در نظر گرفته می‌شود. سال‌های زیادی است که وجود مواد مغذی موثر بر سلامت،

تمایل زیادی را در بشر به استفاده از محصولات تخمیری از جمله محصولات لبنی تخمیری ایجاد کرده است. در بین محصولات لبنی تخمیری کَشک به علت داشتن گلوکاتیون قابل جذب، از خواص آنتی‌اکسیدانی بالاتری برخوردار است. افزودن غلات در طی مراحل تولید کَشک می‌تواند به غنی‌سازی این محصول از نظر مواد معدنی نظیر کلسیم و منیزیم و آهن کمک کند (علی محمدی و همکاران، ۱۳۹۶). بررسی تاثیر افزودن پودر دانه آمارانت بر ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی کَشک مایع توسط علی محمدی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که جایگزینی پودر شیر خشک توسط پودر دانه آمارانت سبب افزایش محتوی ماده جامد کل، فیبر، آهن، فسفر، کلسیم، پتاسیم و منیزیم کَشک می‌شود. این در حالی بود که مقدار چربی، خاکستر و پروتئین محصول تغییر نکرد. نتایج حاصل از آزمون‌های رئولوژیکی نشان داد کَشک رفتار سودوپالستیک داشته و ویسکوزیته ظاهری تمامی نمونه‌ها با افزایش نرخ برش کاهش یافت. به علاوه در تمامی نمونه‌ها مقادیر مدول کمپلکس و ویسکوزیته کمپلکس با افزایش درصد پودر آمارانت کاهش و مقدار تانژانت افت افزایش یافت. با افزایش سطح استفاده از پودر دانه آمارانت در کَشک مایع به دلیل کاهش بافت و ویسکوزیته ناشی از کمبود پروتئین از میزان مطلوبیت کلی کاسته شد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه کَشک حاوی ۳ درصد پودر آمارانت در مقایسه با نمونه شاهد، به عنوان بهترین فرمول پیشنهاد شد. جدول ۱ تاثیر غلظت‌های مختلف آمارانت بر تغییرات عناصر معدنی (میلی‌گرم در کیلوگرم) تیمارهای مختلف کَشک شده با پودر دانه آمارانت را نشان می‌دهد.

جدول ۱: تاثیر غلظت‌های مختلف آمارانت بر تغییرات عناصر معدنی (میلی‌گرم در کیلوگرم) تیمارهای مختلف کَشک

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

## ۷. فیلم‌های خوراکی

با توجه به اثرات مضر فیلم‌های پلاستیکی معمولی بر محیط زیست، استفاده از پلیمرهای زیستی خوراکی در تولید فیلم در سال‌های اخیر مورد توجه فزاینده‌ای قرار گرفته است. پروتئین آمارانت، به عنوان یک بیوپلیمر امیدوارکننده، با موفقیت به عنوان یک فیلم خوراکی با نفوذپذیری بخار آب کم تحت اثر القای حرارتی در دمای ۷۰ و ۹۰ درجه سانتیگراد مورد استفاده قرار گرفته است، البته لازم به ذکر است که فیلم حاصل خواص مکانیکی ضعیفی داشته است. Condés و همکاران (2015) توانستند با استفاده از تیمار فشار بالا فیلم‌های همگن با خواص مکانیکی بهتر و حلالیت در آب و نفوذپذیری بخار آب کمتری را از پروتئین آمارانت تولید کنند.

## ۸. ژل‌های خوراکی

ژل‌های تهیه شده از پروتئین آمارانت در شرایط بحرانی رفتار ژل مانند قوی با خاصیت ارتجاعی، سفتی بالا، قابلیت شکافتن و چسبندگی از خود نشان می‌دهند (Bejarano-Lujan et al, 2010). این مسئله نشان‌دهنده توانایی پروتئین آمارانت برای تشکیل ژل‌های خود نگهدارنده است که امکان استفاده از آن در غذاهای مختلف ژل مانند نظیر محصولات گوشتی گیاهی را فراهم می‌کند. ژل‌های پروتئینی از یک ماتریکس پروتئینی که فاز آبی در آن محصور شده است تشکیل می‌شوند. خواص رئولوژیکی مانند ویسکوالاستیسیته و بافت ارتباط نزدیکی با ریزساختار ماتریکس ژل دارد. در پژوهش Avanza و همکاران (۲۰۰۵) خواص ژل‌سازی پروتئین‌های آمارانت در شرایط حرارتی مختلف و غلظت پروتئین مورد مطالعه قرار گرفت. طبق نتایج حاصل، حداقل شرایط برای ژل شدن ۷٪، وزنی / حجمی و ۷۰ درجه سانتیگراد بود. خاصیت ارتجاعی دیسپرسیون‌ها و ژل‌های گرم شده با افزایش غلظت پروتئین افزایش یافت. شاخص بالای ساختار شبکه ژل به نسبت زیاد پیوندهای دی‌سولفیدی تشکیل شده در طول ژل شدن پروتئین آمارانت نسبت داده شد. در زمان تشکیل ژل از پروتئین

آمارانت، دنا توره شدن سریع گلوبولین‌ها و به دنبال آن واکنش‌های تبادل سولفیدریل/دی سولفید بین مولکول‌های پروتئین منجر به پدیده تشکیل ژل می‌شود که با تجمع پروتئین افزایش می‌یابد.

## ۹. نتیجه‌گیری

دانه آمارانت یک شبه غله بسیار مغذی است که در مقایسه با غلات واقعی مقدار پروتئین بیشتری دارد و از خواص درمانی و عملکردی بالقوه‌ای برخوردار است. رشد سریع و پربازده، مقاومت بسیار بالا به تنش‌های مختلف زراعی و آفات و عملکرد بسیار بالای دانه در هکتار نیز کاربرد صنعتی این محصول را در تولید محصولات غذایی عمگرا از نظر اقتصادی به خوبی توجیه می‌کند.

## مراجع

۱. ب. بهمنش، الف. پدramnia، ح. استیری، و ف. نقیپور، تاثیر جایگزینی آرد برنج با شبه غله آمارانت و افزودن صمغ بومی دانه منداب (*Eruca sativa*) بر بهبود خصوصیات کمی و کیفی کیک بدون گلوتن (۱۳۹۸)، علوم و صنایع غذایی، شماره ۹۱، دوره ۱۶، ۵۶-۴۵.
۲. م. تام‌سن، ن. سلطانی‌زاده، و ه. شکرچی‌زاده. بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ناگت مرغ تولید شده با آرد دانه تاج خروس (۱۳۹۷)، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۱۴، شماره ۵، ۷۶۵-۷۵۵.
۳. الف. سبزی بلخکانلو، ل. میرمقتدایی، ه. حسینی، م. حسینی، ر. فردوسی، و س. شجاعی علی‌آبادی، تاثیر آرد دانه آمارانت (*Amaranthus hypochondriacus*) به عنوان جایگزین پروتئین سویا و آرد سوخاری بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و حسی همبرگر معمولی (۱۳۹۵)، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، شماره ۳، ۱۲۱-۱۱۵.
۴. غ.ح. حقایق، بررسی خصوصیات تغذیه‌ای، تکنولوژیکی و حسی نان برنجی بدون گلوتن حاوی آرد شبه غلات (۱۳۹۶)، علوم و صنایع غذایی، شماره ۶۹، دوره ۱۴، ۲۹۴-۲۸۳.
۵. غ.ح. حقایق، و الف. عطای صالحی، غنی‌سازی کلوچه بدون گلوتن با آرد شبه غلات کینوا، آمارانت و گندم سیاه (۱۳۹۶)، علوم و صنایع غذایی، شماره ۷۰، دوره ۱۴، ۵۶-۴۷.
۶. م. حیدری، م. جهادی، م. فاضل، و ن. قاسمی پرو. بررسی تاثیر افزودن پودر دانه تاج خروس (*Amaranthus cruentus*) بر ویژگی‌های کیفی ماست چکیده (۱۳۹۶)، علوم و صنایع غذایی، شماره ۶۵، دوره ۱۴، ۲۸۴-۲۷۱.
۷. ل. علی محمدی، م. جهادی، ه. عباسی، و م. اعرج شیروانی، بررسی تاثیر افزودن پودر دانه تاج خروس (*Amaranthus cruentus*) بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کشک مایع (۱۳۹۶)، نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، شماره ۳، ۱۱۷-۱۰۵.
۸. ن. کریمی، ف. زینالی، م. رضازاد باری، م. نیکو، ف. محترمی، و م. کدیور، بررسی اثر پپتیدهای زیست‌فعال گیاه آمارانت (*Amaranthus hypochondriacus*) بر ویژگی‌های نان باگت (۱۴۰۱)، مجله علوم و صنایع غذایی ایران، شماره ۱۲۲، دوره ۱۹، ۱۱۳-۱۰۱.
9. Arêas, J.A.G., Carlos-Menezes, A.C.C.C., & Soares, R.A.M. (2016). "Amaranth". *Encyclopedia of Food and Health*. Available at <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00025-8>
10. Avanza, M.V., Puppo, M.C., & Anon, M.C. (2005). Rheological characterization of amaranth protein gels. *Food Hydrocolloids*, 19, 889-898.
11. Bejarano-Lujan, D. L, Lopes da Cunha, R., & Netto, F. M. (2010). Structural and rheological properties of amaranth protein concentrate gels obtained by different processes. *Food Hydrocolloids*, 24, 602-10.

12. Condés, M. C., Añon, M. C., & Mauri, A. N. (2015). Amaranth protein films prepared with high-pressure treated proteins. *Journal of Food Engineering*, 166, 38–44.
13. De la Barca, A. M. C., Rojas-Martínez, M. E., Islas-Rubio, A. R., & Cabrera-Chavez, F. (2010). Gluten-free breads and cookies of raw and popped Amaranth flours with attractive technological and nutritional qualities. *Plant foods for human nutrition*, 65, 241–6.
14. De Moraes, E. C., Cruz, A. G., & Bolini, H. M. A. (2013). “Gluten-free bread: multiple time–intensity analysis, physical characterisation and acceptance test”, *International Journal of Food Science & Technology*, 48, 2176–2184.
15. Dini, I., Tenore, G.C., & Dini, A. (2010). Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter Chenopodium quinoa seeds. *LWT - Food Science and Technology*, 43(3), 447-451.
16. Fiorda, F. A., Soares Júnior, M. S., da Silva, F. A., Souto, L. R. F., & Grosmann, M. V. E. (2013). Amaranth flour, cassava starch and cassava bagasse in the production of gluten-free pasta: technological and sensory aspects. *International Journal of Food Science & Technology*. 48, 1977–84.
17. Gamel, T. H., Linssen, J. P., Mesallam, A. S., Damir, A. A., & Shekib, L. A. (2006). Seed treatments affect functional and antinutritional properties of amaranth flours. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(7), 1095-102.
18. Gebreil, S. Y., Ali, M. I. k., & Mousa, E. A.M. (2020). Utilization of Amaranth flour in preparation of high nutritional value bakery products. *Food and Nutrition Sciences*, 11, 336-354.
19. Inglett, G.E., Chen, D., & Liu, S.X. (2015). Physical properties of gluten-free sugar cookies made from amaranth-oat composites. *LWT- Food Science and Technology*, 63(1), 214-220.
20. Koehler, P., Wieser, H., & Konitzer, K. (2014). “*Celiac disease and Gluten Multidisciplinary Challenges and Opportunities*”, Academic Press, Elsevier Inc, 173-223.
21. Lopez, O., Lopezmalo, A., & Palou, E. (2014) Antioxidant capacity of extracts from amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) seeds or leaves. *Industrial Crops and Products*, 53, 55-59.
22. Mudgil, P., Omar, L. S, Kamal, H., Kilari, B. P, & Maqsood, S. (2019). Multi-functional bioactive properties of intact and enzymatically hydrolysed quinoa and amaranth proteins. *LWT- Food Science and Technology*, 110, 207–13.
23. Quiroga, A. V., Barrio, D. A., & Añon, M. C. (2015). Amaranth lectin presents potential antitumor properties. *LWT- Food Science and Technology*, 60, 478–85.
24. Sanz-Penella, J., Wronkowska, M., Soral-Smietana, M., & Haros, M. (2013). Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LWT-Food Science and Technology*, 50(2), 679-85.
25. Shyam, S. D., & Raghuvanshi, R.S. (2015). Standardization of cakes by using different levels of amaranth flour and its acceptability. *International Journal of Science and Research*, 4(6), 1859-1861.
26. Srivastava, S., Sreerama, Y. N., & Dharmaraj, U. (2021). Effect of processing on squalene content of grain amaranth fractions. *Journal of Cereal Science*, 100,103218.
27. Rosa, C., Prestes, R., Tessele, K., & Crauss, M. (2015). Influence of the different addition levels of amaranth flour and rice flour on pasta buckwheat flour. *International Food Research Journal*, 22(2):691-8.





## الزامات اخلاقی نگارش مقاله

نویسنده/ ارسال کننده مقاله خانم اعظم ایوبی متعهد می‌شود:

- مقاله ارسالی حاصل کار پژوهشی ایشان (و همکاران) بوده و در مواردی که از دستاوردهای تحقیقاتی دیگران استفاده شده، مطابق ضوابط و رویه معمول، مشخصات منابع مورد استفاده درج شده است.
- مقاله ارسالی (یا ترجمه آن) و مقاله‌ای با همپوشانی قابل توجه با این مقاله قبلاً در هیچ مجله و یا کنفرانس ارائه نشده و به طور همزمان نیز در حال ارزیابی در مجله یا کنفرانس دیگری نیست.
- همه نویسندگان مقاله از کلیه محتویات علمی و نیز ترتیب قرارگیری نام و مشخصات و وابستگی شغلی خود در مقاله آگاهی و رضایت کامل دارند.
- چنانچه هر زمان خلاف موارد فوق و یا بروز هرگونه تقلب یا تخلف پژوهشی در رابطه با این مقاله اثبات شود، عواقب ناشی از آن متوجه نویسنده مقاله است و دبیرخانه کنفرانس مجاز است با ایشان (و همکاران) مطابق با ضوابط و مقررات رفتار نموده و هیچ‌گونه ادعایی قابل قبول نخواهد بود.

محل امضا

