ارزن: غله فراموش شده–غذایی ارزشمند برای آینده

سیما مهاجر خراسانی[۱]، مهران اعلمی[۲*]

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- دانشیار دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(تاریخ دریافت: ۹۸ /۰۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۲٤)

چکیده

امروزه تغییر شرایط آب و هوایی، افزایش جمعیت و دغدغه امنیت غذایی، پژوهشگران و متخصصان صنایع غذایی را به مطالعه در مورد امکان تولید مواد غذایی از غلات، دانه‌ها وسایر منابع غیر معمول تشویق می‌کند. ارزن در مقایسه با غلات اصلی، مقاوم به آفت و بیماری، دارای فصل رشد کوتاه و قابل تولید در شرایط خشکسالی می‌باشد. لذا با توجه به اقلیم ایران و کاهش مداوم منابع آبی، استفاده از آن امری توجیه‌پذیر می‌باشد. دانه ارزن به دلیل دارا بودن ویژگی‌های خاص، ارزش تغذیه‌ای بالا و اثر سلامتی بخش مورد توجه پژوهشگران صنایع غذایی و تغذیه نیز قرار گرفته است. این دانه غنی از فیبرهای غذایی، پروتئین، موادمعدنی و ویتامین بوده و از این لحاظ با غلات اصلی قابل مقایسه است. از طرف دیگر، ارزن یکی از غلاتی است که به دلیل عدم دارابودن پروتئین‌های گلوتنی، می‌تواند جایگاه ویژه‌ای در رژیم غذایی بیماران مبتلا به سلیاک، که قادر به مصرف غلاتی نظیر گندم، جو، چاودار و یولاف نمی‌باشند، داشته باشد. لذا در این مقاله سعی براین است تا با معرفی دانه ارزن، ارزش تغذیه‌ای و محصولات حاصل از آن، توجه پژوهشگران و صنعتگران به کاشت و فرآوری این غله فراموش شده معطوف گردد. امید است در آینده این غله با ارزش که در ایران اغلب بعنوان غذای دام و طیور استفاده می‌شود، در سبد مواد غذایی خانوارها نیز جای گیرد.

کلید واژگان: ارزن، ارزش تغذیه‌ای، فراورده‌های بدون گلوتن

* مسئول مکاتبات: mehranalami@gmail. com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

۱- مقدمه

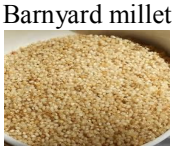
با نگاهی به رژیم غذایی روزمره، هرم غذایی انسان و همچنین قفسه فروشگاه‌های عرضه مواد غذایی به اهمیت غلات و فرآورده‌های غلاتی در زندگی انسان پی می‌بریم. امروزه تغییر شرایط آب و هوایی، افزایش جمعیت و لزوم توجه به امنیت غذایی جامعه، پژوهشگران و متخصصان صنایع غذایی و تغذیه را به مطالعه در مورد امکان تولید مواد غذایی از غلات مختلف تشویق می‌کند. دانه ارزن به دلیل دارا بودن ویژگی‌های خاص، ارزش تغذیه‌ای بالا و اثر سلامتی بخش مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. ارزن در دنیا دارای قدمت چند هزار ساله بوده و بعنوان غذای اصلی مردم در برخی مناطق خشک جهان، مخصوصا قاره آسیا و آفریقا به شمار می‌رود [۱]. در ایران نیز کاشت ارزن از قرن سیزدهم میلادی متداول بوده است و عمدتا ارزن معمولی (پروسو)[1] و گاورس (ارزن دم روباهی) در ایران کشت شده‌اند. مناطق مهم کشت ارزن در ایران نیز شامل استان‌های خراسان جنوبی، خراسان شمالی، سیستان و بلوچستان، کرمان، گلستان، یزد، خوزستان، مازندران، اصفهان و کرمانشاه می‌باشد. بر اساس آخرین آمار FAO در سال ۲۰۱۷، سطح زیر کشت ارزن در جهان ۳۱/۲ میلیون هکتار بوده است که از این سطح حدود ۲۸/٤ میلیون تن تولید صورت گرفته است. همچنین میزان سطح زیر کشت ارزن در ایران ۸/۹ هزار هکتار و میزان تولید از این سطح ۱۸/٤ هزار تن تولید گزارش شده است [۲]. این دانه بیشتر در کشورهای آسیایی و آفریقایی و بخش‌هایی از اروپا و آمریکا رشد می‌کند. ارزن در مقایسه با غلات اصلی، مقاوم به آفت و بیماری، دارای فصل رشد کوتاه و قابل تولید در شرایط خشکسالی می‌باشد [۳]. ارزن دارای انواع مختلفی مانند ارزن انگشتی[2]، مرواریدی[3]، دم روباهی[4]، معمولی یا پروسو، کوچک[5]، بارنیاد[6] و کودو[7] است که از بین آنها، ارزن مرواریدی بالاترین سطح زیر کشت جهانی را دارا می‌باشد [٤]. در جدول ۱ انواع و گونه‌های مختلف ارزن، نام‌های دیگر آن‌ها، نام علمی و کشورهای عمده تولید کننده آورده شده است. ارزن غنی از فیبرهای غذایی، پروتئین، موادمعدنی و ویتامین بوده و از این لحاظ با غلات متداول قابل مقایسه است. از طرفی دانه ارزن دارای مقادیر نسبتا زیاد روغن مفید (حدود ۳ تا ٦ درصد) در مقایسه با سایر غلات می‌باشد. البته وجود این مقدار روغن حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع موجب می‌شود که دانه ارزن پوستگیری شده و آرد حاصل از آن از انبارمانی کوتاهی برخوردار باشد، که دلیل عمده آن تجزیه تری گلیسریدها توسط آنزیم لیپاز و در نتیجه افزایش اسیدهای چرب آزاد می‌باشد. از طرفی هیدرولیز چربی‌ها منجر به ایجاد تغییرات نامطلوب حسی، ظاهری، تغذیه‌ای و ایجاد طعم تلخ در فرآورده می‌گردد. فرآوری دانه‌ها یا آرد حاصل از دانه با تیمارهای حرارتی موجب غیرفعال شدن آنزیم لیپاز موجود در دانه ارزن شده و انبارمانی آرد و یا دانه را افزایش می‌دهد. تیمارهای حرارتی خشک، حرارتی-رطوبتی، مایکروویو، اکسترودر و ... از جمله تیمارهای حرارتی مورد استفاده برای این منظور می‌باشند. دانه‌های ارزن علاوه بر ارزش تغذیه‌ای دارای پتانسیل بهبود سلامت انسان از جمله پیشگیری از سرطان و بیماری‌های قلبی-عروقی، کاهش فشارخون، کلسترول و سرعت جذب چربی است و همچنین یک غذای مناسب برای تولید محصولات بدون گلوتن برای بیماران سلیاکی می‌باشد [۵]. بیماری سلیاک نوعی بیماری خودایمنی گوارشی است که در اثر عدم تحمل مصرف پروتئین‌های گلایدین گندم، پرولامین جاودار (سکالین)، هوردئین جو و آویدین یولاف به وجود می‌آید و تنها راه درمان این بیماری استفاده از غلات فاقد گلوتن (برنج، ارزن، سورگوم و ذرت) و شبه غلات (کینوا، باکویت و آمارانت) در رژیم غذایی فرد مبتلا می‌باشد [٦]. تاکنون پژوهشگران موفق به تولید محصولات متنوع سلامتی بخش و بدون گلوتن از ارزن مانند محصولات اکسترود شده و حجیم شده، مالت و نوشیدنی مالتی، فراورده‌های نانوایی، شده‌اند [۷و ۸]. لذا در این مقاله سعی براین است تا با معرفی دانه ارزن، ارزش تغذیه‌ای و محصولات حاصل از آن، توجه مسئولین و پژوهشگران و صنعتگران به کاشت و فرآوری این غله فراموش شده معطوف گردد. امید است در آینده این غله با ارزش که در ایران اغلب بعنوان غذای دام و طیور استفاده می‌شود، در سبد مواد غذایی مصرف کنندگان جای گیرد. همچنین با توجه به اینکه دانه ارزن از غلات مقاوم به خشکی بوده و با توجه به خشکسالی و کاهش منابع آبی در ایران، استفاده از آن امری توجیه‌پذیر می‌باشد.

1. Proso millet
2. Finger millet
3. Pearl millet
4. Foxtail millet
5. Little millet
6. Barnyard millet
7. Kodo millet

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

Table 1 Specifications of different types of millet

Millet Species	Other Names	Taxonomy	Major Producing Countries
Finger millet	Ragi Wimbi	*Eleusine sumatrense*	Eastern and Southern Africa (Uganda, Kenya ,Zimbabwe) and Asia-Near East to Far East (India ,Nepal, China)
Barnyard millet 	Sama/Shama Sawa millet Billion dollar grass	*Echinochloa utilis*	India
Foxtail millet	Italian mille Foxtail bristle grass German millet Hungarian millet	*Setaria italic*	Eurasia, Southern Europe,tropical and subtropical Asia (China, India, Korea),USA, Australia
Kodo millet	Kodo Kodra	*Paspalum scrobiculatum*	India
Little millet	Sama Blue panic Kutki	*Panicum sumatrense*	China, Indian, subcontinent, Myanmar,Malaysia, Philippines
Pearl millet	Bulrush millet Cattail millet Babala Bajira	*Pennisetum glaucum*	West and Central Africa (Niger, Mali, Burkina Faso, Nigeria), India, East and Southern Africa (Namibia,Botswana), USA, Brazil
Proso millet	Common millet Broom millet Hog millet Panic millet	*Panicum miliaceum*	Eurasia (China,Kazakhstan, Afghanistan, India, Turkey, Romania), USA, Australia

Source: Information from FAO, 1995 (2) & Taylor, J., & Awika, J. (Eds.). (2017) (9)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

۲- غذاهای سنتی تهیه شده از ارزن

از گذشته‌های دور در مناطقی از خراسان بویژه نواحی جنوبی، از دانه ارزن در تولید محصولات سنتی مختلفی استفاده شده است. توگی گوشت از جمله این محصولات سنتی است که در آن از گوشت چرخ‌کرده، ارزن پوست‌گیری شده، عدس، کشک، پیازداغ، نعناع داغ، زردچوبه و نمک و فلفل استفاده می‌شود (شکل ۱).

Fig 1 Meat tougy

همچنین توگی شیری از دیگر غذای سنتی استان خراسان بوده که در تهیه آن از ارزن پوست‌گیری شده و شیر استفاده می شود و ارزش غذایی بسیار بالایی دارد (شکل ۲).

Fig 2 Milk tougy

توگی پلو نیز از دیگر غذاهای سنتی می‌باشد (شکل ۳).

Fig 3 Tougy polo

اما علیرغم ارزش تغذیه‌ای بالای دانه ارزن، در ایران به آن توجه زیادی نشده است و اغلب از آن بعنوان غذای دام و طیور استفاده می‌شود. همچنین در کشورهای دیگر نیز از ارزن بعنوان ماده اصلی در تولید نوشیدنی و محصولات سنتی مختلف استفاده می‌گردد. برای مثال در کشور نیجریه از ارزن در تولید غذای تخمیری به نام Ogi و نوشیدنی تخمیری به نام Kwanu-Zaki استفاده می‌شود. در آفریقا نیز نوشیدنی‌های تخمیری به نام Munkoyo و Mangisi از ارزن تهیه می‌شود. Roti یک نوع نان حاصل از دانه ارزن می‌باشد که توسط مردم هند و همچنین سایر نقاط جهان مصرف می‌شود. Masvusvu نیز نوعی نوشیدنی شیرین معمول در زیمباوه می‌باشد که از مالت ارزن انگشتی تهیه می‌شود[۹].

۳-ترکیبات تغذیه‌ای و ضدتغذیه‌ای دانه ارزن

دانه‌های ارزن از نظر مواد مغذی قابل مقایسه با سایر غلات است و حتی در برخی موارد نسبت به آن‌ها برتری دارد [۱۰]. همانند سایر غلات، کربوهیدرات، مخصوصا نشاسته (۷۵-۶۰ درصد) جزء اصلی دانه ارزن است و پس از آن فیبر رژیمی (۱۵-۱۰ درصد)، پروتئین (۱۵-۸ درصد)، لیپید (۵-۱ درصد) و خاکستر (۳-۱ درصد) قرار دارند [۱۱]. ارزن از نظر میزان مواد مغذی، مواد معدنی و فیبرهای غذایی حتی برتر از برنج و گندم است [۱۲]. علاوه بر نشاسته که بخش اصلی کربوهیدرات در ارزن می‌باشد، ساکارز، گلوکز و فروکتوز (حدود ۱ درصد) نیز در برخی انواع ارزن مانند ارزن انگشتی و دم روباهی وجود دارد (۱۳). آمیلوز و آمیلوپکتین در نشاسته ارزن با نسبت۱ :٤-۳ وجود دارد[۱۵و ١٤]. انواع ارزن مومی نیز از انواع ارزن دم روباهی و ارزن معمولی وجود دارد [١٦]. دمای ژلاتینه شدن نشاسته ارزن مشابه سورگوم و ذرت بوده و برای انواع مختلف ارزن بین ٦٥-٨٤/٩ درجه سانتی‌گراد متغیر است [١٥]. بخش اصلی پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه ارزن را پرولامین تشکیل داده و غنی از متیونین است اما از لحاظ لایزین و سیستئین کمبود دارد [١٧]. قابلیت هضم پروتئین دانه‌های ارزن حدود ۹۹/۳-۹۵ و ارزش بیولوژیکی آن حدود ٥٦/٥-٤٨/٣ گزارش شده است [١٨]. پوشش دانه ارزن که محصول فرعی حاصل از صنایع آسیاب ارزن و صنایع آرد مالت ارزن است، دارای میزان فیبر غذایی بالایی می‌باشد و می‌تواند در فرمولاسیون فرآورده‌های نانوایی کاربرد داشته باشد [١٩]. در بین انواع مختلف ارزن، پوشش دانه ارزن انگشتی دارای نسبت خوبی از فیبر، کلسیم و مواد معدنی است [١٩] و در بین غلات مختلف ارزن کودو و ارزن انگشتی بالاترین میزان فیبر رژیمی (۳۸-۳۷ درصد) را دارا می‌باشند [٢٠]. دانه‌های ارزن میزان نسبتا بالایی چربی (حدود ۳ تا ٦ درصد) دارند، به همین دلیل محتوی انرژی دانه‌های ارزن بالاتر از سورگوم و تقریبا معادل محتوی انرژی برنج قهوه‌ای است. در بین انواع ارزن، ارزن مرواریدی و دم روباهی دارای بیشترین میزان چربی هستند که می‌تواند به دلیل میزان بالای چربی موجود در جوانه باشد [٢١]. همچنین ارزن غنی از اسیدهای چرب غیراشباع مانند اسید اولئیک و اسید لینولئیک

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

می‌باشد [۲۲].

دانه ارزن دارای میزان بالای ویتامینB ، فولیک اسید، فسفر، آهن، کلسیم و پتاسیم است [۲۳]. در بین انواع مختلف ارزن، ارزن مرواریدی دارای بالاترین میزان مواد مغذی و ریز مغذی‌ها مانند آهن، روی، فسفر، اسید فولیک و ریبوفلاوین و غنی از نشاسته و فیبرهای محلول و نامحلول می‌باشد. همچنین میزان نیاسین ارزن مرواریدی از سایر غلات بالاتر است. از نظر میزان کلسیم نیز ارزن انگشتی بالاترین میزان (۱۶ برابر ذرت) را دارا می‌باشد [۲۴].

ترکیبات ضدتغذیه‌ای مانند فیتات و اگزالات بطور وسیعی در موادغذایی گیاهی وجود دارند. این ترکیبات به یون‌های فلزی دو ظرفیتی مانند آهن، روی و کلسیم متصل شده و به شدت بر زیست دسترسی آن‌ها اثر منفی می‌گذارند. فیتات در لایه آلورون غلات و به میزان کمتری در جوانه و اگزالات نیز در پوشش دانه قرار گرفته‌اند. میزان این ترکیبات ضد تغذیه‌ای در ارزن مشابه سایر غلات است [۲۵]. از طرفی تخمیر ارزن می‌تواند به میزان قابل توجهی محتوای تانن قابل سنجش را کاهش دهد و در عین حال پروتئین ، نشاسته و مواد معدنی آن را افزایش دهد [۲۶]. جدول ۱ میزان مواد مغذی انواع مختلف دانه‌های ارزن و سایر غلات را نشان می‌دهد.

Table 2 Nutrient composition of millets and other cereals

Cereal	Protein* (%)	Dietary fiber (%)	Fat (%)	Carbohydrate (%)	Ash (%)	Energy (kcal)
Wheat	14.5	14	1.8	82	1.6	348
Pearl millet	12.4 (6.9-20.9)	13.8 (8.5-15.3)	5.1 (3.1-8.8)	70 (67-72)	2.8 (0.3-5.1)	363
Finger millet	8.5 (4.9-11. 3)	15.2 (11.7-18.6)	1.4 (1.3-1.6)	75 (73-82)	2.7 (2.0-5.0)	336(4)
Foxtail millet	9.6 (6-17)	9.4	4.5 (1.6-9.3)	69 (63-73)	2.6 (1.5-4.3)	351
Common millet	12.6 (6.4-16)	13.1	2.6 (1.7-4.1)	71 (64-76)	2.7 (0.8-8.8)	364
Little millet	15	2.5	4.5 (3.5-5.4)	76	1.1	329
Barnyard millet	15	2.0	5.2 (4.7-5.7)	74	1.3	300
Kodo millet	10.4 (6.2-13.1)	10.4	3.7 (3.2-4.9)	76 (72-79)	2.7 (1.7-3.6)	353

All values except protein are expressed on dry weight basis; protein = N * 6.25
Source: Information from FAO, 1995 (2) & Taylor, J., & Awika, J. (Eds.). (2017) (9)

٤- اثرات سلامتی بخش دانه ارزن

ارزن دارای اثرات سلامت بخشی متفاوتی می‌باشد. از جمله این اثرات سلامتی بخش تاثیر آن بر بیماری دیابت می‌باشد. اثر پیشگیری کننده ارزن از دیابت در درجه اول به میزان فیبر بالای موجود در دانه ارزن نسبت داده می‌شود. همچنین برخی از آنتی‌اکسیدان‌های فنولی موجود در ارزن دارای اثر پیشگیری کننده از دیابت هستند. تا کنون پژوهش‌هایی در خصوص تاثیر دانه ارزن در کاهش اندیس گلایسمیک[۸] انجام شده است.

شوکلا و اسریواستاوا (۲۰۱٤) دریافتند که نودل‌های حاوی مخلوط آرد ارزن انگشتی و گندم دارای اندیس گلایسمیک پایین‌تری نسبت به نودل‌های حاوی آرد گندم بودند [۲۷]. بطور مشابه چاوی و ساریتا (۲۰۱۲) نیز طی پژوهشی دریافتند نان حاوی آرد ارزن در فرمولاسیون نان بر پایه گندم دارای اندیس گلایسمیک پایین‌تری نسبت به نان گندم می‌باشد [۲۸]. شبانا و همکاران (۲۰۰۷) از آرد ارزن انگشتی و آرد برنج به طور جداگانه در فرمولاسیون ماده غذایی مخصوص بیماران دیابتی استفاده کردند و دریافتند فرمولاسیون حاوی آرد ارزن انگشتی اندیس گلایسمیک پایین‌تری نسبت به فرمولاسیون حاوی برنج داشت [۲۹]. اسریواستاوا و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند جایگزینی ۵۰ درصد آرد گندم با آرد ارزن بارنیارد در فرمولاسیون بیسکوییت موجب کاهش اندیس

۸. اندیس گلایسمیک یک شاخص قندی است که برای درجه‌بندی مواد غذایی دارای کربوهیدرات بر اساس تاثیرشان بر قند خون در فاصله زمانی کوتاهی پس از خوردن ماده غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اندیس گلایسمیک پایین به این معنی است که با خوردن ماده غذایی قند خون به میزان کمی افزایش یافته است و بالعکس.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

گلایسمیک در مقایسه با نمونه کنترل شد [۳۰].

تحقیقات نشان می‌دهد پروتئین موجود در ارزن پروسو اثر مفیدی بر متابولیسم کلسترول دارد و موجب افزایش لیپوپروتئین با دانسیته بالا[9] (HDL) بدون افزایش میزان لیپوپروتئین با دانسیته پایین[10] (LDL) می‌شود [۳۱]. لی و همکاران (۲۰۱۰) طی پژوهشی از دانه‌های کامل ارزن دم روباهی، ارزن معمولی، سورگوم و برنج سفید در رژیم غذایی موش استفاده کردند و گزارش کردند موش‌هایی که از رژیم غذایی حاوی ارزن دم روباهی و ارزن معمولی استفاده کرده بودند تری گلیسرید خون پایین‌تری نسبت به رژیم غذایی سورگوم و برنج سفید داشتند [۳۲]. شیمانوکی و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند کنسانتره پروتئینی ارزن معمولی موجب افزایش لیپوپروتئین با دانسیته بالا (HDL) در گروهی از موش‌ها شد [۳۳].

از طرفی ارزن یک منبع بالقوه از ترکیباتی با ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی است. فنول‌ها و تانن موجود در دانه ارزن از منابع آنتی‌اکسیدانی آن می‌باشند [۳٤]. در پژوهش‌هایی اثرات آنتی‌اکسیدانی ارزن انگشتی، معمولی، مرواریدی، دم روباهی، کودو [۳۵]، ارزن بارنیارد [۳٦] و ارزن کوچک [۳۷] به اثبات رسیده است.

۵-فرآیند پوست‌گیری و آسیاب دانه‌های ارزن

از جمله عواملی که موجب محدودیت در استفاده از ارزن می‌شود، فیبرهای درشت پوشش دانه، پیگمان‌های رنگی، طعم گس و کیفیت پایین محصولات حاصل از آن می‌باشد (۳۸). پوست‌گیری، سبوس‌گیری و تیمارهای شیمیایی می‌توانند موجب کاهش این محدودیت‌ها شوند و کیفیت تغذیه‌ای و مقبولیت فرآورده‌ها را افزایش دهند [۳۹]. دانه‌های ارزن به دلیل دارا بودن مواد ضدتغذیه‌ای دارای قابلیت هضم پایینی هستند و زیست دسترسی مواد معدنی در آن‌ها پایین است [٤۰]. فرآیند پوست‌گیری ارزن یکی از مراحل فرآیند آسیاب می‌باشد که موجب کاهش قابل توجه میزان کل فیتیک اسید، پلی فنول‌ها، تانن‌ها و میزان کل مواد معدنی می‌گردد و از طرفی میزان دسترسی به آهن، روی و کلسیم و قابلیت هضم پروتئین را افزایش می‌دهد [٤۱]. دوریراج و همکاران (۲۰۱۹) طی پژوهشی دریافتند استفاده از سیستم سانتریفوژی برای پوست‌گیری دانه‌های ارزن در مقایسه با روش سایشی که به طور سنتی در پوست‌گیری استفاده می‌شود، دارای راندمان بالاتر (به میزان ۱۰ درصد) و میزان دانه‌های شکسته کمتری (۵-٤ درصد) طی پوست‌گیری می‌باشد. همچنین دانه‌های ارزن پوست‌گیری شده با دستگاه سانتریفوژی دارای ویتامین، مواد معدنی و میزان فیبر محلول بالاتری بودند که پژوهشگران دلیل این امر را باقی ماندن سبوس و اندوسپرم در دانه‌ی پوست‌گیری شده با این روش دانستند. در پوست‌گیری سنتی به روش سایشی بخش اعظمی از سبوس و اندوسپرم نیز به همراه پوسته از دانه‌ها جدا شده و موجب از دست رفتن میزان زیادی از ویتامین، مواد معدنی و فیبر دانه می‌گردد. همچنین این پژوهشگران از دانه‌های پوست‌گیری شده به روش سانتریفوژی در فرمولاسیون یک محصول فراسودمند حاصل از ترکیب انواع مختلف ارزن استفاده کردند وسپس اثر سلامتی بخش این محصول را بر گروهی از کودکان ٦-٤ سال مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد بعد از ٦ ماه استفاده از این محصول، میزان افزایش قد، وزن و میزان هموگلوبین خون کودکانی که از این ماده غذایی فراسودمند استفاده کردند نسبت به نمونه کنترل بیشتر بود [٤۲]. ال هاگ و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند پوست‌گیری دانه‌های ارزن مرواریدی موجب کاهش میزان فیتیک اسید و پلی فنل دانه‌ها گردید. آن‌ها دلیل این امر را جدا شدن پوسته (که حاوی مقدار زیادی فیتیک اسید و پلی فنل می‌باشد) طی پوست‌گیری بیان کردند. همچنین دانه‌های ارزن مرواریدی پوست‌گیری شده میزان قابلیت هضم پروتئین بالاتری نسبت به دانه‌های پوست‌گیری نشده داشتند [٤۳]. در ایران نیز دستگاه مخصوص جهت پوست‌گیری دانه‌های ارزن وجود ندارد و در استان خراسان رضوی به طور سنتی با آسیاب‌های سنگی به روش سایشی پوست‌گیری می‌شوند. بنابراین طراحی و ساخت دستگاه پوست‌گیر مناسب برای دانه‌های ارزن یکی از چالش‌های مهم موجود در صنعت می‌باشد.

٦-انبارمانی دانه یا آرد ارزن

همان طور که ذکر شد دانه ارزن دارای مقادیر نسبتا زیاد روغن مفید (حدود ۳ تا ٦ درصد) نسبت به سایر غلات می‌باشد.

9. High Density Lipoprotein
10. Low Density Lipoprotein

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

استفاده از این روغن می‌تواند برای انسان مفید باشد به شرط آنکه با بهره‌گیری از روش‌های نوین از جمله روش‌های حرارتی این دانه‌ها را فرآوری نماییم. یکی از دلایل فرآوری حرارتی دانه یا آرد ارزن، افزایش انبارمانی آن در شرایط محیطی می‌باشد. دانه ارزن پوست‌گیری شده و همچنین آرد حاصل به دلیل دارا بودن میزان نسبتا بالای چربی، دارای انبارمانی پایینی در شرایط محیطی می‌باشند و باعث ایجاد طعم و بوی نامطلوب در آرد و محصولات حاصل از آن می‌گردد، که دلیل عمده آن فعالیت آنزیم لیپاز می‌باشد. آنزیم لیپاز باعث تجزیه تری‌گلیسریدها، افزایش اسیدهای چرب آزاد و در نتیجه تندشدن لیپولیتیک فرآورده می‌شود. هیدرولیز چربی‌ها منجر به تغییرات نامطلوب در حین پخت، تغییرات حسی، ظاهری، تغذیه‌ای و ایجاد طعم تلخ به‌واسطه تولید اسیدهای چرب آزاد و کاهش انبارمانی محصول می‌شود. بنابراین غیرفعال‌سازی آنزیم لیپاز قبل از فرآیند ضروری است [٤٤]. به منظور کاهش اکسیداسیون غلات باید فعالیت آنزیم لیپاز را کاهش داد. تا کنون چندین روش برای پایداری اکسیداتیو دانه‌های غلات از جمله تیمارهای حرارتی نظیر تیمارهای حرارتی خشک، حرارتی-رطوبتی، مایکروویو، اکستروژن، حرارت‌دهی اهمیک و اشعه دهی مادون قرمز بکار گرفته شده اند. تأثیر تیمارهای حرارتی به این گونه است که حرارت باعث تغییرشکل ساختمان پروتئینی آنزیم شده و لذا فعالیت آن‌ها را کاهش می‌دهد [٤٥]. مهاجر خراسانی (۱۳۹۷) با بررسی انبارمانی آرد حاصل از دانه‌های ارزن معمولی دریافتند که با استفاده از تیمارهای حرارتی-رطوبتی و مایکروویو دانه ارزن معمولی، میزان فعالیت لیپاز و اسید چرب آزاد آرد حاصل از دانه طی یک ماه انبارمانی در شرایط محیطی بطور قابل توجهی کاهش یافت [٤٦]. یاداو و همکاران (۲۰۱۲) افزایش انبارمانی آرد ارزن مرواریدی ازطریق تیمار مایکروویو را در رطوبت و زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج بدست آمده، با افزایش زمان قرارگیری در معرض مایکروویو و افزایش محتوی رطوبت، میزان غیرفعال‌سازی آنزیم لیپاز افزایش یافت و باعث افزایش انبارمانی آرد ارزن در شرایط محیطی شد [٤٧]. آرورا و همکاران (۲۰۰۲) تأثیر تیمار حرارت‌دهی خشک با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه را بر فعالیت آنزیم لیپاز، میزان اسیدچرب آزاد، اندیس اسیدی و انبارمانی آرد ارزن مرواریدی بررسی کردند. نتایج نشان داد حرارت‌دهی دانه‌های ارزن مرواریدی قبل از آسیاب به‌طور قابل‌توجهی میزان فعالیت لیپاز و اسیدهای چرب آزاد را طی نگهداری نسبت به نمونه شاهد، بدون هیچ‌گونه اثر سوء بر مقبولیت آن کاهش داد [٤٨].

۷-مالت ارزن و کاربرد آن در تولید محصولات مختلف

جوانه زنی دانه غلات موجب برخی تغییرات بیوشیمیایی، حسی و تغذیه‌ای دانه شده و تولید مالت با کیفیت تغذیه‌ای بهبود یافته می‌کند. از جمله این تغییرات تجزیه ذخایر دانه، نشاسته و پروتئین و افزایش چندین ویتامین می‌باشد [٤١]. همچنین جوانه زنی موجب تجزیه ترکیبات ضدتغذیه‌ای مانند فیتات و بازدارندهای پروتئاز، بازدارنده تریپسین و پلی‌فنول‌ها نیز می‌گردد [٤٩]. به طور خلاصه مالت سازی عبارت است از جوانه‌زنی کنترل شده وسپس خشک کردن کنترل شده دانه‌های غلات جوانه زده. فرآیند مالت سازی از دانه غلات موجب افزایش قابل توجه مواد مغذی، فیبر، چربی، ویتامین B و C، مواد معدنی، دسترسی به مواد معدنی و مواد مغذی و افزایش پذیرش حسی می‌گردد [٥٠]. مالت دانه ارزن می‌تواند بعنوان یک ماده غذایی مکمل، سلامتی بخش و یا یک ماده غذایی با میزان آمیلاز بالا باشد. ملکی تبریزی و همکاران (۱۳۹۷) پژوهشی بر تاثیر آرد مالت ارزن و صمغ زانتان بر ویژگی‌های فیزیکی کیک بدون گلوتن انجام دادند و گزارش کردند افزودن آرد مالت ارزن به فرمولاسیون، به دلیل فعالیت آنزیمی بالا و فقدان پروتئین بدون گلوتن سبب تولید یک خمیر ضعیف، کاهش ویسکوزیته خمیر و همچنین کاهش انسجام و ارتجاعیت بافت کیک شد، اما با افزودن صمغ زانتان پارامترهای فیزیکی خمیر بهبود یافت. بر اساس نتایج بدست آمده نمونه دارای ۱۰ درصد آرد مالت ارزن و ۰/۲ درصد صمغ زانتان بعنوان بهترین نمونه شناخته شد [٥١]. آدیبای و همکاران (۲۰۱٦) گزارش کردند جوانه زنی ارزن انگشتی موجب افزایش ظرفیت تورم، کریستالیزاسیون، و ظرفیت جذب آب آرد و کاهش دانسیته حجمی آرد حاصل شد. همچنین استفاده از آرد ارزن جوانه زده در فرمولاسیون بیسکوییت سفتی بافت کیک را نسبت به نمونه کنترل افزایش داد [٥٢]. این پژوهشگران در پژوهشی دیگر در سال ۲۰۱۷، ارزش تغذیه‌ای و پذیرش حسی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

بیسکوییت حاصل از آرد ارزن جوانه زده را مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج آن‌ها میزان رطوبت، پروتئین، فیبر و انرژی و همچنین میزان اسیدآمینه‌های ضروری و غیر ضروری آن افزایش و میزان چربی بیسکوییت آن نسبت بیسکوییت حاصل از آرد خام کاهش یافت [۵۳]. پژوهشگرانی در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ بیان کردند فرآیند مالت‌سازی از ارزن مرواریدی و ارزن انگشتی موجب کاهش میزان مواد ضد مغذی و محتوی پروتئین گردید در حالی که ضریب کارایی پروتئین و دسترسی مواد معدنی را افزایش داد [٥٤و ١٩]. پلمب و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند فرآیند مالت‌سازی دانه ارزن انگشتی، محتوی تانن و فیتیک اسید را کاهش داد. از طرفی این فرآیند موجب افزایش میزان آهن نامحلول و روی محلول گردید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی دانه ارزن را نیز افزایش داد [۵۵]. نیرمالا و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند میزان فعالیت آمیلاز دانه ارزن مرواریدی طی مرحله جوانه زنی افزایش و میزان مواد قندی آن کاهش یافت. یکی از کاربردهای مهم آرد مالت غلات استفاده از آن‌ها در صنعت فرآورده‌های نانوایی است. افزودن آرد مالت یکی از روش‌های افزایش کیفیت و ارزش تغذیه‌ای محصولات نانوایی می‌باشد. پژوهش‌هایی بر استفاده از مالت دانه ارزن در تولید فرآورده‌های نانوایی صورت گرفته است [٥٦].

۸-فرآورده‌های حجیم و اکسترود شده

اکستروژن یک فرآیند پخت دمای بالا و زمان کوتاه می‌باشد که می‌تواند به منظور تهیه میان وعده یا اسنک حجیم شده استفاده شود. فرآیند اکستروژن در فرآوری مواد غذایی بر پایه نشاسته و پروتئین مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فرآیند می‌تواند موجب تغییر ساختاری در نشاسته یا ماتریکس نشاسته-پروتئین دانه شده و منجر به تولید اسنک حجیم شده با تردی بالا و بافت بهبود یافته می‌شود [۸]. طی این فرآیند ژلاتیناسیون نشاسته و دناتوراسیون پروتئین اتفاق افتاده و قابلیت هضم فرآورده و غیرفعال‌سازی فاکتورهای ضد تغذیه‌ای مانند فیتات و تانن‌ها افزایش می‌یابد. طی این فرآیند، با واکنش مواد قندی موجود در لایه آلرون و اسید آمینه‌های موجود در دانه، واکنش مایلارد رخ داده و طعم و آرومای مطلوبی را به محصول می‌دهد [٥٦]. استفاده از این تکنیک مزایایی از قبیل بهره‌وری بالا ، کیفیت بالای محصول و افزایش هضم پروتئین را دارا می‌باشد [۵۷].

فرآیند اکستروژن می‌تواند از طریق گرما یا تزریق مستقیم بخار و یا بطور غیرمستقیم از طریق ژاکت بخار صورت گیرد. تا کنون پژوهش‌هایی بر تولید میان اسنک‌های حجیم شده بر پایه ارزن انجام شده است. برازنده و همکاران (١٣٩٤) در پژوهشی تاثیر فرآیند اکستروژن بر خواص فیزیکوشیمیایی اسنک حجیم شده بر پایه ذرت و ارزن را مورد بررسی قرار داد و دریافت استفاده از آرد ارزن در فرمولاسیون اسنک حجیم شده موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکی محصول از جمله افزایش ظرفیت جذب آب، روشنایی، قدرت تورم، ظرفیت نگه‌داری آب و پذیرش کلی گردید. همچنین افزایش سرعت مارپیچ اکسترودر از ۱۲۰ به ۲۲۰ دور بر دقیقه موجب افزایش نسبت انبساط، ظرفیت نگه‌داری آب و پذیرش کلی گردید در حالی که افزایش درصد رطوبت از ۱۲ تا ۱۸ درصد باعث کاهش موارد ذکر شده گردید. بطور کلی میزان رطوبت ۱۲ درصد، سرعت مارپیچ ۲۲۰دور بر دقیقه و میزان ۵۰ درصد آرد ارزن بهترین نتیجه را در پی داشت [۵۸]. ساینی و همکاران (۲۰۱۸) از آرد ارزن کوچک در تولید اسنک حاوی آرد برنج و ذرت با استفاده از فرآیند اکستروژن استفاده کردند. فرآیند اکستروژن در شرایط بهینه دو دمای ۹۰ و ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت مارپیچ ۳۵۰ دور بر دقیقه انجام شد. نتایج نشان داد با افزایش درصد آرد ارزن (۲۰-۰ درصد)، محتوی رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی، فیبر، دانسیته حجمی و سختی محصولات اکسترود شده افزایش و از طرفی نسبت پخش‌شوندگی، محتوی کربوهیدرات و ارزش کالریکی آن‌ها کاهش یافت. همچنین اسنک تولید شده با ترکیب آردی ارزن کوچک وذرت با نسبت ٤٥:٤٥:١٠ از پذیرش حسی بالاتری برخوردار بود [۵۹]. وادیکار و همکاران (٢٠١٤) دریافتند استفاده از فرآیند اکستروژن بر ترکیب آردی ارزن انگشتی، مرواریدی و دم روباهی در تولید اسنک حجیم شده موجب افزایش ارزش تغذیه‌ای و قابلیت هضم محصول شده است [٦٠]. در پژوهشی در سال ۲۰۱۲ نیز از ترکیب آردی ارزن انگشتی، ارزن مرواریدی و سویا در تولید اسنک حجیم شده استفاده شد و مدل‌سازی بر اساس کمترین هزینه تولیدی توسط برنامه نویسی خطی انجام گردید. کم‌ترین هزینه تولیدی مربوط به ترکیب آردی ٨١/٦٨ آرد ارزن مرواریدی، ٧/٠٢ درصد آرد ارزن انگشتی و ١١/٣٠ درصد آرد سویا بود. در سرعت خوراک ٦/٥ کیلوگرم بر ساعت و سرعت مارپیچ ۳۵۰ دور در دقیقه محصول دارای بیشترین دانسیته و سطح

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

ناصاف بود [٦١]. سوماتی و همکاران (۲۰۰۷) به منظور دستیابی به فرمولاسیون بهینه اسنک حجیم شده، آرد ارزن را با ۳۰ درصد آرد حبوبات و به طور جداگانه با ۱۵ درصد آرد سویای چربی‌گیری شده ترکیب کرده و یک فرآورده مغذی اکسترود شده با میزان پروتئین بالا تولید کردند [٦٢]. یوشاکوماری و همکاران (۲۰۰۷) از دانه ارزن انگشتی یک محصول حجیم شده جدید تولید کردند. شرایط بهینه برای این فرآیند محتوی رطوبت حدود ٤٠ درصد، ضریب شکل /۰۵۲ تا ۰/۵۸ ، زمان خشک کردن ١٣٦ تا ١٥٠ دقیقه بود. ارزن حجیم شده دارای شاخص گسترش پذیری بالاتر از ٤/٦، سفتی کمتر از ۰/۵ نیوتون و پذیرش کلی بالاتر از ۷/۲ بود [٦٣]. وادیکار و همکاران (۲۰۰۷) از انواع مختلف ارزن انگشتی دانه‌های حجیم شده تهیه کردند. بدین منظور ابتدا دانه‌ها را به مدت ۲ ساعت و محتوی رطوبت ۲۰ درصد مشروط کرده و سپس دانه‌ها در دمای ۲۳۰-۲۲۰ درجه سانتی‌گراد به شکل حجیم تبدیل شد. این فرآیند بر ترکیب اسیدهای چرب تاثیر معناداری نداشت. از طرفی میزان لیپیدهای خنثی به میزان ۹/۳ درصد کاهش ولی میزان گلیکولیپیدها به میزان ۲۱/۹۲ درصد و فسفو لیپیدها به میزان ۳۳/۳ درصد افزایش یافت. راندمان این فرآیند حدود ۷۷/۳-۸/۳ درصد و نسبت انبساط حدود ۱۱/۳-۲/۳ درصد بود [٦٤].

۹-استفاده از آرد ارزن در تولید فراورده‌های نانوایی

فرآورده‌های نانوایی بر پایه غلات از جمله محصولات مهم و پرمصرف در سراسر جهان هستند و از محبوبیت بالایی بین اقشار مختلف جامعه برخوردارند. از طرفی با افزایش آمار بیماران سلیاکی در سراسر جهان، تولید فرآورده‌های نانوایی بدون گلوتن با کیفیت تغذیه‌ای و ارگانولپتیکی مطلوب از چالش‌های مهم در صنعت غذا می‌باشد. اکثر فرآورده‌های بدون گلوتن بر پایه آرد برنج تهیه می‌شوند و از آن‌جا که در فرآیند شالیکوبی به‌منظور تهیه برنج سفید بخش قابل توجهی از فیبر و مواد معدنی از دست می‌رود، در تهیه فرآورده‌های بدون گلوتن از آرد برنج، بایستی از آرد سایر غلات، آرد برخی حبوبات و یا افزودنی‌های مجاز استفاده نمود تا فرآورده حاصل به لحاظ مواد مغذی از تعادل مطلوبی برخوردار بوده و نیاز بیماران سلیاکی را تامین نماید. ارزن از جمله غلات بدون گلوتنی است که می‌تواند بدین منظور استفاده شود. آرد ارزن فراورده‌ای سودمند و مغذی بدون گلوتن است که می‌تواند به صورت ترکیب با سایر آردها و یا به تنهایی در فرمولاسیون فرآورده‌های نانوایی بدون گلوتن استفاده شود. اما استفاده از آن به میزان زیاد به صورت خام و بدون پیش فراوری موجب افت کیفیت فرآورده‌های نانوایی حاصل می‌گردد. بنابراین بایستی با استفاده از روش‌های مختلف کیفیت محصولات را ارتقاء داد. از جمله روش‌های مورد استفاده برای این منظور می‌توان به افزودن مواردی مانند صمغ‌ها، پروتئین‌ها و آنزیم‌ها و یا استفاده از فرآیندهای حرارتی بر روی دانه یا آرد ارزن مانند تیمارهای حرارتی خشک، حرارتی-رطوبتی، مایکروویو، اکستروژن، اشعه مادون قرمز، گاما و ... اشاره کرد. آذرباد و همکاران (١٣٩٤) ویژگی‌های شیمیایی، حسی و بافتی نان بربری حاصل از اختلاط آرد گندم و ارزن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که با افزایش آرد ارزن، سفتی بافت نان افزایش و قابلیت ارتجاعی آن کاهش یافت. همچنین طبق نتایج ارزیابی حسی با افزایش میزان آرد ارزن از پذیرش حسی نمونه‌ها کاسته شد. این پژوهشگران بیان کردند استفاده از ۲۵ درصد آرد ارزن در فرمولاسیون نان ممکن و استفاده از مقادیر بیشتر آرد ارزن نیازمند استفاده از ترکیبات بهبود دهنده می‌باشد [٦٥]. مهربان شندی (۱۳۹۲) اثر صمغ گوار در دو سطح (۱ و ۲ درصد) و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی در سطوح ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد را بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خمیر و کیک اسفنجی تهیه شده از مخلوط آردی بدون گلوتن (۱۰۰ درصد برنج، ۵۰ درصد ارزن و ۵۰ درصد برنج، ۱۰۰ درصد ارزن) مورد بررسی قرار دادند. بالاترین امتیاز در آزمون‌های ارزیابی مربوط به نمونه حاوی ۵۰ درصد برنج و ۵۰ درصد ارزن به همراه ۰/۲۵ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و ۱ درصد صمغ گوار گزارش شد [٦٦]. فتحی و همکاران (٢٠١٦) تأثیر تیمار حرارتی-رطوبتی آرد ارزن در دو دمای ۱۰۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و دو سطح رطوبت ۲۰ و ۳۰ درصد و همچنین اثر افزودن آرد تیمارشده به آرد تیمار نشده (در سطوح ۰ تا ۱۰۰ درصد) بر کیفیت کیک بدون گلوتن حاصل را بررسی کردند. طبق نتایج بدست آمده، تیماردهی آرد موجب کاهش وزن مخصوص خمیر و سفتی کیک و همچنین افزایش قوام خمیر و حجم کیک گردید. همچنین با افزایش نسبت آرد تیمار شده در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

فرمولاسیون کیک، میزان حجم مخصوص افزایش و سفتی کیک کاهش یافت. به طوری که کیک تهیه شده از آرد تیمارشده در رطوبت ۳۰ درصد و دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد دارای بیشترین حجم و نرم‌ترین بافت بود [٦٧]. کرمی و همکاران (۱۳۹۸) تاثیر تیمار حرارتی-رطوبتی دانه ارزن معمولی بر ویژگی آرد و کوکی حاصل از آن را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که با افزایش شدت تیمار حرارتی-رطوبتی ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها افزایش وظرفیت جذب روغن کاهش یافت. همچنین با افزایش شدت تیمار حرارتی-رطوبتی افت پخت، فعالیت آبی و سفتی کوکی ها کاهش یافت. بعلاوه گسترش پذیری نمونه‌ها افزایش و رنگ کوکی‌ها نیز تیره‌تر شد [٦٨]. مهاجر خراسانی (۱۳۹۸) تاثیر تیمارهای حرارتی-رطوبتی و مایکروویو دانه ارزن معمولی بر ویژگی‌های آرد و کیک بر پایه برنج از آن را مورد بررسی قرار دادند. افزایش شدت هر دو تیمار موجب کاهش وزن مخصوص و افزایش ویسکوزیته خمیر کیک بدون گلوتن شدند. همچنین میزان حجم، تخلخل، محتوی رطوبت نمونه‌های کیک طی ماندگاری و پذیرش حسی نمونه‌ها افزایش و سفتی بافت کیک کاهش یافت [٦٩]. جیوتسنا و همکاران (۲۰۱٦) از مخلوط آرد ارزن انگشتی و کنسانتره پروتئین آب پنیر به نسبت‌های مختلف در تهیه مافین استفاده کردند. مافین‌های تهیه شده با ۹۰ درصد آرد ارزن و ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین، بیشترین حجم و نمره کیفیت کلی را داشتند. همچنین استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر موجب کاهش سفتی و افزایش قابلیت ارتجاعی نمونه‌ها شد [۷۰]. گواسمی و همکاران (۲۰۱۵) تحقیقی در زمینه استفاده از مقادیر مختلف آرد ارزن بارنیارد به عنوان جایگزین آرد گندم در تهیه مافین انجام دادند. آن‌ها گزارش کردند با افزایش مقدار آرد ارزن در فرمولاسیون کیک، مقدار ثقل ویژه خمیر افزایش یافت در حالی که وزن، ارتفاع پخت و حجم نمونه‌های مافین کاهش یافت. تمام مافین‌ها از جمله مافین تهیه شده از ۱۰۰ درصد آرد ارزن بارنیارد در ارزیابی حسی توسط مصرف‌کنندگان قابل پذیرش بودند. داده‌های میکروبی نشان داد که کیفیت نمونه مافین در طول ۱۵ روز نگهداری تحت تاثیر افزودن آرد ارزن قرار نگرفت [۷۱]. کریشنان و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند استفاده از پوشش دانه ارزن انگشتی در فرمولاسیون بیسکویت موجب افزایش میزان پروتئین، فیبر و کلسیم نسبت به نمونه کنترل گردید. همچنین نتایج پذیرش حسی نشان داد استفاده از ۱۰ درصد آرد ارزن خام و تیمار شده به روش حرارتی-رطوبتی و ۲۰ درصد مالت ارزن در فرمولاسیون بیسکویت موجب افزایش پذیرش حسی نمونه‌ها گردید [۱۹]. راجیو و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر جایگزینی آرد ارزن انگشتی با آرد گندم را در سطوح ۰، ۲۰، ٤۰، ٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد بر خصوصیات کیفی مافین بررسی کردند. با افزایش میزان آرد ارزن، مقادیر ویسکوزیته، پیک آمیلوگراف، افت و برگشت کاهش یافت. بررسی میکروسکوپی خمیر مافین نشان داد که افزودن بیشتر از ٦۰ درصد آرد ارزن، تعداد سلول‌های هوا را کاهش داد که نشان دهنده اختلاط ضعیف هوا می‌باشد. با افزایش میزان آرد ارزن انگشتی، دانسیته خمیر، ویسکوزیته، حجم و نمره کل ارزیابی حسی کاهش یافت، در حالی که سفتی مغز افزایش یافت. در مقادیر بالای ٦۰ درصد آرد ارزن اثر منفی بر خصوصیات کیفی کیک مشاهده گردید [۷۲]. کامارادی و شانتاکومار (۲۰۰۳) جایگزینی آرد گندم با آرد ارزن کوچک در فرمولاسیون نان مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند جایگزینی آرد ارزن به میزان ۲۲۰-۱۰ درصد امکان پذیر بود اما با جایگزینی مقادیر بیشتر از آن موجب افزایش میزان خاکستر و کاهش پروتئین، گلوتن، میزان نشاسته آسیب دیده و کاهش حجم نان گردید [۷۳].

۱۰- سایر فراورده‌ها

علاوه بر محصولات ذکر شده، از ارزن در تولید فرآورده‌های مختلف دیگری از جمله شیر ارزن، غذای مکمل کودک، ورمیشل و... نیز استفاده می‌گردد. بالاسوبرامانیان و همکاران (۲۰۱۱) از آرد ارزن مرواریدی اکسترود شده، آرد جو اکسترود شد، آرد مالت جو اکسترود شده و آرد مالت ارزن مرواریدی اکسترود شده در فرمولاسیون غذای مکمل کودک استفاده کردند و دریافتند فرمولاسیون حاوی ۲۰/۷۷ درصد آرد ارزن مرواریدی اکسترود شده، ۷/۳۹ درصد آرد مالت ارزن مرواریدی اکسترود شده، ۲۰/۹۹ درصد آرد جو اکسترود شده و ٦/۵۳ درصد آرد مالت جو اکسترود شده بالاترین میزان پذیرش را دارا بود [٧٤]. دوی و همکاران (۲۰۱۳) از پودر شیر ارزن حاصل از مخلوط آرد ارزن انگشتی و آرد ارزن مرواریدی در تولید فرآورده‌های اکسترود شده استفاده کردند و بیان کردند پودر شیر ارزن حاصل دارای خواص فیزیکی و عملکردی مناسبی (از جمله دانسیته حجمی، اندیس تورم و ظرفیت

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

نگه‌داری آب) به منظور استفاده در تولید فرآورده‌های اکسترود بود. همچنین نتایج ارزیابی ارگانولپتیکی نشان داد فرمولاسیون حاوی پودر شیر ارزن و کنترل به میزان ۵۰:۵۰ بالاترین قابلیت پذیرش از لحاظ محتوی تغذیه‌ای، رنگ، بافت، کیفیت پخت و پذیرش حسی را دارا بود [۷۵]. همچنین طبق مطالعات انجام شده می‌توان از ارزن در تولید ورمیشل (نوعی رشته فرنگی) [۷۶]، دسر لبنی [۷۷] و همچنین بعنوان افزودنی حاوی آهن در فرمولاسیون مواد غذایی [۷۸] استفاده کرد.

۱۱-نتیجه‌گیری

ارزن دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی است و جایگاه ویژه‌ای در رژیم غذایی مردم در برخی از نقاط جهان دارد. طبق بررسی‌انجام شده دانه ارزن پتانسیل کاربرد در تولید مواد غذایی مختلف و همچنین محصولات بدون گلوتن را دارا می‌باشد و طی چند سال اخیر پژوهشگران موفق به تولید محصولات متنوعی مانند فرآورده‌های نانوایی، حجیم شده، اکسترود شده، آرد مالت و سایر مواد غذایی سلامتی بخش شده‌اند. در کشور ما در حوزه صنایع غذایی چندان توجهی به این غله نشده و اغلب دانه ارزن به عنوان غذای پرندگان شناخته می‌شود. از طرفی با توجه به اینکه در ایران دستگاهی جهت پوست‌گیری دانه‌های ارزن وجود ندارد و اغلب با آسیاب‌های سنگی سنتی به روش سایشی پوست‌گیری می‌شوند، بنابراین طراحی و ساخت دستگاه پوست‌گیر مناسب برای دانه‌های ارزن نیز یکی از چالش‌های مهم موجود می‌باشد که می‌تواند مورد توجه پژوهشگران قرار گیرد. بنابراین امید است پژوهشگران با بکارگیری تکنولوژی‌های نوین اقدام به فرآوری و تولید محصولات متنوعی از دانه ارزن در مقیاس صنعتی کنند تا این غله با ارزش فراموش شده در سبد غذایی خانوارها قرار گیرد. علاوه‌بر این، دانه ارزن می‌تواند جایگزین مناسبی برای غلات معمول مانند گندم باشد و همچنین با توجه به اینکه دانه ارزن از غلات مقاوم به خشکی بوده و با توجه به خشکسالی و کاهش منابع آبی در ایران، استفاده از آن امری توجیه‌پذیر می‌باشد.

۱۲- منابع

[1] Shahidi, F., and Chandrasekara, A. 2013. Millet grain phenolics and their role in disease risk reduction and health promotion: A review. Journal of Functional Foods, 5(2), 570-581.

[2] FAO. 2017. Food and Agriculture Organization. Sorghum and millets in human nutrition. Rome, Italy: FAO.

[3] Arendt, E., and Dal Bello, F. (Eds.). 2011. Gluten-free cereal products and beverages. Elsevier.

[4] Ushakumari, S. R., Latha, S., and Malleshi, N. G. 2004. The functional properties of popped, flaked, extruded and roller□dried foxtail millet (Setaria italica). International journal of food science and technology, 39(9), 907-915.

[5] Saleh, A. S., Zhang, Q., Chen, J., and Shen, Q. 2013. Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 12(3), 281-295.

[6] Fasano, A., Catassi, C. (2008). Celiac disease. New England Journal of Medicine, 367(25), 2419-2426.

[7] Chandrasekara, A., Naczk, M., and Shahidi, F. 2012. Effect of processing on the antioxidant activity of millet grains. Food Chemistry, 133(1), 1-9.

[8] Jaybhaye, R. V., Pardeshi, I. L., Vengaiah, P. C., and Srivastav, P. P. 2014. Processing and technology for millet based food products: a review. Journal of ready to eat food, 1(2), 32-48.

[9] Taylor, J., & Awika, J. (Eds.). (2017). Gluten-free Ancient Grains: Cereals, Pseudocereals, and Legumes: Sustainable, Nutritious, and Health-promoting Foods for the 21st Century. Woodhead Publishing.

[10] Sehgal, A., and Kwatra, A. 2003. Processing and utilization of pearl millet for Nutrition Security. In Proceeding of national seminar on Recent Trend in Millet Processing and Utilization held at CCS HAU, Hissar, India (Vol. 16).

[11] Hadimani, N. A., and Malleshi, N. G. 1993. Studies on milling, physico-chemical properties, nutrient composition and dietary fibre content of millets. Journal of Food Science and Technology (India), 30(1), 17-20.

[12] Dykes, L., and Rooney, L. W. 2006. Sorghum and millet phenols and antioxidants. Journal of cereal science, 44(3), 236-251.

[13] Malleshi, N.G., Desikachar, H.S.R., 1986. Nutritive value of malted pearl millet flours.Plant Food.Hum. Nutr. 36, 191–196.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

[14] Emmambux, M.N., Taylor, J.R.N., 2013. Morphology, physical, chemical and functional properties of starches from cereals, legumes and tubers cultivated in Africa: a review. Starch-Stärke 65. 715-729.
[15] Kumari, S.K., Thayumanavan, B., 1998. Characterization of starches of proso, foxtail, barnyard,kodo, and little millets. Plant Food. Hum. Nutr. 53, 47–56.
[16] Taylor, J.R.N., Belton, P.S., Beta, T., Duodu, K.G., 2014. Review: increasing the utilisation of sorghum, millets and pseudocereals: developments in the science of their phenolic phytochemicals, biofortification and protein functionality. J. Cereal Sci. 59, 257–275.
[17] Monteiro, P. V., Sudharshana, L., and Ramachandra, G. 1988. Japanese barnyard millet (Echinochloa frumentacea): protein content, quality and SDS–PAGE of protein fractions. Journal of the Science of Food and Agriculture, 43(1), 17-25.
[18] Geervani, P., and Eggum, B. O. 1989. Effect of heating and fortification with lysine on protein quality of minor millets. Plant Foods for Human Nutrition, 39(4), 349-357.
[19] Krishnan, R., Dharmaraj, U., Manohar, R. S., and Malleshi, N. G. 2011. Quality characteristics of biscuits prepared from finger millet seed coat based composite flour. Food chemistry, 129(2), 499-506.
[20] Antony, U., Sripriya, G., and Chandra, T. S. 1996. Effect of fermentation on the primary nutrients in finger millet (Eleusine coracana). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44(9), 2616-2618.
[21] Abdelrahman, A., Hoseney, R.C., Varriano-Marston, E., 1984. The proportions and chemical compositions of hand-dissected anatomical parts of pearl millet. J. Cereal Sci. 2, 127–133.
[22] Obilana, A.B., Manyasa, E., 2002. Millets. In: Belton, P.S., Taylor, J.R.N. (Eds.), Pseudocereals and Less Common Cereals: Grain Properties and Utilization Potential. Springer, Berlin, pp. 177–217.
[23] Sudharshana, L., Monteiro, P. V., and Ramachandra, G. 1988. Studies on the proteins of kodo millet (Paspalum scrobiculatum). Journal of the Science of Food and Agriculture, 42(4), 315-323.
[24] Ragaee, S., Abdel-Aal, E. S. M., and Noaman, M. 2006. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. Food chemistry, 98(1), 32-38.
[25] Serna-Saldivar, S., Rooney, L.W., 1995. Structure and chemistry of sorghum and millets. In: Dendy ,D.A.V. (Ed.), Sorghum and Millets: Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, pp. 69–124.
[26] Antony, U., Chandra, T.S., 1998. Antinutrient reduction and enhancement in protein, starch, and mineral availability in fermented flour of finger millet (Eleusine coracana). J. Agri. Food Chem. 46, 2578–2582.
[27] Shukla, K., Srivastava, S., 2014. Evaluation of finger millet incorporated noodles for nutritive value and glycemic index. J. Food Sci. Technol. 51, 527–534.
[28] Chhavi, A., Sarita, S., 2012. Evaluation of composite millet breads for sensory and nutritional qualities and glycemic response. Malays. J. Nutr. 18, 89–101.
[29] Shobana, S., Usha Kumari, S. R., Malleshi, N. G., and Ali, S. Z. 2007. Glycemic response of rice, wheat and finger millet based diabetic food formulations in normoglycemic subjects. International journal of food sciences and nutrition, 58(5), 363-372.
[30] Srivastava, A.K., Sudha, M.L., Baskaran, V. and Leelavathi, K., 2007. Studies on heat stabilized wheat germ and its influence on rheological characteristics of dough. European Food Research and Technology, 224: 365-372.
[31] Devisetti, R., Ravi, R., and Bhattacharya, S. 2015. Effect of hydrocolloids on quality of proso millet cookie. Food and Bioprocess Technology, 8(11), 2298-2308.
[32] Lee, S.H., Chung, I.M., Cha, Y.S., Park, Y., 2010. Millet consumption decreased serum concentration of triglyceride and C-reactive protein but not oxidative status in hyperlipidemic rats. Nutrition Research. 30, 290–296.
[33] Shimanuki, S., Nagasawa, T., Nishizawa, N., 2006. Plasma HDL subfraction levels increase in rats fed proso-millet protein concentrate. Med. Sci. Monitor 12, BR221–BR226.
[34] Odusola, K. B., Ilesanmi, F. F., and Akinloye, O. A. 2013. Assessment of nutritional composition and antioxidant ability of pearl millet (Pennisetum glaucum). American Journal of Research Communication, 1(6), 262-272.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

[35] Chandrasekara, A., Shahidi, F., 2012. Bioaccessibility and antioxidant potential of millet grain phenolics as affected by simulated in vitro digestion and microbial fermentation. J. Funct. Foods. 4, 226–237.
[36] Watanabe, M., 1999. Antioxidative phenolic compounds from Japanese barnyard millet (Echinochloa utilis) grains. J. Agri. Food Chem. 47, 4500–4505
[37] Pradeep, S.R., Guha, M., 2011. Effect of processing methods on the nutraceutical and antioxidant properties of little millet (Panicum sumatrense) extracts. Food Chem. 126, 1643–1647.
[38] Desikachar, H. S. R. 1977. Processing of maize, sorghum and millets for food uses. Journal of Science and Industrial Research, 34(4), 231-237.
[39] Akingbala, J. O. 1991. Effect of processing on flavonoids in millet (Pennisetum americanum) flour. Cereal chemistry (USA).
[40] Nehir El, S., and Simsek, S. 2012. Food technological applications for optimal nutrition: an overview of opportunities for the food industry. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 11(1), 2-12.
[41] De Ruiz, A. C., and Bressani, R. 1990. Effect of germination on the chemical composition and nutritive value of amaranth grain. Cereal chemistry, 67(6), 519-522.
[42] Durairaj, M., Gurumurthy, G., Nachimuthu, V., Muniappan, K., & Balasubramanian, S. 2019. Dehulled small millets: The promising nutricereals for improving the nutrition of children. Maternal & child nutrition, 15, e12791.
[43] El Hag, M. E., El Tinay, A. H., & Yousif, N. E. 2002. Effect of fermentation and dehulling on starch, total polyphenols, phytic acid content and in vitro protein digestibility of pearl millet. Food Chemistry, 77(2), 193-196.
[44] Srivastava, S., and Singh, G. 2003. Processing of millet for value addition and development of health food. In Proceeding of National Seminar on Recent Trend in Millet Processing and Utilization, CCS HAU, Hissar, India (pp. 109-116).
[45] Sultana, B., Anwar, F., and Iqbal, S. 2008. Effect of different cooking methods on the antioxidant activity of some vegetables from Pakistan. International Journal of Food Science and Technology, 43(3), 560-567.
[46] Mohajer Khorasani, S. Alami, M. Kashaninegad, M. Shahiri Tabarestani, H. 2018. Increasing the shelf life of millet flour by using heat-moisture and microwave treatments. Journal of Food Science and Technology. 86(16), 83-93 [in Persian].
[47] Yadav, D. N., Patki, P. E., Sharma, G. K., and Bawa, A. S. 2008. Effect of microwave heating of wheat grains on the browning of dough and quality of chapattis. International Journal of Food Science and Technology, 43(7), 1217-1225.
[48] Arora, P., Sehgal, S. and Kawatra, A., 2002. The role of dry heat treatment in improving the shelf life of pearl millet flour. Nutrition and Health, 16: 331-336.
[49] Afify, A. E. M. M., El-BELTAGI, H. S., EL-SALAM, S. M. A., and Omran, A. A. 2012. Effect of soaking, cooking, germination and fermentation processing on proximate analysis and mineral content of three white sorghum varieties (Sorghum bicolor L. Moench). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 40(2), 92-98.
[50] Sangita, K., and Sarita, S. 2000. Nutritive value of malted flours of finger millet genotypes and their use in the preparation of burfi. Journal of Food Science and Technology (Mysore), 37(4), 419-422.
[51] Malekitabrizi, H. Alami, M. Ziaeifar, M. Effect of malted millet and xanthan gum on physical properties of gluten-free batter and cake. 1397. Journal of Food Science and Technology.15(83), 359-366 [in persian].
[52] Adebiyi, J. A., Obadina, A. O., Adebo, O. A., and Kayitesi, E. 2017. Comparison of nutritional quality and sensory acceptability of biscuits obtained from native, fermented, and malted pearl millet (Pennisetum glaucum) flour. Food chemistry, 232, 210-217.
[53] Adebiyi, J. A., Obadina, A. O., Mulaba-Bafubiandi, A. F., Adebo, O. A., and Kayitesi, E. 2016. Effect of fermentation and malting on the microstructure and selected physicochemical properties of pearl millet (Pennisetum glaucum) flour and biscuit. Journal of cereal science, 70, 132-139.
[54] Desai, A. D., Kulkarni, S. S., Sahoo, A. K., Ranveer, R. C., and Dandge, P. B. 2010. Effect of supplementation of malted ragi flour on the nutritional and sensorial quality characteristics of cake. Advance Journal of Food Science and Technology, 2(1), 67-71.
[55] Pelembe, L. A. M., Erasmus, C., and

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

Taylor, J. R. N. 2002. Development of a protein-rich composite sorghum–cowpea instant porridge by extrusion cooking process. LWT-Food Science and Technology, 35(2), 120-127.
[56] Nirmala, M., Rao, M. S., and Muralikrishna, G. 2000. Carbohydrates and their degrading enzymes from native and malted finger millet (Ragi, Eleusine coracana, Indaf-15). Food Chemistry, 69(2), 175-180.
[57] Dahlin, K., and Lorenz, K. 1993. Protein digestibility of extruded cereal grains. Food Chemistry, 48(1), 13-18.
[58] Barazandeh, M. 2015. Effect of extrusion process on physicochemical properties of extruded expanded snacks based on corn and millet. Master thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources [in Persian].
[59] Saini, R., & Yadav, K. C. 2018. Development and quality evaluation of little millet (Panicum sumatrense) based extruded product. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(3), 3457-3463.
[60] Wadikar, D. D., Kangane, S. S., Parate, V., & Patki, P. E. 2014. Optimization of multi-millet ready-to-eat extruded snack with digestibility and nutritional perspective. Indian Journal of Nutrition, 1, 104.
[61] Balasubramanian, S., Singh, K. K., Patil, R. T., and Onkar, K. K. 2012. Quality evaluation of millet-soy blended extrudates formulated through linear programming. Journal of food science and technology, 49(4), 450-458.
[62] Sumathi, A., Ushakumari, S. R., and Malleshi, N. G. 2007. Physico-chemical characteristics, nutritional quality and shelf-life of pearl millet based extrusion cooked supplementary foods. International journal of food sciences and nutrition, 58(5), 350-362.
[63] Ushakumari, S. R., Rastogi, N. K., and Malleshi, N. G. 2007. Optimization of process variables for the preparation of expanded finger millet using response surface methodology. Journal of Food Engineering, 82(1), 35-42.
[64] Wadikar, D. D., Premavalli, K. S., Satyanarayanaswamy, Y. S., and Bawa, A. S. 2007. Lipid profile of finger millet (Eleusine coracana) varieties. JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY-MYSORE, 44(1), 79-81.
[65] Azarbad, H. Mazaheri tehrani, M. Rashidi, H. 2018. Determination of chemical, sensory and tissue properties of reduced gluten bread by mixing wheat flour and millet. Journal of Food Science and Technology. 26(1), 139-149 [in Persian].
[66] Mehrabanshandi, AS. 2012. Investigation of physicochemical properties of gluten free sponge cake and sponge cake. Master thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources [in persian].
[67] Fathi, B., Aalami, M., Kashaninejad, M. and Sadeghi Mahoonak, A., 2016. Utilization of Heat□Moisture Treated Proso Millet Flour in Production of Gluten□Free Pound Cake. Journal of Food Quality, 39: 611-619.
[68] karami, F. Ahami M, Sadeghi Mahoonak A, Shahiri tabarestani H. 2019. Effect of heat-moisture treatment of proso millet grain on physicochemical properties of flour and produced cookies. FSCT.; 16 (88) :185-200
[69] Mohajer Khorasani, S. 2018. Effect of heat-moisture and microwave treatments on Proso millet grain and evaluation of physicochemical and sensory properties of flour, batter and gluten free cake. Master thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources [in Persian].
[70] Jyotsna, R., Soumya, C., Swati, S., and Prabhasankar, P. 2016. Rheology, texture, quality characteristics and immunochemical validation of millet based gluten free muffins. Journal of Food Measurement and Characterization, 10(4), 762-772.
[71] Goswami, D., Gupta, R. K., Mridula, D., Sharma, M., and Tyagi, S. K. 2015. Barnyard millet based muffins: Physical, textural and sensory properties. LWT-Food Science and Technology, 64(1), 374-380.
[72] Rajiv, J., Soumya, C., Indrani, D., and Venkateswara Rao, G. 2011. Effect of replacement of wheat flour with finger millet flour (Eleusine corcana) on the batter microscopy, rheology and quality characteristics of muffins. Journal of Texture Studies, 42(6), 478-489.
[73] Kamaraddi, V., and Shanthakumar, G. 2003. Effect of incorporation of small millet flour to wheat flour on chemical, rheological and bread characteristics. Recent trends in millet processing and utilization. CCS Hisar Agricultural University, 74-81.
[74] Balasubramanian, S., Kaur, J., & Singh, D. (2014). Optimization of weaning mix based on malted and extruded pearl millet and barley. *Journal of food science and*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

technology, *51*(4), 682-690.

[75] Devi, M. P., & Sangeetha, N. (2013). Extraction and dehydration of millet milk powder for formulation of extruded product. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology, 7(1), 63-70.

[76] Hymavathi, T. V., Dayakar Rao, B., Spandana, S., & Sowmya, M. (2012). Physico□chemical, nutritional and sensory quality of soy fortified gluten free pearl millet (P ennisetum glaucum) vermicelli. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, *4*(3), 150-150.

[77] Jha, A., Tripathi, A. D., Alam, T., & Yadav, R. (2013). Process optimization for manufacture of pearl millet-based dairy dessert by using response surface methodology (RSM). *Journal of food science and technology*, *50*(2), 367-373.

[78] Saggu, S. R., & Sundaravalli, A. (2016). Development and Evaluation of Value-Added Iron Rich Spirulina Millet Mix Flour. *International Journal of Science and Research*, *5*(10), 1938-1943.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

Millet: Forgotten grain-A valuable food for the future

***Mohajer khorasani, S. [1], Aalami, M. [2]**

1. MSc student of Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
2. Associate Professor of Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

(Received: 2019/10/09 Accepted:2019/12/15)

Nowadays climate change, population growth and food security concerns encourage researchers and food industry experts to study the feasibility of producing foods from unusual cereals, grains and other sources. Millet has a short growing season, resistant to pests and disease and can be produced in drought conditions compared to the main cereals. Therefore, due to Iran's climate and continuous decline of water resources, planting and processing of millet is justifiable. Millet grains have also been attracted by food and nutrition researchers because of their special properties, high nutritional value and health benefits. It is rich in dietary fiber, protein, minerals, and vitamins and is comparable to main cereal grains. On the other hand, millet is one of the grains that because of its lack of gluten proteins, can have a special place in the diet of celiac patients who cannot consume grains such as wheat, barley, rye and oats. Therefore, in this article we try to introduce millet grain, its nutritional value and products to encourage researchers and food industry producers for cultivation and processing of this forgotten grain. It is hoped that in the future, this valuable grain which is often used for feeding livestock and poultry in Iran, will also be included in the household food basket.

Keywords: Gluten-free products, Millet, Nutritional Value

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOI: 10.29252/fsct.16.95.2]

*Corresponding Author E-Mail Address; mehranalami@gmail.com