



Review

Durum wheat: production, nutritional value and economic importance

Reza Mohammadi¹✉ & Reza Haghparast²

¹✉ Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Sararood Branch, AREEO, Kermanshah, Iran. E-mail: r.mohammadi@areeo.ac.ir

² Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Sararood Branch, AREEO, Kermanshah, Iran. E-mail: rezahaghparast@yahoo.com

ABSTRACT

Durum wheat is the second most important crop of wheat and the tenth most important crop in the world, which includes about 6% of the area under wheat cultivation and its annual production is between 37-40 million tons. Countries with Mediterranean climates are the largest producers of durum wheat and the largest consumers of durum wheat products. Historically, durum wheat is well adapted to a dry area with variable precipitation rates and terminal heat stress, such as the Mediterranean basin. In fact, the countries of the Mediterranean basin (Algeria, Turkey, Italy, Morocco, Syria, Tunisia, France, Spain, and Greece) account for almost 50% of the world's cultivated area and production of durum wheat. Outside this basin, Canada, Mexico, the United States, Russia, Kazakhstan, Azerbaijan, and India are the largest producers of durum wheat, respectively. Durum wheat is genetically, morphologically, and physiologically different from bread wheat, and in terms of chemical compounds, its amount of protein, minerals, vitamins, and carotenoid pigments is higher than bread wheat. Durum wheat with hard vitreous and yellow grains, in addition to providing an important source of energy, possessing a wide range of minerals and vitamins, protein and gluten, beta-carotene pigment (antioxidants and anti-cancer compounds) as well as simple carbohydrates, minerals, and other nutrients compounds that are essential in the human diet. Durum wheat is one of the most important foods with a high percentage of protein (12-14% and sometimes up to 22%) compared to rice (7%) and bread wheat (10 to 12%). In durum wheat, the amount of calcium, iron, magnesium, phosphorus, potassium, zinc, and copper is much higher than the amount of these elements in bread wheat and brown and white rice. The high content of these elements in durum wheat grain indicates the importance of the nutritional value of this product compared to the mentioned products that provide a major part of the consumer's food basket. In addition to semolina, which is used in the preparation of paste products such as macaroni and spaghetti, lasagna, noodle, etc., durum wheat is used in the making of other products such as bulgur, couscous, freekeh, durum wheat bread, etc. In this review article, the aim is to study the geographical distribution and production of durum wheat in different regions of the world, to introduce the nutritional value of the products and their products and their preparation, as well as to study the economic value of this valuable product. Moreover, new-released durum wheat cultivars with appropriate agronomic characteristics will be introduced.

Keywords: Durum wheat, Nutritional value, Climatic adaptation, Products.

Article Type: Review Article

Article history: Received: 21/07/2022, Revised: 09/08/2022, Accepted: 18/09/2022, Published online: 29/09/2022

Cite this article: Mohammadi, R. & Haghparast, R. (2022). Review; Durum wheat: production, nutritional value and economic importance. Cereal Biotechnology and Biochemistry. 1 (3). 414-445. DOI: [10.22126/cbb.2022.8385.1021](https://doi.org/10.22126/cbb.2022.8385.1021)



© The Author(s).

[10.22126/cbb.2022.8385.1021](https://doi.org/10.22126/cbb.2022.8385.1021)

Publisher: Razi University



مقاله مروری

گندم دوروم: تولید، ارزش غذایی و اهمیت اقتصادی

رضا محمدی^۱ ✉ و رضا حق پرست^۲

^۱ موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، معاونت سرارود، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: r.mohammadi@areeo.ac.ir

^۲ موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، معاونت سرارود، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: rezahaghparsat@yahoo.com

چکیده

گندم دوروم دومین گونه زراعی مهم گندم و دهمین محصول زراعی مهم دنیا است که حدود شش درصد سطح زیر کشت گندم را شامل و تولید سالانه آن بین ۳۷ تا ۴۰ میلیون تن می‌باشد. کشورهای با شرایط آب‌وهوای مدیترانه‌ای، بزرگترین تولیدکنندگان گندم دوروم و بزرگترین مصرف‌کننده محصولات و فرآورده‌های آن هستند. از لحاظ تاریخی، گندم دوروم به محیط‌های کم‌بارش و با بارندگی متغیر و با تنش گرمایی انتهای فصل رشد، مانند شرایط مدیترانه، سازگار است. در واقع، کشورهای حوزه مدیترانه (الجزایر، ترکیه، ایتالیا، مراکش، سوریه، تونس، فرانسه، اسپانیا و یونان) تقریباً ۵۰ درصد سطح زیرکشت و تولید جهانی گندم دوروم را تشکیل می‌دهند. خارج از منطقه مدیترانه، کانادا، مکزیک، ایالات متحده آمریکا، روسیه، قزاقستان، آذربایجان و هند، تولیدکنندگان بزرگ گندم دوروم هستند که سه کشور اول، مهم‌ترین آن‌ها می‌باشند. گندم دوروم از لحاظ ژنتیکی، مورفولوژیک و فیزیولوژیک، متفاوت از گندم نان است و از لحاظ ترکیبات شیمیایی، میزان پروتئین، املاح و ویتامین‌ها و رنگدانه‌های کاروتنوئیدی نیز غنی‌تر از گندم نان است. گندم دوروم با دانه سخت شیشه‌ای و زردرنگ، علاوه بر تأمین یک منبع مهم انرژی، دامنه وسیعی از املاح و ویتامین‌ها، پروتئین و گلوتن، رنگدانه بتا-کاروتن (ترکیبات آنتی‌اکسیدان و ضد سرطان) و همچنین کربوهیدرات‌های ساده، مواد معدنی و سایر ترکیبات غذایی ضروری در رژیم غذایی انسان را تأمین می‌نماید. گندم دوروم با داشتن درصد بالای پروتئین (۱۲-۱۴ درصد و گاهی تا ۲۲ درصد) در مقایسه با برنج (۷ درصد) و گندم نان (۱۰ تا ۱۲ درصد)، از جمله مهم‌ترین مواد غذایی است. در گندم دوروم، میزان کلسیم، آهن، منیزیم، فسفر، پتاسیم، روی و مس، به مراتب بالاتر از میزان این عناصر در گندم نان و برنج قهوه‌ای و سفید می‌باشد. بالا بودن میزان این عناصر در دانه گندم دوروم، بیانگر اهمیت ارزش غذایی این محصول نسبت به محصولات ذکر شده است که بخش عمده‌ای از سبد غذایی مصرف‌کننده را تأمین می‌کنند. علاوه بر سمولینای گندم دوروم که در تهیه محصولات خمیری از قبیل ماکارونی، پاستا، لازانیا و نودل به کار می‌رود، از گندم دوروم در تهیه محصولات دیگری همچون بلغور، کوسکوس، فریکه و نان نیز استفاده می‌گردد. هدف از این مقاله مروری، بررسی توزیع جغرافیایی و میزان تولید گندم دوروم در مناطق مختلف دنیا، معرفی ارزش غذایی و فرآورده‌های حاصل از آن و طرز تهیه آن‌ها و همچنین بررسی ارزش اقتصادی این محصول ارزشمند می‌باشد. همچنین ارقام اصلاح شده جدید گندم دوروم با ویژگی‌های زراعی مناسب معرفی خواهند شد.

واژه‌های کلیدی: گندم دوروم، ارزش غذایی، سازگاری اقلیمی، محصولات تولیدی

نوع مقاله: مقاله مروری

نوع مقاله: دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۳۰ اصلاح: ۱۴۰۱/۰۵/۱۸ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۷ انتشار آنلاین: ۱۴۰۱/۰۷/۰۷

استناد: محمدی، ر. و حق پرست، ر. (۱۴۰۱). مروری؛ گندم دوروم: تولید، ارزش غذایی و اهمیت اقتصادی. بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات. ۱ (۳). ۴۱۴-

DOI: [10.22126/cbb.2022.8385.1021](https://doi.org/10.22126/cbb.2022.8385.1021) ۴۴۵



مقدمه

گندم یکی از محصولات غذایی استراتژیک است و به واسطه نقش مهمی که در تغذیه انسان دارد، همواره از آن به عنوان یک سلاح مهم در مبارزه با گرسنگی و ارتقاء امنیت غذایی استفاده شده است. پیش‌بینی‌های سازمان خواروبار جهانی (فائو) بیانگر دو برابر شدن تولیدات کشاورزی تا سال ۲۰۵۰ می‌باشد. برای رسیدن به این هدف، تولید ارقام جدید و بهبود روش‌های مدیریت زراعی، همراه با بکارگیری تکنولوژی‌های جدید در تولید، ضروری است (Beres et al., 2020). بالغ بر ۹۰٪ گندم تولیدی دنیا، به گندم نان و ۱۰٪ به گندم دوروم اختصاص دارد. سطح زیرکشت گندم دوروم در دنیا در سال ۲۰۱۷ برابر ۱۶/۱ میلیون هکتار با تولید ۳۹/۹ میلیون تن بود (Martínez-Moreno et al., 2020). سطح زیرکشت گندم دوروم در ایران حدوداً بین ۳۰۰-۴۰۰ هزار هکتار می‌باشد که بیشتر در مناطق گرمسیری و معتدل کشور شامل استان‌های گلستان، لرستان، کهگیلویه و بویراحمد، خوزستان، فارس، ایلام، اردبیل و کرمانشاه به صورت پراکنده واقع شده است (Mohammadi et al., 2016).

آرد حاصل از گندم دوروم که سمولینا نامیده می‌شود، در تهیه محصولات خمیری از قبیل ماکارونی، اسپاگتی، لازانیا، ورمیشل، رشته فرنگی و در صنایع بسیکویت‌سازی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد. گندم دوروم علاوه بر ارزش افزوده صادراتی و تفاوت قیمت بیشتر آن نسبت به گندم نان (۲۰۰

تومان قیمت خرید تضمینی بیشتر نسبت به گندم نان در سال ۱۴۰۰، معادل حدود پنج درصد ارزش ریالی آن است که در مقایسه با تفاوت قیمت جهانی آن -حدود ۲۵-۲۰٪- بسیار ناچیز است)، نسبت به تنش خشکی و برخی از بیماری‌های شایع غلات از قبیل زنگ زرد و سیاهک‌ها مقاوم‌تر است (Martínez-Moreno et al., 2022).

در دو دهه اخیر، میزان تولید گندم دوروم افزایش یافته؛ به‌طوری‌که اتحادیه اروپا، کانادا و ایالات متحده ۶۰٪ گندم دوروم دنیا را تولید می‌نمایند. گندم دوروم یکی از مهمترین گیاهان زراعی در منطقه سوانا^۱ (آسیای جنوب غربی و شمال آفریقا) و کشورهای حاشیه دریای مدیترانه می‌باشد. منطقه سوانا سالانه حدود ۱۳ میلیون تن گندم دوروم تولید می‌کند که کشورهای ترکیه، سوریه، مراکش، تونس، الجزایر و ایران ۸۴٪ این میزان را تولید می‌نمایند (Brennan et al., 2002). بیشتر کشورهای منطقه سوانا جزء شبکه وارد کننده گندم دوروم هستند. در این منطقه، تنها ترکیه و سوریه صادر کننده گندم دوروم هستند و ایران پتانسیل بالایی برای تولید گندم دوروم دارد.

یکی از موانع توسعه کشت گندم دوروم، باور قدیمی کشاورزان مبنی بر عملکرد پایین‌تر گندم دوروم نسبت به گندم نان است. اگر چه این باور قدیمی عموماً صحیح می‌باشد، اما برخی از ارقام و لاین‌های گندم دوروم در شرایط زراعی و اقلیمی مشابه عملکرد بیشتری نسبت به گندم نان

¹ -SWANA (South West Asian North African)

دارند. یکی دیگر از موانع گسترش کشت گندم دوروم در مناطق معتدل سرد، علیرغم بیشتر بودن قیمت خرید تضمینی آن نسبت به گندم نان، عدم وجود کمیسیون‌های خرید تضمینی گندم دوروم در کنار کمیسیون خرید گندم نان است. بنابراین، قیمت بیشتر آن نسبت به گندم نان به تنهایی انگیزه لازم را در کشاورزان ایجاد نکرده است. از طرف دیگر، نان و برنج و قند و شکر، غذای اصلی مردم بوده و آن‌ها از محصولات غذایی مختلف گندم دوروم، فقط ماکارونی را مصرف می‌نمایند. این موارد استفاده بهینه از این محصول را محدود نموده است. سرانه مصرف سالیانه ماکارونی در ایران، حدود هشت کیلوگرم در سال است. درحالی که سرانه سالیانه مصرف نان، برنج و قند به ترتیب ۱۲۰، ۴۰ و ۳۰ کیلوگرم در سال است (Haghparast, 2013).

اگر مردم ایران همانند کشورهای حوزه دریای مدیترانه به ارزش محصولات غذایی گندم دوروم، به‌غیر از ماکارونی، پی ببرند و به این نتیجه برسند که ارزش غذایی و میزان پروتئین این محصولات از برنج و نان بیشتر است و آن‌را به-عنوان محصول غذایی اصلی به سفره غذایی خود وارد کنند، سیاست‌گذاران بخش کشاورزی از تولید و توسعه گندم دوروم، بیشتر حمایت می‌کنند. ضمناً با توجه به اینکه ارزش افزوده گندم دوروم در صنایع غذایی نسبت به گندم نان، تقریباً دو تا چهار برابر بیشتر است (Dexter &

Marchylo, 2000)، می‌توان به توسعه کشت آن امیدوار بود.

نیاز فراوان به تأمین مواد اولیه با قیمت مناسب برای کارخانجات ماکارونی، ضرورت توسعه کشت و کار گندم دوروم را به خوبی نشان می‌دهد. در مناطق با روزهای داغ و شب‌های سرد از جمله بسیاری از مناطق دیم‌خیز ایران، دانه گندم دوروم، در مرحله پر شدن دانه، از رنگ کهربایی و شفافی برخوردار خواهد شد. رنگ دانه و درصد پروتئین آن، از ویژگی‌های مهم برای تولید ماکارونی است. در ایران، استان‌های گلستان، لرستان، ایلام، کرمانشاه، خوزستان و سیستان و بلوچستان، هرمزگان و نیمه‌جنوبی استان‌های فارس و خراسان از مناطق بسیار مناسب برای زراعت گندم دوروم هستند. معمولاً گندم دوروم از لحاظ اکولوژیک، سازگار با مناطق گرم و خشک است و در اراضی کم‌بازده که دارای تنش‌های محیطی هستند، عملکرد بیشتری نسبت به گندم نان دارد. با توجه به اینکه مساحت قابل توجهی از دیمزارهای کشور برای تولید گندم دوروم مناسب می‌باشد و گندم دوروم که در مقایسه با گندم نان تنش‌های رطوبتی متعدد فصلی را بهتر تحمل می‌کند و ارزش اقتصادی بیشتری نیز دارد، این محصول می‌تواند گزینه مناسبی برای افزایش بهره‌وری در دیمزارهای ایران باشد. شناسایی و معرفی ارقامی از گندم دوروم که پر محصول‌تر از گندم نان باشند و تنش کم‌آبی را بهتر تحمل کنند نیز می‌تواند نقش

مؤثری در توسعه سریع‌تر کشت گندم دوروم در ایران داشته باشد.

پراکنش جهانی تولید گندم دوروم

در دنیا سالانه ۴۰-۳۵ میلیون تن گندم دوروم تولید می‌شود که بیشترین مقدار در منطقه مدیترانه، آمریکای شمالی و کشورهای کانادا، مکزیک، مراکش و هند متمرکز است و مقادیر کمی با ارزش بالا نیز در استرالیا تولید می‌شود (Able & Sissons, 2014). عمده تولید کنندگان گندم دوروم در حوضه مدیترانه واقع شده‌اند که با کشت ۱/۶ میلیون هکتار در الجزایر، یک و نیم میلیون هکتار در ایتالیا، ۰/۸۳ میلیون هکتار در سوریه و نیم تا ۰/۸ میلیون هکتار در مراکش، تونس، ترکیه، اسپانیا، پرتغال و یونان قرار دارند (Bonjean et al., 2016; Karabina & Leonardi, 2016). علاوه بر این، مصر، اردن و لبنان به اهمیت گندم دوروم توجه بیشتری نموده و آن را در بخش‌های وسیعی از اراضی خود کشت می‌کنند (Karam et al., 2009; El-Areed et al., 2014). گندم دوروم همچنین اهمیت خود را در غرب آسیا حفظ کرده است، و حدوداً ۰/۷ میلیون هکتار در ایران، عراق و آذربایجان را تحت پوشش قرار داده است (Adary et al., 2002; Bonjean et al., 2016). اتیوپی نیز با حدود ۰/۶ میلیون هکتار سطح زیر کشت، تولید کننده عمده گندم دوروم است (Bergh et al., 2012). کانادا اخیراً سطح زیر کشت خود را گسترش داده و با بیش از ۲/۴ میلیون هکتار به بزرگترین تولیدکننده، که

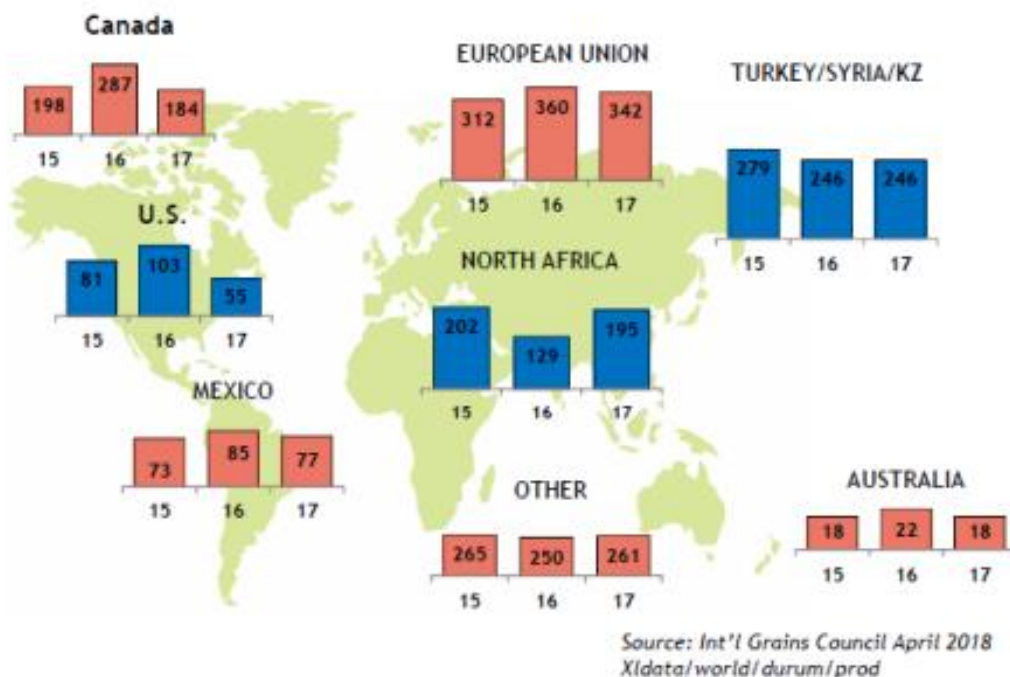
بیشتر آن برای صادرات است، تبدیل شده است (Anonymous, 2018). منطقه مدیپرادش^۲ در هند نیز در حال افزایش مجدد کشت گندم دوروم است که تخمین زده می‌شود سطح زیر کشت آن به بیش از ۱/۵ میلیون هکتار برسد (Nagarajan, 2006). مناطق کویر سونورا^۳ و دیگر مناطق کوچک مکزیک نیز تولید گندم دوروم را برای بازار صادرات با مساحت حدود ۰/۲ میلیون هکتار هدف‌گذاری کرده‌اند (Juarez & Wolf, 2015). برخی از کشورهای دیگر این محصول را دوباره مورد توجه قرار داده و برخی از آزمایشات پایلوت سازگاری نیز را اجرا کرده‌اند. به عنوان مثال در مورد رودخانه سنغال، که فقط ۵۰۰۰ هکتار از این محصول امروز وجود دارد، اما انتظار می‌رود در آینده نزدیک، سطح بیشتری به آن اختصاص یابد (Leo Hargreaves et al., 1985; Bassi, 2016; Bassi & Sanchez-Garcia, 2017). بیشترین میزان تولید گندم دوروم در سه سال اخیر، مربوط به اتحادیه اروپا با میانگین حدود ۸ میلیون تن و بعد از آن، آسیا (ترکیه و سوریه)، شمال آفریقا، کانادا، آمریکا، مکزیک و استرالیا می‌باشد. میزان تولید جهانی گندم دوروم در سال‌های اخیر دارای نوسان و روند رو به رشدی داشته است (شکل ۱). آمار رسمی دقیق از سطح زیر کشت و میزان تولید گندم دوروم در ایران وجود ندارد، اما برآوردهای غیر رسمی حاکی از تولید کمی بیش از نیم میلیون تن در سال است.

² Madhya Pradesh

³ Sonoran Desert

WORLD DURUM PRODUCTION - MAP

(Million Bushels)



شکل ۱- مناطق عمده تولید جهانی گندم دوروم در دنیا. میزان تولید گندم دوروم در سال‌های زراعی ۲۰۱۴-۱۵،

۲۰۱۵-۱۶ و ۲۰۱۶-۱۷ به ترتیب برابر با ۳۳، ۳۹ و ۴۰ میلیون تن بود (Anonymous, 2018).

Figure 1. The main regions of global durum wheat production in the world. The amount of durum wheat production was 33, 39 and 40 million tons in 2014-15, 2015-16 and 2016-17 cropping seasons, respectively.

محصول محسوب نمود. در ۲۰۰ سال گذشته، سطح گندم

دوروم بین ۸/۴ میلیون هکتار در سال ۱۸۰۰ و ۱۹/۷

میلیون هکتار در سال ۱۹۳۰ بود که آخرین مقدار آن ۱۳/۵

میلیون هکتار در سال ۲۰۲۰ بود. اوج آن در دوره ۱۹۳۰-

۱۹۱۰ با نزدیک شدن سطح گندم دوروم به دست آمد. از

سال ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۰، حدود دو میلیون هکتار از گندم

تاریخچه سطح زیر کشت و تولید گندم دوروم در دنیا

سطح کشت جهانی گندم دوروم از لحاظ تاریخی در دوره-

های مختلف از قرن ۱۹ و اوایل قرن ۲۰ در جدول ۱ ارائه

شده است. داده‌های قرن ۱۹ بر اساس درصدهای سطح زیر

کشت از ابتدای قرن ۲۰ تخمین زده می‌شود. اما می‌توان

آن‌ها را تقریبی نزدیک به سطح زیرکشت تاریخی این

دوروم کشت شده در سراسر جهان از بین رفت (از ۱۸ به ۱۶ میلیون هکتار رسید)، اما سطح کشت آن در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ دوباره به ۱۸ میلیون هکتار رسید. از دهه ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰، سه میلیون هکتار از تولید گندم دوروم و دو میلیون هکتار دیگر از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ کم شد. این سطح نسبتاً پایدار گندم دوروم با رشد عظیم سطح کل گندم در تضاد است، که از ۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰ دو برابر شده است (از ۵۵ تا ۱۱۰ میلیون هکتار). در طول قرن بیستم، سطح گندم همچنان به افزایش خود ادامه داد تا از ۲۰۰ میلیون هکتار در سال ۱۹۶۱ فراتر رفت. در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰، سطح جهانی گندم به ۲۳۰ میلیون هکتار رسید و سپس در حدود ۲۲۰ میلیون هکتار (مساحت امروزی) تثبیت شد. درصد گندم دوروم نسبت به کل گندم طی دوره مورد مطالعه کاهش یافت. از سال ۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰ درصد گندم دوروم از ۱۶/۳ درصد به ۱۳/۵ درصد کاهش یافت. این درصد ابتدا تا سال ۱۹۵۰ به زیر ۱۰ درصد (به ۸/۶ درصد) رسید و تا سال ۱۹۹۰ به هفت درصد تنزل یافت. در حال حاضر، گندم دوروم ۶/۲ درصد از کل گندم را تشکیل می‌دهد. این درصد کاهش، عمدتاً به دلیل افزایش سطح کل گندم در دوره مورد مطالعه است (Martínez-Moreno et al., 2022).

جدول ۱- تاریخچه سطح زیر کشت و تولید گندم دوروم در دنیا از سال ۱۸۰۰ تا ۲۰۲۰.

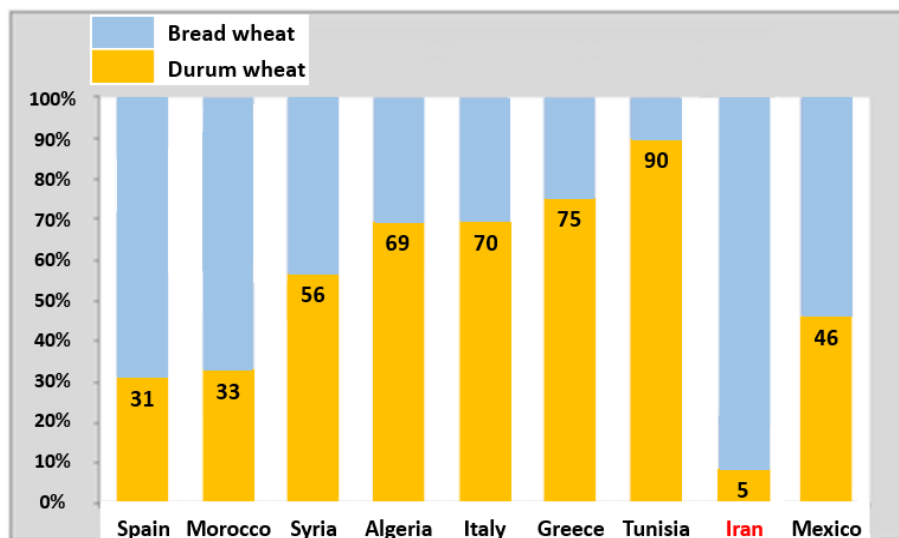
Table 1. Historical durum wheat area and production in the world from 1800 to 2020 (Martínez-Moreno et al., 2022).

سال Year	سطح جهانی گندم دوروم (میلیون هکتار) World durum wheat area (Mha)	سطح جهانی کل گندم (میلیون هکتار) World (total) wheat area (Mha)	درصد سطح جهانی گندم دوروم (%) World durum wheat area (%)
1800	8.41	51.5	16.3
1850	9.66	66.3	14.6
1870	11.18	84.6	13.2
1890	12.84	99.9	12.9
1900	14.89	110.0	13.5
1910	17.74	132.0	13.4
1920	19.60	149.5	13.1
1930	19.72	154.2	12.8
1935	18.40	157.0	11.7
1940	18.66	140.1	13.3
1950	16.33	189.4	8.6
1961	16.55	204.2	8.1
1970	18.78	208.0	9.0
1980	18.97	237.3	8.0
1990	16.04	230.8	6.9
2000	15.88	214.9	7.4
2005	15.88	221.7	7.2
2010	13.69	215.6	6.3
2015	14.29	223.4	6.4
2020	13.52	219.0	6.2

اهمیت اقتصادی گندم دوروم و ضرورت توجه به آن

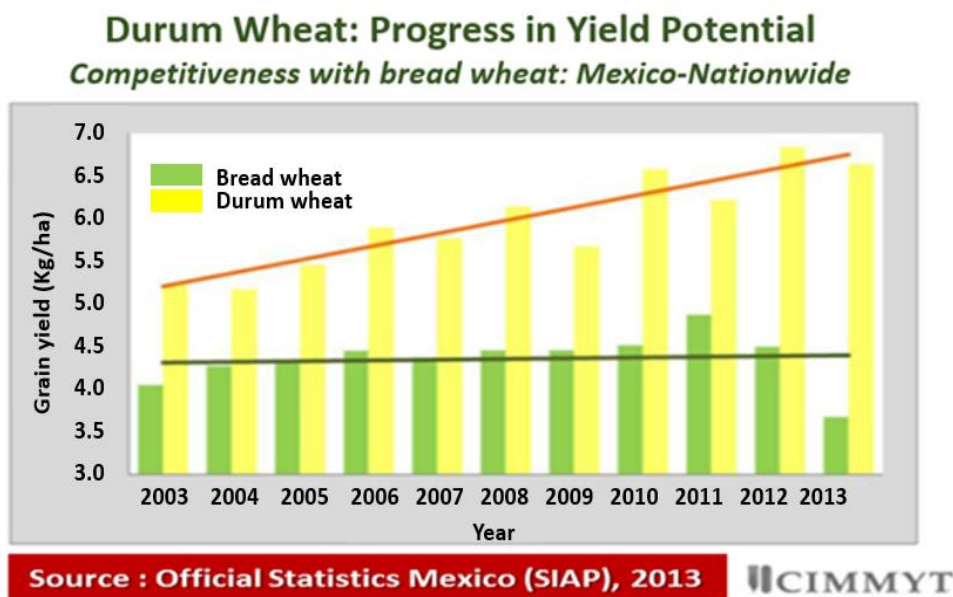
به طور کلی قیمت گندم دوروم در مقایسه با گندم نان، در بیشتر بازارهای جهانی بالاتر است. اختلاف قیمت، تقریباً همواره به نفع گندم دوروم بوده و متغیر است؛ به طوری که قیمت جهانی آن ۲۰٪ بیشتر از قیمت دانه گندم نان می-باشد و در ایران تنها ۴٪ قیمت گندم دوروم نسبت به گندم نان بیشتر است. در کشورهایی که گندم دوروم و گندم نان را می توان مبادله کرد و بازارها نسبتاً آزاد هستند، هر کدام از محصولات را می توان در هر سال معین بر اساس تفاوت قیمت آن سال خاص ترجیح داد (Ranieri, 2022). سیاست های برخی دولت ها، مشوق کشاورزان نسبت به کشت گندم دوروم است. این سیاست ها در اتحادیه اروپا، کانادا، ایالات متحده آمریکا و حتی در شمال آفریقا اعمال شده است (Royo, 2005). در حال حاضر، برخی از کشورها سطح زیر کشت گندم نان را کاهش و بجای آن سطح زیر کشت گندم دوروم را افزایش داده اند. این کشورها می دانند که گندم دوروم و فرآورده های آن در بازارهای بین المللی ارزش اقتصادی بیشتری نسبت به گندم نان دارد. بنابراین گندم دوروم را برای افزایش حجم صادرات تولید می کنند و

گندم نان مورد نیاز را وارد می کنند. در شکل ۲ نسبت سطح زیرکشت گندم دوروم نسبت به گندم نان در برخی از کشورهای دنیا که گندم دوروم را در بازارهای بین المللی عرضه می نمایند، آمده است؛ به طوری که در تونس، یونان، ایتالیا، الجزایر، سوریه، مکزیک، مراکش و اسپانیا به ترتیب ۹۰٪، ۷۵٪، ۷۰٪، ۶۹٪، ۵۶٪، ۴۶٪، ۳۳٪ و ۳۰٪ سطح زیرکشت گندم به گندم دوروم اختصاص دارد. در حالیکه این عدد در ایران با وجود دارا بودن پتانسیل تولید گندم دوروم، تنها ۵٪ می باشد که لازم است در این خصوص، تجدید نظر در تصمیم گیری و سیاست گذاری ها اعمال گردد. در شکل ۳ میزان پیشرفت در میزان تولید گندم دوروم در مقایسه با گندم نان در کشور مکزیک در طی سال های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳ نشان داده شده است که بیانگر افزایش میزان تولید در هکتار گندم دوروم نسبت به گندم نان و رشد بیشتر آن در سال های اخیر می باشد. این موضوع به دلیل توجه اغلب کشورها به اهمیت اقتصادی گندم دوروم و ارزش اقتصادی آن در بازارهای بین المللی در مقایسه با گندم نان می باشد.



Source: International Grain Council, 2013, average of 10 years (2004-2013)

شکل ۲- نسبت سطح زیر کشت گندم دوروم نسبت به گندم نان در برخی از کشورهای دنیا.
Figure 2. The ratio of the cultivated area of durum wheat compared to bread wheat in some countries of the world.



Source : Official Statistics Mexico (SIAP), 2013

CIMMYT

شکل ۳- مقایسه برتری پتانسیل تولید گندم دوروم در هکتار (ستون های زرد) در مقایسه با گندم نان (ستون های سبز) در کشور مکزیک طی سال های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳.

Figure 3. Comparison of the superior production potential of durum wheat per hectare (yellow columns) compared to bread wheat (green columns) in Mexico during the years 2003 to 2013.

سطح جهانی گندم دوروم در آینده

به نظر می‌رسد گندم دوروم تقریباً در همان منطقه امروزی برای تولید ماکارونی، کوسکوس^۴ و بسیاری از محصولات دیگر، کشت شود. سطح زیر کشت آتی محصول به عوامل متعددی از جمله عملکرد ارقام جدید و رقابت آن‌ها با گندم نان در محیط‌های مختلف، توانایی آن‌ها در مقاومت در برابر چالش‌های زیستی و غیرزیستی در آینده و وجود اختلاف قیمتی با گندم نان بستگی دارد. امکان پرورش ارقام گندم نان سخت زمستانی برای تولید ماکارونی در کشورهای سردسیر (آلمان، مجارستان، برخی از مناطق ایالات متحده آمریکا و غیره) ممکن است کمی سطح گندم دوروم را کاهش دهد (Mastrangelo & Cattivelli, 2021). در کشورهای گرم‌تر منطقه وانا (WANA^۵، منطقه اصلی این محصول)، سطح گندم دوروم نیز ممکن است به نفع گندم نان کاهش یابد، اما در کشورهای اروپایی مدیریت‌های این گونه نیست، چراکه گندم دوروم به عنوان یک غله مهم برای تولید محصولات درجه یک مانند ماکارونی در نظر گرفته می‌شود. اگر قیمت دانه گندم دوروم همچنان به اندازه امروز بالا باشد (حدود ۵۰۰ یورو در هر تن در سال ۲۰۲۱-۲۲ معادل حدود ۱۵۰۰۰ تومان بیشتر از گندم نان به ازای هر کیلوگرم، که در کشور ما در سال زراعی ۱۴۰۱-۰۲ نزدیک به ۱۰۰۰ تومان بیشتر نسبت به گندم نان در نظر گرفته شده است)، کشورهای دارای زمین غلات گسترده مانند

آرژانتین، استرالیا، روسیه یا قزاقستان ممکن است سطح این محصول را افزایش دهند. علاوه بر این، تغییرات آب و هوایی نیز باید در نظر گرفته شود. در یک مطالعه اخیر، تخمین زده شد که گرم شدن کره زمین ممکن است منطقه بالقوه مناسب برای کشت گندم دوروم را تا ۱۹ درصد در سال ۲۰۵۰ و تا ۴۸ درصد در سال ۲۱۰۰ کاهش دهد. مناطق مدیترانه و آمریکای شمالی بیشترین کاهش سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده‌اند. با این حال، فرصت‌های جدیدی برای افزایش تولید این محصول ممکن است در اروپای مرکزی و غربی و روسیه باز باشد (Zaharieva et al., 2010).

محصولات گندم دوروم

افزایش مصرف سرانه ماکارونی در سال‌های اخیر در کشور ایران، سبب گسترش روز افزون تأسیس کارخانه‌ها و صنایع ماکارونی شده است که در گذشته نه چندان دور، متأسفانه اکثراً به جای سمولینای گندم دوروم از آرد نول به عنوان ماده اولیه استفاده می‌کردند که منجر به کاهش کیفیت محصولات شده بود. خوشبختانه این روند در سال‌های اخیر تغییر کرده و استفاده از سمولینا برای تهیه ماکارونی و پاستا بیشتر شده است. با رشد و توسعه زراعت گندم دوروم در ایران علاوه بر پوشش دادن مناطق واجد تنش‌های مختلف و افزایش سطح تولید گندم در کشور، می‌توان ماده اولیه صنایع ماکارونی سازی را تأمین و با ارتقای کیفیت محصولات تولیدی، زمینه مساعدی برای صادرات ماکارونی و

^۴- Couscous

^۵- West Asia and North Africa

سمولینا به خارج از کشور فراهم کرد. با توجه به این که میزان نیاز صنایع ماکارونی سازی در کشور حدود نیم میلیون تن سمولینا است و امکان تولید آن در کشور وجود دارد، تولید گندم دوروم و رفع نیاز صنایع مذکور دارای اهمیت است. با توجه به اهمیت گندم دوروم و کاربرد آن در صنایع غذایی به صورت ماکارونی، اسپاگتی، بلغور، ورمیشل، لازانیا و سایر محصولات خمیری، نیاز به فعالیت‌های به‌نژادی بیشتر برای بهبود ویژگی‌های زراعی گندم دوروم می‌باشد (Aghaee-Sarbarzeh, 2012).

۱) ماکارونی و پاستا

ماکارونی یکی از فرآورده‌های مهم گندم است که تولید آن را به چینی‌ها نسبت داده‌اند و مورخان عقیده دارند این محصول در قرن ۱۳ میلادی توسط مارکوپولو به اروپا و از آنجا به سایر کشورها آورده شده است. صنعت ساخت ماکارونی ابتدا از ایتالیا به فرانسه سپس به دیگر مناطق اروپا برده شد. دستگاه ساخت ماکارونی در سال ۱۸۶۰ میلادی ساخته شد که توسط نیروی حیوان کار می‌کرد. به تدریج در طی ۳۰ سال بعد، دستگاه ساخت و ساز ماکارونی تغییر کرد و در سال ۱۹۳۴ دستگاه مکانیزه آن توسط یک شرکت فرانسوی ساخته و به بسیاری از کشورها صادر شد. طبق کتاب منتشر شده از سوی مؤسسه ملی ماکارونی، هنر ساخت ماکارونی مربوط به یک دوشیزه هندی است. هنگام تهیه خمیر نان توسط این خانم، رشته‌هایی از ظرف بیرون افتاده و به صورت رشته‌رشته خشک می‌شود. او،

رشته‌ها را با آبگوشت می‌پزد و می‌خورد و می‌فهمد که غذای بسیار لذیذ و خوشمزه‌ای است و از آن پس ماکارونی ساخته می‌شود. در حال حاضر ماکارونی یکی از فرآورده‌های پرمصرف در بسیاری از کشورهای جهان است. ماکارونی از نظر تکنولوژی جزء فرآورده‌هایی به نام پاستا است که شامل اسپاگتی، ورمیشل، لازانیا، نودل و راویولی^۶ (نوعی پاستای بالشتی شکل کوچک و مغزپُر ایتالیایی) می‌باشد (شکل ۴). اختلاف این فرآورده‌ها در شکل و حالت فیزیکی آن‌ها است. شاید به همین علت به ماکارونی رشته فرنگی نیز گفته می‌شود. به مرور زمان تولید ماکارونی در کشور افزایش یافت. تولید ماکارونی در سال ۱۳۱۶، ۲۰ تا ۳۰ کیلوگرم به طور روزانه بود. در سال‌های اخیر، مصرف ماکارونی در ایران بسیار بالا رفته است و سرانه مصرف آن حدود هشت کیلوگرم در سال است و به نظر می‌رسد در جیره غذایی مناطق شهری و حتی روستایی به طور دائم ماکارونی گنجانده شده و از آن استفاده می‌شود. در حال حاضر بیش از ۳۰۰ واحد تولیدی کوچک و بزرگ مشغول فعالیت است (Dadkhah, 2013).

⁶ - Ravioli



شکل ۴- تولید پاستای حاصل از آرد سمولینا در اشکال مختلف.

Figure 4. Production of pasta from semolina flour in different forms.

تاجیکستان و همچنین کشورهای آفریقایی صورت می‌گیرد. با توجه به ظرفیت بالای تولید، ایران می‌تواند صادرات خود را افزایش دهد اما با وجود رقاباتی همچون ترکیه، مسیر پیشرفت در این عرصه بسیار دشوار است (Dadkhah, 2013).

در سال ۲۰۱۳ بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان پاستا شامل ایتالیا، ونزوئلا، تونس و یونان به ترتیب با مصرف سرانه ۲۶، ۱۲/۳، ۱۱/۹ و ۱۰/۵ کیلوگرم به ازای هر نفر بودند. به طور متوسط مصرف سالانه مردم کشور ایتالیا سالانه ۳۲ کیلوگرم، آلمان ۱۲ کیلوگرم، آمریکا و فرانسه و پرتغال شش کیلوگرم است. اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۸، معادل ۸/۳۶۱ میلیارد دلار پاستا به فروش رسانید. در سال ۲۰۰۹ در خرده‌فروشی‌ها، ۲/۸۰۹ میلیارد دلار در ایتالیا، ۱/۴۰۲ میلیارد دلار در آلمان و ۱/۱۷۹ میلیارد دلار ماکارونی در

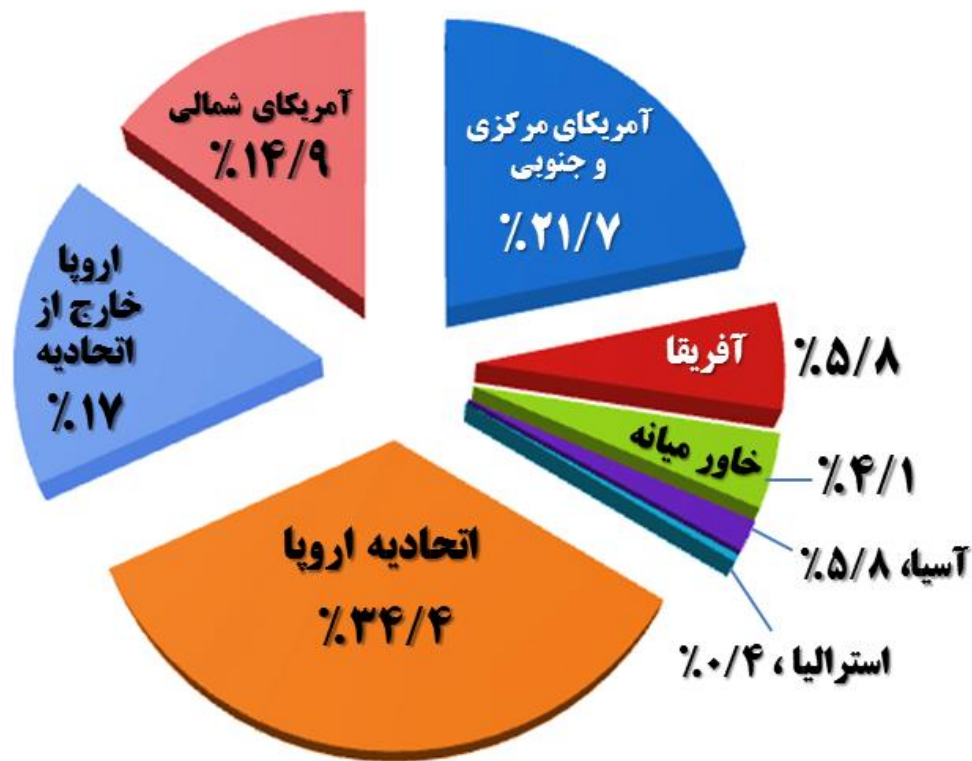
ایتالیا با تولید سالانه بیش از سه میلیون تن، بزرگ‌ترین تولیدکننده ماکارونی در جهان است. ایتالیا در سال ۱۹۵۵، یک میلیون و ۴۳۲ هزار و ۹۰۰ تن اسپاگتی تولید و ۷۴ هزار تن از آن را صادر کرد. در سال ۲۰۱۳ ایتالیا با تولید سه میلیون و ۳۱۶ هزار و ۷۲۸ تن، آمریکا با تولید دو میلیون تن و برزیل با تولید یک میلیون و ۳۰۰ هزار تن ماکارونی بزرگ‌ترین تولیدکنندگان در جهان بودند (جدول ۲). ظرفیت تولید ماکارونی در ایران بیش از ۵۰۰ هزار تن در سال است. با وجود کیفیت خوب محصولات ایرانی، واردات به صورت محدود از کشورهای ترکیه و ایتالیا برای فروش در فروشگاه‌های خاص صورت می‌گیرد. ایران در سال ۱۳۹۶ حدود ۵۶۰ هزار تن ماکارونی تولید کرد و مصرف سرانه آن حدود ۸/۵ کیلوگرم در سال است. بخش عمده صادرات به کشورهای همجوار همچون عراق و افغانستان و

فرانسه فروخته شد. ایتالیا بزرگ‌ترین صادرکننده سال ۲۰۰۷، بالغ بر ۱/۷ میلیون تن پاستا صادر کرد. بزرگ‌ترین بازارهای صادرات ایتالیا، کشورهای آلمان (۲۰ درصد)، فرانسه (۱۳/۷ درصد)، انگلستان (۱۲/۶ درصد)، ایالات متحده (۹/۵ درصد) و ژاپن (۴/۲ درصد) هستند. ایتالیا حدود ۵۳ درصد از مجموع تولید سال ۲۰۰۷ را صادر کرد. سالانه حدود ۱۳/۵ میلیون تن ماکارونی در سراسر جهان تولید می‌شود، که ۴۳/۴ درصد پاستای تولیدی دنیا در اتحادیه اروپا، ۲۱/۷ درصد در آمریکای جنوبی و مرکزی، ۱۷ درصد در کشورهای اروپایی خارج از اتحادیه اروپا، ۵/۸ درصد در آفریقا، ۴/۱ درصد در خاورمیانه، ۱/۷ درصد در آسیا و ۴ درصد در استرالیا تولید می‌شود (شکل ۵).

جدول ۲- تولید و مصرف پاستا (ماکارونی) در کشورهای جهان (Dadkhah, 2013).

Table 2. Production and consumption of pasta (macaroni) in the countries of the world.

کشور	میزان تولید (تن)	کشور	میزان مصرف سرانه در سال (کیلوگرم)
Country	Production (tons)	Country	Per capita consumption per year (kg)
ایتالیا Italy	3316728	ایتالیا Italy	26.0
آمریکا USA	2000000	ونزوئلا Venezeoula	12.3
برزیل Brazil	1300000	تونس Tunesia	11.9
روسیه Russia	1083000	یونان Greece	10.5
ترکیه Turkey	851830	سوئیس Switzerland	9.3
ایران Iran	560000	سوئد Sweden	9.0
مصر Egypt	400000	آمریکا USA	8.8
ونزوئلا Venezeoula	341554	ایران Iran	8.5
آلمان Germany	334179	شیلی Chile	8.4
مکزیک Mexico	325000	پرو Peru	8.2
آرژانتین Argentina	279162	فرانسه France	8.1
اسپانیا Spain	252208	آلمان Germany	8.1
فرانسه France	241933	آرژانتین Argentina	7.9
تونس Tunesia	183000	روسیه Russia	7.8
کانادا Canada	170000	مجارستان Hungary	7.5
لهستان Poland	160000	اروگوئه Uruguay	7.5
یونان Greece	145000	استرالیا Ustralia	7.0
ژاپن Japan	144500	اسلوونی Slovenia	6.7
کلمبیا Colombia	131270	پرتغال Portugal	6.6
شیلی Chile	126080	کانادا Canada	6.5
هند India	100000	برزیل Brazil	6.2
پرتغال Portugal	76000	ترکیه Turkey	6.1



شکل ۵- توزیع درصد تولید پاستا در مناطق مختلف دنیا (Source: Survey co-ordinate by I.P.O. 2015).

Figure 5. Distribution of pasta production percentage in different regions of the world (Source: Survey co-ordinate by I.P.O. 2015).

۲) نان گندم دوروم

بسیاری از انواع نان در کشورهای خاورمیانه و کشورهای جنوب اروپا با آرد گندم دوروم تولید می‌شود (Quagilia, 1988). معمولاً حجم نان تهیه شده با آرد گندم دوروم با استفاده از مخمر نانوائی در مقایسه با حجم نان تهیه شده از آرد گندم نان، کمتر است و به دلیل کمتر بودن قدرت کشسانی گلوتن گندم دوروم در مقایسه با گندم نان، نان گندم دوروم معمولاً سفت‌تر است. این ویژگی باعث شده است که از گندم دوروم در مقیاس وسیع برای پخت نان

استفاده نشود (Liu et al., 1996). نسبت انرژی حاصل از پروتئین گندم دوروم نسبت به کل انرژی، معمولاً کمتر از غلات دیگر است. ضمناً ارزش زیستی پروتئین غلات نسبت به گوشت و حبوبات، کمتر است که دلیل آن، مقدار کم اسید آمینه لایسین و مقدار کم اسیدهای آمینه ضروری تریپتوفان، ترئونین، ایزولوسین و متیونین می‌باشد (Blanco et al., 1988). اضافه کردن مقدار معینی آرد حبوبات مانند نخود حتی اگر به صورت خمیر ترش باشد، باعث افزایش

که نان گندم دوروم طرفداران زیادی داشته باشد. یکی از مشکلات مصرف گندم نان و نان پخت شده از آن، وجود پروتئین گلوتن است. بر اساس گزارش‌ها ۱۰ درصد مردم دنیا به گلوتن گندم حساسیت سلیاکی دارند (Rostami-Nejad *et al.*, 2013) و نباید نان گندم مصرف کنند، زیرا در صورت مصرف، دچار عوارضی از قبیل مشکلات گوارشی، سردرد، زانو درد، آسم و... می‌شوند. در حال حاضر، حساسیت به گلوتن غیرسلیاکی به عنوان یک بیماری مطرح است که بیمار علیرغم نداشتن نشانه‌های بیماری سلیاک، در پاسخ به مصرف غذاهای حاوی گندم، چاودار و جو پرک، علائم مختلف را از خود بروز می‌دهد، اما علائم، بعد از حذف این مواد از رژیم غذایی، خود بخود از بین می‌روند. اکثر بیماران علائمی مانند درد شکم، سردرد، تاری دید، سوزن سوزن شدن یا بی‌حسی در دست‌ها و پاها، خستگی و درد عضلانی دارند. هرچند، علائم دیگری مانند خارش پوستی، اسهال و همچنین مشکلات عصبی و روانی شدید از جمله اسکیزوفرنی و آتاکسی مخچه نیز گزارش شده است (Rostami-Nejad *et al.*, 2013). گزارش شده است که سمیت ناشی از گلوتن گندم دوروم در افراد حساس به گلوتن کمتر است و این نیز دلیل دیگری است که نان گندم دوروم طرفدار زیادی دارد (Troncone and Auricchio, 1991; Sissons, 2008). اصلاح ژنتیکی گندم دوروم برای ایجاد صفات مطلوب برای تهیه نان و پاستا در ایتالیا و کانادا در دست اجرا است. بنابراین توصیه می‌شود که در برنامه

ارزش غذایی و کیفیت پروتئین نان خواهد شد (Tulbek *et al.*, 2003). استفاده از خمیرترش در افزایش کیفیت و طعم نان بسیار مؤثر است. همچنین باعث افزایش سرعت هضم نشاسته و از این‌رو، کاهش نمایه گلیسمیک نان می‌گردد (Katinaa *et al.*, 2005). اضافه کردن خمیر ترش تولید شده با آرد نخود به آرد گندم دوروم، روشی سنتی برای پخت نان دوروم با کیفیت است. تلاش‌های زیادی برای افزایش کیفیت نان گندم دوروم شده است. به‌عنوان مثال محققان روش‌های مختلف تخمیر را روی ژنوتیپ‌های مختلف گندم دوروم بررسی نمودند تا بهترین ترکیب را پیدا کنند (Saperstein *et al.*, 2007). روش معمولی برای افزایش کیفیت نان گندم دوروم، ترکیب آرد آن با آرد گندم نان است (Boggini & Pogna, 1990). روستائیان در کشورهای حاشیه دریای مدیترانه از این روش یا اضافه کردن خمیر ترش برای تولید نان گندم دوروم استفاده می‌کنند (شکل ۶). در جنوب ایتالیا (Quaglia, 1988) و اکنون نیز در کشورهای اطراف مدیترانه، با گندم دوروم، انواع نان خانگی تهیه می‌شود. نان تهیه شده از گندم دوروم، مانند نان گندم معمولی حجم زیادی ندارد اما مزایا بیشتری دارد. رنگ آرد گندم دوروم زرد است که ظاهر نان را زیباتر می‌کند. عطر و طعم نان گندم دوروم از نان معمولی بهتر است. مدت نگهداری نان دوروم به صورت قابل مصرف، بیشتر از نان گندم است (Liu *et al.*, 1996). این مزایا باعث شده است

در پخت نان، عوارض ناشی از حساسیت به گلوتن در مصرف کنندگان نان کمتر شود.

به‌نژادی گندم دوروم در ایران نیز ژنوتیپ‌های گندم دوروم مناسب برای پخت نان شناسایی گردند تا با استفاده از آن‌ها



b (ب)



a (الف)

شکل ۶- نان گندم دوروم با سمولینا (الف) و نانی که از ۵۰ درصد سمولینا (آرد گندم دوروم) و ۵۰ درصد آرد گندم

نان (ب) تهیه شده است. <https://www.breadexperience.com/semolina-durum-bread/>

Figure 6. Bread made from semolina (a) and bread made from 50% semolina (durum wheat flour) and 50% bread wheat flour (b).

کشورهای اروپایی فریکه را مانند برنج دم می‌کنند. البته می‌توان فریکه را در مخلوط با برنج پخت و زیورده پلو تهیه کرد که مقوی‌تر از پلوی برنج است، چراکه میزان پروتئین و املاح معدنی و ویتامین‌ها در آن به واسطه استفاده از گندم دوروم بیشتر است و همچنین سبب کاهش عوارض ناشی از مصرف بیشتر برنج می‌گردد (Haghparast, 2013).

برای تهیه فریکه یا زیورده، باید گندم دوروم در مرحله‌ای که دانه آن خمیری سفت و رنگ دانه آن هنوز سبز است، با داس یا دروگرهای کوچکی که دسته‌های گندم را بسته‌بندی می‌کند و در بین کشاورزان کُرد به چَغْچَغِه معروف است،

(۳) فریکه^۷ یا زیورده

فریکه یکی از فرآورده‌های غذایی به دست آمده از گندم دوروم است که در سبد غذای مردم بسیاری از کشورهای عربی نقش عمده‌ای دارد و از آن غذایی مانند پُلُو درست می‌کنند. مردم مناطق کردنشین ایران که به آن "زیورده" و کشاورزان شهرستان گرمسار واقع در استان سمنان که به آن "سوتالی" می‌گویند، این فرآورده را به خوبی می‌شناسند و آن را در مقیاس کوچک در مزرعه تهیه می‌کنند و به عنوان تنقلات مصرف می‌نمایند. در کشورهای عربی و برخی

⁷ -Frikeh

شدند، آن را باید بوجاری و کاه و کلش را از دانه‌ها جدا کرد. به این ترتیب کشاورزان می‌توانند از گندم دوروم فرآورده‌ای تهیه نمایند که ارزش غذایی، به ویژه پروتئین، آن بسیار بیشتر از برنج است و قیمت تمام شده آن نیز از برنج کمتر است (شکل ۸). در کشورهای عربی که مقدار مصرف فریکه زیاد است، فریکه به روش مکانیزه در مقیاس وسیع تهیه می‌گردد و در بسته‌بندی‌های زیبایی مانند ماکارونی به فروشگاه‌ها برای مصرف عموم عرضه می‌گردد، Haghparast, (2013).

برداشت و به خارج از مزرعه منتقل گردد و دسته‌های گندم بر روی ورقه‌های فلزی یا سطحی که پوشش بتونی دارد، سوزانده شود. برای سوزاندن می‌توان از شعله پخش کن‌های گازی موجود در بازار نیز استفاده کرد و یا می‌توان دسته‌های گندم برداشت شده را چند روز در سایه خشک کرد و سپس آن را به روش معمولی با کبریت آتش زد. پس از سوزاندن، خوشه‌های سوخته جمع‌آوری و در سایه خشک می‌شوند (شکل ۷). خشک کردن خوشه‌ها در زیر نور آفتاب باعث زرد شدن دانه‌های گندم دوروم می‌گردد و کیفیت فریکه را کاهش می‌دهد. پس از چند روز که خوشه‌ها کاملاً خشک



(a)



(b)



(c)

شکل ۷- طرز تهیه فریکه به شیوه سنتی (الف) از طریق برشته کردن سنبله‌های گندم دوروم با آتش، (ب) تولید محصول فریکه از آن و (ج) شکل بسته‌بندی فریکه برای عرضه در بازار.

Figure 7. How to prepare frikeh in the traditional way (a) by roasting durum wheat spikes by fire and (b) producing the frikeh product from it and (c) the form of frikeh packaging for supply in the market.



شکل ۸- مراحل تهیه فریکه (زیورده) که توسط آقای ناصر پرتویی یکی از کشاورزان پیشرو در شهرستان روانسر در استان کرمانشاه انجام می‌شود.

Figure 8. The steps of preparing frikeh ("Ziverdeh" in Kurdish language) which is done by Mr. Nasser Partoui, one of the leading farmers in Ravansar city in Kermanshah province.

ارزش غذایی فریکه حاصل از گندم دوروم

در جدول ۳ مقادیر تقریبی عناصر مهم غذایی در فریکه، برنج قهوه‌ای، برنج سفید و ماکارونی در ۱۰۰ گرم ارائه شده است. میزان آهن موجود در ۱۰۰ گرم فریکه (۴/۵ میلی‌گرم) شش برابر بیشتر از برنج سفید (۰/۷ میلی‌گرم) است. مقدار

آهن در برنج قهوه‌ای و ماکارونی به ترتیب برابر ۱/۲ و ۱ میلی‌گرم است که از این نظر، میزان آهن فریکه از این دو محصول غذایی به مراتب بیشتر است. میزان روی در فریکه به ترتیب ۰/۷ و ۱/۱ میلی‌گرم از برنج سفید و ماکارونی بیشتر است. کم‌خونی ناشی از کمبود توأم آهن و روی که به

کم‌خونی ایرانی مشهور است، یک از عوارض شایع ناشی از عدم رعایت اصول صحیح تغذیه در ایران است که با جایگزین کردن مقداری از برنج سفید وارداتی با فریکه‌ای که در شرایط دیم در ایران تولید می‌شود، می‌تواند در کاهش عوارض ناشی از کم‌خونی ایرانی مؤثر باشد. مقدار ویتامین B₁ در فریکه و برنج قهوه‌ای مساوی و برابر ۰/۳۵ میلی‌گرم در یکصد گرم است و از این نظر ۴ تا ۵ برابر برتر از برنج سفید و ماکارونی است. مقدار فیبر یا الیاف غذایی موجود در فریکه، بسیار بیشتر از برنج سفید و قهوه‌ای و ماکارونی است. یکی از مشکلات تغذیه در ایران و سایر کشورهای جهان،

کمبود الیاف غذایی در سبد غذایی مردم است. الیاف موجود در برخی از مواد غذایی، رشته‌های سلولزی هستند که در بدن انسان هضم نمی‌شوند و از ابتلا به یبوست و سرطان روده بزرگ جلوگیری می‌کنند. فیبر یا الیاف گیاهی که معمولاً در دستگاه گوارش انسان قابل هضم نیستند، به حجم مدفوع اضافه می‌کنند. افزایش حجم مدفوع موجب تحریک و ایجاد انقباضات مناسب روده‌ای می‌شود. همچنین با تقویت باکتری‌های مفید روده بزرگ، روده را در جذب مواد غذایی کمک می‌کند (Haghparast, 2013).

جدول ۳- مقدار تقریبی عناصر مهم غذایی در فریکه، برنج قهوه‌ای و سفید و ماکارونی در ۱۰۰ گرم.

Table 3. Approximate amount of important nutritional elements in “Frikeh”, brown and white rice and pasta per 100 g.

(منبع: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/>)

ترکیبات غذایی Food ingredients	فریکه (زیورده) Frikeh (Ziverdeh)	برنج سفید White_rice	برنج قهوه‌ای (برنج سبوس دار) Brown rice (grainy rice)	ماکارونی Maccaroni
درصد پروتئین Protein (%)	12.6	6.6	7.7	11.2
درصد کربوهیدرات Carbohydrate (%)	72	79.1	77	70.3
درصد فیبر Fiber (%)	16.5	2.3	3.9	5
ویتامین ب ۱ (میلی‌گرم) Vitamin B1 (mlg)	0.35	0.08	0.35	0.07
ویتامین ب ۲ (میلی‌گرم) Vitamin B2 (mlg)	0.22	0.02	0.05	0.06
ویتامین آ (میلی‌گرم) Vitamin A (mlg)	5	0	0	0
ویتامین ای (میلی‌گرم) Vitamin E (mlg)	0.43	0	0	0
کلسیم (میلی‌گرم) Calsium (mlg)	53	7	11	18
مس (میلی‌گرم) Copper (mlg)	0.34	0	0	0
آهن (میلی‌گرم) Iron (mlg)	4.5	0.7	1.2	1
پتاسیم (میلی‌گرم) Potassium (mlg)	440	49	165	142
منیزیم (میلی‌گرم) Magnesium (mlg)	110	34	120	30
روی (میلی‌گرم) Zinc (mlg)	1.7	1.1	2.1	0.6

میزان اسید آمینه‌ها در گندم دوروم

گندم نان مقایسه شده است. مقدار اسید آمینه‌های گندم

نان از گندم دوروم کمتر است اما در مقایسه با برنج قهوه‌ای،

فقط مقدار اسید آمینه آرژنین و اسپارتیک اسید در برنج

قهوه‌ای بیشتر از گندم دوروم است.

معمولاً هدف از مصرف مواد غذایی حاوی پروتئین، رساندن

اسید آمینه‌ها به سلول‌های بدن است. در جدول ۴ مقدار

اسید آمینه‌های ضروری و غیرضروری گندم دوروم با برنج و

جدول ۴- مقایسه مقدار اسید آمینه‌های ضروری و غیرضروری در گندم دوروم و دیگر محصولات غذایی در ۱۰۰ گرم
(منبع: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/>).

Table 4. Comparison of essential and non-essential amino acids in durum wheat and other food products per 100 g.

	اسیدهای آمینه (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) Amino acids (mlg/100 g)	برنج سفید White rice	برنج قهوه‌ای Brown rice	گندم دوروم Durum wheat	گندم نان Bread wheat
ضروری Essential	Tryptophan تریپتوفان	0.07	0.092	0.176	0.139
	Threonine ترئونین	0.21	0.265	0.366	0.32
	Isoleucine ایزولوسین	0.24	0.306	0.533	0.444
	Leucine لوسین	0.49	0.598	0.934	0.828
	Lysine لایسین	0.21	0.276	0.303	0.231
	Methionine متیونین	0.14	0.163	0.221	0.21
	Valine والین	0.35	0.424	0.594	0.502
	Phenylalanine فنیل آلانین	0.32	0.373	0.681	0.591
	Tyrosine تیروزین	0.31	0.271	0.357	0.328
غیر ضروری Non-essential	Cysteine سیستئین	0.11	0.088	0.286	0.269
	Arginine آرژنین	0.52	0.548	0.483	0.416
	Histidine هیستیدین	0.15	0.184	0.322	0.254
	Alanine آلانین	0.33	0.422	0.427	0.366
	Aspartic acid اسپارتیک اسید	0.55	0.677	0.617	0.484
	Glutamic acid گلوتامیک اسید	1.10	1.473	4.743	4.198
	Glycine گلایسین	0.27	0.356	0.495	0.41
	Proline پرولین	0.28	0.339	1.459	1.409
	Serine سرین	0.31	0.374	0.667	0.58

در جدول ۵ مقادیر عناصر معدنی (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) مراتب بالاتر است. بالا بودن میزان این عناصر در دانه گندم موجود در آرد کامل گندم نان، گندم دوروم و برنج (آرد برنج قهوه‌ای و سفید) با یکدیگر مقایسه شد است. در گندم دوروم میزان کلسیم، آهن، منیزیم، فسفر، پتاسیم، روی و مس از میزان این عناصر در گندم نان و برنج قهوه‌ای و سفید به

جدول ۵- مقایسه مقدار عناصر معدنی (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) موجود در آرد کامل گندم نان و دوروم و برنج (آرد برنج قهوه‌ای و سفید) (منبع: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/>).

Table 5. Comparison of the amount of mineral elements (mg/100 g) found in whole bread wheat and durum and rice (flour of brown and white rice).

عناصر معدنی Mineral elements	مقدار عناصر معدنی (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) Amount of mineral elements (mg/100 g)			
	برنج سفید White rice	برنج قهوه‌ای Brown rice	گندم دوروم Durum wheat	گندم نان Bread wheat
کلسیم Calcium	10	11	34	15
آهن Iron	0.35	2	3.5	0.9
منیزیم Magnesium	35	112	144	25
فسفر Phosphorus	98	337	508	97
پتاسیم Potassium	76	289	431	100
سدیم Sodium	0	8	2	2
روی Zink	0.8	2.5	4.2	0.9
مس Copper	0.13	0.2	0.6	0.2
منگنز Manganese	1.2	4	3	0.8

۴) بلغور گندم دوروم

رود بلغور دارای تاریخ مشابهی با گندم باشد. در ادبیات عهد باستان ذکر شده که در خاورمیانه و یونان باستان استفاده شده است. بلغور یک ماده مهم در آشپزی خاورمیانه است و در هند و کشورهای بالکان نیز رایج است. از اوایل دهه ۱۹۰۰، بلغور به عنوان یک غذای سالم و لذیذ در ایالات متحده و اروپای غربی محبوبیت زیادی پیدا کرد. بلغور به

بلغور تجاری معمولاً از گندم دوروم تهیه می‌شود، اگرچه می‌توان از گونه‌های دیگر گندم نیز استفاده کرد. بلغور به عنوان یک محصول گندم کامل، منبع خوبی از فیبر، پروتئین، آهن و ویتامین B6 و حاوی گلوتن است. گندم در دوران باستان در هلال حاصلخیز اهلی می‌شد و گمان می‌-

طور سنتی با جوشاندن جزئی بلغور گندم کامل تا زمانی که ترک بخورد، آن را در آفتاب خشک می‌کنند، سپس در آسیاب سنگی به اندازه‌های مختلف آسیاب می‌کنند. بلغور که به صورت صنعتی تهیه می‌شود را نیم‌پز می‌کنند، سپس در فر خشک می‌کنند و آسیاب می‌نمایند و به صورت مکانیکی تا درجه‌های دقیق الک می‌کنند. برای پخت بلغور معمولاً این محصول را مانند برنج یا سایر غلات آب‌پز می‌کنند، اما می‌توان آن را سرخ و برشته کرد. از آنجایی که بلغور از قبل تا حدی پخته شده است، زمان کمتری برای تهیه آن نسبت به سایر غلات کامل نیاز دارد و ماندگاری طولانی‌تری دارد (Petruzzello, 2019).

۵) کوسکوس

در حالی که برنج اغلب در غذاهای آسیایی وجود دارد، کوسکوس یک محصول دوروم است که در غذاهای خاورمیانه بسیار محبوب است. کوسکوس را می‌توان نوعی ماکارونی کم‌فرآوری شده در نظر گرفت، زیرا با آرد سمولینا از گندم دوروم، مخلوط با آب، بدون مواد افزودنی مصنوعی غذایی دیگر تهیه می‌شود (شکل ۹). کوسکوس سه نوع مختلف دارد: ۱) مراکشی کوچکترین اندازه، ۲) کوسکوس مرواریدی که به اندازه دانه‌های فلفل است و ۳) لبنانی که بزرگ‌ترین سایز به شکل نخود است. کوسکوس به عنوان

یک دانه کامل جایگزین برنج استفاده می‌شود و در حالی که برنج و کوسکوس هر دو شباهت‌های زیادی در طرز تهیه و استفاده در آشپزی دارند، ارزش غذایی متفاوتی دارند. بر اساس انتشارات دانشکده پزشکی (سلامت) هاروارد (Harvard medical school, 2018) کوسکوس و برنج سفید دارای رتبه شاخص گلیسمی ۶۵ و ۷۲ در هر ۱۵۰ گرم هستند. شاخص گلیسمی نخود، جو و نان سفید گندم به ترتیب برابر ۲۸، ۲۸ و ۷۵ است. غذاهای با شاخص گلیسمی پایین، دارای شاخص ۵۵ و کمتر هستند، بنابراین برنج و کوسکوس، هیچ‌کدام دارای شاخص گلیسمی پایین نیستند، اما همچنان کوسکوس انتخاب بهتری است. مصرف غذاهای با شاخص گلیسمی بالا مانند برنج می‌تواند باعث افزایش قند خون شود. افزایش شدید سطح قند خون، باعث انرژی کوتاه مدت و گرسنگی بلافاصله پس از خوردن می‌شود. غذاهای با شاخص گلیسمی پایین (غلات کامل، لگوم-های غذایی، برخی از میوه‌ها، سبزیجات) می‌توانند آزادسازی پایدارتری از انرژی را فراهم کنند. بنابراین، خوردن محصولات گندم دوروم با شاخص گلیسمی پایین‌تر و همچنین راندمان آب بالاتر برای تولید خود نسبت به برنج، انتخاب بهتری برای افرادی است که مراقب سلامتی خود و همچنین محیط‌زیست هستند (Mohammadi et al., 2020).



شکل ۹- کوسکوس تهیه شده از آرد سمولینا.

Figure 9. Couscous made from semolina flour.

معرفی ارقام گندم دوروم مناسب برای شرایط دیم و

آبیاری تکمیلی

تا پایان سال ۱۴۰۰، در بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، هشت رقم گندم دوروم شامل سیمره، دهدشت، ساجی، ذهاب، ساورز، سپند، آبان و تابش را برای کشت در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در مناطق معتدل سرد و گرم کشور معرفی گردیده است. افزایش تنوع ارقام گندم دوروم برای بهره‌برداری بیشتر از پتانسیل میکروکلیم‌های متنوع در دیمزارها ضروری است. برنامه به‌نژادی گندم دوروم مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور در این زمینه با جدیت در حال فعالیت می‌باشد و لاین‌های امیدبخشی از گندم دوروم در سال‌های آینده معرفی و به بهره‌برداران ارائه می‌گردند. متأسفانه تاکنون از

ظرفیت تولید گندم دوروم در دیمزارهای سردسیر کشور به واسطه در دسترس نبودن ارقام مقاوم به سرما، استفاده نشده است که خوشبختانه فعالیت‌های به‌نژادی گندم دوروم در مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور در این زمینه ادامه داشته و لاین‌های امیدبخشی از گندم دوروم متحمل به سرما در حال بررسی نهایی هستند. در ادامه ویژگی‌های زراعی ارقام گندم دوروم معرفی شده در سال‌های اخیر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱) رقم سیمره

گندم دوروم سیمره (شکل ۱۰) اولین رقم گندم دوروم دیم است که توسط مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم در سال ۱۳۷۵ معرفی گردید. رقم سیمره با میانگین عملکرد بالا، وزن هزار دانه متوسط، مقاوم به ورس و متحمل به خشکی و

مقاومت نسبی به زنگ زرد و زنگ قهوه‌ای برای کشت در
دیمزارهای مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیری کشور معرفی
گردید.



شکل ۱۰- مزرعه پرورشی دو گندم دوروم رقم سیمره.

Figure 10. The field breeder seed II of Saimareh durum wheat cultivar.

خشکی و مقاومت نسبی به زنگ زرد و زنگ قهوه‌ای برای
کشت در دیمزارهای مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری
کشور در سال ۱۳۸۷ معرفی گردید.

۲) رقم دهدشت

گندم دوروم دهدشت (شکل ۱۱) با میانگین عملکرد بالا،
وزن هزار دانه بالا، پروتئین بالا و مقاوم به ورس و متحمل به



شکل ۱۱- مزرعه پرورشی دو گندم دوروم رقم دهدشت- ایستگاه تحقیقات دیم گچساران.

Figure 11. The field of breeder seed II of Dehdasht durum wheat cultivar- Gachsaran dryland research station.

زودرسی، تحمل به تنش خشکی، مقاوم به ورس و

مقاوم به بیماری‌ها برای کاشت در شرایط دیم و آبیاری

تکمیلی در مناطق معتدل سرد و گرم دیم کشور در

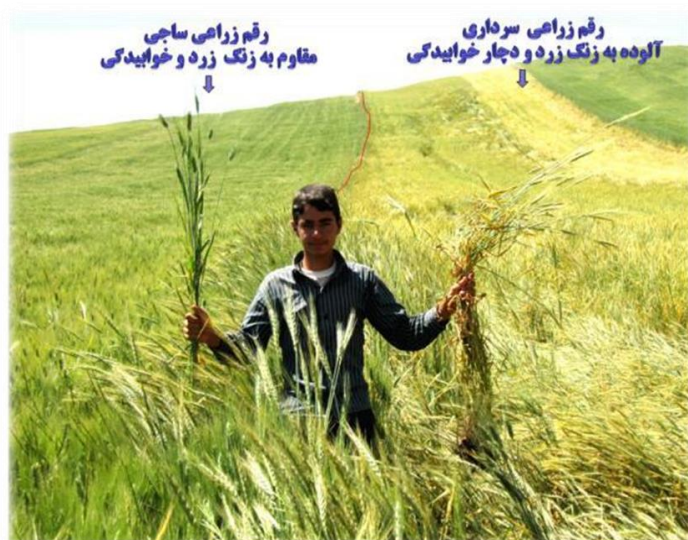
سال ۱۳۸۸ معرفی گردید.

(۳) رقم ساجی

گندم دوروم رقم ساجی (شکل‌های ۱۲ و ۱۳) به دلیل

پتانسیل تولید بیشتر در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی،

میزان پروتئین بالا (۱۳ درصد)، کیفیت خوب سمولینا،



شکل ۱۲- مقایسه گندم دوروم ساجی (سمت چپ) با گندم نان سرداری (سمت راست) در برابر بیماری زنگ زرد و

خوابیدگی- مزارع زارعین روستای چشمه سفید هرسین کرمانشاه- ۱۳۸۹.

Figure 12. Comparison of durum wheat of Saji (left side) with bread wheat of Sardari (right side) against yellow rust disease and lodging - Farmer's fields in Cheshme Sefid village, Harsin, Kermanshah- 2010.



شکل ۱۳- مزرعه پرورشی دو رقم ساجی در مرحله پرکردن دانه - ایستگاه تحقیقات دیم سرارود، خرداد ۱۳۹۹.

Figure 13. The field of breeder seed II of Saji durum wheat cultivar in the grain filling stage - Sararood dryland research station, June 2020.

پایداری عملکرد بالا، میزان پروتئین ۱۳٪ و کیفیت خوب سمولینا، وزن هزار دانه بالا، ارتفاع بوته مناسب، زودرسی و مقاوم در برابر ورس، بیماریها، برای کشت در دیمزارهای مناطق معتدل سرد و گرم کشور در سال ۱۳۹۶ معرفی گردید.

۴) رقم ذهاب

گندم دوروم رقم ذهاب (شکل ۱۴) از لحاظ پایداری عملکرد دانه جزء برترین ژنوتیپها و بهترین ژنوتیپ از لحاظ ترکیب همزمان پایداری و عملکرد می باشد. این رقم با میانگین عملکرد ۳۳۸۸ کیلوگرم در هکتار و



شکل ۱۴- مزرعه پرورشی دو گندم دوروم رقم ذهاب در مرحله پر شدن دانه - ایستگاه تحقیقات دیم سرارود، خرداد ۱۳۹۹

Figure 14. The field of breeder seed II of Zahab durum wheat cultivar in the grain filling stage - Sararood dryland research station, June 2020.

(۵) رقم ساورز

خشکی و مقاوم به زنگ زرد و نیمه مقاوم به زنگ قهوه‌ای و

فوزاریوم و مقاوم به سیاهک‌ها برای کشت در دیمزارهای

مناطق نیمه‌گرمسیری کشور در سال ۱۳۹۶ معرفی گردید.

گندم دوروم ساورز (شکل ۱۵) با میانگین عملکرد بالا، وزن

هزار دانه بالا، پروتئین بالا و مقاوم به ورس و متحمل به



شکل ۱۵- مزرعه پرورشی دو گندم دوروم رقم ساورز- ایستگاه تحقیقات دیم گچساران.

Figure 15. The field of breeder seed II of Saverz durum wheat cultivar- Gachsaran dryland research station.

(۶) رقم سپند

به بیماری‌های زنگ و واکنش مناسب به شرایط آبیاری

تکمیلی کاندید معرفی برای کشت در دیمزارهای

مناطق معتدل سرد و معتدل گرم کشور قرار گرفت و

در اسفند ماه ۱۳۹۹ با نام سپند معرفی گردید.

رقم گندم دوروم سپند (شکل ۱۶) با میانگین عملکرد

دانه بالا و پایداری تولید، کیفیت خوب سمولینا،

پروتئین بالا، ارتفاع بوته مناسب، مقاوم به ورس و مقاوم



شکل ۱۶- مزرعه پرورشی دو گندم دوروم رقم سپند - ایستگاه تحقیقات دیم سرارود، خرداد ۱۴۰۱.

Figure 16. The field of breeder seed II of Sepand durum wheat cultivar- Sararood dryland research station, June 2022.

۷) رقم آبان

نیمه مقاوم به زنگ زرد و زنگ قهوه‌ای برای کشت در

دیمزارهای مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری کشور در

سال ۱۴۰۰ معرفی گردید.

گندم دوروم آبان (شکل ۱۷) با میانگین عملکرد بالا، وزن

هزار دانه بالا، پروتئین بالا و مقاوم به ورس، متوسط ورس،



شکل ۱۷- مزرعه پرورشی دو گندم دوروم رقم آبان- ایستگاه تحقیقات دیم گچساران.

Figure 17. The field of breeder seed II of Aban durum wheat cultivar- Gachsaran dryland research station.

۸) رقم تابش

سمولینا، پروتئین بالا، ارتفاع بوته مناسب، مقاوم به ورس،

متحمل به بیماری‌ها و واکنش مناسب به آبیاری تکمیلی

برای کشت در دیمزارهای مناطق معتدل سرد و گرم کشور

در سال ۱۴۰۰ معرفی گردید.

گندم دوروم رقم تابش (شکل ۱۸) توسط مؤسسه تحقیقات

کشاورزی دیم در سال ۱۴۰۰ معرفی گردید. رقم جدید

تابش با توجه به میانگین عملکرد دانه بالا و پایداری عملکرد

نسبت به ارقام شاهد در محیط‌های مختلف، کیفیت خوب



شکل ۱۸- مزرعه پرورشی دو گندم دوروم رقم تابش- ایستگاه تحقیقات دیم سرارود، کرمانشاه، اردیبهشت ۱۴۰۱.

Figure 18. The field of breeder seed II of Tabesh durum wheat cultivar- Sararood dryland research station, May 2022.

References

- Able, J., & Sissons, M. 2014. Durum wheat for the future: Challenges, research and prospects in the 21st century. *Crop and Pasture Science*, 65 (1), i. https://doi.org/10.1071/CPv65n1_FO
- Adary, A., Hachum, A., Oweis, T., & Pala, M. 2002. Wheat productivity under supplemental irrigation in Northern Iraq. *On-Farm Water Husbandry Res. Rep. 2*. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Aghaee-Sarbarzeh, M. 2012. Variation of agronomic traits in durum wheat genotypes. *Seed and Plant Journal*, 28 (3), 481-502. [In Persian]. doi: 10.22092/spij.2017.111121
- Anonymous. 2018. IGC, International Grain Council. Available online: <https://www.igc.int/en/default.aspx> (accessed on 25 April 2018).
- Bassi, F. M. 2016. A river runs through it: Durum wheat's new home in Senegal and Mauritania. CGIAR. <http://dialogues.cgiar.org/blog/durum-wheat-new-home-senegal-mauritania/> (accessed 20 June 2016).
- Bassi, F. M., & Sanchez-Garcia M. 2017. Adaptation and stability analysis of ICARDA durum wheat elites across 18 Countries. *Crop Science*, 57, 2419-2430. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.11.0916>
- Bergh, K., Chew, A., Gugerty, M. K., & Anderson, C. L. 2012. Wheat value chain: Ethiopia. Brief 204. Univ. of Washington, Evans School Policy Anal. Res., Seattle, WA.
- Beres, B. L., Rahmani, E., Clarke, J. M., Grassini, P., Pozniak, C. J., Geddes, C. M., Porker, K. D., May, W. E., & Ransom, J. K. 2020. A systematic review of durum wheat: Enhancing production systems by exploring genotype, environment, and management (G × E × M) synergies. *Frontiers in Plant Science* 11, 568657. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.568657>
- Blanco, A., De Pace, C., Porceddu, E., & Scarascia Mugnozza, G. T. 1988. Genetics and breeding of durum wheat in Europe. In: Fabiani, G., & Lintas, C. (eds). *Durum wheat: chemistry and technology*, AACC, St. Paul, MN, USA, pp 17-45.
- Bonjean, A. P., Angus, W. J., & van Ginkel, M. 2016. *The world wheat book: A history of wheat breeding Vol. 3*. Lavoisier, Paris.
- Boggini, G., & Pogna, N. E. 1990. Use of durum wheat to improve the breadmaking quality of soft wheat. *Tec. Molitoria* 41, 1025-1030. (In Italian).
- Brennan, J. P., Aw-Hassan, A., Quade, K. J., & Nordblom, T. L. 2002. Impact of ICARDA Research on Australian Agriculture. Economic Research Report No. 11. NSW Agriculture, Wagga Wagga, NSW.
- Dexter, J. E., & Marchylo, B. A. 2000. Recent trends in durum wheat milling and pasta processing: Impact on durum wheat quality requirements, Presented at the international workshop on durum wheat semolina and pasta quality, November 27, 2000. Montpellier, France.

- El-Areed, S., Nachit, M. M., Hagaras, A., El-Sherif, S., & Ham-ouda, M. 2014. Durum wheat breeding for high yield potential in Egypt. In: Porceddu, E., Damania, A.B., & Qualset, C.O. (eds). Proceedings of the International Symposium on Genetics and Breeding of Durum wheat, Bari, Italy. 27–30 May 2013. Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes, Bari. p. 291–294.
- Dadkhah, N. 2013. How is the consumption and production of pasta in the countries of the world? Aftabnew magazine, accessed on 6/9/2013. <https://aftabnews.ir/fa/news/209032/>
- Leo Hargreaves, G., Hargreaves, G. H., & Riley, J. P. 1985. Agricultural benefits for Senegal River basin. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 111, 113–124.
- Juarez, B., & Wolf, D. 2015 Mexico: Grain and feed annual. USDA Foreign Agric. Serv., Washington, DC.
- Karabina, K., & Leonardi, E. 2016. Turkey grain and feed annual report. TR6015. USDA Foreign Agric. Serv., Washington, DC.
- Karam, F., Kabalan, R., Breidi, J., Roupheal, Y., & Oweis, T. 2009. Yield and water-production functions of two durum wheat cultivars grown under different irrigation and nitrogen regimes. *Agricultural Water Management*, 96 (4), 603–615.
- Katinaa, K., Arendt, E., Liukkonen, K. H., Autio, K., Flandera, L., & Poutanen, K. 2005. Potential of sourdough for healthier cereal products. *Trends in Food Science and Technology*, 16 (1-3), 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.03.008>
- Haghighparast, R. 2013. Principles of rainfed wheat cultivation (a mixture of local and new knowledge). Agricultural education and extension press. Tehran, Iran, 122p. [In Persian].
- Harvard medical school. 2018. Glycemic index for 60+ foods: Measuring carbohydrate effects can help glucose management. <https://www.health.harvard.edu/diseases-and-conditions/glycemic-index-and-glycemic-load-for-100-foods>.
- Liu, C. Y., Shepherd, K. W., & Rathjen, A. J. 1996. Improvement of durum wheat pastamaking and breadmaking qualities. *Cereal Chemistry*, 73 (2), 155–166.
- Martínez-Moreno, F., Ammar, K., & Solís, I. 2022. Global Changes in cultivated area and breeding activities of durum wheat from 1800 to Date: A Historical Review. *Agronomy*, 12 (5), 1135. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051135>
- Martínez-Moreno, F., Solís, I., Noguero, D., Blanco, A., Ozberk, I., Nsarellah, N., Elias, E., Mylonas, I., & Soriano, J. M. 2020. Durum wheat in the Mediterranean Rim: historical evolution and genetic resources. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 67, 1415–1436. <https://doi.org/10.1007/s10722-020-00913-8>

- Mastrangelo, A. M., & Cattivelli, L. 2021. What makes bread and durum wheat different? *Trends in Plant Science*, 26 (7), 677–684. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.01.004>.
- Mohammadi, R., Abdolahi, A., Mohammadi, M., Elahi, K., & Yari, S. 2016. Evaluation of yield gap of durum wheat genotypes under research and farmers' fields conditions. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops*, 5 (2), 133–141. [In Persian]. doi: 10.22092/rafhc.2016.109760
- Mohammadi, R., Haghparast, R., & Amri, A. 2020. *Durum Wheat: Globally Minor, Locally Major Crop*. Nova Science Publishers, USA. 142p.
- Nagarajan, S. 2006. Quality characteristics of Indian wheat. In: L. Popper, W. Schäfer, and W. Freund, editors, *Future of flour*. AgriMedia GmbH., Clenze, Germany. p. 79–86.
- Petruzzello, M. 2019. "Bulgur". *Encyclopedia Britannica*, 15 Jul., <https://www.britannica.com/topic/bulgur>. Accessed 21 November 2022.
- Quagilia, G. B. 1988. Other durum wheat products. In: *Durum Chemistry and Technology*, AACC International, St. Paul, MN, pp 263-282.
- Ranieri, R. 2022. Geography of the Durum Wheat Crop. Available online: http://www.openfields.it/sito/wp-content/uploads/2016/01/PASTARIA2015_N06_en-artOF.pdf (accessed on 1 January 2022).
- Rostami-Nejad, M., Lahmi, F., & Zali, M. R. 2013. N-Celiac Gluten Sensitivity. *Journal of Army University Medical Science*, 11 (3), 243–251. [In Persian].
- Royo, C. 2005. Durum wheat improvement in Spain. In *Durum Wheat Breeding: Current Approaches and Future Strategies*; Royo, C., Nachit, M. M., Di Fonzo, N., Araus, J. L., Pfeiffer, W. H., & Slafer, G. A. (eds). Haworth Press: New York, NY, USA, 2005; Volume 1, pp. 1031–1048.
- Saperstein, H. D., David, P., Preston, K. R., & Dexter, J. E. 2007. Durum wheat bread-making quality: Effects of gluten strength, protein composition, semolina particle size and fermentation time. *Journal of Cereal Science*, 45 (2), 150–161. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2006.08.006>
- Sissons, M. 2008. Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. *Food*, 2 (2), 75–90.
- Statistics Canada. 2016. Estimated areas, yield, production and average farm price of principal field crops. *Field Crop Report-ing Series*. Statistics Canada, Ottawa, ON.
- Troncone, R., & Auricchio, S. 1991. Gluten- sensitive enteropathy (celiac disease), *Food Review International*, 7, 205.
- Tulbek, M. C., Hali, C. A., & Schwarz, J. G. 2003. IFT Annualmeeting – Chicago, Session 14B, paper 14B-14.

Zaharieva, M., Ayana, N. G., Al Hakimi, A., Misra, S. C., & Monneveux, P. 2010. Cultivated emmer wheat (*Triticum dicoccon* Schrank), an old crop with promising future: A review. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57 (6), 937–962. <https://doi.org/10.1007/s10722-010-9572-6>