Cereal Biotechnology and Biochemistry

Razi University

Homepage: https://cbb.razi.ac.ir

# Effect of seed priming on grain yield, protein content, and concentration of some nutrients in dryland wheat grain

**Firuzeh Sharifi Kalyani[1], Adel Siosemardeh[2] ✉, Farzad Hosseinpanahi[3] & Saeid Jalali-Honarmand[4]**

[1] PhD student in Agriculture, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

[2] ✉ Associate Professor, Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. E-mail: a33@uok.ac.ir

[3] Assistant Professor, Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

[4] Associate Professor, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.

## ABSTRACT

**Introduction:** Wheat is the most important source of protein in human nutrition, accounting for 22% of the world's cultivated area. Drought stress is one of the most significant constraints to wheat production worldwide. Plant growth in adverse situations can be improved by various tactics, one of which is seed priming with various chemicals. Because wheat products are mostly cooked, the quality of the flour is crucial. Grain protein is one factor that determines the quality of wheat flour. Because of the calcareous soil, lack of organic matter, and high acidity in Iran, soil application of nutrients has minimal effect on plant access. In such conditions, seed priming can help increase nutritional content in the wheat grain.

**Materials and methods:** This experiment aimed to investigate the effect of seed priming on yield, protein percentage, and concentration of some nutrients of dryland wheat grain (cultivar Azar 2). The experiment was carried out based on a randomized complete blocks design with three replications in the Research Farm of Kurdistan University during two cropping years (2018-2019 and 2019-2020). Priming treatments were included control (without priming), potassium chloride (1%), urea (2%), zinc sulfate (0.6%), calcium chloride (1.4%), vitasprin (0.1 %), cytokinin (50 mg / L) and hydroprim.

**Results:** The results showed that grain yield was higher in 2018-2019 than in 2019-2020, likely due to the higher rainfall this year (19%). Seed priming with water led to improved grain yield in both cropping years. The highest and lowest percentages of grain protein were observed in seed priming treatment with potassium chloride and seed priming treatment with calcium chloride, respectively. Also, the highest zinc concentration in the grain was obtained in the treatment of seed priming with zinc sulfate. Seed priming had no significant effect on the grain concentrations of potassium and phosphorus in both cropping years.

**Conclusion:** Due to the high cost of using chemical compounds for seed priming and the positive effects of hydroprim in increasing grain yield in this experiment, hydroprim can be suggested as a cost-effective way to increase yield in dryland conditions. Regarding the positive effects of seed priming on the percentage of grain protein (prime with potassium chloride) and grain zinc concentration (prime with zinc sulfate), it can be used to improve grain protein, increase the quality of wheat flour, increase zinc concentration and reduce malnutrition due to zinc deficiency.

**Keywords:** Dryland wheat, Grain quality, Hydropriming, Pretreatment, Zinc.

**Article Type:** Research Article

**Article history: Received:** 29/09/2021, **Revised:** 06/01/2022, **Accepted:** 19/01/2022, **Published online:** 26/03/2022

**Cite this article:** Sharifi Kalyani, F., Siosemardeh, A., Hosseinpanahi, F., Jalali-Honarmand, S. & Ghobadi, M, E. (2022). Effect of seed priming on grain yield, protein content, and concentration of some nutrients in dryland wheat grain. Cereal Biotechnology and Biochemistry. 1 (1). 87-99. DOI: 10.22126/cbb.0621.1954

© The Author(s).

**Publisher:** Razi University

10.22126/cbb.0621.1954

بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات

بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات

دانشگاه رازی

Homepage: https://cbb.razi.ac.ir

# اثر پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه، درصد پروتئین و غلظت برخی عناصر غذایی در دانه گندم دیم

**فیروزه شریفی کالیانی[۱]، عادل سی و سه مرده[۲]✉، فرزاد حسین پناهی[۳] و سعید جلالی هنرمند[۴]**

[۱] دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

[۲] ✉ دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. رایانامه: a33@uok.ac.ir

[۳] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

[۴] دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

## چکیده

**هدف:** گندم منبع اصلی پروتئین در تغذیه انسان می‌باشد و ۲۲ درصد از سطح زیر کشت جهانی را به خود اختصاص داده است. تنش خشکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید گندم در سراسر جهان می‌باشد. استراتژی‌های مختلفی برای بهبود رشد گیاهان در محیط‌های دارای تنش وجود دارد که پرایم کردن بذور با ترکیبات مختلف، یکی از آن‌ها می‌باشد. محصولات گندم عمدتاً به‌عنوان کالاهای پخته شده استفاده می‌شوند، بنابراین کیفیت آرد آن اهمیت ویژه‌ای دارد. یکی از پارامترهای تعیین کننده کیفیت آرد گندم، پروتئین دانه است. همچنین در ایران به دلیل آهکی بودن خاک، کمبود ماده آلی و اسیدیته بالا، کاربرد خاکی عناصرغذایی اثر چندانی در دسترسی گیاه به آن‌ها ندارد، در چنین شرایطی پرایم کردن بذر گندم می‌تواند اثرات مثبتی بر افزایش عناصر غذایی موجود در دانه داشته باشد.

**روش پژوهش:** این آزمایش با هدف بررسی اثر پرایمینگ بذر بر عملکرد، درصد پروتئین و غلظت برخی عناصر غذایی دانه گندم دیم (رقم آذر ۲) در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای پرایمینگ شامل شاهد (بدون پرایمینگ)، پرایمینگ با کلرید پتاسیم (یک درصد)، اوره (دو درصد)، سولفات روی (۰/۶ درصد)، کلرید کلسیم (۱/۴ درصد)، ویتاسپرین (۰/۱ درصد)، سیتوکینین (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و هیدروپرایم بودند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که عملکرد دانه در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ بالاتر از سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ بود که احتمالاً دلیل این امر بیشتر بودن میزان بارندگی در این سال (۱۹ درصد) می‌باشد. در هر دو سال زراعی، پرایمینگ بذور با آب، منجر به بهبود عملکرد دانه شد. بیشترین و کمترین درصد پروتئین دانه به‌ترتیب در تیمار پرایم بذور با کلرید پتاسیم و تیمار پرایم بذور با کلرید کلسیم مشاهد شد. همچنین بالاترین غلظت روی در دانه در تیمار پرایم بذور با سولفات روی به دست آمد. در هر دو سال زراعی پرایمنگ بذور اثر معنی‌داری بر غلظت پتاسیم و فسفر دانه نداشت.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به هزینه بالای استفاده از ترکیبات شیمیایی برای پرایم کردن بذور و اثرات مثبت هیدروپرایم در افزایش عملکرد دانه، هیدروپرایم را می‌توان به‌عنوان روشی مقرون به‌صرفه برای افزایش عملکرد در شرایط دیم پیشنهاد کرد. از طرفی با اثرات مثبتی که پرایم بذور بر درصد پروتئین دانه (پرایم با کلرید پتاسیم) و غلظت روی (پرایم با سولفات روی) در دانه داشت، می‌توان از آن برای بهبود پروتئین دانه، افزایش کیفیت آرد حاصل از گندم، افزایش میزان روی و کاهش سوءتغذیه ناشی از کمبود روی بهره برد.

**واژه‌های کلیدی:** پیش تیمار، روی، کیفیت دانه، گندم دیم، هیدروپرایمینگ.

**نوع مقاله:** مقاله پژوهشی

**نوع مقاله: دریافت:** ۱۴۰۰/۰۷/۰۷ **اصلاح:** ۱۴۰۰/۱۰/۱۶ **پذیرش:** ۱۴۰۰/۱۰/۲۹، **انتشار آنلاین:** ۱۴۰۱/۰۱/۰۶

**استناد**: شریفی کالیانی، ف.، سی و سه مرده ، ع.، حسین پناهی ، ف. و جلالی‌هنرمند، س. (۱۴۰۱). اثر پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه، درصد پروتئین و غلظت برخی عناصر غذایی در دانه گندم دیم. بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات. ۱ (۱). ۸۷-۹۹. DOI: 10.22126/cbb.0621.1954

ناشر: دانشگاه رازی

© نویسندگان.

**مقدمه**

گندم یک ماده اساسی در رژیم غذایی تقریباً ۲/۵ میلیارد نفر و منبع اصلی پروتئین در تغذیه انسان می‌باشد و ۲۲ درصد از سطح زیر کشت جهانی را به خود اختصاص داده است (Pavia *et al*., 2019). تنش خشکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید گندم در سراسر جهان می‌باشد و می‌تواند به طور متوسط عملکرد گندم را ۳۰-۲۰ درصد کاهش دهد (Zhang *et al*., 2018). استراتژی‌های مختلفی برای بهبود رشد گیاهان در محیط‌های دارای تنش وجود دارد که پرایم کردن بذور با ترکیبات مختلف، یکی از آن‌ها می‌باشد (Subramanyam *et al*., 2019). پرایم بذر به عنوان یک روش مقرون به صرفه و کم خطر، باعث بهبود جوانه‌زنی، استقرار گیاهچه و رشد گیاه از طریق القای فعالیت‌های متابولیکی پیش از جوانه‌زنی در شرایط نامطلوب می‌شود که با ایجاد تنش متوسطی در بذور، منجر به فعال شدن یک سیستم پاسخگو به تنش در بذور گردیده که این امر باعث می‌شود که در صورت قرار گرفتن در معرض تنش-های آتی، تحمل متقاطع از خود نشان دهند (Bhanuprakash & Yogeesha, 2016). در طی فعالیت‌های متابولیکی قبل از جوانه‌زنی، ترمیم ژنتیکی، سنتز RNA و پروتئین و مکانیسم‌های آنتی اکسیدانی در بذر پرایم شده اتفاق می‌افتد که از جوانه‌زنی مناسب و رشد گیاه حاصل از آن اطمینان ایجاد می‌کند (Saddiq *et al*., 2019). پرایمینگ بذر از راهکارهایی است که باعث کاهش زمان سبز شدن خواهد شد و این مسئله در مناطقی که طول فصل رشد در آن‌ها محدود است، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در صورتی که سطح برگ کانوپی در اوایل دوره رشد افزایش یابد، حداکثر بهره از تشعشع خورشیدی در طول فصل رشد به عمل خواهد آمد و این امر به نوبه خود سبب بهبود عملکرد خواهد شد (Basra *et al*., 2006). نتایج آزمایشی با هدف بررسی اثرات پرایم بذر بر عملکرد دانه گندمنشان داد که پرایم بذور گندم با روی، باعث افزایش وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی می‌گردد (Reis *et al*., 2018). همچنین در آزمایش دیگر پرایم بذور گندم با کلرید پتاسیم و کلرید کلسیم باعث بهبود استقرار گیاهچه، تعداد پنجه، عملکرد زیستی و عملکرد دانه در گندم گردید (Yari *et al*., 2011). افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه در اثر پرایم بذور گندم با سولفات روی و آب نیز گزارش شده است (Harris *et al*., 2007). با توجه به این‌که محصولات گندم عمدتاً به صورت کالاهای پخته شده مانند نان، شیرینی و پیتزا استفاده می‌شوند، کیفیت آرد آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و یکی از پارامترهای تعیین کننده کیفیت آرد، میزان پروتئین دانه است (Rossmann *et al*., 2019) . از طرفی در ایران به دلیل آهکی بودن خاک، کمبود ماده آلی و اسیدیته بالا، حرکت عناصر غذایی در خاک کند است و کاربرد خاکی عناصرغذایی، اثرات زیادی در دسترسی گیاه به آن‌ها ندارد (Narimani *et al*.,

2010)، در چنین شرایطی پرایم کردن بذر گندم می‌تواند اثرات مثبتی بر افزایش درصد پروتئین و میزان عناصر غذایی موجود در دانه داشته باشد (Donaldson *et al.*, 2001)؛ به‌طوری که در آزمایشی پرایم بذور گندم با سالیسیلیک اسید علاوه بر بهبود عملکرد دانه، محتوای پروتئین نیز افزایش یافت (Abdolahi & Shekari, 2013). در مطالعات مختلف نیز پرایم بذور با سولفات روی باعث افزایش محتوای روی در دانه شد (Hussain *et al.*, 2012; Rehman *et al.*,2015). در مطالعه دیگر، پرایم بذور گندم، نخود و ذرت با روی، غلظت روی در دانه را به‌ترتیب ۱۲، ۲۹ و ۱۹ درصد افزایش داد (Harris *et al.*, 2008). با توجه به این‌که در زمینه اثرات پرایم بذر بر درصد پروتئین و میزان عناصر غذایی دانه مطالعه کافی انجام نشده است، این آزمایش با هدف بررسی اثرات پرایمینگ بذور گندم بر تغییرات عناصر غذایی دانه و میزان پروتئین دانه گندم دیم رقم آذر۲ انجام شد، از آن‌جایی که اطلاعات اندکی در زمینه کاربرد توأم سالیسیلیک اسید و آسکوربیک اسید جهت پرایمینگ بذر در شرایط دیم وجود دارد، به‌همین دلیل در این آزمایش از ویتاسپرین که در گروه دارو‌های ضد تب، ضد التهاب و ضد استرس دام و طیور قرار دارد و هر گرم از آن شامل ۲۵۰ میلی‌گرم آسپرین و ۲۰ میلی‌گرم ویتامین C می‌باشد، استفاده شد. تاکنون مطالعه‌ای در رابطه با اثرات ویتاسپرین بر رشد گیاهان زراعی صورت نگرفته است.

**مواد و روش‌ها**

آزمایش حاضر در سال‌های زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان واقع در ۳۵ کیلومتری شرق شهرستان سنندج انجام شد. مختصات جغرافیایی این مزرعه ۳۵/۱۸ درجه شمالی و ۴۷/۱۸ درجه شرقی می‌باشد که میانگین بارندگی سالیانه این منطقه ۳۵۰ میلی‌متر و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۸۶۶ متر است و بر اساس روش آمبرژه، آب‌وهوای منطقه، مدیترانه‌ای و از نوع نیمه‌خشک به شمار می‌رود. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هشت تیمار پرایمینگ شامل شاهد، اوره (دو درصد)، سولفات روی (۰/۶ درصد)، کلرید پتاسیم (یک درصد)، کلرید کلسیم (۱/۴ درصد)، ویتاسپرین (۰/۱ درصد)، سیتوکینین (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و هیدورپرایم) روی بذور گندم دیم رقم آذر ۲ اجرا شد. رقم آذر ۲ از تلاقی دو رقم سرداری (سفید) و اینیا به دست آمده است که متحمل به سرما، خشکی، ورس و ریزش دانه بوده و زودرس نیز می‌باشد. این رقم در مقایسه با رقم سرداری، عملکرد بالاتری دارد (Keshavarz *et al.*, 2016). میزان پروتئین دانه آن ۱۱/۷۲-۱۱/۳۰ درصد و میانگین عملکرد دانه آن ۲/۰۴ تن در هکتار گزارش شده است (Eskandari & Roustaei, 2007). به منظور پرایم کردن بذور و برای اعمال هر یک از تیمارهای فوق، ۴/۵ کیلوگرم بذر آذر ۲ در دمای ۱۸- ۱۶ درجه سلسیوس، در ۲۲/۵ لیتر (نسبت ۱به ۵) از هر یک از محلول‌های فوق

به مدت ۱۰ ساعت در شرایط هوادهی ریخته (Harris, 2006) و سپس بذور پرایم شده، هوا خشک شده و بلافاصله در مزرعه کشت شدند. بذور هر تیمار آزمایشی در ۱۹ خط با فواصل خطوط ۱۵ سانتی‌متر و طول ۶ متر با استفاده از بذر کار غلات با تراکم کاشت ۳۵۰ بذر در متر مربع کشت گردید. فاصله بین تیمارها ۰/۵ متر و فاصله بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد.

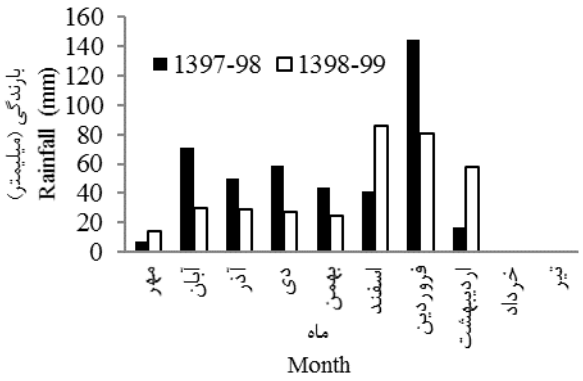
**جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش**

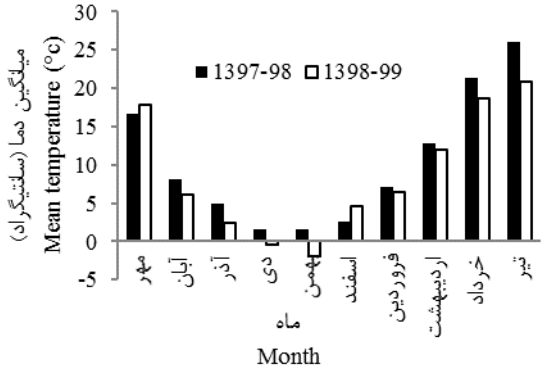
**Table 1. Physical and chemical characteristics of the test soil**

| کربن آلی Organic carbon (%) | سیلت Silt (%) | شن Sand (%) | رس Clay (%) | نیتروژن N (%) | هدایت الکتریکی EC ($dS\ cm^{-1}$) | فسفر P ($mg\ kg^{-1}$) | پتاسیم K ($mg\ kg^{-1}$) | روی Zn ($mg\ kg^{-1}$) | اسیدیته pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.64 | 38.4 | 14.2 | 47.4 | 0.1 | 0.5 | 10.6 | 310 | 0.42 | 7.6 |

خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. به منظور اندازه‌گیری صفات مورد بررسی، بعد از رسیدگی فیزیولوژیک، از هر کرت با استفاده از کادر چوبی ۱×۱ متر، نمونه‌برداری انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان پروتئین دانه از دستگاه NIR[1] - 7200 استفاده شد. میزان روی در دانه با استفاده از دستگاه اسپکترومتر جذب اتمی[2] (Spectr AA 220) (Jones *et al.*, 1991)، میزان پتاسیم دانه با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر (BWB Flame photometer) (Chapman & Pratt, 1962) و میزان فسفر دانه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-2100) (Jones *et al.*, 1991) اندازه‌گیری شد. در پایان، آزمون بارتلت با هدف بررسی همگنی واریانس خطاهای آزمایشی در سال-های مختلف انجام شد. در صفاتی که واریانس خطاهای آزمایشی یکنواخت بود، داده‌ها به‌صورت تجزیه مرکب آنالیز شدند. این در حالی بود که در مورد صفت عملکرد دانه، واریانس خطاهای آزمایشی همگن نبوده و به‌همین دلیل برای اطلاع دقیق از روند تغییرات صفت در طی دو سال، تجزیه و تحلیل داده‌ها در هر سال به طور مجزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS و SAS انجام شد. مقایسات میانگین با روش LSD صورت گرفت. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

[1] Near Infrared Reflectance
[2] Atomic Absorbtion Spectrometre




**شکل ۱- تغییرات دما و بارندگی در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸.**

**Figure 1. Changes of rainfall and temperature in two 2018-2019 and 2019-2020 cropping years.**

## نتایج و بحث

عملکرد دانه در متر مربع

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در هر دو سال زراعی، پرایمینگ بذر اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جدول ۲). عملکرد دانه در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ بالاتر از سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ بود که احتمالاً دلیل این امر بیشتر بودن میزان بارندگی در این سال (۱۹ درصد) می‌باشد. کاهش عملکرد دانه گندم در اثر تنش خشکی در آزمایش-های مختلفی گزارش شده است (Farooq *et al*., 2015; Hafez & Gharib, 2016). در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷، پرایم بذور با کلرید کلسیم، اوره، ویتاسپرین و آب، عملکرد دانه را به‌ترتیب ۴۱، ۳۹، ۲۷ و ۲۷ درصد افزایش دادند (شکل ۲). همچنین در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸، بالاترین عملکرد دانه در تیمار پرایم بذور با آب مشاهده شد (شکل ۲). سطح فتوسنتز کننده و مدت فتوسنتز در گیاهان حاصل از بذور پرایم شده به دلیل استقرار سریع‌تر در مزرعه، بالاتر است. بنابراین میزان کربن دی اکسید تثبیت شده، مواد فتوسنتزی تولید شده و ذخیره هیدروکربن‌های غیر ساختاری در بخش‌های مختلف گیاه بهبود می‌یابد و در نتیجه بیوماس بیشتری تولید می‌شود. همچنین با توجه به این‌که بین بیوماس و ذخایر موجود در گیاه با تخصیص و قدرت زایشی آن، رابطه بسیار تنگاتنگی وجود دارد، مواد فتوسنتزی بیشتری به سمت دانه‌ها می‌رود و این امر در نهایت منجر به افزایش وزن دانه و عملکرد دانه می‌گردد (Giri & Schillinger, 2003)، همچنین پرایمینگ، میزان انتقال مجدد مواد ذخیره شده در ساقه و برگ به سمت دانه را افزایش داده و باعث بهبود عملکرد دانه می‌شود (Harris *et al*., 2007). گزارش شده است که تکمیل سریع‌تر

سایه‌انداز در اثر جوانه‌زنی یکنواخت و سریع بذور پرایم شده، باعث می‌شود که تبخیر، به‌ویژه در اوایل فصل رشد که بیشترین سهم را در هدر رفت آب از مزرعه دارد، کاهش یابد و در مقابل، سهم تعرق افزایش می‌یابد و با توجه به این‌که تعرق ماهیت فیزیولوژیکی داشته و با میزان فتوسنتز رابطه دارد، این امر منجر به افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی و عملکرد می‌گردد (Passioura & Angus, 2010). در آزمایشی اثر پرایمینگ بذور گندم با آب بر عملکرد گندم بررسی شد و نتایج نشان داد که بذور پرایم شده با آب در مقایسه با شاهد، سریع‌تر در مزرعه استقرار یافته و پنجه‌زنی و عملکرد بالاتری داشتند. در این آزمایش عنوان شد که پرایم بذور با آب روشی کارآمد، ارزان و ساده است که باعث افزایش یکنواختی و همزمانی رشد گیاهچه‌ها تحت شرایط دیم و خشکی می‌شود (Meena *et al*., 2014).

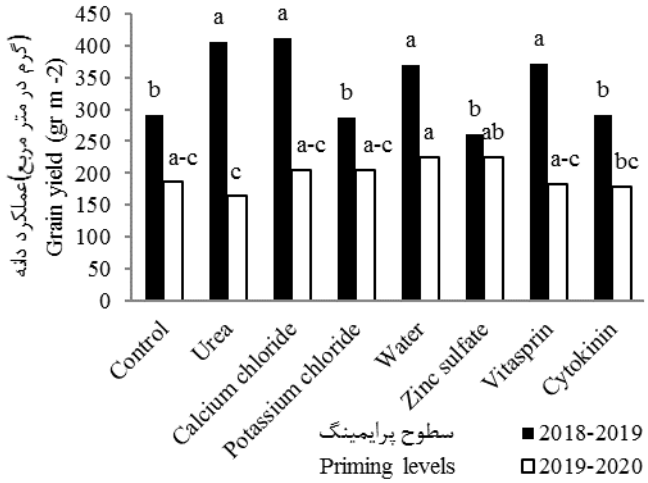
**جدول ۲- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه گندم دیم در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸.**

**Table 2. Analysis of variance for the effect of different levels of seed priming on grain yield of dry land wheat in two 2018-2019 and 2019-2020 cropping years.**

| منابع تغییرات Source of Variation | | درجه آزادی Df | Mean Squares<br>عملکرد دانه Grain yield |
|---|---|---|---|
| ۱۳۹۷-۹۸ 2018-2019 | بلوک Block | 2 | 10067 ** |
| | تیمار Treatment | 7 | 10629 ** |
| | خطا Error | 14 | 1339 |
| | ضریب تغییرات CV | - | 10.8 |
| ۱۳۹۸-۹۹ 2019-2020 | بلوک Block | 2 | 162 ns |
| | تیمار Treatment | 7 | 1473 * |
| | خطا Error | 14 | 396 |
| | ضریب تغییرات CV | - | 13.4 |

**، * و ns به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، سطح احتمال پنج درصد و غیر معنی‌دار.

**, * and ns, indicate a significant difference at 1% probability level, 5% probability level and no significant difference, respectively.




**شکل ۲- اثر پرایمنگ بذر با ترکیبات مختلف بر عملکرد دانه گندم دیم در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸. ستون‌های دارای حرف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار به روش LSD می‌باشند.**

**Figure 2. The effect of seed priming with different compounds on grain yield of dryland wheat in two 2018-2019 and 2019-2020 cropping years. Columns with the same letter have no significant difference by LSD method.**

درصد پروتئین دانه گندم

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل سال× تیمار (پرایمینگ) بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). به‌طور کلی میزان پروتئین دانه در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ بالاتر از سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ بود (شکل ۳). معمولاً انتظار بر این است که در شرایط دیم و در سال‌های پرباران، با افزایش عملکرد دانه، پروتئین دانه کاهش پیدا کند (Amiri *et al*., 2015)، اما نتایج این آزمایش بیانگر آن بود که در سال ۹۸-۱۳۹۷، که میزان بارش بالاتر بوده، درصد پروتئین دانه افزایش پیدا کرده است که دو دلیل برای این مسئله می‌توان بیان کرد، اولاً در شرایط مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان که خاک آن دارای ماده آلی و میزان نیتروژن بالایی است، در سال پرباران به‌دلیل افزایش انحلال و قابلیت جذب ترکیبات دارای نیتروژن، جذب نیتروژن توسط ریشه بیشتر شده و دوماً به واسطه افزایش رشد رویشی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ به ویژه به‌دلیل دمای بالاتر هوا در بهار در مقایسه با سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸، قابلیت ذخیره ترکیبات نیتروژنه در اندام‌های رویشی بهبود یافته و احتمالاً انتقال مجدد نیتروژن به دانه تقویت شده که در نهایت منجر به افزایش درصد پروتئین دانه شده است. ترکیب و میزان پروتئین‌های موجود در گندم به‌دلیل نقش آن‌ها در خواص ویسکو الاستیک، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و کیفیت نانوایی آرد گندم را مشخص می‌کنند (Dupont & Altenbach, 2003). در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷، پرایم بذور با کلرید پتاسیم اثر معنی‌داری بر افزایش درصد پروتئین دانه داشت و ۱۰/۴

درصد میزان پروتئین دانه گندم را بهبود بخشید (شکل ۳). در سال زراعی مذکور در تیمار پرایم بذور با کلرید پتاسیم، کمترین عملکرد دانه مشاهده شد (شکل ۲) و این امر همبستگی منفی بین عملکرد دانه و محتوی پروتئین دانه را نشان داد (r=۰/۰۷۵-). در آزمایش پنا و همکاران (Pena *et al.*, 2002) نیز عملکرد دانه و میزان پروتئین دانه همبستگی منفی داشتند، همچنین در این سال زراعی، پرایم بذور با کلرید کلسیم و سولفات روی، باعث کاهش معنی‌دار درصد پروتئین دانه گردید (شکل ۳). در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ نیز پرایم بذور با کلرید کلسیم درصد پروتئین دانه را از ۱۰/۰۵ به ۸/۹۳ درصد کاهش داد.

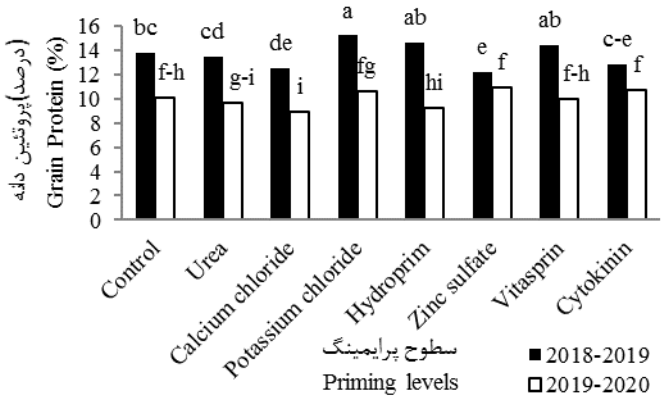
**جدول ۳- تجزیه واریانس اثر پرایمینگ بذر بر تغییرات پروتئین و برخی عناصر غذایی دانه گندم دیم دردو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸.**

**Table 3. Analysis of variance for the effect of seed priming on protein and some nutrients of dry land wheat grain in two 2018-2019 and 2019-2020 cropping years.**

| منابع تغییرات Source of Variation | درجه آزادی Df | میانگین مربعات Mean Squares | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | پروتئین دانه Grain protein | پتاسیم دانه Grain potassium | فسفر دانه Grain phosphorus | روی دانه Grain zinc |
| سال Year | 1 | 157.18 ** | 0.34 ns | 304.66 ns | 1.06 ns |
| بلوک (سال) Block (year) | 4 | 0.92 | 0.06 | 2020.85 | 45.23 |
| تیمار Treatment | 7 | 2.28 ** | 0.01 ns | 124.76 ns | 20.40 ** |
| سال*تیمار Year*Treatment | 7 | 2.64 ** | 0.003 ns | 101.04 ns | 8.15 ** |
| خطا Error | 28 | 0.28 | 0.008 | 85.65 | 1.94 |
| ضریب تغییرات C V | - | 4.50 | 3.55 | 3.61 | 4.11 |

**، * و ns به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، سطح احتمال پنج درصد و غیر معنی‌دار.

**, * and ns, indicate a significant difference at 1% probability level, 5% probability level and no significant difference, respectively.

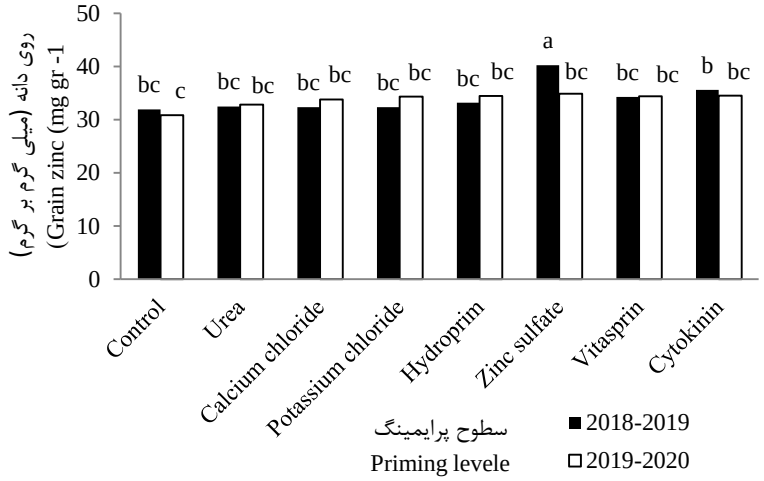



**شکل ۳- اثر پرایمنگ بذر با ترکیبات مختلف بر درصد پروتئین در دانه گندم دیم در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸. ستون‌های دارای حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار به روش LSD می‌باشند.**

**Figure 3. The effect of seed priming with different compounds on percentage of protein in the grain of dryland wheat in two 2018-2019 and 2019-2020 cropping years. Columns with the same letter have no significant difference by LSD method.**

غلظت روی دانه

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل سال× تیمار(پرایمینگ) بر غلظت روی دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷، پرایم بذور با سولفات روی باعث افزایش معنی‌دار غلظت روی در دانه شد و ۲۵/۹۷ درصد غلظت روی در دانه را بهبود بخشید، این در حالی بود که در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸، پرایمینگ اثر معنی‌داری بر افزایش غلظت روی دانه نداشت (شکل ۴). در همه تیمارها بجز در تیمار پرایم بذور با سولفات روی، میزان روی در دانه در هر دو سال زراعی مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری نداشتند اما در سال ۹۸-۱۳۹۷ که میزان بارندگی ۱۹ درصد بالاتر از سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ بود پرایم بذور با سولفات روی اثر معنی‌داری بر میزان روی دانه داشت اما در سال ۹۹-۱۳۹۸ که میزان بارندگی کاهش یافت، پرایم بذور با سولفات روی اثر معنی‌داری بر میزان روی دانه نداشت. بنابراین میزان بارندگی در میزان اثر این تیمار مؤثر می‌باشد و در شرایط تنش و کاهش پتانسیل عملکرد، نیاز به روی کاهش یافته و این عنصر محدود کننده عملکرد نخواهد بود. افزایش میزان روی در دانه در اثر پرایم بذر با سولفات روی در مطالعات مختلفی گزارش شده است (Harris *et al*., 2008; Hussain *et al*., 2012; Rehman *et al*., 2015).




**شکل ۴- اثر پرایمنگ بذر با ترکیبات مختلف بر غلظت روی در دانه گندم دیم در دو سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸. ستون‌های دارای حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار به روش LSD می‌باشد.**

**Figure 4. The effect of seed priming with different compounds on the concentration of zinc in the grain of dryland wheat in two 2018-2019 and 2019-2020 cropping years. Columns with the same letter have no significant difference by LSD method.**

## جمع‌بندی

می‌توان از پرایم کردن بذر به منظور افزایش عملکرد دانه به‌ویژه در شرایط تنش خشکی بهره برد. بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، می‌توان هیدروپرایم را به‌عنوان روشی مؤثر و مقرون به‌صرفه برای بهبود عملکرد دانه مطرح کرد. با توجه به این‌که محصولات گندم عمدتاً به صورت کالاهای پخته شده مانند نان، شیرینی و پیتزا استفاده می‌شوند وکیفیت آرد آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، میزان پروتئین یکی از پارامترهای تعیین کننده کیفیت آرد است. پرایمینگ اثرات مثبتی بر بهبود درصد پروتئین دارد و در آزمایش حاضر پرایم بذور با کلرید پتاسیم اثرات معنی‌داری بر افزایش درصد پروتئین بذور داشت. همچنین در ایران به دلیل آهکی بودن خاک، کمبود ماده آلی و اسیدیته بالا، حرکت عناصر غذایی در خاک کند است و کاربرد خاکی عناصرغذایی، اثرات زیادی در دسترسی گیاه به آن‌ها ندارد. کمبود عناصر غذایی از جمله روی در جوامع انسانی که از این محصولات استفاده می‌کنند، رخ می‌دهد و این مسئله در کشورهای درحال‌توسعه ازجمله ایران به‌عنوان یک مشکل مطرح است. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان گفت که پرایم بذور با سولفات روی به افزایش غلظت روی در دانه کمک می‌کند. به‌طور کلی پرایمینگ بذور بیشتر بر جوانه‌زنی سریع‌تر و یکنواخت‌تر و استقرار موفق‌تر گیاهچه اثرگذار است، بنابراین گیاهان حاصل از بذور پرایم شده سیستم ریشه‌ای خود را در مدت زمان کمتری گسترش

می‌دهند. با جذب بیشتر آب و مواد غذایی، بخش‌های فتوسنتز کننده بیشتری تولید می‌شود و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری به سمت دانه‌ها رفته و عملکرد دانه افزایش می‌یابد.

**References**


Abdolahi, M., & Shekari, F. 2013. Effects of seed priming by salicylic acid on wheat cv. Alvand bread quality under late sowing condition. Iranian Journal of Crops Improvement, 15 (2), 87-98. [In Persian]. DOI: https://doi.org/10.22059/JCI.2013.36101

Amiri, R., Bahraminejad, S., Sasani, S., Jalali-Honarmand, S., & Fakhri, R. 2015. Bread wheat genetic variation for grain's protein, iron and zinc concentrations as uptake by their genetic ability. European Journal of Agronomy, 67, 20–26. https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.03.004

Basra, S. M. A., Farooq, M., Tabassum, R., & Ahmed, N. 2006. Evaluation of seed vigour enhancement techniques on physiological and biochemical basis in coarse rice (Oryza sativa L.). Seed Science and Technology, 34 (3), 719–728. https://doi.org/10.15258/sst.2006.34.3.18

Bhanuprakash, K., & Yogeesha, H. S. 2016. Seed Priming for Abiotic Stress Tolerance: An Overview. In: Rao, N., Shivashankara, K., & Laxman, R. (eds). Abiotic Stress Physiology of Horticultural Crops. Springer, New Delhi. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2725-0_6

Chapman, H. D., & Pratt, P. F. 1962. Methods of analysis for soils, plants and waters. Soil Science, 93 (1), 68. https://doi:10.1097/00010694-196201000-00015

Donaldson, E., Schillinger, W. F., & Dofing, S. M. 2001. Straw production and grain yield relationships in winter wheat. Crop Science, 41 (1), 100-106. https://doi.org/10.2135/cropsci2001.411100x

Dupont, F. M., & Altenbach, S. B. 2003. Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. Journal of Cereal Science, 38 (2), 133–146. https://doi.org/10.1016/S0733-5210(03)00030-4

Eskandari, I., & Roustaei, M. 2007. Determination of appropriate seeding depth for bread wheat genotypes in cold drylands area of maragheh. Iranian Journal of Seed and Plant, 23 (3), 357-371. [In Persian].

Farooq, S., Shahid, M., Khan, M. B., Hussain, M., & Farooq, M. 2015. Improving the productivity of bread wheat by good management practices under terminal drought. Journal of Agronomy and Crop Science, 201 (3), 173-188. https://doi.org/10.1111/jac.12093

Giri, G. S., & Schillinger, W. F. 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. Crop Science, 43 (6), 2135–2141. https://doi.org/10.2135/cropsci2003.2135

Hafez, E. M., & Gharib, H. S. 2016. Effect of exogenous application of ascorbic acid on physiological and biochemical characteristics of wheat under water stress. International Journal of Plant Production, 10 (4), 579-596. https://doi.org/10.22069/ijpp.2016.3051

Harris, D. 2006. Dvelopment and testing of "on-farm" seed priming. CAZS Natural Resources, 3 (6), 129–177. https://doi.org/10.1016/S0065-2113(06)90004-2

Harris, D., Miraj, G., Arif, M., & Shah, H. 2007. increase the maize yields of resource-poor farmers 'On-farm' seed priming with zinc sulphate solution a cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. Field Crops Research, 102, 119–127. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.03.005

Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M., & Yunas, M. 2008. "On-farm" seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan. Plant and Soil, 306 (1–2), 3–10. https://doi.org/10.1007/s11104-007-9465-4

Hussain, S., Maqsood, M. A., Rengel, Z., & Aziz, T. 2012. Biofortification and estimated human bioavailability of zinc in wheat grains as influenced by methods of zinc application. Plant and Soil, 361 (1–2), 279–290. https://doi.org/10.1007/s11104-012-1217-4

Jones, J., Wolf, B., & Mills H. A.)1991. Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide. Micro-Macro Publishing, Athens, GA, USA.

Keshavarz, A., Esfandiyaripour, E. M., Tavazo, M., Ahmadifar, M., & Khanchi, M. 2016. Wheat seed multiplication and supplying program. Agricultural Extension and Education Publications [In Persian].

Meena, R. P., Sendhil, R., Tripathi, S., Chander, S., Chhokar, R., & Sharma, R. 2014. Hydro-priming of seed improves the water use efficiency, grain yield and net economic return of wheat under different moisture regimes. SAARC Journal of Agriculture, 11 (2), 149–159. https://doi.org/10.3329/sja.v11i2.18410

Narimani, H., Rahimi, M., Ahmadikhah, A., & Vaezi, B. 2010. Study on the effects of foliar spray of micronutrient on yield and yield components of durum wheat. Archives of Applied Science Research, 2 (6), 168–176.

Passioura, J. B., & Angus, J. F. 2010. Improving productivity of crops in water-limited environments. Advances in Agronomy, 106, 37-75. https://doi.org/10.1016/S0065-2113(10)06002-5

Pavia, I., Roque, J., Rocha, L., Ferreira, H., Castro, C., Carvalho, A., Silva, E., Brito, C., Gonçalves, A., Lima-Brito, J., & Correia, C. 2019. Zinc priming and foliar application enhances photoprotection mechanisms in drought-stressed wheat plants during anthesis. Plant Physiology and Biochemistry, 140, 27–42. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.04.028

Pena, R. J., Trethowan, R., Pfeiffer, W. H., & Ginkel, M. Van. 2002. Quality (end-use) improvement in wheat. Journal of Crop Production, 5(1–2), 1–37. https://doi.org/10.1300/j144v05n01_02

Rehman, A., Farooq, M., Ahmad, R., & Basra, S. M. A. 2015. Seed priming with zinc improves the germination and early seedling growth of wheat. Seed Science and Technology, 43 (2), 262–268. https://doi.org/10.15258/sst.2015.43.2.15

Reis, S., Pavia, I., Carvalho, A., Moutinho-Pereira, J., Correia, C., & Lima-Brito, J. 2018. Seed priming with iron and zinc in bread wheat: effects in germination, mitosis and grain yield. Protoplasma, 255 (4), 1179–1194. https://doi.org/10.1007/s00709-018-1222-4

Rossmann, A., Buchner, P., Savill, G. P., Hawkesford, M. J., Scherf, K. A., & Mühling, K. H. 2019. Foliar N application at anthesis alters grain protein composition and enhances baking quality in winter wheat only under a low N fertiliser regimen. European Journal of Agronomy, 109, 125909. https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.04.004

Saddiq, M. S., Iqbal, S., Afzal, I., Ibrahim, A. M. H., Bakhtavar, M. A., Hafeez, M. B., Jahanzaib, & Maqbool, M. M. 2019. Mitigation of salinity stress in wheat (Triticum aestivum L.) seedlings through physiological seed enhancements. Journal of Plant Nutrition, 42(10), 1192–1204. https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1609509

Subramanyam, K., Laing, G. D., & Van Damme, E. J. M. 2019. Sodium selenate treatment using a combination of seed priming and foliar spray alleviates salinity stress in rice. Frontiers in Plant Science, 10, 1–17. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00116

Yari, L., Khazaei, F., Sadeghi, H., & Sheidaei S. 2011. Effect of seed priming on grain yield and yield components of bread wheat (Triticum aestivum L.). ARPN Journal of Agriculture and Biological Sciences, 6 (6), 1–5.

Zhang, J., Zhang, S., Cheng, M., Jiang, H., Zhang, X., Peng, C., Lu, X., Zhang, M., & Jin, J. 2018. Effect of drought on agronomic traits of rice and wheat: A meta-analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15 (5), 839. https://doi.org/10.3390/ijerph15050839