

## آزمایش ۹ وراثتی گندم اصلاح شده و رایج افغانستان در مقابل تنش خشکی

سیدقدیر دانشیار<sup>۱</sup>، حبیب الله نظری<sup>۲</sup>، محمد یوسف فضلی<sup>۲</sup>، عبدالرحمن محمدی<sup>۲</sup>،

زین الله مسجد<sup>۲</sup> رحم خدا قش لاهی<sup>۲</sup>، حکمت الله فاروقی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دپارتمنت بایوتکنالوژی و تولید تخم های بذری، پوهنځی زراعت، پوهنتون کابل

<sup>۲</sup> فارغین دیپارتمنت بایوتکنالوژی و تولید تخم های بذری، پوهنځی زراعت، پوهنتون کابل

### خلاصه

رشد گندم (*Triticum aestivum* L.) در یک منطقه با شرایط آب و هوایی آن میتواند سبب ارتقای عملکرد آن نبات شود. در مناطق نیمه خشک از جمله سطوح وسیعی از کشور افغانستان کاهش رطوبت خاک در اثر عدم بارندگی و افزایش ناگهانی حرارت در دوره پر شدن دانه که از مهمترین عوامل کاهش رشد و نمو گندم به شمار میرود که یک پدیده اقلیمی غالب است. با شناخت اثرات تنش خشکی و تعیین چگونگی واکنش های کیمیاوی و مالیکولی به خشکی میتوان بهترین واکنش نبات را شناسایی و از آن در برنامه های اصلاحی برای انتخاب و تولید انواع جدید استفاده کرد. هدف از این تحقیق شناسایی ویژگی های انواع مقاوم بودند که باعث ایجاد تحمل و تولید عملکرد بالا در این شرایط می شود. وراثتی های مورد آزمایش در ماشین جرمیتور در لابراتوار و در گلدانها به فضایی باز به اساس طرح کاملاً تصادفی (CRD) کشت گردید که دارای سه تریتمت نارمل، سترس اول خشکی و سترس دوم خشکی است و ارقام گیری به اساس شاخص های درصد جوانه زنی، طول رادیکل، طول کولپیتایل و روزه های ستوماتا صورت گرفت. نتایج بدست آمده از تفاوت روزه های ستوماتا در وراثتی های نصرت-۲۰ و دیورم-۱۰ کمترین تفاوت و وراثتی های صلح-۲۰ و درخشان بیشترین تفاوت را داشتند. در شاخص جوانه زنی بیشترین فیصدی را وراثتی های صلح-۲۰ و للمی-۳ داشتند. به همین ترتیب وراثتی شیشم باغ دارای بیشترین طول رادیکل و وراثتی کوهدشت دارای بیشترین طول کولپیتایل را نشان دادند. به اساس نتایج فوق الذکر وراثتی های صلح-۲۰، للمی-۳، ششم باغ و کوهدشت از مجموع وراثتی های مورد مطالعه نظر به شاخص های متذکره خوبترین نتایج را از خود نشان دادند.

**واژه های کلیدی:** مقاومت، تنش خشکی، ستوماتا، جوانه زنی، رادیکل، کولپیتایل.

## Evaluation of 9 improved wheat cultivars of Afghanistan against Drought Stress at Kabul Climate Conditions

Seyeed Qadir Danishiar<sup>1</sup>, Habibullah Nazari<sup>2</sup>, Mohammad Yousuf Fazli<sup>2</sup>, Abdul Rahman Mohammadi<sup>2</sup>

Zainullah Masjid<sup>2</sup>, Rahmatullah Qeshlaqi<sup>2</sup>, Hikmatullah Farooqi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Biotechnology and Seed Production, Faculty of Agriculture, Kabul University

<sup>2</sup>Graduates of the Department of Biotechnology and Seed Production, Faculty of Agriculture, Kabul University

### Abstract

The growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) is significantly influenced by specific climatic conditions, particularly in semi-arid regions like Afghanistan. In these areas, insufficient rainfall and sudden temperature increases during the grain-filling period are critical factors that adversely affect wheat growth and development. These climatic phenomena lead to drought stress, prompting the need for research into chemical and molecular responses of wheat varieties to enhance breeding programs. To investigate this, selected wheat varieties were cultivated in a laboratory germinator and in pots outdoors using a Completely Randomized Design (CRD). The experimental setup included three treatments: normal conditions, first drought stress, and second drought stress. Key indicators assessed included germination percentage, radicle length, coleoptile length, and stomatal conductance. Results indicated minimal differences in stomatal conditions between the varieties Nasrat-20 and Diorm-10, while Solh-20 and Derakhshan exhibited the most significant differences. The highest germination rates were recorded for Solh-20 and Lalmi-3. Additionally, the variety Sheshambagh demonstrated the longest radicle length, whereas Kohdasht had the longest coleoptile. Based on these findings, the varieties Salakh-20, Lalmi-3, Bagh, and Kohdasht showed superior wheat performance across the assessed indicators. These results underscore the importance of selecting appropriate wheat varieties that can withstand drought conditions, which is vital for improving wheat production in Afghanistan's challenging climate.

**Keywords:** Resistance, drought stress, stomata, germination, radicle, coleoptile.

## مقدمه

گندم (*Triticum aestivum*) یکی از اولین نباتات است که به وسیله‌ی انسان کشت شده و به همین دلیل مهمترین نبات زراعتی به شمار می‌آید؛ زیرا کشت آن از تمام نباتات ساده تر، تطابق آن در مناطق مختلف که دارای شرایط آب و هوایی مختلف می‌باشند، بیشتر و از طرف دیگر غذای اولیه و اصلی اغلب مردم جهان را تشکیل می‌دهد (۱). گندم یکی از محصولات عمده بوده که جایگاه اساسی در تولیدات زراعتی داشته و حدود ۲۰ درصد کالوری و پروتئین رژیم غذایی انسان‌ها را فراهم می‌کند. تولید جهانی گندم در سال ۲۰۲۰ تقریباً ۷۶۱ میلیون تن بوده است (۲).

گندم بخاطر نقش مهمی که در عرصه سیاسی و اقتصادی کشورها به خصوص کشورهای در حال توسعه ایفا می‌کند، یک محصول استراتژیک در تمام دنیا به حساب می‌آید. اهمیت اقتصادی گندم از نظر تولید و تغذیه در دنیا بیش از سایر محصولات زراعتی بیشتر می‌باشد، حتی در مناطق که به علت متغیر بودن شرایط اقلیمی و یا خشکی محیط امکان تولید نباتات نباشد، می‌توان گندم را کاشت. گندم مهمترین محصول اصلی در مناطق معتدل است و در کشورهای در حال توسعه تقاضای فزاینده‌ای دارد. گندم علاوه بر اینکه منبع اصلی نشاسته و انرژی است، مقادیر قابل توجهی از اجزای ترکیبی ضروری به خصوص پروتئین، ویتامین‌های B و فایبر غذایی را فراهم می‌کند (۳). خشکی یکی از معمول‌ترین تنش‌های محیطی است که رشد و نمو نباتات را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۴). تحمل (مقاومت) مقابل تنش آبی یک پارامتر پیچیده است که در آن عملکرد محصولات زراعتی می‌تواند تحت تأثیر چندین خصوصیات اناتومیکی قرار بگیرد (۵). اجتناب از خشکسالی یک شیوه مهم مقاومت نباتات است که شامل عمق ریشه و تغییر در فصل رشد نباتات برای استفاده از بارندگی است. تحمل (مقاومت) کم آبی شامل توانایی نباتات برای خشک شدن نسبی و رشد مجدد در صورت ادامه بارندگی است (۶، ۱۴، ۱۵).

سازگاری نباتات با تنش خشکی یک موضوع حیاتی برای توسعه روش‌های بهبود یافته جدید برای افزایش نباتات مقاوم به تنش است (۷). برای پاسخگویی به تقاضای غلات مورد انتظار جهانی تا سال ۲۰۵۰، تولید گندم باید به طور مداوم در زمینه تغییرات آب و هوایی بهبود یابد (۸). کمبود آب، بارندگی کم و تنش خشکی به طور منظم در طول دوره رشد گندم در مناطق خشک و نیمه خشک رخ می‌دهد که عملکرد گندم را از طریق کاهش پارامترهای رشد نبات و اختلال در روابط آب محصول، محدود کردن توسعه سیستم ریشه و تغییر فیزیولوژیکی جریانهای مانند فتوسنتز و تنفس را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۹).

به اساس گزارش وزارت زراعت افغانستان در اثر خشکسالی ۲۰۲۱ در افغانستان؛ در تولیدات گندم در حدود یک میلیون تن خسارات به دست آمده است. با ایجاد راه حل مانند مقاوم ساختن وراثتی‌های گندم و شناسایی وراثتی‌های مقاوم در مقابل تنش‌های خشکی ما میتوانیم میزان تولید گندم در افغانستان و منطقه را بالا ببریم. هدف اساسی این تحقیق شناسایی وراثتی‌های مقاوم گندم در در مقابل تنش‌های خشکی بودند.

## مواد و روش تحقیق

### وراثتی‌های گندم

انتخاب وراثتی‌های گندم که مورد آزمایش قرار گرفت به اساس سطح بلندکشت و حاصلات آن در سطح ولایات افغانستان که توافق خوب داشته است انجام شد.

در این تحقیق از ۹ وراثتی گندم مروج و پرحاصل افغانستان استفاده گردید که میزان مقاومت آنها را در مقابل تنش خشکی مشخص شود که کدام یکی از این وراثتی‌ها با استفاده از مارکر فینوتیپی دارای مقاومت بیشتر در مقابل تنش خشکی از خود نشان میدهد. وراثتی‌های مورد مطالعه و منبع آنها در جدول (۱) نشان داده شده اند.

این تحقیق در لابراتوار و فارم پوهنچی زراعت صورت گرفت. فیصدی جوانه‌زنی طول رادیکل و کولپتایل که فکتور بسیار مهم و حیاتی برای نباتات در مقاومت مقابل تنش خشکی به شمار می‌رود که مورد آزمایش قرار گرفت. ارزیابی تنش در سطح رشد علفی آنها در فارم پوهنچی زراعت بالای حالت ستوماتا (باز و بسته) با استفاده از کشت وراثتی‌های متذکره در گلدان‌ها با قطر ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر و طرح کاملاً تصادفی (CRD) صورت گرفته است.

جدول ۱: وراثتی‌های مورد مطالعه و منابع اصلی آنها را نشان میدهد و منبع بعضی از وراثتی‌های که مشخص نیست در جدول به علامت (-) نشان داده شده است.

شماره	وراثتی	نوع فصل	منبع
۱	نصرت-۲۰	اختیاری	-
۲	شیشم باغ	اختیاری	CIMMYT
۳	اوتان	زمستانی	FEAC
۴	دیورم-۱۰	اختیاری	-
۵	کوهدشت	بهاری	-
۶	لمی-۳	اختیاری	CIMMYT/ICARDA
۷	دیورم-۹	اختیاری	
۸	صلح-۲۰	زمستانی	CIMMYT
۹	درخشان	اختیاری	CIMMYT

#### ۱. جوانه‌زنی (Seed Germination)

آزمایش جوانه زنی برای نشان دادند سطح سلامت تخم از اهمیت حیاتی برخوردار است. و در این مطالعه به تعداد ۱۰ تخم در داخل هر پتروش با لای کاغذ مخصوص جوانه‌زنی گذاشته شده و ۴ میلی لیتر آب به آن علاوه شدند. مدت جوانه زنی آنها ۵ روز در نظر گرفته شدند که بشکل نارمل مدت جوانه‌زنی را نشان میدهد. پتروش ها توسط کاغذ پارافلم بسته شدند تا از ضیاع آب داخل آن جلوگیری بعمل آید. و در بررسی جوانه زنی در شکل (۱) به تعداد ۹ وراثتی گندم اصلاح شده و رایج افغانستان تحت آزمایش جوانه زنی قرار گرفت.



شکل ۱: بررسی میزان جوانه‌زنی (Seed Germination Test) در وراثتی‌های مختلف

#### ۲. آبیاری گلدان‌ها (Irrigation)

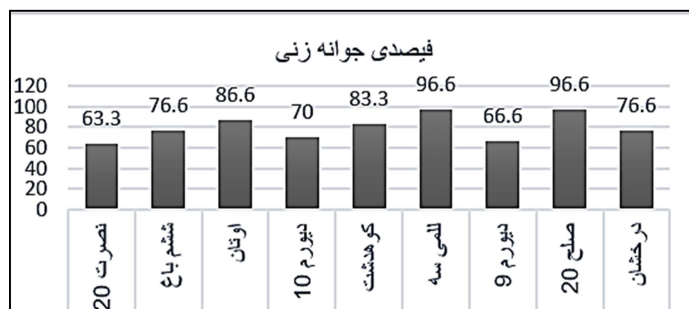
به اساس هدف اصلی این تحقیق، دفعات آبیاری بالای وراثتی‌های متذکره مورد آزمایش قرار گرفت و سه تریتمنت (سه سطح استرس خشکی) به ترتیب نارمل، استرس اول و استرس دوم در هر وراثتی تنظیم گردید. ارقام گیری از هر گلدان که به تعداد ۵ نبات گندم کشت گردیده بود صورت گرفت. در گلدان‌های نارمل دفعات آبیاری به اساس ضرورت نارمل گندم آبیاری بعد از ۳ روز صورت گرفت که تنش خشکی بالای آنها تاثیر فزیولوژیکی نکند. اما در گلدان‌های استرس اول بعد از ۴ روز یک بار آبیاری انجام شد. این سطح آبیاری بالای نبات بشکل محدود تنش خشکی را بوجود می‌آورند تا بعضی وراثتی‌های حساس تغییرات فزیولوژیکی را از خود نشان دهد که به شکل ظاهری در آنها قابل مشاهده میباشد. و به همین ترتیب آبیاری در استرس

دوم بعد از گذشت ۵ روز یک بار صورت گرفت که بیشترین تنش خشکی را بالای رشد گندم وارد نمودند که باعث تشخیص جینوتایپ های شدند که در مقابل فشار خشکی از خود مقاومت نشان میدهد.

### نتایج تحقیق

#### فیصدی جوانه زنی

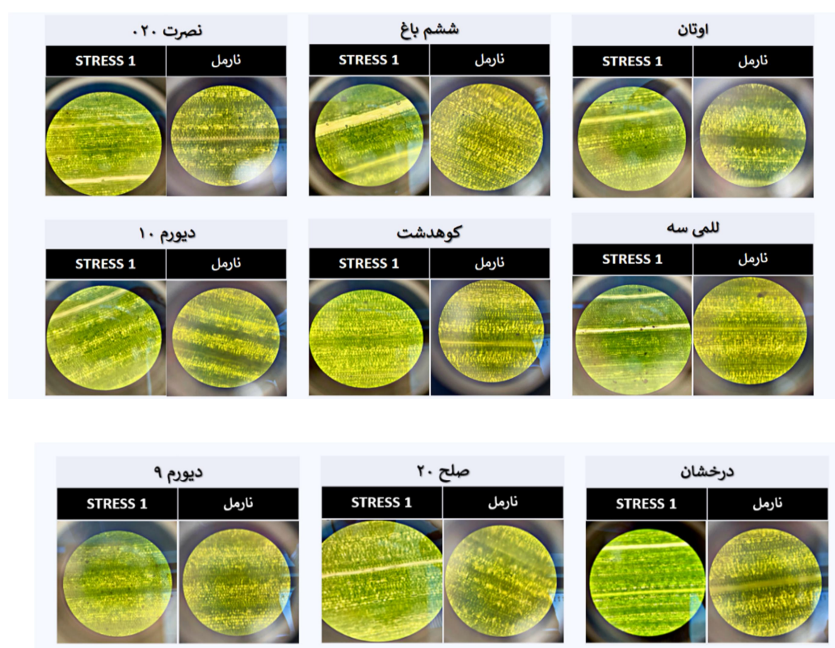
در بررسی فیصدی جوانه زنی هر وراثتی گندم به تعداد ۳۰ تخم در لابراتوار در شرایط کنترل شده استفاده گردید. ارقام که از مجموعه تخم های جوانه زده هر وراثتی به دست آمده مورد تحلیل قرار گرفت. در شکل ۲ نشان میدهد که بیشترین میزان جوانه زنی را وراثتی های صلح-۲۰ و للمی سه دارند و وراثتی های نصرت ۲۰ و دیورم ۹ کم ترین میزان جوانه زنی را در جمع وراثتی های مذکور دارند.



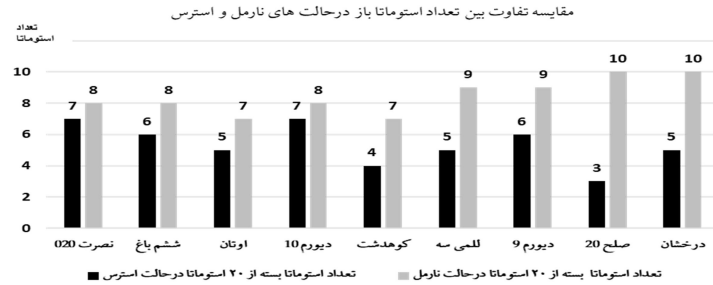
شکل ۲: مقایسه تعداد تخم های جوانه زده، جوانه نه زده و فیصدی جوانه زنی

#### استوماتا بسته برگ

بررسی تعداد استوماتا بسته برگ های وراثتی های گندم در حالت نرمال و استرس در لابراتوار تحت میکروسکوپ مشاهده گردید و ارقام که از مجموعه استوماتا بسته برگ هر وراثتی به دست آمده نشان میدهد که تنش خشکی بالای جینوتایپ های متذکره تاثیر وارد نموده است.



شکل ۳: بررسی استوماتا برگ وراثتی های گندم در حالت های نرمال و استرس

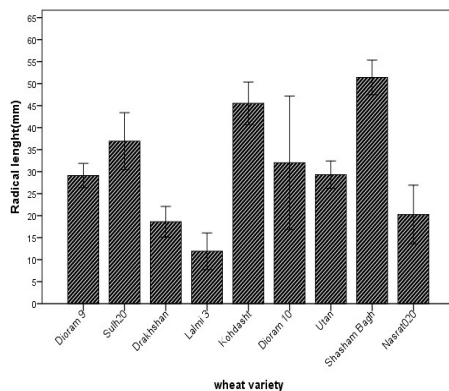


شکل ۴: مقایسه تعداد استوماتا باز در حالت های نارمل و تنش خشکی

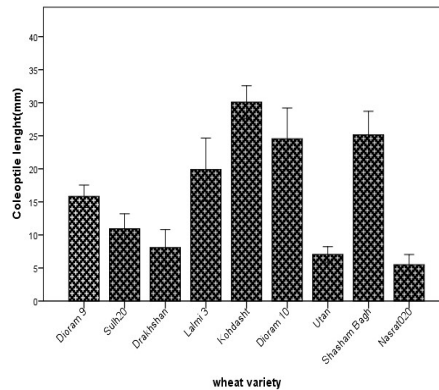
نظر به حالت ستوماتا برگ بیشترین میزان تفاوت تعداد استوماتا بسته از حالت نارمل به حالت استرس را وراثتی های صلح-۲۰ و کوهدشت داشته که در شرایط خشکی قابلیت کنترل آب نبات را از خود نشان دادند تا در حالت استرس کم ترین مقدار آب جذب شده نبات به شکل بخارات آب از استوماتا برگ خارج گردد. کمترین میزان تفاوت تعداد استوماتا باز از حالت نارمل به حالت استرس را وراثتی های نصرت-۲۰ و دیورم ۱۰ داشته و به تعقیب آن اوتان و شیشم باغ قرار گرفته است و وراثتی های صلح-۲۰ و درخشان بیشترین تفاوت حالت استوماتا در شرایط نارمل و تنش را نشان داد که در شرایط خشکی قابلیت کنترل آب نبات را نداشته و زیاد ترین مقدار آب جذب شده نبات به شکل بخارات آب از استوماتا برگ خارج میگردد.

### رادیکل و کولیپتایل

جینوتایپ های گندم جدول ۱ در لابراتوار بایوتکنالوژی تحت ماشین جرمیناتور مطالعه شدند و تحلیل ارقام در شکل ۵ و ۶ نشان میدهد که شیشم باغ و کوهدشت بیشترین طول و للمی-۳ کمترین طول رادیکل را دارد. به همین ترتیب شاخص طول کولیپتایل در کوهدشت و شیشم باغبیشترین و اوتان کمترین رشد را نشان میدهد.



شکل ۶: مقایسه اوسط طول رادیکل وراثتی ها



شکل ۵: مقایسه اوسط طول کولیپتایل وراثتی ها

### مناقشه

در این تحقیق بیشترین میزان فیصدی جوانه زنی را وراثتی های صلح-۲۰ و للمی-۳ داشتند و وراثتی های نصرت-۲۰ و دیورم-۹ کمترین میزان فیصدی جوانه زنی را در جمع وراثتی های مذکور نشان دادند. وراثتی های شیشم باغ، اوتان، دیورم-۱۰، کوهدشت و درخشان به صورت متوسط فیصدی جوانه زنی را در شرایط تنش خشکی داشتند. به اساس تحقیق (۱۱) در مصر نشان دادند که ترانسکریپشن فکتور AtWRKY30 در گندم باعث مقاومت مقابل تنش خشکی و شوری بلند می شود که جین می تواند تاثیر مثبت را در مرحله جوانه زنی داشته باشد. بیشترین میزان طول کولیپتایل از جمله ۹ وراثتی گندم استفاده شده درین تحقیق را وراثتی کوهدشت دارا بوده و همچنان وراثتی نصرت-۲۰ دارای کمترین میزان طول کولیپتایل را داشت. وراثتی های شیشم باغ، اوتان، دیورم ۱۰، صلح-۲۰، دیورم ۹، للمی-۳ و درخشان به صورت میانگین قرار داشتند.

بیشترین میزان طول رادیکل از جمله ۹ وراثتی گندم استفاده شده در تحقیق را وراثتی شیشم باغدارا بوده و همچنان وراثتی للمی سه دارای کمترین میزان طول رادیکل هستند. وراثتی‌های نصرت ۰۲۰، اوتان، دیورم ۱۰، صلح-۲۰، دیورم ۹، کوهدشت و درخشان به صورت میانگین قرار گرفت. به اساس تحقیق (۱۲) در چین ثابت گردید که جین TaPUB1 باعث تولید انٹی اکسدانت در گندم شده و مقاومت را مقابل تنش خشکی در جریان جوانه زنی افزایش میدهد.

بیشترین میزان تفاوت تعداد استوماتا باز در حالت نارمل و حالت استرس را وراثتی‌های صلح-۲۰ و کوهدشت داشته که در شرایط خشکی قابلیت کنترل آب را داشته تا در حالت استرس کمترین مقدار آب جذب شده به شکل بخارات آب از استوماتا برگ خارج گردد. کمترین میزان تفاوت تعداد استوماتا باز از حالت نارمل به حالت استرس را وراثتی‌های نصرت ۲۰ و دیورم ۱۰ داشته که در شرایط خشکی قابلیت کنترل آب نبات را نداشته و در حالت استرس زیادترین مقدار آب جذب شده نبات به شکل بخارات آب از استوماتا برگ خارج میگردد. وراثتی‌های اوتان، شیشم باغ، دیورم ۹، کوهدشت و درخشان به صورت میانگین قرار دارند. تحقیق انجام شده توسط (۱۳) در هند با استفاده از بیان microRNA نشان دادند که تعداد ازین ار ان ای در جریان تنش خشکی تولید میشود که در تنظیم روزنه‌های ستوماتا در شرایط خشکی مقاومت را ایجاد میکند که بصورت سریع باز و بسته می‌شود. درین تحقیق دریافت گردید که بعضی وراثتی‌های گندم نسبت به دیگران از لحاظ باز و بسته شدن سریع نسبت به دیگران تفاوت داشته که در شرایط تنش خشکی به نبات تاثیر مثبت را در نگهداشت آب حجرات بوجود آوردند.

### نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که از جمله ۹ وراثتی گندم استفاده شده وراثتی‌های صلح-۲۰، للمی-۳، شیشم باغ و کوهدشت از مجموع وراثتی‌های مورد مطالعه نظر به شاخص‌های متذکره خوب‌ترین نتایج را از خود نشان دادند و این تحقیق نیازمند تحقیقات مالیکولی نیز است.

یافته‌های بدست آمده از این تحقیق معلومات ارزشمندی را در اختیار همه قرار دادند تا بتوانند به وسیله آن از وراثتی‌های که توسط این تحقیق معرفی شده استفاده نمایند تا باشد به وسیله آن میزان حاصلات خود را در شرایط خشکی که یکی از مشکلات بزرگ کشور ما و منطقه است بالا ببرند.

### منابع

۱. فلاح زاده مح، احمدزی م، کریم زوی م، میرزاد ح، شهبازخیل م، کمال زاده ف. بررسی تأثیر حشره‌کش‌های مختلف بالای کرم مغزخوار سیب. علم او فن- علمی خپنیزه مجله، ۱۴۰۳؛ ۶۲(۲):۳۶-۴۲.
۲. حیدری م، صدیقی اس، سبحانی م، رؤفی ع. مقایسه اثرات کودهای مختلف عضوی بالای رشد و بایوماس نبات سایبین. علم او فن- علمی خپنیزه مجله، ۱۴۰۳؛ ۶۲(۲):۱۹-۲۶.
3. Guarin JR, Martre P, Ewert F, Webber H, Dueri S, Calderini D, et al. Evidence for increasing global wheat yield potential. *Environ Res Lett*. 2022;17(12):124-145.
4. Emam Y. Cereal Production. Shiraz, Iran. Shiraz University Press. (In Persian); 2011, p 12.
5. Sallam A, Alqudah AM, Dawood MA, Baenziger PS, Börner A. Drought stress tolerance in wheat and barley: Advances in physiology, breeding and genetics research. *Int J Mol Sci*. 2019; 20 (13), 12-18.
6. Shewry PR, Hey SJ. The contribution of wheat to human diet and health. *Food Energy Secur*. 2015; Oct, 4(3):178-202.
7. Ingram J, Bartels D. The molecular basis of dehydration tolerance in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 1996; 47: 377-403.
8. Buschmann C Kramer PJ, Boyer JS. Water Relations of Plants and Soils. Academic Press, San Diego, 1995; 495-512.
9. Salekdeh GH, Siopongco J, Wade LJ, Ghareyazie B, Bennett J. A proteomic approach to analyzing drought-and salt-responsiveness in rice. *Field Crops Res*. 2002;76(2-3):199-219.
10. Rizhsky L, Liang H, Mittler R. The combined effect of drought stress and heat shock on gene expression in tobacco. *Plant Physiol*. 2002;130(3):1143-51.
11. Physiological traits associated with wheat yield potential and performance under water-stress in a mediterranean environment [Internet]. [cited 2023 May 23]. Available from: <http://200.9.234.120/handle/ucm/340>.
12. Raza MAS, Ahmad S, Saleem MF, Khan IH, Iqbal R, Zaheer MS, et al. Physiological and biochemical assisted screening of wheat varieties under partial rhizosphere drying. *Plant Physiol Biochem*. 2017;116:150-66.
13. El-Esawi MA, Al-Ghamdi AA, Ali HM, Ahmad M. Overexpression of atWRKY30 transcription factor enhances heat and drought stress tolerance in wheat (*Triticum aestivum L.*). *Genes (Basel)*. 2019;12:18.
14. Zhang G, Zhang M, Zhao Z, Ren Y, Li Q, Wang W. Wheat TaPUB1 modulates plant drought stress resistance by improving antioxidant capability. *Sci Rep*. 2017;7(1):1-13. doi.org/10.1038/s41598-017-08181-w.
15. Kulkarni M, Soolanayakanahally R, Ogawa S, Uga Y, Selvaraj MG, Kagale S. Drought response in wheat: Key genes and regulatory mechanisms controlling root system architecture and transpiration efficiency. *Front Chem*. 2017;5:1-13.