بررسی ارتباط صفات آناتومیکی برگ پرچم و محور سنبله گندم تیمار شده با پراکسید هیدروژن با عملکرد دانه گندم در شرایط دیم

طیبه جعفریان[۱]، محمد جواد زارع[۱*] و عادل سی و سه مرده[۲]

[۱*] گروه زراعت ، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام،

[۲] گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۰، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۰۳/۳۱)

چکیده

به منظور بررسی اثر آماده‌سازی بذر (پرایمینگ) با غلظت‌های مختلفی از پراکسید هیدروژن بر آناتومی برگ پرچم و محور سنبله دو رقم گندم کراس سبلان (گندم نان) و ساجی (گندم دوروم) و ارتباط آن با عملکرد دانه، تحت شرایط دیم آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام انجام شد. تیمارهای آزمایشی (پرایمینگ بذر) شامل چهار سطح غلظت پراکسید هیدروژن (صفر، ۲۵، ۵۰، ۸۰ میلی‌مولار) و دو رقم گندم بودند. نتایج آزمایش نشان داد که تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، وزن دانه در سنبلک چهارم تا هشتم، مساحت برگ، تعداد و طول روزنه و نیز ویژگی‌های آناتومیک برگ پرچم و محور سنبله مورد مطالعه در این پژوهش تحت تاثیر آماده‌سازی بذر با پراکسید هیدروژن قرار گرفت. بوته‌هایی که بذر آنها با پراکسید هیدروژن تیمار شده بودند از سطح برگ و طول روزنه بیشتر، مساحت و قطر آوند چوبی و آبکش، مساحت مزوفیل، مساحت غلاف آوندی، مساحت اپیدرم بالا و پایین بیشتری در برگ پرچم برخوردار بودند همچنین تحت تأثیر پراکسید هیدروژن خصوصیات آناتومیکی محور سنبله شامل مساحت آوند چوبی و آبکش و اندازه دستجات آوندی نسبت به شاهد بزرگتر بود. در نهایت پیش تیمار بذر با غلظت ۸۰ میلی مولار پراکسیدهیدروژن نسبت به سایر غلظت‌ها از طریق اثرگذاری مثبت بر خصوصیات آناتومیکی برگ برچم و محور سنبله باعث افزایش عملکرد دانه در هر دو رقم گندم در شرایط دیم شد.

کلمات کلیدی: دستجات آوندی، روزنه، سطح برگ، وزن دانه در سنبله.

مقدمه

در کشور ایران بخش عمده‌ای از اراضی کشور به کشت دیم اختصاص دارد و بخش قابل ملاحظه‌ای از نیاز تولیدات غذایی کشور از این طریق تأمین می‌شود. در این میان نقش و جایگاه غلات دیم و بویژه گندم در مقایسه با سایر محصولات بارزتر می‌باشد (Zare Faizabad *et al.*,2006). از طرفی کمبود رطوبت به عنوان عمده‌ترین فاکتور محدودکننده تولیدات زراعی در دیمزارها می‌باشد. برگ به عنوان اندام فتوسنتزی در گیاه نقش ویژه ای داردکه در زمان وقوع تنش سطح برگ کاهش می یابد (Pettigrew, 2004). تنش خشکی در طول دوره رویشی باعث کوچک شدن برگ‌ها می‌شود همچنین شاخص سطح برگ، دوره رسیدن محصول و میزان

[*]نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: j.taiebeh@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.27.8.9]

جذب نور توسط گیاه کاهش می‌یابد (Levitt, 1980). در شرایط تنش خشکی بیشتر خصوصیات آناتومیکی برگ مانند قطر آوندها و اندازه سلول‌های مزوفیلی و اپیدرمی کاهش می یابد (Ghanem, 2008) که این تغییر خصوصیات آناتومیکی برگ، در کاهش سرعت فتوسنتز خالص گیاهان از طریق بسته شدن روزنه‌ها و کاهش میزان دسترسی کلروپلاست به CO_2 نقش دارد (Bertamini *et al.*, 2007). نشان داده شده است که در اثر تنش کم آبی اندازه سلول بافت‌ها کاهش یافته اما ضخامت دیواره سلولها و بافت آوندی افزایش یافته است (Guerfel *et al.*, 2009). پرایمینگ بذر یک روش مؤثر جهت افزایش تحمل گیاهچه به شرایط تنش محیطی است (Finch-Savage *et al.*, 2004). بنابراین جهت فراهم نمودن شرایط مطلوب‌تری برای گیاه در استفاده از رطوبت خاک، عناصر غذایی و... می‌توان از روشهایی همچون پرایمینگ بذر استفاده نمود که باعث افزایش جوانه زنی بذر و استقرار گیاهچه در محدوده وسیعی از شرایط محیطی و بهبود رشد و بنیه گیاهچه (Subedi and Ma, 2005) می‌شود. پراکسید هیدروژن یک جزء سلولی حیاتی با عملکردهای مختلف در توسعه، متابولیسم و هموستازی موجودات هوازی است (Bienert *et al.*, 2006) و نقش کلیدی و بیولوژیکی پراکسید هیدروژن به عنوان یک سیگنال مولکولی درون‌زا در پاسخ گیاهان به تنش به خوبی نشان داده شده است (Molassiotis and Fotopoulos, 2011; Arasimowicz and Floryszak-Wieczorek, 2007; Neill *et al.*, 2002). تولید پراکسید هیدروژن در طی طیف گسترده‌ای از تنش ها افزایش می‌یابد و برخی محققین پیشنهاد کرده‌اند که پراکسید هیدروژن عامل کلیدی در پدیده‌های سازگاری و تحمل متقابل است (Neill *et al.*, 2002). در زمان جوانه‌زنی بذر، پراکسید هیدروژن باعث اختلال در انتقال آبسزیک اسید از لپه به جنین شده که در نتیجه آن باعث کاهش اسید آبسزیک و افزایش جوانه زنی بذر می‌شود (Barba-Espin *et al.*, 2011). در تحقیقات پیشین نقش اساسی پراکسید هیدروژن در تولید ABA ناشی از بسته شدن روزنه‌ها نشان داده شده است (Wang and Song, 2008). پراکسید هیدروژن در شرایط تنش خشکی از طریق کاهش اثر سوء تنش بر سطح برگ، کاهش بسته شدن روزنه‌ها و بهبود هدایت روزنه‌ای (Wahid *et al.*, 2007 ; Liheng *et al.*, 2009)، بهبود سرعت فتوسنتز (Ishibashi *et al.*, 2011) و همچنین تنظیم اسمزی، که بطور قابل توجهی در حفظ آب جذب شده و آماس سلول در شرایط تنش خشکی نقش دارد (Chaves *et al.*, 2009) باعث بهبود عملکرد می‌شود. همچنین نشان داده شده است که پراکسید هیدروژن می‌تواند انتقال دهنده اولیه الکترون به سیستم فتوسنتزی دو باشد (Olson and Blankenship, 2004) و تنظیم کننده پاسخ‌های دیگر هورمونها در گیاهان است (Slesak *et al.*, 2007).

در غلات برگ پرچم، محور سنبله و ساختار آنها از عوامل تاثیرگذار بر تولید می‌باشند که می‌تواند نقش مهمی در تأمین مواد پرورده برای دانه ایفا کند، اما این اثر بخشی می‌تواند کاملاً متأثر از شرایط محیطی باشد. دانش سیستم انتقال مواد غذایی توسط دستجات آوندی و نحوه توزیع و اندازه آنها در طول محور سنبله گندم بسیار مهم است (Lopez *et al.*, 2001). بر اساس تحقیقات پیشین نحوه توزیع تعداد و اندازه دانه‌ها در طول محور سنبله گندم بوسیله دستجات آوندی مرکزی و کناری تعیین می‌شود (Whingwiri *et al.*, 1981). مطالعه جزئیات اجزاء و بافت‌های سازنده گیاه، درک بهتری از سازش آن با شرایط مختلف محیطی فراهم می‌کند و بدون آگاهی از ساختار (آناتومی) گیاهان، فرآیندهای فیزیولوژیک درون گیاه قابل درک نیست. به همین دلیل تحقیقی در رابطه با تأثیر پراکسید هیدروژن به عنوان پیش تیمار بذر بر ساختار آناتومی برگ پرچم و محور سنبله در نهایت ارتباط آنها با عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر پیش تیمار بذر گندم با غلظت‌های مختلف پراکسید هیدروژن بر خصوصیات آناتومیکی و متعاقباً عملکرد دانه آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام در آبان ماه سال زراعی ۱۳۹٤-۱۳۹۳ انجام گرفت. میزان بارندگی در جدول ۱ ارائه گردیده است. به

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.27.8.9]

جدول ۱- میزان بارندگی(mm) ماهانه در سال زراعی ۹۳-۹٤

مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
۵۰,۲	۸۸,۸	۳۸	۳٤,۷	۲۳,٤	۷۸,۵	٤۷,۱	۱۹	–

منظور پیش تیمار کردن، بذور به مدت ۸ ساعت در دمای خنک در ظروف کاملاً پوشانده شده حاوی پراکسیدهیدروژن با چهار غلظت صفر، ۲۵، ۵۰ و ۸۰ میلی‌مولار قرار داده شدند، به نحوی که بذرها کاملا غوطه ور شدند. سپس برای خشک نمودن و تسهیل در کشت، هوادهی بذرها به مدت چند ساعت تحت سایه انجام گرفت. دو نوع گندم شامل گندم دوروم رقم ساجی و گندم نان رقم کراس سبلان که قبلاً بذرهای آنها با پراکسیدهیدروژن آماده سازی شده بودند بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بر روی ٦ خط با فاصله ۰/۲ و طول ۳ متر در هر کرت و در عمق ۵ سانتی متر خاک تحت شرایط دیم کشت گردیدند. در زمان کاشت با توجه به آزمون خاک اقدام به استفاده از کود های فسفره و نیتروژنه از منبع کودی سوپر فسفات تریپل و اوره (اوره: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر: ۵۰ کیلوگرم در هکتار) گردید. کود اوره به صورت کود سرک در زمان به ساقه رفتن ژنوتیپ های آزمایشی مصرف شد. وجین دستی جهت مبارزه با علف هرز انجام گرفت. نمونه برداری برای اندازه گیری صفات آناتومیک در مرحله پر شدن دانه (زادوکس=۷) از برگ پرچم انجام گرفت. برآورد عملکرد دانه در واحد سطح (یک متر مربع) با استفاده از کادر چوبی پس ازحذف ردیف‌های حاشیه در زمان رسیدگی دانه‌ها (برداشت با رطوبت ۱٦ درصد) انجام گرفت.

اندازه گیری صفات آناتومیکی: اندازه‌گیری صفات آناتومیک شامل مساحت و قطر آوند چوبی و آبکش، مساحت مزوفیل، مساحت غلاف آوندی، مساحت اپیدرم بالا و پایین در مرحله پرشدن دانه از برگ پرچم و محور سنبله (در فاصله سنبلچه چهارم تا هشتم) انجام گرفت. توسط یک تیغ تیز پهنک برگ از اطراف ساقه جدا گردید. پس از آن نمونه‌هایی از برگ در فاصله ٦۵-٦۰ میلیمتر بالاتر از قاعده برگ (Hu *et al.*, 2000) با استفاده از خطکش محل برش مشخص و از محور سنبله در فاصله بین سنبلک چهارم تا هشتم توسط تیغه برش داده شده است. به منظور تهیه مقاطع میکروسکوپی نمونه‌ها بلافاصله در فرمالین ۱۰درصد به مدت دو روز قرار گرفتند. در مرحله بعد به منظور آبگیری از نمونه‌ها آنها را به ترتیب در مخلوط اتانول ۹٦ درصد و فرمالین ۱۰ درصد به نسبت (۱:۱) قرار داده و سپس به ترتیب دراتانول۵۰ درصد، اتانول ۷۰ درصد، اتانول ۸۰ درصد، اتانول ۹۰ درصد، اتانول ۹٦ درصد و در دو مرحله در اتانول ۱۰۰ درصد و نهایتاً دو بار در گزیلل خالص قرار داده شدند. از نمونه‌های آماده شده، توسط میکروتوم برش‌های عرضی به ضخامت ۵ میکرومتر گرفته شد. در مرحله بعد رنگ‌آمیزی نمونه‌ها با استفاده از هماتوکسلین و ائوزین جهت مشاهده بهتر به وسیله میکروسکوپ نوری صورت گرفت. جهت اندازه‌گیری پارامترهای آناتومیک از اسلایدها توسط میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین Dino-eye مدل AM423 با بزرگنمایی ٤۰× شیئی و ۱۰× چشمی تصویر تهیه شد و اندازه گیری صفات آناتومیک توسط نرم افزار دوربین Dino-eye محاسبه گردید.

اندازه گیری تعداد و طول روزنه، مساحت برگ (LA)، عملکرد و اجزا عملکرد: برای اندازه‌گیری تعداد و طول روزنه‌های برگ نمونه‌های برگی (تعداد سه نمونه برای هر تیمار) از محلی یکسان در هر گیاه انتخاب و نمونه‌گیری از روزنه‌ها در نقاط یکسان از سطح رویی (*abaxial leafl*) برگ پرچم انجام شد. به این صورت که لایه‌ای نازک از یک لاک شفاف ناخن که با استون رقیق شده بود بر روی سطح برگ کشیده و پس از خشک شدن، با استفاده از نوار چسب، لایه خشک شده لاک را از روی سطح برگ برداشته شد و روی لام منتقل گردید. سپس لام را که حاوی کپی اپیدرم برگ بود در زیر میکروسکوپ نوری قرار داده و تعداد روزنه‌ها با بزرگنمایی ۱۰X × ٤۰ X شمارش گردید (Tear *et al.*, 1971). جهت اندازه‌گیری طول روزنه‌ها از یک عدسی چشمی مجهز

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.27.8.9]

به یک خط‌کش میکرومتر استفاده شد و طول روزنه‌ها در مساحت ۰/۰۲۳٤ میلی‌متر مربع اندازه‌گیری شد. جهت بدست آوردن مساحت برگ (Leaf Area) نمونه‌های برگی (برای هر تیمار ٤ عدد برگ در نظر گرفته شد) که بر روی کاغذ A_4 چسبانده شده بودند اسکن شده و پس از آنالیز تصاویر مربوط به برگ‌ها توسط نرم افزار Scion Image ، مساحت برگ‌ها بر حسب سانتیمتر مربع محاسبه و ثبت شد. پس از رسیدن محصول جهت برآورد میزان عملکرد گندم از کادر چوبی به ابعاد یک متر مربع استفاده گردید. همچنین جهت برآورد تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبلچه‌های چهارم تا هشتم سنبله، از سنبله‌هایی که در همان کادر چوبی قرار گرفته بودند استفاده شد. تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبلچه‌های چهارم تا هشتم از میانگین دانه‌های ۵ سنبله بدست آمده است. تجزیه های آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزارهای SAS و MSTAT-C انجام و روش مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر رقم و پراکسید هیدروژن بر صفاتی شامل تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در بین سنبلچه چهارم تا هشتم و عملکرد دانه معنی‌دار بود در حالیکه اثر متقابل رقم در پراکسید هیدروژن بر وزن دانه در بین سنبلچه چهارم تا هشتم و عملکرد دانه معنی‌دار بود اما تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله نداشت (جدول ۲ و ۳).

نتایج این آزمایش نشان داد که گندم دوروم (رقم ساجی) نسبت به گندم نان (رقم کراس سبلان) از تعداد دانه در سنبله بیشتری برخوردار بود در حالیکه میزان عملکرد دانه، وزن دانه در بین سنبلچه چهارم تا هشتم در رقم کراس سبلان نسبت به ساجی بیشتر بود (جدول ٤). کاربرد پراکسید هیدروژن در هر سه غلظت (۲۵، ۵۰، ۸۰ میلی مولار) بطور یکسانی باعث افزایش تعداد دانه در سنبله نسبت به شاهد شد (جدول ۵). وزن دانه در بین سنبلچه چهارم تا هشتم تحت تأثیر کاربرد پراکسید هیدروژن در هر دو رقم گندم دوروم (رقم ساجی) و نان (رقم کراس سبلان) بطور معنی‌داری افزایش یافت که بیشترین میزان افزایش مربوط به کاربرد غلظت ۸۰ میلی مولار پراکسید هیدروژن بود (جدول ٦). در گندم دوروم (رقم ساجی) پراکسید هیدروژن باعث افزایش میزان عملکرد نسبت به شاهد شد اگرچه این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود در حالیکه در گندم نان (رقم کراس سبلان) پراکسید هیدروژن بطور معنی‌داری میزان عملکرد این رقم را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ٦). عملکرد دانه در هر دو رقم گندم دوروم (رقم ساجی) و نان (رقم کراس سبلان) تحت تأثیر پراکسیدهیدروژن با غلظت ۸۰ میلی‌مولار افزایش بیشتری داشت (جدول٦).

میزان تولید در دیمزارها به مقدار زیاد تحت تأثیر آب و هوا قرار می‌گیرد. تجارب حاصله نشان می‌دهد که نوسانات جوی خصوصاً میزان بارندگی و درجه حرارت همچنین زمان وقوع، شدت، فراوانی و دوام تنش‌های حاصله، ویژگی‌های ارقام در دیمزارها عوارض متفاوتی نظیر وزن متفاوت دانه در سالهای مختلف را به همراه دارد. بر اساس داده‌های آماری هواشناسی میزان کل بارندگی ایلام در فصل زراعی ۹٤-۱۳۹۳، ۳۷۹ میلی متر بود. مرحله ساقه‌دهی در هر دو رقم گندم در اسفند ماه با میزان بارش در حدود ۷۸ میلی لیتر شروع گردید و دوره پر شدن دانه در هر دو رقم در ماههای فروردین، اردیبهشت و خرداد آغاز و ادامه یافت. میزان کل بارندگی در این سه ماه که پر شدن دانه در آنها اتفاق افتاد ٦٦ میلی لیتر بود با در نظر داشتن اینکه در دو ماه اردیبهشت و خرداد میزان بارندگی ۱۹ میلی لیتر بود، بنابراین مرحله پر شدن دانه مصادف با تنش کمبود آب همراه بوده و باعث کاهش میزان عملکرد شده است. تنش رطوبتی در مراحل اولیه پر شدن دانه ممکن است از طریق کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرم بر روی پر شدن دانه (Nicolas *et al.*, 1985) و کاهش میزان مواد فتوسنتزی جهت پر شدن دانه (Abdoli and Saeidi, 2012; Ahmadi *et al.*, 2009) بطور چشمگیری باعث کاهش عملکرد دانه شود (Talebi *et al.*, 2009). در این تحقیق در اثر کاربرد پراکسید هیدروژن و اثرات مثبت آن بر مساحت سطح برگ،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.27.8.9]

جدول ۲- میانگین مربعات تجزیه واریانس دادههای آناتومی برگ پرچم تحت تاثیر نوع گندم (گندم نان و دوروم) و پیش تیمار بذر (پرایمینگ) با پراکسید هیدروژن

		مساحت (um^2)			روزنه				
	درجه آزادی	آوند چوبی محور سنبله	آوند آبکش محور سنبله	اندازه دستجات آوندی محور سنبله(um)	تعداد	طول (um)	مساحت سطح برگ (cm^2)	وزن دانه در سنبلچه ۸-٤ (gr)	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه ($gr.m^2$)
تکرار	۲	۱۰٦$^{n.s}$	۰/۹۱$^{n.s}$	۱/۸$^{n.s}$	۰/۲$^{n.s}$	۰/۷۹$^{n.s}$				
ژنوتیپ	۱	۱۹۳۸**	۱٦**	۰/۳$^{n.s}$	٤۲**	٤٥**	۲/۹*	۰/۰۸۲**	٦٦٥**	۲۳٤۰**
H_2O_2	۳	۲۸۸۱**	۲٤**	۱۱۱**	۲/٥**	٦/۰٤**	۳/۲**	۰/۰٥۸**	۱۸٥**	٥٦۹٥**
ژنوتیپ×H_2O_2	۳	٥٥۳$^{n.s}$	۹/٦**	۱٦$^{n.s}$	۲/۳**	٥/۱**	۱/۰۸$^{n.s}$	۰/۰۰٦**	۲۸$^{n.s}$	۳۰٤۳**
خطا	۱٤	٤۰٥	۱/۳	٦/۸	۰/۱٤	۰/٦	۰/٤۲	۰/۰۰۰۹	۱۱	۲٤۷

ns، *و ** به ترتیب نشان دهنده معنی دار نبودن و اثر معنیدار منبع تغییر مربوطه در سطح احتمال ٥ و ۱ درصد هستند.

جدول۳ - میانگین مربعات تجزیه واریانس دادههای مربوط به آناتومی محور سنبله، روزنه و عملکرد دانه

منابع تغییر	درجه آزادی	مساحت (um^2)		قطر(um)		مساحت (um^2)			
		آوند چوبی	آوند آبکش	آوند چوبی	آوند آبکش	مزوفیل	غلاف آوندی	اپیدرم بالا	اپیدرم پایین
تکرار	۲	۸۰$^{n.s}$	۰/٤$^{n.s}$	۰/۱۷$^{n.s}$	۰/۰۲$^{n.s}$	۳٥٥$^{n.s}$	٥٦$^{n.s}$	۹٤۰*	٦۱$^{n.s}$
ژنوتیپ	۱	۱۲۰٤**	۰/۰۹$^{n.s}$	۰/۰۲$^{n.s}$	۰/۰۰۹$^{n.s}$	۷٥۳$^{n.s}$	٦۷۷**	۱٥۲$^{n.s}$	۱٤۹٦**
H_2O_2	۳	٦٤۹٥**	۲۸**	۷/٥**	۰/۳۱**	۳٤٥۹**	٤۸٤**	۳٤۹۹**	۹۳۳**
ژنوتیپ×H_2O_2	۳	۹۸$^{n.s}$	٤*	۰/۰۱$^{n.s}$	۰/۰٤$^{n.s}$	٥٦$^{n.s}$	۸۳$^{n.s}$	۱۳۰$^{n.s}$	۲٥۹$^{n.s}$
خطا	۱٤	۸٦	۱/۲	۰/٤	۰/۰۲	۱٦٥	٥۳	۲٤۲	۱٤۲

ns، *و ** به ترتیب نشان دهنده معنی دار نبودن و اثر معنیدار منبع تغییر مربوطه در سطح احتمال ٥ و ۱ درصد هستند.

جدول٤- مقایسه میانگین اثر رقم بر صفات آناتومیک برگ، محور سنبله و عملکرد دانه گندمهای نان و دوروم و پیش تیمار با پراکسید هیدروژن

	مساحت					روزنه				
ژنوتیپ	آوند چوبی (um^2)	غلاف آوندی (um^2)	اپیدرم پایین (um^2)	آوند چوبی محور سنبله (um^2)	آوند آبکش محور سنبله (um^2)	تعداد	طول (um)	مساحت سطح برگ (cm^2)	وزن دانه در سنبلچه ۸-٤ (gr)	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه ($gr.m2$)
ساجی	۲۹۰^{a}	۷٥^{a}	۱٤٥^{a}	۳۲٤^{b}	۳۰^{b}	۱۰^{a}	۱۹^{b}	٥/٦^{b}	۰/٤۲^{b}	٤۳^{a}	۱۷۱^{b}
کراس سبلان	۲۷٥^{b}	٦٤^{b}	۱۳۰^{b}	٥۰٤^{a}	۳۲^{a}	۸^{b}	۲۲^{a}	٦/۳^{a}	۰/٥٤^{a}	۳۳^{b}	۱۹۱^{a}

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ٥٪ است (LSD=%5).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.27.8.9]

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر غلظت پراکسید هیدروژن بر صفات آناتومیکی و تعداد دانه در سنبله گندم‌های نان و دوروم و پیش تیمار با پراکسید هیدروژن

	مساحت	قطر			مساحت					روزنه			اندازه	
	آوند چوبی (um^2)	آوند آبکش (um^2)	آوند چوبی (um)	آوند آبکش (um)	مزوفیل (um^2)	غلاف آوندی (um^2)	اپیدرم بالا (um^2)	اپیدرم پایین (um^2)	آوند چوبی محور سنبله (um^2)	آوند آبکش محور سنبله (um^2)	تعداد	طول(um)	مساحت سطح برگ (gr)	دستجات آوندی محور سنبله (um)	تعداد دانه در سنبله
۰	۲۳٤^{b}	۱۲^{b}	۱٦^{b}	۳^{c}	۲۷۱^{b}	۵۹^{c}	۱۲۰^{c}	۱۲۰^{b}	۳۸۲^{b}	۲۸^{c}	۱۰^{a}	۱۹^{c}	٤/۹^{b}	۹۳^{c}	۳۰^{b}
۲۵	۲۹۷^{a}	۱۷^{a}	۱۹^{a}	٤/۲^{b}	۳۱۲^{a}	۷۰^{b}	۱٤٦^{b}	۱۳۹^{a}	٤۱۹^{a}	۳۱^{b}	۹/۳^{bc}	۲۱/۵^{ab}	٦/۱^{a}	۹۷^{b}	٤۰^{a}
۵۰	۲۹٤^{a}	۱٦^{a}	۱۹^{a}	٤/۲^{b}	۳۱۵^{a}	۷۰^{b}	۱۵۹^{ab}	۱٤۳^{a}	٤۲۷^{a}	۳۱^{b}	۹^{c}	۲۱^{a}	٦/۱^{a}	۱۰۰^{ab}	۳۹^{a}
۸۰	۳۰۵^{a}	۱۷^{a}	۱۹^{a}	٤/۵^{a}	۳۲۵^{a}	۸۱^{a}	۱۷۷^{a}	۱٤۸^{a}	٤۲۸^{a}	۳۳^{a}	۹/۵^{b}	۲۱^{b}	٦/٦^{a}	۱۰۳^{a}	٤۲^{a}

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است (LSD=%5).

جدول٦- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در غلظت پراکسید هیدروژن بر صفات گندم‌های نان و دوروم و پرایمینگ با پراکسید هیدروژن

	مساحت آوند آبکش (um^2)	مساحت آوند آبکش محور سنبله	روزنه		وزن دانه در سنبلچه ٤-۸	عملکرد دانه
		(um^2)	تعداد	طول(um)	(gr)	($gr.m^2$)
SJ0	۱۲^{d}	۲٦^{d}	۱۲^{a}	۱۹/۳^{c}	۰/۲٦^{c}	۱٦۲^{b}
SJ_{25}	۱۸/۵^{a}	۳۰/۳^{c}	۱۰/٦^{bc}	۱۹^{c}	۰/٤۲^{b}	۱٦٤^{b}
SJ_{50}	۱۵/٤^{c}	۳۱/۵^{bc}	۱۱^{b}	۲۰/۳^{c}	۰/٤٤^{b}	۱۷۹^{b}
SJ_{80}	۱٦/۹$^{a-c}$	۳۳/۸^{a}	۱۰^{c}	۲۰^{c}	۰/۵۷^{a}	۱۸۰^{b}
CS 0	۱۳^{d}	۳۱^{bc}	۹^{d}	۲۰^{c}	۰/٤۳^{b}	۱۱۷^{c}
CS_{25}	۱٦/۳^{bc}	۳۲/۲^{ac}	۸^{e}	۲٤^{a}	۰/۵۷^{a}	۱۸۹^{b}
CS_{50}	۱۷$^{a-c}$	۳۲^{ac}	۷^{f}	۲۳/٦^{ab}	۰/۵۷^{a}	۲۲٦^{a}
CS_{80}	۱۷/٦^{ab}	۳۲/۸^{ab}	۹^{d}	۲۲^{b}	۰/۵۹^{a}	۲۳۳^{a}

SJ0، SJ25، SJ50 و SJ80 به ترتیب پرایمینگ بذر گندم دوروم رقم ساجی با غلظت‌های صفر، ۲۵، ۵۰ و ۸۰ میلی مولار پراکسید هیدروژن، CS0، CS 25، CS 50 و CS80 به ترتیب پرایمینگ بذر گندم نان رقم کراس سبلان با غلظت‌های صفر، ۲۵، ۵۰ و ۸۰ میلی مولار پراکسید هیدروژن. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد است (LSD=%5).

بهبود هدایت روزنه‌ای، خصوصیات آناتومیکی برگ پرچم و سیستم دستجات آوندی محور سنبله و متعاقباً بهبود سرعت و میزان مواد فتوسنتزی، باعث افزایش وزن دانه و میزان عملکرد دانه نسبت به شاهد در شرایط تنش کمبود آب شد. در شرایط دشوار محیطی مقدار و سرعت انتقال مواد ذخیره‌ای یا آسیمیلات‌های حاصل از فتوسنتز به سرعت پاسخ گیاه و دریافت محرک‌های محیطی، کارایی سیستم آنزیمی هورمونی و آوندی گیاه بستگی داشته و برآیند برهمکنش این عوامل از طریق سرعت و مدت پر شدن دانه نقش کلیدی در پایداری عملکرد دانه ایفا می‌نمایند (DuDakasta and Gayianas, 1991).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.27.8.9]

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر تأثیر معنی‌دار اثر رقم بر مساحت آوند چوبی، غلاف آوندی و اپیدرم بالا، مساحت آوند چوبی و آبکش محور سنبله و تأثیر معنی‌دار اثر پراکسید هیدروژن بر قطر و مساحت آوند چوبی و آبکش، مساحت مزوفیل، غلاف آوندی، اپیدرم بالا و پایین همچنین مساحت آوند چوبی و آبکش محور سنبله بود در حالیکه پاسخ دو رقم گندم دوروم (رقم ساجی) و نان (رقم کراس سبلان) به کاربرد پراکسید هیدروژن در صفات آناتومیکی شامل مساحت آوند آبکش محور سنبله و آوند آبکش برگ معنی‌دار بود اما بر سایر صفات تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲ و ۳).

نتایج این آزمایش نشان داد که گندم دوروم (رقم ساجی) نسبت به گندم نان (رقم کراس سبلان) از مساحت آوند چوبی، مساحت غلاف آوندی، مساحت اپیدرم پایین بیشتری برخوردار بود در حالیکه مساحت آوند چوبی و آوند آبکش محور سنبله در رقم کراس سبلان نسبت به ساجی بیشتر بود (جدول ٤). کاربرد پراکسید هیدروژن در هر سه غلظت (۲۵، ۵۰، ۸۰ میلی مولار) بطور یکسانی باعث افزایش مساحت آوند چوبی و آبکش، قطر آوند چوبی، مساحت سلولهای مزوفیل و اپیدرم پایین، مساحت آوند چوبی محور سنبله نسبت به شاهد شد (جدول ۵). استفاده از غلظت ۸۰ میلی مولار پراکسید هیدروژن باعث افزایش قطر آوند آبکش (۵۰ درصد)، مساحت غلاف آوندی (۳۷ درصد)، مساحت اپیدرم بالا (٤۷ درصد)، مساحت آوند آبکش محور سنبله (۱۸ درصد)، اندازه دستجات آوندی محور سنبله (۱۰ درصد) نسبت به شاهد شد (جدول ۵).

پراکسید هیدروژن در هر سه غلظت (۲۵، ۵۰ و ۸۰ میلی مولار) بطور معنی داری باعث افزایش مساحت آوند آبکش در هر دو نوع گندم دوروم (رقم ساجی) و نان (رقم کراس سبلان) شد (جدول ٦). کاربرد پراکسید هیدروژن بطور جزئی باعث افزایش اندازه مساحت آوند آبکش محور سنبله رقم کراس سبلان شد در حالیکه اندازه مساحت آوند آبکش محور سنبله رقم ساجی تحت تأثیر هر سه غلظت پراکسید هیدروژن بطور معنی داری افزایش یافت (جدول٦). غلظت ۸۰ میلی مولار پراکسید هیدروژن باعث افزایش ۳۰ درصد، ۵۰ و ۲۵ میلی مولار به ترتیب ۲۱/۱۵ و ۱٦/۵۳ درصد اندازه مساحت آوند آبکش محور سنبله رقم ساجی نسبت به شاهد شد (جدول ٦).

یکی از فاکتورهای کلیدی که بطور مستقیم بر عملکرد دانه گندم تأثیر دارد تقسیم بندی مواد فتوسنتزی بین دانه و بیوماس گیاهی است (Foulkes *et al.*, 2010 ;Reynolds *et al.*, 2009) که دستجات آوندی نقش بسزایی در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه در حال رشد دارند و به همین جهت می‌تواند به عنوان عامل اصلی در محدود کردن عملکرد دانه باشد (Simmons and Moss, 1978). پراکسید هیدروژن در هر دو ژونوتیپ گندم از طریق کاهش اثرات منفی تنش خشکی باعث بهبود سیستم دستجات آوندی محور سنبله گردید. رقم گندم نان (رقم کراس سبلان) نسبت به گندم دوروم (رقم ساجی) در زمان استفاده از پراکسید هیدروژن به دلیل بزرگتر بودن اندازه آوند چوبی و آوند آبکش محور سنبله، اندازه دستجات آوندی و طول روزنه برگ از وزن دانه در سنبلچه چهارم تا هشتم و در نهایت عملکرد دانه بیشتری برخوردار بود. گزارش شده که ارقام گندم مقاوم به تنش خشکی با داشتن دستجات آوندی بزرگتر، از وزن دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله بیشتری برخوردار بودند (Mabrouk *et al.*, 2012). بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق کاهش وزن دانه‌ها در شرایط تنش خشکی می‌تواند به دلیل کاهش مواد پرورده اختصاص یافته به دانه در نتیجه کاهش سایز دستجات آوندی باشد که احتمالاً باعث کاهش هورمون‌های محرک رشد گیاهی و آنزیم‌های آنابولیک نظیر ساکارز سنتتاز شده باشد که در تحقیقات پیشین به عنوان عوامل عمده تعیین کننده ظرفیت مخزن گزارش شده‌اند. عملکرد دانه در رقم کراس سبلان با وزن دانه در سنبله، مساحت آوند آبکش، قطر آوند چوبی، مساحت مزوفیل، مساحت اپیدرم پایین و مساحت برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۷). و در رقم ساجی بین عملکرد دانه با اندازه دستجات آوندی همبستگی مثبت وجود داشت (جدول ۸).

کارایی حمل و نقل آب برگ توسط آوند چوبی به عنوان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.27.8.9]

جدول ۷- همبستگی بین میانگین صفات آناتومیکی و عملکرد دانه گندم رقم کراس سبلان

	تعداد دانه در سنبله(۱)	عملکرد دانه(۲)	وزن دانه در سنبلچه ٤-۸(۳)	مساحت آوند چوبی(٤)	مساحت آوند آبکش(٥)	قطر آوند چوبی(٦)	قطر آوند آبکش(۷)	مساحت غلاف آوندی(۸)	مساحت مزوفیل(۹)	مساحت اپیدرم بالا(۱۰)	مساحت اپیدرم پایین(۱۱)	مساحت آوند چوبی محور سنبله(۱۲)	مساحت آوند آبکش محور سنبله(۱۳)	اندازه دستجات آوندی محور سنبله(۱٤)	طول روزنه(۱٥)	تعداد روزنه(۱٦)
۱	۰/٦۸$^{n.s}$															
۲	۰/۹٦*	۰/۸۱$^{n.s}$														
۳	۰/۹۸*	۰/۷٤$^{n.s}$	۰/۹٤$^{n.s}$													
٤	۰/۸٦$^{n.s}$	۰/۲٤$^{n.s}$	۰/۷$^{n.s}$	۰/۸۳$^{n.s}$												
٥	۰/۹٦*	۰/۷$^{n.s}$	۰/۹$^{n.s}$	۰/۹۹**	۰/۸٤$^{n.s}$											
٦	۰/۹۸*	۰/۷$^{n.s}$	۰/۹۸*	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۷۸$^{n.s}$	۰/۸۹$^{n.s}$										
۷	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۷۹$^{n.s}$	۰/۹۹**	۰/۹$^{n.s}$	۰/٦٦$^{n.s}$	۰/۸٤$^{n.s}$	۰/۹۸*									
۸	۰/۹٦*	۰/۷$^{n.s}$	۰/۹$^{n.s}$	۰/۹۹**	۰/۸٤$^{n.s}$	۱**	۰/۸۹$^{n.s}$	۰/۸٤$^{n.s}$								
۹	۰/۸۹$^{n.s}$	۰/۹۳$^{n.s}$	۰/۹٦*	۰/۹۱$^{n.s}$	۰/٥٥$^{n.s}$	۰/۸۸$^{n.s}$	۰/۹$^{n.s}$	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۸۸$^{n.s}$							
۱۰	۰/۹۸*	۰/۷٤$^{n.s}$	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۹۹**	۰/۸۲$^{n.s}$	۰/۹۹**	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۹$^{n.s}$	۰/۹۹**	۰/۹۱$^{n.s}$						
۱۱	۰/۹۷*	۰/۸۱$^{n.s}$	۰/۹۹**	۰/۹۷*	۰/۷٤$^{n.s}$	۰/۹۳$^{n.s}$	۰/۹۸*	۰/۹۷*	۰/۹۳$^{n.s}$	۰/۹٦*	۰/۹۷*					
۱۲	۰/۹٦*	۰/۸٤$^{n.s}$	۰/۹۹**	۰/۹۷*	۰/۷$^{n.s}$	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۹٦*	۰/۹٦*	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۹۸*	۰/۹۷*	۰/۹۹**				
۱۳	۰/۸۷$^{n.s}$	۰/۹٥*	۰/۹۳$^{n.s}$	۰/۹$^{n.s}$	۰/٥۳$^{n.s}$	۰/۸۸$^{n.s}$	۰/۸۷$^{n.s}$	۰/۹$^{n.s}$	۰/۸۸$^{n.s}$	۰/۹۹**	۰/۹۱$^{n.s}$	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۹٦*			
۱٤	۰/۳۳$^{n.s}$	۰/۹۱$^{n.s}$	۰/٥$^{n.s}$	۰/٤٤$^{n.s}$	-۰/۱۲$^{n.s}$	۰/٤۲$^{n.s}$	۰/۳٥$^{n.s}$	۰/٤۷$^{n.s}$	۰/٤۲$^{n.s}$	۰/۷۱$^{n.s}$	۰/٤٤$^{n.s}$	۰/٥$^{n.s}$	۰/٥٦$^{n.s}$	۰/۷٥$^{n.s}$		
۱٥	-۰/۹۸*	-۰/٦٥$^{n.s}$	-۰/۹۷*	-۰/۹٤$^{n.s}$	-۰/۸۳$^{n.s}$	-۰/۹$^{n.s}$	-۰/۹۹**	-۰/۹٦*	-۰/۹$^{n.s}$	-۰/۸۷$^{n.s}$	-۰/۹٤$^{n.s}$	-۰/۹۷*	-۰/۹٥*	-۰/۸٤$^{n.s}$	-۰/۲۹$^{n.s}$	
۱٦	۰/۸۹$^{n.s}$	۰/۳٦$^{n.s}$	۰/۸۳$^{n.s}$	۰/۷۹$^{n.s}$	۰/۸۷$^{n.s}$	۰/۷٥$^{n.s}$	۰/۹۱$^{n.s}$	۰/۸٤$^{n.s}$	۰/۷٥$^{n.s}$	۰/٦٥$^{n.s}$	۰/۷۹$^{n.s}$	۰/۸۲$^{n.s}$	۰/۷۷$^{n.s}$	۰/٥۹$^{n.s}$	-۰/۰٥$^{n.s}$	-۰/۹۳$^{n.s}$

ns، *و ** به ترتیب نشان دهنده معنی دار نبودن و اثر معنی‌دار منبع تغییر مربوطه در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند.

یک عامل اساسی در تولید گیاه (Brodribb *et al.*, 2007) و تعیین نقش کمیتی آناتومی برگ در تنظیم محدودیت‌های حمل و نقل آب اهمیت دارد (Brodribb, 2015). هدایت هیدرولیکی اندام هوایی توسط فاکتورهای محیطی و فیزیولوژیکی تنظیم می‌شود (Tyree *et al.*, 1999) و همچنین تحت تأثیر تغییرات قطر آوندها قرار می‌گیرد (Nijsse *et al.*, 2001; Bauerle *et al.*, 2011). تغییرات اندازه آوندها نقش مهمی در سازگاری به شرایط نامطلوب محیطی دارند (Comstock and Sperry, 2000). پراکسید هیدروژن احتمالاً از طریق جلوگیری از فعالیت آنزیم‌هایی مانند s-آدنوزیل‌متیونین‌سنتاز و پراکسیدازها که دخیل در بیوسنتز لیگنین بوده و قطر داخلی آوندها را کاهش می‌دهد (Taiz and Zeiger, 2006)، باعث افزایش اندازه آوند چوبی در برگ پرچم و محور سنبله در هر دو گندم دوروم (رقم ساجی) و نان (رقم کراس سبلان) نسبت به شاهد شده که متعاقباً باعث افزایش هدایت هیدرولیکی می‌شود (Mapfumo *et al.*, 1993). همچنین بزرگتر بودن اندازه آوند چوبی باعث می‌شود آب و مواد معدنی بیشتری در دسترس سلولهای فتوسنتز کننده (مزوفیل) قرار گیرد (Pittermann, 2010). کوچکتر شدن اندازه آوند چوبی در بوته‌های شاهد احتمالاً در اثر فعال شدن مسیرهای بیوشیمیایی مربوط به سنتز لیگنین و رسوب آن در دیواره سلولی و کاهش سنتز پروتئین و در نتیجه کاهش اندازه سلول می‌باشد (Taiz and Zeiger, 2006). اندازه مساحت آوند چوبی در رقم کراس سبلان با قطر آوند چوبی، مساحت آوند آبکش همبستگی مثبت و معنی دار همچنین قطر آوند چوبی با مساحت مزوفیل و مساحت آوند آبکش محور سنبله همبستگی مثبت و معنی دار وجود داشت (جدول ۷). در رقم ساجی بین اندازه مساحت آوند چوبی با قطر آوند چوبی، مساحت مزوفیل، مساحت اپیدرم پایین، مساحت آوند چوبی و آوند آبکش محور سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار و همچنین قطر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.27.8.9]

جدول ۸- همبستگی بین میانگین صفات آناتومیکی و عملکرد دانه گندم رقم ساجی

	تعداد دانه در سنبله(۱)	عملکرد دانه(۲)	وزن دانه در سنبلچه ۴-۸(۳)	مساحت آوند چوبی(۴)	مساحت آوند آبکش(۵)	قطر آوند چوبی(۶)	قطر آوند آبکش(۷)	مساحت غلاف آوندی(۸)	مساحت مزوفیل(۹)	مساحت اپیدرم بالا(۱۰)	مساحت اپیدرم پایین(۱۱)	مساحت آوند چوبی محور سنبله(۱۲)	مساحت آوند آبکش محور سنبله(۱۳)	اندازه دستجات آوندی محور سنبله(۱۴)	طول روزنه(۱۵)	تعداد روزنه(۱۶)
۱	۰/۹۲$^{n.s}$															
۲	۰/۹۹**	۰/۹۵*														
۳	۰/۹۹**	۰/۹ $^{n.s}$	۰/۹۹**													
٤	۰/۹٦*	۰/۹۸*	۰/۹۸*	۰/۹۵*												
۵	۰/۹۸*	۰/۹٦*	۰/۹۹**	۰/۹۸*	۰/۹۹**											
٦	۰/۸۱$^{n.s}$	۰/۹۱$^{n.s}$	۰/۸۷$^{n.s}$	۰/۸۲$^{n.s}$	۰/۹۲$^{n.s}$	۰/۹۱$^{n.s}$										
۷	۰/۸٦$^{n.s}$	۰/۹ $^{n.s}$	۰/۹۱$^{n.s}$	۰/۸۸$^{n.s}$	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۹۸*									
۸	۰/۹۳$^{n.s}$	۰/۹۷*	۰/۹۷*	۰/۹۳$^{n.s}$	۰/۹۹**	۰/۹۸*	۰/۹٦*	۰/۹۷*								
۹	۰/۸٦$^{n.s}$	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۹۱$^{n.s}$	۰/۸۷$^{n.s}$	۰/۹۵*	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۹۸*							
۱۰	۰/۸ $^{n.s}$	۰/۹٦*	۰/۸۵$^{n.s}$	۰/۷۸$^{n.s}$	۰/۹۳$^{n.s}$	۰/۸۸$^{n.s}$	۰/۹۲$^{n.s}$	۰/۸۷$^{n.s}$	۰/۹۳$^{n.s}$	۰/۹۳$^{n.s}$						
۱۱	۰/۹ $^{n.s}$	۰/۸٤$^{n.s}$	۰/۸٦$^{n.s}$	۰/۸٦$^{n.s}$	۰/۸۳$^{n.s}$	۰/۸۳$^{n.s}$	۰/۵۷$^{n.s}$	۰/٦۱$^{n.s}$	۰/۷٦$^{n.s}$	۰/٦٤$^{n.s}$	۰/۷٤$^{n.s}$					
۱۲	۰/۹ $^{n.s}$	۰/۸۹$^{n.s}$	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۹۲$^{n.s}$	۰/۹٤$^{n.s}$	۰/۹۵*	۰/۹٦*	۰/۹۹**	۰/۹۷*	۰/۹۷*	۰/۸۳$^{n.s}$	۰/٦٤$^{n.s}$				
۱۳	۰/۸۳$^{n.s}$	۰/۹۲$^{n.s}$	۰/۸۹$^{n.s}$	۰/۸٤$^{n.s}$	۰/۹۳$^{n.s}$	۰/۹۲$^{n.s}$	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۹۷**	۰/۹۹**	۰/۹۲$^{n.s}$	۰/٦$^{n.s}$	۰/۹٦*			
۱٤	۰/۸۷$^{n.s}$	۰/٦۹$^{n.s}$	۰/۸۱$^{n.s}$	۰/۸۵$^{n.s}$	۰/۷۳$^{n.s}$	۰/۷٦$^{n.s}$	۰/٤۳$^{n.s}$	۰/۵۱$^{n.s}$	۰/٦۵$^{n.s}$	۰/۵۱$^{n.s}$	۰/۵ $^{n.s}$	۰/۹۳$^{n.s}$	۰/۵۸$^{n.s}$	۰/٤٦$^{n.s}$		
۱۵	۰/۰۵^{ns}	-۰/٤٤$^{n.s}$	-۰/٤۲$^{n.s}$	-۰/٤۳$^{n.s}$	-۰/۳۹$^{n.s}$	-۰/۳۷$^{n.s}$	-۰/۰۳$^{n.s}$	-۰/۰۵$^{n.s}$	-۰/۲۷$^{n.s}$	-۰/۱۱$^{n.s}$	-۰/۳۲^{ns}	-۰/۸۲^{ns}	-۰/۰۹^{ns}	-۰/۰۷^{ns}	-۰/۷۷$^{n.s}$	
۱٦	۰/۹ $^{n.s}$	۰/۹۹**	۰/۹۲$^{n.s}$	۰/۸۷$^{n.s}$	۰/۹٦*	۰/۹۳$^{n.s}$	۰/۸۵$^{n.s}$	۰/۸٤$^{n.s}$	۰/۹۳$^{n.s}$	۰/۸۸$^{n.s}$	۰/۹٦*	۰/۸۸$^{n.s}$	۰/۸۲$^{n.s}$	۰/۸٦$^{n.s}$	۰/۷۱$^{n.s}$	-۰/۵٤^{ns}

ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار نبودن و اثر معنی‌دار منبع تغییر مربوطه در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند.

آوند چوبی با مساحت مزوفیل و مساحت اپیدرم پایین همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت (جدول ۸).

ساختار آوند آبکش در فرآیندهای مختلف رشد و تولید مهم می‌باشد (Savage *et al.*, 2015; Petit and Crivellaro, 2014) زیرا قطر آوند آبکش وابسته به مخزن‌های مرتبط با آنها می‌باشد (Flexas and Medrano, 2002) که می‌تواند به عنوان یک فاکتور محدودکننده در اندازه دانه‌های این ارقام مؤثر باشد. پراکسید هیدروژن از طریق افزایش مساحت برگ به عنوان یک منبع تولیدکننده مواد فتوسنتزی و افزایش اندازه آوند آبکش و دستجات آوندی محور سنبله در فاصله سنبلچه چهارم تا هشتم و با توجه به وجود همبستگی بین آوند آبکش برگ پرچم و محور سنبله با وزن دانه در سنبله هر دو ژنوتیپ گندم (جدول ۸ و۷)، باعث افزایش وزن دانه در سنبلچه چهارم تا هشتم به عنوان مخزن شده است. که این نشان می‌دهد اندازه آوند آبکش بستگی به اندازه منبع و مخزن و روابط بین آنها دارد که دارای نقش مؤثری در عملکرد دانه می‌باشد. مساحت برگ در رقم کراس سبلان با عملکرد دانه، مساحت آوند آبکش و مساحت اپیدرم پایین همبستگی مثبت و معنی دار وجود داشت (جدول ۷) در حالیکه در رقم ساجی بین سطح برگ با هیچ کدام از صفات مورد مطالعه همبستگی معنی دار وجود نداشت (جدول۸). از اینرو افزایش اندازه دستجات آوندی از طریق کارهای به نژادی می‌تواند روشی در جهت افزایش دو جزء مهم عملکرد در گیاه گندم یعنی تعداد دانه و وزن دانه‌ها در واحد سطح و در نتیجه دستیابی به پتانسیل بالقوه تولید باشد و شاید این عمل بتواند اثر منفی تنش خشکی را که باعث کاهش معنی‌دار این دو جزء مهم عملکرد می‌شود را کمتر و یا از بین ببرد (Lopez *et al.*, 2001). غلاف آوندی در برگ لایه فشرده اطراف سیستم آوندی و ارتباط دهنده بین آوندها و سلول‌های

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.27.8.9]

مزوفیل و نقطه کنترل حیاتی برای تأمین آب و املاح سلول-های برگ است (Fitter and Hay, 2002) که در این تحقیق توسط پراکسید هیدروژن اندازه این سلولها بطور معنی‌داری افزایش یافت. مشاهده شده است که در گندم دوروم متحمل به تنش خشکی با عملکرد بالا در مقایسه با واریته پر محصول در شرایط نرمال، دارای تعداد سلول غلاف آوندی بیشتر همراه با ضخامت کوتیکول قابل توجه می‌باشد در حالی که سیستم غلاف آوندی با کوتیکول بسیار جزئی، در واریته پر محصول در شرایط نرمال بخوبی توسعه نیافته است (Venora and Calcagno, 1991). در رقم ساجی بین مساحت غلاف آوندی با مساحت آوند چوبی و آبکش محور سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار در حالی‌که بین مساحت غلاف آوندی با تعداد روزنه همبستگی منفی و معنی‌دار وجود داشت (جدول۸). در رقم کراس سبلان بین مساحت غلاف آوندی با مساحت مزوفیل، مساحت اپیدرم بالا، مساحت آوند آبکش محور سنبله و اندازه دستجات آوندی محور سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت (جدول۷). اندازه سلولهای مزوفیلی و اپیدرمی که به دلیل داشتن کلروپلاست در تولید مواد فتوسنتزی نقش بسزایی دارند توسط کاربرد پراکسید هیدروژن نسبت به شاهد افزایش یافت در حالی‌که تنش کم آبی باعث کوچکتر شدن اندازه این سلولها در برگ گندم (Jafarian,. 2012) و کاهش سرعت فتوسنتز می‌شود (Costock and Sperry, 2000). همچنین کوچک شدن سلول های اپیدرمی در گونه *Lolium perenne* در اثر تنش کم آبی گزارش شده است (Jones *et al.*, 1980). در رقم کراس سبلان مساحت مزوفیل با مساحت اپیدرم بالا، مساحت آوند آبکش محور سنبله و اندازه دستجات آوندی محور سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت (جدول ۷). در رقم ساجی بین مساحت مزوفیل با مساحت اپیدرم پایین همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت (جدول ۸).

در این تحقیق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشانگر تأثیر معنی‌دار اثر رقم و پراکسید هیدروژن و اثر متقابل رقم در پراکسید هیدروژن بر تعداد و طول روزنه برگ بود (جدول ۲). همچنین اثر رقم و پراکسید هیدروژن بر مساحت برگ معنی‌دار بود در حالیکه اثر متقابل رقم در پراکسید هیدروژن تأثیر معنی-داری بر این صفت نداشت (جدول ۲).

نتایج این آزمایش نشان داد که گندم دوروم (رقم ساجی) نسبت به گندم نان (رقم کراس سبلان) از تعداد روزنه بیشتری برخوردار بود در حالیکه مساحت برگ، طول روزنه در رقم کراس سبلان نسبت به ساجی بیشتر بود (جدول ٤). کاربرد پراکسید هیدروژن در هر سه غلظت (۲۵، ۵۰، ۸۰ میلی مولار) بطور یکسانی باعث افزایش مساحت برگ نسبت به شاهد شد (جدول ۵). طول و تعداد روزنه در هر دو رقم گندم دوروم (رقم ساجی) و نان (رقم کراس سبلان) تحت تأثیر پراکسید هیدروژن تغییر یافت. طول روزنه در گندم نان (رقم کراس سبلان) تحت تأثیر پراکسید هیدروژن افزایش یافت که بیشترین تأثیر مربوط به غلظت ۲۵ میلی مولار پراکسید هیدروژن بود در حالیکه در گندم دوروم (رقم ساجی) تأثیر افزاینده پراکسید هیدروژن بر طول روزنه بطور جزئی بود (جدول٦). تعداد روزنه که مرتبط با تغییرات مساحت برگ می باشد تحت تأثیر کاربرد پراکسید هیدروژن در هر دو رقم بطور معنی‌داری نسبت به شاهد کمتر بود (جدول ٦).

تنش کم آبی باعث بسته شدن روزنه‌ها و محدودیت در تبادل گاز که منجر به کاهش میزان فتوسنتز، اختلال در سوخت و ساز و در نهایت مرگ گیاه می‌شود (Yordanov *et al.*, 2000). روزنه برگ نقش حیاتی در بقای گیاهان تحت شرایط خشکسالی دارد (Chaves *et al.*, 2009). یکی از استراتژیهای اصلی گیاهان جهت استفاده اقتصادی‌تر از آب در شرایط کمبود آن کاهش تعرق از طریق کمتر شدن طول روزنه و تراکم بالای روزنه در واحد سطح است (Belhadj *et al.*, 2011) که متعاقباً باعث کاهش ورود دی اکسید کربن به مزوفیل و میزان فتوسنتز می شود (Galbiati *et al.*, 2011). پراکسید هیدروژن احتمالاً به خاطر کاهش اثرات مخرب ROSها (reactive oxygen species) در برگ، حفظ فشار تورژسانس سلول و ممانعت از تجمع هورمون اسید آبسزیک که باعث سریع بسته شدن منفذ روزنه می‌شود (Galbiati *et al.*, 2011) باعث بیشتر بودن طول

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.27.8.9]

روزنه‌ها در ارقام مورد مطالعه نسبت به شاهد شده است. در شرایطی که میزان آب کافی در دسترس گیاه باشد، در مقایسه با شرایطی که گیاه تحت تنش خشکی قرار می‌گیرد، تعداد روزنه‌ها کمتر است (Van *et al.*, 1935). کاهش سطح برگ دلیل افزایش تعداد روزنه در واحد سطح برگ تحت شرایط خشکی است (Blum *et al.*, 1981). کاهش تعداد روزنه می‌تواند به افزایش مقاومت به خشکی منجر شود (Miskin *et al.*, 1972). گندم دوروم (رقم ساجی) نسبت به نان (رقم کراس سبلان) از مساحت برگ کمتر و در نتیجه تعداد روزنه بیشتری در واحد سطح برگ برخوردار بود. کاربرد پراکسید هیدروژن باعث افزایش مساحت برگ هر دو رقم گندم دوروم (رقم ساجی) و نان (رقم کراس سبلان) و در نتیجه کاهش تعداد روزنه در واحد سطح برگ نسبت به شاهد گردید. گزارش شده است که در گیاه صنوبر با تراکم روزنه کمتر، روزنه‌ها بزرگتر می‌باشد همچنین بین تعداد روزنه با طول روزنه در سطح برگ همبستگی منفی مشاهده گردید (Woo, 2010).

نتیجه‌گیری کلی

بهبود صفات آناتومیک شامل آوند چوبی و آبکش، مزوفیل در شرایط دیم و کمبود آب قابل دسترس گیاه که در نهایت برای حصول عملکرد بالا ضروری است، اهمیت دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که پراکسید هیدروژن به عنوان یک پیش تیمار کننده بذر از طریق اثرات مثبت بر خصوصیات آناتومیک برگ پرچم و محور سنبله می‌تواند موجب افزایش عملکرد دانه گندم دوروم ساجی و گندم نان کراس سبلان تحت شرایط دیم گردد.

منابع:

Abdoli, M. and Saeidi, M. (2012) Using different indices for selection of resistant wheat cultivars to postanthesis water deficit in the west of Iran. Annals of Biological Research 3: 1322-1333.

Ahmadi, A., Joudi, M. and Janmohammdi, M. (2009) Late defoliation and wheat yield: little evidence of post anthesis source limitation. Field Crop Research 113: 90-93.

Arasimowicz, M. and Floryszak-Wieczorek, J. (2007) Nitric oxide as a bioactive signalling molecule in plant stress responses. Plant Science 172: 876–887.

Barba-Espin, G., Diaz-Vivancos, P., Job, D., Belghazi, M., Job, C. and Hernandez, J. A. (2011) Understanding the role of H_2O_2 during pea seed germination: a combined proteomic and hormone profiling approach. Plant Cell Environment 34: 1907-19.

Bauerle, T. L., Centinari, M. and Bauerle, W. L. (2011) Shifts in xylem vessel diameter and embolisms in grafted apple trees of differing rootstock growth potential in response to drought. Planta 234:1045–1054.

Bertamini, M., Zorer, R., Multhuchelian, K. and Nedunchezhian, N. (2007) Photoinhibition of photosynthesis in water deficit leaves of grapevine plantes. Photosynthetica 45:426-432.

Belhadj, S., Derridj, A., Moriana, A., Gijon, M. D. C., Mevy, J. P. and Gauquelin, T. (2011) Comparative analysis of stomatal characters in eight wild atlas pistachio populations (*Pistacia atlantica Desf.; Anacardiaceae*). International Research Journal of Plant Science 2: 060-069.

Bienert, G. P., Schjoerring, J. K. and Jahn, T. P. (2006) Membrane transport of hydrogen peroxide. Biochim Biophysiology Acta 1758: 994-1003.

Blum, A., Gozlan, G. and Mayer, J. (1981) The manifestation of dehydration avoidance in wheat breeding germplasm. Crop Science 21: 495-499.

Brodribb, T. J., Field, T. S. and Jordan, G. J. (2007) Leaf maximum photosynthetic rate and venation are linked by hydraulics. Plant Physiology 144:1890–1898.

Brodribb, T. J. (2015) Bringing Anatomy Back into the Equation. Plant Physiology 168- 1461.

Comstock, J. P. and Sperry, J. S. (2000) Theoretical considerations of optimal conduit length for water transport in vascular plants. New Phytologist 148:195–218.

Chaves, M. M., Flexas, J. and Pinheiro, C. (2009) Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. Annals of Botany 103: 551–560.

DuDakasta, D. K. and Gayianas, A. A. (1991) Nitrogen and dry matter accumulation remobelezation and Losses for mediterranean sheat during grain filling. Agronomy Journal 83:804-807.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.27.8.9]

Finch-Savage, W. E., Dent, K. C. and Clark, L. J. (2004) Soak conditions and temperature following sowing inflounce the response of maize (*Zea mays L.*) seeds to on-farm priming (pre-sowing seed soak). Field Crops Research 90: 361-374.

Fitter, A. and Hay, R. (2002) Environmental physiology of plants. Academic press 367p.

Flexas, J. and Medrano, H. (2002) Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: Stomatal and non-stomatal limitations revisited. Annals of Botany 89:183-189.

Foulkes, M. J., Slafer, G. A., Davies, W. J., Berry, P. M., Sylvester-Bradley, R., Martre, P., Claderini, D. F., Griffiths, S. and Reynolds, M. P. (2010) Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance. Journal of Experimental Botany 1-18.

Ishibashi, Y., Yamagguchi, H., Yuasa, T., Iwaya-Inoue, M., Arima, S. and Zheng, S. (2011) Hydrogen peroxidase spraying alleviates drought stress in soybean plants. Journal of Plant Physiology 168:1562–1567.

Taiz, L. and Zeiger, E. (2006) Plant Physiology, Fourth Edition. Sinauer Associates. Sunderland MA 764 pages.

Talebi, R., Fayaz, F. and Naji, A. M. (2009) Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum Desf.*). General and Applied Plant Physiology 35: 64-74.

Tear, I. D., Peterson, C. and Law, A. G. (1971) Size and frequency of leaf stomata in cultivars of *Triticum aestivum* and other Triticum species. Crop Science 11: 496-498.

Tyree, M.T., Salleo, S., Nardini, A., Lo Gullo, M. A. and Mosca, R. (1999) Refilling of embolized vessels in young stems of laurel. Do we need a new paradigm? Plant Physiology 120: 11–21.

Galbiati, M., Matus, J. T. and Francla, P. (2011)The grapevine guard cell-related VvMYB60 transcription factor is involved in the regulation of stomatal activity and is differentially expressed in response to ABA and osmotic stress. Plant Biology 11:142–156.

Ghanem, H. and rania, A. (2008) Breeding of some bread wheat varieties under water stress condition. Ph.d. Thesis, Fac Agric, Cairo Univ, Egypt.

Guerfel, M., Baccouri, O., Boujnah, D., Chaibi, W. and Zarrouk, M. (2009) Impacts of water stress on gas exchange, water relations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (*Olea europaea L.*) cultivars. Scientia Horticulturae 119: 257-263.

Hu, Y., Schnyder, H. and Schmidhalter, U. (2000) Carbohydrate accumulation and partitioning in elongating leaves of wheat in response to saline soil conditions. Plant Physiology 27: 363– 370.

Jafarian, T., Maghsoudi Moud, A. and Saffari, V. (2012) Water stress effects on winter and spring leaves anatomy of different wheat (*Triticumaestivum L.*) Genotypes. Journal of Plant Physiology and Breeding 2(2): 23-34.

Jones, M. B., Leaf, L. E. and Stiles, W. (1980) Water stress in field grown perennial ryegrass. II. Its effect on leaf water status, stomata resistance and leaf morphology. Annals of Applied Biology 96: 103–10.

Levitt, J. (1980) Stress terminology. In Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress, ed. N.C. Turner & P.J. Kramer, pp. 437-43. New York: Wiley.

Liheng, H., Zhiqiang, G. and Runzhi, L. (2009) Pretreatment of seed with H_2O_2 enhances droughttolerance of wheat (*Triticumaestivum L.*) seedlings. African Journal of Biotechnology 8 (22): 6151-6157.

Lopez, E. and Garrido Molina, S. (2001) Quantification of vascular tissues in peduncle of durum wheat cultivars improved during the twentieth century. Biologia Cellular 45: 47-48.

Mabrouk, M., Fathi, M. and Abdelmonteleb, E. B. (2012) Ana tomical studies on drought stressed wheat plants treated with some bacterial strains. Acta biological Szegediensis 56: 165-174.

Mapfumo, E., Aspinall, D., Hancock, T. and Sedgley, M. (1993) Xylem development in relation to water uptake by roots of grapevine (*Vitis vinifera L.*). New Phytologist 125: 93–99.

Miskin, K. E., Rasmusson, D. C. and Moss, D. N. (1972) Inheritance and physiological effects of stomatal frequency in barley. Crop Science 12: 780-783.

Molassiotis, A. and Fotopoulos, V. (2011) Oxidative and nitrosative signaling in plants: two branches in the same tree. Plant Signaling and Behavior 6: 210–214.

Neill, S., Desikan, R. and Hancock, J. (2002) Hydrogen peroxide signaling. Current Opinion in Plant Biology 5: 388-395.

Nicolas, M. E., Simpson, R. J., Lambers, H. and Dalling, M. J. (1985) Effects of drought on partitioning of nitrogen in two wheat varieties differing in drought-tolerance. Annals of Botony 55: 743–754.

Nijsse, J., van der Heijden, G. W. A. M., van Ieperen, W., Keijzer, C. J. and van Meeteren, U. (2001) Xylem hydraulic conductivity related to conduit dimensions along chrysanthemum stems. Journal of Experimental Botany 52: 319–327.

Reynolds, M. P., Foulkes, M. J., Slafer, G. A., Berry, P. M., Parry, M. A. J., Snape, J. W. and Angus, W. J. (2009) Raising yield potential in wheat. Journal of Experimental Botany 60: 1899-1918.

Petit, G. and Crivellaro, A. (2014) Comparative axial widening of phloemand xylem conduits in small woody plants. Trees-Structure and Function 28: 915–921.

Pittermann, J. (2010) The evolution of water transport in plants: an integrated approach. Geobiology 8: 112–139.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.27.8.9]

Pettigrew, W. T. (2004) Physiological consequences of moisture deficit stress in cotton. Crop Science 44:1265-1272.
Savage, J. A., Haines, D. F. and Holbrook, N. M. (2015) The making of giant pumpkins: how selective breeding changed the phloem of Cucurbita maxima from source to sink. Plant Cell and Environment 38: 1543–1554.
Simmons, S. R. and Moss, D. N. (1978) Nitrogen and dry matter accumulation by kernels formed at specific florets in spikelets of spring wheat. Crop Science 18: 139-143.
Slesak, I., Libik, M., Karpinska, B., Karpinski, S. and Miszalski, Z. (2007) The role of hydrogen peroxide in regulation of plant metabolism and cellular signalling in response to environmental stresses. Plant Cell Environment 54: 39-50.
Subedi, K. D. and Ma, B. I. (2005) Seed priming does not improve corn yield in humid temperate environment. Agronomy journal 97: 211-218.
Van, de., Roovaaort, E. and Fuller, G. D. (1935) Stomatal frequency in cereals. Journal of Ecology 16: 278-279.
Venora, G. and Calcagno, F. (1991) Inbuence of the vascular system in *Triticum durum* Desf on drought adaptation. Cereal Research Communications 19:319-326.
Olson, J. M. and Blankenship, R. E. (2004) Thinking about the evolution of photosynthesis. Photosynthesis Research 80: 373-396.
Wang, P. and Song, C. (2008) Guard-cell signalling for hydrogen peroxide and abscisic acid. New Phytologist 178:703–18.
Wahid, A., Mubaraka, P., Sadia, G., Shahzad, M. and Basrab, A. (2007) Pretreatment of seed with H_2O_2 improves salt tolerance of wheat seedlings by alleviation ofoxidative damage and expression of stress proteins. Journal of Plant Physiology 164: 283-294.
Whingwiri, E. E., Kuo, J. and Stern, W. R. (1981) The vascular system in the rachis of a wheat ear. Annuals of Botany 48: 565-573.
Woo, S.Y. (2010) Epidermal leaf characteristics and seasonal changes of net photosynthesis of five Populus. African Journal of Biotechnology 9(10):1455-1458.
Yordanov, I., Velikova, V. and Tsonev, T. (2000) Plant responses to drought, acclimation, and stress tolerance. Photosynthetica 38: 171–86.
Zare Faizabad, A., Kochaki, A. S. and Nasiri Mahalati, M. (2006) The 50-year study of the changes in cultivated area, yield and grain production in the country and predict. Journal of agricultural research 4: 49 – 70.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-02-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.27.8.9]