

اثر تاریخ کاشت، شوری و رژیم‌های رطوبتی بر صفات آناتومیکی ریشه، عملکرد و سایر صفات زراعی گندم رقم چمران در منطقه خوزستان

کاوه لیموچی^{۱*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۷/۶)

چکیده

این پژوهش، با هدف بررسی تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت (۱۳۹۷/۸/۱۰، ۱۳۹۷/۹/۱۰ و ۱۳۹۷/۱۰/۱۰) تحت عنوان عامل اصلی، سطوح مختلف شوری آب آبیاری (۲، ۷ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان عامل فرعی و دوره‌های مختلف آبیاری (شامل: ۵ مرحله حساس دوره رشد، ۲ مرحله جوانه‌زنی و گلدهی و بدون آبیاری) به عنوان عامل فرعی فرعی با سه تکرار به صورت کرت‌های دو بار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای تاریخ کاشت، شوری و دور آبیاری، همچنین اثر برهم‌کنش دو و سه عاملی بین آنها بر عملکرد دانه و صفات ریخت‌شناسی سطوح استوانه مرکزی، اپیدرم و مقطع عرضی ریشه معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب با متوسط ۶۱۰۶/۳۰ و ۶۸۹/۳۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تاریخ‌های کاشت ۱۳۹۷/۹/۱۰ و ۱۳۹۷/۱۰/۱۰، شوری ۲ و ۱۲ و همچنین ۵ مرحله آبیاری و بدون آبیاری در طول دوره رشد به دست آمد. در صفات تعداد سنبله، تعداد دانه، وزن هزار دانه، طول سنبله و ارتفاع گیاه نیز با افزایش تنش شوری و کاهش دور آبیاری مقدار آنها کاهش یافت و این در حالی بود که کاشت تأخیری بیشتر از کاشت زودهنگام سبب کاهش عملکرد و اجزای آن شد. واکنش صفات آناتومیکی ریشه به تیمارهای مختلف از یک روند به نسبت ثابتی پیروی می‌کرد به نحوی که بیشترین مساحت استوانه مرکزی و مقطع عرضی ریشه مربوط به تاریخ کاشت ۱۳۹۷/۹/۱۰ در نتیجه سازگاری با شرایط بهینه و مساحت اپیدرم در تاریخ کاشت ۱۳۹۷/۱۰/۱۰ بود که می‌تواند به دلیل افزایش بافت مرده باشد. به همین دلیل در سایر تیمارها با افزایش دور آبیاری و کاهش شوری سطح صفات استوانه مرکزی و مقطع عرضی ریشه افزایش یافت ولی سطح اپیدرم به دلیل فضای کمتر برای توسعه با توجه به افزایش صفات پیشین کاهش پیدا کرد. عملکرد دانه بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با سطح مقطع عرضی برگ (**۰/۳۹۶) دارا بود و به نظر می‌رسد با متمرکز کردن اهداف اصلاحی و به‌نژادی روی این صفت که می‌تواند در نهایت منجر به سازگاری مطلوب‌تر با شرایط تنش‌زا شود به افزایش عملکرد گندم امیدوار شد.

واژه‌های کلیدی: آناتومی، عملکرد، اجزای عملکرد، تنش، گندم

۱. دکترای زراعت، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: Kavehlimouchi@yahoo.com

مقدمه

گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت مهم‌ترین محصول کشاورزی جهان است و افزایش محصول آن روز به روز مورد توجه قرار گرفته است (۱۵). تنش نتیجه روند غیرعادی فرایندهای فیزیولوژیک است که از تأثیر یک یا چند ترکیب از عوامل زیستی و محیطی حاصل می‌شود و درحقیقت مقدار یا شدت نامناسب عوامل فوق است که به‌طور بالقوه برای موجود زنده مشکل‌ساز است و باعث بروز آسیب‌های غیرمستقیم در گیاه یا اجزای آن می‌شود (۳۰). تغییرات آناتومی در گیاهانی که دچار تنش محیطی می‌شوند، می‌تواند موجب کاهش اندازه سطح دستجات آوندی و استوانه مرکزی شود که نتیجه این چنین تغییراتی این است که از خشک شدن و مرگ سلول محافظت می‌کند (۲۵).

کم‌آبی که می‌تواند در نتیجه اعمال شرایط تنش‌زای رطوبتی، شوری و حرارتی ایجاد شود، منجر به کاهش اندازه صفات آناتومیکی مؤثر در حفظ و جابه‌جایی آب مانند دستجات آوندی برای حفظ آب درونی گیاه می‌شود (۶). در ژنوتیپ‌های مقاوم نسبت به ژنوتیپ‌های حساس میزان کاهش سطح صفات آناتومیکی در شرایط مواجه با تنش بیشتر است (۴۱). توپستین و همکاران (۳۹) به این نتیجه رسیدند که ارقام گندم متحمل به خشکی ریشه طویل‌تر و حجم ریشه بیشتری نسبت به دیگر ارقام دارند. بسیاری از گونه‌های گیاهی با افزایش سهم مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به رشد ریشه و بنابراین افزایش نسبت ریشه به اندام‌های هوایی و بهره‌گیری بیشتر از آب قابل دسترس به کمبود رطوبت پاسخ می‌دهند. سیستم ریشه‌ای در گیاهان یک‌ساله به دلیل انعطاف‌پذیری بالا می‌تواند بیشترین سازگاری را با شرایط رطوبتی مختلف خاک داشته باشد به‌گونه‌ای که با کاهش رطوبت و افزایش خشکی عمق نفوذ را برای دسترسی بهتر به آب افزایش دهند. سینک و ویرمانی (۳۴) عکس‌العمل ریشه گندم‌های مکزیکی را در خاک‌هایی که از نظر رژیم رطوبتی متفاوت بود مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که گندم‌های محلی نسبت به گندم‌های اصلاح شده در مقابل

تغییرات رطوبت مقاومت بهتری نشان می‌دهند. که این امر مربوط به گسترش زیاد ریشه و تمرکز آن در اعماق خاک است. در پژوهشی دیگر (۳۳) با بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف رطوبتی دیم و آبی بر سه تلاقی گندم بر گسترش سیستم ریشه‌ای نشان داده شد که رابطه مثبتی بین افزایش نسبت ریشه‌ای و عملکرد دانه وجود دارد. در واقع افزایش نسبت ریشه به ساقه ممکن است منجر به افزایش بیشتر وزن خشک گیاه در شرایط خشک شود (۲).

برخی مطالعات نشان می‌دهد که عملکرد دانه در کشت‌های زودهنگام کاهش می‌یابد (۲۷). با وجود این برخی از مطالعات نشان می‌دهد که کشت زودهنگام گندم موجب ایجاد پنجه و تراکم سنبله بیشتر و تعداد دانه کمتر در هر سنبله شده ولی وزن هزار دانه و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (۱۶). کاشت زودتر از موعد مقرر باعث می‌شود که گیاه بیش از اندازه رشد کرده و با توجه به شروع رشد زایشی، احتمال همزمان شدن سرما با این مرحله حساس از نمو افزایش می‌یابد و به لحاظ کاهش انتقال مواد غذایی و در نتیجه ذخیره شدن این مواد در قاعده گیاه به جای انتقال به مخزن اصلی و زایشی، عملکرد دانه از طریق افزایش عقیمی و در نهایت کاهش تعداد دانه‌های بارور در سنبله کم می‌شود (۱۰). تأخیر در کاشت گندم نیز باعث کاهش دوره رویشی، کاهش تعداد برگ و در نتیجه کل مواد فتوسنتزی تولیدی برای رشد رویشی و کاهش عملکرد مطلوب می‌شود (۵). شش هفته تأخیر در کاشت، باعث شد که ظهور سنبله یک هفته به تعویق بیافتد و در نهایت منجر به کاهش وزن و عملکرد دانه شد (۱۴).

در شوری ۸ تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بین ۱۵ تا ۳۰ درصد و در سطح شوری ۱۰ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بین ۳۰ تا ۴۵ درصد کاهش محصول رخ می‌دهد (۲۲). پژوهش‌ها نشان داده است که وقتی شوری خاک از یک حد آستانه بیشتر شود، افزایش دفعات آبیاری به‌منظور افزایش رطوبت قابل دسترس خاک، تأثیر قابل توجهی بر عملکرد گیاه نخواهد گذاشت، افزایش شوری خاک باعث کاهش آب مصرفی (تبخیر و تعرق)

پژوهشگران دیگری (۳، ۶ و ۴۱) اظهار داشتند ژنوتیپ‌های مقاوم به شرایط تنش‌زای دمایی، رطوبتی و شوری از بیشترین و ارقام حساس از کمترین مقدار صفات مرتبط با آناتومی ریشه برخوردارند. همچنین اعلام کردند بین صفات آناتومیکی مرتبط با ریشه و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. با افزایش تنش آبی در شرایط مختلف تنش‌زا سطح آوند چوب برای افزایش راندمان آبیاری و حفظ پتانسیل آب گیاه کاهش پیدا می‌کند (۱۸). همچنین نتایج پژوهشی دیگر (۲۰) نشان داد خشکی در دو رژیم آبیاری با تناوب پنج و هفت روزه سبب کاهش سطح استوانه مرکزی و سایر صفات مرتبط با آناتومی ریشه شد که می‌تواند یک سازوکار در جهت افزایش راندمان مصرف آب و کاهش تعرق باشد. البته می‌تواند منجر به کاهش انتقال مواد و در نهایت عملکرد دانه نیز شود. برای تعیین حساسیت مراحل مختلف رشد فیزیولوژیکی ارقام گندم نسبت به کمبود آب در خاک تحت شرایط آب‌وهوایی خوزستان و بررسی اثرات حذف یک یا چند مرحله آبیاری در گیاه نشان داد چنانچه در مرحله ساقه رفتن (ساق آب) (۴۰ زیداکس) آبیاری انجام نشود عملکرد گیاه و ارتفاع گیاه کاهش بسیار معنی‌داری خواهد داشت و کاهش تعداد دانه در سنبله نیز معنی‌دار است. همچنین با حذف آبیاری در مرحله دانه‌بندی (دان آب) (۹۹ زیداکس) کاهش وزن هزار دانه بسیار معنی‌دار بود (۱۱).

هدف از اجرای این پژوهش تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت و میزان کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه همچنین بررسی تغییرات صفات آناتومیکی ریشه در تاریخ‌های مختلف کاشت تحت تأثیر تنش‌های متفاوت شوری و رطوبتی در رایج‌ترین و سازگارترین رقم مورد کشت استان خوزستان در کشور ایران به نام رقم چمران است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف بررسی تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت (به‌عنوان تنش‌های محیطی در سه سطح شامل: ۱۳۹۷/۸/۱۰، ۱۳۹۷/۹/۱۰ و ۱۳۹۷/۱۰/۱۰) تحت عنوان عامل اصلی، میزان

گیاه می‌شود (۹). با افزایش شوری خاک، رطوبت قابل استفاده خاک کمتر و کمتر شده تا جایی که گیاه با کاهش شدید عملکرد روبه‌رو شود (۹). در یک پژوهش تأثیر سطوح مختلف شوری آب (سطوح ۲، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) بر عملکرد گندم بررسی شد که نتایج آزمایش نشان داد تیمارهای مختلف شوری آب در صفات عملکرد دانه، عملکرد کاه، ارتفاع گیاه و طول سنبله و پروتئین دانه معنی‌دار نبوده و فقط در صفت وزن هزاردانه معنی‌دار بوده است (۱۲).

در پژوهشی دیگر (۲۶) مشخص شد دو صفت عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت مهم‌ترین اجزای توجیه‌کننده تغییرات وزنی دانه در شرایط کم‌آبی هستند. در زمان پر شدن دانه تنش خشکی از طریق تقلیل فتوسنتز باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود؛ بنابراین نیاز مقصد برای پر شدن دانه از طریق انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده تأمین می‌شود (۳۷). تنش‌های خشکی و گرمایی بعد از گلدهی در مزارع گندم به‌طور متناوب اتفاق می‌افتد. در شرایط نرمال، پر شدن دانه تحت تأثیر کربوهیدرات‌های ذخیره شده و فتوسنتز است (۳۵). پژوهشگرانی (۱) در مقایسه ارقام گندم تحت تنش آبیاری نشان دادند که اثر برهم‌کنش بین آبیاری و ارقام، برای وزن هزار دانه معنی‌دار است و وزن هزار دانه در شرایط خشکی نسبت به شاهد ۲۲/۹ درصد کاهش یافته است. تحقیقات زیادی در مورد ساختار ریشه و تأثیر آن بر عملکرد در شرایط تنش‌زای دمایی، خشکی و شوری انجام شده است. که بر اساس آن تغییرات ساختاری و آناتومیکی ریشه در شرایط مختلف تنش‌زا مورد بررسی قرار گرفت، به‌عنوان مثال در شرایط افزایش دما، خشکی و شوری مقطع عرضی ریشه، استوانه مرکزی و سایر صفات ریخت‌شناسی مرتبط با ریشه برای بهره‌وری بهتر آب کاهش یافتند (۱۷ و ۲۳). از لحاظ خصوصیات مرتبط با ریشه، می‌توان بیان کرد که ویژگی‌های یک سیستم ریشه‌ای مطلوب با شرایط مختلف آبیاری تغییر خواهد کرد و اصلاحات در جهت افزایش مقطع عرضی ریشه، استوانه مرکزی و آوند چوبی برای دریافت آب بیشتر در شرایط مطلوب آبیاری است (۲۴).

ظهور ۵۰ درصد سنبله (۵۰ زیداکس) استفاده شد. کود فسفره به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع فسفات آمونیوم و کود پتاسه به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت خاک کاربرد مصرف شد. کلیه عملیات زراعی (به جز تیمارهای آزمایش) نظیر کودپاشی و سمپاشی و غیره در تمام کرت‌ها یکسان انجام شد. زمین مورد نظر جای کشت محصول سبزی (تره ایرانی) بود و یک ماه قبل از کشت به صورت آیش گذاشته شده بود که بقایای باقی‌مانده از برداشت آن با انجام عملیات شخم در خاک مخلوط و مدفون شد. در طول فصل رشد به‌ویژه در مراحل اولیه رشد، مبارزه با علف‌های هرز به صورت سمپاشی با استفاده از سموم تایپیک به میزان یک لیتر در هکتار و گرانتار به میزان ۲۵ گرم در هکتار انجام شد.

با رسیدن ۸۵ درصد دانه‌ها در سنبله برداشت در مساحت ۱/۵ مترمربع از میانه هر کرت با حذف حاشیه‌ها به منظور اندازه‌گیری پارامترهای تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، طول سنبله و ارتفاع بوته و سپس عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد انجام شد. همچنین صفات آناتومیکی ریشه نیز با جداسازی ۱۰ ریشه از گیاهان میانه هر کرت در زمان ظهور سنبله (۵۰ زیداکس) از ساقه اصلی به صورت عمقی همراه با خاک و بعد از شستشوی کامل و سپس حذف بخش‌های ابتدایی و انتهایی با برش‌های ۲-۳ سانتی‌متر از قسمت میانی هر ریشه با قیچی ضدعفونی شده جدا و تهیه شد. برای نگهداری و حفظ نمونه‌های ریشه‌های مزبور و ارسال آنها به آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول از محلول (Formalin-acetic acid-alcohol) F.A.A استفاده شد. در آزمایشگاه برش‌های عرضی و باریکی از ریشه‌ها به روش دستی با استفاده از تیغ و یونولیت تهیه شدند و برای رنگ‌آمیزی، نمونه‌ها پس از شستشو با آب مقطر به مدت ۱۵ دقیقه در آب ژاول و سپس ۲۰ دقیقه در کارمن زاجی و در آخر به مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه در سبز متیل قرار داده شدند و در فواصل هر کدام از مراحل رنگ‌آمیزی، با آب مقطر شستشو داده شدند. نمونه‌های رنگ‌آمیزی شده روی لام قرار داده شدند و مساحت

متفاوت شوری آب آبیاری (۲، ۷ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر که به ترتیب شامل آبیاری از کانال اصلی رودخانه، آبیاری همزمان از کانال اصلی رودخانه و زهکش و آبیاری از زهکش هستند)، عامل فرعی و دوره‌های مختلف آبیاری (تنش رطوبتی که شامل: ۲، ۵ و صفر دور آبیاری که به ترتیب شامل آبیاری در مراحل جوانه‌زنی (۱ زیداکس)، پنجه‌دهی (۲۰ زیداکس)، ساقه رفتن (۴۰ زیداکس)، گل‌دهی (۶۰ زیداکس) و دانه‌بندی (۹۹ زیداکس)، و آبیاری در مراحل جوانه‌زنی (۱ زیداکس) و گل‌دهی (۶۰ زیداکس)، و بدون آبیاری (انجام آبیاری قبل از کاشت همانند دیگر تیمارها با اعمال تیمار شوری) هستند) به عنوان عامل فرعی فرعی با سه تکرار به صورت کرت‌های دو بار خرد شده (اسپیلت اسپیلت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در شرایط کشور ایران، استان خوزستان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۳۳ متر از سطح دریا، بافت خاک رسی-لومی با $pH = 7/2$ به مدت یک‌سال در مزرعه کشاورزی شاور در کرت‌هایی به ابعاد 4×3 متر روی گندم رقم چمران اجرا شد. برخی پارامترهای هواشناسی در جدول ۱ آورده شده است.

در این آزمایش ابتدا کل زمین مطابق تیمار شوری آبیاری شده و پس از رسیدن رطوبت خاک به حد مطلوب (۱۸-۱۶ درصد بر پایه وزن خشک) و گاوردن (رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی برابر 300 ± 50) سانتی‌متر باشد) زمین، عملیات شخم اولیه به شیوه رایج با استفاده از گاوآهن برگرداندار تا عمق ۳۰-۲۵ سانتی‌متری در کلیه تیمارها انجام شد. سپس برای تأمین عناصر غذایی؛ نیتروژن از منبع اوره به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت ۲۵ درصد پایه (۲۵-۲۰ روز پس از سبز شدن) (۵-۰ زیداکس) و ۷۵ درصد باقی‌مانده نیز در سه قسمت ۲۵ درصد به عنوان سرک‌های اول تا سوم به ترتیب در ابتدای شکل‌گیری جوانه اولیه سنبله (۴۰-۳۵ روز پس از مصرف کود پایه) (۲۰ زیداکس) ابتدای آبستنی (۳۵-۳۰ روز پس از سرک اول) (۴۰ زیداکس) و نیز زمان

جدول ۱. میانگین دمای هوا و میزان بارندگی در طول دوره رشد گندم رقم چمران

عامل	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
میانگین دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)	۲۳/۲	۱۶/۹	۱۲/۳	۱۳/۵	۱۸/۴	۲۳/۲	۳۱/۱	۳۶/۶	۳۸
میزان بارندگی (میلی‌متر)	۷/۶	۱۰/۱	۱۳/۴	۱۳/۸	۱۳/۷	۵/۶	۹/۲	۰	۰

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات مربوط به آناتومی ریشه

منابع تغییرات	درجه آزادی	مساحت استوانه مرکزی	مساحت پوست	مساحت اپیدرم	مساحت مقطع عرضی
تکرار	۲	۲۱۵۳/۸۹۲ ^{ns}	۱۶۰۲۵/۰۹۳ ^{ns}	۸۲۷/۹۴۸*	۲۳۳۹۵/۶۶۷ ^{ns}
تاریخ کاشت	۲	۴۷۱۵۱/۴۰۹**	۱۱۶۶۴۹۷/۷۱۷**	۵۴۴۱۷/۴۴۸**	۱۱۴۴۳۰۵/۰۰۱**
خطای a	۴	۱۸۶۰/۸۲۴	۱۷۷۰۵/۱۴۶	۶۱/۱۰۴	۲۸۲۸۷/۱۳۳
شوری	۲	۶۶۳۱۷۳/۲۵۹**	۱۲۵۸۵۱۹۸/۴۷۷**	۶۳۸۴۲/۲۷۱**	۱۸۲۳۹۶۴۸/۰۲۱**
تاریخ کاشت در شوری	۴	۲۱۹۲۶/۲۲۲**	۲۵۱۴۲۲۴/۹۱۳**	۳۴۸۲۰/۵۴۴**	۲۷۱۱۸۸۸/۷۸۵**
خطای b	۱۲	۳۵۱۰/۷۰۴	۱۴۵۴۶/۸۴۲	۶۹۰/۳۱۱	۱۳۰۲۹/۳۲۳
دور آبیاری	۲	۲۳۳۰۱۲۶/۳۳۶**	۵۳۱۶۷۹۲۴/۶۹۵**	۳۰۳۹۳۳۱/۴۳۰**	۹۳۶۹۴۹۲۷/۵۲۳**
تاریخ کاشت در دور آبیاری	۴	۹۳۷۶/۲۴۴**	۲۸۱۰۹۳۱/۹۰۸**	۱۷۳۵۶/۴۴۱**	۲۵۷۶۲۰۴/۳۳۴**
شوری در دور آبیاری	۴	۱۳۶۲۷۳/۲۴۰**	۲۴۱۲۲۱۱۹/۴۴۲**	۱۶۰۰۰۴/۲۵۹**	۲۳۱۸۴۳۴۳/۲۱۲**
تاریخ کاشت در شوری در دور آبیاری	۸	۲۷۴۶/۸۳۴**	۲۵۴۷۶۰۶/۰۳۴**	۸۳۷۶/۱۹۸**	۲۳۵۰۶۱۷/۹۴۴**
خطای c	۳۶	۳۹۶/۴۷۲	۱۳۲۲۶/۳۲۴	۸۱۰/۲۱۷	۱۴۰۵۹/۶۲۰
ضریب تغییرات		۱/۱۸	۱/۵۳	۱/۷۳	۱/۰۹

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار بودن و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

ویژگی‌های یک سیستم ریشه‌ای مطلوب هم با شرایط خاک و هم با شرایط اقلیم تغییر خواهد کرد (۲۴). در این پژوهش نیز مشخص شد، اثر تاریخ کاشت، شوری، دور آبیاری و اثر برهم‌کنش تاریخ کاشت در شوری و تاریخ کاشت در دور آبیاری، اثر برهم‌کنش سه جانبه تاریخ کاشت در شوری در دور آبیاری در سطح احتمال یک درصد دارای تفاوت معنی‌داری بودند ولی در اثر برهم‌کنش شوری در دور آبیاری تفاوت معنی‌داری بر اساس اصول آماری مشاهده نشد (جدول ۲).

با توجه به جدول ۶ بیشترین سطح استوانه مرکزی (شکل ۱) در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم، شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر و در شرایط دور آبیاری پنج مرحله در طول دوره رشد

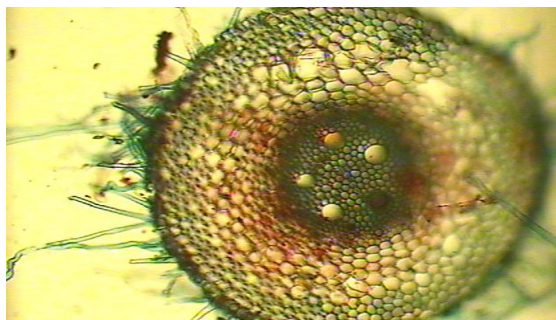
استوانه مرکزی، مساحت پوست، مساحت اپیدرم و مساحت مقطع عرضی با استفاده از میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۴۰-۱۰ اندازه‌گیری شدند.

در آخر داده‌های به دست آمده توسط نرم‌افزارهای SPSS برای تجزیه همبستگی و SAS برای تجزیه واریانس و مقایسات میانگین با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد محاسبه قرار گرفت.

نتایج و بحث

مساحت استوانه مرکزی

از لحاظ خصوصیات مرتبط با ریشه، می‌توان بیان کرد که



شکل ۱. ساختار ریخت شناسی ریشه گندم

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های مربوط به آناتومی ریشه

تیمار	مساحت استوانه مرکزی	مساحت پوست	مساحت اپیدرم	مساحت مقطع عرضی
				(میکرومتر مربع)
D1	۱۶۳۱/۱۸ ^b	۷۲۷۷/۴۰ ^c	۱۶۸۹/۰۵ ^a	۱۰۵۹۷/۶۴ ^b
D2 تاریخ کاشت	۱۷۰۵/۱۷ ^a	۷۶۸۱/۴۶ ^a	۱۶۱۳/۰۵ ^b	۱۰۹۹۹/۶۸ ^a
D3	۱۷۰۱/۸۴ ^a	۷۵۶۴/۰۹ ^b	۱۶۰۹/۶۴ ^b	۱۰۸۷۵/۵۸ ^a
E1	۱۸۳۸/۷۷ ^a	۸۲۷۳/۲۳ ^a	۱۶۳۶/۰۶ ^b	۱۱۷۴۸/۰۵ ^a
E2 شوری	۱۶۷۳/۹۷ ^b	۷۲۸۷/۷۷ ^b	۱۵۸۹/۲۳ ^c	۱۰۵۵۰/۹۶ ^b
E3	۱۵۲۵/۴۶ ^c	۶۹۶۱/۹۶ ^c	۱۶۸۶/۴۶ ^a	۱۰۱۷۳/۸۸ ^c
W1	۱۸۶۶/۸۱ ^a	۸۸۵۸/۱۱ ^a	۱۵۷۹/۰۷ ^b	۱۲۳۰۴/۰۰ ^a
W2 دور آبیاری	۱۸۳۰/۵۵ ^b	۷۶۰۷/۹۰ ^b	۱۹۹۸/۰۴ ^a	۱۱۴۳۶/۵۰ ^b
W3	۱۳۴۰/۸۳ ^c	۶۰۵۶/۹۴ ^c	۱۳۳۴/۶۳ ^c	۸۷۳۲/۳۹ ^c

در هر ستون میانگین‌هایی که دست‌کم یک حرف مشترک دارند، بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتایج به‌دست آمده با سایر پژوهش‌های (۶، ۸، ۱۳، ۱۷، ۱۸، ۲۱ و ۲۳) صورت گرفته مبنی بر کاهش اندازه صفات مرتبط با آناتومی ریشه مانند استوانه مرکزی که می‌تواند با کاهش فضای درونی منجر به کاهش دستجات آوندی شود در راستای افزایش بهره‌وری از آب باشد همخوانی دارد. همبستگی مثبت و معنی‌دار سطح استوانه مرکزی با مساحت مقطع عرضی ریشه (**۰/۳۹۲) نیز نشان‌دهنده افزایش احتمال تأثیرگذاری مثبت و منفی این دو صفت در یک راستا روی هم مطابق اظهارات گذشته باشد (جدول ۸).

مساحت پوست

نتایج تجزیه واریانس نشان داد در بین کلیه سطوح اصلی و

به‌دلیل کاهش اثرات تنش تیمارهای مورد بررسی و مطلوب بودن میزان رطوبت گیاه به‌دست آمد. در کل بیشترین سطح استوانه مرکزی ریشه با متوسط ۲۳۰۰/۰۳ میکرومتر مربع در برهم‌کنش تیمارهای تاریخ کاشت سوم × شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر × دور آبیاری پنج مرحله‌ای در طول دوره رشد به‌دلیل بهینه بودن شرایط رشد و کمترین سطح استوانه مرکزی با متوسط ۱۲۳۱/۳۱ میکرومتر مربع به‌دلیل اعمال شرایط تنش‌زای تیمارهای مزبور به‌وجود آمد چرا که در شرایط فوق به‌دلیل افزایش تعرق و کاهش دور آبیاری و افزایش شوری که خود منجر به کاهش جذب رطوبت می‌شود گیاه مجبور به کاهش سطح آندها و همین‌طور استوانه مرکزی در جهت افزایش سرعت و راندمان مصرف آب می‌شود (جدول ۴).

جدول ۴. اثر برهم‌کنش میانگین مربوط به آناتومی ریشه

تاریخ کاشت	شوری	آبیاری	مساحت استوانه مرکزی	مساحت پوست	مساحت اپیدرم	مساحت مقطع عرضی
(میکرومتر مربع)						
		W1	۲۰۰۰/۰۳ ^c	۱۰۰۴۹/۳۳ ^a	۱۷۵۰/۱۶ ^g	۱۳۷۹۹/۵۲ ^a
	E1	W2	۱۸۴۳/۳۹ ^{ef}	۱۰۲۰۰/۳۳ ^a	۱۹۳۱/۱۳ ^d	۱۳۹۷۵/۴۶ ^a
		W3	۱۳۵۴/۸۱ ^{jk}	۱۷۸۸/۱۳ ^j	۱۴۹۶/۳۳ ^k	۴۶۳۹/۸۷ ^l
		W1	۱۷۹۰/۰۰ ^f	۸۵۱۴/۹۷ ^c	۱۴۴۸/۰۰ ^{lm}	۱۱۷۵۲/۹۷ ^c
D1	E2	W2	۱۸۲۲/۱۶ ^{ef}	۶۷۸۶/۶۷ ^f	۱۹۴۸/۶۷ ^d	۱۰۵۵۷/۵۰ ^e
		W3	۱۳۰۰/۲۲ ^k	۶۹۶۶/۶۷ ^f	۱۳۹۲/۳۳ ^{no}	۹۶۵۹/۲۲ ⁱ
		W1	۱۵۷۹/۶۷ ^h	۸۶۳۳/۰۰ ^c	۱۶۱۱/۳۳ ⁱ	۱۱۸۲۴/۰۰ ^c
	E3	W2	۱۶۹۳/۳۸ ^g	۶۰۰۳/۴۶ ⁱ	۴۷ ^a	۱۰۰۲۲/۳۱ ^g
		W3	۱۲۹۶/۹۷ ^k	۶۵۵۳/۴۸ ^g	۱۲۹۷/۴۴ ^p	۹۱۴۷/۸۹ ^j
		W1	۲۲۳۳/۶۲ ^b	۹۹۹۳/۲۸ ^a	۱۷۰۲/۴۸ ^h	۱۳۹۲۹/۳۷ ^a
	E1	W2	۱۹۳۳/۵۳ ^d	۱۰۱۶۶/۹۰ ^a	۱۸۷۲/۶۷ ^e	۱۳۹۷۳/۱۰ ^a
		W3	۱۴۴۹/۷۷ ⁱ	۶۴۸۵/۱۳ ^g	۱۳۷۶/۱۷ ^{no}	۹۳۱۱/۰۷ ^j
		W1	۱۸۴۲/۶۳ ^{ef}	۸۵۶۹/۹۱ ^c	۱۴۲۳/۳۶ ^{mn}	۱۱۸۳۵/۸۹ ^c
D2	E2	W2	۱۸۸۰/۰۰ ^{de}	۶۴۹۳/۳۷ ^g	۱۸۷۶/۹۷ ^e	۱۰۲۵۰/۳۴ ^f
		W3	۱۳۹۱/۸۱ ^{ij}	۶۵۸۳/۳۷ ^g	۱۳۵۱/۱۳ ^o	۹۳۲۶/۹۱ ^j
		W1	۱۶۰۰/۶۳ ^h	۸۲۷۰/۳۲ ^d	۱۶۰۳/۴۰ ⁱ	۱۱۴۷۴/۳۵ ^d
	E3	W2	۱۷۱۶/۳۳ ^g	۶۰۰۰/۱۰ ⁱ	۲۰۱۸/۶۳ ^c	۹۷۳۵/۰۶ ^{hi}
		W3	۱۲۹۸/۱۹ ^k	۶۵۷۰/۱۳ ^g	۱۲۹۲/۱۰ ^p	۹۱۶۱/۰۲ ^j
		W1	۲۳۰۰/۰۳ ^a	۹۴۸۶/۵۷ ^b	۱۵۵۴/۶۳ ^j	۱۳۴۱/۲۳ ^b
	E1	W2	۲۰۰۰/۳۳ ^c	۱۰۰۳/۶۳ ^a	۱۸۱۳/۶۷ ^f	۱۳۸۴۷/۶۳ ^a
		W3	۱۴۳۳/۳۷ ⁱ	۶۲۵۵/۱۴ ^h	۱۲۲۶/۱۳ ^q	۸۹۱۵/۲۴ ^k
		W1	۱۸۶۳/۶۷ ^e	۸۰۱۶/۳۰ ^e	۱۴۸۸/۶۷ ^{kl}	۱۱۳۶۸/۶۳ ^d
D3	E2	W2	۱۸۶۴/۲۰ ^e	۶۸۰۶/۶۷ ^f	۱۹۹۵/۶۷ ^c	۱۰۶۶۶/۵۳ ^e
		W3	۱۳۱۱/۰۰ ^k	۶۸۵۲/۰۰ ^f	۱۳۷۷/۶۷ ^{no}	۹۵۴۰/۶۷ ⁱ
		W1	۱۵۹۱/۰۰ ^h	۸۱۸۹/۳۳ ^{de}	۱۶۲۹/۶۷ ⁱ	۱۱۴۱۰/۰۰ ^d
	E3	W2	۱۷۲۱/۶۷ ^g	۵۹۸۰/۰۰ ⁱ	۲۱۹۸/۹۳ ^b	۹۹۰۰/۰۶ ^{gh}
		W3	۱۲۳۱/۳۱ ^l	۶۴۵۷/۱۹ ^g	۱۲۰۱/۱۶ ^q	۸۸۸۹/۶۶ ^k

در هر ستون میانگین‌هایی که دست کم یک حرف مشترک دارند، بر پایه آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

پوست از شرایط تنش و غیرتنشی بیرون گیاه وجود داشت (جدول ۲).

برهم‌کنش دو و سه عامل کلیه تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد به دلیل تأثیرپذیری بیشتر

تاریخ کاشت دوم (۱۳۹۷/۹/۱۰)، تیمار شوری یک با ۲ دسی‌زیمنس بر مترمربع و دور آبیاری اول با یک مرحله آبیاری در طی دوره رشد بیشترین سطح پوست را به دلیل کاهش اثرات تنشی و تخریبی دارا بودند (جدول ۳). جدول مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارهای مورد بررسی نشان داد بیشترین مساحت پوسته با توجه به توضیحات قبلی تاریخ کاشت اول × تیمار شوری یک × تیمار آبیاری یک و دو به دست آمد. کمترین مقدار نیز از صفت پیشین تبعیت کرده و با متوسط ۶۴۵۷/۱۹ میکرومتر مربع به دلیل اثرات تخریبی اثرات تنش‌زای گرمای آخر فصل، شوری و خشکی در تیمارهای تاریخ کاشت، شوری و دور آبیاری سوم به دست آمد (جدول ۴). بیشترین همبستگی نیز همانند صفت قبلی با مساحت مقطع عرضی ریشه (۰/۸۹۴**) به دلیل تأثیرپذیری مستقیم پوسته در مساحت کل مقطع عرضی بر اساس اصول ریاضی و طبیعی به دست آمد (جدول ۸). این نتایج با دیگر اظهارات (۶، ۸، ۱۷، ۱۸، ۲۱ و ۲۳) مبنی بر کاهش مساحت پوسته با افزایش شرایط تنش‌زای مورد بحث به دلیل حفظ راندمان آبی موجود در گیاه در یک راستا قرار داشت (شکل ۱).

مساحت اپیدرم

از آنجایی که اپیدرم خارجی‌ترین لایه ریشه در تماس با محیط اطراف است. بنابراین کاملاً طبیعی است بیشتر از هر قسمت دیگر ریشه در معرض شرایط پیرامون گیاه قرار گیرد. نتایج تجزیه واریانس نیز در راستای تأیید این بحث در کلیه سطوح اصلی و اثرات برهم‌کنش دو و سه جانبه تاریخ‌ها، شوری و دوره‌های مختلف آبیاری دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۲).

تیمار تاریخ کاشت اول در مورخه ۱۳۹۷/۸/۱۰، تیمار شوری سوم با ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و تیمار دور آبیاری دوم با دو مرحله در در دوران جوانه‌زنی و گلدهی در طول دوره رشد بیشترین سطح اپیدرم را داشتند که متوسط آن با توجه به جدول اثرات برهم‌کنش ۲۳۲۵/۴۷ میکرومتر مربع بود. از دلایل نتیجه اخیر در

خصوصاً تاریخ کاشت می‌توان به زمان کافی برای رشد لایه اپیدرم اشاره داشت ولی عکس صفات پیشین شاهد افزایش این صفت در شرایط تیمار شوری با ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بودیم که می‌تواند نوعی مکانیسم دفاعی گیاه برای ممانعت از نفوذ املاح شوری به لایه پوست و همین‌طور از بین بردن سلول‌های حیاتی گیاه باشد که با افزایش ضخامت مانع از نفوذ این املاح و ایجاد شرایط تنش‌زای حداکثری در ریشه می‌شود. در ادامه در شرایط کاهش دور آبیاری و در نتیجه میزان رطوبت، شاهد افزایش مساحت در تیمار دور آبیاری دوم با دو مرحله آبیاری در طول دوره رشد بودیم زیرا افزایش میزان آبیاری باعث شستشوی بیشتر املاح شوری و کاهش اثرات تنش‌زای آن می‌شود در نتیجه گیاه به جای افزایش مکانیسم مقاومت به شرایط تنش‌زا با افزایش سطح اپیدرم اقدام به انتقال و ورود آب به درون گیاه و فرایندهای پس از آن می‌کند، ولی اینجا نیز شاهد کاهش سطح لایه اپیدرمی در شرایط عدم آبیاری بودیم که این نیز می‌تواند به دلیل خارج از آستانه مقاومت گیاه و فرایند خودتخریبی آن باشد، به گونه‌ای که پیرو مباحث گفته شده کمترین سطح لایه اپیدرم با متوسط ۱۲۰۱/۱۶ میکرومتر مربع در شرایط تاریخ کاشت سوم، شوری حداکثری و شرایط بدون آبیاری یا دیم به دست آمد (جدول ۳ و ۴). بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار سطح اپیدرم با ارتفاع گیاه (۰/۵۶۸**) به دست آمد و نشان‌دهنده تأثیرپذیری برهم‌کنش آنها از شرایط پیرامون است زیرا که ارتفاع گیاه نیز در شرایط اعمال شرایط تنش‌زای مورد بحث از کمترین مقدار برخوردار بود که تخریب و عدم انتقال کافی رطوبت و مواد غذایی به درون گیاه و در نتیجه کاهش رشد رویشی و زایشی از پیامدهای آن است (جدول ۸). نتایج به دست آمده با اظهارات پژوهشگران دیگر (۶ و ۲۰) همخوانی دارد (شکل ۱).

مساحت مقطع عرضی ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین سطوح تاریخ کاشت، شوری و دور آبیاری، همچنین اثرات برهم‌کنش دو و سه جانبه تاریخ کاشت × شوری، تاریخ کاشت × دور آبیاری، دور آبیاری × شوری و تاریخ کاشت × دور آبیاری × شوری اثرات

مترمربع بودند. بنابراین افزایش آبیاری در دوران پنج‌گانه و حساس گیاه که شامل جوانه‌زنی، پنجه‌دهی، ساقه رفتن، از همه مهم‌تر گل‌دهی و دانه‌بندی است نسبت به حذف آنها تأثیر معنی‌دار و بارزی بر تعداد سنبله در مترمربع خواهد گذاشت. تاریخ کاشت مناسب که ۱۳۹۷/۸/۱۰ است به دلیل رسیدگی و ایجاد مقاومت قبل از سرمای زمستانه و همچنین کاهش شوری به دلیل کاهش هزینه گیاه در مقاومت با شوری در تمام سطوح تأثیر معنی‌دار مثبتی بر تعداد سنبله در مترمربع داشت (جدول ۶ و ۷).

نتایج به‌دست آمده درخصوص افزایش تعداد سنبله با افزایش دور آبیاری در دوران حساس رشد گیاه (جوانه‌زنی، پنجه‌دهی، ساقه رفتن، گل‌دهی و دانه‌بندی) با بررسی‌های دیگر (۳، ۴، ۳۱، ۳۲ و ۳۶) همخوانی دارد. همچنین در مورد تأثیر معنی‌دار تاریخ کاشت مناسب نسبت به کاشت دیر هنگام به دلیل کاهش طول دوره رشد و مواجه شدن با تنش سرما قبل از استقرار کامل گیاه و در نتیجه کاهش تعداد سنبله با سایر بررسی‌ها (۱۶) در یک راستا بود. کاهش تعداد سنبله به دلیل تأثیر منفی و تنش‌زای افزایش شوری و اختصاص بیشتر مواد غذایی و اسیمیلات‌ها به مکانیزم‌های مقاومت به‌جای افزایش تعداد سنبله نیز با اظهارات دیگر (۱۰) کاملاً همخوانی داشت.

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد در بین کلیه سطوح اصلی تاریخ کاشت، میزان شوری و دور آبیاری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد ولی از میان اثرات برهم‌کنش دو عامل تنها اثر برهم‌کنش شوری در دور آبیاری از این تفاوت تبعیت کرده و در میان اثرات برهم‌کنش دو عامل تاریخ کاشت در دور آبیاری و تاریخ کاشت در شوری اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری مشاهده نشد. اثر برهم‌کنش سه جانبه تاریخ کاشت، شوری و دور آبیاری نیز دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بود (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد تاریخ کاشت

معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (جدول ۲). تأخیر در تاریخ کاشت، کاهش شوری و افزایش دور آبیاری باعث افزایش مقطع عرضی ریشه شد (جدول ۳). در کل بررسی بیشتر در مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش تیمارهای مورد بررسی نشان می‌دهد که تاریخ کاشت اول، کمترین سطح شوری و بیشترین دور آبیاری در مجموع باعث بیشترین مساحت مقطع عرضی ریشه شد. کمترین مساحت نیز با متوسط ۸۸۸۹/۶۶ میکرومتر مربع در شرایط دیرترین تاریخ کاشت، بیشترین سطح شوری و کمترین میزان و دور آبیاری که در واقع کشت بدون آبیاری است بنا به دلایل پیشین به‌دست آمد (جدول ۴). در مجموع با توجه به اینکه مساحت مقطع عرضی ریشه مجموعه صفات مساحت‌های استوانه مرکزی، پوست و اپیدرم را دربرمی‌گیرد، بنابراین کاهش و یا افزایش سطح آن را می‌توان منتج از عوامل مورد بحث پیشین و تأثیرگذاری مستقیم آنها بر یکدیگر و از همه بیشتر لایه پوست که بیشترین ضخامت مقطع عرضی را دربرگرفته دانست همانگونه که در جدول همبستگی نیز مشاهده می‌شود مقطع عرضی بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با مساحت پوست (**۰/۸۹۴) دارا بود (جدول ۸). نتایج به‌دست آمده با دیگر بررسی‌های انجام شده (۶، ۱۷، ۱۸، ۲۰، ۲۱ و ۲۳) پیرامون مباحث مطرح شده کاملاً مطابقت دارد (شکل ۱).

تعداد سنبله در مترمربع

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد این صفت در بین سطوح اصلی تاریخ کاشت، شوری و دور آبیاری و همچنین برهم‌کنش سه عامل دارای تفاوت معنی‌دار است ولی در بین هیچ‌کدام از سطوح دارای برهم‌کنش دو عامل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵).

با توجه به جدول مقایسه میانگین تیمار دور آبیاری با پنج بار آبیاری در طول دوره رشد در تمام سطوح بیشترین تعداد سنبله را به‌خود اختصاص داد. تاریخ کاشت ۱۳۹۷/۰۸/۱۰ و شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر نیز دارای بیشترین تعداد سنبله در

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد دانه

عملکرد دانه	ارتفاع بوته	طول سنبله	وزن هزار دانه	دانه در سنبله	تعداد سنبله	درجه آزادی	منابع تغییرات
۱۴۲۹۱۲/۱۴۸ ^{ns}	۰/۱۱۳ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۴۱۳ ^{ns}	۰/۴۵۶ ^{ns}	۶۲۷/۱۶۰ ^{ns}	۲	تکرار
۴۷۲۹۶۶۵/۱۴۸ ^{**}	۷۰/۵۲۰ ^{ns}	۰/۱۳۰ ^{ns}	۶۶/۶۹۲ ^{**}	۱۰۳/۴۱۹ ^{**}	۲۸۷۶۹/۲۷۱ [*]	۲	تاریخ کاشت
۱۴۶۰۳/۵۱۸	۰/۷۹۲	۰/۰۷۰	۱/۴۳۸	۱/۰۱۲	۲۴۳۰/۸۲۷	۴	خطای a
۱۸۶۹۰۵۰/۳۷۰ ^{**}	۴۱۱/۳۸۹ ^{**}	۲/۷۶۸ ^{**}	۵۵۳/۸۷۳ ^{**}	۶۲۱/۱۲۳ ^{**}	۳۹۹۵۳۲/۷۹۰ ^{**}	۲	شوری
۲۶۴۹۸۹/۷۴۰ ^{**}	۱/۸۲۶ [*]	۰/۰۹۷ [*]	۰/۱۰۱ ^{ns}	۰/۱۲۳ ^{ns}	۱۰۲۰۸/۵۱۲ ^{ns}	۴	تاریخ کاشت در شوری
۴۵۰۳۴/۵۴۳	۱/۲۶۸	۰/۰۲۷	۰/۲۵۹	۰/۶۹۷	۵۰۹۸/۲۹۰	۱۲	خطای b
۶۹۹۸۱۴۲۹/۳۷۰ ^{**}	۴۶۲۰/۰۵۱ ^{**}	۲۹/۵۹۱ ^{**}	۹۲۹/۷۶۰ ^{**}	۱۶۲۵/۵۶۷ ^{**}	۵۵۴۲۲۴/۹۰۱ ^{**}	۲	دور آبیاری
۱۳۹۴۷/۹۶۴ [*]	۷/۲۸۷ ^{**}	۰/۳۵۷ ^{**}	۰/۲۸۸ ^{ns}	۰/۵۶۷ ^{ns}	۵۰۷۱/۵۱۲ ^{ns}	۴	تاریخ کاشت در دور آبیاری
۱۹۲۹۲۴۹/۵۱۸ ^{**}	۲۵/۷۵۰ ^{**}	۰/۱۹۷ ^{**}	۳/۲۵۹ ^{**}	۳۰/۴۳۸ ^{**}	۳۳۰۹۴/۲۵۳ ^{**}	۴	شوری در دور آبیاری
۳۸۰۴۷۴/۴۴۴ ^{**}	۳/۷۹۳ ^{**}	۰/۲۷۷ ^{**}	۰/۲۹۲ ^{ns}	۱/۶۰۵ [*]	۲۳۱۱/۰۳۰ ^{ns}	۸	تاریخ کاشت در شوری در دور آبیاری
۴۳۳۰۷/۰۱۲	۰/۶۵۹	۰/۰۳۰	۰/۷۹۴	۰/۶۲۹	۳۴۹۴/۹۵۰	۳۶	خطای c
۶/۲۰	۱/۳۴	۲/۹۲	۲/۹۹	۳/۸۱	۱۹/۹۴		ضریب تغییرات

ns * و ** به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد دانه

تیمار	تعداد سنبله (در متر مربع)	دانه در سنبله (تعداد در سنبله)	وزن هزار دانه (گرم)	طول سنبله (سانتی متر)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
D1	۳۰۶/۷۸ ^a	۲۱/۳۳ ^b	۲۹/۹۳ ^b	۶/۰۰ ^a	۶۲/۱۷ ^a	۳۴۳۹/۸۱ ^b
D2	۳۲۲/۵۲ ^a	۲۲/۴۸ ^a	۳۱/۱۳ ^a	۶/۰۴ ^a	۶۰/۵۴ ^b	۳۷۲۳/۴۱ ^a
D3	۲۵۹/۷۸ ^b	۱۸/۶۶ ^c	۲۸/۰۲ ^c	۵/۹۰ ^a	۵۸/۹۴ ^c	۲۸۹۹/۵۶ ^c
E1	۴۱۵/۸۹ ^a	۲۵/۶۳ ^a	۳۳/۹۹ ^a	۶/۳۲ ^a	۶۴/۲۵ ^a	۴۳۰۸/۵۹ ^a
E2	۳۰۰/۴۸ ^b	۲۰/۸۱ ^b	۳۰/۱۴ ^b	۵/۹۳ ^b	۶۰/۹۳ ^b	۲۹۷۲/۸۹ ^b
E3	۱۷۲/۷۰ ^c	۱۶/۰۳ ^c	۲۴/۷۴ ^c	۵/۶۹ ^c	۵۶/۴۷ ^c	۲۷۸۱/۳۰ ^c
W1	۴۵۵/۲۶ ^a	۲۸/۵۹ ^a	۳۵/۰۱ ^a	۶/۸۲ ^a	۶۹/۷۰ ^a	۴۸۹۸/۵۹ ^a
W2	۲۵۶/۷۸ ^b	۲۰/۸۱ ^b	۳۰/۹۴ ^b	۶/۳۲ ^b	۶۶/۳۹ ^b	۳۴۷۸/۳۰ ^b
W3	۱۷۷/۰۴ ^c	۱۳/۰۷ ^c	۲۳/۳۱ ^c	۴/۸۱ ^c	۴۵/۵۷ ^c	۱۶۸۵/۸۹ ^c

در هر ستون میانگین‌هایی که دست‌کم یک حرف مشترک دارند، بر پایه آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۷. اثر برهم‌کنش میانگین عملکرد و اجزای عملکرد دانه

۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
									۱	۱- عملکرد دانه
								۱	۰/۳۴۴**	۲- تعداد سنبله
							۱	۰/۸۹۳	۰/۳۸۴**	۳- دانه در سنبله
						۱	۰/۹۶۱**	۰/۸۶۲**	۰/۳۶۸**	۴- وزن هزار دانه
					۱	۰/۸۶۹**	۰/۸۵۳**	۰/۶۹۳**	۰/۳۱۱**	۵- طول سنبله
				۱	۰/۹۲۵**	۰/۸۸۶**	۰/۸۸۰**	۰/۷۰۸**	۰/۳۵۹**	۶- ارتفاع بوته
			۱	۰/۲۹۵**	۰/۲۹۳**	۰/۳۶۰**	۰/۲۸۲*	۰/۱۶۱	۰/۱۲۳	۷- مساحت استوانه مرکزی
		۱	۰/۳۱۰**	۰/۵۸۵**	۰/۵۷۳**	۰/۵۵۷**	۰/۶۳۴**	۰/۴۸۱**	۰/۱۳۹	۸- مساحت پوست
	۱	۰/۰۷۱	۰/۳۰۰**	۰/۵۶۸**	۰/۵۲۶**	۰/۳۲۷**	۰/۲۰۵	۰/۰۰۵	۰/۱۶۸	۹- مساحت اپیدرم
۱	۰/۳۱۳**	۰/۸۹۴**	۰/۳۹۲**	۰/۷۹۷**	۰/۷۳۵**	۰/۷۱۳**	۰/۷۶۸**	۰/۵۷۹**	۰/۳۹۶**	۱۰- مساحت مقطع عرضی ریشه

** معنی‌دار در سطوح احتمال یک درصد است.

برهم‌کنش بیشترین تعداد دانه در تیمار تاریخ کاشت ۹/۱۰ × شوری ۲ دسی‌زیمنس بر مترمربع × میزان دور آبیاری ۵ روز در طول دوره رشد با متوسط ۳۵/۶۶ تعداد در سنبله با توجه به توضیحات پیشین به دلیل بهینه و مطلوب بودن شرایط رشدی و کاهش عوامل تنش‌زا گرمایی در تاریخ کاشت دیر هنگام، شوری در درصدهای شوری بالاتر و آبی در شرایط

دوم به دلیل بهینه بودن شرایط برای افزایش تعداد دانه و شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر، همچنین دور آبیاری پنج مرحله در طول دوره رشد به دلیل اختصاص بیشتر اسیمیلات‌ها به دانه به‌جای مکانیزم‌های مقاومت که در شرایط افزایش میزان شوری و خشکی ایجاد می‌شوند، از تعداد دانه در سنبله بیشتری برخوردار بودند (جدول ۶). در کل با توجه به جدول اثرات

جدول ۸. ضریب همبستگی بین عملکرد دانه و سایر صفات مورد بررسی

تاریخ کاشت	شوری	آبیاری	تعداد سنبله (در مترمربع)	دانه در سنبله (تعداد در سنبله)	وزن هزار دانه (گرم)	طول سنبله (سانتی متر)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
		W1	۵۶۳/۳۳ ^a	۳۴/۰۰ ^b	۳۹/۳۳ ^b	۷/۱۶ ^a	۷۴/۶۶ ^a	۶۱۰۶/۳۰ ^a
	E1	W2	۴۵۰/۳۳ ^{ab}	۲۷/۳۳ ^e	۳۵/۳۳ ^d	۶/۹۶ ^{ab}	۷۳/۳۳ ^{ab}	۵۳۶۹/۳۰ ^b
		W3	۳۸۴/۶۷ ^{bc}	۱۶/۶۶ ^{ijk}	۲۸/۱۴ ^{ij}	۵/۱۵ ^{gh}	۴۹/۱۶ ^k	۲۰۳۶/۰۰ ^j
		W1	۵۲۳/۳۳ ^a	۳۰/۰۰ ^{cd}	۳۵/۳۳ ^d	۶/۸۷ ^{abc}	۷۲/۶۶ ^{bc}	۴۵۳۳/۳۰ ^c
D1	E2	W2	۲۴۱/۳۳ ^{defgh}	۲۲/۰۰ ^g	۳۲/۶۶ ^{ef}	۶/۴۹ ^{de}	۶۷/۴۰ ^f	۲۶۸۳/۳۰ ^{hi}
		W3	۱۴۳/۳۳ ^{ghij}	۱۲/۳۳ ^{mn}	۲۳/۳۳ ^m	۴/۶۳ ⁱ	۴۹/۳۳ ^k	۱۷۲۶/۷۰ ^j
		W1	۲۴۴/۶۷ ^{defg}	۲۳/۶۶ ^f	۳۰/۵۸ ^{gh}	۶/۵۶ ^{cde}	۶۶/۶۶ ^{fg}	۴۰۶۶/۷۰ ^d
	E3	W2	۱۰۵/۰۰ ^{ij}	۱۵/۰۰ ^l	۲۵/۹۴ ^{kl}	۶/۰۱ ^f	۶/۰۱ ^f	۳۰۵۰/۰۰ ^{fg}
		W3	۱۰۵/۰۰ ^{ij}	۱۱/۰۰ ^{no}	۱۹/۰۳ ^o	۴/۱۶ ^j	۴۱/۱۶ ^j	۱۳۸۶/۷۰ ^k
		W1	۵۵۹/۶۷ ^a	۳۵/۶۶ ^a	۴۱/۰۰ ^a	۷/۱۰ ^a	۷/۱۰ ^a	۶۴۰۲/۷۰ ^a
	E1	W2	۴۸۳/۳۱ ^{ab}	۲۸/۶۶ ^{de}	۳۶/۳۳ ^{cd}	۶/۶۵ ^{bcd}	۶/۶۵ ^{bcd}	۵۴۹۹/۷۰ ^b
		W3	۲۶۴/۰۰ ^{ef}	۱۷/۶۶ ^{ij}	۲۹/۱۶ ^{hi}	۵/۳۳ ^g	۵/۳۳ ^g	۲۳۷۶/۷۰ ⁱ
		W1	۵۶۳/۳۰ ^a	۳۱/۳۳ ^c	۳۶/۶۶ ^{cd}	۶/۶۵ ^{bcd}	۶/۶۵ ^{bcd}	۴۸۲۳/۳۰ ^c
D2	E2	W2	۲۶۲/۶۷ ^{def}	۲۲/۶۶ ^{fg}	۳۳/۳۳ ^{ef}	۶/۱۳ ^f	۶/۱۳ ^f	۲۸۹۰/۰۰ ^{fgh}
		W3	۱۵۲/۰۰ ^{fghij}	۱۳/۳۳ ^m	۲۴/۳۳ ^m	۴/۹۹ ^h	۴/۹۹ ^h	۱۹۵۱/۰۰ ^j
		W1	۳۴۱/۶۷ ^{cd}	۲۳/۶۶ ^f	۳۱/۶۶ ^{fg}	۶/۵۰ ^{de}	۶/۵۰ ^{de}	۴۵۲۶/۷۰ ^c
	E3	W2	۱۴۹/۶۷ ^{fghij}	۱۶/۳۳ ^{kl}	۲۷/۳۳ ^{jk}	۶/۰۱ ^f	۶/۰۱ ^f	۳۱۷۷/۳۰ ^f
		W3	۱۲۶/۳۳ ^{ij}	۱۳/۰۰ ^m	۲۰/۳۳ ^{no}	۵/۰۱ ^{gh}	۵/۰۱ ^{gh}	۱۸۶۳/۳۰ ^j
		W1	۵۱۷/۶۷ ^a	۳۱/۳۳ ^c	۳۷/۳۳ ^c	۷/۱۶ ^a	۷/۱۶ ^a	۵۵۱۰/۰۰ ^b
	E1	W2	۳۰۵/۰۰ ^{cde}	۲۴/۰۰ ^f	۳۲/۶۶ ^{ef}	۶/۲۶ ^{ef}	۶/۲۶ ^{ef}	۳۵۲۶/۷۰ ^e
		W3	۲۱۵/۰۰ ^{efghi}	۱۵/۳۳ ^{kl}	۲۶/۶۶ ^{ijk}	۵/۱۶ ^{gh}	۵/۱۶ ^{gh}	۱۹۵۰/۰۰ ^j
		W1	۵۰۱/۶۷ ^a	۲۷/۳۳ ^e	۳۳/۶۶ ^e	۶/۴۹ ^{de}	۶/۴۹ ^{de}	۴۵۵۶/۷۰ ^c
D3	E2	W2	۲۰۶/۳۳ ^{efghij}	۱۸/۰۰ ⁱ	۳۰/۳۳ ^{gh}	۶/۰۶ ^f	۶/۰۶ ^f	۲۳۹۸/۳۰ ⁱ
		W3	۱۱۰/۳۳ ^{ij}	۱۰/۳۳ ^o	۲۱/۶۶ ⁿ	۵/۰۳ ^{gh}	۵/۰۳ ^{gh}	۱۱۹۳/۳۰ ^k
		W1	۲۸۲/۰۰ ^{cde}	۲۰/۳۳ ^h	۲۸/۱۰ ^{ij}	۶/۸۶ ^{abc}	۶/۸۶ ^{abc}	۳۵۶۱/۷۰ ^e
	E3	W2	۱۰۷/۳۳ ^{ij}	۱۳/۳۳ ^m	۲۴/۵۷ ^{lm}	۶/۳۰ ^{ef}	۶/۳۰ ^{ef}	۲۷۱۰/۰۰ ^{ghi}
		W3	۹۲/۶۷ ^j	۸/۰۰ ^p	۱۷/۱۶ ^p	۳/۸۱ ^k	۳/۸۱ ^k	۶۸۹/۳۰ ^l

در هر ستون میانگین‌هایی که دست کم یک حرف مشترک دارند، بر پایه آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

سنبله با تعداد سنبله در متر مربع (**۰/۸۹۳) با توجه به تأثیرپذیری یکسان دو عامل از شرایط مزبور به‌دست آمد

کاهش میزان دور آبیاری در طول دوره رشد به‌دست آمد (جدول ۷). بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد دانه در

دور آبیاری، با نتایج پژوهشگران دیگر (۳ و ۴) در یک راستا قرار داشت.

طول سنبله

سنبله یکی از اجزای مهم در عملکرد دانه گندم محسوب می‌شود و هرگونه تغییر در تعداد، طول، وزن و یا اجزای تشکیل دهنده آن می‌تواند با تأثیر بر عملکرد سنبله، در نهایت باعث تغییر در عملکرد نهایی گیاه شود. لذا شروع تشکیل، روند رشد و وزن آن در طی دوره زایشی و رسیدگی صرف‌نظر از ژنوتیپ کاملاً متأثر از عوامل مدیریتی پیرامون گیاه از جمله رژیم آبیاری است. با توجه به جدول تجزیه واریانس به‌غیر از اثر تاریخ کاشت، در سایر سطوح اصلی و برهم‌کنش دو و سه عامل بین آنها دارای اختلاف معنی‌دار مشاهده شد که نشان از تأثیرپذیری برهم‌کنش تیمارهای مورد آزمایش روی طول سنبله دارد (جدول ۵).

مشاهدات حاصل از جدول ۶ نشان می‌دهد به‌غیر از تیمارهای شوری و دور آبیاری دو و سه به‌ترتیب در سطح کلاس آماری b و c سایر تیمارها در یک کلاس آماری a قرار گرفتند. با مشاهده جدول مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش مشاهده می‌شود که تاریخ کاشت همانگونه که گفته شد تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت و بیشترین طول سنبله در تیمارهای اول شوری و دور آبیاری به‌ترتیب با ۲ دسی‌زیمنس بر متر و پنج بار آبیاری در طول دوره رشد به‌دلیل مطلوب و بهینه بودن شرایط و کاهش اثرات مخرب تنش‌زا حاصل شد (جدول ۷). از مهم‌ترین علل نتایج به‌دست آمده تسهیل در انتقال مواد غذایی به گیاه و بالاترین قسمت آن که سنبله است و کاهش اثرات تنش‌زا و تخصیص بیشتر مواد چه به‌صورت جاری و چه به‌صورت انتقال مجدد به بخش عملکرد اقتصادی به‌جای مکانیزم‌های مقاومت که در شرایط شوری بالاتر ایجاد می‌شود است به‌گونه‌ای که سنبله‌های با طول کمتر اما فشرده‌تر می‌توانند سبب کاهش تنفس و افزایش راندمان استفاده از آب به‌لحاظ حضور بیشتر این اندام در معرض تابش خورشید که

(جدول ۸). نتایج به‌دست آمده با دیگر پژوهش‌های صورت گرفته (۳، ۴، ۳۱، ۳۲ و ۳۶) مبنی بر کاهش تعداد دانه در سنبله با افزایش عوامل تنش‌زای گرما، شوری و خشکی مطابق شرح اظهارات پیشین کاملاً مطابقت دارد. در کل نتایج نشان داد که با انتخاب تاریخ کاشت مناسب به لحاظ اعمال شرایط دمایی بهینه و میزان دسترسی به آبیاری کمی و کیفی بسته به شرایط تا افزایش شوری ۷ دسی‌زیمنس بر متر و کاهش دور آبیاری تا ۲ مرحله آبیاری در طول دوره رشد، شاهد عملکرد مناسب بود.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد به‌غیر از اثرات برهم‌کنش تاریخ کاشت در شوری و تاریخ کاشت در دور آبیاری و برهم‌کنش سه‌جانبه تاریخ کاشت در شوری در دور آبیاری سایر سطوح دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بودند (جدول ۵).

با توجه به مقایسه میانگین اثرات ساده به‌ترتیب در بین سطوح مختلف تاریخ کاشت، شوری و دور آبیاری بیشترین وزن هزار دانه را تیمار تاریخ کاشت ۲، شوری ۱ و دور آبیاری ۱ دارا بودند (جدول ۶). بررسی جدول مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش نشان می‌دهد که بیشترین وزن هزار دانه با متوسط ۴۱ گرم در تاریخ کاشت دوم (۱۳۹۷/۹/۱۰)، شوری و رژیم آبیاری اول که به‌ترتیب شامل کمترین میزان شوری و بیشترین دور آبیاری بودند به‌دست آمد (جدول ۷). اسیمیلات ارسالی به دانه به‌ویژه با فراهم شدن شرایط مطلوب در تیمارهای مزبور برعکس دیگر تیمارهای آزمایشی از علل دستیابی به این نتیجه‌گیری است. با توجه به جدول ۸ وزن هزار دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه (**۰/۸۶۲) بود که نشان‌دهنده تأثیرگذاری بالای این صفت در افزایش عملکرد دانه است. نتایج به‌دست آمده پیرامون رابطه منبع و مخزن در افزایش وزن هزار دانه مانند آنچه بیان شد و افزایش توان منبع در شرایط بهینه برای پر کردن مخزن که در این تحقیق در تاریخ کاشت ۹/۱۰ × میزان شوری ۲ دسی‌زیمنس بر مترمربع × پنج

مطلوب شرایط دمایی، شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر به دلیل کاهش شرایط تنش‌زای شوری و دور آبیاری اول به دلیل در اختیار داشتن آب پای بوته گیاه گندم در مراحل مورد نیاز گیاه، بیشترین ارتفاع بوته را دارا بودند. در کل بیشترین میزان ارتفاع بوته با متوسط ۷۴/۶۶ سانتی‌متر در تیمار تاریخ کاشت اول در تاریخ ۱۳۹۷/۸/۱۰ × شوری اول با ۲ دسی‌زیمنس بر متر × دور آبیاری اول با پنج مرحله آبیاری در طول دوره رشد حاصل شد. روند کاهشی با افزایش میزان شوری، کم‌آبی و تاریخ کاشت دیر هنگام به دلیل برخورد با سرما در ابتدای مرحله جوانه‌زنی و گرما در مرحله پر شدن دانه، می‌تواند نوعی مکانیسم خودتنظیمی گیاه برای فرار از تنش خشکی و به پایان رساندن دوره رشدی خود باشد و در صورتی که این کاهش سبب افزایش تخصیص آب و سایر مواد غذایی به مقصد اصلی قسمت زایشی به جای قسمت رویشی گیاه شود می‌توان از آن به‌عنوان یک تغییر مثبت در گیاه نام برد (جدول ۷). این نتایج با دیگر بررسی‌ها (۲۹، ۳۸، ۴۰) مبنی بر فرار از شرایط تنش‌زای ناشی از افزایش تیمارهای مزبور با کاهش ارتفاع گیاه به‌خصوص در دوره رسیدگی از دامنه ۲۰-۱۰ سانتی‌متر و در نتیجه تخصیص کربوهیدرات بیشتر به مخزن اصلی گیاه مطابقت دارد.

از آنجایی که رشد سنبله در ادامه رشد طولی بوته است بنابراین همبستگی مثبت و معنی‌دار این دو صفت با یکدیگر (**۰/۹۲۵) چندان دور از انتظار نبود. همچنین ارتفاع بوته دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه (**۰/۳۵۹) بود که می‌تواند به دلیل نقش مؤثر آن در انتقال مجدد به‌ویژه در زمان بروز تنش باشد (جدول ۸). در تاریخ کاشت ۱۳۹۷/۱۰/۱۰ به دلیل برخورد دوره جوانه‌زنی با سرما، گیاه زمان مناسب برای رسیدن به رشد مطلوب و استقرار کامل را نداشته و بالطبع از ذخیره مواد غذایی کمتری نیز برای رشد طولی بعد از دوره سرما برخوردار بود. در ادامه رشد نیز برای فرار از گرمای آخر فصل که با دوره پر شدن دانه همراه بود، دوره زمانی رشد رویشی و زایشی و در نتیجه ارتفاع گیاه کاهش یافت. همچنین

منجر به تبخیر رطوبت سنبله می‌شود، شوند. در واقع یکی از مکانیسم‌های مقاومت به خشکی کاهش طول سنبله است، زیرا در این شرایط دیواره‌ها ضخیم‌تر و سلول‌ها کوچک‌تر شده و منجر به حفظ بیشتر رطوبت درون سنبله می‌شود. نتایج به‌دست آمده با سایر بررسی‌ها (۲۸) مبنی بر عدم تأثیرپذیری طول سنبله با شرایط پیرامون مغایرت دارد. این نتایج با دیگر بررسی‌ها (۳۱ و ۳۶) در مورد تأثیر منفی و معنی‌دار شرایط تنش‌زا کاهش آبیاری و افزایش شوری در طول سنبله کاملاً همخوانی دارد. همچنین با سایرین (۲۹ و ۳۸) مبنی بر فرار از شرایط تنش‌زای مزبور با کاهش طول سنبله به‌عنوان یک مکانیسم سازگاری و مقاومت و در نتیجه تخصیص کربوهیدرات بیشتر به مخزن اصلی در یک راستا بود. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که کاهش طول سنبله یکی از مکانیسم‌های اصلی به لحاظ افزایش ضخامت دیواره‌های سلولی برای بالابردن راندمان انرژی با کاهش تنفس و متمرکز کردن و هدایت موثرتر شیره پرورده به مخزن اصلی گیاه (دانه)، همچنین حفظ رطوبت درون سنبله و جلوگیری از هدرروی آب است، بنابراین می‌تواند یکی از اهداف اصلی به‌نژادی و اصلاح ارقام با مقاومت بالاتر در شرایط تنش‌زا باشد.

ارتفاع بوته

با توجه به جدول تجزیه واریانس ارتفاع بوته فاقد اثر معنی‌دار در بین تاریخ‌های مختلف کاشت بود ولی در بین سطوح مختلف شوری و دور آبیاری دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بود. در بین اثرات برهم‌کنش دو و سه جانبه نیز در اثر برهم‌کنش تاریخ کاشت در شوری در سطح احتمال یک درصد و در بین اثرات برهم‌کنش تاریخ کاشت در دور آبیاری و شوری در دور آبیاری، همچنین اثر برهم‌کنش سه‌جانبه تاریخ کاشت در شوری در دور آبیاری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۵).

با توجه به جدول ۶ تیمار تاریخ کاشت اول به دلیل فراهمی

اعلام کرد کاهش تعداد گلچه در اثر عوامل مختلف منجر به افزایش وزن هزاردانه با توجه به کاهش تعداد گلچه و فضای بیشتر برای رشد دانه‌ها و در نهایت عملکرد دانه می‌شود، مغایرت دارد. همچنین با دیگر بررسی‌ها (۱۰ و ۱۴) مبنی بر کاهش عملکرد در کاشت دیرهنگام به دلیل برخورد با دوره گرما مطابقت دارد. با افزایش شوری عملکرد دانه کاهش معنی‌داری نشان داد. روند تغییرات سطوح شوری نشان داد که میزان کاهش عملکرد دانه در سطوح بالاتر شوری (۷ به ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) با توجه افزایش مقاومت گیاه که می‌تواند به دلیل فعال کردن آنزیم‌های مقاومت باشد به مراتب کمتر از سطوح کمتر شوری (۲ به ۷ دسی‌زیمنس بر متر) بود. نتایج به‌دست آمده با پژوهش دیگر (۲۲) مبنی بر مقاومت و سازگاری گیاه با افزایش شوری مغایرت دارد. کاهش دور آبیاری به‌طور طبیعی منجر به کاهش عملکرد دانه شده است و از آنجایی که گندم رقم چمران یک گیاه با مقاومت به‌نسبت خوب به تنش آبی است و خصوصیت رطوبت بالای هوا در منطقه کاشت و کاهش دور آبیاری از ۵ به ۲ بار در طول دوره رشد منجر به کاهش شدید عملکرد نشد ولی عدم آبیاری باعث افت مخصوص عملکرد دانه شد که ناشی از افزایش بیش از حد خشکی نسبت به آستانه تحمل گیاه بوده است این نتایج با دیگر بررسی‌ها (۱ و ۳۷) در مورد افت معنی‌دار عملکرد در شرایط حذف آبیاری در مراحل فنولوژیکی و دوره‌های حساس پنج‌گانه گیاه مانند دان‌آب مطابق آنچه که در شرایط فقدان آبیاری در این آزمایش رخ داد مطابقت دارد. در این آزمایش بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت دوم با شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر و پنج دور آبیاری با متوسط ۶۴۰۲/۷۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. این در حالی بود که کمترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت سوم و شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و در شرایط بدون آبیاری با متوسط ۶۸۹/۳۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. دلیل این افت بسیار زیاد علاوه بر فقدان آب، شوری زیاد است که سبب عدم جذب رطوبت اطراف توسط گیاه و بالا بردن تبخیر و تعرق و در نتیجه آب موجود در گیاه می‌شود. این نتایج با سایر بررسی‌ها

تنش شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و شرایط تنش‌زای بدون آبیاری تیمار سوم یا آخر منجر به کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته شد. اظهارات فوق پیرامون نتیجه اخیر با بررسی‌های دیگر (۱۹) مبنی بر تأثیر منفی افزایش شوری و کاهش آبیاری بر ارتفاع بوته مطابقت دارد. در نهایت با توجه به اینکه ساقه‌های محکم و کوتاه به لحاظ نقش مؤثری که در انتقال با سرعت و راندمان بالاتر مواد غذایی و رطوبت به دانه در شرایط بروز تنش‌های محیطی دارند می‌توانند در قالب مکانیسم مقاومت و سازگاری سبب افزایش عملکرد دانه شوند.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان‌دهنده آن است که عملکرد دانه در کلیه سطوح تاریخ کاشت، شوری و دور آبیاری، اثرات برهم‌کنش دو عامل تاریخ کاشت در شوری، تاریخ کاشت در دور آبیاری و دور آبیاری در شوری و همچنین اثرات برهم‌کنش سه عامل تاریخ کاشت در دور آبیاری در شوری دارای تفاوت معنی‌داری بود که به‌غیر از اثر برهم‌کنش تاریخ کاشت در دور آبیاری که در سطح پنج درصد معنی‌دار شد باقی سطوح و کلیه اثرات برهم‌کنش در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵).

تاریخ کاشت دوم بیشترین عملکرد دانه را دارا بود. مهم‌ترین دلیل کاهش عملکرد در تاریخ‌های کاشت زودهنگام و دیرهنگام را می‌توان به ترتیب برخورد با دوره اوج سرما در شروع مرحله زایشی (۳۵ زیداکس) (۱۳۹۷/۱۰/۲۰) که منجر به سقط گلچه‌ها و مقاوم نبودن گیاه به دلیل عدم رشد کافی و در نتیجه از بین رفتن تعدادی از گیاهان عنوان کرد به‌علاوه اینکه تاریخ کاشت سوم با تنش گرمایی در زمان رشد زایشی (۶۰ زیداکس) (۱۳۹۸/۰۳/۰۱) مواجه می‌شود که این تنش مضاعف خود دلیل کاهش بیش از حد عملکرد در این تاریخ کاشت است. این نتایج با دیگر بررسی‌ها (۱۰ و ۲۷) مبنی بر کاهش عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۰/۰۸/۱۳۹۷ به دلیل برخورد رشد زایشی با سرمای زمستان مطابقت و با پژوهش دیگری (۱۶) که

شوری به دست آمد و این نتایج در حالی به دست آمد که با کاهش آبیاری و افزایش شوری در تیمارهای دوم و سوم با کاهش عملکرد مواجهه شدیم که می‌تواند به دلیل صرف انرژی و مواد پرورده گیاه برای مکانیسم‌های مقاومتی گیاه در شرایط تنش‌زای به وجود آمده باشد. نتایج حاصل از بررسی صفات آناتومیکی ریشه نیز با عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم هم‌راستا و دارای همبستگی مثبت بود به گونه‌ای که مطابق اظهارات پیشین تیمارهای تاریخ کاشت دوم، آبیاری اول و شوری اول بیشترین سطح دستجات آوندی و در کل مقطع عرضی ریشه را داشتیم که می‌تواند از دلایل اصلی افزایش عملکرد دانه به دلیل انتقال بیشتر آب و مواد غذایی به این مخزن اصلی باشد ولی در دیگر تیمارها مشاهده شد سطوح آناتومیکی برای حفظ و افزایش سرعت انتقال و راندمان رطوبتی گیاه سطح خود را کاهش دادند تا به عنوان یک مکانیسم مقاومتی مانع از مرگ گیاه و کاهش عملکرد شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت کاهش سطح استوانه مرکزی و صفات ریخت‌شناسی ریشه در شرایط خشکی به عنوان یک مکانیسم مقاومت به شرایط تنش‌زای محیطی سبب افزایش محصول می‌شود. به طور کلی، گزارش‌های موجود حاکی از آن است که بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و حیاتی که شناخت اثرات تنش‌های محیطی بر گندم است، اگر بر شناخت روابط گیاه و محیط پیرامون و بر اساس صفات فیزیولوژیکی و آناتومیکی استوار شود، کمک قابل توجهی به تعیین مسیر برنامه‌های به‌زراعی برای دستیابی به عملکرد بالا خواهد کرد.

(۹) مبنی بر افت شدید عملکرد به دلیل از دست رفتن آب گیاه و رطوبت اطراف گیاه مطابقت دارد (جدول‌های ۶ و ۷). صفات تعداد سنبله، دانه در سنبله، وزن هزار دانه، طول سنبله و ارتفاع گیاه، دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد با عملکرد دانه بودند که در این خصوص با اظهارات (۱۰ و ۱۹) مبنی بر نقش مؤثر این صفات در افزایش عملکرد تحت تأثیر تنش مطابقت دارد. از بین صفات آناتومیکی نیز فقط مساحت مقطع عرضی ریشه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری (**۰/۳۹۶) با عملکرد دانه بود که لزوم توجه به خصوص در امر اصلاح ارقام و فرایندهای به‌نژادی در این صفت را می‌طلبد. نتایج به دست آمده با بررسی دیگر (۷) مبنی بر همبستگی مثبت و معنی‌دار مقطع عرضی ریشه با عملکرد دانه در یک راستا قرار داشت (جدول ۸).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این بررسی در نهایت مشخص کرد که تیمار تاریخ کاشت دوم (۱۳۹۷/۰۹/۱۰) به دلیل اینکه در طول دوره رشد خود دارای تنش دمایی کمتر (گرمای دوره گلدهی و سرمای دوره جوانه‌زنی) بود، بیشترین عملکرد را داشت، زیرا در کشت زودهنگام به دلیل برخورد دوره گلدهی با تنش گرمای آخر فصل و کشت دیرهنگام به دلیل برخورد با سرما قبل از استقرار گیاه شاهد کاهش عملکرد گیاه بودیم. همچنین بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد گیاه در تیمارهای آبیاری اول با پنج مرحله آبیاری در طول دوره رشد و شوری اول با ۲ دسی‌زیمنس بر متر به دلیل فراهمی شرایط مطلوب‌تر آبیاری و

منابع مورد استفاده

1. Abd Mishani, S., and J. Jafari Shabestari. 1997. Evaluation of wheat cultivars for drought tolerance. *Journal of Agricultural Science* 19(1): 37-44. (In Farsi).
2. Ahmadi, J., A. Zali, B. Yazdi Samadi, A. Talei, M. R. Ghannadeh and S. Fabrici Orang. 2004. Genetic study of wheat root characteristics in relation to drought tolerance. *Iranian Crop Science* 6(4): 426-437. (In Farsi).
3. Akbari, S., M. Kafi and S. RezvanBeidokhti. 2016. The effect of drought stress on Yield, yield components and anti-oxidant of two garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes with different planting densities. *Journal of Agroecology* 8(1): 95-106. (In Farsi).
4. Arvin, P. and J. Vafabakhsh. 2016. Study of drought and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on radiation

- use efficiency and dry matter partitioning into pod in different cultivars of Brassica oilseed rape. *Journal of Agroecology* 8(1): 134-152.
5. Blye, E. N., S. E. Mason and D. H. Sander. 1990. Influence of planting date, seeding rate on wheat yield. *Agronomy Journal* 22: 762-768.
 6. Dawood, M. G. 2016. Influence of osmoregulators on plant tolerance to water stress. *Scientia Agriculturae* 13(1): 42-58.
 7. Dencheva, L. 1973. The effect of irrigation on the development of the root system in wheat. *Journal of Tasterive* 10(10): 3-10.
 8. Hamedanizadeh, A. K., H. Ramshini, M. G. Ghaderi and M. F. Najafabadi. 2015. Relationship between root traits and wheat grain yield under non-stress conditions and drought stress at the end of the season. *Environmental Stresses in Agricultural Sciences* 8(1): 1-11. (In Farsi).
 9. Hansone, B. 1999. *Agricultural Salinity and Drainage*. California Cooperative Extension. USA.
 10. Hay, R. K. M. 1986. Sowing date and the relationships between plant and apex development in winter cereals. *Field Crops Research* 14: 321-327.
 11. Houshyar, R., H. R. Miri and M. S. Tadayon. 2009. The effect of elimination of irrigation at the late growth stage on yield and yield component of wheat cultivars. *Plant Ecophysiology* 1(1): 1-14.
 12. Ka'b-e-mir, A., B. Jafari-haghighi and M. U. Gosha. 2009. Effect of irrigation time and salinity on performance and its components in the south of Khuzestan province. *Plant Physiology* 1(4): 3-16. (In Farsi).
 13. Kalaleh, H. A., M. Tally and M. Atassi. 2016. Preparation of a clay based superabsorbent polymer composite of copolymer poly (acrylate-co-acrylamide) with bentonite via mic rowave radiation. *Materials Science* 4(4): 145-154.
 14. Kalat Arabi, M., F. Sheikh, H. Souqi and J. Hohushi. 2011. Effect of planting date on yield and yield components of two wheat cultivars in Gorgan. *Journal of Seedlings and Seeds* 2-27(3): 285-296. (In Farsi).
 15. Khodabandah, N. 2005. *Cereals*. Tehran University Press. (In Farsi).
 16. Knapp, W. R. and J. S. Knapp. 1978. Response of winter wheat to date of planting and fall fertilization. *Agronomy Journal* 70: 1048-1053.
 17. Kulkarni, M. and S. Phalke. 2009. Evaluating variability of root size system and its constitutive traits in hot pepper (*Capsicum annum* L.) under water stress. *Scientia Horticulturae* 120: 159-166.
 18. Limouchi, K. and F. Farahvash. 2014. Effect of different planting dates on anatomy of the peduncle and grain yield of rice varies in the north Khuzestan region. *India Journal Scientia Research and Technology* 2(2): 99-103.
 19. Limouchi, K., S. A. Siadat and A. Gilani. 2014. Effect of planting date on vegetative growth and yield of three rice cultivares in north regions of Khuzestan. *Agronomic Research in Semi Desert Regions* 11(1): 51-63.
 20. Limouchi, K., M. Yarnia, A. Siyadat, V. Rashidi and A. Guilani. 2017. The effect of different irrigation regimes on floret and root anatomy of aerobic rice genotypes in Khuzestan, Iran. *Applied Ecology and Environmental Research* 15(4): 1947-1970.
 21. Lopes, M. S. and M. P. Reynolds. 2010. Partitioning of assimilates to deeper roots is associated with cooler canopies and increased yield under drought in wheat. *Functional Plant Biology* 37: 147-156.
 22. Maas, E. V. and J. A. Poss. 1989. Salt sensitivity of wheat at various growth stages. *Irrigation Science* 10: 29-40.
 23. Mckenzie, B. M., A. G. Bengough, P. D. Hallett, W. T. B. Thomas, B. Forster and J. W. McNicol. 2009. Deep rooting and drought screening of cereal crops: a novel field-based method and its application. *Field Crops Research* 112: 165-171.
 24. Moshafghi, N., H. Khazaali and M. Kafi. 2014. Comparison of root morphological traits of old and new barley cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Research* 12(4): 641-648. (In Farsi).
 25. Mostajeran, A. and V. Rhimi-Eichi. 2008. Drought stress effect on root anatomical characteristics of rice cultivars (*Oryza sativa*.L). *Pakistan Journal of Biological Science* 11(18): 2173-2183.
 26. Naderi, A., A. Hashemi Dezfouli and O. Majidi. 2000. Correlation studies of effective traits on grain weight and determination of the effect of some physiological parameters on spring wheat genotypes performance under favorable drought stress conditions. *Journal of Seedlings and Seeds* 16(3): 374-385. (In Farsi).
 27. Radmehr, M., G. A. Lotfali-Ayeneh and A. Kajbaf. 1997. Effect of sowing date on growth and yield of wheat cultivar Falat in southern regions of Khuzestan. II. Accumulation and redistribution pattern of macroelements in different plant parts. *Seed and Plant* 13: 34-46.
 28. Rafiee, M. 2008. Effect of planting date on yield of some rice cultivars in Khorramabad weather conditions. *Journal of Seedlings and Seeds* 24(2): 251-263. (In Farsi).
 29. Sarayloo, M., H. Sabouri and A. R. Dadras. 2015. Assessing genetic diversity of rice genotypes using microsatellite markers and their relationship with morphological characteristics of seedling stage under non- and drought-stress conditions. *Cereal Research Communications* 5(1): 1-15.
 30. Sarmadnia, G. H. 1994. The importance of environmental stresses in agriculture. Proceedings of the First Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. Tehran Publishing House. (In Farsi).

31. Sedaghat, N., H. Pirdashti, R. Asadi and Y. Mousavi-Taghani. 2015. Effect of different irrigation methods on rice water productivity. *Journal of Water Research in Agriculture* 28(1): 1-9.
32. Shanmugasundaram, B. 2015. Adoption of system of rice intensification under farmer participatory action research programme (FPARP). *Indian Research Journal of Ext Education* 15(1): 114-117.
33. Simonis, W. 1952. Quantitative studies of the entire root systems of weed and crop plants under field conditions. *Ecology Journal* 18: 6-79.
34. Singh, K. and R. S. Virmani. 1973. Rooting behaviour of Mexican and indigenous wheat under different soil moisture regimes. *Australia Journal of Biology Sciences* 26: 65-76.
35. Tarinazhad, A., M. M. Moghaddam, M. Shakiba, H. Kazemi and A. Saidi. 2000. Correlation coefficients of grain yield correlation with direct and indirect effects through replacement traits under the end of season blue conditions in autumn wheat genotypes. Abstract The 6th Conference on Plant Breeding, Babolsar. (In Farsi).
36. Tarlera, S., M. C. Capurro, P. Irisarri, A. F. Scavino, G. Cantou and C. Roel. 2015. Yield-scaled global warming potential of two irrigation management systems in a highly productive rice system. *Scientia Agricola* 73(1): 43-50.
37. Tavakoli, A. R. 2003. Effect of different levels of irrigation and nitrogen on yield and yield components of rainfed cultivar Sabalan cultivar. *Journal of Seedlings and Seeds* 19(3): 367-380. (In Farsi).
38. Tavalá, R., A. Aalami, H. Sabouri and A. Sabouri. 2015. Evaluation of haplotype and allelic diversity of SSR markers linked to major effect QTL on chromosome 9 controlling drought tolerance in rice. *Cereal Research Communications* 5(1): 107-119.
39. Tupitsyn, N. V., J. G. Waines and A. K. Lyashok. 1986. Water uptake by the root system of the spring wheats Botanicheskaya 3 and Orenburgskaya 7 in relation to their drought resistance. *Plant Breeding* 57: 9-815.
40. Ullah, H. A., F. Javed, A. Wahid and B. Sadia. 2016. Alleviating effect of exogenous application of ascorbic acid on growth and mineral nutrients in cadmium stressed barley (*Hordeum vulgare*) seedlings. *International Journal of Agriculture and Biology, Faisalabad* 18(1): 73-79. (In Farsi).
41. Zheng, G. L., L. I. Yun, C. Shun-tang, Z. Hua and L. Guo-hua. 2009. Effects of high temperature stress on microscopic and ultrastructural characteristics of mesophyll cells in flag leaves of rice. *Rice Sciences* 16: 65-71.

Effect of Planting Dates, Salinity and Moisture Regimes on Root Anatomical Traits, Yield and other Traits of Wheat, Chamran Cultivar in Khuzestan

K. Limouchi^{1*}

(Received: July 14-2019; Accepted: September 28-2019)

Abstract

To investigate the effect of different planting dates (November 1-2018, December 1-2018 and December 31-2018) as the main factor, different salinity levels of the irrigation water (2, 7 and 12 dS/m) as the sub-plots factor and different irrigation regimes (including irrigation at 5 critical stages of the growth period, 2 stages of germination and flowering and 0 irrigation) as the sub-sub-plots factor with three replications a split-split plot experiment was carried out in a complete random blocks design during 2018-2019. Significant effects were observed for all treatments and interaction between two and three factors on grain yield and root anatomical traits (surfaces of the central cylinder, epidermis and cross-sectional). The highest and lowest grain yields (6106.30 and 689.30 kg/ha, respectively) belonged to planting at December 1-2018 and December 31-2018, salinities of 2 and 12 dS/m and also irrigation at 5 stages and no irrigation during the growing season. Other traits (number of spikes, number of grains, 1000-grain weight, spike length and plant height) were decreased with increasing in salt level and reducing irrigation events. Delayed planting reduced the yield and components more than early planting. The largest surface of the central cylinder, and the cross-section was obtained with planting at December 1-2018 and the greatest epidermis surface was obtained with planting at December 31-2018. Grain yield had the highest positive and significant correlation with cross-sectional surface (0.396**) and it may be used as criteria for breeding wheat for an increased yield under unfavorable environments.

Keywords: Anatomy, Yield, Yield components, Stress, Wheat

1. Ph.D of Agronomy and Young Researchers and Elite Club member, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran.

*: Corresponding Author, Email: kavehlimouchi@yahoo.com