



ارزیابی تاثیر تنش خشکی بر صفات موثر بر انباشت مواد در دانه ارقام مختلف گندم

فرزاد پاک نژاد

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

اسلام مجیدی

استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - تهران

قربان نورمحمدی

استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - تهران

عطاله سیادت

استاد دانشگاه شهید چمران اهواز

سعید وزان

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

چکیده

به منظور ارزیابی صفات موثر بر وزن دانه ارقام گندم تحت شرایط تنش خشکی آزمایشی در دو منطقه کرج و تربت جام با ۹ رژیم مختلف آبیاری بر روی سه رقم گندم نان در چهار تکرار به صورت فاکتوریل در قالب آماری بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. نتایج نشان داد که عملکرد دانه، دوره موثر پر شدن دانه، حداکثر وزن دانه و وزن هزار دانه در منطقه کرج بیشتر از منطقه تربت جام بود. اثر تیمار تنش خشکی در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود. به طوری که تیمار شاهد (T1) بیشترین عملکرد و طول دوره پر شدن و کمترین سرعت رشد دانه را دارا بود. و تیمار آبیاری کافی تا گلدهی و قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد (T8) دارای کمترین عملکرد و طول دوره پر شدن دانه و بیشترین سرعت رشد دانه بود. شرایط تنش موجب کاهش طول دوره پر شدن دانه و افزایش سرعت رشد دانه گردید. نتایج همبستگی نشان داد که عملکرد دانه با مدت پر شدن دانه و حداکثر وزن دانه همبستگی مثبت و با سرعت رشد دانه همبستگی منفی دارد. نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد که طول دوره پر شدن عمده‌ترین صفت در توجیه تغییرات وزن نهایی دانه است و پس از آن سرعت پر شدن دانه بخش عمده‌ای از بقیه تغییرات وزن نهایی دانه را تعیین می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: گندم، تنش خشکی، سرعت پر شدن دانه، مدت پر شدن دانه

مقدمه

در مناطق نیمه خشک از جمله سطوح وسیعی از کشور ایران، کاهش رطوبت خاک در اثر عدم بارندگی و افزایش ناگهانی دما در دوره پرشدن دانه که از مهم‌ترین عوامل کاهش رشد و نمو گندم به شمار می‌رود یک پدیده اقلیمی غالب است. کاهش رطوبت خاک در دوره پر شدن دانه گندم نه فقط در زراعت دیم که زراعتی کاملاً وابسته به نزولات جوی است، بلکه در زراعت فاریاب نیز به دلایلی نظیر محدودیت منابع آب و رقابت سایر بخش‌های مصرف کننده آب و حتی زیر بخش‌های کشاورزی و همچنین عدم تمایل برخی از کشاورزان به آبیاری در دوره مذکور، ممکن است عملکرد دانه گندم را از طریق کم شدن وزن دانه کاهش دهد. وزن دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه گندم است و به وسیله سرعت و مدت پرشدن دانه تعیین می‌شود. سرعت پر شدن به مقدار زیادی به وسیله ژنوتیپ کنترل می‌شود. ولی مدت پر شدن تحت تاثیر محیط است (۲۳). اثر تنش رطوبت بر روی گندم بسته به این که در کدام مرحله از رشد رخ دهد متفاوت است و اثرات آن بر عملکرد و سایر صفات فیزیولوژیکی توسط محققان متعددی مورد آزمون قرار گرفته است. براساس گزارش اوسترهیس و همکاران (۲۲) تنش خشکی می‌تواند گلدهی و رسیدگی گندم را تسریع نماید. وقوع تنش در مرحله گلدهی و دانه بندی، دوره پر شدن را کوتاه‌تر می‌کند (۲۶). تنش اول فصل زمان گرده افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک را به تاخیر انداخته ولی تنش در مراحل گلدهی و دانه بندی دوره پر شدن را ۱۰ تا ۱۱ روز کوتاه‌تر کرده است (۲۶). خشکی در طی مرحله پر شدن دانه به ویژه اگر با گرما همراه باشد می‌تواند موجب تسریع پیری، کاهش دوره پر شدن دانه و کاهش وزن دانه گردد (۱۲). محیط روی سرعت پر شدن دانه و نیز روی طول دوره پر شدن دانه موثر است. تحت شرایط محیطی خشک، طول دوره پر شدن دانه کاهش می‌یابد، دماهای پائین در طول دوره پر شدن دانه سبب کاهش سرعت پر شدن دانه و افزایش طول دوره پر شدن دانه می‌شود و در مجموع وزن دانه را افزایش می‌دهد. این نشان می‌دهد که بین سرعت پر شدن دانه و طول دوره پر شدن دانه یک همبستگی محیطی وجود دارد (۱۷). وزن دانه یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه می‌باشد. افزایش وزن دانه از طریق طول دوره پر شدن دانه (۱۷) و سرعت آن (۱۷، ۸) میسر است و همبستگی قوی بین وزن نهایی دانه و دوره پر شدن دانه گزارش شده است (۱۶). بعضی از محققین نتیجه گرفته‌اند که عملکرد بالای هیبریدهای زودرس از طریق سرعت بالای پر شدن و کاهش طول دوره پر شدن دانه به دست می‌آید. همچنین ژنوتیپ‌های گندم با سرعت بالای پر شدن دانه و طول دوره پر شدن دانه می‌توانند عملکرد بالاتری در نواحی با دوره رشد کوتاه تولید کنند (۱۷).

در مرحله زایشی رشد گیاهان حساسیت ویژه‌ای به کمبود آب دارند (۲۶). دو هفته تا ۱۰ روز قبل از گلدهی که در آن تقسیم کاهشی نیز انجام می‌یابد، حساسیت به تنش خشکی بیشتر است (۵) و اثر قابل ملاحظه‌ای بر روی کاهش تعداد دانه در سنبله می‌گذارد (۲۴). وزن دانه بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه دارد و به عنوان یک صفت مهم در انتخاب برای مقاومت به خشکی و درجه حرارت بالا مورد توجه قرار گرفته است (۱) به طوری که وزن دانه و عملکرد با افزایش تعداد آبیاری به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (۳). سین و همکاران (۲۷) تاثیر تنش خشکی را در مراحل مختلف مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که عملکرد دانه و مدت پر شدن دانه تحت تاثیر خشکی قرار می‌گیرد. بعد از تثبیت تعداد دانه در مرحله گرده افشانی، وزن دانه مهم‌ترین عامل در تعیین میزان عملکرد گندم محسوب می‌شود (۲۵). روند پر شدن دانه به وسیله یک منحنی سیگموئیدی توجیه می‌شود و در این منحنی سه مرحله رشد بطئی، رشد خطی و رسیدگی فیزیولوژیک قابل تمایز است (۱۳).

در مرحله رشد بطئی، اگر چه فقط ۵ درصد وزن دانه تشکیل می‌شود، ولی نقش کلیدی در وزن نهایی دانه دارد. هر عاملی از جمله انواع تنش‌های محیطی که این دوره را کوتاه‌تر کند، موجب کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرم و در نتیجه موجب کاهش وزن دانه می‌شود (۲۳). مرحله دوم از رشد دانه، مرحله رشد خطی است، این مرحله از حدود ۱۱ تا ۱۴ روز پس از گرده افشانی شروع می‌شود (۲۱). سرعت و دوره پر شدن دانه در تعیین وزن دانه و عملکرد گندم در طول این دوره اهمیت زیادی دارد (۱۴). تنش‌های محیطی از جمله خشکی از طریق کاهش دوره پر شدن دانه‌ها سبب کاهش وزن آنها می‌شوند. مرحله سوم، مرحله رسیدگی فیزیولوژیک است که ۵ درصد در

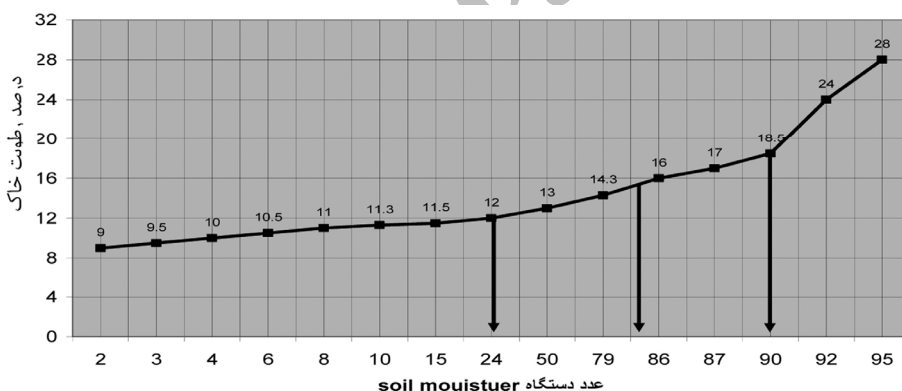
وزن نهایی دانه نقش دارد، ولی از جنبه‌های مختلف بر وزن دانه و کیفیت آن موثر است. مهم‌ترین فرآیند این دوره کاهش سریع رطوبت دانه است که سبب کاهش شدید تنفس می‌شود. در این مرحله تاثیر سایر تنش‌های محیطی نیز کمتر می‌شود (۶). اهدایی و وینز (۱۵) گزارش کردند که میانگین درصد انتقال مجدد در شرایط تنش (۴۴/۶ درصد) از میانگین انتقال در شرایط مطلوب آب (۲۹/۵٪) بیشتر است. به طور کلی میزان انتقال مجدد در شرایط خشکی نسبت به شرایط مطلوب بیشتر است. شرایط آب و هوایی مدیرانه‌ای که با کاهش رطوبت و افزایش دما در زمان پر شدن دانه همراه است، دوره قابل استفاده برای گسترش و پر شدن دانه را محدود ساخته و عملکرد را از طریق کاهش وزن دانه کاهش می‌دهد (۱۱). نتایج آزمایش شریفی (۲) نیز نشان داد که اعمال تنش رطوبت در مرحله پر شدن دانه سبب کاهش طول دوره گرده افشانی تا رسیدگی، تعداد سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه می‌گردد. بررسی‌ها در شرایط آب و هوایی مختلف و همچنین گندم‌های بهاره تحت شرایط تنش خشکی نشان می‌دهد که سرعت پر شدن دانه به طور مثبت با وزن نهایی دانه مرتبط بوده و به طور غیر مستقیم از طریق افزایش وزن دانه سبب افزایش عملکرد در واحد سطح می‌گردد. و گزینش برای سرعت پر شدن دانه بالا از طریق گزینش برای وزن دانه بیشتر امکان پذیر است (۱۷، ۹). همچنین در محیط‌هایی که فصل رویش به خاطر تنش‌های شدید کوتاه شده است، با توجه به عدم همبستگی ژنتیکی سرعت پر شدن دانه با طول دوره پر شدن دانه، دستیابی به عملکرد بالا از طریق افزایش سرعت پر شدن دانه و کاهش طول دوره پر شدن دانه امکان پذیر است (۹). در شرایط تنش خشکی بعد از گرده افشانی که معمولاً در مناطقی با اقلیم نیمه خشک اتفاق می‌افتد به علت کاهش شدید فتوسنتز جاری گیاه، انباشت مواد حاصل از این فرآیند در دانه محدود می‌گردد (۲۰). در چنین شرایطی ممکن است طول دوره انباشت مواد کاهش یابد. در شرایطی که به دلیل کاهش فتوسنتز جاری در اثر فشار عامل محیطی سرعت و مقدار ماده خشک انباشته شده در دانه از فرآیند مذکور نقصان یابد، سایر فرآیندهای جبران کننده کمبود فتوسنتز جاری یعنی حرکت و انتقال مجدد مواد از اندام‌های رویشی به دانه، تحریک شده و تا حدودی کاهش وزن دانه جبران می‌گردد (۱۸) در هر صورت سرعت انباشت مواد و دوره پر شدن دانه تعیین کننده وزن نهایی دانه به عنوان یکی از اجزاء عملکرد گندم بوده و هر دو مولفه تحت تاثیر ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرند (۱۰) هدف از این تحقیق بررسی و ارزیابی تاثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر سرعت و مدت پر شدن دانه که از مولفه‌های مهم در تعیین عملکرد دانه گندم می‌باشد در ارقام زودرسی، متوسط رس و دیررس گندم بوده است.

مواد و روش‌ها :

تحقیق حاضر در آبان ماه ۱۳۸۲ در مزارع پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج (عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی) به ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا و مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تربت جام (عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۶۰ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی) به ارتفاع ۹۱۰ متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. خاک محل آزمایش در منطقه کرج دارای بافتی شنی لومی با EC برابر ۱/۴ و اسیدیته‌ای معادل ۷/۶ بود. در منطقه تربت جام محل آزمایش دارای بافتی لومی رسی با EC برابر ۱/۲ و اسیدیته‌ای معادل ۸/۵ بود.

تیمارهای تنش خشکی شامل ۱- آبیاری در ۴۰٪ تخلیه رطوبت قابل دسترس در تمام دوره رشد (شاهد) ۲- آبیاری در ۶۰٪ تخلیه رطوبت قابل دسترس از ابتدای ساقه دهی تا پایان دوره رشد ۳- آبیاری در ۸۰٪ تخلیه رطوبت قابل دسترس از ابتدای ساقه دهی تا پایان دوره رشد ۴- آبیاری در ۶۰٪ تخلیه رطوبت قابل دسترس در زمان گل دهی و پس از آن آبیاری کافی ۵- آبیاری در ۶۰٪ تخلیه رطوبت قابل دسترس از زمان گل دهی تا پایان دوره رشد ۶- آبیاری در ۸۰٪ تخلیه رطوبت قابل دسترس در زمان گل دهی و پس از آن آبیاری کافی. ۷- آبیاری در ۸۰٪ تخلیه رطوبت قابل دسترس از زمان گل دهی تا پایان دوره رشد ۸- آبیاری کافی تا گلدهی و قطع آبیاری از گل دهی تا پایان دوره رشد ۹- آبیاری کافی تا ابتدای پر شدن دانه و قطع آبیاری در طول دوره پر شدن دانه، بوده که به ترتیب با T1 تا T9 معرفی می‌شوند. ارقام مورد آزمایش شامل چمران، مرودشت و گاسپارد بودند که به ترتیب با

V1، V2 و V3 در نظر گرفته شد. در تیمار (T2) یک آبیاری در زمان کاشت انجام شد و به دلیل بارندگی‌های مکرر تا شروع مرحله ساقه‌دهی، مزرعه مورد آبیاری واقع نشد. از شروع مرحله ساقه‌دهی با تشخیص اولین گره (مرحله رشدی ۳۱ زادوکس) تا پایان دوره رشد پس از ۶۰٪ تخلیه رطوبتی مزرعه مورد آبیاری قرار می‌گرفت. در تیمار (T3) شرایط مانند T2 اعمال گردید. با این تفاوت که پس از مرحله رشدی ۳۱ زادوکس تا پایان دوره رشد پس از ۸۰٪ تخلیه رطوبتی کرت‌ها مورد آبیاری قرار می‌گرفت. در تیمار T4 آبیاری در طول مرحله گل‌دهی از مرحله رشدی آبستنی (مرحله رشد ۴۳ زادوکس) تا پایان گل‌دهی کامل (مرحله ۶۹) در ۶۰٪ تخلیه رطوبتی انجام می‌شد. و در مراحل قبل از مراحل ذکر شده آبیاری در ۴۰٪ تخلیه رطوبتی انجام گردید. در تیمار T5 تا مرحله رشد ۴۳ زادوکس یا مرحله رشدی آبستنی آبیاری در ۴۰٪ تخلیه رطوبتی انجام گردید و پس از این مرحله تا پایان دوره رشد آبیاری پس از ۶۰٪ تخلیه رطوبتی انجام شد. در تیمار T6 آبیاری در طول مرحله گل‌دهی از مرحله رشدی آبستنی (مرحله رشد ۴۳ زادوکس) تا پایان گل‌دهی کامل (مرحله ۶۹) در ۸۰٪ تخلیه رطوبتی انجام شد. در مراحل قبل و بعد از مراحل ذکر شده آبیاری در ۴۰٪ تخلیه رطوبتی انجام گردید. در تیمار T7 تا مرحله رشد ۴۳ زادوکس یا مرحله رشدی آبستنی آبیاری در ۴۰٪ تخلیه رطوبتی انجام گردید و پس از این مرحله تا پایان دوره رشد آبیاری پس از ۸۰٪ تخلیه رطوبتی انجام شد. در تیمار T8 تا مرحله رشد ۴۳ زادوکس یا مرحله رشدی آبستنی آبیاری در ۴۰٪ تخلیه رطوبتی انجام گردید و پس از این مرحله تا پایان دوره رشد آبیاری قطع گردید. در تیمار T9 آبیاری در کرت‌های آزمایشی در طول مرحله پرشدن دانه از مرحله رشدی ۷۰ زادوکس (نمو مرحله شیری) تا انتهای دوره رشد قطع گردید. قبل از این مرحله آبیاری در ۴۰٪ تخلیه رطوبتی انجام گردید. شکل شماره ۱ نشان دهنده منحنی رطوبتی خاک و تغییرات هدایت الکتریکی بلوک‌های گچی در ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی قابل دسترس در زمان اعمال تیمارهای تنش خشکی می‌باشد.



شکل ۱ منحنی رطوبتی خاک و تغییرات هدایت الکتریکی بلوک‌های گچی

هر کرت آزمایشی شامل ۷ خط کاشت با فاصله ۱۵ سانتیمتر و طول ۴ متر بود. بین کرت‌های آزمایشی در منطقه کرج یک متر و در منطقه تربت جام ۱/۲ و بین تکرارهای آزمایشی ۲ متر فاصله در نظر گرفته شد و در انتهای هر تکرار یک جوی زه آب به منظور هدایت آب مازاد بر کرت احداث گردید. قبل از انجام آزمایش به منظور اطلاع از میزان حرکت آب بین کرت‌ها و تعیین فاصله بین کرت‌های آزمایشی کرت‌هایی با ابعاد موجود در آزمایش ولی با فواصل مختلف از ۵۰ تا ۲۰۰ سانتیمتر از یکدیگر احداث و مورد آبیاری قرار گرفت. میزان رطوبت داخل و بین کرت‌ها با نصب بلوک‌های گچی به طور مرتب کنترل گردید. بلوک‌ها قبلا و اسنجی و منحنی رطوبت خاک تعیین شده بود. براساس نتایج این آزمایش‌ها در آزمایش اخیر فاصله بین کرت‌ها انتخاب گردید. تراکم کاشت به میزان ۴۰۰ بذر در متر مربع در نظر گرفته شد. میزان کود بر اساس آزمایش‌های خاک در هر منطقه به خاک اضافه شد.

اولین آبیاری در تاریخ ۲۰ آبان ماه بلافاصله پس از کاشت بذرها صورت گرفت. رطوبت کرت‌های آزمایشی به طور مرتب اندازه‌گیری شده و بر اساس اندازه‌گیری‌های به عمل آمده تا مرحله ساقه دهی به دلیل بارندگی‌های مکرر در منطقه کرج نیازی به اجرای آبیاری مجدد نبوده و در منطقه تربت جام یک آبیاری دیگر نیز انجام گردید، و بعد از آن آبیاری بر اساس تیمارهای تعریف شده انجام گردید. لازم به ذکر است که برای انجام تیمارهای تنش خشکی کل مزرعه لوله کشی گردید و آبیاری کرت‌ها توسط لوله انجام شد و به منظور کنترل دقیق آب ورودی به هر کرت از کنتورهای قابل تنظیم و اتوماتیک استفاده گردید. برای اعمال تیمارهای تنش کرت‌های مورد نظر در صورت ریزش باران توسط پلاستیک پوشانده می‌شد. پلاستیک‌ها به حالت شیب دار قرار گرفته تا آب باران از دسترس گیاه و کرت‌های آزمایشی خارج گردید. به منظور بررسی روند رشد دانه جمعاً ۵ بار نمونه برداری از خط ۲ هر کرت به عمل آمد. در هر بار نمونه برداری ۱۰ سنبله اصلی که قبلاً در زمان ظهور سنبله توسط روبان رنگی مشخص شده بودند، برداشت شده و سنبله‌های ۵ تا ۹ (شمارش از قاعده) جدا گردید. از هر سنبله‌چه تعداد ۲ دانه که به محور اصلی نزدیک‌تر بودند جدا و به این ترتیب جمعاً تعداد ۱۰۰ دانه جدا و پس از خشک کردن توزین گردید. آغاز نمونه برداری‌های مرحله رشد ۷۰ زادوکس بود. سپس ۴ نمونه برداری دیگر با فاصله ۴ روز از یکدیگر انجام گردید. بدین ترتیب تمام نمونه برداری‌ها از مرحله رشد خطی دانه انجام شد. سپس معادله رگرسیون خطی وزن دانه‌ها نسبت به زمان برآش گردید. و شیب خط رگرسیون (b) به عنوان معیار سرعت پرشدن دانه در نظر گرفته شد. و از تقسیم وزن نهایی دانه سنبله اصلی در زمان رسیدگی به سرعت پرشدن دانه طول دوره پرشدن دانه‌ها محاسبه شد.

در پایان دوره رشد پس از برداشت گیاهان خطوط ۴ و ۵ هر کرت به طول سه متر از وسط هر کرت برداشت شد و عملکرد دانه تعیین شد. با انتخاب ۵ نمونه تصادفی از دانه‌های برداشت شده از هر کرت وزن هزار دانه مشخص شد. جهت محاسبات آماری از نرم افزار SAS در مدل‌های ANOVA و REG استفاده شد. مقایسه میانگین‌های تیماری پس از تجزیه واریانس با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطوح معنی داری مربوطه انجام گردید و کلیه نمودارها و منحنی‌ها توسط نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه^۱ (GY)، سرعت رشد دانه^۲ (GGR)، دوره موثر پر شدن دانه^۳ (EFP)، حداکثر وزن دانه در سنبله اصلی (Ymax) و وزن هزار دانه در جدول ۱ نشان داده شده است. برای کلیه صفات مورد مطالعه مکان‌های آزمایش در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری نشان داد. به طوری که دوره پر شدن دانه، حداکثر وزن دانه در منطقه کرج بیشتر از منطقه تربت جام بوده است. برتری صفات فوق‌الذکر موجب برتری عملکرد دانه در منطقه کرج شده است (جدول ۲). برتری صفات موثر بر عملکرد دانه در منطقه کرج نسبت به منطقه تربت جام احتمالاً به دلیل شرایط مساعدتر، درجه حرارت‌های کمتر و بارندگی بیشتر در طی مرحله پر شدن دانه در این منطقه بوده است. درجه حرارت‌های بالاتر در طی مراحل انتهایی رشد گندم در منطقه تربت جام موجب کاهش طول دوره پر شدن دانه و افزایش سرعت پر شدن دانه گندم در این منطقه شده است گزارش شده است. شرایط آب و هوایی گرم‌تر و خشک‌تر موجب کاهش طول دوره پر شدن دانه و افزایش سرعت رشد دانه می‌شود و کاهش طول دوره پر شدن دانه باعث کاهش وزن دانه و در نهایت موجب کاهش عملکرد دانه می‌گردد (۱۱، ۱۲، ۱۷).

طبق نتایج جدول شماره ۱ تنش خشکی بر روی کلیه صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری را ایجاد نموده است. بالاترین عملکرد دانه در شرایط مطلوب آبیاری (T_۱) به دست آمد و کمترین مقدار عملکرد در تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی تا پایان دوره رشد (T_۸) به دست آمد. تیمار T_۸ که کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داده است دارای بیشترین سرعت رشد دانه و کمترین دوره موثر پر شدن دانه می‌باشد. دوره کم پر شدن دانه موجب کاهش حداکثر وزن دانه و وزن هزاردانه شده است و این تیمار کمترین مقادیر وزن هزار دانه، حداکثر وزن دانه و دوره پر شدن دانه را دارا می‌باشد و این نشان دهنده اهمیت دوره پر شدن دانه بر عملکرد دانه است. با توجه به اینکه این تیمار بعد از گلدهی هیچ آبی را دریافت نکرده است، کاهش طول دوره پر شدن دانه قابل

1 Grain yield
2 Grain growth rate
3 Effective filling duration

پیش بینی می‌باشد. افزایش سرعت رشد دانه در این تیمار احتمالاً به دلیل شرایط فرار از خشکی گیاهان در تکمیل چرخه زندگی و پر کردن دانه‌ها می‌باشد. این تیمار به میزان ۵۶ درصد افزایش سرعت رشد دانه نسبت به تیمار شاهد نشان داد. و با ۲۲ روز طول دوره پر شدن دانه نسبت به تیمار شاهد با ۴۱ روز به میزان ۸۷٪ کاهش نشان داد. با توجه به کاهش شدید طول دوره پر شدن دانه نسبت به افزایش سرعت پر شدن دانه وزن نهایی دانه‌ها در این تیمار با ۳۲/۱ میلی‌گرم نسبت به تیمار شاهد با ۴۱ میلی‌گرم به میزان ۲۸ درصد کاهش نشان داد این در حالی است که عملکرد دانه این تیمار نسبت به شاهد به میزان ۲۳۰ درصد کاهش نشان داد (جدول شماره ۲). و این اختلاف نشان دهنده تاثیر سایر صفات بر عملکرد دانه می باشد. نتایج بدست آمده با نتایج کواتر (۲۶) که اعلام نمود وقوع تنش در مرحله گل دهی و دانه بندی دوره پر شدن را کوتاه‌تر و سرعت پر شدن دانه را افزایش می‌دهد و دوره پر شدن را ۱۰ تا ۱۱ روز کوتاه‌تر می‌کند مطابقت دارد. محققان دیگری نیز نتایج مشابهی اعلام نمودند (۲، ۶).

جدول ۱ تجزیه واریانس عملکرد دانه و صفات موثر بر وزن دانه

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات				وزن ۱۰۰۰ دانه GW
			عملکرد دانه GY	سرعت رشد دانه GGR	دوره پر شدن دانه EFP	حداکثر وزن دانه Y _{MAX}	
L	مکان	۱	۴۰۹۰۰۰۱۰**	۱،۱۱۹**	۲۰۳۹،۳**	۵۳۶،۲**	۴۳۰،۳۹**
Rep×L	مکان×تکرار	۶	۱۱۴۴۴۷۳	۰،۰۳۴	۱۷،۸۵۸	۴،۰۳	۱،۱۸۳
T	تنش خشکی	۸	۵۰۵۹۸۰۵۵**	۰،۶۲۸**	۹۷۳،۷۸**	۵۴۰،۳**	۳۶۷۳۹۲۰**
L×T	مکان×تنش خشکی	۸	۱۰۶۴۷۱۹	۰،۰۰۱	۹،۰۲۷	۷،۴۰	۳،۸۱
V	ارقام	۲	۱۹۸۰۱۵۴**	۰،۰۲۵۸*	۷۸،۱۳۲**	۳۱۲،۶۹**	۲۱۶،۰۱**
L×V	مکان×رقم	۲	۱۸۰۴۹،۵	۰،۰۰۰۳	۰،۰۶۵	۰،۰۷	۰،۶۲۹
T×V	تنش خشکی×رقم	۱۶	۱۱۹۳۸۲۷**	۰،۲۵۶**	۱۶۷،۵۷**	۷،۱۴۶**	۳،۵۹**
L×T×V	مکان×تنش×رقم	۱۶	۳۶۰۶۸	۰،۰۰۰۹	۳،۴۱۴	۲،۰۱	۰،۲۹۸
Error	خطای آزمایش	۱۵۶	۱۸۹۴۵۵،۲	۰،۰۵۹	۲۹،۴۸۵	۷،۲۱	۴،۳۴
C.V	ضریب تغییرات	-	۱۰،۳۵	۱۹،۱۴	۱۷،۲۱	۷،۱۰	۶،۵۹

ns, *, ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی داری در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

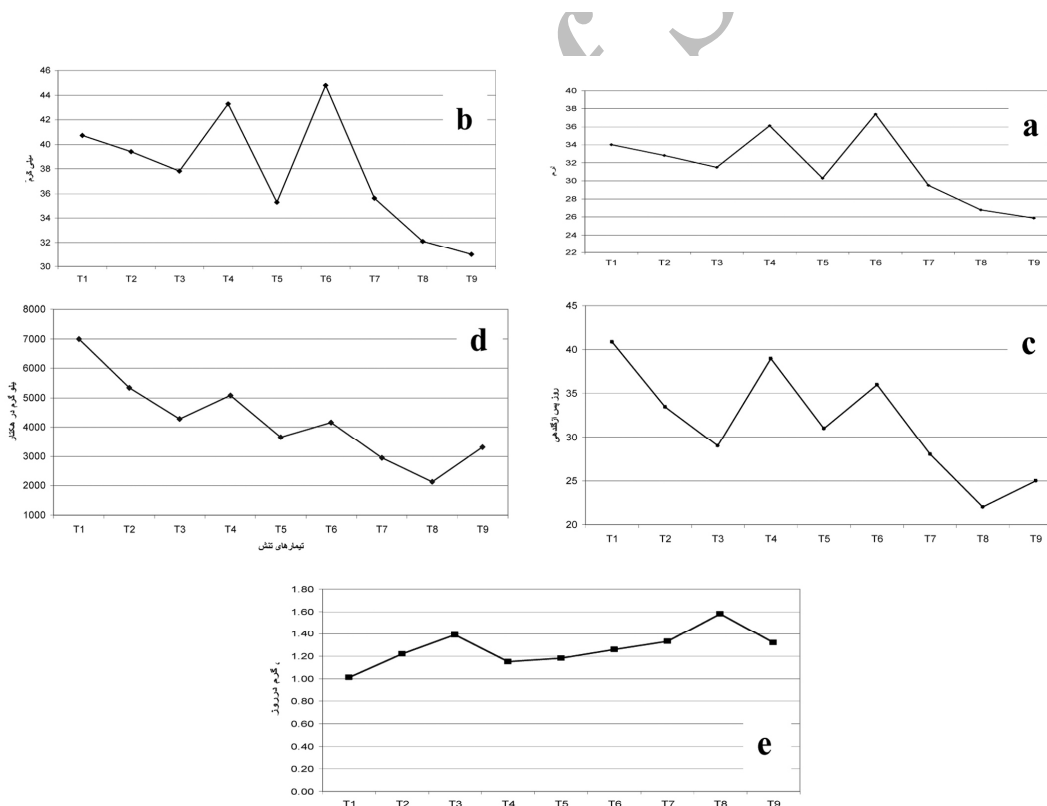
جدول ۲ میانگین عملکرد دانه و صفات موثر بر وزن دانه در شرایط تنش خشکی و ارقام و مکان های مورد مطالعه

تیمارهای آزمایش تنش خشکی	عملکرد دانه kg.ha ⁻¹	سرعت رشد دانه GGR(mg.day ⁻¹)	دوره پر شدن دانه EFP(day)	حداکثر وزن دانه Y _{MAX} (day)	وزن ۱۰۰۰ دانه GW(g)
T1	۶۹۸۸ a	۱،۰۱ g	۴۰،۹ a	۴۰،۷ bc	۳۴ b
T2	۵۳۳۹ b	۱،۲۲ e	۳۳،۵ bc	۳۹،۴ cd	۳۲،۸ bc
T3	۴۲۷۵ cd	۱،۳۹ b	۲۸،۹ de	۳۷،۸ de	۳۱،۵ cd
T4	۵۰۸۱ bc	۱،۱۵ f	۳۸،۹ a	۴۳،۳ ab	۳۶،۱ a
T5	۳۶۵۱ de	۱،۱۸ f	۳۱،۱ cd	۳۵،۳ e	۳۰،۳ de
T6	۴۱۶۰ cd	۱،۲۶ d	۳۶ b	۴۴،۸ a	۳۷،۴ a
T7	۲۹۳۷ ef	۱،۳۳ c	۲۷،۷ ef	۳۵،۶ e	۲۹،۵ e
T8	۲۱۲۱ f	۱،۵۸ a	۲۱،۹ g	۳۲،۱ f	۲۶،۸ f
T9	۳۳۰۶ de	۱،۳۲ c	۲۴،۸ fg	۳۱ e	۲۵،۹ f
ارقام					
V1	۴۰۵۲ b	۱،۲۷ b	۳۲،۷ a	۳۹،۷ a	۳۳،۳ a
V2	۴۱۸۵ ab	۱،۲۹ a	۳۱ b	۳۸ b	۳۱،۷ b
V3	۴۳۸۲ a	۱،۲۶ b	۳۰،۹ b	۳۵،۶ c	۲۹،۸ c
مکانهای آزمایش					
کرج	۴۶۴۱ a	۱،۲ b	۳۴،۶ a	۳۹،۴ a	۳۳ a
تربت جام	۳۷۷۱ b	۱،۳۴ a	۲۸،۵ b	۳۶،۲ b	۳۰،۲ b

میانگین های دارای حروف مشابه در هرستون تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۳ میانگین اثرات متقابل ارقام و تنش خشکی صفات موثر بر وزن دانه

	سرعت رشد دانه mg.day^{-1}			دوره پرشدن دانه day			حداکثر وزن دانه mg per grain		
	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3
T1	۱,۱۴	۱,۰۳	۰,۸۷	۳۷,۶	۴۰,۷	۴۴,۳	۴۲,۴	۴۱,۴	۳۸,۱
T2	۱,۱۲	۱,۱۷	۱,۳۶	۳۷,۹	۳۴,۱	۲۸,۴	۴۱,۶	۳۹	۳۷,۸
T3	۱,۵۵	۱,۵۶	۱,۵۷	۲۷,۷	۲۴,۳	۲۴	۴۰,۱	۳۷,۵	۳۵,۹
T4	۱,۳۵	۱,۱۳	۰,۹۸	۳۴,۱	۳۹,۴	۴۳,۴	۴۴,۷	۴۳,۴	۴۱,۷
T5	۰,۹۸	۱,۳۳	۱,۲۳	۳۷	۲۸,۸	۲۷,۳	۳۵,۹	۳۷,۱	۳۲,۸
T6	۱,۳۸	۱,۲۶	۱,۱۴	۳۳,۵	۳۶,۳	۳۸,۲	۴۵,۷	۴۵,۶	۴۳,۳
T7	۱,۲۰	۱,۳۷	۱,۴۲	۳۲,۲	۲۶,۷	۲۴,۳	۳۷,۸	۳۵,۳	۳۳,۷
T8	۱,۵۲	۱,۵۶	۱,۶۷	۲۴,۶	۲۲,۷	۱۸,۵	۳۵,۲	۳۲,۴	۲۸,۸
T9	۱,۱۷	۱,۲۳	۱,۵۶	۳۰	۲۶	۱۸,۶	۳۴,۴	۳۰,۵	۲۸,۲



شکل ۲ تغییرات وزن هزار دانه (a)، حداکثر وزن دانه (b).

دوره موثر پر شدن دانه (c)، عملکرد دانه (d) و سرعت پرشدن دانه (e) در تیمارهای مختلف تنش خشکی

طبق نتایج تمام تیمارهای تنش خشکی نسبت به تیمار شاهد کاهش عملکرد نشان دادند (جدول ۲). تغییرات کاهش عملکرد دانه، کاهش طول دوره موثر پر شدن دانه، کاهش حداکثر وزن دانه با یکدیگر موازی بوده و سرعت رشد دانه دارای روندی مخالف روند صفات فوق‌الذکر بود (شکل ۲). با توجه به وابستگی صفات فوق‌الذکر با سرعت و مدت پر شدن دانه‌ها و پیروی تغییرات صفات وزن دانه و عملکرد دانه از تغییرات مدت پر شدن دانه، اهمیت این صفت بر عملکرد دانه کاملاً مشهود می‌باشد و نتایج نشان می‌دهد که سرعت و مدت پر شدن دانه همبستگی شدیدی به عوامل محیطی از جمله تنش خشکی دارد (۱۹، ۱۷). به طوری که اعمال شرایط تنش خشکی موجب کاهش شدید مدت پر شدن دانه و افزایش سرعت پر شدن دانه شده است. کاهش ۸۷ درصدی مدت پر شدن دانه و افزایش ۲۸ درصدی سرعت پر شدن دانه در تیمارهای اعمال شده نشان دهنده حساسیت بیشتر مدت پر شدن دانه به تغییرات شرایط محیطی است و سرعت پر شدن دانه بیشتر از مدت پر شدن دانه تحت کنترل ژنتیک گیاه می‌باشد و گزینش ارقام با سرعت زیاد انباشت مواد در دانه موفقیت بیشتری نسبت به انتخاب ارقام با مدت پر شدن طولانی‌تر دانه به دنبال خواهد داشت. با این که تاثیر مدت پر شدن دانه بر عملکرد دانه بیشتر از سرعت پر شدن دانه بوده است. چون تغییر شرایط محیطی به خصوص محتوای آب خاک در سال‌های مختلف و مدیریت‌های مختلف زارع کاملاً متفاوت می‌باشد، و مدت پر شدن دانه نیز تحت تاثیر این تغییرات، بسیار متغیر بوده و می‌تواند تغییرات عملکرد دانه را به دنبال داشته باشد و پایداری عملکرد دانه را به شدت تحت تاثیر قرار دهد.

ارقام مورد آزمایش برای تمام صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۱). به طوری که رقم گاسپارد (V_3) با ۴۳۸۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را تولید نموده و با رقم مرودشت (V_2) در یک گروه آماری قرار گرفت. رقم مرودشت با رقم چمران (V_1) در یک گروه قرار گرفت و این رقم با عملکرد ۴۰۵۲ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری با رقم گاسپارد نشان داد (جدول ۲). رقم چمران دارای بیشترین مدت پر شدن دانه بوده است. با توجه به اینکه این رقم نسبت به ارقام دیگر مورد مطالعه زودرس‌تر می‌باشد، دوره پر شدن دانه آن طولانی‌تر از ارقام دیگر بوده است و چون گیاهان این رقم در شرایط مساعدتری از نظر درجه حرارت و محتوای رطوبتی خاک وارد فاز زایشی شده است، توانسته است طول دوره پر شدن دانه خود را افزایش دهد. به طوری که سرعت پر شدن دانه در این رقم کمتر از ارقام دیگر مورد آزمایش بوده است. با توجه به بیشتر بودن طول دوره پر شدن دانه در این رقم، حداکثر وزن دانه و وزن هزار دانه نیز در این رقم بیشتر از ارقام دیگر بوده است و عملکرد کمتر این رقم نسبت به ارقام دیگر به دلیل تاثیر سایر صفات و اجزاء عملکرد از جمله تعداد کمتر دانه در هر سنبله در این رقم بوده است (نتایج نشان داده نشده است). ارقام دیررس‌تر مورد مطالعه با توجه به اینکه در شرایط گرم‌تر و خشک‌تر وارد مرحله زایشی شده‌اند طول دوره پر شدن دانه کمتر و سرعت بیشتری در انباشت مواد فتوسنتزی نشان دادند ولی وزن دانه در این ارقام کمتر از رقم چمران بوده است. و این نشان می‌دهد که سایر اجزاء عملکرد به جز وزن دانه نیز تاثیر زیادی در تعیین عملکرد نهایی دانه دارد. به طوری که رقم گاسپارد با اینکه به دلیل کمتر بودن طول دوره پر شدن دانه از وزن دانه کمتری برخوردار می‌باشد، دارای عملکرد بیشتری نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه در آزمایش می‌باشد. ارقام مرودشت و گاسپارد تقریباً دارای دوره پر شدن یکسان بودند ولی وزن نهایی دانه در رقم گاسپارد به دلیل سرعت کم انباشت مواد در دانه از رقم مرودشت کمتر بود. بنابراین به نظر می‌رسد تحلیل چند جانبه‌ای از سرعت و مدت پر شدن دانه منجر به نتیجه‌گیری دقیق‌تر می‌گردد. به طور کلی در ارزیابی اثر مولفه‌های موثر بر وزن دانه، به نظر می‌رسد همچنان که بوئر و همکاران (۷) و نادری (۴) بیان داشتند سرعت انباشت مواد در دانه نسبت به سایر مولفه‌ها اثر بیشتری دارد.

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده عملکرد دانه و صفات موثر بر وزن دانه ارقام مورد مطالعه در هر یک از شرایط تنش خشکی

T1	GGR	EFP	Y _{MAX}	T2	GGR	EFP	Y _{MAX}
EFP	-.۰۷۶**			EFP	-.۰۹۱**		
Y _{MAX}	.۰۱۵ ^{N.S}	.۰۵۱*		Y _{MAX}	-.۰۱۲ ^{N.S}	.۰۴۷*	
GY	-.۰۴۱*	.۰۳۴ ^{N.S}	.۰۰۳ ^{N.S}	GY	-.۰۱۱ ^{N.S}	-.۰۲۲ ^{N.S}	.۰۲ ^{N.S}
T3	GGR	EFP	Y _{MAX}	T4	GGR	EFP	Y _{MAX}
EFP	-.۰۹۴**			EFP	-.۰۹۲**		
Y _{MAX}	.۰۰۵ ^{N.S}	.۰۲۱ ^{N.S}		Y _{MAX}	.۰۰۷ ^{N.S}	.۰۲۷ ^{N.S}	
GY	-.۰۳۸*	.۰۴۴*	.۰۲۷ ^{N.S}	GY	-.۰۶۶**	.۰۶۱**	-.۰۱۲ ^{N.S}
T5	GGR	EFP	Y _{MAX}	T6	GGR	EFP	Y _{MAX}
EFP	-.۰۸۶**			EFP	-.۰۷۶**		
Y _{MAX}	.۰۱۷ ^{N.S}	.۰۳۲ ^{N.S}		Y _{MAX}	.۰۳ ^{N.S}	.۰۳۸ ^{N.S}	
GY	-.۰۳۲ ^{N.S}	.۰۲۸ ^{N.S}	.۰۰۰۵ ^{N.S}	GY	.۰۵*	.۰۶۸**	.۰۳ ^{N.S}
T7	GGR	EFP	Y _{MAX}	T8	GGR	EFP	Y _{MAX}
EFP	-.۰۹۱**			EFP	-.۰۹۱**		
Y _{MAX}	-.۰۳۸ ^{N.S}	.۰۶۷**		Y _{MAX}	.۰۰۳ ^{N.S}	.۰۳ ^{N.S}	
GY	.۰۱۷ ^{N.S}	.۰۱ ^{N.S}	.۰۵۴**	GY	-.۰۲۵ ^{N.S}	.۰۵۳**	.۰۸۵**
T9	GGR	EFP	Y _{MAX}	کلید داده ها	GGR	EFP	Y _{MAX}
EFP	-.۰۹۲**			EFP	-.۰۸۸**		
Y _{MAX}	-.۰۵۵**	.۰۷۹**		Y _{MAX}	.۰۳۳ ^{N.S}	.۰۷۱**	
GY	-.۰۳۸ ^{N.S}	.۰۴۷*	.۰۶۲**	GY	-.۰۶۷**	.۰۷۹**	.۰۵۶**

ns, *, ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی داری در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

اثر متقابل رقم در تنش خشکی برای کلیه صفات مورد مطالعه در سطح ۱٪ معنی دار بوده است. لذا ارقام مورد مطالعه در واکنش به تنش خشکی پاسخهای متفاوتی را نشان داده‌اند. به طوری که بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب در شرایط مطلوب آبیاری (T₁) و قطع آبیاری از گل دهی تا پایان دوره رشد (T₈) به رقم گاسپارد تعلق داشت (جدول ۳). اگرچه نسبت کاهش عملکرد دانه این رقم در شرایط تنش نسبت به سایر ارقام بیشتر بود (۳۵۰ درصد). اما با توجه به پتانسیل عملکرد بالای این رقم در شرایط مطلوب، عملکرد کلی این رقم بیشتر از سایر ارقام مورد مطالعه شده است. عملکرد بالای این رقم در شرایط مطلوب و عملکرد کم آن در شرایط تنش (T₈) ناشی از تاثیر طول دوره پر شدن دانه بر وزن دانه‌ها و سایر اجزاء عملکرد که نتایج آن در این تحقیق نشان داده نشده است بوده است. به طوری که این رقم در شرایط تنش (T₈) دارای کمترین طول دوره پر شدن دانه (۱۸/۵ روز) و کمترین وزن دانه (۲۸/۸ میلی‌گرم) بوده است و سرعت زیاد انباشت مواد فتوسنتزی در دانه (۱/۶۷ میلی‌گرم در روز در هر دانه) به هیچ عنوان نتوانسته است کاهش طول دوره پر شدن دانه را در شرایط تنش خشکی جبران نماید. با توجه به نتایج به دست آمده این رقم با اینکه دارای پتانسیل خوبی در شرایط مطلوب می‌باشد، به شرایط تنش خشکی و به خصوص تنش خشکی آخر فصل و قطع آبیاری بسیار حساس می‌باشد.

بررسی همبستگی صفات براساس کلیه داده‌ها نشان داد که در این آزمایش بین عملکرد دانه با کلیه صفات مورد مطالعه در سطح ۱٪ همبستگی معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). به طوری که دوره پر شدن دانه با عملکرد قوی‌ترین همبستگی را داشت ($r = 0.79^{**}$) و سرعت پر شدن دانه با عملکرد و دوره پر شدن دانه همبستگی منفی داشت.

همبستگی منفی سرعت و مدت پر شدن به دلیل روش محاسبه دوره پر شدن دانه که از تقسیم وزن نهایی بر سرعت رشد دانه برآورد می‌شود قابل انتظار بود. رابطه بین وزن نهایی دانه و سرعت رشد دانه در تیمارهای مختلف تنش خشکی متفاوت بود (جدول ۴). رابطه بین وزن نهایی دانه و دوره پر شدن دانه معنی‌دار گردید. نتایج این تحقیق با یافته‌های بوئر و همکاران (۷) و نادری (۴) که اثرات سرعت انباشت مواد در دانه در وزن نهایی، آن را نسبت به طول دوره موثر پر شدن دانه مهم‌تر ارزیابی نمودند در بعضی از تیمارهای آزمایش مغایرت داشت. و با نتایج دوگاید و برال بابل (۱۴) که همبستگی قوی بین وزن نهایی دانه و دوره پر شدن دانه را گزارش دادند مطابقت دارد.

در تیمارهای تنش خشکی نتایج همبستگی صفات مورد مطالعه قدری متفاوت با نتایج کلیه داده‌ها بدون در نظر گرفتن تیمار تنش خشکی می‌باشد. به طوری که در تیمار شاهد که دارای بیشترین عملکرد دانه بوده عملکرد دانه فقط با سرعت پر شدن دانه همبستگی معنی‌داری را نشان داد ($r = -0.41^{*}$) و عملکرد دانه با وزن نهایی دانه همبستگی معنی‌داری نداشت. علت این عدم همبستگی احتمالاً ناشی از تفاوت شدید وزن نهایی دانه سنبله‌های هر بوته می‌باشد. زیرا عملکرد دانه تحت تاثیر وزن نهایی سنبله‌های اصلی و پنجه‌های دیگر که خود تحت تاثیر خصوصیات ارقام از نظر پتانسیل تولید پنجه است قرار دارد. در ارقام کم پنجه وزن نهایی دانه در سنبله اصلی با سایر پنجه‌ها از تفاوت کمتری برخوردار است. در حالی که در ارقام پر پنجه تفاوت وزن نهایی سنبله اصلی با پنجه‌ها زیاد می‌باشد. نتایج این تحقیق با نتایج نادری (۴) نیز مطابقت داشت. در تمام تیمارهای مورد آزمایش بین عملکرد دانه با سرعت رشد دانه همبستگی منفی وجود داشت. همبستگی منفی عملکرد دانه با سرعت رشد دانه در شرایط آزمایش احتمالاً ناشی از اثرات متقابل صفات با یکدیگر است. به طوری که افزایش سرعت پر شدن دانه‌ها در آزمایش مواقعی مشاهده شده است که گیاه تحت تاثیر شرایط تنش خشکی قرار گرفته است. و مشاهده این رابطه منفی به دلیل تاثیر زیاد تنش خشکی بر کاهش عملکرد می‌باشد و نمی‌توان ادعا نمود که افزایش سرعت پر شدن دانه موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود. چون در شرایط تنش که سرعت پر شدن افزایش یافته مدت پر شدن بشدت کاهش پیدا نموده است و در نتیجه در نتایج همبستگی رابطه بین سرعت پر شدن دانه‌ها و عملکرد منفی ظاهر می‌شود و رابطه بین مدت پر شدن دانه با عملکرد مثبت دیده می‌شود. از طرف دیگر چون در شرایط تنش کاهش دوره پر شدن دانه‌ها خیلی شدیدتر از افزایش سرعت پر شدن دانه‌ها می‌باشد (جدول ۲)، رابطه منفی بین عملکرد دانه و سرعت پر شدن دانه‌ها دیده می‌شود.

جدول ۵- تجزیه همبستگی به روش رگرسیون گام به گام برای تعیین اثرصفات در تغییر وزن نهایی دانه

تیمارهای تنش خشکی	فرمول رگرسیونی تخمین وزن نهایی دانه	ضریب تشخیص
T1	$Y_{MAX}=26.6+0.34EFP$ $Y_{MAX}=-41.7+1.01EFP+40.52GGR$	۰,۲۶ ۰,۹۵
T2	$Y_{MAX}=32.66+0.2EFP$ $Y_{MAX}=-21.44+0.9EFP+25.1GGR$	۰,۲۳ ۰,۷۸
T3	$Y_{MAX}=29.34+0.074EFP$ $Y_{MAX}=-11.58+0.72EFP+15.95GGR$	۰,۰۵ ۰,۵۸
T4	$Y_{MAX}=40.26+0.08EFP$ $Y_{MAX}=-5.11+0.63EFP+20.82GGR$	۰,۰۸ ۰,۷۷
T5	$Y_{MAX}=29.48+0.19EFP$ $Y_{MAX}=-29.47+1.06EFP+27.03GGR$	۰,۱ ۰,۸۹

ادامه جدول ۵- تجزیه همبستگی به روش رگرسیون گام به گام برای تعیین اثرصفت در تغییر وزن نهایی دانه

تیمارهای تنش خشکی	فرمول رگرسیونی تخمین وزن نهایی دانه	ضریب تشخیص
T6	$Y_{MAX}=33.51+0.31EFP$	۰,۱۵
	$Y_{MAX}=-39.51+1.18EFP+33.08GGR$	۰,۹۶
T7	$Y_{MAX}=27.25+0.3EFP$	۰,۴۵
	$Y_{MAX}=-10.32+0.87EFP+16.44GGR$	۷۷.
T8	$Y_{MAX}=28.44+0.17EFP$	۰,۲
	$Y_{MAX}=-21.17+1.16EFP+17.58GGR$	۰,۶۸
T9	$Y_{MAX}=21.32+0.39EFP$	۰,۶۲
	$Y_{MAX}=-8.22+0.88EFP+13.12GGR$	۰,۸۱
کلیه داده ها	$Y_{MAX}=21.5+0.516EFP$	۰,۵۶
	$Y_{MAX}=-38.83+1.27EFP+28.8GGR$	۰,۸۸

تجزیه رگرسیون گام به گام برای تیمارهای تنش خشکی و همچنین براساس تمام داده‌ها نشان داد که دوره پر شدن دانه عمده‌ترین صفت در توجیه تغییرات وزن نهایی دانه است و پس از آن سرعت پر شدن دانه بخش عمده‌ای از مابقی تغییرات وزن نهایی دانه را تعیین می‌نماید (جدول ۵). به طوری که براساس کلیه داده‌ها مدت پر شدن دانه به تنهایی ۵۶٪ از تغییرات حداکثر وزن دانه را به خود اختصاص داده است و وقتی که سرعت پر شدن دانه وارد مدل گردیده است برآیند تاثیر این دو صفت ۸۸٪ از تغییرات عملکرد دانه را شامل شده است و حداکثر وزن دانه از رابطه: $Y_{max} = -38.83 + 1.27EFP + 28.8GGR$ ($r^2 = 0.88$) قابل برآورد است. با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق و تاثیر مثبت وزن دانه بر عملکرد دانه به خصوص در شرایط تنش آخر فصل و ارتباط بین سرعت رشد دانه و حداکثر وزن دانه از طریق گزینش ارقامی که سرعت و مدت رشد دانه بالاتری داشته باشد در چنین شرایطی می‌تواند موفقیت بیشتری در افزایش عملکرد دانه داشته باشد.

منابع و مآخذ:

۱. حکمت شعار، ح. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار. (ترجمه) انتشارات نیکنام.
۲. شریفی م. ۱۳۷۶. بررسی مراحل نمو سه رقم گندم در تاریخ‌های مختلف کاشت تحت شرایط آب و هوایی اهواز. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه شهید چمران اهواز.
۳. عبد میثانی- س. و ج- جعفری شبستری. ۱۳۶۵. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و میزان بذر بر عملکرد گندم‌های پائیزه. مجله علوم کشاورزی ۵۰-۴۷:۱۷.
۴. نادری- ا. ۱۳۸۰. ارزیابی تنوع ژنتیکی و مدل‌سازی پتانسیل انتقال مجدد اسمیلات‌ها و نیتروژن به دانه در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش خشکی. پایان نامه دکتری زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران: ۲۴۳ صفحه.
۵. هاشمی دزفولی- س. ا. ع- کوچکی و م- بنایان اول. ۱۳۷۴. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۶. هاشمی دزفولی- س. ا. ۱۳۷۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. درسنامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه شهید چمران اهواز.
7. Bauer, A. A. Frand, B. and Black, A. L. 1985, Estimation of spring wheat grain dry matter assimilation on from air temperture. Agron. J. 77. 743-752.
8. Brown, L.R. 1963. Man, land food looking ahead at world food needs. foreign Agr. Econ. Rept. no. II. Economic Research Service, U.S. Dept. of Agr. 153pp.illus.

9. Bruckner, P.L. and Frohberg, R.C. 1987. Rate and duration of grain filling spring wheat. *Crop Sci.* 27:451-455.
10. Duguid, S.D. and Brule-Bable, A.L. 1994. Rate and duration of grain filling in five spring wheat genotypes. *Can. J. Plant. Sci.* 74:681-686.
11. Dakheel, A. L. Naji, I. mahalakshmi V. and Peacock, J. M. 1993. Morphophysiological traits associated with adaptation of durum wheat to harsh mediterranean environments. *Aspects of Applied Biology.* 34:297 - 306.
12. Day, A.D. and Intalap, S. 1970. Some effects of soil moisture on the growth of wheat. *Agron. J.* 62 : 27- 29 .
13. Daynard, T.B. Tanner, J.W and Duncan, W.G. 1971. Duration of the grain filling period and its relation to grain yield in corn (*Zea mays*). *Crop Sci.* II.45-48.
14. Duguid, S. D. and Brule-Bable, A.L. 1994. Rate and duration of grain filling in five spring wheat .genotypes. *Can. J. Plant Sci.* 74: 681-686.
15. Ehdaie, B. and Waines, J. G. 1996. Genetic variation of preanthesis assimilates of grain yield in spring wheat. *J. Genetic and Breed.* 50: 47- 56.
16. Gebeyehou, G. Knott, D.R, and Baker, R.J. 1982. Relationships among durations of vegetative and grain filling phases, yield components, and grain yield in durum wheat cultivars. *Crop Sci.* 22:287-290.
17. Gebeyehou, G. Knott, D.R. and Baker, R.J. 1982. Rate and duration of filling in durum wheat cultivars. *Crop Sci.* 22:337-340.
18. Gent, M.P.N. 1994. Photosynthesis reserves during grain filling in winter wheat. *Agron. J.* 86:159-167.
19. Hunt, I. A. Van der poorten, G. and parasiny-hum, S. 1991. Post anthesis temperature effect on duration and role of grain filling in some winter and spring wheats.
20. Johnson, R.C. Witters, R.E. and Ciha, A.J. 1981. Daily patterns of apparent photosynthesis and evapotranspiration in developing winter wheat crop. *Agron. J.* 73:414-418.
21. Lingle, S. E, and Chevalier P. 1985. Development of Vascular tissue of the wheat and barley caryopsis as related to the rate and duration of grain filling. *Crop Sci.* 25: 1.23- 128.
22. Oosterhuis, D. M. and Cartwright P.M. 1983. Spike differentiation and floret survival in semidwarf spring wheat as affected by water stress and photoperiod. *Crop Sci.*, 23: 711-717.
23. Quarrie, S.A. and Jones, H.G. 1979. Genotypic variation in leaf water potential, stomatal conductance and abscisic acid concentration in spring wheat subjected to artificial drought stress. *Ann. B. ot.* 44:323-332.
24. Saini. H. S. and Aspinall, D. 1981. Effect of water deficit on sporogenesis in wheat. *Ann. Bot.* 48: 623 - 633.
25. Shakiba, M. R. Ehdaie, B.M. Madore, A. and Waines, J. G. 1996. Contribution of interned reserves to grain yield in tall and semidwarf spring wheat. *J. Genetic and Breed.* 50: 91-100.
26. Simane, B. J. Peacock, M. and Struik, P.C. 1993. Differences in developmental plasticity and growth rate among drought resistant and susceptible cultivars of durum wheat. *Plant and Soil.* 157: 155 -166.
27. Singh, J. and Patel, A.L. 1996. Dry matter distribution in different parts of wheat under water stress at various growth stages. *Field Crop Abstracts.* Vol. 49. No. 11. P: 10 - 16

Evaluation of Drought Stress on Effective Traits at Accumulative Assimilate of Grain in Different Cultivars of Wheat

F. Paknejad

Assistant professor of Islamic Azad University Karaj- Branch

E. Majidi

Full Professor of Islamic Azad University Science and Research Tehran- Branch

G. Noormohammadi

Full Professor of Islamic Azad University Science and Research Tehran- Branch

A. Seadat

Full Professor of Shahid Chamran University

S. Vazan

Assistant professor of Islamic Azad University Karaj- Branch

Keywords: Wheat, Drought stress, Grain growth rate, Grain filling duration

Abstract

In order to evaluation of effective trait on grain weight cultivars of wheat under drought stress, an experiment, complete randomized block design factorial with 4 replication in two site: Karaj and Torbat – e- jam with 9 different regime irrigation on 3 wheat varieties was conducted. Results showed that grain yield, grain effective filing period, maximum weight of grain and thousand grain weight in Karaj site were greater than Torbat-e-jam site. The effect of drought stress treatment was highly significant ($p \leq 0.01$). As T_1 treatment had the greatest yield, grain filling duration and the least grain growth rate, and T_8 had the least yield and grain filling duration and the greatest grain growth rate. Drought stress conditions decreased grain-filling duration and increased grain growth rate. Results of correlation showed that seed yield is positively and significantly correlated with grain filling duration and, maximum weight of grain and negatively and significantly correlated with grain growth rate. Results of stepwise correlation showed that grain-filling duration is the most important trait in justification of final weight grain changes and after that, grain growth rate is another trait, which determines of final weight grain changes.