بررسی اثر تنش خشکی بر انتقال مجدد مواد، عملکرد و اجزای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان

سمیرا قلی پور[۱]، علی عبادی[۲] و قاسم پرمون*[۳]

۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲) استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳) دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

* نویسنده مسئول: **ghasem.parmoon@gmail.com**

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۱۵ **تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۴/۰۶**

چکیده

تنش‌های خشکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده تولید گیاهان زراعی می‌باشد، به همین منظور این مطالعه با هدف بررسی اثر تنش خشکی بر ژنوتیپ‌های گندم، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در شرایط گلخانه‌ای انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل تنش خشکی در سه سطح (۸۵، ۶۰ و ۳۵ درصد ظرفیت زراعی) و هشت ژنوتیپ گندم (امید، زارع، میهن، FAA3P4FCCC، G13CA2242O4P، JS3l7G217، ZSZOBKAYKA و Solh) بود. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گندم از نظر میزان انتقال مجدد ماده خشک از ساقه، برگ، پدانکل، کل بوته و سنبله وجود داشت. کارایی ماده خشک انتقال یافته از ساقه، برگ و کل و سهم ماده خشک انتقال یافته از ساقه و کل نیز معنی‌دار بود. ژنوتیپ زارع بالاترین ماده خشک انتقال یافته از ساقه و برگ‌ها را به خود اختصاص داد. ژنوتیپ‌های امید و JS3l7G217 بالاترین کارایی ماده خشک انتقال یافته از ساقه و ژنوتیپ‌های امید و زارع بالاترین کارایی ماده خشک انتقال یافته از پدانکل را داشتند. بالاترین سهم ماده خشک انتقالی از برگ به دانه را ژنوتیپ‌های زارع و G13CA2242O4P نشان دادند. هم‌چنین ژنوتیپ‌های گندم تفاوت‌های معنی‌دار از نظر ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت داشتند. ژنوتیپ‌های Solh، میهن و JS3l7G217 بالاترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص دادند و بیش‌ترین طول سنبله به ژنوتیپ‌های FAA3P4FCCC و ZSZOBKAYKA در ۸۵ درصد ظرفیت زراعی تعلق داشت. بالاترین و پایین‌ترین وزن هزار دانه به‌ترتیب از ژنوتیپ Solh و JS3l7G217 به‌دست آمد. ژنوتیپ ZSZOBKAYKA با تولید ۱/۵۳ گرم دانه در بوته بالاترین عملکرد دانه را در ۸۵ درصد ظرفیت زراعی و کم‌ترین عملکرد دانه معادل ۰/۳۹ گرم در بوته در ۳۵ درصد ظرفیت زراعی توسط ژنوتیپ JS3l7G217 تولید گردید.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، شاخص برداشت و وزن هزار دانه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

مقدمه

تنش‌های محیطی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده الگوهای پراکنش گیاهی در جهان می‌باشد و تنش خشکی نیز به سهم خود تعیین کننده بخشی از این پراکنش می‌باشد. در هر اکوسیستم، هر گونه شرایط محیطی که موجب کاهش تولید به حدی کم‌تر از مقدار پتانسیل ژنتیکی گردد، می‌تواند تنش در نظر گرفته شود (رازقی یدک، ۱۳۸۹). تنش خشکی مهم-ترین تنگنای محیطی است که تولید محصول را در نواحی مختلف دنیا از جمله ایران تحت تأثیر قرار می‌دهد. تنش خشکی اغلب با دمای بالا نیز همراه است که این امر موجب افزایش تبخیر و تعرق و افزایش اثرات زیانبار تنش را به دنبال دارد (Sabaghpour *et al.*, 2006). تنش خشکی علت اصلی کاهش رشد گیاهان و عملکرد آن‌ها در مناطق خشک و نیمه-خشک محسوب می‌شود، که موجب تحریک گیاه به یک سری پاسخ‌های دفاعی در سطوح مختلف مولکولی، سلولی و فیزیولوژیکی می‌شود (Ohe *et al.*, 2005). Bhatt و Roa (۲۰۰۵)، در تحقیقی، دلیل کاهش بیوماس گیاهی و وزن خشک کل را به واسطه تنش خشکی را کاهش رشد گیاه، کاهش شدت فتوسنتز و پیری زودرس برگ‌ها گزارش کردند. رضایی مراداعلی و همکاران (۱۳۹۳)، در آزمایشات خود نیز نشان دادند بیوماس کل گیاهی در شرایط آبیاری مناسب بیش از بیوماس آن در شرایط تنش خشکی بود و تنش خشکی، سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در پرکردن دانه را تا ۲۳ درصد افزایش داد. تنش خشکی موجب کاهش زیست‌توده گیاهی، عملکرد دانه و دوام سطح برگ می‌شود (Sankar *et al.*, 2008). Zi- zhenli و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که آبیاری در دوره رشد گندم به‌ویژه در مرحله زایشی تأثیر مهمی بر روی رشد گیاه و عملکرد دانه دارد. انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای قبل از گل‌دهی به‌وسیله عوامل مختلفی محیطی و واریته تغییر می‌یابد. فتوسنتز جاری در دوره‌ی پر شدن دانه، به شدت به جذب نور وابسته است. تنش کمبود آب موجب کاهش در سرعت دوره‌ی پر شدن دانه می‌شود. دانه‌های در حال رشد در بیشتر زمان پر شدن دانه، تقاضای زیادی برای دریافت مواد فتوسنتزی دارند. از این رو ذخایر بافت‌های رویشی می‌تواند یک منبع مهم کربوهیدرات در طول دوره‌ی پر شدن دانه محسوب شود (Lo pez pereia *et al.*, 2008). Fokar و همکاران (۲۰۰۶) گزارش دادند، افزایش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی با افزایش سرعت پیر شدن برگ‌ها در شرایط تنش گرمای پس از گرده‌افشانی مرتبط و در هنگام وقوع تنش گرما در مرحله‌ی پر شدن دانه، سهم انتقال مجدد ذخایر فتوسنتزی ساقه در تأمین وزن خشک دانه‌ها افزایش می‌یابد. عبادی و همکاران (۱۳۹۰) عنوان داشتند، عدم آبیاری باعث افزایش میزان انتقال مجدد ماده خشک از اندام‌های متعدد گیاهی به دانه در ژنوتیپ‌های جو بهار شد. سهم انتقال مجدد ماده خشک در شرایط عدم آبیاری و قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی به‌ترتیب ۸۲/۵ و ۳۶/۵ درصد نسبت به آبیاری معمول در تولید بود. ایشان معتقدند عدم آبیاری دارای اثر مستقیم بر کاهش عملکرد دانه است و ژنوتیپ‌های جو بهاره عکس العمل‌های متفاوتی نسبت به عدم آبیاری از خود نشان

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

می‌دهند. Ezzat Ahmadi و همکـاران (۲۰۰۹) در بررسی اثر تنش خشکی برعملکرد دانه، اجزای عملکرد و کارایی مصـرف آب در ژنوتیپ‌های گندم گزارش کردند که عملکرد دانه، عملکـرد زیست توده، شـاخص برداشـت، تعـداد دانـه در سـنبله، وزن هزار دانه و کـارایی مصـرف آب در شـرایط تـنش خشـکی کاهش یافتند. آن‌ها اظهار نمودند که در هر دو شرایط تنش و عدم تنش خشکی، ژنوتیپ‌هـای 9103 ،9116 و C-81-10 دارای بالاترین عملکرد دانه بودند. همچنین در شرایط تنش خشکی میـزان استفاده از ذخایر بـرای پـر کردن دانـه‌هـا (انتقال مجدد) از ۲۸ درصد به ۳۸ درصد افزایش یافت. Tahmasebi -Sarvestani و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که تنش رطوبتی در مرحله بعد از گل‌دهی اثر نامطلوبی بر میزان جذب مواد پرورده گندم داشت. بنابراین میزان محصول وابستگی نسبتاً زیادی به میزان دسترسی به رطوبت و رفتار ژنوتیپ‌ها از نظر انتقال مجدد ذخایر موجود در اندام‌های هوایی در مرحله پر شدن دانه دارد. در شرایط کم-آبی، کاهش سریع در فتوسنتز بعد از گل‌دهی رخ می‌دهد و محدودیتی در سهم آسیمیلات‌های جاری به دانه بوجود می-آید، که در این شرایط سهم ماده خشک دانه حاصل از ذخایر ساقه افزایش می‌یابد (Yang *et al.*, 2000). با توجه به اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، این مطالعه به منظور مقایسه و تعیین ژنوتیپ گندم با کارآیی مصرف بالای آب در شرایط خشکی اجرا گردید.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده‌ی علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بود و فاکتور اول شامل تنش خشکی در سه سطح (۸۵ درصد، ۶۰ درصد و ۳۵ درصد ظرفیت زراعی) و فاکتور دوم شامل هشت ژنوتیپ جدید گندم که مشخصات آن‌ها در جدول ۱ آمده است. در این آزمایش، ظرفیت زراعی خاک به روش وزنی تعیین شد و جهت آبیاری، هر بار گلدان‌ها توزین و با آب به حد ظرفیت زراعی مورد نظر رسانده می‌شد. کاشت در گلدان‌های پلاستیکی با ظرفیت ۱۰ کیلوگرم خاک انتخاب شده و به هرکدام از آن‌ها مقدار مساوی ۱۰ کیلوگرم خاک اضافه گردید. همچنین بر اساس تجزیه خاک انجام شده، میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم به میزان ۱۲۰، ۸۰ و ۵۵ کیلوگرم در هکتار که میزان مورد نظر بر اساس مساحت هر گلدان اضافه گردید. همچنین محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی مورد نیاز گیاه به هر گلدان انجام گرفت. با توجه به اینکه کشت در گلخانه صورت گرفت، به دلیل پاییزه بودن ارقام آزمایشی باید ورنالیزاسیون (بهاره‌سازی) انجام می‌گرفت که برای این منظور حدود ۷۵ گرم بذر از هر رقم وزن شد و به پتری‌دیش منتقل شد و با ۷۵ سی‌سی آب خیس شدند و به مدت ۲۴ ساعت در محیط آزمایشگاه نگه‌داری و سپس به یخچال با دمای چهار درجه سلسیوس منتقل و به مدت ۱۴ روز نگهداری شد. برای کاشت، گلدان‌های مورد نظر از خاک با خصوصات بالا پر شده و بذور در عمق دو سانتی‌متری کشت گردید.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

جدول ۱: مشخصات ژنوتیپ‌های مورد استفاده

ویژگی‌ها	ژنوتیپ
متحمل به سرما و خشکی	اوروم
متحمل به سرما و خشکی	زارع
متحمل به سرما و خشکی	میهن
نیمه متحمل	Zrn/ Shiroodi/6/Zrn/5/Omid/4/Bb/Kal/Ald/3/Y50E/Kal*3/Emu
نیمه متحمل	Jagger "Sib"/3/lagos-7//Guimatli2/17
نیمه متحمل به خشکی	Solh
حساس	Gupra-1/3/Crocl/Ae.squarrosa(224)//2*Opata/4/Pantheon
حساس	Fin/Acc/Ana/3/Pew "s" 4/F 12.71/Coc/Cno79*2/5/Catbird

جدول ۲: نتایج تجزیه خاک مورد استفاده در آزمایش

*شوری (دسی زیمنس بر متر)	pH	کربن آلی	عناصر قابل جذب (ppm)			درصد ذرات خاک (٪)			بافت خاک
			نیتروژن	فسفر	پتاسیم	رس	سیلت	شن	
۰/۶۲۵	۷/۸۸	۰/۶۲۰	۰/۰۶	۸/۵	۱۷۰	۲	۱۴	۸۴	لوم

تراکم بوته در هر گلدان ۱۰ بوته بود، که نصف بوته‌ها برای اندازه‌گیری میزان انتقال مجدد و بقیه برای اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد مورد استفاده قرار گرفت. تنش خشکی در قبل از گل‌دهی اعمال شد و برای اندازه‌گیری صفات بعد از قرار گرفتن گیاه در تنش خشکی، نمونه‌برداری‌های لازم انجام گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه، پس از رسیدگی کامل بوته‌ها به‌طور تصادفی پنج بوته تعیین و بوته‌های موجود کف‌بر شده و به آزمایشگاه انتقال یافت. پس از خشک کردن در هوایی آزاد، دانه‌ها از کاه جدا گردید و عملکرد دانه اندازه‌گیری و مشخص شد. برای اندازه‌گیری شاخص برداشت وزن کل بوته و وزن هزار دانه‌های مربوط به آن‌ها توزین کرده و از نسبت عملکرد دانه به زیست‌توده بخش هوایی تعیین گردد. برای محاسبه‌ی انتقال مجدد ماده‌ی خشک، در مرحله‌ی گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک پنج بوته به طور تصادفی از هر کرت کف‌بر و توزین شده، اندام هوایی آن‌ها جدا شده و در آون در دمای ۷۰ درجه‌ی سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشکانده و وزن خشک اندازه‌گیری شد. برای محاسبه میزان انتقال مجدد ماده خشک از رابطه ۱ استفاده گردید (Papakosta and Gagianas, 1991).

رابطه ۱: $DMT=DM_{anthesis}-DM_{maturity}$

که در آن DMT مقدار ماده خشک انتقال یافته، $DM_{anthesis}$ مقدار ماده‌ی خشک اندام هوایی در مرحله‌ی گل‌دهی و $DM_{manturity}$ مقدار ماده‌ی خشک اندام هوایی در مرحله‌ی رسیدگی فیزیولوژیک است.

۱- میزان انتقال ماده خشک (گرم در بوته) (عبادی و همکاران،۱۳۹۰؛ Papakosta and Gagianas, 1991):

رابطه ۲: ماده خشک (برگ + ساقه + کاه) در مرحله رسیدگی- ماده خشک در مرحله گلدهی= میزان ماده خشک انتقال یافته

۲- کارایی انتقال ماده خشک (درصد) (عبادی و همکاران،۱۳۹۰؛ Papakosta and Gagianas, 1991):

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

رابطه ۳: ۱۰۰× ماده خشک در مرحله گل‌دهی / ماده خشک انتقال یافته= کارایی ماده خشک انتقال یافته

۳- سهم ماده خشک انتقال یافته قبل از گل‌دهی به دانه (درصد)(عبادی و همکاران،۱۳۹۰؛ Papakosta and Gagianas, 1991):

رابطه ۴: ۱۰۰ × عملکرد دانه / ماده خشک انتقال یافته = سهم ماده خشک انتقال یافته قبل از گل‌دهی به دانه

برای تجزیه داده‌ها از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. برای آزمون نرمال بودن داده‌ها و نرمال کردن داده‌ها از نرم افزار MINITAB استفاده گردید.

نتایج و بحث

اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر تنش خشکی و ژنوتیپ‌های بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بالاترین ارتفاع بوته در ۸۵ درصد ظرفیت زراعی و کم‌ترین آن در ۳۵ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد (جدول ۵). همچنین مشاهده شد، ژنوتیپ‌های Solh، میهن، JS3l7G217، با میانگین‌های ۳۱/۱۵، ۳۰/۶۰ و ۲۹/۱۷ سانتی‌متر، بالاترین ارتفاع بوته و ژنوتیپ‌های امید و G13CA2242O4P با میانگین‌های ۲۶/۴۱ و ۲۴/۵۲ سانتی‌متر، کم‌ترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۵). بیشتر بودن ارتفاع بوته به‌ویژه در شرایط دیم می‌تواند در میزان انتقال مجدد ماده خشک و میزان مشارکت آن در دانه مؤثر باشد. رابطه مستقیم بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته در گندم گزارش شده است (Subhani and Chowdhy, 2000)، Akram و همکاران (۲۰۰۸) نیز وجود رابطه مثبت بین ارتفاع بوته با وزن هزار دانه و همبستگی منفی بین ارتفاع بوته با عملکرد دانه گندم اشاره و بیان داشتند که این موضوع ممکن است به خاطر افزایش ورس در گیاهان با ارتفاع بالاتر باشد. میری (۱۳۸۹) نشان داد که میزان ذخایر ساقه موجود در ارقام پابلند برای استفاده در دوره پر شدن دانه، به‌ویژه در شرایط نامساعد، بیشتر از ارقام پاکوتاه است که این ویژگی می‌تواند برای توسعه ارقام متحمل به خشکی و شرایط دیم در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد.برهمکنش ژنوتیپ در تنش خشکی بر طول پدانکل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۳). با توجه به مقایسه میانگین‌های مربوطه مشاهده شد، تنش خشکی موجب کاهش طول پدانکل در گیاه شد، ژنوتیپ‌های JS3l7G217 و G13CA2242O4P بالاترین طول پدانکل در شرایط بدون تنش (۸۵ درصد ظرفیت زراعی) را نشان دادند، این در حالی است که در تنش ۳۵ درصد ظرفیت زراعی ژنوتیپ‌های FAA3P4FCCC و امید بالاترین میانگین را داشتند (جدول ۶). وجود تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گندم از نظر طول پدانکل در مطالعه دیگر نیز بیان شده است (Naserian *et al.*, 2007). صفات مرفولوژیک گندم از جمله طول پدانکل و سنبله بسته به میزان تحمل گیاه به تنش کم‌آبی متغیر است

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

(Plaut *et al.*, 2004; Blum, 2005).

برهمکنش تنش خشکی و ژنوتیپ بر طول سنبله نیز از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد، ژنوتیپ‌های FAA3P4FCCC و ZSZOBKAYKA بالاترین طول پدانکل در شرایط بدون تنش (۸۵ درصد ظرفیت زراعی) به خود اختصاص دادند. این در حالی است که در تنش (۳۵ درصد ظرفیت زراعی) ژنوتیپ‌های FAA3P4FCCC و ZSZOBKAYKA بالاترین میانگین را داشتند (جدول ۶). Pireivatlou و همکاران (۲۰۱۰) نقش تنظیم کننده را برای فتوسنتز سنبله به‌منظور جلوگیری از افت شدید عملکرد در شرایط تنش خشکی ذکر کرده‌اند. در این آزمایش، اگرچه اختلاف بین ارقام از نظر طول سنبله جزی بود، ولی به‌دلیل قرار گیری مخازن بر روی آن، طول سنبله بیش‌تر از اهمیت بالایی در عملکرد دانه گندم برخوردار است. اثر برهمکنش تنش خشکی و ژنوتیپ بر تعداد دانه در سنبله نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

تنش خشکی موجب کاهش تعداد دانه در سنبله شد، ژنوتیپ‌های ZSZOBKAYKA و میهن بالاترین تعداد دانه در سنبله در شرایط بدون تنش (۸۵ درصد ظرفیت زراعی) به خود اختصاص دادند. این در حالی است که در تنش ۳۵ درصد، ژنوتیپ‌های امید و JS3l7G217 بالاترین میانگین را نشان دادند (جدول ۶). Naserian و همکاران (۲۰۰۷) و محمدی و همکاران (۱۳۸۸) به وجود تفاوت معنی‌دار در بین ژوتیپ‌های گندم از نظر تعداد دانه در سنبله اشاره داشته‌اند. اهمیت ویژه تعداد دانه در سنبله در افزایش عملکرد دانه گندم توسط دیگر محققین نیز بیان شده است (Mohsin *et al.*, 2009; Dogan, 2009). تنش خشکی و ژنوتیپ‌های گندم از نظر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۳). در تنش خشکی بیش‌ترین وزن هزار دانه در شرایط مطلوب (۸۵ درصد ظرفیت زراعی) با میانگین ۴۵ گرم و کم‌ترین آن در تنش شدید (۳۵ درصد ظرفیت زراعی) با میانگین ۳۵ گرم نشان داده است. ژنوتیپ‌های Solh و JS3l7G217 با میانگین‌های ۷۱و ۵۴ گرم بیش‌ترین وزن هزار دانه و ژنوتیپ G13CA2242O4P با میانگین ۲۹ کم‌ترین مقدار بود.

به نظر می‌رسد کاهش وزن هزار دانه در نتیجه کاهش فتوسنتز و عدم توزیع مناسب مواد ذخیره‌ای عوامل کاهش‌دهنده وزن هزار دانه در شرایط تنش شدید باشد. Guttier و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند که تنش رطوبتی بر اجزای عملکرد بیش‌ترین اثر را در وزن دانه گندم داشته است. آن‌ها اظهار داشتند که وزن هزار دانه در تنش متوسط کاهش چندانی نداشت، اما در تنش شدید ۱۸ درصد افت نشان داد. لذا تنش خشکی از طریق کاهش وزن هزار دانه موجب کاهش عملکرد دانه می‌گردد. کاهش محدودیت منبع و افزایش وزن هزار دانه را می‌توان به‌عنوان یکی از راه‌کارهای مهم به‌نژادی در راستای افزایش عملکرد دانه در گندم به موازات افزایش تعداد دانه در واحد سطح مطرح نمود (Modhej and

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

.(Behdarvandi, 2006

عملکرد دانه

برهمکنش خشکی و ژنوتیپ بر عملکرد دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۳). مقایسه میانگین مربوطه نشان داد، ژنوتیپ‌های ZSZOBKAYKA و JS3l7G217 به‌ترتیب با میانگین‌های ۱/۵۳ و ۱/۲۷ گرم بر بوته بالاترین عملکرد دانه را در شرایط بدون تنش به خود اختصاص دادند. این در حالی است که در تنش شدید ژنوتیپ-های JS3l7G217 و FAA3P4FCCC با میانگین‌های ۰/۳۹ و ۰/۳۶ بالاترین میانگین‌ها را نشان دادند (جدول ۶). به‌نظر می‌رسد وقوع تنش بر اجزای عملکرد اثر می‌گذارد، به‌طوری‌که در مرحله برجستگی دوگانه سبب کاهش سنبلچه، در مرحله قبل گل‌دهی کاهش تعداد گلچه، و در مرحله گل‌دهی باعث افزایش سقط گل‌ها، در نهایت کاهش تعداد مخزن و وزن دانه در مرحله رسیدگی می‌شود. تنش ناشی از افزایش فواصل آبیاری، به‌خصوص در مرحله‌ی زایشی، منجر به کاهش ظرفیت مخزن در گیاه شده و در نتیجه افت شدید عملکرد دانه را سبب می‌گردد (اردکانی و همکاران، ۱۳۸۶). در شرایط نامساعد محیطی به علت ممانعت از فتوسنتز و یا کاهش سطح برگ، میزان کربن فراهم شده برای دانه کاهش یافته و منجر به افت عملکرد می‌گردد (Ruuska *et al.*, 2006). Xu و همکاران (۲۰۰۶) بیان داشتند که عملکرد غلات نه تنها به تجمع ماده خشک بلکه به اختصاص مؤثر ماده خشک به بخش‌هایی از گیاه که از لحاظ اقتصادی اهمیت زیادی دارند وابسته است و این مورد کلید پایداری عملکرد تحت شرایط تنش کمبود رطوبت می‌باشد.

عملکرد زیست توده

عملکرد زیست توده در سطح احتمال یک درصد در اثر تنش خشکی تغییر پیدا نمود (جدول ۳). تنش خشکی موجب کاهش عملکرد زیست توده در گیاه شد، به‌طوری‌که بالاترین عملکرد زیست توده در ۸۵٪ (ظرفیت زراعی) با میانگین ۲/۴۰ گرم بر بوته و کم‌ترین آن در تنش شدید ۳۵٪ (ظرفیت زراعی) با میانگین ۱/۰۹ گرم بر بوته به‌دست آمد. عملکرد زیست توده در ژنوتیپ‌های مختلف دارای تفاوت آماری معنی‌دار بود. ژنوتیپ‌های زراع و امید به‌ترتیب با میانگین ۲/۹۵ و ۱/۷۳ گرم در بوته، بالاترین عملکرد زیست توده و ژنوتیپ Solh با میانگین ۱/۲۶ کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). Pireivatlou و همکاران (۲۰۱۰) نیز نتایج مشابهی مبنی بر کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی گزارش کردند. مطالعات نشان داد، تنش رطوبتی با افت شاخص برداشت همراه است، بدین معنا که سهم کمتری از کل زیست توده تولید در این حالت به دانه‌ها اختصاص می‌یابد. بنابراین با توجه به کاهش عملکرد زیست توده و شاخص برداشت در اثر تنش خشکی، کاهش عملکرد طبیعی می‌باشد (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۷۲).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

جدول ۳: تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف گندم در اثر تنش خشکی

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته	طول پدانکل	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیست توده	شاخص برداشت
تنش خشکی	۲	۲/۵۳**	۴۱۴/۶۴**	۲۸/۹۳**	۲۱۴۳/۵**	۰/۰۲^{ns}	۱/۷۴**	۱/۱۵**	۳۰/۲۵**
ژنوتیپ‌ها	۷	۰/۴۱۲^{ns}	۳۰/۲۳**	۴/۵۴**	۶۲/۶۱**	۰/۱۰۲**	۰/۰۸۶**	۰/۱۴۸^{ns}	۱۰/۸۷**
تنش×ژنوتیپ	۱۴	۰/۴۱۲^{ns}	۳۸/۷۸**	۲/۹۳**	۴۶/۶۱**	۰/۰۲۱^{ns}	۰/۰۴۴**	۰/۱۱۳^{ns}	۳/۱۸^{ns}
خطا	۴۸	۰/۲۳۹	۴/۸۵	۰/۶۷۷	۱۰/۳۶	۰/۰۲۴۵	۰/۰۱۷	۰/۰۹۳	۱/۹۲
ضریب تغییرات (٪)	-	۹/۲۱	۱۳/۲۷	۸/۸۸	۱۸/۷۹	۲۵/۱	۱۷/۳۳	۲۴/۲۶	۲۲/۶

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

جدول ۴: تجزیه واریانس انتقال مجدد مواد در ژنوتیپ‌های مختلف گندم در اثر تنش خشکی

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات													
		میزان مواد انتقال یافته				کارایی مواد انتقال یافته				سهم مواد انتقال یافته					
		ساقه	برگ	پدانکل	سنبله	کل	ساقه	برگ	پدانکل	سنبله	کل	ساقه	برگ	پدانکل	سنبله	کل
تنش خشکی	۲	۱/۴۱**	۰/۷۶۴**	۰/۸۵۲**	۰/۲۹۸*	۱/۴۰**	۰/۶۸۲**	۰/۵۶۳**	۰/۱۳۴^{ns}	۰/۱۶۷^{ns}	۰/۹۳**	۰/۴۳۹**	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۷۷^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۰۰۱۹*
ژنوتیپ‌ها	۷	۰/۲۸**	۰/۲۰۴**	۰/۱۷۹^{ns}	۰/۱۱۰^{ns}	۰/۰۸۷^{ns}	۰/۱۵۲*	۰/۱۴۱*	۰/۱۰۷^{ns}	۰/۰۸۳^{ns}	۰/۰۹۱^{ns}	۰/۰۹۱^{ns}	۰/۲۰۶*	۰/۱۶^{ns}	۰/۰۸۱^{ns}	۰/۱۱۷^{ns}
تنش×ژنوتیپ	۱۴	۰/۱۰۹^{ns}	۰/۱۰۵۷^{ns}	۰/۱۶۸*	۰/۰۷۲۱^{ns}	۰/۰۶۸^{ns}	۰/۰۶۸^{ns}	۰/۰۶۳۶	۰/۲۴۴*	۰/۰۷۸^{ns}	۰/۰۹۰^{ns}	۰/۱۱۴^{ns}	۰/۰۶۷^{ns}	۰/۰۲۲*	۰/۰۸۲^{ns}	۰/۱۵۲^{ns}
خطا	۴۸	۰/۰۸۵	۰/۰۵۴	۰/۰۸۸	۰/۰۸۳	۰/۰۴۲	۰/۰۵۷	۰/۰۷۰	۰/۱۱۲	۰/۰۹۱	۰/۰۵۱	۰/۰۶۷	۰/۰۸۲	۰/۱۱۱	۰/۰۹۰	۰/۰۶۰
ضریب تغییرات (٪)	-	۲۱/۴	۱۳/۶۷	۲۱/۶۷	۱۶/۸۹	۱۲/۰	۱۴/۱۰	۱۵/۵۷	۲۴/۵۵	۱۷/۷۰	۱۳/۶۹	۱۵/۳۱	۱۶/۸۰	۲۴/۴۴	۱۴/۵۸	۱۵/۶۹

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

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

جدول ۵: مقایسه میانگین اثر اصلی تنش خشکی و ژنوتیپ عملکرد و اجزای عملکرد گندم

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی متر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد زیست توده (گرم در بوته)	شاخص برداشت (درصد)
تنش خشکی				
FC ٪۳۵	۲۴/۶۷^{b}	-	۱/۰۹^{b}	۲۱/۲۸^{b}
FC٪۵۵	۲۹/۵۲^{a}	-	۱/۶۷^{b}	۳۲/۹۷^{ab}
FC٪۸۵	۳۱/۴۸^{a}	-	۲/۴۰^{a}	۴۱/۵۴^{a}
LSD $_{0.05}$	۳/۶۷		۰/۸۲	۱۰/۱۹
ژنوتیپ‌ها				
اوروم	-	۲۴^{cd}	-	۱۸/۵۹^{cd}
زارع	-	۳۷^{b}	-	۱۴/۴۱^{cd}
میهن	-	۳۵^{bc}	-	۳۲/۴۹^{bc}
ZSZOBKAYKA	-	۳۳^{bc}	-	۲۷/۳۳^{c}
JS3l7G217	-	۵۴^{ab}	-	۴۷/۶۲^{ab}
Solh	-	۷۱^{a}	-	۴۴/۵۰^{a}
G13CA2242O4P	-	۲۹^{bc}	-	۱۹/۹۶^{c}
FAA3P4FCCC	-	۴۵^{bc}	-	۴۷/۸۸^{a}
LSD $_{0.05}$		۲۱		۱۶/۶۴

جدول ۶: مقایسه میانگین برهمکنش تنش خشکی در ژنوتیپ عملکرد و اجزای عملکرد گندم.

تیمار		طول پدانکل (سانتی متر)	طول سنبله (سانتی متر)	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه (گرم در بوته)
تنش خشکی	ژنوتیپ‌ها				
FC٪۳۵	اروم	۱۳/۹۲^{fg}	۸/۲۷^{cd}	۱۱/۲^{de}	۰/۲۳^{g}
	زارع	۱۱/۰۲^{fg}	۷/۸۳^{cde}	۴/۵^{fg}	۰/۲۲^{g}
	میهن	۱۲/۲۰^{fg}	۷/۴۳^{cde}	۵/۵^{fg}	۰/۱۲^{gh}
	ZSZOBKAYKA	۱۳/۲۵^{fg}	۹/۱۲^{bc}	۶/۳^{fg}	۰/۱۲^{gh}
	JS3l7G217	۱۳/۳۷^{fg}	۸/۱۷^{cd}	۸/۰^{fg}	۰/۳۹^{fg}
	Solh	۱۱/۸۳^{fgh}	۷/۹۲^{cde}	۴/۵^{fg}	۰/۳۴^{fg}
	G13CA2242O4P	۹/۶۰^{h}	۶/۳۱^{ef}	۴/۸^{fg}	۰/۱۳^{gh}
	FAA3P4FCCC	۱۴/۱۰^{fg}	۹/۱۸^{bc}	۶/۴^{fg}	۰/۳۶^{fg}
FC٪۵۵	اروم	۱۷/۸۰^{cde}	۹/۵۰^{bc}	۲۲/۵^{bc}	۰/۵۵^{de}
	زارع	۲۴/۲۵^{a}	۸/۵۸^{cd}	۱۶/۵^{cde}	۰/۴۸^{efg}
	میهن	۱۶/۷۲^{def}	۱۰/۳۳^{ab}	۲۸/۵^{a}	۰/۹۸^{bc}
	ZSZOBKAYKA	۱۵/۷۵^{def}	۹/۷۵^{bc}	۱۶/۵^{cde}	۰/۵۲^{de}
	JS3l7G217	۲۰/۱۷^{b}	۹/۵۰^{bc}	۲۰/۷^{bcd}	۱/۰۹^{b}
	Solh	۱۷/۳۳^{cde}	۸/۴۲^{cd}	۲۰/۰^{bcd}	۰/۷۹^{cd}
	G13CA2242O4P	۶/۰۵^{hi}	۱۰/۷۵^{ab}	۲۳/۰^{bc}	۰/۵۹^{de}
	FAA3P4FCCC	۱۴/۸۶^{efg}	۱۰/۳۷^{ab}	۱۸/۹^{bcd}	۰/۷۶^{cd}
FC٪۸۵	اروم	۱۶/۴۸^{def}	۸/۷۲^{cd}	۲۱/۰^{bcd}	۰/۵۷^{de}
	زارع	۲۰/۰۵^{b}	۱۰/۹۸^{ab}	۲۲/۰^{bc}	۰/۶۹^{cd}
	میهن	۲۲/۹۳^{a}	۸/۹۸^{cd}	۲۹/۷^{a}	۱/۲۲^{ab}
	ZSZOBKAYKA	۱۹/۵۵^{bc}	۱۱/۵۰^{a}	۳۰/۵^{a}	۱/۵۳^{a}
	JS3l7G217	۲۳/۶۵^{a}	۱۰/۵۰^{ab}	۲۳/۵^{bc}	۱/۲۷^{ab}
	Solh	۱۸/۴۷^{bc}	۷/۸۷^{cde}	۱۳/۳^{de}	۰/۹۳^{bc}
	G13CA2242O4P	۲۳/۵۰^{a}	۱۱/۱۷^{a}	۲۷/۷^{a}	۰/۹۱^{bc}
	FAA3P4FCCC	۲۱/۱۵^{bc}	۱۱/۲۴^{a}	۲۵/۸^{ab}	۱/۰۳^{b}
LSD $_{0.05}$	-	۳/۶۱	۱/۳۵	۵/۲۸	۰/۳۴۱

شاخص برداشت

میزان شاخص برداشت در سطح یک درصد در اثر تنش خشکی و ژنوتیپ‌های مختلف تغییر معنی‌دار پیدا نمود

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

(جدول ۳). تنش خشکی موجب کاهش شاخص برداشت شد، به‌طوری‌که بالاترین درصد در ۸۵ درصد و کم‌ترین آن در ۳۵٪ ظرفیت زراعی به‌دست آمد (جدول ۵). ژنوتیپ‌های FAA3P4FCCC، JS3l7G217 و Solh با میانگین‌های ۴۷/۸۸، ۴۷/۶۲ و ۴۴/۵۰ درصد بالاترین مقدار شاخص برداشت و ژنوتیپ‌های زارع و ZSZOBKAYKA به‌ترتیب با میانگین ۱۴/۴۱ و ۲۷/۳۳ درصد کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). Gadallah (۲۰۰۰) نیز دلیل کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش شدید خشکی را حساسیت بیش‌تر رشد زایشی نسبت به شرایط نامطلوب در مقایسه با دوره رشد رویشی تشخیص دادند که موجب کاهش شاخص برداشت می‌شود. یافته‌های این پژوهش با نتایج Jamal و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت دارد که علت آن را کاهش تخصیص مواد پرورده به دانه بیان کردند. Zhou و همکاران (۲۰۰۷) بیان داشتند که بهبود ژنتیکی عملکرد دانه در ارتباط با بهبود صفت شاخص برداشت دانه، کاهش ارتفاع بوته و افزایش وزن دانه امکان‌پذیر می‌باشد.

انتقال مجدد مواد

نتایج تجزیه واریانس‌ها در مورد انتقال مجدد ماده خشک اندام هوایی به دانه نشان داد، میزان انتقال مواد از ساقه، برگ، پدانکل و کل بوته در سطح احتمال یک درصد و میزان مواد سنبله در سطح احتمال پنج درصد در اثر تنش خشکی تغییر معنی‌دار پیدا نمود (جدول ۴). تنش خشکی موجب کاهش میزان ماده انتقال یافته در قسمت‌های مختلف گیاه شد. به‌طوری که بالاترین ماده انتقال یافته در قسمت‌های مختلف گیاه در ۸۵ درصد ظرفیت زراعی و کم‌ترین مقدار آن‌ها در ۳۵ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد. تنش ۳۵ درصد موجب کاهش ۸۲ درصد انتقال از ساقه، ۷۶ درصد انتقال از برگ پرچم، ۶۲ درصد انتقال از پدانکل و ۵۷ درصد انتقال از سنبله شد که در نهایت موجب کاهش ۷۲ درصد میزان انتقال ماده کل شد (جدول ۷). ژنوتیپ‌های مختلف گندم از نظر میزان انتقال مواد از اندام هوایی به دانه نیز دارای تفاوت بودند. در بین قسمت‌های مختلف گیاه تنها میزان انتقال مواد از ساقه و برگ در سطح یک درصد تفاوت آماری معنی‌دار داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات اصلی در مورد ساقه و برگ نشان داد، ژنوتیپ‌های میهن، JS3l7G217 و Solh با میانگین‌های ۰/۲۰۹، ۰/۱۴۴ و ۰/۱۴۶ گرم در بوته، بالاترین میزان مواد انتقال یافته از ساقه و ژنوتیپ‌های میهن و FAA3P4FCCC با میانگین‌های ۰/۱۶ و ۰/۱۳ گرم در بوته، بالاترین میزان انتقال یافته از برگ را به خود اختصاص دادند. کم‌ترین ماده انتقالی از ساقه (۰/۰۵۴ گرم در بوته) مربوط به ژنوتیپ FAA3P4FCCC و کم‌ترین ماده انتقالی از برگ (۰/۰۴ گرم در بوته) نیز مربوط به ژنوتیپ JS3l7G217 بود (جدول ۷). به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌های میهن، JS3l7G217 و Solh که مقادیر زیادی کربوهیدرات‌ها در ساقه خود انباشته‌اند، توانایی بالاتری نیز در انتقال این ذخایر به دانه در حال رشد داشته‌اند. ارتباط مثبت معنی‌دار بین حداکثر غلظت کربوهیدرات‌های محلول ساقه با انتقال و کارایی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

انتقال آنها توسط Ruuska و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش شده است. انتقال مجدد ماده خشک از برگ پرچم به دانه در شرایط تنش شدید پایین‌تر از حد انتظار بود، به نظر می‌رسد شرایط تنش ضمن ممانعت از رشد رویشی مناسب برگ پرچم، باعث شده که انتقال مجدد ماده خشک از این اندام نیز کاهش یابد و میزان مواد فتوسنتزی ذخیره شده نیز به مصرف خود بافت برسد. با این وجود Schnider (۲۰۰۰) اظهار داشت که بین برگ‌ها از لحاظ انتقال مجدد ماده‌ی خشک تفاوت وجود دارد، به‌گونه‌ای که برگ پرچم مواد فتوسنتزی را سریعاً به سنبله منتقل می‌کند. همچنین Komar و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند، تخصیص ماده خشک از برگ‌های سبز در همه ارقام متغیر بود و تخصیص پایین ماده خشک به برگ‌های سبز در زمان رسیدگی در طول مرحله زایشی در ارتباط با انتقال مجدد مواد در پرشدن دانه است. فیروزآبادی و همکاران (۱۳۸۵) بر این باورند که چنانچه پر شدن دانه گندم با تنش خشکی همراه باشد دانه‌ها از ذخایر موجود در ساقه و پدانکل به طور مطلوب‌تری در حمایت از پر شدن دانه خود استفاده می‌کنند. معاونی و همکاران (۱۳۸۴) عنوان نمودند که انتقال مواد فتوسنتزی تحت تنش خشکی قرار می‌گیرد که این امر به معنی انتقال نیافتن مواد ساخته شده به دانه می-باشد در نتیجه کاهش انتقال مجدد مواد پرورده باعث تجمع این مواد در ساقه و پدانکل می‌شود. برهمکنش ژنوتیپ در تنش خشکی تنها بر میزان انتقال مجدد پدانکل معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه برهمکنش ژنوتیپ در خشکی نشان داد ژنوتیپ‌های امید و زرع بالاترین میزان ماده انتقال یافته از پدانکل به دانه را در شرایط بدون تنش (۸۵ درصد ظرفیت زراعی) به خود اختصاص دادند. در تنش ۳۵ درصد ظرفیت زراعی ژنوتیپ‌های زارع و امید بالاترین مقدار را نشان دادند (جدول ۸). میزان انتقال مجدد ماده خشک از اندام پدانکل در مقایسه با برگ پرچم بالاتر بود. بر اساس نظر Blum (۲۰۰۵) نقش و اهمیت مواد انتقال یافته از ساقه در پرشدن دانه بیش از سایر اندام‌های هوایی می‌باشد و ژنوتیپ‌های پابلند دارای ذخایر ساقه بالایی می‌باشند. پیردشتی و همکاران (۱۳۸۳) گزارش دادند که در شرایط تنش خشکی مقدار انتقال مجدد برگ پرچم ژنوتیپ‌های پرمحصول برنج نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها بیش‌تر بود. میزان کارایی ماده خشک از ساقه و برگ و کل سطح احتمال یک درصد در اثر تنش خشکی تغییر پیدا نمودند (جدول ۴). تنش خشکی موجب کاهش میزان کارایی ماده خشک انتقال یافته در قسمت‌های هوایی گیاه شد، بالاترین کارایی ماده خشک در سطح ۸۵ درصد و کم‌ترین مقدار آن‌ها در ۳۵ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد. ژنوتیپ‌های مختلف از نظر کارایی انتقال ماده خشک به اندام هوایی نیز دارای تفاوت بودند. در بین قسمت‌های مختلف گیاه تنها میزان ساقه در سطح پنج درصد تفاوت آماری معنی‌داری داشت (جدول ۴). ژنوتیپ‌های امید و Solh با میانگین‌های (۳۷/۶۰) و (۳۴/۲۰) بالاترین میزان کارایی انتقال ماده خشک به اندام هوایی را به خود اختصاص دادند. کم‌ترین میزان کارایی انتقال ماده خشک از ساقه (۱۰/۰۸) مربوط به ژنوتیپ G13CA2242O4P بود (جدول ۷). برهمکنش ژنوتیپ و تنش خشکی تنها بر میزان انتقال مجدد پدانکل در سطح پنج

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

درصد معنی‌دار شد. ژنوتیپ‌های امید و زراع بالاترین کارایی ماده خشک انتقال یافته به پدانکل در شرایط بدون تنش (۸۵ درصد ظرفیت زراعی) به خود اختصاص دادند. این در حالی است که در تنش ۳۵ درصد ژنوتیپ‌های زراع و میهن بالاترین میانگین‌ها را نشان داد (جدول ۸). به نظر می‌رسد کارایی استفاده از ماده خشک انتقال یافته از اندام‌های هوایی می‌تواند در ارتباط با ترکیبات مواد فتوسنتزی انتقال یافته و ساختار آن‌ها باشد. از طرفی محدودیت مقصد (مخزن) در استفاده از مواد فتوسنتزی وارد شده به آن‌ها می‌تواند بر میزان کارایی مخزن اثرگذار باشد. در این خصوص Voltasو همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند، شرایط محیطی در طی مرحله‌ی رشد گیاه میزان مواد فتوسنتزی قابل دسترس برای رشد دانه و پتانسیل مخزن (دانه‌ها) را مشخص می‌کند. با این‌حال مشخص شد که ژنوتیپ‌های دارای میزان انتقال مجدد ماده خشک بالاتری از اندام‌های هوایی بودند، از نظر کارایی ماده خشک انتقال یافته نیز بهتر عمل کردند. Bodakli و همکاران (۲۰۰۷) ضمن اشاره به وجود تفاوت‌های معنی‌دار از نظر کارایی ماده خشک انتقال یافته در بین ارقام جو بیان شد که ارقام دارای میزان انتقال ماده خشک بالاتر از کارایی بالاتر نیز برخوردار هستند. همچنین تفاوت‌های آماری معنی‌دار در سهم ماده خشک انتقال یافته مشاهده شد. میزان سهم ماده خشک انتقال یافته از ساقه، در پر شدن دانه توسط ساقه سطح یک درصد و کل در سطح پنج درصد در اثر تنش خشکی تغییر معنی‌داری پیدا نمودند. اثر تنش خشکی بر میزان سهم ماده خشک انتقال یافته در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بوده، به‌طوری‌که بالاترین ماده خشک انتقال یافته به دانه در سطح ۳۵ درصد و کم-ترین مقدار آن‌ها در سطح ۶۰ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد. ژنوتیپ‌ها از نظر سهم ماده خشک انتقال یافته در پر شدن دانه نیز متفاوت بودند. در بین قسمت‌های مختلف گیاه تنها میزان برگ در سطح پنج درصد تفاوت آماری معنی‌دار داشت (جدول ۴). ژنوتیپ‌های زارع و G13CA2242O4P با میانگین‌های ۲۵/۶۶، ۱۶/۹۸ بالاترین ماده خشک انتقال یافته از برگ را به خود اختصاص دادند. کم‌ترین ماده خشک انتقالی از برگ (۵/۴۵) مربوط به ژنوتیپ JS3l7G217 بود (جدول ۷). اثرات متقابل ژنوتیپ در تنش خشکی تنها بر میزان ماده خشک انتقال یافته از پدانکل در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. ژنوتیپ‌های امید و FAA3P4FCCC بالاترین میزان سهم ماده خشک انتقال یافته از پدانکل به دانه در شرایط بدون تنش (۸۵ درصد ظرفیت زراعی) به خود اختصاص دادند. این در حالی است که در تنش شدید (۳۵ درصد ظرفیت زراعی) ژنوتیپ‌های G13CA2242O4P بالاترین میانگین‌ها را نشان داد (جدول ۸). می‌توان بیان داشت که هر چقدر میزان انتقال مجدد ماده خشک از اندامی بالاتر باشد، بالاتر بودن سهم آن اندام در عملکرد دانه قابل انتظار است. Przulj و Momcilovic (۲۰۰۳) بیان کردند، ارقامی که سهم بیش‌تری از ماده‌ی خشک قبل از گلدهی آن‌ها در عملکرد دانه متبلور است، در نهایت عملکرد پایین‌تری تولید می‌کنند. توان انتقال مجدد دومین جزء تعیین‌کننده مقدار مشارکت یا به عبارتی سهم مواد ذخیره‌ای در عملکرد دانه گندم بود، که توسط عواملی مانند اندازه مخزن، رقم و شرایط محیطی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

تعیین می‌شود (Ehdaie *et al.*, 2006). در پژوهش Ehdaie و همکاران (۲۰۰۶) بیش‌ترین ذخیره‌سازی و انتقال مجدد مربوط به میان‌گره‌های پایین بوده و میان‌گره‌های بالای (دومین میان‌گره از بالای ساقه) و پدانکل (اولین میان‌گره از بالای ساقه) در رتبه‌های بعدی بودند. Ehdaie و همکاران (۲۰۰۸) ضمن اشاره به تفاوت‌های ژنوتیپی در گندم، به‌نژادی برای مشارکت بیش‌تر ذخایر ساقه در عملکرد دانه را در راستای پایداری عملکرد در محیط‌های پر تنش امری اجتناب‌ناپذیر دانستند. Komar و همکاران (۲۰۰۶) بیان داشتند که با افزایش کمبود آب، سهم ماده خشک ذخیره شده در ساقه‌ها و به‌ویژه برگ‌ها برای پر شدن دانه افزایش می‌یابد.

جدول ۷: اثر اصلی تنش خشکی و ژنوتیپ بر انتقال مجدد مواد به دانه

تیمار	میزان مواد انتقال یافته(گرم در بوته)				کارایی مواد انتقال یافته(درصد)			سهم مواد انتقال یافته(درصد)		
	ساقه	برگ	سنبله	کل	ساقه	برگ	کل	ساقه	برگ	کل
تنش خشکی										
FC٪۳۵	۰/۰۲۸^{b}	۰/۰۳^{c}	۰/۰۶^{c}	۰/۱۲۵^{c}	۹/۹۸^{c}	۶/۲۹^{b}	۹/۹۵^{b}	۳/۷۹^{b}	-	۶۸/۲۳^{a}
FC٪۵۵	۰/۱۳۵^{a}	۰/۰۹^{b}	۰/۰۹^{bc}	۰/۳۴۰^{b}	۳۱/۲۷^{a}	۱۳/۲۴^{a}	۱۸/۸۷^{a}	۱۸/۹۴^{a}	-	۴۸/۶۳^{b}
FC٪۸۵	۰/۱۵۰^{a}	۰/۱۳^{a}	۰/۱۴^{a}	۰/۴۴۸^{a}	۲۸/۶۴^{b}	۱۶/۳۸^{a}	۲۱/۵۵^{a}	۱۶/۰۰^{a}	-	۵۰/۸۰^{b}
LSD $_{0.05}$	۰/۰۵۳	۰/۰۳۲	۰/۰۴۹	۰/۰۹۲	۱۰/۸۴	۴/۷۲	۴/۶۳	۱۲/۰۰		۱۹/۳
ژنوتیپ‌ها										
اوروم	۰/۰۸۲^{c}	۰/۰۶^{bc}	-	-	۱۸/۹۲^{bc}	۸/۴۴^{b}	-	-	۹/۴۰^{c}	-
زارع	۰/۰۶۸^{cd}	۰/۱۰^{b}	-	-	۲۰/۴۸^{b}	۱۲/۸۵^{ab}	-	-	۲۵/۶۶^{a}	-
میهن	۰/۲۰۹^{a}	۰/۱۶^{a}	-	-	۳۷/۶۰^{a}	۱۸/۴۳^{a}	-	-	۱۸/۲۵^{ab}	-
ZSZOBKAYKA	۰/۰۹۷^{c}	۰/۰۶^{bc}	-	-	۲۲/۰۰^{ab}	۸/۰۴^{b}	-	-	۷/۶۶^{c}	-
JS3l7G217	۰/۱۴۴^{ab}	۰/۰۴^{c}	-	-	۲۵/۱۸^{ab}	۷/۳۵^{b}	-	-	۵/۴۵^{c}	-
Solh	۰/۱۴۶^{ac}	۰/۰۶^{bc}	-	-	۳۴/۲۰^{a}	۱۱/۴۲^{ab}	-	-	۱۰/۶۲^{bc}	-
G13CA2242O4P	۰/۰۳۳^{de}	۰/۰۸^{bc}	-	-	۱۰/۰۸^{cd}	۱۲/۷۷^{ab}	-	-	۲۱/۴۰^{a}	-
FAA3P4FCCC	۰/۰۵۴^{cde}	۰/۱۳^{a}	-	-	۱۷/۹۳^{bc}	۱۶/۴۴^{a}	-	-	۱۶/۹۸^{ab}	-
LSD $_{0.05}$	۰/۰۸۸	۰/۰۵۳			۱۷/۷۱	۷/۷۰			۱۲/۳۰	

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج مشاهده شد که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گندم شد. در بین ژنوتیپ‌های مورد استفاده ژنوتیپ میهن و FAA3P4FCCC بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. این دو ژنوتیپ با توجه به تعداد دانه و وزن هزار دانه بیشتر در مقایسه با بقیه ژنوتیپ‌ها عملکرد بیشتر را موجب شدند. همچنین در اثر تنش، سهم ساقه در پر شدن دانه کاهش، ولی سهم بقیه اندام‌های هوایی افزایش پیدا نمود. از بین ژنوتیپ‌های برتر ژنوتیپ میهن سهم انتقال مجدد بالایی در پر شدن دانه داشت، این در حالی است که در ژنوتیپ FAA3P4FCCC این مقدار پایین بود که نشان می‌دهد انتقال مجدداً در ژنوتیپ میهن یک مکانیزم تحمل بوده درحالی‌که ژنوتیپ FAA3P4FCCC از مکانیزم‌های دیگر جهت تحمل تنش و افزایش بردن عملکرد استفاده می‌کند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

جدول ۸: مقایسه میانگین برهمکنش ژنوتیپ در تنش خشکی بر انتقال مجدد مواد پدانکل به دانه در گندم

تیمار		میزان مواد انتقال یافته	کارایی مواد انتقال یافته	سهم مواد انتقال یافته
تنش خشکی	ژنوتیپ‌ها	(گرم)	(درصد)	(درصد)
FC٪۳۵	اوروم	۰/۰۰۸^{bcd}	۱۵/۰۰^{ab}	۴/۰۷^{cd}
	زارع	۰/۰۱۸^{ab}	۲۵/۷۱^{a}	۱۲/۴۲^{abc}
	میهن	۰/۰۱۶^{ab}	۲۱/۹۰^{ab}	۱۱/۲۸^{abc}
	ZSZOBKAYKA	۰/۰۰۲^{bc}	۳/۳۳^{cd}	۱/۷۱^{de}
	JS3l7G217	۰/۰۱۲^{bc}	۱۵/۰۰^{ab}	۲/۴۱^{cde}
	Solh	۰/۰۱۴^{bc}	۲۰/۰۰^{ab}	۳/۳۲^{cde}
	G13CA2242O4P	۰/۰۱۲^{bc}	۱۹/۰۰^{ab}	۲۵/۴۳^{a}
	FAA3P4FCCC	۰/۰۰۶^{bcd}	۱۰/۶۷^{cd}	۱/۷۸^{de}
FC٪۵۵	اوروم	۰/۰۳۶^{a}	۲۸/۲۱^{a}	۶/۰۹^{bcd}
	زارع	۰/۰۱۴^{bc}	۱۵/۱۸^{ab}	۲/۴۳^{cde}
	میهن	۰/۰۲۸^{ab}	۲۱/۴۵^{a}	۳/۳۴^{cde}
	ZSZOBKAYKA	۰/۰۳۴^{a}	۲۳/۴۲^{a}	۴/۹۱^{cd}
	JS3l7G217	۰/۰۲۲^{bc}	۱۲/۵۲^{bc}	۱/۹۳^{de}
	Solh	۰/۰۲۸^{ab}	۲۰/۱۱^{ab}	۳/۶۷^{cde}
	G13CA2242O4P	۰/۰۱۴^{bc}	۱۴/۰۹^{bc}	۲/۳۳^{cde}
	FAA3P4FCCC	۰/۰۱۲^{bc}	۱۵/۷۱^{ab}	۲/۰۰^{cde}
FC٪۸۵	اوروم	۰/۰۳۸^{a}	۲۴/۷۵^{a}	۱۰/۳۴^{ab}
	زارع	۰/۰۳۶^{a}	۲۱/۳۷^{ab}	۴/۶۵^{cd}
	میهن	۰/۰۲۸^{ab}	۱۵/۸۳^{ab}	۲/۵۳^{cde}
	ZSZOBKAYKA	۰/۰۳۰^{a}	۱۷/۲۹^{ab}	۲/۱۴^{cde}
	JS3l7G217	۰/۰۳۰^{a}	۱۶/۷۷^{ab}	۲/۲۷^{cde}
	Solh	۰/۰۲۸^{ab}	۱۷/۳۱^{ab}	۳/۱۳^{cde}
	G13CA2242O4P	۰/۰۰۸^{bcd}	۵/۱۱^{cd}	۰/۸۲^{e}
	FAA3P4FCCC	۰/۰۲۴^{ab}	۱۶/۶۷^{ab}	۷/۸۶^{bcd}
LSD $_{0.05}$	-	۰/۰۲۲	۱۵/۵۵	۱۷/۲۶

منابع

اردکانی، م.، عباس زاده، ب.، شریفی عاشور آبادی، ا.، لباسچی، م. و پاک نژاد، ف. ۱۳۸۶. بررسی اثر کمبود آب بر کیفیت و کمیت گیاه بادرشبویه (*Melissa officinalis* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۳(۲): ۲۵۱-۲۶۱.

امامی، ی. و نیک نژاد، م. ۱۳۷۲. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (تالیف رابرت هی و اندرو واکر). انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۰ صفحه.

پیردشتی، ه.ا.، طهماسبی سروستانی، ز.ا.، نعمت‌زاده، ق.، اسماعیلی، ع. ۱۳۸۳. مطالعه انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن ارقام مختلف برنج در شرایط تنش خشکی. هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۲۶-۲۴ مردادماه ۱۳۸۳، دانشگاه گیلان، ۱۴۸ص.

رزاقی یدک، ف. ۱۳۸۹. بررسی اثر تنش خشکی بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی در محور جنینی بذر دو رقم گندم نان در مراحل اولیه جوانه‌زنی. علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۱، شماره۲.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

رضایی مراداعلی، م.، ع .ر .عیوضی، س .محمدی و ش .شیرعلیزاده .۱۳۹۲. اثر تنش خشکی بر انتقال مجدد ماده خشک و عملکرد دانه ژنوتیپ های گندم نان زمستانه. مجله علوم زراعی ایران ۱۵(۳): ۲۷۶-۲۶۲.

عبادی، ع.، ساجد، ک.، سنجری، ای. ۱۳۹۰. تاثیر قطع آبیاری برگ انتقال مجدد ماده خشک و برخی صفات زراعی در جو بهاره. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. چاپ سوم. ۳۷-۱۹.

فیروزآبادی، م.، شکیبا، م.ر.، خوئی، ف.، طباطبائی، ج.، تورچی، م. ۱۳۸۵. تاثیر نیتروژن و تنش خشکی بر تجمع کربوهیدرات‌های غیرساختی پیش از گل‌دهی و انتقال مجدد آنها در دانه جو. مجله دانش کشاورزی. جلد شانزدهم. شماره چهارم. ۷۱-۵۹.

محمدی، م.، رضایی، ع.، میرمحمدی.، ع م. ۱۳۸۸. بررسی برخی صفات فیزیولوژیک و عملکرد ده رقم گندم نان در دو رژیم آبیاری، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم، شماره ۴۸، ۱۲۰-۱۰۷ص.

معاونی، پ.، حبیبی، د. و حیدری، ی. ۱۳۸۴. بررسی اثر تنش خشکی بر سازگاری و عملکرد دانه چهار رقم گندم پاییزه در ایرانشهر. مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۱، شماره ۱، ۳۷-۴۵.

معاونی، پ.، حبیبی، د.، حیدری، ی. ۱۳۸۴. بررسی اثر تنش خشکی بر سازگاری و عملکرد دانه چهار رقم گندم پاییزه در ایرانشهر، مجله زراعت و اصلاح نباتات. چاپ اول. ۴۵-۳۷.

میری، ح. ر. ۱۳۸۹. تاثیر تنش خشکی بعد از گل‌دهی بر میزان مشارکت ذخایر ساقه در عملکرد دانه ارقام گندم. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. چاپ ۳، شماره ۱، ۱-۱۹ص.

Akram, Z., Ajmal, S.U. and Munir, M. 2008. Estimation of correlation coefficient amoung some yield parameters of wheat under rainfed conditions. Pakestan Journal of Botany 40(4): 1777-1781.

Bhatt, R. M. and Roa, N. K. 2005. Influence of pod load on response of okra to water stress. Indian Journal of Plant Physiology 10: 54- 59.

Blum, A. 2005. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. Euphytica 100:77-83.

Bodakli, E., Celik, N., Turk, M., Bayram, G. and Tas, B. 2007. Effects of postanthesis drought stress on the stem-reserve mobilization supporting grain filling of two-rowed barly cultivars at different levels of nitrogen. Journal of Biological Science 7(6): 949-953.

Dogan, R. 2009. The correlation and path coefficient analysis. For yield and some yield components of durum wheat (*Triticum turgidum var. durum* L.) in west Anatolia conditions. Pakistan Journal of Botany 41(3): 1081-1089.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

Ehdaie, B., Alloush, G.A. and Waines, J. G. 2008. Genotypic variation in linear rate of grain growth and contribution of stem reserves to grain yield in wheat. Field Crops Research 106: 34-43.

Ehdaie, B., Alloush, G. A., Madore, M. A. and Waines, J. G. 2006. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Postanthesis changes in internode dry matter. Crop Science 46: 735-746.

Ezzat Ahmadi, M., Gh. Noormohammadi, M. Ghodsi and M. Kafi. 2009. Effects of water deficit and spraying of desiccant on yield, yield components and water use efficiency of wheat genotypes. Pak. J. Biol. Sci. 12: 1399-1407.

Fokar, M., Blum, A. and Nguyen, H.T. 2006. Heat tolerance in spring wheat. II. Grain filling. Euphytica Journal. 104(1): 9-15.

Gadallah, M. A. 2000. Effect of indole-3-acetic acid and zinc on the growth, osmotic potential and soluble carbon and nitrogen components of soybean plants growing under water deficit. Journal of Arid Environments. 44: 451-467.

Guttieri, M. J., Stark, J. C., Brien, K. and Souza, E. 2006. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Science. 41: 327-335.

Jamal, M., Nasir, M. S., Shah, S. H. and Ahmad, N. 2001. Varietal response of wheat to water stress at different growth stages, 111. Effect on grain yield, harvest index and protein content in grain. Rachis (ICARDA). Barley and wheat Newsletter. 15: 38-45.

Komar, R., Sarawagi, A. K., Ramos, C., Amarante, S. T., Isail, A.M. and Wade, L. J. 2006. Partioning of dry matter during drought stress in rainfed lowland rice. Field Crops Research. 9: 1-11.

Lopez pereia, M., Bereny, A., Hall, A. J. and Trapani, N. 2008. Contribution of pre-anthesis photo assimilates to grain yield: Its relationship with yield in Argentine sunflower cultivars released between 1930 and 1995. Field Crops Research 105: 88-96.

Modhej, A. and Behdarvandi, B. 2006. Study of the effect of terminal heat stress on source limitation and grain yield in Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes conference of German Genetics Society and the German Society for plant Breeding. p96.

Mohsin, T., Khan, N. and Nasir-Naqvi, F. 2009. Heritability, phenotypic correlation and path coefficient studies for some agronomic characters in synthetic elite lines of wheat. Journal of Food, Agriculture and Environment 7(4): 278-282.

Naserian, B., Asadi, A. A., Rahimi, M. and Ardakani, M. R. 2007. Evaluation of wheat cultivars and mutants for morphological and yield traits and comparing of yield components under irrigated and rain fed conditions. Plant Sciense 6(2): 214-224.

Ohe, M., Rapolu, M., Mieda, T., Miyagawa, Y., Yabuta, Y., Yoshimura, K. and Shigeoka, S. 2005. Decline in leaf photooxiadtive-stress tolerance with age in tobacco. Plant Science**.** 168:

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

1487- 1493

Papakosta, D. k. and Gagianas, A. A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Agronomy Journal 83,864-870.

Pireivatlou, A. S., Dehdar Masjedlou, B. and Ramiz, T. A. 2010. Evaluation ofb yield potential and stress adaptive trit in wheat genotypes under post anthesis drought stress. Crop Science 93: 55-72.

Plaut, Z., Butow, B. J., Blumenthal, C. S. and Wrigkey, C. V. 2004. Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under postanthesis water deficit and elevated temperature. Field Crop Research 86: 185-198.

Przulj, N. and Momcilovic, V. 2003. Dry matter and nitrogen accumulation and use in spring Barley. Plant Soil Environmental 49: 36-47.

Ruuska, S. A., Rebetzke, G. J., Van Herwaarden, A.F., Richards, R. A., Fettel, N. A., Tabe, L. and Jenkins, L. D. 2006. Genotypic variation in water soluble carbohydrate accumulation in wheat. Functional Plant Biology 33: 799-809.

Sabaghpour, S. H., Mahmodi, A. A., Saeed, A., Masood, K. and Malhotra, R. S. 2006. Study on chickpea drought tolerance lines under dry land condition of Iran. Indian Journal Crop Science 1: 70-73

Sankar, B., Abdul Jaleel, C., Manivannan, P., Kishore Kumar, A., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. 2008. Relative efficiency of water use in five varieties of (*Abelmoschus esculentus* L.) Moench. Under water limited conditions. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 62: 125- 129.

Schnider, H. 2000. The role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relation of wheat and barley during grain filling. New Phytologists 123: 223-245.

Subhani, G. M. and Chowdhy, M. A. 2000. Correlation and path coefficient analysis in bread wheat under drought stress and normal conditions. Pakistan Journal of Biology Science 3:72-77.

Tahmasebi-Sarvestani, T. Z., Jenner, C. F. and Mac-Donald, G. 2003. Dry matter and nitrogen remobilization of two wheat genotypes under post- anthesis water stress conditions. Agriculture Journal Science Technology 5:21-29.

Voltas, J., Romagosa, I. and Araus, J. L. 2007. Grain size and nitrogen accumulation in sink-reduction barly under Mediterraneam conditions. Filed Crops Research 52: 117-126.

Xu, Z. Z., Yu, Z.W. and Wang, D. 2006. Nitrogen translocation in wheat plants under soil water deficit. Plant Soil 280: 291-303.

Yang, J., Zhang, J., Hung, Z., Zhu, Q. and Wang, L. 2000. Remobilization of carbon reserves is improved by controlled soil drying during grain filling of wheat. Crop Science 40:1645-

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]

1655.

Zhou, Y., He, Z. H., Sui, X. X., Xia, C., Zhang, X. K. and Zhang, G. S. 2007. Genetic improvement of grain yield and associated traits in the Northern China winter wheat region from 1960 to 2000. Crop Science 47: 245-253.

Zi- zhenli. L., Wei, D. L. and Wen, L. L. 2004. Dry- period irrigation and fertilizer application affect water use and yield of spring wheat in semi- arid region. Agricultural Water Management 65: 133- 143.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.7.1]