

مطالعه انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از اندام‌های هوایی در ده ژنوتیپ هگزاپلوئید گندم تحت شرایط نرمال و تنش رطوبتی انتهایی

مهدی مهرپویان^{*}، بهمن ذکاوتی و جلیل اجلی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۸/۱۱)

چکیده

طی دو آزمایش جداگانه در سال زراعی ۸۷-۸۸ تعداد ۸ ژنوتیپ پیشرفته گندم با تیپ‌های رشدی زمستانه و بینابین، تحت شرایط نرمال آبیاری و تنش خشکی انتهایی، در مقایسه با رقم شهریار و لاین C-80-4 جهت بررسی عملکرد و سهم انتقال مجدد ماده خشک از اندام‌های هوایی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. بیشترین میزان ماده خشک انتقالی به دانه (DMT)، در شرایط تنش رطوبتی مربوط به ژنوتیپ‌های ۶ و ۱۰ بود در حالی که کمترین میزان ماده خشک انتقالی در شرایط نرمال و در رقم شهریار، لاین C-80-4 و ژنوتیپ‌های ۳ و ۷ دیده شد. بیشترین و کمترین کارایی انتقال مجدد (RE) به ترتیب از ژنوتیپ ۶ تحت شرایط تنش رطوبتی و ژنوتیپ ۷ تحت شرایط نرمال به دست آمد، هم‌چنین ژنوتیپ‌های ۶ و ۱۰ در شرایط تنش رطوبتی، بدون تفاوت آماری بیشترین سهم از ماده خشک انتقال یافته (CPAAG) از کل گیاه به دانه را به خود اختصاص دادند، در حالی که ژنوتیپ ۷ کمترین مقدار از این پارامتر را در شرایط نرمال داشت. در مجموع میزان، کارایی و سهم ماده خشک انتقال یافته از اندام‌های هوایی گیاه، در شرایط تنش، بیش از شرایط نرمال می‌باشد که می‌تواند ناشی از کاهش فتوسنتز، به واسطه بسته شدن روزنه‌ها و عدم تبادلات گازی باشد. کمترین درصد افزایش میزان، کارایی و سهم ماده خشک انتقالی نسبت به شرایط غیرتنش مربوط به تیمارهای شاهد (شهریار و C-80-4) بود در حالی که سه لاین خواهری ۵،۴، ۶ و ژنوتیپ ۱۰ بالاترین درصد افزایش را نشان دادند و به نظر می‌رسد این لاین‌های امید بخش بتوانند در شرایط تنش انتهایی در اقلیم سرد کشور، نتیجه رضایت‌بخش‌تری را حاصل نمایند.

واژه‌های کلیدی: رقم شهریار، عملکرد دانه، کارایی انتقال، استرس انتهایی خشکی

۱. به ترتیب استادیار، کارشناس ارشد و استادیار زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد میانه

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: drmmehrpouyan@gmail.com

مقدمه

محدودیت آبیاری در اراضی گندم آبی به خصوص در آخر فصل به دلیل رقابت زراعت‌های بهاره با آخرین آبیاری در مرحله بحرانی دانه‌بندی گندم و به دنبال آن نقصان شدید عملکرد ارقام گندم در شرایط تنش انتهایی، باعث گردیده تا شناسایی و معرفی ارقامی که با حداکثر دو نوبت آبیاری بهاره عملکرد قابل قبولی دارند مورد توجه قرار گیرد (۱۲). بروز تنش خشکی به ویژه بعد از گلدهی، یکی از موانع اصلی تولید گندم در اکثر بخش‌های آسیای میانه، خاورمیانه و از جمله ایران می‌باشد. بنابراین، گزینش و اصلاح برای تحمل به خشکی مهم‌ترین دغدغه اصلاحگران و محققین گندم در طی ۵۰ سال اخیر بوده است (۱۳). تنش خشکی ممکن است در طول فصل رشد، اوایل یا اواخر فصل، رخ دهد، اما بالاترین تأثیر آن در کاهش عملکرد زمانی است که بعد از گلدهی رخ می‌دهد (۳).

در شرایط تنش خشکی، کاهش فتوسنتز از طریق انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای که خود به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده می‌باشد، جبران می‌شود (۲۳). منابع اصلی کربن در گیاهان شامل فتوسنتز جاری برگ‌ها و سایر اندام‌های سبز نظیر ساقه، خوشه و ریشک و همچنین انتقال مجدد مواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی در مراحل قبل از گرده افشانی می‌باشد (۵). طهماسبی سروستانی و همکاران (۲۰) با استفاده از دو رقم گندم (Vasco و Sun92A) نشان دادند که تنش رطوبتی در مرحله بعد از گلدهی اثری نامناسب بر میزان جذب آسیمیلات‌ها داشت و 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 پرشدن دانه داشت. در آزمایشی پارامترهای مربوط به حرکت مجدد ماده خشک (مقدار ماده خشک حرکت مجدد یافته، کارایی حرکت مجدد و سهم فرآیند حرکت مجدد به دانه) در ژنوتیپ‌های مختلف در دو شرایط نرمال و تنش خشکی تفاوت معنی‌دار وجود داشت (۲۱). همبستگی مثبتی بین عملکرد دانه با پارامترهای انتقال مجدد مواد فتوسنتزی وجود دارد (۱۹). با

آزمایشی به روی انواع ژنوتیپ‌ها مشخص گردید که در بین ژنوتیپ‌ها از نظر اندوخته ساقه در هر دو شرایط آبی و تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی به طور معنی‌داری تفاوت وجود داشت و میزان تجمع ماده خشک در دانه به طور قابل ملاحظه‌ای در اثر اعمال تنش رطوبتی کاهش می‌یابد و وزن ماده خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی در مقایسه با دوره پرکردن دانه در هر دو شرایط تنش خشکی و آبی کاهش یافت (۱۸). سهم انتقال مواد از کل اندام‌های هوایی گیاه در دوره قبل از گلدهی در عملکرد دانه در منابع از ۶ تا ۷۵ درصد و تحت تنش‌های بسیار شدید تا ۱۰۰ درصد وزن دانه‌های تولید شده گزارش شده است، هم‌چنین میانگرم‌های پایینی ساقه محل اصلی ذخیره‌سازی و انتقال مواد پروده در قبل از گلدهی و میانگرم‌های بالایی ساقه محل مهمی برای مواد ذخیره‌ای پس از گلدهی می‌باشند (۴). نسبت سهم ذخایر ساقه به کل ماده خشک دانه ذرت یا برای عملکرد غلات بین ۶ تا ۱۰۰٪ بسته به شرایط آزمایش و ارقام مورد استفاده تخمین زده می‌شود (۱). تفاوت‌های ژنوتیپی در سهم درصدی و ذخایر ساقه برای عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش آبی معنی‌دار بود. در این پژوهش سعی بر آن شد تا پارامترهای مختلف مربوط به انتقال مجدد ماده خشک از اندام‌های مختلف در ژنوتیپ‌های گندم نان بررسی و رابطه آنها با عملکرد مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۸ ژنوتیپ جدید گندم حاصل از برنامه‌های به نژادی اقلیم سرد کشور (جدول ۱) با عادت رشد زمستانه و بینابین در مقایسه با رقم شهریار و لاین C-80-4 در دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شرایط بدون تنش و تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی، مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش در سال زراعی ۸۸-۸۷ در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل با طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ۲۰° و ۴۸° طول شرقی و ۱۵' و ۳۸' عرض شمالی و با ارتفاع حدود ۱۳۵۰ متر، بالاتر از سطح دریا

جدول ۱. پدیدگیری (شجره نامه) ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

شماره	شجره
۱	Shahryar (رقم)
۲	C - 80- 4 (لاین)
۳	4/MV 17 Kal/ 3* //Y50E/ 2 7C* /Bb/ 3 Bloudan/
۴	Yan 7578.128//Chil/1*Star
۵	Yan 7578.128//Chil/2*Star
۶	Yan 7578.128//Chil/3*Star
۷	ID800994W/Vee//F900K/3/Pony/Opata
۸	Bhr*5/Aga//Sni/3/Trk13/4/Drc
۹	Bilinmiyen 96.40
۱۰	LC 909 Mima

جدول ۲. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

مشخصه	شوری ds/m	pH	SP%	TNV%	Clay%	Silt%	Sand%	Texture
مقدار	۲/۰۴	۷/۷۶	۵۳	۵	۳۹	۳۰	۳۱	Clay-loam
مشخصه	OC%	Total N%	Phosphorus (ppm)	Potassium (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)
مقدار	۰/۸۵۸	۰/۰۸	۲/۲	۵۹۴	۲/۳۲	۲/۵۲	۸/۵۶	۴/۲۷

سنبله) در دو مرحله ظهور بساک و رسیدگی فیزیولوژیکی به‌طور تصادفی برداشت و بعد از جداسازی بخش‌های مختلف در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت در آن خشک گردیدند. وزن ساقه، سنبله بدون دانه، میانگرمه آخر (پدانکل)، وزن دانه (فقط در مرحله رسیدگی) و وزن خشک کل توزین گردید. پارامترهای زیر براساس فرمول‌های پاپاکوستا و گایاناس (۱۶) اندازه‌گیری و محاسبه شد:

$$DMT(mg/plant) = DMA - (DMM-GW)$$

$$DMTE (\%) = DMT / DMA \times 100$$

$$CPAAG(\%) = DMT / GW \times 100$$

در معادله‌های فوق، DMT شامل مقدار ماده خشک انتقال یافته، DMA وزن خشک در مرحله ظهور بساک، DMM وزن ماده خشک در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، GW، وزن دانه و CPAAG درصد مشارکت مواد پرورده ذخیره‌ای قبل از ظهور بساک در پرشدن دانه (درصد انتقال مواد) می‌باشد. بازدهی

اجرا گردید. عملیات تهیه زمین شامل شخم اولیه، یک نوبت دیسک، یک بار لولر بود. مصرف کود براساس نتایج آزمون خاک (جدول ۲) انجام گرفت (۱۰۰ کیلوگرم اوره در دو مرحله شامل پایه و سرک، ۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم). هر ژنوتیپ در یک کرت با ابعاد ۶ متر در ۱/۵ متر (۹ مترمربع) کشت گردید و برداشت از ۸ مترمربع بعد از حذف نیم متر حاشیه انجام شد. تراکم بذر مصرفی ۴۵۰حدود بذر در هر مترمربع بود. آبیاری به صورت نشتی انجام شد. در تیمار بدون تنش، یک نوبت آبیاری پاییزه و ۳ نوبت آبیاری بهاره انجام گرفت ولی در تیمار تنش رطوبتی، قطع آبیاری پس از ظهور بساک اعمال شد. برای مقابله با علف‌های هرز از علف‌کش گرانستار و پوماسوپر در مراحل پنجه‌زنی و ابتدای ساقه‌دهی استفاده شد.

به منظور اندازه‌گیری انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از هر کرت آزمایشی تعداد ۳۰ بوته کامل (شامل تمامی ساقه، برگ و

انتقال مجدد (RE) در هر دو شرایط با استفاده از فرمول زیر به دست آمد:

$$RE\% = DMT / DMA \times 100$$

برای تجزیه واریانس و مقایسات میانگین داده‌ها (در سطح احتمال ۵ درصد) به ترتیب از نرم‌افزار SAS (Version 9.1) و آزمون دانکن استفاده گردید و رسم نمودار با استفاده از برنامه Excel انجام شد.

نتایج و بحث

الف) شرایط تنش رطوبتی

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴)، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در خصوص صفات مربوط به انتقال مجدد از سنبله، میانگرمه انتهایی (پدانکل)، بقیه اندام‌های گیاه و کل بوته مشاهده شد. این موضوع نشان می‌دهد که در شرایط تنش رطوبتی میزان ماده خشک انتقال یافته از سایر بخش‌های گیاه به اندام‌های زایش افزایش می‌یابد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد که ژنوتیپ شماره ۱۰ با ۴/۴۸ میلی‌گرم در بوته بیشترین و ژنوتیپ‌های ۱، ۲ و ۷ کمترین میزان ماده خشک انتقالی از سنبله را به خود اختصاص دادند. در خصوص میزان ماده خشک انتقالی از پدانکل، برترین ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ ۱۰ و ۶ بودند، در حالی که ژنوتیپ‌های ۱، ۲ و ۳ کمترین میزان از این پارامتر را به خود اختصاص دادند. بیشترین ماده خشک انتقالی از بقیه اندام گیاه نیز از ژنوتیپ‌های ۱۰ و ۶ حاصل شد و ژنوتیپ ۱ کمترین مقدار از این پارامتر را دارا بود. در حالت کلی، ژنوتیپ‌های ۱۰ و ۶ بدون تفاوت آماری، بیشترین میزان ماده خشک انتقالی از اندام‌های هوایی به دانه را دارا بودند و ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۳ و ۷ بدون تفاوت آماری کمترین میزان ماده خشک انتقال کل را داشتند که حداقل آن مربوط به ژنوتیپ ۲ بود. تفاوت بین حداقل و حداکثر میزان ماده خشک انتقال یافته از اندام‌های هوایی به دانه ۵۱/۲ درصد بود. ژنوتیپ‌های ۴، ۵، ۶، ۸ و ۹ بدون اختلاف معنی‌دار آماری کارایی بالاتری در

خصوص انتقال ماده از سنبله به دانه نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها نشان دادند. بالاترین میزان کارایی ماده خشک انتقالی از پدانکل در ژنوتیپ ۶ به میزان ۹۱/۲ درصد مشاهده شد و در مقابل ژنوتیپ‌های ۱، ۲ و ۷ به ترتیب با ۴۲/۵، ۴۱/۴ و ۴۱/۶ درصد، پایین‌ترین کارایی را نشان دادند. در خصوص بقیه اندام‌های گیاه، ژنوتیپ ۹ با ۲۶/۴ درصد به ترتیب ۱۲/۱ درصد از رقم شهریار و ۱۲/۹ درصد از لاین C-80-4 بیشتر بود. در مجموع بالاترین کارایی انتقال ماده خشک، به میزان ۶۲/۳ درصد، به ژنوتیپ ۶ اختصاص یافت، این در حالی است که ژنوتیپ‌های ۲ و ۷ بدون تفاوت آماری پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). نتایج تجزیه همبستگی (جدول ۸) نشان داد که بین کارایی ماده خشک انتقال یافته از اندام‌های مختلف، با وزن هزار دانه و عملکرد دانه رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد، به طوری که در کل، نسبت به وزن هزار دانه و عملکرد به ترتیب برابر 0.612^{**} و 0.678^{**} بود.

بالا رفتن این پارامتر در ژنوتیپ‌های مختلف منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود که این موضوع در این آزمایش قابل مشاهده است. ژنوتیپ‌های ۴ و ۵ بدون تفاوت معنی‌دار آماری بیشترین سهم را از ماده خشک انتقالی از سنبله به خود اختصاص دادند و کمترین مقدار از این پارامتر متعلق به ژنوتیپ‌های ۲ و ۷ بود. در خصوص سهم ماده خشک انتقالی از پدانکل، ژنوتیپ‌های شماره ۶ و ۱۰ به ترتیب با ۶۹/۴ و ۶۹/۲ درصد بدون تفاوت معنی‌دار آماری، بهتر از بقیه ژنوتیپ‌ها ظاهر شدند. همچنین ژنوتیپ شماره ۹ با داشتن بالاترین سهم ماده خشک انتقالی از بقیه گیاه (۲۲/۲ درصد)، برتر از بقیه ژنوتیپ‌ها بود. در حالت کلی، ژنوتیپ‌های ۴، ۵، ۶، ۸ و ۹ بدون تفاوت معنی‌دار آماری سهم بیشتری از ماده خشک انتقال یافته از اندام‌های مختلف گیاهی به دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). انتقال مجدد مواد در طول دوره پرشدن دانه اتفاق می‌افتد و وجود رطوبت نقش انتقال مجدد را کم‌رنگ‌تر می‌نماید. وجود تفاوت معنی‌دار بین ارقام مختلف از نظر ذخیره و انتقال ماده خشک در شرایط تنش، به خصوص تنشی که پس

جدول ۳. میانگین ژنوتیپ‌ها برای برخی صفات مرتبط با انتقال مجدد در دو شرایط نرمال آبیاری و تنش انتهایی

سهم ماده خشک انتقال یافته (درصد) %. (CPPAG)		کارایی ماده خشک انتقال یافته (درصد) (RE/%)		مقدار ماده خشک انتقال یافته (میلی‌گرم بر بوته) (DMT)		شرایط ژنوتیپ
نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش	
۲۱/۸	۵۵/۱	۱۸/۶	۳۶/۷	۲/۷۳	۵/۳۳	۱
۲۱/۰	۵۱/۸	۱۷/۲	۳۱/۸	۲/۵۰	۴/۸۷	۲
۲۰/۳	۵۵/۳	۱۹/۲	۴۳/۰	۲/۳۳	۵/۴۶	۳
۲۶/۹	۶۶/۶	۲۶/۹	۵۳/۷	۴/۲۴	۸/۹۴	۴
۲۵/۸	۶۶/۱	۲۲/۶	۵۰/۳	۳/۶۷	۸/۷۲	۵
۲۸/۴	۶۹/۲	۳۰/۰	۶۲/۳	۴/۶۶	۱۰/۲	۶
۱۹/۷	۵۰/۵	۱۶/۴	۳۶/۱	۲/۳۵	۵/۰۱	۷
۲۵/۴	۶۳/۷	۲۴/۸	۴۹/۹	۳/۷۱	۸/۳۰	۸
۲۶/۸	۶۴/۳	۲۴/۶	۵۲/۲	۳/۶۲	۸/۰۳	۹
۲۶/۷	۶۹/۴	۲۳/۷	۵۶/۱	۴/۴۸	۱۰/۴	۱۰

مواد از کل اندام‌های هوایی گیاه در دوره قبل از گلدهی در عملکرد دانه را تحت تنش‌های بسیار شدید تا ۱۰۰ درصد گزارش کرده و بیان داشتند که سهم میانگره‌های بالایی بیشتر از بقیه گیاه می‌باشد. تنش خشکی باعث کاهش سریع در فتوسنتز بعد از گلدهی شده و سهم فتوسنتز جاری به دانه کاهش می‌یابد، اما سهم ماده خشک دانه حاصل از ذخایر ساقه و برگ را افزایش می‌یابد که بیش از ۴۰ درصد می‌باشد (۸ و ۲۴).

بالاترین و پایین‌ترین سهم ماده خشک انتقالی کل به دانه (۶۹/۴ و ۵۰/۵ درصد) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های شماره ۱۰ و ۷ بود که اختلافی برابر ۲۷/۲ درصد را نشان می‌دهد که وجود تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را از حیث این پارامتر ثابت می‌کند. با توجه به نتایج جدول ۸ و وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین پارامتر سهم ماده خشک انتقال یافته، با وزن هزار دانه و عملکرد دانه در شرایط تنش (به ترتیب 0.563^{**} و 0.551^{**}) می‌توان اظهار نمود که ژنوتیپ‌هایی دارای مقادیر بالاتر از این پارامتر، وزن هزار دانه و

از گلدهی رخ می‌دهد توسط جنت (۱۱) گزارش شده است که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. یانگ و زانگ (۲۳) معتقدند که در شرایط تنش خشکی، کاهش فتوسنتز از طریق انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای که خود به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده می‌باشد، جبران می‌شود. اهدایی و همکاران (۸) با بررسی تغییرات وزن خشک و محتوی کربوهیدرات محلول در آب پس از گلدهی در ساقه ارقام متنوع گندم بیان داشتند که برآورد میزان ذخایر ساقه تجمع و انتقال یافته به ژنوتیپ، شرایط محیطی و روش اندازه‌گیری بستگی دارد. ایشان هم‌چنین معتقدند که کمبود رطوبت هم بر ذخیره و هم انتقال ذخایر ساقه تأثیر می‌گذارد و گیاهان تحت تنش خشکی به واسطه نبود فتوسنتز ذخایر خود را بیشتر از گیاهانی که در شرایط نرمال هستند از دست می‌دهند. دیویدسون و چوالیر (۷) به کاهش مواد ذخیره شده در ساقه گندم و افزایش سهم آن در عملکرد دانه در شرایط تنش اشاره کرده است. چنین نتایجی را سنجر (۱۹) نیز گزارش کرده است. بونت و اینکول (۴) سهم انتقال

جدول ۴. خلاصه تجزیه واریانس مقدار، کارایی و سهم ماده خشک انتقال یافته به دانه در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش رطوبتی

میانگین مربعات											
منبع تغییر		درجه آزادی		مقدار ماده خشک انتقال یافته (میلی گرم بر بوته)		کارایی ماده خشک انتقال یافته (درصد)		سهم ماده انتقال یافته به دانه (درصد)		مقدار ماده خشک انتقال یافته (میلی گرم بر بوته)	
کل	پدانکل	بقیه گیاه	کل	پدانکل	بقیه گیاه	کل	پدانکل	بقیه گیاه	کل	پدانکل	بقیه گیاه
۶۷/۴۸	۱۷/۸۳	۱۲/۹۲	۴۷/۵۱	۳۶/۵۸	۱۰/۱۶	۰/۳۲۱	۰/۱۳۳	۰/۱۳۳	۰/۳۲۱	۰/۱۳۳	۰/۳۲۱
۱۵۸/۳**	۲۵/۳۱**	۹/۹۸۹*	۴۰/۰۴*	۲۹۳/۴**	۵۸/۲۶**	۱۴/۰۷**	۱/۵۲۲**	۰/۹۰۱**	۱۴/۰۷**	۱/۵۲۲**	۰/۹۰۱**
۱۶/۱۸	۳/۲۸۷	۴/۶۳۸	۵/۱۰۱	۶/۶۰۵	۶/۸/۹۶	۷/۸/۰۱	۰/۱۵۹	۰/۰۷۲	۰/۱۵۹	۰/۰۷۲	۰/۰۵۵
۶/۶	۹/۸	۱۳/۶	۸/۴	۱۳/۹	۱۴/۴	۵/۳	۱۳/۵	۷/۶	۵/۳	۱۳/۸	۷/۱

و : به ترتیب معنی دار در سطح پنج و یک درصد

جدول ۵. مقایسه میانگین پارامترهای مقدار، کارایی و سهم ماده خشک انتقال یافته به دانه در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش رطوبتی

سهم ماده خشک انتقال یافته (درصد)		سهم ماده خشک انتقال یافته (درصد)		کارایی ماده خشک انتقال یافته (درصد)		مقدار ماده خشک انتقال یافته (میلی گرم بر بوته)		صفات مورد بررسی	
کل	پدانکل	بقیه گیاه	کل	پدانکل	بقیه گیاه	کل	پدانکل	بقیه گیاه	ژنوتیپ‌ها
۵۵/۱ ^b	۱۷/۳ ^{cde}	۱۴/۷ ^b	۳۶/۷ ^{cd}	۱۴/۳ ^{de}	۴۲/۵ ^e	۵۳/۱ ^{bc}	۵/۴۳ ^d	۱/۶۷ ^e	Shahryar
۵۱/۸ ^b	۱۶/۵ ^{def}	۱۳/۴ ^b	۳۱/۸ ^d	۱۳/۵ ^e	۴۱/۴ ^e	۴۰/۸ ^c	۴/۸۷ ^d	۱/۵۶ ^{ef}	C - 80-4
۵۵/۳ ^b	۱۴/۴ ^{ef}	۱۳/۴ ^b	۴۳/۰ ^c	۱۴/۳ ^{de}	۴۸/۱ ^{de}	۶۶/۶ ^{ab}	۵/۴۶ ^d	۱/۴۳ ^{ef}	Bloudan/ 3 /Bb/ 7C* 2 //Y50E/ 3* Kal/ 4/MV 17
۶۶/۶ ^a	۲۰/۱ ^{abc}	۱۶/۱ ^{ab}	۵۳/۷ ^b	۱۹/۶ ^{bc}	۷۱/۵ ^b	۷۰/۱ ^a	۸/۹۴ ^b	۲/۷۰ ^{bc}	Yan 7578.128//Chil/1*Star
۶۶/۱ ^a	۱۸/۹ ^{bcd}	۱۶/۲ ^{ab}	۵۰/۳ ^b	۱۸/۲ ^{cd}	۵۵/۲ ^{cde}	۷۷/۶ ^a	۸/۸۲ ^b	۲/۱۵ ^b	Yan 7578.128//Chil/2*Star
۶۹/۲ ^a	۲۱/۳ ^{ab}	۱۸/۷ ^a	۶۲/۳ ^a	۲۲/۹ ^{ab}	۹۱/۲ ^a	۷۶/۹ ^a	۱۰/۲ ^a	۲/۱۳ ^b	Yan 7578.128//Chil/3*Star
۵۰/۵ ^b	۱۳/۸ ^f	۱۵/۳ ^{ab}	۳۶/۱ ^d	۱۴/۰ ^{de}	۴۱/۶ ^e	۵۲/۷ ^{bc}	۵/۰۱ ^d	۱/۵۴ ^{cd}	ID800994W/Vee/F900K/3/Pony/Opat a
۶۳/۷ ^a	۱۷/۹ ^{cd}	۱۵/۸ ^{ab}	۴۹/۹ ^b	۲۰/۰ ^{bc}	۵۸/۶ ^{bcd}	۷۱/۳ ^a	۸/۳۰ ^{bc}	۲/۰۷ ^b	Bhr*5/Aga//Sni/3/Trk13/4/Drc
۶۶/۳ ^a	۲۲/۲ ^a	۱۵/۹ ^{ab}	۵۲/۲ ^b	۲۶/۴ ^a	۵۹/۰ ^{bcd}	۷۱/۲ ^a	۸/۰۳ ^c	۱/۹۶ ^{bc}	Bilimiyen 96.40
۶۹/۴ ^a	۲۱/۲ ^{ab}	۱۸/۶ ^a	۵۶/۱ ^{ab}	۲۱/۶ ^{bc}	۶۶/۸ ^{bc}	۸۰/۰ ^a	۱۰/۴ ^a	۲/۸۰ ^a	LC 909 Mirma

میانگین‌های با حروف غیر مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی دار با هم دارند

جدول ۶. خلاصه تجزیه واریانس مقدار، کارایی و سهم ماده خشک انتقال یافته به دانه در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط نرمال

میانگین مریعات											
سهم ماده انتقال یافته به دانه (درصد)			سهم ماده خشک انتقال یافته (درصد)			کارایی ماده خشک انتقال یافته (درصد)			مقدار ماده خشک انتقال یافته		
کل	پدانکل	بقیه گیاه	کل	پدانکل	بقیه گیاه	کل	پدانکل	بقیه گیاه	کل	پدانکل	بقیه گیاه
۲۵/۰۱	۸/۸۰	۱/۴۷	۹/۵۲	۸/۴۰	۶۵/۶۷	۱۲/۳۶	۰/۱۸۹	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۰۷۴	۲
۳۱/۱۶**	۳/۴۸*	۰/۷۰ ^{NS}	۵۸/۹۸**	۹/۱۳*	۱۱۱/۷*	۱۷۶/۷**	۲/۳۷**	۰/۲۲**	۰/۰۸۶*	۰/۶۱*	۹
۳/۸۵	۱/۰۵۹	۳/۰۷	۸/۵۸	۲/۵۵	۲۸/۱۲	۴۱/۰۱	۰/۱۲۴	۰/۰۱۲	۰/۰۲۲	۰/۱۰	۱۸
۸/۱	۱۳/۶	۱۴/۹	۱۳/۱	۱۸/۸	۱۶/۵	۲۴/۱	۱۰/۳	۱۰/۳	۱۳/۹	۲۴/۵	-

منابع تغییر

بلوک

تیمار

اشتباه آزمایشی

ضریب تغییرات (درصد)

جدول ۷. مقایسه میانگین پارامترهای مقدار، کارایی و سهم ماده خشک انتقال یافته به دانه در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط نرمال

مقدار ماده خشک انتقال یافته (میلی‌گرم بر بوته)												
سهم ماده خشک انتقال یافته (درصد)			کارایی ماده خشک انتقال یافته (درصد)			مقدار ماده خشک انتقال یافته			صفات مورد بررسی			
کل	پدانکل	بقیه گیاه	کل	پدانکل	بقیه گیاه	کل	پدانکل	بقیه گیاه	کل	پدانکل	بقیه گیاه	
۲۱/۸ ^b	۶/۶۰ ^{cd}	۸/۱۳ ^a	۷/۱۰ ^{bc}	۱۸/۶ ^{de}	۶/۸۶ ^{cd}	۳۰/۳ ^{bcd}	۱۸/۵ ^b	۲/۷۳ ^c	۰/۸۴ ^d	۱/۰۱ ^{b-d}	۰/۹۰ ^{bcd}	Shahryar
۲۱/۰ ^b	۶/۹۷ ^{bcd}	۷/۰۷ ^a	۳/۹۷ ^{bc}	۱۷/۲ ^e	۷/۴۶ ^{bcd}	۲۷/۸ ^{cd}	۱۶/۶ ^b	۲/۵۰ ^c	۰/۸۳ ^d	۰/۸۷ ^{de}	۰/۸۷ ^{cd}	C - 80 - 4
۲۰/۳ ^b	۵/۹۲ ^d	۸/۱۶ ^a	۶/۱۶ ^c	۱۹/۲ ^{cde}	۵/۶۰ ^d	۳۳/۷ ^{bc}	۱۸/۲ ^b	۲/۳۳ ^c	۰/۶۷ ^d	۰/۹۴ ^{cde}	۰/۷۱ ^d	Bloudan/ 3 /Bb/7C* 2 //Y50E/ 3* Kal/ 4/MV I7
۲۶/۹ ^a	۷/۸۶ ^{abc}	۷/۵۳ ^a	۱۱/۵ ^a	۲۶/۹ ^{ab}	۹/۴۰ ^{abc}	۳۸/۹ ^{ab}	۳۲/۴ ^a	۴/۲۴ ^{ab}	۱/۲۰ ^{bc}	۱/۱۷ ^{abc}	۱/۸۰ ^a	Yan 7578.128//Chil/1*Star
۲۵/۸ ^a	۷/۷۳ ^{abc}	۸/۳۳ ^a	۹/۷۳ ^{ab}	۲۲/۶ ^{bcd}	۷/۸۳ ^{bcd}	۲۹/۵ ^{cd}	۳۰/۳ ^a	۳/۶۷ ^b	۱/۱۰ ^c	۱/۱۶ ^{abc}	۱/۳۶ ^{abc}	Yan 7578.128//Chil/2*Star
۲۸/۴ ^a	۹/۲۵ ^a	۸/۳۰ ^a	۱۰/۹ ^a	۳۰/۰ ^a	۱۰/۲ ^{ab}	۴۵/۳ ^a	۳۴/۴ ^a	۴/۶۶ ^a	۱/۴۷ ^a	۱/۳۶ ^a	۱/۸۲ ^a	Yan 7578.128//Chil/3*Star
۱۹/۷ ^b	۶/۴۴ ^{cd}	۷/۰۷ ^a	۶/۳۱ ^c	۱۶/۴ ^c	۸/۱۰ ^{bcd}	۲۳/۴ ^d	۱۷/۸ ^b	۲/۳۵ ^c	۰/۷۶ ^d	۰/۸۲ ^c	۰/۸۶ ^d	ID800994W/Vee/F900K/3/Pony/Opata
۲۵/۴ ^a	۶/۵۱ ^{a-d}	۷/۶۰ ^a	۱۰/۲ ^a	۲۴/۸ ^b	۹/۲۶ ^{abc}	۳۱/۵ ^{bcd}	۳۳/۵ ^a	۳/۷۱ ^b	۱/۱۴ ^c	۱/۱۰ ^{bcd}	۱/۵۰ ^a	Bhr*5/Aga//Sni/3/Trk13/4/Drc
۲۶/۸ ^a	۸/۹۴ ^a	۷/۵۳ ^a	۱۰/۳ ^a	۲۴/۶ ^b	۱۱/۷ ^a	۳۱/۰ ^{bcd}	۳۱/۳ ^a	۳/۶۲ ^b	۱/۲۰ ^{bc}	۱/۰۳ ^{b-c}	۱/۴۳ ^{ab}	Bilinmiyen 96.40
۲۶/۷ ^a	۸/۴۵ ^{ab}	۷/۴۶ ^a	۱۱/۰ ^a	۲۳/۷ ^{bc}	۸/۴۵ ^{bc}	۲۹/۷ ^{cd}	۳۲/۹ ^a	۴/۴۸ ^a	۱/۳۶ ^{ab}	۱/۲۵ ^{ab}	۱/۸۴ ^a	LC 909 Mima

جدول ۸. ضریب همبستگی بین برخی از صفات با پارامترهای مربوط به انتقال ماده خشک در شرایط نرمال و تنش خشکی

نام پارامتر	وزن هزار دانه		شاخص برداشت		عملکرد دانه	
	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
سنبله ^۱	۰/۶۵۱**	۰/۷۲۹**	۰/۳۵۶ ^{ns}	۰/۱۴۵ ^{ns}	۰/۷۷۱**	۰/۷۱۹**
پدانکل ^۱	۰/۵۹۳**	۰/۶۷۵**	۰/۲۲۶ ^{ns}	۰/۳۶۲ ^{ns}	۰/۵۹۷**	۰/۷۴۳**
بقیه گیاه ^۱	۰/۴۹۰**	۰/۶۲۱**	۰/۴۰۳*	۰/۳۰۸ ^{ns}	۰/۵۳۵**	۰/۶۵۷**
کل ^۱	۰/۶۹۶**	۰/۷۱۳**	۰/۳۹۷*	۰/۲۶۴ ^{ns}	۰/۷۷۸**	۰/۷۳۵**
سنبله ^۲	۰/۵۸۴**	۰/۴۳۷*	۰/۴۰۶*	۰/۰۶۶ ^{ns}	۰/۷۰۵**	۰/۵۲۷**
پدانکل ^۲	۰/۵۷۹**	۰/۶۲۴**	۰/۳۲۱ ^{ns}	۰/۳۱۸ ^{ns}	۰/۵۳۴**	۰/۶۶۱**
بقیه گیاه ^۲	۰/۱۴۸ ^{ns}	۰/۳۶۴*	۰/۴۹۱**	۰/۵۱۶**	۰/۱۵۴ ^{ns}	۰/۳۸۱*
کل ^۲	۰/۶۷۴**	۰/۶۱۲**	۰/۴۸۴**	۰/۲۹۲ ^{ns}	۰/۷۲۶**	۰/۶۷۸**
سنبله ^۳	۰/۵۹۳**	۰/۵۲۹**	۰/۳۲۹ ^{ns}	۰/۰۱۰ ^{ns}	۰/۶۷۳**	۰/۴۶۲*
پدانکل ^۳	۰/۱۷۱ ^{ns}	۰/۴۲۹*	-۰/۰۵۲ ^{ns}	۰/۴۲۴*	-۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۵۱۸**
بقیه گیاه ^۳	۰/۱۸۷ ^{ns}	۰/۳۷۶*	۰/۲۶۶ ^{ns}	۰/۳۰۴ ^{ns}	۰/۱۰۶ ^{ns}	۰/۳۵۸ ^{ns}
کل ^۳	۰/۵۳۹**	۰/۵۶۳**	۰/۳۱۴ ^{ns}	۰/۲۷۲ ^{ns}	۰/۴۹۴**	۰/۵۵۱**

۱: مقدار ماده خشک انتقال یافته ۲: کارایی ماده خشک انتقال یافته ۳: سهم ماده خشک انتقال یافته در عملکرد دانه
ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح پنج و یک درصد

عملکرد بیشتری ایجاد می‌نماید. نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که کل ماده خشک انتقال یافته (DMT) در ژنوتیپ‌های ۶ و ۱۰، حدود ۱۱۳/۵٪ بیش‌تر از مقدار ماده انتقال یافته در ژنوتیپ ۲، در شرایط تنش می‌باشد، هم‌چنین نسبت ژنوتیپ‌های ۲ و ۳ در شرایط نرمال، به ترتیب به ۳۱۶ و ۳۴۶ درصد بیش‌تر است. این نتایج هم‌چنین نشان می‌دهد که مقدار (RE%) در ژنوتیپ ۶ بیش‌تر از کارایی ماده خشک در ژنوتیپ ۲ در شرایط تنش و ژنوتیپ ۳ در شرایط نرمال به ترتیب به میزان ۹۶٪ و ۲۸۰٪ می‌باشد. سهم ماده خشک انتقال یافته نیز در ژنوتیپ‌های ۶ و ۱۰ در شرایط تنش، نسبت به ژنوتیپ ۷ در شرایط تنش ۳۷٪ و نسبت به همین ژنوتیپ در شرایط نرمال ۲۵۲٪ بیش‌تر بود (جدول ۳).

سهم میانگرنه انتهایی در بین ژنوتیپ‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۶). مقدار ماده خشک انتقال یافته در ژنوتیپ‌های ۱۰، ۶، ۴ و ۸ به ترتیب، برتر از سایرین بود و کمترین مقدار ماده خشک انتقال یافته از سنبله مربوط به ژنوتیپ ۳ بود. بیشترین مقدار ماده خشک انتقالی به دانه از پدانکل مربوط به ژنوتیپ ۶ بود، در حالی که کمترین مقدار مربوط به این پارامتر متعلق به ژنوتیپ ۷ بود. میزان ماده خشک انتقالی از بقیه اندام گیاه نیز در ژنوتیپ ۶ در بیشترین مقدار خود بود، با این حال ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۳ و ۷ بدون تفاوت آماری معنی‌دار، کمترین مقدار این پارامتر را به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ‌های ۱۰ و ۶ بدون تفاوت آماری معنی‌دار، از لحاظ میزان ماده خشک انتقالی به دانه از مرحله گلدهی، برتر از سایر ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ۵). در خصوص کارایی ماده خشک انتقالی از سنبله، ژنوتیپ‌ها به دو گروه مجزا تفکیک شدند، به طوری که ژنوتیپ‌های ۴، ۵، ۶، ۸، ۹ و ۱۰ برتر از بقیه ژنوتیپ‌ها ظاهر شدند. ژنوتیپ‌های ۶ و ۷ به ترتیب بالاترین (۴۵/۳٪) و پائین‌ترین (۲۳/۴٪) کارایی در

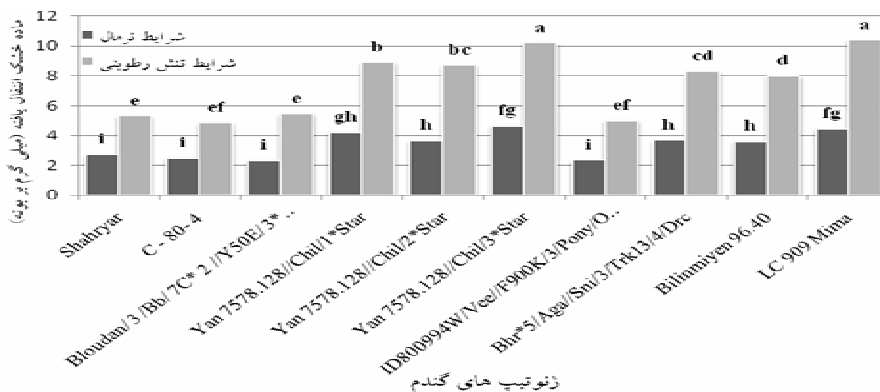
(ب) شرایط بدون تنش رطوبتی

تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ از نظر میزان، کارایی و سهم ماده خشک انتقال یافته از اندام‌های مختلف به دانه مشاهده شد، اما

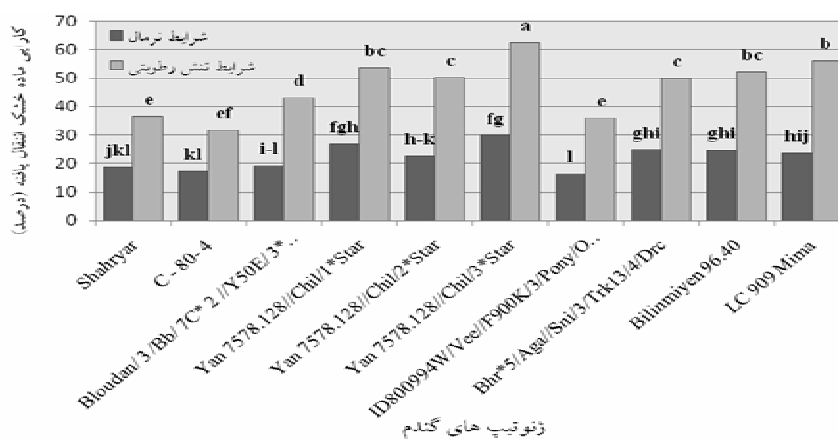
انتقال ماده خشک از میانگه انتهایی به دانه را نشان دادند. ژنوتیپ ۹ با کارایی ۱۱/۷ درصدی بالاترین کارایی را در انتقال ماده خشک از بقیه اندام‌های گیاه را به خود اختصاص داد. در مجموع، ژنوتیپ ۶ با کارایی ۳۰ درصدی در انتقال مجدد مواد، بالاترین و ژنوتیپ ۷ با ۱۶/۴ درصد کمترین کارایی را در انتقال ماده خشک اندام‌های مختلف هوایی به دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۷). ژنوتیپ‌های ۴، ۶، ۸، ۹ و ۱۰ بدون تفاوت آماری، سهم تقریباً مساوی از ماده خشک انتقال یافته از سنبله را داشتند و کمترین مقدار در این پارامتر مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۷ بود. سهم ماده خشک انتقال یافته به دانه از بقیه گیاه، در ژنوتیپ‌های شماره ۶ و ۹ بالاتر از بقیه ژنوتیپ‌ها بود و در ژنوتیپ شماره ۳ کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. ژنوتیپ‌ها از نظر سهم ماده خشک انتقالی از مرحله قبل از گلدهی به دانه، به دو گروه مجزا با اختلاف آماری معنی‌دار تفکیک شدند و ژنوتیپ‌های ۴، ۵، ۶، ۸، ۹ و ۱۰ بدون تفاوت آماری، مقادیر بالاتری نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها در خصوص این پارامتر به خود اختصاص دادند. بیشترین مقدار این پارامتر متعلق به ژنوتیپ شماره ۶ بود که در مقایسه با کمترین مقدار آن (۲۰/۳ درصد در ژنوتیپ ۳) به میزان ۲۰/۳٪ بالاتر بود (جدول ۷).

از آنجایی که گیاهان مختلف و حتی ژنوتیپ‌های یک گیاه دارای ساختار ژنتیکی متفاوتی از هم می‌باشند، تفاوت در میزان کارایی و سهم انتقال ماده خشک از اندام‌های مختلف گیاهی دور از انتظار نیست، چنانچه در مطالعه‌ای، واریته‌های مختلف گندم واکنش‌های متفاوتی از نظر تجمع ماده خشک و توزیع آن بین اندام‌ها و انتقال آن نشان دادند (۱۴). در منابع مختلف به وجود تفاوت در ژنوتیپ‌های مختلف گندم در میزان انتقال ماده خشک از ساقه، پدانکل و سایر قسمت‌های گیاه اشاره شده (۱۸ و ۲۱) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ماده خشک انتقال یافته از اندام‌های مختلف با عملکرد دانه مشاهده شد که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های با ماده خشک انتقالی بیشتر دارای عملکرد دانه بالاتری خواهند بود. ژنوتیپ‌های ۶ و ۱۰ در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها میزان ماده خشک انتقالی بیشتری از اندام‌های مختلف به دانه نشان دادند و همین ژنوتیپ‌ها بیشترین عملکرد دانه را نیز دارا بودند. ضریب همبستگی بین ماده خشک انتقال یافته قبل از گلدهی و عملکرد دانه معنی‌دار بود (۱۷). کارایی حرکت مجدد ماده خشک از پدانکل و سایر قسمت‌های گیاه در ژنوتیپ‌های مختلف گندم در شرایط نرمال تفاوت معنی‌دار نشان دادند (۲۱). کارایی ماده خشک ساقه در عملکرد دانه، بستگی به ظرفیت ماده خشک ذخیره شده قبل از گرده‌افشانی دارد که در ارقام مختلف متفاوت است (۶). میزان سهم ذخایر اندام‌های هوایی در عملکرد دانه در گزارشات مختلف برحسب شرایط آزمایش و ارقام تفاوت‌های معنی‌داری و بین ۶ تا ۱۰٪ برآورد شده است (۲، ۶، ۷ و ۱۶). در گندم میانگه‌های بالایی سهم بیشتری از مواد انتقال یافته به دانه را در مقایسه با میانگه‌های پایین ساقه بر عهده دارند (۴ و ۲۲).

وجود کلروفیل در ریشک سنبله و امکان انجام فرآیند فتوسنتز در آنها و با توجه به مسیر کوتاه منبع و مخزن و صرف انرژی کمتر، سنبله می‌تواند کارایی و سهم بسزایی در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها به ویژه در شرایط تنش داشته باشد و ژنوتیپ‌هایی که ریشک‌هایی با کارایی مناسب در انجام فرآیند فتوسنتز دارند، سهم بیشتری از مواد انتقالی به دانه را به ویژه در شرایط تنش به خود اختصاص می‌دهند. بیشترین میزان ماده خشک انتقالی از پدانکل به دانه تحت شرایط تنش رطوبتی بدون تفاوت معنی‌دار آماری به ترتیب در ژنوتیپ‌های شماره ۱۰ و ۶ مشاهده شد، در حالی که کمترین مقدار این پارامتر متعلق به ژنوتیپ‌های ۲ و ۷ بود که در شرایط نرمال به‌دست‌آمد. در هر دو شرایط آزمایشی، سنبله و پدانکل مقدار، کارایی و سهم تقریباً مساوی از عملکرد دانه را داشتند، این منابع به دلیل نزدیکی به مخزن (دانه)، انتقال سریع و با انرژی کمتر مواد فتوسنتزی به دانه دارند. در شرایط تنش رطوبتی در مقایسه با شرایط نرمال، میزان، کارایی و سهم ماده خشک انتقال یافته از اندام‌های هوایی گیاه، به طور معنی‌داری افزایش یافت. این امر می‌تواند در ارتباط با کاهش فتوسنتزی جاری به واسطه



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری تنش خشکی در ژنوتیپ بر میزان ماده خشک انتقال یافته کل گیاه به دانه

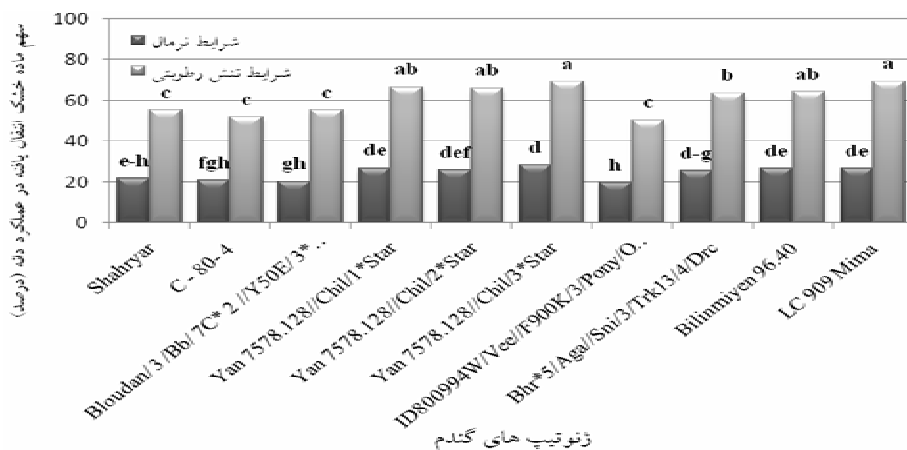


شکل ۲. مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری تنش خشکی در ژنوتیپ بر کارایی ماده خشک انتقال یافته از کل گیاه به دانه

و در این بین کمترین درصد افزایش به رقم شهریار و C-80-4 به میزان ۹۵٪ اختصاص دارد و در بقیه ژنوتیپ‌ها درصد افزایش بین ۱۱۱٪ (ژنوتیپ ۴) تا ۱۳۷٪ (ژنوتیپ ۵) در نوسان است. ژنوتیپ‌های ۶ و ۱۰ توانستند در هر دو شرایط بالاترین ماده خشک انتقال یافته را به خود اختصاص دهند (شکل ۱). کارایی ماده خشک انتقال یافته (شکل ۲) نیز نشان می‌دهد که در مجموع کلیه ارقام و ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی انتهایی کارایی بالاتری داشته و ژنوتیپ‌های ۶ و ۱۰ به ترتیب با افزایش ۱۰۸ و ۱۳۷ درصدی در کارایی ماده خشک، بالاترین کارایی را در شرایط تنش احراز نمودند. کمترین درصد افزایش کارایی ماده خشک انتقالی نسبت به شرایط غیرتنش در تیمارهای شاهد (شهریار با ۹۶٪ و C-80-4 با ۸۵٪) بروز

بسته شدن روزه‌ها و عدم تبادلات گازی باشد. اثرات متقابل معنی‌داری بین سطوح رطوبتی و ژنوتیپ‌ها در اکثر پارامترهای انتقال مجدد حاکی از تفاوت در سازگاری ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گندم و تفاوت آنها در انتقال مواد فتوسنتزی در شرایط مختلف محیطی است. ژنوتیپ‌های شماره ۶ و ۱۰ بیشترین میزان ماده خشک انتقالی به دانه در شرایط تنش رطوبتی و بالاترین سهم را داشتند. هم‌چنین بیشترین و کمترین کارایی به ترتیب از ژنوتیپ شماره ۶ تحت شرایط تنش رطوبتی و ژنوتیپ شماره ۷ تحت شرایط نرمال به دست آمد.

مقایسه ترکیب ژنوتیپ در تیمار تنش برای صفت ماده خشک انتقال یافته (شکل ۱)، نشان می‌دهد که تنش خشکی موجب افزایش ماده خشک انتقال یافته در کلیه موارد شده است



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری تنش خشکی در ژنوتیپ بر کارایی ماده خشک انتقال یافته از کل گیاه به دانه

خشک انتقال یافته را به خود اختصاص دهند. هم‌چنین بیشترین و کمترین کارایی به ترتیب از ژنوتیپ شماره ۶ تحت شرایط تنش رطوبتی و ژنوتیپ شماره ۷ تحت شرایط نرمال به دست آمد. بیشترین سهم به سه لاین خواهری ۴، ۵ و ۶ و ژنوتیپ ۱۰ مرتبط است. کمترین درصد افزایش میزان، کارایی و سهم ماده خشک انتقالی نسبت به شرایط غیرتنش مربوط به تیمارهای شاهد (شهریار و C-80-4) بود در حالی که سه لاین خواهری Yan 7578.128//Chil/2*Star، Yan 7578.128//Chil/3*Star بالاترین درصد افزایش را نشان دادند و به نظر می‌رسد این لاین‌های امیدبخش بتوانند در شرایط تنش انتهایی در اقلیم سرد کشور، نتیجه رضایت‌بخش تری را حاصل نمایند.

سپاسگزاری

از جناب آقای مهندس مصطفایی به عنوان مسئول محترم ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل و آقای دکتر سنجری و دکتر حسن پناه و سایر همکاران محترم آن مرکز که در اجرای این تحقیق همکاری خالصانه را داشتند، تشکر و قدرانی می‌نمایم.

نمود. سهم ماده خشک انتقالی در تولید عملکرد دانه (شکل ۳) نیز نشان می‌دهد که شرایط تنش خشکی موجب افزایش سهم ماده انتقالی در تمامی ژنوتیپ‌ها می‌گردد و در بین کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی، کمترین سهم در شرایط تنش و غیرتنش به ژنوتیپ ۷ و رقم شهریار و لاین و لاین C-80-4 مربوط می‌گردد و بیشترین سهم به سه لاین خواهری ۴، ۵ و ۶ و ژنوتیپ ۱۰ مرتبط است.

نتیجه‌گیری

در هر دو شرایط آزمایشی، سنبله و میانگره انتهایی کارایی و سهم تقریباً مساوی از عملکرد دانه را داشتند، این منابع به دلیل نزدیکی به مخزن (Sink)، انتقال سریع و با انرژی کمتر مواد فتوسنتزی به دانه دارند. مقدار، کارایی و سهم ماده خشک انتقال یافته از اندام‌های هوایی گیاه، در شرایط تنش رطوبتی در مقایسه با شرایط نرمال به طور معنی‌داری افزایش یافت و وجود انتقال مجدد ذخایر قبل از ظهور بساک در شرایط تنش رطوبتی حائز اهمیت است. اثرات متقابل معنی‌داری بین سطوح رطوبتی و ژنوتیپ‌ها در اکثر پارامترهای انتقال مجدد حاکی از تفاوت در سازگاری ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گندم و تفاوت آنها در انتقال مواد فتوسنتزی در شرایط مختلف محیطی است. ژنوتیپ‌های ۶ و ۱۰ توانستند در هر دو شرایط تنش و غیرتنش بالاترین ماده

منابع مورد استفاده

1. Blum, A. 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. *Euphytica* 77 –83.
2. Blum, A., B. Sinmena, J. Mayer, G. Golan and L. Shpiler. 1994. Stem Reserve Mobilization Supports Wheat Grain Filling under Heat Stress. *Australian Journal of Plant Physiology* 21: 771- 781.
3. Blum, A. 2005. Mitigation of drought stress by crop management. Available on line at: <http://www.PlantStress.com>. Accessed 18 March 2006.
4. Bonnett, G.D. and L.D. Incoll. 1992. Potential pre- anthesis and post- anthesis contributions of stem internodes to grain yield in crops of winter barley. *Annals of Botany* 69: 219- 225.
5. Borras, L., G. A. Slafer and M. E. Otegui. 2004. Seed dry weight response to source-sink manipulation in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. *Field Crop Research* 86:131-146.
6. Borrell, A. K., L. D. Incoll and M. J. Dalling. 1993. The Influence of the Rht1 and Rht2 Alleles on the Deposition and Use of Stem Reserves in Wheat. *Annals of Botany* 71: 317-326.
7. Davidson, D.J. and P.M. Chevalier. 1992. Stronge and remobilization of water-soluble carbohydrate in stems of spring wheat. *Crop Science* 32: 186-190.
8. Ehdaie, B. and J.G. Waines. 1996. Genetic variation for contribution of preanthesis assimilates to grain yield in spring wheat. *Journal of Genetics and Breeding* 50: 47-56.
9. Ehdaie, B., G.A. Alloush and J.G. Waines. 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.
10. FAO. 2007. FAOSTAT. Available online at: <http://www.faostat.fao.org/site/526/default.aspx>. Accessed 25 December 2008.
11. Gent, M.P.N. 1994. Photosynthate reserves during grain filling in winter wheat. *Agronomy Journal* 86: 159-167.
12. Ghodsi, M., M. Chaii-Chi, M.R. Jalal-Kamali and D. Mazaheri. 2004. Determination of susceptibility of development stages in bread wheat to water stress and its effect on yield and yield components. *Seed and Plant Production Journal* 20:489-509.
13. Lopez, C.G., G.M., Banowitz C.J. Peterson and W.E. Kronstad. 2003. Dehydrin expression and drought tolerance in seven wheat cultivars. *Crop Science* 43:577-582.
14. Nagarajan, S., M. Rane, Mahes-wari and P.N. Gembhir. 1999. Effect of post-anthesis water stress on accumulation of dry matter, carbon, nitrogen and their partitioning in wheat varieties differing in drought tolerance. *Crop Science* 183: 129 – 136.
15. Palta, J.A., T. Kobata, N.C. Turner and I.R. Fillery. 1994. Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by postanthesis waer deficits. *Crop Science* 34: 118- 124.
16. Papakosta, D.K. and A.A. Gagianas. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Agronomy Journal* 83: 864- 870.
17. Przulj, N. and V. Momcilovic. 2003. Dry matter and nitrogen accumulation and use in spring barley. *Plant, Soil and Environment* 49: 36- 47.
18. Sanjari, A. and A.Yazdan-Sepas. 2008. Genetic diversity of stem storage in different genotypes of wheat (*Triticum aestivum* L.) under terminal drought stress. *Crop Science* 38(1): 181-191.
19. Sanjari, A. 2006. A survey on remobilization of photosynthetic metabolites from vegetative parts of wheat to grains and its relation to drought stress tolerance in new lines under moisture stress after flowering stage. 9th Iran. Cong. Crop Prod. and Plant Breed. Aug. 27-29. Tehran University, Aborayhan Pardis.
20. Tahmasebi-Sarvestani, T.Z., C.F., Jenner and G. Mac-Donald. 2003. Dry matter and nitrogen remobilization of two wheat genotypes under post- anthesis water stress conditions. *Journal of Agriculture, Science and Technology* 5: 21-29.
21. Tosi-Mojarad, M., M.R.Ghanadha, M. Khodarahmi and S. Shahabi. 2005. Principle component analysis for grain yield and some physiological traits of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pajouhesh-va-Sasandegi In Agronomy & Horticulture* 67: 9-16.
22. Wardlaw, I.F. and J. Willenbrink. 1994. Carbohydrate storage and mobilization by the culm of wheat between heading and grain maturing: The relation to sucrose synthase and sucrose phosphate synthase. *Australian Journal of Plant Physiology* 21: 255-271.
23. Yang, J. and J. Zhang. 2006. Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytologist* 169: 223-236
24. Yang, J., J. Zhang, Z. Hung, Q. Zhu and L. Wang. 2000. Remobilization of carbon reserves is improved by controlled soil drying during grain filling of wheat. *Crop Science* 40: 1645-1655.