مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد چهارم، شماره سوم، پاییز ۹۰
۱۹۱-۲۰۸
ejcp.gau@gmail.com

ارزیابی میزان انتقال مجدد ذخایر ساقه به دانه با استفاده از خشکاننده‌های شیمیایی و ارتباط آن با تبادلات گازی در ژنوتیپ‌های گندم، جو و تریتیکاله

ابراهیم روحی[۱]، *زین‌العابدین طهماسبی سروستانی[۲]، سیدعلی‌محمد مدرس ثانوی[۳] و عادل سی وسه مرده[۴]

[۱]دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه تربیت مدرس، [۲]دانشیار گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس،
[۳]استاد گروه‌زراعت دانشگاه تربیت مدرس، [۴]استادیار گروه زراعت دانشگاه کردستان

چکیده

به‌منظور درک بهتر خصوصیات فیزیولوژیک مرتبط با مقاومت به خشکی شامل مقاومت به خشکاننده‌های شیمیایی و روند فتوسنتز جاری تحت شرایط تنش رطوبتی در تریتیکاله و مقایسه آن با سایر غلات دانه ریز این آزمایش طی سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گریزه سنندج انجام شد. اثر سه رژیم رطوبتی شامل آبیاری در پتانسیل رطوبتی خاک ۳- بار(شاهد)، آبیاری در پتانسیل رطوبتی ۱۰- بار و بدون آبیاری همراه با هشت ژنوتیپ غلات شامل چهار لاین تریتیکاله، سه رقم گندم آبی و یک رقم جو در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش کرت‌های خرد شده، بررسی شد. به‌منظور ارزیابی ثبات وزن دانه تحت تنش، با استفاده از کلرات سدیم ۱ درصد کلروفیل در کرت‌های شاهد در ۱۰ روز بعد از گلدهی تخریب و فتوسنتز جاری متوقف شد. نتایج نشان داد که کلرات سدیم موجب کاهش شدید وزن دانه‌ها و انتقال بیشتر ذخایر ساقه به دانه به ترتیب به میزان ۵۱ و ۷۵ درصد نسبت به تیمار شاهد شد. در بین غلات دانه‌ریز تریتیکاله دارای کمترین میزان کاهش در وزن دانه بود. با کاهش تبادلات گازی مانند سرعت فتوسنتز در شرایط تنش، انتقال مجدد ذخایر اندام‌های رویشی افزایش یافت. این روند در تریتیکاله نمود بیشتری داشت. همچنین در شرایط تنش هر دو عامل روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای نقش مهمی در محدودیت فتوسنتزی ایفا کردند.

واژه‌های کلیدی: تریتیکاله، گندم، جو، خشکاننده‌های شیمیایی، رژیم‌های رطوبتی خاک

*مسئول مکاتبه: tahmaseb@modares.ac.ir

مقدمه

در مناطق مدیترانه‌ای یخبندان‌های زمستانه و اوایل بهار و تنش‌های حرارتی و رطوبتی در مراحل انتهایی دوره رشد از عوامل اصلی محدودکننده عملکرد غلات می‌باشند. تحت این شرایط تریتیکاله از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. این گیاه از قابلیت بالایی در تحمل به تنش‌های محیطی برخوردار می‌باشد. آپریتی و سیروهی (١٩٨٧) در بررسی اثرات تنش رطوبتی روی فتوسنتز و روابط آبی تریتیکاله، چاودار و گندم دریافتند که برخلاف گندم تنش رطوبتی اثر منفی روی فرایند فتوسنتزی تریتیکاله نداشت. این قابلیت با رفتار روزنه‌ای تریتیکاله و ظرفیت نگهداری محتوی آب اندام‌ها و تداوم جذب آب طی دوران تنش مرتبط می‌باشد. مورانت آوایس و همکاران (١٩٨٩) در بررسی تریتیکاله با گندم و چاودار دریافتند که چاودار و تریتیکاله از قابلیت تنظیم اسمزی سریع‌تری نسبت به گندم تحت تنش اسمزی برخوردار بوده و این امر را دلیل برتری این دو محصول در مقابل تغییرات اقلیمی گزارش کردند.

روش‌های غربال‌گری فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌ها را می‌توان برای گزینش مواد مادری یا غربال سریع جمعیت‌های در حال تفرق جهت بهبود تحمل خشکی مورد استفاده قرار داد (وینتر و همکاران، ١٩٨٨). در این راستا استفاده از ذخایر کربوهیدرات اندام‌های رویشی می‌تواند در شرایطی که محدودیت فرایند فتوسنتزی تخصیص مواد پرورده به دانه را کاهش می‌دهد نقش اساسی داشته باشد (بلوم، ٢٠٠٥). تحقیقات انجام شده در این زمینه اگرچه در سایر غلات دانه‌ریز به‌طور گسترده‌ای انجام شده است (اهدایی و همکاران، ٢٠٠٦، بوداکلی و همکاران، ٢٠٠٧، آلوارو و همکاران، ٢٠٠٨) ولی در مورد تریتیکاله اطلاعات بسیار محدودی وجود دارد. در تریتیکاله میزان مشارکت این مواد فتوسنتزی در عملکرد نهایی دانه از ٤٦ درصد برای تیپ‌های بهاره تا ٦٥ درصد برای تیپ‌های زمستانه گزارش شده است (رویو و بلانکو، ١٩٩٩). سانتی ویری وهمکاران (٢٠٠٤) میزان ماده خشک منتقل شده به دانه در تیپ‌های زمستانه را ٣٠ درصد بیشتر از تیپ‌های بهاره گزارش کرده و نتیجه گرفتند که میزان مشارکت ذخایر قبل از گلدهی در ارقام زمستانه ٦١ درصد و در ارقام بهاره ٤٢ درصد می‌باشد. در بررسی‌های انجام شده توسط وینزلر و همکاران (١٩٨٩) سرعت تجمع ماده خشک و توزیع آن تحت رژیم‌های حرارتی مختلف در تریتیکاله به‌مراتب بیشتر از گندم بود.

استفاده از مواد خشکاننده شیمیایی پس از گرده‌افشانی ابزار گزینشی بسیار معتبری برای ارزیابی مقاومت به تنش در غلات هست. بلوم (۱۹۹۸) اظهار داشت که دستیابی به سطح مشخصی از تنش خشکی در دوره پر شدن دانه در مواد ژنتیکی ناهمگون مشکل است و استفاده از خشکاننده‌های شیمیایی سایه‌انداز پس از گلدهی در شرایط بدون تنش به‌عنوان وسیله‌ای برای جلوگیری از فتوسنتز و آشکار کردن ظرفیت پر شدن دانه از ذخایر ساقه پیشنهاد می‌شود.

اثر کاهش میزان محتوی نسبی آب برگ[1] و همچنین پتانسیل آب برگ بر سرعت فتوسنتز برگ در گیاهان عالی به خوبی روشن است (لاولور و کورنیک، ۲۰۰۲). اما در مورد این‌که آیا اثر محدود کنندگی خشکی بر فتوسنتز ناشی از محدودیت روزنه‌ای است یا نقصان فرایندهای متابولیکی هنوز اتفاق نظر وجود ندارد (لاوسون و همکاران، ۲۰۰۳ و فلاکساس و همکاران، ۲۰۰٦). ولی به‌هرحال اولین واکنش گیاه به تنش رطوبتی محدود کردن هدایت روزنه‌ای و کاهش انتشار CO_2 به‌درون کلروپلاست می‌باشد (هیورا و همکاران، ۲۰۰۷).

باتوجه به وجود اراضی کم‌بازده و بروز تنش‌های مختلف از جمله محدودیت‌های رطوبتی در بخش عمده‌ای از مناطق کشورمان، این آزمایش با هدف درک بهتر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک تریتیکاله در مقایسه با سایر غلات مورد کشت سنندج در منطقه و استفاده از این خصوصیات در راستای به‌گزینی ژنوتیپ‌ها و لاین‌های مناسب و سازگار به رژیم‌های رطوبتی مختلف انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق طی سال زراعی ۸۹- ۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گریزه در سنندج واقع در ارتفاع ۱٤۰۰ متری از سطح دریا و طول جغرافیایی ٤۷ درجه و یک دقیقه شرقی انجام شد. از یک آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، سه کرت اصلی و هشت کرت فرعی استفاده شد. کرت‌های اصلی عبارت بودند از رژیم‌های رطوبتی مختلف شامل آبیاری در پتانسیل رطوبتی خاک ۳- بار (شاهد)، آبیاری در پتانسیل رطوبتی خاک ۱۲- بار همراه با نصب باران‌گیر و رژیم بدون آبیاری (دیم). کرت‌های فرعی نیز عبارت بودند از چهار ژنوتیپ تریتیکاله بهاره، سه رقم گندم آبی و یک رقم جو آبی(جدول۱). کاشت با دست در شش خط ۸ متری با فاصله

1 - Relative water content

ردیف ۲۰ سانتی متر در تاریخ اول آبان ماه در زمینی که سال قبل آیش بود، انجام شد. توزیع کود بر اساس آزمون خاک و به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم اوره و ۵۰ کیلوگرم فسفر از منبع فسفات آمونیم در هکتار صورت گرفت. مقدار آب مصرفی بر اساس منحنی رطوبتی خاک و معادله تعیین حجم آب ورودی به هر کرت با استفاده از یک کنتور محاسبه گردید (فرداد، ۱۹۹۱). به‌منظور یکنواختی در امر آبیاری از سیستم آبیاری قطره‌ای بین ردیف‌های کاشت استفاده شد. در تیمار تنش متوسط یک باران‌گیر به ابعاد ۹×۱٤ و به ارتفاع ۲ متر همراه با پوشش شفاف نایلونی به‌منظور نگهداشتن آب خاک در سطح پتانسیل رطوبتی ۱۰- بار به‌کار گرفته شد.

به‌منظور تخریب کلروفیل، توقف فتوسنتز جاری و تعیین پتانسیل انتقال مجدد ماده خشک از ساقه ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی پس از ثبت زمان دقیق گرده‌افشانی در هر ژنوتیپ، ۱۰ روز بعد از گرده‌افشانی محلول‌پاشی با استفاده از کلرات سدیم یک درصد انجام شد. محلول‌پاشی طوری صورت گرفت که در مساحت ۱/۲ متر مربعی ابتدای هر کرت تمامی بوته‌ها در تیمار شاهد (شرایط بدون تنش) به محلول کلرات سدیم آغشته و خشک شدن اندام‌های سبز گیاه در فاصله زمانی ۵-۳ روز صورت و فتوسنتز جاری بطور کامل متوقف شد. به‌منظور تعیین انتقال مجدد ماده خشک ساقه درست قبل از انجام محلول‌پاشی و در مرحله رسیدگی از تعداد ۲۰ بوته نمونه‌گیری به عمل آمده و پس از خشک کردن در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت و سپس جداسازی ساقه گیاه، میزان انتقال مجدد ظاهری ماده خشک به دانه از ساقه گیاهان به‌عنوان عضو اصلی ذخیره مواد (بلوم، ۱۹۹۸) با استفاده از روابط ذیل محاسبه شد (حسین و همکاران، ۱۹۹۰).

وزن خشک ساقه محلول‌پاشی شده در رسیدگی ـ وزن خشک ساقه در زمان محلول‌پاشی= انتقال مجدد ظاهری مواد ذخیره‌ای تحت تیمار محلول‌پاشی با کلرات سدیم

۱۰۰ × (ماده خشک ساقه در زمان محلول‌پاشی / ماده خشک منتقل شده در تیمار محلول‌پاشی) = کارآیی انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای درتیمار محلول‌پاشی با کلرات سدیم

همچنین درصد کاهش وزن دانه در تیمار محلول‌پاشی و تنش خشکی شدید (دیم) با استفاده از روابط ذیل تعیین شد (بلوم،۱۹۸۳b).

۱۰۰ × (وزن هزاردانه در تیمار شاهد / (وزن هزاردانه در تیمار محلول‌پاشی – وزن هزاردانه در تیمار شاهد) = درصد کاهش وزن دانه در تیمار محلول‌پاشی نسبت به تیمار شاهد

۱۰۰ × (وزن هزاردانه شاهد / (وزن هزاردانه در تیمار دیم – وزن هزاردانه در تیمار شاهد) = درصد کاهش وزن دانه در تیمار تنش خشکی شدید (دیم) نسبت به تیمار شاهد

جهت تعیین وزن هزاردانه از ۲۰ خوشه حاصل از ساقه‌های اصلی در هر کرت با حذف گلچه‌های ابتدایی و انتهایی هر سنبله نمونه‌گیری به‌عمل آمد. پس از کوبیدن خوشه‌ها با دستگاه خوشه‌کوب تعداد ۲۰۰ بذر از هر تیمار شمارش شده و وزن آنها با استفاده از ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین شد.

به‌منظور ارزیابی دقیق‌تر وضعیت فتوسنتز جاری طی دوره پر شدن دانه در رژیم‌های رطوبتی متفاوت شاخص‌های مربوط به تبادلات گازی شامل سرعت فتوسنتز، میزان تعرق، میزان CO_2 زیر روزنه، هدایت روزنه‌ای، هدایت مزوفیلی ظاهری یا نسبت فتوسنتز به CO_2 زیر روزنه (فیشر و همکاران، ۱۹۹۸) و کارآیی مصرف آب لحظه‌ای یا نسبت فتوسنتز به تعرق (سانی و سینگ، ۲۰۰۲) با استفاده از دستگاه IRGA مدل LCA4 ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در صفات مربوط به محلول‌پاشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سایر صفات بر اساس آزمایش کرت‌های خرد شده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام شد. روابط همبستگی و نیزنمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

در سال زراعی ۸۹- ۱۳۸۸، بارندگی ٤٥٦ میلی‌متری همراه با پراکندگی مناسب تا مرحله گرده‌افشانی شرایطی فراهم کرد تا ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط دیم بتوانند از عملکرد دانه مناسبی برخوردار شوند. بر همین اساس متوسط تولید در تیمار دیم ۷۰٦۳ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمار آبیاری در پتانسیل رطوبتی ۱۰- بار مقدار ۱۳۳۷کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد (جدول ۱). در بین ژنوتیپ‌های تریتیکاله در هر سه رژیم رطوبتی لاین ET-82-15 از برتری قابل توجهی نسبت به سایر ژنوتیپ‌های دیگر برخوردار بود. در بین ارقام گندم نیز رقم پیشگام نسبت به بقیه ارقام دیگر عملکرد بیشتری تولید کرد. رقم بهمن نیز اگرچه در شرایط شاهد با عملکرد دانه ۹٤٤۰ کیلوگرمی در هکتار دومین رتبه را در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی به خود اختصاص داد ولی در تیمار رطوبتی ۱۰- بار عملکرد آن به شدت تنزل کرد. شاخص تحمل به تنش ارقام مورد بررسی نشان داد که ژنوتیپ های ET-82-15 و پیشگام به ترتیب دارای بیشترین مقدار STI و رقم گندم زرین دارای کمترین مقدار STI در هر دو رژیم تنش بودند بنابراین به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی شناخته شدند (جدول۱).

جدول ۱- تیپ رشد، میانگین عملکرد دانه و میانگین شاخص تحمل به تنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی در رژیم‌های رطوبتی مختلف خاک

محصول	شجره/ رقم	تیپ رشد	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)			شاخص تحمل به تنش (STI)
			-۳ بار	-۱۰ بار	دیم	
تریتیکاله	ET-79-17 (ARDI-1/TOPO 1419//ERIZO-9 cty 87352)	بهاره	۷۳٤٦	٦۰۱۸	۷۱۳۷	۰/٦٦
	Juanillo-092	بهاره	۸۷۸۹	٥٥٤۳	۷۱۲۹	۰/۷۷
	ET-82-15 (RONDO/BANT_5//ANOAS_2/3/VICUNA_4)	بهاره	۱۱۳۳٦	٦۳۷٤	۷۷۹۱	۱/۱۰
	ET-82-18 (SRIER-29/FARS-1//MANATI-1)	بهاره	۸۲۹۰	٦۰٤۳	۷۲۲۸	۰/۷٦
گندم	الوند	پائیزه	۷۷۰۸	٦۱۱۰	٦٥۰۸	۰/٦۷
	پیشگام	پائیزه	۸۲۷۱	٦۷۷٤	۷٥۱٤	۰/۸۱
	زرین	پائیزه	۷۰٥۱	٤۲٥۱	٥۹٥۹	۰/٤۹
جو	بهمن	پائیزه	۹٤٤۰	٤٦۹۸	۷۲٤۱	۰/۷۷
میانگین	-	-	۸٥۲۹	٥۷۲٦	۷۰٦۳	-
CV(%)	-	-		۱۱/۲		-
Lsd ٥ درصد (کیلوگرم در هکتار)	-	-		۷٥۰		-
Lsd یک درصد (کیلوگرم در هکتار)	-	-		۱۰۰۳		-

نتایج نشان داد که تیمار محلول‌پاشی با کلرات سدیم یک درصد موجب خشک شدن اندام‌های فتوسنتز کننده و وابستگی بیشتر دانه‌ها به ذخایر انتقال یافته از ساقه شد. میانگین کاهش وزن هزاردانه ارقام و لاین‌های مورد بررسی نسبت به تیمار شاهد (بدون تنش) به‌طور متوسط برابر ۲۰/۵ گرم بود که کاهشی معادل ۵۱ درصد را نشان داد (جدول۲). بیشترین وزن هزاردانه در تیمارمحلول‌پاشی به‌میزان ۲۵/۵ گرم به لاین شماره ۲ تریتیکاله و کمترین آن به‌میزان ۱۵/٦ گرم به گندم رقم زرین اختصاص داشت. به عبارت دیگر درصد کاهش در بین لاین‌های تریتیکاله از ٤۳ تا ٤۹ درصد و در بین ارقام گندم از ۵۲ تا ٦۳ درصد متغیر بود که نشان دهنده پایداری بهتر دانه‌های تریتیکاله در مقابل تنش

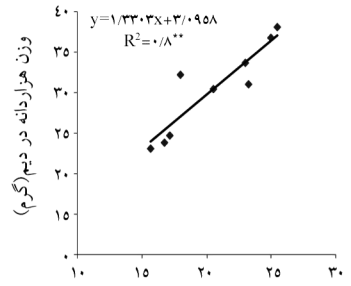
شیمیایی حاصل از کلرات سدیم بود. میزان کاهش در رقم بهمن به‌عنوان یک رقم جدید جو معادل ٤٧ درصد بود. این نتایج با یافته‌های تحقیقاتی محققین دیگر مطابقت داشت (روحی و سی وسه مرده، ١٣٨٤؛ بلوم، ١٩٩٨؛ بوداکلی وهمکاران، ٢٠٠٧؛ رویو و بلانکو، ١٩٩٨و١٩٩٩). با وجود اینکه در شرایط طبیعی وزن هزاردانه ژنوتیپ‌های تریتیکاله با گندم اختلاف معنی داری نداشت ولی در شرایط تنش (دیم) وزن هزاردانه تریتیکاله از برتری قابل توجهی نسبت به گندم و جو برخوردار بود (جدول٢). میانگین کاهش وزن هزاردانه در تیمار دیم نسبت به تیمار شاهد درگروه تریتیکاله برابر ٢٢ درصد و در گروه گندم و جو به‌ترتیب معادل ٣٨ و ٢٤ درصد بود که باز هم بیان‌گر ثبات وزن دانه در ژنوتیپ‌های تریتیکاله و جو نسبت به گندم در شرایط تنش خشکی می‌باشد.

تیمار محلول‌پاشی اثر قابل توجهی روی شاخص برداشت داشت به‌گونه‌ای که میانگین این شاخص به‌طور متوسط به‌میزان ٣٦ درصد کاهش یافت. میانگین کاهش شاخص برداشت در تریتیکاله ٤٢ و در گندم ٤٨ درصد بود. در حالی‌که شاخص برداشت در جو به میزان ٧ درصد افزایش نشان داد. گاووزی و همکاران (١٩٩٧) کاهش ٥٤ درصدی شاخص برداشت را بر اثر تیمار محلول‌پاشی با خشکاننده‌های شیمایی در گندم گزارش کردند. در ارتباط با اثر خشکاننده‌های شیمیایی روی شاخص برداشت تریتیکاله گزارشی یافت نشد. علاوه بر این کاهش قابل توجهی نیز در میزان عملکرد دانه بر اثر محلول‌پاشی مشاهده شد (نمودار ١). میزان این کاهش در تیمار محلول‌پاشی در بعضی از ژنوتیپ‌ها بیش از دو برابر تیمار بدون آبیاری یا دیم بود. رویو و بلانکو (١٩٩٨) نیز کاهش ٤٧ درصدی عملکرد را بر اثر اعمال تیمار محلول‌پاشی با یدید پتاسیم در ارقام و ژنوتیپ‌های تریتیکاله گزارش کرده‌اند.

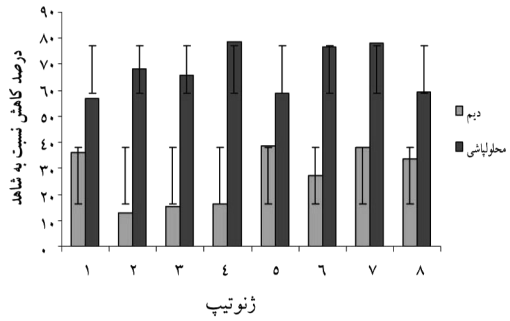
همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین وزن هزاردانه در تیمار محلول‌پاشی و تیمار دیم وجود داشت (نمودار٢). وجود این رابطه بسیار قوی نشانگر مشابه بودن اثر تنش خشکی ناشی از کلرات سدیم و تنش طبیعی طی دوره پر شدن دانه می‌باشد. حسین و همکاران (١٩٩٠) گزارش کردند ارقامی از گندم با پایداری وزن دانه در محیط‌های مختلف که کاهش کمتری در وزن دانه تحت تیمار محلول‌پاشی از خود نشان می‌دهند، می‌توانند به‌عنوان ارقامی مقاوم به خشکی مد نظر قرار گیرند. رابطه مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه در شرایط دیم و وزن هزاردانه (نمودار٣) و درصد کاهش وزن هزاردانه در شرایط محلول‌پاشی و دیم نسبت به شاهد (نمودار٤) وجود داشت. بنابراین ارقامی با کاهش وزن کمتر در شرایط محلول‌پاشی از کاهش عملکرد کمتری در شرایط تنش برخوردار می‌باشند.

میزان این همبستگی توسط محققین دیگر از ٠/٤٨ تا ٠/٩٢ گزارش شده است (نیکولاس و ترنر، ١٩٩٣؛ بلوم،b ١٩٨٣؛ حسین و همکاران، ١٩٩٠).

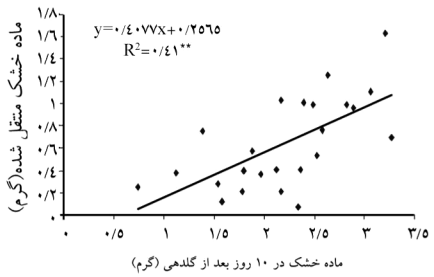
نتایج نشان داد که روش استفاده از مواد شیمیایی خشکاننده راه‌کار موثری در جهت آشکارسازی ظرفیت انتقال مجدد مواد ذخیره شده به دانه طی زمانی است که فتوسنتز به دلیل تنش‌های محیطی دچار اختلال می‌شود (بلوم، a١٩٨٣). در این بررسی مقدار ماده خشک منتقل شده از ساقه به دانه در شرایط محلول‌پاشی در تریتیکاله، گندم و جو به‌ترتیب برابر ٧٩١، ٥٨٥ و ٦٢٨ میلی‌گرم در هر ساقه بود. در تیمار شاهد گندم با ٤٨٢ میلی‌گرم در هر ساقه نسبت به جو و تریتیکاله برتر بود. علاوه بر این کارآیی انتقال مجدد در شرایط محلول‌پاشی در جو معادل ٤٩ درصد بود که نسبت به میانگین ژنوتیپ‌های تریتیکاله و گندم تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ٢). تریتیکاله و جو در شرایط تنش از قابلیت بهتری نسبت به گندم در استفاده از ذخایر ساقه برخوردار بودند. انتقال بیشتر ماده خشک در تریتیکاله به ظرفیت بیشتر این گیاه در تجمع ماده خشک تا ١٠ روز بعد از گرده افشانی مربوط می‌شود چرا که رابطه مثبت و معنی‌داری بین میزان تجمع ماده خشک تا زمان ١٠ روز بعد از گرده‌افشانی و میزان انتقال مجدد ماده خشک ساقه وجود داشت (نمودار ٥). بلوم (٢٠٠٥) نیز انتقال مجدد بیشتر مواد را به انباشت بیشتر مواد در اندام‌های رویشی به‌خصوص ساقه نسبت داده است. نتایج نشان داد که انتقال کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای از اندام‌های رویشی به دانه در شرایط تنش بیشتر از شرایط شاهد بود (جدول ٢). علاوه بر این بین میزان انتقال مجدد ماده خشک ساقه و میزان وزن هزاردانه در تیمار محلول‌پاشی رابطه مثبت و بسیار معنی‌داری مشاهده شد (نمودار ٦). یانگ و همکاران (٢٠٠١) و پلات و همکاران (٢٠٠٤) نیز گزارش کرده‌اند که میزان بهره‌برداری دانه از ذخایر ساقه در شرایط تنش خشکی بیشتر از شرایط نرمال بود.



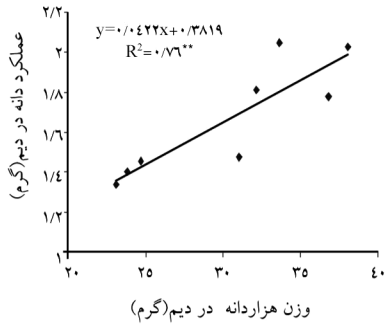
نمودار ۲- رابطه وزن هزاردانه در شرایط محلول‌پاشی با کلرات سدیم ۱٪ و بدون آبیاری (دیم)



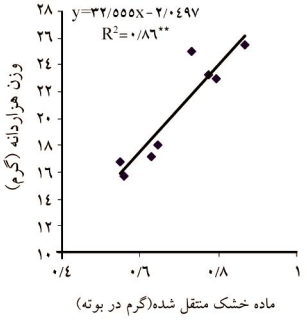
نمودار ۱- درصد کاهش عملکرد دانه در تیمارهای محلول‌پاشی و دیم نسبت به شاهد



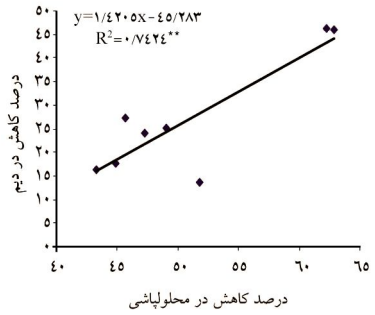
نمودار ٤- رابطه بین میزان ماده خشک در ۱۰ روز بعد از گلدهی و انتقال مجدد آن به دانه



نمودار ۳- رابطه عملکرد دانه و وزن هزار دانه در شرایط بدون آبیاری (دیم)



نمودار ٦- رابطه ماده خشک منتقل شده از ساقه و وزن هزاردانه در شرایط محلول‌پاشی



نمودار۵- رابطه بین درصد کاهش وزن هزاردانه در شرایط محلول‌پاشی و دیم نسبت به شاهد

به‌منظور ارزیابی دقیق‌تر فتوسنتز جاری و بررسی محدودیت‌های موجود از لحاظ خصوصیات فتوسنتزی طی دوره پر شدن دانه و ارتباط این صفات با روند انتقال مجدد، شاخص‌های فتوسنتزی در تیمار شاهد و همچنین تیمارهای تنش رطوبتی شامل آبیاری در پتانسیل رطوبتی ۱۰- بار و بدون آبیاری (دیم) در مرحله پرشدن دانه اندازه‌گیری شد. سطوح تنش رطوبتی به‌ویژه تیمار دیم موجب کاهش تبادلات گازی به‌خصوص فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای و مزوفیلی به‌ترتیب به‌میزان ۷۵، ۸۲ و ۷۷ درصدگردید (جدول۳). میزان کاهش فتوسنتز در پتانسیل رطوبتی ۱۰- بار و شرایط دیم نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب برابر ١٦ و ۷۵ درصد بود. این نتیجه با یافته‌های حاصل از مطالعات واردلا (۲۰۰۲) مطابقت دارد. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تنوع قابل ملاحظه‌ای در میزان سرعت فتوسنتز در شرایط بدون تنش و تنش آبی مشاهده شد. در شرایط رطوبتی میزان فتوسنتز از ۵/۵۷ تا ۱۳/۵ میکرومول فوتون بر متر مربع در ثانیه به‌ترتیب برای جو رقم بهمن و لاین شماره ۲ تریتیکاله (جوانیلو) متغیر بود.

در تیمار بدون آبیاری نیز بیشترین و کمترین میزان سرعت فتوسنتز به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۳ تریتیکاله مشاهده شد. در هر سه رژیم رطوبتی میزان سرعت فتوسنتز گندم به‌ترتیب به مقدار ١٤/٥، ۳۰ و ۲۵/۵ درصد بیشتر از تریتیکاله بود. میزان سرعت فتوسنتز جو در هر سه رژیم رطوبتی کمتر از تریتیکاله و گندم بود. سینگ و سینگ (۲۰۰۱) در شرایط معمول تفاوت معنی‌داری را از نظر سرعت فتوسنتز بین گندم و تریتیکاله گزارش نکردند، ولی در شرایط تنش رطوبتی، آپرتی و سیروهی (۱۹۸۷) کاهش معنی‌داری را برای گندم در مقایسه با تریتیکاله مشاهده کردند که احتمالاً می‌تواند ناشی از واکنش ارقام و لاین‌های مورد مطالعه به تنش آبی باشد. نتایج این آزمایش نشان داد ارقام و ژنوتیپ‌های با سرعت فتوسنتزی بالا در شرایط بدون تنش در مواجهه با سطوح مختلف تنش سرعت فتوسنتز آنها به شدت تنزل یافت. برخی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش کمتر تحت تاثیر قرار گرفته و از سرعت فتوسنتزی بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی برخوردار بودند. این حقیقت بیان‌گر تنوع قابل ملاحظه بین ژنوتیپ‌های مختلف غلات در واکنش به رژیم‌های رطوبتی مختلف می‌باشد.

جدول ۲- میانگین صفات مربوط به انتقال مجدد ماده خشک و درصد کاهش وزن هزار دانه در شرایط محلول‌پاشی و دیم نسبت به شاهد

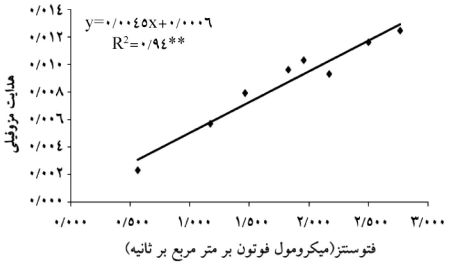
شماره	محصول	ژنوتیپ / رقم	محلول‌پاشی				شاهد				کاهش وزن هزاردانه در محلول‌پاشی نسبت به شاهد (درصد)	کاهش وزن هزار دانه در دیم نسبت به شاهد (درصد)
			ماده خشک منتقل شده از ساقه (میلی‌گرم در ساقه)	کارآیی انتقال مواد از ساقه (درصد)	شاخص برداشت (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	ماده خشک منتقل شده از ساقه (میلی‌گرم در ساقه)	کارآیی انتقال از ساقه (درصد)	شاخص برداشت (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	وزن هزار دانه در شرایط دیم (گرم)	
۱		ET-79-17	۷۷۳/۵	۳۰/۵	۳۵/۲	۲۳/۲	۲۰۶/۰	۸/۲	۴۴/۵	۴۳/۲	۳۱/۰	۴۵/۷	۲۷/۱
۲		Juanillo92	۸۶۷/۶	۳۰/۲	۲۳/۹	۲۵/۵	۲۷۵/۰	۱۴/۴	۴۱/۷	۴۶/۲	۳۸/۰	۴۴/۸	۱۷/۵
۳	تریتیکاله	ET- 82-15	۷۹۳/۶	۲۴/۸	۲۴/۳	۲۳/۰	۲۶۴/۰	۱۳/۹	۴۱/۸	۴۵/۰	۳۳/۶	۴۹/۰	۲۵/۱
۴		ET- 83-18	۷۳۱/۳	۳۰/۷	۱۵/۹	۲۵/۰	۵۰۷/۳	۲۲/۴	۴۱/۲	۴۴/۰	۳۶/۸	۴۳/۲	۱۶/۳
۵		الوند	۵۵۰/۰	۲۶/۲	۳۲/۵	۱۶/۷	۴۲۱/۶	۲۴/۹	۴۷/۵	۴۴/۳	۲۳/۸	۶۲/۲	۴۶/۱
۶	گندم	پیشگام	۶۴۶/۶	۲۹/۴	۲۱/۳	۱۸/۰	۷۲۶/۶	۴۲/۳	۴۴/۸	۳۷/۲	۳۲/۱	۵۱/۷	۱۳/۶
۷		زرین	۵۶۰/۰	۲۴/۳	۱۹/۱	۱۵/۶	۳۰۰/۰	۱۶/۱	۴۷/۸	۴۳/۰	۲۳/۱	۶۲/۸	۴۵/۸
۸	جو	بهمن	۶۲۸/۶	۴۹/۴	۵۲/۱	۱۷/۱	۴۶۵/۳	۴۴/۳	۵۷/۹	۳۲/۶	۲۴/۷	۴۷/۳	۲۴/۰
		میانگین	۶۹۳/۹	۳۰/۷	۲۸/۱	۲۰/۵	۳۹۵/۷	۲۳/۳	۴۵/۹	۴۱/۹	۳۰/۴	۵۰/۸	۲۶/۹
		ضریب تغییرات	۲۰/۵	۲۳/۰	۴۱/۶	۱۹/۷	۱۸/۲	۱۹/۴	۱۶/۷	۷/۲	۷/۶	۱۸/۷	۲۹/۳
		LSD ۵درصد	۱۷۶/۱	۸/۷	۱۴/۵	۴/۹	۸۹/۱	۵/۶	۹/۵	۳/۷	۲/۹	۱۱/۸	۹/۸
		LSD یک درصد	۲۴۴/۴	۱۱/۹	۲۰/۰	۶/۹	۱۲۳/۸	۷/۸	۱۳/۲	۵/۲	۳/۹	۱۶/۳	۱۳/۵

تولید دانه‌های کوچکتر بعد از ایجاد تنش خشکی در مرحله پس از گلدهی ناشی از کاهش دریافت مواد فتوسنتزی است. این اثر سوء تنش خشکی می‌تواند از طریق افزایش ظرفیت تجمع مواد ساقه در قبل از وقوع تنش به حداقل مقدار خود برسد (رگان، ۱۹۹۳؛ کینیری، ۱۹۹۳). در این رابطه نتایج متناقضی نیز گزارش شده است (بروکس و همکاران، ۱۹۸۲). با توقف فتوسنتز جاری در تیمار تنش حاصل از کلرات سدیم میزان انتقال مجدد مواد از ساقه به دانه افزایش یافت (جدول ۳). در این ارتباط واکنش رقم پیشگام به‌عنوان رقمی مقاوم به خشکی قابل توجه بود که در آن دستگاه فتوسنتزی ضمن اینکه کمتر تحت تاثیر تنش رطوبتی طی دوره پر شدن دانه قرار گرفت میزان ماده خشک منتقل شده از ساقه به دانه نیز بیشتر از سایر ارقام دیگر گندم بود (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد این قابلیت‌ها در رقم پیشگام عامل موثر افزایش توان آن در مواجهه با خشکی باشد. بنابراین در گزینش برای شرایط تنش خشکی دسترسی به چنین ارقام و ژنوتیپ‌هایی که هم دستگاه فتوسنتزی آنها قابلیت بهتری در مواجهه با تنش داشته باشند و هم اینکه انتقال بیشتری از ذخایر اندام‌های رویشی به دانه صورت گیرد، دور از انتظار نیست.

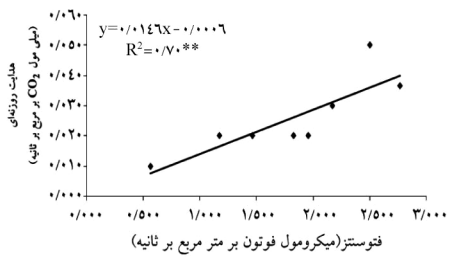
در بررسی عوامل روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای محدودکننده فتوسنتز در رژیم‌های رطوبتی مختلف مشاهده شد که در شرایط رطوبتی معمول فضای روزنه‌ای کاملاً باز بوده و هیچ نوع رابطه معنی‌داری بین سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای وجود نداشت ولی در شرایط تنش که مقاومت روزنه‌ای افزایش یافت همبستگی بسیار معنی‌داری بین سرعت فتوسنتز با هدایت مزوفیلی (نمودار ۷) و هدایت روزنه‌ای مشاهده شد (نمودار ۸). افزایش مقاومت مزوفیلی در شرایط تنش خشکی توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (فلکساس و همکاران، ۲۰۰۸.، چاوز و همکاران، ۲۰۰۹). در هر دو تیمار تنش رطوبتی تفاوت بین محصولات زراعی مورد مطالعه، از نظر هدایت روزنه‌ای بسیار بیشتر از هدایت مزوفیلی بود (جدول ۳). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که هدایت روزنه‌ای بیشتر تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد.

کارآیی مصرف آب لحظه‌ای در شرایط بدون تنش در گروه تریتیکاله بیشتر از گندم بود ولی در شرایط اعمال سطوح مختلف تنش میزان کارآیی مصرف آب در گروه گندم بیشتر از تریتیکاله بود (جدول ۳) که می‌تواند ناشی از کاهش میزان CO_2 زیر روزنه در ژنوتیپ شماره ۵ (رقم الوند) و افزایش قابل ملاحظه آن در ژنوتیپ شماره ۱ تریتیکاله باشد که بیشتر متاثر از عوامل غیر روزنه‌ای است تا عوامل روزنه‌ای (فلکساس و همکاران، ۲۰۰۲). وجود رابطه منفی و بسیار معنی‌دار بین CO_2

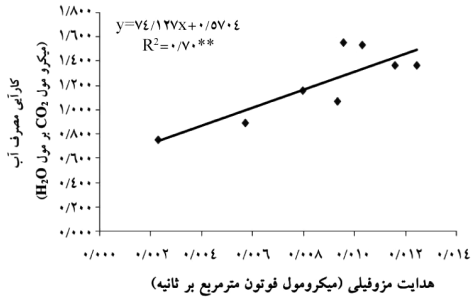
زیر روزنه و کارآیی مصرف آب (نمودار ۹) و همچنین رابطه مثبت و قوی بین هدایت مزوفیلی و کارآیی مصرف آب (نمودار۱۰) خود گویای این واقعیت است که در شرایط تنش نقش عوامل غیر روزنه‌ای بسیار بارز و قابل توجه می‌باشد.



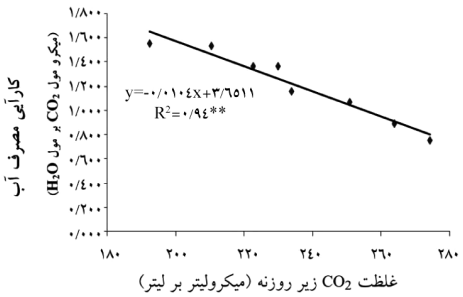
نمودار ۸- رابطه فتوسنتز با هدایت مزوفیلی در شرایط دیم



نمودار۷- رابطه فتوسنتز با هدایت روزنه‌ای در شرایط دیم



نمودار ۱۰- رابطه کارآیی مصرف آب لحظه‌ای با هدایت مزوفیلی در شرایط دیم



نمودار ۹- رابطه کارآیی مصرف آب لحظه‌ای با غلظت CO_2 زیر روزنه در شرایط دیم

جدول ۳- مقدار تبادلات گازی در ژنوتیپ‌های مختلف تریتیکاله، گندم و جو تحت رژیم‌های رطوبتی مختلف خاک

محصول	ژنوتیپ/ رقم	سرعت فتوسنتز (میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه)			CO_2 زیر روزنه (میکرو لیتر بر لیتر)			تعرق (مول بر مترمربع بر ثانیه)			هدایت روزنه‌ای (میلی مول CO_2 بر مترمربع بر ثانیه)			هدایت مزوفیلی (مول CO_2 بر متر مربع برثانیه)			کارآیی مصرف آب لحظه‌ای (میکرو مول CO_2 بر میلی مول H_2O)		
		-۳ بار	-۱۰ بار	دیم	-۳ بار	-۱۰ بار	دیم	-۳ بار	-۱۰ بار	دیم	-۳ بار	-۱۰ بار	دیم	-۳ بار	-۱۰ بار	دیم	-۳ بار	-۱۰ بار	دیم
تریتیکاله	ET-79-17	٦/٢٧	٦/٦٢	٠/٥٦	٢٤٧	٢٤٣	٣٧٤	٤/١٧	٥/٣٦	٠/٧٤	٠/١١٧	٠/١٣٠	٠/٠١٠	٠/٠٢٦	٠/٠٢٨	٠/٠٠٢	١/٥٠	١/٢٥	٠/٧٥
	Juanillo92	١٣/٥٢	٤/٧١	١/٩٦	١٨٢	٢٣٩	٢١١	٤/٦٢	٤/١٣	١/٢٤	٠/١٤٠	٠/٨٣	٠/٠٢٠	٠/٠٧٤	٠/٠٢١	٠/٠١٠	٣/٢٩	١/١٦	١/٥٣
	ET- 82-15	٧/٦٥	٨/٥٩	٢/٧٧	٢٣٣	٢٢٠	٢٢٣	٤/٣٧	٤/٨٨	١/٧٤	٠/١٢٠	٠/١٢٠	٠/٠٣٧	٠/٠٣٣	٠/٠٣٩	٠/٠١٢	١/٧٨	١/٧٦	١/٣٦
	ET- 83-18	٧/٣٤	٥/٨٣	١/١٧	٢٢٣	٢٦٤	٢٣٤	٣/٨٦	٥/٣٢	١/٢٥	٠/١١٠	٠/١٣٧	٠/٠٢٠	٠/٠٣٣	٠/٠٢٢	٠/٠٠٦	١/٩٠	١/٠٩	٠/٨٩
گندم	الوند	٧/٠٧	٩/٣٩	١/٨٣	٢٤٧	٢٤٦	١٩٢	٦/١٠	٦/٠٧	١/١٨	٠/١٩٣	٠/٨٣	٠/٠٢٠	٠/٠٤١	٠/٠٣٩	٠/٠١٠	١/٨٣	١/٥٤	١/٥٤
	پیشگام	١٠/٦٨	٨/٨٨	٢/٥٠	٢٤٢	٢٥٥	٢٣٠	٦/٠١	٦/٦٩	١/٦٣	٠/٢٠٣	٠/٢٠٧	٠/٠٥٠	٠/٠٤٦	٠/٠٣٥	٠/٠١٢	١/٧٦	١/٣٢	١/٣٦
	زرین	٩/٧٧	٩/٤٧	٢/١٧	٢١٩	٢٤٤	٢٥١	٥/٣٢	٦/٤٩	١/٦٣	٠/١٥٠	٠/٢٠٧	٠/٠٣٠	٠/٠٤٥	٠/٠٣٩	٠/٠٠٩	١/٨٤	١/٤٤	١/٠٧
جو	بهمن	٥/٨٦	٥/٨٠	١/٤٧	٢٥٨	٢١٩	٣٣٤	٥/٠٥	٣/٦٩	١/٣٣	٠/١٣٠	٠/٠٧٧	٠/٠٢٠	٠/٠٢٣	٠/٠٢٧	٠/٠٠٨	١/١١	١/٥٥	١/١٦
میانگین		٨/٨٨	٧/٤١	١/٨٠	٢٣١	٢٤١	٢٣٤	٤/٩٣	٥/٣٢	١/٣٣	٠/١٤٥	٠/١٤٢	٠/٠٢٥	٠/٠٤٠	٠/٠٣١	٠/٠٠٨	١/٨٦	١/٣٩	١/٢١
(CV) فاکتور فرعی (٪)		٢٨/٨			١٣/٥			٢٠/٥			٣٨/٤			٣٢/٦			٢٦/٥		
LSD ٥درصد		٢/٨٣			٥٢/٤١			١/٢٩			/٠٧٣			٠/٠١٦			٠/٦٤		
LSD ٥درصد		٣/٧٩			٧٠/٠٦			١/٨٣			٠/٠٩٨			٠/٠٢٢			٠/٨٦		

به‌طور کلی با توجه به وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین کاهش وزن دانه ناشی از اعمال شرایط دیم و محلول‌پاشی کلرات سدیم (نمودار ٤) می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از خشکاننده‌های شیمیایی روشی موثر برای شبیه‌سازی خشکی در جمعیت‌های اصلاحی گونه‌های مختلف غلات بوده و از این طریق می توان پتانسیل ژنوتیپ‌های مختلف را در استفاده از ذخایر ساقه شناسایی و ارقام و لاین‌هایی با پایداری وزن دانه در شرایط تنش را انتخاب نمود. این روش در برنامه‌های به‌نژادی مقدماتی قابل اجرا بوده و به به‌نژاد گران کمک می‌کند تا از همان ابتدای برنامه‌های گزینشی لاین‌های مقاوم به تنش آخر فصل را شناسایی کنند (بلوم، ۱۹۹۸). در ضمن نتایج این آزمایش نشان داد که در شرایط تنش آزاد سازی ذخایر ساقه و انتقال آن به دانه‌ها افزایش یافت و تنوع قابل ملاحظه‌ای بین ژنوتیپ‌های مختلف غلات از نظر انتقال مجدد ماده خشک به دانه مشاهده شد که می‌تواند راه‌کاری موثر برای رصد تنش خشکی در ژنوتیپ‌های مختلف باشد. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که قابلیت تریتیکاله و جو در استفاده از ذخایر ساقه در شرایط تنش حاصل از خشکاننده‌های شیمیایی بیشتر از گندم بوده و بالعکس از لحاظ صفات فتوسنتزی در تمامی رژیم‌های رطوبتی مورد مطالعه، ارقام گندم از برتری نسبی نسبت به جو و ترتیکاله برخوردار بودند. با توجه به وجود تنوع ژنتیکی در صفات مورد مطالعه در این آزمایش انجام تحقیقات تکمیلی در جمعیت‌های بیشتری از هر سه محصول مورد بررسی و تعیین وراثت پذیری این صفات می تواند به‌نژاد گران را در انتخاب ژنوتیپ-های مقاوم به تنش خشکی و با ثبات وزن دانه بیشتر تحت این شرایط یاری نماید.

منابع

Álvaro, F., Isidro. J., Villegas, D., García del Moral, L.F. and Royo, C. 2008. Breeding effects on grain filling, biomass partitioning, and remobilization in mediterranean durum wheat. Agron J. 100: 361-370.

Blum, A. 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserves mobilization. Euphytica. 100: 77-83.

Blum, A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? Aust. J. Agric. Res. 56: 1159- 1168.

Blum, A., Poyarkova, H., Golan, G. and Mayer, J. 1983a. Chemical desiccation of wheat plants as a simulator of post-anthesis stress. I. Effects on translocation and kernel growth. Field Crops Res. 6: 51–58.

Blum, A., Mayer, J. and Golan, G. 1983b. Chemical desiccation of wheat plants as a simulator of post-anthesis stress. II. Relations to drought stress. Field Crops Res. 6: 149–155.

Blum, A., Shpiler, G., Golan, G., Mayer J. Sinmena, B. 1991. Mass selection of wheat for grain filling without transient photosynthesis. Euphytica. 54: 111-116.

Brooks, A., Jenner, C.F., and Aspinall, D. 1982. Effects of water deficit on endosperm starch granules and on grain physiology of wheat and barley. Aust. J. Plant Physiol. 9: 423-436.

Budakli, E., Celik, N., Turk, M., Bayram, G. and Tas, B. 2007. Effect of post-anthesis drought stress on the stem reserve mobilization supporting grain filling of two-rowed barley cultivars at different levels of nitrogen. J. Bio. Sci. 7. 949-953.

Chavez, M.M., Flexas, J. and Pinheiro, C. 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. Ann. Bot. 103: 551–560.

Ehdaie, B., Alloush, G.A., Madore, M.A., and Waines, J.G. 2006. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: II. Postanthesis changes in internode water-soluble carbohydrates. Crop Sci. 46:2093–2103.

Fardad, M.H. 1991. General irrigation. Tehran University. Pp.354. (In Persian).

Fischer, R.A., Rees, D.K., Sayre, D., Lu, Z.M., Condon, A. G., and Larque Saavedra, A. 1998. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. Crop Sci. 38:1467-1475.

Flexas, J., Bota, J., Escalona, J. M., Sampol, B., Medrano, H. 2002. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions: an evaluation of stomatal and mesophyll limitations. Func Plant Biol. 29: 461–471.

Flexas, J., Bota, J. S., Galme, J., Medrano, H., and Ribas-Carbo, M. 2006. Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress. Physiol Plant 127:343–352.

Flexas, J., Ribas-Carbo, M., Diaz-Espejo, A., Galmes, J. and Medrano, H. 2008. Mesophyll conductance to CO2: current knowledge and future prospects. Plant, Cell Environ. 31:602–621.

Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campanile, R.G., Ricciardi, G.L., and Borghi, B. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Can. J. Plant Sci. 77, 523–531.

Hossain, A.B.S., Sears, R.G., Cox, T.S., and Paulsen, G.M. 1990. Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. Crop Sci. 30: 622–627.

Kiniry, J.R. 1993. Nonstructural carbohydrate utilization by wheat shaded during grain growth. Agron J. 85: 844-849.

Lowlor, D.W., and Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant Cell Environ. 25: 275–295.

Lawson, T., Oxborough, K.J.I.L., and Baker, R. 2003. The responses of guard and mesophyll cell photosynthesis to CO_2, O_2, light, and water stress in a range of species are similar. J. Exp Bot. 54: 1743-1752.

Morant – Awce, A., Ferard, G., and Coudre, A. 1989. Effect of osmotic stress on transpiration and absorption rates in triticale and its parental species. Biol. Plant. 31: 241-246.

Nicolas, M.E., and Turner, N.C. 1993. Use of chemical desiccants and senescing agents to select wheat lines maintaining stable grain size during post-anthesis drought. Field Crops Res. 31: 155-171.

Plaut, Z., Butow, B.J., Blumenthal, C.S., Wrigley., C.W. 2004. Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficit and elevated temperature. Field Crops Res. 86, 185–198.

Regan, K.L., Whan, B.R., and Turner, N.C. 1993. Evaluation of chemical desiccation as a selection technique for drought resistance in a dryland wheat breeding program. Aust. J. Agric Res. 44: 1683-1691.

Roohi, E., and Sio–se Mardeh, A. 2005. Study on gas exchange and kernel weight stability in different barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under moisture stress conditions. Seed Plant J. 24: 78-91. (In Persian).

Royo, C., and Blanco, R. 1998. Use of potassium iodide to mimic drought stress in triticale. Field Crop Res. 59: 201-212.

Royo, C., and Blanco, R. 1999. Growth analysis of five spring and five winter triticale genotypes . Agron J. 91: 305-311.

Sawhney, V., and Singh, D.P. 2002. Effect of chemical dessication at the post-anthesis stage on some physiological and biochemical changes in the flag leaf of contrasting wheat genotypes. Field Crops Res. 77: 1-6.

Santiveri, F., Royo, C., and Romagosa, I. 2004. Growth and yield responses of spring and winter triticale. Europian. J. Agron. 20: 281-292.

Singh, B., and Singh, B.K. 2001. Ribulose-1, 5-biphsphate carboxylase content and activity in wheat, rye and triticale. Biol Plantarum. 44 (3): 427–430.

Uprety, D.C. and Sirouhi, G.S. 1987. Comparative study on the effect of water stress on the photosynthesis and water relations of triticale, rye and wheat. J. Agron Crop Sci. 159: 349-355.

Winter, S.R., Musik, J.T. and Porter, K.B. 1988. Evaluation of screening techniques for breeding drought resistance in winter wheat. Crop Sci. 28: 512-516.

Winzeler, M., McCullough, D.E. and Hunt, L.A. 1989. Leaf gas exchange and plant growth of winter rye, triticale, and wheat under contrasting temperature regimes. Crop Sci. 29: 1256–1260.

Yang, J.C., Zhang J.H., Wang, Z.Q., Zhu, Q.S. and Wang, W. 2001. Remobilization of carbon reserves in response to water deficit during grain filling of rice. Field crops Res. 71, 47–55.

EJCP., Vol. 4 (3): 191-208
ejcp.gau@gmail.com

Assessing of the stem reserve mobilization by chemical desiccation and its relation with gaseous exchanges in different genotypes of triticale, wheat and barley under soil moisture regimes

E.Roohi[1], *Z. Tahmasebi-Sarvestani[1], S.A.M. Modarese- Sanavi[1] and A. Siosemardeh[2]

[1]Tarbiat Modares University, Faculty of Agriculture, Tehran, Iran, [2]Kurdistan University, Faculty of Agriculture, Sanandaj, Iran

Abstract

To better understanding of drought resistance features including tolerance to chemical desiccation and transient photosynthesis under soil moisture stress in triticale in comparison with wheat and barley, an experiment was conducted during year 2009-10 in Grizeh agricultural research station located in Sanandaj. Effect of three soil moisture regimes including irrigation in soil water potential of -3 bar, -10 bar and no irrigation on eight cereal genotypes including four triticale lines, three bread wheat and one barley cultivars were studied. To stop the current photosynthesis and to assess the grain weight stability of genotypes under stress conditions, a part of control plots (irrigation in -3 bar), was sprayed by sodium chlorate 1%. Results showed that sodium chlorate reduced kernel weight and incited stem reserve mobilization rather than control by 51 and 75%, respectively. Generally, the kernel weights of triticale in both sprayed and stress conditions were higher than those of wheat and barley. By reducing transient photosynthesis under no irrigation treatment, the stem reserve mobilization was encouraged which was more pronounced for triticale rather than barley and wheat. Also under stress condition both stomatal and non stomatal factors had important role in the limitation of net photosynthetic rate.

Keywords: Triticale; Bread wheat; Barley; Chemical desiccation; Soil moisture regimes

* Corresponding author; tahmaseb@modares.ac.ir