

# تجمع و تحرک مجدد کربوهیدراتهای غیر ساختاری ساقه در ایزولاینهای گندم بهاره تحت تنش کمبود آب

بهمن پاسبان اسلام، محمدرضا شکیبا، محمد مقدم واحد و جوانشیر جوزن

به ترتیب دانشجوی دکترای رشته زراعت، استادیار، دانشیار دانشکده کشاورزی

دانشگاه تبریز و دانشیار دانشکده شیمی دانشگاه تبریز

تاریخ پذیرش مقاله ۷۷/۱۰/۱۶

## خلاصه

بروز تنش خشکی در اواخر فصل زراعی، که با مرحله پر شدن دانه‌ها در گندم همزمان است موجب افت عملکرد می‌شود. در مورد کارایی کربوهیدراتهای محلول تجمع یافته در میانگه‌های گندم (*T. aestivum* L.) و انتقال مجدد آنها به دانه‌ها در شرایط کمبود آب اطلاعات محدودی در دسترس می‌باشد. به منظور بررسی نحوه تجمع اینگونه کربوهیدراتها و انتقال بعدی آنها در راستای ثبات نسبی عملکرد در محیط کم‌آب، آزمایشی در شرایط آبیاری و تنش خشکی اعمال شده از حوالی کرده‌افشانی با استفاده از سه لاین ایزوژن برای ارتفاع بوته، *rht rht* (پابلند)، *Rht<sub>۱</sub> Rht<sub>۲</sub>* (نیمه پاکوتاه) و *Rht<sub>۱</sub> Rht<sub>۲</sub>* (پاکوتاه) از گندم بهاره نانوائی "Maringa" طراحی گردید و به مرحله اجرا گذاشته شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و در ۴ تکرار پیاده شد. اولین و دومین میانگه زیر سنبل در هر سه لاین مورد مطالعه تا ۱۴ روز بعد از کرده‌افشانی به عنوان یک "انبان"، کربوهیدراتهای غیرساختاری و به ویژه فروکتان را انباشته و تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک دانه، بخشی از آنها را تخلیه کردند. میزان این تخلیه به ویژه در لاین پاکوتاه و در شرایط تنش خشکی بیشتر بود و در چنین وضعیتی لاین پاکوتاه، از عملکرد دانه بالاتری در سنبل اصلی برخوردار بوده و نسبت وزن کزل به کل سنبل آن نیز کمتر بود. دو لاین دیگر عموماً در وضع مشابهی نسبت به یکدیگر قرار داشتند. به نظر می‌رسد که وارپته‌های پاکوتاه در شرایط کمبود آب در انتقال مجدد کربوهیدراتهای محلول انباشته شده در دو میانگه فوقانی کاراتر از وارپته‌های پابلند و نیمه پاکوتاه عمل نموده و عملکرد دانه‌ای خود را به طور نسبی حفظ بکنند.

## واژه‌های کلیدی: انبان، فروکتان، کربوهیدراتهای محلول و لاین ایزوژن.

### مقدمه

پراکنش نامتناسب آن و به ویژه کمبود آب در اواخر فصل زراعی از علل پایین بودن عملکرد در زراعت دیم بشمار می‌رود. بدیهی است که ارقام برخوردار از توان حفظ پتانسیل تولید در شرایط خشک آخر فصل، دارای ویژگیهای مناسبی می‌باشند که می‌توان آنها را در برنامه‌های اصلاحی گندم مورد استفاده قرار داد. متخصصان اصلاح و فیزیولوژی گیاهان زراعی علاقمند به درک این نکته هستند که چراگاهی پر شدن دانه‌ها در حالت‌های تنش چندان تحت

از بین گیاهان تیره گندمیان چهارغله اصلی گندم، ذرت، برنج و جو از لحاظ تأمین نیازهای غذایی بشر بیشترین سهم را دارا بوده و از میان آنها نیز گندم بالاترین تولید را در سطح جهانی به خود اختصاص داده است. درصد بالایی از اراضی زیرکشت گندم در ایران به زراعت دیم تعلق دارد (۲). با وجود این عملکرد در واحد سطح در شرایط دیم کمتر از شرایط آبی است. کافی نبودن میزان بارندگی و یا



تأثیر قرار نمی‌گیرد؟ اخیراً پژوهشهای باارزشی جهت شناخت مکانیسمهای مقاومت و تحمل به خشکی و فرآیندهای فیزیولوژیک مربوطه در گندم اجرا شده که نتایج آنها در برنامه‌های اصلاح برای حفظ توان تولید مؤثر خواهند بود (۱۱، ۱۳، ۲۵، ۲۷).

قسمتهایی از ساقه گندم به ویژه بخشهایی از ساقه اصلی، گروهی از کربوهیدراتهای غیرساختاری<sup>۱</sup> را قبل از مرحله گرده افشانی و حتی پس از آن تا شروع تقاضای شدید از طرف دانه‌ها (مخزن قوی تر) به طور موقت ذخیره و نگهداری می‌کنند. توان ذخیره سازی و انتقال مجدد<sup>۲</sup> و به موقع آنها به ویژه از میانگره‌های اول<sup>۳</sup> و دوم زیرسنبلی که حدود ۴۵ درصد از حداکثر وزن کل ساقه را تشکیل می‌دهند (۹) حایز اهمیت است. این مواد می‌توانند بخشی از وزن نهایی دانه‌ها را به خود اختصاص دهند که این سهم در شرایط تنش خشکی بالاتر خواهد بود (۶). در این صورت اثرات نامطلوب تنش وارده به گیاه بر روی عملکرد دانه می‌تواند کاهش یابد (۶، ۱۱، ۲۳، ۲۵ و ۲۷). مطالعه بر روی گندم بهاره<sup>۴</sup> نانوائی نشان داده است که ساقه تا دو هفته بعد از گرده افشانی انبان<sup>۵</sup> و سپس صادرکننده فرآورده‌های فتوسنتزی<sup>۵</sup> می‌باشد (۱۱). به نظر عده‌ای از محققان، در آخرین مراحل پرشدن دانه‌ها انتقال کربوهیدراتهای محلول در آب<sup>۶</sup> از ساقه، در مقایسه با انتقالات ناشی از فعالیت‌های فتوسنتزی جاری گیاه، میزان‌های بالاتری از رشد دانه را موجب می‌شود (۱۶). در محیط‌های بدون تنش خشکی در حدود ۱۰ الی ۱۲ درصد و در شرایط کمبود آب گیاه حتی بیش از ۴۰ درصد از وزن نهایی دانه گندم از کربوهیدراتهای غیرساختاری (محلول) تأمین می‌شود. (۴، ۵، ۶، ۲۳ و ۲۸). از جمله مهمترین کربوهیدراتهای محلول در آب در ساقه گندم فروکتان، ساکاروز، گلوکوز، فروکتوز و الیگوساکاریدهای مختلف را می‌توان نام برد (۱۸، ۲۱ و ۲۷). در گندم تعادل بین ترکیبات غیرفروکتانی و فروکتان که می‌تواند تا بیش از ۹ واحد هگزوزی را شامل شود (۷)، توسط مرحله رشدی، فصل رشد، رقم (۲۰) و سطح تولید فرآورده‌های فتوسنتزی (۱۲، ۱۸ و ۱۹) تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در هر حال اینچنین به نظر می‌رسد که فروکتانها با حرکت از میانگره‌ها و انتقال به سمت دانه‌ها در روند پرشدن آنها از نقش تعیین کننده‌ای برخوردار باشند (۲۷).

فروکتانها پلی‌مرهای فروکتوز با گلوکز هستند و ساختار شیمیایی آنها به ساکاروز وابسته است. با توجه به نحوه پیوند هگزوزها، فروکتانهای گوناگونی تشکیل می‌شوند که دارای خواص عمومی مشابه می‌باشند (۲۱). فروکتان‌های تجمع یافته در میانگره‌های گندم به عنوان یک گیاه یکساله، از درجه پلی‌میرزاسیونی پایینی برخوردار می‌باشند. تصور می‌رود که این مواد علاوه بر ایفای نقش به عنوان یک کربوهیدرات ذخیره‌ای موقت، از طریق تنظیم و یا کاهش پتانسیل اسمزی سلولی و حفظ فشار تورمی<sup>۷</sup>، نوعی تحمل در برابر تنش خشکی را نیز در گندم ایجاد می‌نمایند (۷).

در گندم متناسب با رشد و توسعه دانه‌ها، تقاضا برای فرآورده‌های فتوسنتزی نیز افزایش پیدا می‌کند. این افزایش تقاضا در زمانی اتفاق می‌افتد که فتوسنتز برگی از مرحله گرده افشانی و فتوسنتز گل آذین از حوالی ۱۵ روز بعد از آن کاهش می‌یابد (۱۰ و ۱۵). به طور کلی، این روند می‌تواند در کربوهیدراتهای غیرساختاری تجمع یافته در ساقه‌ها کاهش ایجاد بنماید (۱۱). نقش این مواد، به ویژه به هنگام پرشدن دانه در شرایط دشوار محیطی، از نظر تثبیت نسبی عملکرد بسیار باارزش است.

با توجه به اثرات گوناگون ژنهای پاکوتاهی بر روی بیوماس اندامهای هوایی و بر روی عملکرد دانه گندم (۸، ۱۴، ۱۷ و ۲۴) و با هدف بررسی اثرات کمبودهای آبی در دوران بعد از ساقه رفتن و گل‌دهی گندم بر روی برخی از ویژگیهای زراعی و همچنین اثرات کمی و کیفی تغییرات کربوهیدراتهای غیرساختاری متمرکز در میانگره‌های ساقه بر روی عملکرد نهایی، آزمایشی با استفاده از سه لاین ایزوژن پابلند، نیمه پاکوتاه و پاکوتاه از گندم بهاره<sup>۴</sup> نانوائی به مرحله اجرا گذاشته شد.

### مواد و روشها

آزمایش به صورت گلدانی و زیر پوشش پلی اتیلنی روشن (به ضخامت ۱۵ / ۰ میلی‌متر) و در شرایط نسبتاً طبیعی محیط با کنترل تشعشع (به وسیله رادیومتری اسپکترال)، دما، رطوبت نسبی و تهویه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در ۱۰ کیلومتری شرق دانشگاه به اجرا درآمد. آزمایش به

1 - Non structural carbohydrates(NSC)

2 - Remobilization

3- Peduncle

4 - Sink

5- Assimilate

6 - Water soluble carbohydrates

7- Tugor Pressure



ساعت در دمای  $75^{\circ}\text{C}$  قرار گرفت. نیمه دیگر در کیسه پلاستیکی نهاده شده و بعد از تخلیه هوای داخل کیسه در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  - برای تجزیه‌های بعدی نگهداری شد. همچنین وزن دانه و درصد وزن کزل<sup>۱</sup> به کل سنبل در سنبل اصلی به هنگام رسیدگی فیزیولوژیک دانه تعیین گردید.

برای استخراج کربوهیدراتهای غیرساختاری یک نیمه طولی از هر میانگره به قطعات ریزتر بریده شده و به داخل لوله آزمایش حاوی ۴ میلی لیتر اتانول ۸۰ درصد ریخته شد. لوله آزمایش داخل آب در حال جوش قرار گرفت. به محض اینکه اتانول شروع به جوشیدن کرد، لوله آزمایش برای مدت ۲۰ دقیقه به بن ماری  $60^{\circ}\text{C}$  منتقل شد. پس از جدا کردن عصاره، دوباره روی مواد جامد ته نشین شده ۴ میلی لیتر اتانول ۸۰ درصد اضافه و بار دیگر عصاره گیری به همان طریق صورت گرفت. مواد جامد نیز دوبار و هر بار با ۶ میلی لیتر آب دوبار تقطیر، بار اول به مدت ۹۰ دقیقه و بار دوم به مدت ۲۰ دقیقه در دمای  $100^{\circ}\text{C}$  قرار گرفتند. عصاره‌های حاصل بر روی هم اضافه شد و مواد جامد رسوب یافته و شناور با عمل سانتریفوژ کردن به طور کامل از آن جدا گشت (۲۵). برای رنگ زدایی عصاره، کربن فعال به آن افزوده و پس از بهم زدن و سانتریفوژ کردن و در صورت لزوم عبور از صافی کربن فعال و رنگ از عصاره زدوده شد (۱). بالاخره برای حذف یونهای گوناگون عصاره‌ها از درون ستون حاوی رزینهای مبادله کننده کاتیون (آمبرلیت ۱۲۰-CG) عبور داده شدند (۲۲ و ۲۶). بر روی عصاره حاصل یک اندازه گیری با استفاده از معرف آنترون با روش اسپکتروفتومتری صورت گرفت که معرف میزان کل کربوهیدراتهای غیرساختاری موجود بود. سپس با استفاده از کروماتوگرافی لایه نازک فروکتان از سایر کربوهیدراتهای غیرساختاری جدا گردید. برای این منظور از صفحات آماده سیلیکاژل - ۶۰ به عنوان فاز ساکن و مخلوط ۱ - بوتانول: ۲ - پروپانول: آب، به نسبت حجمی ۳:۱۲:۴ به عنوان فاز متحرک استفاده گردید. نمونه بر روی صفحه کروماتوگرافی دوبار در معرض فاز متحرک قرار گرفت (۲۶). نهایتاً مقدار فروکتان جدا شده با تکیه به معرف آنترون و به روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۶۲۵ نانومتر تعیین گردید (۲۶ و ۲۹).

صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار پیاده شد.

بدور سه لاین ایزوژن گندم بهاره نانوازی (Maringa) با ژنوتیپهای *rht rht* (پابلند)، *Rht<sub>۱</sub> Rht<sub>۲</sub>* (نیمه پاکوتاه) و *Rht<sub>۳</sub>* (پاکوتاه) در چند شاسی حاوی ماسه در تاریخ ۱۳۷۴/۲/۲ کشت شدند و پس از مرحله دوبرگی، گیاهچه‌های سالم و تقریباً همسان با دقت از شاسی خارج شده در تاریخ ۱۳۷۴/۲/۱۲ به گلدانهای مربوطه منتقل گردیدند. هر گلدان به یک بوته اختصاص یافت. در هر گلدان، ابتدا لایه‌ای از شن ریخته شد و سپس ۳/۷ کیلوگرم خاک متشکل از ۵ قسمت خاک مزرعه و یک قسمت ماسه ردا شده از الک ۲ میلی متری، که ماده آلی آن با کود سوخته دامی به ۵ درصد رسانده شده بود اضافه گردید. مواد غذایی تکمیلی با توجه به خصوصیات خاک و طبق اصول تغذیه گیاهی به هر کیلوگرم از خاک گلدانها ۲۰۰ میلی گرم ازت، ۵۰ میلی گرم فسفر و ۱۲۰ میلی گرم پتاسیم اضافه گردید. با استفاده از زیرگلدان از آبخوبی مواد غذایی جلوگیری بعمل آمد.

رطوبت خاک گلدانها تا تاریخ اعمال تنش خشکی (۱۳۷۴/۳/۲۷)، سه روز قبل از مرحله آبستنی) در حد ظرفیت مزرعه‌ای نگهداری گردید. در تیمارهای دارای آبیاری، گلدانها تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک دانه آبیاری شدند. در تیمارهای دارای تنش خشکی حجم آب مصرف شده از تاریخ اعمال تنش تقریباً نصف آب دریافتی گیاهان در حالت عادی بود. دمای شب و روز تقریباً برابر دمای مزرعه بود و فقط در ماههای خرداد و تیر در اواسط روز دما حدوداً بمدت ۲ ساعت ۱/۵ درجه سانتیگراد به بالاتر از دمای مزرعه رسید ولی هرگز از ۲۸ درجه سانتیگراد بالاتر نرفت.

یادداشت برداریها و نمونه گیریها در طی پنج مرحله آبستنی، گرده افشانی، ۱۴ روز بعد از گرده افشانی، ۲۰ روز بعد از گرده افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک دانه، صورت گرفت. به هنگام برداشت، پس از انجام اندازه گیریهای لازم بر روی بوته‌ها، آنها از سطح خاک بریده شده و پس از جدا کردن ساقه اصلی، با قراردادن در یخدان سریعاً به آزمایشگاه منتقل گردیدند. دو میانگره فوقانی با گره‌های مربوطه به طور مجزا و طولاً از وسط دو نیم شده و یک نیمه به همراه سایر اجزای گیاه برای تعیین وزن خشک به مدت ۴۸



## نتایج و بحث

مراحل مختلف برداشت از نظر محتوای کربوهیدراتهای غیر ساختاری و فروکتان در هر دو میانگروه F معنی داری را در سطح

احتمال ۱٪ نشان دادند (جدول ۱). حداکثر ارزش صفات مورد بحث در ۱۴ روز بعد از گرده افشانی حاصل شد و سپس رو به کاهش نهاد (جدول ۲). چنین به نظر می رسد که بعد از گرده افشانی، فتوسنتز

جدول ۱- تجزیه واریانس کربوهیدراتهای موجود در میانگروه های ساقه ایزولاین های گندم با دو تیمار آبیاری و در پنج مرحله برداشت.

## شماره میانگروه زیر سنبل

دوم		اول		درجات آزادی کربوهیدراتهای غیر ساختاری	منابع تغییرات
فروکتان	کربوهیدراتهای غیر ساختاری	فروکتان	کربوهیدراتهای غیر ساختاری		
۴۴۲۶۱۲/۳۹۱**	۳۶۶۹۹۲/۹۱۳**	۱۷۹۴/۱۳۳**	۴۹۴۸/۵۳۷**	۱	آبیاری
۲۹/۸۲۶**	۶۶۰/۷۹۰**	۲۱۶/۸۸۴**	۵۵۰۱/۴۸۷**	۲	لاین
۱۵۴۷/۳۴۴**	۴۶۴/۸۲۴*	۱۹۸۲/۷۴۶**	۳۲۶۰/۰۹**	۲	آبیاری × لین
۶۵/۱۱۷	۱۰۰/۹۸۶	۳/۲۷۵	۸/۷۸۳	۱۸	اشتباه اصلی
۸۷۲۶۷۶/۱۲۱**	۱۰۷۲۲۰۷/۵۹۵**	۳۶۹۷۲/۶۳۳**	۱۰۲۷۷۳/۹۹۱**	۴	مراحل برداشت
۸۳۸۲۲/۴۴۶**	۹۶۱۳۷/۰۵۵**	۴۷۶/۵۱۲**	۸۰۸/۱۹۹**	۴	آبیاری × برداشت
۱۰۶۶/۲۹۵**	۱۱۲۳/۹۴۶**	۵۳۱/۵۶۰**	۵۳۴/۸۸۷**	۸	لاین × برداشت
۷۵۶/۸۲۵**	۲۸۹/۷۸۳**	۸۶۸/۵۸۴**	۷۰۴/۹۳۹**	۸	آبیاری × لین × برداشت
۵۹/۴۴۵	۸۵/۴۰۲	۲/۹۳۰	۱۷/۰۷۵	۷۲	اشتباه فرعی
۲/۲۸	۲/۰۸	۱/۳۹	۲/۳۱		ضریب تغییرات (%)

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

\* معنی دار در سطح احتمال ۵٪.

جدول ۲- کربوهیدراتهای موجود در میانگروه های ساقه گندم در مراحل مختلف برداشت (میانگین تیمارها و ایزولاین ها).

## شماره میانگروه زیر سنبل

دوم		اول		مراحل برداشت
فروکتان	کربوهیدراتهای غیر ساختاری	فروکتان	کربوهیدراتهای غیر ساختاری	
(mg.g <sup>-1</sup> DM)	(mg.g <sup>-1</sup> DM)	(mg.g <sup>-1</sup> DM)	(mg.g <sup>-1</sup> DM)	
۱۰۶/۵ e	۱۵۹/۵ e	۶۰/۴ e	۸۹/۵ e	آبستنی
۲۳۲/۳ d	۳۲۵/۱ d	۹۸/۲ d	۱۳۴/۰ d	گرده افشانی
۵۹۹/۹ a	۷۰۳/۴ a	۱۹۲/۹ a	۲۴۶/۷ a	۱۴ روز پس از گرده افشانی
۴۴۴/۶ b	۵۷۰/۷ b	۱۵۵/۷ b	۲۲۴/۰ b	۲۰ روز پس از گرده افشانی
۳۱۰/۹ c	۴۶۰/۹ c	۱۰۹/۸ c	۲۰۱/۲ c	رسیدگی فیزیولوژیک

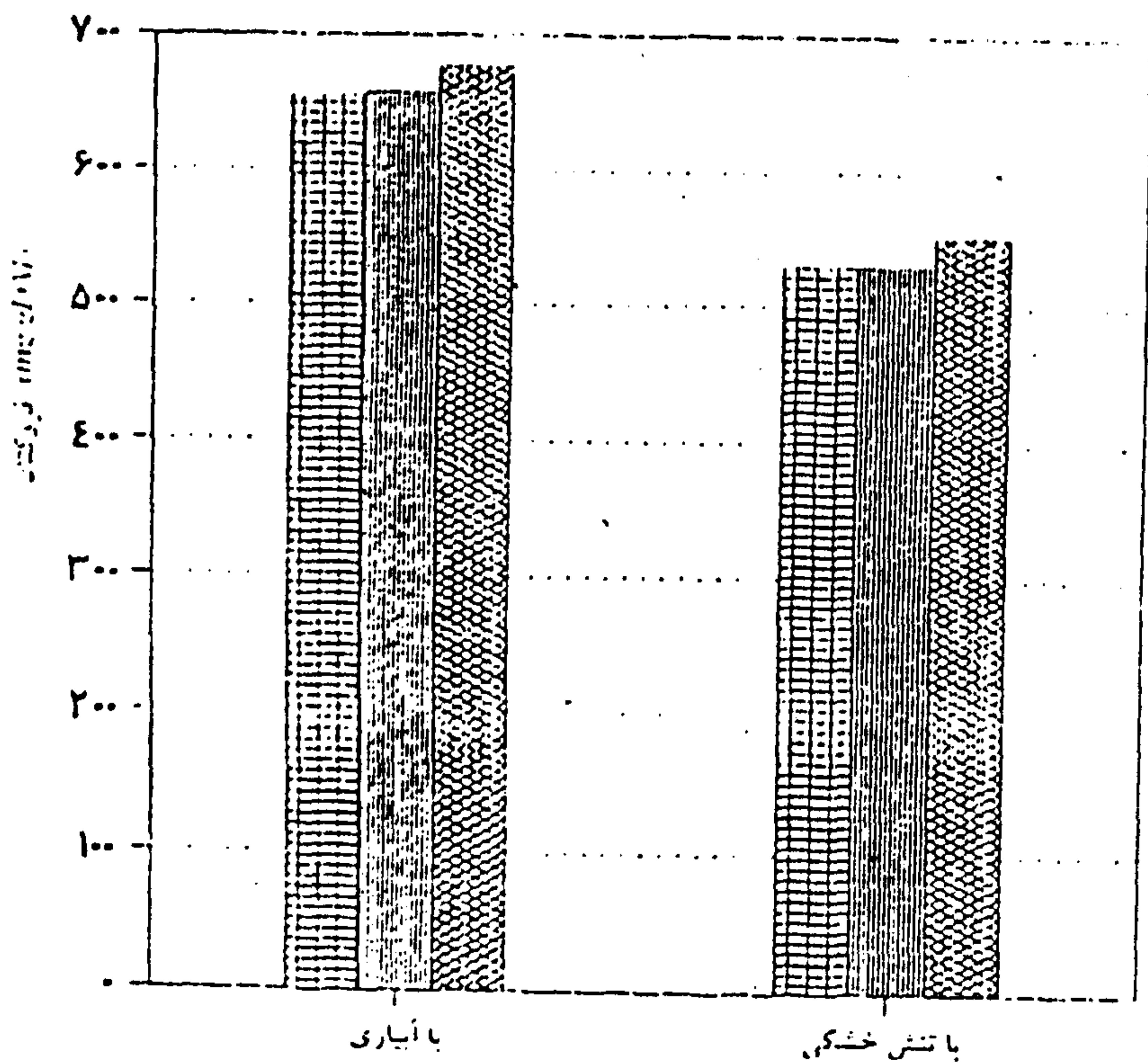
حروف غیر مشابه نمایانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ است (آزمون دانکن).



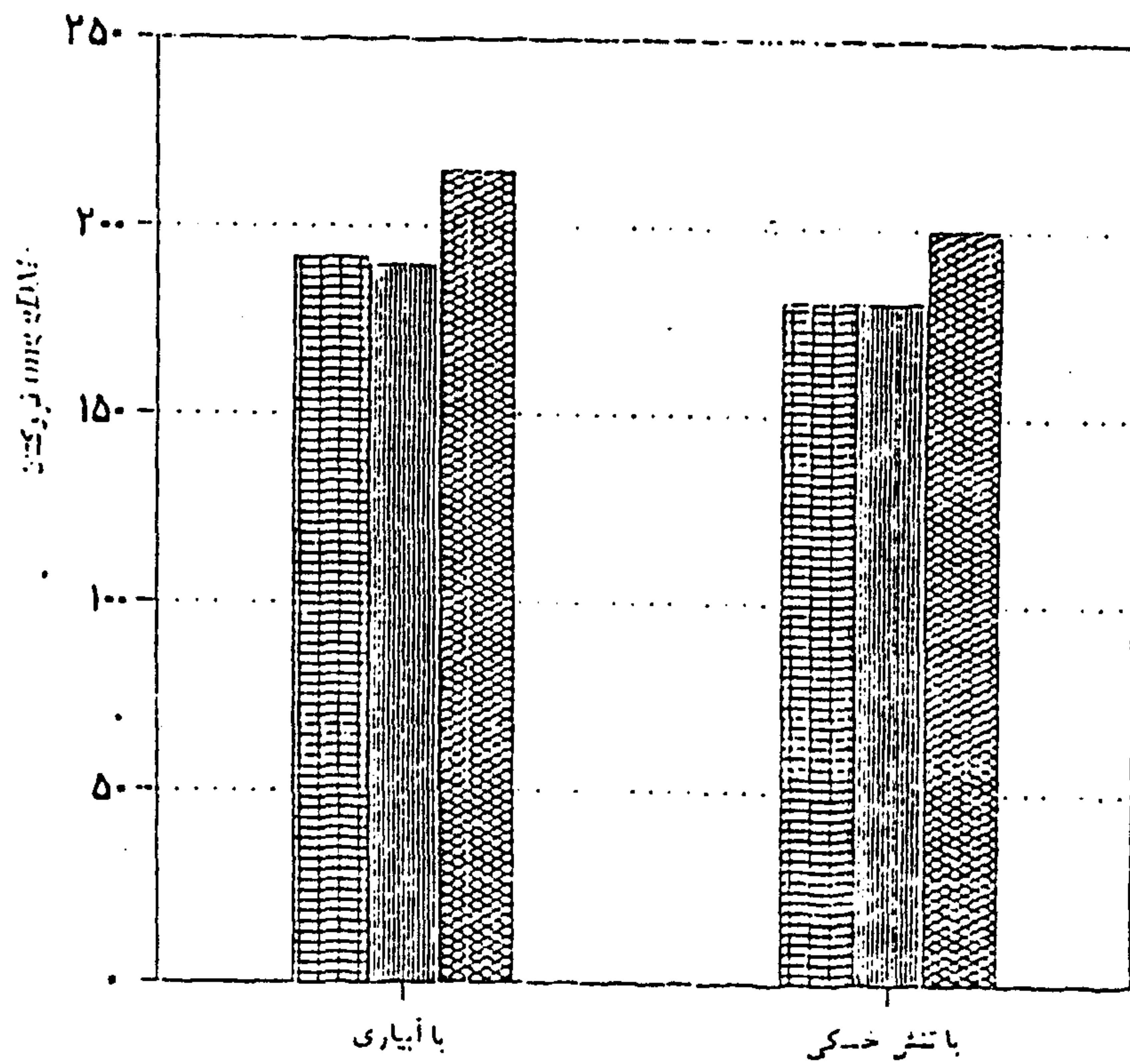
این امر می‌تواند به دلیل کاهش توان گیاهان تحت تنش در جذب و تحلیل دی‌اکسیدکربن و ساخت فرآورده‌های فتوسنتزی، باشد (۳). هادانطوری که در شکل‌های ۱ و ۲ ملاحظه می‌گردد، هر دو میانگرمه لاین پاکوتاه در شرایط آبیاری و تنش خشکی از محتوای فروکتان بالاتری نسبت به دو لاین دیگر در مرحله اوج غلظت کربوهیدراتی (۱۴ روز بعد از گرده‌افشانی) برخوردار بودند. اهدایی و شکبیا (۱۳) نیز گزارش کردند که دو لاین پابلند و نیمه پاکوتاه گندم بهاره از نظر تجمع کربوهیدراتهای محلول در آب از گرده‌افشانی تا ۱۸ روز بعد از آن بازتابهای مشابهی را نشان دادند. با اینکه مواد ذخیره‌ای در شرایط عادی و یا دشوار محیطی در پرشدن دانه سهم هستند ولی تحت تنش کمبود آب میزان تخلیه کربوهیدراتهای غیرساختاری و فروکتان از هر دو میانگرمه فوقانی در هر سه لاین مورد آزمایش افزایش یافت (جدول ۴). شرایط محدود آبی به فتوسنتز جاری گیاه لطمه زده و تأمین فرآورده‌های فتوسنتزی مورد نیاز برای پرشدن دانه‌ها را با اشکال مواجه می‌سازد. در چنین شرایطی گندم برای پایداری نسبی عملکرد خود از ذخایر ساقه‌ای استفاده کرده و تا حد امکان کربوهیدراتهای غیرساختاری و به ویژه فروکتان را برای مصرف و انباشته شدن، به سمت دانه‌های خود هدایت می‌کند. در این زمینه گزارش شده است که مشارکت کربوهیدراتهای ساقه در عملکرد دانه گندم بهاره نانوائی در شرایط

برگی کم می‌شود ولی فتوسنتز گل آذین تا حدود ۱۵ روز پس از گرده‌افشانی که تقریباً با فاز خطی پرشدن دانه همزمان است، افزایش یافته و سپس رو به کاهش می‌نهد (۱۰ و ۱۵). لذا تا ۱۴ روز بعد از گرده‌افشانی عرضه کربوهیدرات بر مصرف آن برتری داشته و مازاد در ساقه انباشته می‌گردد که میانگرمه‌های فوقانی و به ویژه دومین میانگرمه زیرسنبل به عنوان برترین انبان نقش مهمی را در این رابطه ایفا می‌کند. فروکتانها صورت ترجیحی کربوهیدراتهای غیرساختاری را در میانگرمه‌ها تشکیل می‌دهند. بعد از ۱۴ روز از گرده‌افشانی تهیه و عرضه فرآورده‌های فتوسنتزی از برگها و از سنبل نسبتاً کم می‌گردد. از سوی دیگر با شروع فاز خطی پرشدن دانه تقاضا برای مواد فتوسنتزی بالا رفته (۱۱) و در این حال تحرک دوباره ذخایر، بخشی از نیازهای دانه را برآورد می‌سازد.

در هر دو میانگرمه فوقانی در متوسط هر سه لاین، میزان ذخیره کربوهیدراتی در ۱۴ روز پس از گرده‌افشانی، به طور معنی‌داری تحت تأثیر تنش کمبود آب کاهش پیدا کرد (جدول ۳). آگاروال و سینها (۳) و اهدایی و شکبیا (۱۳) نتایج مشابهی را گزارش کردند. کمبود آب ذخیره‌سازی و تحرک مجدد کربوهیدراتهای محلول ساقه را متأثر ساخته و گیاهان تحت تنش خشکی نسبت به شرایط عادی محیط به طور مطلق کربوهیدرات محلول کمتری را ذخیره می‌کنند.



شکل ۲- تغییرات فروکتان در دومین میانگرمه زیرسنبل در سه لاین پابلند (استاندارد) □، نیمه پاکوتاه ■ و پاکوتاه ▨ گندم بهاره در ۱۴ روز پس از گرده‌افشانی.



شکل ۱- تغییرات فروکتان در اولین میانگرمه زیرسنبل در سه لاین پابلند (استاندارد) □، نیمه پاکوتاه ■ و پاکوتاه ▨ گندم بهاره در ۱۴ روز از گرده‌افشانی.



جدول ۳ - کربوهیدراتهای موجود در میانگره‌های ساقه گندم در چهارده روز از گرده افشانی (میانگین ایزولاین‌ها).

شماره میانگره زیر سنبل				تیمار
دوم		اول		
فروکتان (mg.g <sup>-1</sup> DM)	کربوهیدراتهای غیر ساختاری (mg.g <sup>-1</sup> DM)	فروکتان (mg.g <sup>-1</sup> DM)	کربوهیدراتهای غیر ساختاری (mg.g <sup>-1</sup> DM)	
۶۶۳/۳ a	۷۶۰/۳ a	۱۹۸/۹ a	۲۴۸/۳ a	با آبیاری
۵۳۶/۴ b	۶۴۶/۶ b	۱۸۶/۸ b	۲۴۵/۰ b	با تنش خشکی

حروف غیر مشابه نمایانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ است.

جدول ۴ - میزان حداکثر کاهش از اوج غلظت کربوهیدراتهای موجود در میانگره‌های ساقه گندم تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (میانگین ایزولاین‌ها).

شماره میانگره زیر سنبل				تیمار
دوم		اول		
فروکتان (mg.g <sup>-1</sup> DM)	کربوهیدراتهای غیر ساختاری (mg.g <sup>-1</sup> DM)	فروکتان (mg.g <sup>-1</sup> DM)	کربوهیدراتهای غیر ساختاری (mg.g <sup>-1</sup> DM)	
۲۳۴/۲ a	۱۸۹/۰ a	۹۰/۰ a	۳۲/۸ a	با آبیاری
۳۴۳/۶ b	۲۹۵/۹ b	۷۶/۲ b	۵۸/۰ b	با تنش خشکی

حروف غیر مشابه نمایانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ است.

جدول ۵ - میانگین حداکثر مقدار کاهش از اوج غلظت کربوهیدراتی در میانگره‌های ساقه تا رسیدگی فیزیولوژیک در گندم تحت تنش خشکی.

شماره میانگره زیر سنبل				لاین
دوم		اول		
فروکتان (mg.g <sup>-1</sup> DM)	کربوهیدراتهای غیر ساختاری (mg.g <sup>-1</sup> DM)	فروکتان (mg.g <sup>-1</sup> DM)	کربوهیدراتهای غیر ساختاری (mg.g <sup>-1</sup> DM)	
۳۲۷/۰ b	۲۶۰/۵ c	۲۷/۵ b	۲۸/۶ b	پابلند (استاندارد)
۲۲۳/۲ b	۲۸۶/۳ b	۵۲/۰ b	۵۷/۲ a b	نیمه پاکوتاه
۲۸۰/۲ a	۳۲۱/۰ a	۱۲۹/۱ a	۶۸/۰ a	پاکوتاه

حروف غیر مشابه نمایانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ است (آزمون دانکن).



جدول ۶ - میانگین صفات مربوط به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک

لاین	وزن کزل به کل سنبل (%)	وزن دانه در سنبل (g)
پابلند (استاندارد)	۲۹/۲ a	۲/۴ b
نیمه پاکوتاه	۲۸/۴ a	۲/۴ b
پاکوتاه	۲۶/۹ b	۳/۰ a

حروف غیر مشابه نمایانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ است (آزمون دانکن).

دیگر، این لاین از درصد وزن کزل به کل سنبل کمتری نیز برخوردار بود.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری مدیریت، اساتید و کارکنان محترم گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

تنش خشکی بیش از مشارکت آنها در شرایط عادی بوده است (۳). با عنایت به جدول (۵) دیده می‌شود که تحت تنش کمبود آب کاهش کربوهیدرات از هر دو میانگروه در لاین پاکوتاه نسبت به دو لاین دیگر شدیدتر بوده است. بنابراین انتظار می‌رود که در چنین شرایطی لاین پاکوتاه از عملکرد دانه‌ای بالاتری نسبت به دو لاین دیگر برخوردار باشد. جدول (۶) مؤید این امر است. همچنین به علت وزن بیشتر دانه در لاین پاکوتاه نسبت به دو لاین

### مراجع مورد استفاده

- ۱ - حدادچی، غ. ر. ۱۳۶۵. بیوشیمی و فیزیولوژی گیاهی (عملی). انتشارات واحد فوق برنامه بخش فرهنگی دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران. ص ۸۶ - ۲۷.
- ۲ - کاظمی، ح. ا. ۱۳۷۴. زراعت خصوصی (۱). مرکز نشر دانشگاهی. تهران.
- 3 - Aggarwal, P.K. and S.K. Sinha. 1984. Effect of water stress and assimilate partitioning in two wheat cultivars contrasting in their yield stability in drought environment. *Ann. Bot.* 53: 329 - 340.
- 4 - Austin, R.B., J.A. Edrich, M.A. Ford and R.D. Blackwell. 1977. The fate of the dry matter, carbohydrates and <sup>14</sup>C lost from the leaves and stems of wheat during grain filling. *Ann. Bot.* 41: 1309 - 1321. Contrasting seasons. *Ann. Bot.* 41: 1309-1321.
- 5 - Austin, R.B., C.L. Morgan, H.A. Ford and R.D. Blackwell. 1980. Contributions to grain yield from pre - anthesis assimilation in tall and dwarf barley phenotypes in two contrasting seasons. *Ann. Bot.* 45: 309-319.
- 6 - Bidinger, F., R.B. Musgrave and R.A. Fischer. 1977. Contribution of stored pre - anthesis assimilate to grain yield in wheat and barley. *Nature (London)* 270:431-433.
- 7 - Blacklow, W.M., B.Darbyshire and P.Pheleoung. 1984. Fructans polymerised and depolymerised in the internodes of winter wheat as grain - filling progressed. *Plant Science Letters* 36:18-213.
- 8 - Borlaug, N.E. 1968. Wheat breeding and its impact on world food supply. In: K.W. Finaly and K.W. Shepherd (eds.). 1968. Proceedings of the Third International Wheat Genetic Symposium. Canberra. Australia. PP. 1-36.



- 9 - Borrell, A.K., L.D. Incoll and M.J. Dalling. 1993. The influence of the Rht 1 and Rht 2 alleles on the deposition and use of stem reserves in wheat. *Ann. Bot. (London)* 71: 317-326.
- 10 - Carr, D. J. and I.F. Wardlaw. 1965. The supply of photosynthetic assimilates to the grain from the flagleaf and ear of wheat. *Agron. J.* 71:31-36.
- 11 - Davidson, D. J. and P.M. Chevalier. 1992. Storage and remobilization of water - soluble carbohydrates in stems of spring wheat. *Crop Sci.* 32: 186-190.
- 12 - Edelman, J. and T.G. Jefford. 1968. The mechanism of fructosan metabolism in higher plants as exemplified in *Helianthus tuberosus*. *New Phytol.* 67: 517-531.
- 13 - Ehdaie, B. and M.R. Shakiba. 1996. Relationship of internode -specific weight and water - soluble carbohydrates in wheat. *Cereal Research Communication*. Vol. 24. NO.1.
- 14 - Ehdaie, B. and J.G. Waines. 1994. Growth and transpiration efficiency of near Isogenic lines for height in a spring wheat. *Crop Sci.* 34: 1443-1451.
- 15 - Evans, L.T. and H.M. Rawson. 1970. Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of the ear during grain development in wheat. *Aust. J. Biol. Sci.* 23: 245-254.
- 16 - Fischer, R.A. 1983. Wheat. In: W.H. Smith and S.J. Bantal (eds.). *Symposium of potential productivity of field crops under different environment*. International Rice Research Institu. Loobanos. PP. 54-129.
- 17 - Gale, M.D., G.A. Marshall, R.S. Gregory and J.Quick. 1981. *Norin<sub>10</sub>* Semidwarfism in tetraploid wheat and associated effects on yield. *Euphytica* 30:347-354.
- 18 - Judel, G.K. and K.Mengel. 1982. Effect of shading on nonstructural carbohydrates and their turnover in culms and leaves during the grain filling period of spring wheat. *Crop Sci.* 22: 958 - 962.
- 19 - Kuhbauch, W. and D. Thome 1989. Non structural carbohydrates of wheat stems as influenced by sink - source manipulations. *Plant Physiol.* 134: 50-243.
- 20 - McCaig, T.N. and J.M. Clarke. 1982. Seasonal changes in non - structural carbohydrate levels of wheat and oats grown in a semiarid environment. *Crop Sci.* 22:70-963.
- 21 - Nelson, C.J. and W.G. Spollen. 1987. Fructans. *Physiologia Plantarum* 71: 512-516.
- 22 - Pollock, C.J. and T.Janes. 1979. Seasonal patterns of fructan metabolism in forage grasses. *New Phytol.* 83: 9-15
- 23 - Rawson, H.M. and L.T. Evans. 1971. The contribution of stem reserves to grain development in a range of wheat cultivars of different height. *Aust. J. agric. Res.* 22:63-851.
- 24 - Russell, G.E. 1985. *Plant breeding - 1* . Butter Worths. PP. 1 - 36.
- 25 - Shakiba, M.R., B.Ehdaie, M.A. Madore and J.G. Waines. 1996. Contribution of internode reserves to grain yield in a tall and semidwarf spring wheat. *Genet. and Breed. J.* 50:91-100.
- 26 - Solhaug, K.A. and E.Aares. 1994. Remobilization of fructans in *phippisia algida* during rapid



- inflorescence deveolpment. *Plant Physiol.* 91: 219-225.
- 27 - Virgona, J.M. and E.W.R. Barlow. 1991. Drought stress induces changes in the non - structural carbohydrate composition of wheat stems. *Aust. J. Plant Physiol.* 18: 47-234.
- 28 - Wardlaw, I.F. and H.K. Porter. 1967. The redistribution of stem sugars in wheat during grain development. *Aust. J. Biol. Sci.* 20:309-318.
- 29 - Yemm, E.W. and A.J. Willis. 1954. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthron. *Biochem.* 57: 508-514.



**Storage and Remobilization of Non - Structural  
Carbohydrates of Stem in Spring Wheat Isolines Under  
Drought / Water Deficit Stress.**

**B. PASEBAN-ISLAM, M.R. SHAKIBA,  
M.MOGHADDAM - VAHED AND J. JOZAN**

Ph.D. Student, Assistant prof., Associate prof. of Fac. of Agriculture and  
Associate prof. of Fac. of Chemistry Respectively, Tabriz University. Iran

Accepted 6 Jan.1999

**SUMMARY**

Drought stress during grain filling period in wheat causes yield losses. There are limited information about the efficiency of non-structural carbohydrates stored in wheat (*T. aestivum* L.) internodes and their remobilization to the grains under water deficit. An experiment was conducted to study the role of these kinds of carbohydrates on relative yield stability under water stress. Two regimes, full irrigation and drought stress during anthesis and grain filling, and three isogenic lines of a spring wheat variety, Maringa, for plant stature, *rht rht* (tall), *Rht<sub>2</sub> Rht<sub>2</sub>* (semidwarf), and *Rht<sub>3</sub> Rht<sub>3</sub>* (dwarf) were experienced. The experiment was factorial with randomized complete blocks and four replications. The results indicated that the first and the second internodes of stem, near the spike, acting as a sink for non structural carbohydrates, especially fructans, until 14 days after anthesis, transferred these carbohydrates to the spike till physiological maturity completed. The amount remobilized was higher for the dwarf line and water stress condition than semidwarf and tall isolines. This line was also superior with respect to grain yield in main spike and acquired a lower ratio of chaff weight to total spike weight. Two other lines were similar in these respects. It seems that dwarf varieties were observed to loose smaller amount of yield and were more efficient than semidwarf and tall varieties in remobilization of non structural carbohydrates from two upper internodes under water stress conditions.

**Keywords:** Sink, Fructan, Soluble carbohydrate & Isoline