مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد سوم، شماره سوم، پاییز ۸۹
۱۰۷-۱۲۳
ejcp.gau@gmail.com

نقش فتوسنتز و تعرق سنبله در تعیین اندازه مخزن دانه جو

شهاب مداح حسینی[۱]، کاظم پوستینی[۲]، علی احمدی[۳]، رضا توکل افشاری[۴]، اصغر رحیمی[۵] و افشین توکلی[۶]

[۱و۵]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان، [۲،۳و۴]گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، [۶]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

چکیده

به‌منظور بررسی اهمیت فتوسنتز و تعرق سنبله در تعیین اندازه مخزن دانه جو، آزمایشی گلدانی در فضای باز گلخانه غلات دانشکده کشاورزی کرج در فاصله زمانی دیماه ۱۳۸٤ و خرداد ۱۳۸۵ انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی به‌صورت فاکتوریل در سه تکرار و چهار گلدان در هر واحد آزمایشی طراحی شد. عامل‌های مورد بررسی عبارت بودند از چهار رقم جو شش ردیفه به نام‌های M80-7، بدون پوشش، ریحان و والفجر و تیمارها عبارت بودند از شاهد، حذف فتوسنتز سنبله و حذف فتوسنتز + کاهش شدت تعرق سنبله که در زمان ظهور سنبله در هر رقم اعمال شدند. نتایج نشان داد که تیمار حذف فتوسنتز سنبله در رقم‌های M80-7 و بدون پوشش و تیمار کاهش تعرق سنبله در رقم‌های ریحان و والفجر وزن دانه و سنبله را کاهش دادند. وجود همبستگی مثبت بین وزن سنبله و وزن هزار دانه نشان داد که اثر تیمارها بر کاهش اندازه مخزن از طریق کاهش میانگین وزن دانه بوده است. همچنین درصد پروتئین دانه افزایش یافت اما محتوای پروتئین سنبله تغییری پیدا نکرد. همبستگی منفی بین وزن هزار دانه و درصد پروتئین دانه نشان داد که تیمارهای آزمایش اثری بر تجمع پروتئین دانه نداشته‌اند و تغییرات محتوای پروتئین دانه ناشی از تغییر تجمع نشاسته در آن بوده است. از سوی دیگر با اینکه کاهش تعرق سنبله سبب کاهش معنی‌دار وزن سنبله و وزن هزار دانه رقم‌های ریحان و والفجر شد اما وزن ساقه تغییری نکرد. این امر نشان داد که تغییرات انتقال مجدد نتوانسته

*- مسئول مکاتبه: shahab.mhoseini@mail.vru.ac.ir

است اثر کاهش شدت تعرق را، که شاید به سبب کاهش ورود سیتوکینین به دانه‌ها باشد، جبران کند. به نظر می‌رسد فتوسنتز و تعرق سنبله به‌ترتیب از طریق تامین ماده پرورده و تنظیم میزان ورود سیتوکینین به دانه‌ها نقش مهمی در تعیین اندازه نهایی مخزن دانه دارد.

واژه‌های کلیدی: جو، سنبله، فتوسنتز، تعرق، مخزن

مقدمه

مهمترین نقش در عملکرد غلات را فتوسنتز پس از گلدهی به عهده دارد (اشنایدر، ۱۹۹۳). اما به طور معمول نقش برگها بیشتر بررسی شده است و کمتر به فتوسنتز اجزای سبزینه‌ای سنبله (لما، پالئا و ریشک) پرداخته شده است. جو به دلیل ویژگی‌های آناتومیکی و ریخت‌شناسی سنبله احتمالا بیش از بقیهٔ غلات به فتوسنتز آن وابسته است. سنبله‌های جو در مقایسه با واریته‌های استاندارد گندم جزء بیشتری از کل گیاه را تشکیل می‌دهند. در جوهای دو ردیفه سطح نسبی سنبله‌ها که در معرض نور قرار دارند بیش از سنبله‌های گندم است. همچنین واریته‌های معمولی جو دارای ریشک‌های طویل‌تری نسبت به واریته‌های گندم می‌باشند (بلوم و همکاران، ۱۹۸۵). یکی از دلایل اهمیت و کار آمدی فتوسنتز سنبله غلات پدیده‌ای به نام باز جذب دی‌اکسید کربن تنفسی است، که در آن دی‌اکسید کربن تنفس شده توسط بافتهای دانه، دوباره توسط خود دانه، گلوم و گلومل‌ها جذب می‌شود و بدین‌ترتیب راندمان مصرف دی‌اکسید کربن بالا می‌رود (بورت و همکاران، ۱۹۹٦). مشخص شده است که ریشک‌های جو بالاترین سرعت فتوسنتز را بین برگه‌های سنبله در گندم، یولاف و جو داشتند (زیگلرجونز، ۱۹۸۹).

عباد و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند در شرایط رطوبت کافی فتوسنتز کل سنبله بسیار بیشتر از برگ پرچم بود و با گسترش شدت کمبود آب، فتوسنتز سنبله بسیار کمتر از برگ پرچم کاهش یافت. همبستگی فتوسنتز سنبله با زیست توده و عملکرد دانه بیشتر از همبستگی برگ پرچم با زیست توده بود. با بررسی ویژگی‌های فتوسنتزی و روابط آبی در سنبله گندم دوروم مشخص شد که نمود بهتر سنبله نسبت به برگ پرچم در شرایط تنش آبی به دلیل محتوای آب نسبی بالاتر، تنظیم اسمزی بهتر و به طور کلی خصوصیات خشکی پسند بخشهای سنبله است (تامبوسی و همکاران، ۲۰۰۵).

از سوی دیگر برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند سیتوکینین ساخته شده در ریشه همراه با جریان شیره خام به بافت‌های مختلف شاخساره (برگ، دانه) منتقل می‌شود و این جریان باعث بروز پدیده‌های گوناگون رشد و نموی می‌گردد. برای نمونه ترنسفورماسیون گیاه با ژن باکتریایی *ipt* (ایزو پنتنیل ترسفراز) که سنتز سیتوکینین را در گیاه کاتالیز می‌کند، باعث افزایش سنتز سیتوکینین و درنتیجه افزایش غلظت درونی سیتوکینین و همچنین تعرق گیاه شد (وانگ و همکاران، ۱۹۹۷). پانز و همکاران (۲۰۰۱) دریافتند که انتقال سیتوکینین همراه با جریان تعرق عامل مهمی در تطابق گیاه به تراکم برگ در سایه‌انداز است و توزیع سیتوکینین به برگ‌ها همگام با جریان شیره خام (آوند چوبی) براساس میزان تعرق آنها انجام می‌شود. استفاده از سیتوکینین خارجی (BA[1]) می‌تواند در اندامهایی که به سبب تعرق کم، سیتوکینین کمی دریافت کرده‌اند، تا حدی کاهش ایجاد شده در محتوای نیتروژن برگ، ظرفیت فتوسنتز و سرعت رشد برگ را خنثی کند. عرضه سیتوکینین به برگها از طریق آوند چوبی به میزان ۲ تا ۱۰ برابر غلظت آن در شیره خام باعث افزایش شدت تعرق شد که نشان می‌دهد غلظت سیتوکینین می‌تواند تعرق را تنظیم کند (بادناخ جونز و همکاران، ۱۹۹٦). آلونی و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که سیتوکینین در نوک ریشه ساخته می‌شود و همراه با جریان تعرق به شاخساره منتقل می‌شود. بیشترین میزان سیتوکینین در مکان‌هایی قابل تشخیص است که بیشترین میزان تعرق انجام می‌شود یعنی جاهایی که کوتیکول هنوز وجود ندارد یا در مقابل جریان تعرق محافظتی اعمال نمی‌کند.

یکی از مهمترین بافت‌هایی که سیتوکینین به آن منتقل می‌شود بافت آندوسپرمی دانه در غلات است که در واقع تعیین‌کننده اندازه مخزن است. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد سلول آندوسپرمی، میزان سیتوکینین دانه و اندازه دانه وجود دارد. به‌طوری که دانه‌های کوچکتر برنج سیتوکینین کمتری دارند و تعداد سلول آندوسپرمی آنها نیز کمتر است (یانگ و همکاران، ۲۰۰۲ الف). تغییر محتوای سیتوکینین و اکسین همبستگی مثبت معنی‌داری با سرعت تقسیم سلولی و تعداد دانه‌ها داشت و کاربرد کینتین ٦-۲ روز پس از گرده افشانی به‌طور معنی‌داری تعداد سلول آندوسپرمی را افزایش داد (یانگ و همکاران، ۲۰۰۲ ب). مایکل و زایلرکلبیش (۱۹۷۲) با بررسی دو رگه هم‌ژن ریشک دار و بدون ریشک جو دریافتند که دانه‌های رگه بدون ریشک دوره رسیدگی کوتاه‌تر، محتوای سیتوکینین و وزن کمتری از رگه ریشک‌دار داشتند و محتوای سیتوکینین آنها نیز زودتر کاهش یافت.

1- Benzyl Adenine

تنش غرقابی نیز اثراتی کاملا مشابه با حذف ریشک داشت. آنها نتیجه گرفتند که احتمالا ریشک به‌عنوان یک اندام تعرق کننده مهم در سنبله نقش تعیین‌کننده‌ای در تنظیم میزان ورود سیتوکینین به دانه دارد.

با توجه به نقش دوگانه سنبله جو در تامین ماده پرورده برای دانه‌های در حال نمو و همچنین تنظیم شدت ورود شیره خام به سنبله از طریق تعرق، این آزمایش طراحی شد تا بتواند نقش هر یک را در تعیین اندازه مخزن دانه مشخص کند.

مواد و روش‌ها

شرایط اجرای آزمایش: این آزمایش به‌صورت گلدانی در فضای باز گلخانه غلات گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج در فاصله زمانی دی‌ماه ۱۳۸٤ تا خرداد ماه ۱۳۸۵ انجام شد. میانگین دمای شبانه روزی ماه‌های فوق به ترتیب عبارت بود از: ۲/٤، ۱/٤، ۱۰/۷، ۱۷/۲، ۲۰/۳ و ۲٦/٦. بستر به کار رفته خاک مزرعه دانشکده و کود دامی پوسیده به نسبت دو به یک بود. گلدانها از نوع سفالی به قطر ۲۵ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر بودند. در هر گلدان حدود ۱۲ بذر کاشته شد و پس از سبز شدن در مرحله دو برگی تعداد گیاهچه‌ها به شش عدد کاهش یافت. دور آبیاری گلدانها در بهار پنج روزه بود. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل در سه تکرار انجام شد. عامل‌های آزمایش عبارت بودند از رقم و تیمار، ارقام به کار رفته شامل چهار رقم جو شش ردیفه به نامهای M80-7، بدون پوشش، ریحان و والفجر بودند. رقم والفجر مهمترین رقم زراعی جو در ایران است که عملکرد مناسب اما شاخص برداشت نه چندان مطلوبی دارد. رقم بدون پوشش ویژگی‌های زراعی نامطلوبی دارد از جمله عملکرد پایین و ریزش زیاد دانه پس از رسیدگی. رگه M80-7 به‌عنوان یک رگه امید بخش برای وزن هزار دانه بالا گزینش شده است و رقم ریحان به‌علت زود رسی در مناطق خشک ایران رقم مهمی به شمار می‌رود (یوسفی و قزوینی، ۱۳۸۰). تیمارها شامل شاهد، حذف فتوسنتز سنبله و حذف فتوسنتز سنبله + کاهش تعرق سنبله بودند که پس از ظهور سنبله در هر رقم (مرحله رشدی ۵ در مقیاس زادوکس) اعمال شدند.

نحوه اجرای تیمارها: برای حذف فتوسنتز سنبله محلول ۵ درصد کلرات پتاسیم در آب (بلوم و همکاران، ۱۹۸۳) تهیه شد و توسط اسفنج به طور کامل به سطح سنبله یعنی ریشک‌ها، لما و پالئا مالیده شد. اثرات خشک‌کنندگی و تخریب کلروفیل سه تا چهار روز پس از اعمال تیمار به‌صورت زرد

و نکروزه شدن بافتهای سبز سنبله قابل مشاهده بود. برای تیمار حذف فتوسنتز سنبله و کاهش شدت تعرق آن پس از آنکه فتوسنتز سنبله به روش فوق حذف گردید یک ورقه آلومینیومی نازک بر روی کل سنبله کشیده شد. برای ایجاد جریان هوای ملایم به منظور برآوردن نیازهای تنفسی سنبله تعداد چهار سوراخ در دو طرف ورقه آلومینیوم ایجاد گردید (پانز و همکاران، ۲۰۰۱). پس از وارد شدن ۷۰ درصد بوته‌های هر رقم به مرحله گرده افشانی (مرحله رشدی ۵ در مقیاس زادوکس)، اعمال تیمارهای حذف فتوسنتز سنبله و حذف فتوسنتز + کاهش شدت تعرق سنبله آغاز شد. هر واحد آزمایشی (کرت) شامل چهار گلدان بود.

صفات مورد بررسی: در زمان رسیدگی فیزیولوژیک وزن خشک ساقه، وزن خشک دانه در سنبله، وزن هزار دانه و درصد نیتروژن دانه اندازه گیری شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و جداسازی اثر کاهش تعرق و حذف فتوسنتز سنبله، داده‌های تمامی صفات مربوط به تیمار حذف فتوسنتز سنبله + کاهش تعرق سنبله، از تیمار حذف سنبله کم شد (معادله ۱):

(معادله ۱) (T_1) حذف فتوسنتز سنبله $-(T_2)$ کاهش تعرق سنبله + حذف سنبله فتوسنتز = (T3) کاهش تعرق سنبله

درصد نیتروژن دانه به روش کجلدال اندازه گیری شد و با ضرب در عدد ٦/٢٥ به درصد پروتئین تبدیل گردید.

تجزیه تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج و بحث

وزن سنبله و وزن هزار دانه: حذف فتوسنتز سنبله در رقم‌های M80-7 و بدون پوشش و کاهش تعرق سنبله در رقم‌های ریحان و والفجر سبب کاهش معنی‌دار وزن سنبله و وزن هزار دانه گردیدند (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر رقم و تیمار بر وزن و ارتفاع ساقه، وزن سنبله، وزن هزار دانه، درصد پروتئین دانـه و عملکرد پروتئین سنبله در زمان رسیدگی

منبع تغییر	درجه آزادی	وزن ساقه	ارتفاع ساقه	وزن سنبله	وزن‌هزار دانه	درصدپروتئین دانه	محتوای پروتئین سنبله
رقم	۳	۰/۵۳۵***	۱۷۰۸/۲***	۰/۷۲٤۷***	۳۵۵/۹***	۳۱/۱***	۰/۰۰۲۲***
تیمار	۲	۰/۰۱٦۲***	٤۲/۱ ns	۰/۲۵٦۲***	۲۵۷/۷***	۱٦/٤***	۰/۰۰۰۳ ns
رقم×تیمار	٦	۰/۰۰۳۸ ns	۱۹/۱ ns	۰/۰۰٦٤ ns	٦/۰۹۲۹ ns	۱/۳***	۰/۰۰۰۳ ns
خطا	۲٤	۰/۰۰۲	۱۵/۰	۰/۰۰۷	٦/۰۲۱۹	۰/۲۰۳	۰/۰۰۰۲

*، ** و***: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱، ns: غیرمعنی‌دار

اعداد داخل جدول میانگین مربعات هستند. تیمار: شاهد، حذف فتوسنتز سنبله، حذف فتوسنتز سنبله+ کاهش شدت تعرق سنبله

وجود همبستگی مثبت معنی‌دار بین وزن هزار دانه و وزن سنبله در هر چهار رقم نشان می‌دهد که اثرات تیمارهای حذف فتوسنتز سنبله و کاهش تعرق سنبله از طریق کاهش وزن دانه بوده است (جدول ۳). همچنین میان ارقام، رقم والفجر بالاترین وزن ساقه اصلی، وزن سنبله و وزن هزار دانه را داشت (شکل ۱). اندازه مخزن در دانه غلات از طریق تعداد نهایی سلول آندوسپرمی در یک دوره ۳-۲ هفته‌ای پس از گرده افشانی تعیین می‌شود و برخی محققین بر این عقیده‌اند که فراهمی ماده پرورده مهمترین عامل در آن است (بینگهام و همکاران، ۲۰۰۷). در مقابل برخی دیگر معتقدند احتمال کمی دارد که تقسیم سلولی از لحاظ ماده پرورده در دوره تقسیم سلولی دچار محدودیت باشد (رادلی، ۱۹۷۸). به نظر می‌رسد هورمون سیتوکینین تنظیم کننده اصلی شدت و دوام تقسیم سلولی است (یانگ و همکاران، ۲۰۰۲ الف و ب). بنابراین می‌توان فرض کرد کاهش شدت تعرق سنبله باعث کاهش جریان شیره خام و در نتیجه کاهش ورود سیتوکینین به سنبله می‌گردد. چنین پدیده‌ای شاید باعث کاهش وزن دانه در اثر کاهش تقسیم سلولی در آندوسپرم گردد. با توجه به تفاوت ارقام از لحاظ واکنش به کاهش تعرق سنبله می‌توان چنین احتمال داد که رقم‌های مختلف حساسیت متفاوتی به دستورزی میزان سیتوکینین دارند و کاهش شدت تعرق اثر کاهنده چندانی بر تقسیم سلولی و اندازه دانه رقم‌های M80-7 و بدون پوشش نداشته است. در مورد رقم M80-7 که وزن هزار دانه بالایی دارد، احتمال دارد میزان هورمون به صورت درونزا بالا باشد. از این رو کاهش شدت تعرق اثر شدیدی

بر کاهش سطح آن در گیاه نداشته است. دوآ و بهاردواجی (۱۹۷۹) رابطه مثبتی بین وزن دانه و محتوای سیتوکینین برخی ارقام گندم گزارش کردند. همچنین آنها دریافتند که رقم‌های دانه درشت به سیتوکینین خارجی واکنش بیشتری نشان می‌دهند. این نکته را نیز باید در نظر داشت که همواره جریانی از شیره خام صرف نظر از شدت تعرق به تمام بافت‌ها برقرار است. فراک و همکاران (۲۰۰۲) معتقدند در شرایط طبیعی حتی برگ‌های قرارگرفته در سایه نیز تعرق شدیدی دارند که دلیل آن کم بودن مقاومت لایه مرزی به سبب تلاطم هوا است. همچنین در شرایطی که رطوبت نسبی محیط ۱۰۰ درصد است آوند آبکش جریان شیره خام را به سمت اندام‌هایی که نمی‌توانند تعرق کنند، هدایت می‌کند (اتکینز و اسمیت، ۲۰۰۷). پس همواره مقداری سیتوکینین به هر اندامی بدون توجه به شدت تعرق آن وارد می‌شود. این آزمایش نشان داد که کاهش تعرق سنبله سبب کاهش وزن دانه می‌شود که شاید تا قسمتی به سبب کاهش ورود سیتوکینین به آن باشد.

از سوی دیگر حذف فتوسنتز سنبله سبب کاهش معنی‌دار وزن سنبله و وزن هزار دانه رقم‌های M80-7 و بدون پوشش شد. ماده پرورده حاصل از سنبله به دو صورت می‌تواند اندازه مخزن را تحت تاثیر قرار دهد. اول: افزایش شدت یا دوام دوره تقسیم سلولی دانه که در بالا بدان پرداخته شد و دوم پر کردن دانه‌های در حال نمو (راسون و اوانز، ۱۹۷۱؛ بلوم و همکاران، ۱۹۸۵؛ عباد و همکاران، ۲۰۰٤). آزمایش ما نشان داد که حتی یک رقم جدید جو مانند M80-7 نیز وابستگی زیادی به فتوسنتز سنبله دارد.

واکنش متفاوت ارقام به تیمارها حاکی از اهمیت متفاوت فتوسنتز سنبله و سیتوکینین در تعیین و تثبیت عملکرد دانه است. برای نمونه در رقم بدون پوشش میزان کاهش در وزن سنبله و وزن هزار دانه به ترتیب ۱۷/۷ و ۲۰/۸ درصد بود که در مقایسه کاهش تعرق سنبله یعنی ۵/۸ و ٦/٦ بیش از سه برابر است. در مقابل در رقم ریحان کاهش تعرق سنبله باعث ۱۳/۲ درصد کاهش در وزن سنبله و ۱٤/۳ درصد در وزن هزار دانه گردید که تقریبا دو برابر حذف فتوسنتز سنبله یعنی به ترتیب ۷/۸ و ٦/۵ درصد است. به احتمال زیاد در رقم بدون پوشش ماده پرورده حاصل از فتوسنتز سنبله نقش مهمی در تعیین وزن نهایی دانه دارد.

جدول ۲- برآورد درصد تغییر در وزن ساقه، وزن سنبله و وزن هزار دانه در اثر تیمارهای حذف فتوسنتز و حذف فتوسنتز سنبله + کاهش تعرق سنبله

رقم	تیمار	وزن ساقه (گرم در ساقه)	تغییر* (درصد)	وزن سنبله (گرم در سنبله)	تغییر* (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	تغییر* (درصد)
M80-7	T.	۰/۶۲۴ c	۰	۱/۵۳۶ a	۰	۴۲/۲۷۴ a	۰
	T_1	۰/۷۱۳ b	۱۴/۳	۱/۳۴۳ b	-۱۲/۶	۳۷/۲۲۷ b	-۱۱/۹
	T_2	۰/۷۵۳ a	۳۰/۸	۱/۲۷۵ b	-۱۷/۰	۳۴/۱۰۴ b	-۱۹/۳
	T_3	۰/۶۶۴ c	۶/۵	۱/۴۶۸ a	-۴/۴	۳۹/۱۵۰ a	-۷/۴
بدون پوشش	T.	۰/۴۹۳ a	۰	۱/۵۵۹ a	۰	۳۴/۰۱۱ a	۰
	T_1	۰/۵۰۰ a	۱/۴	۱/۲۸۳b	-۱۷/۷	۲۶/۹۳۸ b	-۲۰/۸
	T_2	۰/۵۰۵ a	۲/۴	۱/۱۹۳ b	-۲۳/۵	۲۴/۶۹۷ b	-۲۷/۴
	T_3	۰/۴۹۸ a	۱/۰	۱/۴۶۹ a	-۵/۸	۳۱/۷۷۰ a	-۶/۶
ریحان	T.	۰/۵۸۸ b	۰	۱/۳۴۰ a	۰	۴۰/۰۲۳ a	۰
	T_1	۰/۶۴۲ a	۹/۲	۱/۲۳۵ a	-۷/۸	۳۷/۴۱۰ a	-۶/۵
	T_2	۰/۵۹۳ b	۱/۰	۱/۰۵۸ c	-۲۱/۰	۳۱/۷۰۵ c	-۲۰/۸
	T_3	۰/۶۰۲ b	۲/۴	۱/۱۶۳ b	-۱۳/۲	۳۴/۳۱۹ b	-۱۴/۳
والفجر	T.	۱/۰۰۰ b	۰	۱/۹۷۸ a	۰	۴۹/۸۹۳ a	۰
	T_1	۱/۰۹۰ a	۹/۰	۱/۸۸۵ a	-۴/۷	۴۷/۲۰۱ a	-۵/۷
	T_2	۱/۱۲۱ a	۱۲/۱	۱/۷۲۱ c	-۱۳/۰	۳۷/۳۷۶ c	-۲۵/۱
	T_3	۱/۰۳۱ b	۳/۱	۱/۸۱۴ b	-۸/۳	۴۳/۰۶۸ b	-۱۳/۷

T.: شاهد، T_1 :حذف فتوسنتز سنبله، T_2: حذف فتوسنتز سنبله + کاهش تعرق سنبله، T_3: برآورد اثر کاهش تعرق سنبله

*: درصد تغییر نسبت به شاهد در هر رقم

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون و در هر رقم از لحاظ آماری با هم تفاوتی ندارند (LSD ($P \leq ۰/۰۵$)

وزن ساقه اصلی: وزن ساقه اصلی بطور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای آزمایش یعنی حذف فتوسنتز سنبله و حذف فتوسنتز + کاهش تعرق سنبله قرار گرفت و ارقام آزمایش نیز از این لحاظ با هم تفاوت داشتند (جدول ۱، شکل ۱ الف). کاهش تعرق نتوانست باعث تغییر معنی‌دار در وزن ساقه هیچ یک از ارقام شود و حذف فتوسنتز سنبله بجز در رقم بدون پوشش سبب افزایش معنی دار وزن ساقه شد (جدول ۲). افزایش وزن ساقه نسبت به شاهد مبین اینست که انتقال ذخایر ساقه به دانه‌ها کاهش یافته است که این خود شاید به دلیل کاهش اندازه مخزن دانه و در نتیجه توانایی دانه‌ها در تجمع ماده پرورده باشد. در رقم‌های M80-7، ریحان و والفجر تغییرات وزن ساقه با وزن سنبله و وزن هزار دانه همبستگی منفی و با درصد

پروتئین دانه همبستگی مثبت معنی‌دار داشت، اما رابطه‌ای با محتوا پروتئین سنبله نداشت (جدول ۳). این ویژگی نشان می‌دهد کاهش وزن سنبله و وزن هزار دانه همگام با افزایش وزن ساقه این ارقام بوده است اما در رقم بدون پوشش هیچ رابطه معنی داری بین وزن ساقه با سایر صفات یعنی وزن سنبله، وزن هزار دانه، درصد پروتئین دانه و محتوای پروتئین سنبله وجود ندارد.

بنابراین با وجود کاهش قابل توجه وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه در اثر حذف فتوسنتز سنبله در این رقم (به‌ترتیب ۱۷/۷ و ۲۰/۸ درصد) (جدول ۲)، به‌عنوان دو شاخص اصلی در اندازه مخزن، تغییر قابل توجهی در وزن ساقه روی نداده است. به عبارت دیگر تغییرات تجمع ماده خشک ساقه یا انتقال مجدد ذخایر نتوانسته است اثر کاهنده حذف فتوسنتز سنبله را در اندازه مخزن جبران کند و از این رو می‌توان نتیجه‌گیری کرد انتقال مجدد ذخایر ساقه نقش قابل توجهی در تثبیت عملکرد این رقم نداشته است. این امر شاید ناشی از زودرسی، شاخص سطح برگ و تعداد پنجه کم و به‌طور کلی رشد رویشی اندک این رقم باشد که تولید و ذخیره سازی ماده پرورده در ساقه را کاهش می‌دهد. دلیل احتمالی عدم افزایش وزن ساقه در اثر کاهش تعرق با وجود کاهش وزن هزار دانه و سنبله را می‌توان چنین بیان کرد. کاهش تعرق که احتمالاً باعث کاهش ورود سیتوکینین به دانه‌ها می‌شود سبب کاهش تقسیم سلولی در آندوسپرم دانه‌ها می‌شود. بنابراین گنجایش دانه از لحاظ تعداد جایگاه‌های تخلیه ساکارز و تبدیل آن به نشاسته به‌شدت کاهش می‌یابد. در این شرایط امکان دارد گیاه با درک این مطلب که مخزن دچار محدودیت شدید شده است مانع از تولید کربوهیدرات مازاد بر نیاز و انبار شدن آنها در ساقه شود. فرانکو زوریلا و همکاران (۲۰۰۵) بیان می‌کنند که شبکه‌های انتقال علامت، تمام شرایط گیاه را از لحاظ قند، سیتوکینین (و سایر عوامل هورمونی) تحت کنترل و نظارت دارند و همواره سطوح قند و سیتوکینین را با یکدیگر تنظیم می‌کنند. برای نمونه کاهش تولید سیتوکینین ممکن است باعث کاهش تولید قند در گیاه شود

شواهدی وجود دارد که دستورزی میزان سیتوکینین تاثیری در انتقال مجدد نداشته است و یا حتی آن را کاهش داده است. مداح حسینی و پوستینی (۲۰۰٤) با حذف ریشک پس از گرده افشانی رقم‌های والفجر، ماکویی و ریحان مشاهده کردند که وزن دانه و انتقال مجدد کربوهیدرات‌های محلول ساقه به شدت کاهش پیدا کرد. البته تیمار حذف ریشک هم سبب حذف فتوسنتز آن می‌شود و هم احتمالاً کاهش ورود سیتوکینین به دانه‌های در حال نمو. از سوی دیگر مشخص شد که در اثر محلول‌پاشی سیتوکینین بر جو پس از گرده افشانی اگرچه وزن هزار دانه افزایش یافت اما ماده خشک ساقه و انتقال مجدد ذخایر پیش و پس از گرده افشانی از ساقه تغییری نیافت و نتیجه گرفته شد که انتقال مجدد

ذخایر ساقه نقش مهمی در پر کردن دانه‌ها نداشته است و نیاز دانه‌ها بیشتر از طریق فتوسنتز جاری سنبله برآورده می‌شود (مداح حسینی و همکاران، ۲۰۰۸). یانگ و همکاران (۲۰۰۲ ب) مشاهده کردند که در اثر محلول پاشی سیتوکینین بر برنج عملکرد دانه و انتقال مجدد ذخایر ساقه کاهش پیدا کرد.

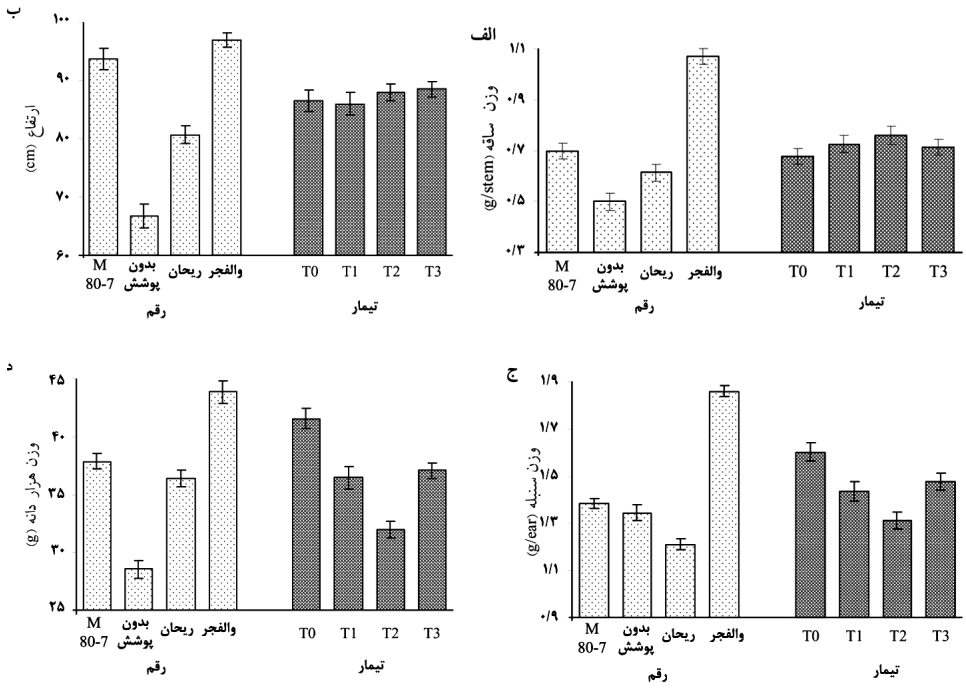
جدول ۳- ضرایب همبستگی بین برخی صفات در زمان رسیدگی تحت اثر تیمارهای حذف فتوسنتز سنبله و حذف فتوسنتز + کاهش شدت تعرق سنبله به تفکیک رقم‌های آزمایش

الف: M80-7	وزن ساقه (گرم در ساقه)	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	وزن سنبله (گرم در سنبله)	وزن هزار دانه (گرم)	محتوای پروتئین دانه (درصد)
ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	۰/۶۸۷*	۱			
وزن سنبله (گرم بر سنبله)	-۰/۷۷۸**	-۰/۵۹۳ ns	۱		
وزن هزار دانه (گرم)	-۰/۷۸۵**	-۰/۵۱۸ ns	۰/۶۶۲*	۱	
محتوای پروتئین دانه (درصد)	۰/۷۰۲***	۰/۷۰۴ ns	-۰/۶۳۵ *	-۰/۶۹۸	۱
محتوای پروتئین سنبله (گرم بر سنبله)	-۰/۴۵۲ ns	-۰/۳۵۳ ns	۰/۷۵۱**	۰/۲۷۲* ns	-۰/۰۸۰ ns
ب : بدون پوشش					
ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	۰/۷۱۲ *	۱			
وزن سنبله (گرم در سنبله)	۰/۳۴۰ ns	۰/۳۵۳ ns	۱		
وزن هزار دانه (گرم)	۰/۲۴۹ ns	۰/۳۱۴ ns	۰/۹۴۳***	۱	
محتوای پروتئین دانه (درصد)	۰/۲۰۵ ns	۰/۰۲۲ ns	-۰/۸۲۰***	-۰/۸۷۰	۱
محتوای پروتئین سنبله (گرم در سنبله)	۰/۴۷۲ ns	۰/۵۷۷ ns	۰/۷۱۷ *	۰/۵۶۴*** ns	۰/۱۹۴ ns
ج : ریحان					
ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	۰/۶۸۷ *	۱			
وزن سنبله (گرم در سنبله)	-۰/۷۷۳**	-۰/۴۱۲ ns	۱		
وزن هزار دانه (گرم)	-۰/۷۲۲ *	-۰/۵۳۵ ns	۰/۸۸۲***	۱	
محتوای پروتئین دانه (درصد)	۰/۸۲۱***	۰/۳۷۸ ns	-۰/۹۵۱***	-۰/۸۸۴	۱
محتوای پروتئین سنبله (گرم در سنبله)	-۰/۵۷۰ ns	-۰/۳۴۰ ns	۰/۹۴۷**	۰/۵۸۴*** ns	-۰/۲۰۵ ns
د : والفجر					
ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	۰/۶۷۳ *	۱			
وزن سنبله (گرم در سنبله)	-۰/۶۹۹*	-۰/۰۷۴ ns	۱		
وزن هزار دانه (گرم)	-۰/۷۵۵**	-۰/۱۸۶ ns	۰/۷۹۱**	۱	
محتوای پروتئین دانه (درصد)	۰/۶۶۴ *	۰/۰۶۵ ns	-۰/۷۷۱**	-۰/۹۲۳	۱
محتوای پروتئین سنبله (گرم در سنبله)	-۰/۵۲۰ ns	-۰/۵۳۲ ns	۰/۶۲۷*	۰/۱۶۱*** ns	۰/۱۳۴ ns

*، ** و ***: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ ، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ ، ns: غیر معنی‌دار

ارتفاع ساقه: ارتفاع ساقه اصلی تحت تاثیر حذف فتوسنتز سنبله و حذف فتوسنتز+ کاهش تعرق سنبله قرار نگرفت اما بین ارقام تفاوت قابل توجهی از این لحاظ وجود داشت (جدول ۱ و شکل ۱ب). جدول ۳ نشان می‌دهد ارتفاع ساقه با وزن آن در هر چهار رقم همبستگی مثبتی دارد. بنا به نظر بانت و اینکال (۱۹۹۲) رشد رویشی ساقه پس از گرده‌افشانی شامل افزایش ماده خشک یعنی تجمع کربوهیدرات‌های محلول در میانگره‌های ساقه، افزایش ارتفاع یعنی رشد طولی سلول‌های پارانشیمی (بویژه در میانگره اول) و ساخت کربوهیدراتهای ساختمانی مانند سلولز و لیگنین است. عدم تاثیر معنی‌دار تیمارها بر ارتفاع ساقه نشان می‌دهد ماده پرورده در اوایل دوره زایشی بیش از نیاز دانه‌ها بوده است و از این رو صرف افزایش رشد طولی ساقه‌ها شده است. اگر چه ارتفاع با وزن خشک ساقه همبستگی مثبت دارد (جدول ۳) اما صفت مهمی در عملکرد و بویژه در انتقال مجدد به حساب نمی‌آید. در برخی پژوهش‌ها بیان شده است که رابطه نزدیکی بین ارتفاع ساقه و میزان انتقال مجدد ذخایر ساقه و عملکرد دانه وجود ندارد. برای نمونه واریته‌های پابلند و پاکوتاه گندم (راوسون و اوانز، ۱۹۷۱) و جو (آستین و همکاران، ۱۹۸۰) از لحاظ عملکرد تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشتند.

درصد پروتئین دانه و محتوای پروتئین سنبله: درصد پروتئین دانه ارقام این آزمایش بطور متفاوتی تحت تاثیر تیمارهای حذف فتوسنتز سنبله و حذف فتوسنتز + کاهش شدت تعرق سنبله قرار گرفت در حالی که تغییر در محتوای پروتئین سنبله معنی‌دار نبود (جدول ۱). محاسبات نشان داد در تمام ارقام همبستگی درصد پروتئین دانه و وزن هزار دانه منفی و کاملاً معنی‌دار بود (جدول ۳). بنابراین انتظار می‌رود در صورت کاهش وزن دانه در اثر تیمارهای آزمایش، درصد پروتئین دانه افزایش یابد. همچنین بین ارقام نیز باید رقم با وزن هزار دانه بیشتر، درصد پروتئین کمتری داشته باشد (شکل ۲). برای نمونه کمترین درصد پروتئین دانه به رقم والفجر تعلق دارد که در عین حال بیشترین وزن هزار دانه را نیز دارد (شکل ۱ د).

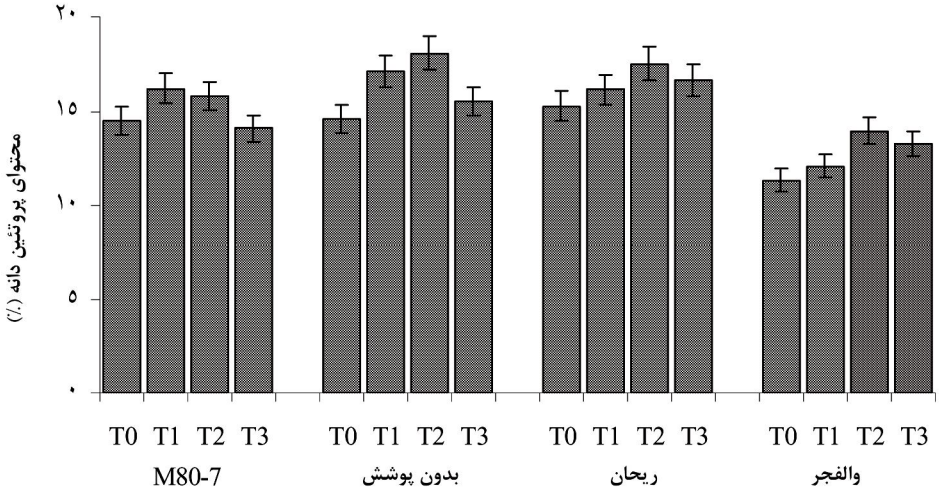


شکل ۱- مقایسه میانگین ارقام و تیمارها از لحاظ وزن ساقه اصلی(الف)، ارتفاع ساقه اصلی(ب)، وزن سنبله (ج) و وزن هزار دانه (د).

تیمارها: T_0: شاهد، T_1: حذف فتوسنتز سنبله، T_2: حذف فتوسنتز + کاهش تعرق سنبله و T_3: برآورد اثر کاهش تعرق سنبله در شکل میله‌های عمودی نشان‌دهنده خطای معیار (SE)هستند.

جدول ۳ نشان می‌دهد در تمام ارقام محتوای پروتئین سنبله که حاصل‌ضرب درصد پروتئین دانه و وزن سنبله است، فقط با وزن سنبله همبستگی مثبت دارد و با درصد پروتئین دانه و وزن هزار دانه رابطه مشخصی ندارد. این امر به دلیل رابطه مثبت وزن هزار دانه با وزن سنبله و رابطه منفی آن با درصد پروتئین دانه است. بنابراین در صورتی که وزن هزار دانه بالا باشد درصد پروتئین کم، وزن سنبله زیاد و در مجموع محتوا پروتئین سنبله بدون تغییر باقی می‌ماند. به همین ترتیب در حالتی که درصد پروتئین زیاد باشد وزن هزار دانه کم و درنتیجه وزن سنبله نیز کم می‌شود و در نهایت محتوای پروتئین سنبله تغییری نمی‌کند. در مجموع می‌توان گفت ساز و کارهای جبرانی بین وزن هزار دانه، درصد پروتئین و محتوای پروتئین سنبله وجود دارد و درصد پروتئین دانه به خودی خود تحت تاثیر

تیمارهای آزمایش قرار نگرفته است. جدول ۱ نیز نشان می‌دهد اگرچه تیمارها اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه، درصد پروتئین دانه و وزن سنبله داشته‌اند اما محتوای پروتئین سنبله را تغییر نداده‌اند.



شکل ۲- مقایسه میانگین درصد پروتئین دانه ارقام تحت اثر تیمارهای آزمایش. T_0: شاهد، T_1: حذف فتوسنتز سنبله، T_2: حذف فتوسنتز سنبله + کاهش تعرق سنبله،T_3: برآورد اثر کاهش تعرق سنبله.
در شکل میله های عمودی نشان‌دهنده خطای معیار (SE) هستند.

با توجه به رابطه نزدیکی که بین میزان سیتوکینین ورودی به هر بافت و میزان نیتروژن آن وجود دارد، انتظار می‌رود در اثر کاهش شدت تعرق سنبله میزان پروتئین دانه نیز تحت تاثیر قرار بگیرد. نتایج آزمایش پیشنهاد می‌کنند تیمارهای آزمایش فقط از طریق کاهش وزن دانه سبب افزایش غلظت پروتئین دانه شده‌اند. پانز و همکاران (۲۰۰۱) مشاهده کردند میزان نیتروژن برگ‌های قرار گرفته در سایه کمتر از برگ‌های در معرض آفتاب است که این به‌دلیل ورود کمتر سیتوکینین به آنها و همچنین انتقال نیتروژن آنها به برگ‌های در معرض نور است. اکاوا و همکاران (۲۰۰٤) مشاهده کردند که در اثر محلول‌پاشی سیتوکینین تسهیم بیشتری از نیتروژن به برگ صورت می‌گیرد. ژی و همکاران (۲۰۰٤) رابطه‌ای بین میزان سیتوکینین دانه و محتوای پروتئین آن پیدا نکردند اما ABA همبستگی مثبت و معنی داری با درصد پروتئین دانه داشت.

نتیجه‌گیری

این آزمایش برای بررسی نقش تعرق سنبله در تعیین اندازه مخزن دانه طراحی شده بود اما نتایج نشان داد که فتوسنتز سنبله نیز نقش مهمی در عملکرد نهایی دانه دارد. بنابراین سنبله جو به‌عنوان اندامی که در آن بافت‌های خود پرور و ناخود پرور (یا به‌عبارت دیگر منبع و مخزن) کاملاً به یکدیگر نزدیک هستند شاید مهمترین اندام در تثبیت عملکرد جو باشد که این نقش دوگانه آن کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که سنبله نقش مهمی در تعیین اندازه دانه دارد. اگرچه واکنش متفاوت ارقام حاکی از وجود تفاوتهای ژنوتیپی در واکنش به کاهش تعرق و فتوسنتز سنبله بود.

منابع

Abbad, H., El Jafaari, S., Bort, J., and Araus, J.L. 2004. Comparison of flag leaf and ear photosynthesis with biomass and grain yield of durum wheat under various water conditions and genotypes. Agronomie 19: 19-28

Aloni, R., Langhans, M., Aloni, E., Dreieicher, E. and Ullrich, C. 2005. Root-synthesized cytokinin in Arabidopsis is distributed in the shoot by transpiration stream. J. Exp Bot. 56: 1535-1544.

Atkins, C.A. and Smith, P.M.C. 2007. Translocation in legumes: assimilates, nutrients, and signaling molecules. Plant Physiol. 144:550-561.

Austin, R.B., Morgan, G.L., Ford, H.A., and Blackwell, R.D. 1980. Contribution to grain yield from pre-anthesis assimilation in tall and dwarf barley phenotypes in two contrasting seasons. Ann. Bot. 42:309-319.

Badenoch-Jones, J., Parker C.W., Letham, D.S., and Singh, S. 1996. Effect of cytokinins supplied via the xylem at multiples of endogenous concentrations on transpiration and senescence in derooted seedlings of oat and wheat. Plant Cell. Environ. 19: 504-516.

Bingham, I.J., Blake, J., Foulkes, M.J., and Spink, J. 2007. Is barley yield in the UK sink limited? I. Post-anthesis radiation interception, radiation use efficiency and source–sink balance. Field Crops Res. 101:198–211

Blum, A. 1985. Photosynthesis and transpiration in leaves and ears of wheat and barley varieties. J. Exp Bot. 36: 432-440.

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

Bonnett, G.D., and Incoll, L.D. 1992. The potential pre- anthesis and post- anthesis contribution of stem internodes to grain yields in crops of winter barley. Ann. Bot. 69: 219-225.

Bort, J., Brown, R.H., and Araus, J.L. 1996. Refixation of respiratory CO_2 in the ears of C_3 cereals. J. Exp Bot. 303:1567-1575.

Dua, I.S., and Bhardwaji, S.N. 1979. Levels of endogenous growth regulators in wheat during early stages of grain setting and development. Indian J.Agric Sci. 55: 622-627.

Frak, E., Le Roux, X., Millard, P., Adam, B., Dreyer, E., Escuit, C., Sinoque, H., Vandame, M., and Valert-Grancher, C. 2002. Spatial distribution of leaf nitrogen and photosynthetic capacity within the foliage of individual trees: disentangling the effects of local light quality, leaf irradiance, and transpiration. J. Exp Bot. 53: 2207-2216.

Franco-Zorrilla, J.M., Martın, A.C., Leyva, A., and Paz-Ares, J. 2005. Interaction between Phosphate-Starvation, sugar, and cytokinin signaling in Arabidopsis and the roles of cytokinin receptors CRE1/AHK4 and AHK3. Plant Physiol. 138: 847–857.

Maddah hosseini, S., Poustini, K., and Ahmadi, A. 2008. Effects of foliar application of BAP on source and sink strength of four winter barley cultivars. Plant Growth Reg. 54:231-239.

Maddah hosseini, S., and Poustini, K. 2004. Effects of source strength reduction on remobilization of stem water-soluble carbohydrates of three winter barley cultivars. Agric Sci. Ind. 18: 29-38.

Michael, G., and Seiler – kelbitsch, H. 1972. Cytokinin content and kernel size of barley grain as affected by environment and genetic factors. Crop Sci. 12:162-165.

Ookawa, T., Nauroka, Y., Sayama, A., and Hirasawa, T. 2004. Cytokinin effects on Ribulose- 1,5-Bisphophate carboxylase/oxygenase and nitrogen partitioning in rice during ripening. Crop Sci. 44: 2107-2115.

Pons, T.L., Jordi, W., and Kupier, D. 2001. Acclimation of plants to light gradients in leaf canopies: evidence for a possible role of cytokinins transported in the transpiration stream. J. Exp Bot. 52:1563-1574.

Radley, M. 1978. Factors affecting grain enlargement in wheat. J. Exp Bot. 29: 919-934.

Rawson, H.M., and Evans, L.T. 1971. The Contribution of stem reserves to grain development in a range of wheat cultivars of different height. Aust J. Agric Res. 22:851-863.

Shnyder, H. 1993. The role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relations of wheat and barley during grain filling – a review. New Phytol. 123:223-245.

Tambussi, E.A., Nogue, S., and Araus, J.A. 2005. Ear of durum wheat under water stress: water relations and photosynthetic metabolism. Planta. 221: 446–458.

Wang, J., Letham, D.S., Cornish, E., and Stevenson, K.R. 1997. Studies of cytokinin action and metabolism with tobacco plants expressing either IPT or

the GUS gene controlled by a chalcone synthase promoter. I. Developmental features of the transgenic plants. Aust J. Plant Physiol. 24: 661- 672.

Xie, Z., Jiang, D., Jing, D.T., and Cao, Q.W. 2004. Effects of exogenous ABA and cytokinin on leaf photosynthesis and grain protein accumulation in wheat ears cultured in vitro. Plant Growth Reg. 44: 25-32.

Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Zhu, Q., and Lijun, L. 2002 a. Abscisic acid and cytokinins in the root exudates and leaves and their relationship to senescence and remobilization of carbon reserves in rice subjected to water stress during grain filling. Planta. 215: 645–652.

Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Zhu, Q., and Lijun, L. 2002 b. Correlation of cytokinin levels in the endosperms and roots with cell number and cell division activity during endosperm development in Rice. Ann. Bot. 96: 369-377.

Yousefi, A., and Ghazvini, H. 2002. Some agronomical characteristics of important barley cultivars in Iran. Seed and Plant Improvement Institute publications. pp1-8.

Ziegler-Jöns, A. 1989. Gas exchange of ears of cereals in response to CO_2 and light I. Relative contribution of parts of ears of wheat, oat and barley to the gas exchange of the whole organ. Planta. 178:84-91.

EJCP., Vol. 3 (3):107-123
ejcp.gau@gmail.com

Role of ear photosynthesis and transpiration in sink size determination in barley

[*]Sh. Maddah Hoseini[1], K. Poustini[2], A. ahmadi[3],R. Tavakol Afshari[4], A. Rahimi[5] and A.Tavakoli[6]

[1,5]Dept., Agriculture college, Agronomy and Plant Breeding, Vali-e- Asr Univ., Rafsanjan, Iran, [2,3,4]Dept., Agriculture and Natural Resources campus, Agronomy and Plant breeding, Tehran Univ., Karaj, Iran, [6]Dept., Agriculture college, Agronomy and Plant breeding Zanjan Univ., Zanjan, Iran

Abstract

In order to investigate the contribution of ear photosynthesis and cytokinin in determining grain sink size, a pot study was conducted during January to June 2005 in Cereal Glasshouse of Faculty of Agriculture of Karaj, Iran. Experiment was conducted in a complete randomized design with a factorial arrangement of two factors, three replications and four pots in each plot. Factors included cultivar in four levels and treatments in three levels. Cultivars were: M80-7, Hull-less, Reihan and Walfajr. Treatments were control, removal of ear photosynthesis and removal of ear photosynthesis plus reducing ear transpiration. All treatments were made immediately after ear emergence. Results indicated that ear and 1000- grain weights were reduced by removal of ear photosynthesis in M80-7 and Hill-less and by reducing of ear transpiration in Reihan and Walfajr. Positive correlation between ear and 1000-grain weight suggested that treatments affected sink size via reduction in mean grain weight. Also, treatments increased protein concentration but had no effect on ear protein content. Since there was a negative correlation between 1000-grain weight and grain protein concentration, it was concluded that increased grain protein concentration was a consequence of decreased starch accumulation in grains. On the other hand, reduced ear transpiration did not induce any changes in stem mass; therefore stem remobilization did not compensate for reduction in final grain yield. It seems that ear photosynthesis and transpiration have significant role in determining sink size by providing photoassimilates and regulating cytokinin flux to developing kernels.

Keywords: Barley; Ear; Photosynthesis; Transpiration; Sink

*- Corresponding Author; Email: shahab.mhoseini@mail.vru.ac.ir