



اثر کاهش میزان سطح برگ گندم و مصرف نیتروژن بر خصوصیات روزنه‌ای برگ پرچم و عملکرد تحت شرایط کم آبیاری

*محسن جان‌محمدی^۱، علی احمدی^۲ و کاظم پوستینی^۳

^۱استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه مراغه، ^۲دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تهران، ^۳استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تهران

چکیده

به منظور بررسی اثر حذف برگ‌های پایینی گندم و مصرف کود نیتروژن بر خصوصیات روزنه‌ای و محتوای کلروفیل برگ پرچم، درصد پروتئین دانه، انتقال مجدد، عملکرد و اجزای عملکرد سطح برگ گندم زمستانه (رقم قدس) در شرایط مزرع‌های به صورت مصنوعی کاهش داده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط مزرع‌های انجام شدند. فاکتور برگ‌زدایی با سه سطح شامل شاهد یا گیاهان دست‌نخورده، قطع تمامی برگ‌ها به جز برگ پرچم در مرحله غلاف رفتن، قطع تمامی برگ‌ها به جز برگ پرچم در مرحله گرده‌افشانی و فاکتور مصرف کود با دو سطح شامل عدم مصرف کود نیتروژن‌دار و مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در مرحله ساقه‌دهی که به صورت تصادفی به کرت‌های آزمایشی اختصاص داده شدند. شرایط کم آبیاری از مرحله غلاف‌رفتن شروع و تا پایان رشد ادامه داشت. نتایج نشان داد که برگ‌زدایی موجب افزایش میزان فتوسنتز و راندمان مصرف آب فتوسنتزی (WUEp) برگ پرچم و نیز افزایش میزان انتقال مجدد مواد از ساقه گردید. بالاترین میزان فتوسنتز در گیاهان برگ‌زدایی شده در مرحله گرده‌افشانی با کاربرد کود نیتروژن مشاهده شد. برگ‌زدایی به طور معنی‌داری درصد پروتئین دانه را کاهش داد. کاربرد نیتروژن به طور معنی‌داری در تمامی سطوح برگ‌زدایی میزان فتوسنتز، محتوای کلروفیل، درصد پروتئین دانه، انتقال مجدد و تعداد سنبله در مترمربع را بهبود بخشید. کاهش سطح برگ تأثیر معنی‌داری بر میزان عملکرد دانه‌ای نداشت.

واژه‌های کلیدی: کاهش سطح برگ، کلروفیل، صفات روزنه‌ای، عملکرد، نیتروژن، میزان فتوسنتز

*مسئول مکاتبه: janmohammadi@hotmail.com

مقدمه

امروزه گندم غذای اصلی مردم در بسیاری از کشورهای جهان می باشد به طوری که ۲۰ درصد کالری مورد نیاز جهان را تأمین می نماید (فائو، ۲۰۰۶). این در حالی است که در اقلیم های گرم و خشک جهان و به ویژه ایران که بخش وسیعی از کشور را شامل می شود، کمبود آب یکی از عوامل مهم محدودکننده عملکرد برای گندم محسوب می شود. به طوری که از کل زمین های کشاورزی جهان در سال ۲۰۰۳، فقط ۵/۷ درصد آن به صورت فاریاب کشت شده اند و مابقی متکی بر نزولات آسمانی و به صورت کشت دیم بوده است. در ایران نیز تنها ۱۲/۲ درصد از کل اراضی زیر کشت آن به صورت فاریاب می باشد و در بقیه اراضی کشت به صورت دیم انجام می شود (فائو، ۲۰۰۴). تنش خشکی از ویژگی های بارز و غالب مناطق نیمه خشک و دارای اقلیم مدیترانه ای می باشد که ناشی از کاهش میزان نزولات (در شرایط کشت دیم) و کم آبیاری آخر فصل (در شرایط فاریاب) به دلیل آغاز کشت صیفی جات می باشد و یکی از مهم ترین عوامل محیطی کاهش دهنده عملکرد محسوب می گردد (رستگار، ۱۹۹۲).

برگ ها با وجودی که اصلی ترین اندام فتوسنتزکننده در گیاه محسوب می شوند ولی در عین حال بیشترین هدررفت آب از سطح این اندام به صورت تبخیر و تعرق صورت می گیرد. به طوری که در شاخص سطح برگ بالاتر از ۳، میزان تعرق دارای رابطه خطی با سطح برگ گیاه می باشد (ریچاردز، ۱۹۸۳). علی رغم نقش کلیدی تعرق در برخی تنظیمات گیاهی، لویس و دیوس (۲۰۰۴) گزارش نمودند که بخش اعظمی از هدررفت آبی گیاه از طریق روزنه ها بوده در حالی که آن از نظر کارکردی برای گیاه ضروری نبوده و این میزان آب را می توان از طریق دست کاری روزنه ها ذخیره نمود. علاوه بر آن با وجودی که گیاه گندم تحت شرایط تنش قادر است با کاهش سطح برگ از اثرات تنش بکاهد ولی احتمالاً این حالت پس از بروز صدمات فیزیولوژیکی صورت می گیرد (لویس، ۱۹۸۰). اهمیت ذخیره آب برای مراحل انتهایی از آنجا ناشی می شود که میزان و نسبت آب مورد استفاده در مراحل بعد از گرده افشانی در مقایسه با کل آب مورد استفاده توسط گیاه در سایر مراحل تأثیر بیش تری بر عملکرد دارد (سیف و پدرسون، ۱۹۷۸؛ یانگ و زانگ، ۲۰۰۶).

به نظر می رسد در گیاه گندم برگ های پایینی در اواخر دوره رشد، کارایی فتوسنتزی ناچیزی داشته باشند (پاکریج، ۱۹۶۹؛ ژنلین و همکاران، ۱۹۹۸). به طوری که پاکریج (۱۹۶۹) نشان داد که در مرحله ۱۰ روز بعد از گرده افشانی تنها ۳ برگ بالایی گندم از نظر فتوسنتزی فعال بوده و در این میان میزان

فتوستتیز برگ پرچم برابر مجموع فتوستتیز دو برگ پایینی بود. در چنین شرایطی احتمالاً کاهش سطح برگ گندم می‌تواند از طریق کاهش هدررفت آب و افزایش ذخیره آب در خاک برای مراحل حساس انتهایی رشد، عملکرد را بهبود بخشد (ریچاردز، ۱۹۸۳؛ ژو و همکاران، ۲۰۰۴). در رابطه با اثر کاهش منبع بر میزان فتوستتیز ژنلین و همکاران (۱۹۹۸) گزارش دادند تیمارهای حذف ۵۰ و ۲۵ درصد از کل مساحت پهنک برگ‌ها (کاهش منبع) میزان فتوستتیز برگ پرچم را در مرحله ۵ روز بعد از گرده‌افشانی به ترتیب ۱۸ و ۱۳ درصد افزایش دادند در حالی‌که بریدن ۲۵ درصد از طول سنبله (حذف مخزن) اثر معنی‌داری روی فتوستتیز نداشت.

نیترژن یک عنصر تعیین‌کننده در تغذیه، رشد گیاه و عملکرد آن محسوب می‌شود، به طوری‌که میزان نیترژن قابل دسترس برای گیاه می‌تواند میزان پروتئین دانه، محتوای کلروفیل برگ و اندازه و حجم پروتوپلاسم سلولی را افزایش دهد و همچنین سطح برگ، فعالیت فتوستتیزی را تحت تأثیر قرار دهد (دلفین و همکاران، ۲۰۰۵). مصرف کود نیترژن می‌تواند از طریق تأثیر بر خصوصیات روزنه‌ای و با افزایش دوام سطح سبز و به تعویق انداختن زمان رسیدگی گیاه میزان مصرف و هدررفت آب از طریق روزنه‌ها را تحت الشعاع قرار دهد (یانگ و زانگ، ۲۰۰۶). گیاه گندم بخش اعظم نیترژن مورد نیاز خود را در مراحل رویشی از خاک جذب و در برگ‌ها ذخیره می‌کند به طوری‌که آنزیم روبیسکو به عنوان یکی از مخازن نیترژن در گیاه محسوب می‌شود (لاولر، ۲۰۰۲) که در زمان پرشدن دانه این آنزیم تجزیه شده و از طریق انتقال مجدد جهت سنتز پروتئین به دانه منتقل می‌شود. در این رابطه بررسی وضعیت انتقال مجدد نیترژن از اندام‌های رویشی به دانه در گیاهانی که با کاهش مبداء مواجه می‌باشند تحت شرایط ایده‌آل (مصرف معمول کود نیترژن) و نامطلوب نیترژنی (بدون کاربرد نیترژن) دارای اهمیت می‌باشد.

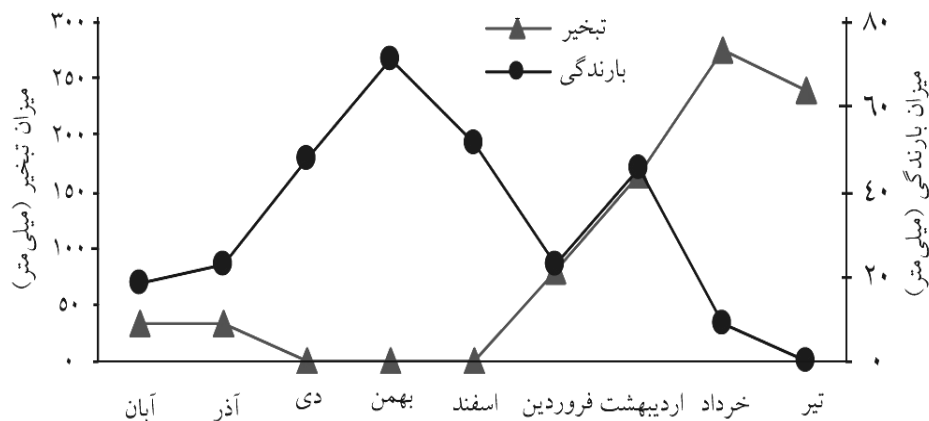
هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر کاهش میزان مبداء در زمان‌های مختلف تحت شرایط مطلوب نیترژن و بدون کاربرد کود نیترژن بر خصوصیات روزنه‌ای برگ پرچم، میزان انتقال مجدد، درصد پروتئین دانه و عملکرد گندم نان زمستانه تحت شرایط تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج (۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۳۱۲ متر از سطح دریا) انجام شد. خاک

محل آزمایش دارای بافت لومی-رسی بود. مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق رقم قدس (*T. aestivum cv. Ghods*) با تیپ رشد پاییزه بود. این رقم گندم از تلاقی بین ارقام امید و روشن با دو لاین خارجی متفاوت و تلاقی مجدد دو رگ‌های حاصله با یکدیگر (دابل کراس) در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به دست آمده است. گندم قدس از نظر طول دوره رویش نیمه زودرس بوده و ارتفاع بوته آن نیمه پابلند و حدود ۹۰-۱۱۰ سانتی متر می‌باشد. متوسط عملکرد آن در شرایط مطلوب ۶ تن در هکتار می‌باشد. در این رقم ساقه محکم، سطح برگ آن نسبتاً بالا، مقاوم به خوابیدگی، سنبله سفید و ریشک‌دار با اندازه متوسط و نسبتاً مقاوم به ریزش، رنگ‌دانه زرد، اندازه دانه متوسط و کیفیت نانوائی آن متوسط تا خوب است. واکنش آن نسبت به سرما در صورت کشت زود هنگام حساس بوده ولی در تاریخ کاشت توصیه شده می‌تواند سرمای مناطق معتدل سرد را به خوبی تحمل نماید. با توجه به کودپذیری خوب این رقم، متوسط کود مورد توصیه برای گندم قدس ۲۵۰-۲۰۰ کیلوگرم اوره و یا ۱۵۰-۱۳۰ کیلوگرم فسفات دی آمونیم در هکتار است.

میانگین بارندگی و تبخیر در طول فصل زراعی در نمودار ۱ نشان داده شده است. مجموع بارندگی در طول فصل رشد ۸۶-۸۵ حدود ۲۸۸ میلی‌متر بود در حالی که مجموع تبخیر از سطح تشت تبخیر ۸۲۴ میلی‌متر بود.



نمودار ۱- میزان بارندگی و تبخیر تعرق در سال زراعی ۸۶-۸۵ در منطقه کرج (داده برگرفته شده از ایستگاه هواشناسی مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران)

آزمایش به صورت فاکتوریل 2×3 و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار برای یک سال در فصل زراعی ۸۶-۸۵ انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل کاربرد کود نیتروژن در دو سطح شامل: بدون کود نیتروژن (N_0) و مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در مرحله اوایل به ساقه رفتن (N_1)، و برگ‌زدایی در سه سطح شامل: بدون برگ‌زدایی (D_0)، حذف تمام برگ‌ها به جز برگ پرچم در مرحله غلاف رفتن^۱ (D_1) و حذف تمام برگ‌ها به جز برگ پرچم در مرحله گرده‌افشانی^۲ (D_2)، بود. انتخاب سطوح مصرف کود نیتروژن به منظور بررسی عکس‌العمل منابع تأمین‌کننده نیتروژن (برگ‌ها) و مخازن نیتروژنی^۳ (پروتئین دانه) تحت شرایط کاربرد میزان توصیه شده و بدون مصرف کود نیتروژن بود. حذف برگ‌ها به صورت دستی و بر روی تمام گیاهان موجود در هر کرت صورت گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۴ پشته و ۸ ردیف کاشت به فواصل ۲۵ سانتی‌متر و به طول یک متر بود. تاریخ کاشت ۲۳ آبان‌ماه و آبیاری یک روز پس از کاشت انجام شد. قبل از کاشت ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات تریپل مورد استفاده قرار گرفت. اعمال کم آبیاری از مرحله غلاف رفتن (مرحله ۴۳ شاخص زادوکس) شروع و تا مرحله رسیدگی و براساس پتانسیل آبی سپیده‌دم^۴ (سینگ و همکاران، ۱۹۹۲) اعمال شد. به این ترتیب که گیاهان تحت تنش تنها در صورتی آبیاری شدند که علائم پژمردگی را در سپیده‌دم نشان می‌دادند. از لوله‌ای شدن برگ‌ها به‌عنوان معیار پژمردگی استفاده شد. با ظهور علائم اولیه تنش در ظاهر گیاهان و سپس با نمونه‌برداری روزانه از برگ پرچم گیاهان شاهد (بدون برگ‌زدایی) در اوایل صبح و اندازه‌گیری پتانسیل آبی اجازه داده نشد تا مقدار این صفت به پایین‌تر از ۲۰- بار برسد و در صورت مشاهده چنین حالتی سریعاً آبیاری صورت گرفت.

در ضمن جهت تعیین پتانسیل آبی خاک قبل از انجام آبیاری از منطقه عمق ریشه در عمق ۳۰ سانتی‌متری نمونه خاک تهیه شد و سپس محاسبه وزن تر و وزن خشک آن از طریق فرمول زیر درصد رطوبت وزنی محاسبه گردید.

$$100 \times \left[\frac{\text{وزن خشک}}{(\text{وزن خشک} - \text{وزن تر})} \right] = \text{درصد رطوبت وزنی}$$

۱- مرحله ۴۵-۴۳ بر حسب شاخص زادوکس (Booting)

۲- مرحله ۶۹-۶۴ بر حسب شاخص زادوکس

3- Nitrogen Sink

4- Pre Down Water Potential

در ادامه با استفاده وزن مخصوص ظاهری خاک و درصد وزنی رطوبت خاک، درصد حجمی رطوبت محاسبه گردید.

وزن مخصوص ظاهری \times درصد رطوبت وزنی = درصد حجمی رطوبت

در نهایت با استفاده از منحنی رطوبتی خاک $y = -1/66 x + 33/51$ میزان پتانسیل آبی خاک محاسبه گردید، که در آن x : درصد رطوبت حجمی و y : میزان پتانسیل آبی خاک را بر حسب بار (-bar) نشان می‌دهد که با تقسیم آن به عدد ۱۰ به مگاپاسکال (MPa-) تبدیل می‌شود. از مرحله آغاز تنش تا مراحل پایانی رشد دو بار آبیاری صورت گرفت که پتانسیل آبی خاک قبل از آبیاری اول و دوم به ترتیب برابر $3/69$ - و $2/94$ - مگاپاسکال بود.

اندازه‌گیری تبدلات گازی شامل میزان فتوسنتز به میکرومول CO_2 در مترمربع در ثانیه، تعرق و هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول بر مترمربع در ثانیه) برگ پرچم با استفاده از دستگاه IRGA مدل LCA4-ADC و در مرحله ۱۰ روز پس از گرده‌افشانی انجام گردید. کارایی مصرف آب فتوسنتزی (WUEp) نیز از تقسیم فتوسنتز به تعرق بر حسب واحد میکرومول CO_2 بر میلی‌مول آب به‌دست آمد (۲۱). کلروفیل برگ پرچم با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (Spad-502, Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد و علاوه بر اندازه‌گیری همزمان این صفت با سایر صفات، جهت بررسی تداوم سطح سبز برگ پرچم محتوای کلروفیل در سایر مراحل شامل مرحله غلاف رفتن، گرده‌افشانی، ۱۰ و ۲۰ روز بعد از گرده‌افشانی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری پتانسیل آبی برگ پرچم در اوایل صبح از دستگاه محفظه فشار (Soil Moisture Equipment Crop., USA, Model 3000) استفاده شد.

با توجه به مساحت کرت‌های زراعی و به‌منظور حذف اثرات حاشیه‌ای اندازه‌گیری عملکرد دانه در وسط هر کرت در مساحتی برابر $0/5$ مترمربع و با رطوبت $12/5$ درصد انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان و درصد کارایی انتقال مجدد از روابط زیر استفاده شد.

وزن خشک ساقه در مرحله رسیدگی - وزن خشک ساقه در مرحله‌ای که به حداکثر می‌رسد = میزان انتقال مجدد (میلی‌گرم در ساقه)

$$\text{درصد کارایی انتقال مجدد} = \frac{\text{مقدار ماده خشک انتقال یافته از ساقه}}{\text{حداکثر وزن ساقه}} \times 100$$

برای این منظور ۲۰ عدد ساقه اصلی کاملاً مشابه در مرحله به غلاف رفتن از هر کرت انتخاب شده و علامت‌گذاری شدند و در مرحله به حداکثر رسیدن وزن ساقه‌ها (۱۰ روز بعد از گرده‌افشانی) ۱۰ عدد از بوته‌ها کف‌بر شده و پس از جدا کردن سنبله و برگ‌ها، جهت خشک کردن به آن (۸۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت) انتقال داده شدند و سپس وزن خشک آن‌ها یادداشت شد و ۱۰ بوته باقی‌مانده نیز در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی کف‌بر و پس از خشک شدن توزین شدند. از تفاوت وزن خشک ساقه‌ها در مرحله ۱۰ روز پس از گرده‌افشانی با وزن خشک ساقه در مرحله رسیدگی میزان انتقال مجدد محاسبه شد. روش استفاده شده به روش وزنی معروف است. هر چند که در این روش ماده خشک کاهش یافته توسط تنفس در نظر گرفته نمی‌شود (اهدایی و واینز، ۱۹۹۶؛ احمدی و همکاران، ۲۰۰۹؛ بحرانی و طهماسبی، ۲۰۰۵).

برای تعیین درصد پروتئین دانه از دستگاه Near Infrared Grain Analyzer مدل Zeltex-Germany استفاده گردید. تجزیه واریانس میانگین داده‌ها با استفاده از برنامه‌های (MSTAT-C (1.42) و SAS (6.03) انجام شد و جهت رسم نمودارها از برنامه Excel و برای مقایسه میانگین‌ها، از آزمون حداقل تفاوت معنی (LSD)^۱ در سطح آماری ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اجرای تیمارهای برگ‌زدایی و کاربرد نیتروژن بر میزان فتوسنتز برگ پرچم اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱)، به طوری که میزان فتوسنتز گیاهان برگ‌زدایی شده در مرحله گرده‌افشانی بالاتر از سایر سطوح برگ‌زدایی بود (جدول ۳). در بین تمامی سطوح برگ‌زدایی مصرف کود نیتروژن به‌طور معنی‌داری فتوسنتز را افزایش داد. این در حالی بود که گیاهان شاهد (بدون برگ‌زدایی) بدون مصرف کود نیتروژن کم‌ترین میزان فتوسنتز و گیاهان برگ‌زدایی شده در مرحله گرده‌افشانی با مصرف کود نیتروژن بالاترین میزان این صفت را نشان دادند (جدول ۳). اثر تیمارهای برگ‌زدایی در سطح آماری ۵ درصد بر راندمان آب فتوسنتزی (WUEp) معنی‌دار بود به طوری که گیاهان برگ‌زدایی شده در مرحله گرده‌افشانی در هر دو سطح نیتروژن بالاترین میزان این صفت را به خود اختصاص دادند (جدوهای ۱ و ۳). اثر برگ‌زدایی و نیتروژن برای سایر صفات روزنه‌ای و پتانسیل آب برگ پرچم معنی‌دار نبود.

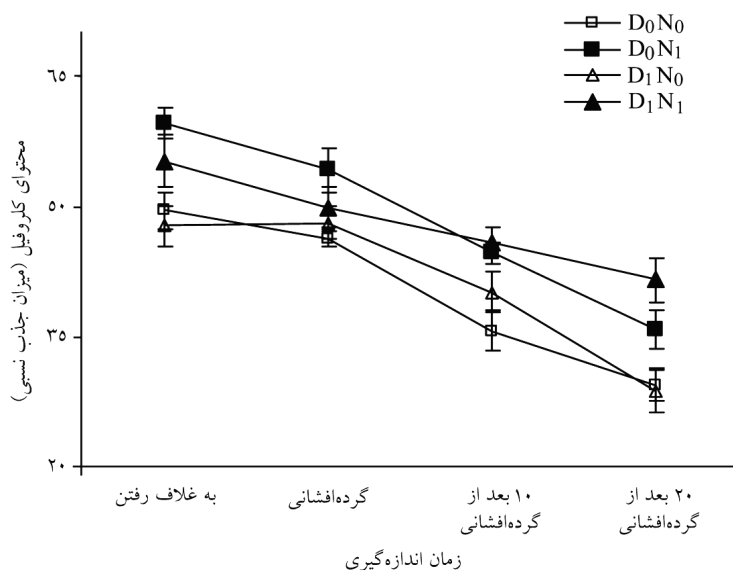
1- Least Significant Difference

با توجه به این که تعداد مخزن‌های زایشی در مراحل قبل از گل‌دهی یعنی در مرحله شکل‌گیری آغازه‌های سنبلچه و بر حسب تولیدات فتوسنتزی آن مرحله شکل می‌گیرد (هی و پورتر، ۲۰۰۶)، به نظر می‌رسد که حذف برگ‌ها در مرحله چکمه‌پوش و گرده‌افشانی تأثیر ناچیزی بر تعداد مخزن می‌گذارد، بنابراین نیاز مخزن حتی پس از برگ‌زدایی نیز همچنان ثابت باقی خواهد ماند و افزایش فتوسنتز برگ پرچم خود در جهت جبران کاهش سطح برگ صورت می‌گیرد و همچنین ممکن است به دلیل رفع بازداری پس‌خوری^۱ ناشی از تجمع مواد فتوسنتزی بیش از نیاز مخزن باشد. هر چند کاهش سطح برگ در این آزمایش در راستای کاهش هدررفت آب از طریق تعرق برگ‌های کم‌بازده صورت گرفت ولی به نظر می‌رسد در مرحله گرده‌افشانی به‌جز برگ پرچم، دو برگ پایینی نیز تا حدودی از نظر تولید فتوسنتزی فعال می‌باشند (پاکریج، ۱۹۶۹) و احتمالاً حذف این برگ‌ها موجب بروز پدیده جبران و افزایش فتوسنتز در برگ پرچم می‌گردد.

کود نیتروژنه محتوای کلروفیل برگ پرچم را به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر قرار داده و موجب افزایش آن گردید (جدول‌های ۱ و ۳). این در حالی بود که اجرای تیمارهای برگ‌زدایی تأثیری روی محتوای کلروفیل برگ نداشتند. با توجه به نقش ساختاری نیتروژن در حلقه‌های تتراپیرولی کلروفیل، چنین افزایشی توجیه‌پذیر می‌باشد. بررسی روند تغییرات محتوای کلروفیل برگ پرچم در گیاهان برگ‌زدایی شده در مرحله غلاف برگ و گیاهان بدون برگ‌زدایی در مراحل انتهایی رشد در شکل ۲ نشان داده شده است. با بررسی نمودار می‌توان دریافت که سرعت تجزیه کلروفیل در تیمارهای با مصرف کود نیتروژنه کم‌تر می‌باشد. یانگ و همکاران (۲۰۰۱) گزارش دادند که احتمالاً مصرف نیتروژن از طریق تأثیر بر روی ژن‌های مسئول تولید ABA و تأخیر و عدم بیان آن‌ها پیری را به تعویق می‌اندازند. از سوی دیگر هارتن استینر و فلر (۲۰۰۲) گزارش دادند که احتمالاً آنزیم‌های درگیر در تجزیه کلروفیل نظیر کلروفیلاز، آگرو و اندو پپتیدازها توسط هورمون ABA تنظیم می‌شوند و همین امر می‌تواند سرعت تجزیه کلروفیل را در شرایط تنش که ABA تجمع می‌یابد افزایش دهد. همچنین به نظر می‌رسد که میزان تجزیه کلروفیل در گندم با انتقال مجدد نیتروژن همبستگی دارد و از سوی دیگر تجزیه کلروفیل می‌تواند با نسبت و سرعت پر شدن دانه نیز ارتباط داشته باشد به‌طوری‌که تجزیه سریع کلروفیل در شرایط تنش خشکی موجب تسریع در پر شدن دانه گردید و این امر با افزایش انتقال مجدد کربوهیدرات‌های غیرساختمانی از ساقه به دانه نیز همبستگی نشان داد و در نهایت تجزیه

1- Feedback Inhibition

کلروفیل عامل اولیه برای انتقال مجدد محسوب می‌شود (تاهیر و ناکاتا، ۲۰۰۵). در این میان نیاز مخزن و حتی میزان فعالیت مخزن نیز می‌تواند بر روند تجزیه کلروفیل اثر بگذارد (یانگ و زانگ، ۲۰۰۶). یانگ و همکاران (۲۰۰۱) در نتایج خود عنوان نمودند افزایش فعالیت مخزن در شرایط تنش خشکی کنترل شده (قابل احیاء در طول شب) به علت افزایش فعالیت برخی آنزیم‌های مسیر ساکارز به نشاسته می‌تواند پیری گیاه را تسریع نماید. در مجموع با توجه به کاهش فتوسنتز در شرایط تنش خشکی در طی مرحله پرشدن دانه‌ها و از سوی دیگر نیاز ثابت مخزن، تجزیه کلروفیل در جهت افزایش انتقال مجدد محتمل به نظر می‌رسد. تداوم سطح سبز در برگ پرچم گیاهان برگ‌زدایی شده در مقایسه با گیاهان شاهد احتمالاً به رفع بازداری پس‌خوری مخزن بر روی منبع اشاره دارد (پاول و فویر، ۲۰۰۱) و می‌توان چنین استدلال نمود که در ارقامی که با محدودیت مخزن مواجه می‌باشند و به دلیل انباشت تولیدات فتوسنتزی فتوسنتز در آن‌ها سریعاً وارد مرحله پیری می‌شوند، کاهش سطح برگ از طریق برگ‌زدایی یا ژنتیکی می‌تواند تداوم سطح سبز برگ‌های باقی‌مانده را به دنبال داشته باشد با توجه به کاهش سطح برگ ناکارآمد (برگ‌های پایینی) این امر می‌تواند به اقتصاد آبی گیاه کمک شایانی نماید.



شکل ۲- روند تغییرات کلروفیل برگ پرچم در مراحل انتهایی رشد در گیاهان برگ‌زدایی شده در مرحله غلاف برگ (D₁) و گیاهان بدون برگ‌زدایی (D₀) با مصرف کود نیتروژن (N₁) و بدون مصرف کود (N₀). خطوط عمودی میزان اشتباه استاندارد را نشان می‌دهد

نتایج بررسی درصد پروتئین دانه نشان داد که اجرای تیمارهای برگ‌زدایی و مصرف کود نیتروژنه درصد پروتئین دانه را تحت‌تأثیر قرار دادند (جدول ۲). بالاترین درصد پروتئین در گیاهان بدون برگ‌زدایی مشاهده شد حال آن‌که کم‌ترین درصد پروتئین به تیمار برگ‌زدایی شده در مرحله غلاف برگ اختصاص داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین ترکیبات تیماری حاکی از آن بود که در تیمارهای مصرف کود نیتروژنه و بدون برگ‌زدایی بالاترین درصد پروتئین وجود داشت. به‌طورکلی کاهش درصد پروتئین دانه با اجرای تیمارهای برگ‌زدایی حاکی از نقش برگ‌ها در انتقال مجدد نیتروژن به دانه می‌باشد. بخش اعظمی از نیتروژن گیاه در ساختار مهم‌ترین آنزیم فتوسنتزی یعنی روبیسکو مشارکت دارد که پس از انجام وظیفه فتوسنتزی خود در طول رشد گیاه، در مرحله پیری برگ که با تجزیه کلروفیل همراه می‌باشد نیتروژن از ساختار این آنزیم خارج شده و از طریق فرایند انتقال مجدد نیتروژن از برگ خارج شده و به دانه در حال نمو منتقل می‌شود و در آنجا جهت سنتز پروتئین‌های دانه مورد استفاده قرار می‌گیرد (هارتن استینر و فلر، ۲۰۰۲).

مطالعات نشان داده است که محدودیت مبدأ در تأمین ازت دانه اصلی‌ترین عامل کاهش نیتروژن دانه می‌باشد و احتمالاً قدرت مخزن در دریافت ترکیبات نیتروژنه و تبدیل آن‌ها به پروتئین عامل محدودکننده نمی‌باشد. ولی با توجه به این‌که پروتئین‌های ساختاری نظیر آلبومین، گلوبین و سایر پروتئین‌های آمفی‌بولیک در مراحل ابتدایی رشد دانه تجمع می‌یابند، میزان تقسیم سلول‌های اندوسپرمی یک عامل تعیین‌کننده به‌شمار می‌رود. وقوع تنش خشکی در اوایل مراحل پر شدن دانه می‌تواند از طریق کاهش تقسیم سلولی و در نهایت کاهش تعداد سلول‌های اندوسپرمی محدودیت مخزن را به دنبال داشته باشد (لیو و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین محدودیت مخزن (مقصد نیتروژنی^۱) نیز در شرایط تنش خشکی می‌تواند دارای اهمیت باشد. از طرف دیگر حذف برگ‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین منبع نیتروژن (هارتن استینر و فلر، ۲۰۰۲؛ لاولر، ۲۰۰۲)، کاهش آب در خاک و کاهش جذب نیتروژن در مراحل بعد از گرده‌افشانی (باربوتین و همکاران، ۲۰۰۵) و کاهش فعالیت نترات ریداکتاز (NR) و در نهایت کاهش اسیمیلاسیون نیتروژن در گیاه (فویر و همکاران، ۱۹۹۸) می‌توانند محدودیت منبع نیتروژنی را به همراه داشته باشند. بنابراین در مجموع می‌توان محدودیت مشترک^۲ منبع و مخزن نیتروژنی را برای چنین شرایطی پیشنهاد کرد.

1- Nitrogen Sinks

2- Co-Limitation

بررسی انتقال مجدد مواد از ساقه به دانه در این تحقیق نشان داد که اجرای تیمارهای برگ‌زدایی و مصرف کود نیتروژن بر میزان این صفت تأثیر معنی‌دار دارد (جدول ۲). علاوه بر آن مصرف کود نیتروژن نیز کارایی انتقال مجدد مواد از ساقه به دانه را تحت تأثیر قرار داد. مقایسه اجمالی میزان انتقال مجدد در سطوح برگ‌زدایی نشان داد که میزان انتقال مجدد در گیاهان برگ‌زدایی شده بالاتر از گیاهان شاهد (بدون برگ‌زدایی) می‌باشد. از سوی دیگر مقایسه میانگین ترکیبات تیماری برای انتقال مجدد نشان داد که بیش‌ترین میزان انتقال مجدد و همچنین بالاترین کارایی انتقال مجدد به تیمار برگ‌زدایی در مرحله غلاف با مصرف کود نیتروژن (D_1N_1) اختصاص دارد (جدول ۳). در شرایط تنش خشکی فتوسنتز جاری^۱ به دلیل محدودیت‌های روزنه‌ای و در حالت شدیدتر از طریق محدودیت‌های غیرروزنه‌ای کاهش می‌یابد (لویت، ۱۹۸۰). با توجه به نیاز ثابت مخزن‌ها به علت شکل‌گیری آن‌ها در مراحل ابتدایی رشد زایشی (هی و پورتر، ۲۰۰۶) و قبل از وقوع تنش، افزایش انتقال مجدد خود امری در جهت جبران محدودیت منبع می‌باشد. در چنین شرایطی (تنش) حذف برگ‌ها موجب بروز محدودیت جزئی منبع می‌گردد هر چند ممکن است محدودیت شدید مخزن در گیاه گندم (بوراس و همکاران، ۲۰۰۴) از بروز و تجلی محدودیت منبع ممانعت نماید. با این حال پیش‌تر نیز پلات و همکاران (۲۰۰۴) افزایش انتقال مجدد را در شرایط تنش خشکی و برگ‌زدایی گزارش داده و محدودیت جزئی منبع را تحت این شرایط مطرح نمودند. با توجه به اثرات کود نیتروژن در افزایش رشد رویشی (دلفین و همکاران، ۲۰۰۵) به نظر می‌رسد در این بررسی مصرف کود نیتروژن در مراحل قبل از آغاز تنش خشکی توانسته بود با افزایش رشد گیاهان، توانایی آن‌ها را جهت تولید و ذخیره کربوهیدرات‌ها در ساقه را بهبود بخشد. افزایش کارایی انتقال مجدد مواد از ساقه به دانه در اثر مصرف کود نیتروژن را می‌توان به افزایش تعداد مخزن در گیاه (تعداد پنجه‌های باور در واحد سطح) نسبت داد.

بررسی اثر تیمارهای برگ‌زدایی و مصرف کود نیتروژن بر اجزای عملکرد نشان داد که تیمارهای مورد بررسی بر تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه و وزن هزاردانه تأثیر معنی‌دار ندارد. همچنین تیمارهای برگ‌زدایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه‌ای نداشتند (جدول ۲). بیش‌ترین میزان عملکرد (از نظر عددی) به تیمارهای برگ‌زدایی نشده و با مصرف کود نیتروژن (D_0N_1) تعلق داشت (جدول ۴). با این حال اثر مصرف کود نیتروژن بر تعداد سنبله در مترمربع در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین این صفت نیز گویای آن بود که گیاهانی با مصرف کود نیتروژن در

مقایسه با گیاهان بدون مصرف کود نیتروژن تعداد سنبله باور بیش تری تولید نموده بودند. عدم تأثیر حذف برگ‌های پایینی بر عملکرد در شرایط تنش خشکی را می‌توان با کارایی کم این برگ‌ها از نظر فتوسنتز و تولید مواد (پاکریج، ۱۹۶۹) و یا تسریع پیری این برگ‌ها در مقایسه با برگ پرچم (یانگ و همکاران، ۲۰۰۱) مرتبط دانست. نتایج به‌دست آمده با نتایج جودی و همکاران (۲۰۰۶) و احمدی و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت. در این بررسی حذف برگ عملاً تأثیری بر عملکرد نداشت، با توجه به افزایش فعالیت فتوسنتزی قسمت‌های باقی‌مانده و همچنین نظر به زمان برگ‌زدایی که بعد از شکل‌گیری اجزای اصلی عملکرد می‌باشند (هی و پورتر، ۲۰۰۶) و از سوی دیگر نقش قابل‌توجه انتقال مجدد مواد از ساقه برای دانه مخصوصاً تحت شرایط تنش رطوبتی بروز پدیده جبران^۱ در ثبات عملکرد محتمل به‌نظر می‌رسد. همچنین نقش قابل‌توجه فتوسنتز سنبله و تداوم آن در شرایط تنش خشکی به‌خاطر خصوصیات خشکی‌پسندی این اندام (تامبوسی و همکاران، ۲۰۰۵) نیز می‌توانند در این رابطه دارای اهمیت باشند. به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصل شده، حداقل در مکان و رقم مورد آزمایش می‌توان چنین استنباط نمود که در شرایط برگ‌زدایی، گیاهان با محدودیت جزئی مبدأ مواجه می‌گردند که این امر با افزایش فتوسنتز همراه می‌باشد. با این حال ثبات عملکرد در شرایط برگ‌زدایی حاکی از سهم عمده محدودیت مقصد می‌باشد. بنابراین به‌نظر می‌رسد در برنامه‌های اصلاحی حداقل برای رقم و شرایط مورد بررسی افزایش تعداد دانه در سنبله (افزایش اندازه مقصد) در مقایسه با افزایش سطح برگ (افزایش اندازه مبدأ) از اهمیت بیش‌تری برخوردار باشد. با توجه به نقش برگ‌ها در هدردهی رطوبت محدود خاک، احتمالاً در مناطق خشک ارقامی که سطح برگ کم‌تری در مراحل بعد از گلدهی نگهداری می‌کنند (پیری زودرس برگ‌ها در مراحل بعد از گلدهی) دارای ثبات عملکرد بالاتری باشند. چنان‌چه این پژوهش در سایر مناطق و در مورد ارقام مختلف گندم تکرار گردد و نتایج مشابه و پایداری مشاهده شود، می‌توان پیشنهاد کرد که اصلاح گران به‌منظور معرفی ارقام برای چنین مناطقی، در جهت کاهش سطح برگ گام بردارند. با توجه به عدم واکنش عملکرد به کاهش سطح برگ به‌نظر می‌رسد، ارقامی که محدودیت شدید مخزن دارند، به بیماری‌ها و حشرات برگ^۲ متحمل‌تر بوده و کاهش سطح برگ در چنین شرایطی از طریق انتقال مجدد قابل جبران خواهد بود. علاوه بر این‌ها، با کاهش نسبت مبدأ-مقصد، نقش اساسی ساقه در تأمین نیتروژن و مواد پرورده دانه، پررنگ‌تر خواهد

1- Compensatory Process

2- Foliar Insects

شد به طوری که در انتخاب ارقام برای مناطقی که در انتهای فصل رشد با کمبود آب مواجه می‌باشند، وزن ساقه (قدرت ذخیره‌سازی مواد در آن) می‌تواند به‌عنوان یکی از صفات فیزیولوژیک بسیار مهم مدنظر قرار گیرد. از طرف دیگر به‌کارگیری ارقام با سطح برگ پایین‌تر (کاهش نسبت مبداء به مقصد) می‌تواند از طریق کاهش اثرات سایه‌اندازی و رقابت بین گیاهان امکان افزایش تراکم را در واحد سطح میسر سازد. عکس‌العمل ارقام با سطح برگ و نسبت مبداء- مقصد مختلف در برابر تغییرات اندازه مبداء یا مخزن در شرایط مختلف رطوبتی توسط مولفین در دست بررسی می‌باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر برگ‌زدایی و کود نیتروژنه بر صفات روزنه‌ای، وضعیت آبی و محتوای کلروفیل برگ برچم

میانگین مربعات			df	منابع تغییر		
کلروفیل	پتانسیل آبی	هدایت روزنه‌ای		فتوستتر	تعرق	WUEp
۲/۸۱ ^{ns}	۲/۷۸ ^{ns}	۱۸۸/۳۹ ^{ns}	۲	۰/۰۲۶ ^{ns}	۱/۳۲۳ ^{ns}	تکرار R
۳/۹۶ ^{ns}	۰/۷۱ ^{ns}	۳۸۵/۳۳ ^{ns}	۲	۳/۴۵ ^{**}	۲/۶۹*	برگ‌زدایی D
۵۱/۶۶۷ ^{**}	۰/۰۵ ^{ns}	۲/۰۸ ^{ns}	۱	۱/۷۶*	۰/۹۲ ^{ns}	کود نیتروژنه N
۲/۹۰ ^{ns}	۰/۶۸ ^{ns}	۳۱۰/۰۸ ^{ns}	۲	۰/۵۳۲ ^{ns}	۱/۶۷ ^{ns}	D×N
۱/۳۲	۰/۹۱	۳۳۵/۸۱	۱۰	۰/۲۸۶	۰/۵۷	اشتباه آزمایشی

** معنی‌دار در سطح آماری یک درصد، * معنی‌دار در سطح پنج درصد و ^{ns} از لحاظ آماری غیرمعنی‌دار.

اندازه‌گیری صفات روزنه‌ای و کلروفیل ۱۰ روز بعد از گرده‌افشانی صورت گرفت.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر برگ‌زدایی و کود نیتروژنه بر درصد پروتئین، انتقال مجدد و اجزای عملکرد

میانگین مربعات				df	منابع تغییر				
کارایی	انتقال	پروتئین	عملکرد		تعداد	وزن	تعداد		
انتقال	مجدد	دانه	عملکرد	تعداد	سنبله در مترمربع	تعداد			
مجدد	درصد	در سنبله	در سنبله	سنبله در مترمربع	هزاردانه	دانه در سنبله			
۰/۰۵۳ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۱۲۹ ^{ns}	۸۹۵۸/۵۱ ^{ns}	۱/۲۴ ^{ns}	۱۱/۰۵۶ ^{ns}	۳/۴۲ ^{ns}	۲	۰/۰۵۷ ^{ns}	تکرار R
۰/۱۴۹*	۰/۰۴ ^{**}	۶/۹۷*	۳۰۸۱۸/۹۵ ^{ns}	۴/۰۸ ^{ns}	۲۳/۳۸ ^{ns}	۴/۹۰ ^{ns}	۲	۰/۱۴۹ ^{ns}	برگ‌زدایی D
۰/۰۲۱ ^{ns}	۰/۰۵۲ ^{**}	۱۳/۵۲ ^{**}	۳/۸۴ ^{ns}	۳/۸۳ ^{ns}	۱۰۴۲ ^{**}	۲/۰۴ ^{ns}	۱	۰/۰۶۷ ^{ns}	کود نیتروژنه N
۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۱/۰۵ ^{ns}	۱۳۳۴۹/۴۶ ^{ns}	۰/۶۴ ^{ns}	۱۴۳/۰۵ ^{ns}	۵/۰۳ ^{ns}	۲	۰/۹۶ ^{ns}	D×N
۰/۰۲۰	۰/۰۰۴	۱/۱۸	۱۳۸۰۵/۵۲	۱/۲۰۶	۹۷/۵۲	۱/۶۵	۱۰	۰/۲۵۱	اشتباه آزمایشی

** معنی‌دار در سطح آماری یک درصد، * معنی‌دار در سطح پنج درصد و ^{ns} از لحاظ آماری غیرمعنی‌دار.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر برگ‌زدایی و کود نیترژن بر صفات روزنای، محتوای کلروفیل برگ پرجم، درصد پروتئین، انتقال مجدد و عملکرد در شرایط تنش

درصد انتقال مجدد	کارایی انتقال مجدد	انتقال مجدد	گرم در ساقه	درصد	پروتئین دانه	کلروفیل	پتانسیل آبی	هدایت روزنای پتانسیل آبی		WUEp	تعرق (میلی‌مول در مترمربع در ثانیه)	فتوستتر	مصرف نیترژن	سطح برگ‌زدایی
								بار منفی	مترمربع در ثانیه					
۲۶۷	۰/۳۲	۱۲/۲	۴۱/۲	۱۸/۵۲	۲۱/۳۶	۱/۹۳	۱/۵۱	۳/۰۴	N ₀	D ₀				
۳۱۴	۰/۳۸	۱۳/۹	۴۷/۷	۱۹/۳۱	۲۴/۱۵	۲/۰۵	۱/۹۵	۳/۳۶	N _۱	D _۰				
۵۸۲	۰/۴۴	۱۱/۰۶	۳۸/۸	۱۸/۳۲	۲۵/۲	۲/۲۸	۱/۷۵	۳/۸۹	N ₀	D _۱				
۶۷۳	۰/۵۷	۱۲/۵۶	۴۳/۹	۱۶/۸۹	۳۰/۶۱	۲/۳۲	۱/۹۵	۴/۳۶	N _۱	D _۱				
۳۵۶	۰/۴	۱۰/۷۳	۴۱/۷	۱۸/۶۴	۲۶/۶	۲/۵۸	۱/۹۰	۴/۹۳	N ₀	D _۲				
۴۶۳	۰/۵۳	۱۲/۰۳	۴۷/۵	۱۷/۸۰	۲۸/۷۳	۲/۸۵	۱/۹۶	۵/۶	N _۱	D _۲				
۲۰۷	۰/۰۹	۱/۵۳	۱/۲۸	۳/۶۴	۱۰/۲۵	۰/۳۱	۰/۳۸	۰/۷۷۲	LSD					

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر برگ‌زدایی و کود نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عملکرد

میانگین مربعات					مصرف نیتروژن	سطوح برگ‌زدایی
عملکرد (گرم در مترمربع)	وزن هزاردانه (گرم)	تعداد دانه در سنبلچه	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع		
۴۲۴/۳	۳۶/۵۳	۴/۴۳	۱۹/۵۷	۱۷۹/۳	N ₀	D ₀
۵۱۹/۳	۳۳/۸۵	۵/۰۲	۱۹/۸۵	۱۸۷/۶	N ₁	
۴۱۱/۹۶	۳۴/۱۸	۴/۶۵	۱۷/۶۰	۱۷۴/۵	N ₀	D ₁
۴۴۷/۸	۳۳/۹۰	۴/۴۸	۱۸/۵۲	۱۸۵/۸	N ₁	
۳۷۱/۸	۳۲/۷۳	۴/۰۸	۱۸/۱۱	۱۶۶/۴	N ₀	D ₂
۴۹۴/۸	۳۳/۹۶	۴/۴۰	۱۹/۷۰	۱۹۳/۰	N ₁	
۱۱۳/۸	۳/۶۷	۰/۹۱۱	۱۹/۷۰	۱۷/۹۷	LSD	

منابع

- Ahmadi, A., Joudi, M., and Janmohammadi, M. 2009. Late defoliation and wheat yield: Little evidence of post-anthesis source limitation. *Field Crops Res* 113: 90-93.
- Barbottin, A., Lecomte, C., Bouchard, C., and Jeuffroy, M.H. 2005. Nitrogen remobilization during grain filling in wheat: genotypic and environmental effects. *Crop Sci* 45: 1141-1150.
- Bohrani, A., and Tahmasebi, Z. 2005. Effect of timing and amount of nitrogen application on quantitative and qualitative characters, dry matter and nitrogen remobilization of two winter wheat cultivars. *Iran Agric Sci* 36: 1263-1271 (in Persian).
- Borras, L., Slafer, G.A., and Otegui, M.E. 2004. Seed dry Weight response to source-sink manipulation in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. *Field Crops Res* 86: 131-146.
- Delfin, S., Tognetti, R., Dsiderio, E., and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy of Sustainable Development* 25: 183-191.
- Ehdaie, B., and Waines, J.G. 1996. Genetic variation for contribution of pre-anthesis assimilates to grain yield in spring wheat. *J. Gen. Breed* 50: 47-55.
- FAO. 2003-2006. Statistical book.
- Foyer, C.H., Valadier, M.H., Migge, A., and Becker, T.W. 1998. Drought-induced effects on nitrate reductase activity and mRNA and on the coordination of nitrogen and carbon metabolism in maize leaves. *Plant Physiol* 117: 283-292.
- Hay, R.K.M., and Porter, J.R. 2006. *The physiology of crop yield*. second edition, Blackwell Publishing, 314p.

- Hortensteiner, S., and Feller, U. 2002. Nitrogen metabolism and remobilization during senescence. *J Exp Bot* 53: 927-937.
- Joodi, M., Ahamadi, A., Poostini, K., and Sharifzadeh, F. 2006. Effect of leaf removal on photosynthetic activity of flag leaf and grain growth in bread wheat. *Iran J Agric Sci* 37: 203-211 (in Persian).
- Lawlor, D.W. 2002. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. *J. Exp Bot* 53: 773-787.
- Levitt, J. 1980. Response of plants to environmental stresses. Vol. 2. Water, Radiation, Salt and other stresses. Academic Press, 697p.
- Liu, F., Jensen, C.R., and Andersen, M.N. 2004. Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: its implication in altering pod set. *Field Crops Res* 86: 1-13.
- Loveys, B., and Davies, W.J. 2004. Physiological approaches to enhance water use efficiency in agriculture: exploiting plant signalling in novel irrigation practice. In: Bacon M, ed. *Water use efficiency in plant biology*. Oxford: Blackwell Publishing, Pp: 113-141.
- Paul, M.J., and Foyer, C.H. 2001. Sink regulation of photosynthesis. *J. Exp Bot* 52: 1383-1400.
- Plaut, Z., Butow, B.J., Blumenthal, C.S., and Wrigley, C.V. 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.
- Puckridge, D.W. 1969. Photosynthesis of wheat under field conditions II. Effect of defoliation on the carbon dioxide uptake of community. *Aust J Agric Res* 20: 623-624.
- Rastegar, M.A. 1992. *Dry land farming*. Brahmnd Press, 271p.
- Richards, R.A. 1983. Manipulation of leaf area and its effect on grain yield in droughted wheat. *Aust J. Agric Res* 34: 23-31.
- Seif, E., and Pederson, D.G. 1978. Effect of rainfall on the grain yield of spring wheat, with an application to analysis of adaptation. *Aust J. Agric Res* 29: 1107-1115.
- Shangguan, Z.P., Shao, M.A., and Dyckmans, J. 2000. Nitrogen nutrition and water stress effects on leaf photosynthetic gas exchange and water use efficiency in winter wheat. *Env. Exp Bot* 44: 141-149.
- Tahir, I.S., and Nakata, N. 2005. Remobilization of nitrogen and carbohydrate from stem of bread wheat in response to heat stress during grain filling. *J. Agron . Crop Sci* 191: 106-115.
- Tambussi, E.A., Nogues, S., and Araus, J.L. 2005. Ear of durum wheat under water stress: water relations and photosynthetic metabolism. *Planta*, 221: 446-458.

- Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Zhu, Q., and Liu, L. 2001. Water deficit-induced senescence and its relationship to the remobilization of pre-stored carbon in wheat during grain filling. *Agron J* 93: 196-206.
- Yang, J., and Zhang, J. 2006. Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytol* 169: 223-236.
- Zhenlin, W., Yanping, Y., Mingrong, H., and Hongming, C. 1998. Source-sink manipulation effects on postanthesis photosynthesis and grain setting on spike in winter wheat. *Photosynthetica* 35: 3. 453-459.
- Zhu, G.X., Midmore, D.J., Radford, B.J., and Yule, D.F. 2004. Effect of timing of defoliation on wheat (*Triticum aestivum* L) in central Queensland. *Field Crops Res.* 88: 211-226



Effect of Leaf Area Reduction and Nitrogen Application on Stomatal Characteristics of Flag Leaf and Grain Yield of Wheat under Deficit Irrigation

*M. Janmohammadi¹, A. Ahmadi² and K. Poustini³

¹Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Maragheh University,

²Associate Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Tehran University,

³Professor, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Tehran University

Abstract

To study the effects of below leaves excision and nitrogen application on stomatal characteristics of wheat flag leaf, grain protein, dry matter remobilization, grain yield and yield component, leaf area of winter wheat (*T. aestivum* cv. Ghods) was artificially reduced under field condition. The experimental design was a factorial on a RCB with 3 replications, a combination of three levels of defoliation (D_0 = control or intact plants, D_1 = excision of all leaf blades except flag leaf at booting stage, D_2 = as D_1 but at anthesis stage) and two levels of nitrogen treatment (none and 250 kg ha⁻¹ urea fertilizer at jointing stage) were randomly assigned to plot units. Deficient irrigation was induced from late booting stage until plant maturity. Results showed that defoliation increased the photosynthesis rate (P_n), photosynthetic water use efficiency (WUEp) and dry matter remobilization from stem. The highest photosynthesis rate was observed in defoliated plants at anthesis stage with application of nitrogen. Defoliation significantly decreased the grain protein. Nitrogen application in all defoliation levels significantly could improve P_n , chlorophyll content, grain protein percentage and dry matter remobilization. Leaf area manipulation could not affect grain yield significantly. However nitrogen application could increase fertile spike number per square meter as a yield component.

Keywords: Chlorophyll; Defoliation; Nitrogen; Photosynthesis rate; Stomatal characteristics; Yield.

* Corresponding Author; Email: janmohammadi@hotmail.com