نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۳(۳۹)، پاییز ۱۳۹۵، صفحه ۵۵۴-۵۴۱

روابط منبع و مخزن در گندم تحت تاریخ‌های کاشت در خوزستان

شورانگیز توانایی[۱] و شهرام لک[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۱۵ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۴/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۳

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر روابط فیزیولوژیکی و مواد فتوسنتزی در شرایط تنش گرمای انتهای فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم چمـران۲ گندم، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. کرت‌های اصلی شامل: دست‌کاری اجزای منبع و مخزن در چهار سطح (حذف دو برگ بالایی، حذف برگ پرچم، حذف کامل سنبلچه‌های یک طرف سنبله و شاهد بدون حذف برگ) و کرت‌های فرعی شامل زمان‌های مختلف کاشت در سه سطح (اول آذر ماه، ۱۵ آذر ماه و اول دی ماه سال ۱۳۹۳) بودند. نتایج نشان داد که حذف برگ بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت اثر معنی‌داری داشت. تاریخ کاشت نیز بر تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تاثیر معنی‌داری داشت. اثر متقابل حذف برگ و تاریخ کاشت بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تاثیر معنی‌داری نشان داد. بیشترین عملکرد دانه (میانگین ۵۶۹۱ کیلوگرم در هکتار) در شرایط عدم محدودیت منبع و مخزن (تیمار شاهد) در تاریخ کاشت اول و در شرایط کاشت به هنگام رخ داد چراکه دوره پر شدن دانه با تنش گرمای انتهای فصل مواجه نشده و حداکثر بهره‌برداری از منابع فتوسنتزی صورت گرفته است. کمترین عملکرد دانه (۲۱۲۳ کیلوگرم در هکتار) در کاشت سوم و دیر هنگام و نیز تیمار حذف سنبلچه‌های یک طرف سنبله در شرایط محدودیت منبع مواد فتوسنتزی و برخورد مرحله رسیدگی با گرما حاصل شد.

واژگان کلیدی: تاریخ کاشت، گندم، منبع و مخزن.

۱- گروه زراعت، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- استاد گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) Sh.lack50@gmail.com

مقدمه

درک خصوصیات مربوط به پرشدن دانه با توجه به دو ویژگی طول دوره‌ی پر شدن دانه و نیز سرعت پرشدن دانه در بهبود عملکرد دانه و نیز استفاده از روش‌های مناسب زراعی برای اجتناب از مواجهه مراحل رشد و نمو با تنش‌های محیطی از موضوعات مهم در مطالعات فیزیولوژیکی است (Shahryari *et al*., 2014). درک روابط منبع و مخزن در فرایند تولید مواد فتوسنتزی در گندم می‌تواند در شناخت خصوصیات فیزیولوژیکی مناسب برای انتخاب و تغییر عملکرد دانه استفاده شود (Maydup *et al*., 2013). عکس‌العمل متقابل محیط و ژنوتیپ در مورد دست‌کاری روابط منبع و مخزن بسیار مؤثر گزارش شده است به عبارت دیگر رشد بعضی از ارقام در یک محیط مخزن محدود و در شرایط دیگر منبع محدود می‌باشد (Alizadeh *et al*., 2014). وزن دانه یکی از مؤلفه های مهم عملکرد در ژنوتیپ های گندم به شمار می رود. این مؤلفه از یک سو به میزان مواد فتوسنتزی (منبع) موجود، به ویژه در مراحل اولیه رشد دانه و از سوی دیگر به ظرفیت و توانایی دانه های در حال رشد (مخازن) برای ذخیره این مواد فتوسنتزی بستگی دارد. یکی از راهکارهای دست‌یابی به عملکرد بالا در ژنوتیپ های گندم و تریتیکاله تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به مخازن اقتصادی یا دانه ها است (Felekari *et al*., 2014). توزیع ماده خشک در نتیجه جریان آسیمیلات ها از اندام های منبع به اندام های مخزن می باشد، توزیع ماده خشک در ابتدا توسط خود مخزن ها تنظیم می شود. تأثیر قدرت منبع در توزیع ماده خشک اغلب به صورت مستقیم نیست، اما از طریق تشکیل اندام های مخزن به طور غیرمستقیم مؤثر می باشد. اگرچه سرعت حمل و نقل آسیمیلات ها به مسیر انتقال بستگی دارد، اما مسیر انتقال کم ترین اهمیت را در تنظیم توزیع ماده خشک در گیاه بر عهده دارد (Nouriyani, 2015). عدم واکنش نسبت به سایه‌اندازی یا حذف بخشی از برگ‌ها و یا به‌عبارت دیگر عدم واکنش به هرگونه تغییر در نسبت منبع و مخزن، بیانگر محدودیت مخزن در شرایط عادی است (Abdoli *et al*., 2013). در حالی که افزایش وزن دانه در عکس‌العمل به کاهش نسبت مخزن بر این دلالت دارد که دانه‌ها در شرایط عادی به دلیل فتوسنتز ناکافی به رشد حداکثر خود نرسیده‌اند و به عبارت دیگر منبع محدود می‌باشند (Saeidi *et al*., 2011). زمانی که نسبت منبع به مخزن کاهش می‌یابد، ارقام مخزن محدود باید کمتر از ارقام منبع محدود تحت تأثیر قرار گیرند. به عبارت دیگر برگ‌زدایی، هر دو صفت سرعت رشد دانه و وزن دانه ارقام را کاهش می‌دهد ولی کاهش نسبی برای ارقام حساس به حذف سنبلچه (منبع محدود) بیشتر از ارقام غیرحساس می‌باشد (Abdoli and Saeidi, 2013). به‌دلیل کاهش فتوسنتز جاری گندم در شرایط دشوار محیطی، وزن دانه تحت شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب وابستگی بیشتری به مکانیزم‌های جبران کننده یعنی انتقال و حرکت مجدد دارد. اهدایی و واینز (Ehdaie and Waines, 1996) و پاپاکوستا و گائیاناس (Papakosta and Gayianas, 2014) همبستگی مثبت و معنی‌داری را در شرایط تنش بین مقدار توزیع مجدد به دانه و وزن آن به‌دست آوردند. در صورت تغییر تعداد محل‌های زایشی و تغییر نکردن عملکرد محدودیت منبع وجود دارد. اولویت منبع فیزیولوژیکی شاخ و برگ بر مخزن فیزیولوژیکی اندام‌های زایشی یا ذخیره‌ای موجب محدودیت منبع می‌شود (Saeidi and Moradi, 2011). سعیدی و همکاران (Saeidi *et al*., 2010) بیان داشت، چنانچه مواد پرورده در مخازن فیزیولوژیک

مـورد بهره‌برداری واقع نشوند، تولید مواد فتوسنتزی کاهش می‌یابد. کاهش تعداد دانـه جهت مطالعه روابط منبع و مخزن به شرطی با موفقیت همراه خواهد بود که اساساً منبـع محدود کننـده باشد. توکلی و همکاران (Tavakoli *et al*., 2009) اظهار داشتند در حالتی که مخزن محدود کننده باشد، حـذف بعـضی از سنبلچه‌ها، بـــا اثر پس‌خور هورمون‌ها وکاهش فتوسنتز، ممکن است باعث تشدید کاهش وزن دانه گردد. کارآیی دریافت و جذب تابش توسط یک گیاه تا حد زیادی تابع شاخص سطح برگ (Rosati and Djong, 2003)، دوام سطح برگ، تطبیق حداکثر شاخص سطح برگ با حداکثر تابش محیط (Scott and Jaggard, 2013) و همچنین کارآیی ضریب خاموشی نور (Rosati *et al*., 2012) می‌باشد، که این موارد در تاریخ کاشت مناسب حاصل می‌شود. با توجه به محدودیت‌های گرمای پایان فصل از یک سو و درجه حرارت‌های پایین در محدوده‌ی زمانی اواخر بهمن و اوایل اسفند از سوی دیگر، می‌توان نتیجه گرفت که هرگونه تعجیل در تاریخ کاشت باعث افزایش احتمال برخورد مراحل گلدهی و گرده افشانی با درجه حرارت پایین می‌شود و هرگونه تاخیر در تاریخ کاشت باعث کاهش شدید دوره‌ی پر شدن دانه خواهد شد (Reynolds *et al*., 2013). کاشت دیرهنگام ارقام گندم آبی در خوزستان علاوه بر برخورد دورهٔ پر شدن دانه با گرمای پایان فصل، به دو دلیل قابل توصیه نیست: ۱) با تأخیر در تاریخ کاشت، دورهٔ جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه طولانی‌تر می‌شود. طولانی‌تر شدن زمان کاشت تا استقرار گیاهچه باعث کاهش دوره‌های نمویی بعـدی بخصوص مراحل پنجه‌زنی و رشـد ساقه تا گلدهی می‌گردد. ۲) با کاهش دورهٔ پنجه‌زنی مهم‌ترین جزو عملکرد گندم یعنی تعداد سنبله بارور در واحد سطح کاهش می‌یابد علاوه بر آن، کاهش دوره‌های پنجه‌زنی و رشد ساقه، به‌ترتیب دو مـرحله نمـویی مهـم یعنی تشکیل رینگ‌های مضاعف تا سنبلچه انتهایی، که در آن تعداد نهایی سنبلچه تثبیت می‌شود و همچنین مرحله نمو سنبلچه و گلچه‌ها که در آن تعداد دانه در سنبلچه تشکیل می‌شود را تحت تأثیر قرار داده و بنابراین یک جزو مهم عملکرد یعنی تعداد دانه در سنبله را کاهش خواهد داد (Radmehr and Naderi, 2004). محققین به‌منظور تعیین منشاء محدودیت عملکرد دانه در شرایط محیطی متفاوت و محدودیت ناشی از گرمای دوره آخر رشد و نمو تعداد ۲۰ ژنوتیپ گندم را در شرایط مساعد (کاشت اول آذر) و نامساعد (کاشت در اول بهمن) مقایسه نموده و نتیجه گرفتند کلیه ژنوتیپ‌ها فاقد محدودیت مخزن بوده و سهم برگ پرچم در اندوخته دانه به‌طور میانگین ۱۲ درصد بود و اغلب ژنوتیپ‌های مورد مطالعه محدودیت منبع داشتند به‌طوری‌که این محدودیت در شرایط مساعد بین صفر تا ۳۴ درصد (میانگین ۱۲/۵ درصد) و در شرایط نامساعد بین ۵/۷ تا ۴۱/۲ درصد (میانگین ۱۷/۲ درصد) متغییر بود. بنابراین، در اثر مواجهه شدن با گرمای آخر فصل محدودیت منبع به‌طور میانگین حدود ۶ درصد تشدید گردید. همچنین، نتایج نشان داد ژنوتیپ‌هایی که اندازه دانه بزرگ‌تری دارند محدودیت منبع آنها نیز بیشتر بود. وزن دانه نقش اساسی در تعیین عملکرد نهایی نداشت و کمبود عملکرد دانه باید در دو مؤلفه دیگر عملکرد یعنی تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله (تعداد دانه در متر مربع) جستجو نمود (Radmehr *et al*., 2004). نتایج بسیاری از آزمایش ها نشان می دهد که اکثر ژنوتیپ های گندم جدید اصلاح شده با محدودیت منبع روبرو هستند، لازم به ذکر است میزان محدودیت منبع ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف، متفاوت بوده و به نظر می رسد بررسی میزان محدودیت در ژنوتیپ های گندم در یک منطقه

منعکس کننده میزان سازگاری هر ژنوتیپ به آن شرایط آب و هوایی (منطبق بر تاریخ کاشت) باشد (Ahmadamini *et al*., 2011). نظر به اهمیت انتخاب تاریخ کاشت جهت حصول حداکثر عملکرد محصول گندم و احتمال زیاد وقوع تنش خشکی در زمان‌های مختلف کاشت تاخیری خصوصاً در مرحله گلدهی و دوره پر شدن دانه و کاهش پتانسیل تولیدی ارقام مختلف گندم در اقلیم گرم و خشک، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی اثر محـدودیت مبـداء و مقصد مواد فتوسنتزی طی زمان‌های مختلف کاشت بر صفات مؤثر بر عملکرد گندم نان (رقم چمران ۲) اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، در سال ۹۴-۱۳۹۳ اجرا گردید. تحقیق بر اساس آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی دست‌کاری اجزای منبع و مخزن تولیدات فتوسنتزی در چهار سطح شامل: حذف دو برگ بالایی، حـذف برگ پـرچم، حذف کامل سنبلچه‌های یک طرف سنبله و شاهد بدون حذف برگ و فاکتور فرعی شامل زمان‌های مختلف کاشت با سه سطح (اول آذر ماه، ۱۵ آذر ماه و اول دی ماه سال ۱۳۹۳) بود. رقم مورد کاشت در این تحقیق چمران۲ بود. کل مساحت آزمایش مجموعاً شامل ۳۶ کرت آزمایشی بود. هر کرت شامل ۴ پشته (هشت خط کاشت) به طول پنج متر، فواصل ردیف‌ها روی پشته ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته و عملیات کاشت در تاریخ‌های تعیین شده اجرا شد. هر تاریخ کاشت دارای آب‌خوری و زه‌کشی مستقل بوده به‌طوری‌که زه‌آب به خارج از مزرعه آزمایشی هدایت می‌شد. جهت کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک برگ به‌ترتیب از علف‌کش‌های دوپلوسان سوپر و تاپیک به میزان ۲/۵ و یک لیتر در هکتار در انتهای پنجه‌زنی و قبل از کود سرک استفاده گردید. جهت تعیین تعداد سنبله در واحد سطح از سطح ۳۰ سانتی‌متر طولی که جهت اندازه‌گیری‌های ارتفاع بوته و طول سنبله کف‌بر شده استفاده شد و تعداد سنبله‌های موجود شمارش گردید. جهت تعیین تعـداد دانه در سنبله کلیه سنبله‌ها شمارش، کوبیده و دانه‌ها از سنبله جدا و شمارش شدند، سپس تعداد دانه‌های شمارش شده را تقسیم بر تعداد سنبله‌ها نموده و متوسط تعداد دانه در سنبله به‌دست آمد. جهت تعیین وزن هزار دانه، ده نمونه هزارتایی از هر کرت جدا کرده، سپس توزین و میانگین آنها برای هر کرت ثبت گردید. به‌منظور تعیین عملکرد بیولوژیک برای تعیین عملکرد بیوماس ۳۰ سانتی‌متر طولی از خط کاشت ششم کف بر شده سپس به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سلسیوس خشک و بعد توزین گردید. به‌منظور تعیین عملکرد دانه با برداشت دو متر مربع از وسط هر کرت و سپس جدا کردن دانه‌ها و توزین آنها به طور جداگانه تعیین شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه هر تیمار در بند فوق بر عملکرد بیولوژیکی ضرب در ۱۰۰ تعیین شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها در سطح پنج درصد با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر حذف برگ و تاریخ کاشت بر صفت عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد در تیمارهای حذف برگ بیشترین عملکرد دانه با ۵۲۶۹ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد بدون حذف برگ و کمترین با ۲۶۸۳ کیلوگرم در هکتار به تیمار حذف سنبلچه‌های یک طرف سنبله به‌طور کامل تعلق داشت (جدول ۲).

همچنین، در تیمارهای تاریخ کاشت، بیشترین عملکرد دانه با ۴۰۰۸ کیلوگرم در هکتار به تاریخ کاشت اول (اول آذر ماه) و کمترین با ۳۰۴۱ کیلوگرم در هکتار به تاریخ کاشت آخر (اول دی ماه) متعلق بودند (جدول ۳). در اثر متقابل حذف برگ و تاریخ کاشت بیشترین عملکرد دانه با ۵۶۹۱ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد بدون حذف برگ در تاریخ کاشت اول متعلق بود که با همین تیمار در تاریخ کاشت دوم (۱۵ آذر ماه) از نظر اماری (۵۴۰۳ کیلوگرم در هکتار) در یک گروه قرار گرفت و کمترین با ۲۱۲۳ کیلوگرم در هکتار به تیمار حذف سنبلچه‌های یک طرف سنبله به‌طور کامل در تاریخ کاشت سوم متعلق بودند (جدول ۴). تنش‌های محیطی مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد گیاهان زراعی در سراسر جهان بوده و به همین دلیل پتانسیل ژنتیکی عملکرد گیاهان زراعی تحقق نمی‌یابد. پتانسیل تجمع کربوهیدرات‌ها در ساقه‌ها و میزان کارآیی انتقال مجدد مواد ذخیره شده از اجزای مختلف ساقه به دانه‌های در حال رشد، دو ویژگی مهم در میزان مشارکت منابع کربوهیدراتی ذخیره‌ای جهت شکل‌گیری عملکرد دانه گندم می‌باشند. در زمان تنش میزان و کارآیی انتقال مجدد ترکیبات ذخیره‌ای عامل تعیین کننده‌ی عملکرد نهایی دانه می‌باشند (Najafian and Shabani, 2010). وزن دانه یکی از مؤلفه‌های مهم عملکرد در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله به‌شمار می‌رود. این مؤلفه از یک سو به میزان مواد فتوسنتزی (منبع) موجود، به‌ویژه در مراحل اولیه رشد دانه و از سوی دیگر به ظرفیت و توانایی دانه‌های در حال رشد (مخازن) برای ذخیره این مواد فتوسنتزی بستگی دارد. یکی از راه‌کارهای دست‌یابی به عملکرد بالا در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به مخازن اقتصادی یا دانه‌ها است (Modhej, 2011). منابع تأمین کننده مواد فتوسنتزی برای پر شدن دانه‌ها شامل فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی (ساقه و غلاف برگ) و حرکت مجدد مواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی بعد از گرده‌افشانی تا ابتدای رشد خطی دانه می‌باشند که به مجموع حرکت مجدد و انتقال مجدد، توزیع مجدد گفته می‌شود (Ahmadi *et al*., 2004). محدودیت عملکرد به‌وسیله منبع و مخزن، حاکی از آن است که منبع و مخزن دارای ماهیت مستقل نیستند و برای درک این موضوع شناخت روابط بین محل‌های تولید و مصرف فرآورده‌های فتوسنتزی اهمیت ویژه‌ای دارد. چنانچه در روند انتقال مواد فتوسنتزی مشکل خاصی وجود نداشته باشد، عملکرد واقعی در اثر ظرفیت مخزن و یا کمبود مواد پرورده محدود می‌شود (Maydup *et al*., 2013). آلم و همکاران (Alam *et al*., 2008) بیان کردند که بیشترین کاهش عملکرد دانه وقتی است که برگ پرچم بلافاصله بعد از بیرون آمدن خوشه قطع شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد به‌طوری‌که، حذف دو برگ بالایی و همچنین حذف برگ پرچم کاهش چشم‌گیری نسبت به شاهد داشتند. حذف نیمی از سنبلچه‌های سنبله کاهش بیشتری نسبت به دو تیمار حذف برگ نشان داد که حاکی از این است که منبع در گیاه گندم نسبت به مخزن از ظرفیت بیشتری برای ساخت مواد کربوهیدارتی برخوردار است و این مخزن می‌باشد که یک ظرفیت مشخص دارد و بیشتر از آن نمی‌تواند مواد پرورده دریافت کند.

عملکرد بیولوژیک: مطابق جدول (۱) اثر حذف برگ و تاریخ کاشت بر صفت عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد، در تیمارهای حذف برگ بیشترین عملکرد بیولوژیک با ۱۰۴۷۷ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد بدون حذف برگ تعلق داشت و

کمترین با ۷۳۹۴ کیلوگرم در هکتار به تیمار حذف دو برگ تعلق داشت که از نظر آماری با تیمار حذف برگ پرچم (۷۵۲۵ کیلوگرم در هکتار) در یک گروه قرار گرفت (جدول ۲). در تیمارهای تاریخ کاشت بیشترین عملکرد بیولوژیک با ۸۸۷۴ کیلوگرم در هکتار به تاریخ کاشت اول متعلق بود که از نظر آماری با تاریخ کاشت دوم در یک گروه (۸۷۷۳) قرار گرفت و کمترین با ۷۵۳۰ کیلوگرم در هکتار به تاریخ کاشت آخر متعلق بود (جدول ۳). در اثر متقابل حذف برگ و تاریخ کاشت بیشترین عملکرد بیولوژیک با ۱۱۰۸۸ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد بدون حذف برگ در تاریخ کاشت اول متعلق بود که با همین تیمار در تاریخ کاشت دوم از نظر آماری (۱۰۹۳۰ کیلوگرم در هکتار) در یک گروه قرار گرفت و کمترین با ۶۶۸۳ کیلوگرم در هکتار به تیمار حذف برگ پرچم در تاریخ کاشت سوم متعلق بود (جدول ۴). رینولدز و همکاران (Reynolds *et al*., 2009) در بررسی اثر تاریخ کشت بر روی عملکرد دانه و اجزای وابسته به آن در گندم، تأخیر در تاریخ کشت را علت کاهش در اکثر صفات وابسته به عملکرد و در نهایت کاهش در عملکرد دانه معرفی کردند. علاوه بر آن، چون گندم گیاهی روزبلند است، روزهای بلندتر باعث می‌شود تا طول دوره مراحل نموی کوتاه‌تر شوند و قبل از اینکه اندام‌های رویشی برای ایجاد منبع فیزیولوژیک به‌طور کامل توسعه یابند، بوته‌ها زودتر از آن وارد مرحله زایشی شده و در ادامه با کمبود منابع فتوسنتزی مواجه شوند. بیژن‌زاده و امام (Bijanzadeh and Emam, 2010) گزارش دادند، سهم و کارآیی انتقال مجدد مـاده خشک به دانه‌ها در گنـدم به وزن خشـک اندام‌های رویشی در مرحله‌ی گرده‌افشانی بستگی داشته و وزن خشک بیشتر اندام‌ها در مرحله‌ی مذکور به افزایش انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای به دانه‌ها منجر می‌شود. نتایج برخی پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد میزان انتقال مواد از منابع به مخازن (دانه‌ها) به ظرفیت و توانایی دانه در دریافت این مواد بستگی دارد. توکلی و همکاران (Tavakoli *et al*., 2009) گزارش کردند که کل وزن خشک اندام‌های رویشی بالای سطح خاک در گیاهان زراعی به‌طور معمول در طی مراحل انتهایی طول دوره پر شدن دانه کاهش می‌یابد، به طوری‌که، در زمان رسیدن فیزیولوژیک کل وزن خشک اندام‌های رویشی به‌طور معنی‌داری کمتر از وزن خشک این اندام‌ها در مرحله گرده‌افشانی است. این امر به دلیل انتقال مجدد ذخایر مواد پرورده به دانه است. این تحقیق با نتایج رادمهر و نادری (Radmehr and Naderi, 2004) مطابقت داشت.

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر حذف برگ و تاریخ کاشت بر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در تیمارهای حذف برگ بیشترین شاخص برداشت با ۵۰/۱ درصد به تیمار شاهد بدون حذف برگ تعلق داشت و کمترین با ۳۲/۳ درصد به تیمار حذف سنبلچه‌های یک طرف سنبله به‌طور کامل تعلق داشتند (جدول ۲). در تیمارهای تاریخ کاشت بیشترین شاخص برداشت با ۴۴ درصد به تاریخ کاشت اول و کمترین با ۳۹/۵ درصد به تاریخ کاشت آخر متعلق بود (جدول ۳). در اثر متقابل حذف برگ و تاریخ کاشت، بیشترین شاخص برداشت با ۵۱/۲ درصد به تیمار شاهد بدون حذف برگ در تاریخ کاشت اول متعلق بود که با همین تیمار در تاریخ کاشت دوم از نظر اماری (۴۹/۴ درصد) در یک گروه قرار گرفت و کمترین با ۲۹/۴ درصد به تیمار حذف سنبلچه‌های یک طرف سنبله به‌طور کامل در تاریخ کاشت سوم متعلق بود (جدول ۴). آزمایش انجام شده توسط علیزاده و همکاران (Alizadeh *et al*., 2014) نشان داد که عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن هکتولیتر در گندم به‌طور

معنی‌داری تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار می‌گیرد و تاریخ مناسب کشت برای ارقام مختلف، متفاوت می‌باشد. اصولاً عوامل محیطی مانند طول روز، نور، حرارت، آب و مواد غذایی روی رشد رویشی و زایشی تاثیر می‌گذارد. اثر محیط رویش روی تغییرات کمّی و کیفی بستگی به مرحله رشد گیاه و دوره تغییرات محیطی دارد که تغییرات فوق در نتایج این آزمایش مشهود بود. همچنین، به دلیل اینکه شاخص برداشت تابعی از دو صفت عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک می‌باشد با تغییر هر کدام از این دو صفت، تغییر می‌کند به‌طوری‌که، در تیمارهایی که عملکرد دانه افزایش داشته، شاخص برداشت نیز افزایش یافته است و در مورد عملکرد بیولوژیک این نکته برعکس بوده است.

تعداد سنبله در متر مربع: نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد اثر تاریخ کاشت بر صفت نامبرده در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد، در تیمارهای تاریخ کاشت بیشترین تعداد سنبله در مترمربع با ۴۲۱ سنبله به تاریخ کاشت اول و کمترین با ۲۹۴ سنبله به تاریخ کاشت آخر متعلق بودند (جدول ۳). اصولاً عملکرد دانه در غلات از دو جزو اصلی عملکرد یعنی تعداد دانه در واحد سطح و وزن تک دانه حاصل می‌شود. تعداد دانه نیز خود حاصل تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح است. این دو جزو اصلی عملکرد در زمان‌های متفاوتی از فصل رشد شکل می‌گیرند و در نتیجه در معرض شرایط مختلف محیطی قرار می‌گیرند. در کشت‌های دیر هنگام به علت کوتاه شدن مراحل رشد بایستی میزان بذر بیشتری مصرف شود. از طرف دیگر وقوع دمای بالا در دوران رشد زایشی به‌ویژه در زمان گلدهی در آخر فصل همراه با بروز تنش گرما و رطوبت باعث افت عملکرد می‌گردد. کشت‌های دیر هنگام باعث کوتاه‌تر شدن دوره آغازش سنبلک‌ها و کوتاه شده دوره نمو سنبله تا تشکیل سنبلک انتهایی شده و بنابراین تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد. یافته‌های ذکر شده با نتایج بریسین (Birsin, 2005) مطابقت دارد.

تعداد دانه در سنبله: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر حذف برگ و تاریخ کاشت بر صفت تعداد دانه در سنبله در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد، در تیمارهای حذف برگ بیشترین تعداد دانه در سنبله با ۴۱ دانه به تیمار شاهد بدون حذف برگ تعلق داشت که از نظر آماری با تیمارهای حذف برگ پرچم و دو برگ بالایی (۳۸) در یک گروه قرار گرفت و کمترین با ۱۹ سنبله به تیمار حذف سنبلچه‌های یک طرف سنبله به طور کامل متعلق بود (جدول ۲). همچنین، در تیمارهای تاریخ کاشت بیشترین تعداد دانه در سنبله با ۳۹ دانه به تاریخ کاشت اول و کمترین با ۳۰ دانه به تاریخ کاشت آخر متعلق بود (جدول ۳). در اثر متقابل حذف برگ و تاریخ کاشت بیشترین تعداد دانه در سنبله با ۴۶ دانه به تیمار شاهد بدون حذف برگ در تاریخ کاشت اول و کمترین با ۱۷ و ۱۸ دانه به تیمار حذف سنبلچه های یک طرف سنبله به‌طور کامل به‌ترتیب در تاریخ کاشت‌های سوم و دوم متعلق بودند (جدول ۴). برخی مطالعات نشان می‌دهد که عملکرد دانه در کشت‌های زود هنگام کاهش می‌یابد. با این وجود برخی از مطالعات نشان می‌دهد که کشت زود هنگام گندم موجب ایجاد پنجه و تراکم سنبله بیشتر و تعداد دانه کم در هر سنبله شده ولی وزن دانه‌ها افزایش (وزن هزار دانه بیشتر) و عملکرد دانه بیشتر خواهد شد. کاشت زودتر از موعد مقرر باعث می‌شود که گیاهان قبل از رسیدن سرما بیش از اندازه رشد نموده و با توجه به شروع رشد زایشی، احتمال همزمان شدن سرما با این مرحله حساس از نمو افزایش یابد. تأخیر

در کاشت گندم نیز باعث کاهش دوره رشد رویشی، کاهش تعداد برگ و در نتیجه کاهش کل مواد فتوسنتزی تولیدی برای رشد رویشی و کاهش عملکرد مطلوب می‌شود. یافته‌های نجفیان و شبانی (Najafian and Shabani, 2010) نشان داد که تاریخ کاشت و شرایط محیطی بر تعداد دانه در سنبله از طریق اثر زمان گـرده‌افشـــانی و لقـاح دانه‌ها مؤثر می‌باشد، با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همچنین، از نظر حذف منبع و مخزن با توجه به نتایج مشخص شد که فقط تیمار حذف سنبلچه در سنبله با بقیه‌ی تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری شد.

وزن هزار دانه: مطابق جدول (۱) اثر حذف برگ و تاریخ کاشت بر صفت وزن هزاردانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد در تیمارهای حذف برگ بیشترین وزن هزار دانه با ۳۷ گرم به تیمار حذف سنبلچه یک طرف سنبله به‌طور کامل متعلق بود که از نظر آماری با تیمار شاهد بدون حذف برگ (۳۵/۵ گرم) در یک گروه قرار گرفت و کمترین با ۲۵/۵ گرم به تیمار حذف دو برگ بالایی متعلق بود که از نظر آماری با تیمار حذف برگ پرچم (۲۹ گرم) در یک گروه قرار گرفت (جدول ۲). در تیمارهای تاریخ کاشت بیشترین وزن هزار دانه با ۳۶/۶ گرم به تاریخ کاشت اول و کمترین با ۲۵ گرم به تاریخ کاشت آخر متعلق بودند (جدول ۳). در اثر متقابل حذف برگ و تاریخ کاشت بیشترین وزن هزار دانه با ۴۱ گرم به تیمارهای حذف سنبلچه‌های یک طرف سنبله به طور کامل و شاهد بدون حذف برگ در تاریخ کاشت اول و کمترین با ۱۹/۳ گرم به تیمار حذف دو برگ بالایی در تاریخ کاشت سوم متعلق بودند (جدول ۴). محفوظی و جاسمی (Mahfoozi and Jasemi, 2010) نیز ارتباط قوی بین نیاز دانه به مواد فتوسنتزی و تغییر در وزن خشک و کربوهیدرات‌های غیرساختاری ساقه در طول مرحله پر شدن دانه را گزارش کردند. آنها تاکید کردند که در مراحل انتهایی رشد، اثر تنش بر وزن دانه قابل توجه است. سایر محققان نیز افزایش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از ساقه به دانه و افزایش سرعت پر شدن دانه را در شرایط تنش گزارش کردند و نشان دادند که ژنوتیپ‌های دارای سرعت تجمع و انتقال مواد بیشتر به میـزان کمتری تحت تأثیر تنش‌های انتهای فصل قرار می‌گیرند (Birsin, 2005). شناخت روابط منبع و مخزن غلات توسط محققین سبب می‌شود صفات مناسب جهت اصلاح ژنتیکی و بهبود مدل‌های عملکرد دانه را شناسایی و مورد استفاده قرار داد. همچنین، در پژوهش‌های مبتنی بر دست‌کاری مخزن گندم زمستانه مشخص شده است که اندازه و وزن دانه تحت شرایط محدودیت مخزن بیشتر از وضعیت بدون محدودیت است (Saeidi *et al*., 2010). اگر چه در شرایط محیطی اندازه دانه اغلب در پاسخ به تیمار کاهش مخزن افزایش می‌یابد، اما می‌توان از این نتایج برای بررسی محدودیت تشخیص محدودیت منبع بهره برد. گاهی به‌طور تجربی به وسیله تغییر در منبع یا مخزن می‌توان محدودیت را تشخیص داد، به‌عنوان مثال، چنانچه منبع کاهش داده شود (مثلا حذف برگ‌ها) و عملکرد تغییر پیدا نکند، محدودیت مخزن وجود دارد (Rosati *et al*., 2012). بنابراین، با توجه به نتایج این آزمایش معین گردید که با تاخیر در کاشت و همچنین حذف منبع تولید مواد، از وزن دانه‌ها کاسته می‌شود که با نتایج سایر محققان مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

تاریخ کاشت منـاسب برای هر اقلیم متفاوت می‌باشد و مسلماً در اقلیم گرم و خشک تاریخ کاشت زود هنگام و مطلوب اولویت بالایی در عملیات به زراعی دارد چرا که در تنظیم روابط فیزیولوژیکی منبع و مقصد برای حصول عملکرد بهینه و پرهیز از مواجهه

مراحل نموی با گرمای آخر فصل امری ضروری تلقی می‌شود. نتایج نشان داد که حذف برگ بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد و تاریخ کاشت بر تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل حذف برگ و تاریخ کاشت بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌داری نشان دادند. با توجه به نتایج تیمارهای مختلف این آزمایش، بیشترین عملکرد دانه با ۵۶۹۱ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد بدون حذف برگ در تاریخ کاشت اول متعلق بود که با تیمار تاریخ کاشت دوم از نظر آماری (۵۴۰۳ کیلوگرم در هکتار) در یک گروه آماری قرار گرفت و کمترین با ۲۱۲۳ کیلوگرم در هکتار به تیمار حذف سنبلچه های یک طرف سنبله به‌طور کامل در تاریخ کاشت سوم متعلق بودند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گندم نان

Table 1- Analysis of variance of measured traits in bread wheat

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df.	تعداد سنبله در متر مربع Spike per Square meter	تعداد دانه در سنبله Seed per spike	وزن هزار دانه Seed weight	عملکرد دانه Seed Yield	عملکرد بیولوژیکی Biologic Yield	شاخص برداشت Harvest Index
تکرار (Replication)	2	2128.23*	10.52*	6.69*	6296.34**	1442.98*	0.51*
حذف برگ (Defoliation)	3	2159.87^{ns}	929.67**	262.78**	122223.57**	18425.35**	529.78**
خطا ۱ (Error 1)	6	2495.22	0.54	0.21	1420.98	1905.62	0.15
تاریخ کاشت (Planting date)	2	17497.72**	252.55**	442.23**	29297.63**	67280.45**	62.12**
حذف برگ × تاریخ کاشت (Defoliation× Planting date)	6	2609.12^{ns}	11.73**	1.65**	4242.77**	10741.27**	5.74**
خطا ۲ (Error 2)	16	2444.19	1.26	0.87	769.56	1285.10	0.63
ضریب تغییرات (%) CV		12.42	8.27	9.49	7.79	9.31	8.69

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, ** and *: no significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمارهای حذف برگ برای صفات مورد اندازه‌گیری در گندم نان

Table 2- Mean comparison of leaf remove treatments on measured traits in bread wheat

تیمار Treatment	تعداد سنبله در متر مربع Spike per Square meter	تعداد دانه در سنبله Seed per spike	وزن هزار دانه Seed weight (g)	عملکرد دانه Seed Yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی Biologic Yield ($g.m^{2}$)	شاخص برداشت Harvest Index (%)
حذف دو برگ بالایی Remove the two upper leaves	310^{c}	38^{a}	25.58^{b}	2951.04^{bc}	7394.76^{c}	39.43^{c}
حذف برگ پرچم Remove flag leaf	328^{b}	38^{a}	29.13^{b}	3429.47^{b}	7525.98^{c}	45.17^{b}
حذف سنبلچه های یک طرف سنبله Remove spiklet of one side of spike	387^{a}	19^{b}	37.89^{a}	2683.34^{c}	8173.64^{b}	32.32^{d}
شاهد Control	380^{ab}	41^{a}	35.57^{a}	5269.76^{a}	10477.56^{a}	50.18^{a}

*میانگین‌های دارای یک حرف مشترک، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح ۵ درصد) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

*Means in each column, following the same letter(s) are not significantly different at the 5% level of probability (by Duncan test).

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمارهای تاریخ کاشت برای صفات اندازه‌گیری شده در گندم نان

Table 3- Mean comparison of planting date treatments on measured traits in bread wheat

تاریخ کاشت Planting date	تعداد سنبله در متر مربع Spike per Square meter	تعداد دانه در سنبله Seed per spike	وزن هزار دانه Seed weight (g)	عملکرد دانه Seed Yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی Biologic Yield ($g.m^2$)	شاخص برداشت Harvest Index (%)
۹۳/۹/۱ 2014.11.22	421^{a}	39^{a}	36.61^{a}	4008.78^{a}	8874.45^{a}	44.11^{a}
۹۳/۹/۱۵ 2014.12.06	339^{b}	34^{ab}	33.72^{b}	3700.23^{b}	8773.67^{a}	41.60^{b}
۹۳/۱۰/۱ 2014.12.22	294^{c}	30^{b}	25.67^{c}	3041.67^{c}	7530.34^{b}	39.51^{c}

*میانگین‌های دارای یک حرف مشترک، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح ۵ درصد) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

*Means in each column, following the same letter(s) are not significantly different at the 5% level of probability (by Duncan test).

جدول ۴- مقایسه میانگین ترکیب تیماری حذف برگ و تاریخ کاشت بر صفات اندازه‌گیری شده در گندم نان

Table 4- Mean comparison of treatment combination of leaf remove and planting date on measured traits in bread wheat

تیمار Treatment		تعداد سنبله در متر مربع Spike per Square meter	تعداد دانه در سنبله Seed per spike	وزن هزار دانه Seed weight (g)	عملکرد دانه Seed Yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی Biologic Yield ($g.m^2$)	شاخص برداشت Harvest Index (%)
حذف دو برگ بالایی Remove the two upper leaves	۹۳/۹/۱ 2014.11.22	257^{g}	42^{b}	31.11^{cd}	3350.39^{d}	7736.60^{e}	42.40^{c}
	۹۳/۹/۱۵ 2014.12.06	296	40^{bc}	26.41^{e}	3075.38^{e}	7620.45^{e}	40.31^{d}
	۹۳/۱۰/۱ 2014.12.22	376^{de}	34^{de}	19.17^{g}	2430.57^{g}	6826.02^{fg}	35.59^{e}
حذف برگ پرچم Remove flag leaf	۹۳/۹/۱ 2014.11.22	257^{g}	45^{a}	33.56^{c}	3824.25^{c}	7990.12^{d}	47.44^{b}
	۹۳/۹/۱۵ 2014.12.06	303^{f}	38^{d}	31.71^{cf}	3565.67^{cd}	7903.30^{d}	45.39^{bc}
	۹۳/۱۰/۱ 2014.12.22	425^{b}	31^{e}	22.09^{f}	2898.05^{ef}	6683.76^{d}	43.31^{c}
حذف سنبلچه های یک طرف سنبله Remove spiklet of one side of spike	۹۳/۹/۱ 2014.11.22	351^{ef}	22^{f}	41.03^{a}	3167.30^{de}	8683.29^{c}	35.64^{e}
	۹۳/۹/۱۵ 2014.12.06	393^{d}	18^{g}	39.54^{ab}	2760.66^{f}	8640.23^{c}	31.92^{f}
	۹۳/۱۰/۱ 2014.12.22	416^{c}	17^{g}	30.24^{d}	2123.59^{h}	7196.12^{f}	29.41^{g}
شاهد Control	۹۳/۹/۱ 2014.11.22	309^{f}	46^{a}	40.60^{a}	5691.21^{a}	11088.78^{a}	51.25^{a}
	۹۳/۹/۱۵ 2014.12.06	365^{e}	40^{bc}	37.33^{b}	5403.89^{a}	10930.92^{a}	49.41^{a}
	۹۳/۱۰/۱ 2014.12.22	468^{a}	36^{d}	28.46^{de}	4713.01^{b}	9413.78^{b}	49.83^{a}

*میانگین‌های دارای یک حرف مشترک، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح ۵ درصد) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

*Means in each column, following the same letter(s) are not significantly different at the 5% level of probability (by Duncan test).

References منابع مورد استفاده

- Abdoli, M., and M. Saeidi. 2013. Evaluation of water deficiency at the post anthesis and source limitation during grain filling on grain yield, yield formation, some morphological and phonological traits and gas exchange bread wheat cultivar. *Albanian Journal of Agricultural Sciences*. 12(2): 255-265.
- Abdoli, M., M. Saeidi, S. Jalali-Honarmand, S. Mansourifar, M.E. Ghobadi, and K. Cheghamirza. 2013. Effect of source and sink limitation on yield and some agronomic characteristics in modern bread wheat cultivars under post anthesis water deficiency. *Acta Agriculture Slovenica*. 101: 173-182.
- Ahmadamini, T., B. Kamkar, and A. Soltani. 2011. The effect of planting date on partitoning coefficient in some species of wheat. *Electronic Journal Crop Production*. 4(1): 131-150. (In Persian).
- Ahmadi, A., A. Siosemordeh, and A. Zali. 2004. Compare saving ability and remobilization of assimilate matter and share of them at four genotypes yield under optimum irrigation condition and drought stress. *Iranian Journal of Agriculture Science*. 35: 82-93.
- Alam, M., A. Rahman, M. Nesa, S. Khan, and N. Siddquie. 2008. Effect of source and/or sink restriction on the grain yield in wheat. *Journal of applied sciences research.* 4: 258-261.
- Alizadeh, O., K. Farsinejad, S. Korani, and A. Azarpanah. 2014. A study on source-sink relationship, photosynthetic ratio of different organs on yield and yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5(1): 69-79.
- Bijanzadeh, E., and Y. Emam. 2010. Effect of defoliation and drought stress on yield components and chlorophyll content of wheat. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 13: 699-705.
- Birsin, M. A. 2005. Effects of removal of some photosynthetic structures on some yield components in wheat. *Tarim Bilimleri Dergisi.* 11: 364-367.
- Felekari, H., M. Eghbal Ghobadi, M. Ghobadi, S. Jalali Honarmand, and M. Saeidi .2014. The effect of post anthesis source and sink limitation in wheat cultivars under moderate condition. *International Journal of Biosciences*. 5(5): 52-59.
- Mahfoozi, S., and S. Jasemi. 2010. Study of the possibility of increasing grain yield by increasing grain weight in winter and facultative wheat genotypes with manipulating sink capacity. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 12: 76-84. (In Persian).
- Maydup, M. L., M. Antonietta, J. J. Guiamet, C. Graciano, J. R. Lopez, and E. A. Tambussi. 2013. The contribution of ear photosynthesis to grain filling in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Research*. 119: 48-58.
- Modhej, A. 2011. Evaluation physiological relation source and sink at wheat genotypes (*Triticum aestivum* and *T. durum*) and Triticale (*Triticale hexaploid* Lart) under Ahvaz condition. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 9(2): 258-264.
- Najafian, G., and A. Shabani. 2010. The effects of terminal water stress on physiological cahractersitics and sink-source relations in two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences.* 12: 392-408. (In Persian).

- Nouriyani, H. 2015. Effect of paclobutrazol on the amount of redistribution of assimilates to the grain of three cultivars of wheat (*Triticum aestivum* L.) under heat tension conditions. *Crop Physiology Journal*. 7(25): 89-104. (In Persian).
- Papakosta, D. K., and A. A. Gayianas. 2014. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Agronomy Journal*. 83: 804-807.
- Radmehr, M., and A. Naderi. 2005. A study on source-sink relationship of wheat genotypes under favorable and terminal heat stress conditions in Khuzestan. *Iranian Journal of Crop Sciences.* 7: 112-120. (In Persian).
- Radmehr, M., Gh. A. Ayneh, and A. Naderi. 2004. A study on source-sink relationship of wheat genotypes under favorable and terminal heat stress condition in Khuzestan. *Iranian Journal of Crop Sciences.* 6(2): 101-113. (In Persian).
- Reynolds, M., M. J. Foulkes, G. A. Slafer, P. Berry, M. A. J. Parry, J. W. Snape, and W. J. Angus. 2013. Raising yield potential in wheat. *Journal of Experimental Botany.* 60: 1899-1918.
- Rosati, A., and T. M. Djong. 2003. Estimating photosynthetic radiation use efficiency using incident light and photosynthesis of individual leaves. *Annals of Botany.* 91: 869-877.
- Rosati, A., S. G. Metcalf, and B. D. Lampinen. 2012. A simple method to estimate photosynthetic radiation use efficiency of canopies. *Annals of Botany*. 101: 567- 574.
- Saeidi, M., and F. Moradi. 2011. Effect of post-anthesis water stress on remobilization of soluble carbohydrates from peduncle and penultimate internodes to the developing grains of two bread wheat cultivars. *Iranian Journal of Crop Science.* 13(3): 548-564. (In Persian).
- Saeidi, M., F. Moradi, A. Ahmadi, R. Spehri, G. Najafian, and A. Shabani. 2010. The effects of terminal water stress on physiological characteristics and sink-source relations in two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Science.* 12(4): 392-408. (In Persian).
- Saeidi, M., F. Moradi, and S. J. Honarmand. 2011. Contribution of spike and leaves photosynthesis and soluble stem carbohydrates remobilization in grain yield formation in two bread wheat cultivars under post-anthesis stress conditions. *Seed and Plant Production Journal*. 27: 1-19. (In Persian).
- Savin, R., and G.A. Slafer. 1991. Shading effects on the yield of an Argentinean wheat cultivar. *Journal of Agricultural Science*116: 1-7.
- Scott, R.K., and K. W. Jaggard. 2013. Impact of weather, agronomy and breeding on yields of sugar beet grown in UK since 1970. *Journal of Agricultural Science Cambridge.* 134:341-352.
- Shahryari, R., E. Gurbanov, A. Gadimov, and D. Hassanpanah. 2014. Tolerance of 42 bread wheat genotypes to drought stress after anthesis. *Pakistan Journal of Biological Sciences.* 11(10): 1330-1335.
- Tavakoli, A., A. Ahmadi, and H. Alizade. 2009. Some aspects of physiological performance of sensitive and tolerant cultivars of wheat under drought stress conditions after pollination. *Iranian Journal of Crop Science.* 40(1): 197-211. (In Persian).

Source-Sink Relationship in Wheat as Affected by Planting Date

Shorangiz Tavanaee[1], and Shahram Lack[2]*

Received: October 2015, Revised: 10 January 2016, Accepted: 13 September 2016

Abstract

To evaluate effect of photosynthate availability under terminal heat stress on yield and yield components of wheat, this research was conducted in a split plot experiment based on randomized complete block design (RCBD) with three replications at the Research Farm of Islamic Azad University of Ahvaz in 2015 cropping season. Treatments were defoliation in four levels: removal of two upper leaves, flag leaf removal, complete removal of spikelet at one side of spike and control (non-manipulated) which assigned to main plots and three planting date including (Nov. 21st , Dec. 5st and Dec. 21st) to subplots. Results showed that defoliation had significant effect on number of grains/spike, 1000 grain weight, grain yield, biological yield and harvest index at one percent probability level. Planting date also affected number of spike/m^2, number of grains/spike, 1000 grain weight, grain yield, biological yield, and harvest index significantly at one percent probability level. The interaction effect of defoliation and planting date on the number of grains/spike, 1000 grain weight, grain yield, biological yield and harvest index was also significant. The highest grain yield (5691 kg.ha^{-1}) belonged to the control treatment (no defoliation) at first planting date (Nov. 21st). This was due to the not coinciding filling periods to terminal heat stress of growing season where maximum assimilates were produced. The lowest grain yield (2123 kg.ha^{-1}) belonged to delayed sowing and removal of spikelet at one side of spike. Maturity of plants during 3rd planting date (Dec. 21st) was coincided to heat stress and thus reduced assimilate production.

Key words: Sowing date, Source-sink limitation, Wheat.

1- Department of Agronomy, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2- Professor, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
* *Corresponding Author: sh.lack50@gmail.com*