مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال سیزدهم، شماره چهل و پنجم، ۱۴۰۰

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

بررسی میزان انتقال مجدد ماده خشک مواد فتوسنتزی و سهم آن‌ها در عملکرد ارقام و لاین‌های مختلف گندم نان در اردبیل

رقیه ذبیحی محمود آباد[۱]، احمد توبه[۲]، معرفت قاسمی[۳]، شهزاد جماعتی ثمرین[٤]

دریافت: ۹۵/۸/۲۶ پذیرش: ۹۸/۳/۲۶

چکیده

به منظور بررسی میزان انتقال مجدد ماده خشک مواد فتوسنتزی و سهم آن‌ها در عملکرد ارقام و لاین‌های مختلف گندم نان در اردبیل، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با ده رقم (شامل: Uroom، Zare، MV-Magdalena، Soissons، MV-Toborzo، Mihan، Pishgam، FD-11111 و FD-12073) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل در سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤ به اجرا آمد. نتایج تجزیه واریانس، نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام و لاین‌های مورد مطالعه، برای صفات مختلف بود. لاین FD-11111 دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله، بیشترین عملکرد دانه در مترمربع و سهم در پر شدن و رشد دانه (۷٤۱۷/۹ گرم در مترمربع) بود. رقم MV-bodri دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک در مترمربع، درصد سهم فرآیند انتقال مجدد ماده خشک اندام‌های هوایی (۱۹/۷۲۳ درصد) در عملکرد دانه و میزان انتقال ماده خشک از کل اندام‌های هوایی به دانه بود. رقم MV-Magdalena نیز دارای کمترین عملکرد بیولوژیک و بیشترین شاخص برداشت، بیشترین درصد (٤۷/۷۹۷ درصد) کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی و با ۳/۵۷ درصد دارای بیشترین کارآیی فتوسنتز جاری بود. بیشترین سهم فتوسنتز جاری در رقم زارع (۸۹/۹۲۳ گرم در مترمربع) که دارای کمترین سهم انتقال مجدد ماده خشک بود، به‌دست آمد. بنابراین به طورکلی می‌توان گفت که سهم فتوسنتز جاری در افزایش عملکرد دانه بسیار بیشتر بود و لاین FD-11111 در بین ارقام مورد مطالعه، بهترین لاین بود.

واژه های کلیدی: فتوسنتز جاری، عملکرد دانه، گندم، کارآیی انتقال مجدد ماده خشک، شاخص برداشت.

ذبیحی محمود آباد، ر.، ا. توبه، م. قاسمی و ش. جماعتی ثمرین. ۱٤۰۰. بررسی میزان انتقال مجدد ماده خشک مواد فتوسنتزی و سهم آن‌ها در عملکرد ارقام و لاین‌های مختلف گندم نان در اردبیل. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۵: ۵۷-٤۰.

۱- کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران - مسئول مکاتبات: rzabihi73@gmail.com

۲- استاد گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳- استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

٤- دانشجوی دکتری آگروتکنولوژی، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) از گیاهان مهم زراعی و مهم‌ترین منبع غذایی بشر محسوب می‌شود (راشد محصل و همکاران، ۱۳۸۰). گندم یکی از محصولات راهبردی بوده و از نظر ارزش غذایی نیز دارای اهمیت بالایی می‌باشد (فائو[1]، ۲۰۱۰). براساس آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳، از حدود ۱۱/۳۸ میلیون هکتار سطح برداشت محصولات زراعی حدود ۸/۱۷ میلیون هکتار معادل ۷۱/۸٦ درصد سطح برداشت مربوط به غلات می‌باشد و از این مقدار ٤٤/۵۲ درصد آن مربوط به اراضی با کشت آبی و ۵۵/٤۸ درصد بقیه به صورت کشت دیم بوده است. سطح گندم ٦۹/۹۲ درصد از کل سطح برداشت غلات بود. از مجموع ۷۷/۰٤ میلیون تن محصولات زراعی، مقدار ۱۸/۲٤ میلیون تن معادل ۲۳/٦۸ درصد، مربوط به غلات بوده که ۷٤/٤۲ درصد از اراضی با کشت آبی و ۲۵/۵۸ درصد بقیه از اراضی با کشت دیم حاصل شده است (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۵). هر چند که میزان سطح زیر کشت گندم آبی در ایران نسبت به کشت دیم در سطح پایین‌تری قرار دارد ولی حدود ۳/٤ درصد از تولید گندم کشور متعلق به اراضی آبی می‌باشد. در این اراضی با توجه به بحران کمبود آب لزوم انجام تحقیقات در زمینه آبیاری محدود اجتناب ناپذیر است. محدودیت آب در اراضی گندم آبی عموما در اواخر فصل رشد آن اتفاق می‌افتد و دلیل اصلی این امر رقابت با آبیاری‌های پایانی گندم در مرحله دانه‌بندی است، این محدودیت آبیاری بسته به زمان آن می‌تواند تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد گندم داشته باشد، با درک اثر این تنش‌ها و تعیین چگونگی واکنش ارقام گندم به این تنش‌ها می‌توان بهترین واکنش گیاه را شناسایی و موفق‌ترین لاین‌ها را از این لحاظ تعیین کرد.

عملکرد دانه در گندم ناشی از اثرات تجمعی اجزاء متشکله آن می‌باشد که این اجزاء تحت تاثیر اعمال مدیریت، محیط و ژنوتیپ قرار می‌گیرند (آیدین[2] و همکاران، ۲۰۱۰). گونزالز[3] و همکاران (۲۰۰۳) معتقدند که تعداد گلچه که در مرحله قبل از گرده‌افشانی تعیین می‌شود، نقش مهم و تعیین‌کننده‌ای در تعیین تعداد دانه در گندم دارد. طهماسبی[4] و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند بین صفات تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اختلاف، معنی‌داری در بین لاین‌های امیدبخش گندم وجود داشت.

عظیم‌زاده (۱۳۸۹) در بررسی ارقام مختلف گندم، گزارش کردند که ارقام چمران و کراس سبلان دارای بالاترین عملکرد دانه بودند. فروزانفر و همکاران (۱۳۹۰) نتیجه گرفتند ارقام داراب ۲، پیشتاز، آذر۲ و چناب دارای بیشترین عملکرد دانه بودند. یکی از عوامل مهم تأثیرگذار در عملکرد اقتصادی بسیاری از گیاهان زراعی از جمله گندم توانایی اندام‌های سبز گیاه در میزان تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به طرف دانه‌های در حال پر شدن می‌باشد (واردلاو، ۱۹۹۰). حرکت مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن یا محل‌های مصرف مبتنی بر تولید مواد فتوسنتزی منبع از یک طرف و ظرفیت مخزن از طرف دیگر است که در صورت عدم تعادل بین آن‌ها عملکرد کاهش می‌یابد. هنگامی که قدرت منبع در تولید مواد فتوسنتزی کاهش می‌یابد، سهم ترکیباتی که مجددا به حرکت در آمده و به دانه منتقل می‌شوند افزایش می‌یابد (برزگری و پوستینی، ۱۳۷۷). منابع اصلی کربن در گیاهان شامل فتوسنتز جاری برگ‌ها و سایر اندام‌های سبز نظیر ساقه، سنبله و ریشک و همچنین انتقال مجدد مواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی در مراحل قبل از گرده-افشانی می‌باشد (بوراس و همکاران، ۲۰۰٤). در غلات، از جمله گندم در طی دوره‌ای از رشد، تجمع ماده خشک در گیاه بیشتر از میزان مصرف آن جهت رشد است، در این حالت مواد فتوسنتزی مازاد به‌صورت قندهای مختلف اغلب در ساقه ذخیره می‌شوند و در مراحل بعدی رشد که معمولا از دو تا سه هفته پس از گلدهی شروع می‌شود به دانه انتقال می‌یابند (صبری و همکاران، ۱۹۹۵). بنابراین می‌توان گفت که دو نوع منبع کربوهیدراتی در تأمین مواد فتوسنتزی هنگام پر شدن دانه شرکت دارند: محصولات فتوسنتز جاری که مستقیما به دانه انتقال می‌یابد، و توزیع مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده در بافت‌های ذخیره‌ای که مواد مذکور را در طی دوره تاریکی شبانه روزی و همچنین در انتهای مرحله پر شدن دانه تأمین می‌کنند. در این دوره فعالیت دستگاه‌های فتوسنتزی تا حدی کاهش یافته و سرعت تجمع ماده خشک در دانه از سرعت تولید آن در کل گیاه بیشتر است (اسچنیدر، ۱۹۹۳). سهم آسیمیلات‌های قبل از گلدهی به وزن سنبله وابسته به میزان ماده‌ای است که بین گلدهی و رسیدگی انتقال می‌یابد و کارایی تبدیل‌های ماده انتقالی به داخل سنبله (دانه) است (گبینگ و همکاران، ۱۹۹۹). پرچولیچ و مام سیلوویچ (۲۰۰۳) طی آزمایشی چند ساله نشان دادند که در بین ارقام جو بهاره، برخی ارقام در شرایط مساعد با توجه به عملکرد دانه‌ای که بایستی تولید می‌کردند، مقدار زیادی از مادهٔ خشک تولیدی را از زمان گلدهی تا مرحله رسیدگی از دست

1- FAO (Food and Agriculture Organization)
2. Aydin
3. Gonzalez
4 . Tahmasebi

می‌دهند، که نشان می‌دهد بخش عمده‌ای از ذخیرهٔ مادهٔ خشک مرحله قبل از گلدهی برای مخازن دیگر غیر از دانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین ارقامی که سهم بیشتری از مادهٔ خشک قبل از گلدهی آن‌ها در عملکرد دانه متبلور است، در نهایت عملکرد پایین‌تری تولید می‌کردند. اگر چه ضریب همبستگی بین مادهٔ خشک انتقال یافته قبل از گلدهی و عملکرد دانه معنی‌دار بود. شیرمن و همکاران (۲۰۰۵) اشاره کردند که در گندم‌های جدید انگلستان مقدار ذخیره‌سازی و انتقال مجدد بیشتر از گندم‌های پابلند قدیمی بود. الزاماً نمی‌توان گفت که رقم دارای ذخیره‌سازی زیاد دارای انتقال مجدد بالا نیز می‌باشد. علت این موضوع ارتباط تنگاتنگ میان قدرت منبع، قدرت مخزن و شرایط محیطی با ذخیره‌سازی و انتقال مجدد کربن می‌باشد. در حالی که برخی گزارش‌ها به همبستگی مثبت بین مقدار ذخیره‌سازی و انتقال مجدد اشاره کرده‌اند (اهدایی و همکاران، b ۲۰۰۶) تعدادی دیگر نیز حاکی از نبود رابطه مشخص بین این دو بوده است (ازیک و زوفاجووا، ۲۰۰۶). در این راستا، کروز آگادا و همکاران (۲۰۰۰) تسهیم کربن را در سه رقم گندم با خصوصیات متفاوت مورفولوژیکی در ۳ تاریخ کاشت بررسی کرده و اشاره به وجود تنوع ژنتیکی برای ذخیره‌سازی و انتقال مجدد در بین ارقام مورد استفاده کردند.

هدف از این آزمایش، بررسی میزان انتقال مجدد ماده خشک مواد فتوسنتزی و سهم آن‌ها در عملکرد ارقام و لاین‌های مختلف گندم نان در اردبیل و تعیین بهترین رقم از بین ارقام مورد مطالعه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با ۱۰ رقم و لاین امید بخش گندم (جدول ۱) (ارقام مورد آزمایش عبارت بودند از: Uroom، Zare، MV-Magdalena، Soissons، MV-Toborzo، Mihan، Pishgam، FD-11111 و FD-12073)، در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا در آمد. این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل اجرا گردید. این منطقه در شمال غربی کشور، بین مختصات جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۲ دقیقهٔ عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقهٔ طول شرقی و همچنین ارتفاع ۱۳۵۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است.

دی استفاده شد. زمین مورد کشت پس از شخم و دیسک و بر اساس توصیه کودی آزمون خاک، کود پاشی شد.

جدول ۱- مشخصات لاین‌ها و ارقام گندم مورد ارزیابی

شماره	لاین/ رقم	تیپ رشد	ارتفاع بوته	شماره	تیپ رشد	تیپ رشد	ارتفاع بوته
۱	Uroom	زمستانه	۸۸	٦	MV-Toborzo	نیمه زمستانه	۸۸
۲	Zare	زمستانه	۹۸	۷	Mihan	زمستانه	۸۵
۳	MV-Magdalena	زمستانه	۸۸	۸	Pishgam	زمسنانه	۸٦
٤	MV-bodri	زمستانه	۸۵	۹	FD-11111	زمستانه	۷۸
۵	Soissons	نیمه زمستانه	۹۲	۱۰	FD-12073	زمستانه	۸٤

شاخص‌های مورد اندازه‌گیری و محاسبه شامل: عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت (نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیکی) و صفات انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از اندام‌های هوایی به دانه، سهم فرآیند انتقال مجدد ماده خشک، کارآیی انتقال مجدد ماده خشک، میزان فتوسنتز جاری، کارآیی فتوسنتز جاری و سهم فتوسنتز جاری بودند. به منظور بررسی میزان انتقال ماده خشک، سهم انتقال مجدد ماده خشک در عملکرد دانه و میزان مشارکت ذخایر ساقه در عملکرد دانه، میزان انتقال ماده خشک، از زمان قبل از ظهور سنبله تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک اندازه‌گیری شد. برای این منظور، در مرحله قبل از ظهور سنبله در خطوط اصلی هر کرت تعدادی بوتهٔ مشابه و یکنواخت (جهت نمونه‌برداری) علامت‌گذاری شده و از مرحله قبل از ظهور سنبله (۴۵-۴۷ زادوکس) تا رسیدگی فیزیولوژیک (۹۰ زادوکس) (زادوکس[1] و همکاران، ۱۹۷٤)، هر سه تا چهار روز یک‌بار و در هر مرحله سه بوته از هر کرت برداشت شد. بوته‌های برداشت شده به ساقه، برگ و دانه تفکیک شده و پس از خشک کردن (در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت یا بیشتر تا زمان ثابت شدن وزن آن‌ها) توزین و از طریق روابط زیر میزان انتقال ماده خشک و سایر صفات اشاره شده در بالا

1- Zadoks

محاسبه شد (بانتینگ و درنان، ۱۹٦٦، نیو و همکاران ۱۹۹۳، پاپاکوستا و گاگیانس، ۱۹۹۱).

جدول ۲- نتایج فیزیکوشیمیایی نمونه خاک مزرعه مورد آزمایش

بافت	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	درصد آهک	درصد اشباع	پ.هاش	(ds/m) شوری
رس لوم	۳۱	۳۰	۳۹	۵	۵۳	۷/۷٦	۲/۰٤
منگنز (ppm)	مس (ppm)	آهن (ppm)	روی (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفرقابل جذب (ppm)	نیتروژن (ppm)	درصد کربن آلی
٤/۲۷	۸/۵٦	۲/۵۲	۲/۳۲	۵۹٤	۲/۲	۰/۰۸	۰/۸۵۸

وزن خشک اندام هوایی در مرحله رسیدگی (به جز دانه) – حداکثر وزن خشک اندام هوایی در ابتدای گرده افشانی = انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از اندام‌های هوایی به دانه

(گرم در مترمربع از اندام هوایی) (گرم در مترمربع از اندام هوایی) (گرم در مترمربع از اندام هوایی)

$$\text{سهم فرآیند انتقال مجدد ماده خشک اندام هوایی در عملکرد دانه (درصد)} = \frac{\text{انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از اندام هوایی به دانه}}{\text{عملکرد دانه}} \times ۱۰۰$$

$$\text{کارآیی انتقال مجدد ماده خشک اندام هوایی (گرم بر گرم)} = \frac{\text{انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از اندام هوایی (گرم در مترمربع)}}{\text{وزن خشک اندام‌های رویشی در ابتدای گرده افشانی (گرم در مترمربع)}} \times ۱۰۰$$

میزان انتقال مجدد (گرم در مترمربع) – عملکرد دانه (گرم در مترمربع) = میزان فتوسنتز جاری (گرم در مترمربع)

$$\text{کارآیی فتوسنتز جاری (گرم در مترمربع)} = \frac{\text{میزان فتوسنتز جاری (گرم در متر مربع}}{\text{وزن خشک اندام‌های رویشی در ابتدای گرده افشانی (گرم در مترمربع)}} \times ۱۰۰$$

سهم انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای – ۱۰۰ = سهم فتوسنتز جاری (درصد)

جدول ۳- مشخصات جوی محل آزمایش آزمایش در سال زراعی ۹۵-۹٤

پارامتر	ایستگاه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
بارندگی (mm)	اردبیل	۵۸/۳	٤٦/٦	۱۳/۹	٦/٤	۲٤/۹	۳٦/۷	۵۹/٦	۲۹/۷	۱٤/۲	۲/۲
میانگین حداقل دما (^{0}c)	اردبیل	۷/۵	۳/۳	-۲/۲	-۱/٦	-٤/۸	۰/۲	۱/۷	۹/۱	۱۲/۲	۱٤/٤
میانگین حداکثر دما (^{0}c)	اردبیل	۱۹/۲	۱۱/۹	۷	۸/٤	۵/٦	۱۳/۵	۱۳/۳	۲۰/۹	۱۲/۸	۲٤/۸
میانگین دمای روزانه (^{0}c)	اردبیل	۱۳/۳	۷/٦	۲/۵	۳/٤	۰/٤	٦/۹	۷/۵	۱۵	۱۷	۱۹/٦
تعداد روزهای زیر صفر	اردبیل	۰	۹	۲۲	۲۱	۲٦	۱٤	۱۲	۰	۰	۰
میزان تبخیر (mm/day^{-1})	اردبیل	۱۳٦/۹	٦۳	۱/۸	۰	۰	۰	۰	۱۷۳/۲	۲۱۲/۲	۲۵۵
میانگین رطوبت نسبی (٪)	اردبیل	۷۲/۱	۷٦/۱	٦۵/٤	۵۸/۷	۷۳/۷	٦۵/۲	۷۲/۲	٦٦/۵	۱۷	۱۹/٦

ماخذ: اداره کل هواشناسی استان اردبیل

در هر یک از روابط زیر افت‌های تنفسی در نظر گرفته نشده است و فرض شده که تنفس برای شرایط محیطی مورد استفاده در این بررسی یکسان است. اهدایی و ونیز (۱۹۹٦) هم در بررسی‌های مربوط به تنوع ژنتیکی انتقال مجدد در گندم چنین فرضی را صحیح دانسته‌اند.

در پایان دوره رشد بوته (۱۰۰ زادوکس) و بعد از این که بوته-ها به طور کامل رسیدند، برای اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد گندم، حدود ۱/۵ مترمربع از هر کرت را کف‌بر کرده و در داخل کیسه‌هایی گذاشته و به آزمایشگاه منتقل گردید و با استفاده از این نمونه‌ها میزان عملکرد و اجزای عملکرد، برخی از صفات مورفولوژیکی و وزن خشک بوته‌ها نیز اندازه‌گیری شد.

برای تجزیه واریانس و تجزیه همبستگی داده‌ها از نرم افزار SAS و برای داشتن یک ارزیابی دقیق از وضعیت لاین‌ها و ارقام و نها یتاً گروه‌بندی آنها، از روش آماری تجزیه خوشه‌ای و با استفاده از نرم افزار SPSS استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها نیز، به وسیله آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس (جدول ٤) برای تعداد دانه در سنبله نشان داد که ارقام مختلف از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین برای این صفت نشان داد لاین FD-11111 دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله بود و رقم MV-Toborzo نیز کمترین تعداد دانه در سنبله را داشت (جدول ۵). عملکرد دانه در گندم ناشی از اثرات تجمعی اجزاء متشکله آن می‌باشد که این اجزاء تحت تاثیر اعمال مدیریت، ژنوتیپ قرار می‌گیرند (آیدین[1] و همکاران، ۲۰۱۰). طهماسبی[2] و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند بین صفات تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در بین لاین‌های امیدبخش گندم وجود داشت. نجیب و وانی[3] (۲۰۰٤) گزارش کردند عملکرد دانه با تعداد پنجه بارور در بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. ابراهیم[4] (۲۰۰۵) همبستگی عملکرد دانه با وزن هزار دانه، وزن سنبله و تعداد سنبلهچه در سنبله مثبت و معنی‌دار اعلام نمودند. نارویی‌راد و همکاران (۱۳۸۵) رابطه بین عملکرد با طول سنبله، وزن صد دانه، تعداد پنجه، ارتفاع، قطر ساقه، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری اعلام نمودند. نتایج بدست آمده در این آزمایش نیز مطابق با نتایج بدست آمده در تحقیقات فوق‌الذکر می‌باشد به طوری که مشاهده شد که لاین FD-11111 که دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله بود دارای بیشترین عملکرد نیز می‌باشد (جدول ۵). با بررسی صفات کمی و کیفی ارقام و لاین‌های برتر جو در آزمایش مقایسهٔ عملکرد یکنواخت منطقهٔ معتدل تجزیه واریانس عملکرد آن‌ها نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ و محیط معنی‌دار بوده و ارقام و لاین‌های برتر را براساس عملکرد مشخص نمود (مبصر و همکاران، ۱۳۷۹). عوامل مختلف محیطی و ژنتیکی تعداد دانه در سنبله را تحت تأثیر قرار می‌دهند. دمای زیاد محیط در مرحله تورم سنبله و ظهور سنبله باعث اختلال در تقسیم سلول‌های مادر دانه گرده و عدم تکامل مطلوب آن‌ها شده و می‌تواند تعداد دانه در سنبله را کاهش دهد (اورتز- موناستسریو[5] و همکاران، ۱۹۹٤).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ٤) برای عملکرد دانه در مترمربع نشان داد که ارقام مختلف از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین برای این صفت نشان داد لاین FD-11111 دارای بیشترین عملکرد دانه در مترمربع بود و رقم اوروم نیز کمترین عملکرد دانه در مترمربع را به خود اختصاص داد. رقم اوروم نسبت به لاین FD-11111 حدود ۳۰ درصد عملکرد کمتری تولید کرده است و با اختلاف معنی‌دار در پایین‌ترین مقدار از نظر عملکرد قرار گرفته است. ارقام و لاین‌های میهن، FD-12073 و پیشگام از نظر آماری در گروه مشترک با لاین FD-11111 قرار داشتند (جدول ۵). اختلاف معنی‌دار عملکرد در ارقام مختلف مورد بررسی در تحقیقات گذشته نیز اعلام شده است به‌طوری که عظیم‌زاده (۱۳۸۹) با بررسی ارقام مختلف گندم گزارش کردند ارقام چمران و کراس سبلان دارای بیشترین عملکرد دانه، بودند. فروزانفر و همکاران (۱۳۹۰) نتیجه گرفتند ارقام داراب ۲، پیشتاز، آذر۲ و چناب دارای بیشترین عملکرد دانه بودند. طهماسبی[6] و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند در بین صفات تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در بین لاین‌های امیدبخش گندم وجود داشت. نواز و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی‌های خود، اعلام نمودند ژنوتیپ Kaghan-93 دارای وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه بیشتری بود. عملکرد دانه در گندم ناشی از

1. Aydin
2 . Tahmasebi
3 . Najeeb and Wani
4 . Ibrahim
5. Ortiz-Monasterio
6 . Tahmasebi

اثرات تجمعی اجزاء متشکله آن می‌باشد که این اجزاء تحت تأثیر اعمال مدیریت، ژنوتیپ و اثرمتقابل محیط با ژنوتیپ قرار می‌گیرند (آیدین و همکاران، ۲۰۱۰). وانگ و همکاران (۲۰۱۰) اجزای عملکرد دانه در گندم را به حاصل ضرب تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه نسبت داده است. آن‌ها گزارش کردند ارقام پرمحصول در مقایسه با ارقام کم محصول دارای تعداد دانه بیشتری در مترمربع بوده اما وزن هزار دانه آن‌ها کمتر است و افزایش بالقوه عملکرد گیاهان زراعی در گرو شناخت دقیق فرآیندهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک کنترل کننده عملکرد است. سینکلار و جامیسسن (۲۰۰۶) گزارش کردند عملکرد دانه و به ویژه تعداد دانه به واسطه تامین منابع در طول فصل رشد به شدت محدود می‌شود. محفوظی و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی روش‌های اصلاحی برای افزایش عملکرد گندم در نواحی خشک و سرد ایران گزارش کردند تنوع ژنتیکی در میان ژنوتیپ‌ها ممکن است به افزایش عملکرد دانه در نواحی خشک کمک کند، سرعت بیشتر پر شدن دانه، ویژگی اغلب گندم‌های ایرانی است که به طور گسترده در نواحی خشک ایران با تنش‌های آخر فصل مواجه می-باشند، نتیجه این که، انتخاب ارقامی با سرعت بیشتر پر شدن دانه و اندازه بزرگ‌تر دانه ممکن است تولیدات گندم را در نواحی خشک ایران افزایش دهد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس (جدول ٤) برای عملکرد بیولوژیک در مترمربع نشان داد که ارقام مختلف از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) برای این ویژگی نشان داد رقم MV-bodri دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک در مترمربع بود و رقم MV-Magdalena نیز با اختلاف معنی‌داری کمترین عملکرد بیولوژیک در مترمربع را داشت. ارقامی که دارای اندام‌های هوایی زیاد باشند نسبت به ارقامی که دارای اندام‌های هوایی کم حجم باشند، می‌توانند عملکرد بیولوژیک بیشتری در مترمربع داشته باشند. وصالی (۱۳۹۳) با بررسی صفات کمی ۲۰ ژنوتیپ گندم، نتیجه گرفتند بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه کل در بوته، تعداد پنجه بارور در بوته، طول سنبله اصلی، تعداد و وزن دانه در بوته، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. رونقی (۱۳۹۳) با بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد ۱۱ لاین و رقم پیشرفته گندم نان گزارش کردند بین لاین‌های مورد مطالعه از لحاظ صفات تعداد پنجه در بوته، طول ریشک، طول سنبله اصلی، ارتفاع بوته، طول پدانکل، وزن سنبله در بوته، وزن دانه در سنبله اصلی، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله اصلی، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. طهماسبی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند بین صفات تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در بین لاین‌های امیدبخش گندم وجود داشت و این نتایج مشابه نتایج به‌دست آمده در این تحقیق می‌باشد.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس (جدول ٤) برای شاخص برداشت نشان داد که ارقام مختلف از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) برای این صفت نشان داد رقم MV-Magdalena دارای بیشترین درصد شاخص برداشت بود و رقم اوروم نیز با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه کمترین درصد شاخص برداشت را به خود اختصاص داد این در حالی بود که رقم اوروم از نظر آماری با رقم MV-bodri در گروه یکسان و با رقم سایسونز نیز در گروه مشترک قرار داشت. رقم MV-Magdalena علی‌رغم این که دارای عملکرد اقتصادی متوسط بوده ولی با توجه به این که دارای کمترین عملکرد بیولوژیکی نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه بود بنابراین از تقسیم عملکرد اقتصادی آن بر عملکرد بیولوژیک بسیار پایین، موجب شده که این رقم دارای بیشترین شاخص برداشت باشد و همچنین رقم اوروم نیز چون دارای کمترین عملکرد اقتصادی بوده و نسبت به رقمی که دارای بیشترین عملکرد دانه بود، حدود ۳۰ درصد اختلاف عملکرد نشان داده بود بنابراین در تقسیم مقدار پایین عملکرد اقتصادی به بیولوژیک چون صورت کسر بسیار پایین بود باعث شده که کمترین شاخص برداشت نیز برای این رقم به دست آید نتایج تحقیقات بسیاری در گذشته نیز حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار برای شاخص برداشت در بین ارقام مورد مطالعه می‌باشد به طوری که اسلافر و آندراده (۱۹۹۳) در بررسی صفات مؤثر در افزایش عملکرد ارقام مختلف گندم دریافتند، شاخص برداشت از مهم‌ترین صفات مؤثر در بهبود عملکرد این ارقام بود. دلبرانکو و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه داشت. پیردشتی و همکاران

(۲۰۱۲) در بررسی صفات موثر بر عملکرد دانه ٦٠ ژنوتیپ گندم نان با استفاده از روش‌های مختلف آماری گزارش کردند صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه در یک گروه قرار دارند و دستیابی به ژنوتیپ‌های گندم دارای عملکرد بالا با انتخاب مواد اصلاحی دارای قطر ساقه، تعداد دانه و وزن هزار دانه بالا موثر است.

میزان انتقال ماده خشک از کل اندام‌های هوایی به دانه

نتایج تجزیه واریانس به دست آمده برای میزان انتقال ماده خشک از کل اندام‌های هوایی (ساقه، برگ و سنبله) به دانه نشان داد که ارقام مختلف از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند (جدول ٤). مقایسه میانگین انجام شده برای ارقام مورد مطالعه در این صفت نشان داد (جدول ٥) رقم MV-bodri دارای بیشترین میزان انتقال ماده خشک از کل اندام‌های هوایی به دانه بود و این رقم با ارقام و لاین‌های میهن، پیشگام، MV-Toborzo و FD-11111 و سایسونز در گروه مشترک قرار داشتند و رقم زارع نیز با اختلاف معنی داری کمترین میزان انتقال ماده خشک از کل اندام‌های هوایی به دانه بوده و با ارقام اوروم، FD-12073 و MV-Magdalena در گروه مشترک قرار گرفتند. علت وجود اختلاف معنی‌دار برای این صفت در بین ارقام مختلف را می‌توان به تفاوت کارآیی ژنوتیپ‌های گندم، از نظر انتقال مجدد نسبت داد که این نتایج با یافته های ایکسیو و همکاران (۲۰۰٦) مطابقت دارد. لمایر و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که در غلات پس از مرحله گرده‌افشانی، غلظت نیتروژن در برگ‌ها و همین‌طور فعالیت متابولیکی به دلیل پیشرفت پیری کاهش می‌یابد. در این زمان فرآیند انتقال مجدد اتفاق می‌افتد، برگ‌های مسن‌تر نیتروژن خود را به‌صورت اسیدهای آمینه به‌دست آمده از تجزیه پروتیین‌ها به اندام‌های جوان در حال رشد مانند برگ‌های جوان و دانه‌ها منتقل می‌نمایند. می‌توان گفت که دو نوع منبع کربوهیدراتی در تأمین مواد فتوسنتزی هنگام پر شدن دانه شرکت دارند: محصولات فتوسنتز جاری که مستقیما به دانه انتقال می‌یابد و توزیع مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده در بافت‌های ذخیره‌ای که مواد مذکور را در طی دوره تاریکی شبانه‌روزی و همچنین در انتهای مرحله پر شدن دانه تأمین می‌کنند، در این دوره فعالیت دستگاه‌های فتوسنتزی تا حدی کاهش یافته و سرعت تجمع ماده خشک در دانه از سرعت تولید آن در کل گیاه بیشتر است (اسچنیدر، ۱۹۹۳). سهم آسیمیلات‌های قبل از گلدهی به وزن سنبله وابسته به میزان ماده‌ای است که بین گلدهی و رسیدگی انتقال می‌یابد و کارایی تبدیلات ماده انتقالی به داخل سنبله (دانه) است (گبینگ و همکاران، ۱۹۹۹). پرچولیچ و مام سیلوویچ (۲۰۰۳) طی آزمایشی چند ساله نشان دادند که در بین ارقام جو بهاره، برخی ارقام در شرایط مساعد با توجه به عملکرد دانه‌ای که بایستی تولید می‌کردند، مقدار زیادی از مادهٔ خشک خودشان را از زمان گلدهی تا مرحله رسیدگی از دست می‌دهند، که نشان می‌دهد بخش عمده‌ای از ذخیرهٔ مادهٔ خشک مرحله قبل از گلدهی برای مخازن دیگر غیر از دانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین ارقامی که سهم بیشتری از مادهٔ خشک قبل از گلدهی آن‌ها در عملکرد دانه متبلور است، در نهایت عملکرد پایین‌تری تولید می‌کردند. اگر چه ضریب همبستگی بین مادهٔ خشک انتقال یافته قبل از گلدهی و عملکرد دانه معنی‌دار بود. شیرمن و همکاران (۲۰۰۵) اشاره کردند که در گندم‌های جدید انگلستان مقدار ذخیره‌سازی و انتقال مجدد بیشتر از گندم‌های پابلند قدیمی بود. الزاماً نمی‌توان گفت که رقم دارای ذخیره‌سازی زیاد دارای انتقال مجدد بالا نیز می‌باشد. علت این موضوع ارتباط تنگاتنگ میان قدرت منبع، قدرت مخزن و شرایط محیطی با ذخیره‌سازی و انتقال مجدد کربن می‌باشد. در حالی که برخی گزارشات به همبستگی مثبت بین مقدار ذخیره‌سازی و انتقال مجدد اشاره کرده‌اند (اهدایی و همکاران، b ۲۰۰٦) تعدادی دیگر نیز حاکی از نبود رابطه مشخص بین این دو بوده است (ازیک و زوفاجووا، ۲۰۰٦). این نتایج گزارش شده با نتایج به دست آمده در این آزمایش مطابقت دارد.

سهم فرآیند انتقال مجدد ماده خشک کل اندام‌های هوایی در عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس به دست آمده برای درصد سهم فرآیند انتقال مجدد ماده خشک اندام‌های هوایی (ساقه، برگ و سنبله) در عملکرد دانه نشان داد که ارقام مختلف از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند (جدول ٤). مقایسه میانگین انجام شده برای ارقام مورد مطالعه در این صفت نشان داد (جدول ٥). رقم MV-bodri دارای بیشترین درصد (۱۹/۷۲۳ درصد) سهم فرآیند انتقال مجدد ماده خشک اندام‌های هوایی در عملکرد دانه بود و این رقم با ارقام و لاین‌های میهن، پیشگام، MV-Toborzo و FD-11111 و سایسونز و اوروم در گروه مشترک قرار داشتند و رقم زارع نیز با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر ارقام مورد

آزمایش دارای کمترین درصد (۱۰/۰۷۷ درصد) سهم فرآیند انتقال مجدد ماده خشک اندام‌های هوایی در عملکرد دانه بود. سهم انتقال مجدد از نسبت میزان انتقال مجدد به عملکرد دانه به‌دست می‌آید و در ارقامی که وزن خشک اندام‌های رویشی و توسعه اندام‌های رویشی بیشتر است، ذخیره فتوسنتزی در اندام‌های رویشی و نهایتاً انتقال مجدد آن‌ها نیز افزایش بیشتری دارد و باعث افزایش نسبت انتقال مجدد بر عملکرد دانه (سهم توزیع و انتقال مجدد) می‌شود. این نتایج با گزارش احمدی و همکاران (۱۳۸۳) مطابقت داشت. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار بین وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله گرده‌افشانی و سهم انتقال مجدد، سهم انتقال مجدد در ژنوتیپ دنا با وزن خشک بالای این ژنوتیپ در مرحله گرده‌افشانی مرتبط بود که این نتایج با یافته‌های آکریچ و همکاران (۲۰۰۸) مشابه بود. حرکت مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن یا محل‌های مصرف مبتنی بر تولید مواد فتوسنتزی منبع از یک طرف و ظرفیت مخزن از طرف دیگر است که در صورت عدم تعادل بین آنها عملکرد کاهش می‌یابد. هنگامی که قدرت منبع در تولید مواد فتوسنتزی کاهش می‌یابد سهم ترکیباتی که مجدداً به حرکت در آمده و به دانه منتقل می‌شوند افزایش می‌یابد. حکم علی‌پور (۱۳۸۵) و حکم علی‌پور و همکاران (۱۳۸٦) نیز در بررسی خود روندی کاملا مشابه را گزارش کرده اند. سهم مواد ذخیره‌ای قبل از گلدهی در کمک به عملکرد دانه ذرت تا ۹۰ درصد و به طور متوسط بین ۲۰ تا ٤۰ درصد گزارش شده است (رحیمیان و زند، ۱۳۷۷). حرکت مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن یا محل های مصرف مبتنی بر تولید مواد فتوسنتزی منبع از یک طرف و ظرفیت مخزن از طرف دیگر است که در صورت عدم تعادل بین آنها عملکرد کاهش می‌یابد. هنگامی که قدرت منبع در تولید مواد فتوسنتزی کاهش می‌یابد، سهم ترکیباتی که مجددا به حرکت در آمده و به دانه منتقل می‌شوند افزایش می‌یابد (برزگری و پوستینی، ۱۳۷۷). تمامی اندام‌های رویشی در بخشی از دوره رشدی خود می‌توانند به عنوان مخزنی برای ذخیره مواد فتوسنتزی عمل کنند. از آنجایی‌که ارتباط نزدیکی بین سطح فتوسنتز کننده و مقدار مواد ذخیره‌ای در گیاه وجود دارد هر تغییری در شرایط محیطی که بر فتوسنتز اثر بگذارد، ساخته شدن و جابجایی کربوهیدرات‌های محلول را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مثلا اگر در اثر افزایش تراکم بوته و سایه‌اندازی، شدت فتوسنتز و تامین مواد پرورده برای دانه‌ها کاهش یابد. پرچولیچ و مام سیلوویچ (۲۰۰۳) طی آزمایشی چند ساله نشان دادند که در بین ارقام جو بهاره، برخی ارقام در شرایط مساعد با توجه به عملکرد دانه‌ای که بایستی تولید می‌کردند، مقدار زیادی از مادهٔ خشک خودشان را از زمان گلدهی تا مرحله رسیدگی از دست می‌دهند، که نشان می‌دهد بخش عمده‌ای از ذخیرهٔ مادهٔ خشک مرحله قبل از گلدهی برای مخازن دیگر غیر از دانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین ارقامی که سهم بیشتری از مادهٔ خشک قبل از گلدهی آن‌ها در عملکرد دانه متبلور است، در نهایت عملکرد پایین‌تری تولید می‌کردند. اگر چه ضریب همبستگی بین مادهٔ خشک انتقال یافته قبل از گلدهی و عملکرد دانه معنی‌دار بود، پاره‌ای از بررسی ها نشان می‌دهد که پس از گلدهی، فتوسنتز بر اثر تنش کاهش می‌یابد و انتقال کربوهیدرات هایی که قبل از گلدهی تولید شده‌اند در عملکرد نهایی دانه سهم قابل توجهی را به عهده می‌گیرند (لانگیکر و رابسون، ۱۹۹٤).

کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک کل اندام‌های هوایی

نتایج تجزیه واریانس به دست آمده برای درصد کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی (ساقه، برگ و سنبله) نشان داد که ارقام مختلف از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بودند (جدول ٤). مقایسه میانگین انجام شده برای ارقام مورد مطالعه در این صفت نشان داد (جدول ٥) رقم MV-Magdalena دارای بیشترین درصد (٤۷/۷۹۷ درصد) کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی بود و این رقم با ارقام و لاین‌های میهن، پیشگام، MV-Toborzo و FD-11111 در گروه مشترک قرار داشتند و رقم اوروم نیز با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر ارقام مورد آزمایش دارای کمترین درصد (۲۳/٦۳ درصد) کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی بود. سهم آسیمیلات‌های قبل از گلدهی به وزن سنبله وابسته به میزان ماده‌ای است که بین گلدهی و رسیدگی انتقال می‌یابد و کارایی تبدیلات ماده انتقالی به داخل سنبله (دانه) است (گبینگ و همکاران، ۱۹۹۹). در واقع ارقامی که کارآیی انتقال مجدد بالایی دارند حداقل میزان نیتروژن در اندام‌های مسن آنها کمتر از بقیه ارقام است. بحرانی و طهماسبی سروستانی (۱۳۸۵) گزارش دادند خصوصیت ژنتیکی ارقام نیز در این میان نقش مهمی در کارآیی انتقال مجدد دارند. در همین راستا گندم دوروم نسبت به گندم نان کارآیی انتقال مجدد مواد خشک بیشتری به دانه داشت. همچنین مقدار ماده خشک تولید شده در مرحله گرده‌افشانی عامل مهمی در انتقال مجدد ماده خشک به دانه می‌باشد. طهماسبی (۱۳۷۷) انتقال مجدد ماده خشک را در ارقام گندم و جو مورد بررسی قرار داد و گزارش کرد که انتقال

مجدد ماده خشک تحت تأثیر میزان دسترسی گیاه به رطوبت قرار گرفته و توسط آن کنترل می‌گردد. انتقال مجدد کربوهیدرات‌ها از اندام های هوایی گندم و جو در مرحله پر شدن دانه تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته و انتقال مجدد در شرایط خشکی افزایش یافت. چنین به نظر می‌رسد که روند ذخیره ساقه و انتقال آن به دانه‌ها در ارقام پاکوتاه گندم، متوسط و پا بلند متفاوت می‌باشد (بحرانی و همکاران، ۲۰۰۹).

میزان فتوسنتز جاری

نتایج تجزیه واریانس به‌دست آمده برای میزان فتوسنتز جاری نشان داد که ارقام مختلف از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ٤). بیشترین میزان فتوسنتز جاری در لاین FD-11111 که دارای بیشترین عملکرد دانه بود، به‌دست آمد مقایسه میانگین انجام شده برای ارقام مورد مطالعه در این صفت نشان داد (جدول ٥) لاین FD-11111 با ۷٤۱۷/۹ گرم در مترمربع بیشترین سهم در پر شدن و رشد دانه را داشتند و این امر موجب شده که بیشترین عملکرد اقتصادی نیز در این لاین به دست آید، این لاین از لحاظ آماری با لاین ها و ارقام FD-12073، MV-Magdalena و زارع در گروه مشترک قرار داشتند و رقم اوروم نیز با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر ارقام مورد آزمایش دارای کمترین میزان فتوسنتز جاری (۵۲۷۷/۱ گرم در متر مربع) بود که حدود ۳۰ درصد نسبت به بالاترین رقم، دارای فتوسنتز جاری کمتری بود. به نظر می‌رسد که میزان فتوسنتز جاری نسبت به انتقال مجدد ماده خشک به دانه، نقش بیشتری داشته و موجب افزایش عملکرد شده است. فتوسنتز جاری فرآیندی است که ضمن آن مواد فتوسنتزی حاصل از اندام‌های سبز گیاه به ویژه برگ پرچم از مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی نهایی دانه به سمت دانه حرکت و بیشترین سهم در پر شدن و رشد دانه دارد. فتوسنتز جاری به‌عنوان منبع مهم کربن برای پرشدن دانه معمولاً بعد از گلدهی در اثر پیری و تنش‌های مختلف کاهش می‌یابد. علاوه بر این گیاه در طول دوره پر شدن دانه سریع تنفس می‌کند و فتوسنتز برگ پرچم به تنهایی برای تأمین هم‌زمان نیاز تنفسی و پر شدن دانه کافی نیست. لذا مقدار قابل توجهی از کربوهیدرات موردنیاز دانه گندم، از ذخایر ساقه قبل از گلدهی فراهم می‌شود (بلوم، ۱۹۹۸). منابع اصلی کربن در گیاهان شامل فتوسنتز جاری برگ‌ها و سایر اندام‌های سبز نظیر ساقه، سنبله و ریشک و همچنین انتقال مجدد مواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی در مراحل قبل از گرده افشانی می‌باشد (بوراس و همکاران، ۲۰۰٤). سهم آسیمیلات‌های قبل از گلدهی به وزن سنبله وابسته به میزان ماده‌ای است که بین گلدهی و رسیدگی انتقال می‌یابد و کارایی تبدیلات ماده انتقالی به داخل سنبله (دانه) است (گبینگ و همکاران، ۱۹۹۹).

سهم فتوسنتز جاری

نتایج تجزیه واریانس به دست آمده برای سهم فتوسنتز جاری نشان داد که ارقام مختلف از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند (جدول ٤). بیشترین سهم فتوسنتز جاری در رقم زارع که دارای کمترین سهم انتقال مجدد ماده خشک بود، به دست آمد مقایسه میانگین انجام شده برای ارقام مورد مطالعه در این صفت نشان داد (جدول ٥) رقم زارع با ۸۹/۹۲۳ گرم در مترمربع بیشترین سهم در پر شدن و رشد دانه را داشتند و این امر موجب شده که عملکرد دانه نیز افزایش یابد و سهم فتوسنتز جاری در افزایش عملکرد دانه، بیشتر از انتقال مجدد را مشهود ساخت، این رقم از لحاظ آماری با لاین‌ها و ارقام FD-12073، FD-11111، سایسونز، MV-Toborzo، MV-Magdalena و اوروم در گروه مشترک قرار داشتند و رقم MV-bodri نیز با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر ارقام مورد آزمایش دارای کمترین درصد سهم فتوسنتز جاری (۸۰/۲۷۷ درصد) بود که حدود ۱۱ درصد نسبت به بالاترین رقم، دارای سهم فتوسنتز جاری کمتری بود و این رقم با رقم میهن در یک گروه مشترک آماری قرار گرفت. به نظر می‌رسد که سهم فتوسنتز جاری نسبت به انتقال مجدد ماده خشک به دانه و سهم آن، نقش بیشتری افزایش عملکرد دانه داشته است. فتوسنتز جاری مهمترین منبع برای تامین مواد فتوسنتزی مورد نیاز رشد دانه به‌شمار می‌رود، ولی سهم توزیع مجدد مواد فتوسنتزی به دانه در حال رشد گندم در شرایط تنش و گرمای انتهای فصل رشد افزایش می‌یابد (احمدی و همکاران، ۲۰۰٤؛ نادری و همکاران، ۲۰۰۰؛ مدحج و همکاران، ۲۰۱۱). مدحج و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی شش ژنوتیپ گندم در دو تاریخ کاشت مناسب و تاخیری، افزایش ۲٤ درصدی کارآیی توزیع مجدد ماده خشک را در شرایط گرمای انتهای فصل نسبت به شرایط بهینه گزارش کردند. سهم ذخایر ساقه در رشد دانه نیز در شرایط گرمای انتهای فصل در همه ژنوتیپ‌ها افزایش یافت، ولی این افزایش در ژنوتیپ‌های دیررس بیشتر بود (قدسی و همکاران، ۲۰۰۳). عکس این حالت در رقم بهرنگ مشاهده شد که این یافته‌ها با نتایج لک و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت داشت. به گزارش عبادی و همکاران (۱۳۹۰) رقم چمران با ظرفیت

به رهبرداری بیشتر از شرایط محیطی سهم فتوسنتز جاری بیشتری را به خود اختصاص داده است. مدحج و همکاران (۱۳۹۰) بیان داشتند با وجود اینکه در شرایط بهینه، فتوسنتز جاری بیشترین سهم را در وزن دانه‌ی ژنوتیپ‌های گندم دارد، اما در برخی پژوهش‌ها مشخص شده است که سهم توزیع مجدد مواد فتوسنتزی به دانه‌ها در شرایط تنش خشکی و گرمای پایان فصل افزایش می‌یابد. بدلیل کاهش منابع پرورده حاصل از فتوسنتز جاری، گیاه شروع به استفاده از ذخایر ساقه نموده است. انتقال مجدد قندهای محلول ساقه معمولاً زمانی آغاز می‌شود که فتوسنتز جاری برگ‌ها قادر به تامین نیاز مخازن فعال گیاه نباشد، بنابراین افزایش انتقال مجدد قندهای محلول ساقه در تیمار تنش می‌تواند نشان‌دهنده حساسیت مجموعه فتوسنتزی به تنش باشد در گزارش‌های مختلف (ساعدی و مریدی، ۲۰۱۱)، عزت احمدی و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی انتقال مجدد در هشت ژنوتیپ گندم در شرایط تنش رطوبتی بیان داشتند پس از گرده‌افشانی، کارآیی انتقال مجدد ماده خشک به دانه در حال رشد در تیمار تنش رطوبتی ۳۷/۸ درصد و در تیمار تنش رطوبتی حدود ۲۸/۵ درصد بود. مدحج و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که کارآیی توزیع مجدد ماده خشک در شرایط تنش گرمای انتهای فصل نسبت به شرایط بهینه ۲٤ درصد افزایش یافت ولی میزان توزیع مجدد ماده خشک به ۱۳/۲ درصد کاهش یافت. ایشان اظهار داشتند که اگرچه در شرایط نامساعد محیطی انتهای فصل احتمال کاهش میزان انتقال مجدد به دلیل کاهش وزن خشک اندام‌های رویشی وجود دارد، اما جبران اثر منفی تنش گرما بر میزان فتوسنتز جاری از طریق افزایش سهم انتقال مجدد مواد ذخیره شده در مراحل قبل از گرده‌افشانی تا حدودی امکان‌پذیر است. سعیدی و مرادی (۲۰۱۱) اظهار داشتند که کاهش سرعت فتوسنتز گیاه و کاهش مواد پرورده صادر شده از اندام‌های فتوسنتز کننده به دانه‌ای در حال پر شدن، احتمالاً مانند یک پیام برای انتقال مجدد ترکیبات ذخیره‌ای ساقه به دانه‌های در حال رشد عمل کرده است.

کارآیی فتوسنتز جاری

نتایج تجزیه واریانس به دست آمده برای کارآیی فتوسنتز جاری نشان داد که ارقام مختلف از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ٤). بیشترین کارآیی فتوسنتز جاری در رقم MV-Magdalena که دارای بیشترین کارآیی انتقال مجدد ماده خشک نیز بود، به‌دست آمد مقایسه میانگین انجام شده برای ارقام مورد مطالعه در این صفت نشان داد (جدول ۵) رقم MV-Magdalena با ۳/۵۷ درصد دارای بیشترین کارآیی فتوسنتز جاری بود و رقم MV-bodri نیز با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر ارقام مورد آزمایش دارای کمترین درصد کارآیی فتوسنتز جاری (۱/۲۳٦ درصد) بود که حدود ۵۵ درصد نسبت به بالاترین رقم، دارای کارآیی فتوسنتز جاری بود و این رقم با رقم اوروم در یک گروه یکسان آماری قرار گرفت. بوراس و اوتگوی (۲۰۰٦) گزارش نمودند مقدار فتوسنتز تا زمانی که تمام تشعشع خورشید توسط سطوح فتوسنتزی گیاه دریافت می‌شود افزایش می‌یابد. اگر سطح برگ‌ها بیش از این مقدار افزایش یابد، برگ‌های اضافی موجب سایه‌اندازی روی برگ‌های پایین‌تر می‌گردد. در این صورت این برگ‌ها قادر نیستند به اندازه تنفس خود فتوسنتز انجام دهند. بنابراین امکان دارد آن‌ها از مواد فتوسنتزی سایر برگ‌ها استفاده کرده و سرعت رشد محصول را کاهش دهند. تفاوت‌های ژنتیکی از نظر توان ذخیره سازی و انتقال این ذخایر به دانه‌های در حال رشد را بین ژنوتیپ‌های مختلف گندم گزارش کردند. تاهیر و تاکاتا (۲۰۰۵) میزان انتقال قندهای محلول ساقه به دانه و کارآیی این انتقال در شرایط تنش گرما طی دوره پر شدن دانه را وابسته به ژنوتیپ اعلام کردند.

همبستگی و تجزیه خوشه‌ای

با توجه به جدول تجزیه همبستگی صفات مختلف (جدول ٦)، مشاهده شد که صفت تعداد دانه در هر سنبله با صفات عملکرد دانه و میزان فتوسنتز جاری، دارای ارتباط مثبت و معنی‌دار، در سطح احتمال پنج درصد بود. عملکرد دانه با صفات شاخص برداشت و کارآیی انتقال مجدد ماده خشک اندام‌های هوایی، در سطح احتمال پنج درصد و با میزان فتوسنتز جاری نیز در سطح احتمال یک درصد، دارای ارتباط مثبت و معنی‌دار بود. برای عملکرد بیولوژیک، مشاهده شد که این صفت با صفات سهم انتقال مجدد ماده خشک اندام‌های هوایی در عملکرد دانه، کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی، میزان فتوسنتز جاری و سهم فتوسنتز جاری، در سطح احتمال پنج درصد و با صفت کارآیی فتوسنتز جاری نیز دارای ارتباط مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بود.

جدول ٤- تجزیه واریانس صفات مورد اندازه‌گیری

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه در مترمربع	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	میزان انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام-های هوایی	سهم انتقال مجدد ماده خشک اندام‌های هوایی در عملکرد دانه	کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام-های هوایی	میزان فتوسنتز جاری	سهم فتوسنتز جاری	کارآیی فتوسنتز جاری
تکرار	۲	۱۱/۵۱۵**	۲۲۰۰۱/۱۰**	۷۲٤۱۳۷/۳۸۰**	۱۲۷/۲۰**	٥٤۲۱٤۱/٥۳**	۱۱۹/۰۸۳**	۱٦/۷۹۲ ^{ns}	۳۳۹۰۷۲۸/٤۰**	۱۱۹/۰۸۳**	۲/٦۸۲**
ارقام	۹	۱۹٥/٤۱٥**	۱۳۲۷۰/۲۳**	۱۳٦۹٤۷۱/۳۹۳**	۱۸۳/۹۸**	۱۷۹۹۸٥/۲٦*	۲٤/۹۸۷*	۱۹۱/٦٤۷*	۱۱۳٦۱۹٤/۷۹**	۲٤/۹۸۷*	۱/٤۷٤**
اشتباه	۱۸	۰/٦۰٦	۱٤۱۳/٦۳	٥۸۷۳٤/۸۲٤	۱٥/۳٥	٦٦٥۹۹۲/۷۲	۸/٥٦	۷۰/٤٦۱	۱۱٥۲٥۲/۲٤	۸/٥٦	۰/۰۸۰
ضریب تغییرات	–	۱/٥٤	٤/۸۸	۸/٥۱	۱۳/٥۲	۲۳/۰۳	۲۰/۰٤	۲۳/۳٦	٥/۱٦	۳/٤۲	۱۲/٥۱

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح پنج و یک درصد.

جدول ٥- مقایسه میانگین ارقام مختلف در ویژگی‌های اندازه‌گیری شده

ارقام مورد بررسی	تعداد دانه در هر سنبله	عملکرد دانه در مترمربع (گرم)	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	میزان انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام-های هوایی (گرم در مترمربع)	سهم انتقال مجدد ماده خشک اندام‌های هوایی در عملکرد دانه (درصد)	کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی (درصد)	میزان فتوسنتز جاری (گرم در مترمربع)	سهم فتوسنتز جاری	کارآیی فتوسنتز جاری
Uroom	٤٦/۷۰٦ f	٦۱۸/۳۳d	۳٥٦۰/۱b	۱۷/٥۲d	۹۰٦/۲cd	۱٤/٦٤۷abcd	۲۳/٦۳۰c	٥۲۷۷/۱e	۸٥/۳٥۳abcd	۱/۳۸٦۷e
Zare	٥٤/۲۸۰ c	۷٥٦/٦۷bc	۲٤۹۳/٥cd	۳۰/۷۲b	۷٥٥/۱d	۱۰/۰۷۷d	۲۹/۲۱۷bc	٦۸۱۱/٥abc	۸۹/۹۲۳a	۲/۸۳۰b
MV-Magdalena	٤۹/۸۳۳ e	۷۹۰/۰۰bc	۱۸۸۳/٦e	٤۳/۳٦a	۹٥٤/٤bcd	۱۲/۱٥۷bcd	٤۷/۷۹۷a	٦۹٤٥/٦abc	۸۷/۸٤۳abc	۳/٥۷۰a
MV-bodri	٥٥/۳۲۰ c	۷٦۳/۳۳bc	٤۲۲٦/٥a	۱۸/۲۱d	۱٥۲۰/۸a	۱۹/۷۲۳a	۳۰/۲۱۷bc	٦۱۱۲/٥d	۸۰/۲۷۷d	۱/۲۳٦۷e
Soissons	۳۸/۸۳۳ g	۷۲۰/۸۳c	۳۲۹۰/٥b	۲۲/۱۱cd	۱۰۹۸/٤abcd	۱٥/۲۷۳abcd	۳۰/۰۱۰bc	٦۱۱۰/۰d	۸٤/۷۲۷abcd	۱/٦۹۳۳de
MV-Toborzo	۳٥/٥۷۳ h	۷٥٥/۸۳ bc	۲۳۱۱/۹d	۳۳/۰۲ b	۱۰۷۱/۹abcd	۱٤/۲٦۰abcd	٤۰/٥۰۷ab	٦٤۸٦/٤cd	۸٥/۷٤۰abcd	۲/٥٥۳۳bc
Mihan	٥۰/۷۰۰ e	۸۲۰/۰۰ab	۲٥۳٥/۸cd	۳۲/۲۸ b	۱٤۲٤/۲ab	۱۷/٥٦۳ab	٤٤/۲۹۷ab	٦۷۷٥/۸bc	۸۲/٤۳۷cd	۲/۲۱۳۳c
Pishgam	٥۲/۷۲۰ d	۷۹۸/۳۳ab	۲۷۲٥/٦cd	۳۰/۲٦ b	۱۳۱۲/۸abc	۱٦/٥۳۳abc	٤۱/٤۳۷ab	٦٦۷۰/٦bcd	۸۳/٤٦۷bcd	۲/۱۱۰cd
FD-11111	٦۱/۷۹۳ a	۸٦۳/۳۳a	۲٦۲۷/۹cd	۳۳/۳۱ b	۱۲۱٥/٤abcd	۱٤/۲۰۷abcd	٤۰/۹۹۷ab	۷٤۱۷/۹a	۸٥/۷۹۳abcd	۲/٥٥٦۷bc
FD-12073	٥۷/۰٥۳ b	۸۰۹/٤٤ab	۳٥٦۰/۰c	۲۸/۷۹bc	۹٤۲/٥bcd	۱۱/٥۹۳cd	۳۱/۱۲۰bc	۷۱٥۲/۰ab	۸۸/٤۰۷ab	۲/٤۸٦۷bc

میانگین‌هایی با حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

شاخص برداشت با صفت میزان فتوسنتز جاری در سطح احتمال پنج درصد و با کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی و کارآیی فتوسنتز جاری در سطح احتمال یک درصد، همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. میزان انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی با صفات سهم انتقال مجدد ماده خشک اندام‌های هوایی در عملکرد دانه و سهم فتوسنتز جاری، در سطح احتمال یک درصد، دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود. سهم انتقال مجدد ماده خشک اندام‌های هوایی در عملکرد دانه نیز با سهم فتوسنتز جاری در سطح احتمال یک درصد و با کارآیی فتوسنتز جاری در سطح احتمال پنج درصد، ارتباط مثبت و معنی‌داری را نشان داد. کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی نیز با صفات میزان فتوسنتز جاری و کارآیی فتوسنتز جاری در سطح احتمال پنج درصد، ارتباط مثبت و معنی‌داری را نشان داد و صفات میزان فتوسنتز جاری و سهم فتوسنتز جاری نیز با صفت کارآیی فتوسنتز جاری، در سطح احتمال پنج درصد، دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار، بودند (جدول ٦). مشاهده شد که لاین FD-11111 که دارای بیشترین عملکرد در بین ارقام مورد مطاله بود و این نشان دهنده وجود ارتباط مثبت این صفت با افزایش عملکرد ارقام مورد مطالعه می‌باشد. همچنین این در لاین، بیشترین سهم در پر شدن و رشد دانه نیز، مشاهده شد و این امر موجب شده که بیشترین عملکرد اقتصادی نیز در این لاین به دست آید، بیشترین سهم فتوسنتز جاری در رقم زارع که دارای کمترین سهم انتقال مجدد ماده خشک بود، به دست آمد این رقم بیشترین سهم در پر شدن و رشد دانه را داشت و این امر موجب شده که عملکرد دانه نیز افزایش یابد و سهم فتوسنتز جاری در افزایش عملکرد دانه، بیشتر از انتقال مجدد را مشهود ساخت و وجود همبستگی مثبت و معنی-دار عملکرد دانه با این صفات نیز تایید کننده این امر می باشد به نظر می‌رسد که فتوسنتز جاری نسبت به انتقال مجدد ماده خشک به دانه و سهم آن، نقش بیشتری در افزایش عملکرد دانه داشته است.

جدول ٦- همبستگی بین صفات مورد اندازه‌گیری

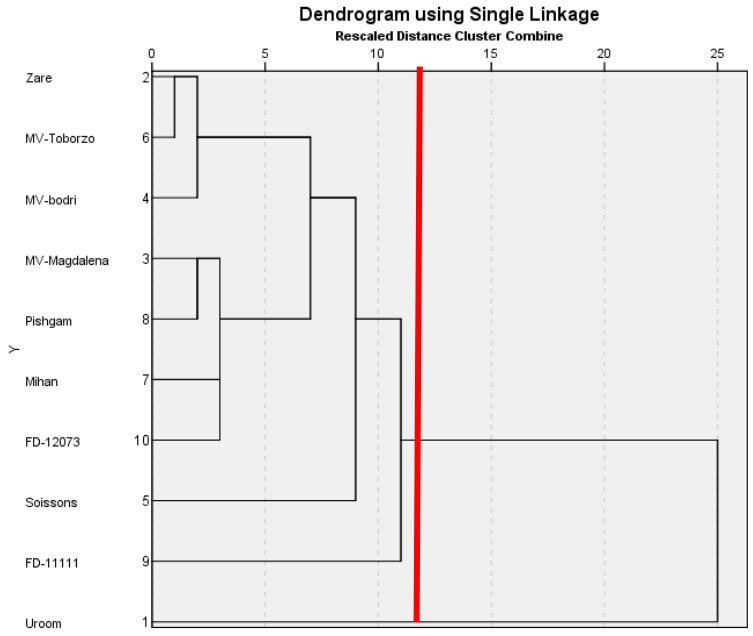
صفات	تعداد دانه در هر سنبله ۱	عملکرد دانه در مترمربع۲	عملکرد بیولوژیک۳	شاخص برداشت٤	میزان انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی۵	سهم انتقال مجدد ماده خشک اندام‌های هوایی در عملکرد دانه ٦	کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی ۷	میزان فتوسنتز جاری۸	سهم فتوسنتز جاری۹	کارآیی فتوسنتز جاری۱۰
صفت ۱	۱/۰۰									
صفت ۲	۰/٦٤*	۱/۰۰								
صفت ۳	۰/۰٦۲ ns	-۰/٤٦۲ ns	۱/۰۰							
صفت ٤	۰/۱۰٤ ns	۰/٦۲۹*	-۰/۹٤۱ ns	۱/۰۰						
صفت ۵	۰/۱٦۰ ns	۰/۳۷۹ ns	۰/۳۸۳ ns	-۰/۱۸۷ ns	۱/۰۰					
صفت ٦	-۰/۰٦ ns	-۰/۰۰۵ ns	۰/٦۰۱*	-۰/٤٦۰ ns	۰/۹۲۲**	۱/۰۰				
صفت ۷	۰/۰٤۵ ns	۰/٦۹۲*	-۰/۷۲۰*	۰/۸٤۸**	۰/۳۲۲ ns	۰/۰٦٦ ns	۱/۰۰			
صفت ۸	۰/٦۲۸ *	۰/۹۲۹**	-۰/٦۵۲*	۰/۷۵۵*	۰/۰۱۲ ns	-۰/۳۷۳ ns	۰/٦۲۰*	۱/۰۰		
صفت ۹	۰/۰٦۱ ns	۰/۰۰۵ ns	-۰/٦۰۱*	۰/٤٦۰ ns	-۰/۹۲۲**	-۱/۰۰**	-۰/۰٦٦ ns	۰/۳۷۳ns	۱/۰۰	
صفت ۱۰	۰/۱۲۵ ns	۰/۵۰۳ ns	-۰/۹۲۵**	۰/۹٤۷**	-۰/٤۵٦ ns	-۰/۷۰۱*	۰/٦۳۸*	۰/۷۲٦*	۰/۷۰۱*	۱/۰۰

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح پنج و یک درصد.

نارویی‌راد و همکاران (۱۳۸۵) رابطه بین عملکرد با طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری اعلام نمودند. نتایج بدست آمده در این آزمایش نیز مطابق با نتایج به‌دست آمده در تحقیق فوق‌الذکر می‌باشد. پرچولیچ و مام سیلوویچ (۲۰۰۳) طی آزمایشی چند ساله نشان دادند که در بین ارقام جو بهاره، برخی ارقام در شرایط مساعد با توجه به عملکرد دانه‌ای که بایستی تولید می‌کردند، مقدار زیادی از مادهٔ خشک تولیدی را از زمان گلدهی تا مرحله رسیدگی از دست

می‌دهند، که نشان می‌دهد بخش عمده‌ای از ذخیرهٔ مادهٔ خشک مرحله قبل از گلدهی برای مخازن دیگر غیر از دانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین ارقامی که سهم بیشتری از مادهٔ خشک قبل از گلدهی آن‌ها در عملکرد دانه متبلور است، در نهایت عملکرد پایین‌تری تولید می‌کردند. اگر چه ضریب همبستگی بین مادهٔ خشک انتقال یافته قبل از گلدهی و عملکرد دانه معنی‌دار بود. شیرمن و همکاران (۲۰۰۵) اشاره کردند که در گندم‌های جدید انگلستان مقدار ذخیره‌سازی و انتقال مجدد بیشتر از گندم‌های پابلند قدیمی بود. الزاماً نمی‌توان گفت که رقم دارای ذخیره‌سازی زیاد دارای انتقال مجدد بالا نیز می‌باشد. علت این موضوع ارتباط تنگاتنگ میان قدرت منبع، قدرت مخزن و شرایط محیطی با ذخیره‌سازی و انتقال مجدد کربن می‌باشد. در حالی که برخی گزارش‌ها به همبستگی مثبت بین مقدار ذخیره‌سازی و انتقال مجدد اشاره کرده‌اند (اهدایی و همکاران، b ۲۰۰۶) تعدادی دیگر از گزارش‌ها، نیز حاکی از نبود رابطه مشخص بین این دو بوده است (ازیک و زوفاجووا، ۲۰۰۶). این نتایج گزارش شده با نتایج به دست آمده در این آزمایش مطابقت دارد.

یکی از مهمترین روشهای طبقه بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مختلف استفاده از تجزیه کلاسیک است. در این پژوهش جهت گروه‌بندی و جداسازی لاینهای مفید (با عملکرد بالا) و حساس (با عملکرد پایین) بر اساس صفات مختلف در شرایط تنش رطوبتی، از روش خوشه‌بندی نیز استفاده شد. نتایج نشان داد لاین FD-11111 که دارای بیشترین عملکرد در بین ارقام مورد مطاله بود در خوشه اول قرار گرفت این لاین، بیشترین سهم در پر شدن و رشد دانه را نیز، داشت. بنابراین این خوشه به نحو مطلوبی، لاین با عملکرد بالا با صفات مطلوب را از سایر لاین‌ها مجزا ساخته است. از طرفی رقم اوروم که نسبت به لاین FD-11111 حدود ۳۰ درصد عملکرد کمتری تولید کرده است و با اختلاف معنی‌دار، در پایین‌ترین مقدار از نظر عملکرد قرار گرفته بود، همچنین این رقم دارای کمترین شاخص برداشت، کمترین درصد کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی و کمترین میزان فتوسنتز جاری بود که حدود ۳۰ درصد نسبت به بالاترین رقم، دارای فتوسنتز جاری کمتری بود و در پایین‌ترین خوشه (خوشه سوم) قرار گرفت (شکل ۱). تجزیه خوشه‌ای در مطالعات مختلفی برای تعیین تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی جوامع بر اساس صفات مشابه مورد استفاده قرار گرفته است (مازینانی و همکاران، ۲۰۱۲؛ گل‌آبادی و ارزانی، ۲۰۰۳؛ ملک‌شاهی و همکاران، ۲۰۰۹). هاشمی نژاد و همکاران (۲۰۱۰) نیز در بررسی تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مختلف ژنوتیپ‌های مختلف گندم را به سه گروه مجزا تفکیک نمودند و بیان کردند که بین گروه‌های مورد نظر اختلاف معنی‌داری وجود دارد که کاملا مطابق با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق می‌باشد.



شکل ۱- خوشه‌بندی ۱۰ لاین و رقم گندم مورد مطالعه

نتیجه گیری

به‌طورکلی نتایج تجزیه واریانس برای صفات مورد بررسی در این آزمایش نشان داد که ارقام و لاین‌های مورد مطالعه برای کلیه ویژگی‌های بررسی شده در این آزمایش از نظر آماری، معنی‌دار بودند این در حالی بود که مقایسه میانگین های انجام شده نشان داد لاین FD-11111 دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در متربع بود و رقم MV-Toborzo نیز دارای کمترین تعداد دانه در سنبله و رقم اوروم نیز دارای کمترین عملکرد دانه در مترمربع بود. رقم اوروم نسبت به لاین FD-11111 حدود ۳۰ درصد عملکرد کمتری تولید کرده است رقم MV-bodri دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک در مترمربع و رقم MV-Magdalena نیز با اختلاف معنی‌داری کمترین عملکرد بیولوژیک و بیشترین شاخص برداشت بود. ارقامی که دارای اندام‌های هوایی زیاد باشند نسبت به ارقامی که دارای اندام‌های هوایی کم حجم باشند، می-توانند عملکرد بیولوژیک بیشتری در متربع داشته باشند. و رقم اوروم نیز با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه کمترین شاخص برداشت را به خود اختصاص داد این در حالی بود که رقم اوروم از نظر آماری با رقم MV-bodri در گروه یکسان و با رقم سایسونز نیز در گروه مشترک قرار داشت. رقم MV-bodri دارای بیشترین میزان انتقال ماده خشک از کل اندام‌های هوایی به دانه بود و رقم زارع نیز با اختلاف معنی‌داری کمترین میزان انتقال ماده خشک از کل اندام‌های هوایی به دانه بود. رقم MV-bodri دارای بیشترین درصد سهم فرآیند انتقال مجدد ماده خشک اندام-های هوایی (۱۹/۷۲۳ درصد) در عملکرد دانه بود. رقم زارع نیز با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر ارقام مورد آزمایش دارای کمترین درصد (۱۰/۰۷۷ درصد) سهم فرآیند انتقال مجدد ماده خشک اندام‌های هوایی در عملکرد دانه بود. رقم MV-Magdalena دارای بیشترین درصد (٤٧/٧٩٧ درصد) کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی بود. رقم اوروم نیز دارای کمترین درصد (٢٣/٦٣ درصد) کارآیی انتقال مجدد مادهٔ خشک اندام‌های هوایی بود. مشاهده شد که لاین FD-11111 که دارای بیشترین عملکرد در بین ارقام مورد مطاله بود و این نشان دهنده وجود ارتباط مثبت این صفت با افزایش عملکرد ارقام مورد مطالعه می‌باشد. لاین FD-11111 با ٧٤١٧/٩ گرم در مترمربع بیشترین سهم در پر شدن و رشد دانه را داشت و این امر موجب شده که بیشترین عملکرد اقتصادی نیز در این لاین به دست آید، بیشترین سهم فتوسنتز جاری در رقم زارع (۸۹/۹۲۳ گرم در مترمربع) که دارای کمترین سهم انتقال مجدد ماده خشک بود، به دست آمد این رقم بیشترین سهم در پر شدن و رشد دانه را داشتند و این امر موجب شده که عملکرد دانه نیز افزایش یابد و سهم فتوسنتز جاری در افزایش عملکرد دانه، بیشتر از انتقال مجدد را مشهود ساخت و رقم MV-Magdalena با ۳/۵۷ درصد دارای بیشترین کارآیی فتوسنتز جاری بود. رقم اوروم نیز دارای کمترین میزان فتوسنتز جاری (۵۲۷۷/۱ گرم در متر مربع) بود که حدود ۳۰ درصد نسبت به بالاترین رقم، دارای فتوسنتز جاری کمتری بود. رقم MV-bodri نیز با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر ارقام مورد آزمایش دارای کمترین درصد سهم فتوسنتز جاری (۸۰/۲۷۷ درصد) و کارآیی فتوسنتز جاری (١/٢٣٦ درصد) بود که حدود ۱۱ درصد نسبت به بالاترین رقم، دارای سهم فتوسنتز جاری کمتری و حدود ۵۵ درصد نسبت به بالاترین رقم، دارای کارآیی فتوسنتز جاری کمتری بود به نظر می‌رسد که سهم فتوسنتز جاری نسبت به انتقال مجدد ماده خشک به دانه و سهم آن، نقش بیشتری افزایش عملکرد دانه داشته است.

منابع

احمدی، ع.، ع. سی‌وسه مرده و ع. زالی. ۱۳۸۳. مقایسه توان ذخیره سازی و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و سهم آنها در عملکرد در چهار رقم گندم در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد۳۵ شماره ٤: ۹۳۱-۹۲۱.

بحرانی، ع و ز. طهماسبی سروستانی. ۱۳۸۵. اثر میزان و زمان مصرف نیتروژن بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارآیی انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن در دو رقم گندم زمستانه. مجله علوم کشاورزی. جلد ۱۲ شماره ۲: ۱۲۶۳-۱۲۷۱.

برزگری، م و ک. پوستینی. ۱۳۷۷. اثر تغییر نسبت منبع- مخزن بر روی برخی صفات فیزیولوژیک و زراعت ذرت دانه‌ای. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان.

آمارنامهٔ کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۵. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.

حکم علی‌پور، س.، ر. سیدشریفی و م. قدیم زاده. ۱۳۸٦. بررسی اثر تراکم بوته و کود نیتروژن بر عملکرد دانه و انتقال مجدد ماده خشک در ذرت. مجله علوم خاک و آب. جلد ۲۱ شماره ۱: ۱-۷.

حکم علی‌پور، س. ۱۳۸۵. بررسی اثرات تراکم بوته و سطوح کود نیتروژنه بر عملکرد، کارآیی مصرف نیتروژن و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ذرت، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه.

راشدمحصل، م.ح.، م. حسینی، م. عبدی و ع. ملافیلابی. ۱۳۸۰. زراعت غلات (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

رحیمیان، ع و ا. زند. ۱۳۷۷. تکامل، سازگاری و عملکرد گیاهان زراعی، (ترجمه). انتشارات نشر آزمون کشاورزی.

رونقی، ا. ۱۳۹۳. بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد لاین‌های پیشرفته گندم نان در شرایط خشکی بعد از پر شدن دانه در منطقه اردبیل، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت واحد علوم و تحقیقات اردبیل.

طهماسبی سروستانی، ز. ۱۳۷۷. مروری بر بحث انتقال مجدد ماده خشک و پروتئین در ارقام گندم و جو تحت شرایط تنش آب. پنجمین کنگرهٔ زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.

عبادی، ع.، ک. ساجد، و ا. سنجری.۱۳۹۰. تأثیر قطع آبیاری بر انتقال مجدد ماده خشک و برخی صفات زراعی در جو بهاره .مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ٤ شماره ٤: ۳۷-۱۹.

عظیم‌زاده، س.م. ۱۳۸۹، بررسی تحمل به خشکی ۱۲ رقم گندم (*Triticum aestivum* L.) در منطقه شیروان، فصل‌نامه دانش نوین کشاورزی پایدار. جلد ٦ شماره ۲۰: ٦٦-۵۷.

فروزانفر، م.، م.ر. بی‌همتا، س.ع. پیغمبری و ح. زینالی. ۱۳۹۰. ارزیابی ارقام گندم نان تحت شرایط نرمال و تنش خشکی از نظر صفات زراعی، نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۲۱ شماره ۳: ٤٦-۳۳.

لک، ش.، ع. مدحج، و ا. عنایت. ۱۳۸۸. ارزیابی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه، الگوی میزان توزیع مجرد مواد فتوسنتزی به دانه و شاخص سطح برگ پرچم در ژنوتیپهای گندم نان و دوروم در شرایط آب و هوایی اهواز، چکیده مقالات همایش ملی علوم آب، خاک، گیاه و مکانیزاسیون کشاورزی.

مبصّر، ص.، ل. زارع و ف. مهرآور. ۱۳۸۷. اهمیت و پراکنش Fusarium graminearum در بذر خودمصرفی گندم استحصالی از مناطق تولید مختلف استان گلستان. خلاصه مقالات اولین همایش ملی علوم و تکنولوژی بذر ایران، گرگان

مدحج، ع.، ا. امام، و ا. آینه‌بند. ۱۳۹۰. اثر سطوح نیتروژن بر میزان محدودیت مبداء و الگوی توزیع مواد فتوسنتزی به دانه ی ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش گرمای پایان فصل، نشریه پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۹ شماره ۳: ٤۸۵-٤۷۵.

نارویی‌راد، م.ر.، م. فرزانجو، ح.ر. فنایی، ع. ارجمندی‌نژاد، ا. قاسمی و م.ر. پل شکن پهلوان. ۱۳۸۵. بررسی تنوع ژنتیکی و تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورفولوژیک توده‌های بومی‌گندم سیستان و بلوچستان، پژوهش و سازندگی (زراعت و باغبانی). جلد ۷۳: ۵۰-۵۷.

وصالی، م.ر. ۱۳۹۳. بررسی تنوع ژنتیکی عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم در منطقه اردبیل، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستارا، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات.

Acrech, M. M., G. Briceno-Felix, J. A. Martin Sanchez and G. A. Salfer. 2008. Physiological bases of genetic gains in Mediterranean bread wheat yield in Spain. European Journal of Agronomy 28: 162-170.

Ahmadi, A., A. Si-O-Semardeh and A.A. Zali. 2004. A comparison between the capacity of photoassimilate storage and remobilization and their contribution to yield in four wheat cultivars under different moisture regimes. Iran. J. Agric. Sci. 35 (4): 921-931.

Aydin, N., Z. Mut, and H.Ozcan. 2010. Estimation of broad-sense heritability for grain yield and some agronomic and quality traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.), Journal Food Agricultural Environmental, 8: 419-421.

Bahrani, A. H., Z. Heidari Sharif Abad, GH. Tahmasebi Savestani, Moafpourian and A. Ayenehband. 2009. Wheat (*Triticum aestivum* L.) response to nitrogen and postanthesis water deficit. American-Eurasian J. Agri. Environ. Sci.Vol 6: No (2). 231- 239.

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

Borras, L., G.A. Slafer and M.E. Otegui. 2004. Seed dry Weight response to source-sink manipulation in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. Field Crop Research. 86:131-146.

Bunting, A.H. and D.S.H. Drennan. 1966. in the Growth of Crasses, ed. J. D. Ivins and F. L. Milthorpe. London: Butterworth.

Cruz-Aguado, J. A., R. Rode´s, I. P. Pe´rez and and M. Dorado. 2000. Morphological characteristics and yield components associated with accumulation and loss of dry matter in internodes of wheat. Field Crops Res. 66:129–139.

Cruz-Aguado, J.A., R. Rodes, I.P. Peres, and M. Dorado. 2000. Morphological characteristic and yield components associated with accumulation and loss of dry mass in the internodes of wheat. Field Crops Res, 66: 129–139.

Del Blanco, I. A., S. Rajaram and W.E. Kronstad. 2001. Agronomic potential of synthetic hexaploid wheat-derived populations. Crop Sci. 41:670-676.

Ehdaie, B. and J.G. Wanies. 1996. Genetic variation for contribution of preanthesis assimilates to grain yield in spring wheat .J of Genetic and Breeding. 50, 47-56.

Ehdaie, B., G.A. Alloush, M. A. Madore and J. G. Waines 2006a. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Postanthesis changes in internode dry matter. Crop Sci, 46: 735–746.

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

Ezzat Ahmadi, M., Gh. Noormohammadi, M. Ghodsi and M. Kafi. 2012. Evaluation of drought tolerance and utilization of stem reserves promising genotypes of bread wheat under different water stress and photosynthetic. Iran. J. Field Crops Res. 9 (4): 758-769.

FAO. 2010. FAOSTST: statistics database, [online] [Subset production within Agriculture database.] Available at http://apps.fao.org.

Gebbing. T., H. Schnyder and W. Kuhbauch. 1999. The utilization of pre-anthesis reserves in grain filling in wheat. Assessment by steady-state $^{13}C_2/^{12}C_2$ labelling. Plant Cell Environ. 22: 851- 858.

Ghodsi, M., M. R. Jalal Kamali, M. R. Chaichi and D. Mazaheri. 2003. Dry matter accumulation and remobilization in bread wheat cultivars under water stress during pre- and post- anthesis stages in field conditions. Iran. J. Field Crops Res.1 (2): 205-216.

Golabadi, M., A. Arzani. 2003. Study of genetic diversity and factor analysis for agronomic characters in durum wheat. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 7: 115-126.

Gonzalez, F.G., G.A. Slafer and DJ. Miraleles. 2003. Grain and floret number in response to photoperiod during stem elongation in fully and slightly verbalized wheat's, Field Crops Research, 81: 17-27.

Hasheminezhad, S.E., M. Shekarpour, O. Soflian and E. Esfandiari. 2010. Cluster analysis of wheat cultivars based on morphological characteristics under drought stress. Proceeding of the First Natioal Conference on Sustainable Agriculture and Clean Production. Isfahan, Iran.

Ibrahim, M. 2005. Path coefficient analysis of some quantitative characters in husked barley. Bio Santa Cruz do Sul. 17(1): 65-70.

Lemaire, G., B. Onillon, G. Gosse, M. Chartier and J.M. Allirand. 2013. Nitrogen distribution within a Lucerne canopy during re-growth: relation with light distribution. Annual Botany 68: 483-488.

Longnecker, N. and A. Robson. 1994. Leaf emergence of spring wheat receiving varying nitrogen supply at different stage of development. Annals of Botany 74:1-7.

Mahfoozi, S., M. Roustaii, S.H. Jasemi, H. Ketata, B. David Flower., 2004. Breeding for increasing wheat yield in the cold dryland regions of Iran, Proceeding of the 4th International / Crop Scince Congress Brisbane, Australia, 26 Sep- 1 Oct 2004.

Majdi, M., M.R. M. Jalal Kamali, D. Esmaeilzadeh Moghaddam, F. Eradatmand Asli, Moradi and S. Tahmasbi. 2011. Variation some agronomic characteristics and soluble stem carbohydrates content at anthesis in spring wheat genotypes under terminal drought stress conditions. Iran. J. Crop Sci. 13(2): 299-309.

Mallekshahi, F., H. Dehghani and B. Alizadeh. 2009. Study of drought tolerance Indexes in some varieties of winter oilseed rape. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 48: 77-89.

Mezinani, M.A., M. Moghadam, S.S. Alavikya, M.R. Shakiba, A.A. Mehrabi and A.R. Poraboughadare. 2012. Study of genetic diversity in T. boeoticum populations under normal and water deficit stress conditions. Cereal Reaearch 2: 17-30.

Naderi, A., A. Hashemi-Dezfoli, E. Majidi, A. Rezaie and Gh. Noormohammadi. 2000. Study on correlation of traits and components affecting grain weight and determination of effects of some physiological parameters on grain yield in spring wheat genotypes under optimum and drought stress conditions. J. Plant Seed. 16 (3): 374-386.

Najeeb, S. and SA. Wani. 2004. Correlation and path analysis studies in barley (*Hordeum vulgare* L.), National Journal Plant Improvement, 6(2): 124-125.

Nawaz, R., H. Inamulla, A. Habib, U.D. Siraj and MS. Iqbal. 2013. Agro morphological studies of local wheat varieties for variability and their association with yield related traits, Pak. J. Bot. 45(5): 1701-1706.

Niu, J.Y., Y.T. Gan, J.W. Zhang and Q.F. Yang. 1993. Post-anthesis dry matter accumulation and redistribution in spring wheat mulched with plastic film. Crop Sci. 38: 1562-1568.

Ortiz-Monasterio, J.I., S.S. Dhillon and R.A. Fischer. 1994. Date of sowing effects on grain yield and yield components of irrigated spring wheat cultivars and relationships with radiation and temperature in Ludhiana, India, Field Crops Research, 37: 169-184.

Papakosta, D.K. and A.A. Gagianas. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Agron. J. 83, 864-870.

Pirdashtu, H., A. Ahmadpour, F. Shafaati, S. Hosseini, A. Shasavari and A. Arab. 2012. Evaluation of most effective variables based on statistically analysis on different wheat genotypes. International J. Agri: Res and Rev. 2 (4): 381-388. 26.

Przulj, N. and Momcilovic. V. 2003. Dry matter and nitrogen accumulation and use in spring barley. Plant Soil Environ. 49, 36- 47.

Sabry. S.R.S., L.T. Smith, and G.M. Smith. 1995. Osmoregulation in spring wheat under drought and salinity stress. Journal of Genetics and Breeding.49:55-60.

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. Iran. J. Crop Sci. 13 (3): 548-564.

Schnyder, 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: 233–245.

Shearman, V.J., R. Sylvester-Bradley. R.K. Scott and M.J. Foulkes. 2005. Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK. Crop Sci. 45, 175–185.

Sinclair, T.R. and P.D. Jamiesen. 2006. Grain number, wheat yield, and bottling beer: an analysis, Field Crops Research, 98: 60-67.

Slafer, G.A. and FH. Andrade. 1993. Physiological attributes related to the generation of grain yield in bread wheat cultivars released at different ears, Field Crop Research, 31: 351-367.

Tahir, I.S.A. and N. Nakata. 2005. Remobilization of nitrogen and carbohydrate from stems of bread wheat in response to heat stress during grain filling. J. Agron. Crop Sci. 191: 106–115.

Tahmasebi, GHR., Heydarnezhadian, J, Pour Aboughadareh, AR. 2013. Evaluation of yield and yield components in some of promising wheat lines, International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(20): 2379-2384.

Uzik, M & A. Zofajova. 2006. Translocation and accumulation of dry matter in winter wheat genotypes. Cereal Research Communications. 34: 1013–1020 .

Wang, L., F. Chen, F. Zhang and G. Mi. 2010. Two strategies for achieving higher yield under phosphorus deficiency in winter wheat grown in field conditions, Field Crop Research, 118: 36-42.

Wardlaw, I. F. 1990. The control of carbon partitioning in plants. New Phytologist. 116: 341–381

Xu, Z.Z., Z.W. Yn, and D. Wang. 2006. Nitrogen translocation in wheat plants under soil water deficit. Plant and Soil 280: 291-303.

Zadoks, J.C., T.T. Chang and C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14: 415-421.

Evaluation of dry matter remobilization of assimilates materials amount and their contribution to the yield of different bread wheat varieties and lines in Ardabil

R. Zabihi Mahmoodabad[۱], A. Tobeh[۲], M. Ghasemi[۳], Sh. Jamaati Somarin[۴]

Received: 2017-1-27 Accepted: 2019-6-16

Abstract

In order to evaluation of dry matter remobilization of assimilates materials amount and their contribution to the yield of different bread wheat varieties and lines in Ardabil, an experiment in randomized complete block design with three replications with ten cultivars (Includes: Uroom, Zare, MV-Magdalena, Soissons, MV-Toborzo, Mihan, Pishgam, FD-11111 and FD-12073) was done in Research Station of Agriculture and Natural Resources of Ardabil in 2015-2016. Analysis of variance showed a significant difference between the lines and cultivars studied, for different traits. FD-11111 line has the highest number of grain per spikes, grain yield per square meter, the share in the filling and grain growth (7417.9 grams per square meter).The MV-bodri variety has the highest biological yield per square meter, the percentage of share the transfer process dry matter from shoot (19.723%) in the yield and maximum transfer of dry matter from total of shoots to the grain. The MV-Magdalena variety also has the lowest biological yield and highest harvest index, the highest percentage (47.797%) of dry matter remobilization efficiency of shoots and with 3.57 percent was the highest current photosynthesis efficiency. The highest current photosynthesis contribution in Zare cultivar (89.923 grams per square meter) that has the lowest proportion of dry matter remobilization was obtained. So generally can be said that was much higher current photosynthesis contribution in increasing grain yield, and FD-11111 line between studied genotypes, was the best lines.

Keywords: Current photosynthesis, grain yield, wheat, dry matter remobilization efficiency, harvest index

1- MSc of Agronomy, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2- Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3- Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. AREEO. Ardabil. Iran.
4- PhD Student of Agrotechnology, Department of Plant Genetics and Production, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Guilan, Iran.