Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد یازدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۷
۸۱۶-۸۰۳
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2018.961.1192

اثر تغییرات صفات فنولوژیک و تخصیص مواد فتوسنتزی در شرایط متفاوت رطوبتی بر عملکرد دانه گندم نان

حمزه حمزه[۱]، علی اصغری[۲*]، سید ابوالقاسم محمدی[۳]، امید سفالیان[۲]، سلیمان محمدی[۴]

۱. دانشجوی دکتری ژنتیک بیومتری دانشگاه محقق اردبیلی.
۲. دانشیار، عضو هیئت‌علمی دانشگاه محقق اردبیلی.
۳. استاد گروه به نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
۴. بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۶/۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۲۲

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تغییرات صفات فنولوژیک و تخصیص مواد فتوسنتزی در شرایط متفاوت رطوبتی بر عملکرد دانه گندم نان، ۱۴۸ لاین اینبرد نوترکیب گندم نان به همراه والدین (Yecora Rojo و No. 49) در قالب طرح آلفا لاتیس با دو تکرار و در شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله سنبله‌دهی در دو سال زراعی ۹۳ و ۹۴ در دو مکان مورد ارزیابی قرار گرفتند. تحت شرایط نرمال رطوبتی بالاترین مقدار وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه به ترتیب با مقادیر ۸۴/۶۱ و ۴۲/۳۰ درصد و در شرایط قطع آبیاری برای روز تا سنبله‌دهی با مقادیر وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی ۹۰/۸۶ و ۴۵/۴۳ درصد برآورد شد. بالاترین بازده گزینشی در هر دو شرایط مربوط به صفات عملکرد دانه، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول دوره پر شدن دانه، تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی بود. تحت شرایط نرمال رطوبتی و قطع آبیاری عملکرد دانه با روز تا سنبله‌دهی تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و سنبله و میزان انتقال مجدد همبستگی مثبت و معنی‌دار و با نسبت تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله و ساقه همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون و علیت در شرایط نرمال صفات تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه، سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه، میزان انتقال مجدد، نسبت تخصیص ساقه به سنبله و تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله (R^2=۰/۸۷) و در شرایط قطع آبیاری صفات سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه و انتقال مجدد (R^2=۰/۸۶) در توجیه تغییرات عملکرد دانه اثر معنی‌دار داشتند.

واژه‌های کلیدی: **انتقال مجدد، گندم نان، همبستگی، وراثت‌پذیری.**

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهم‌ترین و باارزش‌ترین گیاهانی است که با تأمین بیش از ۴۰ درصد کالری و ۵۰ درصد پروتئین موردنیاز، در جیره غذایی جامعه ایرانی از اهمیت بسزایی برخوردار است (Nouriyani, 2015). از طرف دیگر با توجه به اهمیت این گیاه در دنیا، بیشترین سطح کشت را در بین گیاهان زراعی را به خود اختصاص داده و درمجموع، میزان تولید گندم نان حدود ۶۲۰ میلیون تن در سال است (Nouriyani, 2015). در میان عوامل محدودکننده عملکرد کمبود آب مهم‌ترین عاملی است که به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان ازجمله ایران، از راه‌های مختلف باعث محدودیت کاشت و کاهش عملکرد گیاهان زراعی می‌گردد (Mirtaheri et al., 2009).

عملکرد دانه در گندم محصول پایانی فرآیند تولید مواد پرورده و مسیرهای مصرفی آن است، به‌طوری‌که میزان

* نگارنده پاسخگو: علی اصغری. پست الکترونیک: Ali_asgharii@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه به تعادل بین جذب و ساخت مواد آلی در منابع و مصرف مخازن وابسته است و ممکن است به‌وسیله یکی از این دو، محدود شود. وزن دانه از سه منبع فتوسنتز جاری بعد از گرده‌افشانی، انتقال کربوهیدرات‌هایی که قبل از گرده-افشانی در گیاه تولید و ذخیره‌شده و بعد از گرده‌افشانی به دانه منتقل می‌گردد که این فرآیند اصطلاحاً حرکت مجدد نامیده می‌شود و انتقال کربوهیدرات‌هایی که بعد از گرده-افشانی و در دوره‌ی رشد بطئی دانه، یعنی دوره‌هایی که آسیمیلات‌های حاصل از فتوسنتز جاری گیاه به دلیل محدودیت پذیرش دانه‌های تازه تشکیل‌شده، بیش از نیاز دانه‌ها بوده و بنابراین به‌صورت موقت در گیاه ذخیره می‌شوند، (این فرآیند را اصطلاحاً انتقال مجدد می‌نامند) تأمین می-گردد. مجموع انتقال و حرکت مجدد، اصطلاحاً توزیع مجدد نامیده می‌شود (Ehdaie et al., 2008). در گندم پس از فتوسنتز جاری می‌توان به کربوهیدرات‌های ذخیره‌شده در بخش‌های رویشی (ازجمله ساقه) به‌عنوان منبع تأمین‌کننده کربوهیدرات‌های موردنیاز برای پر کردن دانه اشاره نمود (Ehdaie et al., 2008) که جزء کربوهیدرات‌های غیر ساختاری محسوب می‌شوند و در حدود ۲۵ تا ۴۰ درصد از کل وزن خشک ساقه را تشکیل می‌دهند (Savic et al., 2012). آرائوس و همکاران (Araus et al., 1998) گزارش کردند که بین ماده خشک منتقل‌شده به دانه در شرایط خشکی همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد. حمزه و همکاران (Hamze et al., 2008) در برآورد وراثت‌پذیری خصوصی صفات تخصیص مواد فتوسنتزی به برگ، ساقه و سنبله با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها مقدار وراثت‌پذیری وزن خشک برگ، ساقه و سنبله را به ترتیب ۶۹/۵، ۶۸/۶ و ۵۶ درصد برآورد کردند. هم‌چنین آن‌ها بین وزن خشک ساقه و سنبله در مرحله قبل از گلدهی با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده کردند. در مطالعه اهدایی و همکاران (Ehdaie et al., 2008) میزان وراثت‌پذیری خصوصی تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه ۴۲ درصد برآورد شد و بین ماده خشک موجود در ساقه و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار گزارش کردند. در مطالعه حیدری رودبالی (Heydari Roodballi *et al.*, 2016) میزان وراثت عمومی و خصوصی برای مساحت برگ به ترتیب ۶۶ و ۵۵ درصد و برای وزن خشک بوته به ترتیب ۷۲ و ۵۳ درصد گزارش شد.

صفات فنولوژیک به‌خصوص روز تا سنبله‌دهی صفت مهمی برای تطابق‌پذیری گندم به شرایط محیطی مختلف به‌خصوص محیط‌هایی با تنش کم‌آبی است و صفتی است که در برنامه‌های اصلاح نباتات کلاسیک به‌عنوان مکانیسمی برای فرار از تنش کم‌آبی انتهای فصل و تنش یخزدگی ابتدای فصل به‌صورت مؤثری مورداستفاده قرار می‌گیرد. به‌علاوه، روز تا سنبله‌دهی از وراثت‌پذیری بالا در گندم برخوردار است و انتخاب بر اساس آن معمولاً مؤثر است (Lin et al., 2008). حمزه و همکاران (Hamze et al., 2012) نشان دادند صفات روز تا سنبله‌دهی و طول دوره پر شدن دانه بیشتر تحت تأثیر اثرات غالبیت و صفت روز تا رسیدگی فیزیولوژیک بیشتر تحت تأثیر اثرات افزایشی است آن‌ها بیشترین مقدار وراثت‌پذیری خصوصی (۹۱٪) را برای روز تا رسیدگی فیزیولوژیک برآورد کردند. با توجه به موارد ذکرشده مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر صفات فنولوژیک و تخصیص مواد فتوسنتزی بر عملکرد دانه گندم نان انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورداستفاده شامل ۱۴۸ لاین اینبرد نوترکیب گندم نان بهاره حاصل از تلاقی رقم *Yecora Rojo* (زودرس و پاکوتاه به‌عنوان والد پدری با منشأ امریکا ۱۴۹) و ژنوتیپ No. 49 (دیررس و پابلند به‌عنوان والد مادری با منشأ سیستان و بلوچستان) به همراه والدین بود. جمعیت مذکور در دانشگاه ریورساید تولید و از طریق قطب علمی اصلاح مولکولی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در اختیار این پژوهش قرار داده شد. ژنوتیپ‌های موردمطالعه در مزرعه منابع طبیعی مهاباد و ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب در سال‌های زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ کشت شدند. این دو منطقه بر اساس طبقه‌بندی دو مارتن، به ترتیب جزو مناطق نیمه‌خشک کشور طبقه‌بندی‌شده‌اند (جدول ۱).

به‌منظور تعیین عناصر ریزمغذی و ماکرو از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری و پس از تهیه نمونه مرکب، عناصر ماکرو و میکرو اندازه‌گیری و بافت خاک نیز تعیین گردید (جدول ۲). عملیات کاشت پس از انجام شخم و دیسک زنی در اوایل فروردین انجام گرفت. هر لاین در کرت‌های دو ردیفی به طول ۲/۵ متر و فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر با تراکم ۵۰۰ بذر در مترمربع کشت شد. در ابتدا و انتهای هر کرت یک ردیف به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. قبل از کاشت ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفره از منبع

www.SID.ir

Archive of SID

سوپر فسفات تریپل و در طول آزمایش کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به زمین داده شد. طی مراحل رشد گیاه مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام گرفت.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical characteristics of testing soil

Measured parameters	پارامترهای اندازه‌گیری	مهاباد Mahabad	میاندوآب Miandoab
Sp (%)	درصد اشباع	43	40
EC (ds/m)	هدایت الکتریکی	1.36	2.26
W.P	نقطه پژمردگی	12.3	13.2
B.D	وزن مخصوص ظاهری	1.4	1.2
pH	اسیدیته	8.09	8.05
T. N. V (%)	کربنات کلسیم (٪)	4.75	6.5
O.C (%)	کربن آلی (٪)	1.3	1.06
N (%)	ازت کل (٪)	0.13	0.01
P (ppm)	فسفر قابل‌جذب	14.26	6.69
K (ppm)	پتاسیم قابل‌جذب	444	314
Sand (%)	شن (٪)	16	18
Silt (%)	سیلت (٪)	54	52
Clay (%)	رس (٪)	28	30
Soil texture	بافت خاک	لومی رسی سیلت	لوم رسی سیلت

آبیاری در تیمارهای تنش و بدون تنش تا مرحله ظهور سنبله، بعد از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A، بسته به دما و میزان تبخیر و تعرق انجام گرفت. برای اعمال تنش کم‌آبی، در مرحله ظهور سنبله، در تیمار تنش، آبیاری قطع شد ولی در آزمایش بدون تنش تا زمان رسیدگی آبیاری ادامه یافت. کلیه مراقبت‌های زراعی به‌طور یکسان برای همه لاین‌ها انجام شد. در این مطالعه صفات فنولوژیک شامل تعداد روز از کاشت تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و طول دوره پر شدن دانه (Aharizad et al. 2012) اندازه‌گیری شد. هم‌چنین برای اندازه‌گیری صفات مرتبط با تخصیص مواد فتوسنتزی نمونه‌گیری در مرحله قبل از گلدهی انجام شد. از هر لاین ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب شد. نمونه‌ها از سطح خاک قطع‌شده و در داخل پاکت پلاستیکی قرار گرفت و سریعاً به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه برگ، ساقه، سنبله هر نمونه جداشده و برای تعیین وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از بیرون آوردن نمونه‌ها آون نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی وزن شدند و به‌عنوان میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به برگ، ساقه و سنبله در نظر گرفته شدند (Hamze et al., 2008).

شاخص‌های زیر بر ا ساس معادله‌های پاپاکو ستا و گاگیاناس (Papakosta and Gagianas, 1991) محاسبه شد:

میزان ماده خشک انتقال‌یافته = ماده خشک در مرحله گلدهی - ماده خشک (ساقه + برگ + پوشال) در مرحله رسیدگی [۱]

سهم انتقال مجدد ماده خشک (درصد) = (ماده خشک انتقال‌یافته / عملکرد دانه) × ۱۰۰ [۲]

تجزیه‌های آماری: تجزیه واریانس ساده و تجزیه واریانس مرکب پس از بررسی و تأیید برقراری مفروضات بر اساس داده‌های دو سال و دو مکان انجام شد. علاوه براین، ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی، توارث‌پذیری خصوصی، پیشرفت ژنتیکی و بازده ژنتیکی با ۵ درصد شدت گزینش، برای کلیه صفات محاسبه شد. هم‌چنین، رابطه بین صفات نیز بر اساس ضرایب همبستگی ساده و صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه با استفاده از تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت تعیین گردیدند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. پارامترهای هواشناسی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در شهرستان میاندوآب و مهاباد

Table 2. Meteorological parameters in the years of 2015-16 in the city of Miandoab and Mahabad

		Miandoab میاندوآب				Mahabad مهاباد			
		میانگین دمای ماهانه (درجه سانتی‌گراد) Monthly average temperature		مقدار بارندگی ماهانه (میلی‌متر) Monthly rainfall amount	تبخیر ماهانه (میلی‌متر) Monthly evaporation	میانگین دمای ماهانه (درجه سانتی‌گراد) Monthly average temperature		مقدار بارندگی ماهانه (میلی‌متر) Monthly rainfall amount	تبخیر ماهانه (میلی‌متر) Monthly evaporation
Month	ماه	حداقل Min.	حداکثر Max.			حداقل Min.	حداکثر Max.		
September	مهر	6.7	2.38	4.9	119.5	10.5	23.7	7.4	175.6
October	آبان	0.7	10.1	47.5	38.9	2.1	9.6	79.2	51.7
November	آذر	-5.6	5.1	1.4	0	-3.5	4.5	4.6	0
December	دی	-2.9	7.9	13.5	0	-1.5	7.6	39.9	0
January	بهمن	-4.2	6.2	8.4	0	-2.7	5.5	23.4	0
February	اسفند	-3.7	8	20	0	-2.2	6.8	59.2	0
March	فروردین	4.6	17.3	41.2	66.9	5.1	16.6	31.5	62.6
April	اردیبهشت	8.9	24.2	48.7	155.9	9.4	24.5	34.9	185.4
May	خرداد	12.7	29.6	2.7	282	14.1	29.8	7.5	282
June	تیر	15.7	32.1	4.6	276.9	17.7	32.7	4.7	304.5
July	مرداد	16.9	35.2	0	316.5	9.4	36.1	2.2	365.1
August	شهریور	12.6	30.7	11.1	194.3	14.8	31.1	1.4	272.8

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که در هر دو شرایط نرمال و قطع آبیاری اختلاف بین والدهای Yecora Rojo و No. 49 ازلحاظ صفات عملکرد دانه، روز تا سنبله‌دهی، تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله و سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه معنی‌دار بود (جداول ۳ و ۴). در شرایط قطع آبیاری بین والدین ازنظر روز تا رسیدگی فیزیولوژیک نیز اختلاف معنی‌دار بود. در این بررسی والد No. 49 در مقایسه با والد Yecora Rojo به‌صورت معنی‌داری از عملکرد دانه روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک بالاتر و تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله و سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه کمتری برخوردار بود. برتری والد No. 49 را می‌توان به خصوصیات ژنتیکی این ژنوتیپ نسبت داد. ژنوتیپ مذکور دیررس و پابلند است و می‌تواند طول دوره رشد بیشتری داشته باشد و علاوه بر استفاده از طول دوره رشد بالا جهت فتوسنتز جاری فتوآسمیلات‌های ذخیره‌شده در ساقه را نیز در مدت‌زمان بیشتری به مخازن انتقال دهد (Ehdaie et al., 2008).

در تحقیق حاضر بین ۱۴۸ اینبرد لاین نوترکیب ازلحاظ کلیه صفات موردبررسی اختلاف معنی‌دار در هر دو شرایط نرمال و قطع آبیاری مشاهده شد. انتظار می‌رود میانگین جامعه لاین‌های خالص نوترکیب با میانگین والدین آن اختلاف معنی‌دار نداشته باشد (Houshmand, 2003). مقایسه متعامد میانگین والدین با میانگین لاین‌های خالص نوترکیب در این پژوهش نشان داد که به‌غیراز روز تا سنبله‌دهی در شرایط نرمال و عملکرد دانه و سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه در شرایط قطع آبیاری اختلاف معنی‌داری بین این دو گروه وجود نداشت. اختلاف بین این دو میانگین (والدین و جامعه نوترکیب حاصل) می‌تواند ناشی از عوامل پیچیده کننده توارث همچون اثرات محیطی، پایه مادری و یا اپیستازی بر صفت مذکور باشد.

تحت شرایط نرمال در هر دو سال تفکیک متجاوز مثبت و منفی معنی‌دار برای صفات عملکرد دانه، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و طول دوره پر شدن دانه، تخصیص مواد فتوسنتزی به برگ، تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه، میزان انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه دیده شد. برای صفات تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله و نسبت تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و سنبله تنها تفکیک متجاوز مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. در شرایط قطع آبیاری هر دو نوع تفکیک متجاوز مثبت و منفی معنی‌دار برای صفات عملکرد دانه، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی

www.SID.ir

Archive of SID

فیزیولوژیک و طول دوره پر شدن دانه، تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه، میزان انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه مشاهده شد. هم‌چنین، برای تخصیص مواد فتوسنتزی به برگ، سنبله و نسبت تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و سنبله تنها تفکیک متجاوز مثبت مشاهده شد. معنی‌دار شدن تفکیک متجاوز در جهت مثبت و منفی در مورد هر دو والد مبین این واقعیت است که آلل‌های افزایش‌دهنده صفات در بین والدین پخش‌شده‌اند و در برخی از نتاج تعداد بیشتری آلل منفی یا مثبت نسبت به والدین جمع شده‌اند.

جدول ۳. پارامترهای آماری و تنوع صفات موردمطالعه در ۱۴۸ لاین موردمطالعه به همراه دو والد (Yecora Rojo × No. 49) تحت شرایط نرمال رطوبتی (میانگین دو سال و دو مکان)

Table 3. Statistical parameters and diversity of studied traits in 148 studied lines with two parents (Yecora Rojo × No. 49) under normal irrigation conditions (means of two years and two locations)

پارامترها Parameters	عملکرد دانه (g/m^2) Grain yield (g/m^2)	روز تا سنبله‌دهی Days to heading (Day)	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی Days to maturity (Day)	طول دوره پر شدن دانه (روز) Grain filing period (Day)	تخصص مواد فتوسنتزی به برگ Leaf partitioning (g)
یوکوراروجو YecoraRojo	54.52	72.63	98.75	26.13	0.81
ان. ۴۹ No. 49	60.51	74.25	101	26.75	0.89
میانگین والدین parents mean	57.37	73.43	99.87	26.43	0.85
اختلاف والدین Parental difference	-6.25	-1.63	-2.25	-0.63	-0.08
بهترین لاین The best line	73.45	78.85	107.15	33.25	1.23
بدترین لاین The worst line	39.94	69.25	95.50	22	0.55
میانگین لاین‌ها Lines Average	57.07	74.26	102.04	27.77	0.88
دامنه تغییرات Range	33.51	9.50	11.65	11.25	0.68
میانگین والدین – نتاج P-F	0.31	-0.83	-2.16	-1.34	-0.02
تفکیک متجاوز مثبت Positive transgressive segregations	12.94	4.30	6.15	6.50	0.34
تفکیک متجاوز منفی Negative transgressive segregations	-14.30	-3.38	-3.25	-4.13	-0.26
ضریب تنوع فنوتیپی Phenotypic coefficient of variations	20.21	2.94	1.82	7.89	16.31
ضریب تنوع ژنوتیپی Genetic diversity coefficient	16.25	2.71	1.44	6.56	9.06
وراثت پذیری عمومی Narrow sense heritability%	64.62	80.96	62.71	69.16	30.86
وراثت پذیری خصوصی Broad sense heritability	32.31	40.48	31.35	34.58	15.43
۵٪ بازده گزینشی Genetic gain5%	3.83	0.95	0.60	0.78	0.02
حداقل اختلاف معنی دار Least significant difference5%	4.84	0.42	2.85	2.89	0.25

www.SID.ir

Archive of SID

Table 3. Continued **جدول ۳. ادامه**

Parameters	پارامترها	تخصص مواد فتوسنتزی به ساقه Stem partitioning (g)	تخصص مواد فتوسنتزی به سنبله Spike partitioning (g)	میزان انتقال مجدد Remobilization (g)	سهم انتقال مجدد (درصد) Remobilization portion (%)
YecoraRojo	یوکوراروجو	1.27	1.02	0.54	11.92
No. 49	ان. ۴۹	1.32	0.76	0.65	8.92
Parents mean	میانگین والدین	1.29	89.27	0.59	10.42
Parental difference	اختلاف والدین	-0.05	0.26	-0.11	-3
The best line	بهترین لاین	1.72	1.29	1.13	19.75
The worst line	بدترین لاین	0.84	0.76	0.20	4.51
Lines Average	میانگین لاین‌ها	1.26	0.98	0.61	10.66
Range	دامنه تغییرات	0.89	0.54	0.93	15.24
P-F	میانگین والدین – نتاج	0.03	-0.09	0.01	-0.24
Positive transgressive segregations	تفکیک متجاوز مثبت	0.41	0.27	0. 49	7.83
Negative transgressive segregations	تفکیک متجاوز منفی	-0.43	-0.01	-0.34	-4.41
Phenotypic coefficient of variations	ضریب تنوع فنوتیپی	12.89	9.57	20.87	0.31
Genetic diversity coefficient	ضریب تنوع ژنوتیپی	11.86	6.35	17.67	0.20
Narrow sense heritability%	وراثت پذیری عمومی	84.61	46.59	71.69	45.45
Broad sense heritability	وراثت پذیری خصوصی	42.30	23.29	35.84	22.72
Genetic gain5%	۵٪ بازده گزینشی	0.07	0.02	0.06	0.007
Least significant difference5%	حداقل اختلاف معنی دار	0.14	0.21	0.15	0.33

در تحقیق حاضر ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی قابل‌توجهی برای برخی از صفات مشاهده شد. تنوع بالا بین ژنوتیپ‌ها امکان بهبود صفات در آینده را فراهم می‌آورد و به‌طور خاص میزان تنوع ژنتیکی در تعیین سودمندی انتخاب مؤثر است (Subhashchandra et al., 2009). در مطالعه حاضر دامنه تغییرات تنوع فنوتیپی در صفات از ۰/۳۱ درصد تا ۸۷ /۲۰ درصد و دامنه تغییرات تنوع ژنتیکی از ۰/۲۰ تا ۱۷/۶۷ درصد متغیر بود که کمترین ضریب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی مربوط به صفت سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه و بالاترین ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی مربوط به انتقال مجدد بود. تحت شرایط تنش کم‌آبی دامنه تغییرات ضریب تنوع فنوتیپی بین ۰/۳۲ تا ۲۱/۷۸ درصد متغیر بود هم‌چنین، محدوده تغییرات تنوع ژنوتیپی بین ۰/۲۳ تا ۱۷/۳۲ درصد متغیر بود. کمترین ضریب تنوع ژنتیکی مربوط به صفت سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه و بالاترین تنوع ژنتیکی به صفت عملکرد دانه اختصاص داشت (جداول ۳ و ۴). در هر دو شرایط نرمال و قطع آبیاری بین تنوع ژنتیکی و تنوع فنوتیپی اختلاف قابل‌توجهی وجود داشت و میزان تنوع فنوتیپی بالاتر از تنوع ژنتیکی بود که بیانگر تأثیر بیشتر محیط بر صفات موردبررسی در مقایسه با عوامل ژنتیکی بود. تحت شرایط نرمال رطوبتی بالاترین مقدار وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه به ترتیب به مقدار ۸۴/۶۱ و ۴۲/۳۰

www.SID.ir

Archive of SID

درصد و کمترین مقدار وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی برای تخصیص مواد فتوسنتزی به برگ به ترتیب به مقدار ۳۰/۸۶ و ۱۵/۷۳ درصد برآورد شد. در شرایط قطع آبیاری روز تا سنبله‌دهی با مقادیر وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی ۹۰/۸۶ و ۴۵/۴۳ درصد بالاترین و تخصیص مواد فتوسنتزی به برگ با مقادیر وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی ۵۲/۳۸ و ۲۶/۱۹ درصد کمترین مقادیر را نشان دادند (جداول ۳ و ۴).

جدول ۴. پارامترهای آماری و تنوع صفات موردمطالعه در ۱۴۸ لاین موردمطالعه به همراه دو والد (Yecora Rojo × No. 49) تحت شرایط قطع آبیاری (میانگین دو سال و دو مکان)

Table 4. Statistical parameters and diversity of studied traits in 148 studied lines with two parents (Yecora Rojo × No. 49) under irrigation cease (means of two years and two locations)

شرایط تنش Stress condition / پارامترها Parameters	عملکرد دانه (g/m^2) Grain yield (g/m^2)	روز تا سنبله‌دهی Day to heading (Day)	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی Day to mature (Day)	طول دوره پر شدن دانه (روز) Grain filing period (Day)	تخصص مواد فتوسنتزی به برگ Leaf partitioning (g)
یوکوراروجو YecoraRojo	4.80	72.38	101.63	29.25	0.77
ان. ۴۹ No. 49	51.58	75	104.63	29.63	0.73
میانگین والدین Parents mean	46.18	73.68	103.12	29.43	0.74
اختلاف والدین Parental difference	-10.7	-2.63	-3	-0.38	0.04
بهترین لاین The best line	56.71	79.50	109.25	33.63	1.32
بدترین لاین The worst line	17.04	64.38	92.75	23	0.59
میانگین لاین‌ها Lines average	36.38	74.13	102.83	28.70	0.96
دامنه تغییرات Range	39.66	15.13	16.50	10.63	0.73
میانگین والدین – نتاج P-F	9.81	-0.44	0.29	0.74	-0.21
تفکیک متجاوز مثبت Positive transgressive segregations	5.13	4.50	4.63	4	0.55
تفکیک متجاوز منفی Negative transgressive segregations	-23.7	-8	-8.88	-6.63	-0.14
ضریب تنوع فنوتیپی Phenotypic coefficient of variations	21.78	3.70	2.76	8.22	15.25
ضریب تنوع ژنوتیپی Genetic diversity coefficient	17.32	3.53	2.47	4.64	11.04
وراثت پذیری عمومی Narrow sense heritability%	63.25	90.86	80.19	61.64	52.38
وراثت پذیری خصوصی Broad sense heritability	31.62	45.43	40.09	30.82	26.19
بازده گزینشی ۵٪ Genetic gain5%	2.59	1.28	1.17	0.74	0.039
حداقل اختلاف معنی دار Least significant difference5%	3.57	0.59	2.41	2.45	0.29

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. ادامه

Table 4. Continued

شرایط تنش / پارامترها Stress condition / Parameters	تخصص مواد فتوسنتزی به ساقه Stem partitioning (g)	تخصص مواد فتوسنتزی به سنبله Spike partitioning (g)	میزان انتقال مجدد Remobilization (g)	سهم انتقال مجدد (درصد) Remobilization portion (%)
یوکوراروجو YecoraRojo	1.15	0.96	0.81	19.27
ان. ۴۹ No. 49	1.20	1.20	0.79	15.64
میانگین والدین Parents mean	1.17	0.86	0.79	17.45
اختلاف والدین Parental difference	-0.05	0.185	-0.02	3.63
بهترین لاین The best line	1.60	1.31	1.16	40.38
بدترین لاین The worst line	0.93	0.73	0.51	10.42
میانگین لاین‌ها Lines average	1.19	0.97	0.78	21.90
دامنه تغییرات Range	0.67	0.58	0.66	29.96
میانگین والدین – نتاج P-F	-0.02	-0.10	0.02	-4.44
تفکیک متجاوز مثبت Positive transgressive segregations	0.40	0.35	0.36	21.11
تفکیک متجاوز منفی Negative transgressive segregations	-0.23	-0.04	-0.28	-5.21
ضریب تنوع فنوتیپی Phenotypic coefficient of variations	10.29	10.81	17.47	0.32
ضریب تنوع ژنوتیپی Genetic diversity coefficient	9.20	8.11	14.40	0.23
وراثت پذیری عمومی Narrow sense heritability%	80	56.36	67.95	53.06
وراثت پذیری خصوصی Broad sense heritability	40	28.18	33.97	26.53
بازده گزینشی ۵٪ Genetic gain5%	0.05	0.03	0.047	0.019
حداقل اختلاف معنی دار Least significant difference5%	0.13	0.18	0.14	0.36

با توجه به این‌که واریانس ژنتیکی بین لاین‌های خالص نوترکیب معادل دو برابر واریانس افزایشی است (Houshmand, 2003)، بنابراین وراثت‌پذیری خصوصی بر این مبنا برآورد شد. لذا انتظار می‌رود درمجموع دو شرایط، صفاتی مانند روز تا سنبله‌دهی، تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه، انتقال مجدد و عملکرد دانه در مقایسه با دیگر صفات موردبررسی بیشتر تحت کنترل اثرات ژنتیکی افزایشی ژن‌ها باشند و از طرف دیگر مقدار کم وراثت‌پذیری خصوصی صفات تخصیص مواد فتوسنتزی به برگ و سهم مواد فتوسنتزی در عملکرد دانه، بیانگر نقش کم تنوع ژنتیکی افزایشی و یا انعطاف‌پذیری فنوتیپی آن صفات است.

در مقایسه اثر قطع آبیاری بر میزان تغییرات وراثت‌پذیری صفات در دو محیط، مشاهده شد وراثت‌پذیری خصوصی صفات روز تا سنبله‌دهی، تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه، انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و عملکرد دانه تغییرات بسیار جزئی نشان دادند؛ بنابراین، می‌توان اظهار داشت که تخصیص

www.SID.ir

Archive of SID

مواد فتوسنتزی به ساقه، انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و عملکرد دانه در مقایسه با دیگر صفات موردبررسی در این تحقیق بیشتر تحت تأثیر ژنوتیپ بوده‌اند تا محیط. در مطالعه‌ای مشابه حمزه و همکاران (Hamze et al., 2008) با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها مقدار وراثت‌پذیری وزن خشک برگ، ساقه و سنبله را به ترتیب ۶۹/۵، ۶۸/۶ و ۵۶ درصد برآورد کردند. در مطالعه اهدایی و همکاران (Ehdaie et al., 2008) میزان وراثت‌پذیری خصوصی انتقال مجدد ذخایر ساقه ۴۲ درصد برآورد شد. در مطالعه حیدری رودبالی (Heydari Roodballi et al., 2016) در شرایط تنش خشکی میزان وراثت عمومی و خصوصی برای وزن خشک بوته به ترتیب ۷۲ و ۵۳ درصد گزارش شد. حمزه و همکاران (Hamze et al., 2012) گزارش کردند، صفات روز تا سنبله-دهی و طول دوره پر شدن دانه بیشتر تحت تأثیر اثرات غالبیت و صفت روز تا رسیدگی فیزیولوژیک بیشتر تحت تأثیر اثرات افزایشی است. آن‌ها بیشترین مقدار وراثت‌پذیری خصوصی (۹۱٪) را برای روز تا رسیدگی فیزیولوژیک برآورد کردند.

در مطالعه حاضر بالاترین بازده گزینشی در شرایط نرمال و قطع آبیاری مربوط به صفات عملکرد دانه، روز تا سنبله‌دهی روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول دوره پر شدن دانه، تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی بود. در گزارش‌های متعدد تأکید شده است که بدون پیشرفت ژنتیکی، مقادیر وراثت‌پذیری اهمیت کاربردی در گزینش بر اساس فنوتیپ نخواهد داشت (Ehdaie and Wains, 1997). لذا، در برنامه‌های اصلاحی برای گزینش توأم، پیشرفت ژنتیکی بایستی همراه با وراثت‌پذیری در نظر گرفته شود. در این تحقیق، مقادیر وراثت‌پذیری با پیشرفت ژنتیکی مناسبی برای صفات تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه، انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و عملکرد دانه در هر دو شرایط به دست آمد بنابراین، می‌توان این صفات را از طریق گزینش در نسل‌های اولیه در ژنوتیپ‌ها تثبیت کرد.

بر اساس نتایج جدول همبستگی بین صفات (جدول ۵) تحت شرایط نرمال رطوبتی و قطع آبیاری بین صفت عملکرد دانه و صفات روز تا سنبله‌دهی تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و سنبله و میزان انتقال مجدد همبستگی مثبت و معنی-دار مشاهده شد. لازم به ذکر است که در شرایط نرمال رطوبتی همبستگی عملکرد دانه با روز تا رسیدگی فیزیولوژیک مثبت و معنی‌دار و شرایط تنش کم‌آبی با سهم انتقال مجدد در عملکرد منفی و معنی‌دار بود. وجود ارتباط مثبت بین روز تا سنبله دهی و عملکرد دانه بیانگر این است که با افزایش تعداد روزها تا سنبله‌دهی ژنوتیپ‌ها از زمان بیشتری برای ذخیره مواد فتوسنتزی در اندام‌های رویشی و زایشی خود برخوردار هستند. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین روز تا سنبله‌دهی با تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و سنبله و میزان انتقال مجدد دلیلی بر این ادعاست. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و سنبله و میزان انتقال مجدد بیانگر نقش مثبت این صفات در شکل‌گیری عملکرد نهایی دانه در هر دو شرایط محیطی است. در شرایط نرمال بالاترین ضریب همبستگی ($r = ۰/۸۸^{**}$) به دو صفت سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه و میزان انتقال مجدد اختصاص داشت. در شرایط قطع آبیاری نیز بالاترین ضریب همبستگی ($r = ۰/۹۲^{**}$) به دو صفت تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و میزان انتقال مجدد اختصاص داشت (جدول ۵). با توجه به رابطه ریاضی بین انتقال مجدد در عملکرد دانه و میزان انتقال مجدد که در آن میزان انتقال مجدد در صورت کسر وجود دارد وجود، چنین رابطه‌ای دور از انتظار نبود.

حمزه و همکاران (Hamze et al., 2008) بین وزن خشک ساقه و سنبله در مرحله قبل از گلدهی با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار و بین وزن خشک برگ و عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌دار گزارش کردند. در مطالعه اهدایی و نیز همکاران (Ehdaie et al., 2008) بین میزان انتقال مجدد و عملکرد نهایی دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت. نوریانی (Nouriyani, 2015) گزارش کرد که در شرایط نرمال و تنش محیطی، عملکرد دانه با وزن خشک ساقه، میزان توزیع مجدد همبستگی مثبت و معنی‌دار و با سهم انتقال مجدد در عملکرد همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد. سنجری و یزدان سپاس (Sanjarei Pirvatlou and Yazdansepas, 2009) در ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط تنش خشکی، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با میزان انتقال مواد فتوسنتزی و شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی گزارش نمودند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. ضرایب همبستگی صفات در شرایط نرمال رطوبتی (اعداد پایین)، شرایط قطع آبیاری (اعداد بالا) بر اساس میانگین دو سال و دو مکان

Table 5. Correlation coefficients of traits under normal condition (low numbers), irrigation cease (high numbers) based on the average of two years and two locations

	روز تا سنبله‌دهی (روز) Days to heading(day)	روز تا رسیدگی (روز) Days to maturity (day)	طول دوره پر شدن دانه (روز) Grain filing period (day)	عملکرد دانه Grain yield (g/m^2)	تخصص مواد فتوسنتزی به برگ Leaf partitioning (g)
روز تا سنبله‌دهی Days to heading	1	0.68**	-0.34**	0.23**	-0.04ns
روز تا رسیدگی Days to maturity	0.34**	1	0.43**	0.11ns	0.10ns
طول دوره پر شدن دانه Grain filing period	-0.59**	0.52**	1	0.13ns	0.19*
عملکرد دانه Grain yield	0.24**	0.25**	0.02ns	1	-0.12ns
تخصیص مواد فتوسنتزی به برگ Leaf partitioning	0.01ns	0.08ns	0.06ns	0.01ns	1
تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه Stem partitioning	0.30**	0.25**	-0.06ns	0.62**	-0.08ns
تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله Spike partitioning	0.18*	0.10ns	-0.08ns	0.29**	-0.09ns
انتقال مجدد Remobilization	0.26**	0.21**	-0.06ns	0.43**	-0.11ns
سهم انتقال مجدد Remobilization portion	0.18*	0.14ns	-0.06ns	-0.02ns	-0.11ns

ns، *و**: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** represent not significant, significant at 5 and 1%, respectively.

جدول ۵. ادامه

Table 5. Continued

	تخصص مواد فتوسنتزی به ساقه Stem partitioning (g)	تخصص مواد فتوسنتزی به سنبله Spike partitioning (g)	انتقال مجدد Remobilization (g)	سهم انتقال مجدد (درصد) Remobilization portion
روز تا سنبله‌دهی Days to heading	0.23**	0.17*	0.18*	-0.10ns
روز تا رسیدگی Days to maturity	0.17*	0.05ns	0.11ns	-0.04ns
طول دوره پر شدن دانه Grain filing period	0.06ns	-0.16*	-0.07ns	0.08ns
عملکرد دانه Grain yield	0.46**	0.17*	0.36**	-0.67**
تخصیص مواد فتوسنتزی به برگ Leaf partitioning	0.03ns	-0.01ns	0.05ns	0.13ns
تخصص مواد فتوسنتزی به ساقه Stem partitioning	1	0.24**	0.92**	0.24**
تخصص مواد فتوسنتزی به سنبله Spike partitioning	0.36**	1	0.25**	0.04ns
انتقال مجدد Remobilization	0.87**	0.26**	1	0.40**
سهم انتقال مجدد Remobilization portion	0.67**	0.12ns	0.88**	1

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج تجزیه رگرسیون چندگانه برای مشخص نمودن اجزای مؤثر بر عملکرد دانه به‌عنوان صفت وابسته در شرایط نرمال و قطع آبیاری در متوسط دو مکان و دو سال در جداول ۶ و ۷ درج شده است. در شرایط نرمال صفات تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه، سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه، انتقال مجدد و تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله (R^2=۰/۸۷) و در شرایط تنش کم‌آبی صفات سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه و انتقال مجدد (R^2=۰/۸۶) در توجیه تغییرات عملکرد دانه سهم داشتند.

جدول ۶. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام صفات موردمطالعه با عملکرد دانه در شرایط نرمال رطوبتی

Table 6. Results of stepwise regression analysis of studied traits with grain yield under normal conditions

Variables	متغیرها	1	2	3	4
Constant	عدد ثابت	18.37	10.92	52.63	89.04
Stem partitioning	تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه	30.77	54.21	3.25	-27.04
Remobilization portion	سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه		-2.06	-5.09	-5.07
Remobilization	انتقال مجدد			88.37	90.76
Spike partitioning	تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله				35.91
R^2	ضریب تبین	0.52	0.73	0.86	0.87

نتایج تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط نرمال رطوبتی (جدول ۸) نشان داد که صفات تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه دارای اثر مستقیم منفی و معنی‌دار بر عملکرد دانه نشان داد. صفات میزان انتقال مجدد و تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله دارای اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار بر عملکرد دانه بودند. میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه از طریق سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه اثر منفی و از طریق میزان انتقال مجدد و تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله اثر مثبت غیرمستقیم بر عملکرد دانه داشت. سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه از طریق تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه اثر غیرمستقیم منفی و از طریق میزان انتقال مجدد و تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله اثر مثبت غیرمستقیم بر عملکرد دانه نشان داد. میزان انتقال مجدد از طریق نسبت تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه اثر غیرمستقیم منفی و تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله اثر غیرمستقیم بر عملکرد دانه داشت. تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله نیز از طریق تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه اثر غیرمستقیم منفی و از طریق میزان انتقال مواد فتوسنتزی اثر مثبتی بر عملکرد دانه داشت. در شرایط نرمال تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه داشت اما با استفاده از تجزیه مسیر و تقسیم همبستگی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم مشاهده شد که دلیل همبستگی مثبت صفت مذکور بر عملکرد دانه به‌واسطه اثرات مثبت غیرمستقیم بر عملکرد دانه است. تحت شرایط قطع آبیاری سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه اثر مستقیم منفی و معنی‌دار و میزان انتقال مجدد اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار بر عملکرد دانه داشت (جدول ۹). سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه اگرچه به‌صورت مستقیم اثر منفی بر عملکرد دانه داشت اما به‌صورت غیرمستقیم و از طریق میزان انتقال مجدد اثر مثبت غیرمستقیمی بر عملکرد دانه نشان داد. میزان انتقال مجدد نیز به‌صورت غیرمستقیم از طریق سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه به‌صورت غیرمستقیم و منفی عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار داد. وجود اثر مستقیم منفی و معنی‌دار سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه در هر دو شرایط نشان می‌دهد که با کاهش عملکرد دانه، سهم توزیع مجدد افزایش‌یافته است؛ به‌عبارت‌دیگر، افزایش سهم توزیع مجدد مواد ذخیره‌ای در جهتی بوده است که

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش عملکرد دانه را در شرایط تنش محیطی تا حدی جبران نماید. با توجه به اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار میزان انتقال مجدد بر عملکرد دانه در شرایط تنش انتهایی می‌توان اظهار داشت که ژنوتیپ‌هایی که میزان انتقال مجدد آن‌ها بالا باشند پتانسیل عملکردی بالایی خواهند داشت. در مطالعه بهاری و همکاران (Bahari et al., 2014) دو صفت میزان انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد در پر شدن دانه‌ها بیشترین تأثیر مثبت را بر عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی نشان دادند. نوریانی و همکاران (Nouriyani, 2015) با انجام تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت گزارش کردند میزان فتوسنتز جاری و وزن خشک در مرحله گرده‌افشانی با توجیه ۷۸ درصد از تغییرات به‌عنوان مؤثرترین صفات در شرایط نرمال و میزان فتوسنتز جاری و سهم توزیع مجدد با توجیه ۸۴ درصد به‌عنوان مؤثرترین صفات در شرایط تنش شناسایی شدند.

جدول ۷. تجزیه علیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط نرمال رطوبتی

Table 7. Path analysis of traits affecting grain yield under normal conditions

Variables متغیرها	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم Indirect effect			
		تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه stem partitioning	سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه Remobilization portion	انتقال مجدد Remobilization	تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله Spike partitioning
تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه Stem partitioning	-0.54**	-	-1. 2	1.73	0.16
سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه Remobilization portion	-1.08**	-0.36	-	1.54	0.05
انتقال مجدد Remobilization	1.99**	-0.46	-1.58	-	0.11
تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله Spike partitioning	0.45**	-0.19	-0.21	0.51	-

اثر باقیمانده Error = 0.36

جدول ۸. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام صفات موردمطالعه با عملکرد دانه در شرایط قطع آبیاری

Table 8. Results of stepwise regression analysis of studied traits with grain yield under irrigation cease conditions

Variables	متغیرها	1	2
Constant	عدد ثابت	58.51	37.33
Remobilization portion	سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه	-1.07	-1.45
Remobilization	انتقال مجدد		39.98
R^2	ضریب تبین	0.57	0.86

جدول ۹. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام صفات موردمطالعه با عملکرد دانه در شرایط قطع آبیاری

Table 9. Stepwise analysis of traits affecting grain yield under irrigation cease conditions

Traits	صفات	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم Indirect effect	
			سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه Remobilization portion in grain yield	انتقال مجدد Remobilization
Remobilization portion	سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه	-0.97**	-	0.30
Remobilization amount	میزان انتقال مجدد	0.75**	-0.38	-

اثر باقیمانده Error = 0.37

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر در هر دو شرایط برای اکثر صفات موردبررسی تفکیک متجاوز مثبت و معنی‌دار دیده شد می‌توان نتیجه گرفت که آلل‌های افزایش‌دهنده صفات در بین والدین پخش‌شده‌اند و در برخی از نتاج تعداد بیشتری آلل منفی یا مثبت نسبت به والدین جمع شده‌اند و از این جمعیت در سایر کارهای اصلاحی همانند نقشه‌یابی QTL استفاده نمود. هم‌چنین در بررسی حاضر صفات تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه، انتقال مجدد و عملکرد دانه در مقایسه با دیگر صفات موردبررسی از وراثت‌پذیری خصوصی بالاتری در مقایسه با دیگر صفات برخوردار بودند بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در کنترل صفات مذکور نقش اثرات افزایشی چشم‌گیر-تر از اثرات غالبیت است و گزینش ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مذکور می‌تواند مثمر ثمر باشد. تحت شرایط نرمال رطوبتی و قطع آبیاری بین صفت عملکرد دانه و صفات روز تا سنبله‌دهی تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و سنبله و میزان انتقال مجدد همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. هم‌چنین بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت در هر دو شرایط نرمال و قطع آبیاری صفات مرتبط با تخصیص مواد فتوسنتزی اثر چشمگیری در شکل‌گیری عملکرد دانه به‌خصوص در شرایط تنش انتهایی داشتند. صفات مذکور از وراثت‌پذیری خصوصی و مقدار بازده گزینشی قابل قبولی در مقایسه با صفات فنولوژیک برخوردار بودند و همچنین نقش اثرات افزایشی در کنترل صفات مذکور بارزتر از اثرات غالبیت بود؛ بنابراین، گزینش ژنوتیپ‌هایی که از قدرت ذخیره و انتقال مجدد ذخایر فتوسنتزی بالایی در زمان قبل از گلدهی برخوردار هستند، می‌تواند معیار مناسبی جهت گزینش ژنوتیپ‌های پرمحصول در شرایط قطع آبیاری و حتی شرایط نرمال که ژنوتیپ‌ها درجه‌های مختلفی از کم‌آبی را تجربه می‌کنند و فتوسنتز جاری با مشکل مواجه شده است، باشد.

منابع

Aharizad, S., Sabzi, M., Mohammadi, S.A., Khodadadi, E., 2012. Multivariate analysis of genetic diversity in wheat (*Triticum aestivum* L.) recombinant inbred lines using agronomic traits. Annals of Biological Research. 3, 2118-2126.

Araus, J.L., Amaro, T., Casadesús, J., Asbati, A., Nachit. M. M., 1998. Relationships between ash content, carbon isotope discrimination and yield in durum wheat. Australian journal of plant physiology. 25(7), 835–842.

Askar, M., Yazdansepas, A., Amini, A., 2010. Evaluation of winter and facultative bread wheat genotypes under irrigated and post anthesis drought stress conditions. Seed and Plant Improvement Journal. 3, 313-329.

Bahari, N., Karpisheh, L., 2014. Studying the correlation and analyzing the path coefficient between grain weight and the traits related to remobilization of assimilates in bread wheat genotypes. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 4(3), 303-308.

Ehdaie, B., Alloush, G.A., Waines, J.G., 2008. Genotypic variation in linear rate of grain growth and contribution of stem reserve to grain yield in wheat. Field Crops Research. (106), 34-43.

Ehdaie, B., Wains, J.G., 1997. Genetic analysis of carbon isotope discrimination and agronomic characters in a bread wheat cross. Theoretical and Applied Genetics. 88(8), 1023-1028.

Hamze. H., Saba, J., Jabari, F., Nassiri, J., Alavi, M., 2008. Estimation of components variation, genotypic and phenotypic correlation coefficients of grain yield and its component in bread wheat (*Tritium aestivum* L.) under rainfed conditions. Environment Stresses in Agriculture Science. 2(1), 29-38 [In Persian with English Summary].

Hamze. H., Mohammadi, S., Saba. J., 2012. Study of inheritance of phenological traits and the allocation of photosynthetic material to stem, spike and leaf in wheat under water stress conditions. 12th Iranian Congress of Genetics [In Persian with English Summary].

Heydari Roodballi, M., Abdolshahi, R., Baghizadeh, A., Ghader Ghaderi. M., 2016. Genetic Analysis of Yield and Yield Related Traits in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) under Drought Stress Condition. Journal of Crop Breeding. 8 (18), 1-6. [In Persian with English Summary].

www.SID.ir

Archive of SID

Houshmand, S., 2003. The genetical analysis of quantitative traits. ShahreKord University Publication. 462Pp.

Kumar, D., 2004. Breeding for drought resistance. In: Ashraf, M., Harris, P.J.C., (eds), Abiotic Stress: Plant Resistance through Breeding and Molecular Approaches. Food Products Press. pp, 145–175.

Lin F., Xue, S.L., Tian, D.G., Li, C.J., Cao, Y., Zhang, Z.Z., Zhang, C.Q., Ma, Z.Q., 2008. Mapping chromosomal regions affecting flowering time in a spring wheat RIL population. Euphytica. 164, 769-777.

Mirtaheri, S.M., Sidat, Fathi, Gh., Alemi, Kh., 2009. Effect of drought stress on dry matter remobilization in five bread wheat cultivars. Iranian Journal of Field Crops Research. 8(2), 308-314 [In Persian with English Summary].

Modhej, M., 2011. The relationship between source and sink physiological wheat (*Triticum aestivum* and *T. durum*) and triticale (*Triticale hexaploid* Lart.) In Ahvaz environmental conditions. Journal of Agricultural Research. 9 (2), 258-264. [In Persian with English Summary].

Nouriyani, H., 2015. Effect of Paclobutrazol on the redistribution of assimilates to seed in three varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) under heat stress conditions. Journal of Crop Physiology. 7(25), 89- 104 [In Persian with English Summary].

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

Przulj, N., Momcilovic, V., 2001. Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation and translocation in two rowed spring barley I. Dry matter translocation. European Journal of Agronomy. 15, 241-254.

Richards R.A., Passioura. J.B., 1989. A breeding program to reduce the diameter of the major xylem vessel in the seminal roots of wheat and its effect on grain yield in rain-fed environments. Australian Journal of Agricultural Research. 40(5), 943 - 950.

Sanjarei Pirvatlou, A., Yazdansepas, A., 2009. Genotypic variation of stem reserves in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under post-anthesis drought stress condition. Iranian Journal Field Crop Science. 29, 181-191 [In Persian with English Summary].

Savic, J., Dodig, D., Kandic, V., Gelamoclija, D., and Quarrie, S., 2012. Bread wheat traits related to yield under post anthesis stress. Original Scientific Paper. Proceedings. 47th Croatian and 7th International Symposium of Agriculture. Opatija, Croatia. 539-542.

Subhashchandra, B., Lohithaswa, H.C., Desai, A.S., and Hanchinal, R.R., 2009. Assessment of genetic variability and relationship between genetic diversity and transgressive segregation in tetraploid wheat. Karnataka Journal of Agricultural. 22, 36-38.

www.SID.ir