

مجله بهزراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۹، شماره ۴، سال ۱۳۹۲

روند تغییرات عملکرد دانه و برخی صفات فیزیولوژیکی در ارقام گندم نان بهاره معرفی شده در
سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۳۰ در ایران

Trend of Changes in Grain Yield and Some Physiological Traits in Spring Bread Wheat Cultivars Released Between 1951-2008 in Iran

زهرا آنت^۱، محسن اسماعیل‌زاده مقدم^۲، علی کاشانی^۳ و فواد مرادی^۴

- ۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج
- ۲- دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج (نگارنده مسئول)
- ۳- استاد دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز
- ۴- استادیار پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۵

چکیده

آنت، ز.، اسماعیل‌زاده مقدم، م.، کاشانی، ع. و مرادی، ف. ۱۳۹۲. روند تغییرات عملکرد دانه و برخی صفات فیزیولوژیکی در ارقام گندم نان بهاره معرفی شده در سال‌های ۱۳۳۰-۱۳۸۷ در ایران. *مجله بهزراعی نهال و بذر* ۲-۲۹ (۴): ۴۸۳-۴۶۱.

به منظور بررسی روند تغییرات عملکرد دانه، شاخص‌های رشد، کربوهیدرات‌های محلول ساقه و دمای سایه‌انداز در ۱۵ رقم گندم نان بهاره که طی سال‌های ۸۷-۱۳۳۰ معرفی شده‌اند، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه به‌نژادی بخش تحقیقات غلات موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام شد. نتایج نشان داد که روند تغییرات عملکرد دانه طی این سال‌ها افزایشی بود و ۳۵ کیلوگرم در هکتار در هر سال بود. در بین ارقام گندم، بیشترین میانگین عملکرد (۵/۳۸ تن در هکتار) به رقم پارسی و کمترین آن (۲/۸۱ تن در هکتار) به رقم شعله تعلق داشت. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و شاخص سطح برگ در ارقام مختلف در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار داشتند. ارقام جدید در مقایسه با رقم‌های قدیمی، زودتر به شاخص سطح برگ حداکثر رسیدند. همچنین ارقام جدید توانستند حداکثر شاخص سطح برگ را برای مدت زمان بیشتری حفظ کنند. کربوهیدرات‌های محلول ساقه در میانگرمه اول و دوم در بیشتر ارقام در ۱۴ روز پس از گرده‌افشانی ذخیره شد و سپس به دانه‌های در حال رشد انتقال یافت. مقدار کربوهیدرات‌های ذخیره شده در میانگرمه دوم بیشتر از میانگرمه اول بود. دمای سایه‌انداز در مرحله گرده‌افشانی در رقم‌های جدید نسبت به ارقام قدیمی‌تر گندم نان بهاره خنک‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: گندم نان بهاره، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، میانگرمه دوم و کربوهیدرات‌های محلول ساقه.

آدرس الکترونیکی نگارنده مسئول: esmailzadehmohsen@gmail.com

مقدمه

گندم از مهم‌ترین گیاهان زراعی بوده که رشد فزاینده جمعیت نیز بر ضرورت افزایش تولید آن افزوده است. از این لحاظ این گیاه دارای ارزش راهبردی ویژه در دنیا می‌باشد. مقایسه میانگین عملکرد گندم در ایران با میانگین عملکرد جهانی نشانگر آن است که پایین بودن عملکرد گندم در واحد سطح از مهم‌ترین نقاط ضعف تولید آن بشمار می‌آید (Ramyar and Jamnejad, 2010). در این راستا شناخت برخی خصوصیات و صفات مهم گیاهی و زراعی می‌تواند در رسیدن به عملکرد بیشتر، با استفاده از روش‌های به‌نژادی و به زراعی مفید باشد.

مطالعه‌ای بر روی ۲۶ رقم گندم بهاره که طی سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۹۷ در مکزیک معرفی شده بودند روند افزایشی در عملکرد دانه طی این سال‌ها را نشان داد (Lopez et al., 2012). منس و همکاران (Manes et al., 2012) نیز در پژوهش خود بر روی ارقام گندم معرفی شده بین سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۹۴ افزایش عملکرد دانه به مقدار ۳۱ کیلوگرم در هکتار در سال را گزارش کردند.

تجزیه و تحلیل کمی رشد روشی برای توجیه و تفسیر واکنش‌های گیاه نسبت به شرایط مختلف است که گیاه در طول چرخه زندگی خود با آن‌ها مواجه می‌گردد (Ghasemi Golozani et al., 1997).

روش‌هایی که برای تعیین اجزای رشد محصول مورد استفاده قرار می‌گیرند، بعنوان شاخص‌های رشد معرفی شده‌اند (Morison et al., 1992). تولید ماده خشک در گیاهان را می‌توان با دو شاخص سرعت رشد گیاه و سرعت رشد نسبی مورد بررسی قرار داد (Karimi and Siddique, 1991).

نواب پور و همکاران (Navabpour et al., 2011) اختلاف معنی‌داری را بین ارقام مختلف گندم نان از نظر شاخص‌های رشد گزارش کردند و نشان دادند که شاخص سطح برگ (Leaf area index = LAI) حداکثر در مرحله گلدهی از جمله عوامل موثر در عملکرد دانه بود. آن‌ها بیان کردند که اگر شاخص سطح برگ در زمان کوتاه‌تری به نقطه حداکثر برسد، حداکثر عملکرد دانه حاصل می‌شود. حسین‌پور و همکاران (Hosseinpour et al., 2003) با مطالعه بر روی ده ژنوتیپ گندم دیم با عادت رشدی بهاره گزارش کردند که ارقام مختلف شاخص‌های رشدی متفاوتی را داشتند. زیائو و همکاران (Xiao et al., 2012) نشان دادند با گذشت زمان و طی سال‌های مختلف شاخص سطح برگ در گندم افزایش پیدا کرده و این می‌تواند یکی از دلایل حصول عملکرد بالا در ارقام جدیدتر باشد.

در مطالعات مختلفی که در مناطق مختلف جهان در خصوص رابطه بین غلظت

لوپز و همکاران (Lopez *et al.*, 2012) نیز نشان دادند در ارقام جدید گندم بهاره، دمای سایه‌انداز در مقایسه با رقم‌های قدیمی کاهش یافته است.

در این پژوهش روند تغییرات برخی صفات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه در ارقام گندم نان بهاره معرفی شده در سالهای ۱۳۸۷-۱۳۳۰ مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه به‌نژادی بخش تحقیقات غلات موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج واقع در طول جغرافیایی ۵۰° و ۵۵° شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵° و ۵۰° شمالی و با شرکت ۱۵ رقم گندم نان بهاره در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. شجره و سال معرفی ۱۵ رقم گندم نان بهاره مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است.

هر رقم در کرت‌هایی با سطح ۷/۲ متر مربع (با ابعاد ۷/۲ = ۶ متر × ۱/۲ متر) در ۱۵ آبان ماه کاشته شد که شامل چهار ردیف کاشت با فاصله ۳۰ سانتیمتر بود. عملیات کاشت با ماشین بذرکار غلات انجام شد. کود نیتروژن از منبع اوره به دو صورت پایه (قبل از کاشت) و سرک در اوایل مرحله‌ی ساقه رفتن و کودهای فسفر و پتاس به ترتیب از منبع فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم قبل از کاشت و به صورت پایه مصرف گردید. برای کنترل علف‌های هرز از

کربوهیدرات‌های محلول ساقه در زمان گلدهی با عملکرد دانه در ارقام گندم معرفی شده در ادوار مختلف انجام شد، نتایج متفاوتی بدست آمد. در استرالیای شرقی رابطه‌ای بین سال معرفی ارقام گندم و غلظت کربوهیدرات‌های محلول ساقه مشاهده نشد (Rebetzke *et al.*, 2008). در استرالیای غربی که دارای آب و هوای مدیترانه‌ای است، ارقام جدید دارای غلظت بیشتری از کربوهیدرات‌های محلول ساقه در مرحله گلدهی بودند. در مطالعه انجام شده در مورد ژنوتیپ‌های گندم بهاره در مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم (CIMMYT) رابطه بین غلظت کربوهیدرات‌های محلول ساقه و زمان معرفی ارقام مثبت گزارش شد (Van Herwaarden and Richards, 2002).

به‌نژادگران به دنبال یافتن صفات قابل اندازه‌گیری فیزیولوژیکی هستند که در روابط آبی گیاه تحت تنش خشکی دارای اهمیت بوده و بتوان از آن‌ها در شناسایی معیارهای اصلی گزینش در ارقامی که به تنش خشکی سازگار هستند استفاده کرد (Matrin and Raiz, 1992). تاثیر دمای سایه‌انداز در افزایش مقاومت به خشکی و گرما در گندم بهاره نیز گزارش شده است (Reynolds *et al.*, 1994). بلوتا و همکاران (Blota *et al.*, 2007) گزارش کردند ارقامی که دارای دمای سایه‌انداز پایین‌تر هستند، در شرایط تنش رطوبتی سازگاری بیشتری داشتند.

جدول ۱- شجره و سال معرفی ارقام گندم نان بهاره
Table 1. The pedigree and year of release of spring bread wheat cultivars

ردیف No.	نام رقم Name of cultivar	سال معرفی Year of release	شجره Pedigree
1	Tabasi	1951	Local Variety
2	Sholeh	1957	Local Variety
3	Roshan	1958	Local Variety
4	Khalij	1960	Local Variety
5	Inia66	1968	Lr64/Sn64
6	Karaj 1	1973	200H/Vfn//Rsh
7	Moghan 2	1974	Choti/Lerma
8	Adl	1976	Fr3*/MM/Mt-Y50//Rsh
9	Azadi	1979	4820/1-32-15409//Mexp
10	Golestan	1986	Alondra"s"
11	Darab 2	1995	Maya"s"/Nac
12	Chamran	1997	Attila (CM85836-50Y-0M-0Y-3M-0Y)
13	Pishtaz	2002	Alvand//Aldan/las58
14	Darya	2007	Sha/Chil
15	Parsi	2008	Dove"s"/Buc"s"//2*Darab

*برای تبدیل سال میلادی به سال هجری شمسی عدد ۶۲۱ را از سال مربوطه تفریق کنید.

سرعت جذب خالص
(Net Assimilation Rate = NAR) به ترتیب
با استفاده از روابط (۱)، (۲) و (۳) محاسبه شد
(Gardner *et al.*, 2010). شاخص سطح برگ
(LAI) نیز با شروع رشد مجدد و با
استفاده از دستگاه سان اسکن
[Sun Scan (Delta-T Device Cambridge-
England) در داخل مزرعه و طی چهار مرحله
به فواصل زمانی ۱۵ روز تا رسیدن
به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک
اندازه گیری شد.

سموم علف کش گرانستار برای کنترل
پهن برگ ها و ایلوکسال برای کنترل باریک
برگ ها به میزان ۲۰ گرم در هکتار استفاده شد.
به منظور اندازه گیری وزن خشک
کل، نمونه برداری پس از شروع رشد مجدد و از
هر کرت به مساحت ۰/۱ متر مربع طی پنج
مرحله انجام پذیرفت. عملکرد دانه با استفاده از
روش سائری بدست آمد (Sayre, 1998).
تعیین تغییرات سرعت رشد محصول
(Crop Growth Rate = CGR)، سرعت رشد
نسبی (Relative Growth Rate = RGR) و

$$CGR = (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1) \quad (1)$$

$$RGR = (L_n W_2 - L_n W_1) / (T_2 - T_1) \quad (2)$$

$$NAR = (W_2 - W_1 / T_2 - T_1) \times (L_n LAI_2 - L_n LAI_1 / LAI_2 - LAI_1) \quad (3)$$

آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها برای عملکرد دانه ارقام مورد بررسی نشان داد که ارقام از نظر عملکرد دانه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بودند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها، نشان داد بیشترین عملکرد دانه به رقم پارسی (۵/۳۸ تن در هکتار) و کمترین آن به رقم شعله (۲/۸۱ تن در هکتار) تعلق داشت (جدول ۳).

روند تغییرات عملکرد دانه در ارقام گندم نان بهاره که طی سال‌های ۱۳۰۹ تا ۱۳۸۷ در ایران معرفی شدند افزایشی بود و ارقام جدید از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند که مقدار این افزایش ۳۵ کیلوگرم در هکتار در هر سال بود (شکل ۱). پروین و خلیل (Parveen and Khalil, 2011) با بررسی ۱۳ رقم گندم بهاره که طی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۵۸ در پاکستان معرفی شده بودند به این نتیجه رسیدند که در ارقام جدید عملکرد دانه به میزان ۳۱/۴۳ کیلوگرم در هکتار در سال افزایش یافت. در تحقیقی دیگر بر روی هشت رقم گندم بهاره معرفی شده بین سال‌های ۱۹۸۸-۱۹۶۲ در مکزیک، میزان افزایش عملکرد به میزان ۶۷ کیلوگرم در سال گزارش شد (Sayre et al., 1997).

حسین پور و همکاران

برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول ساقه انجام نمونه‌برداری با آغاز گرده‌افشانی در سه مرحله شروع گرده‌افشانی، ۱۴ روز پس از گرده‌افشانی و زمان رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد. بدین منظور از هر کرت ۱۰ ساقه برای نمونه‌برداری از کف برداشت و در آون تحت دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت خشکانده شدند. سپس بعد از تفکیک میانگه اول و دوم، نمونه‌ها خرد و آسیاب شدند و برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول ساقه مورد استفاده قرار گرفتند. سنجش غلظت قندهای محلول ساقه با استفاده از روش فنول اسید سولفوریک انجام شد (Hasid and Neufield, 1964).

برای اندازه‌گیری دمای سایه اندازه از دستگاه ترمومتر مادون قرمز (Raytek ST25 AutoPro Infrared Thermometer.USA) ضمن رعایت نکات دستورالعمل روت و گویون (Roth and Goynes, 2004) و پس از چندین بار آزمایش در حالات مختلف استفاده شد. اندازه‌گیری‌ها در زمان گرده‌افشانی و در فاصله زمانی بین ساعت ۱۱ تا ۱۳ انجام شدند. چون در این زمان گیاهان در حالت تنش آبی شدید قرار نداشتند.

تجزیه‌های آماری به کمک نرم‌افزار SAS و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excell انجام شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از

جدول ۲- تجزیه واریانس برای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی در ارقام گندم بهاره
 Table 2. Analysis of variance for grain yield and some physiological traits in spring bread wheat cultivars

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square				
			عملکرد دانه Grain yield	سرعت رشد نسبی Relative growth rate	سرعت رشد محصول Crop growth rate	شاخص سطح برگ Leaf area index	سرعت جذب خالص Net assimilation rate
Replication	تکرار	2	0.6953	1.06×10^4 **	9.682**	1.344**	114.53**
Cultivar	ژنوتیپ	14	1.734**	7.6×10^{-5} **	19.755**	0.3177*	13.84 ^{ns}
Error	خطا	28	0.312	6.25×10^{-6}	1.473	0.126	8.248
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات	-	14.28	7.09	4.04	16.83	19.34

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

** و * : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۰.۵٪ و ۰.۱٪.

ns: Non-significant.

ns: غیر معنی‌دار.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و شاخص‌های رشد در ارقام گندم نان بهاره

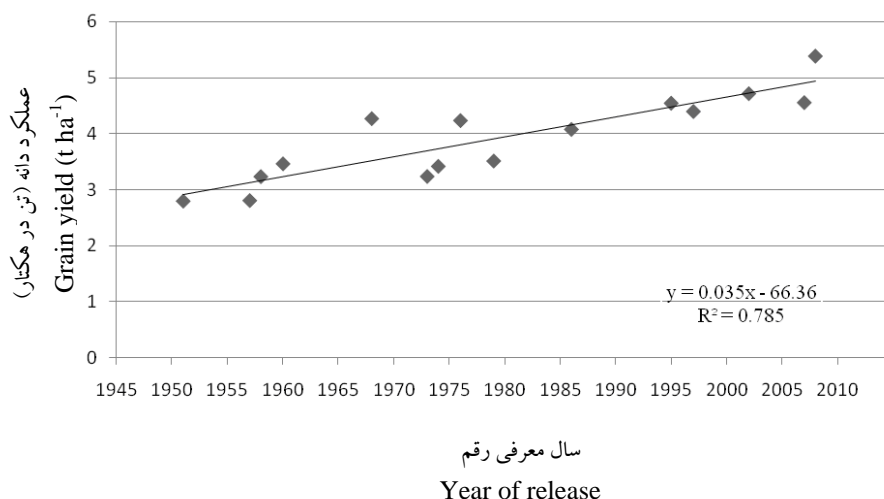
Table 3 . Mean comparison for grain yield and growth indices in spring bread wheat cultivar

Cultivar	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield (t ha ⁻¹)	سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز) Relative growth rate (g g ⁻¹ d ⁻¹)	سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع در روز) Crop growth rate (g m ⁻² d ⁻¹)	شاخص سطح برگ Leaf area index	سرعت جذب خالص (گرم بر متر مربع در روز) Net assimilation rate (g m ⁻² d ⁻¹)
Tabasi	2.823f	33.62×10 ⁻³ cde	31.072bcd	1.92b	15.866abc
Sholeh	2.813f	32.50×10 ⁻³ de	32.964ab	2.27ab	15.176abc
Roshan	3.240ef	33.48×10 ⁻³ cde	29.816cd	2.07b	14.901abc
Khalij	3.469bcde	35.74×10 ⁻³ bcd	31.070bcd	1.86b	17.366a
Inia66	4.274bcd	39.95×10 ⁻³ b	29.753cd	2.02b	14.863abc
Karaj 1	3.242ef	26.91×10 ⁻³ f	26.175fg	1.73b	13.703abc
Adl	3.423def	35.23×10 ⁻³ bcd	31.227bcd	1.76b	18.325a
Moghan 2	4.240bcd	29.90×10 ⁻³ ef	24.459g	2.23ab	11.551bc
Azadi	3.518cdef	32.34×10 ⁻³ de	30.354cd	1.87b	14.244abc
Golestan	4.082bcde	36.19×10 ⁻³ bcd	31.522bc	2.11b	15.274abc
Darab 2	4.549ab	32.93×10 ⁻³ de	28.964de	2.08b	17.282a
Chamran	4.401bc	49.20×10 ⁻³ a	30.961bcd	2.04b	16.735ab
Pishtaz	4.719ab	37.85×10 ⁻³ bc	28.923de	2.83a	10.601c
Darya	4.550ab	37.76×10 ⁻³ bc	27.0633ef	2.07b	14.021abc
Parsi	5.389a	36.31×10 ⁻³ bcd	34.478a	2.81a	12.814abc

میانگین‌هایی، در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند. Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

* Means of growth indices are for anthesis stage.

* میانگین‌های مربوط به شاخص‌های رشد، برای مرحله گرده‌افشانی می‌باشند.



شکل ۱- روند تغییرات عملکرد دانه برای ارقام گندم نان بهاره که طی سال‌های ۸۷-۱۳۳۰ (مطابق با ۲۰۰۸-۱۹۵۱) در ایران معرفی شدند

Fig. 1. Variation in tread of grain yield of spring bread wheat cultivar released between 1951-2008 in Iran

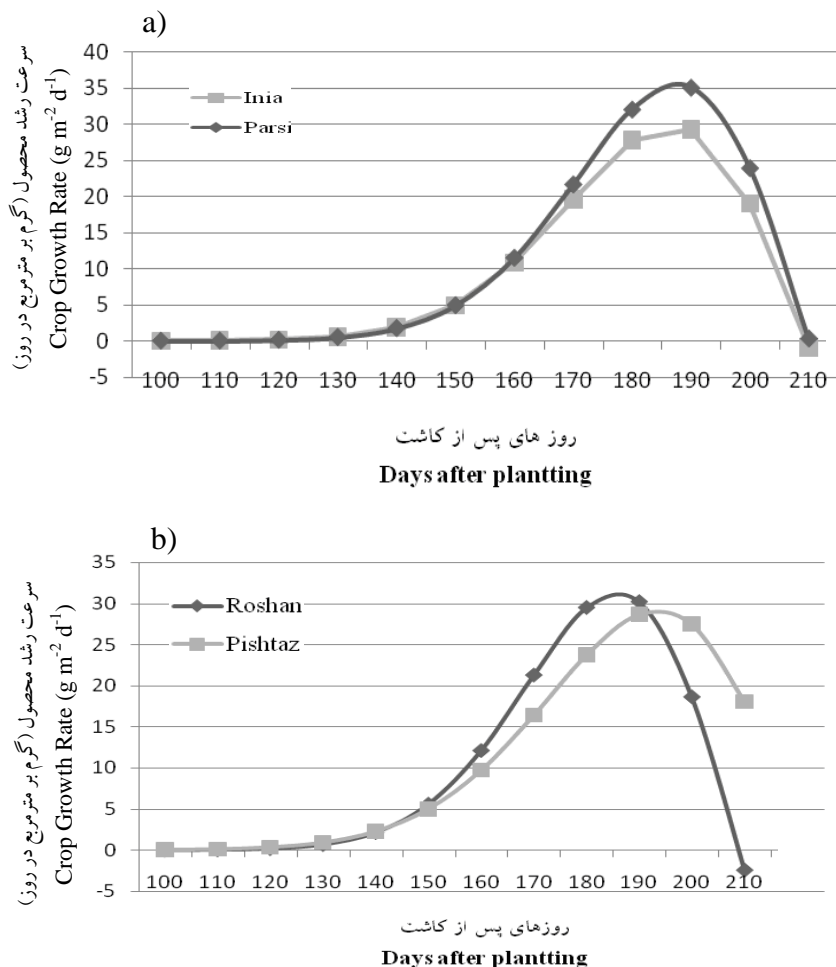
(جدول ۳).

روند تغییرات سرعت رشد محصول برای ارقام پارسی وانیا (شکل ۲a) و روشن و پیشناز (شکل ۲b) ارائه شده است. سرعت رشد محصول در این ارقام در ابتدای مرحله رشدی کند بود و با گذشت زمان و آغاز مرحله گلدهی، افزایش پیدا کرد. با گذشت زمان و شروع مرحله پرشدن دانه روند کاهش در ارقام اتفاق افتاد و این روند کاهش تا مرحله رسیدگی نیز ادامه یافت. با این تفاوت که رقم پارسی در زمان شروع گلدهی از سرعت رشد محصول بیشتری در مقایسه با دیگر ارقام برخوردار بود (شکل ۲a).

حسین پور و همکاران (Hosseinpoor *et al.*, 2003) گزارش کردند که روند تغییرات سرعت رشد محصول

(Hosseinpoor *et al.*, 2003) بیان کردند که بین حداکثر سرعت رشد محصول و عملکرد دانه رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. در گیاهان دیگر وجود اختلاف شاخص‌های رشد در ژنوتیپ‌های مختلف و تاثیر آن‌ها بر روی عملکرد دانه گزارش شده است (Mahdavi *et al.*, 2005; Mahlooji and Afyouni, 2004).

تجزیه واریانس داده‌ها برای شاخص سرعت رشد محصول نشان داد که تفاوت میان ارقام برای این شاخص بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). بالاترین میانگین برای سرعت رشد محصول در مرحله گلدهی متعلق به رقم پارسی (۳۴/۴۷۸ گرم بر مترمربع در روز) بود و کمترین مقدار این شاخص را رقم مغان ۲ (۲۴/۴۵۹ گرم بر مترمربع در روز) به خود اختصاص داد



شکل ۲- تغییرات سرعت رشد محصول در ارقام گندم نان بهاره در طول فصل زراعی
 Fig. 2. Variation in crop growth rate of spring bread wheat cultivars during cropping season

استفاده کاراتر از نور خورشید، افزایش تعداد و سطح برگ‌ها، سرعت رشد گیاه به مقدار حداکثر خود رسید. در ادامه سرعت رشد گیاه با کم شدن فتوسنتز خالص به سرعت کاهش یافت و در بعضی موارد منفی نیز شد. این امر بدلیل ریزش برگ‌ها در انتهای فصل و افزایش تنفس به دلیل افزایش درجه حرارت در روند کاهش فتوسنتز می‌باشد (Parsa et al., 2011).

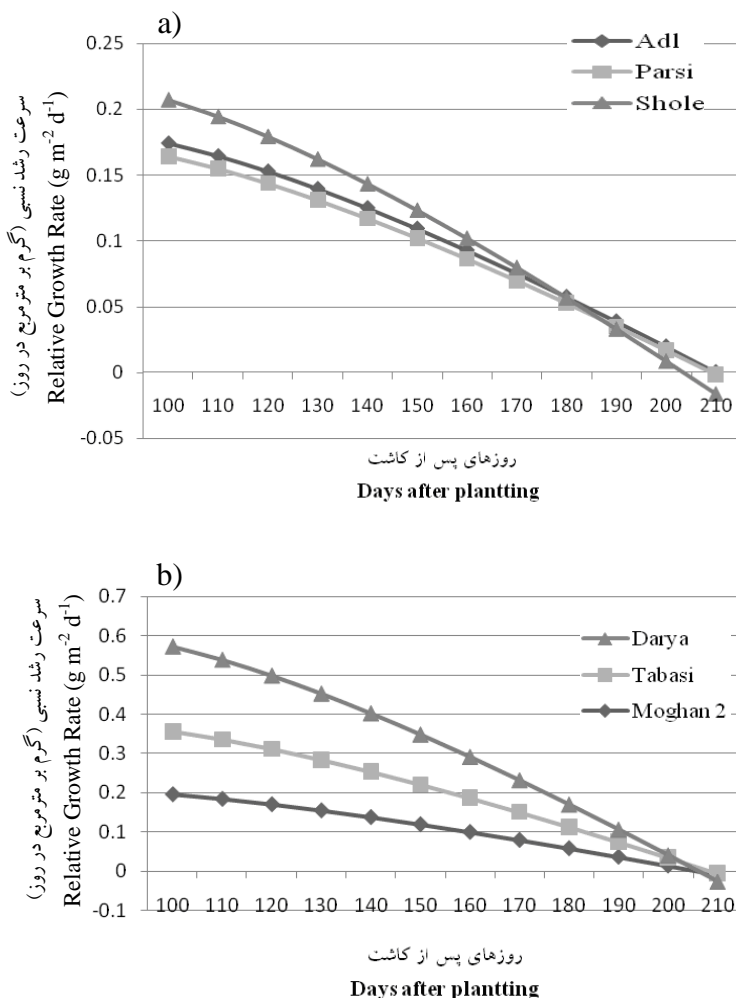
ژنوتیپ‌ها در ابتدا کند و سپس با دریافت ۵۰۰ درجه-روز رشد افزایش یافت و حداکثر سرعت رشد محصول ژنوتیپ‌ها با دریافت حدود ۸۰۰-۹۰۰ درجه-روز رشد مصادف با مرحله گرده‌افشانی حاصل گردید. بنظر می‌رسد که گیاه در ابتدای فصل رشدی و بدلیل شرایط محیطی (بویژه درجه حرارت) سرعت رشد گیاه کند بود و سپس با کامل شدن پوشش گیاهی،

تجزیه واریانس نشان داد که ارقام گندم نان بهاره از نظر سرعت جذب خالص تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول ۲). این امر می‌تواند به دلیل نبود تفاوت بارز بین ارقام از نظر شاخص سطح برگ باشد، زیرا سرعت فتوسنتز خالص از حاصل تقسیم سرعت رشد محصول بر شاخص سطح برگ بدست می‌آید. روند تغییرات سرعت فتوسنتز خالص در ارقام مورد بررسی مشابه بود. اما میزان تغییرات آن در ارقام متفاوت بود به طوری که کاهش سرعت جذب خالص در دو رقم پارسی و روشن از رقم قدیمی تر مغان ۲ کمتر بود (شکل ۴a). بنظر می‌رسد این ارقام توانسته‌اند سطح فتوسنتزی خود را برای مدت بیشتری حفظ کنند. چنین روندی برای رقم اینیا و چمران در مقایسه با رقم کرج ۱ نیز مشاهده شد (شکل ۴b). در واقع دوام سطوح فتوسنتزی در ارقام جدید در مقایسه با رقم‌های قدیمی افزایش یافت.

کـوچکی و سـرمـدنیـا (Koochaki and Sarmadniya, 2003; Gardner et al., 2010) نیز بیان کردند که در مراحل اولیه رشد به علت سایه‌اندازی کمتر برگ‌ها بر روی یکدیگر سرعت فتوسنتز خالص مثبت بود، اما با گذشت زمان با رشد بیشتر گیاه و افزایش شاخص سطح برگ، سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر افزایش و شاخص سرعت فتوسنتز خالص کاهش می‌یابد. صابری و همکاران (Saberi et al., 2002) نیز با مطالعه بر روی هشت ژنوتیپ گندم نان روند مشابهی را

بالاترین میانگین سرعت رشد نسبی به رقم چمران ($10^{-3} \times 49/20$ گرم بر گرم در روز) و کمترین آن به دو رقم کرج ۱ ($10^{-3} \times 26/91$ گرم بر گرم در روز) و مغان ۲ ($10^{-3} \times 29/90$ گرم بر گرم در روز) اختصاص داشت (جدول ۳). ارقام از روند مشابهی برای سرعت رشد نسبی برخوردار بودند (شکل ۳). این روند در رقم‌های جدید و قدیمی گندم نان و در طول زمان کاهش بود. بطوریکه در انتهای فصل رشد منفی شد و به کمترین میزان خود رسید. مقدار سرعت رشد نسبی در بعضی از ارقام مثل مغان ۲، شعله و طوسی در ابتدای دوره رشدی بیشتر از سایر ارقام بود. اما در ادامه مراحل نمو شیب تغییرات در این ارقام بیشتر از دیگر رقم‌های مورد مطالعه شد (شکل ۳). دلیل این امر می‌تواند مربوط به استقرار بهتر این ارقام در اوایل دوره رشد باشد.

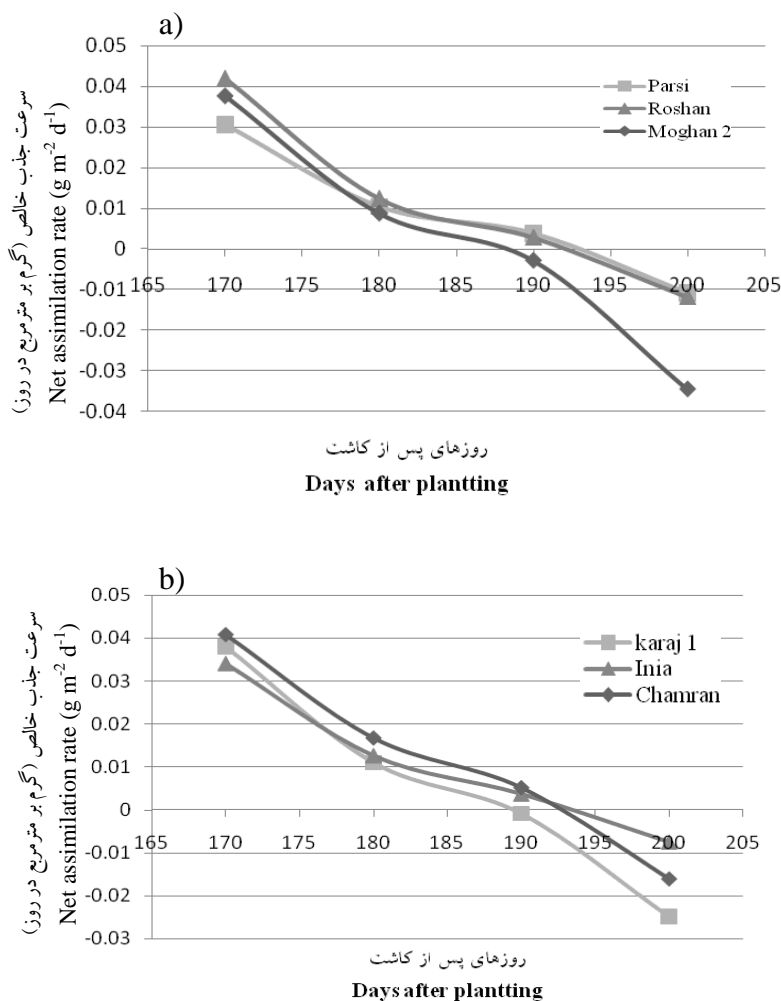
پاور و همکاران (Power et al., 1978) نیز گزارش کرده‌اند که سرعت رشد نسبی در ابتدای فصل رشد و بدلیل نفوذ بهتر نور در داخل پوشش گیاهی و سایه‌اندازی کمتر برگ‌ها و متعاقب آن تنفس کمتر بالاتر می‌باشد. آن‌ها نشان دادند که این شاخص طی زمان کاهش یافته و در پایان فصل رشد منفی شد. محققان دیگر ضمن تایید روند کاهش سرعت رشد نسبی با گذشت زمان دلیل کاهش این شاخص را ناشی از افزایش نسبت بافت‌های ساختاری به بافت‌های مریستمی فعال دانستند (Mohammadpour Khanghah and Jafari, 2012).



شکل ۳- تغییرات سرعت رشد نسبی در ارقام مختلف گندم نان بهاره در طول فصل زراعی
 Fig. 3. Variation in relative growth rate of spring bread wheat cultivars during cropping season

بیشترین شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی به رقم پارسی (۲/۸۱) و پیشتاز (۲/۸۳) که جزء ژنوتیپ‌های جدید بودند تعلق داشت (شکل ۵a و ۵b). رقم پارسی با میانگین شاخص سطح برگ بالاتر طی چهار مرحله (۱/۷۶) توانست بیشترین میزان عملکرد دانه را بدست آورد (جدول ۳). این امر در مقایسه سه رقم طبسی، پیشتاز و عدل نیز دیده شد

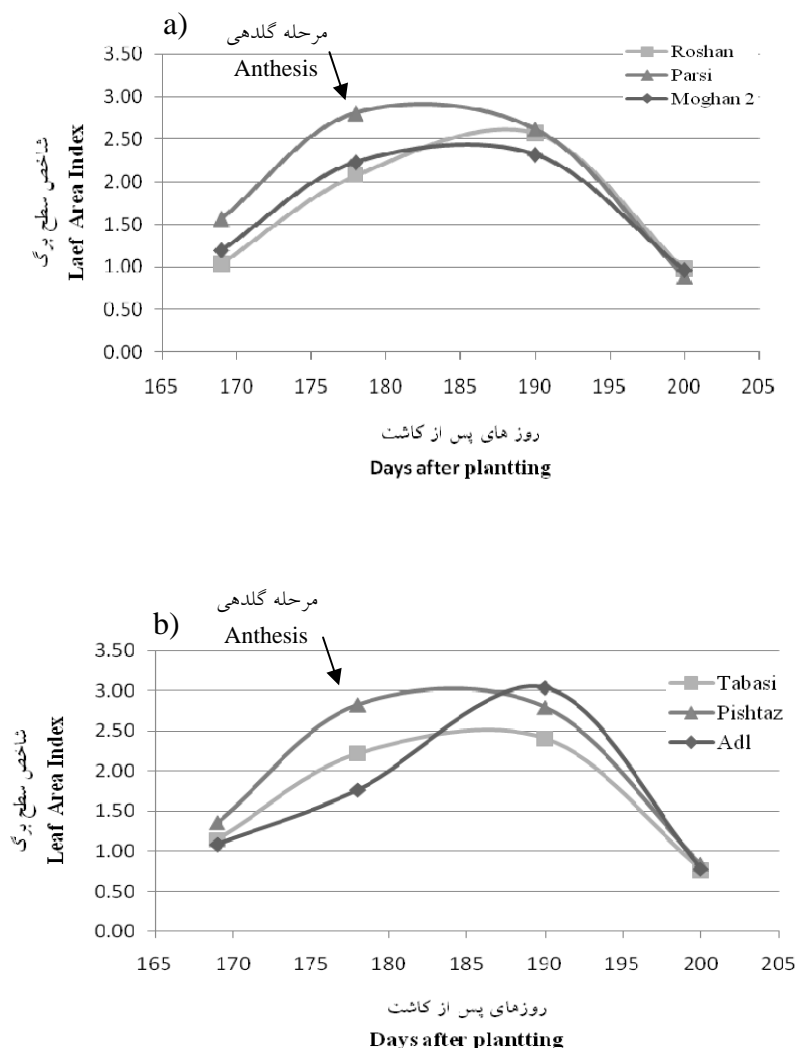
برای سرعت جذب خالص گزارش کردند. کهریزی و همکاران (Kahrizi *et al.*, 2010) گزارش کردند که ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان مورد مطالعه آنها از نسبت سطح برگ و سرعت جذب خالص متفاوتی برخوردار بودند. شاخص سطح برگ در ارقام اصلاح شده در تمام مراحل رشد به ویژه مرحله گلدهی بیشتر از ارقام قدیمی بود و در بین ارقام مورد مطالعه،



شکل ۴- تغییرات سرعت جذب خالص در ارقام گندم نان بهاره در طول فصل زراعی
 Fig. 4. Variation in net assimilation rate of spring bread wheat cultivars during cropping season

نواب‌پور و همکاران (Navabpour *et al.*, 2011) با مطالعه بر روی پنج رقم گندم به این نتیجه رسیدند که رقم‌های مختلف بدلیل عوامل مختلفی از جمله دما، تراکم بوته در واحد سطح، میزان مواد غذایی در دسترس و خصوصیات ریخت‌شناسی دارای شاخص سطح برگ متفاوتی بودند و بالاترین شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی

(شکل ۵a و ۵b). با توجه به اینکه ارقام جدیدتر مدت زمان بیشتری توانستند حداکثر شاخص سطح برگ را حفظ کنند می‌توان نتیجه گرفت که دوام سطح برگ نیز در ارقام جدید در مقایسه با نوع قدیمی‌تر افزایش یافته است. در این راستا محققان همبستگی بالایی بین عملکرد دانه و دوام سطح برگ ($r = 0.96^{**}$) گزارش کردند (Koochaki and Banayan, 1994).



شکل ۵- تغییرات شاخص سطح برگ در ارقام گندم نان بهاره در طول فصل زراعی
 Fig5. Variation in leaf area index of spring bread wheat cultivars during cropping season

اندازه گیری آن نسبت داد. زند و همکاران (Zand *et al.*, 2002) با مقایسه ارقام جدید و قدیمی گندم نان نشان دادند که خصوصیات مانند تجمع ماده خشک، ضریب خاموشی تشعشع، شاخص سطح برگ در مرحله زایشی، کارایی جذب نیتروژن و نسبت شاخص برداشت نیتروژن به شاخص برداشت در ارقام جدید بیشتر از ارقام قدیمی

بدست آمد. توسعه و گسترش سطح برگ در گیاهان زراعی به عوامل مختلفی مانند دما، تراکم بوته در واحد سطح، میزان مواد غذایی در دسترس و خصوصیات ریخت شناسی ژنوتیپها بستگی دارد که این عوامل باعث بوجود آمدن تفاوت هایی در شاخص سطح برگ می گردد. در این آزمایش پایین بودن شاخص سطح برگ را می توان به روش

(۲۲۵ میلی گرم بر گرم ماده خشک) و گلستان (۲۵۰ میلی گرم بر گرم وزن خشک) تعلق داشت. بنظر می‌رسد که ارقام جدید گندم میزان کربوهیدرات بیشتری را در اختیار دانه قرار داده و از توان انتقال مجدد بالاتری برخوردار هستند. به عبارت دیگر در ارقام قدیمی محدودیت مخزن عامل محدودیت در انتقال مجدد می‌باشد که محققان دیگر نیز با آن موافقت دارند (Slafer and Savin, 1994; Reynolds *et al.*, 2000).

اهدایی و شکیبا (Ehdaie and Shakiba, 1996) با مطالعه بر روی لاین‌های پاکوتاه و پابلند گندم بهاره از نظر تجمع کربوهیدرات‌های محلول ساقه نشان دادند که از زمان آغاز گرده‌افشانی تا ۱۸ روز پس از آن روند افزایشی در تجمع آن‌ها مشاهده شد. دیویدسون و کمبل (Davidson and Campbell, 1984) نیز ضمن تایید این روند تغییرات در کربوهیدرات‌ها به این نتیجه رسیدند که این تغییرات می‌تواند ناشی از آن باشد که ساقه تا دو هفته پس از گرده‌افشانی ذخیره‌کننده و سپس صادرکننده فرآورده‌های فتوسنتزی می‌باشد.

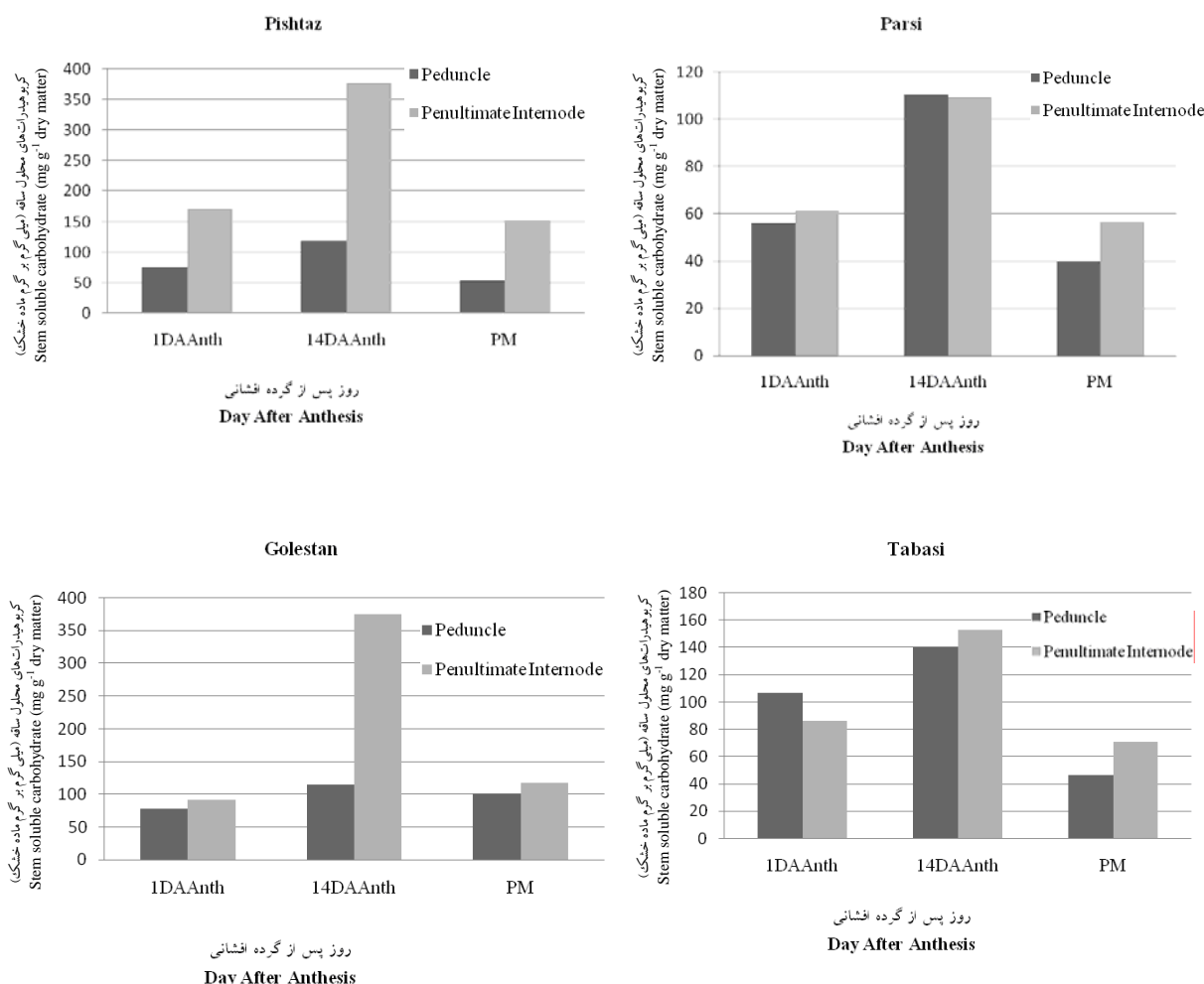
دیوس و همکاران (Dubios *et al.*, 1990) با بررسی نحوه تجمع قندهای محلول ساقه ارقام گندم مشاهده کردند که افزایش تجمع قندهای محلول در آب در ساقه گندم تا هفت روز بعد از گرده‌افشانی به خاطر افزایش غلظت هگروزها و ساکارز است و سنتز فروکتان‌ها از هفت روز

بود. پتکو و همکاران (Petcu *et al.*, 2003) بیان کردند که شاخص سطح برگ ارتباط مثبت و معنی‌داری با اجزاء عملکرد از جمله تعداد دانه در مترمربع ($r=0/69^*$) دارد.

نتایج این مطالعه نشان داد که شاخص سطح برگ بالا در مرحله گرده‌افشانی، می‌تواند یکی از دلایل توجیه‌کننده عملکرد بالاتر در ارقام جدیدتر باشد. این افزایش عملکرد می‌تواند در نتیجه تولید بیوماس بیشتر در گیاه بدست آید (Petcu *et al.*, 2003). زیائو و همکاران (Xiao *et al.*, 2012)، هم بین شاخص سطح برگ بالا در مرحله گلدهی و عملکرد دانه در گندم همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/84^{**}$) را گزارش نمودند. بنابراین داشتن شاخص سطح برگ حداکثر در این مرحله و همچنین مداومت بر حفظ آن می‌تواند یکی از دلایل حصول عملکرد بالا باشد.

بررسی تغییرات کربوهیدرات‌های محلول ساقه میانگرمه اول و دوم، نشان داد که بیشترین تجمع آن‌ها در روز ۱۴ پس از گلدهی مشاهده شد (شکل ۶). از این حیث تفاوت بارزی بین ارقام قدیمی و جدید وجود نداشت. با گذشت زمان و ادامه مراحل نموی تغییرات کربوهیدرات‌ها در دو میانگرمه اول و دوم کاهش یافت که این تغییرات در ارقام قدیمی و جدید مشابه بود (شکل ۶).

بیشترین تفاوت در مقدار کربوهیدرات‌های میانگرمه دوم در روز ۱۴ پس از گرده‌افشانی و زمان رسیدگی فیزیولوژیکی به رقم‌های پیش‌تاز



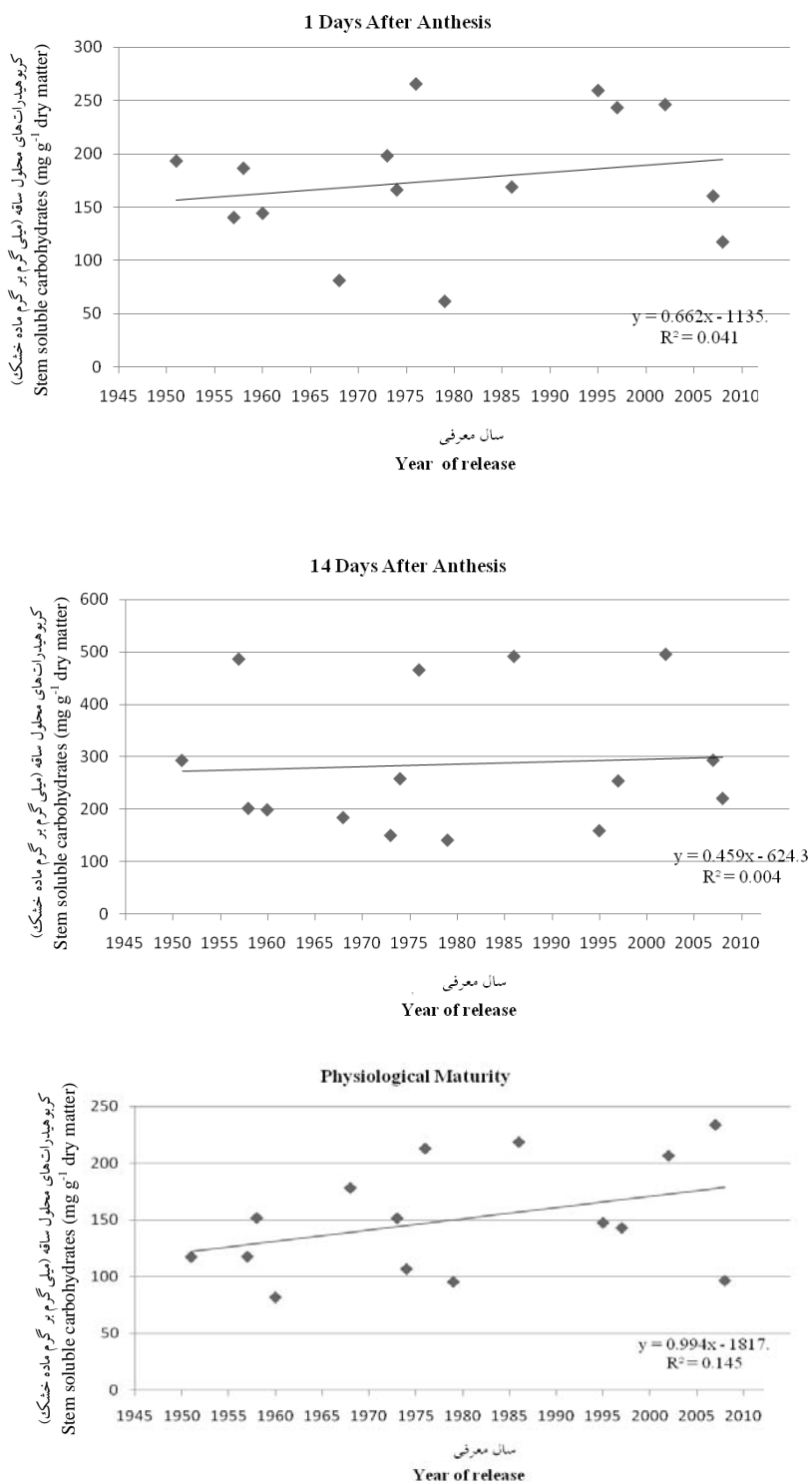
شکل ۶- میانگین کربوهیدرات‌های محلول ساقه در میانگره اول و دوم در ارقام پیشتاز، گلستان، طوسی و پارسی در مراحل شروع گرده‌افشانی (1DAAnth)، روز چهاردهم پس از گرده‌افشانی (14DAAnth) و زمان رسیدگی فیزیولوژیکی (PM)

Fig. 6. Mean stem soluble carbohydrates in peduncle and the penultimate internode of Pishtaz, Golestan, Tabasi and Parsi cultivar at the beginning of anthesis (1DAAnth), 14 days after anthesis (14DAAnth) and physiological maturity (PM).

رقم‌های مختلف توان ذخیره‌سازی کربوهیدراتی متفاوتی داشتند (شکل ۶). با توجه به شکل ۶ میزان تجمع کربوهیدرات‌ها در همه ارقام این مطالعه در میانگره دوم (میانگره ماقبل آخر) بیشتر از میانگره اول (پدانکل) بود. سعیدی و همکاران (Saeidi *et al.*, 2011) نیز

بعد از گرده‌افشانی شروع می‌شود و ۱۸ روز بعد از گرده‌افشانی غالب‌ترین فرم قندهای محلول در آب موجود در ساقه می‌شود.

در این تحقیق روند تغییرات در میزان کربوهیدرات‌های محلول ساقه طی سال‌های مورد بررسی خیلی چشمگیر نبود (شکل ۷) اما



شکل ۷- تغییرات تجمعی کربوهیدرات‌های محلول ساقه میانگره اول و میانگره دوم برای ارقام گندم نان بهاره در سه مرحله شروع گرده‌افشانی، ۱۴ روز پس از گرده‌افشانی و زمان رسیدگی فیزیولوژیکی

Fig. 7. Variation in stem soluble carbohydrates in peduncle and penultimate internode in spring bread wheat cultivars at the beginning of anthesis, 14 days after anthesis and physiological maturity

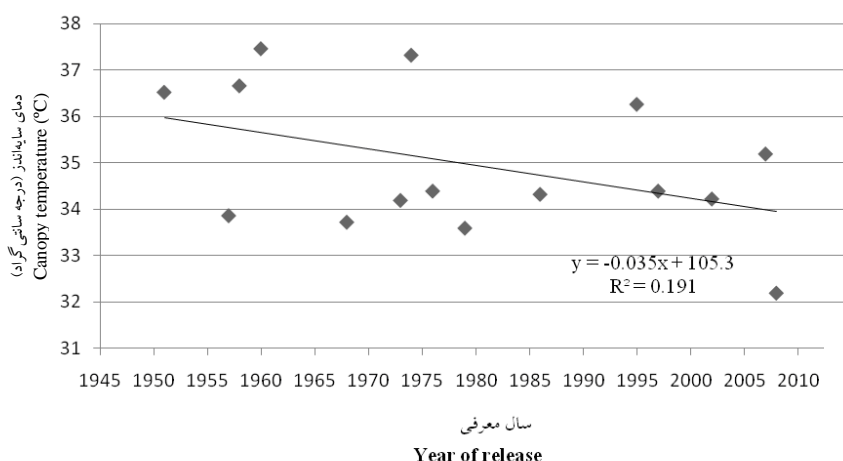
مجددی و همکاران (Majdi *et al.*, 2011) در مطالعه‌ای بر روی ۱۹۶ ژنوتیپ دریافتی از مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم (CIMMYT) به نتایج مشابهی در این زمینه دریافتند. همچنین عدم ارتباط معنی‌دار بین کربوهیدرات‌های محلول ساقه در مرحله گلدهی و سال معرفی ارقام که با افزایش عملکرد همراه بود، می‌تواند به این دلیل باشد که برخی از ژنوتیپ‌ها که مقادیر زیادی کربوهیدرات‌های محلول را در مرحله گلدهی در ساقه انباشته کردند، لزوماً مقدار قابل توجهی از این ذخایر را به دانه‌های در حال رشد و نمو انتقال ندادند و در واقع کارایی انتقال مجدد پایینی داشتند (Majdi *et al.*, 2011).

مطالعات انجام شده در مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم (CIMMYT) نشان می‌دهد در طول زمان و در ژنوتیپ‌های جدید گندم غلظت کربوهیدرات‌های محلول ساقه افزایش یافت (Van Hervaarden and Richards, 2002) که با نتایج حاصل در این بررسی مطابقت ندارد. بررسی تغییرات دمای سایه‌انداز ارقام مورد مطالعه نشان داد که ارقام جدید دمای سایه‌انداز پایین تری نسبت به رقم‌های قدیمی داشتند (شکل ۸). بنابراین با توجه به هبستگی منفی دمای سایه‌انداز با تحمل به تنش رطوبتی به نظر می‌رسد که ارقام جدیدتر نسبت به شرایط تنش رطوبتی سازگاری بیشتری دارند. رشید و همکاران (Rashid *et al.*, 1999) گزارش

گزارش کردند که میزان قند تجمع یافته در میانگه ماقبل آخر بیشتر از میانگه آخر بود. البته با توجه به اینکه میانگه ماقبل آخر زودتر از میانگه آخر شکل می‌گیرد و زمان بیشتری برای انباشته کردن قندها قبل و پس از گلدهی دارد، این موضوع دور از انتظار نبود.

واردلاو و پورتر (Wardlaw and Porter, 1967) گزارش کردند که انتقال قندها به طرف بالا، تقریباً به طور کامل از دو میانگه بالایی ساقه صورت گرفته و حرکت آن‌ها به طرف پایین از میانگه سوم و پایین‌تر صورت می‌گیرد و بیشتر به پنجه‌های جدید اختصاص پیدا می‌کند. در مطالعه‌ای بر روی ژنوتیپ‌های مختلف گندم مشخص شد که میزان قند تجمع یافته در میانگه ماقبل آخر بیشتر از میانگه آخر است (Yang *et al.*, 2000).

روند تغییرات تجمع کربوهیدرات‌های محلول ساقه در سه مرحله شروع گرده‌افشانی ۱۴ روز پس از گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک در ارقام مختلف گندم نان بهاره در طی سال‌های مختلف بارز نبود و نشان می‌دهد که این تغییرات در طول زمان تغییر چندانی نداشته است (شکل ۷). گرچه ارتباط مثبت و معنی‌داری بین سال‌های مختلف و کربوهیدرات‌های محلول ساقه در سه مرحله مورد بررسی در این آزمایش بدست نیامد، اما نتایج نشان داد که تنوع قابل توجهی برای این صفت در بین ارقام وجود دارد (شکل ۶).



شکل ۸- تغییرات دمای سایه‌انداز برای ارقام گندم نان بهاره که طی سال‌های ۸۷-۱۳۳۰ در ایران معرفی شدند

Fig. 8. Variation in canopy temperature in spring bread wheat cultivars released between 1951-2008 in Iran

بودند و رابطه منفی و معنی‌داری ($r = -0.58^*$) را بین سال معرفی ارقام با دمای سایه‌انداز گزارش کردند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در طول سال‌های ۱۳۳۰-۱۳۸۷ روند برنامه‌های به‌نژادی در ایران در جهت افزایش عملکرد دانه (۳۵ کیلوگرم در هکتار در سال) بود. ارقام جدیدتر با انتقال بیشتر ماده خشک تولیدی به دانه توانستند عملکرد دانه بالاتری را تولید نمایند. دمای سایه‌انداز کمتر در مرحله گرده‌افشانی و دوام بیشتر حداکثر شاخص سطح برگ در رقم‌های جدید از دیگر دلایل حصول عملکرد بالا در آنها محسوب می‌شود. مقدار تجمع

کردند که ارتباط معنی‌داری بین دمای سایه‌انداز و عملکرد تحت شرایط تنش رطوبتی وجود دارد و این شاخص می‌تواند برای انتخاب ژنوتیپ‌های گندم در پاسخ به خشکی مورد استفاده قرار بگیرد. بلوتا و همکاران (Blota *et al.*, 2007) معتقدند که در شرایط تنش رطوبتی، ارقامی که دارای دمای سایه‌انداز کمتری هستند برای کاشت در مناطق خشک، مناسب‌تر بوده و مقاومت بیشتری خواهند داشت. لوپز و همکاران (Lopez *et al.*, 2011) در مطالعه خود بر روی ژنوتیپ‌های گندم با عادت رشد بهاره حاصل از ۳۰ سال برنامه‌های به‌نژادی گندم در مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم (CIMMYT) به این نتیجه رسیدند که ارقام جدید در مقایسه با رقم‌های قدیمی‌تر از دمای سایه‌انداز پایین‌تری برخوردار

کربوهیدرات‌های محلول ساقه در سه مرحله مورد بررسی (شروع گرده‌افشانی، ۱۴ روز پس از گرده‌افشانی و زمان رسیدگی فیزیولوژیک) در این آزمایش بدست نیامد اما نتایج نشان داد که تنوع قابل توجهی برای این صفت در بین ارقام مورد بررسی وجود داشت. در مجموع این مطالعه نشان داد که برنامه‌های به‌نژادی در جهت افزایش عملکرد دانه بطور غیرمستقیم موجب تغییرات در شاخص‌های رشدی و صفات فیزیولوژیکی نیز شده‌اند.

کربوهیدرات‌های محلول ساقه در میانگرمه دوم بیشتر از میانگرمه اول بود و این مقدار در ارقام جدید بیشتر از رقم‌های قدیمی مشاهده شد. نتایج نشانگر آن است که نقش میانگرمه دوم در انتقال مجدد مواد به دانه با توجه به تجمع بیشتر کربوهیدرات‌های محلول در این بخش از ساقه، بیشتر از میانگرمه اول بود. همچنین کاهش بیشتر کربوهیدرات‌های محلول دو میانگرمه در زمان رسیدگی در ارقام جدید قابلیت بیشتر آن‌ها را در انتقال مجدد بالاتر در مقایسه با ارقام قدیمی‌تر نشان داد. گرچه ارتباط مثبت و معنی‌داری بین سال‌های مختلف و

References

- Blota, M., Payne, W. A., Evett, S. R., and Lazar, M. D. 2007.** Canopy temperature depression sampling to assess grain yield and genotypic differentiation in winter wheat. *Crop Science* 47: 1518-1529.
- Davidson, H. R., and Campbell, C. A. 1984.** Growth rates, harvest index and moisture use of Manitou spring wheat as influenced by nitrogen and temperature. *Canadian Journal of Plant Science* 64: 825-839.
- Dubois, D., Winzeler, M., and Nosberger, J. 1990.** Fructan accumulation and sucrose: sucrose fructosyl transferase activity in stems of spring wheat genotypes. *Crop Science* 30: 315-319.
- Ehdaei, B., and Shakiba, M. R. 1996.** Relationship of internode-specific weight and water-soluble carbohydrates in wheat. *Cereal Research Communication* 24(1): 61-67.
- Gardner, F. P., Brent Pearce, R., and Mitchell, R. L. 2010.** *Physiology of crop plants*. 8th Edition. 336 pp.
- Ghasemi Golozani, K., Mohammadi, S. A., Rahim Zadeh, P., and Moghadam, M. 1997.** Quantitative relationship between density and yield of three chickpea cultivars in different planting dates. *Journal of Plant Physiology and Breeding* 7: 59-73.

- Hassid, W. Z., and Neufeild, F. 1964.** Quantitative determination of starch in plant tissues. Pp. 33. In: Whistler, R. and Paschall, E. (eds.). Methods in carbohydrate chemistry. Academic Press, New York.
- Hossienpour, T., Siadat, S. A., Mamaghani, R., and Rafiei, M. 2003.** Study of some effective morphological and physiological traits on yield and yield components of bread wheat genotypes under reduced irrigation. Iranian Journal of Crop Sciences 5(1): 23-36.
- Kahrizi, D., Chedamirza, K., Kakaei, M., Mohammadi, R., and Ebadi, A. 2010.** Heritability and genetic gain of some morphological variables of durum wheat (*Triticum turgidum* var. durum). African Journal of Biotechnology 9(30): 4687-4691.
- Karimi, M. M., and Siddique, K. H. M. 1991.** Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Australian Journal of Agriculture Research 42: 13-20.
- Lopez, M. S., Reynolds, M. P., Manes, Y., Singh, R. P., Crossa, J., and Braun, H. J. 2012.** Genetic yield gain and changes in associated traits of CIMMYT spring breed wheat in a “Historical” set representing 30 years of breeding. Crop Science 52: 1123-1131.
- Majdi, M., Jalal Kamali, M. R., Esmailzadeh Moghadam, M., Eradatmand Asli, D., Moradi, F., and Tahmasbi, S. 2011.** Variation in some agronomic characteristics and soluble carbohydrates content at anthesis in spring wheat genotypes under terminal drought stress conditions. Iranian Journal of Crop Sciences 13(2): 299-309. (In Persian).
- Mahdavi, F., Esmaeili, M. A., Fallah, A., and Pirdashti, H. 2005.** Study of morphological traits, physiological indices, yield and yield components of local and improved rice cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences 7(4): 280-297.
- Mahlooji, M., and Afyouni, D. 2004.** Study of growth analysis and grain yield in barley genotypes. Pazhouhesh va Sazandegi 42: 37-63.
- Manes, Y., Gomez, H. F., Pohl, L., Reynolds, M., Braun, H. J., and Trethowan, R. 2012.** Genetic yield gain of the CIMMYT international semi-arid wheat yield traits from 1994 to 2010. Crop Science 52: 1543-1552.

- Martin, B., and Raiz-Torres, N. A. 1992.** Effect of water-deficit stress on photosynthesis, its components and component limitations and on water use efficiency in wheat. *Plant Physiology* 100: 733-739.
- Mohammadpour Khanghah, A., and Jafari, M. 2012.** A study on various cultivation densities effects on wheat growth indices. *International Journal of Agriculture and Crop Science* 4(18): 1337-1341
- Morison, M. J., Stewart, D. W., and Mcvetty, P. B. E. 1992.** Maximum area expansion rate and duration of summer rape leaves. *Canadian Journal of Plant Science* 72: 117-126.
- Navabpour, S. N., Latifi, S., Hossieni, S. H., and Kazemi, G. 2011.** Evaluation of grain yield in relation of yield components changes and growth indices in wheat. *Electronic Crop Production Journal* 3(4): 157-173.
- Parsa, M., Ganjali, A., Rezaiyanzad, E., and Nezami, A. 2011.** Effects of supplemental irrigation on growth indices and yield of three chickpea varieties in Mashhad area. *Iranion Journal of Field Crops Research* 9(1): 310-321.
- Parveen, L., and Khalil, I. H. 2011.** Improvment of agronomic traits in spring wheat cultivars released in NWFP during 1958 to 2000. *Sarhad Journal of Agriculture* 27(1): 51-57.
- Petcu, E., Petcu, G., Lazar, C., and Vintila, R. 2003.** Relationship between leaf area index, biomass and winter yield obtained at fundulea, under conditions of 2001. *Agricultural Research and Development Institute*: 21-28.
- Power, J. F., Willis, W. O., Grunes, D. L., and Reichman, G. A. 1978.** Effect of soil temperature, phosphorus, and plant age on growth analysis of barley. *Agronomy Journal* 59: 231-234.
- Ramyar, H., and Jamnejad, V. 2010.** Evaluation of confounding effects of barley on growth indices of some bread wheat varieties. *Iranian Journal of Field Crops Research* 8(1): 75-81.
- Rashid, A., Stark, J. C., Tanveer, A., and Mustafa, T. 1999.** Use of canopy temperature measurement as a screening tool for drought tolerance in spring wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science* 182: 231-237.
- Rebetzke, G. J., Van Herwaarden, A. F., Jenkins, C., Weiss, M., Lewis, D., Ruuska, S., Tabe, L., Fettell, N. A., and Richards, R. A. 2008.** Quantitative trait loci for

- water-soluble carbohydrates and associations with agronomic traits in wheat. *Australian Journal of Agriculture Research* 59: 891–905.
- Reynolds, M. P., Balota, M., Delgado, M. I. B., Amani, I., and Fischer, R. A. 1994.** Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. *Australian Journal of Plant Physiology* 27: 717-730.
- Reynolds, M. P., Skowmand, B., Trethowan, R. M., Singh, R. P., and Van Ginkel, M. 2000.** Applying physiological strategies to wheat breeding. Pp. 49-56. In: *Research Highlights of the CIMMYT wheat program.1999-2000*. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico.
- Roth, G., and Goyne, Ph. 2004.** Measuring plant water status. Pp. 157-164. In: Dugdale, H., Harris, G., Neilsem, J., Richards, R. A., Roth, G., and Williams, D. (eds). *Waterpak*.
- Ruuska, S., Rebetzke, G. J., Van Herwaarden, A., Richards, R. A., Fettell, N. A., Tabe, L., and Jenkins, C. 2006.** Genotypic variation for water soluble carbohydrate accumulation in wheat. *Functional Plant Biology* 33: 799–809.
- Saberi, M. H., Rashed Mohasel, M. H., and Kafi, M. 2002.** Comparison of growth indices and accumulation of potassium and sodium in eight different bread wheat varieties under salinity stress. *Iranian Journal of Field Crops Research* 1(1): 71-80.
- Saeidi, M., Moradi, F., Jalali Honarmand, S. 2011.** Contribution of spike and leaves photosynthesis and soluble stem carbohydrates remobilization in grain yield formation in two bread wheat cultivars under post-anthesis stress conditions. *Seed and Plant Production Journal* 2-27(1): 1-19.
- Sayre, K. D., Rajaram, S., and Fisher, R. A. 1997.** Yield potential progress in short bread wheats in Northwest Mexico. *Crop Science* 37:36-42.
- Sayre, K. D. 1998.** Methods for estimating wheat yield components from hand harvest plots. *Wheat Special Report*. CIMMYT Press, Mexico.
- Slafer, G. A., and Savin, R. 1994.** Sink relationships and grain mass at different positions within the spike in wheat. *Field Crops Research* 37:39-49.
- Van Herwaarden, A. F., and Richards, R. A. 2002.** Water soluble carbohydrate accumulation in stems is related to breeding progress in Australia wheats. Pp. 878–882. In: *Proceedings of the 12th Australasian Plant Breeding Conference*.

- Wardlaw, I. F., and Porter, H. K. 1967.** The distribution of stem sugar in wheat during grain development. *Australian Journal of Biological Science* 20: 309-318.
- Xiao, Y. G., Qian, Z. G., Wu, k., Liu, J. J., Xia, X. C., Ji, W. Q., and He, Z. H. 2012.** Genetic gain in grain yield and physiological traits of winter in Shandong province China from 1969 to 2006. *Crop Science* 52: 44-56.
- Yang, J., Zhang, J., Huang, Z., Zhu, Q., and Wang, L. 2000.** Remobilization of carbon reserves is improved by controlled soil-drying during grain filling of wheat. *Crop Science* 40: 1645–1655.
- Zand, E., Koochaki, A., Rahimian Mashhadi, H., Nasiri Mahalati, M. 2002.** Study of fifty years trend changes of morphological and physiological traits in some Iranian wheats. *Journal of Agriculture Science and Technology* 16(1): 161-171.