

ارزیابی شاخص‌های رشد چند ژنوتیپ گندم نان تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی

هادی خرسندی^{*}، عبدالعلی غفاری^۱، مهدی تاج‌بخش شیشوان^۲ و اسماعیل زادحسن^۱

۱-موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور

۲-دانشگاه ارومیه

چکیده

به منظور بررسی شاخص‌های رشد ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان دیم در دو شرایط دیم (تنش خشکی) و آبیاری تکمیلی، تعداد ۲۰ ژنوتیپ انتخابی از آزمایش‌های به‌نژادی گندم دیم و خزانه‌های بانک ژن ایران به همراه ارقام زراعی سرداری و آذر ۲ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تعیین سرعت رشد گیاه و سرعت رشد نسبی محصول، در طی مراحل مختلف نمو گندم از اندام‌های هوایی ژنوتیپ‌ها نمونه‌گیری به عمل آمد. نتایج نشان داد که در شرایط دیم لاین Dogu88/Ghafghaz و در شرایط آبیاری تکمیلی ژنوتیپ بومی GB-61، لاین‌های اصلاح شده Dogu88/Ghafghaz و PTZNISKA/UT1556-170//UNKNOWN و رقم آذر ۲ با دارا بودن سرعت رشد بالا، عملکرد دانه بالایی داشتند. در شرایط دیم سرعت رشد نسبی ژنوتیپ‌های GB-61، GB-252، Sardari، HR-20، ZHONG257 و آذر ۲ نسبت به بقیه ارقام از شیب تنیدی برخوردار بوده و به همین دلیل تجمع ماده خشک در آن‌ها سریع‌تر بود. نمودار RGR نشان داد که در شرایط دیم، سرعت رشد نسبی بالا به تنهایی موجب افزایش عملکرد دانه نمی‌شود بطوریکه در شرایط تنش خشکی، ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا دارای سرعت رشد نسبی پایین بودند در حالی که در شرایط آبیاری تکمیلی این روند متفاوت بوده و لاین‌هایی با عملکرد دانه بالا دارای سرعت رشد نسبی بالایی بودند.

واژه‌های کلیدی: گندم دیم، خشکی، سرعت رشد نسبی محصول، سرعت رشد، عملکرد

مقدمه

اثر کمبود آب بر واکنش‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاهان، بسته به شدت، طول دوره تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است. مناسب‌ترین واژه تجزیه و تحلیل رشد در جوامع گیاهی، سرعت رشد گیاه زراعی (CGR)^۱ است که نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در گیاهان در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح خاک می‌باشد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). CGR در هرگونه گیاهی معمولاً به میزان دریافت تشعشع نور خورشید بستگی دارد که درست بعد از جوانه‌زنی به کندی آغاز شده، متعاقب آن به سرعت بالا رفته و سپس کند می‌شود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). سرعت رشد در مراحل اولیه به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و مقدار کم تشعشع که توسط گیاه جذب می‌شود، کم است. با نمو گیاه و توسعه سطح برگ‌ها و در نتیجه اتلاف نور کمتر، افزایش سریعی در سرعت رشد پدید می‌آید. به طور کلی حداکثر سرعت رشد برای هر گونه معین و در شرایط مطلوب محیطی هنگامی پدید می‌آید که پوشش برگ‌ها کامل باشد. نتایج تحقیقی نشان داده است که عملکرد بالاتر در فواصل کشت مساوی، به خاطر CGR بیشتر گیاه در اوایل فصل رشد و تولید ساقه و برگ بیشتر بوده است (Bullock et al., 1988). سرعت رشد محصول در گیاهان زراعی با یکدیگر متفاوت و تابع خصوصیات ژنتیکی آن‌ها است ولی به طور کلی رشد هر گیاه تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله شدت تشعشع، غلظت گاز کربنیک اتمسفر، درجه حرارت، آب، عناصر معدنی و غیره می‌باشد. سرعت رشد

نسبی (RGR)^۲ بیان کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی است. دیویدسون و کمپبل (۱۹۸۴) گزارش نمودند که میزان RGR در گندم در اوایل مرحله رشد بالا است ولی با گذشت زمان کاهش می‌یابد به طوری که در مرحله خمیری شدن بذر مقدار آن منفی می‌گردد. نبوی و مظاهری (۱۳۷۷) گزارش کردند میزان رشد نسبی در اوایل فصل رشد بالا بوده و به تدریج همراه با رشد گیاه و به دلیل افزایش سایه‌اندازی و کاهش سلول‌های مرستمی نسبت به سلول‌های بالغ (سلول‌هایی که قادر به تقسیم نیستند)، روند نزولی نشان می‌دهد که این کاهش حالت خطی دارد. RGR کمتر در شرایط تنش به دلیل مصرف تدریجی رطوبت موجود و حفظ آن برای مراحل انتهایی رشد مطلوب‌تر است (Chapin, 1980). افت قابل توجه RGR بیانگر کاهش ماده خشک تولید شده در اثر کاهش رشد شاخ و برگ در مرحله رشد رویشی است که می‌تواند یکی از عوامل کاهش عملکرد محصول باشد. رژیم رطوبتی نامطلوب ضمن کاهش سطح برگ‌ها، پیری آن‌ها را تسریع نموده و می‌تواند میزان تولید را خیلی بیشتر از آن چه که به علت اثرات ناشی از کاهش فتوسنتز خالص کاهش می‌یابد، متأثر سازد. سیواکومار و همکاران (۲۰۰۱) گزارش نمودند سرعت رشد نسبی با کاهش پتانسیل آب برگ کاهش می‌یابد و دلیل آن افزایش سرعت تنفس همراه با افزایش دمای گیاه و کاهش فتوسنتز می‌باشد. از طرف دیگر سطح برگ عامل مهمی در جذب کربن بوده و از این رو تغییر در سطح برگ باعث تغییراتی در سرعت رشد گیاه می‌گردد. در بررسی

1 -Crop Growth Rate

2 -Relative Growth Rate

شامل ۷ توده بومی به شماره‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۱۳، ۱۴ و ۲۰، سه مورفوتیب رقم سرداری به شماره‌های ۹، ۱۰ و ۱۸، ده لاین اصلاح شده به شماره‌های ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۹ به همراه ارقام دیم سرداری و آذر ۲ بودند (جدول ۱) که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار و در دو شرایط محیطی دیم و آبیاری تکمیلی کشت گردیدند. طول کرت‌های آزمایشی ۶ متر و عرض آن‌ها ۱/۴ متر بود و عملیات کاشت بوسیله دستگاه بذر کار آزمایشات وینتراشتاگر صورت گرفت میزان نیتروژن و فسفر مورد نیاز گندم با توجه به توصیه کارشناسان موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور و براساس فرمول N60P20 به صورت یکنواخت و جایگذاری در زیر بذر در هر دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی مصرف گردید. میزان بذر مصرفی بر اساس تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع بود. میزان بارندگی سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ ایستگاه مراغه ۱۳۷/۶ میلی‌متر بود که در مقایسه با میانگین بلند مدت ۶۲/۳ درصد و نسبت به سال زراعی گذشته ۶۷ درصد کاهش داشت. پراکنش بارندگی در پاییز ۴۷/۸، در زمستان ۸۶ و در بهار ۱۳/۸ میلی‌متر بوده است.

فاز آبیاری تکمیلی به استناد یافته‌های قبلی موسسه (توکلی، ۱۳۸۲) بلافاصله پس از کاشت به میزان ۵۰ میلی‌متر در هکتار آبیاری گردید. آبیاری به صورت سطحی و از طریق انتقال آب با لوله و شیلنگ و کنترل دقیق با کنتور حجمی صورت گرفت.

روابط بین عملکرد دانه و برخی از شاخص‌های رشد ژنوتیپ‌های گندم، پتانسیل شاخص‌های رشد و شاخص برداشت به عنوان معیارهای مستقیم انتخاب برای افزایش عملکرد دانه بوده و سرعت رشد محصول بالا باعث افزایش تجمع مواد فتوسنتزی گردید (رمضانی و رضایی، ۱۳۷۵). در این پژوهش سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی در لاین‌های اصلاح شده و توده‌های بومی و روابط آن‌ها با عملکرد دانه به منظور شناسایی جنبه‌های فیزیولوژیک لاین‌های پر محصول تحت شرایط دیم، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این بررسی در ایستگاه موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور واقع در شهرستان مراغه در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ انجام گرفت. مشخصات جغرافیایی ایستگاه دارای طول ۱۵ دقیقه و ۴۶^{۱۵}/_{۴۶} درجه شرقی و عرض ۱۵ دقیقه و ۳۷^{۱۵}/_{۳۷} درجه شمالی بوده و در ارتفاع ۱۷۳۰ متری از سطح دریا قرار دارد و از یک اقلیم نیمه خشک سرد هم مرز با فراسرد برخوردار است (محمودی، ۱۳۷۳). میانگین سالانه بارندگی حدود ۳۶۵ میلی‌متر و رژیم آن مدیترانه‌ای است. حداکثر بارش ماهانه در اردیبهشت ماه با متوسط ۷۳/۸ میلی‌متر و حداقل بارش ماهانه در مردادماه و برابر ۱/۷ میلی‌متر است (ایران نژاد، ۱۳۷۱). بافت خاک محل اجرای آزمایش از نوع لومی و لومی رسی می‌باشد (فیضی‌اصل، ۱۳۸۵). ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این آزمایش

جدول ۱- شجره ژنوتیپ‌های گندم نان دیم

شجره نامه	شماره ژنوتیپ
GB- 61	۱
GB- 205	۲
GB- 252	۳
GB- 331	۴
DARIC 98-95	۵
DARIC 97-66	۶
Dogu88/Ghafghaz	۷
37032 Ghafghaz	۸
Sardari HR-20	۹
Sardari HR-54	۱۰
PTZ NISKA/UT1556-170/3/HIM/ CNDR//CA8055	۱۱
PTZ NISKA/UT1556-170//UNKNOWN	۱۲
GB- 254	۱۳
GB-291	۱۴
WESTON/VEE	۱۵
TRK13/KAUZ	۱۶
4010	۱۷
Sardari HR-86	۱۸
92 ZHONG257	۱۹
GB-240	۲۰
Sardari	۲۱
Azar-2	۲۲

نمونه برداری در همه مراحل نمونه گیری $0/05m^2$ در بهار پس از نمونه برداری رطوبتی از فاز آبیاری تکمیلی و با توجه به ظرفیت زراعی مزرعه، در ۲ نوبت در مرحله ابتدای ساقه‌دهی و هم‌زمان با مرحله آبستنی به میزان ۴۰ میلی‌متر در هکتار آبیاری صورت گرفت. به علت کاهش شدید میزان بارندگی و در نتیجه وقوع تنش خشکی شدید و به منظور تعدیل میزان تنش در فاز دیم، در ابتدای مرحله ساقه‌دهی، پس از تعیین میزان رطوبت خاک، آبیاری به میزان تقریبی ۵۰ میلی‌متر در هکتار برای رساندن رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی به روش بارانی انجام گرفت. برای تعیین شاخص‌های رشد، در طی مراحل مختلف نمو گندم از اندام‌های هوایی ژنوتیپ‌ها نمونه‌گیری به عمل آمد. مساحت

نمونه برداری در همه مراحل نمونه گیری $0/05m^2$ بود. نمونه‌ها پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند و در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند و سپس وزن خشک آن‌ها به وسیله ترازوی حساس اندازه‌گیری شد. برای محاسبه سرعت رشد محصول در طول مدت زمانی مورد مطالعه از رابطه کریمی و عزیزی (۱۳۷۳) استفاده گردید که در آن W_1 و W_2 به ترتیب وزن خشک هر نمونه در زمان‌های t_1 و t_2 و P بیان‌کننده واحد سطح زمین می‌باشد:

$$\overline{CGR} = (1/P) \times (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)$$

سرعت رشد نسبی از رابطه زیر محاسبه گردید که در آن W_1 و W_2 به ترتیب وزن خشک هر نمونه

منبع به مقصد به خوبی عمل نمایند، عملکرد خوبی خواهند داشت. بر این اساس به نظر می‌رسد در شرایط دیم در لاین‌های ۱، ۹ و ۱۹ به دلیل حفظ اندام‌های سبزینه‌ای، افزایش تجمع ماده خشک اتفاق افتاده است. این لاین‌ها بالاترین عملکرد را نیز در این شرایط داشته‌اند. بر این اساس قابلیت نگهداری اندام‌های هوایی در شرایط دیم یکی از معیارهای انتخاب لاین‌های برتر می‌تواند باشد. لاین شماره ۳ با وجود منفی بودن مقدار سرعت رشد محصول در مرحله انتهایی رشد، عملکرد بالایی داشته است. این لاین از توده‌های بومی می‌باشد و توانسته است با استفاده از مکانیسم زودرسی و قبل از ریزش و از دست دادن کامل اندام‌های هوایی عملکرد قابل قبولی از طریق بهره‌وری مؤثر از سیستم‌های پر کردن دانه مانند انتقال مجدد، تولید نماید.

نتایج بدست آمده نشان داد که بیشترین تعداد روز تا رسیدگی تحت شرایط دیم مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۲ با ۲۲۰ روز و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۱۸ با ۲۱۶ روز بود. ژنوتیپ شماره ۱۹ با ۲۶۴ روز و ژنوتیپ‌های شماره ۹، ۱۰ و ۱۸ با ۲۶۰ روز بیشترین و کمترین تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیکی را در شرایط آبیاری تکمیلی داشتند. هر سه ژنوتیپ شماره ۹، ۱۰ و ۱۸ مورفوتیپ رقم سرداری بوده، زودرسی سرداری یکی از رموز ماندگاری و پایداری آن در مزارع دیم ایران می‌باشد. ژنوتیپ شماره ۱۸ به عنوان لاین زودرس در هر دو محیط شناسایی شد (جدول ۲). ژنوتیپ شماره ۱۸ که از مورفوتیپ‌های رقم سرداری است و ژنوتیپ شماره ۲۰ از توده‌های بومی شرایط مشابهی داشته‌اند. علی‌رغم این که لاین‌های اصلاحی ۶ و ۷ بالاترین

در زمان‌های t_1 و t_2 می‌باشد (کریمی و عزیزی، ۱۳۷۳):

$$\overline{RGR} = (\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1)$$

برای رسم منحنی‌های رشد از واحد حرارتی درجه روز رشد (GDD) استفاده گردید. درجه روز رشد برای هر روز تا زمان نمونه‌برداری از رابطه زیر محاسبه گردید (راسل و همکاران، ۱۹۸۴).

$$GDD = [(T_{Max} + T_{Min}) / 2] - T_b$$

در معادله فوق GDD درجه روز رشد، T_{Max} حداکثر دمای روزانه با یک حد بالایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد، T_{Min} حداقل دمای روزانه با یک حد پائینی ۳ درجه سانتی‌گراد و T_b نیز دمای مبناء (دمایی که پائین‌تر از آن رشد صورت نمی‌گیرد) که برای گندم برابر صفر درجه سانتی‌گراد است (عبدالرحمنی و همکاران، ۱۳۸۴). برای رسم نمودارها و تجزیه‌های انجام شده از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث:

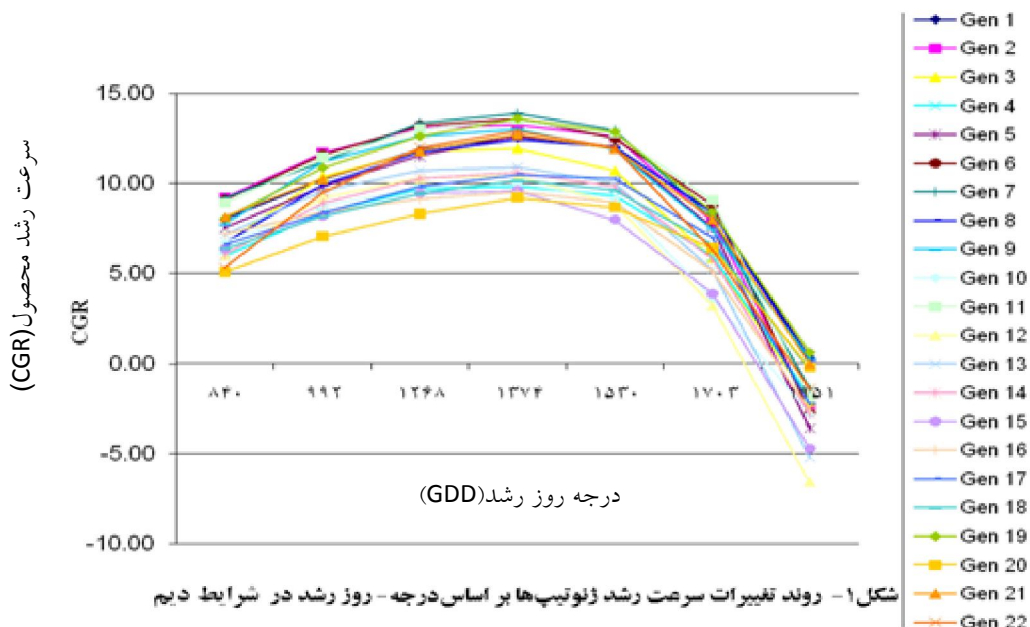
سرعت رشد محصول در ابتدا کم بود ولی با دریافت حدود ۱۵۳۰ درجه - روز رشد که مصادف با مرحله گرده‌افشانی ژنوتیپ‌ها بود به حداکثر خود رسید. ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۶، ۷، ۹ و ۱۹ بیشترین مقدار CGR را در محیط دیم (تنش خشکی) داشتند. ژنوتیپ شماره ۷ بالاترین مقدار CGR را در ۱۵۳۰ درجه - روز رشد داشت (شکل ۱ و ۲). باید در نظر داشت که افزایش سطح برگ باعث افزایش میزان فتوسنتز می‌شود که به تبع آن سرعت رشد محصول نیز بالا می‌رود. ژنوتیپ‌هایی که سطح برگ و سرعت رشد بالایی داشته و در تخصیص مواد فتوسنتزی از

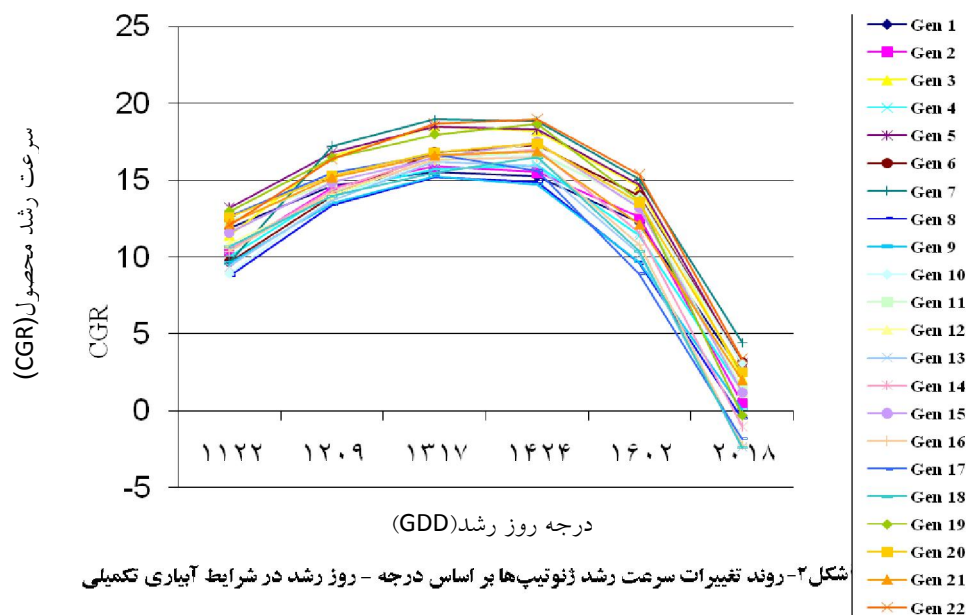
است و احتمالاً به دلیل توانایی پایین در انتقال مجدد مواد، عملکرد دانه قابل قبولی نداشتند.

سرعت رشد را در ابتدای مرحله پر شدن دانه در شرایط دیم داشتند ولی به دلیل کاهش سریع سرعت رشد محصول که بیانگر کاهش اندام‌های سبزینه‌ای

جدول ۲- تعداد روز تا رسیدن

شماره ژنوتیپ	دیم	آبیاری تکمیلی
۱	۲۱۷	۲۶۲
۲	۲۱۷	۲۶۲
۳	۲۱۶	۲۶۱
۴	۲۱۷	۲۶۲
۵	۲۱۷	۲۶۳
۶	۲۱۸	۲۶۲
۷	۲۱۹	۲۶۲
۸	۲۱۹	۲۶۲
۹	۲۱۷	۲۶۰
۱۰	۲۱۷	۲۶۰
۱۱	۲۱۹	۲۶۲
۱۲	۲۲۰	۲۶۳
۱۳	۲۱۷	۲۶۲
۱۴	۲۱۸	۲۶۱
۱۵	۲۱۷	۲۶۳
۱۶	۲۱۷	۲۶۲
۱۷	۲۱۷	۲۶۲
۱۸	۲۱۶	۲۶۰
۱۹	۲۱۸	۲۶۴
۲۰	۲۱۸	۲۶۱
۲۱	۲۱۸	۲۶۱
۲۲	۲۱۸	۲۶۳





جدول ۳- مقایسه سرعت رشد ژنوتیپ‌ها در شرایط دیم (تنش خشکی)

شماره ژنوتیپ	CGR1	CGR2	CGR3	CGR4	CGR5	CGR6	CGR7	عملکرد دانه
۱	۸	۱۰/۲۱	۱۱/۸۶	۱۲/۵۵	۱۲	۸/۴۰	۰/۳۴	۲۳۴۶
۲	۹/۱۹	۱۱/۷۰	۱۳/۱۰	۱۳/۲۶	۱۲/۶۲	۷/۸۷	-۲/۳۰	۱۷۴۲
۳	۶/۶۸	۱۰/۴۰	۱۱/۷۸	۱۱/۹۵	۱۰/۷۱	۵/۸۷	-۲/۱۱	۲۰۹۹
۴	۵/۹۴	۸/۳۵	۹/۶۶	۹/۸۱	۹/۳۰	۵/۹۴	-۱/۸۹	۱۸۵۶
۵	۷/۵۰	۹/۸۰	۱۱/۵۰	۱۲/۶۰	۱۲	۷/۵۰	-۳/۶۰	۱۷۷۲
۶	۹/۱۰	۱۱/۶۰	۱۳/۲۰	۱۳/۶۰	۱۲/۵۰	۸/۸۰	-۲/۷۲	۱۹۲۸
۷	۹/۲۰	۱۱/۲۰	۱۳/۳۶	۱۳/۸۹	۱۲/۹۷	۸	-۱/۳۷	۱۸۳۵
۸	۶/۷۰	۹/۹۳	۱۱/۷۲	۱۲/۴۰	۱۲	۸/۳۴	۰/۱۶	۱۸۴۵
۹	۷/۷۰	۱۱/۲۰	۱۲/۶۱	۱۳/۰۱	۱۱/۸۶	۷/۴۳	۰/۲۷	۲۲۰۷
۱۰	۶/۷۴	۸/۷۱	۹/۷۴	۹/۹۵	۹/۱۵	۹/۶۰	-۲/۸۰	۱۸۴۲
۱۱	۸/۹۳	۱۱/۴۳	۱۳/۰۱	۱۳/۵۱	۱۲/۸۰	۹/۰۶	-۱/۹۰	۱۷۵۹
۱۲	۶	۹/۲۰	۱۰/۳۰	۱۰/۴۰	۸/۸۶	۳/۲۰	-۶/۶۰	۱۶۱۷
۱۳	۷/۱۵	۹/۶۰	۱۰/۷۰	۱۰/۹۰	۱۰	۵/۲۰	-۵/۱۹	۱۷۸۰
۱۴	۶/۰۵	۸/۸۸	۱۰/۲۷	۱۰/۶۱	۹/۸۱	۵/۷۹	-۲/۸۰	۱۸۳۲
۱۵	۶/۳۷	۸/۲۲	۹/۴۵	۹/۶۰	۸	۳/۹۰	-۴/۷۰	۱۹۶۶
۱۶	۷/۲۰	۸/۴۰	۹/۱۵	۹/۵۲	۸/۹۳	۵/۱۳	-۲/۵۳	۱۸۴۹
۱۷	۶/۶۱	۸/۳۵	۹/۸۱	۱۰/۴۷	۱۰/۲۵	۶/۹۸	-۲/۲۵	۱۸۵۵
۱۸	۶/۳۶	۸/۱۳	۹/۴۴	۱۰/۱۵	۹/۶۰	۶/۵۷	-۰/۳۴	۱۹۹۸
۱۹	۸/۰۸	۱۰/۸۸	۱۲/۶۱	۱۳/۶۰	۱۲/۸۵	۸/۴۰	۰/۶۳	۱۹۸۹
۲۰	۵/۰۷	۷/۰۴	۸/۳۰	۹/۲۰	۸/۶۸	۶/۴۰	-۰/۲۴	۱۹۰۴
۲۱	۸/۱۴	۱۰/۲۴	۱۱/۷۹	۱۲/۶۹	۱۱/۹۳	۸	۰	۱۹۸۳
۲۲	۵/۳۱	۹/۵۰	۱۲	۱۲/۹۳	۱۲	۶/۳۰	-۱/۴۰	۱۸۳۳

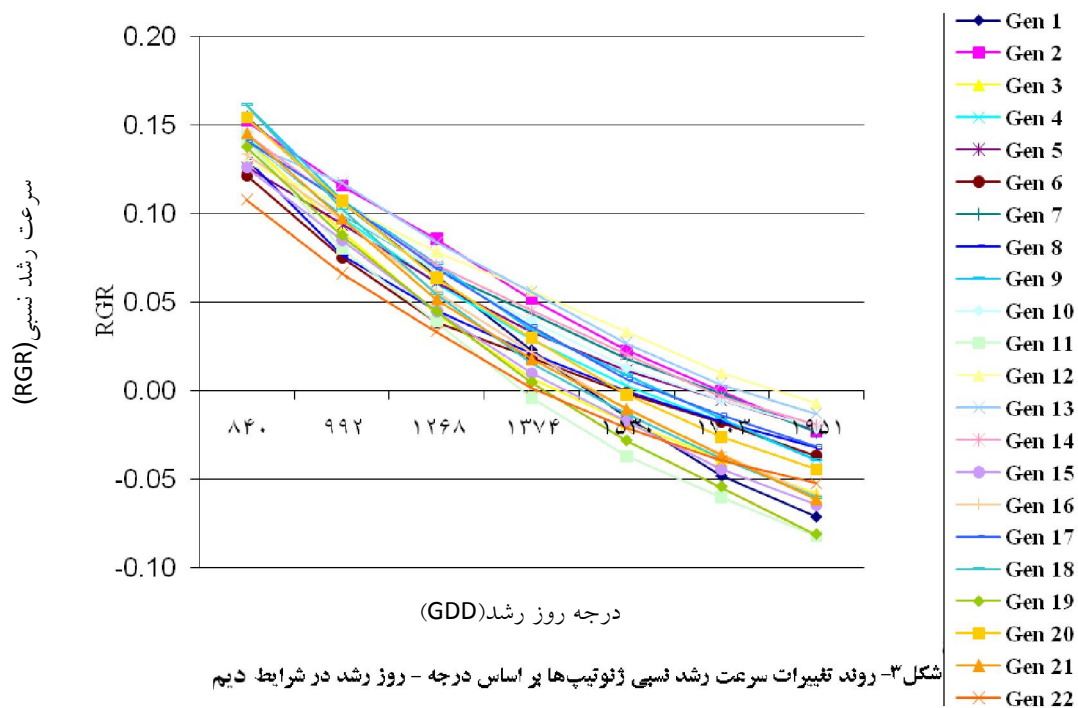
گازکربنیک بین گیاه و محیط، سرعت رشد گیاه زراعی پایین می‌آید. اگرچه در شرایط مطلوب، دوره رشد طولانی‌تر باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود ولی در شرایط دیم ارقام زودرس پریپتانسیل، دارای عملکرد دانه بیشتری هستند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۷). در شرایط آبیاری تکمیلی ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۷، ۱۲ و ۲۲ با داشتن سرعت رشد بالا، توانسته‌اند عملکرد بالایی تولید نمایند. به نظر می‌رسد که این ژنوتیپ‌ها به علت حفظ اندام‌های هوایی و بهره‌گیری از فرآورده‌های فتوسنتزی توانسته‌اند عملکرد قابل قبولی تولید نمایند (جدول ۴).

لاین شماره ۱۹ بالاترین سرعت رشد محصول را در مرحله نهایی داشته و عملکرد قابل قبولی تولید نمود (جدول ۳) ولی پایین بودن عملکرد آن نسبت به توده بومی شماره ۱ و مورفوتیپ سرداری ۵۴ (لاین شماره ۹) احتمالاً ناشی از کم بودن تعداد سنبله در واحد سطح بود. به هر حال در ابتدای فصل رشد به دلیل سطح سبزی‌نگی کم و رشد کم، سرعت رشد محصول پایین است و بعد از رشد بیشتر و تولید ساقه و اندام‌های هوایی بیشتر، CGR زیاد می‌شود.

در اواخر دوره رشد به دلیل سایه‌اندازی برگ‌های بالایی و کاهش فتوسنتز و در نهایت پیری برگ‌ها و زرد شدن آن‌ها و کاهش تبادل اکسیژن و

جدول ۴- مقایسه سرعت رشد ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری تکمیلی

شماره ژنوتیپ	CGR1	CGR2	CGR3	CGR4	CGR5	CGR6	عملکرد دانه (kg/ha)
۱	۱۱/۸۸	۱۴/۶۲	۱۵/۵۳	۱۵/۲۶	۱۲/۲۴	۲/۴۷	۳۱۱۱
۲	۱۰/۴۶	۱۴/۵۳	۱۵/۹۰	۱۵/۵۳	۱۲/۶۰	۰/۵۰	۳۱۶۴
۳	۱۱/۴۱	۱۶/۶۰	۱۸/۵۰	۱۸/۲۰	۱۴/۶۰	۲/۱۰	۳۰۶۸
۴	۱۰/۰۳	۱۴/۲۸	۱۵/۷۷	۱۶	۱۱/۴۲	۱/۲۸	۳۰۲۶
۵	۱۳/۲۰	۱۶/۸۰	۱۸/۵۰	۱۸/۳۰	۱۴/۷۰	۳/۱۰	۳۳۲۹
۶	۹/۷۰	۱۴	۱۶/۸۰	۱۷/۳۰	۱۴	۳/۲۰	۲۹۶۷
۷	۹/۶۹	۱۷/۲۵	۱۸/۹۶	۱۸/۸۶	۱۵/۰۷	۴/۴۵	۳۴۰۰
۸	۸/۸۰	۱۳/۴۰	۱۵/۲۰	۱۴/۹۲	۹/۶۰	-۰/۵۰	۳۱۱۱
۹	۹/۶۰	۱۳/۵۲	۱۵/۲۶	۱۴/۷۱	۹/۶۹	۰/۱۰	۲۹۵۲
۱۰	۸/۸۹	۱۳/۹۰	۱۶/۲۶	۱۶/۶۳	۱۳/۸۹	۳/۱۰	۲۸۹۴
۱۱	۱۲/۴۰	۱۴/۹۰	۱۶/۴۰	۱۶/۹۰	۱۳/۵۰	۱/۴۰	۲۷۵۸
۱۲	۱۰/۸۷	۱۴/۰۵	۱۶/۴۰	۱۷/۴۰	۱۳/۲۰	۱/۲۰	۳۱۱۶
۱۳	۹/۴۰	۱۳/۷۰	۱۶/۲۰	۱۵/۹۰	۱۰/۱۹	-۲/۳۲	۲۴۲۴
۱۴	۱۰/۵۰	۱۴/۴۰	۱۶/۵۰	۱۷	۱۱/۶۰	-۱	۲۳۸۹
۱۵	۱۱/۶۰	۱۴/۹۰	۱۶/۵۰	۱۷/۵۰	۱۳/۲۰	۱/۲۰	۳۰۲۴
۱۶	۱۰/۴۰	۱۴/۲۰	۱۶/۳۰	۱۶/۵۰	۱۰/۸۰	-۲/۲۰	۲۸۶۶
۱۷	۱۲/۷۰	۱۵/۵۱	۱۶/۷۰	۱۵/۶۰	۸/۹۰	-۱/۸۳	۲۵۹۰
۱۸	۱۰/۷۰	۱۴	۱۵/۵۰	۱۶/۵۰	۱۰/۴۰	-۲/۴۰	۲۶۵۵
۱۹	۱۳	۱۶/۵۰	۱۸	۱۸/۷۰	۱۳/۷۰	-۰/۳۰	۳۱۹۸
۲۰	۱۲/۶۰	۱۵/۳۰	۱۶/۸۰	۱۷/۴۰	۱۳/۶۰	۲/۵۰	۲۶۸۰
۲۱	۱۲/۲۰	۱۵/۲۰	۱۶/۶۳	۱۶/۹۰	۱۲/۱۵	۲	۲۷۹۴
۲۲	۱۲/۰۹	۱۶/۴۰	۱۸/۷۰	۱۹	۱۵/۴۰	۳/۴۰	۳۳۹۹

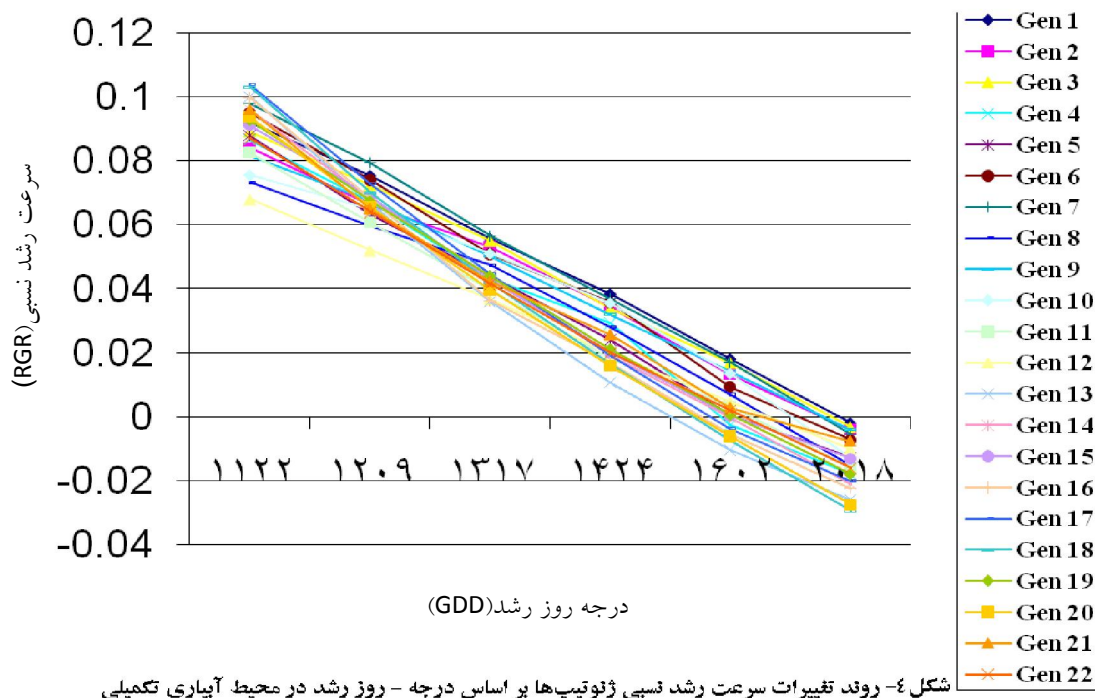


طبق نتایج به دست آمده با افزایش سن گیاه سرعت رشد نسبی ارقام به صورت خطی (با شیب‌های متفاوت) کاهش یافته است (شکل‌های ۳ و ۴). ارقام شماره ۱، ۳، ۷، ۹، ۱۹ و ۲۲ سرعت رشد نسبی پایینی نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در شرایط دیم از خود نشان می‌دهند. ساپارا و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که سرعت تجمع ماده خشک و سرعت رشد نسبی (RGR) تحت تنش خشکی بین ارقام مقاوم و حساس گندم دوروم متفاوت بود. ارقام مقاوم به تنش، RGR بالاتری در طی دوره مطلوب رشد داشتند و در طی دوره تنش رطوبتی RGR کمتری داشتند در حالیکه در ارقام حساس این روند عکس بود. به طور کلی شیب خط منحنی سرعت رشد نسبی بیانگر سرعت تجمع ماده خشک در گیاه است (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۷). ژنوتیپ‌های ۱، ۳، ۷، ۹، ۱۹ و ۲۲ در شرایط دیم نسبت به بقیه ارقام از شیب تندی برخوردار بودند و به همین دلیل تجمع ماده خشک در آن‌ها سریع‌تر بود. از آنجایی که

ژنوتیپ‌های ۲، ۸ و ۱۹ با اینکه سرعت رشد محصول نسبتاً پایینی داشته‌اند اما توانسته‌اند عملکرد بالایی تولید نمایند که این عملکرد بالا می‌تواند به دلیل استفاده بهتر این ژنوتیپ‌ها از سیستم‌های انتقال مجدد مواد باشد. ژنوتیپ شماره ۱۴ عملکرد پایینی در شرایط آبیاری تکمیلی داشت و در اواخر فصل رشد سرعت رشد محصول این ژنوتیپ کاهش پیدا کرده بود. این ژنوتیپ علاوه بر اینکه نتوانسته از اندام‌های هوایی برای انجام عمل فتوسنتز استفاده کند، قدرت انتقال مجدد مواد در آن نیز پایین بوده است (جدول ۴). الگوی CGR ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این تحقیق مشابه نتایج گزارش شده توسط لباس‌چی و همکاران (۱۳۷۳)، عبدالرحمنی و همکاران (۱۳۸۴)، دیویدسون و کمپل (۱۹۸۴) و کریمی و صدیق (۱۹۹۱) می‌باشد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین CGR و عملکرد دانه در گندم توسط دیویدسون و کمپل (۱۹۸۴) گزارش شده است.

برتری آن‌ها از این نظر نسبت به رقم سرداری می‌باشد. مورفوتیپ سرداری (لاین شماره ۹) نسبت به سرداری از این لحاظ برتری نسبی داشته است. در مقایسه ژنوتیپ‌ها از نظر سرعت رشد نسبی ملاحظه می‌شود که در شرایط دیم، ژنوتیپ‌هایی توانسته‌اند عملکرد بالایی داشته باشند که سرعت رشد نسبی پایین داشته‌اند. ژنوتیپ‌های ۱، ۳، ۹، ۱۸ و ۱۹ سرعت رشد نسبی پایینی در شرایط دیم دارند ولی عملکردشان بالا است. در واقع این ژنوتیپ‌ها با کوتاه کردن فصل رشد و فرار از خشکی پتانسیل عملکرد خود را بروز داده‌اند (جدول ۵).

سرعت رشد نسبی با مشتق‌گیری از تغییرات وزن خشک نسبت به زمان تعیین می‌گردد و مشتق در نقطه حداکثر صفر می‌باشد لذا در محدوده بین ۱۳۷۴ تا ۱۹۵۱ درجه - روز رشد در محیط دیم و در محدوده بین ۱۴۲۲ تا ۲۰۱۸ درجه روز رشد در محیط آبیاری تکمیلی یعنی جایی که تجمع ماده خشک در ژنوتیپ‌های مختلف به حداکثر میزان خود رسیده است، صفر گردیده و بعد از آن منفی شده است. ژنوتیپ‌های شماره ۷ و ۱۹ که از لاین‌های اصلاح شده می‌باشند در هر دو محیط از لحاظ سرعت رشد گیاه زراعی و سرعت رشد نسبی برتر بودند که بیانگر



شدن دوره رشد و نمو گیاه می‌شود. در اثر محدودیت آب و به تبع آن محدودیت سایر منابع سرعت فتوسنتز کاهش می‌یابد که این امر موجب نقصان سرعت رشد می‌شود.

در شرایط آبیاری تکمیلی این روند متفاوت است و لاین‌هایی عملکرد بالا تولید کرده‌اند که سرعت رشد نسبی بالایی دارند (جدول ۶). نتایج نشان می‌دهد که تنش خشکی موجب تسریع رشد و کوتاه

جدول ۵- مقایسه سرعت رشد نسبی ژنوتیپ‌ها در شرایط دیم (تنش خشکی)

شماره ژنوتیپ	RGR1	RGR2	RGR3	RGR4	RGR5	RGR6	RGR7	عملکرد دانه (kg/ha)
۱	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۵	-۰/۰۷	۲۳۴۶
۲	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۲	۰	-۰/۰۲	۱۷۴۲
۳	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۱	-۰/۰۲	-۰/۰۴	-۰/۰۶	۲۰۹۹
۴	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۳	۰	-۰/۰۲	-۰/۰۴	۱۸۵۶
۵	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۲	۱۷۷۲
۶	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۲	۰	-۰/۰۲	-۰/۰۴	۱۹۲۸
۷	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۲	۰	-۰/۰۲	۱۸۳۵
۸	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۲	۰	-۰/۰۲	-۰/۰۳	۱۸۴۵
۹	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۱	-۰/۰۲	-۰/۰۴	۲۲۰۷
۱۰	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۲	۱۸۴۲
۱۱	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۴	۰	-۰/۰۴	-۰/۰۶	-۰/۰۸	۱۷۵۹
۱۲	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۱	-۰/۰۱	۱۶۱۷
۱۳	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۳	۰	-۰/۰۱	۱۷۸۰
۱۴	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۲	۰	-۰/۰۲	۱۸۳۲
۱۵	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۱	-۰/۰۲	-۰/۰۴	-۰/۰۶	۱۹۶۶
۱۶	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۲	-۰/۰۱	-۰/۰۴	-۰/۰۶	۱۸۴۹
۱۷	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۳	۱۸۵۵
۱۸	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۲	-۰/۰۱	-۰/۰۴	-۰/۰۶	۱۹۹۸
۱۹	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۰۵	۰	-۰/۰۳	-۰/۰۵	-۰/۰۸	۱۹۸۹
۲۰	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۳	۰	-۰/۰۳	-۰/۰۴	۱۹۰۴
۲۱	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۲	-۰/۰۱	-۰/۰۴	-۰/۰۶	۱۹۸۳
۲۲	۰/۱۱	۰/۰۷	۰/۰۳	۰	-۰/۰۲	-۰/۰۴	-۰/۰۵	۱۸۳۳

لاین‌های شماره ۱، ۹ و ۱۹ در مراحل انتهایی رشد با نگه‌داشتن سبزی‌نگی و حفظ توان فتوسنتز عملکرد بالایی تولید نموده‌اند. ژنوتیپ شماره ۳ از طریق زودرسی و علیرغم حذف توان فتوسنتزی در انتهای فصل رشد احتمالاً از طریق بهره‌مندی از توان بالای انتقال مجدد، عملکرد بالا و قابل قبول تولید نموده است.

کاهش سرعت رشد بیانگر کاهش عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در واحد سطح و در نهایت عملکرد دانه تحت شرایط دیم می‌باشد. در شرایط آبیاری تکمیلی سرعت رشد ژنوتیپ‌ها و سرعت رشد نسبی افزایش می‌یابد ولی در شرایط دیم به علت رقابت برای کسب آب و سایر منابع، فتوسنتز کاهش می‌یابد و در نهایت این شاخص‌ها نیز کاهش می‌یابند. مطالعه روند رشد لاین‌ها بر مبنای CGR نشان می‌دهد که مکانیسم‌های متفاوتی برای بالا بردن قابلیت تولید در شرایط تنش خشکی وجود دارد. برای مثال

جدول ۶- مقایسه سرعت رشد نسبی ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری تکمیلی

شماره ژنوتیپ	RGR1	RGR2	RGR3	RGR4	RGR5	RGR6	عملکرد دانه (kg/ha)
۱	۰/۰۹۲	۰/۰۷۵	۰/۰۵۶	۰/۰۳۸	۰/۰۱۸	-۰/۰۰۲	۳۱۱۳
۲	۰/۰۸۴	۰/۰۶۶	۰/۰۵۳	۰/۰۳۴	۰/۰۱۳	-۰/۰۰۴	۳۱۶۴
۳	۰/۰۸۹	۰/۰۷۳	۰/۰۵۵	۰/۰۳۴	۰/۰۱۷	-۰/۰۰۳	۳۰۶۸
۴	۰/۰۸۷	۰/۰۶۷	۰/۰۴۳	۰/۰۲۹	-۰/۰۰۳	-۰/۰۱۸	۳۰۲۶
۵	۰/۰۸۸	۰/۰۶۳	۰/۰۴۴	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱	-۰/۰۱۳	۳۳۲۹
۶	۰/۰۹۵	۰/۰۷۴	۰/۰۵۱	۰/۰۳۶	۰/۰۰۹	-۰/۰۰۷	۲۹۶۷
۷	۰/۰۹۸	۰/۰۷۹	۰/۰۵۷	۰/۰۳۷	۰/۰۱۷	-۰/۰۰۶	۳۴۰۰
۸	۰/۰۷۳	۰/۰۶۰	۰/۰۴۸	۰/۰۲۸	۰/۰۰۷	-۰/۰۱۵	۳۱۱۱
۹	۰/۰۸۲	۰/۰۶۷	۰/۰۵۰	۰/۰۳۲	۰/۰۱۴	-۰/۰۰۴	۲۹۵۲
۱۰	۰/۰۷۶	۰/۰۶۵	۰/۰۵۱	۰/۰۳۶	۰/۰۱۴	-۰/۰۱۳	۲۸۹۴
۱۱	۰/۰۸۳	۰/۰۶۱	۰/۰۴۰	۰/۰۱۸	۰/۰۰۳	-۰/۰۱۶	۲۷۵۸
۱۲	۰/۰۶۸	۰/۰۵۲	۰/۰۳۷	۰/۰۲۰	۰/۰۰۵	-۰/۰۱۰	۳۱۱۶
۱۳	۰/۱۰۰	۰/۰۶۶	۰/۰۳۶	۰/۰۱۱	-۰/۰۱۰	-۰/۰۲۶	۲۴۲۴
۱۴	۰/۰۹۶	۰/۰۶۸	۰/۰۴۴	۰/۰۱۹	۰	-۰/۰۲۱	۲۳۸۹
۱۵	۰/۰۹۱	۰/۰۶۹	۰/۰۴۳	۰/۰۲۰	۰/۰۰۱	-۰/۰۱۳	۳۰۲۴
۱۶	۰/۱۰۰	۰/۰۶۸	۰/۰۳۶	۰/۰۱۷	-۰/۰۰۵	-۰/۰۲۲	۲۸۶۶
۱۷	۰/۱۰۴	۰/۰۷۳	۰/۰۴۵	۰/۰۱۹	-۰/۰۰۴	-۰/۰۲۰	۲۵۹۰
۱۸	۰/۱۰۳	۰/۰۷۰	۰/۰۴۲	۰/۰۱۶	-۰/۰۰۸	-۰/۰۲۹	۲۶۵۵
۱۹	۰/۰۹۳	۰/۰۶۷	۰/۰۴۴	۰/۰۲۱	۰/۰۰۱	-۰/۰۱۸	۳۱۹۸
۲۰	۰/۰۹۴	۰/۰۶۶	۰/۰۴۰	۰/۰۱۶	-۰/۰۰۶	-۰/۰۲۸	۲۶۸۰
۲۱	۰/۰۹۶	۰/۰۶۵	۰/۰۴۲	۰/۰۲۶	۰/۰۰۳	-۰/۰۰۸	۲۷۹۴
۲۲	۰/۰۸۷	۰/۰۶۴	۰/۰۴۱	۰/۰۲۰	۰/۰۰۲	-۰/۰۱۶	۳۳۹۹

فهرست منابع:

- ایران نژاد پرویز. ۱۳۷۱. طرح جامع آب کشور. شناخت اقلیمی ایران. شرکت مهندسین مشاور جام آب. جلد سوم.
- توکلی علیرضا. ۱۳۸۲. اثر مقادیر مختلف آبیاری تکمیلی و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم رقم سیلان. مجله نهال و بذر. جلد ۱۹، شماره ۳، آذر ۱۳۸۲. ص ۳۸۱-۳۶۷.
- دستفال منوچهر، نوابی فرشید. ۱۳۸۳. بررسی تاثیر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف گندم نان در داراب. هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه گیلان.
- رضایانی مسعود، رضایی عبدالمجید. ۱۳۷۵. بررسی روابط بین عملکرد دانه و برخی از شاخص های رشد در لاین های ایزوژن گندم. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۳۳۲ صفحه.
- سرمدنیا غلام حسین، کوچکی عوض. ۱۳۶۸. جنبه های فیزیولوژیک زراعت دیم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۲۴ صفحه.

عبدالرحمنی بهمن، قاسمی گلعدانی کاظم، اصفهانی مسعود. ۱۳۸۴. اثر آبیاری بر روی شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم. مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۵. شماره ۱. صفحه ۶۹-۵۱.

فیضی اصل ولی. ۱۳۸۵. گزارش نهایی طرح بررسی اثر مقادیر و اشکال مختلف ازت خاک در خصوصیات کمی و کیفی گندم دیم. انتشارات مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم.

کریمی مهدی، عزیزی مهدی. ۱۳۷۳. آنالیزهای رشد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۱۱ صفحه.

کوچکی عوض، سرمد نیا غلام‌حسین. ۱۳۷۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

لباسچی محمد حسین، رضایی عبدالمجید، کریمی مهدی. ۱۳۷۳. بررسی شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد مؤثر بر عملکرد یولاف و ارقام جو. فصل‌نامه پژوهش و سازندگی. شماره ۲۴. صفحات ۵۱-۴۶.

محمودی حمید. ۱۳۷۳. نظری بر مشخصات آگرولوژیکی منطقه مراغه. انتشارات مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور.

نبوی محسن، مظاهری داریوش. ۱۳۷۷. تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن در زراعت مخلوط ذرت و سویا. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۹. شماره ۳.

Bullock DG, Nielson RL, Nypuist WE. 1988. A growth analysis comparison of corn growth in conventional and equidistant plant spacing. *Crop Sci.* 24: 1184-1191.

Chapin FS. 1980. The mineral nutrition of wild plant. *Annu. Rev. Ecol. Sys.* 11: 233-260.

Christiansen MN, Levis CF. 1982. Breeding plants for less favorable environments. John Wiley and Sons, New York.

Davidson HR, Campbell CA. 1984. Growth rates, harvest index and moisture use of Manitou spring wheat as influenced by nitrogen, temperature and moisture. *Can. J. Plant Sci.* 64: 825-839.

Karimi M. 1979. Soil moisture stress effects on reproductive and vegetative components of soyabean. Phd thesis. Library. Iowa state University of science and technology. Ames. Iowa.

Karimi M, Siddique M. 1991. Crop growth and Relative growth rate of old and modern Wheat cultivars. *Aust. J. Agric. Res* 42: 13-20.

Russell MP, Wilhelm WW, Olsson RA, Power JF. 1984. Growth analysis based on degree day. *Crop Sci.*, 24: 28-32.

Sapra VI, Savage E, Anale AO, Bryl CA. 1991. Differences of wheat and triticale to water Stress. *J. Agron Crop. Sci.* 167: 23-28.

Sivakumar, K., Kalarani, M.K., Sujatha, K.B. and Vanangamudi, M., 2001, Effect of growth regulators on biochemical attributes, grain yield and quality in pearl millet. *Madras Agril. J.*, 88 (4-6): 256-259.

- Slafer G, Araus J, Royo C, Morol LG. 2005. Promising ecophysiological traits for genetic improvement of cereal yields in Mediterranean environments. *Annals of. Biology.* 146:61-70.
- Trethowan R, Pfeiffer W. 1999. Challenges and future strategies in breeding wheat for adaptation to drought stress environments. <http://www.cimmyt.org/ABC/Map/research-tools-results/wsmolecular>.

Study on Crop Growth Rate and Relative Growth Rate in bread wheat genotypes under rainfed and supplementary irrigation conditions

Hadi Khorsandi^{1*}, Abdol Ali Ghaffari¹, Mehdi Tajbakhsh², Esmail Zadhasan¹

1- *Dryland Agricultural Research Institute*

2- *Oroumieh University*

Abstract:

In order to study physiological characteristics of rainfed bread wheat genotypes, an experiment was conducted with 20 genotypes in a randomized complete block design with 4 replications under rainfed and supplementary irrigation conditions. This experiment was carried out at the Dryland Agricultural Research Institute (DARI) in Maragheh during 2007-2008. To determine growth indices, sampling was carried out during growing season. The results revealed that genotype 7 in rainfed and genotypes 1, 7, 12 and 22 in supplementary irrigation conditions had both high CGR and high grain yield. Relative growth rate curve of genotypes 1, 3, 7, 9, 19 and 22 sharply increased than the rest in rainfed condition, so their dry matter accumulation will be faster. This study indicates that high relative growth rate (RGR) cannot be considered the only factor of high grain yield under stress condition, because some high yielding genotypes had low RGR. By contrast, genotypes with high RGR produced high grain yield in supplementary condition.

Key words: Rainfed wheat, drought, Relative Growth Rate, Crop Growth Rate and yield

* Corresponding author: h.khorsandi@areo.ir Received: 2012/5/18 Accepted: 2014/2/4