مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد سوم، شماره چهارم، زمستان ۸۹
۱۶۱-۱۷۵
ejcp.gau@gmail.com

ارتباط شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد با عملکرد و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum Vulgare* L.)

***مارال اعتصامی[۱]، سرا... گالشی[۲]، افشین سلطانی[۲] و عباسعلی نوری‌نیا[۳]**

[۱]کارشناس‌ارشد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

چکیده

به‌منظور ارزیابی تأثیر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های جو، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار در سال ۸۵-۱۳۸٤ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به اجرا در آمد. تیمارها شامل ۱۰ ژنوتیپ جو به نام‌های ایذه، بومی، صحرا، سیاه، ترکمن، ۱- یکنواخت، ١٤G، ٥G، ١١G و ١٥G بود. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری نداشتند. شاخص‌های رشد با عملکرد دانه و اجزای عملکرد همبستگی مثبت داشته و ماده خشک تجمعی بیش‌ترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان داد. ارزیابی ژنوتیپ‌ها از نظر الگوی تجمع ماده خشک و شاخص‌های رشد نشان داد که ژنوتیپ‌های جدید و اصلاح‌شده به‌دلیل برخورداری از شاخص سطح برگ بالاتر، از سرعت رشد جامعه گیاهی، سرعت جذب مواد فتوسنتزی بالاتر و تجمع ماده خشک بیش‌تری در طول فصل رشد برخوردارند.

واژه‌های کلیدی: جو، عملکرد، شاخص‌های رشد

* مسئول مکاتبه: ml_etesami@yahoo.com

مقدمه

به‌منظور بررسی اثر به‌نژادی بر افزایش عملکرد دانه گندم و نیز گیاهان زراعی مهم مانند ذرت و جو آزمایش‌های زیادی انجام شده است (رحیمیان و همکاران، ۱۹۹۸). تجزیه و تحلیل رشد روشی است برای توجیه و تفسیر عکس‌العمل گیاهان نسبت به شرایط محیطی مختلف که در طول دوره حیات خود با آن مواجه می‌گردند. شناخت و بررسی شاخص‌های رشد گیاه در تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد کمک زیادی می‌کند. همچنین با استفاده از این روش چگونگی توزیع مواد فتوسنتزی در اندام‌های مختلف و تجمع آن‌ها از طریق اندازه‌گیری ماده خشک تولید شده در دوره رشد گیاه بهتر شناخته می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۹۹۱). مقایسه جمعیت‌های قدیم و ارقام جدید جو نشان می‌دهد که افزایش عملکرد بالقوه در طی سال‌های اخیر قابل استناد به پیشرفت‌های ژنتیکی است (یین و همکاران، ۲۰۰۰). افزایش سریع برگ و حصول حداکثر شاخص سطح برگ (LAI) که فتوسنتز و سرعت رشد را در آغاز حیات گیاه به حداکثر برساند از مسایل مهم و تعیین‌کننده عملکرد و نیز کاهش رقابت علف‌های هرز است (یین و همکاران، ۲۰۰۰). بین عملکرد و شاخص سطح برگ و دوام آن همبستگی زیادی وجود دارد (کوچکی و همکاران، ۱۹۹۱؛ سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۹٤). پژوهش‌ها نشان داده که مواد فتوسنتزی ذخیره شده در دانه‌ها حاصل فتوسنتز تمامی اندام‌های فتوسنتزکننده گیاه است. بنابراین باید در طی دوره تشکیل دانه شاخص سطح برگ بالاتر بوده و تداوم فعالیت‌های اندام‌های فتوسنتزکننده و سرعت فتوسنتز افزایش یابد (دوفینگ، ۱۹۹۹؛ آپاریکو و همکاران، ۲۰۰۲). مورینن (۲۰۰۵) و اکانل و همکاران (۲۰۰٤) زمان به حداکثر رسیدن شاخص سطح برگ در غلات را قبل از به سنبله رفتن گزارش کرده‌اند. آزمایش‌های سیمب (۱۹۹٦) بر روی ارقام جو بهاره نشان داد که با افزایش تابش خورشیدی نسبت سطح برگ کاهش، اما میزان تجمع ماده خشک گیاه، شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی و سرعت فتوسنتز آن‌ها افزایش می‌یابد. عملکرد دانه در سه ژنوتیپ جو علوفه‌ای نیز نشان داد که انواع دیررس از سرعت رشد کم‌تری برخوردار بوده و عملکرد کم‌تری داشتند (اوستروم و آواکادو، ۱۹۹۲). تمامی خصوصیات رشد گیاه تحت‌تأثیر شاخص سطح برگ هستند (سنیوید و همکاران، ۲۰۰۳؛ جاسکیو و همکاران، ۲۰۰۱). در این مطالعه ارتباط شاخص‌های رشدی با یکدیگر و همچنین ارتباط آن ها با عملکرد در ژنوتیپ‌های قدیم و جو مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تأثیر صفات مورفوفیزیولوژیک بر عملکرد ژنوتیپ‌های جو آزمایشی در سال زراعی ۸۵-۱۳۸٤در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و در چهار تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل ده ژنوتیپ جو منطقه گلستان به نام‌های ترکمن، بومی، ۱- یکنواخت، ایذه، صحرا، سیاه، ۱۱G، ٥G، ۱٥G و ۱٤G (ژنوتیپ‌های برتر امیدبخش استان گلستان) بود. زمین مورد استفاده در سال قبل از آزمایش به‌صورت آیش بود و در پاییز ۱۳۸٤ با انجام شخم برگردانده شد. چون طرح به‌صورت دیم بود هیچ‌گونه آبیاری انجام نشد. تراکم مطلوب ۳٥۰ بوته در مترمربع و فاصله خطوط کشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به‌منظور اندازه‌گیری شاخص سطح برگ، وزن اندام‌های هوایی و شاخص‌های رشد در طول فصل رشد، نمونه‌برداری از مرحله سه‌برگی شدن بوته‌ها به فواصل هر ۲۰ روز یک‌بار انجام گرفت. در نمونه‌برداری دو ردیف کناری به‌عنوان اثر حاشیه حذف و دو خط وسط هر کرت برای تعیین عملکرد دست‌نخورده باقی ماند. نمونه‌برداری به اندازه ۲۰ سانتی‌متر از خطوط باقی‌مانده انجام گرفته و بوته‌های هر کرت آزمایشی در پاکت‌های جداگانه به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه هر بوته به برگ‌های سبز و زرد (بیش از ۵۰ درصد زرد) تفکیک و سطح برگ‌های سبز با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل DELTA-T ltd اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها ٤۸ ساعت در آون ۷۰ تا ۷٥ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و پس از اطمینان از خشک شدن نمونه‌ها با ترازوی حساس به دقت ۰/۰۱ گرم توزین و وزن ماده خشک آن‌ها ثبت گردید تا براساس اطلاعات جمع‌آوری شده و درجه روز رشد تجمعی، منحنی‌های LAI، LAR، NAR، CGR، RGR، LAD و تغییرات ماده خشک ترسیم گردد. برای توصیف وزن خشک در طول زمان از یک معادله لجستیک استفاده شد که زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر ماده خشک و میزان حداکثر ماده خشک تولیدی را نیز نشان می‌دهد:

$$Y = DM_{\max} /(1+\exp(-a*(dap-b)))$$

در معادله لجستیک a: ضریب معادله، b: مدت زمانی رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر تجمع ماده خشک، DM_{max}: حداکثر ماده خشک تولید شده (گرم در مترمربع)، dap: روز پس از کاشت و Y: تجمع ماده خشک می‌باشد. به‌منظور توصیف روند تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به روزهای پس از

کاشت از معادله نمایی زیر استفاده شد، که بهترین برازش را نسبت به نقاط اندازه‌گیری شده نشان داد که در این معادله LAI: شاخص سطح برگ، dap: روز پس از کاشت و a، b، c: ضرایب معادله می‌باشند (سلطانی، ۱۹۹۹).

$$LAI = ((a \times \exp((-a) \times (dap - b) \times c))) / (1 + \exp((-a) \times (dap - b)))^2)$$

در زمان رسیدگی کامل با برداشت از تمام تیمارها اجزای عملکرد، اندازه‌گیری شد. دوره پر شدن دانه تعداد روز از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک و ضریب x در معادله درجه یک به‌دست آمده، سرعت پر شدن دانه را بر حسب میلی‌گرم در روز نشان می‌دهد. داده‌های آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS و Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (سلطانی، ۱۹۹۹). مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. اما LSD در تقابل با آزمون F قرار گرفت، بدین جهت از مقایسات گروهی استفاده شد. برای این منظور رقم صحرا را (که پژوهش‌های بیش‌تری در منطقه بر روی این رقم انجام شده است) به‌عنوان شاهد در نظر گرفته و سایر ژنوتیپ‌ها را با صحرا مقایسه نمودیم. بومی، صحرا، سیاه و ترکمن ارقام قدیمی و بقیه ژنوتیپ‌های جدید منطقه می‌باشند. نتایج این مقایسات نیز تفاوت معنی‌داری در عملکرد صحرا با سایر ژنوتیپ‌ها نشان نداد. ملاحظه می‌شود که ژنوتیپ‌های جدید عملکردهای بالایی داشته و می‌توان آن‌ها را از ژنوتیپ‌های پرمحصول و مناسب منطقه به‌شمار آورد. تعداد پنجه در واحد سطح و وزن هزاردانه و تعداد دانه در سنبله در بین ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت، اما تعداد دانه در مترمربع اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). ضریب همبستگی مثبت بین عملکرد و تعداد دانه در واحد سطح نشان می‌دهد که یکی از دلایل اصلی افزایش عملکرد بالقوه ارقام جو افزایش تعداد دانه در واحد سطح است (رینولد و همکاران، ۱۹۹۹). مقایسه میانگین صفات در جدول ۱ نشان داده شده است.

در این مطالعه ۱٤G، ٥G و ترکمن را به‌ترتیب نماینده بیش‌ترین، متوسط و کم‌ترین میزان عملکرد دانه در نظر گرفته و ارزیابی شاخص‌های رشد در نمودارهای رسم شده را با تأکید بر این سه ژنوتیپ دنبال می‌نماییم.

جدول ۱- میانگین مربعات صفات مورد بررسی

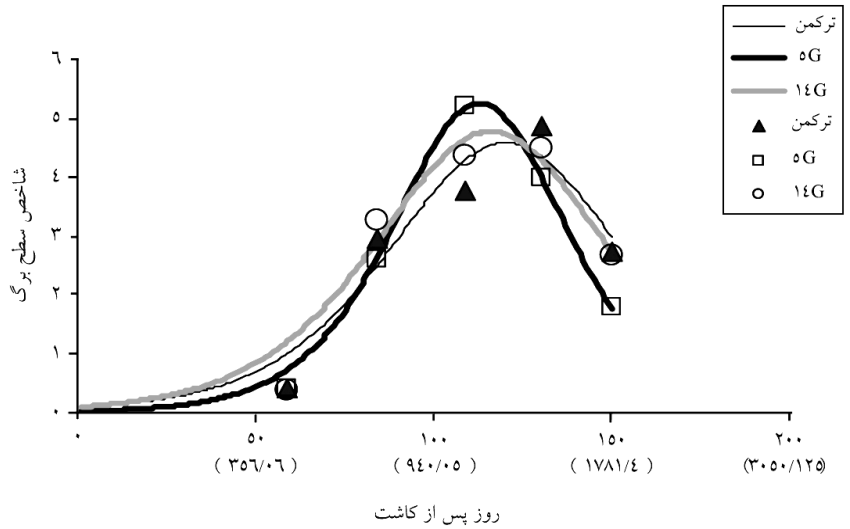
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد پنجه در متر مربع	تعداد دانه در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه	طول دوره پر شدن دانه	سرعت پر شدن دانه	عملکرد
بلوک	۳	۱۰۳۱۹۸/۳۳^{ns}	٤۳۰٥٥۰٥۱۳^{ns}	٦٤۲/٤٦**	٤۳/۸۹^{ns}	٤/۲۸	۰/۰۲۰	۲۰٦۲٦۳۸/۳٦^{ns}
رقم	۹	۲٥۷۷۸۳/۰٥^{ns}	۱۳۷٥۹۰۱۸۱٤**	۱۲/۸۹^{ns}	۲۳۹/۸۹^{ns}	٦۳/۷۲**	۰/۰۷۰*	۱۲۰۲۲۷۷/۳٦^{ns}
خطا	۲۷	۱٦۱۰٤۳/۲٤	۲۳۷٥۱۸۸٦٥	۳۳/۸۱۷	۱٥٥/٥٥	۸/٥۹	۰/۰۲۷	۸۷٦۲۷۱/۳٦
cv		۳۱/۷۰	۲۹/۲٦	۱٥/۹٤	۲٥/۲۸	۹/۸۳	۱۰/۳۷	۲٤/۱۰

** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

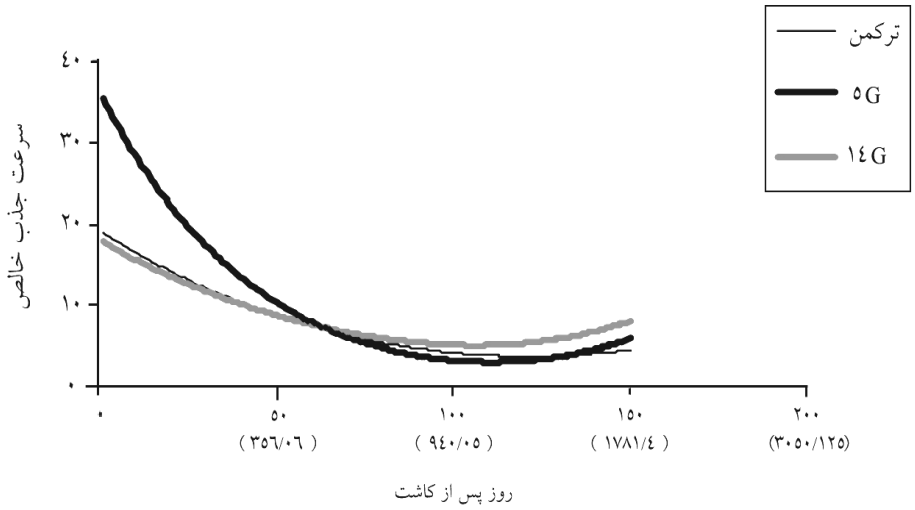
* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد.

^{ns} بدون اختلاف معنی‌دار.

روند تغیرات شاخص سطح برگ در ژنوتیپ‌های مختلف در شکل (۱) نشان داده شده است. افزایش شاخص سطح برگ تا مرحله پنجه‌زنی (٥۹ روز بعد از کاشت) تقریباً یکسان بود و تفاوت زیادی میان آن‌ها مشهود نبود. اختلاف در سطح برگ ژنوتیپ‌ها از این زمان به بعد شروع و تا انتهای رشد ادامه دارد، به‌طوری‌که اختلاف ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص سطح برگ بسیار معنی‌دار شد. روند تغییرات NAR در ترکمن، ٥G و ۱٤G در شکل (۲) نشان داده شده است. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، میزان جذب خالص ٥G با شدت بیش‌تری کاهش یافته است که این می‌تواند به‌دلیل بالا بودن شاخص سطح برگ آن نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها باشد.



شکل ۱- تغییرات شاخص سطح برگ در ژنوتیپ‌های جو



شکل ۲- تغییرات سرعت جذب خالص در ژنوتیپ‌های جو

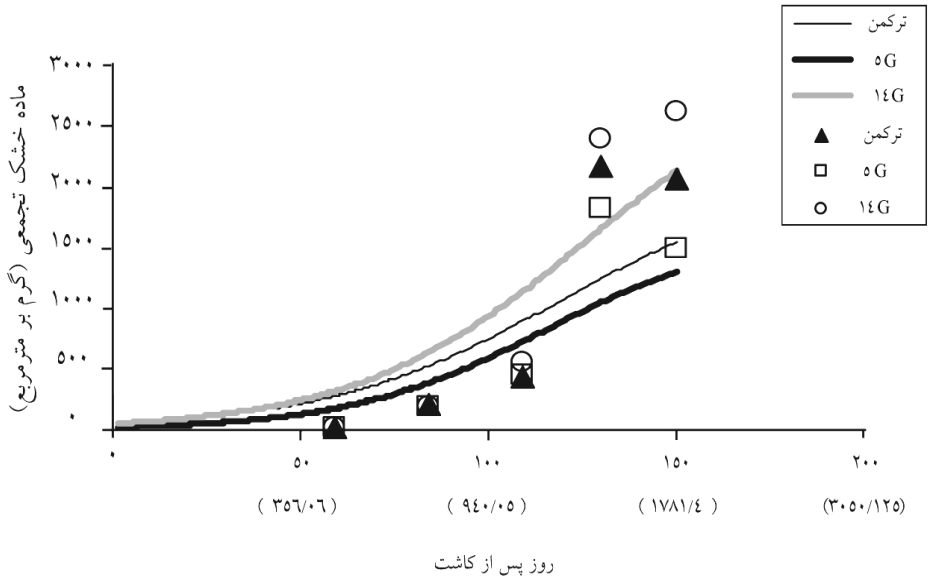
جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی

فاکتور / رقم	تعداد پنجه در مترمربع	تعداد دانه در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (گرم)	طول دوره پر شدن دانه (روز)	سرعت پر شدن دانه (میلی‌گرم در روز)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
ترکمن	۷۰۰^{c}	٤۰٦۷۸/٥^{c}	۳٥^{c}	٤٥^{bc}	۲۳/٤٥۰^{e}	۱/۷٦۸۹^{a}	۳۰۷٥/۳^{b}
بومی	۱۳٥۰^{ab}	۳۲۷۳۸^{c}	۲٦/۲٥^{de}	٥۰^{abc}	۲٥/٥۷٥^{de}	۱/۷٥٤۷^{a}	٤۰٦۸^{ab}
ایذه	۱۰۸۱/۳^{abc}	٤۳۸۹۳/۷٥^{c}	۳٤^{cd}	٥۰^{abc}	۲۸/۲۲٥^{dc}	۱/٤۱۰۸^{b}	٤۰٥۱^{ab}
صحرا	۱۲۷٥^{abc}	٥۰۳۱۸/۲٥^{bc}	۳۲^{cd}	٤۰^{c}	۲٥/۳٥۰^{de}	۱/٥۹٥۷^{ab}	٤۰۹۲/۸^{ab}
سیاه	۱۳۰۰^{ab}	۳٤۲۷٥^{c}	۲۲^{e}	٥۲/٥^{abc}	۳۲/۸٥۰^{ab}	۱/٥۷٦۰^{ab}	۳۳۲٦^{b}
۱٤G	۱۲۳۱/۳^{abc}	٦٥۱٤۳/۷٥^{b}	٤٤/۷٥^{b}	٥۸/۷٥^{ab}	۳٥/۱٥۰^{a}	۱/۷۳۱۷^{a}	٤۷٤٤/۸^{a}
۱۱G	۱۱۰۰^{abc}	۹۳۳٥٦/۲٥^{a}	٦٥/۷٥^{a}	٦٥^{a}	۳٤/۰۷٥^{ab}	۱/٦۱۲۳^{ab}	٤٤۳٥/۳^{a}
٥G	۹۲۲/٥^{bc}	٦٦٦۱۲/٥^{b}	٤٤/۲٥^{b}	٤٤/٥^{bc}	۳۲/۰۰۰^{abc}	۱/٤۷۳۰^{b}	۳۹۹۲/۸^{ab}
۱٥G	۱٦۲٥^{a}	٤۹۹۹۳/۷٥^{bc}	۲٥/۷٥^{de}	٤۲/٥^{bc}	۳۰/۳۰۰^{bc}	۱/٦۱۱۱^{ab}	٤۱۰٦/۸^{ab}
۱- یکنواخت	۱۰٥۰^{abc}	٤٦٥۱۲/٥^{bc}	۳٥^{c}	٤٥^{bc}	۳۱/۰۷٥^{abc}	۱/٤۰۸۳^{b}	۳۱٥٤/٥^{b}
LSD(0/05)	٦۰٤/۸٦	۲۲۳٦۰	۸/٤۳۷۲	۱۸/۰۹٦	٤/۲٥٤٦	۰/۲٤۰۱	۱۳٦٥/۹

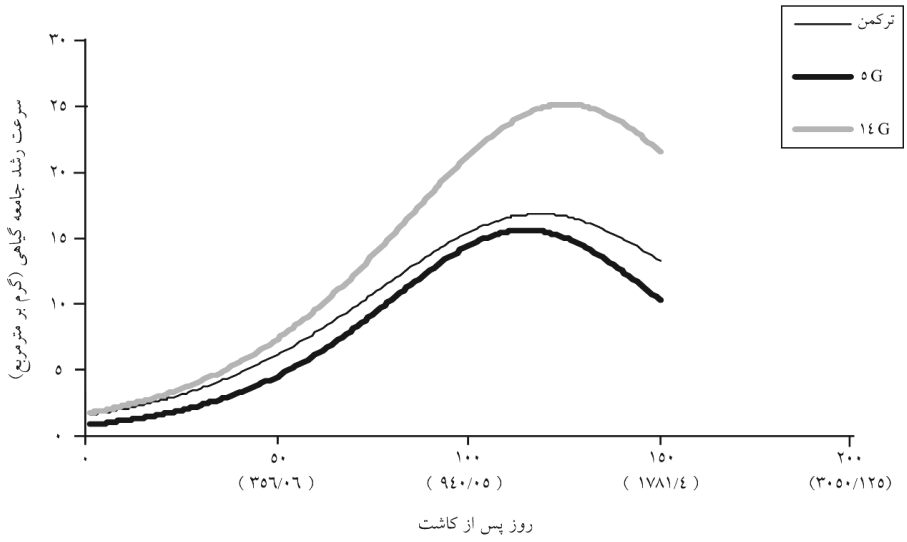
در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند از لحاظ آماری در سطح ٥ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

ژنوتیپ‌ها از نظر ماده خشک تجمعی در مراحل اولیه رشد اختلاف زیادی نداشتند (شکل ۳). با شروع دوره رشد خطی و اختلاف در شاخص سطح برگ اختلاف بین سرعت رشد جامعه گیاهی ژنوتیپ‌ها بارز گردید و قبل از گرده‌افشانی و به اوج رسیدن شاخص سطح برگ به حداکثر مقدار خود رسید به‌طوری‌که اختلاف ارقام در تجمع ماده خشک ارقام از مرحله پنجه‌دهی یعنی ۵۹ روز پس از کشت کاملاً معنی‌دار بود و ۱٤G نسبت به دو ژنوتیپ دیگر ماده خشک بیش‌تری تولید نمود. سرعت رشد جامعه گیاهی با شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک همبستگی بسیار مثبت و معنی‌داری نشان می‌دهد (جدول ۳).

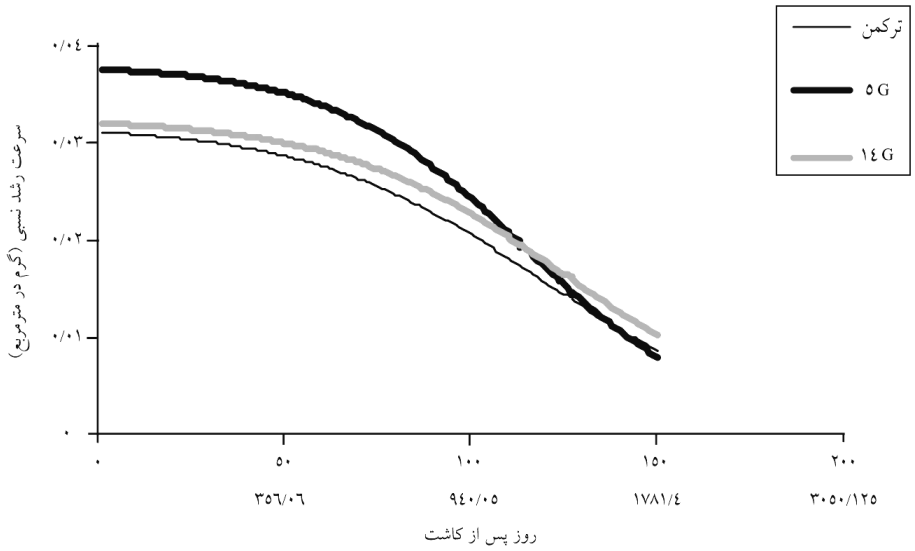
با توجه به شکل ٤ سرعت رشد جامعه گیاهی در ۱٤G نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بالاتر است و با توجه به رابطه CGR=NAR×LAI کاهش سرعت جذب خالص در آن توجیه می‌شود. در ترکمن، ٥G و ۱٤G سرعت رشد جامعه گیاهی تا ۵۹ روز پس از کاشت به کندی و به‌صورت یکسان افزایش داشت که عدم تفاوت در شاخص سطح برگ ژنوتیپ‌ها دلیل عمده این یکنواختی است. با افزایش سن گیاه سرعت رشد نسبی در ژنوتیپ‌های مختلف به‌صورت غیرخطی و با شیب‌های مختلف کاهش نشان داد (شکل ٥).



شکل ۳- تغییرات ماده خشک تجمعی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه



شکل ٤- تغییرات سرعت رشد جامعه گیاهی



شکل ۵- تغییرات سرعت رشد نسبی در ژنوتیپ‌های جو

ملاحظه می‌گردد که این کاهش در ۱٤G کمتر بوده است. بیش‌تر بودن سرعت رشد نسبی در ژنوتیپ‌های پرمحصول در دوران رشد رویشی می‌تواند به‌دلیل بیش‌تر بودن سرعت رشد جامعه گیاهی در این ژنوتیپ‌ها باشد. ماده خشک با سرعت بیش‌تری افزایش یافته و در نتیجه RGR بیش‌تری هم دارد (سنیوید و همکاران، ۲۰۰۳). نتایج همبستگی نشان می‌دهد (جدول ۳) که سرعت جذب خالص ژنوتیپ‌ها در طی دوره رشد، با عملکرد دانه رابطه مثبت و مستقیم، با سرعت رشد جامعه گیاهی همبستگی منفی و غیرمعنی‌دار و با شاخص سطح برگ ارتباط منفی و معنی‌داری از خود نشان می‌دهد. همبستگی مثبت و قوی بین عملکرد دانه و سرعت رشد جامعه گیاهی (جدول ۳) در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که سرعت رشد در ژنوتیپ‌های پرمحصول بیش‌تر بوده و سرعت رشد جامعه گیاهی ار شاخص سطح برگ صفت مهم‌تری بوده است.

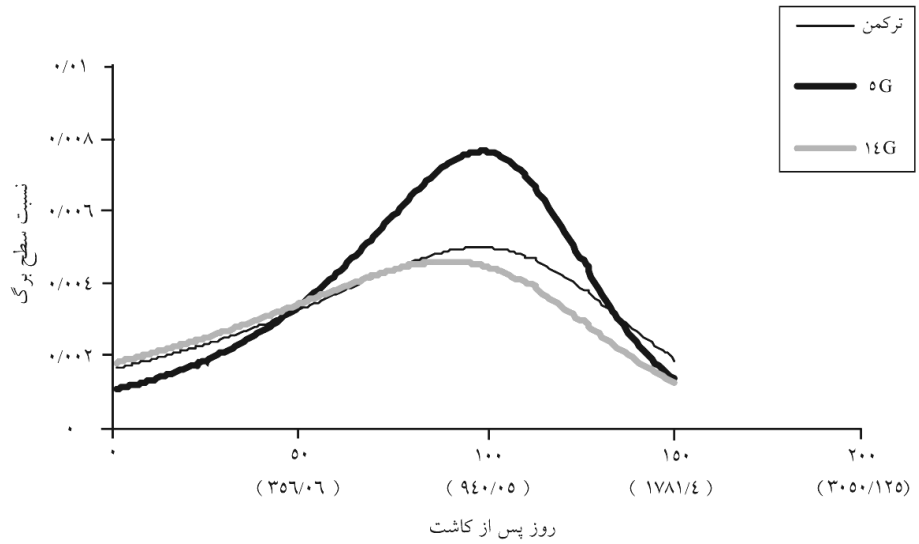
روند تغییرات LAR در شکل (٦) نشان داده شده است. در ابتدای فصل رشد گیاه، ۱٤G به‌دلیل برخورداری از شاخص سطح برگ بالاتر نسبت به ۵G (شکل ۱) نسبت سطح برگ بالاتری دارد اما کمی قبل از گرده‌افشانی در گیاه با افزایش شاخص سطح برگ ۵G نسبت به ۱٤G، مشاهده می‌گردد

که 5G نسبت سطح برگ بیش‌تری دارد. همچنین بین نسبت سطح برگ و ماده خشک تجمعی ارتباط معکوسی وجود دارد. مسلماً 14G به‌دلیل دارا بودن وزن خشک بالاتر در طی دوره رشد رویشی از نسبت سطح برگ کم‌تری برخوردار است. شکل ۷ تغیرات دوام سطح برگ را نسبت به روزهای پس از کشت در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. با توجه به شکل می‌توان بیان نمود که دوام سطح برگ در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در مراحل اولیه رشد نسبت به زمان افزایش نشان می‌دهد که این به‌دلیل افزایش شاخص سطح برگ (همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار) آن‌هاست. همبستگی میان دوام سطح برگ و عملکرد دانه نشان داد که رابطه مثبتی میان آن‌ها وجود دارد (جدول ۳) و تا رسیدن گیاه به حداکثر شاخص سطح برگ این ارتباط افزایش می‌یابد. بیش‌ترین دوام سطح برگ در ژنوتیپ‌های جدید مشاهده شد. بیش‌ترین دوام سطح برگ مربوط به 5G است که شاخص سطح برگ بالاتری دارد و کم‌ترین مربوط به رقم ترکمن می‌باشد. بین سرعت رشد نسبی و سرعت رشد جامعه گیاهی با دوام بافت‌های فتوسنتزی نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد.

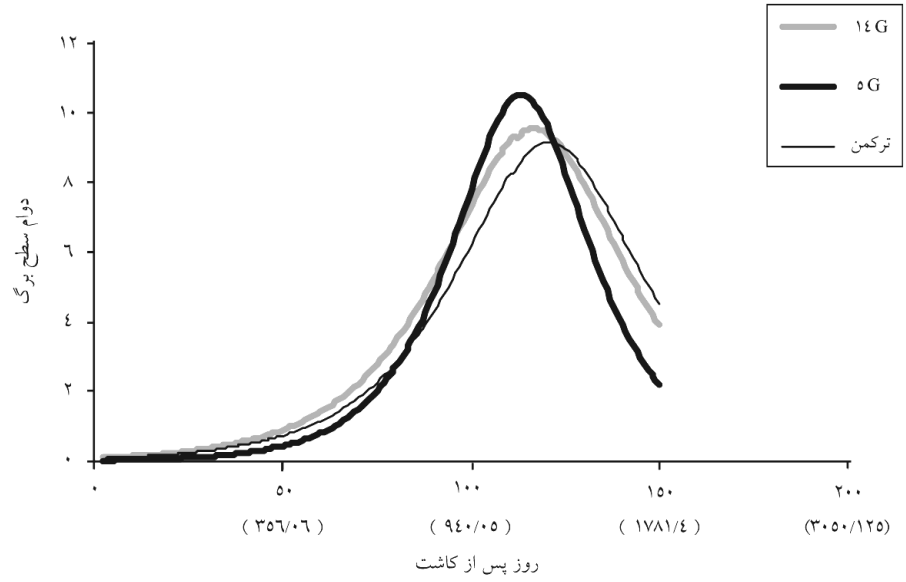
جدول ۳- همبستگی بین شاخص‌های رشد و عملکرد در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

صفت	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸
۱) شاخص سطح برگ	۱							
۲) سرعت جذب خالص	-۰/۷۸**	۱						
۳) ماده خشک تجمعی	۰/۲۰	۰/۲۲	۱					
٤) سرعت رشد نسبی	-۰/٤٤	۰/۳۳	-۰/٤٤	۱				
٥) سرعت رشد جامعه گیاهی	۰/۷٥**	-۰/۲٦	۰/٦۱**	-۰/٤۸	۱			
٦) نسبت سطح برگ	۰/۲٥	-۰/٤٥	-۰/٤٤	۰/٦٤**	-۰/۱۷	۱		
۷) دوام سطح برگ	۰/۹۸**	-۰/۷٤**	۰/۱۷	-۰/۳۸	۰/۷۲**	۰/۲۷	۱	
۸) عملکرد	۰/۰۳	۰/۳٥	۰/۷**	۰/۰۹	۰/٤۲	-۰/۰۹	۰/۰۲	۱

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.



شکل ٦- تغیرات نسبت سطح برگ در ژنوتیپ‌های جو



شکل ۷- تغییرات دوام سطح برگ در ژنوتیپ‌های جو

همبستگی بین دوام بافت‌های فتوسنتزی یا شاخص سطح برگ و عملکرد دانه متأثر از خصوصیات دیگری چون فتوسنتز خالص، سرعت رشد جامعه گیاهی و شاخص برداشت می‌باشد (بروجریک، ۱۹۸٦). محققان بیان نمودند که تفاوت در سرعت رشد این ژنوتیپ‌ها با توجه به اختلافات ژنتیکی خاصی است که ویژگی‌های فیزیومورفولوژیک آن‌ها را تعیین می‌کند (البرس و همکاران، ۲۰۰٤). میان شاخص‌های رشد و اجزای عملکرد، سرعت رشد جامعه گیاهی و ماده خشک تجمعی با وزن هزاردانه همبستگی بسیار مثبت و معنی‌داری را نشان می‌دهند (جدول ٤) در بین شاخص‌های مورد ارزیابی، ماده خشک تجمعی همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری را با عملکرد نشان داد (بیش‌ترین همبستگی). ماده خشک تجمعی با شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی و سرعت رشد جامعه گیاهی نیز رابطه مستقیم و مثبتی دارند و میان شاخص سطح برگ و دوام بافت‌های فتوسنتزی رابطه قویاً مثبت و معنی‌داری مشاهده می‌شود که این عوامل، فاکتورهای مهمی در عملکرد گیاه شمرده می‌شوند.

جدول ٤- همبستگی بین شاخص‌های رشد و صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

صفت	تعداد دانه در مترمربع	تعداد پنجه در مترمربع	وزن هزاردانه	طول دوره پر شدن دانه	سرعت پر شدن دانه
شاخص سطح برگ	-۰/۲٤	-۰/۲۲	۰/۱۲	-۰/۱۵	۰/۳۵
سرعت جذب خالص	۰/۵۰	۰/۵۵	۰/۷٦	۰/٦٦	۰/۱۷
ماده خشک تجمعی	۰/۱٤	۰/۲۲	۰/۸۳**	۰/٤۰	۰/۵۷
سرعت رشد نسبی	۰/۱٤	۰/۱٦	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۱۳
سرعت رشد جامعه گیاهی	۰/۲٤	۰/۳۲	۰/۹۲**	۰/۵۰	۰/۵٦
نسبت سطح برگ	-۰/۲۰	-۰/۲۲	-۰/۳٤	-۰/۲۳	-۰/۰۹
دوام سطح برگ	-۰/۲٤	-۰/۲۲	۰/۱۳	-۰/۱۵	۰/۳۵

ملاحظه می‌گردد که G۱٤که پرمحصول‌ترین ژنوتیپ در این مطالعه بود وزن هزاردانه، تعداد پنجه در مترمربع، شاخص برداشت، سرعت جذب آسیمیلاسیون، سرعت رشد جامعه گیاهی، سرعت رشد نسبی و تجمع ماده خشک بیش‌تری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشته است (جدول‌های ۲ و ۵). ژنوتیپ‌های کم‌محصول به‌دلیل پایین بودن سرعت رشد جامعه گیاهی عملکرد بالایی نداشتند. تولید بالقوه ژنوتیپ‌های پرمحصول نه تنها به‌دلیل سطح گسترده فتوسنتزکننده بلکه به‌دلیل راندمان بالای تبدیل انرژی نورانی و سیستم انتقال مواد فتوسنتزی به دانه است (جاسکیو و همکاران، ۲۰۰۱).

جدول ۵- مقایسه ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر شاخص‌های رشد

رقم	ترکمن	٥G	١٤G
شاخص سطح برگ	٢/٩٨١٥	١/٧٦٦٧	٢/٧٩٣٢
دوام سطح برگ	٤/٣١٨٩	٢/١٨٨٣	٣/٨٩٢٩
ماده خشک تجمعی	١٥٤٥/٥٥٧	١٢٩٩/٤٧٩	٢١٣١/٩٣٢
نسبت سطح برگ	٠/٠٠١٨	٠/٠٠١٣	٠/٠٠١٢
سرعت رشد نسبی	٠/٠٠٨٥	٠/٠٠٧٩	٠/٠١٠١
سرعت رشد جامعه گیاهی	١٣/٢٧٨٦	١٠/٣٢٢١	٢١/٥٨٤٨
سرعت جذب خالص	٤/٤٥٣٥	٥/٨٤٢٤	٧/٩٢٤١

منابع

Aparicio, N., Villegas, D.J., Araus, L., Casadesus, J., and Royo, C. 2002. Relationship between growth traits and spectral vegetation indices in durum wheat. Crop Sci. 42: 1547-1555.

Borojeric, S. 1986. Genetic changes in morphophysiologic characters in relation to breeding for increased wheat yield. Crop Sci. 13: 71-82.

Dofing, S.M. 1999. Inheritance of phyllochron in barley. Crop. Sci. 39: 334-337.

Elberse, I.A., Vanhala, M.T.K., Turin, J.H.B., Stam, P., Van Damme, J.M.M., and Van Tienderen, P.H. 2004. Quantitative trait loci affecting growth-related traits in wild barley (*Hordeum spontaneum*) grown under different levels of nutrient supply. Aust. J. Agric. Res. 93: 1. 22-33.

Juskiw, P.E., Yih-wu, J., and Kryzanowski, L. 2001. Phenological development of spring barley in a short-season growing area. Agron. J. 93: 370-379.

Kochaki, A., Rashemohasel, M.H., Nasairi, M., and Adrabadi, R. 1991. The basis of physiological crop development. Astane Ghodse Razavi Press, 404p (In Persian).

Muurinens Peltonen-sainio, P. 2005. Radiation-use efficiency of modern and old spring cereal cultivars and it's response to nitrogen in northern growing condition. Field Crops Res. 54: 138-146.

O'conell, M.C., Whitfield, G.J., and Connor, D.J. 2004. Interception of photosynthetically active radiation and radiation-use efficiency of wheat .field pea and mustard in semi-aride environment. Field Crops Res. 85: 111-124.

Oosterom, E.J., and Acevedo, E. 1992. Adaptation of barley *(Hordeum Vulgar* L.) to harsh Mediterranean environment: Plant idotype and grain yield. Euphytica 62: 29-38.

Rahimian, H., Kochaki, E., and Zand, A. 1998. Perfection, adaptation and crop yield. Agricultural Education Press, 495p (In Persian).

Reynolds, M.P., Rajaram, S. and Sayre, K.D. 1999. Physiological and genetic changes of irrigated wheat in the post- green revolution period and approaches for meeting projected global demand. Crop Sci. 39: 1611-1621.

Sarmadnia, G.H., and Kochaki, A. 1994. Crop physiology. Mashhad Jehad. Daneshgahi Press, 465p (In Persian).

Semb, K. 1996. Growth characteristics of spring barley and selected weeds. I. Effect of irradiance in growth chambers. Weed Res. earch, 39: 339-352.

Senthoid, A., Turner, N.C., Botwright, T., and Condon, A.G. 2003. Evaluating the impact of a trait for increased Specific leaf area on wheat yields using a crop simulation model. Agron. J. 95: 10-19.

Soltani, A. Application of SAS in statistical analyze. 1999. Mashhad Jehad. Daneshgahi Press, 166p (In Persian).

Yin, X., Martin, J., Kropff, J., and Stam, P. 2000. A model analysis of yield differences among recombinants inbred lines in barley. Agron. J. 92: 114-120.

EJCP., Vol. 3 (4): 161-175
ejcp.gau@gmail.com

Relationship of physiologic growth indices with yield components of barley genotypes (*Hordeum Vulgare* L.)

***M. Etesami[1], S. Galeshi[2], A. Soltani[2] and A. Noorinai[3]**
[1]M.Sc. Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Professor, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Academic Research center, Gorgan

Abstract

For evaluation the effect of morpho-physiological parameters on yield and yield components of barley genotypes, an experiment was conducted in a randomized complete block design in 4 replication in Gorgan Agriculture Science and Nature Resource field experimental during 2006-2007. The trait was 10 barley genotypes: Bomi, Torkaman, Eize, Siah, Sahra, 1-yeknavakht, 14G, 11G, 5G and 15G. The Results showed that there is no significant difference in grain yield in these genotypes. Growth indices with grain yield and yield components had positive correlation. Evaluation genotypes considering total dry matter and growth parameter showed that modern and modified genotypes, had higher leaf area index, and for that they have higher crop growth rate, net assimilation rate and total dry matter in period of growth season.

Keywords: Barley; Yield; Growth indices.

* Corresponding Author; Email: ml_etesami@yahoo.com