نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۰۰-۹۲

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 1, Spring. 2015, p. 92-100

مقایسه صفات فنولوژیک و مورفوفیزیولوژیک شاخساره ارقام قدیمی و جدید جو (*Hordeum vulgare* L.)

نرجس مشفقی[1*]- حمیدرضا خزاعی[2]- محمد کافی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۴/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۰۷

چکیده

به منظور مقایسه صفات مورفوفیزیولوژیک شاخساره ارقام قدیمی و جدید جو در سال ۱۳۹۰ آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و ۸ تیمار بود که تیمارها شامل چهار رقم جدید (نصرت، یوسف، فجر۳۰و نیک) و چهار رقم قدیمی (ریحان، کویر، زرجو، والفجر) بودند. کشت در تیوپ های پلاستیکی حاوی شن شسته شده انجام شد و نمونه گیری به صورت تخریبی از تیمارها در مراحل چهار تا شش برگی، ساقه دهی، سنبله دهی و رسیدگی انجام گرفت. صفات طول دوره رویشی و طول دوره زایشی و صفات مرتبط با شاخساره از جمله طول و وزن خشک ساقه، سطح برگ و وزن خشک برگ و شاخص‌های عملکرد مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ارقام جدید طول دوره زایشی طولانی تر و دوره رویشی کوتاهتری داشتند و با توجه به همبستگی مثبتی که بین طول دوره رشد زایشی با عملکرد وجود داشت افزایش عملکرد در ارقام جدید نسبت به ارقام قدیمی مورد انتظار بود همچنین ارقام جدید در اکثر مراحل رشد طول ساقه و وزن خشک ساقه کمتر اما سطح برگ و وزن خشک برگ بیشتری داشتند. ارقام جدید در اکثر صفات بخصوص صفاتی که با عملکرد و اجزای آن همبستگی مثبت داشتند از قبیل تعداد پنجه، تعداد سنبله در بوته، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بهتر عمل کردند. در نهایت رقم جدید نیک به دلیل برتری یافتن در اکثر صفات به عنوان بهترین رقم و زرجو به عنوان ضعیف‌ترین رقم مشخص شدند.

واژه‌های کلیدی: جو، شاخساره، عملکرد و اجزای عملکرد

مقدمه

در قرن آینده تولید مواد غذایی برای تغذیه‌ی جمعیت رو به افزایش جهان بسیار دشوارتر از قرن گذشته خواهد بود. طی نیمه دوم قرن بیستم کشاورزان جهان تولید غلات را تقریباً سه برابر افزایش دادند که این مقدار افزایش دو برابر افزایشی است که از آغاز کشاورزی یعنی حدود ده هزار سال پیش تا سال ۱۹۵۰ در تولید مواد غذایی حاصل شده است (۸).

نظر به اینکه در بخش زیادی از کره زمین اراضی مستعد کشاورزی تاکنون زیر کشت قرار گرفته‌اند و هر سال نیز میزان فرسایش و نابودی سطح وسیعی از اراضی افزایش می‌یابد، لذا امکان افزایش سطح زیر کشت تا حدود زیادی وجود ندارد و تنها راه باقیمانده افزایش تولید در واحد سطح است (۲۲). عملکرد یک گیاه زراعی بخش اقتصادی یک گیاه است که به منظور مصرف انسان و دام استفاده می‌شود و برحسب مقدار دانه یا ماده خشک در واحد سطح زمین اندازه‌گیری می‌شود (۳). از آنجا که افزایش چشمگیر عملکرد، از طریق مدیریت بهتر زراعی و کشت ارقام با عملکرد بالقوه بالاتر به دست آمده است، بنابراین جهت استفاده از تجربیات گذشته در برنامه‌های به‌نژادی آینده باید شاخص‌های افزایش دهنده عملکرد به دقت شناسایی شوند. با شناسایی شاخص‌های فیزیولوژیکی مرتبط با افزایش عملکرد می‌توان از آنها در برنامه‌های به نژادی استفاده نمود و نقش به نژادی را در افزایش عملکرد دانه کمی کرد؛ به این ترتیب می‌توان ارقامی را که در زمان‌های مختلف معرفی شده‌اند و همزمان با یکدیگر در محیط‌های مشابهی کشت شده‌اند را بر اساس مقادیر مطلق عملکردشان مقایسه کرد و اثرات به نژادی را بر عملکرد دانه تجزیه و تحلیل نمود (۹).

محققین بیان کردند که در برخی موارد افزایش رشد رویشی و افزایش ارتفاع ساقه غلات عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۶). افزایش سریع تعداد برگ و حصول حداکثر شاخص سطح برگ که فتوسنتز و سرعت رشد گیاه را در آغاز حیات به حداکثر برساند از عوامل مهم تعیین‌کننده عملکرد و نیز کاهش رقابت علف های هرز است (۳۶). بالا بودن شاخص برداشت در ارقام جدید، مسلماً نتیجه افزایش عملکرد دانه و کاهش میزان کاه و کلش است. همچنین نتایج

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی‌ارشد و استادان گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email:narjes.moshfeghi@yahoo.com)

مطالعات انجام شده روی جو بیانگر افزایش عملکرد دانه با افزایش بیوماس کل است (۳۰).

جو (*Hordeum vulgare* L.) با برخورداری از محتوای بالای انرژی قابل سوخت و ساز دارای موقعیت منحصر به فردی در تأمین انرژی مورد نیاز طیور می‌باشد و دو ویژگی محتوای پروتئین جو و میزان عملکرد دانه جو تحت تأثیر فرایندهای فیزیولوژیکی هستند که در نتیجه‌ی ارتباط متقابل ژنتیک و محیط بوجود می‌آیند (۱۰). کشت این گیاه را به نقاط کم باران و خاکهای فقیری که برای رشد و نمو گندم مساعد نیستند اختصاص می‌دهند (۱۳). خصوصیات ژنتیکی ارقام مختلف بر ساختار برگ کانوپی و سرعت فتوسنتز موثر است و در نتیجه بر عملکرد دانه و محتوای پروتئین جو تأثیر می گذارد. متخصصان اصلاح گیاهان زراعی برای آگاهی از بهبود عملکرد از طریق صفات، در طی یک دوره با معرفی ارقام مختلف تغییرات صفات را بررسی کرده و رابطه آنها را با عملکرد مشخص نموده‌اند (۳۲). مقایسه ارقام قدیم و جدید جو نشان می‌دهد که بخشی از افزایش عملکرد بالقوه در طی قرن اخیر مربوط به پیشرفت‌های ژنتیکی می‌باشد. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی اختلاف ارقام قدیم و جدید جو از نظر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و بررسی صفات مورفولوژیکی اندام هوایی در شرایط کنترل شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار و تابستان سال۱۳۹۰در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و هشت تیمار انجام شد. برای هر تیمار (رقم) چهار تکرار در نظر گرفته شد. بذور جو در تیوپ‌های پلاستیکی به قطر ۱۱ سانتی متر و ارتفاع یک متر و در بستر شن کشت شدند و تمام تیوپ‌ها برای استحکام بیشتر و جلوگیری از نفوذ نور در لوله‌های پی‌وی‌سی هم اندازه قرار داده شدند. سیستم آبیاری به صورت قطره‌ای طراحی شد و آب و محلول غذایی (هوگلند) توسط پمپ به قطره چکانها هدایت می شد و تعویض محلول غذایی هر دو روز یک بار انجام می گرفت. در هر لوله ۵ عدد بذر جو ضدعفونی شده کشت شدند و در مرحله دو برگی در هر لوله ۳ گیاه نگه داشته شد. نمونه‌گیری و تخریب لوله‌های کاشت در چهار مرحله چهار تا شش برگی، ساقه‌دهی، سنبله‌دهی و رسیدگی کامل انجام شد.

در نهایت شمارش روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی ارقام انجام شد. ارتفاع بوته بر حسب سانتی‌متر و با خط‌کش در محل گلخانه اندازه‌گیری و ثبت شد، سپس برای تعیین وزن خشک ساقه و وزن خشک برگ، نمونه‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند و سپس با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری انجام شد. اندازه گیری سطح برگ نیز با دستگاه سنجش سطح برگ مدل دلتا تی صورت گرفت. در مرحله آخر صفات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جو از قبیل شمارش تعداد پنجه، تعداد سنبله در بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه انجام شد. در نهایت تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم افزارهای Excel ، SAS و Minitab و مقایسات میانگین با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

طول دوره رشد رویشی (روز تا سنبله دهی)

نتایج نشان داد که ارقام جدیدتر از طول دوره رشد رویشی کوتاه‌تر و طول دوره رشد زایشی طولانی‌تر برخوردار بودند و بالعکس در ارقام قدیمی‌تر طول دوره رشد رویشی طولانی‌تر و طول دوره رشد زایشی کوتاه‌تر شد. همچنین نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس نشان داد که در بین ارقام قدیمی و جدید از لحاظ طول دوره رشد رویشی و رشد زایشی اختلافات معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت و اختلافات طول دوره نهایی رشد معنی‌دار نبود.

نتایج حاصل از مقایسات میانگین نشان داد که در بین ارقام مورد بررسی رقم قدیمی زرجو با طول دوره رویشی ۶۶ روز و طول دوره زایشی ۳۵ روز به ترتیب بیشترین طول دوره رویشی و کمترین طول دوره زایشی را به خود اختصاص داد و همچنین رقم نیک با دوره رویشی ۵۲ روز کمترین طول دوره رویشی و با طول دوره زایشی ۴۵ روز بیشترین طول دوره زایشی را نشان داد (جدول۱). نتایج همبستگی بین طول دوره رشد رویشی (روزهای پس از جوانه‌زنی تا گرده‌افشانی) با عملکرد دانه منفی بود ($r = -۰/۸۵^{**}$) (جدول۲). محققین با مطالعه روی ۱۰ رقم جو بهاره نتایج مشابهی مبنی بر اینکه گرده‌افشانی و رسیدگی در ارقام جدید و پر محصول جو زودتر از ارقام قدیمی است ارائه کردند (۳۷). نتایج گزارشی نشان می‌دهد که همبستگی ضعیف بین عملکرد دانه و روز تا گرده‌افشانی در طول بهبود عملکرد ژنوتیپ‌ها افزایش ناچیزی داشته است و ژنوتیپ‌هایی که دیرتر گرده افشانی کردند، از عملکرد دانه کمتری برخوردار بودند (۱). بدین ترتیب دما در طی دوره پرشدن دانه از طریق کاهش دوره پرشدن دانه محدودیت‌هایی را بر وزن دانه و عملکرد دانه اعمال می‌کند. بیشتر بودن سرعت رشد نسبی در ژنوتیپ‌های پر محصول جو در دوران رشد رویشی می‌تواند به دلیل بیشتر بودن سرعت رشد جامعه گیاهی در این ژنوتیپ‌ها باشد زیرا ماده خشک با سرعت بیشتری افزایش یافته و در نتیجه RGR بیشتری دارد (۳۰).

جدول۱- مقایسه طول دوره رشد در ارقام جو

رقم	روز تا سنبله دهی (تعداد روز)	روز تا رسیدگی (تعدادروز)	طول دوره رشد نهایی (تعدادروز)
نیک (ج)	۵۲^{d}	۴۵^{a}	۹۷^{b}
یوسف (ج)	۵۵^{cd}	۴۳^{ab}	۹۸^{ab}
فجر۳۰ (ج)	۵۷^{c}	۴۴^{ab}	۱۰۱^{ab}
نصرت (ج)	۵۷^{c}	۴۲^{abc}	۹۹^{ab}
ریحان (ق)	۶۲^{b}	۴۰^{bcd}	۱۰۲^{a}
کویر (ق)	۶۴^{ab}	۳۷^{de}	۱۰۱^{ab}
والفجر (ق)	۶۵^{ab}	۳۸^{cde}	۱۰۳^{a}
زرجو (ق)	۶۶^{a}	۳۵^{e}	۱۰۱^{ab}

(ج) : ارقام جدید – (ق) : ارقام قدیم

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

جدول۲- ضرایب همبستگی بین شاخص های طول دوره رشد با عملکرد دانه

صفات	عملکرد دانه	روز تا سنبله دهی (دوره رویشی)	روز تا رسیدگی (دوره زایشی)
عملکرد دانه	۱		
روز تا سنبله دهی	-۰/۸۵**	۱	
روز تا رسیدگی	۰/۸۹**	-۰/۹۵**	۱

**- معنی دار در سطح یک درصد

طول دوره رشد زایشی (روز پس از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک)

نتایج آزمایش نشان داد بین روزهای پس از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت ($r = ۰/۸۹^{**}$) (جدول۲). این نتایج گویای این مطلب است که ارقامی که طول دوره زایشی طولانی‌تری دارند در نتیجه عملکرد دانه بیشتری نیز دارند. این نتایج با یافته‌های رمضانی و همکاران (۴) مبنی بر گلدهی زودتر ارقام جدید جو نسبت به ارقام قدیمی مطابقت داشت و همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین تاریخ گلدهی با تاریخ رسیدگی ارقام وجود داشت ($r = ۰/۸۸^{**}$). افزایش زودرسی در ارقام جدید در مناطقی که احتمال وقوع تنش خشکی وجود دارد، به عنوان صفت مناسبی برای فرار از تنش خشکی آخر فصل، بخصوص در ارقام بهاره می‌تواند در نظر گرفته شود. مرحله زایشی در غلات که نتیجه آن تولید دانه است، مهمترین بخش از زندگی گیاه را تشکیل می‌دهد زیرا عملکرد و کیفیت دانه به این مرحله بستگی دارد (۲۵).

نتایج تحقیقی حاکی از آن است که برای دستیابی به عملکرد زیاد دانه در غلات افزایش تجمع ماده خشک در دوره پس از گلدهی مطلوب‌تر است و این مطلب با مقایسه پویایی تجمع ماده خشک در ارقام قدیمی و جدید غلات به بهترین وجه قابل ملاحظه است و از مشخصه‌ی ارقام پر محصول جدید افزایش بیشتر ماده خشک پس از ساقه‌دهی است (۳۳). دما در طی پرشدن دانه از طریق کاهش دوره پرشدن دانه محدودیت‌هایی را بر وزن دانه و عملکرد دانه اعمال می‌کند. بنابراین شرایط محیطی بر فعالیت‌های محیطی گیاه اثر گذاشته و تنش‌های گرمایی انتهای فصل می‌تواند باعث کوتاه شدن دوره پرشدن دانه و توقف رشد دانه شود (۲۸). بطورکلی علاوه بر افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله‌های در حال رشد در مرحله‌ی قبل از گرده‌افشانی که به منظور افزایش تعداد دانه و عملکرد صورت می‌گیرد، فرصت‌های دیگری نیز برای تأمین مواد فتوسنتزی، از طریق افزایش طول این دوره وجود دارد. از مواردی که باعث بهبود عملکرد می‌شوند، افزایش طول دوره رشد زایشی (افزایش طول دوره رشد سنبله) است و باید در طول دوره حساسی که تعداد دانه مشخص می شود ماده خشک بیشتری در سنبله‌های در حال رشد تجمع یابد که به نوبه خود باعث افزایش تعداد نهایی دانه می شود.

طول ساقه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام مورد بررسی از لحاظ طول ساقه در هر سه مرحله‌ی ساقه دهی، سنبله‌دهی و رسیدگی اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. در هر سه مرحله رشد، ارقام قدیمی از طول ساقه بلندتری برخوردار بودند. در بین ارقام قدیمی در ساقه‌دهی رقم زرجو و در مرحله‌ی سنبله‌دهی و رسیدگی والفجر بیشترین طول ساقه را به خود اختصاص

دادند. در بین ارقام جدید در مرحله ساقه‌دهی رقم نیک و در مرحله‌ی سنبله‌دهی و رسیدگی رقم نصرت از بیشترین طول ساقه برخوردار بودند (جدول۳). در بین ارقام مورد بررسی مشاهده شد که ارقامی که بیشترین طول ساقه را داشتند عملکرد و اجزای عملکردشان کمتر بود بطوری که ارقام زرجو، والفجر وکویر که بیشترین طول ساقه را داشتند کمترین عملکرد را به خود اختصاص دادند و می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که طول ساقه با عملکرد رابطه معکوس دارد. رمضانی و همکاران (۴) به نتایج مشابه‌ی رسیدند و عنوان کردند که یکی از علل افزایش عملکرد طی سال‌های اخیر افزایش شاخص برداشت همراه با کاهش ارتفاع گیاه بوده است بطوری که در آزمایشات خود بین شاخص برداشت و میزان خوابیدگی ارقام همبستگی بسیار معنی‌دار و منفی ($r = -۰/۴۶^{*}$) مشاهده کردند. تحقیقات دیگر نیز حاکی از آن است که بهبود عملکرد جو در اثر کاهش ارتفاع گیاه، بهبود مقاومت به خوابیدگی، افزایش مقاومت به بیماری‌ها و آفات و تسریع گلدهی بوده است (۱۹).

وزن خشک ساقه

نتایج مقایسه میانگین وزن خشک ساقه بین ارقام نشان داد که ارقام قدیمی از وزن خشک بیشتری برخوردار بوده و ارقام قدیمی زرجو و کویر به ترتیب در مرحله‌ی ساقه‌دهی و خوشه‌دهی بیشترین وزن خشک ساقه را نشان دادند (جدول۳). با توجه به این که هر سه رقم قدیمی زرجو، والفجر و کویر عملکرد کمتری دارند، شاید بتوان علت کاهش عملکرد این ارقام را تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به ساقه عنوان کرد، زیرا همبستگی بین شاخص‌های طول و وزن خشک ساقه با عملکرد و اجزای عملکرد منفی است.

تولید و تجمع ماده خشک در قسمت‌های هوایی گیاه ارتباط نزدیکی با عملکرد دارد. بنابراین در بررسی‌های مختلف در نظر داشتن ارتباط بین تولید و تجمع ماده خشک کاملاً ضروری است. به این ترتیب تشخیص اجزای رشد درجامعه گیاهی و تاثیر عوامل محیطی و شرایط تولید بر آنها برای درک بهتر مبانی فیزیولوژیکی عملکرد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۲). در مقایسه‌ای که بر روی ژنوتیپ‌های گیاه جو صورت گرفت، همبستگی عملکرد دانه با وزن اندام‌های هوایی معنی‌دار بود (۳۱). مقایسه‌های انجام شده بین ارقام قدیم و جدید گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو، یولاف(*Avena sativa* L.) و ذرت(*Zea mays* L.) و سورگوم(*Sorghum bicolor* L.) بیانگر آن است که بیشتر بودن پتانسیل عملکرد ارقام جدید به رشد بیشتر اندام‌های هوایی آنها مربوط می‌شود (۱۴). بطور کلی ارقام قدیمی جو با ماده خشک بیشتر در مقایسه با ارقام جدید، ارتفاع بیشتری نیز داشتند و به دلیل افزایش ماده خشک به جای اینکه عملکرد را بیافزایند، آن را کاهش می‌دهند. بوته‌های بلند شاخص برداشت کمتری داشته و بیشتر ورس می‌کنند. بنابراین ماده خشک باید در محدوده‌ی ارتفاع مطلوب افزایش یابد.

سطح برگ

نتایج مقایسه‌ی میانگین سطح برگ ارقام جو در چهار مرحله رشد شامل مراحل چهار تا شش برگی، ساقه‌دهی، سنبله‌دهی و رسیدگی نشان داد که در بین ارقام جدید، رقم نیک در چهار تا شش برگی و ساقه‌دهی و رقم نصرت در مراحل سنبله‌دهی و رسیدگی بیشترین سطح برگ را داشتند و نیز در بین ارقام قدیمی در دو مرحله اول رقم ریحان و در دو مرحله سنبله‌دهی و رسیدگی رقم والفجر بیشترین سطح برگ را به خود اختصاص دادند (جدول۴). بدین ترتیب در هر چهار مرحله‌ی رشد ارقام جدید سطح برگ بیشتری داشتند و در نتیجه سطح فتوسنتز کننده بیشتر و (منبع بزرگتری) را فراهم نمودند. در سه مرحله‌ی اول رشد روند منظمی در افزایش سطح برگ مشاهده شد و در مرحله‌ی سنبله‌دهی بیشترین سطح برگ مشاهده گردید.

جدول۳- مقایسه میانگین شاخص‌های مورفولوژیک اندام هوایی(ساقه) در ارقام جو

ارقام	طول ساقه اصلی(cm)			وزن خشک ساقه (g per plant)		
	ساقه‌دهی	سنبله‌دهی	رسیدگی	ساقه‌دهی	سنبله‌دهی	رسیدگی
ریحان(ق)	۲۰/۳۳^{c}	۴۹/۳۳^{a}	۵۳/۳۳^{a}	۴/۹^{b}	۷/۳^{c}	۱۰/۶^{a}
کویر(ق)	۱۷/۶۶^{c}	۳۰/۶۶^{c}	۴۵/۶۶^{a}	۱/۱^{c}	۱۴/۷^{a}	۱۳/۲^{a}
زرجو(ق)	۳۵/۴۲^{a}	۳۳/۴۲^{b}	۳۵/۳۳^{b}	۱۲/۹^{a}	۱۰/۱^{b}	۱۴/۷^{a}
والفجر(ق)	۳۴/۳۸^{ab}	۵۰/۶۶^{a}	۵۵/۳۳^{a}	۲/۲^{bc}	۱۰/۱^{b}	۱۳/۲^{a}
نصرت(ج)	۲۵/۸۱^{bc}	۵۰/۶۵^{a}	۴۹/۳۳^{a}	۲/۶^{bc}	۱۱/۴^{ab}	۱۴/۱^{a}
یوسف(ج)	۲۱/۶۶^{c}	۲۶/۳۳^{c}	۲۷/۳۳^{b}	۳/۳^{bc}	۳/۴^{c}	۸/۲^{a}
فجر۳۰(ج)	۲۰/۳۳^{c}	۴۱/۳۳^{b}	۴۷/۳۳^{a}	۲/۶^{bc}	۹/۳^{b}	۱۲/۹^{a}
نیک (ج)	۳۱/۰۰^{ab}	۳۵/۰۰^{b}	۳۵/۰۰^{b}	۱/۵^{c}	۹/۱^{b}	۱۱/۳^{a}

(ج) : ارقام جدید – (ق) : ارقام قدیم

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

در مرحله آخر رشد یعنی مرحله‌ی رسیدگی این پارامتر کاهش شدیدی پیدا کرد زیرا در این مرحله با خشکی انتهایی فصل مواجهه شدیم و به علت فرایند انتقال مجدد، ریزش برگها و کاهش سطح برگ فتوسنتزی گیاه را داشتیم. محققان زمان به حداکثر رسیدن شاخص سطح برگ در غلات را قبل از به سنبله رفتن گزارش کرده‌اند (۲۰). در آزمایشی که بر روی ارقام جو بهاره انجام گرفت مشخص شد که با افزایش تابش خورشیدی، نسبت سطح برگ کاهش می‌یابد، اما میزان تجمع ماده خشک گیاه، شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی و سرعت فتوسنتز آنها افزایش می‌یابد. به عبارت کلی تمام خصوصیات گیاه تحت تاثیر شاخص سطح برگ قرار می‌گیرند (۲۹).

وزن خشک برگ

نتایج مقایسات میانگین نشان داد که شاخص وزن خشک برگ در سه مرحله‌ی چهار تا شش برگی، ساقه‌دهی و سنبله‌دهی روند رو به افزایشی داشت و در آخرین مرحله رشد یعنی مرحله‌ی رسیدگی کاهش پیدا کرد. الگوی تغییرات وزن خشک برگ در میان ژنوتیپ‌ها مشابه سطح برگ آنها بود و نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در مرحله چهار تا شش برگی و ساقه‌دهی، به ترتیب رقم قدیمی کویر و جدید نیک و در مراحل سنبله‌دهی و رسیدگی رقم جدید نصرت بیشترین وزن خشک برگ را نشان دادند (جدول۴). سطح فتوسنتزی بیشتر باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی می‌شود و ساقه‌ها نیز به عنوان منابع ثانویه در فرایند انتقال مجدد مواد فتوسنتزی که پس از مرحله گرده‌افشانی ساخته می‌شوند، در افزایش تولید مواد فتوسنتزی نقش دارند (۷).

جدول٤- مقایسه میانگین شاخص های مورفولوژیک اندام هوایی ارقام جدید و قدیم جو

ارقام	سطح برگ (cm per plant)			وزن خشک برگ (g per plant)			
	چهار تا شش برگی	ساقه‌دهی	سنبله‌دهی	رسیدگی	چهار تا شش برگی	ساقه‌دهی	سنبله‌دهی	رسیدگی
ریحان(ق)	۴۸/۱۵^{a}	۱۶۶/۰۱^{b}	۳۱۰/۵۲^{b}	۱۸۳/۴۵^{c}	۰/۱۵۱^{bc}	۰/۵۴۶^{b}	۲/۵۲^{bc}	۱/۰۸^{b}
کویر (ق)	۳۶/۹۱^{a}	۵۴/۹۴^{c}	۲۳۰/۵۱^{bc}	۱۹۳/۵۶^{c}	۰/۲۹۸^{a}	۰/۲۳۶^{c}	۲/۱۲۵^{bc}	۱/۰۶^{b}
زرجو (ق)	۱۳/۴۶^{b}	۱۰۸/۶۲^{bc}	۲۲۲/۸۷^{bc}	۱۳۸/۶۵^{cd}	۰/۰۶۴^{c}	۰/۳۶۲^{bc}	۲/۰۱^{c}	۰/۳۸۴^{d}
والفجر(ق)	۳۲/۰۲^{ab}	۱۲۹/۰۶^{bc}	۴۳۵/۰۳^{a}	۲۲۷/۴۲^{b}	۰/۱۳۰^{bc}	۰/۳۸۳^{bc}	۲/۸۴^{ab}	۰/۸۸۲^{bc}
نصرت (ج)	۴۶/۸۵^{a}	۱۶۹/۷۸^{b}	۴۷۷/۷۰^{a}	۳۰۳/۴۳^{a}	۰/۱۹۰^{b}	۰/۵۳۸^{b}	۳/۲۶^{a}	۱/۹۹^{a}
یوسف (ج)	۳۱/۳۷^{ab}	۱۶۱/۲۱^{b}	۴۷۰/۲۰^{a}	۲۵۸/۹۷^{b}	۰/۱۲۴^{bc}	۰/۴۹۹^{b}	۲/۷۶^{d}	۰/۷۸۶^{c}
فجر۳۰(ج)	۴۱/۹۳^{a}	۱۰۳/۰۰^{bc}	۲۳۵/۳۰^{bc}	۱۸۳/۴۲^{c}	۰/۱۸۵^{b}	۰/۳۶۵^{bc}	۲/۰۹^{bc}	۰/۹۶۱^{bc}
نیک (ج)	۵۳/۰۰^{a}	۲۹۳/۲۹^{a}	۱۴۴/۳۰^{cd}	۱۳۰/۳۶^{cd}	۰/۱۷۸^{b}	۱/۳۰^{a}	۱/۱۹^{d}	۰/۵۲۱^{cd}

(ج) : ارقام جدید – (ق) : ارقام قدیم

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول۵- مقایسه شاخص‌های مورد مطالعه عملکرد در ارقام مختلف جو

رقم	تعدادپنجه دربوته	تعداد سنبله در بوته	طول سنبله (cm)	تعداد دانه درسنبله	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه	وزن دانه در بوته (g per plant)
ریحان(ق)	۸^{bcd}	۶/۳۳^{bc}	۹/۶^{a}	۳۹^{ab}	۳۶۵^{bc}	۴۴^{bc}	۱۵/۷۶^{bc}
کویر(ق)	۶^{de}	۵/۳۳^{cd}	۹/۳^{a}	۴۳^{a}	۲۵۴^{cd}	۴۵^{b}	۱۱/۴۶^{c}
زرجو(ق)	۵^{e}	۴/۶۶^{d}	۹/۳^{a}	۳۸^{ab}	۲۰۲^{d}	۴۰^{f}	۸/۲۸^{d}
والفجر(ق)	۷^{cde}	۵/۳۳^{cd}	۹/۲^{a}	۳۴^{b}	۲۶۰^{cd}	۴۳^{c}	۱۱/۵۰^{c}
نصرت(ج)	۱۰^{abc}	۶/۳۳^{bc}	۹/۵^{a}	۳۷^{ab}	۳۶۷^{bc}	۴۵^{b}	۱۶/۵۷^{b}
یوسف(ج)	۱۰^{abc}	۷/۰۰^{ab}	۹/۸^{a}	۳۶^{ab}	۳۹۳^{b}	۴۱^{e}	۱۶/۳۰^{bc}
فجر۳۰(ج)	۱۱^{ab}	۶/۶۶^{abc}	۹/۶^{a}	۳۳^{b}	۳۶۷^{bc}	۴۲^{d}	۱۵/۴۱^{bc}
نیک (ج)	۱۲^{a}	۸/۰۰^{a}	۱۰^{a}	۴۴^{a}	۵۱۱^{a}	۴۶^{a}	۲۳/۵۷^{a}

(ج) : ارقام جدید – (ق) : ارقام قدیم

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول٦- همبستگی بین صفات عملکرد و اجزای عملکرد

صفات	عملکرد دانه	تعدادپنجه دربوته	طول سنبله	تعدادسنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه
۱- عملکرد دانه	۱						
۲- تعداد پنجه دربوته	۰/۸۹**	۱					
۳- طول سنبله	۰/۰۹^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۱				
۴- تعداد سنبله دربوته	۰/۸۸**	۰/۸۹**	۰/۰۸^{ns}	۱			
۵- تعداد دانه در سنبله	۰/۲۷^{ns}	۰/۰۱^{ns}	-۰/۱۲^{ns}	-۰/۱۶^{ns}	۱		
۶- تعداد دانه در بوته	۰/۹۵**	۰/۹۵**	۰/۰۶^{ns}	۰/۸۶**	۰/۱۹^{ns}	۱	
۷- وزن هزار دانه	۰/۶۳**	۰/۳۶^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۳۷^{ns}	۰/۳۱۱^{ns}	۰/۴۱*	۱

ج) : ارقام جدید – (ق) : ارقام قدیم

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

تعداد پنجه در بوته

در بین ارقام جدید رقم نیک و فجر۳۰ به ترتیب با تعداد ۱۲ و ۱۱ پنجه بیشترین تعداد پنجه در بوته را به خود اختصاص دادند و ارقام یوسف و نصرت تعداد ۱۰ پنجه در بوته را داشتند و همچنین در بین ارقام قدیمی، رقم ریحان، والفجر، کویر و زرجو به ترتیب تعداد ۸ ، ۷، ۶ و ۵ پنجه در بوته داشتند (جدول۵). از میان شاخص‌های مختلف مورد بررسی تعداد پنجه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و ارتفاع بوته همبستگی‌های ساده، مثبت و معنی‌داری با عملکرد دارند و بدین ترتیب می‌توان گفت که تعداد پنجه در بوته از جمله شاخص‌های مهم و موثر بر عملکرد دانه است و از جمله شاخص‌های مهم انتخاب در اصلاح جهت افزایش عملکرد دانه به شمار می‌آید (۲).

تعداد سنبله در بوته

بر اساس نتایج مقایسات میانگین انجام شده ارقام جدیدتر بیشترین تعداد سنبله در بوته را داشتند و در بین این ارقام ، رقم نیک ، یوسف، فجر۳۰ و نصرت به ترتیب با ۸، ۷ ، ۶/۶۶ و ۶/۳۳ سنبله بیشترین تعداد سنبله را به خود اختصاص دادند و در بین ارقام قدیمی رقم ریحان با ۶/۳۳ سنبله بیشترین تعداد سنبله در بوته را داشت و بعد ارقام کویر و والفجر با ۵/۳۳ سنبله و رقم زرجو با ۴/۶۶ سنبله کمترین تعداد سنبله را به خود اختصاص دادند (جدول۵). از بین شاخص‌های اجزای عملکرد، همبستگی بین شاخص تعداد سنبله در بوته با عملکرد دانه ($r = ۰/۸۸^{**}$) و تعداد پنجه ($r = ۰/۸۹^{**}$) مثبت و معنی‌دار بود (جدول۶). اعتقاد بر این است که محصول دانه جو وقتی حداکثر است که تعداد سنبله در واحد سطح به میزان معینی برسد (۲۱). طبق آزمایشات انجام گرفته در جو، گندم و تریتیکاله عملکرد دانه در هکتار رابطه مستقیم و همبستگی مثبتی با تراکم سنبله‌های برداشت شده و نیز عملکرد یک سنبله دارد که این یافته‌ها با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد (۳۰). اعتقاد بر این است که تعداد سنبله در هر متر مربع بیشترین اثر مثبت را روی عملکرد هر گونه دارد و ارقامی که دارای قدرت تولید بالایی هستند، وزن هزار دانه در آنها نیز زیاد می‌باشد (۱۵).

طول سنبله

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که رقم جدید نیک با طول سنبله ۱۰ سانتی‌متر بیشترین مقدار را داشت اما این اختلاف بین ارقام از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول۵). نتایج همبستگی بین طول سنبله و سایر اجزای عملکرد نشان‌دهنده‌ی عدم وجود همبستگی مثبت و معنی‌داری بین این پارامترها بود (جدول۶) .علاوه بر اجزای عملکرد، بسیاری از شاخص‌های دیگر نیز به طور غیر مستقیم بر عملکرد تاثیر می‌گذارند. طول سنبله یکی از شاخص‌هایی است که می‌تواند بر عملکرد تاثیر مثبت بگذارد، ولی این موضوع در تمام شرایط صادق نیست به خصوص در شرایطی که دوره پس از گلدهی همراه با تنش‌های محیطی می‌شود و در نتیجه با وجود سنبله‌های بلند، به دلیل چروکیدگی زیاد دانه ها، عملکرد پایین است (۳۴).

تعداد دانه در سنبله

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که رقم نیک با ۴۴ دانه و رقم فجر۳۰ با ۳۳ دانه به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص دادند. در مورد این پارامتر می توان بیان داشت که بعد از رقم نیک که از بین ارقام جدید بیشترین تعداد دانه را داشت، ارقام قدیمی کویر، ریحان و زرجو نسبت به سایر ارقام جدید برتری یافته و تعداد دانه هایشان بیشتر بود (جدول ۵). نتایج همبستگی بین صفات به این صورت بود که بین شاخص تعداد دانه در سنبله با سایر شاخص‌های اجزای عملکرد همبستگی مثبتی وجود نداشت (جدول۶). مطالعات نشان داده است که بین اجزای عملکرد نوعی اثر متقابل جبرانی در طی مراحل رشدی گیاه وجود دارد به عنوان مثال، در حالت

کلی در شرایطی که تعداد پنجه زیادی تولید شود، تعداد دانه کمتری در سنبله تشکیل می‌شود و یا زمانی که تعداد دانه در سنبله به شدت افزایش می‌یابد، وزن دانه کاهش می‌یابد (۱۷). بنابراین شاید بتوان بیان کرد که دلیل همبستگی منفی بین تعداد دانه در سنبله با سایر اجزای عملکرد در نتیجه همان اثرات متقابل جبرانی اجزا بر روی یکدیگر است. نتایج آزمایش ارزیابی تحمل به خشکی انتهای فصل ژنوتیپ‌های جو با بررسی صفات مختلف در ایستگاه‌های ورامین و کرج نشان داد که در شرایط خشکی انتهای فصل، صفات روز تا گلدهی، روز تا رسیدن، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشتند و به عنوان صفات مهم در این شرایط شناسایی شدند (۲۳). اعتقاد بر این است که در بین اجزای عملکرد، تعداد سنبله در متر مربع قوی‌ترین همبستگی را با عملکرد دانه دارد و همچنین بیشترین عملکرد جو ناشی از اثر تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه است چون رقابت برای جذب و استفاده از منابع محیطی در شرایطی که تعداد سنبله در واحد سطح بیشتر است زیادتر می‌باشد (۶). محققین در آزمایشی با استفاده از ۲۵رقم گندم تحت شرایط کشت آبی نشان دادند که شاخص برداشت بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه دارد و شاخص‌های تعداد دانه در سنبله اصلی، درصد پنجه‌های بارور، دوام بافت‌های فتوسنتز کننده و سرعت فتوسنتز خالص در افزایش عملکرد دانه نقش موثری ایفا می‌کنند (۲۴). نتایج پژوهشی نشان می‌دهد که افزایش شاخص برداشت در ارقام جدید جو به دلیل افزایش تعداد دانه بیشتر در سنبله ارقام جدید نسبت به ارقام بومی است (۱۷).

تعداد دانه در بوته

نتایج مقایسه میانگین این پارامتر در بین ارقام نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به رقم نیک و یوسف به ترتیب با ۵۱۱ و ۳۹۳ دانه در بوته و کمترین تعداد دانه مربوط به رقم قدیمی زرجو با ۲۰۲ دانه در بوته بود و تمام ارقام جدید نسبت به ارقام قدیمی تعداد دانه در بوته بیشتری داشتند (جدول۵). نتایج همبستگی پارامتر تعداد دانه در بوته و اجزای عملکرد نشان‌دهنده‌ی این بود که تعداد دانه در بوته فقط با تعداد پنجه ، عملکرد دانه ($r = ۰/۹۵^{**}$) و تعداد سنبله ($r = ۰/۸۶^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (جدول۶). 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 بوته است (۲۷). محققین گزارش کردند که تعداد دانه در واحد سطح مهمترین جزء در بین اجزای عملکرد است که افزایش زیادی داشته، بنابراین چون ارقام جدید قادر بودند تعداد دانه در واحد سطح بیشتری تولید کنند، لذا به عملکردهای بالاتری رسیده‌اند و بطورکلی در مطالعاتی که در آن ارقام دوره‌های مختلف با یکدیگر مقایسه شدند، تعداد دانه در متر مربع با تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت داشته است (۳۱). ولتاس و همکاران (۳۵) در آزمایشی که بر روی نه رقم جو شش ردیفه دیم از ارقام اسپانیای شمالی در سطح مزرعه انجام دادند، نشان دادند که در طی اصلاحات ژنتیکی، تعداد پنجه‌های بارور در متر مربع و تعداد دانه در خوشه افزایش پیدا کرده اما متوسط وزن دانه کمی کاهش یافته است و همچنین در جوهای دو ردیفه، تعداد پنجه‌های بارور و متوسط وزن دانه افزایش یافته اما تعداد دانه در خوشه کاهش کمی داشته است و همچنین ثابت کردند صفتی که بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارد تعداد پنجه بارور در واحد سطح است (۳۵).

وزن هزار دانه

بر اساس نتایج مقایسات میانگین بیشترین وزن هزار دانه متعلق به رقم نیک با ۴۶ گرم و کمترین وزن هزار دانه مربوط به رقم زرجو با ۴۰ گرم بود (جدول ۵). وزن هزار دانه همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه ($r = ۰/۶۳^{**}$) و تعداد دانه در بوته ($r = ۰/۴۱^{*}$) نشان داد (جدول ۶) و بدین ترتیب می‌توان بیان کرد که وزن هزار دانه ارتباط معنی‌داری با عملکرد دانه دارد. تحقیقات نشان می‌دهد که در ایران افزایش عملکرد در ارقام جو وجود داشته است و عواملی همچون عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در متر مربع، وزن دانه، دوره پر شدن دانه و شاخص برداشت عامل آن بوده‌اند (۴). نتایج آزمایشاتی که بر روی ارقام گندم نان و دوروم دیم انجام گرفت نشان داد که وزن هزار دانه با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (۵). محققین در ارزیابی دوساله جوهای انتخابی به همراه ارقام شاهد، وزن دانه در سنبله را به عنوان معیار اصلی گزینش غیر مستقیم برای عملکرد بالا معرفی نمودند و ضرایب همبستگی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در کل ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن هزار دانه و طول پدانکل و همبستگی منفی و معنی‌داری با تعداد روز تا سنبله رفتن داشت (۲۶). در بررسی تنوع ذخایر توارثی گندم دوروم برای برخی از خصوصیات زراعی و مورفولوژیکی مشخص شد که همبستگی میان عملکرد سنبله با تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه در سنبله مثبت و معنی‌دار است. نتایج تحقیق مزبور نشان داد که اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بر میانگین عملکرد سنبله، مثبت و بالا بوده است و بدین ترتیب خصوصیاتی مانند تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه را می‌توان به عنوان شاخص‌هایی برای انتخاب در جهت بهبود عملکرد سنبله توصیه نمود (۱۱).

وزن دانه در بوته

وزن دانه به صورت گرم در گیاه به دست آمد و همانطور که

انتظار می‌رفت ارقام جدید وزن بیشتری داشتند و بیشترین وزن دانه مربوط به ارقام نیک ، نصرت و یوسف با میانگین ۲۳/۵۷ ، ۱۶/۵۷ و ۱۶/۳۰ گرم در گیاه بود و کمترین وزن دانه مربوط به رقم زرجو با میانگین ۸/۲۸ گرم در گیاه بود (جدول۵). آزمایشی که به منظور ارزیابی صفات مربوط به عملکرد دانه در لاین‌های جو هاپلوئید مضاعف شده انجام شد نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص‌های ارتفاع بوته، تعداد دانه در هر خوشه، تعداد پنجه و وزن هزار دانه دارد (۲). همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن هزار دانه با عملکرد دانه در گندم دوروم گزارش شده است که این یافته‌ها با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۱۸).

نتیجه‌گیری کلی

از آنجایی که شاخص برداشت در ارقام جدید جو به مرز تئوریک (۶۲ درصد) نزدیک شده است و افزایش بیشتر این صفت مشکل به نظر می‌رسد، بنابراین برای افزایش عملکرد بالقوه دانه جو بایستی به دنبال ژنوتیپ‌هایی بود که دارای ظرفیت تولید زیست توده بالایی هستند و در عین حال میزان شاخص برداشت فعلی آنها نیز حفظ گردد. با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش می‌توان بیان کرد که در هر دو مرحله آزمایشگاهی و گلخانه ارقام جدید نسبت به ارقام قدیمی برتر بودند و ارقام جدید در اکثر صفات اندازه‌گیری شده بخصوص صفاتی که با عملکرد و اجزای آن همبستگی مثبت داشتند موفق‌تر از ارقام قدیمی عمل کردند. بطور مثال در مرحله‌ی جوانه‌زنی ارقام جدید بیشترین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی را نشان دادند. ارقام جدیدتر بیشترین تعداد پنجه و سنبله را داشتند و همچنین پارامتر تعداد سنبله در بوته به‌ترتیب با عملکرد دانه و تعداد پنجه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. در بین ارقام جدید از لحاظ پارامتر تعداد دانه در سنبله رقم نیک از همه ارقام برتر بود و بعد از آن ارقام قدیمی تعداد دانه بیشتری در سنبله داشتند. وزن هزار دانه نیز همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه و تعداد دانه در بوته نشان داد و رقم نیک و زرجو به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. بطور کلی با توجه به برتری ارقام جدیدتر در اکثر صفاتی که با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان دادند افزایش عملکرد در ارقام جدید مورد انتظار بود و رقم نیک و زرجو به ترتیب به عنوان برترین رقم و ضعیفترین رقم جو معرفی شدند.

منابع

۱- اعتصامی، م.، س. گالشی، ا. سلطانی، و ع. نوری نیا. ۱۳۸۸. آنالیز رشد دانه و تغییرات فنولوژی در ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum vulgareL.*).فصلنامه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱(۱).

۲- پیغمبری، ع.، ب. یزدی صمدی، س. عبد میشانی، ا. صرافی، ع. طالعی، و م. ر. قنادها.۱۳۸۴. ارزیابی تحمل به خشکی و صفات مربوط به عملکرد دانه در لاین‌های جو هاپلوئید مضاعف شده. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۶(۴): ۹۶۷-۹۵۵.

۳- راحمی، ع. ۱۳۸۴. پیش‌بینی دریافت و استفاده از تشعشع خورشیدی در گیاه نخود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد ،دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ،۹۲ صفحه.

۴- رمضانی، ح. ر.، م. ت. آساد. ۱۳۸۷. تغییرات ژنتیکی در میزان عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن در ارقام جو(*Hordeum vulgareL.*) اصلاح شده. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۷۹.

۵- روستائی، م. ۱۳۸۸. بررسی تحمل به تنش انجماد و برخی از خصوصیات زراعی در ژنوتیپ های گندم نان و دوروم دیم .مجله به نژادی نهال و بذر، ۲۵(۱): ۲۹۵- ۲۷۵.

۶- روشنفکر، ح.، م. مسگرباشی، و ع. کاشانی. ۱۳۸۶. ارزیابی خصوصیات زراعی وعملکرد ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه در اهواز. مجله علمی کشاورزی،۳۰(۴).

۷- صالحی، م. و ا. ارزانی. ۱۳۹۰ .اثر تنش شوری بر صفات مورفوفیزیولوژیک لاینهای تریتیکاله. مجله علوم زراعی ایران،۱۳(۴) :۷۱۱- ۶۹۷ .

۸- طراوتی، ح. ۱۳۸۱. اقتصاد زیست محیطی. نشر هوای تازه. تهران، ۳۲۱ صفحه.

۹- کافی، م.، ا. جعفر نژاد، و م. جامی‌الاحمدی. ۱۳۸۴. گندم: اکولوژی و فیزیولوژی و برآورد عملکرد. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. تعداد صفحات

۱۰- کوچکی، ع.، م. ح. راشدمحصل، م. نصیری محلاتی، و ر. صدرآبادی. ۱۳۷۶. مبانی فیزیولوژیک رشد و نمو گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات بنیاد فرهنگی رضوی ،ص ۴۰۴.

۱۱- نقوی، م. ر.، ع. شاهبازپورشهبازی، و ع. طالعی. ۱۳۸۱. بررسی تنوع ذخایر توارثی گندم دوروم برای برخی خصوصیات زراعی و مرفولوژیکی. مجله علوم زراعی ایران، ۴(۸۸-۸۱) .

۱۲- نکویی، ا. ۱۳۷۱. بررسی شاخص‌های رشد ارقام گندم در اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم. ۱۰۹ صفحه.

۱۳- نورمحمدی، ق.، ع. سیادت، و ع. کاشانی. ۱۳۸۰. زراعت غلات. جلد اول. انتشارات دانشگاه شهید چمران، ۴۴۶ صفحه.
14- Abdel-Ghani, H. A., K. Parzies, S. Ceccarelli, S. Grando, and H. H. Geiger. 2005.Estimation of Quantitative Genetic Parameters for out crossing-Related Traits in Barley. Crop Science, 45: 98-105.
15- Fernando, R., R. Cuillen-portal, N. Obert, S. Qingwnxueaudkent, M. Eskridge. 2006.Compensatory mechanisms associated with the effect of spring wheat seed size an wild oat competition . Crop Science.46:935-945.
16- Fischer, R. A., and G. D. Kohn. 1999. The relationships of grain yield to vegetative growth and post flowering leaf area in the wheat crop under conditions of limited soil moisture. Aus J of Agriculture Research. 17: 281-295.
17- Gabriella, A., L. Daneil, F. Calderini, and C. A. Slaffer. 2003. Genetic improvement of barley yield potential and physiological determinants in Argentina (1944-1998). Springer Netherland, 130: 325- 334.
18- Gebeyehou, G., D. R. Knott, and R. J. Baker. 1982. Relationships among duration of grain yield in durum wheat cultivates. Crop Science 22: 287-290.
19- Kaplan, S. L., and H. R. Koller. 1977. Leaf area and corex change rate as determinants of the rate of vegetative growth in soybean plants . Crop Science . 17 : 35-38.
20- Muurinens, 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.
21- Naseer, Sh. 2001. Response of barley (Hordeum vulgare L.) at various growth stages to salt stress. J. Biological Science. 1(5): 326-259.
22- Neuman, P. M. 1993. Rapid and reversible modifications of extension capacity of cell walls in elongation maize leaf tissues responding to root addition and removal of NaCl. Plant Cell.Environ,16:1107-1114.
23- Nikkhah, H. R., and A. Yousefi. 2004. Evaluation of drought tolerance of barley cultivars lines in water limited conditions. Proceeding of the 8th Iranian Congress of Crop Sciences. Aug. 25 – 27, 2004. Guilan University. Rasht, Iran. (In Persian).
24- Noormandmoayed, F., M. Rostami, and M. Ghanadiha. 2001. Morphoghysiological traits of bread wheat and them relation with yield in stress and no stress condition. Iranian Agriculture Science Journal.32:2.785-794.
25- Perkasem, B., R. Netsangtip, S. Lordkaew, and C. Cheng. 1993.Grain set failure in boron deficient wheat.Plant and Soil,155/156:309-312.
26- Puri, P. T., C. O. Quceiset, and V. A. Williams. 1982. Evaluation of yield components as selection criteria in barley breeding. Crop Science. 22: 927-934.
27- Reynolds, M. P., S. Rajaram, and K. D. Sayre. 1999. Physiological and genetic changes of irrigated wheat in the post- green revolution period and approaches for meeting projected global demand. Crop Science. 39: 1611-1621.
28- Samarah, N. H. 2005. Effects of drought stress on growth and yield of barley. Agron. Sustain, 25: 145-149.
29- Senthoid, A., N. C. Turner, T. Botwright, and A. G. Condon. 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.
30- Sinebo, W. 2002. Yield relationships of barleys growth in a tropical highland environment . Crop Science 42:428-437.
31- Slaffer, G. A., and F. A. Andrade. 1993. Physiological attributes related to the generation of grain yield inbread wheat cultivars released at different eras. Field Crop Research. 31: 351- 367.
32- Slafer, G. A., E. H. Satorre, and F. H. Andrade. 1994 .Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes.In G.A.Slafer(Ed)،Genetic Improvement of Field Crops.Marcel Dekke. pp.1-68.
33- Thurling, N. 2006. Morph physiological determinants of yield in rapeseed (Brassica campestris and Brassica napus) growth and morphological characters. Aust. J. Agricultural. Research, 25(2): 697- 710.
34- Tomer, S. B. and Orasad, G. 1988. Path coefficient analysis in barley. Barley Genet. Newslet. Vol 18.
35- Voltas, J., I. Romagosa, and J. L. Araus. 1998. Growth and final weight of central and lateral barley grains under Mediterranean conditions as influenced by sink strength. Crop Science, 38: 84- 89.
36- Yin, X., J. Martin, J. Kropff, and P. Stam. 2000. A model analysis of yield differences among recombinants inbred lines in barley. Agron. J. 92: 114-120.
37- Yun, S. J., L. Gyenis, E. Bossolini, P. M. Hayes, I. Matus, K. P. Smith, B. J. Steffenson, R. Tuberosa, and G. J. Muehlbauer. 2006. Validation of quantitative trait loci for multiple disease resistance in barley using advanced backcross lines developed with a wild barley. Crop Science, 46: 1179-1186.