تغییرات عملکرد دانه و ویژگی‌های فیزیولوژیک مرتبط با آن در ارقام گندم اصلاح شده بین سال‌های ۱۳۲۰ تا ۱۳۸۰ در ایران

حمیدرضا میری [۱*]

(تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۱)

چکیده

به منظور آگاهی از تغییرات صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در طی اصلاح گندم در فاصله سال‌های ۱۳۲۰ تا ۱۳۸۰ در کشور و تعیین رابطه این صفات با افزایش عملکرد دانه، آزمایشی با استفاده از ۱۵ رقم گندم از ارقام اصلاح شده در ۶۰ سال گذشته در شهرستان ارسنجان (شمال شرق شهرستان شیراز) در دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ طراحی و اجرا گردید. نتایج آزمایش نشان داد که بین سال معرفی رقم و عملکرد دانه رابطه معنی‌داری وجود دارد ($r = ۰/۹۱۲, P<۰/۰۱$). شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. تغییرات سرعت فتوسنتز در این دوره معنی‌دار نبود، ولی سرعت تعرق و هدایت روزنه‌ای به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل برگ در این دوره حاکی از آن است که در ارقام جدید، میزان کلروفیل برگ افزایش یافته است. از میان اجزای عملکرد تعداد دانه در سنبله به‌طور معنی‌داری افزایش یافته، تعداد سنبله در مترمربع افزایش یافته اما این افزایش معنی‌دار نبود. هم‌چنین ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. به‌طور کلی نتایج حاکی از آن است که در این دوره افزایش شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله، هدایت روزنه‌ای، سرعت تعرق و کاهش ارتفاع بوته بیشترین نقش را در افزایش عملکرد دانه گندم در کشور داشته‌اند. نقش عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در واحد سطح (افزایش پنجه زنی) در افزایش عملکرد تا حدودی کمتر بوده است. به نظر می‌رسد شاخص برداشت به سقف میزان خود نزدیک شده ولی همچنان امکان افزایش عملکرد از طریق شاخص برداشت وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: گندم، پتانسیل عملکرد، بهبود ژنتیکی، اجزای عملکرد، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) بیش از یک چهارم تولید جهانی غلات را تشکیل می‌دهد و منبع اصلی کالری برای بیش از ۱/۵ میلیارد انسان است. به‌طور میانگین گندم یک پنجم کل کالری مورد نیاز مردم جهان را تأمین می‌کند (۱۸). در برخی از مناطق جهان مانند شمال آفریقا، ترکیه و آسیای مرکزی گندم نیمی از انرژی روزانه مردم را تأمین می‌کند. این گیاه تقریباً در سطح ۲۲۰ میلیون هکتار از اراضی جهان با تولید سالانه حدود ۶۰۰ میلیون تن دانه کشت می‌شود (میانگین ده ساله، ۱۹) که حدود نیمی از آن در کشورهای در حال توسعه است. در ایران گندم در بیش از ۶ میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی کشور کشت می‌شود که مقدار تولید آن در سال ۱۳۸۵ حدود ۱۴/۵ میلیون تن بوده است (۱۹). از این میزان سطح زیر کشت، دو سوم به صورت آبی و یک سوم به صورت دیم کشت می‌شود (۱).

۱. استادیار زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hrmiri@iaua.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]

با افزایش تقاضا برای غذا و نیاز روز افزون به گندم، تلاش برای افزایش عملکرد گندم در سال‌های اخیر شاهد پیشرفت‌های زیادی بوده است. دانشمندان اصلاح گیاهان زراعی برای آگاهی از بهبود عملکرد از طریق صفات در طی یک دوره از معرفی ارقام، تغییرات صفات را بررسی کرده و رابطه آنها را با عملکرد مشخص می‌کنند (۳۸) یا این‌که فرم ایدآل (Ideotype) گیاهی برای حداکثر عملکرد و سپس ایجاد این گیاه را پیشنهاد می‌کنند (۱۵).

بهبود ژنتیکی پتانسیل عملکرد دانه در سیستم‌های پرمحصول جهان از دهه ۱۹۶۰ تقریباً یک درصد در سال بوده است. برای مثال می‌توان به نتایج مطالعات در مکزیک (۳۴ و ۴۱)، آرژانتین (۴)، ایتالیا (۱۳)، فرانسه (۹) و انگلیس (۸ و ۳۵) اشاره کرد. آگاهی از تغییرات صفات فیزیولوژیک همراه با بهبود ژنتیکی پتانسیل عملکرد گندم، برای بهبود شناخت فاکتورهای محدود کننده عملکرد و برای تعیین استراتژی‌های اصلاح نباتات در آینده ضروری است (۲۲).

نقش شاخص برداشت به عنوان مهمترین صفت در افزایش عملکرد دانه گندم در مطالعات متعدد مورد تأکید قرار گرفته است (۴، ۶، ۸ ، ۳۳، ۳۴، ۴۵ و ۴۷). به‌طوری که در طی سال‌های گذشته شاخص برداشت از حدود ۳۰٪ به حدود ۵۰ درصد افزایش یافته است. هنوز شاخص برداشت در ارقام پر محصول به سقف پیش بینی شده آن یعنی ۶۲ درصد (۶) نرسیده است. مشاهده شده است که شاخص برداشت در بهترین ارقام گندم زمستانه در انگلستان حدود ۴۸ تا ۵۶ درصد (۳۵) و در ارقام بهاره به ندرت بیش از ۴۵ درصد (۳۴) می‌باشد. از این رو فیشر (۲۰) معتقد است که هنوز فرصت‌های زیادی برای بهبود شاخص برداشت در گندم وجود دارد.

برخی مطالعات نشان داده است که همراه با افزایش عملکرد دانه بیوماس تولیدی ثابت مانده است (۶، ۳۳ و ۳۴) از طرفی در پاره‌ای مطالعات افزایش این صفت همراه با افزایش عملکرد دانه مورد تأکید قرار گرفته است (۳۵، ۳۶ و ۴۱). برای مثال وادینگتون و همکاران (۴۱) مشاهده کردند که در ارقام پر محصول و مدرن تولید بیوماس ۱۶٪ درصد بیشتر از ارقام اصلاح شده در سال ۱۹۷۰ است.

استفاده از ژن‌های پاکوتاهی در گندم در دهه ۱۹۶۰ با کاهش ارتفاع ساقه و در نتیجه افزایش سهم دانه از مواد پرورده و افزایش اجزای عملکرد افزایش قابل توجهی در افزایش عملکرد دانه داشته است (۲۰، ۲۲، ۳۰ و ۳۱). نقش این تغییرات در افزایش عملکرد متفاوت بوده است. به‌طوری که در برخی موارد منجر به افزایش تعداد دانه در سنبله (۴، ۳۳ و ۳۴)، تعداد سنبله در مترمربع (۳۷) یا هردوی این صفات (۸) شده است. به عقیده زو و همکاران (۴۷) نقش متفاوت اجزای عملکرد در افزایش عملکرد در آزمایش‌های مختلف به استراتژی‌های اصلاحی مورد استفاده متفاوت در مناطق مختلف مربوط می‌شود (۴۷).

در بررسی نقش صفات فیزیولوژیک مانند فتوسنتز در مطالعه‌ای در آرژانتین، مشاهده شد که راندمان استفاده از تشعشع (Radiation use efficiency) در طی این دوره به صورت ژنتیکی افزایش نیافته است (۱۱). از طرف دیگر فیشر و همکاران (۲۱) نشان دادند که افزایش ۲۹ درصدی عملکرد (بین سال‌های ۱۹۸۸-۱۹۶۲) با ۲۳ درصد افزایش سرعت فتوسنتز برگ، افزایش ۶۳ درصد در هدایت روزنه‌ای و کاهش ۰/۶ $^{\circ}C$ در افت دمای کنوپی (CTD) بوده است.

با وجود انجام مطالعات متعدد در رابطه نقش صفات فیزیولوژیک در افزایش عملکرد دانه در گندم هنوز دانش ما در این رابطه اندک است. در رابطه با ارقام گندم اصلاح شده در کشور ما نیز مطالعات محدودی صورت گرفته است. بنابراین برای آگاهی از تغییرات صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک در طی اصلاح گندم در ۶۰ سال گذشته در کشور آزمایش حاضر طراحی و اجرا گردیده است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در دو سال زراعی۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان واقع در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]

شهرستان ارسنجان در استان فارس با ارتفاع ۱۶۹۰ متر از سطح دریا و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۵ دقیقه در ۱۲۰ کیلومتری شمال شرق شیراز صورت گرفت. بافت خاک مزرعه از نوع بافت شنی رسی با یک درصد ماده آلی، pH = ۷/۹ و قابلیت هدایت هیدرولیکی(EC) ۰/۵۹ میلی‌موس بر سانتی‌متر بود. اطلاعات هواشناسی منطقه آزمایش در طول مدت آزمایش بر اساس ایستگاه هواشناسی اداره کشاورزی در جدول۱ آمده است.

زمین مورد کشت در هر دو سال آزمایش در سال قبل به صورت آیش بود. بعد از شخم و تسطیح زمین کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و فسفات آمونیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به زمین اضافه شد. همه کود فسفاته و نیمی از کود نیتروژن قبل از کشت و مابقی کود نیتروژن در دو نوبت در مراحل روزت و ساقه رفتن به صورت سرک به کار برده شد. بعد از آماده سازی زمین کرت‌های به‌طول ۴ متر و عرض ۲/۵ متر ایجاد شد. به‌طوری که در هر کرت آزمایشی ۱۶ خط کشت با فاصله بین ردیف ۱۵ سانتی‌متر قرار داشت که خطوط کناری برای اثر حاشیه‌ای و خطوط وسط برای اندازه‌گیرید صفات مورد نظر مورد استفاده قرار گرفت. کشت در سال اول در تاریخ ۱۰ آذر و در سال دوم در تاریخ ۹ آذر و با دست انجام گرفت. تراکم نهایی در هر دو سال آزمایش ۲۵۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. در طول دوره رشد گیاه عملیات آبیاری و مبارزه با علف‌های هرز و سایر آفات بر حسب لزوم انجام شد.

طرح آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و تیمارها شامل ۱۵ رقم از ارقام گندم نان بود. ارقام مورد استفاده در آزمایش از بین حدود ۱۰۰ رقم اصلاح شده در بین سال‌های ۱۳۲۰ تا ۱۳۸۰ در کشور به‌طوری انتخاب شدند که نماینده این دوره ۶۰ ساله اصلاح گندم در ایران باشند. به عبارتی ارقامی که اختلاف اندکی با یکدیگر داشتند یعنی تنها با ارقام پیشین خود تنها در یک صفت خاص اختلاف داشتند، انتخاب نشدند. اسامی ارقام مورد استفاده به همراه سال معرفی رقم، مبدأ آن و عملکرد میانگین، بر اساس گزارش وزارت کشاورزی، در جدول ۲ نشان داده شده است. لازم به ذکر است همگی ارقام گندم نان می‌باشند و تنها رقم یاواروس به دلیل دارا بودن برخی ویژگی‌های انتخاب ارقام از ارقام گندم ماکارونی می‌باشد.

در مرحله گل‌دهی و با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فتوسنتز پرتابل (مدل ADC-LCi-England) سرعت فتوسنتز، سرعت تعرق، هدایت روزنه‌ای و دمای برگ اندازه‌گیری گردید. برای این منظور در هر کرت آزمایشی ۵ گیاه به‌طور تصادفی انتخاب شده و صفات سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و سرعت تعرق در برگ پرچم این گیاهان اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها در ساعات ۹ تا ۱۲ روز انجام شد. شاخص کلروفیل برگ نیز با دستگاه اندازه‌گیری شاخص کلروفیل پرتابل (مدل CCM-200) در مرحله گل‌دهی اندازه‌گیری شد. برای این منظور در هر کرت آزمایشی ۵ گیاه انتخاب و شاخص کلروفیل در آخرین برگ کاملاً باز شده (برگ پرچم) در سه نقطه از برگ اندازه‌گیری شد.

برداشت نهایی در موقع رسیدن فیزیولوژیک انجام شد. در این هنگام برداشت بوته‌ها از مساحت یک متر مربع با استفاده از یک کوادرات ۱×۱m از وسط هر کرت با دست انجام گرفت. به‌طوری که بوته از در سطح مورد نظر کف بر شده و برای حمل به آزمایشگاه در گونی قرار داده شد. پس از خشک شدن نمونه‌ها صفات عملکرد بیولوژیک (با وزن کردن کل نمونه‌ها در سطح برداشت شده)، عملکرد دانه (با جدا کردن دانه‌ها از کلش و وزن کردن آنها)، تعداد سنبله در مترمربع (با شمارش کردن کل تعداد سنبله‌ها در سطح برداشت شده)، تعداد دانه در سنبله (با جدا کردن ۲۰ سنبله تصادفی در نمونه برداشت شده و جدا کردن دانه‌ها و محاسبه میانگین تعداد دانه در یک سنبله)، وزن هزار دانه (با جدا کردن ۴۰۰ دانه به‌طور تصادفی و وزن کردن آنها)، ارتفاع بوته (با جدا کردن ۲۰ بوته تصادفی در نمونه برداشت شده و اندازه‌گیری ارتفاع ساقه از سطح خاک تا زیر سنبله)، شاخص برداشت (با استفاده از نسبت عملکرد دانه به

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]

جدول۱. داده‌ها هواشناسی منطقه آزمایش در طول دوره کشت گیاه زراعی

ماه	حداکثر دما (°C)	حداقل دما (°C)	میانگین‌دما (°C)	رطوبت نسبی (٪)	بارندگی (mm)
سال ۸۵-۱۳۸۴					
مهر	۲۶/۷	۱۳/۰	۱۹/۹	**۲۱/۷**	۰
آبان	۱۹/۹	۷/۶	۱۳/۸	۳۹/۰	۲۳/۳
آذر	۱۰/۰	۱/۵	۵/۸	۶۴/۰	۲۹/۶
دی	۱۱/۶	-۰/۴	۵/۶	۵۴/۷	۱۰۲/۸
بهمن	۱۳/۲	۱/۴	۷/۳	۴۸/۷	۳۷/۶
اسفند	۲۰/۰	۶/۲	۱۳/۱	۴۱/۳	۱۱/۲
فروردین	۲۵/۵	۱۱/۴	۱۸/۵	۲۶/۳	۰
اردیبهشت	۲۸/۶	۱۴/۳	۲۱/۵	۲۲/۰	۰
خرداد	۳۵/۲	۱۹/۸	۲۷/۵	۱۶/۰	۰
سال ۸۶-۱۳۸۵					
مهر	۲۷/۰	۲۷/۰	۱۹/۸	۲۲/۷	۰
آبان	۱۸/۲	۱۸/۲	۱۲/۷	۵۰/۰	۴۱/۹
آذر	۱۶/۴	۱۶/۴	۱۰/۹	۴۶/۷	۲۲/۲
دی	۱۰/۸	۱۰/۸	۵/۵	۵۴/۰	۶۷/۷
بهمن	۱۶/۱	۱۶/۱	۱۰/۸	۴۷/۳	۲۷/۹
اسفند	۱۹/۶	۱۹/۶	۱۲/۷	۴۳/۳	۱۳/۲
فروردین	۲۳/۱	۲۳/۱	۱۶/۹	۴۰/۳	۳۵/۰
اردیبهشت	۳۱/۷	۳۱/۷	۲۴/۵	۲۰/۳	۰
خرداد	۳۵/۴	۳۵/۴	۲۷/۹	۱۲/۳	۰

عملکرد بیولوژیک) اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و SPSS و برای هر سال به صورت جدا انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excell استفاده شد. هم‌چنین معیار LSD برای مقایسه میانگین‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

ارقام مختلف از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول۳). نتایج سال اول آزمایش نشان داد که عملکرد دانه از ۳۵۱ گرم در مترمربع (۳/۵ تن در هکتار) در رقم شاه پسند که در سال ۱۳۲۱ معرفی شده بود به ۶۸۰ گرم در مترمربع (۶/۸ تن در هکتار) در رقم شیراز که در سال ۱۳۸۱ معرفی شده بود، افزایش یافته است. در سال دوم آزمایش نیز مشاهده شد که عملکرد دانه از ۳۶۰ گرم در رقم شاه پسند به ۶۶۰ گرم در مترمربع در رقم شیراز افزایش یافته است. در هر دو سال نتایج حاکی از آن است که عملکرد دانه در ۶۰ سال گذشته به حدود دو برابر افزایش یافته است.

بررسی رابطه رگرسیون بین عملکرد دانه و سال معرفی رقم نشان داد که در طی ۶۰ سال گذشته عملکرد دانه به صورت خطی ($r = ۰/۹۱۲, P<۰/۰۱$) افزایش یافته است (شکل۱).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]

جدول ۲. ارقام مورد استفاده در آزمایش به همراه سال معرفی و مبدأ آنها

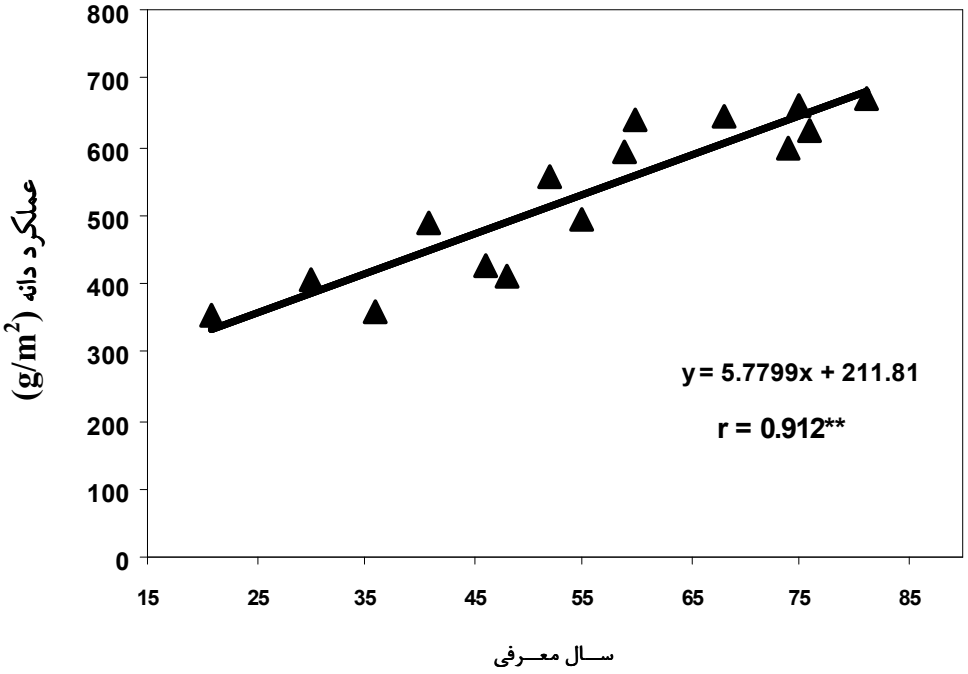
نام رقم	سال معرفی	مبدأ (یا محل معرفی)	متوسط عملکرد(kg/ha)
شاه پسند	۱۳۲۱	ساوه	۳/۷۵
طبسی	۱۳۳۰	طبس	۳/۵
شعله	۱۳۳۶	اهواز	۳/۰
عدل۱	۱۳۴۱	ورامین	۳/۰
شاهی	۱۳۴۶	کرمانشاه	–
بزوستایا	۱۳۴۸	روسیه	۴/۵
کرج۱	۱۳۵۲	کرج	۵/۰
کرج۳	۱۳۵۵	کرج- بخش تحقیقات غلات	۵/۰
کاوه	۱۳۵۹	CIMMYT	۵/۲
فلات	۱۳۶۰	CIMMYT	۶/۲۵
قدس	۱۳۶۸	کرج- بخش تحقیقات غلات	۶/۰
نیک نژاد	۱۳۷۴	ایکاردا	۶/۷
یاواروس	۱۳۷۵	CIMMYT	۶/۴۵
مرودشت	۱۳۷۸	زرقان- مرکز تحقیقات	
شیراز	۱۳۸۱	زرقان- مرکز تحقیقات	۷/۲۹

جدول ۳. میانگین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ارقام گندم

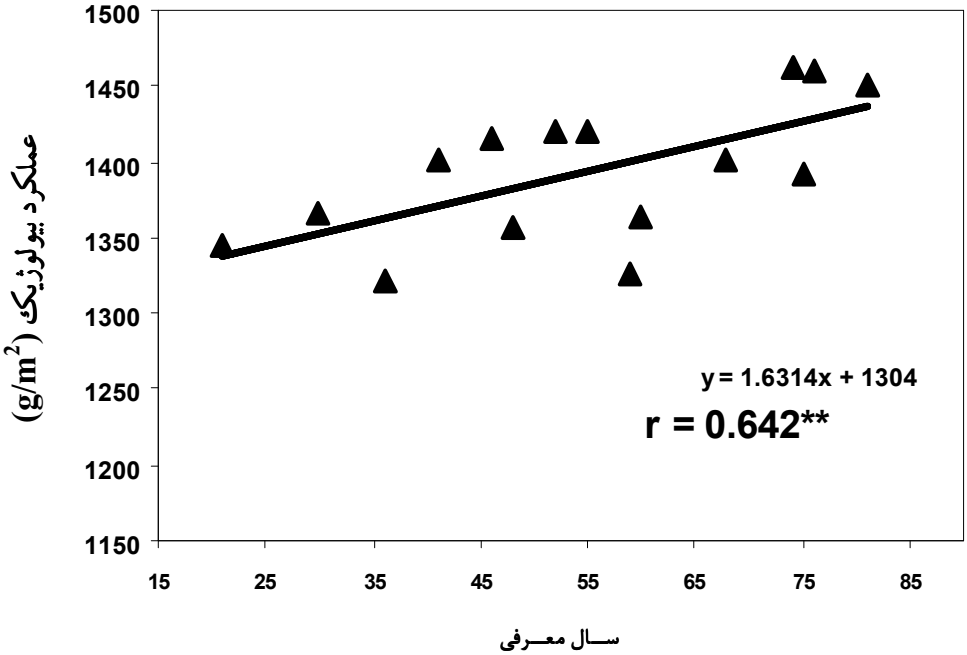
	عملکرد دانه(g/m2)		عملکرد بیولوژیک (g/m2)		شاخص برداشت (٪)	
	۱۳۸۴-۸۵	۱۳۸۵-۸۶	۱۳۸۴-۸۵	۱۳۸۵-۸۶	۱۳۸۴-۸۵	۱۳۸۵-۸۶
شاه پسند	۳۵۱/۱	۳۶۰/۰	۱۴۱۰	۱۲۷۸	۲۵/۱	۲۸/۳
طبسی	۴۴۲/۹	۳۹۰/۰	۱۲۶۴	۱۲۷۶	۳۰/۷	۲۴/۵
شعله	۳۵۵/۶	۳۶۰/۵	۱۳۲۵	۱۳۱۹	۲۶/۲	۳۲/۶
عدل۱	۴۷۰/۱	۵۰۵/۰	۱۴۴۱	۱۳۶۰	۳۴/۲	۳۷/۶
شاهی	۴۵۶/۵	۳۹۹/۰	۱۳۷۰	۱۴۶۰	۳۳/۹	۳۰/۴
بزوستایا	۳۳۲/۸	۴۸۶/۷	۱۴۰۰	۱۳۱۵	۲۳/۶	۴۰/۱
کرج۱	۵۶۳/۲	۵۵۱/۲	۱۴۲۵	۱۴۱۳	۳۹/۰	۴۱/۸
کرج۳	۵۴۶/۴	۴۴۵/۳	۱۴۵۰	۱۳۹۱	۳۸/۰	۳۶/۹
کاوه	۶۲۶/۰	۵۶۱/۱	۱۴۳۱	۱۲۲۳	۴۶/۴	۴۴/۲
فلات	۶۶۴/۸	۶۱۷/۰	۱۳۹۲	۱۳۳۴	۴۷/۵	۵۱/۶
قدس	۶۳۸/۶	۶۴۷/۰	۱۴۵۸	۱۳۸۹	۴۹/۶	۴۷/۷
نیک نژاد	۶۵۱/۰	۵۴۴/۶	۱۴۵۳	۱۴۷۶	۴۷/۷	۴۸/۷
یاواروس	۶۶۳/۶	۶۵۷/۲	۱۴۰۸	۱۲۷۴	۴۷/۶	۴۹/۳
مرودشت	۶۵۹/۴	۵۹۰/۸	۱۵۲۷	۱۴۳۲	۴۹/۰	۴۶/۳
شیراز	۶۸۰/۲	۶۶۰/۰	۱۴۸۳	۱۴۵۸	۵۲/۹	۴۸/۴
LSD0.05	۷۳/۰۸	۹۰/۶۹	۵۸/۲۶	۵۸/۲۳	۵/۱۳۷	۶/۴۱۲

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]



شکل ۱. رابطه بین سال معرفی رقم و عملکرد بیولوژیک



شکل ۲. رابطه بین سال معرفی رقم و عملکرد دانه

براساس رابطه رگرسیون در طی این ۶۰ سال عملکرد دانه با میزان ۵۷/۸ گیلوگرم در هکتار در سال یا در ۰/۸۶ درصد در سال افزایش یافته است.

در طی دوره ۶۰ سال اصلاح گندم در کشور بیشترین افزایش در سال‌های دهه ۱۳۵۰، یعنی از زمان معرفی رقم کرج۱، مشاهده شده است (جدول ۳). این امر احتمالاً به دلیل

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]

وارد شدن ژن‌های پاکوتاهی در اصلاح ارقام مصادف با استفاده از آنها در دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی در جهان بوده است. در همین رابطه زو و همکاران (۴۷) مشاهده کردند که در طی ۴۰ سال اصلاح گندم در چین (از ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰)، بهبود عملکرد دانه در تمام سال‌ها یکسان نبوده و بیشترین افزایش در دهه ۱۹۸۰ مشاهده شده است، که به عقیده ایشان محصول استفاده از ژن‌های پاکوتاهی و بهبود تسهیم مواد پرورده در گندم است. هم‌چنین در طی سال‌های اخیر این روند افزایش کند شده است، به‌طوری که بین ارقام فلات، قدس، مرودشت و شیراز تا حدودی اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نمی‌شود (جدول ۳). این امر احتمالاً نشان دهنده این است که در سال‌های اخیر بیشتر اختلاف ارقام معرفی شده از نظر مقاومت در برابر شرایط محیطی نامساعد (تنش‌های زنده و غیر زنده) بوده است تا افزایش عملکرد. به عبارت دیگر ممکن است تلاش‌های اصلاحی در جهت بهبود مقاومت به عوامل نامساعد بوده و اختلاف بین ارقام سال‌های اخیر احتمالاً در شرایط نامساعد بیشتر از شرایط مساعد است.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون نشان داد که عملکرد بیولوژیک در طی دوره ۶۰ ساله افزایش یافته است (شکل۲). با توجه به جدول ۳ نیز مشاهده می شود که بین برخی از ارقام از نظر کل ماده خشک تولیدی اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. به ویژه ارقام قدیمی مانند طبسی و شاه پسند در مقایسه با ارقام جدید کل ماده خشک کمتری تولید کردند. به‌طوری که اختلاف بین بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک در ارقام مختلف در سال اول آزمایش حدود ۲/۶ تن در هکتار و در سال دوم آزمایش ۱/۹ تن در هکتار بود.

در برخی از مطالعات گزارش شده است که در طی اصلاح گندم عملکرد بیولوژیک ثابت مانده و ارقام جدید از نظر تولید ماده خشک هیچ برتری نسبت به ارقام قدیمی ندارند. برای مثال سینها و همکاران (۳۷) مشاهده کردند که ارقام پاکوتاه و جدید گندم در مقایسه با ارقام قدیمی ماده خشک بیشتری تولید نکردند، به عقیده آنها در اثر کاهش ارتفاع ماده خشک تولید تا حدودی کاهش یافته است. سایری و همکاران (۳۴) نیز مشاهده کردند که ارقام پر محصول گندم از نظر ماده خشک تولیدی تفاوتی با ارقام قدیمی ندارند. نتایج مشابهی نیز در دیگر مطالعات مبنی بر عدم وجود رابطه بین افزایش عملکرد و ماده خشک تولیدی گزارش شده است (۴۵ و ۴۷).

از طرفی در پاره‌ای از مطالعات مشاهده شده که افزایش عملکرد دانه در گندم در سال‌های گذشته با افزایش ماده خشک تولیدی همراه بوده است (۳۱). برای مثال وادینگتون و همکاران (۴۱) مشاهده کردند که در ارقام پر محصول و مدرن تولید بیوماس ۱۶٪ درصد بیشتر از ارقام اصلاح شده در سال ۱۹۷۰ است. هم‌چنین ساین و همکاران (۳۶) روند مشابهی را برای افزایش بیوماس تولیدی در لاین‌های جدید پرمحصول گندم گزارش کردند. با وجودیکه آستین و همکاران در مطالعات قدیمی خود رابطه معنی‌داری بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مشاهده نکردند (۶) اما در مطالعه‌ای با هدف بررسی بیشتر (۸) مشاهده کردند که عملکرد بیولوژیک تا حدودی افزایش یافته است. شیرمن و همکاران (۳۵) نیز مشاهده کردند که کل ماده خشک اندام‌های هوایی در گندم افزایش یافته است. به عقیده آنها بیشترین افزایش در ماده خشک تولیدی از سال ۱۹۸۳ مشاهده شده است و پیش از این دوره، اختلاف معنی‌داری بین ارقام از نظر ماده خشک تولید وجود ندارد (۳۵).

نتایج آزمایش حاضر نیز حاکی از افزایش کل ماده خشک تولیدی در طی اصلاح گندم در ۶۰ سال گذشته در ایران است. به عقیده برخی محققان نتایج متفاوت در رابطه با تغییرات صفات در طی اصلاح گندم احتمالاً به‌دلیل استفاده از استراتژی‌های مختلف در برنامه‌های اصلاح نباتات در نقاط مختلف جهان است.

شاخص برداشت

بین ارقام مختلف از نظر شاخص برداشت اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳). ارقام جدید در مقایسه با

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]

ارقام قدیمی دارای شاخص برداشت بیشتری بودند. به‌طوری که شاخص برداشت در ارقام قدیمی مانند طبسی و شاه پسند از حدود ۲۵ درصد به حدود ۵۰ درصد در ارقام جدید و پر محصول (از جمله رقم شیراز) افزایش یافته است (جدول ۳). نتایج تجزیه رگرسیون نیز حاکی از افزایش خطی و معنی‌دار شاخص برداشت در طی ۶۰ سال گذشته بود (شکل ۳). به‌طوری که بر اساس نتایج رگرسیون شاخص برداشت با نسبت ۰/۴۴ درصد در سال افزایش یافته است ($r = ۰/۹۳۱, P<۰/۰۱$). همانند افزایش عملکرد، جهش اصلی در افزایش شاخص برداشت در دهه ۱۳۶۰ مشاهده می‌شود که این به‌دلیل استفاده و به کارگیری ژن‌های پاکوتاهی در این سال‌ها در اصلاح گندم است.

در مطالعات متعدد گزارش شده است که افزایش عملکرد دانه در گندم هم‌بستگی معنی‌داری با شاخص برداشت داشته است. آستین و همکاران (۸) گزارش کردند که شاخص برداشت از کمتر از ۳۱ درصد در ارقام قدیمی تا ۵۳ درصد در ارقام جدید افزایش یافته است. سایری و همکاران (۳۴) نیز هم‌بستگی معنی‌دار عملکرد دانه ارقام مدرن با شاخص برداشت را گزارش کردند. رویو و همکاران (۳۳) نشان دادند که شاخص برداشت در ارقام ایتالیایی و اسپانیایی مورد آزمایش به ترتیب با نسبت ۰/۴۰ و ۰/۵۳ درصد در سال افزایش یافته است. زو و همکاران (۴۶) نیز مشاهده کردند که افزایش عملکرد دانه در گندم در چین هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری(۰/۷۵، ۰/۷۳، r=۰/۷۷ در آزمایش‌های مناطق مختلف) با افزایش شاخص برداشت دارد. هم‌چنین در مطالعه‌ای در انگلستان مشاهده شد که شاخص برداشت ارقام گندم هم‌بستگی معنی‌داری با افزایش عملکرد دانه دارد (۳۵). مطالعات دیگر از جمله سینها و همکاران (۳۷)، وادینگتون و همکاران (۴۱)، کریمی و سدیک (۲۵) و زند و همکاران (۲) نیز در مطالعات خود گزارش کردند که هم‌بستگی معنی‌داری بین شاخص برداشت و عملکرد دانه در گندم وجود دارد. در گیاهان دیگری از جمله برنج (۳۹)، جو (۳۲) کلزا (۲۸) و دیگر گیاهان (۱۶) نیز هم‌بستگی بالایی بین عملکرد دانه و شاخص برداشت مشاهده شده است.

در آزمایش حاضر بیشترین شاخص برداشت در سال اول و در رقم شیراز به میزان ۵۳ درصد مشاهده شد. بر اساس پیش بینی آستین و همکاران (۶) شاخص برداشت در ارقام گندم تا حدود ۶۰ درصد می‌تواند افزایش یابد و پس از آن باید از روش‌های دیگر برای افزایش عملکرد استفاده شود. بنابراین به نظر می‌رسد در ارقام گندم در کشور ما با وجودی‌که شاخص برداشت به سقف خود نزدیک شده است، ولی هنوز امکان افزایش شاخص برداشت و در نتیجه افزایش عملکرد دانه وجود دارد. بنابراین بایستی در آینده نیز تلاش‌های اصلاحی هنوز به افزایش شاخص برداشت معطوف گردد.

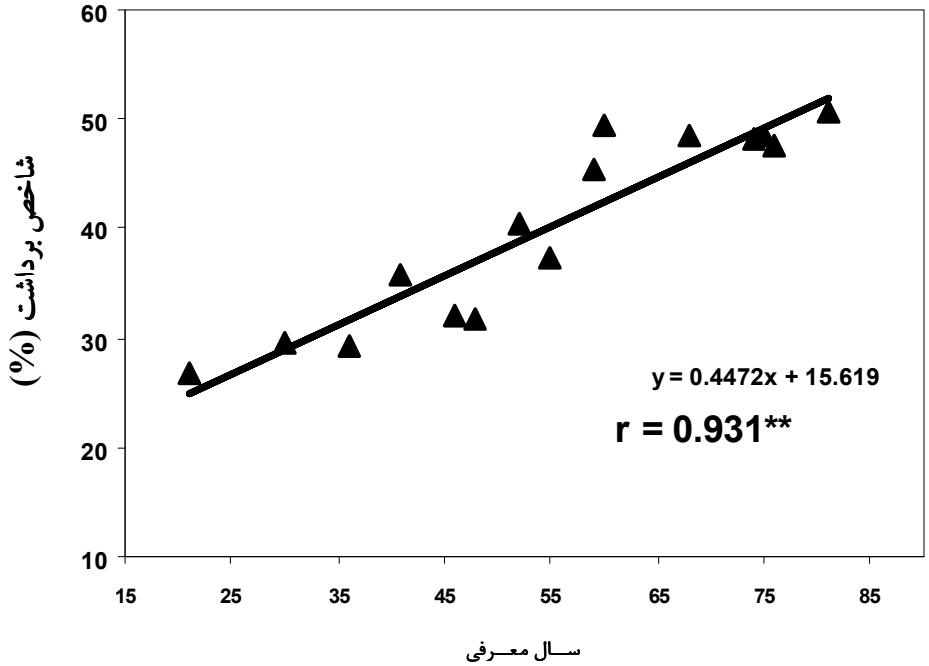
سرعت فتوسنتز برگ

رابطه رگرسیونی معنی‌داری بین سال معرفی رقم و سرعت فتوسنتز برگ پرچم در مرحله گل‌دهی در ارقام گندم دیده نشد (شکل ۴)، هرچند در طی این دوره روند سرعت فتوسنتز افزایشی بود. در عین حال بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول۴). کمترین سرعت فتوسنتز در ارقام شاه پسند و شعله (به ترتیب با ۱۰/۸ و ۱۱/۱ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) که از ارقام قدیمی هستند، مشاهده شد. بیشترین سرعت فتوسنتز مربوط به رقم مرودشت (با مقدار ۱۷/۶ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) بود. در عین حال برخی از ارقام قدیمی از جمله طبسی (با مقدار ۱۶/۷ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) نیز سرعت فتوسنتز بالایی داشتند (جدول ۱). به‌طورکلی از نظر سرعت فتوسنتز روند مشخصی بین ارقام قدیمی و جدید نمی‌توان مشخص کرد.

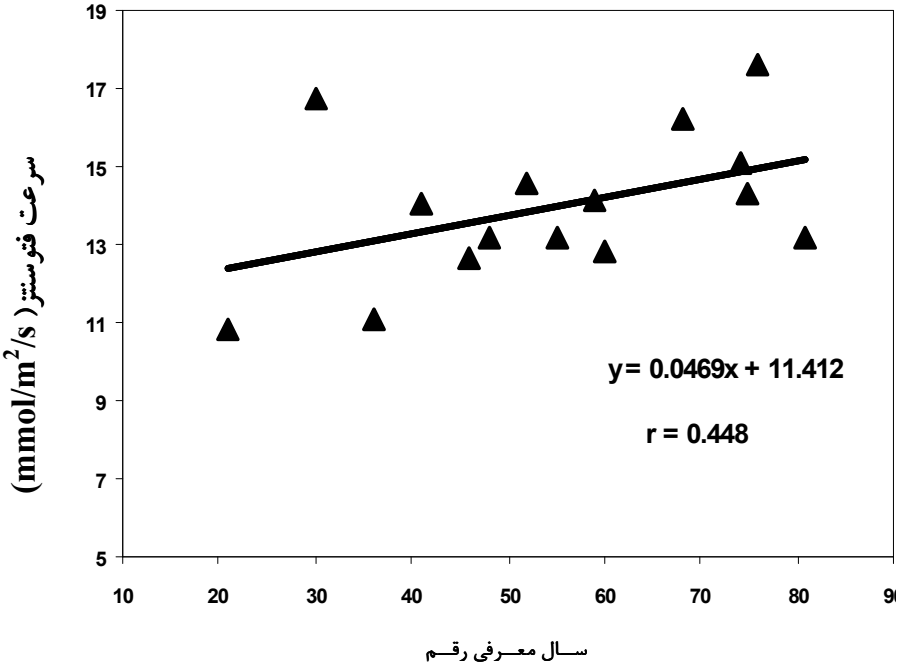
رابطه بین میزان فتوسنتز و عملکرد گیاه زراعی پیچیده است. برای مثال ایوانز و دانستون (۱۷) هم‌بستگی منفی بین میزان فتوسنتز و عملکرد دانه در گندم گزارش کردند. هم‌چنین در مورد بیشتر گیاهان زراعی از جمله گندم (۷، ۱۷ و ۲۱)، ذرت (۴۰)، سویا (۵، ۱۰، ۲۹، ۴۲ و ۴۳)، نخود (۲۴)، کلزا (۳) و گیاهان دیگری مانند پنبه، آفتابگردان، سیب زمینی، لوبیا،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]



شکل۳. رابطه بین سال معرفی رقم و شاخص برداشت



شکل۴. رابطه بین سال معرفی و سرعت فتوسنتز

سورگوم و جو (به نقل از منبع ۱۶) گزارش شده است که تنوع زیادی از نظر سرعت فتوسنتز بین ارقام مختلف وجود دارد، اما این اختلاف همیشه با عملکرد دانه هم‌بستگی نداشته است. علت این عدم هم‌بستگی ممکن است به شیوه اندازه‌گیری فتوسنتز (که معمولاً در کوتاه مدت و روی یک یا چند برگ از یک واحد آزمایشی اندازه‌گیری می‌شود) (۲۳ و ۴۴) و اثرات

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]

جدول۴. میانگین سرعت فتوسنتز،تعرق، هدایت روزنه‌ای **و شاخص کلروفیل ارقام گندم**

	سرعت فتوسنتز (µmol/m2/s)		سرعت تعرق (mmol/m2/s)		هدایت روزنه‌ای (mol/m2/s)		شاخص کلروفیل	
	۸۴-۸۵	۸۵-۸۶	۸۴-۸۵	۸۵-۸۶	۸۴-۸۵	۸۵-۸۶	۸۴-۸۵	۸۵-۸۶
شاه پسند	۱۱/۱	۱۰/۶	۴/۰	۴/۶	۰/۱۳۸	۰/۱۶۲	۵۹/۹	۴۱/۱
طبسی	۱۷/۰	۱۶/۴	۴/۸	۴/۱	۰/۱۲۷	۰/۱۴۹	۵۰/۶	۴۴/۰
شعله	۱۰/۸	۱۱/۵	۵/۰	۵/۲	۰/۱۳۶	۰/۱۵۹	۶۰/۰	۴۴/۸
عدل۱	۱۳/۶	۱۴/۴	۶/۳	۵/۷	۰/۱۸۹	۰/۲۲۱	۵۵/۲	۴۰/۳
شاهی	۱۲/۳	۱۳/۰	۶/۰	۵/۵	۰/۲۰۴	۰/۱۶۷	۵۲/۰	۴۹/۱
بزوستایا	۱۲/۸	۱۳/۶	۶/۲	۵/۳	۰/۱۹۸	۰/۱۶۲	۶۷/۰	۵۰/۴
کرج۱	۱۴/۹	۱۴/۳	۶/۵	۵/۹	۰/۲۴۵	۰/۲۰۰	۶۱/۹	۵۸/۱
کرج۳	۱۳/۵	۱۲/۹	۶/۰	۶/۴	۰/۲۴۲	۰/۱۹۸	۷۲/۱	۴۵/۷
کاوه	۱۴/۴	۱۳/۹	۵/۶	۶/۰	۰/۱۸۲	۰/۱۹۸	۵۱/۰	۴۵/۲
فلات	۱۳/۱	۱۲/۶	۵/۶	۵/۹	۰/۱۸۰	۰/۱۹۵	۶۶/۵	۵۷/۴
قدس	۱۶/۸	۱۵/۶	۶/۹	۶/۲	۰/۲۳۸	۰/۲۵۷	۶۸/۳	۵۰/۳
نیک نژاد	۱۵/۷	۱۴/۴	۶/۶	۵/۷	۰/۱۹۵	۰/۲۱۵	۸۲/۹	۶۰/۲
یاواروس	۱۴/۹	۱۳/۷	۶/۵	۵/۸	۰/۱۹۰	۰/۲۲۰	۹۲/۵	۸۰/۳
مرودشت	۱۸/۳	۱۷/۲	۷/۳	۶/۳	۰/۲۷۶	۰/۳۰۵	۵۹/۷	۴۵/۱
شیراز	۱۳/۴	۱۲/۹	۶/۰	۵/۲	۰/۱۷۳	۰/۱۹۲	۷۴/۳	۵۵/۷
LSD0.05	۴/۷۵	۴/۳۵	۱/۵۲	۱/۶۵	۰/۱۰	۰/۱۲	۱۷/۰۶	۱۵/۳۰

پلیوتروپیک (Pleiotropic) این صفت و عملکرد دانه مربوط باشد (۳۱).

در مطالعه‌ای روی گندم‌هایی که بین سال‌های ۱۹۶۴ تا ۱۹۹۰ در آرژانتین اصلاح شده بودند، مشاهده شد که طی این دوره راندمان استفاده از تابش چه در دوره قبل و چه بعد از گل‌دهی تغییری نیافته است (۱۲). اما فیشر و همکاران (۲۱) در مطالعه‌ای روی گندم‌هایی که بین سال‌های ۱۹۶۲ تا ۱۹۸۸ در مرکز CIMMYT اصلاح و معرفی شده بودند، مشاهده کردند که هم‌بستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه و فتوسنتز برگ پرچم وجود دارد. به‌طوری که افزایش ۲۹ درصدی عملکرد دانه (بین سال‌های ۱۹۶۲ تا ۱۹۸۸) با ۲۳ درصد افزایش سرعت فتوسنتز همراه بود. اما در عین حال در این مطالعه بین سرعت فتوسنتز در مرحله رویشی و عملکرد دانه هم‌بستگی معنی‌داری مشاهده نشد. در واقع سرعت فتوسنتز در طی پر شدن دانه با عملکرد دانه هم‌بستگی داشته ولی با بیوماس نهایی هم‌بستگی ندارد (۲۱ و ۳۱). با وجود گزارش‌های مبنی بر هم‌بستگی بین فتوسنتز و عملکرد دانه، مقایسه فتوسنتز گونه‌های دیپلوئید و تتراپلوئید اجداد وحشی گندم های امروزی موجب ارائه این نظریه شد که حداکثر سرعت فتوسنتز برگ پرچم در اجداد وحشی گندم بیشتر از ارقام پیشرفته امروزی است (۷ و ۱۷).

سرعت تعرق

از نظر سرعت تعرق برگ پرچم در مرحله گل‌دهی بین ارقام مختلف اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت (جدول۴).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]

ارقام شاه پسند و مرودشت به ترتیب با تعرق ۴/۰ و ۷/۰ (در سال اول) و ۴/۶ و ۶/۳ میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه (در سال دوم) بیشترین و کمترین سرعت تعرق را دارا بودند. بین ارقام مرودشت، قدس، نیک نژاد، فلات، کاوه و شیراز از نظر سرعت تعرق اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. ولی در مقایسه با ارقام قدیمی مانند طبسی، شاه پسند و شعله به‌طور معنی‌دار تعرق بیشتری داشتند. رابطه رگرسیونی بین سال معرفی و سرعت تعرق برگ پرچم افزایشی و معنی‌دار بود (شکل ۵). به عبارتی در طی این دوره ۶۰ ساله سرعت تعرق برگ به‌طور خطی افزایش یافته است. این امر نشان دهنده کارایی بیشتر ارقام جدید در جذب و مصرف آب خاک و در نتیجه تعرق بیشتر در آنها است. هم‌چنین افزایش تعرق در ارقام جدید ممکن است ناشی از افزایش هدایت روزنه‌ای در این ارقام باشد (شکل ۶ و جدول۴).

در مطالعات صورت گرفته در کلزا مشاهده شده است که بین ارقام مختلف از نظر سرعت تعرق اختلاف معنی‌داری وجود دارد، هم‌چنین هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری بین سرعت تعرق برگ در مرحله گل‌دهی و عملکرد دانه وجود دارد (۲۸). چانگو و مک‌وتی در بررسی نه رقم کلزا با عملکردهای کاملاً متفاوت مشاهده کردند که سرعت تعرق و راندمان مصرف آب لحظه‌ای بین ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت. در ابتدای مرحله گل‌دهی سرعت تعرق پایین‌تر و راندمان مصرف آب بالاتر بود و این امر نشان دهنده این است که در طی مرحله زایشی آب با کارایی بیشتری برای تولید مواد پرورده مصرف می‌شود (۱۴). مک وتی و همکاران (۲۷) نیز مشاهده کردند که بین گونه‌های *Brassica* و *Moricandia* اختلاف معنی‌داری از نظر راندمان مصرف آب لحظه‌ای وجود دارد، اما رابطه‌ای با عملکرد دانه نداشت. عدم وجود هم‌بستگی بین راندمان مصرف آب و عملکرد در این آزمایش‌ها احتمالاً به اندازه‌گیری لحظه‌ای و کوتاه مدت راندمان مصرف آب مربوط می‌شود.

هدایت روزنه‌ای

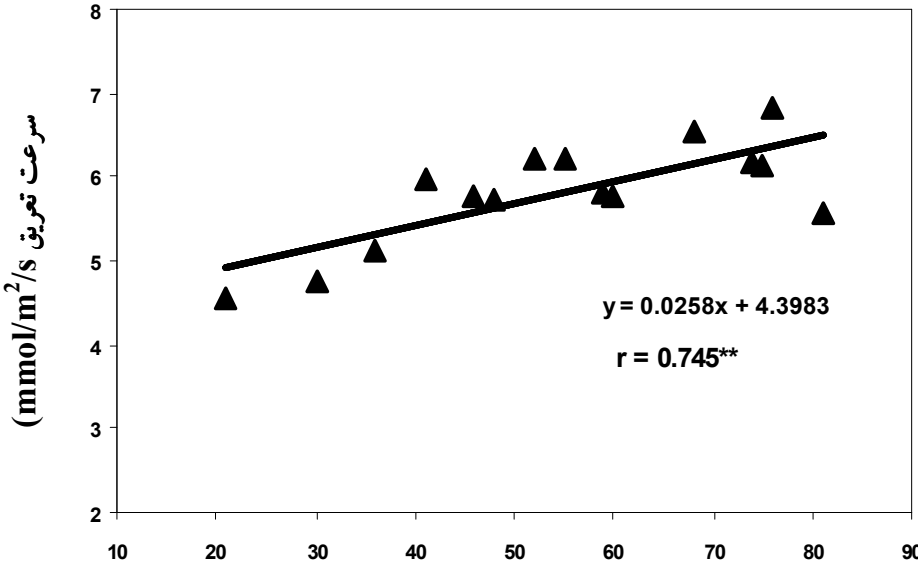
نتایج حاصل از هدایت روزنه‌ای ارقام مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. بین ارقام مختلف از نظر این ویژگی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین و کمترین هدایت روزنه‌ای به ترتیب در ارقام مرودشت و طبسی مشاهده شد (به ترتیب ۰/۲۷ و ۰/۱۴ در سال اول و ۰/۳۰ و ۰/۱۶ مول بر مترمربع در ثانیه در سال دوم). رابطه رگرسیونی بین سال معرفی رقم و هدایت روزنه‌ای (شکل ۶) نشان داد که هدایت روزنه‌ای در طی این دوره به‌طور خطی افزایش یافته است. بیشتر شدن هدایت روزنه‌ای در ارقام جدید باعث می‌شود تا دی اکسید کربن با سهولت بیشتر به برگ و محل انجام فتوسنتز برسد و این می‌تواند به عنوان یک مزیت برای ارقام جدید محسوب شود. بنابراین هدایت روزنه‌ای می‌تواند به‌طور غیرمستقیم (از طریق تأثیر بر فتوسنتز و نیز راندمان مصرف آب) بر عملکرد تأثیر داشته باشد (۲۷). در گندم مشاهده شده است که هدایت روزنه‌ای در ارقام پر محصول افزایش یافته است (۲۱). طبق بررسی فیشر و همکاران با افزایش عملکرد دانه از سال ۱۹۶۲ تا ۱۹۸۸ هدایت روزنه‌ای ۶۳ درصد افزایش یافته است (۲۱). در سویا نیز موریسون و همکاران (۲۹) گزارش کردند که هدایت روزنه‌ای هم‌بستگی معنی‌داری با عملکرد دانه دارد. به‌طوری که به موازات افزایش عملکرد دانه در طی یک دوره ۵۸ ساله، هدایت روزنه‌ای به میزان ۰/۴۸ درصد در سال افزایش یافته بود.

میزان کلروفیل برگ

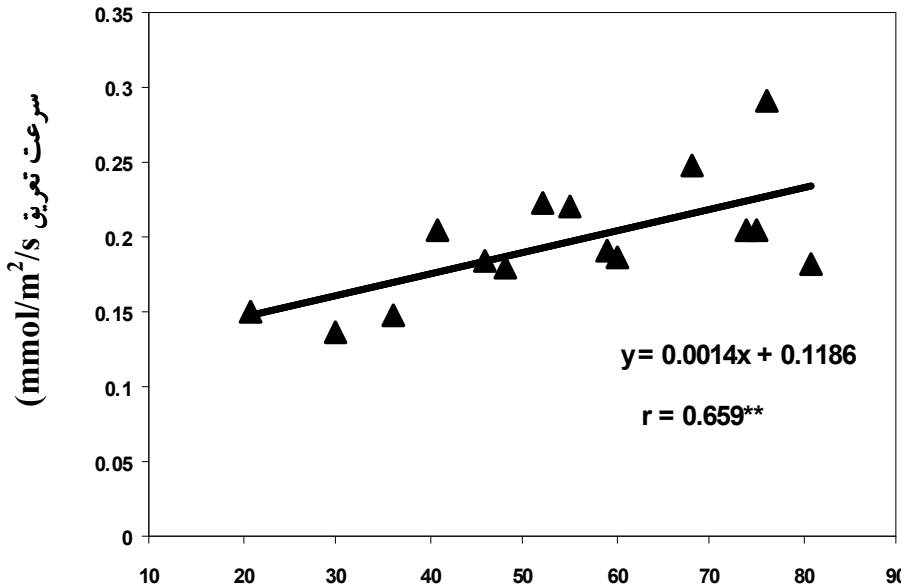
شاخص کلروفیل برگ پرچم در ارقام مختلف از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشت و در ارقام جدید بیش از ارقام قدیمی بود (جدول ۴). رقم یاواروس در هر دو سال اول و دوم (به ترتیب با مقادیر ۹۲/۵ و ۸۰/۳) بیشترین میزان کلروفیل برگ را داشت. کمترین میزان کلروفیل برگ در سال اول و دوم به ترتیب در ارقام طبسی و عدل ۱ (با مقادیر ۵۰/۵ و ۴۰/۳) مشاهده شد (جدول ۴). به‌طورکلی بر اساس رابطه رگرسیونی بین سال معرفی رقم و کلروفیل برگ (شکل ۷)، مشاهده شد که کلروفیل برگ پرچم در طی ۶۰ سال گذشته به صورت خطی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]



شکل۵. رابطه بین سال معرفی رقم و سرعت تعرق



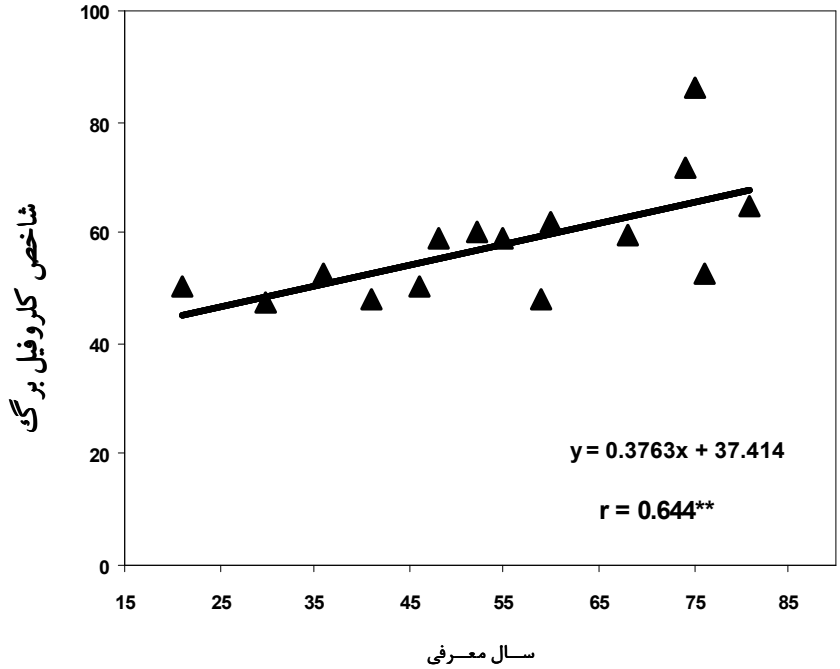
شکل۶. رابطه بین سال معرفی رقم و هدایت روزنه‌ای

افزایش یافته است($r=۰/۶۴۴, P<۰/۰۱$).

از آنجایی که کلروفیل رنگدانه اصلی فتوسنتز در گیاه است میزان کلروفیل برگ می‌تواند معیاری از میزان فتوسنتز برگ باشد. ولی باتوجه به میزان کلروفیل برگ به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی گیاه (به ویژه آبیاری و وضعیت تغذیه‌ای) در زمان اندازه‌گیری است، ممکن است رابطه دقیقی بین میزان کلروفیل برگ و عملکرد دیده نشود. برای مثال در گندم سینها و همکاران (۳۷) مشاهده کردند که بین ارقام قدیمی و ارقام

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]



شکل۷. رابطه بین سال معرفی رقم و کلروفیل برگ

جدید گندم اختلاف خیلی جزئی از نظر میزان کلروفیل وجود دارد. فیشر و همکاران (۲۱) نیز گزارش کردند سبزی برگ یا غلظت کلروفیل در ارقام جدیدگندم تا حدودی افزایش یافته است اما رابطه معنی‌داری با عملکرد دانه ندارد.

در سویا نیز باتری و همکاران (۱۰) گزارش کردند که میزان کلروفیل برگ با عملکرد هم‌بستگی ندارد، اگرچه بین سرعت فتوسنتز و کلروفیل برگ هم‌بستگی معنی‌داری وجود داشت. موریسون و همکاران (۲۹) نیز گزارش کردند که با وجودی‌که بین ارقام سویا از نظر غلظت کلروفیل a+b اختلاف وجود داشت، اما رابطه معنی‌داری بین غلظت کلروفیل و عملکرد وجود نداشت.

اجزای عملکرد دانه

تعداد سنبله در مترمربع- از نظر تعداد سنبله در مترمربع اختلاف آماری معنی‌داری بین ارقام مختلف وجود داشت (جدول ۵). کمترین تعداد سنبله مربوط به رقم شاه پسند (۳۰۲ در سال اول و ۲۵۴ در سال دوم) و بیشترین تعداد سنبله در سال اول در رقم مرودشت (۵۵۳) و در سال دوم در رقم قدس (۴۸۰) دیده شد (جدول ۵). ارقام جدید در مقایسه با ارقام قدیمی تعداد سنبله بیشتری تولید کردند. با وجودی‌که در طی دوره اصلاح گندم تعداد سنبله به‌طور خطی افزایش یافته است، اما این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۸).

زو و همکاران (۴۷) روند مشخصی از نظر تغییرات تعداد سنبله در مترمربع در طی ۴۰ سال اصلاح گندم در چین نیافتند. ولی آستین و همکاران (۸) نشان دادند که ارقام جدید در مقایسه با ارقام قدیمی ۵۹ درصد دانه بیشتری تولید کردند، که این به‌دلیل تولید تعداد سنبله بیشتر و تعداد دانه بیشتر در هر سنبله است. به‌طوری که در ارقام جدید تعداد سنبله در مترمربع ۱۴ درصد بیش از ارقام قدیمی بود. آبیت و همکاران (۴) نیز هم‌بستگی معنی‌داری بین تعداد سنبله و عملکرد دانه مشاهده کردند.

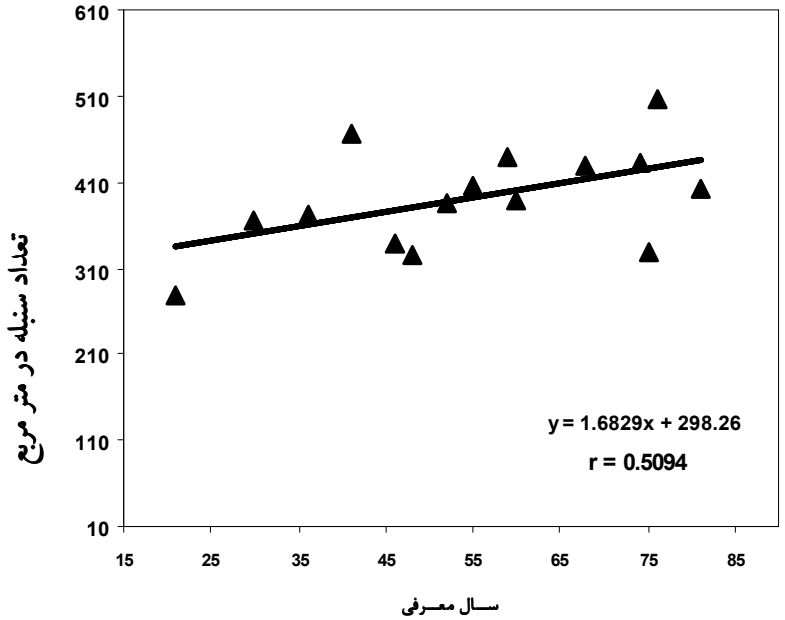
رویو و همکاران (۳۳) گزارش کردند که تعداد دانه در مترمربع در ارقام اصلاح شده بین سال‌های ۱۹۴۵ تا ۲۰۰۰ با نسبت ۰/۵۵ درصد در سال افزایش یافته است که در این رابطه تعداد گیاه در واحد سطح و تعداد سنبله در هر گیاه به ترتیب عامل ۲۰ و ۲۹ درصد این افزایش می‌باشند. سایری و همکاران (۳۴) نیز بین تعداد دانه در مترمربع و افزایش عملکرد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]

جدول۵. میانگین اجزای عملکرد دانه و ارتفاع ارقام گندم

	تعداد سنبله در مترمربع		تعداد دانه در سنبله		وزن هزار دانه (g)		ارتفاع بوته(cm)	
	۸۴-۸۵	۸۵-۸۶	۸۴-۸۵	۸۵-۸۶	۸۴-۸۵	۸۵-۸۶	۸۴-۸۵	۸۵-۸۶
شاه پسند	۳۰۲/۸	۲۵۴/۳	۳۵/۶	۳۱/۷	۴۰/۲	۴۳/۳	۱۲۸/۸	۱۰۲/۲
طبسی	۳۲۶/۸	۴۰۴/۵	۳۱/۵	۳۰/۶	۴۱/۷	۴۸/۱	۱۰۲/۸	۱۱۱/۲
شعله	۳۶۹/۵	۳۷۱/۸	۲۶/۱	۲۷/۳	۳۸/۲	۳۷/۱	۱۰۹/۳	۹۲/۹
عدل۱	۴۲۶/۳	۵۰۶/۰	۲۷/۱	۳۳/۲	۳۹/۵	۴۸/۳	۱۰۲/۳	۱۰۶/۸
شاهی	۳۲۱/۵	۳۵۲/۸	۳۳/۰	۳۱/۹	۴۴/۴	۴۴/۲	۹۸/۸	۱۰۲/۶
بزوستایا	۳۰۰/۵	۳۴۵/۵	۲۶/۴	۳۰/۶	۴۱/۲	۳۸/۰	۹۰/۰	۸۹/۱
کرج۱	۳۵۷/۸	۴۱۲/۵	۳۰/۳	۳۶/۴	۴۰/۶	۴۳/۶	۱۰۱/۴	۹۸/۹
کرج۳	۴۱۵/۸	۳۹۳/۸	۳۹/۴	۳۸/۸	۳۱/۲	۳۵/۵	۷۰/۴	۷۵/۶
کاوه	۴۲۲/۰	۴۵۹/۰	۳۵/۴	۳۴/۵	۴۱/۱	۴۰/۱	۹۰/۳	۸۸/۰
فلات	۳۹۲/۸	۳۸۲/۵	۵۱/۲	۴۵/۸	۳۹/۲	۳۲/۹	۷۴/۹	۷۶/۲
قدس	۳۷۵/۸	۴۸۰/۳	۳۳/۵	۳۵/۵	۳۵/۵	۳۷/۴	۸۴/۷	۸۴/۳
نیک نژاد	۴۲۴/۳	۴۳۹/۸	۳۷/۷	۳۹/۹	۳۴/۹	۴۴/۴	۷۶/۰	۸۲/۳
یاواروس	۳۲۰/۵	۳۳۸/۰	۴۳/۷	۳۴/۸	۴۳/۱	۴۱/۲	۷۲/۴	۷۳/۵
مرودشت	۵۵۳/۸	۴۵۹/۳	۳۷/۹	۴۰/۹	۳۵/۵	۳۵/۰	۸۱/۸	۷۳/۹
شیراز	۳۹۳/۳	۴۰۱/۳	۴۶/۵	۴۸/۶	۳۵/۶	۴۵/۶	۷۳/۳	۷۶/۹
LSD0.05	۴۷/۲۷	۷۳/۴۱	۳/۷۷	۴/۶۹	۴/۲۴	۴/۶۱	۶/۲۱	۷/۶۵



شکل ۸. رابطه بین سال معرفی رقم و تعداد سنبله

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]

دانه در گندم هم‌بستگی معنی‌داری مشاهده کردند. وادینگتون و همکاران (۴۱) بخشی از افزایش عملکرد دانه در ارقام جدید گندم را به افزایش تعداد سنبله نسبت دادند. به‌طوری که در ارقام جدید در مقایسه با ارقام مربوط به قبل از سال ۱۹۷۲ تعداد دانه در مترمربع ۳۴ درصد افزایش یافته است.

تعداد دانه در سنبله

نتایج مربوط به تعداد دانه در سنبله در جدول ۵ نشان داده شده است. بین ارقام مختلف از نظر تعداد دانه در سنبله اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. رقم شعله با ۲۶/۱ و ۲۷/۳ دانه در هر سنبله به ترتیب در سال اول و دوم کمترین تعداد دانه در سنبله را داشت. بیشترین تعداد دانه در سنبله در سال اول در رقم فلات (با ۵۱/۲ دانه در سنبله) و در سال دوم در رقم شیراز (با ۴۸/۶ دانه در سنبله) مشاهده شد. تجزیه رگرسیون نشان داد که تعداد دانه در سنبله در طی اصلاح گندم به‌طور معنی‌دار و به صورت خطی افزایش یافته است (شکل۹). به‌طوری که افزایش سالانه تعداد دانه در سنبله ۰/۲۱ دانه در سنبله در هر سال بود.

وادینگتون و همکاران (۴۱) هم‌بستگی معنی‌داری بین تعداد دانه در سنبله و افزایش عملکرد دانه در گندم مشاهده کردند. به عقیده زو و همکاران (۴۵) افزایش عملکرد دانه در گندم اصلاح شده در چین به‌دلیل افزایش تعداد دانه در هر سنبله است به‌طوری که تعداد دانه در سنبله با نسبت ۰/۸۷ درصد در سال افزایش یافته است. هم‌چنین رویو و همکاران (۳۳) نشان دادند که افزایش تعداد دانه در سنبله مسئول ۵۹ درصد از افزایش عملکرد دانه در طی اصلاح گندم است.

شیرمن و همکاران (۳۵) نشان دادند که تعداد دانه در مترمربع در طی دهه ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۰ با نسبت ۲۱۷ دانه در مترمربع در سال افزایش یافته است. به عقیده آنها این افزایش حاصل افزایش تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله است. هم‌چنین آستین و همکاران (۸) نشان دادند ارقام جدید گندم در مقایسه با ارقام قدیمی ۳۰ درصد دانه بیشتری در هر سنبله تولید می‌کنند. نقش اصلی ژن‌های پاکوتاهی در گندم افزایش تسهیم مواد پرورده به اجزای عملکرد بوده است (۲۰، ۲۲، ۳۰، ۳۱). در این رابطه به ویژه افزایش تعداد دانه در سنبله بسیار مشهود بوده است.

وزن هزاردانه

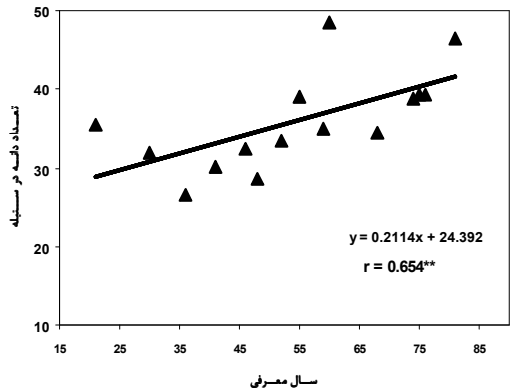
تغییرات وزن هزار دانه در ارقام مختلف در جدول ۵ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین وزن هزار دانه در سال اول به ترتیب در ارقام شاهی و کرج۳ مشاهده شد در سال دوم نیز ارقام عدل۱ و فلات به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۵). بین ارقام سال‌های مختلف، روند مشخصی از نظر وزن هزار دانه مشاهده نشد (شکل۱۰)، به‌طوری که حتی ارقام قدیمی تا حدودی وزن هزار دانه بیشتری داشتند.

آستین و همکاران (۸) گزارش کردند که میانگین وزن هزار دانه در ارقام قدیمی و جدید تغییر چندانی نیافته است. وزن دانه به عنوان آخرین جزء از اجزای عملکرد که تعیین می‌شود، هم‌بستگی معنی‌داری با عملکرد دانه نداشته و وزن دانه در ارقام جدید ثابت مانده است. علاوه بر این به نظر می‌رسد که در ارقام جدید در مقایسه با ارقام قدیمی گندم، وزن دانه حساسیت بیشتری به دستکاری مبدأ در طی دوره پر شدن دانه دارد (۲۰ و ۲۶). برای مثال کراک و همکاران با حذف برگ‌ها در دوره پس از گل‌دهی در ارقام گندم اصلاح شده در فاصله سال‌های ۱۹۲۰ تا ۱۹۹۰، مشاهده کردند که در ارقام قدیمی وزن دانه تحت به عقیده فیشر (۲۰) به‌دلیل رابطه جبران کنندکی که بین اجزای عملکرد وجود دارد، انتخاب در جهت افزایش یکی از اجزای عملکرد دانه به تنهایی، سبب کاهش دیگری می‌شود. فیشر تأثیر قرار نگرفت ولی در ارقام جدید وزن دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

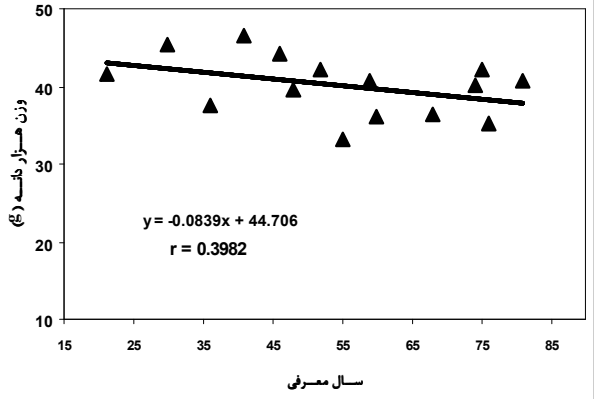
معتقد است که افزایش سنبله در مترمربع تنها در شرایطی که تراکم گیاهی کشت شده پایین باشد، قابل مشاهده است و در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]



شکل۹. رابطه بین سال معرفی رقم و تعداد دانه در سنبله



شکل۱۰. رابطه بین سال معرفی رقم و وزن هزار دانه

شرایطی که بوته‌ها متراکم بوده و با یکدیگر رقابت می کنند، مشاهده نمی‌گردد.

ارتفاع ساقه

ارتفاع ساقه ارقام مختلف بین ۷۰ تا ۱۲۸ سانتی‌متر در سال اول و ۷۳ تا ۱۱۲ سانتی‌متر در سال دوم متغیر بود (جدول ۵). در سال اول ارقام شاه پسند و کرج ۳ به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع ساقه را داشتند. در سال دو نیز بیشترین و کمترین ارتفاع ساقه به ترتیب در ارقام طبسی و یاواروس مشاهده شد. رابطه رگرسیون بین سال معرفی رقم و ارتفاع ساقه نشان داد که ارتفاع ساقه در طی دوره ۶۰ ساله به صورت خطی کاهش یافته است (شکل ۱۱). که این کاهش بسیار معنی‌دار است($P<0/01$، $r=88$). براساس رابطه رگرسیونی ارتفاع ساقه در این دوره با نسبت ۰/۶۹ سانتی‌متر یا ۰/۶ درصد در سال کاهش یافته است.

هم‌بستگی ارتفاع بوته و عملکرد دانه در مطالعات متعددی گزارش شده است (۴، ۶، ۸، ۲۱ و ۳۴). سایری و همکاران (۳۴) مشاهده کردند که ارتفاع بوته در ارقام پر محصول گندم کاهش یافته و رابطه معنی‌داری بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته پایین وجود دارد. آستین و همکاران (۸) نیز هم‌بستگی معنی‌داری بین عملکرد و ارتفاع بوته پایین مشاهده کردند. به‌طوری که ارتفاع بوته از حدود ۱۴۵ سانتی‌متر در ارقام خیلی قدیمی (پیش از دهه ۱۹۰۰) به حدود ۷۸ سانتی‌متر در ارقام مدرن (دهه ۱۹۸۰) رسیده است. رویو و همکاران (۳۳) نشان دادند که ارتفاع ساقه در بین صفات مورد بررسی بیشترین تغییرات را نشان داد، به‌طوری که ارتفاع بوته در طی ۵۵ سال با نسبت ۰/۸۱ درصد در سال کاهش یافته است.

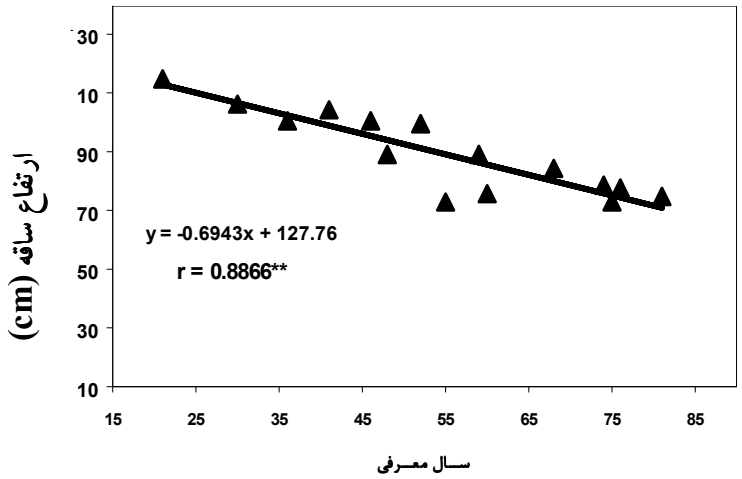
ارتفاع بوته زیاد در ارقام قدیمی یکی از دلایل اصلی ورس در این ارقام بوده است. در آزمایش حاضر نیز در برخی ارقام قدیمی از جمله طبسی، شعله و شاه پسند ساقه‌ها تا حدودی دچار ورس شدند. در رابطه با ارتفاع ساقه به نظر می‌رسد که در ارقام مدرن، ساقه کوتاه چندان مطلوب نبوده است به‌طوری که ارقام جدیدتر مانند مرودشت، در مقایسه از ارقام پیش از خود از ارتفاع ساقه بیشتری برخوردار است. البته کاهش ارتفاع ساقه بیش از حد موجود ممکن با کاهش عملکرد دانه همراه باشد، چرا که می‌تواند باعث کاهش ظرفیت مبدأ در مقایسه با مقصد گردد (۲۰).

هم‌بستگی بین صفات

ضرایب هم‌بستگی بین صفات مورد بررسی در دو سال آزمایش در جدول ۶ نشان داده شده است. صفات شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله و سرعت تعرق هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. ارتفاع بوته هم‌بستگی منفی و بسیار معنی‌داری با عملکرد دانه داشت. تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد بیولوژیک، هدایت روزنه‌ای و شاخص کلروفیل نیز هم‌بستگی معنی‌داری با عملکرد دانه نشان دادند. بین سرعت فتوسنتز و وزن هزار دانه با عملکرد هم‌بستگی معنی‌داری دیده نشد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]



شکل ۱۱. رابطه بین سال معرفی رقم و ارتفاع ساقه

جدول ۶. ضرایب هم‌بستگی بین صفات (میانگین دو سال آزمایش)

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱-عملکرد دانه	۱										
۲-عملکرد بیولوژیک	۰/۵۱۵*	۱									
۳-شاخص برداشت	۰/۹۸۹**	۰/۵۰۹	۱								
۴-تعداد سنبله	۰/۵۲۶*	۰/۴۷۲	۰/۵۴۸*	۱							
۵-تعداد دانه در سنبله	۰/۷۲۱**	۰/۴۲۲	۰/۷۲۶**	۰/۱۸۰	۱						
۶-وزن هزار دانه	-۰/۲۹۹	-۰/۱۰۹	-۰/۳۶۶	-۰/۲۷۳	-۰/۳۸۰	۱					
۷-ارتفاع بوته	-۰/۷۸۴**	-۰/۴۷۴	-۰/۸۱۶**	-۰/۳۷۵	-۰/۶۹۲**	۰/۶۲۶*	۱				
۸-سرعت فتوسنتز	۰/۴۸۱	۰/۴۷۸	۰/۴۴۸	۰/۶۲۳*	-۰/۰۸۵	-۰/۰۲۸	-۰/۲۸۰	۱			
۹-سرعت تعرق	۰/۶۸۱**	۰/۶۲۳*	۰/۶۷۷**	۰/۶۵۷**	۰/۲۳۱	-۰/۴۲۲	-۰/۶۵۱**	۰/۵۵۰*	۱		
۱۰-هدایت رونه‌ای	۰/۶۲۹*	۰/۶۴۳**	۰/۶۱۳*	۰/۶۸۲**	۰/۲۵۹	-۰/۴۶۰	-۰/۵۳۷*	۰/۶۱۲*	۰/۹۳۵**	۱	
۱۱-شاخص کلروفیل	۰/۵۷۹*	۰/۳۴۷	۰/۵۲۸*	-۰/۱۶۰	۰/۴۵۶	-۰/۱۶۰	-۰/۶۶۳**	۰/۰۵۳	۰/۳۴۸	۰/۱۹۸	۱

ضرایب هم‌بستگی حاکی از آن است که در بین صفات بررسی شده، شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله بیشترین نقش را در افزایش عملکرد دانه گندم‌های اصلاح شده در این دوره داشته‌اند. تعداد سنبله در مترمربع تا حدودی نقش کمتری در این افزایش عملکرد داشته است. هم‌چنین در طی این دوره وزن دانه‌ها تا حدودی کاهش یافته است، هرچند این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. علت کاهش میانگین وزن دانه به رابطه جبران کنندگی بین اجزای عملکرد مربوط می‌شود. به‌طوری که با افزایش تعداد دانه در هر گیاه، با توجه به ثابت بودن میزان فتوسنتز بوته، میزان مواد پرورده کمتری در اختیار این جزء عملکرد که دیرتر تعیین می‌شود قرار گرفته و در نتیجه وزن دانه‌ها کاهش می یابد. به‌طوری که بین وزن دانه و تعداد دانه در سنبله هم‌بستگی منفی وجود دارد (جدول ۶).

با وجودی که در مطالعات متعدد گزارش شده است که ماده خشک کل در طی اصلاح گندم ثابت مانده است، اما در این آزمایش دیده شد که در ارقام اصلاح شده در ایران ماده خشک تولیدی تا حدودی افزایش یافته است. در این رابطه نتایج مشابهی نیز توسط زند و همکاران (۲) دیده شده است. کاهش ارتفاع بوته در طی این دوره یکی دیگر از دلایل افزایش عملکرد دانه بوده است. به‌طوری که بعد از شاخص برداشت،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]

ارتفاع بوته بیشترین هم‌بستگی (به صورت منفی) را با عملکرد دانه دارا بود. هم‌چنین نتایج نشان می دهد که میزان کلروفیل یا سبزی برگ در طی این دوره تا حدودی افزایش یافته است.

به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش شاخص برداشت، افزایش تعداد دانه در سنبله و کاهش ارتفاع بیشترین نقش را در افزایش عملکرد دانه گندم در طی دوره ۶۰ ساله اصلاح ارقام درکشور داشته است. شاخص برداشت از کمتر از ۳۰ درصد در ارقام قدیمی به حدود ۵۰ درصد در ارقام جدید افزایش یافته است و عملکرد دانه در طی این دوره به حدود ۷ تن یعنی دو برابر ارقام قدیمی رسیده است. با در نظرگیری پیش‌بینی آستین و همکاران (۶)، در مورد این‌که حداکثر شاخص برداشت قابل حصول در ارقام گندم می‌تواند حدود ۶۰ درصد باشد، شاخص برداشت ارقام گندم در کشور هنوز به سقف مقدار خود نرسیده است و امکان افزایش بیشتر عملکرد دانه با اتکا به افزایش شاخص برداشت هنوز وجود دارد. هم‌چنین می‌توان گفت که عملکرد دانه ارقام گندم در کشور با تولید ماده خشک فعلی و با افزایش شاخص برداشت تا حدود ۶۰ درصد، می‌تواند تا حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد دیگر افزایش یابد. اما هم‌چنین باید توجه داشت که برای افزایش بیشتر عملکرد دانه بایستی تلاش‌ها به افزایش ماده خشک کل معطوف گردد، چراکه شاخص برداشت تقریباً به سقف مقدار خود نزدیک شده و افزایش عملکرد دانه با توسل به شاخص برداشت، زیاد معنی‌داری نخواهد بود. از طرفی نتایج این آزمایش حاکی از این است که ماده خشک تولیدی در ارقام جدید تا حدودی بیشتر از ارقام قدیمی است که این روند افزایش ماده خشک در آینده بایستی بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته در این دوره یکی از دلایل عمده افزایش عملکرد دانه بوده است. البته کاهش بیشتر ارتفاع از نظر افزایش عملکرد دانه چندان مطلوب نخوهد بود، چراکه با کاهش بیشتر ارتفاع بوته ارقام با محدودیت مبدأ مواجه خواهند شد. افزایش تعداد دانه در سنبله نیز به عنوان یکی از عوامل موثر در افزایش عملکرد دانه قابل ذکر است. این امر نتیجه غیر مستقیم به کارگیری ژن‌های پاکوتاهی در طی اصلاح گندم است. هم‌چنین تعداد سنبله در مترمربع تا حدودی افزایش یافته است. با توجه به ثابت بودن میزان بذر مصرفی در تمام ارقام این امر نشان دهنده افزایش تعداد پنجه بارور در بوته است. هم‌چنین نتایج این آزمایش نشان داد که سرعت فتوسنتز با وجود افزایش شاخص کلروفیل و نیز افزایش هدایت روزنه‌ای ثابت مانده است و یا حداقل افزایش آن معنی‌دار نمی‌باشد. با توجه به این‌که سرعت فتوسنتز در یک مرحله از رشد گیاه اندازه‌گیری شد، احتمال خطای اندازه‌گیری وجود دارد، بنابراین پیشنهاد می‌شود که در آزمایش‌های آینده این موضوع با جزئیات بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. در عین حال افزایش سرعت فتوسنتز یکی از ویژگی‌هایی است که در برنامه‌های آینده اصلاح نباتات باید مورد توجه قرار گیرد. در صورت افزایش میزان فتوسنتز در گندم، و به ویژه داشتن ظرفیت فتوسنتزی بالا در دوره پر شدن دانه، امکان افزایش هم‌زمان تعداد دانه و وزن دانه وجود خواهد داشت.

منابع مورد استفاده

۱. امام، ی. ۱۳۸۲. *زراعت غلات (ویرایش سوم)*. انتشارات مرکز نشر دانشگاه شیراز.

۲. زند، ا.، ع. کوچکی، ح. رحیمیان مشهدی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۷۹. بررسی روند تغییرات ۵۰ ساله خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در برخی گندم های ایرانی. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۱۶(۱):۱۶۱-۱۷۱-۱۶۱.

۳. میری، ح. ر.، ی. امام و ق. نورمحمدی. ۱۳۸۵. رابطه برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک با عملکرد دانه در ۱۶ رقم کلزا. مجله علوم و صنایع کشاورزی ۲(۵):۱۲۱-۱۳۲.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]

4. Abbate, P. E., F. H. Andrate, L. Lazaro, J. H. Briffi and H. G. Berardocco. 1998. Grain yield increase in recent Argentine wheat cultivars. Crop Sci. 38: 1203-1209.
5. Ashley, D. A. and H. R. Boerma. 1989. Canopy photosynthesis and its association with seed yield in advanced generation of soybean cross. Crop Sci. 29: 1042-1045.
6. Austin, R. B., J. Bigham, R. D. Blackwell, L. T. Evans, M. A. Ford, C. L. Morgan and M. Taylor. 1980. Genetic improvement in winter wheat yield during 1900 and associated physiological changes. J. Agric. Sci. Camb. 94: 675-689.
7. Austin, R. B., C. L. Morgan, M. A. Ford and S. G. Bhagwat. 1982. Flag leaf photosynthesis of *Triticum aestivum* and related diploid and tetraploid species. Ann. Bot. 49: 177-189.
8. Austin, R. B., M. A. Ford and C. L. Morgan. 1989. Genetic improvement in the yield of winter wheat: a further evalution. J. Agric. Sci. Camb. 112: 295-301.
9. Brandcourt-Hulmlel, M., G. Doussinaluts, C. Lecomte, P. Brard, B. LeBuanec and M. Trottet. 2003. Genetic improvement of agronomic traits of winter whaet cultivars released in France from 1946 to 1992. Crop Sci. 43: 37-45.
10. Buttery, B R., R. I. Buzzell and W. I. Findlay. 1981. Relationships among photosynthetic rate, bean yield and other characters in field-grown cultivars of soybean. Can. J. Plant Sci. 61: 191-198.
11. Calderini, D. F. and G. A. Slafer. 1998. Changes in yield and yield stability in wheat during 20th century. Field Crop Res. 57: 335-347.
12. Calderini, D. F., M. F. Dreccer and G. A. Slafer. 1995. Genetic improvement in wheat yield and associated traits. Plant Breed. 114: 108-112.
13. Canavra, M. G., M. Romani, M. Corbellini, M. Perenzin and B. Borghi. 1994. Evolutionary trends in morphological, physiological, agronomic and quantitative traits of *Triticum aestivum* ultivars bred in Italy since 1900. Eur. J. Agron.
14. Chango, G. and P. B. E. McVetty. 2001. Relationship of physiological characters to yield parameters in oilseed rape. Can. J. Plant Sci. 81: 1-6.
15. Donald, C. M. 1968. The breeding of crop ideotype. Euphytica 17: 385-403.
16. Evans, L. T. 1993. Crop Evolution. Adaptation and Yield. Camb. Univ. Press., Cambridge.
17. Evans, L. T. and R. L. Dunstone. 1970. Some physiological aspects of evolution in wheat. Aust. J. Biol. Sci. 23: 725-741.
18. FAO. 2003. FAO production statistics. Avaiable online at: http://faostat.fao org/site/
19. FAO. 2007. stattistical database. Avaiable online: Http// www. FAO. Org.
20. Fischer, R. A. 2007. Understanding the physiological basis for yield potential in wheat. J. Agric. Sci. 145: 99-113.
21. Fischer, R. A., D. Ress, K. D. Sayre, Z. M. Lu, A. G. Condon and A. Larque-aavedra. 1998. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance, photosynthetic rate and cooler canopies. Crop Sci. 38: 1467-1475.
22. Foulkses, M. J., J. W. Snape, V. J. Shearman, M. P. Raynolds, O. Gaju and R. Sylvester-bradley. 2007. Genetic progress in yield potential in wheat: recent advances and future prospects. J. Agric. Sci. 145: 17-29.
23. Giford, R. M., J. H. Thorne, W. D. Hitz and R. T. Giaquinta. 1984. Crop productivity and photosynthate partitioning. Science 225: 801-808.
24. Hobbs, S. L. A. and J. D. Mahon. 1982.Variation, heritability and relation to yield of physiological characters in peas. Crop Sci. 32: 773-779.
25. Karimi, M. M. and K. H. M. Siddique. 1991. Crop growth and relative growth rates in old and modern wheat cultivars. Aus. J. Agric. Res. 42: 13-20.
26. Kruk B. C., B. F. Calderini and G. A. Slafer. 1997. Grain weight in wheat cultivars released from 1920 to 1990 as affected by post-anthesis defoliation. J. Agric. Sci. 128: 273-281.
27. McVetty, P. B. E., R. B. Austin and C. L. Morgan. 1989. A comparison of the growth, photosynthesis, stomatal conductance and water use efficiency of *Mor canadia* and *Brassica* species. Ann. Bot. 64: 87-94.
28. Miri, H. R. 2007. Morphophysiological basis of variation in rapeseed yield. J. Agric. Sci. Biol. 9: 701-706
29. Morrison, J. M., H. D. Voldeng and E. R. Cober. 1999. Physiological changes from 58 years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada. Agron. J. 91: 685-689.
30. Reynolds, M. P., P. R. Hobbs and H. J. Broun. 2007. Challenges to international wheat improvement. J. Agric. Sci. 145: 223-227.
31. Reynolds, M. P., S. Rajaram and K. D. Sayre. 1999. Physiological and genetic changes of irrigated wheat in the post green revolution period. Crop Sci. 39: 1611-1621.
32. Riggs, T. J., P. R. Hanson, N. D. Strat, D. M. Miles, C. L. Morgan and M. A. Ford. 1981. Comparison of spring barley varieties grown in England and Wales between 1880 and 1980. J. Agric. Sci. 97: 599-610.
33. Royo, C., F. Alvaro, V. Martos, A. Ramdani, J. Isidro, D. Villegas and L. F. García del Moral. 2006. Genetic changes in durum wheat yield components and associated traits in Italian and Spanish varieties during the 20th

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]

century. Euphytica 155: 259-270.
34. Sayre, K. D., S. Rajram and R. A. Fischer. 1997. Yield potential progress in short bread wheats in northwest Mexico. Crop Sci. 37: 36-42.
35. Shearman, V. J., R. Sylvester-Bradley, R. K. Scott and M. J. Foulkes. 2005. Physiological Processes Associated with Wheat Yield Progress in the UK. Crop Sci. 45: 175-185.
36. Singh, R. P., J. Huerta-Spino, S. Rajaram and J. Crossa. 1998. Agronomic effects from chromosome translocations 7DL.7AG and 1BL.1RS in spring wheat. Crop Sci. 38: 27-33.
37. Sinha, S. K., P. K. Aggarwal, S. S. Chaturverdi, K. R. Koundal and R. Khanna-chopra. 1981. A comparison of physiological and yield characters in old and new wheat varieties. J. Agric. Sci. 97: 233-236.
38. Slafer, G. A., F. H. Andrate and E. H. Satorre. 1994. Genetic improvement affects on pre-anthesis attributes related to grain yield. Field Crop Res. 23: 255-263.
39. Takeda, T., M. Oka and W. Agata. 1984. Characteristics of dry matter and grain production of rice cultivars in warmer parts of the Japan. II. Comparison of the grain production between old and new rice cultivars. Jap. J. Crop Sci. 53: 12-21.
40. Victor, D. M., R. P. Ariyanayagam and R. B. Musgrave. 1977. Photosynthetic selection of the *Zea mays* L. I. Plant age and leaf position effects and a relationship between leaf and canopy rates. Crop Sci. 17: 567-573.
41. Waddington, S. R., J. K. Ranson, M. Osmanza and D. A. Saunders. 1986. Improvement in the yield potential of bread wheat adapted to northwest Mexico. Crop Sci. 26: 698-703.
42. Wells, R., L. L. Schulze, D. A. Ashley H. R. Boerma and R. H. Brown. 1982. Cultivar differences in canopy apparent photosynthesis and their relationship to yield in soybeans. Crop Sci. 22: 886-890.
43. Wiebold, W. J., R. Shibles and D. E. Green. 1981. Selection for apparent photosynthesis and related leaf traits in early generation of soybeans. Crop Sci. 21: 969-973.
44. Zelitch, I. 1982. The close relationship between net photosynthesis and crop yield. Bioscience 32: 796-802.
45. Zhou, Y. , Z. H. He, X. M. Chen, D. S. Wang, J. Yan, X. C. Xia and Y. Zhang. 2007b. Genetic Improvement of Wheat Yield Potential in North China. Development in Plant Breeding. Springer Pub., Netherlands.
46. Zhou, Y., H. Z. Zhu, S. B. Cai, Z. H. He, X. K. Zhang, X. C. Xia and G. S. Zhang. 2007a. Genetic improvement of grain yield and associated traits in the southern China winter wheat region. Euphytica 157: 465-473.
47. Zhou, Y. , Z. H. He, X. X. Sui, X. C. Xia, X. K. zhang and G. S. Zhang. 2007c. Genetic improvement of grain yield and associated traits in the northern china winter wheat region from 1960 to 2000. Crop Sci. 47: 245-253.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.36.0]