Archive of SID

به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۸ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۵
صفحه‌های ۲۰۱-۱۸۳

ارزیابی اثر خصوصیات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیک ساقه بر خوابیدگی بوته در ۱۲ ژنوتیپ برنج

فرناز فرجی[۱]، مسعود اصفهانی[۲*]، محمدرضا علیزاده[۳] و علی اعلمی[۴]

۱. دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت - ایران
۲. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت – ایران
۳. دانشیار بخش فنی و مهندسی، موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت- ایران
۴. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت- ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۴/۱۲

چکیده

به منظور ارزیابی صفات مورفولوژیک مرتبط با خوابیدگی بوته و محتوای کربوهیدرات‌های ساقه در ارقام بومی و اصلاح شده برنج، آزمایشی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) طی سال‌های زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ اجرا شد. ژنوتیپ‌های برنج شامل سه رقم بومی (‘هاشمی’، ‘علی‌کاظمی’ و ‘سنگ جو’)، شش رقم اصلاح شده (‘خزر’، ‘سپیدرود’، ‘کادوس’، ‘گوهر’، ‘درفک’ و ‘دیلم’) و سه لاین امیدبخش (۸۳۱، ۸۴۱ و ۴۱۶) بودند. نتایج نشان داد که بیشترین مقاومت به شکستگی میانگره‌های سوم و چهارم مربوط به رقم اصلاح شده ‘خزر’ بود. به‌علاوه همبستگی مثبت و معنی‌داری بین متوسط قطر میانگره، نسبت وزن به طول میانگره‌ها و محتوای کربوهیدرات‌های غیرمحلول ساقه با مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم وجود داشت. همچنین، بین تعداد سلول‌های پارانشیمی با محتوای کربوهیدرات‌های غیرمحلول در دو مرحله گرده‌افشانی و رسیدگی همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. از سوی دیگر، بین کارایی انتقال مجدد کربوهیدرات‌ها با مقاومت به شکستگی میانگره همبستگی منفی و معنی‌داری وجود داشت. نتایج تجزیه به عامل‌ها، صفات را در دو گروه مجزا قرار داد. عامل اول به عنوان عامل مقاومت به خوابیدگی نامگذاری و ۷۱/۰۱ درصد از کل واریانس داده‌ها را شامل شد. عامل دوم با دارا بودن ۱۹/۷۴ درصد از کل واریانس داده‌ها به عنوان عامل مورفولوژیک حساسیت به خوابیدگی نامگذاری شد. براساس نتایج تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد که قطر متوسط میانگره، ضخامت میانگره و نسبت وزن به طول میانگره‌های سوم و چهارم و همچنین خصوصیات شیمیایی ساقه نقش اصلی در مقاومت به خوابیدگی بوته برنج ایفا می‌کنند.

کلیدواژه‌ها: انتقال مجدد، برنج، خوابیدگی بوته، شاخص قدرت مخزن، محتوای کربوهیدرات‌ها

* نویسنده مسئول
Email: esfahani@guilan.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

خوابیدگی برنه (ورس) یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده عملکرد دانه در غلات از جمله برنج (*Oryza sativa* L.) می‌باشد. در تراکم‌های بالای گیاهی، خوابیدگی برنه باعث از بین رفتن ساختمان طبیعی سایه‌انداز گیاهی و کاهش میزان فتوسنتز و ماده خشک آن می‌شود [۷]. خوابیدگی برنه باعث ایجاد محدودیت در مصرف بهینه کود نیتروژن و کاهش محصول ناشی از آن از یک سو و عدم امکان توسعه برداشت ماشینی محصول و افزایش هزینه‌های برداشت از سوی دیگر می‌شود [۲۴]. سایه-اندازی برگ‌ها و خسارت دستجات آوندی در اثر شکستن ساقه، فتوسنتز و جذب و تحلیل نوری را کاهش داده و موجب پر شدن ضعیف دانه و کاهش عملکرد می‌شود. همچنین خوابیدگی برنه از انتقال آب، مواد غذایی و مواد فتوسنتزی از طریق آوندهای چوب و آبکش ممانعت به عمل می‌آورد که به کاهش مواد فتوسنتزی برای پر شدن دانه منجر می‌شود [۱۱ و ۱۳]. با توجه به خصوصیات مورفولوژیک بیشتر غلات که خوشه و دانه‌ها در قسمت انتهایی ساقه تشکیل می‌شوند، تناسب بین استحکام بخش پایینی برنه و وزن قسمت‌های بالایی آن، تعیین‌کننده میزان مقاومت گیاه نسبت به خوابیدگی است [۱۲].

مقاومت به خوابیدگی برنه در برنج تحت تأثیر ویژگی‌های مورفولوژیک و بیوشیمیایی قرار دارد. در بین صفات مورفولوژیک، قطر و وزن ساقه به طور مستقیم با مقاومت به خوابیدگی و استحکام ساقه در ارتباط هستند [۲۹]. از سوی دیگر، مقاومت ساقه در ارتباط با اجزای تشکیل‌دهنده شیمیایی و بیوشیمیایی آن نیز می‌باشد. به‌طورکلی، محتوای لیگنین یا سلولز ساقه مقاومت فیزیکی آن را تعیین می‌کنند و پایین بودن محتوای لیگنین یا سلولز باعث شکنندگی بیشتر ساقه می‌شوند [۲۱]، به‌علاوه محتوای کربوهیدرات‌های ساقه برنج و محتوای بالاتر سیلیسیوم و پتاسیم آن با مقاومت فیزیکی برنه به خوابیدگی در ارتباط هستند و تجمع بیشتر نشاسته، سلولز، لیگنین، سیلیسیوم و پتاسیم، استحکام و مقاومت ساقه در برابر خوابیدگی را افزایش می‌دهند [۲۵ و ۲۶]. نشاسته و قندهای محلول در ساقه باعث افزایش قدرت فیزیکی ساقه و سبب ترمیم ساقه‌های خمیده شده توسط باد می‌شوند [۹]. انتقال ماده خشک در طول پر شدن دانه ارقام حساس به خوابیدگی به مقدار قابل توجهی بیشتر از ارقام مقاوم به خوابیدگی است که نشان‌دهنده اهمیت میزان ماده خشک در مقاومت ساقه می‌باشد [۲۸]. افزایش پلی‌ساکاریدها نیز می‌تواند سنتز و تجمع سلولز و همی‌سلولز را افزایش دهد که باعث افزایش ضخامت و انعطاف‌پذیری ساقه می‌شود [۲۸]. کربوهیدرات‌های غیرساختمانی از طریق افزایش فشار تورژسانس ساقه و کربوهیدرات‌های غیرساختمانی موجود در غلاف‌های برگ از طریق تأخیر در فرآیند پیری، استحکام ساقه را افزایش می‌دهند [۱۳]. امکان اصلاح مقاومت به خوابیدگی برنه‌های در برنج از طریق اصلاح ژنتیکی برای افزایش تجمع نشاسته در بخش بالایی ساقه وجود دارد [۹].

باتوجه به اهمیت موضوع و خسارتی که هر ساله بر اثر پدیده خوابیدگی برنه ناشی از باران‌های انتهای فصل زراعی به کشاورزان تحمیل می‌شود، هدف از انجام پژوهش حاضر، ارزیابی رابطه بین خوابیدگی برنه با خصوصیات مورفولوژیک و تغییرات محتوای کربوهیدرات‌ها در ساقه برنج و تعیین عوامل مؤثر در استحکام و مقاومت ساقه به خوابیدگی در گیاه برنج می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا شد. عرض جغرافیایی محل آزمایش ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۴۱ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. خصوصیات ژنوتیپ‌های برنج مورد استفاده در آزمایش [۱]

ژنوتیپ‌های برنج	نوع ژنوتیپ	میزان حساسیت به خوابیدگی	ارتفاع بوته (cm)	طول دوره رسیدگی	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	عملکرد دانه (kg/ha)	شجره
سنگ‌جو	بومی	حساس	۱۴۰-۱۳۵	زودرس	۹۵-۹۰	۴۱۰۰	-
علی‌کاظمی	بومی	حساس	۱۲۵-۱۲۰	زودرس	۹۵-۹۰	۴۲۰۰	-
هاشمی	بومی	حساس	۱۲۵-۱۲۰	زودرس	۱۰۰-۹۵	۳۹۰۰	-
خزر	اصلاح شده	مقاوم	۱۲۰-۱۱۵	میان‌رس	۱۰۵-۱۰۰	۴۲۰۰	تی‌ان‌ای‌بو ۷۴۵۶/آی‌آر ۵۲-۱-۶۲۵-۲۰۷۱
درفک	اصلاح شده	نیمه حساس	۱۱۰-۱۰۵	دیررس	۱۰۰-۹۵	۵۵۰۰	سالاری/سپیدرود
دیلم	اصلاح شده	نیمه حساس	۱۰۵-۱۰۰	میان‌رس	۱۱۰-۱۰۵	۵۲۰۰	آی‌آر ۴۲۶۸۶ آر/آی‌آر ۱۵۰۲۵ آ
سپیدرود	اصلاح شده	نیمه مقاوم	۹۵-۹۰	میان‌رس	۱۰۵-۱۰۰	۵۶۰۰	صدری / آی‌آر ۲۸/ آی‌آر ۸
کادوس	اصلاح شده	مقاوم	۱۰۰-۹۵	میان‌رس	۱۱۰-۱۰۵	۵۵۰۰	آی‌آر ۳-۲-۱۵۳-۶۴۶۶۹
گوهر	اصلاح شده	مقاوم	۱۱۵-۱۱۰	میان‌رس	۱۰۵-۱۰۰	۵۳۰۰	پی‌یو۱‌س‌ای ۶-۸۱-۱۲۳۸/پی‌یو۱‌س‌ای ۱-۱۲۳۸
۴۱۶	لاین	نیمه حساس	۱۰۰-۹۵	دیررس	۱۰۰-۹۵	۵۴۰۰	نعمت /نقره/ سنگ جو/ نعمت
۸۳۱	لاین وارداتی	نیمه مقاوم	۱۰۵-۱۰۰	دیررس	۱۰۰-۹۵	۴۴۰۰	آی‌آر ۲-۱-۲-۱۸۰-۶۷۰۱۷
۸۴۱	لاین وارداتی	نیمه مقاوم	۱۱۰-۱۰۵	دیررس	۱۱۰-۱۰۵	۵۵۰۰	آی‌آر ۳-۳-۲-۶۷۴۲۳

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایش در مساحت ۹۶۰ مترمربع در کرت‌هایی به ابعاد ۵×۴ متر پیاده شد. در چهاردهم خرداد ماه گیاهچه‌های سالم و یکنواخت برنج در مرحله سه تا چهاربرگی از خزانه انتخاب و به زمین اصلی منتقل و به فاصله ۲۰×۲۰ سانتی‌متر به صورت تک نشاء کشت شدند. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با ۱۲ ژنوتیپ برنج ('هاشمی'، 'علی‌کاظمی'، 'سنگ جو'، 'خزر'، 'سپیدرود'، 'کادوس'، 'گوهر'، 'درفک' و 'دیلم' و لاین‌های امیدبخش ۸۴۱، ۸۳۱ و ۴۱۶) که از نظر خصوصیات فیزیولوژیک، مورفولوژیک، فنولوژیک و ژنتیک دارای تنوع کافی بودند، انجام شد (جدول ۱).

جدول ۲. اطلاعات هواشناسی مربوط به محل اجرای آزمایش در شش ماه اول سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

ماه	درجه حرارت (°C)		رطوبت نسبی (٪)	میزان بارندگی (mm)	ساعات آفتابی
	حداقل	حداکثر			
فروردین	۱۰/۱	۲۲/۲	۷۶/۵	۷/۶	۵/۵
اردیبهشت	۱۲/۰	۲۲/۱	۷۸/۸	۰/۹	۶/۲
خرداد	۱۷/۲	۲۱/۰	۷۵/۲	۵۹/۱	۹/۰
تیر	۱۹/۷	۲۰/۱	۸۲/۲	۱۲۷/۷	۵/۲
مرداد	۲۱/۱	۲۵/۲	۷۰/۰	۲۵/۸	۸/۷
شهریور	۲۰/۵	۲۲/۲	۸۵/۹	۲۲/۱	۴/۱
فروردین	۹/۸	۱۹/۰	۷۹/۶	۱/۲	۲/۵
اردیبهشت	۱۲/۰	۲۲/۶	۷۲/۷	۱/۶	۷/۶
خرداد	۱۸/۱	۲۸/۲	۷۰/۲	۰/۲	۸/۷
تیر	۲۰/۲	۲۰/۲	۷۱/۹	۰/۱	۸/۸
مرداد	۲۰/۲	۲۸/۲	۸۲/۲	۲/۵	۲/۷
شهریور	۲۰/۲	۲۸/۸	۸۲/۲	۲/۱	۴/۲

۳۰ روز پس از مرحله گرده‌افشانی پنج کپه از هر کرت ریشه‌بر شده و از هر کپه چهار عدد از بزرگترین پنجه‌ها همراه با ساقه اصلی انتخاب شدند [۱۰]. با توجه به اینکه خوابیدگی برته برنج معمولاً در میانگره‌های پایین برته اتفاق می‌افتد [۸]، میانگره‌های سوم و چهارم (از بالا به پایین) از پنجه‌ها جدا و قطر بزرگ و کوچک آن‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال[1] اندازه‌گیری شدند. باتوجه به دو قطری بودن ساقه برنج، قطر متوسط هر میانگره محاسبه شد [۵]:

$$Sd = \frac{D+d}{2} \qquad (1)$$

در این رابطه، Sd قطر متوسط میانگره (برحسب

1. Mitutoya, Japan

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌متر)، D و d به ترتیب قطر بزرگ و قطر کوچک (برحسب میلی‌متر) می‌باشند.

گشتاور خمشی[1] در میانگره‌های سوم و چهارم با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند [۱۰]:

رابطه (۲) $BM_3 = L_3(W_p + W_1 + W_2 + W_3)$

رابطه (۳) $BM_4 = L_4(W_P + W_1 + W_2 + W_3 + W_4)$

در این رابطه‌ها، Bm_3، Bm_4 به ترتیب گشتاور خمشی میانگره سوم و میانگره چهارم (برحسب گرم در سانتی‌متر)، L_3 طول میانگره سوم از پایین تا نوک خوشه، L_4 طول میانگره چهارم از پایین تا نوک خوشه (برحسب سانتی‌متر)، W_p، W_1 و W_2 به ترتیب وزن تر خوشه، وزن تر میانگره اول و دوم همراه با برگ و غلاف و W_3 و W_4 به ترتیب وزن تر میانگره سوم و چهارم (برحسب گرم) می‌باشند.

مقاومت به شکستگی[2] در نقطه میانی میانگره‌های سوم و چهارم همراه با غلاف برگ با استفاده از نیروسنج دیجیتالی[3] اندازه‌گیری شد [۱۹] و سپس شاخص خوابیدگی[4] با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد [۳]:

رابطه (۴) $LIN = \frac{Bm}{Br} \times 100$

نسبت وزن تر به طول میانگره‌ها و وزن خشک به طول میانگره‌ها پس از خشک کردن نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد، محاسبه شدند [۱۰].

جهت شمارش تعداد سلول‌های پارانشیمی میانگره چهارم، ۲۰ روز پس از ظاهر شدن خوشه‌ها، پنج بوته از هر کرت انتخاب و میانگره‌های چهارم آنها پس از رنگ‌آمیزی، تعداد سلول‌های پارانشیمی موجود در یک سانتی‌مترمربع از سطح برش داده شده با استفاده از میکروسکوپ با بزرگنمایی ۱۰۰ ایکس شمارش شدند [۱۶]. در مرحله رسیدگی در هر کرت بوته‌های پنج کپه مشابه که همزمان وارد خوشه‌دهی شده بودند، انتخاب و با استفاده از روبان رنگی علامت‌گذاری شدند، سپس تعداد انشعابات اولیه و ثانویه خوشه شمارش شد [۱۶]. در مرحله رسیدگی، تعداد پنج خوشه به‌طور تصادفی از فضای عملکرد هر کرت برداشت و وزن خوشه و تعداد دانه‌های پر و پوک در خوشه ثبت و فراوانی تعداد دانه پر در طول خوشه از طریق نسبت تعداد دانه‌های پر به طول خوشه محاسبه شد. صفت شاخص قدرت مخزن[5] نیز از حاصل‌ضرب طول مخصوص ساقه (نسبت طول ساقه به وزن ساقه) در وزن خشک خوشه به‌دست آمد [۲۳].

به منظور اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های اندام هوایی در هر کرت بوته‌های پنج کپه مشابه که همزمان وارد خوشه‌دهی شدند، انتخاب و علامت‌گذاری شدند. نمونه‌برداری در دو مرحله گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک انجام و در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشکانده شده و سپس محتوای نشاسته و قندهای محلول آن‌ها اندازه‌گیری شد [۲ و ۱۹]:

رابطه (۵) $REM = CCa - CCm$

در این رابطه، REM مقدار انتقال مجدد کربوهیدرات‌ها از ساقه به دانه (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک ساقه)، CCa محتوای کربوهیدرات‌های محلول در ساقه در مرحله گرده‌افشانی و CCm محتوای کربوهیدرات‌های محلول در ساقه در مرحله رسیدگی (بدون دانه) می‌باشند.

رابطه (۶) $E.REM = CCa/REM \times 100$

در این رابطه، E.REM کارایی انتقال مجدد کربوهیدرات‌ها از ساقه به دانه (درصد)، CCa حداکثر محتوای کربوهیدرات‌های محلول در ساقه در مرحله گرده‌افشانی و REM مقدار انتقال مجدد کربوهیدرات‌ها از ساقه به دانه می‌باشند.

1 Bending moment
2 Breaking resistance
3 Lutron FG-500 A, Taiwan
4 Lodging index
5 Sink Strength Index

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه داده‌ها شامل آزمون نرمال بودن، آزمون F_{max}، تجزیه مرکب، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال یک و پنج درصد و تعیین ضرایب همبستگی بین صفات با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹) [۱۸] و برای تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی و چرخش وریماکس و تجزیه رگرسیون گام به گام از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۱۶) استفاده شد [۲۰].

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین ژنوتیپ‌های برنج تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین دوساله ژنوتیپ‌ها نشان داد که بیشترین افزایش عملکرد دانه نسبت به عملکرد دانه مورد انتظار در رقم اصلاح شده 'کادوس' و 'لاین ۸۳۱' (به ترتیب ۴۳۸ و ۴۱۴ کیلوگرم در هکتار) بوده است (جدول ۲). به‌طورکلی، ارقام برنج اصلاح شده کارایی بالایی در تخصیص مواد پرورده به دانه‌ها داشته و باعث سنگین‌تر شدن دانه‌ها و افزایش عملکرد دانه آن‌ها می‌شود. این موضوع را می‌توان با بالاتر بودن شاخص قدرت مخزن این ارقام مرتبط دانست. ارقام بومی کارایی پایین‌تری در تخصیص مواد پرورده به دانه‌ها دارند که با پایین‌تر بودن وزن دانه‌ها در این ارقام همراه بوده و کمتر بودن شاخص قدرت مخزن در ارقام بومی این موضوع را تأیید می‌کند. در آزمایش مشابه‌ای بر روی پنج ژنوتیپ برنج گزارش شد که بالاتر بودن عملکرد دو رقم برنج 'اس‌ال۸'[1] و 'بیگانت'[2] به دلیل بالاتر بودن کارایی آن‌ها در تخصیص ماده خشک به دانه‌ها بود که براساس شاخص قدرت مخزن آنها مشخص شد [۲۳].

در تحقیق حاضر، در میانگره سوم و چهارم کم‌ترین مقاومت به شکستگی در ارقام محلی 'سنگ جو'، 'هاشمی' و 'علی‌کاظمی' و بیشترین مقادیر در دو رقم اصلاح شده 'کادوس' و 'خزر' مشاهده شد (جدول ۴). مقاومت به خوابیدگی برته به مقاومت ساقه در برابر نیروی خارجی برای شکستن بافت گیاهی لازم است [۱۵] بستگی دارد. همبستگی بالا و مثبت مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم با ضخامت، نسبت وزن به طول میانگره‌ها و همچنین قطر میانگره‌ها نشان می‌دهد که این ویژگی‌ها باعث افزایش مقاومت به شکستگی میانگره‌ها و کاهش خوابیدگی برته می‌شود. در آزمایش دیگری با ارزیابی ۱۶ برنج هیبرید طی دوسال، پنج هیبرید به عنوان ارقام مقاوم به خوابیدگی برته شناخته شدند که این مقاومت به خوابیدگی به بیشتر بودن مقاومت به شکستگی میانگره‌های پایه آن‌ها نسبت داده شد [۱۰]. بنابراین می‌توان سه رقم اصلاح شده 'کادوس'، 'خزر' و 'گوهر' را مقاوم به شکستگی، سه رقم بومی را حساس و سایر ارقام را ما بین این دو گروه تقسیم‌بندی کرد. ضخامت میانگره سوم و چهارم، نسبت وزن به طول میانگره و همچنین قطر متوسط را که در سه رقم 'کادوس'، 'خزر' و 'گوهر' از سایر ارقام به‌ویژه سه رقم بومی مقادیر بیش‌تری را داشتند، می‌توان از دلایل این تفاوت محسوب کرد. بیشترین مقدار نسبت وزن تر به طول میانگره سوم و چهارم در رقم 'خزر' مشاهده شد که بیشترین مقدار مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم را نیز دارا بود و بعد از آن ارقام 'کادوس' و 'گوهر' قرار داشتند. به همین ترتیب، رقم 'سنگ‌جو' با داشتن کم‌ترین میزان نسبت وزن تر به طول میانگره، مقاومت به شکستگی کم‌تری نسبت به سایر ارقام داشت. آزمایشی روی نه ژنوتیپ برنج شامل سه گروه پابلند، پامتوسط و پا کوتاه نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن میانگره‌های پایه و مقاومت به خوابیدگی برته وجود داشت. افزایش وزن میانگره‌های پایه در افزایش استحکام و مقاومت ساقه مؤثر است [۱۲]. برای بررسی رفتار صفات و گروه‌بندی آن‌ها در ارتباط با صفت خوابیدگی در ارقام بومی و اصلاح شده برنج مورد مطالعه از روش تجزیه به عامل‌ها استفاده شد (جدول ۵).

1. SL8
2. Bigante

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. تجزیه مرکب صفات مورفولوژیک و صفات مرتبط با خوابیدگی بوته در ارقام بومی و اصلاح شده برنج در دو سال زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		ارتفاع بوته	طول خوشه	طول میانگره سوم	طول میانگره چهارم	قطر متوسط میانگره سوم	ضخامت میانگره سوم	قطر متوسط میانگره چهارم	ضخامت میانگره چهارم	نسبت وزن خشک به طول میانگره سوم	نسبت وزن تر به طول میانگره سوم	تعداد سلول‌های پارانشیمی میانگره
سال	۱	۱۱/۲۶^{ns}	۰/۳۸^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۵۳^{ns}	۱/۳۲^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۵۲^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۱۱/۴۰^{ns}	۱۵/۵۵^{ns}	۷۲۱۶/۰۱^{ns}
تکرار (سال)	۴	۲/۷۷	۰/۰۷	۰/۳۷	۰/۹۰	۰/۲۹	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۲۸	۲۳۵/۴۸	۶۱۸۳/۳۰
ژنوتیپ	۱۱	۵۶۶/۵۶**	۷/۶۸**	۶۸/۳۳**	۵/۹۲**	۲/۳۸**	۱/۹۴**	۱/۹۵**	۱/۹۴**	۱۷۰/۳۳**	۸۸۴۴/۶۱**	۱۸۶۸۶۸/۳۵**
ژنوتیپ × سال	۱۱	۳/۹۴^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۴۹^{ns}	۰/۳۸^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۰۴	۰/۱۹^{ns}	۵/۶۳**	۴۹۳/۰۴^{ns}	۲۰۲۵/۲۴^{ns}
اشتباه آزمایشی	۴۴	۷/۸۰	۱/۴۹	۱/۱۹	۰/۸۲	۰/۲۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۵	۱/۲۵	۵۲۶/۲۹	۱۷۸۷/۱۲
ضریب تغییرات (٪)		۲/۴۱	۴/۲۴	۸/۶۲	۷/۲۷	۱۰/۶۲	۶/۷۱	۶/۳۹	۶/۸۹	۲/۹۸	۱۲/۲۱	۳/۲۶

ns، *و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ادامه جدول ۳. تجزیه مرکب صفات مورفولوژیک و صفات مرتبط با خوابیدگی بوته در ارقام بومی و اصلاح شده برنج در دو سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		نسبت وزن خشک به طول میانگره چهارم	نسبت وزن تر به طول میانگره سوم	مقاومت به شکستگی میانگره سوم	مقاومت به شکستگی میانگره چهارم	گشتاور خمشی میانگره سوم	گشتاور خمشی میانگره چهارم	شاخص خوابیدگی میانگره سوم	شاخص خوابیدگی میانگره چهارم	انشعابات اولیه خوشه	انشعابات ثانویه خوشه
سال	۱	۲۸/۶۶^{ns}	۲۳۴/۳۶^{ns}	۱/۹۵^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۵۰۰۴/۶۳^{ns}	۸۶۰/۲۹^{ns}	۸۶۰/۲۹^{ns}	۱۲/۹۲^{ns}	۰/۵۲^{ns}	۹/۱۹^{ns}
تکرار (سال)	۴	۱/۵۸	۲۰۱۰/۰۴	۱/۱۴	۰/۶۲	۶۶۸۶/۲۸	۳۴۵۸۰/۶۸	۳۴۵۸۰/۶۸	۴/۶۲	۴/۲۷	۶/۵۲
ژنوتیپ	۱۱	۸۱/۷۶**	۲۱۳۹۵/۸۵**	۱۹/۸۵**	۳۰/۸۵**	۱۹۵۱۶۵/۶۱**	۴۴۱۹۹۵/۹۵**	۸۱/۷۶**	۳۴/۲۴**	۹/۱۶**	۳۹۷/۸۸**
ژنوتیپ × سال	۱۱	۵/۴۸**	۲۵۵/۸۶^{ns}	۰/۵۷^{ns}	۱/۳۱^{ns}	۱۰۱۸۱/۸۲^{ns}	۶۰۵۴/۲۵^{ns}	۵/۴۸**	۲/۶۲^{ns}	۰/۴۸^{ns}	۴/۳۷^{ns}
اشتباه آزمایشی	۴۴	۰/۸۱	۱۱۷۲/۴۰	۰/۶۱	۰/۶۴	۱۲۸۲۰/۴۲	۲۲۳۹۱/۹۹	۰/۸۱	۳/۶۲	۱/۰۴	۶/۶۱
ضریب تغییرات (٪)		۲/۱۵	۱۲/۹۹	۷/۹۳	۶/۲۹	۹/۱۰	۹/۳۸	۲/۱۵	۶/۲۴	۱۰/۰۷	۸/۴۶

ns، *و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

فرناز فرجی و همکاران

ادامه جدول ۳. تجزیه مرکب صفات مورفولوژیک و صفات مرتبط با خوابیدگی بوته در ارقام بومی و اصلاح شده برنج در دو سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		عملکرد دانه	شاخص برداشت	شاخص قدرت مخزن	ظرفیت انتقال مجدد کربوهیدرات ساقه	کارایی انتقال مجدد کربوهیدرات ساقه	کربوهیدرات‌های غیرمحلول ساقه در مرحله گرده‌افشانی	کربوهیدرات‌های غیرمحلول ساقه در مرحله رسیدگی	کربوهیدرات‌های محلول ساقه در مرحله گرده‌افشانی	کربوهیدرات‌های محلول ساقه در مرحله رسیدگی
سال	۱	۸۳۵۴۷/۱۱^{ns}	۱۹/۷۴^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۲/۱۸^{ns}	۱/۳۷^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۳/۷۶^{ns}	۳/۵۲^{ns}
تکرار (سال)	۴	۵۹۷۲۳۸/۲۱	۷/۹۸	۲/۳۳	۰/۰۵	۱/۷۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۱۴/۸۵	۱۳/۱۱
ژنوتیپ	۱۱	۱۰۸۲۵۴۹/۶۶**	۲۲/۸۵**	۶۷۸/۸۹**	۵/۱۲**	۱۳/۹۵**	۲/۷۰**	۱/۸۱**	۲۳۷/۸۹**	۱۶۸/۷۷**
ژنوتیپ×سال	۱۱	۱۹۷۴۵۱/۱۱^{ns}	۱۲/۹۷^{ns}	۰/۲۷	۰/۷۷^{ns}	۰/۵۴^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۷/۲۱^{ns}	۴/۳۴^{ns}
اشتباه آزمایشی	۴۴	۲۵۰۷۳۶/۸۳	۶/۱۸	۱/۴۱	۰/۶۰	۰/۵۴	۰/۰۷	۰/۰۶	۶/۹۸	۴/۱۰
ضریب تغییرات (٪)		۹/۷۶	۵/۰۰	۱/۲۰	۶/۵۴	۳/۰۸	۸/۶۷	۱۱/۱۶	۵/۲۹	۴/۱۵

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و صفات مرتبط با خوابیدگی بوته در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

ارقام برنج	عملکرد دانه (kg/ha)	ارتفاع بوته (cm)	طول خوشه (cm)	طول میانگره سوم (cm)	طول میانگره چهارم (cm)	قطر متوسط میانگره سوم (mm)	قطر متوسط میانگره چهارم (mm)	ضخامت میانگره سوم (mm)	ضخامت میانگره چهارم (mm)	وزن خشک به طول میانگره سوم (mg/cm)	وزن خشک به طول میانگره چهارم (mg/cm)	وزن تر به طول میانگره سوم (mg/cm)	وزن تر به طول میانگره چهارم (mg/cm)
هاشمی	۴۱۴۲^{cd}	۱۳۶/۸ ^{a}	۳۰/۶^{ab}	۲۰/۸ ^{ab}	۸/۵ ^{bc}	۶/۰۳ ^{bc}	۶/۶۰ ^{d}	۱/۸۵ ^{g}	۲/۲۴ ^{e}	۲۹/۵ ^{e}	۳۸/۰ ^{d}	۱۲۱/۲ ^{b}	۱۷۴/۷ ^{ef}
سنگ جو	۴۲۲۸^{cd}	۱۳۳/۰ ^{a}	۲۷/۲^{b}	۲۳/۳ ^{a}	۱۰/۱ ^{a}	۵/۲۲ ^{c}	۶/۲۸ ^{d}	۱/۶۶ ^{g}	۲/۱۷ ^{e}	۲۸/۰ ^{e}	۳۵/۹ ^{de}	۷۷/۴ ^{b}	۹۶/۹ ^{f}
علی کاظمی	۴۱۰۷^{cd}	۱۳۹/۷ ^{a}	۳۲/۶ ^{a}	۲۲/۶ ^{a}	۱۰/۸ ^{a}	۶/۴۷ ^{bc}	۷/۳۲ ^{cd}	۲/۱۰ ^{fg}	۲/۶۲ ^{e}	۲۹/۴ ^{e}	۳۸/۹ ^{d}	۱۲۲/۱ ^{b}	۲۰۱/۴ ^{de}
کادوس	۵۹۳۸^{a}	۱۱۰/۷ ^{cde}	۲۹/۳^{ab}	۱۱/۰ ^{de}	۸/۶ ^{bc}	۷/۸۱ ^{a}	۸/۳۹ ^{abc}	۴/۱۳ ^{a}	۴/۴۹ ^{a}	۴۷/۷ ^{a}	۴۶/۳۳ ^{ab}	۲۲۵/۱ ^{a}	۳۱۰/۱ ^{bc}
سپیدرود	۵۷۲۰^{a}	۱۰۷/۷ ^{de}	۲۸/۴^{b}	۱۲/۹ ^{d}	۷/۶^{bc}	۶/۹۸ ^{ab}	۷/۷۲^{bc}	۲/۷۹ ^{de}	۳/۳۸ ^{cd}	۳۴/۱ ^{d}	۳۶/۳۳ ^{d}	۱۹۶/۹ ^{a}	۲۷۶/۶ ^{cd}
دیلم	۵۴۱۸^{ab}	۱۰۰/۴ ^{ef}	۲۷/۲^{b}	۹/۷^{e}	۵/۹ ^{e}	۷/۴۴ ^{a}	۷/۵۰ ^{e}	۳/۰۷ ^{cd}	۳/۳۱ ^{cd}	۳۰/۱ ^{c}	۳۱/۹ ^{c}	۲۱۲/۵ ^{a}	۲۷۸/۲^{cd}
درفک	۵۷۲۰^{a}	۱۰۷/۷ ^{de}	۳۷/۶^{b}	۱۶/۳ ^{bc}	۹/۵ ^{ab}	۷/۲۶ ^{a}	۷/۹۶^{bc}	۲/۷۸ ^{de}	۳/۱۶ ^{cd}	۳۴/۹ ^{b}	۴۴/۹ ^{ab}	۱۹۲/۶ ^{a}	۲۶۵/۲ ^{cd}
خزر	۴۳۸۴^{cd}	۱۲۰/۱ ^{b}	۲۷/۸^{b}	۱۳/۸ ^{cd}	۸/۸ ^{bc}	۸/۲۶ ^{a}	۸/۹۳ ^{a}	۴/۱۰ ^{a}	۴/۶۰ ^{a}	۴۹/۶ ^{a}	۵۰/۱ ^{a}	۲۷۴/۰ ^{a}	۴۳۲/۶ ^{a}
گوهر	۵۵۰۶^{ab}	۱۱۷/۱ ^{bc}	۲۹/۸^{ab}	۱۴/۴ ^{c}	۹/۱ ^{ab}	۷/۹۵ ^{a}	۸/۶۳ ^{ab}	۳/۴۸ ^{abc}	۴/۰۷ ^{ab}	۳۸/۹ ^{c}	۴۴/۸ ^{bc}	۲۰۸/۶ ^{a}	۳۰۸/۳ ^{bc}
λ۴۱	۴۹۹۴^{bc}	۹۹/۵ ^{f}	۲۷/۵^{b}	۱۰/۶ ^{de}	۷/۸^{bc}	۷/۳۹ ^{a}	۷/۸۳^{bc}	۳/۵۴ ^{ab}	۳/۸۱ ^{ab}	۴۱/۳ ^{b}	۴۷/۱ ^{ab}	۲۱۱/۹ ^{a}	۲۵۸/۸ ^{cd}
λ۳۱	۴۸۱۴^{bc}	۱۱۳/۶ ^{bcd}	۲۸/۸^{b}	۱۳/۹ ^{cd}	۸/۶ ^{bc}	۸/۰۶ ^{a}	۸/۲۷ ^{abc}	۳/۰۲ ^{cd}	۳/۱۷ ^{cd}	۴۰/۹ ^{b}	۴۷/۵ ^{a}	۱۹۷/۵ ^{a}	۲۲۱/۴ ^{cde}
۴۱۶	۵۵۰۷^{ab}	۱۰۶/۸ ^{de}	۲۹/۳^{ab}	۱۰/۷ ^{de}	۶/۴ ^{c}	۷/۳۶ ^{a}	۸/۰۲^{bc}	۳/۳۸ ^{bc}	۳/۵۹ ^{bc}	۴۳/۹ ^{ab}	۴۴/۶ ^{bc}	۲۱۷/۳ ^{a}	۳۲۲/۱ ^{ab}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.

به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۵

۱۹۰

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و صفات مرتبط با خوابیدگی بوته در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

ارقام برنج	مقاومت به شکست میانگر، چهارم (N)	مقاومت به شکست میانگر، سوم (N)	گشنلور خمشی میانگر، سوم (g/cm)	گشنلور خمشی میانگر، چهارم (g/cm)	شاخص خوابیدگی میانگر، چهارم (%)	شاخص خوابیدگی میانگر، سوم (%)	شاخص قدرت مخزن (cm)	انشعابات ثانویه خوشه	انشعابات اولیه خوشه	تعداد سلولهای پارانشیمی میانگره چهارم
هاشمی	۹/۴۰ ef	۷/۴۲ de	۱۳۰۲ abc	۱۶۰۴ cd	۳۴/۸ a	۳۵/۰ ab	۸۹/۷ e	۱۶/۵ c	۹/۰ bc	۹۴۵ c
سنگ جو	۷/۸۴ f	۵/۹۹ e	۸۸۳ e	۱۰۷۲ e	۲۹/۵ ab	۳۱/۱ abc	۹۶/۶ de	۱۲/۸ c	۶/۸ c	۹۸۷ c
علی کاظمی	۱۰/۶۱ de	۷/۵۴ de	۱۳۹۵ abc	۱۸۳۰ bc	۳۴/۷ a	۳۶/۸ a	۷۹/۰ f	۱۵/۳ c	۸/۸ bc	۱۰۷۰ bc
کادوس	۱۷/۰۷ a	۱۴/۴۵ a	۱۴۶۱ ab	۱۸۴۷ bc	۲۴/۶ cd	۲۳/۴ d	۱۰۹/۵ ab	۳۳/۵ b	۱۱/۵ a	۱۳۰۲ ab
سپیدرود	۱۱/۵۵ cd	۸/۴۴ cd	۱۰۵۹ de	۱۳۳۹ de	۲۵/۸ cd	۲۷/۵ bcd	۱۰۰/۷ d	۳۴/۸ b	۱۰/۵ ab	۱۲۴۶ b
دیلم	۱۳/۹۸ b	۱۰/۳۶ bc	۱۰۳۸ de	۱۲۴۱ de	۲۱/۱ d	۲۲/۹ d	۱۰۷/۰ bc	۳۳/۰ b	۹/۸ ab	۱۴۰۳ ab
درفک	۱۳/۰۴ bc	۹/۸۴ bc	۱۱۴۰ cde	۱۴۸۴ cd	۲۵/۲ cd	۲۵/۷ cd	۱۱۱/۴ a	۳۴/۸ b	۱۱/۵ a	۱۲۲۵ b
خزر	۱۹/۶۸ a	۱۴/۲۹ a	۱۷۴۷ a	۲۳۹۴ a	۲۴/۳ cd	۲۶/۸ cd	۱۰۸/۶ ab	۳۶/۳ b	۱۱/۸ a	۱۴۸۵ ab
گوهر	۱۳/۷۱ bc	۱۱/۱۵ b	۱۵۸۸ ab	۲۱۱۵ a	۳۰/۳ bc	۲۹/۶ bcd	۱۰۹/۴ ab	۳۷/۸ ab	۱۰/۳ ab	۱۲۱۱ b
۸۴۱	۱۲/۴۱ bc	۹/۰۳ bc	۱۰۳۶ de	۱۳۰۵ de	۲۳/۷ cd	۲۵/۳ cd	۸۶/۷ g	۳۰/۳ b	۹/۳ ab	۱۵۱۲ a
۸۳۱	۱۲/۱۱ cd	۸/۸۵ cd	۱۱۹۱ cde	۱۵۰۷ cd	۲۷/۲ bc	۲۸/۵ bcd	۸۸/۹ e	۴۲/۸ a	۱۱/۵ a	۱۵۳۵ a
۴۱۶	۱۱/۳۲ cd	۹/۲۱ bc	۱۱۵۴ cde	۱۴۳۶ cd	۲۷/۴ bc	۲۷/۱ bcd	۱۰۹/۳ ab	۳۹/۳ ab	۱۱/۳ a	۱۵۰۰ a

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و صفات مرتبط با خوابیدگی بوته در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

ارقام برنج	کربوهیدرات‌های محلول ساقه در مرحله گرده‌افشانی (mg/gdw)	کربوهیدرات‌های محلول ساقه در مرحله رسیدگی (mg/gdw)	کربوهیدرات‌های غیرمحلول ساقه در مرحله گرده افشانی (mg/gdw)	کربوهیدرات‌های غیرمحلول ساقه در مرحله رسیدگی (mg/gdw)	میزان انتقال مجدد کربوهیدرات‌ها (mg/gdw)	کارایی انتقال مجدد کربوهیدرات‌ها(%)
هاشمی	۳۸/۸ de	۲۸/۹ de	۱/۶ de	۱/۲ cd	۱۰/۰ bcd	۲۶/۲ ab
سنگ جو	۳۰/۳ e	۲۱/۸ e	۱/۴ e	۰/۹ d	۸/۵ d	۲۸/۱ a
علی کاظمی	۳۴/۱ e	۲۵/۲ e	۱/۵ de	۱/۱ d	۸/۹ cd	۲۶/۲ ab
کادوس	۵۷/۸ ab	۴۵/۹ a	۳/۹ a	۲/۲ a	۱۱/۹ abc	۲۰/۵ c
سپیدرود	۴۷/۶ cd	۳۶/۴ cd	۲/۶ d	۱/۷ bc	۱۱/۲ abcd	۲۳/۶ bcd
دیلم	۵۳/۴ b	۴۱/۶ b	۳/۳ bc	۲/۴ b	۱۱/۹ abc	۲۲/۲ cde
درفک	۵۲/۲ b	۴۱/۰ b	۳/۰ cd	۲/۱ bc	۱۱/۹ abc	۲۲/۵ cde
خزر	۶۰/۱ a	۴۷/۶ a	۳/۹ a	۲/۹ a	۱۱/۵ ab	۲۰/۸ de
گوهر	۵۸/۳ a	۴۴/۷ ab	۳/۸ ab	۲/۶ ab	۱۳/۶ a	۲۳/۴ bcde
۸۴۱	۵۸/۶ a	۴۴/۸ ab	۳/۸ ab	۲/۹ ab	۱۳/۹ a	۲۳/۷ bcd
۸۳۱	۵۰/۶ bc	۳۸/۲ bc	۳/۴ bc	۲/۵ ab	۱۲/۴ ab	۲۴/۵ bc
۴۱۶	۵۴/۴ b	۴۱/۱ b	۳/۶ bc	۲/۷ ab	۱۳/۳ a	۲۴/۵ bc

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. تجزیه به عامل‌ها برای خصوصیات مورفولوژیک و صفات مرتبط با خوابیدگی بوته در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

صفات گیاهی	واریانس مشترک	ضرایب عاملی	
		عامل اول	عامل دوم
Hi	۰/۹۹۴	-۰/۷۶۰	۰/۶۳۰
Lp	۰/۷۹۸	-۰/۳۱۱	۰/۶۸۱
L3	۰/۹۹۱	-۰/۸۶۴	۰/۶۶۶
L4	۰/۹۶۱	-۰/۲۹۳	۰/۵۹۱
Bm3	۰/۹۹۴	۰/۶۱۶	۰/۱۹۴
Bm4	۰/۹۹۳	۰/۶۴۹	۰/۲۷۰
Th3	۰/۹۴۵	۰/۹۰۹	۰/۱۹۷
Th4	۰/۹۱۴	۰/۸۷۱	۰/۳۱۴
Br3	۰/۹۹۵	۰/۸۷۷	۰/۳۴۹
Br4	۰/۹۶۸	۰/۸۸۹	۰/۲۴۱
Sd3	۰/۹۶۰	۰/۹۶۵	-۰/۰۰۷
Sd4	۰/۹۶۵	۰/۹۴۹	۰/۱۳۰
D/L3	۰/۹۸۰	۰/۸۲۹	۰/۲۳۷
D/L4	۰/۹۵۴	۰/۷۱۴	۰/۳۶۳
F/L3	۰/۹۷۸	۰/۹۶۹	-۰/۰۹۳
F/L4	۰/۸۵۵	۰/۸۹۱	۰/۱۷۷
PC	۰/۹۳۸	۰/۸۶۴	-۰/۱۱۱
LIN3	۰/۹۸۷	-۰/۸۳۶	۰/۴۵۳
LIN4	۰/۹۶۷	-۰/۷۶۲	۰/۵۰۰
FB	۰/۹۰۵	۰/۸۶۲	۰/۱۹۶
SB	۰/۹۵۱	۰/۸۹۸	-۰/۱۶۶
Yield	۰/۹۸۳	۰/۶۵۶	-۰/۳۱۶
SSI	۰/۸۹۱	۰/۹۴۴	۰/۰۱۹
St (1)	۰/۹۷۸	۰/۹۸۴	-۰/۰۶۹
St (2)	۰/۹۶۰	۰/۹۶۸	-۰/۰۰۹
Su (1)	۰/۹۶۷	۰/۹۷۸	-۰/۰۶۷
Su (2)	۰/۹۷۵	۰/۹۸۳	۰/۰۴۲
Rem	۰/۹۱۰	۰/۸۹۱	-۰/۱۶۳
e.Rem	۰/۸۸۲	-۰/۸۸۳	-۰/۱۷۶
سهم کلی عامل	-	۲۲/۸۱	۵/۵۰
میزان واریانس (٪)	-	۷۱/۰۱	۱۹/۷۴
واریانس تجمعی (٪)	-	۷۱/۰۱	۹۰/۷۵

Hi: ارتفاع بوته، L3و L4: طول میانگره سوم و چهارم Lp: طول خوشه، Th3, Th4: ضخامت میانگره چهارم و سوم، Sd3, Sd4: قطر متوسط میانگره چهارم و سوم، D/L4, D/L3: نسبت وزن خشک به طول میانگره سوم و چهارم F/L4, F/L3: نسبت وزن تر به طول میانگره سوم و چهارم Br4, Br3: مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم، Bm4, Bm3: گشتاور خمشی میانگره سوم و چهارم، LIN4, LIN3: شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم، PC: تعداد سلول‌های پارانشیمی، FB: انشعابات اولیه خوشه، SB: انشعابات ثانویه خوشه، Yield: عملکرد دانه، SSI: شاخص قدرت مخزن، St(1): محتوای کربوهیدرات‌های غیرمحلول ساقه در مرحله گرده‌افشانی، St(2): محتوای کربوهیدرات‌های غیرمحلول ساقه در مرحله رسیدگی، Su(1): محتوای کربوهیدرات‌های محلول ساقه در مرحله گرده‌افشانی، Su(2): محتوای کربوهیدرات‌های محلول ساقه در مرحله رسیدگی، Rem: میزان انتقال مجدد کربوهیدرات‌ها، e.Rem: کارایی انتقال مجدد کربوهیدرات‌ها.

www.SID.ir

Archive of SID

در مجموع دو عامل اصلی و مستقل پس از چرخش وریماکس، ۹۰/۷۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. بالا بودن واریانس مشترک صفات نشان دهنده انتخاب مناسب تعداد عامل‌ها بود. مقاومت به شکستگی میانگره سوم، گشتاورخمشی میانگره سوم و چهارم و طول خوشه صفاتی بودند که به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را در واریانس مشترک عامل‌های استخراج شده داشتند. همچنین در این ارزیابی، صفات با ضریب عاملی بیش از ۰/۵ به عنوان ضرایب موثر در مدل در نظر گرفته شدند. در عامل اول صفات ضخامت میانگره سوم و چهارم، مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم، گشتاورخمشی میانگره سوم و چهارم، قطر متوسط میانگره سوم و چهارم، نسبت وزن خشک به طول میانگره سوم و چهارم، نسبت وزن تر به طول میانگره سوم و چهارم، انشعابات اولیه و ثانویه خوشه، شاخص قدرت مخزن، محتوای کربوهیدرات‌های غیرمحلول ساقه در دو مرحله گرده‌افشانی و رسیدگی، محتوای کربوهیدرات‌های محلول ساقه در هر دو مرحله گرده‌افشانی و رسیدگی و میزان انتقال مجدد کربوهیدرات-ها، ضرایب عاملی مثبت و بالایی را به خود اختصاص دادند که نشان داد این صفات در این عامل دارای بالاترین میزان تنوع برده و سایر صفات دارای تنوع کمتری هستند. بنابراین اعمال هر گونه مدیریت به‌زراعی یا به‌نژادی جهت بهبود یا افزایش این صفات در این عامل کارآیی مثبتی خواهد داشت. همچنین صفات ارتفاع برته، طول خوشه، طول میانگره‌ها (میانگره‌های ۳ و ۴)، شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم و کارایی انتقال مجدد کربوهیدرات-ها دارای ضرایب عاملی منفی بودند. این موضوع با نتایج تجزیه همبستگی مطابقت داشت. با توجه به ماهیت صفات موثر در این مدل، این عامل به عنوان عامل مقاومت به خوابیدگی نامگذاری شد. این عامل ۷۱/۰۱ درصد از کل واریانس داده‌ها را شامل شد که نشان دهنده اهمیت بیشتر آن می‌باشد. عامل دوم با دارا بودن ۱۹/۷۴ درصد از کل واریانس داده‌ها شامل صفات ارتفاع برته، طول خوشه و طول میانگره‌ها (میانگره‌های ۳ و ۴) با ضریب عاملی مثبت و بالا بود. این عامل به عنوان عامل مورفولوژیک حساسیت به خوابیدگی نامگذاری شد (جدول ۵).

مشابه بودن علامت ضرایب عاملی نشان دهنده تاثیر صفات در یک جهت می‌باشد. به عبارت دیگر تقویت صفاتی مانند ضخامت میانگره سوم و چهارم، قطر متوسط میانگره سوم و چهارم، نسبت وزن خشک به طول میانگره سوم و چهارم، نسبت وزن تر به طول میانگره سوم و چهارم، گشتاور خمشی میانگره سوم و چهارم و مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم می‌تواند سبب افزایش مقاومت گیاه به خوابیدگی شود و ژنوتیپ‌هایی که مقادیر این صفات در آن‌ها بیشتر باشد احتمالا از تحمل بالاتری نسبت به خوابیدگی برخوردار خواهند بود و برعکس در خصوص صفات ارتفاع برته و طول میانگره‌ها (میانگره‌های ۳ و ۴) این روال برقرار است. به طور کلی، صفاتی که در تجزیه به عامل‌ها ضریب مثبت داشتند در ارقام بومی نسبت به ارقام اصلاح شده از میانگین پایین‌تری برخوردار بودند که نشان می‌دهد ارقام بومی نسبت به خوابیدگی مقاومت کمتری دارند.

در ادامه جهت بررسی بیشتر ارتباط دو به دوی صفات با یکدیگر و تفسیر بهتر نتایج فوق از ضرایب همبستگی استفاده شد. نتایج ضرایب همبستگی نشان اد که بین قطر، نسبت وزن خشک و تر به میانگره سوم و چهارم با مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم، محتوای کربوهیدرات‌های محلول و غیر محلول ساقه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت، بنابراین می‌توان اظهار کرد که افزایش قطر، نسبت وزن به میانگره سوم و چهارم و محتوای کربوهیدرات‌های محلول و غیر محلول ساقه،

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم را به دنبال دارد. همچنین بیش‌ترین همبستگی مثبت شاخص خوابیدگی با ارتفاع، طول میانگره‌های اول، دوم، سوم و چهارم و طول خوشه مشاهده شد. این موضوع نشان می‌دهد که افزایش ارتفاع بوته و طول میانگره‌ها افزایش شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم را به‌دنبال دارد. همچنین ارقام پابلند به ترتیب 'علی‌کاظمی'، 'هاشمی' و 'سنگ‌جو' بیش‌ترین شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم را داشتند و کم‌ترین میزان شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم نیز مربوط به ارقامی است که کوتاه‌ترین ارتفاع بوته را داشتند و ژنوتیپ‌هایی که ارتفاع بوته ما بین این دو گروه را داشتند، از نظر شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم بین این دو گروه قرار داشتند. در این آزمایش گشتاور خمشی میانگره سوم و چهارم با ضخامت میانگره، قطر متوسط میانگره و نسبت وزن تر و وزن خشک به طول میانگره همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۶). بنابراین می‌توان اظهار کرد که ضخامت، قطر و نسبت وزن به طول میانگره تاثیر بیش‌تری نسبت به افزایش ارتفاع بوته در گشتاور خمشی میانگره سوم و چهارم دارند.

بیش‌ترین مقدار گشتاور خمشی میانگره سوم و چهارم برای رقم 'خزر' ثبت شد که بیش‌ترین ضخامت، قطر و نسبت وزن به طول میانگره را داشت و کم‌ترین مقدار گشتاور خمشی در رقم 'سنگ‌جو' که کم‌ترین مقدار میانگین این صفات را داشت، مشاهده شد (جدول ۴). انتظار می‌رود که بر اساس رابطه (۴) افزایش گشتاور خمشی، افزایش شاخص خوابیدگی را به دنبال داشته باشد، اما همبستگی معنی‌داری بین شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم و گشتاور خمشی میانگره سوم و چهارم مشاهده نشد، در حالی که همبستگی شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم با مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم منفی و بالا بود، بنابراین به نظر می‌رسد که افزایش ضخامت، قطر و نسبت وزن به طول میانگره که باعث افزایش گشتاور خمشی و مقاومت به شکستگی می‌شوند، کاهش شاخص خوابیدگی را به دنبال داشته باشند. با بررسی تاثیر سطوح کودی سیلیسیوم و نیتروژن روی برنج رقم نعمت مشخص شد که افزایش کود سیلیس با افزایش ضخامت میانگره‌ها، گشتاور خمشی و مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم، باعث کاهش شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم شد. در حالی که افزایش سطوح کودی سیلیسیوم افزایش طول میانگره‌ها و ارتفاع بوته را به دنبال داشت. این موضوع نشان می‌دهد که افزایش ارتفاع بوته و طول میانگره‌هابه تنهایی نمی‌تواند عامل موثری در افزایش شاخص خوابیدگی میانگره‌های سوم و ۱۶z]. بین تعداد سلول‌های پارانشیمی ساقه با ضخامت میانگره، قطر میانگره، نسبت وزن به طول میانگره و مقاومت به شکستگی میانگره‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). بنابراین با توجه به نتایج دیده شد که ارقام اصلاح شده که مقاومت بالاتری در برابر خوابیدگی بوته داشتند ('خزر'، 'کادوس' و 'لاین‌های ۸۳۱ و ۴۱۶')، از تعداد سلول‌های پارانشیمی بیشتری نیز نسبت به ارقام بومی با مقاومت پایین‌تر در برابر خوابیدگی، برخوردار بودند؛ همچنین این ارقام محتوای کربوهیدرات‌های غیرمحلول بالاتری داشتند و بین تعداد سلول‌های پارانشیمی میانگره با محتوای کربوهیدرات‌های غیرمحلول در دو مرحله گرده‌افشانی و رسیدگی (به ترتیب $r=0/88^{**}$ و $r=0/90^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۶).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین خصوصیات مورفولوژیک و صفات مرتبط با خوابیدگی بوته در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

	Hi	Lp	L3	L4	Sd3	Sd4	Th3	Th4	Bm3	Bm4	D/L3	D/L4	F/L3	F/L4	Br3	Br4	LIN3	LIN4
Hi	۱																	
Lp	۰/۵۹	۱																
L3	۰/۹۱**	۰/۴۰	۱															
L4	۰/۹۳**	۰/۴۷	۰/۶۹**	۱														
Sd3	۰/۷۳**	۰/۴۴	۰/۷۳**	۰/۲۹	۱													
Sd4	۰/۶۱	۰/۲۹	۰/۷۴**	۰/۱۵	۰/۸۲**	۱												
Th3	۰/۳۸	۰/۱۱	۰/۸۰**	۰/۷۵**	۰/۳۷	۰/۲۱	۱											
Th4	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۷۵**	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۲۲	۰/۹۴**	۱										
Bm3	۰/۲۲	۰/۵۲	۰/۰۵	۰/۴۸	۰/۹۳**	۰/۵۹**	۰/۴۸	۰/۵۲	۱									
Bm4	۰/۲۲۴	۰/۶۳**	۰/۰۲	۰/۴۵	۰/۷۷**	۰/۷۲**	۰/۴۸	۰/۵۷	۰/۹۷**	۱								
D/L3	۰/۴۶	۰/۱۰	۰/۶۶**	۰/۲۱	۰/۸۰**	۰/۸۳**	۰/۷۱**	۰/۵۲	۰/۵۹	۰/۴۴	۱							
D/L4	۰/۲۸	۰/۰۱	۰/۴۰	۰/۱۰	۰/۶۸**	۰/۷۹**	۰/۶۳	۰/۵۱	۰/۵۵**	۰/۵۳**	۰/۸۸**	۱						
F/L3	۰/۴۲۱	۰/۴۲	۰/۱۸۹**	۰/۲۸	۰/۹۸**	۰/۹۳**	۰/۵۱	۰/۲۶	۰/۵۳**	۰/۴۸	۰/۷۸**	۰/۸۷**	۱					
F/L4	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۷۲**	۰/۲۲	۰/۸۳**	۰/۸۹**	۰/۳۳	۰/۱۱	۰/۵۴**	۰/۶۶**	۰/۷۲**	۰/۶۵**	۰/۸۸**	۱				
Br3	۰/۷۵**	۰/۱۳	۰/۶۲	۰/۰۴	۰/۸۱**	۰/۸۳**	۰/۸۱**	۰/۰۳	۰/۶۹**	۰/۶۲**	۰/۷۵**	۰/۶۶**	۰/۸۱**	۰/۸۷**	۱			
Br4	۰/۷۲**	۰/۱۸	۰/۶۵**	۰/۰۹	۰/۸۲**	۰/۸۳**	۰/۳۶	۰/۱۴	۰/۵۴	۰/۶۰**	۰/۸۲**	۰/۸۲**	۰/۸۲**	۰/۸۷**	۰/۹۳**	۱		
LIN3	۰/۹۰**	۰/۷۱**	۰/۸۵**	۰/۳۶	۰/۸۸**	۰/۸۷**	۰/۳۸	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۰۶	۰/۱۵۶	۰/۱۵۶	۰/۱۵۶	۰/۱۵۶	۰/۱۵۶	۰/۱۵۶	۱	
LIN4	۰/۱۵۶**	۰/۷۲**	۰/۷۸**	۰/۱۹**	۰/۷۸**	۰/۷۸**	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۱
FB	۰/۱۵۴	۰/۱۰	۰/۷۱**	۰/۲۰	۰/۸۵**	۰/۸۳**	۰/۴۶	۰/۱۴	۰/۵۴	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۲
SB	۰/۷۹۹**	۰/۳۱	۰/۸۵**	۰/۳۶	۰/۹۵**	۰/۸۹**	۰/۴۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲
PC	۰/۷۹۹**	۰/۳۳	۰/۸۹**	۰/۳۶	۰/۸۳**	۰/۸۲**	۰/۷۶**	۰/۶۳**	۰/۵۹**	۰/۶۳**	۰/۸۹**	۰/۸۹**	۰/۸۹**	۰/۸۹**	۰/۸۹**	۰/۸۹**	۰/۸۹**	۰/۸۹**
SSI	۰/۱۲	۰/۴۶	۰/۵۰	۰/۳۱	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲
Yield	۰/۸۱**	۰/۲۸	۰/۹۳**	۰/۳۱	۰/۹۶**	۰/۹۲**	۰/۶۸**	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲
St (1)	۰/۹۸**	۰/۳۶	۰/۸۸**	۰/۳۶	۰/۹۶**	۰/۹۲**	۰/۶۸**	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲
St (2)	۰/۹۳**	۰/۳۱	۰/۸۶**	۰/۳۵	۰/۹۳**	۰/۸۹**	۰/۷۰**	۰/۴۵	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲
Su (1)	۰/۹۸**	۰/۳۵	۰/۸۸**	۰/۳۶	۰/۹۵**	۰/۹۲**	۰/۶۴**	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲
Su (2)	۰/۹۸**	۰/۳۵	۰/۸۷**	۰/۳۴	۰/۹۵**	۰/۹۲**	۰/۶۹**	۰/۱۹	۰/۲۹	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲
Rem	۰/۸۸**	۰/۳۳	۰/۸۵**	۰/۴۶**	۰/۸۳**	۰/۸۳**	۰/۶۳**	۰/۳۶**	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲
e.Rem	۰/۶۶**	۰/۱۶	۰/۸۳**	۰/۱۸	۰/۸۱**	۰/۸۱**	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۲۸	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۲

Hi: ارتفاع بوته، L3 و L4: طول میانگره سوم و چهارم، Lp: طول خوشه، Th3, Th4: ضخامت میانگره چهارم و سوم، Sd3, Sd4: قطر متوسط میانگره چهارم و سوم، D/L4, D/L3: نسبت وزن خشک به طول میانگره سوم و چهارم، F/L4, F/L3: نسبت طول میانگره سوم و چهارم، Br4, Br3: مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم، Bm4, Bm3: گشادر خمشی میانگره سوم و چهارم، LIN4, LIN3: شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم، PC: تعداد ساقه در پانیکول، FB: انشعابات ثانویه خوشه، SB: انشعابات اولیه خوشه، SSI: شاخص قدرت مخزن، St(1): محتوای کربوهیدراتهای غیر محلول ساقه در مرحله گرده‌افشانی، St(2): محتوای کربوهیدراتهای محلول ساقه در مرحله رسیدگی، Su(1): محتوای کربوهیدراتهای محلول ساقه در مرحله گرده‌افشانی، Su(2): محتوای کربوهیدراتهای محلول ساقه در مرحله رسیدگی، Rem: میزان انتقال مجدد کربوهیدراتها، e.Rem: کارایی انتقال مجدد کربوهیدراتها.

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۶. ضرایب همبستگی بین خصوصیات مورفولوژیک و صفات مرتبط با خوابیدگی بوته در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

	FB	SB	PC	SSI	Yield	St (1)	St (2)	Su (1)	Su (2)	Rem	e.Rem
FB	۱										
SB	۰/۸۵**	۱									
PC	۰/۷۲**	۰/۷۹**	۱								
SSI	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۳۷	۱							
Yield	۰/۵۹	۰/۷۳**	۰/۴۷	۰/۶۶**	۱						
St (1)	۰/۸۲**	۰/۸۹**	۰/۸۸**	۰/۵۱	۰/۶۶**	۱					
St (2)	۰/۸۰**	۰/۸۴**	۰/۹۰**	۰/۵۹**	۰/۵۹**	۰/۹۹**	۱				
Su (1)	۰/۸۳**	۰/۸۹**	۰/۸۰**	۰/۶۱**	۰/۶۵**	۰/۹۸**	۰/۹۵**	۱			
Su (2)	۰/۸۳**	۰/۸۸**	۰/۷۹**	۰/۶۶**	۰/۶۳**	۰/۹۷**	۰/۹۵**	۰/۹۹**	۱		
Rem	۰/۷۳**	۰/۸۸**	۰/۸۷**	۰/۴۴	۰/۶۳**	۰/۹۳**	۰/۸۸**	۰/۹۳**	۰/۹۰**	۱	
e.Rem	-۰/۸۰**	-۰/۷۳**	-۰/۶۵**	-۰/۶۴**	-۰/۵۹**	-۰/۸۲**	-۰/۸۱**	-۰/۸۷**	-۰/۸۹**	-۰/۶۳**	۱

www.SID.ir

Archive of SID

ارقام مقاوم در برابر خوابیدگی، دارای تعداد سلول‌های پارانشیمی بیشتر با دیواره‌های سلولی ضخیم‌تر و محتوای سلولز و همی‌سلولز بالاتری هستند [۱۷]. کربوهیدرات‌های غیرمحلول ساقه شامل نشاسته، سلولز، همی‌سلولز و لیگنین است که باعث استحکام و افراشتگی ساقه می‌شوند [۱۷]. همبستگی مثبت و معنی‌داری نیز بین محتوای کربوهیدرات‌های محلول ساقه در مرحله گرده‌افشانی و رسیدگی با مقاومت به شکستگی در میانگره سوم (به ترتیب $r = ۰/۸۳^{**}$ و $r = ۰/۸۶^{**}$) و مقاومت به شکستگی در میانگره چهارم (به‌ترتیب $r = ۰/۸۵^{**}$ و $r = ۰/۸۸^{**}$) وجود داشت (جدول ۶).

ارقام برنج با محتوای بالاتر نشاسته در ساقه پس از اینکه ساقه در اثر باد شدید خم شد، خیلی راحت‌تر به حالت طبیعی برمی‌گردند [۹]. کربوهیدرات‌های غیرساختمانی (محلول) ساقه نقش ذخیره‌ای ساقه را بر عهده دارند. توانایی ذخیره کربوهیدرات‌ها در ساقه، انتقال و کارایی انتقال این ذخایر به دانه دو جزء تاثیرگذار بر مقدار تخمینی سهم ذخایر ساقه در عملکرد دانه هستند. توانایی ذخیره کربوهیدرات در ساقه بوسیله وزن مخصوص ساقه و طول ساقه تعیین شده و شرایط محیطی قبل و بعد از گرده‌افشانی تا مرحله خطی رشد دانه بر مقدار تجمع کربوهیدرات در ساقه تاثیرگذار است. یکی از عوامل تعیین کننده پتانسیل تجمع کربوهیدرات‌ها در قسمت‌های مختلف ساقه و انتقال مجدد آن‌ها به دانه‌های در حال رشد، وزن مخصوص (نسبت وزن به طول میانگره) آن‌ها می‌باشد. با افزایش وزن مخصوص بخش‌های مختلف ساقه، میزان ذخایر آن‌ها برای انتقال مجدد افزایش می‌یابد [۴]. بر اساس نتایج این تحقیق، بیشترین میزان نسبت وزن به طول میانگره در ارقام اصلاح شده مشاهده شد (جدول ۴).

بیشترین محتوای کربوهیدرات‌ها نیز در همین ارقام اصلاح شده مشاهده شد که باعث افزایش فراهمی مواد قابل انتقال به دانه‌ها شد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین میزان انتقال مجدد کربوهیدرات‌ها با وزن مخصوص میانگره سوم و چهارم نیز می‌تواند تأییدی بر همین مطلب باشد. بالاتر بودن این همبستگی بین میزان انتقال مجدد کربوهیدرات‌ها با وزن مخصوص میانگره سوم احتمالاً نشان‌دهنده بالاتر بودن نقش میانگره سوم در انتقال مجدد قندهای محلول به دانه‌های در حال رشد باشد. این موضوع با نتایج سایر تحقیقات [۲] مطابقت داشت. نتایج نشان می‌دهند که صفات مقاومت فیزیکی ساقه به‌طور مستقیم با محتوای کربوهیدرات‌های موجود در ساقه در ارتباط است و افزایش این صفات در افزایش مقاومت فیزیکی ساقه نقش مؤثری دارد. می‌توان چنین بیان کرد که ارقام اصلاح شده 'خزر'، 'کادوس' و 'گوهر' با داشتن بیشترین قطر متوسط میانگره، ضخامت میانگره، نسبت وزن به طول میانگره و محتوای و کربوهیدرات‌های محلول و غیرمحلول ساقه و سه رقم برمی 'سنگ‌جو'، 'هاشمی' و 'علی‌کاظمی' با داشتن کمترین مقدار این صفات، دارای بیشترین و کمترین مقاومت به شکستگی میانگره‌های سوم و چهارم بودند. همچنین با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد صفاتی که تأثیر بیشتری بر مقاومت به خوابیدگی برته دارند، با عملکرد دانه نیز همبستگی بالاتری دارند و این موضوع نشان می‌دهد که نقصان عملکرد دانه تا حد زیادی تحت تأثیر خوابیدگی برته قرار دارد و می‌توان با تقویت صفات مؤثر بر مقاومت به خوابیدگی برته‌ها، عملکرد دانه برنج را بهبود بخشید.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تنوع زیادی بین ژنوتیپ‌های برمی و اصلاح شده برنج از نظر مقاومت به خوابیدگی وجود داشت. در بین صفات مورد ارزیابی،

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاع بوته با دارا بودن همبستگی منفی و معنی‌دار با مقاومت به شکستگی به تنهایی نمی‌تواند شاخص مناسبی جهت تشخیص حساسیت به خوابیدگی بوته برنج در نظر گرفته شود. در واقع شاید حساسیت ناشی از افزایش ارتفاع بوته با صفاتی مانند قطر، ضخامت و نسبت وزن به طول میانگره قابل جبران باشد. به نظر می‌رسد که گشتاور خمشی، مقاومت به شکستگی و شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم می‌توانند صفات مناسبی برای انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به خوابیدگی بوته باشد. با توجه به نتایج این تحقیق ارقام 'کادوس'، 'خزر' و 'گوهر' در گروه ارقام مقاوم به خوابیدگی قرار داشتند و سه رقم برمی 'سنگ‌جو'، 'هاشمی' و 'علی‌کاظمی' به عنوان ارقام حساس به خوابیدگی ارزیابی گردیدند و سایر ژنوتیپ‌ها از حد متوسط مقاومت در برابر خوابیدگی بوته برخوردار بودند و افزایش ضخامت میانگره، قطر متوسط میانگره و افزایش نسبت وزن تر به طول میانگره از عوامل موثر بر افزایش مقاومت به خوابیدگی بوته در ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه بودند. از سوی دیگر اختلاف معنی‌داری در محتوای کربوهیدرات‌های موجود در ساقه در بین ارقام مختلف برنج وجود داشت و ارقام مقاوم به خوابیدگی نسبت به ارقام حساس‌تر از محتوای کربوهیدرات بیشتری برخوردار بودند. همچنین افزایش مقاومت فیزیکی ساقه به افزایش محتوای شیمیایی ساقه وابسته بود، بنابراین افزایش قطر میانگره، افزایش نسبت وزن به طول میانگره، افزایش تعداد سلول‌های پارانشیمی میانگره و بالا بودن محتوای کربوهیدرات‌های ساقه را می‌توان از ویژگی‌های مهم بهبود مقاومت به خوابیدگی در ارقام برنج برشمرد. به نظر می‌رسد که از طریق اصلاح ارقامی با خصوصیات فوق می‌توان از کاهش عملکرد دانه ناشی از خوابیدگی بوته‌های برنج پیشگیری نمود.

منابع

۱. الهقلی‌پور م، محمدصالحی م ص و عبادی ع الف (۱۳۸۳) بررسی تنوع ژنتیکی و طبقه‌بندی ارقام مختلف برنج. علوم کشاورزی ایران. ۳۵(۴): ۹۸۳-۹۷۳.

۲. سعیدی م، مرادی ف و جلالی هنرمند س (۱۳۹۰) سهم فتوسنتز جاری سنبله و برگ‌ها و انتقال مجدد قندهای محلول ساقه در شکل‌گیری عملکرد دانه دو رقم گندم نان در شرایط تنش رطوبتی پس از گرده-افشانی. به‌زراعی نهال و بذر. ۲(۲۷): ۱۹-۱.

3. Amano T, Zhu Q, Wang Y, Inoue N and Tanaka H (1993) Case studies on highyields of paddy rice in Jiangsu Province, China. II. Analysis of charactersrelated to lodging. Journal of Crop Science. 62 (2): 275–281.

4. Blum A, Sinmena J, Mayer G and Shpiler L (1994) Stem reserve mobilization supports wheat grain filling under heat stress. Australian Journal of Plant Physiology. 21: 771-781.

5. Chuanren D, Bochu W, Pingqing W, Daohong W and Shaoxi C (2004) Relationship between the minute structure and thelodging resistance of rice stems. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. (35): 155–158.

6. Fallah A (2012) Silicon effect on lodging parameters of rice plants under hydroponic culture. International Journal of Agricultural Science. 2(7): 630-634.

7. Hitaka N and Kobayashi H (1992) Studies on the lodging of rice plant. I. Preliminary studies in the impeded translocation in lodged stems. Crop Science Society of Japan. 3: 113-119.

8. Hoshikawa K and Wang SB (1990) Studies on lodging in rice plant I: a general observation on lodged rice culms. Japan Journal of Crop Science. 59(4): 809-814.

www.SID.ir

Archive of SID

9. Ishimaru K, Kashiwaga T, Madoka Y, Hirotsu N, Togama E and Ookawa T (2008) New target for rice lodging resistance and its effect in a typhoon. Planta Journal. 227:601-609.

10. Islam MS, Peng S, Visperas RM, Erful N, Bhuiya MSU and Julwquar AW (2007) Lodging related morphological trait of hybrid rice in a tropical irrigated ecosystem. Field Crops Research. 101: 240-248.

11. Kashiwagi T and Ishimaru K (2004) Identification and functional analysis of a locus for improvement of lodging resistance in rice. Plant Physiology. 134(2): 676-683.

12. Kashiwagi T, Sasaki H and Ishimaru K (2005) Factors responsible for decreasing sturdiness of the lower part in lodging of rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Plant Production Science. 8(2): 166-172.

13. Kashiwagi T, Togawa E and Horotsu N (2008) Improvement of lodging resistance with QTLs for Stem diameter in rice (*Oryza sativa* L.). Theoretical and Applied Genetics. 117(5): 749-757.

14. Kono M and Takahashi J (1961) Studies on the relationship between breaking strength and chemical components of Paddy stem. Journal of Science of Soil and Manure, Japan. 32: 149-152. (In Japanese with English abstract).

15. Matsu T, Kumazawa K, Ishii R, Ishihara K and Hirata H (1995) Science of the rice plant. Vol. 2. Physiology Food and Agriculture Policy Research Center. Tokyo. Japan. 220 pp.

16. Ookawa T, Hobo T, Yano M, Murata K, Ando T, Miura H, Asano K, Ochiai Y, Ikeda M, Nishitani R, Ebitani T, Ozaki H, Angeles ER, Hirasawa T and Matsuoka M (2010) New approach for rice improvement using a pleiotropic QTL gene for lodging resistance and yield. Nature Communications 1, Article number:132.

17. Ookawa T, Inaue K, Matsuoka M, Ebitani T, Takarada T, Yamamoto T, Ueda T, Yokoyama T, Sugiyama C, Nakaba S, Funada R, Kato H, Kanekatsu M, Toyota K, Motobayashi T, Vazirzanjani M, Tojo S and Hirasawa T (2014) Increased lodging resistance in long-culm, low-lignin *gh2* rice for improved feed and bioenergy production. Scientific Reports. 4: 65-67.

18. SAS (2002) The SAS system for Windows. Release 9.0. SAS Inst., Cary, NC. US.

19. Sheligl HQ (1986) Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. Planta Journal. 47-51. (With English abstract).

20. SPSS (2007) The SPSS system for Windows. Release 16.0. SPSS Inc., an IBM Company Headquarters, USA.

21. Tanaka K, Murata K, Yamazaki M, Onosato K, Miyao A and Hirochika H (2003) Three distinct rice cellulose synthase catalytic subunit genes required for cellulose synthesis in the secondary wall. Plant Physiology. 133: 73-83.

22. Tavakoli M, Tavakoli H, Azizi MH and Haghayegh GH (2010) Comparison of mechanical properties between two varieties of rice straw. Advance Journal of Food Science and Technology. 2(1): 50-54.

23. Wiangsamut B, Lafarge TA, Mendoza TC and Pasuquin EM (2013) Agronomic traits and yield components associated with broadcasted and transplanted high-yielding rice genotypes. Esci Journal of Crop Production. 2: 19-30.

24. Wiersma DW, Opolinger ES and Guy SO (1986) Enviromental and cultivar effects on winter wheat response to ethephon plant growth regulator. Agronomy Journal. 78: 761-764.

25. Yang J, Zhang J, Wang Z and Zhu Q (2001) Activities of starch hydtplytic enzymes and sucrose-phosphate synthase in the stems of rice subjected to water stress during grain filling. Journal of Experimental Botany. 52: 2169-2179.

www.SID.ir

Archive of SID

26. Zhang FZ, JIN ZX, Ma GH, Shang WN, Liu HY, Xu ML and Liu Y (2010) Relationship between lodging resistance and chemical contents in culms and sheaths of Japonica rice during grain filling. Rice Science. 17(4): 311–318.

27. Zhou LH (2006) Effects of stem physiological properties onlodging resistance in hybrid rice. Journal of Henan Agricultural Science. (6):20-23.

28. Zou DT, Qiu TQ, Zhao HW and Cui CH (1997) Correlation and pathanalysis on the lodging index and other characters in rice. Journal of Northeast Agricultural University. 28(2): 112–118.

29. Zuber U, Winzeler H, Messmer M.M, Keller M, Keller B, Schmid JE and Stamp P (1999) Morphological traits associated with lodging resistance of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agronomy of Crop Science. 182: 17-24.

www.SID.ir