Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 49, No 1, Spring 2018 (99-113)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.217767.654205

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۷ (ص۱۱۳-۹۹)

ارزیابی برخی رقم‌های برنج بر پایهٔ مقاومت به جوانه‌زنی پیش از برداشت (Pre-harvest sprouting)

سهیلا نیک‌زاده طالبی[۱]، علی اعلمی*[۲]، مسعود اصفهانی[۳] و علی اکبر عبادی[۴]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲. دانشیار، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۳. استاد، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۴. استادیار و عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۲۱- تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۲۵)

چکیده

جوانه‌زنی پیش از برداشت یکی از عامل‌های کاهش‌دهندهٔ عملکرد و کیفیت دانهٔ برنج در شرایط آب و هوایی مرطوب و همزمان با بارندگی در زمان برداشت محصول است. در این تحقیق ۳۴ رقم بومی و اصلاح‌شدهٔ ایرانی و خارجی برنج از نظر جوانه‌زنی پیش از برداشت (در شرایط زنده) و برخی صفات مرتبط با آن ارزیابی شدند. نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد، رقم‌های مورد بررسی ازلحاظ جوانه‌زنی پیش از برداشت و دیگر صفات دانه، اختلاف بسیار معنی‌داری داشتند. ضریب‌های همبستگی پدیدگانی (فنوتیپی) و نژادگانی (ژنوتیپی) درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت با میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز همبستگی مثبت و بالایی را نشان دادند که گویای تأثیر معنی‌دار این آنزیم بر جوانه‌زنی پیش از برداشت است. تجزیهٔ خوشه‌ای به روش وارد (**Ward**) رقم‌های مورد بررسی را در سه گروه قرار داد. گروه اول شامل ۲۴ رقم و گروه‌های دوم و سوم به ترتیب شامل ۴ و ۶ رقم بودند. درمجموع اعضای گروه اول و سوم ازلحاظ درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت، کمترین مقادیر و مقاوم‌ترین رقم‌ها و گروه دوم با بیشترین درصد جوانه‌زنی، حساس‌ترین رقم‌ها بودند. نتایج این تحقیق نشان داد، برخی از رقم‌های بومی همچون دم سفید و هاشمی با داشتن مقاومت بالا به جوانه‌زنی پیش از برداشت، قابلیت (پتانسیل) معرفی برای استفاده در برنامه‌های بهنژادی را دارند.

واژه‌های کلیدی: آلفا آمیلاز، برنج، تجزیهٔ خوشه‌ای، رگرسیون گام‌به‌گام و وراثت‌پذیری عمومی.

Evaluation of some rice cultivars based on pre-harvest sprouting resistance

Nikzadeh Talebi Soheila[1], Aalami Ali*[2], Esfahani Masoud[2] and Ebadi Ali Akbar[3]

1. MSc graduated of Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan
2.Associated Professor and Professor, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan
3. Assistant Professor at Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

(Received: December 11, 2016 - Accepted: August 16, 2017)

ABSTRACT

Pre-harvest sprouting is one of the main factors that reducing the rice grain yield and quality in humid weather condition with raining at harvest time. Thirty four local and improved rice cultivars were evaluated for pre-harvest sprouting and some related characteristics to this trait at in vivo condition. Analysis of variance results indicated that the differences between rice genotypes were significant for pre-harvest sprouting and some other traits of grain. Genotypic and phenotypic correlation coefficients of pre-harvest sprouting with alpha amylase activity were positive, this result showed that the alpha amylase activity had significant effect on pre-harvest sprouting. All rice cultivars classified into three groups by cluster analysis using ward method. First group included 24 cultivars and second and third groups included 4 and 6 cultivars respectively. In total, cultivars of the first and third groups had the lowest of pre-harvest sprouting rate, so they were resistant to germination before harvest and the cultivars of second group had the highest of pre-harvest sprouting rate, so they were sensitive to germination before harvest. Results of this experiment showed some local rice cultivars such as Domsefid and Hashemi, with high resistance to pre-harvest sprouting could potentially be used in breeding programms.

Keywords: Alpha amylase, Cluster analysis, Heritability, Pre-harvest sprouting, Rice.

* Corresponding author E-mail: ali_aalami@guilan.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

برنج غذای اصلی حدود نیمی از مردم جهان به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه است. این محصول یک‌سوم کل سطح زیر کشت غلات را در بر دارد. در حدود ۹۰ درصد از سطح زیر کشت و تولید برنج جهان در قارهٔ آسیا قرار دارد. این موضوع موجب شده که برنج از محصولات راهبردی (استراتژیک) در اقتصاد آسیا به شمار آید (Roy *et al.*, 2013; Hussain *et al.*, 2008).

برنامه‌های بهنژادی گیاهان زراعی اغلب با گزینش نژادگان (ژنوتیپ)هایی با قابلیت جوانه‌زنی سریع بذر و کاهش خواب بذر همراه بوده است. کاهش خواب بذر و شکست زودهنگام آن، منجر به تحریک رشد رویانی و جوانه‌زنی زودهنگام دانه‌ها در مرحلهٔ پس از رسیدگی و پیش از برداشت در غلات شده است. این پدیده جوانه‌زنی پیش از برداشت (Pre-harvest sprouting) نامیده می‌شود. شرایط آب و هوایی مرطوب و بارندگی‌های پی‌درپی در فصل برداشت، یکی از مهم‌ترین عامل‌های شکست زودهنگام خواب بذر و در نتیجه جوانه‌زنی پیش از برداشت شناخته شده است (Groos *et al.*, 2002; Imtiaz *et al.*, Nourinia, 2002؛ 2008). در چند سال اخیر جوانه‌زنی پیش از برداشت یکی از مهم‌ترین عامل‌های کاهش عملکرد و کیفیت دانهٔ غلات شناخته شده که آسیب‌های زیادی به صنعت کشاورزی وارد کرده است (Gao *et al.*, 2013; Sasaki *et al.*, 2013). این پدیده در غلات مختلف مانند گندم، جو، تریتیکاله، چاودار (Gordon., 1970) و برنج (Juliano & Chang., 1987) مشاهده شده است و باعث ایجاد مشکل جدی برای تولیدکنندگان غلات در سراسر جهان شده است. پدیدهٔ جوانه‌زنی پیش از برداشت به دلیل بارندگی‌های انتهای فصل رشد، به‌ویژه در استان‌های شمالی کشور هرساله باعث وارد شدن زیان قابل‌توجهی به کشاورزان می‌شود. بنا بر گزارش صندوق بیمهٔ محصولات کشاورزی استان گیلان در سال ۱۳۹۲ میزان آسیب و زیان واردهٔ ناشی از بارندگی آخر فصل به شالیزارهای استان، ۷۴/۵۳ درصد از سطوح بیمه‌شدهٔ شالیزارها بوده و حدود ۱۶۲ میلیارد ریال به کشاورزان غرامت پرداخت شد (Agricultural Insurance Fund, 2014. Not published). خواب بذر با ایجاد مقاومت به جوانه‌زنی پیش از برداشت در مناطق مرطوب صفتی است که در برنامه‌های اصلاحی مورد توجه قرار گرفته است (Sasaki *et al.*, 2013). آگاهی کافی از تنوع ژنتیکی مواد گیاهی در دسترس، شناخت ژنتیکی صفات گیاهی مورد نظر، کشف روابط و همبستگی بین صفات، نحوهٔ توارث پذیری و تعیین اثر صفات بر یکدیگر از الزام‌های ضروری برای اتخاذ تدابیر اصلاحی مناسب توسط بهنژادگران است.

به‌رغم اهمیت جوانه‌زنی پیش از برداشت در برنج و تأثیر آن بر کاهش کمیت و کیفیت محصول، گزارش مدون و کاملی درزمینهٔ ارزیابی رقم‌های بومی و اصلاح‌شدهٔ برنج مشاهده نشده است، بنابراین، هدف از این تحقیق ارزیابی برخی از رقم‌های بومی، اصلاح‌شده و خارجی برنج از نظر مقاومت به جوانه‌زنی پیش از برداشت و ارتباط آن با صفات مهم ریخت‌شناختی (مورفولوژیکی) و بیوشیمیایی دانه بوده است تا از این طریق صفاتی که بیشترین تأثیر را بر جوانه‌زنی پیش از برداشت دارند، شناسایی و برای استفاده در برنامه‌های آیندهٔ اصلاحی این صفت، معرفی شوند.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی این تحقیق سه گروه از رقم‌های برنج شامل ۲۲رقم بومی، هفت رقم اصلاح‌شده و پنج رقم خارجی بود (جدول ۱). بذر رقم‌های مورد استفاده در این تحقیق از مؤسسهٔ تحقیقات برنج کشور (رشت) تهیه و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در بهار ۱۳۹۲ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه گیلان در کرت‌هایی به ابعاد ۲×۱۰ متر با فاصلهٔ کشت ۲۰×۲۰ سانتی‌متر به شمار یک گیاهچه در هر کپه کشت شدند. رقم‌های مورد بررسی به ترتیبی انتخاب شدند که تنوع لازم از نظر ویژگی‌های ریخت‌شناختی و فیزیولوژیک را داشته باشند. درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت (در شرایط زنده) با استفاده از روش Mahbub *et al.* (2005)

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری شد. در این روش درصد جوانه‌زنی در مزرعه اندازه‌گیری می‌شود که نسبت به روش آزمایشگاهی دقت بیشتری دارد. برای این کار شمار پنج بوته از هر رقم در هر تکرار در مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیک به‌صورت تصادفی انتخاب و ساقهٔ اصلی آن به‌آرامی خم شده و خوشهٔ آن به مدت ۲۴ ساعت در بطری حاوی آب غوطه‌ور شد. سپس کل خوشه برای ایجاد محیط مرطوب و حفظ رطوبت، با پوشش پارچه‌ای و پلاستیک و نخ پیچانده شده و تا شش روز هر روز یک‌بار پلاستیک‌ها باز و کل خوشه و پوشش پارچه‌ای مربوطه با افشاندن آب به‌کلی خیسانده شدند. پس از روز ششم (درمجموع هفت روز) خوشه‌ها برداشت و شمار بذرها به تفکیک جوانه‌زده و جوانه نزده و شمار بذرهای پر در هر خوشه شمارش شدند و سپس درصد بذرهای جوانه‌زده محاسبه شد. با مراجعه به منابع علمی و تحقیقات پیشین برخی از صفات مهم ریخت‌شناختی و فیزیولوژیکی که می‌توانند با صفت جوانه‌زنی پیش از برداشت در ارتباط باشند (Okamoto & Akazawa, 1979; Etezadijam *et al*., 2004a; Etezadijam *et al*., 2004b; Moharami *et al*., 2009; Waheed *et al*., 2012)، انتخاب و ارزیابی شدند.

جدول ۱. نام و ویژگی‌های رقم‌های برنج مورد بررسی

Table 1. Name and specification of rice cultivars used in this experiment

Name	Origin	Name	Origin
Rashty Sard	Iran-Guilan	Gharibsiahrayhani	Iran-Guilan
Tarom pakotah	Iran-Mazandzran	Hasansaraee	Iran-Guilan
Domsia	Iran-Guilan	Domsefid	Iran-Guilan
Shahpasand	Iran-Mazandzran	Gharib	Iran-Guilan
Mohamadi chaparsar	Iran-Mazandzran	Hasani	Iran-Guilan
Dasht	Iran-Guilan	Bejar	Domsia/IR28/IR28
Ghasordashti	Iran-Mazandzran	Amol3	Introduction
Domsorkh	Iran-Guilan	Dorfak	Salari/Sepidrood
Tarom mantagheh	Iran-Mazandzran	Sepidrood	Sadri/IR28
Shapasand Mazandaran	Iran-Mazandzran	Kadoos	IR64669-153-2-3
Tarom Amiry	Iran-Mazandzran	Saleh	Khazar/ IR39385-20-1-2-1-2
Sadri	Iran-Guilan	Nemat	Amol3/Sang Tarom
Dom Zard	Iran-Guilan	Neda	Amol3/Sang Tarom/Hasansaraee
Daylamani	Iran-Mazandzran	Amol1	Taichong/Tarom phirozkoh
Binam	Iran-Guilan	IR28	Introduction
Salari	Iran-Guilan	IR50	Introduction
Hashemi	Iran-Guilan	IR60	Introduction

صفات ریخت‌شناختی اندازه‌گیری‌شده شامل ارتفاع بوته، شمار پنجهٔ مؤثر، درصد باروری خوشه، فراوانی دانه در طول خوشه، فراوانی دانهٔ پر و فراوانی دانهٔ جوانه‌زده در طول خوشه، وزن حجمی (وزن هکتولیتر)، وزن هزاردانه و ضخامت لما و پالئا بر پایهٔ دستورکار SES (IRRI, 2002) اندازه‌گیری شدند. برای ارزیابی نسبت طول به عرض دانه و نسبت ضخامت به عرض دانه از هر خوشه شمار ۲۰ دانه به‌طور تصادفی انتخاب و سه بعد اصلی شامل طول، عرض و ضخامت آن‌ها به‌وسیلهٔ کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی وزن تک‌دانه برای محاسبهٔ وزن حجمی (چگالی) دانه برحسب میلی‌گرم در میلی‌متر مکعب نیز پس از توزین دو نمونهٔ ۱۰۰ عددی از هر کرت، میانگین نمونه‌ها به‌عنوان وزن تک‌دانه برای هر کرت در نظر گرفته شد (رابطهٔ ۱).

رابطهٔ ۱ $$\text{وزن حجمی دانه} = \frac{\text{وزن دانه}}{\text{حجم دانه}}$$

حجم دانه با استفاده از روش Jain & Bal (1997) اندازه‌گیری شد (رابطهٔ ۲). L، T و W به ترتیب طول،

Archive of SID

www.SID.ir

عرض و ضخامت بذر برحسب میلی‌متر هستند.

رابطه ۲ $V=0.25[(\frac{\pi}{2})L(W+T)]^2$

حجم خوشه به‌طور مستقیم از طریق جابه‌جا شدن حجم آب در ظرف مدرج با وارد کردن خوشه به درون آن و جابه‌جایی سطح آب درون ظرف محاسبه شد. محتوای پروتئین دانه به روش Bradford (1976) و میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز به روش بیکر (به نقل از Dehghanpour *et al*,. 2011) اندازه‌گیری شدند. کل صفات با نمونه‌برداری از پنج بوته به‌طور تصادفی در هر کرت اندازه‌گیری شدند.

برای تجزیهٔ داده‌ها پس از کنترل فرضیه‌های مورد نیاز برای تجزیهٔ واریانس (نرمال بودن توزیع داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها) داده‌های مربوطه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه و مقایسهٔ میانگین‌ها به روش توکی در سطح احتمال یک درصد انجام شد. واریانس ژنتیکی به‌منظور برآورد وراثت‌پذیری عمومی صفات با استفاده از امید ریاضی میانگین تیمارها و از رابطهٔ (۳) محاسبه شدند.

رابطهٔ ۳ $\sigma_{gi}^2 = (\sigma^2{}_t - \sigma_e^2)/r$

σ_{gi}^2، σ_t^2 و σ_e^2 به ترتیب واریانس ژنتیکی، واریانس تیمار و واریانس خطا صفت iام و r شمار تکرار بکار رفته در آزمایش است. ضریب تغییرات پدیدگانی (فنوتیپی) و ضریب تغییرپذیری‌های ژنتیکی به ترتیب از رابطه‌های (۴ و ۵) برآورد شدند.

رابطهٔ۴ $G.C.V_i = \frac{\sqrt{VG_i}}{\bar{x}}$

رابطهٔ ۵ $P.C.V_i = \frac{\sqrt{VP_i}}{\bar{x}}$

P.C.V، G.P.V، VP_i ،VG_I و $\bar{X}$ به ترتیب ضریب تغییرپذیری‌های پدیدگانی، ضریب تغییرپذیری‌های ژنتیکی، واریانس پدیدگانی، واریانس ژنتیکی و میانگین صفات هستند.

وراثت‌پذیری عمومی صفات با استفاده از رابطهٔ (۶) محاسبه شد.

رابطهٔ ۶ $h_{bi}^2 = \frac{\sigma_{gi}^2}{\sigma_{pi}^2}$

σ_{gi}^2، σ_{pi}^2 به ترتیب واریانس ژنتیکی ، واریانس پدیدگانی صفت iام هستند.

ضریب همبستگی پدیدگانی (ضریب همبستگی پیرسون) و ضریب همبستگی ژنتیکی از رابطه‌های (۷ و ۸) با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و Excel محاسبه شد (Falconer, 1989).

رابطهٔ ۷ $r_{pij} = \frac{\sigma_{pij}}{\sqrt{\sigma_{pi}^2 \quad \sigma_{pj}^2}}$

رابطهٔ۸ $r_{gij} = \frac{\sigma_{gij}}{\sqrt{\sigma_{gi}^2 \quad \sigma_{gj}^2}}$

در این رابطه‌ها σ_{pij} کواریانس پدیدگانی بین دو متغیر i و j و σ_{gij} کواریانس ژنتیکی بین دو متغیر i و j است. برای درک بهتر رابطهٔ بین صفات و شناخت صفاتی که بیشترین نقش را در جوانه‌زنی پیش از برداشت ایفا می‌کنند، از رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد. در این روش با در نظر گرفتن جوانه‌زنی پیش از برداشت به‌عنوان متغیر وابسته (Y) و دیگر صفات (به‌غیراز جوانه‌زنی پیش از برداشت، برحسب شمار دانهٔ پر و فراوانی دانهٔ جوانه‌زده در طول خوشه) به‌عنوان متغیر مستقل (X_i)، متغیرهایی که بیشترین توجیه از تغییرپذیری‌های متغیر وابسته را داشتند با استفاده از نرم‌افزار SPSS شناسایی شدند. گروه‌بندی رقم‌ها بر پایهٔ همهٔ صفات مورد بررسی با استفاده از تجزیهٔ خوشه‌ای به روش وارد (Ward) و با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیهٔ واریانس و مقایسهٔ میانگین‌ها

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس نشان داد، تفاوت

Archive of SID

www.SID.ir

بین نژادگان‌ها ازلحاظ همهٔ صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). این امر نشان‌دهندهٔ وجود تنوع بین رقم‌های مورد بررسی ازنقطه‌نظر صفات کمی مورد بررسی بوده است.

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد، برای درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت، بیشترین میانگین مربوط به رقم درفک و کمترین میزان آن مربوط به رقم‌های دم‌سفید، هاشمی، آمل ۳ و IR50 بود (جدول ۳). با توجه به اینکه رقم IR50 کمترین میزان درصد باروری را به خود اختصاص داد، میزان پایین جوانه‌زنی پیش از برداشت را در این رقم توجیه می‌کند. مقایسهٔ میانگین درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت برحسب شمار دانهٔ پر نشان داد، رقم درفک بیشترین میانگین و رقم‌های دم‌سفید، هاشمی، آمل۳ کمترین میانگین را داشتند. رقم‌های درفک، کادوس بیشترین میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و رقم‌های دم‌سفید، هاشمی، IR50، کمترین میانگین میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز را داشتند. با توجه به نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها به نظر می‌رسد که تا حدودی بیشتر رقم‌های بومی برای صفات نامطلوب درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت کمترین مقادیر و رقم‌های اصلاح‌شده نیز به‌طور عمده برای این صفت مقادیر بیشتر را به خود اختصاص دادند. Karbalaie *et al.* (2006) با بررسی میزان خواب بذرها در سه مرحله ۱، ۱۵ و ۳۰ روز پس از برداشت در ۵۰ رقم برنج و مقایسهٔ میانگین رقم‌ها ازلحاظ شاخص جوانه‌زنی یک روز پس از برداشت بیان داشتند رقم بومی بینام با میزان ۱/۲۵ کمترین و رقم اصلاح‌شدهٔ پویا و رگهٔ (لاین) ۷۸۳۴ با میزان ۷ بیشترین شاخص جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند. همچنین ازلحاظ صفات سرعت و درصد جوانه‌زنی رقم‌های نعمت و بجار بیشترین و رقم بومی بینام کمترین میزان سرعت و درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد.

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس صفات مختلف برنج

Table 2. Analysis of variance results for different traits in rice

S.O.V	df	Pre-harvest sprouting	Germination Percentage based on filled grains	Alpha amylase activity	Protein content of grain	Panicle fertility	Frequency of germinated seeds per spike length	Frequency of filled grain per spike length	Frequency of grain per spike length	Test weight
Replication	1	54.11 ^{ns}	46.99 ^{ns}	0.02 *	607.99 ^{ns}	0.99 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.16 ^{ns}	0.13 ^{ns}	1.70 ^{ns}
Treatmant	33	319.81 **	479.05 **	0.05 **	82256.15 **	158.42 **	0.85 **	0.66 **	1.34 **	57.71 **
Error	33	15.72	17.75	0.005	1498.84	7.88	0.03	0.13	0.10	2.06
C.V %		21.16	19.23	22.77	7.94	3.25	22.06	9.13	7.10	3.61

ns ، *، **: به ترتیب غیر معنی‌دار بودن، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱درصد

ns, * and **Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively

ادامهٔ جدول ۲

(Table2. Continued)

S.O.V	df	1000 grain weight	Panicle volume	Grain volume	Thickness of lemma	Thichness of palea	Grain shape (length : width)	Grain thickness : width	Grain densty	Plant height	Number of effective tillers
Replication	1	1.41 **	0.56 ^{ns}	1.29 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.015 ^{ns}	59.67 **	3.76 ^{ns}
Treatmant	33	16.24 **	1.49 **	34.99 **	0.0030 **	0.0035 **	1.292 **	0.016 **	0.054 **	804.14 **	17.57 **
Error	33	0.13	0.50	4.63	0.0005	0.0002	0.051	0.003	0.008	4.26	2.31
C.V %		1.42	24.26	8.72	13.02	7.74	5.47	7.065	8.856	1.57	13.08

ns، *، **: به ترتیب غیر معنی‌دار بودن، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱درصد

ns, * and **Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳. مقایسهٔ میانگین صفات مرتبط با جوانه‌زنی پیش از برداشت در ۳۴ رقم برنج (مقادیر بیشینه صفات برای نژادگان‌ها با _ و کمینه با @ نشان داده شده است)

Table 3. Mean comparison of the pre-harvest sprouting traits in 34 rice cultivars (Max:- Min:@)

Rice cultivars	Pre-harvest sprouting (%)	Germination based on filled grains (%)	Alpha amylase activity (µmol/g Fw × 10^{-2})	Protein content of grain (mmol/ml)	Panicle fertility (%)
Nemat	33.99^{b-e}	47.88^{b}	0.504^{b}	314.56^{l-n}	70.66^{gh}
Neda	18.27^{e-l}	21.92^{g-l}	0.244^{e-c}	334.39^{k-n}	83.36^{b-f}
Gharibsiahrayhani	25.02^{c-h}	27.73^{e-i}	0.269^{c-i}	553.87^{e-g}	90.03^{a-d}
Hasansaraee	25.88^{b-f}	30.22^{d-h}	0.332^{c-e}	86.40^{p} @	86.01^{a-f}
Domsefid	1.61^{m} @	1.87^{o} @	0.103^{j} @	891.13^{a}	86.51^{a-f}
Gharib	8.45^{i-m}	9.49^{j-o}	0.174^{e-i}	805.58^{b}	89.17^{a-e}
Ghasordashti	8.99^{h-m}	10.11^{j-o}	0.181^{e-i}	329.43^{k-n}	88.74^{a-f}
Hasani	13.67^{f-m}	15.58^{g-o}	0.208^{e-i}	302.15^{mn}	88.73^{a-f}
Salari	25.77^{b-g}	28.80^{d-h}	0.310^{c-f}	263.38^{no}	89.95^{a-d}
Hashemi	3.78^{k-m}@	3.92^{no}@	0.107^{ij}@	308.35^{mn}	96.49^{a}
Rashty Sard	19.75^{c-k}	21.49^{g-m}	0.247^{e-i}	619.58^{de}	91.81^{a-c}
Tarom pakotah	5.26^{k-m}	5.54^{l-o}	0.193^{e-i}	265.60^{no}	94.99^{ab}
Domsia	16.42^{f-m}	17.41^{g-o}	0.223^{e-i}	715.06^{c}	94.35^{a-c}
Amol1	22.04^{c-j}	26.51^{e-j}	0.265^{d-i}	261.88^{no}	82.80^{c-f}
Sepidrood	9.33^{g-m}	10.93^{i-o}	0.189^{e-i}	582.38^{ef}	85.39^{a-f}
Shapasand Mazandaran	35.29 $^{b-d}$	40.64^{b-f}	0.509 ^{b}	806.82 ^{b}	86.01 $^{a-f}$
Mohamadi chaparsar	19.00 $^{d-l}$	20.35^{g-n}	0.246 $^{e-i}$	199.24 ^{o}	93.39^{a-c}
Kadoos	41.60 ^{ab}	45.49 $^{b-d}$	0.703^{a}	723.74 ^{c}	91.47 $^{a-c}$
Saleh	26.69^{b-f}	31.68^{b-g}	0.290 $^{c-h}$	421.19 $^{h-j}$	84.26 $^{b-f}$
Dasht	11.61^{f-m}	14.78^{g-o}	0.202 $^{e-i}$	542.71 $^{e-g}$	79.18 $^{d-f}$
Bejar	35.05^{b-d}	41.23 $^{b-e}$	0.422 $^{b-d}$	573.71 ^{ef}	85.01 $^{a-f}$
Domsorkh	14.13^{f-m}	15.85 $^{g-o}$	0.216 $^{e-i}$	437.31 $^{h-j}$	89.10 $^{a-e}$
Amol3	2.66 ^{lm}@	4.10^{m-o}@	0.129 $^{j-i}$	546.43 $^{e-g}$	65.03 ^{hi}@
Tarom mantagheh	18.48 $^{e-l}$	19.88^{g-n}	0.239 $^{e-i}$	505.51 $^{f-h}$	92.83 $^{a-c}$
Shapasand	8.99^{h-m}	10.34^{i-o}	0.179 $^{e-i}$	395.15 $^{i-l}$	87.36 $^{a-f}$
Tarom Amiry	24.58^{c-i}	26.35^{e-j}	0.304 $^{c-g}$	363.91 $^{j-m}$	93.09 $^{a-c}$
Sadri	12.32 $^{f-m}$	13.47 $^{h-o}$	0.193 $^{e-i}$	470.79 $^{g-i}$	91.28 $^{a-c}$
Dorfak	56.31 ^{a}	69.96 ^{a}	0.839 ^{a}	478.83 $^{g-i}$	87.63 $^{a-f}$
Dom Zard	16.70^{f-m}	18.81^{g-o}	0.228 $^{e-i}$	682.82 ^{cd}	88.76 $^{a-f}$
Daylamani	21.99 $^{c-j}$	23.32^{f-k}	0.276 $^{c-i}$	584.86 ^{ef}	94.20 $^{a-c}$
IR28	36.07 ^{bc}	46.80^{bc}	0.433 ^{bc}	406.31 $^{i-k}$	77.22^{fg}
Binam	6.37 $^{j-m}$	6.70^{k-o}	0.167 $^{e-i}$	889.89 ^{a}	95.06 ^{ab}
IR50	3.08 ^{lm}@	5.65^{l-o}	0.159 $^{f-i}$	292.23 ^{mn}	54.44^{i}@
IR60	7.73 $^{j-m}$	9.94^{j-o}	0.135 $^{g-j}$@	604.66 ^{de}	77.89 ^{ef}

میانگین‌های دارای حرف‌های همسان بر پایهٔ آزمون توکی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار نیستند

Means followed by similar letters are not significantly different at 1% probability level using Tukey test

ادامهٔ جدول ۳

(Table3. Continued)

Rice cultivars	Frequency of germinated seeds per spike length	Frequency of filled grain per spike length	Frequency of grain per spike length	Test weight (kg)	1000 grain weight (g)
Nemat	1.71^{b-d}	3.56^{e-k}@	5.04c-j	36.60^{k-n}	26.00^{e-g}
Neda	0.86^{g-i}	3.92^{c-j}	4.70f-m	48.40^{ab}	25.00^{g-i}
Gharibsiahrayhani	0.89^{g-i}	3.23^{h-k}@	3.58p-r @	45.60^{b-d}	27.00^{e}
Hasansaraee	1.41^{d-f}	4.71^{a-c}	5.46c-e	32.00^{o}	@22.50 $^{k-m}$
Domsefid	0.07^{n} @	3.89^{c-j}	4.48f-n	25.20^{p} @	@22.00^{lm}
Gharib	0.29^{k-n}@	3.08^{i-k} @	3.46qr @	43.00^{c-f}	27.60^{cd}

میانگین‌های دارای حرف‌های همسان بر پایهٔ آزمون توکی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار نیستند

Means followed by similar letters are not significantly different at 1% probability level using Tukey test

Archive of SID

www.SID.ir

ادامهٔ جدول ۳

(Table3. Continued)

Rice cultivars	Frequency of germinated seeds per spike length	Frequency of filled grain per spike length	Frequency of grain per spike length	Test weight (kg)	1000 grain weight (g)
Ghasordashti	0.38$^{j-n@}$	4.12^{c-g}	4.28j-p	33.00^{o}	$^{@}$22.10^{lm}
Hasani	0.54^{i-m}	3.53$^{e-k\ @}$	3.97m-r $^{@}$	35.40^{l-o}	31.10^{a}
Salari	1.07^{f-h}	3.78^{e-i}	4.19k-q	42.60^{d-g}	24.40^{h-j}
Hashemi	0.14$^{mn@}$	3.51$^{f-k@}$	3.64o-r $^{@}$	42.00^{e-h}	25.00^{g-i}
Rashty Sard	0.85^{ghi}	3.97^{c-h}	4.32j-p	41.40^{f-i}	24.60^{g-i}
Tarom pakotah	0.30$^{k-n@}$	5.26^{a}	5.54cd	42.40^{d-g}	28.20^{cd}
Domsia	0.62^{h-l}	3.60$^{e-k@}$	3.88n-r $^{@}$	37.20^{k-n}	25.30^{f-i}
Amol1	1.16^{fg}	4.37^{b-f}	5.28c-f	38.80^{h-l}	24.00^{i-k}
Sepidrood	0.40$^{j-n@}$	3.70$^{e-k\ @}$	4.33j-p	49.60^{a}	25.00^{g-i}
Shapasand Mazandaran	1.58 $^{c-e}$	3.89 $^{c-i}$	4.53 $^{f-n}$	46.20 ^{bc}	31.00^{a}
Mohamadi chaparsar	0.83^{g-j}	4.09^{c-h}	4.39^{h-o}	47.18^{ab}	26.00^{e-g}
Kadoos	2.01 ^{b}	4.41 $^{a-e}$	4.82 $^{c-l}$	46.20 ^{bc}	23.00^{j-l}
Saleh	1.18 $^{e-g}$	3.73 $^{e-j}$	4.43 $^{g-o}$	32.00 ^{o}	26.00^{e-g}
Dasht	0.47 $^{i-n@}$	3.24 $^{g-k@}$	4.09 $^{l-r@}$	36.60 $^{k-n}$	22.80^{kl}
Bejar	1.96 ^{bc}	4.77 $^{a-c}$	5.61 ^{c}	39.10 $^{g-k}$	29.00^{bc}
Domsorkh	0.52 $^{i-n@}$	3.90 $^{c-i}$	4.37 $^{h-p}$	32.60 ^{o}	27.00^{de}
Amol3	0.21 $^{l-n@}$	5.12 ^{ab}	7.87 ^{a}	38.70 $^{h-l}$	23.90^{kl}
Tarom mantagheh	0.81 $^{g-j}$	4.08 $^{c-h}$	4.39 $^{h-o}$	41.00 $^{f-j}$	22.70^{kl}
Shapasand	0.29$^{k-n@}$	2.91 $^{jk@}$	3.32 $^{r@}$	36.80 $^{k-n}$	31.50^{a}
Tarom Amiry	1.14 ^{fg}	4.31 $^{b-f}$	4.62 $^{f-n}$	41.40 $^{f-i}$	29.00^{bc}
Sadri	0.63 $^{h-l}$	4.77 $^{a-c}$	5.23 $^{c-g}$	43.60 $^{c-f}$	24.70^{g-i}
Dorfak	2.91 ^{a}	4.15 $^{c-f}$	5.16 $^{c-h}$	41.40 $^{f-i}$	24.00^{kl}
Dom Zard	0.73 $^{g-k}$	3.89 $^{c-i}$	4.38 $^{h-o}$	34.40 ^{no}	30.00^{ab}
Daylamani	1.05 $^{f-h}$	4.41 $^{a-d}$	4.74 $^{d-m}$	45.00 $^{b-e}$	26.80^{d-f}
IR28	1.76 $^{b-d}$	3.79 $^{d-i}$	4.91 $^{c-k}$	38.40 $^{i-l}$	$^{@}$22.00^{lm}
Binam	0.29$^{k-n@}$	4.41 $^{a-e}$	4.64 $^{f-n}$	41.40 $^{f-i}$	23.80^{l}
IR50	0.4 $^{j-n@}$	3.95 $^{c-h}$	5.13 $^{c-i}$	37.82 $^{j-n}$	$^{@}$21.00^{m}
IR60	0.16 $^{mn@}$	2.86 $^{k\ @}$	5.25 $^{c-f}$	38.00 $^{i-m}$	23.00^{j-l}

میانگین‌های دارای حرف‌های همسان بر پایهٔ آزمون توکی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار نیستند

Means followed by similar letters are not significantly different at 1% probability level using Tukey test

ادامهٔ جدول ۳

(Table3. Continued)

Rice cultivars	Panicle volume (cm^3)	Grain volume (mm^3)	Thickness of lemma (mm)	Thichness of palea (mm)	Grain shape (length : width)
Nemat	3.50^{a-d}	25.13^{d-m}	0.160^{e-i}	0.215^{c-g}	5.36 ^{bc}
Neda	1.25$^{e\ @}$	27.14^{d-h}	0.145$^{g-l@}$	0.215^{c-g}	4.46 $^{e-h}$
Gharibsiahrayhani	3.75^{a-c}	34.08^{ab}	0.25^{ab}	0.245^{a-c}	2.72 $^{s\ @}$
Hasansaraee	1.75$^{de@}$	21.49$^{j-p@}$	0.205^{b-e}	0.255^{ab}	3.38 $^{p-r}$
Domsefid	3.75^{a-d}	18.50$^{op@}$	0.26^{a}	0.270^{a}	4.47 $^{d-g}$
Gharib	3.75^{a-d}	29.12^{c-e}	0.190^{c-g}	0.225^{b-f}	3.33 ^{qr}
Ghasordashti	3.75^{a-d}	26.87^{d-i}	0.185^{d-h}	0.225^{b-f}	3.47 $^{n-q}$
Hasani	1.75$^{de\ @}$	29.25^{c-e}	0.190^{c-g}	0.195^{e-h}	3.33^{qr}
Salari	3.25^{a-d}	22.38$^{h-p@}$	0.21^{b-e}	0.225^{b-f}	4.12 $^{h-m}$
Hashemi	1.75$^{de@}$	21.76$^{i-p@}$	0.150$^{f-l@}$	0.205^{d-g}	4.36 $^{f-k}$
Rashty Sard	3.75^{a-c}	23.69^{f-n}	0.130$^{i-l@}$	0.135^{j}	4.48 $^{e-i}$
Tarom pakotah	1.25$^{e\ @}$	24.40^{e-n}	0.195^{c-g}	0.200^{d-h}	2.74 $^{s\ @}$
Domsia	3.75^{a-c}	20.29$^{m-p@}$	0.170^{e-j}	0.190^{f-i}	4.78 $^{d-f}$
Amol1	1.75$^{de@}$	19.74$^{n-p@}$	0.135$^{h-l@}$	0.215^{c-g}	3.44^{o-r}
Sepidrood	1.75$^{de@}$	22.06$^{h-p@}$	0.120$^{j-l@}$	0.225^{b-f}	4.2 $^{g-l}$
Shapasand Mazandaran	3.60^{a-c}	36.16 ^{a}	0.160 $^{e-l\ @}$	0.135 ^{j}	3.76 $^{l-q}$

میانگین‌های دارای حرف‌های همسان بر پایهٔ آزمون توکی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار نیستند

Means followed by similar letters are not significantly different at 1% probability level using Tukey test

Archive of SID

www.SID.ir

ادامهٔ جدول ۳

(Table3. Continued)

Rice cultivars	Panicle volume (cm^3)	Grain volume (mm^3)	Thickness of lemma (mm)	Thichness of palea (mm)	Grain shape (length : width)
Mohamadi chaparsar	3.25 a-d	24.38 e-n	0.190 c-g	0.210 c-g	3.29 qr
Kadoos	3.75 a-c	25.31 d-m	0.145 g-l@	0.235 a-d	5.15 b-d
Saleh	3.50 a-d	23.84 f-n	0.115 kl@	0.165 h-j	6.45 a
Dasht	2.50 b-e@	25.42 d-m	0.200 c-f	0.195 e-h	3.78 l-q
Bejar	3.75 a-c	27.62 d-g	0.145 g-l@	0.205 d-g	3.89 k-p
Domsorkh	3.75 a-c	17.88 p @	0.180 d-i	0.255 ab	3.93 j-o
Amol3	3.25 a-d	21.16 k-p@	0.135 e-k	0.235 a-d	4.29 f-l
Tarom mantagheh	4.50 a	26.17 d-k	0.23 a-d	0.155 ij	4.60 e-h
Shapasand	3.25 a-d	24.45 e-n	0.175 e-i	0.230 b-e	4.02 i-m
Tarom Amiry	1.75 de@	33.43 a-c	0.240 a-c	0.185 g-i	4.63 e-h
Sadri	3.75 a-c	20.40 m-p@	0.145 g-l@	0.235 a-d	3.99 i-n
Dorfak	1.75 de@	22.94 g-p@	0.110 l @	0.090 k @	4.92 c-e
Dom Zard	3.75 a-c	25.60 d-l	0.115 kl@	0.230 b-e	3.82 k-q
Daylamani	2.25 c-e@	20.63 l-p@	0.135 h-l@	0.210 c-g	4.52 e-i
IR28	3.00 a-e@	22.37 h-p@	0.195 c-g	0.165 h-j	3.27 r
Binam	2.50 b-e@	28.17 d-f	0.195 c-g	0.195 e-h	3.58 m-q
IR50	2.25 c-e@	26.51 d-j	0.130 i-l@	0.225 b-f	5.59 b
IR60	4.25 ab	22.14 h-p@	0.170 e-j	0.245 a-c	3.93 j-e

میانگین‌های دارای حرف‌های همسان بر پایهٔ آزمون توکی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار نیستند

Means followed by similar letters are not significantly different at 1% probability level using Tukey test

ادامهٔ جدول ۳

(Table3. Continued)

Rice cultivars	Grain thickness : width	Grain densty (mg/ml)	Plant height (cm)	Number of effective tillers
Nemat	0.86 a-g	@1.03 b-g	106.90 op	14.50 b-e
Neda	0.83 a-j	@0.92 b-g	92.25 s @	21.00 a
Gharibsiahrayhani	0.64 m-o@	@0.79 g	140.75 h	8.50 i-k @
Hasansaraee	0.70 j-n	1.07 a-g	145.80 f-h	10.00 g-h
Domsefid	0.88 a-f	1.20 a-f	173.95 a	8.00 jk @
Gharib	0.79 b-l	@0.95 b-g	141.40 gh	10.50 f-j
Ghasordashti	0.75 e-m	0.81 fg	145.90 fg	12.50 d-h
Hasani	0.73 g-m	@1.08 b-g	120.50 kl	10.00 g-h
Salari	0.76 d-m	@1.10 b-g	136.00 i	8.50 i-k @
Hashemi	0.83 a-j	1.15 a-g	145.40 f-h	11.00 e-j
Rashty Sard	0.82 a-k	@1.04 b-g	141.25 gh	6.50 k @
Tarom pakotah	0.69 k-n	1.15 a-g	104.35 pq	14.50 b-e
Domsia	0.93 a	1.25 a-d	144.60 f-h	8.00 jk@
Amol1	0.53 o @	1.21 a-e	121.00 k	14.00 b-f
Sepidrood	0.67 l-n	1.13 a-g	110.50 no	15.00 b-d
Shapasand Mazandaran	0.71 i-n	@d-g 0.88	126.75 j	14.00 b-f
Mohamadi chaparsar	0.73 h-m	@1.07 b-g	136.20 i	11.50 d-j
Kadoos	0.90 a-c	@c-g 0.91	113.40 mn	11.00 e-j
Saleh	0.92 ab	@1.09 b-g	114.75 mn	17.00 b
Dasht	0.75 f-m	@0.90 c-g	149.35 ef	12.00 d-i
Bejar	0.79 b-l	@1.06 b-g	114.45 mn	9.50 g-h
Domsorkh	0.82 a-k	1.51 a	145.30 f-h	10.00 g-k@

میانگین‌های دارای حرف‌های همسان بر پایهٔ آزمون توکی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار نیستند

Means followed by similar letters are not significantly different at 1% probability level using Tukey test

Archive of SID

www.SID.ir

ادامهٔ جدول ۳

(Table3. Continued)

Rice cultivars	Grain thickness : width	Grain density (mg/ml)	Plant height (cm)	Number of effective tillers
Amol3	0.85 a-h	1.13 a-g	101.40 qr	14.50 b-e
Tarom mantagheh	0.79 b-h	@d-g 0.86	121.00 k	9.50 g-k@
Shapasand	0.81 a-k	1.28 a-c	144.50 f-h	10.00 g-k@
Tarom Amiry	0.88 a-e	@d-g 0.87	124.65 jk	9.00 h-k@
Sadri	0.82 a-k	1.21 a-e	154.85 cd	10.50 f-j
Dorfak	0.86 a-h	@1.05 b-g	119.80 kl	14.50 b-e
Dom Zard	0.78 c-l	1.17 a-g	157.55 c	12.50 d-h
Daylamani	0.84 a-i	1.30 ab	135.70 i	13.00 c-g
IR28	0.60 no@	@0.99 b-g	168.35 b	8.50 i-k@
Binam	0.71 j-n	@0.84e-g	151.40 de	11.50 d-j
IR50	0.89 a-d	@0.79 g	103.75 pq	11.00 e-j
IR60	0.81 a-k	@1.04 b-g	115.45 lm	13.00 c-j

میانگین‌های دارای حرف‌های همسان بر پایهٔ آزمون توکی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار نیستند

Means followed by similar letters are not significantly different at 1% probability level using Tukey test

ضریب‌های همبستگی پدیدگانی و ژنتیکی

بررسی مقادیر ضریب‌های پدیدگانی و ژنتیکی ۱۹ صفت در رقم‌های برنج مورد بررسی (جدول ضریب‌های همبستگی ارائه نشده است) نشان داد، درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت و فراوانی دانه‌های جوانه‌زده در طول خوشه با میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری به ترتیب با مقادیر (r_g= ۰/۹۵۰** و r_p= ۰/۹۴۲**) و (۰/۸۹۱** =r_g و ۰/۸۶۵**- =r_p) داشتند و همچنین همبستگی ژنتیکی منفی و معنی‌داری با ضخامت پالئا (۰/۴۳۷*- =r_g و ۰/۴۰۶- =r_p) داشت. درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت و ضخامت لما همبستگی منفی داشت.

درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت برحسب شمار دانهٔ پر با فراوانی دانه‌های جوانه‌زده در طول خوشه با میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز همبستگی ژنتیکی و پدیدگانی مثبت و معنی‌داری به ترتیب با مقادیر (۰/۹۷۰** =r_g و ۰/۹۶۶** =r_p) و (۰/۹۲۴** =r_g و ۰/۸۹۶** =r_p) نشان داد و همچنین همبستگی ژنتیکی و پدیدگانی منفی و معنی‌داری با ضخامت پالئا (۰/۴۳۷*- =r_g و ۰/۴۱۶*- =r_p) داشت، بنابراین می‌توان بیان کرد که میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز یک صفت مرتبط با جوانه‌زنی پیش از برداشت است. به عبارتی نژادگان‌هایی که میزان بالاتری از فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز را داشته، بیشترین درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت را دارند. با افزایش درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت، شمار دانه‌های جوانه‌زده در طول خوشه نیز افزایش می‌یابد. همچنین با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار ضخامت پالئا و درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت و ارتباط منفی ضخامت لما با درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت، رقم‌هایی که بیشترین ضخامت لما و پالئا را دارند، ازلحاظ جوانه‌زنی پیش از برداشت کمترین میزان را داشتند. نتایج مقایسهٔ میانگین نشان داد، رقم اصلاح‌شدهٔ درفک با بیشترین میزان جوانه‌زنی پیش از برداشت (۵۶/۳۱ درصد) ازلحاظ میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بیشترین میزان فعالیت آنزیم (۰/۸۳۹ میکرومول گلوکز آزادشده) و ازلحاظ ضخامت لما (۰/۱۱۰ میلی‌متر) و پالئا (۰/۰۹۰ میلی‌متر)، کمترین میزان را به خود اختصاص داد. رقم بومی دم‌سفید با کمترین میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز (۰/۱۰۳ میکرومول گلوکز آزادشده) و بیشترین میزان ضخامت لما (۰/۲۶۰ میلی‌متر) و پالئا (۰/۲۷۰ میلی‌متر) کمترین میزان جوانه‌زنی پیش از برداشت (۱/۶۱ درصد) را به خود اختصاص داد، بنابراین می‌توان انتظار داشت که با افزایش ضخامت پوشش بذر نفوذپذیری بذر نسبت به آب و اکسیژن کاهش می‌یابد. بیشترین بازدارنده‌های جوانه‌زنی در پوشش بذر قرار دارند. در این رابطه Gatford *et al*. (2002) بیان داشت که پوشش بذر از دو طریق می‌تواند بازدارندهٔ جوانه‌زنی شود. الف- نفوذپذیری پوسته نسبت به آب و اکسیژن

Archive of SID

www.SID.ir

به‌عنوان منبعی از بازدارنده‌ها ب- پوشش بذر یا مقاومت مکانیکی بذر . Dastaran mamghani *et al.* (2009) با بررسی خواب بذر و عامل‌های مؤثر بر شکست خواب در ۵۷ نژادگان جو بیان داشتند که درصد جوانه‌زنی بذرهای دارای پوشش با بذرهای بدون پوشش اختلاف معنی‌داری وجود داشت. با حذف پوشش بذر درصد جوانه‌زنی بذر افزایش می‌یابد. در آزمایش انجام‌شده Waheed *et al.* (2012) حذف پوستهٔ بذر برنج را عامل بسیار مؤثر در شکست خواب بذر عنوان کردند.

تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام

با توجه به اهمیت صفت جوانه‌زنی پیش از برداشت و برای برنامه‌ریزی مناسب اصلاحی می‌بایست نقش صفاتی که بیشترین تأثیر را بر جوانه‌زنی پیش از برداشت دارند را شناسایی کرد که این امر از طریق رگرسیون گام‌به‌گام امکان پذیر است. در تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام به ترتیب دو صفت میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز (X_1) و درصد باروری خوشه (X_2) وارد مدل شدند (جدول ۴). معادلهٔ رگرسیونی به‌صورت زیر (رابطهٔ ۹) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار و ضریب تبیین (R^2) برای این مدل ۷۸/۴ برآورد شد که به مفهوم توجیه ۷۸/۴ درصد تغییرپذیری‌های مربوط به صفت جوانه‌زنی پیش از برداشت است.

$$Y = -۳/۱۵ + ۸/۱۶ X_1 + ۰/۵۴ X_2$$ رابطهٔ ۹

میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز به‌تنهایی ۷۴/۸ درصد و درصد باروری خوشه ۳/۷ درصد تغییرپذیری‌ها را توجیه کرد. ضریب‌های همبستگی پدیدگانی و نژادگانی نیز همبستگی‌های مثبت و بسیار معنی‌داری بین میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و جوانه‌زنی پیش از برداشت را نشان داد، به عبارتی می‌توان نتیجه گرفت که از میان صفات مورد بررسی در این تحقیق، میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بیشترین تأثیر را بر صفت جوانه‌زنی پیش از برداشت دارد و تفاوت این صفت می‌تواند باعث تمایز بین رقم‌های برنج از نظر جوانه‌زنی پیش از برداشت شود. نتایج تحقیقات نشان داد، بذرهای خفته بدون فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بوده یا فعالیت کمی دارد، درصورتی‌که بذرهای بدون خواب فعالیت آنزیمی قابل پذیرشی را نشان دادند. همچنین افزایش طول دورهٔ رسیدگی باعث کاهش شدت و دوام خواب بذر نیز می‌شود. فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در ارتباط با خواب بذر و جوانه‌زنی پیش از برداشت است. Etezadijam *et al.*, (2004a); Dehghanpour *et al.*, (2011); Gao *et al.*, (2013) در گزارش نتایج بررسی در گیاه مرزنگوش و گندم بیان داشتند، افزون بر شرایط محیطی، نفوذپذیری پوشش بذر، رنگ و سطح هورمون‌های درونی بذر و میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز نیز از عامل‌های مؤثر بر جوانه‌زنی پیش از برداشت هستند. فعالیت این آنزیم به سرعت با جذب آب افزایش می‌یابد و جوانه‌زنی بذر نیز آغاز می‌شود. همچنین گزارش شد که بین رقم‌های مقاوم و حساس به جوانه‌زنی پیش از برداشت در گندم، ازلحاظ فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

اگرچه تجزیهٔ همبستگی، ارتباط بین پوشش بذر (لما و پالئا) با جوانه‌زنی پیش از برداشت را نشان داد، اما به نظر می‌رسد که نقش بیشتر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در فرایند جوانه‌زنی باعث شده تا اثر پوشش بذر در رگرسیون گام‌به‌گام معنی‌دار نشود.

جدول ۴. تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام برای متغیر وابسته جوانه‌زنی پیش از برداشت در ۳۴ رقم برنج

Table 4. Analysis of stepwise regression for pre-harvest sprouting in 34 rice cultivars

Model	Regression coefficient	Standard Error	Beta cofficient	R- Square	t	Significant
Alpha amylase activity (µmol/g Fw × 10^{-2})	8.16	0.78	0.85	0.747	10.47	0.000
Panicle fertility	0.54	0.26	0.19	0.037	2.38	0.023

R^2 = 0.784

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. میانگین و انحراف از میانگین کل گروه‌های مختلف حاصل از تجزیهٔ خوشه‌ای بر پایهٔ صفات مرتبط با جوانه‌زنی پیش از برداشت در ۳۴ رقم برنج

Table 5. Mean and deviation from total mean of the different groups obtained from cluster analysis based on pre-harvest sprouting traits in 34 rice cultivars

Group	Rice cultivars	Pre-harvest Sprouting (%)	Germination based on filled grains (%)	Alpha amylase activity (µmol/g Fw × 10^{-2})	Protein content of grain (mmol/ml)	Panicle fertility (%)	Frequency of germinated seeds per spike length	
1	Gharibsiahrayhani, Hasansaraee, Domsefid, Graib, Ghasrodasht, Hasani, Salary, Rashty sard, Doom siah, Amol1, Binam, Mohamadi chapars, Dasht, Tarom mantaghe, Shapasand, Tarom amiry, Sadry, Doom zard, Dilamani, Tarom pakoth, Hashemi, Doom sorkh, Sefid rood, IR28	15.88	17.91	0.23	481.25	89.72	0.7	Mean
		-2.52	-3.55	-0.04	-1.95	3.8	-0.16	Deviation
2	Shahpasand mazandaran, Kadoos, Bejar, Doorfak	38.15	46.10	0.54	553.14	84.17	1.89	Mean
		19.75	24.64	0.27	69.94	-1.75	1.03	Deviation
3	Nemat, Saleh, IR50, IR60, Amol3, Neda,	7.28	9.65	017	409.03	69.01	0.38	Mean
		-11.12	-11.81	-0.1	-74.17	-16.91	-0.48	Deviation
		18.40	21.46	0.27	483.20	85.92	0.86	Mean

ادامهٔ جدول ۵

(Table 5. Continued)

Group	Rice cultivars	Frequency of filled grain per spike length	Frequency of grain per spike length	Test weight (kg)	1000 grain weight (g)	Panicle volume (cm^3)	Grain volume (mm^3)	Thickness of lemma (mm)	
1	Gharibsiahrayhani, Hasansaraee, Domsefid, Graib, Ghasrodasht, Hasani, Salary, Rashty sard, Doom siah, Amol1, Binam, Mohamady chapars, Dasht, Tarom mantaghe, Shapasand, Tarom amiry, Sadry, Doom zard, Dilamany, Tarom pakoth, Hashemi, Doom sorkh, Sefid rood, IR28	3.97	4.41	39.68	25.62	2.58	24.35	0.18	Mean
		-0.02	-0.29	-0.08	0.12	-0.17	-0.54	0.01	Deviation
2	Shahpasand mazandaran, Kadoos, Bejar, Doorfak	4.08	4.93	40.25	26.50	3.33	26.66	0.13	Mean
		0.09	-0.23	0.49	1	0.58	1.77	-0.04	Deviation
3	Nemat, Saleh, IR50,IR60, Amol3, Neda,	3.99	5.86	39.54	23.70	2.90	25.42	0.14	Mean
		0	1.16	-0.22	-1.8	-0.15	-0.09	-0.03	Deviation
		3.99	4.70	39.76	25.50	2.75	24.89	0.17	Mean

Archive of SID

www.SID.ir

ادامهٔ جدول ۵
(Table 5. Continued)

Group	Cultivar	Thickdees of palea (mm)	Grain shape (length : width)	Grain thickness : width	Grain density (mg/mm^3)	Plant height (cm)	Number of effective tillers	
1	Gharibsiahrayhani, Hasansaraee, Domsefid, Graib, Ghasrodasht, Hasani, Salary, Rashty sard, Doom siah, Amol1, Binam, Mohamady chapars, Dasht, Tarom mantaghe, Shapasand, Tarom amiry, Sadry, Doom zard, Dilamany, Tarom pakoth, Hashemi, Doom sorkh, Sefid rood, IR28	0.20	3.89	0.76	1.08	140.16	10.26	Mean
		0.01	-0.24	-0.03	0.03	9.28	-1.10	Deviation
2	Shahpasand mazandaran, Kadoos, Bejar, Doorfak	0.17	4.92	0.84	1.00	116.00	13.41	Mean
		-0.03	0.79	0.05	-0.05	-14.87	1.69	Deviation
3	Nemat, Saleh, IR50,IR60, Amol3, Neda,	0.21	4.43	0.84	0.94	102.29	15.20	Mean
		-0.01	0.30	0.05	-0.11	-28.59	3.48	Deviation
		0.20	4.13	0.79	1.05	130.88	11.72	Mean

وراثت‌پذیری عمومی صفات

وراثت‌پذیری عمومی درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت، درصد جوانه‌زنی پیش از برداشت برحسب دانه‌های پر، فراوانی شمار دانه‌های جوانه‌زده در طول خوشه و میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز به ترتیب ۹۶/۷۸، ۹۶/۸۶، ۹۵/۶۰ و ۸۸ درصد برآورد شد (جدول وراثت‌پذیری ارائه نشده است)، که برآورد به نسبت بالایی از وراثت‌پذیری برای این صفات به شمار می‌آید. این موضوع ممکن است به دلیل یکنواختی محیط آزمایش و کوچک بودن واریانس محیطی و همچنین برآورد نشدن اثر متقابل نژادگان مکان، نژادگان زمان و نژادگان زمان و مکان باشد که باعث افزایش برآورد واریانس ژنتیکی شده است. از سوی دیگر وجود تفاوت‌های ژنتیکی در بین رقم‌های مورد بررسی را می‌توان دلیل دیگری برای بالا بودن وراثت‌پذیری عنوان کرد، بنابراین وراثت‌پذیری‌های برآوردشده قابل‌تعمیم به دیگر رقم‌ها نبوده و تنها در مورد رقم‌های مورد بررسی و شرایط محیطی این تحقیق صدق می‌کند.

Abouzari-Gazafrodi *et al*.; (2004) Rahim (2008) Soroush *et al*. نیز در آزمایش‌های همسان، وجود تنوع ژنتیکی بالای نژادگان‌های برنج مورد بررسی، ناچیز بودن واریانس محیطی و برآورد نشدن اثر متقابل نژادگان مکان، نژادگان زمان و نژادگان زمان و مکان را دلایل افزایش برآورد واریانس ژنتیکی بیان کردند، اما درمجموع، این مقادیر می‌تواند برآوردی از قابلیت وراثت‌پذیری این صفت باشد که با توجه به بالا بودن نسبی، گزینش این صفت در جمعیت‌های اصلاحی برای دستیابی به رقم‌های متحمل، قابل توصیه است.

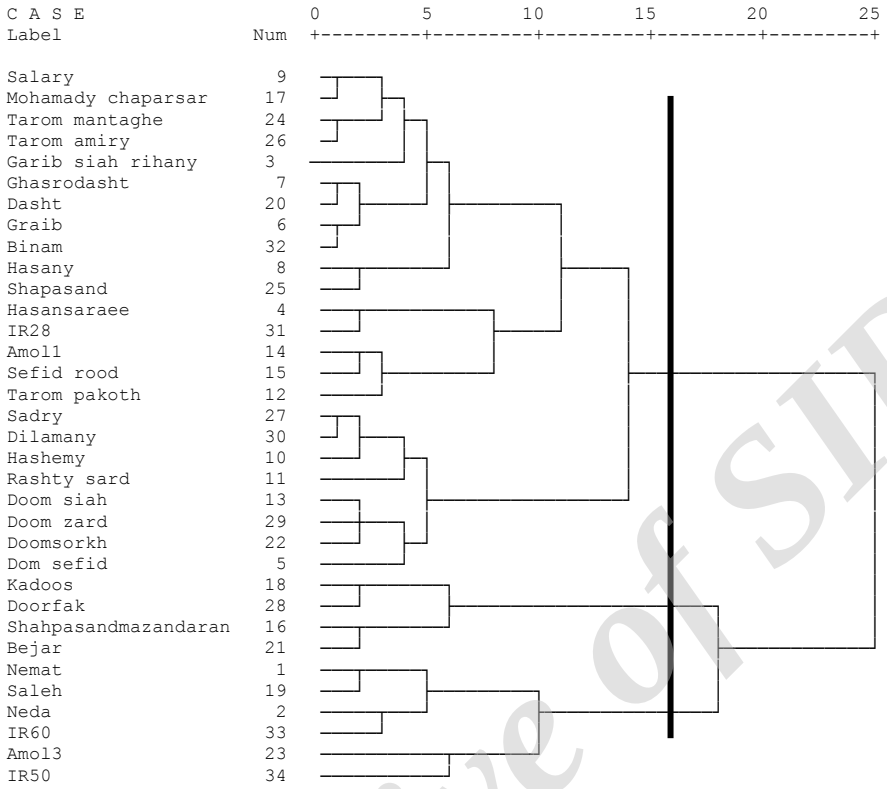
نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق صفت جوانه‌زنی پیش از برداشت که یک صفت نامطلوب برای گیاهان زراعی به‌ویژه غلات به شمار می‌آید در شماری از نژادگان‌های مهم برنج کشور بررسی شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد، رقم درفک بیشترین و رقم دم‌سفید کمترین جوانه‌زنی پیش از برداشت را داشتند. همچنین همبستگی و تجزیهٔ رگرسیون نشان داد، صفات میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و ضخامت لما و پالئا به احتمال زیاد نقش مؤثری در میزان جوانه‌زنی پیش از برداشت دارند. نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها و گروه‌بندی نژادگان‌ها نشان داد، نژادگان‌های مورد بررسی قابلیت‌های مناسبی به لحاظ مقاومت به جوانه‌زنی پیش از برداشت و برخی

Archive of SID

www.SID.ir

صفات ارزشمند زراعی دارند که می‌توان با انتخاب والدین مناسب و تلاقی‌های هدفمند نسبت به تجمیع ژن‌های سودمند در این گیاه اقدام کرد. همچنین پیشنهاد می‌شود برای به دست آوردن اطلاعات کامل‌تر و دقیق‌تر، نژادگان‌های بیشتر در سال و مکان‌های مختلف ارزیابی شوند.



شکل ۱. نمودار درختواره‌ای به روش Ward بر مبنای ۱۹ صفت مرتبط با جوانه‌زنی پیش از برداشت در ۳۴ رقم برنج

Fig 1. Cluster analysis by Ward methods based of 19 traits related to pre-harvest sprouting in 34 rice cultivars

Archive of SID

REFERENCES

1. Abouzari-Gazafrodi, A., Honarnegad, R. & Fotokian, M. H. (2008). The investigation of genetic diversity with morphological data in rice varieties (*Oryza sativa* L.). *Pajouhesh & Sazandegi*, 78, 110-117. (In Farsi)
2. Alizadeh, A. (2007). *Soil, water, plant relationship*. Ferdowsi University of Mashhad. (In farsi).
3. Agahi K., Fotokian, M. H. & Younesi, Z. (2012). Study of genetic diversity and important correlations of agronomic traits in rice genotypes (*Oryza sativ*a L.). *Iranian Journal of Biology*, 25(1), 97-110. (In Farsi)
4. Bagheri, N., Babaeian-Jelodar, N. & Hasan-Nataj, E. (2008).Genetic diversity of Iranian rice germplasm based on morphological traits. *Iranian Agricultural Research*, 6(2),. 235-243. (In Farsi)
5. Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of microgram quantities of prorotein utilizing the principle of protein-Dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
6. Dastaran Mamghani, F., Tavakol Afshari, R. & Sharif- zadeh, F. (2009). A study of seed dormancy and dormancy breaking factors during after-ripening period of barley genotypes (*Hordeum vulgare* L). *Iranian Journal of Filed Crop Science*.40(3), 123-135. (In Farsi)
7. De, R.N., Reddy, J .N., Suriava, A.V. & Mohanty, K. K. (1992). Genetic divergence in early rice under two situations. *Indian Journal Genetic*, 52, 225-229.
8. Dehghanpour Farshah, H., Tvakkol Afshari, R., Sharifzadeh, F. & Chavoshinasab, S. (2011). Germination improvement and α-amylase and β-1, 3-glucanase activity in dormant and nondormantseeds of Oregano (*Origanum vulgare*). *Australian Journal of Crop Science*,5 (4), 421-427. (In Farsi)

www.SID.ir

9. Etezadijam, J., Tavakkol Afshari, R., Yazdi- Samadi, B. & Hoseinzadeh, A. H. (2004 a). Pre-harvest sprouting resistance and study of correlation and path analysis of seed characteristics with Pre-Harvest Sprouting resistance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal Agricultural Science Iran*, 36(3), 733-742. (In Farsi)
10. Etezadijam, J., Tavakkol Afshari, R., Yazdi-Samadi, B. & Shah Nejat Bushehr, A. A. (2004b). The study seed dormancy, post maturity period and patterns of protein synthesis in the embryo of seed dormancy and without dormancy in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Journal Agricultural Science Iran*.36(4), 859-867. (In Farsi)
11. Falconer, D. S. (1989). *Introduction to quantitative Genetics*. Longman Group Ltd, London.
12. Falconer, D. S. & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to quantitative genetics*, 4th ed. Longman Technical, Essex, UK.
13. Faraji, F., Esfahani, M., Alizadeh, M. R. & Aalami, A. (2014). Evaluation of morphological characteristics related to lodging in selected local and improved rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *Irnian Journal of Crop sciences*. 16(3), 250-264. (In Farsi)
14. Gao, X., Hu, C. H., Li, H. Z., Yao, Y. J., Meng, M., Dong, J., Zhao, W.C., Chen, Q. J. & Li, X. Y. (2013). Factors affecting pre-harvest sprouting resistance in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal Of Animal & Plant Science*, 23 (2), 556-565.
15. Gatford, K. T., Eastwood, R. F. & G. Halloran, M. (2002). Germination inhibitors in bracts surrounding the grain of *Triticum tauschii*. *Functional Plant Biology*, 29, 881–890.
16. Gordon, A.G. (1970) Premature Germination in Cereals. *Canadian Journal of Plant Science*, 50,191-194
17. Groos, C., Gay, G., Perretant, M. R., Gervais, L., Bernard, M., Dedryver, F. & Charmet, G. (2002). Study of the relationship between pre-harvest sprouting and grain color by quantitative trait loci analysis in a white×red grain bread-wheat cross. Theoretical and Applied Genetics, 104,39-47.
18. Honarnejad, R. (2002). Study of correlation between some quantitative traits and grain yield in rice (*Oryza sativa* L.) using path analysis. *Irnian Journal of Crop sciences*. 4(1), 25-34. (In Farsi)
19. Hussain, A., Khattak, N. & Qayyum khan, A. (2008). Cost benefit analysis of different rice varieties in district Swat. *Sarhad Journal Agriculture*, 24 (4),745-748.
20. Imtiaz, M., Ogbonnaya, F. C., Oman, J. & van Ginkel, M. (2008) Characterization of quantitative trait loci controlling genetic variation for pre-harvest sprouting in synthetic backcross-derived wheat lines.*Genetics* ,178,1725-36.
21. IRRI. (2002). *Standard Evalution System for rice (SES)*. Manila, Philippines, International Rice Research Institute. Los Banos.Laguna. Philippinea.
22. Jain, R. K. & Bal, S. (1997). Properties of pearl millrt. *Journal Agricultural Engineering Research*, 66, 85-91.
23. Juliano, B.O. & Chang ,T. T. (1987). *Pre-Harvest sprouting in rice, in*: D. J. Mares (Ed.), Fourth international symposium on pre-harvest sprouting in cereals, Westview Press, Boulder. pp. 34-41.
24. Karbalaie, M. T., Farahmand, A. N. & Mashaie, S. S. (2006). *the study of seeds dormancy and duration in 50 rice cultivars (rrii)*. Retrieved July 7, 2017, from http://www.berenge.com/Articles/ShowArticle.aspx?ArticleID=3154.
25. Mahbub, A. A., Rahman, M. S., Khanam, M. & Gomosta, A. R. (2005). Development of preharvest sprouting tolerance screening technique in rice. *International Rice Research Notes*, 30 (1), 50-51.
26. Mahdavi, F., Esmaeili, M. A., Fallah, A. & Pirdashti, H. (2005). Study of morphological characteristcs, physiological indices, grain yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.) landraces and improved cultivars. *Irnian Journal of Crop sciences*, 4, 280-297. (In Farsi)
27. Moharami, E., Shahedi, M. & Kadivar M. (2009). Evaluation of α-Amylase, Lipase and Lipoxygenase activity in wheat flour before and after germination. *Journal of Crop Production and Processing*, 13 (47),1-13. (In Farsi).
28. Nourinia, A. (2002). Pre-harvest sprouting in wheat past research and future needs. In: 7th Iranian Crop Science Congress. 24 to 26 August. Karaj, Iran. (In Farsi).
29.Okamoto, K. & Akazawa, T. (1979). Enzymic mechanism of starch breakdown in germinating Rice seed. *Plant Physiology*, 63: 336-340.
30. Rahim Soroush, H., Mesbah, M. & Bozorgipoor, R. (2004). Genetic and phenotypic variability and cluster analysis for quantitative and qualitative traits of rice. *Seed and Plant Improvement Journal*, 20, 167-182. (In Farsi)
31. Roy, R., Weng Chan. N. & Rainis, R. (2013). Development of an Empirical Model of Sustainable Rice Farming: A Case Study from Three Rice-Growing Ecosystems in Bangladesh. *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Sciences*, 13 (4), 449-460.

Archive of SID

www.SID.ir

32. Sasaki, K., Kazama, Y., Chae, Y. & Sato, T. (2013). Confirmation of novel quantitative trait loci for seed dormancy at different ripening stages in rice. *Rice Science*, 20 (3), 207−212.
33 Venkata Lakshmi, M., Suneetha, Y. & Yugandhar, G. (2014). Correlation studies in rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 5(2), 121-126.
34. Waheed, A., Ahmad, H. & Abbasi, F. M.(2012). Different treatment of rice seed diormancy breaking, germination of both wild species and cultivated varieties (*Oryza sativa* L.). *Journal of Materials and Environmental Science*, 3(3), 551-560.

Archive of SID

www.SID.ir