Archive of SID

Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 50, No 1, Spring 2018 (181-190)
DOI: 10.22059/ijfcs.2018.234077.654327

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۸ (ص.۱۹۰- ۱۸۱)

اثر آرایش کاشت بر خوابیدگی بوته و عملکرد پنج رقم برنج محلی

اسماعیل یساری
استادیار، بخش علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ساری، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۵. - تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۳۰)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر آرایش کاشت بر خوابیدگی بوته و عملکرد پنج رقم محلی برنج، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده،در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان بابل در سال ۱۳۹۳ انجام شد. تیمارها شامل پنج رقم طارم محلی، طارم هاشمی، طارم دیلمانی، طارم لنگرودی و سنگ طارم به‌عنوان عامل اصلی و سه سطح تراکم کاشت ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ بوته در مترمربع، به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. کمترین تعداد کل خوشه‌چه و تعداد خوشه‌چه پوک در خوشه برای رقم طارم لنگرودی و کمترین تعداد پنجه در بوته و تعداد خوشه در متر مربع به‌ترتیب در رقم‌های طارم محلی و سنگ طارم مشاهده گردید. بیشترین مقاومت به شکستگی و کمترین شاخص خوابیدگی میانگره‌های سوم و چهارم در رقم طارم لنگرودی مشاهده گردید. تعداد کل پنجه در بوته با افزایش تراکم کاشت کاهش یافت؛ در حالی‌که تعداد خوشه در متر مربع به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. تعداد گره، طول میانگره‌های اول و دوم، قطر میانگره چهارم و همچنین حرکت خمش میانگره‌های سوم و چهارم با افزایش تراکم، روند کاهشی داشتند. حداقل شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم (۱۹۹/۶۵ و ۲۴۱/۴) مربوط به تراکم ۸۰ بوته در مترمربع بود. اثرات متقابل رقم در تراکم کاشت بر کلیه صفات زراعی و خصوصیات مرفولوژیکی وابسته به خوابیدگی اثر معنی‌داری داشت. لذا، بین ارقام مختلف برنج در آرایش‌های مختلف کاشت از نظر شاخص‌های خوابیدگی و عملکرد تفاوت وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: برنج، تراکم کاشت، حرکت خمش، شاخص خوابیدگی و مقاومت به خوابیدگی.

Effect of planting arrangement on lodging and yield in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars

Esmail Yasari
Assistant Prof, Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Sari, I. R of IRAN.
(Received: March 3, 2018 – Accepted: June 25, 2018)

ABSTRACT

In order to investigate the effect of planting arrangement on lodging and yield in rice cultivars, a split plot experiment based on randomized complete blocks design was conducted in four replications. The main plot was five rice cultivars (Tarom Mahalli, Tarom Hashemi, Tarom Deylamani, Tarom Langrudi and Sang Tarom) and three plant density (40, 80, 120 plant. M^{-2}) were design as sub-plot. The lowest total spikelet's and sterile spikelet's were obtained in Tarom Langrudi and the lowest tiller number per hill and panicle number.m^{-2} were produced in Tarom Mahalli and Sang Tarom, respectively. Shortest length of first, second and third internode and biggest third internode diameter and also the least plant height were obtained in Tarom Langrudi. As a result the most lodging resistance and the least lodging index for third and fourth internode were produced in Tarom Langrudi. Total tiller numbers were decreased with increasing of plant density but in this case the panicles numbers were increased significantly. Node number, the length first, second internodes, the fourth internode diameter and also the third, fourth internode bending movement were decreased with increasing plant density. Minimum lodging index in the third and fourth internodes were produced in 80 plants per m^2. Interaction of variety and planting density had significant effect on all agronomical traits and morphological characteristics that related to lodging traits. Therefore, there were significant differences between different rice cultivars in different planting arrangement.

Keywords: Bending moment, Breaking resistance, Lodging index, Planting density, Rice.

* Corresponding author E-mail: e_yassari@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

خوابیدگی بوته یا ورس، از مهم‌ترین عوامل محیطی محدودکننده برای دست‌یابی به حداکثر عملکرد دانه در غلات از جمله برنج می‌باشد. در تراکم‌های بالای گیاهی، خوابیدگی با از بین‌بردن ساختمان طبیعی تاج پوشش گیاهی، میزان فتوسنتز و تولید ماده خشک را کاهش می‌دهد (Dastan., 2012؛ Esfahani *et al.*, 2009). خوابیدگی بوته 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 (Dastan *et al.*, 2012). خوابیدگی بوته از انتقال آب، مواد غذایی و آسیمیلاسیون از طریق آوندهای چوب و آبکش جلوگیری کرده و اثر منفی بر پر شدن دانه‌ها دارد (Kashiwagi *et al.*, 2005). سایه-اندازی برگ‌ها و خسارت دستجات آوندی در اثر شکستن ساقه، فتوسنتز و جذب و تحلیل نوری را کاهش داده و موجب پرشدن ضعیف دانه و کاهش عملکرد می‌شود. همچنین خوابیدگی بوته از انتقال آب، مواد غذایی و مواد فتوسنتزی از طریق آوندهای چوب و آبکش ممانعت به‌عمل می‌آورد که به کاهش مواد فتوسنتزی برای پرشدن دانه منجر می‌شود (Kashiwagi *et al.*, 2006; Kashiwagi and Ishimaru, 2004). خصوصیات مورفولوژیک اکثر غلات که دانه و خوشه‌های نسبتاً سنگین آنها در انتهای ساقه قرار داشته و همچنین در بخش عمده‌ای از دوران رشد خود، به ویژه هنگام گلدهی دارای ساقه‌هایی با میانگره‌های توخالی هستند، سبب می‌شود تا این گیاهان همیشه در معرض خطر خوابیدگی قرار داشته باشند (Kashiwagi *et al.*, 2005). با ارزیابی اثر میزان بذر بر عملکرد و صفات مورفولوژیک مرتبط به خوابیدگی بوته در انواع روش‌های کاشت مستقیم برنج رقم طارم هاشمی، مشخص شد که بیشترین عملکرد دانه (۲۷۵۳ کیلوگرم در هکتار)، طول میانگره‌ها، وزن تر میانگره‌ها، سطح مقطع میانگره‌ها، گشتاور خمشی و مقاومت به شکستگی میانگره‌ها از روش کاشت کپه‌ای به‌دست آمد. همچنین، بیشترین عملکرد دانه (۲۴۸۶ کیلوگرم در هکتار) از میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. با افزایش میزان بذر، طول میانگره‌ها، وزن تر و گشتاور خمشی میانگره‌ها کاهش یافتند (Esfahani *et al.*, 2014). دیگر محققان با ارزیابی صفات مورفولوژیک مرتبط با خوابیدگی بوته در ارقام بومی و اصلاح‌شده برنج گزارش کردند که ارقام اصلاح‌شده خزر، کادوس و گوهر دارای بیشترین مقاومت و سه رقم بومی سنگ‌جو، علی‌کاظمی و هاشمی به‌ترتیب حساسیت بیشتری به خوابیدگی بوته داشتند. همچنین ، نتایج ضرایب همبستگی و تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که ضخامت میانگره‌ها و نسبت وزن به طول میانگره، نقش مؤثری در افزایش مقاومت به خوابیدگی داشته و می‌توان از این صفات به‌عنوان شاخص‌هایی جهت شناسایی ارقام با مقاومت بالا به خوابیدگی بوته استفاده کرد (Broomand *et al.*, 2013).

در تحقیقی دیگر، لاین‌های ۸۴۱، ۸۳۱ و ۴۱۶ به‌ترتیب بیشترین مقاومت و ارقام بومی سنگ‌جو، هاشمی و علی‌کاظمی نیز به‌ترتیب حساسیت بیشتری به خوابیدگی بوته داشتند (Faraji *et al.*, 2013) . Dastan *et al.*, (2012) گزارش کردند که شاخص خوابیدگی میانگره‌های سوم و چهارم برای رقم سنگ طارم به‌میزان ۵۹/۸۷ و ۷۴/۴۷ درصد بیشتری از رقم طارم هاشمی بود، علت آن را می‌توان به افزایش گشتاور خمشی و کاهش مقاومت به شکستگی رقم سنگ طارم نسبت داد. Yadi *et al.* (2012) نیز بزرگ‌ترین قطر میانگره سوم و چهارم برنج را از تراکم ۴۰ بوته در متر مربع گزارش کردند. در تحقیقی دیگر، صفات مورفولوژیک وابسته به خوابیدگی در بین ژنوتیپ‌های برنج متفاوت بود. قطر میانگره چهارم در بین ژنوتیپ‌های برنج از ۱۴ تا ۲۶ میلی‌متر متغیر بود. قطر میانگره سوم و چهارم، از مهمترین صفات مورفولوژیک وابسته به خوابیدگی در برنج است، زیرا خوابیدگی ساقه معمولاً در میانگره‌های پایین‌تر رخ می‌دهد (Islam *et al.*, 2007).

حداکثر بهره‌برداری از عوامل لازم جهت رشد گیاه، وقتی حاصل می‌شود که جمعیت گیاهی رقابت زیادی برای دستیابی به عوامل تولید داشته باشند، لذا افراد جامعه گیاهی به‌علت رقابت بین بوته‌ها تحت تنش نسبتاً شدید قرار می‌گیرند. لذا در زمانی که حاصلخیزی خاک زیاد است باید تعداد بوته در واحد سطح را در مقایسه با ضعیف‌بودن خاک بیشتر در نظر گرفت (Tang and Qingfa, 2000). در صورتی‌که فقط عملکرد دانه مد نظر باشد باید فاصله کاشت مناسبی را انتخاب نمود، زیرا فراتر از آن به‌علت تراکم زیاد بوته، مواد فتوسنتزی به‌جای رشد دانه، بیشتر صرف رشد

www.SID.ir

Archive of SID

رویشی یا تنفس گیاه می‌گردد (Haji Christodoulou, 1991). علت افزایش عملکرد دانه برنج، تحت تراکم کاشت بالا را زیادتر شدن تعداد خوشه در واحد سطح گزارش کردند، در صورتی‌که تعداد پنجه و پنجه موثر در کپه در این تحقیق کاهش معنی‌داری نشان داد (Baloch *et al.*, 2002). با افزایش تراکم کاشت با وجود کاهش تعداد کل پنجه و پنجه مؤثر در کپه، به‌علت افزایش تعداد ساقه در واحد سطح، بر تعداد خوشه در متر مربع و در نتیجه عملکرد دانه در واحد سطح افزوده شد (Mobasser *et al.*, 2008). با توجه به اهمیت تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و همچنین نقش زیاد خوابیدگی بر صفات زراعی برنج، این مطالعه جهت بررسی آثار تراکم کاشت بر صفات مورفولوژیک وابسته به خوابیدگی و عملکرد در پنج رقم برنج محلی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه‌ای شخصی واقع در روستای نجارکلا از توابع شهرستان بابل در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. عرض جغرافیایی محل آزمایش ۳۶ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۳ درجه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۴ متر بود. مجموع بارندگی و تبخیر منطقه طی دوره‌های رشد گیاه به‌ترتیب ۸۸۸ و ۷۹ میلی‌متر بوده است.

مهمترین آماره‌های آب و هوایی طی دوره نمو و رشد گیاه برنج نیز در جدول ۲ ارایه شد. نمونه‌برداری خاک قبل از کاشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر انجام شد. نتایج آزمون خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد، به‌طوری‌که پنج رقم (طارم محلی، طارم هاشمی، طارم دیلمانی، طارم لنگرودی و سنگ طارم) به‌عنوان عامل اصلی و سه سطح تراکم کاشت (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ بوته در متر مربع به‌ترتیب با آرایش کاشت ۱۶/۶×۱۵، ۱۲/۵×۱۰ و ۸/۳×۱۰ سانتی‌متر) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. تراکم مطلوب گیاه برنج با توجه به نوع رقم متفاوت است که برای ارقام محلی ۱۶ الی ۲۵ بوته توصیه می‌شود (Gholami & Fatehi Abdolmaleki, 2010). جهت کشت برنج، در اواخر بهمن ماه زمین را به‌وسیله گاوآهن برگرداندار شخم زده و در نیمه اول اردیبهشت، عملیات شخم شامل شخم بهاره و ماله‌زدن و تسطیح انجام شد. قبل از نشاءکاری زمین به چهار تکرار و در هر تکرار به ۱۵ کرت با ابعاد ۵×۲ متر تقسیم شد. کود اوره به‌میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت که یکی در زمان نشاکاری (۲۰ اردیبهشت ماه) و دیگری در زمان ظهور خوشه آغازین و مرحله آخر در زمان خوشه‌دهی کامل به گیاه اصلی داده شد.

Table 1. Description of climate parameters and soil properties in Babol region and description of name, origin and other characteristics of rice cultivars in the experiment

Site	Min. temp. (°C)	Max. temp. (°C)	Mean. temp. (°C)	Evaporation (mm)	Rain (mm)	Mean humidity (%)	Mean sunshine hours
Apr.	10.8	18.6	14.7	63.2	99.3	77	123.6
May	16.4	24.8	20.6	85.9	41.4	78	140.9
Jun.	19.9	27.8	23.8	121.8	24.6	80	232.8
Jul.	22.3	30.7	26.5	130.2	39.6	79	203.0
Aug.	22.5	33.1	27.8	142.3	11.4	76	232.5
Sep.	21.6	31.0	26.3	113.9	88.5	65	193.0
Mean 15 years	18.5	26.9	32.2	120.8	93.4	77.5	182.7
Soil properties	Depth (cm)	Texture	EC (dSm^{-1})	pH	Organic matter (%)	Phosphorus (PPM)	Potassium (PPM)
Babol region	0-30	Clay loam	0.8	7.94	3.38	23	100

کود فسفر (سوپرفسفات تریپل) و کود پتاسیم (سولفات-پتاسیم) به‌ترتیب به میزان ۱۱۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار استفاده گردید. هنگامی‌که نشاءها به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر رسیدند، جهت نشاءکاری به زمین اصلی انتقال و سپس بسته به نوع تیمار تراکم کاشت با آرایش کاشت‌های متفاوت کشت شدند. کلیه اعمال آبیاری و کنترل علف‌های هرز، بیماری‌های گیاهی (بیماری بلاست) و کنترل آفات (آفت کرم ساقه‌خوار) در طی فصل رشد انجام شدند. در طی مراحل نمو و رشد صفات ذیل با حذف اثرات حاشیه‌ای اندازه‌گیری شدند (Islam *et al.*, 2007).

۱) ارتفاع گیاه، از ۱۲ بوته

۲) تعداد خوشه در متر مربع، از شمارش خوشه‌های موجود در مترمربع.

۳) تعداد کل پنجه، در هر کرت از ۱۲ بوته.

www.SID.ir

Archive of SID

۴) تعداد کل خوشه‌چه و تعداد خوشه‌چه پر نشده در خوشه با شمارش از۱۲ خوشه در هر کرت.

۵) عملکرد دانه، عملکرد کاه و عملکرد بیولوژیک از طریق برداشت از ۴ متر مربع از وسط هر کرت با رطوبت ۱۲٪ به دست آمدند. همچنین شاخص برداشت به‌صورت نسبتی از عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک به‌دست آمد.

۶) وزن هزار دانه با انتخاب و شمارش ۱۰ نمونه ۱۰۰ تایی و سپس توزین آن‌ها (بر حسب ۱۲٪ رطوبت) به‌دست آمد. جهت اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی وابسته به خوابیدگی (۳۰ روز پس از خوشه‌دهی) از هر کرت ۴ بوته و از هر بوته ۳ ساقه انتخاب و سپس صفات زیر روی آنها اندازه‌گیری شد (Islam *et al.*, 2007).

۱) طول میانگره‌های اول تا چهارم به‌ترتیب از بالا به پایین ساقه بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید.

۲) قطر میانگره سوم و چهارم توسط کولیس بر حسب میلی‌متر محاسبه شد.

۳) حرکت خمش[1] در میانگره سوم و چهارم هر ساقه به‌ترتیب زیر محاسبه گردید.

وزن تر همین قسمت× طول گیاه از پایین‌ترین گره میانگره سوم تا راس خوشه = حرکت خمش میانگره سوم

وزن تر همین قسمت× طول گیاه از پایین‌ترین گره میانگره چهارم تا راس خوشه = حرکت خمش میانگره چهارم

۴) مقاومت به شکستگی[2] از طریق دستگاه پروستریت‌تستر[3] و بر اساس میزان نیروی لازم برای شکستن میانگره‌های سوم و چهارم ساقه برنج اندازه‌گیری شد.

شاخص خوابیدگی میانگره‌های سوم و چهارم از طریق[4] فرمول‌های زیر حاصل گردید (Islam *et al.*, 2007).

$$LIN_3 = \frac{\text{حرکت خمش میانگره سوم}}{\text{مقاومت به شکستگی میانگره سوم}} \times ۱۰۰ \quad \text{(شاخص خوابیدگی میانگره سوم)}$$

$$LIN_4 = \frac{\text{حرکت خمش میانگره چهارم}}{\text{مقاومت به شکستگی میانگره چهارم}} \times ۱۰۰ \quad \text{(شاخص خوابیدگی میانگره چهارم)}$$

داده‌های به‌دست آمده با نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

طبق یافته‌های جدول ۲، ارتفاع بوته از نظر آماری تحت تاثیر رقم و اثر متقابل رقم و تراکم کاشت در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد. حداکثر ارتفاع بوته برای رقم طارم محلی و تراکم کاشت ۴۰ بوته در مترمربع و کمترین برای رقم طارم لنگرودی و تراکم ۱۲۰ بوته در مترمربع حاصل شد (شکل ۱). تعداد پنجه در کپه از نظر آماری تحت تأثیر رقم، تراکم کاشت و اثرمتقابل آنها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). حداکثر تعداد پنجه در کپه، تحت اثر متقابل رقم و تراکم کاشت برای رقم طارم دیلمانی و تراکم ۴۰ بوته در متر مربع و کمترین آن برای رقم طارم محلی و تراکم ۱۲۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد (جدول ۲). تعداد کل خوشه‌چه و تعداد خوشه‌چه پوک در خوشه، از نظرآماری تحت تأثیر رقم و اثرمتقابل رقم و تراکم کاشت در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۲). کمترین تعداد کل خوشه‌چه و خوشه‌چه پوک در خوشه برای رقم طارم لنگرودی حاصل گردید و حداکثر تعداد خوشه‌چه پوک در خوشه (۲۹/۶۲ عدد) برای رقم سنگ طارم به‌دست آمد و این دو جز عملکرد از نظر آماری تحت تأثیر تراکم کاشت قرار نگرفتند (جدول ۳). تعداد خوشه در مترمربع از نظر آماری تحت تاثیر رقم و تراکم کاشت در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). تعداد خوشه در متر مربع با افزایش تراکم کاشت از ۴۰ به ۱۲۰ بوته در متر مربع

1. Bending movement
2 . Breaking resistance
3. Prostrate Tester
4 . Lodging index

www.SID.ir

Archive of SID

برای رقم‌های طارم محلی، طارم هاشمی، طارم دیلمانی، طارم لنگرودی و سنگ طارم به‌ترتیب با نسبت‌های ۲۴/۵، ۲۲/۶، ۱۴/۲، ۱۳/۹ و ۱۸/۴ درصد روند صعودی داشته است (جدول ۳). رقم و اثرات متقابل رقم و تراکم کاشت بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشته است (جدول ۲). عملکرد دانه از نظر آماری تحت تأثیر رقم، تراکم کاشت و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۲- میانگین مربعات ارتفاع بوته، اجزای عملکرد و عملکرد دانه در تراکم‌های مختلف کاشت در پنج رقم برنج

Table 2. Mean square of plant height, seed yield and yield components in different planting densities in five rice cultivars

S.O.V.	DF	Mean square						
		Grain yield	1000 grain weight	Panicle number/m^2	Number of sterile spikelet's/panicle	Total number of Spiklete/panicle	Tiller per hill	Plant height
Replication	3	9060.99**	1.02	10058.44**	6.15	451.88	3.15*	59.52*
Cultivar (C)	4	203837.55**	23.2**	1567.30**	1012.79**	1388.23**	12.07**	1249.19**
Error	12	1229.04	2.91	555.58	3.72	245.18	0.82	6.73
Plant density (P)	2	8009.51**	2.27*	23822.45**	4.72*	127.77*	57.97**	24.8*
C×P	8	9334.87**	6.19**	308.67*	30.94**	798.02**	4.94**	133.99**
Error	30	494.11	1.29	160.85	9.15	202.51	1.02	15.27
CV (%)	-	3.59	4.15	3.78	21.57	12.86	16.16	2.54

* and ** shows the significant differences at 5 and 1 (%) levels, respectively

جدول ۳- اثرمتقابل رقم و تراکم کاشت بر برخی اجزای عملکرد و عملکرد دانه برنج

Table 3. Interaction effects of planting densities on rice seed yield and yield components

Cultivar	Plant Density (plants.m^2)	Grain yield (g.m^{-2})	Panicle number.m^{-2}	Tiller number per hill
Tarom Mahalli	40	772.50	273.75	6.75
	80	684.25	308.50	4.50
	120	740.75	363.00	3.62
Tarom Hashemi	40	453.00	278.75	8.83
	80	500.75	324.75	7.99
	120	430.75	36050	5.33
Tarom Deylamani	40	658.75	351.00	9.50
	80	728.75	381.00	6.50
	120	553.75	409.25	5.37
Tarom Langrudi	40	737.00	338.50	5.62
	80	754.50	363.50	8.00
	120	642.50	393.50	3.81
Sang Tarom	40	515.00	267.75	8.12
	80	485.75	286.25	5.75
	120	505.00	328.25	3.87
LSD		43.22	18.32	1.964

Means were compared based on LSD test at 1 and 5 levels.

تعداد خوشه در مترمربع از نظر آماری تحت تاثیر رقم و تراکم کاشت در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). تعداد خوشه در متر مربع با افزایش تراکم کاشت از ۴۰ به ۱۲۰ بوته در متر مربع برای رقم‌های طارم محلی، طارم هاشمی، طارم دیلمانی، طارم لنگرودی و سنگ طارم به‌ترتیب با نسبت‌های ۲۴/۵، ۲۲/۶، ۱۴/۲، ۱۳/۹ و ۱۸/۴ درصد روند صعودی داشته است (جدول ۳). رقم و اثرات متقابل رقم و تراکم کاشت بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشته است (جدول ۲). عملکرد دانه از نظر آماری تحت تأثیر رقم، تراکم کاشت و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول۱). حداکثر عملکرد دانه تحت اثر متقابل رقم و تراکم کاشت برای رقم طارم محلی در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع (۷۷۲/۵ گرم در متر مربع) و حداقل آن برای رقم طارم هاشمی در تراکم ۱۲۰ بوته در متر مربع (۴۳۰/۷۵ گرم در متر مربع) حاصل شد (جدول۳). حداکثر اختلاف

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاع بین ۱۶ ژنوتیپ برنج را ۳۰ درصد گزارش کردند که از ۱۰۰ تا ۱۳۶ سانتی‌متر متغیر بود و بیان داشتند بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه ارتباطی وجود نداشت و طول ساقه با طول میانگره‌های اول تا چهارم و حرکت خمش میانگره سوم و چهارم همبستگی مثبت و بسیار بالائی داشت (Islam *et al.*, 2007). با کاهش تراکم کاشت به‌علت برخورداری بیشتر گیاهچه‌ها از نور و مواد غذایی، بر تعداد پنجه در کپه افزوده شد و همچنین عملکرد دانه در تراکم کاشت بالا به‌علت افزایش تعداد خوشه در متر مربع افزایش یافت (Hamidulsalam & Altafhossain, 2002). گزارشات حاکی از آن است که بین ژنوتیپ‌های مختلف برنج، از نظر تعداد میانگره، اختلاف معنی‌داری وجود دارد که علت آن نیز تنوع خصوصیات رشدی آنها است. همچنین، در طی دو سال، تعداد میانگره در بین خصوصیات مرفولوژیک وابسته به ورس با مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم همبستگی مثبت و بسیار بالایی داشت (Islam *et al.*, 2007). در مطالعه‌ای دیگر، بیشترین تعداد خوشه‌چه در خوشه و درصد خوشه‌چه‌های پر شده و حداکثر وزن هزار دانه به‌ترتیب برای ژنوتیپ‌های زودرس، متوسط رس و دیررس برنج به‌دست آمد (Mobasser *et al.*, 2008). همان طوری‌که در نتایج بیان گردید بیشترین مقاومت به شکستگی و کمترین شاخص خوابیدگی میانگره‌های سوم و چهارم برای رقم طارم لنگرودی حاصل شد که علت آن کوتاه‌بودن طول میانگره‌ها، ارتفاع بوته و کاهش تعداد میانگره‌ها بود. طول میانگره‌های اول، دوم، سوم و چهارم از نظر آماری تحت تاثیر رقم، تراکم کاشت و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفتند (جدول ۴)، اثرات متقابل رقم و تراکم کاشت بر طول میانگره سوم در سطح احتمال ۵ درصد و بر طول میانگره چهارم در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشته است. در رقم طارم محلی، طارم هاشمی و طارم لنگرودی، با افزایش تراکم کاشت، طول میانگره سوم روند کاهشی داشت (جدول ۵)، ولی در رقم طارم دیلمانی کمترین طول میانگره سوم در تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و در رقم سنگ طارم نیز در همین تراکم حاصل شد. حداکثر طول میانگره چهارم (۲۷/۶ سانتی‌متر) برای رقم طارم محلی و ۴۰ بوته در متر مربع و حداقل (۱۵ سانتی‌متر) برای رقم طارم لنگرودی در تراکم ۱۲۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد (جدول ۵). رقم، تراکم کاشت و اثر متقابل رقم و تراکم کاشت بر قطر میانگره سوم و چهارم در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). Esfahani *et al.* (2014) گزارش کردند که روش کاشت اثر معنی‌داری بر طول میانگره‌های اول، دوم و چهارم برنج رقم طارم هاشمی داشت و بیشترین طول میانگره اول (۴۱/۹ سانتی‌متر)، دوم (۲۸/۴ سانتی‌متر) و چهارم (۶/۱ سانتی‌متر) از روش کاشت کپه‌ای به‌دست آمد. طبق یافته‌های Esfahani *et al.* (2014)، روش کاشت اثر معنی‌دار بر وزن تر میانگره‌ها داشت. بیشترین وزن تر میانگره‌های سوم و چهارم به‌ترتیب با میانگین ۸۹۰ و ۵۲۰ میلی‌گرم در روش کاشت کپه‌ای مشاهده شد. مقاومت به شکستگی در میانگره‌های سوم و چهارم تحت تاثیر رقم و اثر متقابل رقم و تراکم کاشت معنی‌داری شد (جدول ۴). بیشترین مقاومت به شکستگی میانگره سوم تحت اثرات متقابل رقم طارم هاشمی و تراکم ۴۰ بوته در متر مربع و کمترین آن برای رقم طارم دیلمانی و تراکم ۸۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد. حداکثر مقاومت به شکستگی میانگره چهارم در رقم طارم هاشمی با ۴۰ بوته در متر مربع و کمترین آن برای رقم طارم محلی با تراکم ۱۲۰ بوته در متر مربع حاصل شد.

رقم، تراکم کاشت و اثر متقابل آنها بر حرکت خمش میانگره سوم و چهارم اثر بسیار معنی‌داری داشت (جدول ۴)؛ به طوری‌که کمترین حرکت خمش میانگره سوم و چهارم برای رقم طارم دیلمانی (به‌ترتیب ۱۱۰۲/۷ و ۱۶۴۲/۱ گرم بر سانتی‌متر) حاصل شد. کمترین حرکت خمش میانگره چهارم تحت اثر متقابل رقم و تراکم کاشت به‌ترتیب برای رقم طارم محلی با تراکم کاشت ۱۲۰ بوته (۱۵۵۱/۷گرم بر سانتی‌متر) و طارم دیلمانی با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع (۱۵۷۳/۷ گرم بر سانتی‌متر) حاصل شد (جدول ۶). Esfahani *et al.* (2014) گزارش کردند که روش کاشت اثر معنی‌داری بر طول میانگره‌های اول، دوم و چهارم برنج رقم طارم هاشمی داشت و بیشترین طول میانگره اول (۴۱/۹ سانتی‌متر)، دوم (۲۸/۴ سانتی‌متر) و چهارم (۶/۱ سانتی‌متر) از روش کاشت کپه‌ای به‌دست آمد. همچنین آنها دریافتند که روش کاشت بر سطح مقطع میانگره سوم و چهارم اثر معنی‌داری داشت که بزرگ‌ترین سطح مقطع میانگره سوم با میانگین ۴/۴ میلی‌متر مربع از روش کاشت کپه‌ای و کوچک‌ترین آن از روش کاشت

www.SID.ir

Archive of SID

دستپاش به‌دست آمد. آن‌ها اظهار داشتند که به‌نظر می‌رسد با افزایش تراکم بوته به‌دلیل افزایش رقابت، قطر میانگره‌های سوم و چهارم کاهش یافت. کمترین وزن تر میانگره‌های سوم و چهارم نیز به‌ترتیب با میانگین ۷۴۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم، از روش کاشت دستپاش به‌دست آمد. آنها بیان کردند که به‌نظر می‌رسد که فراهم‌بودن فضای کافی برای استفاده از نور و مواد غذایی، نقش مهمی در افزایش وزن تر میانگره‌ها داشت. Yadi *et al.* (2012) نیز بزرگترین قطر میانگره سوم و چهارم برنج را از تراکم ۴۰ بوته در متر مربع گزارش کردند. در تحقیقی دیگر صفات مورفولوژیک وابسته به خوابیدگی در بین ژنوتیپ‌های برنج متفاوت بود. قطر میانگره چهارم در بین ژنوتیپ‌های برنج از ۱۴ تا ۲۶ میلی‌متر متغیر بود. قطر میانگره سوم و چهارم از مهمترین صفات مورفولوژیک وابسته به خوابیدگی در برنج می‌باشند، زیرا خوابیدگی ساقه معمولاً در میانگره‌های پایین‌تر رخ می‌دهد (Islam *et al.*, 2007). صفت شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم از نظر آماری تحت تاثیر رقم و اثر متقابل رقم و تراکم کاشت در سطح احتمال یک درصد قرار گرفتند و اثر تراکم کاشت بر شاخص خوابیدگی میانگره سوم در سطح احتمال ۵ درصد و بر شاخص خوابیدگی میانگره چهارم در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). بیشترین شاخص خوابیدگی (۵۳۶ و ۴۲۴/۷ درصد) میانگره سوم و چهارم در رقم طارم هاشمی به‌ترتیب در تراکم‌های ۴۰ و ۱۲۰ بوته در مترمربع حاصل گردید و کمترین شاخص خوابیدگی میانگره سوم و چهارم در رقم طارم لنگرودی در تراکم ۱۲۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد که به‌ترتیب برابر ۶۵/۷ و ۷۴/۳ درصد بود (جدول ۶). Yadi *et al.* (2012) گزارش کردند که با افزایش تراکم کاشت از ۴۰ به ۱۲۰ بوته در متر مربع، گشتاور خمشی میانگره سوم کاهش می‌یابد. آنها بالاترین گشتاور خمشی میانگره چهارم را از ۴۰ و ۸۰ بوته در متر مربع گزارش کردند. در تحقیقی دیگر روش‌های کاشت اثر معنی‌داری بر گشتاور خمشی میانگره‌های سوم و چهارم گیاه برنج داشتند. بیشترین گشتاور خمشی میانگره سوم (۴۹۳ گرم در سانتی‌متر) از روش کاشت کپه‌ای و کمترین گشتاور خمشی میانگره سوم (۳۹۰/۷ گرم در سانتی‌متر) از روش کاشت دستپاس حاصل شد. همچنین، بیشترین و کمترین گشتاور خمشی میانگره چهارم (به‌ترتیب ۵۸۱/۹ و ۴۲۲/۵ گرم در سانتی‌متر) در روش کاشت کپه‌ای و دستپاش مشاهده شد (Gholami *et al.*, 2014). طول ساقه با طول میانگره‌های اول تا چهارم و لحظه خمش میانگره سوم و چهارم همبستگی مثبت و بالایی دارد (Islam *et al.*, 2007). بیشتربودن طول ساقه و شاخص سطح برگ در برنج‌های هیبرید، شاید در افزایش گشتاور خمشی نقش داشته باشد (Laza *et al.*, 2001). اثر روش کاشت بر مقاومت به شکستگی میانگره‌های سوم و چهارم برنج رقم طارم هاشمی معنی‌دار بود. بیشترین مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم از روش کاشت کپه‌ای و کمترین مقاومت به شکستگی میانگره سوم و چهارم از روش کاشت دستپاش به‌دست آمد Esfahani *et al.* (2014). به‌دلیل افزایش مقاومت فشاری در تاج پوشش گیاه برنج، خوابیدگی کاهش یافت که علت آن افزایش قطر و وزن ساقه و محتوای کربوهیدرات ساقه در مرحله رسیدگی بود (Kashiwagi & Ishimaru, 2004). در تحقیقی دیگر نیز بیشترین مقاومت به شکستگی میانگره‌ها برای رقم طارم لنگرودی حاصل شد که علّت آن کاهش طول میانگره‌ها بود (Yadi *et al.*, 2012).

بیشترین مقاومت به شکستگی میانگره‌های سوم و چهارم به‌ترتیب برای هیبریدهای SL-9H و SL-10H و کمترین شاخص خوابیدگی برای ژنوتیپ ایندیکای IR72 به‌دست آمد (Islam *et al.*, 2007). بیشترین طول ساقه و افزایش شاخص سطح برگ در برنج‌های هیبرید شاید در افزایش حرکت خمش و شاخص خوابیدگی نقش داشته باشد (Laza *et al.*, 2001). با کاهش تعداد خوشه در کپه، برخی صفات وابسته به خوابیدگی مانند مقاومت به شکستگی و شاخص خوابیدگی به‌طور وسیعی تغییر می‌یابد (Yoshinaga, 2005). با افزایش تراکم کاشت، حرکت خمش میانگره‌های سوم و چهارم به حداقل رسید، زیرا حداقل تعداد میانگره و طول میانگره سوم در تراکم ۱۲۰ بوته در متر مربع حاصل شد و همچنین ارتفاع بوته با زیادتر شدن تعداد بوته در واحد سطح، کاهش غیر معنی‌داری نشان داد. بیشترین حرکت خمش میانگره سوم در تراکم پایین به‌دست آمد؛ زیرا بیشترین تعداد و طول میانگره سوم تحت تراکم ۴۰ بوته در متر مربع حاصل شد. به‌عبارت دیگر طول میانگره‌های اول، دوم و سوم و همچنین تعداد میانگره‌ها با افزایش تراکم کاشت، به‌طور

www.SID.ir

Archive of SID

چشمگیری روند نزولی داشتند. با افزایش تراکم کاشت از ۴۰ به ۱۶۰ بوته در متر مربع از ارتفاع ساقه کاسته شد (Yoshinaga, 2005)، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد و نیز شاخص خوابیدگی بر خلاف مقاومت به شکستگی با افزایش تراکم کاشت روند صعودی داشت. قطر و وزن تر میانگره سوم و چهارم از مهمترین صفات مورفولوژیکی وابسته به خوابیدگی در برنج می‌باشند، زیرا خوابیدگی ساقه معمولاً در میانگره‌های پایین‌تر رخ داده (Hoshikawa & Wang, 1990)، به‌همین دلیل مقاومت به شکستگی و شاخص خوابیدگی این میانگره‌ها نقش مهمی در خوابیدگی بوته دارند (Islam *et al.*, 2007). ارتفاع ساقه با قطر میانگره چهارم، طول میانگره‌های اول، دوم، سوم و چهارم و نیز مقاومت به شکستگی میانگره‌های سوم و چهارم همبستگی مثبت دارند، ولی با وزن خشک، حرکت خمش و شاخص خوابیدگی در میانگره‌های سوم و چهارم همبستگی معنی‌داری ندارند (Islam *et al.*, 2007). علاوه بر صفات مرفولوژیک نظیر قطر و وزن ساقه، میزان کربوهیدرات در مرحله رسیدگی (Yang 2001)، محتوای سلولز یا لیگنین در ساقه Jones (2001) و میزان نشاسته در ساقه Kashiwagi *et al.* (2005) بر مقاومت به شکستگی، حرکت خمش و خوابیدگی گیاه برنج موثر هستند.

جدول۴- میانگین مربعات صفات مورفولوژیکی وابسته به خوابیدگی تحت تراکم‌های کاشت در ارقام مختلف برنج

Table 4. Mean square of morphological traits depending to lodging under planting densities in rice different cultivars

Source of Variation	DF	Internode length				Internode diameter		Internode lodging resistance		Internode lodging movement		Internode lodging index	
		First	Second	Third	Fourth	Third	Fourth	Third	Fourth	Third	Fourth	Third	Fourth
Replication	3	6.89	3.85	2.37	5.43	1.83 **	1.35**	1.93 **	3.89	165779.83 **	196087.08 **	3460.37	2269.14
Cultivar (C)	4	306.53 **	104.29**	23.15 **	93.69 **	2.32 **	3.72 **	117.79 **	159.88 **	691322.42 **	880235.23 **	142299.24 **	104349.63**
Error	12	11	2.48	2.57	4.24	0.66	0.81	0.43	3.17	67306.13	133798.44	2788.01	1927.35
Plant density (P)	2	35.12 **	40.28 **	29.09 **	8.79 *	0.24 **	1.94 **	0.98*	5.1 *	477552.81 **	690550.51 **	5495.29 *	9895.51 **
C×P	8	46.06 **	19.85 **	12.68 *	32.27 **	0.54 **	0.78 **	42.81 **	37.73 **	114834.19 **	202057.87 **	29190.78 **	6041.91 **
Error	30	5.75	4.48	4.38	5.001	0.05	0.19	0.33	2.06	15475.47	40630.22	1619.36	1092.89
CV (%)	-	5.49	6.69	7.55	11.04	4.09	6.58	8.85	14.38	9.06	10.50	15.44	14.85

* and ** shows the significant differences at 5 and 1 (%) levels, respectively

جدول۵- آثار متقابل رقم و تراکم کاشت در برخی خصوصیات مرفولوژیکی وابسته به خوابیدگی در برنج

Table 5. Interaction effects between cultivar and planting densities on morphological traits depending to lodging in rice

Cultivar	Plant Density (hill.m^{-2})	Internode Length (cm)				Internode Diameter (mm)		
		First	Second	Third	Fourth	Number of Internode	Third	Fourth
Tarom Mahalli	40	37.25	32.50	31.25	27.60	5.44	5.44	7.06
	80	39.37	33.25	27.50	20.60	4.57	4.57	5.51
	120	41.50	33.00	27.12	23.50	5.72	5.72	6.25
Tarom Hashemi	40	56.25	41.00	28.77	15.90	5.80	5.80	7.18
	80	49.75	33.37	28.12	18.87	6.10	6.10	7.02
	120	48.37	32.87	27.12	16.50	5.58	5.58	6.08
Tarom Deylamani	40	48.75	32.37	30.62	20.45	5.41	5.41	5.95
	80	38.50	28.50	25.12	18.87	4.97	4.97	5.60
	120	44.75	31.87	29.12	18.75	5.69	5.69	6.08
Tarom Langrudi	40	39.62	27.62	25.20	18.75	6.20	6.20	6.79
	80	37.25	26.87	26.07	22.00	6.42	6.42	6.81
	120	39.87	38.75	23.25	15.00	6.02	6.02	6.38
SangTarom	40	42.75	31.37	29.37	22.25	6.28	6.28	7.68
	80	46.50	28.75	26.62	19.80	6.14	6.14	7.54
	120	43.62	32.50	30.45	24.87	5.41	5.88	6.86
LSD		4.663	4.116	3.022	4.349	4.97	0.4348	0.8476

Means were compared based on LSD test at 1 and 5 levels

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۶- اثرات متقابل رقم و تراکم کاشت بر مقاومت به شکستگی، حرکت خمش و شاخص خوابیدگی در برنج

Table 6. Interaction effects of cultivar and planting densities on lodging resistance, bending movement and bending index in rice

Cultivar	Plant Density	bending index (%)		bending movement (g.cm)		lodging resistance (g.stem)	
		Internode 3	Internode 4	Internode 3	Internode 4	Internode 3	Internode 4
Tarom Mahalli	40	267.20	227.2	1802.70	2486.00	6.82	11.02
	80	326.00	167.00	1240.70	1793.50	4.18	11.68
	120	244.50	201.00	1067.00	1551.70	4.37	7.75
Tarom Hashemi	40	536.00	372.70	1967.00	2554.70	3.68	6.81
	80	364.70	317.70	1745.70	2413.00	4.78	7.61
	120	351.00	424.70	1457.50	1968.00	4.12	4.55
Tarom Deylamani	40	158.00	208.00	1174.20	1756.20	7.43	8.43
	80	201.70	189.70	1016.50	1573.70	5.00	8.28
	120	341.00	272.70	1117.20	1596.20	3.25	5.81
Tarom Langrudi	40	139.20	122.50	1172.70	1644.70	8.44	13.47
	80	133.70	147.70	1230.50	1825.50	9.21	12.42
	120	65.70	74.30	1199.50	1591.50	8.37	21.47
Sang Tarom	40	247.25	189.70	1535.25	1979.20	6.32	10.51
	80	180.75	176.00	1514.5	2165.50	8.37	12.32
	120	351.00	246.50	1266.5	1881.00	3.65	7.72
LSD		78.25	64.50	241.9	392.0	1.117	2.791

Means were compared based on LSD test at 1 and 5 levels

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بین ارقام مختلف برنج در آرایش‌های مختلف کاشت، از نظر شاخص‌های خوابیدگی و عملکرد تفاوت وجود دارد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، گشتاور خمشی، مقاومت به شکستگی و شاخص خوابیدگی میان‌گره‌ها، صفت مناسبی برای ارزیابی حساس و یا متحمل-بودن ارقام برنج به خوابیدگی بوته در آرایش‌های مختلف کاشت است. با توجه به این صفت، رقم طارم هاشمی در مقایسه با سایر ارقام، دارای تحمل بالاتری نسبت به خوابیدگی بوته بود.

REFERENCES

1. Baloch, A. W., Soomro, A.M., Javed, M. & Ahmed. M. (2002). Optimum plant density for high yield in rice (*Oryza sativa* L.). *Asian Journal of Plant Science*, 1(1), 25-27.
2. Broomand, M., Esfahani, M., Alizadeh, M.R. & Alami, A. (2013). Evaluation of morphological characteristics related to lodging in native and improved rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Cereal Research*, 3(3), 181-195. (In Farsi)
3. Esfahani, M., Mojtabaie-Zamani, M. & Amiri-Larijani, B. (2009). The Growing Rice Plant- An Anatomical Monograph. University of Guilan Press. Rasht, Iran. 380pp. (In Farsi).
4. Esfahani, M, Gholami Rezvani, N., Kaabi Rahnama, Sh., Aalimi, A.; Nahvi, M. & Alizadeh, M. R. (2014) Effect of Seed Rate on Yield and Lodging Related Morphological Traits of Rice cv. Hashemi Direct Seeding Mothods. *Journal of Seed and Plant Production*. 30(1), 61-85. (In Farsi)
5. Dastan, S. (2012). Evaluation on agronomic and ecophysiological indices of lowland rice genotypes in modified agronomical methods. Ph.D. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran 287pp. (In Farsi)
6. Dastan, S., Siavoshi, M., Zakavi, D., Ghanbari Malidarreh, A., Yadi, R., Ghorbannia, E. & Nasiri, A. (2012). Application of nitrogen and silicon rates on morphological and chemical lodging related characteristics in rice (*Oryza sativa*) at the north of Iran. *Journal of Agriculture Science*, Canada, 4(6), 12-18.
7. Faraji, F., Esfahani, M., Alizadeh, M.R. & Alami, A. (2013). Evaluation of morphological characteristics related to lodging in selected local and improved rice (*Oriza sativa* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Science*, 16(3), 250-264. (In Farsi)
8. Gholami, M. & Fatehi Abdolmaleki, A (2010) *Rice Cultivars*, Publication of Agricultural Researches, Education and Extension Organization, 108. (In Farsi).
9. Gholami Rezvani, N., Esfahani, M., Kabii Rahnama, Sh., Alami, A., Nahvi, M. & Alizadeh, M.R. (2013). Effect of seed rate on yield and lodging related morphological traits of rice cv. Hashemi in direct seeding methods. *Seed and Plant Production Journal*, 2-30(1), 61-85. (In Farsi)
10. Haji, Christodoulou, A. (1991). The relationship of grain yield with harvest index and total biological yield of barley in dryland technical *Bulletin No. 126*. Agricultural Institute. Nicosia, Gyprus.
11. Hamidulsalam, M. & Altafhossain, S. M. (2002). Effect of fertilization and planting density on the yield of two varieties of fine rice, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5(5), 513-516.
12. Hoshikawa, K. & Wang, S. B. (1990). Studies lodging in rice plants. I. A general observation on lodged rice culms. *Japan Journal of Crop Science*, 59, 809–814.

www.SID.ir

Archive of SID

13. Islam, M. S., Peng, S., Visperas, R., Ereful, N., Bhuiya, M. S. U. & Julfiquar, A.W. (2007). Lodging- related Morphological traits of hybrid rice in a tropical irrigated ecosystem. *Field Crops Research*, 101, 240-248.
14. Jones, L., Ennos, A. R. & Turner, S. (2001). Cloning and characterization of irregular xylem4 (irx4): a severely lignin-deficient mutant of Arabidopsis. *Plant Journal*, 26, 205-216.
15. Kashiwagi, T. & Ishimaru, K. (2004). Identification and analysis of a locus for improvement of lodging resistance in rice. *Plant Physiol*, 134, 676-683.
16. Kashiwagi, T., Sasaki, H. & Ishimaru, K. (2005). Factors responsible for decreasing sturdiness of the lower part in lodging of rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Production Science*, 8(2), 166–172.
17. Kashiwagi, T., Madoka, Y., Hirotsu, N. & Ishimaru, K. (2006). Locus *prl5* improves lodging resistance of rice by delaying senescence and increasing carbohydrate re-accumulation. *Plant Physiology and Biochemistry*, 44, 152-157.
18. Laza, M. R. C., Peng, S., Sanico, A. L., Visperas, R. M. & Akita, S. (2001). Higher leaf area growth rate contributes to greater vegetative growth of F_1 rice hybrids in the tropics. *Plant Production Science*. 4(3), 184–188.
19. Mobasser, H. R., Mohseni, Delarestagh., M, Khorgami., A, Barari, Tari, D. & Pourkalhor, H. (2008). Effect of planting density on agronomical characteristics of rice varieties in North of Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3208-3209.
20. Tang, W. & Qingfa, W. U. (2000). Effect of sowing density and fertilizer application on hybrid carly rice cultivar. *Zhegiang Nongue Kexue*, 6, 269-273.
21. Yadi, R., Siavoshi, M., Mobasser, H.R., Dastan, S. & Nasiri, A.R. (2012). Effect of plant density on morphologic characteristics related to lodging and yield components in different rice varieties (*Oryza sativa*). *Journal of Agriculture Science*, Canada 4(1), 31-38.
22. Yang, J., Zhang, J., Wang, Z. & Zhu, Q. (2001). Activates of starch hydrolytic enzymes and sucrose-phosphate synthase in the stems of rice subjected to water stress during grain filling. *Journal of Experimental Botany*, 52, 2169-2179.
23. Yoshinaga, S. (2005). Improved Lodging Resistance in Rice (*Oryza sativa* L.) cultivated by submerged direct seeding using a Newly Developed Hill Seeder. JARQ 39(3), 147-152 (2005) http://www.jircas.affric.go.jp

www.SID.ir