اثر تاریخ کاشت بر برخی صفات کیفی و شاخص‌های تبدیل دانه چند رقم برنج در شرایط اقلیمی آمل

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۵، شماره ۲، صفحات ۳۵- ۲۵
(تابستان ۱۳۹۸)

الهیار فلاح✉، ناهید فتحی

مؤسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران ✉ a.fallah@areeo.ac.ir **(مسؤول مکاتبات)**

چکیده جهت تعیین اثر تاریخ کاشت و رقم بر برخی صفات کیفی دانه برنج، آزمایشی در سه تاریخ کاشت ۱، ۱۱ و ۲۱ فروردین روی سه رقم طارم محلی، بینام و کوهسار با طرح پایه بلوک کامل تصادفی به صورت فاکتوریل در سه تکرار در مزرعه معاونت مؤسسه تحقیقات برنج آمل انجام شد. جهت اندازه‌گیری صفات درصد برنج کامل و خرده، راندمان تبدیل، درصد پوسته و سبوس، طول دانه قبل و بعد از پخت، نسبت طویل شدن دانه، درجه تبدیل، درصد آمیلوز، غلظت ژل و درجه حرارت ژلاتینه شدن سه ماه بعد از برداشت، ۴۰۰ گرم نمونه شلتوک برای هر کرت سنجش شد. اثر رقم و تاریخ کاشت بر همه صفات در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. طارم محلی دارای درصد برنج کامل بیشتری در تاریخ کاشت اول ولی میزان درصد سبوس، طول دانه بعد از پخت، درجه تبدیل، دمای ژلاتینی شدن و نسبت طویل شدن دانه آن در تاریخ کاشت دوم بیشتر بود. طول دانه بعد از پخت، نسبت طویل شدن دانه و درصد آمیلوز رقم بینام در تاریخ کاشت دوم و درصد سبوس و طول دانه قبل از پخت رقم کوهسار در تاریخ کاشت سوم بهتر بود. میزان درصد برنج خرده در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت دوم و سوم در ارقام بینام و کوهسار کمتر بود. در مجموع، نشاکاری در دهه اول اردیبهشت ماه جهت حصول صفات کیفی مطلوب دانه برنج در منطقه آمل توصیه می‌شود.

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۱۵

واژه‌های کلیدی

- دیرکاشت
- زودکاشت
- کاشت به هنگام
- کیفیت برنج

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND انتشار یافته است.

DOI: 10.22034/AEJ.2019.1873785.1105

مقدمه برنج[1] غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان می‌باشد و بعد از گندم به عنوان مهم‌ترین محصول زراعی در جهان محسوب شده که در بیش از ۹۵ کشور دنیا کشت می‌گردد.[۲] اگرچه پتانسیل رشد و عملکرد گیاهان به عوامل ژنتیکی وابسته است اما برای دستیابی به حداکثر پتانسیل تولید، و کیفیت مطلوب در برنج متغیرهای محیطی به ویژه تناوب نوری و دمای هوا در مرحله گلدهی و پر شدن دانه و مدیریت زراعی تأثیرگذار می‌باشند.[۲،۱۱] تاریخ کاشت یکی از مهم‌ترین عوامل مدیریت زراعی هر محصول برای دستیابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی در هر منطقه است.[۵،۲۳] رعایت تاریخ کاشت مناسب یکی از روش‌های زراعی است که توسط مدیر مزرعه قابل تنظیم است و مناسب‌ترین تاریخ کاشت گیاه برنج در شمال کشور بسته به منطقه و شرایط اقلیمی متفاوت است.[۱۲،۲۳] تاریخ کاشت از طریق انطباق مراحل رشد و نمو گیاه با وضعیت حرارتی خاک و هوا، طول روز، تبخیر و تعرق، بارندگی، رطوبت هوا و سایر ویژگی‌های جوی، شیوع آفات و بیماری‌ها، علف‌های هرز و غیره بر استقرار، رشد رویشی و زایشی و در نهایت عملکرد کمی و کیفی محصول اثر می‌گذارد.[۵،۱۲] تاریخ کاشت مناسب برای هر رقم در واقع انطباق گیاه در طول فصل رشد می‌باشد.[۲۴،۲۸]

ارقام برنج طارم محلی و بینام، بومی استان مازندران و گیلان می‌باشند و به خاطر توان راتون دهی بالا، کشاورزان شمالی ترجیح می‌دهند از این ارقام در کشت اول استفاده کنند.[۱۲،۱۱] رقم کوهسار زودرس‌تر و متحمل به سرما بوده و برای کشت در مناطق کوهپایه و سردسیرتر یا دشت شمال کشور به عنوان کشت اول یا دوم برنج توصیه شده است.

خصوصیات کیفی برنج نیز تحت تأثیر توام عوامل محیطی و صفات ارثی است.[۱۷] کیفیت دانه در برنج از عوامل اصلی و تعیین‌کننده جهت بازارپسندی و فروش محصول محسوب می‌شود و تولید محصول در برنج با هدف افزایش کمیّت بدون توجه به کیفیت با استقبال مصرف‌کنندگان روبرو نشده است. کیفیت دانه برنج تا حد زیادی به ویژگی‌های پخت، شکل، عطر و طعم آن بستگی دارد.[۱۱] ارزش برنج سفید با خواص ظاهری شامل آندوسپرم برنج، اختصاصات نشاسته‌ای به ویژه میزان آمیلوز آن بیان می‌شود.[۲۶] برنج جزو گیاهان با دانه‌های نشاسته‌ای بوده و هر مولکول نشاسته اغلب دارای ۳۰-۲۰٪ آمیلوز و ۸۰-۷۰٪ آمیلوپکتین است.[۱]

دانه‌های برنج با مقدار متفاوت آمیلوز دارای کیفیت پخت متفاوت هستند. ارقامی که دارای لکه‌های گچی در آندوسپرم دانه هستند در آن قسمت دارای سلول‌های نرم‌تر هستند که در هنگام تبدیل، آن نقطه شکسته شده و درصد تولید دانه‌های سفید سالم کاهش و درصد برنج‌های شکسته افزایش می‌یابد. محیط و مدیریت زراعی بر میزان تشکیل لکه‌های گچی در آندوسپرم دانه برنج نقش داشته و در نتیجه بر درجه سختی و راندمان تبدیل دانه مؤثر است.[۲۶،۲۳]

میزان ترکیبات برنج سفید بسته به رقم و شرایط محیطی تغییر می‌کند.[۱۱،۱۲] و کیفیت برنج ممکن است از سالی به سال دیگر و از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر متفاوت باشد.[۱۶] شکل و طول دانه برنج تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار می‌گیرد. درصد سبوس به طور معنی‌داری در تأخیر تاریخ کاشت افزایش می‌یابد اما میزان آمیلوز کاهش می‌یابد. همچنین مدت زمان پخت در شرایط دیرکاشت کاهش یافته و میزان ماده جامد از دست رفته افزایش می‌یابد. خواص کیفی برنج مانند برنج سالم و شکسته و

[1] *Oryza sativa* L.

خواص پخت آن در ارقام مختلف نیز متفاوت است و این داده‌ها در شرایط مختلف تاریخ کاشت تفاوت دارند.[۲] دمای مناسب و مطلوب برای بهترین کیفیت دانه برنج ۲۵ درجه سلسیوس در مرحله پر شدن دانه می‌باشد و دلیل اصلی تخریب کیفیت دانه در شرایط دیرکاشت دمای بالا در مرحله پر شدن دانه است. مطالعات نشان داده که وقوع دماهای بالا در مرحله پر شدن دانه موجب افزایش دمای ژلاتینه شدن و کاهش گرانول‌های نشاسته دانه برنج می‌شود.[۳۰]

این مطالعه با هدف تعیین میزان تغییرات صفات کمی و کیفی دانه برنج با تغییر تاریخ کاشت ارقام طارم محلّی، بینام و کوهسار در شرایط اقلیمی آمل اجرا شد.

مواد و روش‌ها برای ارزیابی اثر تاریخ کاشت و رقم بر خواص کمی شلتوک و کیفی دانه برنج، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۳ در سه تاریخ کاشت ۱، ۱۱ و ۲۱ فروردین با سه رقم طارم محلی، بینام و کوهسار به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور آمل انجام شد. پس از ضدعفونی بذور با کاربوکسین تیرام دو در هزار ارقام برنج در تاریخ‌های ذکر شده در خزانه ایستگاهی معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور، بذرپاشی شدند. پس از مراقبت در خزانه به مدت یک ماه، نشاکاری در تاریخ‌های ۱، ۱۰ و ۲۰ اردیبهشت ۹۳ انجام شد. قبل از اجرای طرح از خاک مزرعه نمونه مرکب گرفته و مورد تجزیه قرار گرفت (جدول ۱).

قبل از نشاکاری تمامی کود فسفات ترپیل به میزان ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار به صورت کود پایه مصرف شد ولی کود سولفات پتاسیم و اوره به میزان ۵۰ کیلو گرم در هکتار به صورت پایه مصرف شد. گیاهچه‌ها ۴-۳ برگی سی روزه با فاصله کاشت ۲۰×۲۰ سانتیمتر و به صورت چهار تا بوته در هر کپه، در تاریخ‌های فوق در کرت‌های به ابعاد ۴×۳ متر مربع نشاکاری شد. کود سرک اوره و پتاس به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار ۳۰ روز بعد از نشاکاری به کرت‌ها داده شد. مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها نیز در طول دوره رشد گیاه برنج انجام شد.

میانگین حداکثر و حداقل درجه حرارت، تشعشع خورشیدی، میزان بارندگی و رطوبت نسبی در شش ماه اول سال ۱۳۹۳ در جدول ۲ ارایه شده است (اقتباس از ایستگاه هواشناسی آمل).

پس از برداشت محصول از سطح معادل ۵ متر مربع، نمونه ۴۰۰ گرم شلتوک از هر تیمار و تکرار انتخاب و به آزمایشگاه کیفیت منتقل شد. صفات درصد برنج کامل و خرده، راندمان تبدیل، درصد پوسته و سبوس، طول وعرض دانه قبل و بعد از پخت، نسبت طویل شدن دانه، درجه تبدیل، درصد آمیلوز، غلظت ژل و درجه حرارت ژلاتینه شدن اندازه‌گیری شد.[۲۶] در آزمایشگاه، شلتوک‌ها به مدت سه ماه در دمای اتاق نگهداری شدند.[۱۴] پس از طی این دوره، رطوبت شلتوک جهت تبدیل به ۱۱٪ کاهش یافت. سپس مقدار ۲۵۰ گرم شلتوک از هر نمونه برنج با استفاده از دستگاه پوست‌کن و سفیدکن، به برنج قهوه‌ای و در نهایت برنج سفید تبدیل شد.

جدول ۱) خواص فیزیکو شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی **Table 1) physicochemical property of field soil experiment**

Soil sample depth (cm)	EC (Ds/m)	pH	Total Nitrogen (%)	organic carbon (%)	P (ppm)	K (ppm)	clay (%)	silt (%)	sand (%)	soil texture
0-30	1.65	6.8	1.3	2.4	6	120	27	44	21	S-L

جدول ۲) متوسط میزان متغیرهای اقلیمی در ماه‌های مختلف سال ۱۳۹۳ در آمل، ایران

Table 2) Climatic parameters mean in different months in 2014 in Amol, Iran

Climatic parameters	April	May	June	July	August	September
Temperature (°C)	13.8	21.5	24.8	25.2	27.9	27
Rainfall (mm)	70.2	13.8	36.4	24.6	0	16.9
Radiation of sun (MJ/m.d)	16.3	18.7	20.5	18.3	22.7	16.4
Relative humidity (%)	79	74	79	78	70	76

اقتباس از ایستگاه هواشناسی شهرستان آمل Obtained from synoptic climate station of Amol

راندمان تبدیل یعنی میزان برنج سفیدی که از مقدار مشخصی شلتوک به‌دست می‌آید، درجه تبدیل یعنی معیار اندازه‌گیری لایه سبوس برداشته شده از برنج قهوه‌ای، درصد پوسته و سبوس، درصد دانه کامل و خرده برآورد شد. دانه‌های کوچک‌تر از سه چهارم دانه کامل به عنوان خرده در نظر گرفته شدند. برای تعیین طول دانه برنج قبل از پخت، ۲۵ دانه سالم توسط دستگاه کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها برای هر تکرار ثبت گردید. طول دانه برنج بعد از پخت نیز از میانگین ۲۰ دانه برنج پخته‌شده محاسبه شد. در صد آمیلوز با استفاده از روش کالرومتریک و توسط دستگاه اسپکتوفتومتر و در طول موج ۶۲۰ نانومتر با تشکیل کمپلکس ید- نشاسته اندازه‌گیری شد.[۱۱،۱۴] برای تعیین دمای ژلاتینه شدن دانه نیز از روش پخش در قلیا استفاده شد. هدف از این آزمون تعیین نمره ژلاتینه شدن دانه برنج در محلول هیدروکسید پتاسیم به مدت ۲۳ ساعت بود.[۱۷] غلظت ژل بر اساس قوام برنج سفید در هیدروکسید پتاسیم ۰/۲ نرمال به کمک روش پیشنهادی توسط *کامپانگ (۱۹۷۳)* اندازه‌گیری شد.[۶]

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ver. 9 و مقایسه میانگین با نرم‌افزار MSTATC از طریق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

درصد برنج کامل

اثر رقم در تاریخ کاشت در سطح احتمال ۱٪ بر درصد برنج کامل معنی‌دار بود (جدول ۳). درصد برنج کامل رقم طارم محلی در تاریخ کاشت اول بهتر از دو تاریخ کاشت دیگر بود ولی رقم کوهسار و بینام در تاریخ کاشت سوم مقدار درصد برنج کمتری داشتند (جدول ۴). درصد برنج کامل هر سه رقم طارم محلی، بینام و کوهسار در تاریخ کاشت اول بهتربود. با کاشت دیرتر هر سه رقم دارای درصد برنج کامل کمتری نسبت به تاریخ کاشت اول داشتند (جدول ۴). مواجهه شدن ارقام در تاریخ کاشت سوم با افزایش دمای محیط در زمان پر شدن دانه در مرداد ماه ۹۳ و نبود بارندگی و کاهش رطوبت نسبی هوا، سبب کاهش درصد برنج کامل شد (جدول ۲).

درصد برنج خرده

اثر رقم در تاریخ کاشت بر صفت درصد خرده برنج در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). درصد برنج خرده رقم بینام در تاریخ کاشت سوم بیشتر از همه ارقام بود ولی درصد خرده برنج رقم طارم محلی در تاریخ کاشت دوم از بقیه ارقام کمتر بود (جدول ۴). به‌جز رقم طارم محلی، ارقام بینام و کوهسار با تأخیر ده روز در تاریخ کاشت میزان درصد برنج خرده در تاریخ کاشت دوم و سوم، افزایش معنی‌داری یافت (جدول۴).

جدول ۳) تجزیه واریانس ویژگی‌های کیفی چند رقم برنج تحت تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت در منطقه آمل

Table 3) Analysis of variation of qualitative characteristics of rice cultivars affected by planting dates in Amol, Iran

Source of variation	df	mean of squares											
		head rice	broken rice	milling recovery	hull	brown rice	grain length before cooking	grain length after cooking	elongation	milling degree	amylose	gel consistency	gelatinization temperature
Rep	2	0.028ns	0.003ns	0.023ns	0.016ns	0.0014ns	0.0001ns	0.00003ns	0.00003ns	0.002ns	0.002ns	1.59ns	0.018ns
Planting date (D)	2	72.79**	20.38**	22.75**	16.18**	76.03**	0.106**	11.84**	0.268**	110.01**	3.767**	4278.47**	0.624**
Cultivar (C)	2	85.21**	75.50**	2.81**	6.44**	1.59**	0.065**	2.39**	0.075**	0.428**	0.481**	152.14**	0.011ns
D* C	4	14.51**	6.33**	3.91**	5.67**	1.027**	0.062**	0.62**	0..168**	0.706**	0.286**	541.64**	0.128**
Error	16	0.012	0.009	0.017	0.02	0.03	0.0001	0.0008	0.00001	0.008	0.008	0.842	0.008

ns: non significant,* significant at 5% probability level, **: significant at 1% probability level

ns عدم معنی دار، * در سطح ۵٪ معنی‌دار، ** در سطح ۱٪ معنی‌دار

جدول ۴) اثر تاریخ کاشت بر برخی صفات کیفی دانه چند رقم برنج در منطقه آمل

Table 4) Effect of planting date on some qualitative characteristics of some rice cultivars in Amol, Iran

Rice cultivars	planting date	head rice (%)	brocken rice (%)	milling recovery (%)	hull (%)	brown rice (%)	grain length before cooking (mm)	grain length after cooking (mm)	elongation ratio	milling degree (%)	amylose (%)	gel consistency (mm)	gelatinization temperature (°C)
Tarom Mahalli	21 March	69.7 a	2.50 g	72.20 b	21.67 c	6.13 f	7.08 c	12.54 e	1.77 d	92.23 c	19.83 de	58 f	3.87 ab
	31 March	64.2 d	2.17 h	69.37 f	25.50 a	5.13 g	6.72 g	13.38 c	1.84 c	93.00 a	19.93 cd	60 e	4.00 a
	10 April	67.3 b	2.50 g	72.80 a	21.2 d	6.00 f	6.91 e	11.67 gf	1.69 e	92.40 b	19.03 f	88 b	3.70 c
Binam	21 March	67.4 b	2.67 f	70.03 b	22.33 b	7.63 e	6.99 d	14.13 b	2.02 b	90.13 d	21.00 a	93 a	3.4d e
	31 March	60.8 f	8.77 c	69.57 c	22.00 b	8.43 d	6.86 f	14.44 a	2.10 a	89.27 f	21.00 a	86 c	3.33 e
	10 April	58.6 g	10.67 a	69.27 d	21.23 d	9.50 c	7.09 c	12.59 d	1.77 d	89.67 e	20.50 b	73 d	3.30 e
Kouhsar	21 March	64.8 c	3.40 e	68.20 e	20.40 e	11.40 b	6.98 d	11.52 g	1.65 f	85.83 g	19.70 e	36 i	3.50 d
	31 March	62.6 e	5.87 d	68.50 h	20.00 f	11.50 b	7.15 b	11.55 g	1.61 g	85.93 g	19.93 cd	40 h	3.30 e
	10 April	58.7 g	9.50 b	68.17 g	20.03 f	11.80 a	7.23 a	11.00 g	1.57 h	85.00 h	20.00 c	47 g	3.80 bc

Means with similar letter in each column have no significant difference at 5% of probability level

اعداد هر ستون دارای حروف مشترک تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ به روش دانکن ندارند.

رطوبت در زمان برداشت علت عمده تولید خرده برنج در خلال تبدیل و ترک خوردگی آندوسپرم و گچی بودن دانه است.[۱۰] درصد دانه کامل تعیین‌کننده کیفیت تبدیل یک رقم محسوب می‌شود.[۲۷] دانه‌های گچی، ترک‌دار و نابالغ مقاومت کمتری به مراحل پوست‌کنی داشته و دانه خرده بیشتری تولید می‌کنند.[۱۹] در سال انجام آزمایش، در مرداد ماه میزان بارش صفر بود (جدول ۲) در نتیجه با کاهش رطوبت هوا، درصد خرده برنج افزایش یافت.

راندمان تبدیل

اثر رقم در تاریخ کاشت در سطح احتمال ۱٪ بر صفت راندمان تبدیل معنی‌دار بود (جدول۳). درصد راندمان تبدیل رقم طارم محلی و بینام در تاریخ کاشت اول بهتر بود ولی برای کوهسار در تاریخ کاشت دوم، بیشتر بود (جدول ۴). راندمان تبدیل تحت تاثیر صفات ارثی می‌باشد و در نتیجه میزان آن بسته به رقم نیز فرق دارد.[۱۰،۱۹] وقوع دماهای بالا در طی دوره پر شدن دانه از طریق ایجاد تنفس بالا و محدودیت تجمع فرآورده‌های فتوسنتزی باعث تولید دانه‌های لاغر، نابالغ و باریک، کاهش وزن، ترک‌دار شدن و افزایش درصد گچی دانه شده که می‌توانند از عوامل اصلی کاهش راندمان تبدیل باشند.[۸،۲۸] مطابق با نتایج این مطالعه، *پوری و همکاران (۲۰۱۴)* گزارش نمودند که با کاهش دمای هوا، راندمان تبدیل افزایش خواهد یافت.[۲۲] به‌طور کلی، راندمان تبدیل ارقام مشابه در شرایط اقلیمی متفاوت ممکن است یکسان نباشد.[۲۷] به طور مشابه، *ایشیمارو و همکاران (۲۰۰۹)* گزارش کردند که برنج‌های تولید شده در دماهای بالا به دلیل دارا بودن درصد دانه گچی بالاتر و شکستگی بیشتر، راندمان تبدیل کمتری داشتند.[۱۶]

درصد پوسته

اثر رقم در تاریخ کاشت در سطح احتمال ۱٪ بر صفت درصد پوسته معنی‌دار بود (جدول۳). درصد پوسته رقم طارم محلی در تاریخ کاشت دوم در بین تیمارها از همه بیشتر ولی درصد پوسته رقم کوهسار در تاریخ کاشت دوم از بقیه کمتر بود. درصد پوسته رقم بینام و کوهسار در تاریخ کاشت سوم کمتر از تاریخ کاشت اول بود یعنی دیر کاشت باعث کاهش درصد پوسته در این دو رقم شد (جدول ۴). *بابائیان و همکاران (۱۹۹۳)* با بررسی مقایسه محصول اصلی و راتون گزارش شد که درصد پوسته محصول راتون دیلمانی و شصتک در مقایسه با درصد پوسته محصول اصلی معنی‌دار نبود اما درصد پوسته محصول ارقام حسنی و سنگ طارم در مقایسه با درصد پوسته راتون در سطح ۱٪ معنی‌دار بود.[۴] همچنین *فلاح و همکاران (۲۰۱۲)* با بررسی خواص فیزیکوشیمیایی شش لاین، نتیجه گرفتند لاین ۲۰۴ با ۲۴/۱۳ درصد پوسته، بیشترین مقدار و لاین ۳۱۱ با ۲۲٪ پوسته کمترین مقدار را داشتند.[۱۰]

درصد سبوس

اثر متقابل رقم در تاریخ کاشت بر درصد سبوس از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). درصد سبوس رقم کوهسار در تاریخ کاشت سوم بیشتر از بقیه بود ولی درصد پوسته رقم طارم محلی در تاریخ کاشت دوم کمتر از بقیه بود. با تأخیر در تاریخ کاشت، درصد سبوس ارقام بینام و کوهسار افزایش یافت ولی برای رقم طارم محلی این گونه نبود (جدول ۴). ارقام خارجی درصد سبوس بیشتری از ارقام بومی دارند و میزان آن بین ۱۶-۹٪ متغیر بود.[۱۰] درصد سبوس محصول راتون در مقایسه با درصد سبوس محصول اصلی کاهش معنی‌داری داشت.[۴]

طول دانه قبل از پخت

اثر رقم در تاریخ کاشت بر طول دانه قبل از پخت در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری دارد (جدول ۳). طول دانه قبل از پخت رقم کوهسار در تاریخ کاشت سوم بیشتر از بقیه بود. رقم بینام در تاریخ کاشت اول طول دانه قبل از پخت کمتری داشت. در رقم کوهسار، طول دانه قبل از پخت با تغییر تاریخ کاشت، افزایش معنی‌داری یافت یعنی به ازای هر ده روز تأخیر در کاشت به ترتیب ۲/۳ و ۱/۱٪ افزایش نشان داد ولی این روند برای طارم محلی و بینام متفاوت بود (جدول ۴). *فلاح و همکاران (۲۰۱۲)* نتیجه گرفتند که لاین ۳۰۶ با طول ۷/۸۰ میلی‌متر بیشترین طول دانه قبل از پخت و لاین ۲۰۴ با ۶/۱۳ میلی‌متر کمترین طول دانه قبل از پخت را دارا بودند. طول دانه قبل از پخت لاین ۳۰۶، در مقایسه با رقم طارم محلی ۱۰/۲٪ بیشتر بود ولی طول دانه قبل پخت رقم کوهسار ۲/۸ درصد بیشتر از طارم محلی بود.[۱۰]

طول دانه بعد از پخت

اثر رقم در تاریخ کاشت بر صفت طول دانه بعد از پخت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). طول دانه بعد از پخت رقم بینام در تاریخ کاشت دوم بهتر از بقیه بود (جدول ۴). طول دانه بعد از پخت رقم کوهسار در تاریخ کاشت سوم کمتر از بقیه تیمارها بود. اثر تاریخ کاشت بر طول دانه بعد از پخت رقم کوهسار معنی‌دار نبود ولی برای ارقام طارم محلی و بینام در تاریخ کاشت دوم بهتر بود (جدول ۴). لاین‌های خارجی دارای طول دانه بعد از پخت بین ۱۳/۲–۱۲/۲ میلی‌متر بودند ولی کمتر از رقم بومی طارم محلی بود.[۱۰]

نسبت طویل شدن دانه

اثر رقم در تاریخ کاشت بر نسبت طویل شدن دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). نسبت طویل شدن دانه رقم بینام در تاریخ کاشت دوم بهتر از بقیه بود ولی این نسبت برای رقم کوهسار در تاریخ کاشت سوم از همه کمتر بود. نسبت طویل شدن دانه در رقم کوهسار با تغییر تاریخ کاشت کاهش معنی‌داری داشت ولی ارقام بینام و طارم محلی در تاریخ کاشت دوم بیشترین نسبت طویل شدن دانه را داشتند (جدول ۴). نسبت طویل شدن دانه تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط به‌ویژه دما در دوره پر شدن دانه می‌باشد.[۷،۸] *سو و همکاران (۱۹۸۳)* گزارش کردند که شکل سلول‌های آندوسپرمی بعد از پخت در رقم باسماتی شش‌وجهی است که به صورت شانه عسل در کنار هم مرتب شدند، در حالی‌که در ارقام دیگر که طویل شدن کمتری دارند به شکل مستطیل در ستون‌های ۱۲–۱۰ تایی در کنار هم قرار گرفتند.[۲۲،۲۵] *دلاکروز و همکاران (۱۹۸۹)* بیان کردند که وقتی میانگین دمای هوای شبانه روز در مرحله پر شدن دانه ۲۳ درجه سلسیوس باشد بیشترین میزان طویل شدن دانه مشاهده شد.[۸]

درجه تبدیل

اثر رقم در تاریخ کاشت بر میزان درجه تبدیل در سطح ۱٪ احتمال از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). درجه تبدیل رقم طارم محلی در تاریخ کاشت دوم بهتر از بقیه بود ولی برای رقم کوهسار در تاریخ کاشت سوم کمتر از بقیه تیمارها بود. اثر تاریخ کاشت بر درجه تبدیل ارقام متفاوت بود به‌عبارت دیگر رقم طارم محلی در تاریخ کاشت دوم ولی رقم بینام در تاریخ کاشت اول، بهتر بود اما در رقم کوهسار، تفاوتی بین تاریخ کاشت اول و دوم از نظر درجه تبدیل وجود نداشت (جدول ۴).

درصد آمیلوز

اثر رقم در تاریخ کاشت بر صفت درصد آمیلوز از نظرآماری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). درصد آمیلوز رقم بینام در تاریخ کاشت اول و دوم اندکی بیشتر از

بقیه بود. درصد آمیلوز ارقام طارم محلی و بینام در تاریخ کاشت سوم نسبت به اول کاهش یافت ولی در رقم کوهسار این نسبت افزایش نشان داد (جدول ۴). پژوهشگران نتیجه گرفتند درصد آمیلوز در بین دو رقم ایرانی و شش رقم خارجی بین ۲۶-۱۲٪ متغیر بود.[۱۰] تفاوت در میزان آمیلوز ارقام و لاین‌های برنج، به تفاوت ژنتیکی آنها مربوط است.[۲۷] درجه حرارت زمان رسیدن دانه مؤثرترین عامل تأثیرگذار در میزان آمیلوز ارقام می‌باشد.[۱۱] در آین آزمایش، افزایش دمای مرداد ماه باعث کاهش درصد آمیلوز دانه برنج شد. برنج با آمیلوز متوسط برنجی است که بین ۲۵-۲۰٪ آمیلوز دارد و از نظر مصرف کننده ایرانی مناسب است.[۲۶] با این وجود در این آزمایش، تفاوت ۱ درصدی در میزان آمیلوز باعث تفاوت ارقام شد. پس می‌توان گفت در دامنه ۲۵-۲۰ درصد آمیلوز کیفیت پخت ارقام متفاوت و از نظر بازار پسندی فرق دارد.

غلظت ژل

اثر رقم در تاریخ کاشت بر صفت غلظت ژل از نظرآماری در سطح احتمال ۱٪معنی‌دار است (جدول ۳). غلظت ژل رقم بینام در تاریخ کاشت دوم بهتر از بقیه بود ولی غلظت ژل رقم کوهسار در تاریخ کاشت اول از همه کمتر بود. غلظت ژل در طارم محلی و کوهسار با تغییر تاریخ کاشت از کاشت اول به دوم و سوم افزایش یافت ولی در مورد رقم بینام میزان غلظت ژل کاهش نشان داد (جدول ۴). در آزمایشی میزان غلظت ژل رقم طارم حداکثر و رقم دشت حداقل بیان شد.[۱۰] ارقام برنج معمولا دارای غلظت ژل سخت، یا متوسط و نرم هستند. دانه برنج سفید دارای بیش از ۵۰ میلی‌متر را ژل نرم می‌گویند که در واقع مولکول آمیلوپکتین به سمت غلظت ژل نرم تمایل می‌یابد.[۱۳،۲۶] غلظت ژل شاخصی از بافت برنج پخته و تحت تأثیر شرایط محیطی است، در شرایطی که ارقام دارای مقدار آمیلوز یکسان باشند، ارقام با غلظت ژل نرم، بافت برنج پخته بهتری دارند.[۲۱]

دمای ژلاتینه شدن

اثر رقم در تاریخ کاشت بر صفت دمای ژلاتینی شدن از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۳). دمای ژلاتینی شدن رقم طارم محلی در تاریخ کاشت اول بیشتر از بقیه بود ولی رقم بینام در تاریخ کاشت دوم و سوم و همچنین رقم کوهسار در تاریخ کاشت دوم، کمتر از بقیه تیمارها بودند. دمای ژلاتینی شدن رقم طارم محلی و بینام در تاریخ کاشت سوم در مقایسه با تاریخ کاهش اول کاهش معنی‌داری نشان داد ولی رقم کوهسار افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۴).

مدت زمان لازم جهت پخت دانه‌های برنج با معیاری تحت عنوان درجه حرارت ژلاتینی شدن مشخص می‌شود. درجه حرارت ژلاتینی شدن یک خاصیت فیزیکی نشاسته است که در آن مولکول‌ها نشاسته به طور غیرقابل برگشتی در آب گرم شروع به متورم شدن می‌کنند. دامنه درجه حرارت ژلاتینه شدن از ۵۵ تا ۷۹ درجه سلسیوس متغیر می‌باشند. ارقامی که درجه حرارت ژلاتینی شدن آنها از ۵۵ تا ۶۹ درجه سلسیوس (معادل نمره ۶ و ۷) باشد دارای درجه حرارت ژلاتینی شدن پائین و ارقامی که دمای ژلاتینه شدن آنها از ۷۰ تا ۷۴ درجه سلسیوس (معادل نمره ۴ و ۵) باشد به‌عنوان دمای ژلاتینی شدن متوسط و ارقامی که دمای ژلاتینه شدن آنها ۷۵ تا ۷۹ درجه سلسیوس (معادل نمره ۲ و۳) باشد تحت عنوان ارقام با دمای ژلاتینه شدن بالا طبقه بندی می‌گردند.[۲۶،۱۳] چنانچه درجه حرارت ژلاتینی شدن رقمی بالا باشد برنج پخته آن سفت و خشک می‌شود. دمای ژلاتینه شدن با مدت زمان پخت و ماهیت برنج پخته ارتباط داشته اما با نرمی یا سختی بافت برنج پخته همبستگی ندارد.[۱۹]

نتیجه‌گیری کلی تاریخ کاشت و رقم بر خصوصیات کیفی و شاخص‌های تبدیل دانه برنج مؤثر بودند. تأخیر در کاشت ارقام عملکرد برنج سالم، راندمان تبدیل و طول برنج پخته را کاهش داد. گر چه زودکاشت نیز بر شاخص‌های تبدیل برنج اثر می‌گذارد اما دیرکاشت اثرات مخرب‌تری بر کیفیت برنج می‌گذارد. بیشترین عملکرد برنج سالم و عملکرد تبدیل در شرایط اقلیمی آمل مربوط به تاریخ کاشت اول فروردین بود. همچنین در بین ارقام کشت‌شده رقم طارم از نظر شاخص‌های تبدیل و رقم بینام از نظر خصوصیات کیفی و پخت بهتر بودند. جهت دستیابی به بهترین شاخص‌های تبدیل و خصوصیات پخت بهتر است بذر پاشی در دهه اول فروردین ماه و نشاکاری ارقام مورد نظر در تاریخ اول تا دهم اردیبهشت صورت گیرد.

References

1. Abbasi A, Rahamani MS, Vafaei Y (2011) Plant Biochemistry. Theran University Pubilcation: Iran. [in Persian]
2. Akhter M, Mahmood A, Ali Raza M, Haider Z, Saleem U, Bibi T (2016) Effect of transplanting dates on cooking, milling and eating quality parameters of some fine and coarse grain rice lines. Journal of Nutrition and Food Sciences 6(5): 1-5.
3. Ambardekar AA, Siebenmorgen TJ, Counce PA, Lanning SB, Mauromoustakos A (2011) Impact of field-scale nighttime air temperatures during kernel development on rice milling quality. Field Crops Research 122(3): 179-185.
4. Babaiyan Jalodar N, Bagher A, Nattaj H (1993) a comparative study of cultivar and raton cultures and raton quality of Iranian rice (*Oryza sativa L.*). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources of Khazar. [In Persian with English abstract]
5. Bannayan M, Eyshi-Rezaei E, Hoogenboom G (2013) Determining optimum planting dates for rainfed wheat using the precipitation uncertainty model and adjusted crop evapotranspiration. Agricultural Water. Management. 126: 56-63.
6. Cagampang GB, Perez CM, Juliano BO (1973) A gel consistency test for eating quality of rice. Journal of the Science of Food and Agriculture 24(12): 1589-1594.
7. Deng N, Ling X, Sun Y, Zhang C, Fahad S, Peng S, Cui K, Nie L Huang J (2015) Influence of temperature and solar radiation on grain yield and quality in irrigated rice system. European Journal of Agronomy 64: 37-46.
8. De la Cruz N, Kumar I, Kaushik RP, Khush GS (1989) Effect of temperature during grain development on stability of cooking quality components in rice. Japanese Journal of Breeding 39(3): 299–306.
9. Fallah A, Babaei M (2005) Introduction to Plant Physiology. Ashk Galam Publication: Amol, Iran. [In Persian]
10. Fallah A, Alizadeh H, Tavsoli-Larijani F, Nabipour A (2012) Comparison of physicochemical properties of rice grains of local Tarom and Shirodi with external lines. Journal of Agronomic Improvement 3: 69-81. [in Persian]
11. Fathi N, Pirdashti H, Nasiri M, Bakhshandeh E (2017) Effect of weather temperature and solar radiation on grain yield and yield components of rice under different local climates in Mazandaran province. Journal of Crop Production 19(1): 163-176. [in Persian]
12. Ghasempour-Alamdar M, Khodabandeh N (2005) Rice:Farming. Islamic Azad University, Ghaemshahr Branch, Iran. [In Persian]
13. Juliano BO (1971) A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Science Today 16(10): 334-340.
14. Habibi F (2007) Measuring physical and chemical characteristic of rice grain. Iranian Rice Research Institute: Rasht, Iran. [in Persian]
15. Huang M, Jiang L, Zou Y, Zhang W (2013) On-farm assessment of effect of low temperature at seedling stage on early-season rice quality. Field Crops Research 141: 63-68.

16. Ishimaru T, Horigane AK, Ida M, Iwasawa N, San-oh YA, Nakazono M, Nishizawa NK, Masumura T, Kondo M, Yoshida M (2009) Formation of grain chalkiness and changes in water distribution in developing rice caryopses grown under high-temperature stress. Journal of Cereal Science 50(2): 166-174.
17. Khush GS (2004) Breeding Rice for Sustainable Agricultural Systems. In: Buxton DR, Shibles R, Forsberg RA, Blad BL, Asay KH, Paulson GM, Wilson RF (eds.). International Crop Science **I**. Crop Science Society of America: Madison, Wisconsin, USA 1993a. 189-199.
18. Little RR, Hilder GB, Dawson EH (1958) Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chemistry 35(2):111-126.
19. Lyman NB, Jagadish KSV, Nalley LL, Dixon BL, Siebenmorgen T (2013) Neglecting rice milling yield and quality underestimates economic losses from high-temperature stress. PLOS One. 8(8): 1-9.
20. Matsuo T, Kumazawa K, Ishii R, Ishihara K, Hirata H (1995) Science of the Rice Plant. Vol. 2, Food and Agiculture policy Research Center: Tokyo.
21. Perdon AA, Siebenmorgen TJ, Mauromoustakos A, Griffin VK, Johnson ER (2001) Degree of milling effects on rice pasting properties. Cereal Chemistry 78(2): 205-209.
22. Puri S, Dhillon B, Singh Sodhi N (2014) Effect of degree of milling (Dom) on overall quality of rice- A Review. International Journal of Advanced Biotechnology and Research 5(3): 474-489.
23. Siddique KHM, Whan BR (1993) Ear: stem ratios in breeding populations of wheat: singifiticance for yield improvement. Euphytica 73(3): 241 -254.
24. Soleimani A, Amiri-Larijani B (2005) Principles of Rice Farming. Arvije Publications: Tehran, Iran. [in Persian]
25. Su Z, Liao X, Zhao G, Shi R, Jiang C, Zou Q, Dai L (2008) Analysis of grain qualities in Japonica rice (*Oryza sativa* L.) under different altitudes in highland region. Ecology and Environment 17: 1157-1162.
26. Tavsoli Larijani F (1998) The effect of storage period on the quality of cooking (rice and white rice). Final report.[In Persian].
27. Wakamatsu KI, Sasaki O, Uezono I, Tanaka A (2007) Effects of high air temperature during the ripening period on the grain quality of rice in warm regions of Japan. Japanese Journal of Crop Science 76(1): 71-78. [in Japanese with English abstract]
28. Wassmann R, Jagadish SVK, Heuer S, Ismail A, Redona E, Serraj R, Singh RK, Howell G, Pathak H, Sumfleth K (2009) Climate change affecting rice production: the physiological and agronomic basis for possible adaptation strategies. Advances in Agronomy 101: 59-122.
29. Yoshida S (1983) Rice. In: Symposium on Potential Productivity of Field Crops under Different Environments. International Rice Research Institute. Manila, Philippines 103-127.
30. Zhong LJ, Cheng FM (2003) Varietal differences in amylose accumulation and activities of major enzymes associated with starch synthesis during grain filling in rice. Acta Agronomica Sinica. 29(5):452-456. [in Chinese with English abstract]

Effect of planting date on qualitative characteristics and milling index of some rice cultivars in Amol, Iran

Agroecology Journal
Vol. 15, No. 1 (25- 35)
(summer 2019)

Allahyar Fallah✉, Nahid Fathi

Rice Research Institute of Iran, Mazandaran Branch, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Amol, Iran. ✉ a.fallah@areeo.ac.ir **(corresponding author)**

Received: 02 March 2019 **Accepted:** 06 August 2019

Abstract To investigate the effect of planting date on some quantitative and qualitative characteristics of rice cv. Binam, Tarom Mahali and Koohsar, a field experiment was conducted as factorial based on complete block design with three replications during three planting dates of 21 and 31 March, and 10 April in Deputy of the Rice Research Institute, Mazandaran Branch, Amol, Iran. Three months after planting, 400 g of paddy sample for each plot was collected and evaluated to measure characteristics such as head and broken rice percentage, milling recovery, paddy hull and bran percentage, grain length before and after cooking, grain elongation ratio, milling degree, amylose percentage, gel concentration and gelatinization temperature. The effect of planting date and cultivar was significant on all characteristics in 1% probability level. The head rice percentage at first planting date and bran percentage, grain length after cooking, milling degree, gelatinization temperature, and grain elongation ratio at second planting date were better in Tarom Mahali cultivar. Grain length after cooking, grain elongation ratio and amylose percentage in Binam at the second planting date and bran percentage and grain length before cooking in Koohsar at the third planting date were better. The amount of broken rice percentage was lower at the first planting date in Binam and Koohsar cultivars compared with second and third planting dates. On the whole, transplanting at late April is recommended to get optimal quality of rice grains in this region.

Keywords

- early-planting
- late- planting
- suitable planting
- rice quality

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

DOI: 10.22034/AEJ.2019.1873785.1105