"مجله علوم زراعي ايران"
جلد دوازدهم، شماره۲ تابستان ۱۳۸۹

# خصوصیات چسبندگی نشاسته: شاخص‌های جدید جهت ارزیابی کیفیت پخت ارقام برنج (*Oryza sativa* L.)

# Starch viscosity properties: New criteria for assessment of cooking quality of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars

مهرزاد اله‌قلی‌پور[۱]، بابک ربیعی[۲]، علی اکبر عبادی[۱]، مریم حسینی[۱] و میترا یکتا[۳]

## چکیده

**اله‌قلی‌پور، م.، ب. ربیعی، ع. ا. عبادی، م.حسینی و م. یکتا. ۱۳۸۹.** خصوصیات چسبندگی نشاسته: شاخص‌های جدید جهت ارزیابی کیفیت پخت ارقام برنج (*Oryza sativa* L.). **. مجله علوم زراعی ایران: ۱۲ (۲) ۱۵۱-۱۴۰.**

**اصلاح و معرفی ارقام کیفی یکی از مهم‌ترین اهداف به‌نژادی برنج در ایران است. برای ارزیابی کیفیت پخت برنج از شاخص‌هایی مانند مقدار آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن و قوام ژل استفاده می‌شود. با این حال، ارقام زیادی وجود دارند که از نظر این شاخص‌ها کاملاً مشابه هستند، اما کیفیت پخت متفاوتی دارند. به نظر می‌رسد که خصوصیات چسبندگی نشاسته نیز در کیفیت پخت ارقام برنج موثر باشد. در این پژوهش، تعداد شش رقم برنج محلی شامل هاشمی، بینام، سالاری، دمسیاه، غریب و حسن‌سرایی و شش رقم اصلاح شده شامل خزر، سپیدرود، هیبرید بهار ۱، درفک، صالح و کادوس جهت ارزیابی خصوصیات چسبندگی نشاسته دانه برنج انتخاب شدند. کلیه ارقام محلی و اصلاح شده از نظر مقدار آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن، قوام ژل و مقدار پروتئین مشابه بودند، اما کیفیت پخت متفاوتی داشتند. از هر رقم ۳۰ نمونه انتخاب و خصوصیات چسبندگی آنها در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با استفاده از دستگاه رپید ویسکوآنالایزر اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که در بین ارقام محلی و اصلاح شده، تفاوت بسیار معنی‌داری از نظر خصوصیات چسبندگی وجود داشته و تمامی این خصوصیات در ارقام محلی در حد متوسط بود. حدود اطمینان ۹۵ درصد ویژگی‌های چسبندگی ارقام محلی شامل حداکثر چسبندگی، حداقل چسبندگی، فروریختگی، چسبندگی نهایی، پس‌روی چسبندگی و درجه حرارت چسبندگی به ترتیب در دامنه‌های ۲۹۷/۶۱-۲۵۸/۰۷، ۲۱۴/۹۸-۱۷۰/۷۲، ۱۰۵/۲۸- ۷۸/۰۶، ۳۳۳/۵۷- ۲۷۸/۱۵، ۱۳۸/۸۴-۱۰۶/۲۰ و ۹۹/۰۷-۹۴/۶۱ بود، در حالی که ارقام اصلاح شده از نظر بسیاری از این خصوصیات در خارج از دامنه‌های فوق قرار گرفتند. به این ترتیب، خصوصیات چسبندگی نشاسته به عنوان یک شاخص مناسب جهت ارزیابی کیفیت پخت ارقام برنج قابل توصیه است.**

**واژه‌های کلیدی: برنج، درجه حرارت ژلاتینی شدن، قوام ژل، کیفیت پخت، مقدار آمیلوز و نشاسته.**

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۶/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۲/۱۹

۱- اعضای هیأت علمی موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: rabiei@guilan.ac.ir)

۳- کارشناس آزمایشگاه کیفیت موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت



[ Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.5.4 ]

**مقدمه**

افزایش کیفیت پخت به عنوان یکی از مهم‌ترین اهداف اصلاحی در برنج مورد توجه به‌نژادگران می‌باشد. ارقام بومی معمولاً دارای عملکرد پایینی هستند، اما از لحاظ کیفیت پخت بسیار مطلوب می‌باشند و به همین دلیل ارزش تجارتی خود را هنوز در بازار مصرف حفظ نموده و از نظر کشاورزان و مصرف‌کنندگان در بسیاری از کشورها از اولویت خاصی برخوردارند (Allahgholipour *et al.*, 2006). با اینکه توجه زیادی به افزایش کیفیت پخت و خوش خوراکی ارقام مختلف برنج شده است، اما هنوز دقیقاً روشن نیست که چه عواملی روی خصوصیات پخت ارقام بیشترین تاثیر را دارند. مطالعات زیادی در مورد نقش میزان آمیلوز (Juliano *et al.*, 1965; Juliano, 1985) و ساختمان آمیلوپکتین نشاسته (Juliano, 1990; Ong and Blanshard, 1995; Ramesh *et al.*, 1999) در این رابطه انجام شده است که کمک زیادی به شناخت عوامل موثر بر کیفیت برنج نموده است. نتایج تحقیقات نشان داده است‌که میزان آمیلوز، نقش مهم و کلیدی در تعیین کیفیت پخت دانه برنج دارد. به عنوان مثال ارقام برنج با میزان آمیلوز کم بعد از پخت نرم و چسبنده هستند، در حالی‌که ارقام برنج با میزان آمیلوز بالا بعداز پخت، خشک و سفت می‌شوند (Redhikareddy *et al.*, 1993). علاوه بر میزان آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن و قوام ژل نیز نقش مهمی در تعیین کیفیت پخت ارقام برنج دارند و عموماً ارقامی با میزان آمیلوز ۲۵-۲۰ درصد، درجه حرارت ژلاتینی شدن ۵-۳ و قوام ژل ۶۰-۴۰ درصد، دارای کیفیت پخت مطلوبی هستند (IRRI, 1979; Juliano and Villarreal., 1993). با این وجود، بسیاری از ارقام محلی و اصلاح شده برنج که از نظر سه ویژگی بالا مشابه هستند، دارای کیفیت پخت یکسانی نمی‌باشند. از طرف دیگر، بسیاری از ارقام با میزان پروتئین مشابه نیز دارای کیفیت پخت متفاوتی هستند. بنابراین به نظر می‌رسد که عوامل دیگری در تعیین کیفیت پخت ارقام برنج موثر باشند. یکی از این عوامل، خصوصیات چسبندگی دانه‌های نشاسته می‌باشد که توسط دستگاه رپید ویسکو آنالایزر (Rapid Visco Analyzer) اندازه‌گیری می‌شود. این دستگاه با استفاده از سرد و گرم کردن نمونه‌ها، خصوصیات چسبندگی دانه‌های نشاسته را ثبت و به صورت منحنی نشان می‌دهد. این دستگاه برای اولین بار، جهت تعیین سریع فعالیت آنزیم آمیلاز در بذرهای در حال جوانه‌زنی گندم بکار رفت، اما برای کاربردهای متعدد دیگری توسعه داده شد. این دستگاه به‌علاوه در صنایع غذایی به منظور کنترل کیفیت محصولات مختلف کاربردهای فراوانی دارد (Walker and Hazelton, 1996; Batey *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 1997).

در ایران و در موسسه تحقیقات برنج کشور، برای بررسی کیفیت پخت دانه ارقام سه شاخص اساسی و تعیین کننده شامل میزان آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن و میزان ثبات یا قوام ژل مورد توجه قرار می گیرند و ارقامی که دامنه متوسطی از هر سه خصوصیت را داشته باشند، به عنوان ارقامی با کیفیت پخت مطلوب شناخته می‌شوند. در این راستا ارقامی مانند خزر، درفک، کادوس و اخیراً برنج هیبرید با نام تجاری بهار ۱ معرفی شده‌اند که از نظر این سه خصوصیت مشابه ارقام محلی می باشند، اما کیفیت پخت آنها بسیار پایین تر از ارقام محلی است. این موضوع در میان ارقام محلی نیز دیده می‌شود، به طوری که ارقامی مانند هاشمی، حسن‌سرایی، غریب، سالاری، بینام و دمسیاه با وجود مشابه بودن دامنه شاخص‌های تعیین کننده پخت، از نظر کیفیت پخت کاملاً متفاوت هستند (Allahgholipour *et al.*, 2006). اغلب ارقام محلی از نظر دامنه میزان پروتئین دانه نیز با یکدیگر اختلاف چندانی ندارند که دلیلی بر تفاوت آنها از نظر کیفیت پخت می‌باشد. بنابراین عوامل مذکور به تنهایی نمی‌توانند نشان دهنده کیفیت پخت ارقام مختلف برنج باشند. گزارش‌های مختلف نشان می‌دهند که



[ Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.5.4 ]

بسیاری از ارقام برنج که دارای میزان آمیلوز مشابهی هستند، خصوصیات متفاوتی از نظر ویژگی‌های چسبندگی دانه‌های نشاسته دارند. بنابراین پیشنهاد شده است که خصوصیات چسبندگی نشاسته نیز می‌توانند در تعیین کیفیت پخت برنج مورد استفاده قرار گیرد (French, 1984; Champang *et al.*, 1997).

در این پژوهش، تعدادی از ارقام محلی و اصلاح شده برنج که از لحاظ خصوصیات کیفی مشابه، اما دارای کیفیت پخت متفاوتی بودند، برای اندازه‌گیری و مقایسه خصوصیات چسبندگی توسط دستگاه رپید ویسکو آنالایزر انتخاب شدند تا فرضیه بالا مورد آزمون قرار گیرد. ارائه یک شاخص جدید بر مبنای خصوصیات چسبندگی نشاسته به منظور شناسایی کیفیت پخت ارقام برنج و تشخیص ارقام کیفی مناسب از نظر مصرف کننده نیز از اهداف دیگر این آزمایش بوده است.

## مواد و روش‌ها

در این آزمایش تعداد شش رقم برنج محلی کیفی شامل هاشمی، بینام، سالاری، دمسیاه، غریب و حسن‌سرایی که سطح زیر کشت بالایی در استان گیلان دارند و از لحاظ کیفیت پخت مورد پسند کشاورزان و مصرف کنندگان می‌باشند، به همراه شش رقم اصلاح شده خزر، سپیدرود، هیبرید بهار ۱، درفک، صالح و کادوس (به عنوان مهم‌ترین ارقام اصلاح شده)، به منظور مطالعه خصوصیات چسبندگی نشاسته دانه برنج مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارقام مورد بررسی به دلیل دارا بودن میزان آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن، قوام ژل و میزان پروتئین مشابه انتخاب شدند. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه پس از برداشت، بوجاری و تنظیم رطوبت دانه آنها روی ۱۴ درصد، مورد تجزیه آزمایشگاهی قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) انجام شد و هر تکرار شامل ۳۰ نمونه بود. نمونه‌ها پس از تبدیل به برنج سفید، با استفاده از آسیاب UD در حد ۱۰۰ مش آرد شدند. از هر نمونه، ۳ گرم آرد برنج سفید به دقت وزن شد و پس از اضافه کردن ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر، در داخل استوانه فلزی دستگاه رپید ویسکو آنالایزر (RVA-3D Model, Newport Scientific, Sydney, Australia) قرار داده شد. دستگاه طوری تنظیم شد که در ۱۰ ثانیه اول با سرعت ۹۶۰ دور در دقیقه شروع به کار نمود و سپس سرعت آن در ۱۶۰ دور در دقیقه ثابت شد. درجه حرارت اولیه دستگاه نیز روی ۵۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. برای اندازه‌گیری خصوصیات چسبندگی نمونه ها، برنامه دمایی دستگاه در مدت ۱۲ دقیقه به صورت زیر تنظیم شد (American Association of Cereal Chemists, 1995).

۱. درجه حرارت ثابت ۵۰ درجه سانتی‌گراد تا یک دقیقه.

۲. افزایش درجه حرارت به صورت خطی تا ۹۵ درجه سانتی‌گراد تا زمان ۴ دقیقه و ۴۸ ثانیه.

۳. درجه حرارت ثابت ۹۵ درجه سانتی‌گراد تا زمان ۷ دقیقه و ۱۸ ثانیه.

۴. کاهش درجه حرارت به صورت خطی و رسیدن به درجه حرارت ۵۰ درجه سانتی‌گراد تا زمان ۱۱دقیقه و ۶ ثانیه.

۵. درجه حرارت ثابت ۵۰ درجه سانتی‌گراد تا زمان ۱۲ دقیقه.

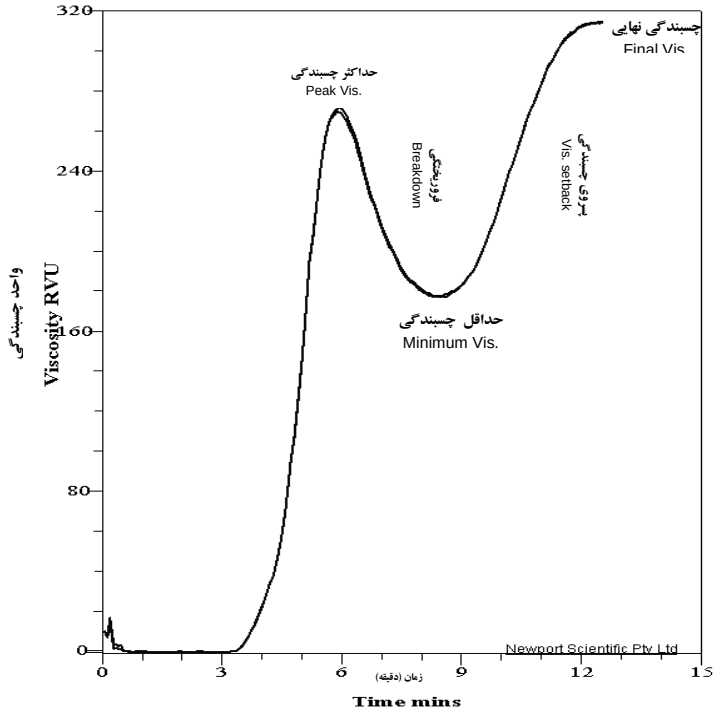
خصوصیات چسبندگی نشاسته نمونه‌های مورد مطالعه در برنج به وسیله هفت عامل مهم منتج از منحنی چسبندگی (شکل ۱)، شامل حداکثر چسبندگی (Peak viscosity)، حداقل چسبندگی (Minimum viscosity)، فروریختگی (Breakdown)، چسبندگی نهایی (Final viscosity)، پس‌روی چسبندگی (Viscosity setback)، درجه حرارت چسبندگی (Pasting Temperature) و مدت زمان لازم برای رسیدن به حداکثر چسبندگی (Peak time) بر حسب واحد RVU (Rapid Viscosity Unit) ارزیابی شد (American Association of Cereal Chemists, 1995).



[ Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.5.4 ]

پس از ثبت داده‌ها، ابتدا تجزیه واریانس داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و سپس تفاوت بین ارقام بومی و اصلاح شده با استفاده از معادلات مستقل(Orthogonal) مورد آزمون قرار گرفت. شاخص‌های آماری شامل میانگین، اشتباه معیار و حدود اطمینان ۹۵ درصد خصوصیات چسبندگی به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۴ محاسبه شد و در نهایت معیارهای مناسب برای هر یک از خصوصیات چسبندگی جهت تشخیص کیفیت پخت مناسب ارقام برنج در برنامه‌های به‌نژادی ارائه گردید.




شکل ۱- منحنی خصوصیات چسبندگی نشاسته دانه برنج

Fig 1. Pasting properties curve of rice grain starch

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس خصوصیات چسبندگی نشان داد که بین ارقام برنج مورد مطالعه اختلاف بسیار معنی‌داری از نظر کلیه خصوصیات وجود داشت ( جدول ۱). تفکیک مجموع مربعات ارقام به اجزاء خود بر مبنای مقایسات مستقل نشان داد که تفاوت بین ارقام محلی و نیز تفاوت بین ارقام اصلاح شده از نظر تمامی خصوصیات چسبندگی بسیار معنی‌دار است. همچنین، میانگین ارقام محلی با ارقام اصلاح شده از نظر کلیه خصوصیات مورد مطالعه بسیار متفاوت و معنی‌دار بود ( جدول ۱).

ارقام محلی و اصلاح شده مورد مطالعه در این آزمایش، با وجود دارا بودن میزان آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن، میزان قوام یا ثبات ژل و میزان پروتئین مشابه (جدول ۲)، از نظر درجه حرارت چسبندگی که نشان دهنده حداقل درجه حرارت مورد نیاز برای پختن است، بسیار متفاوت بودند. درجه حرارت چسبندگی در ارقام محلی در محدوده ۹۹-۹۴ درجه سانتی‌گراد و در ارقام اصلاح شده بین ۹۵- ۷۹ درجه سانتی‌گراد بود، به عبارت دیگر، درجه حرارت مورد نیاز جهت پخت دانه‌ها در ارقام محلی بیشتر از ارقام اصلاح شده بود (جدول ۳). در



[ Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.5.4 ]

جدول ۱- تجزیه واریانس و مقایسات مستقل خصوصیات چسبندگی نشاسته در ارقام محلی و اصلاح شده برنج

Table 1. Analysis of variance and orthogonal comparisons for paste viscosity characteristics of starch in local and improved rice varieties

| | | | میانگین مربعات (MS) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S.O.V. | منابع تغییر | درجه آزادی d.f | حداکثر چسبندگی Peak viscosity | حداقل چسبندگی Minimum viscosity | فروریختگی Breakdown viscosity | چسبندگی نهائی Final viscosity | پس‌روی چسبندگی Setback | زمان لازم برای رسیدن به حداکثر چسبندگی Peak time | درجه حرارت چسبندگی Pasting temperature |
| Variety | واریته | 11 | 3906.18** | 9925.84** | 3775.62** | 9620.06** | 1884.18** | 0.38** | 13.87** |
| Local variety | ارقام محلی | 5 | 454.01** | 1142.43** | 1764.73** | 2142.01** | 423.83** | 0.10** | 13.96** |
| Local versus improved | محلی در مقابل اصلاح شده | 1 | 10718.28** | 6535.16** | 514.32** | 1017.33** | 2395.99** | 0.12** | 1.62** |
| Improved variety | ارقام اصلاح شده | 5 | 5995.93** | 19387.19** | 6438.77** | 18816.66** | 3242.16** | 0.71** | 16.23** |
| Error | خطای آزمایش | 24 | 18.78 | 29.12 | 12.09 | 30.30 | 22.84 | 0.004 | 0.03 |
| C.V (%) | ضریب تغییرات (درصد) | -- | 1.58 | 2.70 | 4.66 | 1.66 | 3.61 | 1.07 | 0.19 |

**: Significant at 1% probability level

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد



[ Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.5.4 ]

ارقام محلی، تغییر شکل نشاسته از جمله بازپخت (Annealing) و اتصال عرضی (Cross-Linking) کمتر اتفاق افتاده و به همین دلیل دانه‌های نشاسته در درجه حرارت بالاتری شروع به آماس کرده و دارای آمیلوز قابل حل بیشتری هستند (Tester and Morrison, 1990; Jacobs *et al.*, 1995). درجه حرارت چسبندگی نشان دهنده درجه حرارت ژلاتینی شدن نیز می‌باشد و در حقیقت رابطه معکوس بین آنها بر قرار است، به طوری که هرچه درجه حرارت لازم برای پخت نمونه کمتر باشد، درجه حرارت ژلاتینی شدن به رتبه بالاتر نزدیک می‌شود (Tester and Morrison, 1990). به عنوان مثال درجه حرارت چسبندگی در ارقام سپیدرود و صالح به ترتیب ۷۴/۵ و ۷۹ و درجه حرارت ژلاتینی شدن این ارقام نیز حدود ۷ بود، در حالی که دمسیاه با درجه حرارت چسبندگی ۹۹ دارای درجه حرارت ژلاتینی شدن ۴/۱ بود (جدول‌های ۲ و ۳). به عبارت دیگر، دانه های ارقام سپیدرود و صالح با درجه حرارت چسبندگی پایین و یا درجه حرارت ژلاتینی شدن بالا، در هنگام پخت به سرعت از هم پاشیده شده و به این ترتیب مورد استقبال مصرف کننده قرار نمی‌گیرند.

حداکثر چسبندگی در ارقام محلی در دامنه ۲۹۲/۰۱ – ۲۶۱/۱۱ و درارقام اصلاح شده بین ۳۵۹/۴۸ – ۲۳۸/۶۵ بود. بالاترین حداکثر چسبندگی مربوط به رقم سپیدرود (۳۵۹/۴۸) و پایین‌ترین مقدار آن مربوط به رقم خزر (۲۳۸/۶۵) بود. معیار حداکثر چسبندگی که نشان دهنده حداکثر قدرت جذب آب توسط دانه‌های نشاسته و حداکثر تورم دانه‌های نشاسته در سرعت و درجه حرارت ثابت و مشابه است (Panozzo and McCormic, 1993; Shu, 1996; Shu *et al.*, 1998)، در داخل ارقام محلی و اصلاح شده نیز کم و بیش متفاوت بود. نتیجه جالب توجه در آزمایش حاضر این بود که ارقام اصلاح شده از نظر حداکثر چسبندگی بسیار متفاوت بودند، اما کلیه ارقام محلی از نظر این خصوصیت در حد متوسط قرار داشتند. این موضوع نشان می‌دهدکه ارقام محلی بعد از پخت چسبنده نبوده و دانه‌های آنها بعد از پخت از یکدیگر جدا می‌مانند. حداکثر چسبندگی در ارقام اصلاح شده درفک، صالح، کادوس و هیبرید بهار ۱ در محدوده ارقام محلی قرار داشتند. به همین دلیل دانه های این ارقام، همانند ارقام محلی پس از پخت حالت چسبنده ندارد، در حالی که دانه‌های رقم سپیدرود که حداکثر چسبندگی آن بالاتر از تمامی ارقام مورد مطالعه بود، پس از پخت خشک و سخت می‌شوند.

با سرد شدن نمونه‌ها در اثر کاهش درجه حرارت، دانه‌های نشاسته متورم شده و به قطعات کوچک‌تری تبدیل می‌شوند تا اینکه به حداقل چسبندگی خود می‌رسند. در این فرآیند نیز همانند حداکثر چسبندگی، دو عامل بازپخت و اتصال عرضی بسیار مهم و تعیین کننده می‌باشند، به طوری‌که هر چه این دو پدیده کمتر اتفاق بیفتد، میزان آمیلوز قابل حل بیشتر و شکستگی تدریجی و کند آمیلوپکتین بیشتر می‌شود و در نتیجه حداقل چسبندگی به کمترین مقدار خود می‌رسد. به این ترتیب میزان فروریختگی که نشان دهنده کیفیت خوب پخت دانه‌های نشاسته است، افزایش می‌یابد (Tester and Morrison, 1990; Jacobs *et al.*, 1995). در ارقام بینام و دمسیاه احتمالاً به دلیل اتفاق افتادن پدیده‌های بازپخت و اتصال عرضی در طی فرآیند سرد شدن، شاخص فروریختگی نسبت به سایر ارقام محلی کمتر بود. با این حال، کلیه ارقام محلی از نظر این خصوصیت در دامنه متوسط قرار داشتند. کمترین فروریختگی در ارقام مورد مطالعه مربوط به رقم سپیدرود با ۲۹/۱۳ و بالاترین آن مربوط به رقم کادووس با ۱۴۷/۸۷ بود (جدول ۳). میزان فروریختگی در تعیین کیفیت نهایی پخت برنج تاثیر زیادی دارد و هرچه این میزان کمتر باشد نشان‌دهنده کیفیت نامناسب پخت رقم مورد نظر می‌باشد. چسبندگی نهایی که نشان دهنده متورم شدن مجدد دانه‌های نشاسته در طی فرآیند



[ Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.5.4 ]

سرد و گرم شدن نمونه‌هاست، با میزان آمیلوز رابطه مثبت و مستقیمی دارد (Allahgholipour *et al.*, 2006). هر چه میزان آمیلوز بیشتر باشد، مقدار چسبندگی نهایی بیشتر و دانه‌ها پس از پخت خشک و سفت می‌شوند. در مقابل در صورت کم بودن میزان آمیلوز، مقدارچسبندگی نهایی به حداقل خود رسیده و دانه‌ها پس از پخت نرم و چسبنده می‌شوند. بنابراین ارقامی که میزان آمیلوز متوسطی دارند (حدود ۲۵- ۲۰ درصد)، معمولاً دارای کیفیت پخت بهتری می‌باشند. در برنج‌های گروه واکسی، به دلیل نداشتن آمیلوز یا دارا بودن مقادیر بسیار کم آمیلوز، میزان چسبندگی نهایی بسیار پایین بوده و دانه‌ها پس از پخت بسیار چسبنده و نرم می‌باشند (Allahgholipour *et al.*, 2006).

از آنجایی‌که میزان آمیلوز ارقام محلی مورد بررسی در دامنه متوسط بود، میزان چسبندگی نهایی آنها نیز علی‌رغم اختلاف با یکدیگر در دامنه متوسط قرار داشت. در بین ارقام محلی، رقم غریب دارای کمترین (۲۸۳/۴۹) و رقم بینام دارای بیشترین (۳۲۷/۵۵) مقدار چسبندگی نهایی بودند. رقم غریب یکی از ارقام محلی است که به دلیل نرم ماندن بعد از پخت بسیار شهرت دارد که این موضوع از میزان چسبندگی نهایی (۲۸۳/۴۹) و به تبع آن میزان پس‌روی چسبندگی (۱۰۶/۵۳) آن مشخص است. در بین ارقام اصلاح شده نیز کمترین چسبندگی نهایی در رقم کادوس (۲۶۱/۰۸) و بیشترین چسبندگی نهایی در رقم سپیدرود (۴۹۲/۵۲) مشاهده شد (جدول ۳). همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، رقم سپیدرود در بین ارقام مورد مطالعه دارای بیشترین مقدار آمیلوز نیز بود. به این ترتیب، چسبندگی نهایی نیز می‌تواند به عنوان یکی دیگر از عوامل تعیین‌کننده کیفیت پخت ارقام برنج مد نظر قرار داده شود، به طوری که هر چه میزان آن بیشتر باشد، نشانه بیشتر بودن آمیلوز و پایین بودن کیفیت پخت نمونه است. با توجه به مقادیر چسبندگی نهایی ارقام کیفی محلی، می‌توان اظهار داشت که محدوده قابل قبول چسبندگی نهایی بین ۳۳۳/۵۷-۲۷۸/۱۵ می‌باشد (جدول ۴). ارقام صالح و سپیدرود با بالاترین میزان آمیلوز، دارای بیشترین میزان چسبندگی نهایی

جدول ۲ - میانگین و اشتباه معیار خصوصیات کیفی در ارقام محلی و اصلاح شده برنج

Table 2. Mean and standard error of qualitative characteristics in local and improved rice varieties

| Variety | رقم | میزان آمیلوز Amylose content | درجه حرارت ژلاتینی شدن Gelatinization temperature | ثبات و قوام ژل Gel consistancy | میزان پروتئین Protien content |
|---|---|---|---|---|---|
| Hashemi | هاشمی | 21.1±0.85 | 4.5±0.44 | 53.0±1.67 | 9.8±0.13 |
| Hassansaraei | حسن‌سرائی | 21.7±1.04 | 4.5±0.16 | 51.0±4.57 | 7.8±0.17 |
| Gharib | غریب | 21.3±0.75 | 4.6±0.20 | 59.0±4.19 | 9.0±0.09 |
| Salari | سالاری | 21.6±0.62 | 4.2±0.22 | 46.0±1.02 | 9.0±0.09 |
| Binam | بینام | 22.1±0.85 | 4.2±0.43 | 58.0±0.39 | 9.3±0.16 |
| Domsiah | دمسیاه | 21.1±1.25 | 4.1±0.52 | 53.0±3.86 | 9.9±0.18 |
| Mean | میانگین | 23.0±0.71 | 4.4±0.21 | 53.3±4.67 | 9.1±0.76 |
| Khazar | خزر | 21.9±0.30 | 4.6±0.76 | 65.0±5.48 | 9.7±0.11 |
| Sepidroud | سپیدرود | 27.6±1.26 | 7.0±0.04 | 30.0±4.72 | 7.7±0.16 |
| Bahar 1 hybrid | هیبرید بهار ۱ | 21.8±0.79 | 5.0±0.79 | 60.0±0.22 | 8.2±0.14 |
| Dorfak | درفک | 23.1±0.50 | 3.1±0.50 | 65.0±2.17 | 6.6±0.16 |
| Saleh | صالح | 26.2±1.04 | 7.1±0.08 | 33.0±1.22 | 7.7±0.16 |
| Kadous | کادوس | 23.1±1.03 | 3.6±0.24 | 51.0±4.73 | 8.2±0.21 |
| Mean | میانگین | 23.9±2.39 | 5.3±1.67 | 50.6±5.73 | 8.1±1.01 |
| Confident range | دامنه مطلوب | 20-25 | 3-5 | 40-60 | 9-11 |



[ Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.5.4 ]

جدول ۳- میانگین و اشتباه معیار خصوصیات چسبندگی نشاسته در ارقام محلی و اصلاح شده برنج

Table 3. Mean of paste viscosity properties in local and improved rice varieties

| Variety | رقم | حداکثر چسبندگی | حداقل چسبندگی | فروریختگی | چسبندگی نهائی | پس‌روی چسبندگی | زمان لازم برای رسیدن به حداکثر چسبندگی | درجه حرارت چسبندگی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Local varieties | ارقام محلی | Peak viscosity | Minimum viscosity | Breakdown | Final viscosity | Setback | Peak time | Pasting temperature |
| Hashemi | هاشمی | 267.58±2.53 | 173.87±6.54 | 93.71±10.87 | 311.42±5.82 | 137.55±1.80 | 5.88±0.08 | 94.92±0.28 |
| Hassansaraei | حسن‌سرائی | 276.05±4.63 | 174.96±3.42 | 101.05±3.93 | 311.84±5.83 | 136.88±4.01 | 5.88±0.08 | 94.77±0.56 |
| Gharib | غریب | 273.20±2.70 | 176.96±3.07 | 96.24±2.91 | 283.49±2.70 | 106.53±0.95 | 6.08±0.04 | 99.00±0.28 |
| Salari | سالاری | 289.52±4.18 | 187.28±4.89 | 102.24±3.16 | 321.44±3.12 | 134.16±5.65 | 5.87±0.04 | 94.72±0.56 |
| Binam | بینام | 292.01±3.73 | 205.40±2.92 | 86.61±2.30 | 327.55±2.59 | 122.15±0.76 | 5.99±0.03 | 95.31±0.14 |
| Domsiah | دمسیاه | 261.11±7.24 | 180.64±9.54 | 80.42±3.61 | 300.63±9.20 | 119.99±1.40 | 6.01±0.06 | 99.00±0.28 |
| Improved varieties | ارقام اصلاح‌شده | | | | | | | |
| Khazar | خزر | 238.65±2.22 | 167.29±6.66 | 71.06±4.80 | 313.21±5.76 | 145.92±1.14 | 6.03±0.08 | 95.30±0.15 |
| Sepidroud | سپیدرود | 359.48±10.23 | 330.36±6.32 | 29.13±11.38 | 492.52±5.56 | 162.16±12.03 | 6.29±0.20 | 74.50±0.62 |
| Bahar 1 hybrid | هیبرید | 290.39±6.31 | 169.55±5.75 | 120.84±3.54 | 315.52±7.18 | 145.97±1.84 | 5.65±0.05 | 94.80±0.17 |
| Dorfak | درفک | 269.43±2.53 | 165.39±11.16 | 90.71±13.54 | 306.03±7.43 | 127.32±3.99 | 6.04±0.08 | 82.20±0.28 |
| Saleh | صالح | 267.72±5.83 | 203.70±4.21 | 65.52±6.73 | 336.82±4.74 | 134.62±8.53 | 6.17±0.08 | 79.00±0.28 |
| Kadous | کادوس | 272.82±5.21 | 134.95±3.44 | 137.87±6.31 | 261.08±4.11 | 126.12±1.26 | 5.64±0.08 | 95.20±0.42 |



[ Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.5.4 ]

جدول ۴- حدود اطمینان ۹۵ درصد خصوصیات چسبندگی نشاسته در ارقام محلی برنج

Table 4. Confidence interval of paste viscosity properties in local rice varieties

| Starch viscosity properties | خصوصیات چسبندگی نشاسته | حدود اطمینان ۹۵ درصد Confidence interval (95%) |
|---|---|---|
| Peak viscosity (PV) | حداکثر چسبندگی | 258.07 – 297.61 |
| Minimum viscosity (MV) | حداقل چسبندگی | 170.72 – 214.98 |
| Breakdown (BD) | فروریختگی | 78.06 -105.28 |
| Final viscosity (FV) | چسبندگی نهائی | 278.15 – 333.57 |
| Setback (SB) | پس‌روی چسبندگی | 106.20 -138.84 |
| Peak time(PT) | مدت زمان لازم برای رسیدن به حداکثر چسبندگی | 5.81- 6.12 |
| Pasting temperature (PT) | درجه حرارت چسبندگی | 94.61 – 99.07 |

(جدول ۲) نیز بودند. این ارقام کیفیت پخت مناسبی ندارند و مورد پسند مصرف کننده نمی‌باشند. پس‌روی چسبندگی نیز فاصله بین حداقل چسبندگی و چسبندگی نهایی است و هرچه میزان آن در یک رقم بیشتر باشد، نشان‌دهنده سخت شدن دانه‌ها پس از پخت بوده و از کیفیت نامناسبی برخوردار است. کمترین و بالاترین میزان پس‌روی چسبندگی به ترتیب مربوط به ارقام غریب ( ۱۰۶/۵۳) و سپیدرود (۱۶۲/۱۶) بود. سپیدرود جزء ارقامی است که دانه‌های آن پس از پخت سفت شده و کیفیت پخت پایینی دارد، اما رقم غریب جزء ارقام خوش کیفیت محلی است و یکی از ارقامی است که از لحاظ کیفیت پخت مورد پسند مصرف کننده می‌باشد. علاوه بر آن، محدوده پس‌روی چسبندگی در ارقام محلی بین ۱۳۷/۵۵- ۱۰۶/۵۳ و در ارقام اصلاح شده بین ۱۶۲/۱۶- ۱۲۶/۱۲ بود، به عبارت دیگر ارقام اصلاح شده که کیفیت پخت کمتری نسبت به ارقام محلی دارند، در مجموع دارای پس‌روی چسبندگی بالاتری از ارقام محلی کیفی بودند.

مدت زمان پخت نیز نشان‌دهنده زمان مورد نیاز جهت پخت نمونه و رسیدن به حداکثر چسبندگی است. رقم سپیدرود (۶/۲۹) نسبت به سایر ارقام دارای بیشترین مقدار و رقم کادوس (۵/۶۴) دارای کمترین مقدار مدت زمان پخت بودند. همچنین محدوده مدت زمان پخت ارقام محلی بین ۵/۸۷ در رقم سالاری تا ۶/۰۸ در رقم غریب بود، در حالی که این محدوده در ارقام اصلاح شده بین ۵/۶۴ در کادوس تا ۶/۲۹ در سپیدرود قرار داشت. به عبارت دیگر، ارقام محلی از نظر این خصوصیت مقادیر متوسطی داشتند، اما بیشتر ارقام اصلاح شده مقادیر حداقل یا حداکثر این صفت را داشتند.

مقایسه خصوصیات چسبندگی ارقام محلی و اصلاح شده برنج مورد مطالعه در این آزمایش نشان داد که این ارقام اگرچه از نظر میزان آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن و قوام ژل مشابه بودند و از این‌رو تعیین کیفیت پخت آنها با این خصوصیات امکان‌پذیر نبود، اما از نظر خصوصیات چسبندگی نشاسته، تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای بین دو گروه محلی و اصلاح شده وجود داشت و به نظر می‌رسد که بتوان تا حدود زیادی تفاوت در کیفیت پخت ارقام برنج را به این خصوصیات نسبت داد. بنابراین و با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش پیشنهاد می‌شود که برای تعیین کیفیت پخت ارقام برنج از خصوصیات چسبندگی نشاسته آنها استفاده شود. بر این اساس و برای اینکه معیارها و شاخص‌های مناسبی برای خصوصیات چسبندگی نشاسته ارائه شود، حدود اطمینان ۹۵ درصد ارقام خوش کیفیت مورد مطالعه در این آزمایش ارزیابی و در جدول ۴ ارائه شده است.

بنابراین می‌توان پیشنهاد کرد که در انتخاب ژنوتیپ‌های خالص و یا قبل از معرفی ارقام جدید، ابتدا خصوصیات چسبندگی آنها ارزیابی و با دامنه‌های فوق مقایسه شود. در صورتی که این ژنوتیپ‌ها از نظر تمامی خصوصیات در داخل محدوده‌های پیشنهاد شده قرار گرفتند، به عنوان ژنوتیپ و یا ارقام با کیفیت مناسب



[ Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.5.4 ]

انتخاب و معرفی شوند. به‌علاوه با اندازه‌گیری خصوصیات چسبندگی نشاسته، حتی می‌توان محدوده میزان آمیلوز، قوام ژل و درجه حرارت ژلاتینی شدن را نیز برآورد کرد. با توجه به این که اندازه‌گیری صفاتی مانند میزان آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینی شدن و قوام ژل در فرآیندی وقت‌گیر و پرهزینه انجام می‌شود و مخصوصاً قوام ژل که در مدت زمان محدودی (حداکثر ۳ ماه پس از برداشت) قابل اندازه‌گیری است، عملاً کار تحقیقاتی روی این صفات و تصمیم‌گیری بر اساس آنها بسیار مشکل می‌باشد. از طرف دیگر در نسل‌های در حال تفکیک، به علت بزرگ بودن اندازه جمعیت و کم بودن مقدار بذر، امکان اندازه‌گیری خصوصیات کیفی به روش‌های متداول وجود ندارد، اما تعیین شاخص‌های چسبندگی نشاسته در ارقام برنج که به نمونه بسیار کمی نیاز داشته و اندازه‌گیری آن نیز تنها در ۱۲ دقیقه انجام می‌شود، می‌تواند کمک مؤثری در شناسایی کیفیت ژنوتیپ‌های برتر در توده‌های در حال تفرق و ارقام مورد مطالعه برنج باشد.

## منابع مورد استفاده References


**Allahgholipour, M., A. J. Ali, F. Alinia, T. Nagamine and Y. Kojima. 2006.** Relationship between rice grain amylose and pasting properties for breeding better quality rice varieties. Plant Breed. 125: 357-362.

**American Association of Cereal Chemists. 1995.** Determination of the pasting properties of rice with the rapid visco analyzer. AACC method 61-02. First approval. 10-26-94. Approved method of analysis. 9th editon. Amer. Assoc. Cereal Chem. St. Paul. MN.

**Batey, I. L., B. M. Curtin and S. A. Moore. 1997.** Optimization of rapid visco analyzer test conditions for predicting Asian noodle quality. Cereal Chem. 74: 497-501.

**Champang, E. T., K. L. Bett, B. T. Vinyard, A. M. Mecheng, F. E. Bartonll, K. Moldenhauer, S. Linscombe and K. Mckenzie. 1999.** Correlation between cooked rice texture and rapid visco analyzer measurements. Cereal Chem. 76: 764-771.

**French, D. 1984.** Organization of the starch granule. Starch: Chemistry and technology. Academic Press.

**IRRI. 1979.** Chemical aspects of rice grain quality. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines. pp. 390.

**Jacobs, H., R. C. Earlingen, W. Clouwaert and J. A. Delcour. 1995.** Influence of annealing of the pasting properties of starch from varying botanical sources. Cereal Chem. 72: 480-487.

**Juliano, B. O. 1985.** Criteria and tests for rice grain qualities. In: B. O. Juliano (ed.). Rice chemistry and technology. The American Association of cereal chemists, St. Paul, Minnesota, USA. pp. 443-524.

**Juliano, B. O. 1990.** Rice grain quality: Problems and challenge. Cereal Food World 35: 245-253.

**Juliano, B. O. and C. P. Villarreal. 1993.** Grain quality evaluation of world rice. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines. pp. 1-3.

**Juliano, B. O., L. U. Onate and A. M. Del Mundo. 1965.** Relation of starch composition, protein content and gelatinization temperature to cooking and eating quality of milled rice. Food Tech. 9: 116-121.

**Lee W. J., J. K. Suh, H. K. Oh, S. S. Kim and D. Shelton. 2001.** Relationship of grain hardness to




[ Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.5.4 ]

physiochemical and processing properties of sorghum. Food Sci. Biotechnol. 10 (4): 423-428.

**Ong, M. H. and J. M. V. Blanshard. 1995.** Texture determinations in cooked parboiled rice. Rice starch amylase and the fine structure of amylopectine. J. Cereal Sci. 21: 251-260.

**Panozzo, J. F. and K. M. McCormic. 1993.** The rapid visco analyzer as a test method of testing for noodle quality in a wheat-breeding program. J. Cereal. Sci. 7: 25-32.

**Ramesh, M., Z. S. Ali and K. R. Bhattacharya. 1999.** Structure of rice and its relation to cooked rice texture. Carbohydrate Polymers 38: 337-347.

**Redhikareddy, K., Z. S. Ali and K. R. Bhattecharya. 1993.** The structure of rice starch amylopectin and its relation to the texture of cooked rice. Carbohydrate Polymers 27: 267-275.

**Shu, Q. Y. 1996.** Study on the cooking and eating quality of rice. Doctoral dissertation**.** Zhejiang Agricultural University, China, pp. 40-57.

**Shu, Q. Y., D. X. Wu, Y. W. Xia, M. W. Gao and A. McClung. 1998.** Relationship between RVA profile character and eating quality in *Oryza sativa* L. Sci. Agric. Sinica 31: 25-29.

**Tester, R. F. and W. R. Morrison. 1990.** Swelling and gelatinization of cereal starches II. Waxy rice starches. Cereal Chem. 67: 558-563.

**Walker, C. E. and J. L. Hazelton. 1996.** Applications of the rapid visco analyzer. Newport Scientific PTY LTD, Warriewood NSW, Australia, pp. 122.

[ Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.5.4 ]

# Starch viscosity properties: New criteria for assessment of cooking quality of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars

**M. Allahgholipour[1], B. Rabiei[2], A. A. Ebadi[1], M. Hosseini[1] and M. Yekta[3]**

## ABSTRACT

**Allahgholipour, M., B. Rabiei, A. A. Ebadi, M. Hosseini and M. Yekta 2010.** Starch viscosity properties: New criteria for assessment of cooking quality of rice (*Oryza sativa* L.) cultivatrs**. Iranian Journal of Crop Sciences. 12 (2): 140-151 (in Persian).**

Development and release of high quality rice cultivars is one of the major objectives in rice breeding programs in Iran. Amylose content (AC), gelatinization temperature (GT) and gel consistency (GC) are very important characteristics determining end-use and cooking quality in rice. However, there are rice cultivars with similar AC, GT and GC, but are different in cooking quality. It seems that starch viscosity properties are also effective in rice cooking quality. Six local rice cultivars including: Hashemi, Binam, Salari, Domsiah, Gharib and Hassansaraei, and six improved cultivars including: Khazar, Sepidroud, Bahar-1 hybrid rice, Dorfak, Saleh and Kadous were considered for study of grain starch viscosity characteristics. All cultivars had similar AC, GT, GC and protein content (PC), but were different in cooking quality. 30 samples were taken from each cultivar and evaluated for viscosity parameters using rapid visco analyzer in completely randomized design with three repetitions. Analysis of variance showed that differences between local and improved cultivars were significant for viscosity characteristics, however, viscosity characteristics were inter-mediate in the local cultivars. 95% confidence intervals for viscosity characteristic of local cultivar including peak viscosity (PV), minimum viscosity (MV), breakdown (BD), final viscosity (FV), setback (SB) and pasting temperature (PT) were 258.07-297.61, 170.72-214.98, 78.06-105.28, 278.15-333.57, 106.20-138.84 and 94.61-99.07, respectively. However, minimum and maximum values of most viscosity characteristics were extended in the improved cultivars as compared to local cultivars. Therefore, starch viscosity characteristics are suggested as efficient criteria for assessment of cooking quality in rice cultivars..

**Key words**: Amylose content, Cooking quality, Gelatinization temperature (GT), Gel consistency (GC), Rice and Starch.

**Received: Septmber, 2008 Accepted: March, 2010**

1- Faculty member, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Guilan, Iran
2- Associate Prof., Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran (Corresponding author)
(Email: rabiei@guilan.ac.ir)
3- Research Officer, Quality Laboratory, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran



[ Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06 ]

[ DOR: 20.1001.1.15625540.1389.12.2.5.4 ]