

تعیین درجه حرارت ژلاتینه شدن ارقام برنج با استفاده از دستگاه اندازه گیری سریع ویسکوزیته (RVA)

فاطمه حبیبی^{*۱}

۱- دکتری، استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۰۵)

چکیده

درجه حرارت ژلاتینه شدن، دمایی است که گرانول های نشاسته به طور برگشت ناپذیر نظم کریستالی خود را در طی حرارت از دست می دهند و توسط روش گرماسنجی افتراقی قابل اندازه گیری است. با توجه به پرهزینه بودن این روش، سعی گردید با استفاده از داده های منحنی ویسکوزیته، درجه حرارت ژلاتینه شدن ارقام برنج پیش بینی گردد. ابتدا تعداد ۱۰ رقم مختلف برنج انتخاب و درجه حرارت ژلاتینه شدن توسط روش گرماسنجی افتراقی تعیین شد. در نمودار ویسکوزیته ارقام انتخاب شده، نقطه ای که منحنی دقیقاً در آن زمان شروع به بالارفتن می کرد بر حسب دقیقه تعیین گردید. با مقایسه داده های بدست آمده از روش گرماسنجی افتراقی، فرمول تعیین درجه حرارت ژلاتینه شدن توسط دستگاه اندازه گیری سریع ویسکوزیته بدست آمد. ضریب همبستگی بین درجه حرارت ژلاتینه شدن حاصل از منحنی گرانروی و درجه حرارت ژلاتینه شدن حاصل از گرماسنجی افتراقی بسیار نزدیک به ۱ بود که تایید کننده دقت فرمول ارائه شده بود. از آزمون تی و مقایسه میانگین زوجی برای مقایسه دو روش استفاده شد و مشخص گردید تفاوت معنی داری بین داده های دو روش مورد استفاده وجود ندارد. در نهایت درجه حرارت ژلاتینه شدن ۳۷ رقم با بررسی میزان ویسکوزیته تعیین شد که دقیقاً در محدوده قابل انتظار بودند. لذا با استفاده از دستگاه اندازه گیری سریع ویسکوزیته در کنار ارزیابی گرانروی می توان مقدار دقیق درجه حرارت ژلاتینه شدن را نیز بدست آورد و باعث صرفه جویی در هزینه مربوط استفاده از روش گرماسنجی افتراقی شد.

کلید واژگان: برنج، نشاسته، درجه حرارت ژلاتینه شدن، ویسکوزیته، گرماسنج افتراقی

* مسئول مکاتبات: fhabibikia@yahoo.com

۱- مقدمه

با توجه به اینکه یکی از خصوصیات مهم نشاسته ژلاتینه شدن در حین پخت است، بررسی خواص مربوط به ایجاد حالت ژلاتینه در حین جذب آب و افزایش حرارت در بررسی های مربوط به کیفیت با اهمیت است [۱]. گرانول های نشاسته در زمان پخت برنج، خواص کریستالی خود را از دست می دهند، آب جذب می کنند، هیدراته و متورم می شوند که نتیجه آن ایجاد حالت خمیری است که به علت ژلاتینه شدن نشاسته در اثر حرارت اتفاق می افتد [۲]. ژلاتینه شدن بسیاری از تغییرات ایجاد شده در گرانول های نشاسته را توجیه می نماید. هنگام پخت، بین مولکول های آمیلوز و آمیلوپکتین با ایجاد پیوندهای هیدروژنی ساختار کلی نشاسته تغییر می کند [۳]. بین درجه حرارت ژلاتینه شدن و مدت زمان پخت همبستگی مثبت وجود دارد [۴]. برنجی با درجه حرارت ژلاتینه پایین بیش از اندازه نرم و تمایل به چسبندگی در هنگام پخت دارد. تحت شرایط یکسان، برنجی با درجه حرارت ژلاتینه شدن بالاتر، تمایل به جذب آب بیشتری دارد و مدت زمان لازم برای پخت آن نمونه بیشتر خواهد بود. درجه حرارت ژلاتینه شدن، نظم ساختار پلیمری نشاسته یا میزان کریستالی بودن آن را نشان می دهد [۵]. یکی از روش های معمول برای تعیین میزان ژلاتینه شدن، تغییرات دانه برنج در محیط قلیایی رقیق است [۶] در این روش حدود تقریبی دمای ژلاتینه شدن قابل پیش بینی می باشد و تعیین دمای دقیق ژلاتینه شدن امکان پذیر نیست. درجه حرارت ژلاتینه شدن دمای بحرانی است که گرانول های نشاسته به طور برگشت ناپذیر نظم کریستالی خود را در طی حرارت از دست می دهند و مقدار دقیق آن توسط روش گرماسنجی افتراقی اندازه گیری می شود که روشی پر هزینه است. در این روش تغییرات دمایی در طی انتقال انرژی به نمونه آرد برنج اندازه گیری می شود و درجه حرارت ژلاتینه بدست آمده از این آزمون، بازتابی از چگونگی ذوب نشاسته برنج و جذب آب می باشد [۷]. خواص خمیری یا چسبندگی با درجه تبلور نشاسته، تعداد زنجیرهای شاخه ای آمیلوپکتین برنج ارتباط دارد [۸]. بررسی خواص خمیری یا ویسکوزیته برای پیش بینی کیفیت پخت برنج در هنگام مصرف کمک کننده است [۹]. خواص خمیری یا چسبندگی از مهمترین

ویژگی های نشاسته است که در فرآوری مواد غذایی و دیگر صنایع کاربرد دارد [۱۰]. استفاده از دستگاه اندازه گیری سریع ویسکوزیته (RVA) یکی از مفیدترین ابزارها برای ارزیابی خصوصیات مربوط به پخت و خواص خمیری می باشد [۱۱]. ایجاد منحنی ویسکوزیته شامل یک مرحله انتقال یا گذار از حالت پودری و پلیمر نیمه کریستالی به یک حالت خمیری ژلاتینه می باشد. فرآیندها و برهم کنش هائی که در طی حرارت دادن و سرد شدن و هم زدن نمونه و تشکیل خمیر حاصله ایجاد می شود، بستگی به برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیائی دارد [۱۲].

با توجه به اهمیت خواص ژلاتینه شدن نشاسته در برنامه های تعیین کیفیت برنج، هدف از این پژوهش معرفی روشی است که با استفاده از منحنی گرانیوی و با ارائه یک فرمول، بتوان درجه حرارت ژلاتینه شدن را بدست آورد به طوریکه داده های بدست آمده بسیار نزدیک به روش گرماسنجی افتراقی باشد.

۲- روش تحقیق

در این تحقیق تعداد ۳۷ ژنوتیپ مختلف برنج موجود در کلکسیون موسسه تحقیقات برنج کشور با محتوی آمیلوز متفاوت که تحت شرایط یکسان در سال ۱۳۹۳ کشت و برداشت شده بودند مورد بررسی قرار گرفت. شلتوک نمونه ها در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد در آون تا رسیدن به رطوبت ۱۲٪ خشک شد. نمونه ها پس از سفید شدن توسط دستگاه ساتاکه (Satake Engineering Co., Ltd., Japan)، با دستگاه یودی (McGill Miller, USA) آرد شده (مش ۱۰۰) و در کیسه های پلی اتیلنی برای انجام آزمون ها نگهداری شد. با توجه به هزینه بالای تعیین درجه حرارت ژلاتینه به روش گرماسنجی افتراقی، تعداد ۱۰ رقم از ۳۷ رقم مورد مطالعه انتخاب و با استفاده از دستگاه گرماسنج افتراقی (DSC²) (Q100, V9.0, Build 275)، درجه حرارت ژلاتینه دقیق آنها بدست آمد. در دستگاه DSC در طی یک برنامه مشخص برای برنج، تغییرات گرمایی محلول آبی نمونه به صورت تابعی از

1. Rapid Visco Analyzer (RVA)
2. Differential Scanning Calorimetric

۱۳۵ درجه سانتی گراد حرارت داده شد و افزایش درجه حرارت به صورت ۱۰ درجه سانتیگراد در دقیقه بود. درجه حرارت ژلاتینه شدن هر نمونه به طور جداگانه از منحنی های مربوطه استخراج گردید [۱۳].

برای تعیین نمره ژلاتینه شدن، میزان تغییرات دانه برنج در محیط قلبیایی رقیق (پتاس ۱/۷٪) تحت دمای ۳۰ درجه به مدت ۲۳ ساعت ثبت گردید و سپس بر اساس تغییرات ایجاد شده در محیط قلبی از نمره ۱ تا ۷ نمره دهی شد:

دما ترسیم شد. جهت انجام آزمون، مقدار ۴ میلی گرم از نمونه های آرد برنج در ظرف های آلومینیومی کوچک وزن شده و به آن ۸ میکرولیتر آب اضافه گردید و درب ظرف مربوطه کاملاً بسته شد. به منظور ایجاد تعادل بین نمونه و محیط، حدود نیم ساعت نمونه ها در دمای اتاق نگهداری شدند. برای اجرای آزمایش از یک ظرف آلومینیومی حاوی ۸ میکرولیتر آب مقطر بدون اضافه کردن نمونه آرد برنج نیز به عنوان تیمار شاهد استفاده شد. به نمونه ها طی یک برنامه دمایی تنظیم شده از ۲۵ تا

Table 1 Categorization of alkaline spreading value in rice grain based on alkaline digestibility

Alkaline Spreading Value(ASV)	Category	Temperature Ranges(°C)
6-7	Low	55-69
4-5	Medium	70-74
2-3	High	74-79

جهت محاسبات آماری برای مقایسه میانگین ها و تعیین ضریب همبستگی از نرم افزار SPSS و از آزمون تی (آزمون مقایسه میانگین زوجی) استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

تعیین دمای ژلاتینه شدن یکی از آزمون های مهم در تعیین کیفیت پخت برنج محسوب می شود. با توجه به پرهزینه بودن روش گرماسنجی افتراقی در تعیین دمای ژلاتینه شدن، در این پژوهش سعی گردید با استفاده از داده های منحنی ویسکوزیته، درجه حرارت ژلاتینه شدن پیش بینی گردد. ویسکوزیته معیار بسیار مناسبی برای روانروی یا گرانروی سیالات می باشد و واحد آن Kg/m.s است که آن را با سانتی پوز^۴ CP نیز نمایش می دهند [۱۴]. در شکل ۱ نمونه ای از نمودار ویسکوزیته یا گرانروی آورده شده است. همانگونه که در شکل ۱ پیداست در طی حرارت دادن محلول آبی نشاسته، در زمان مشخصی مقدار ویسکوزیته نمونه سریع افزایش پیدا می کند که در این حالت نشاسته به حالت ژله ای در می آید.

پس از تعیین درجه حرارت ژلاتینه دقیق با روش گرماسنجی افتراقی، میزان انتشار در محیط قلبی (نمره ژلاتینه شدن) و همچنین میزان گرانروی یا ویسکوزیته در کلیه ارقام مورد بررسی (۳۷ نمونه) بدست آمد.

برای رسم منحنی ویسکوزیته از دستگاه اندازه گیری سریع ویسکوزیته استفاده شد. در ارزیابی خواص ویسکوزیته با مخلوط آب (۲۵ میلی لیتر) و آرد برنج (۳ گرم) براساس برنامه TCW^۳ به شرح ذیل انجام گرفت:

- ۱- در درجه حرارت 50°C به مدت ۱ دقیقه ثابت نگه داشته شد.
 - ۲- درجه حرارت به صورت خطی تا دمای 95°C به مدت ۳/۸ دقیقه افزایش یافت.
 - ۳- در دمای 95°C به مدت ۲/۵ دقیقه ثابت نگه داشته شد.
 - ۴- درجه حرارت به صورت خطی تا دمای 50°C در مدت ۳/۸ دقیقه کاهش یافت.
 - ۵- در دمای 50°C به مدت ۱/۴ دقیقه ثابت نگه داشته شد.
- نتیجه آزمایش یک منحنی بود که تغییرات ویسکوزیته نمونه را در تغییرات دمایی پخت نشان می داد.

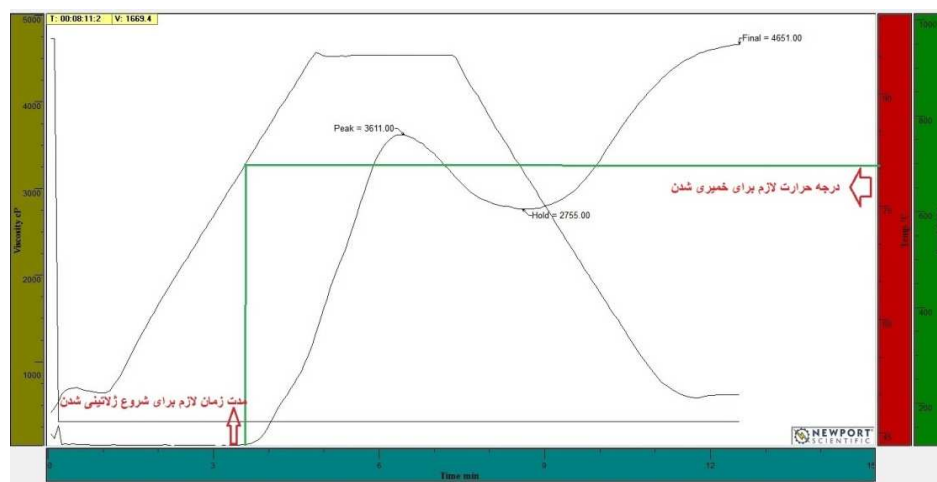


Fig 1 Typical viscosity curve of rice flour tested by a Rapid Visco-analyser

می توان میزان درجه حرارت ژلاتینه شدن را به صورت دقیق توسط **RVA** محاسبه نمود. بانو در سال ۲۰۰۸ [۱۸]، روشی را معرفی نمود که با استفاده از نرم افزار مربوط به دستگاه اندازه گیری سریع ویسکوزیته و با اطلاعات موجود در صفحه نمایش دستگاه و تغییر تنظیمات، بتوان نقطه ای را به دست آورد که با قرار دادن اطلاعات آن نقطه در یک معادله، $[T(1-1)+50]$ $\times [(45/3/8)]$ ، $T(1)$ ، زمان دقیقی است که نمودار ویسکوزیته در آن نقطه شروع به بالا رفتن می کند، درجه حرارت دقیق ژلاتینه شدن را بدست آورد که به طور قابل توجهی با داده های تعیین درجه حرارت ژلاتینی توسط روش گرماسنجی افتراقی مطابقت داشت. برای تعیین و تعمیم فرمول ارائه شده توسط بانو به ارقام ایرانی نیاز است که درجه حرارت ژلاتینه دقیق تعدادی از ارقام ایرانی را که توسط روش گرماسنجی افتراقی تعیین شده باشد، داشته باشیم. لذا تعداد ۱۰ رقم انتخاب و درجه حرارت دقیق ژلاتینه شدن توسط روش گرماسنجی افتراقی تعیین شد. سپس منحنی ویسکوزیته ۱۰ رقم توسط دستگاه اندازه گیری سریع ویسکوزیته نیز بدست آمد و از روی منحنی دستگاه با واحد ساتی پویز، نقطه ای که منحنی دقیقاً شروع به بالا رفتن می کرد در نمودار زمان بر حسب دقیقه تعیین گردید. با توجه به داشتن درجه حرارت دقیق توسط روش گرماسنجی افتراقی، فرمول تبدیل زمان به درجه حرارت ژلاتینه شدن و مطابق با دستگاه **RVA** مورد استفاده در موسسه تحقیقات برنج کشور در ارقام ایرانی بر اساس معادله ذیل بدست آمد:

در هنگام بررسی خواص ژلاتینه شدن در ارقام برنج پس از افزایش آب و درجه حرارت جهت پخت نمونه ها، در یک دمای خاص، نشاسته آن رقم ژلاتینه شده و از خواص کریستالی آن کاسته می شود. دمائی که نشاسته شروع به ژلاتینه شدن می کند در ارقام مختلف متفاوت است که مقدار آن را به طور دقیق می توان با دستگاه **DSC** و روش گرماسنجی افتراقی بدست آورد. در مطالعات زیادی در داده های حاصل از دستگاه اندازه گیری سریع ویسکوزیته، به دما یا درجه حرارت خمیری شدن^۹ اشاره شده است [۱۵، ۱۶ و ۱۷]. اگر بتوان با استفاده از دستگاه اندازه گیری سریع ویسکوزیته مقدار درجه حرارت ژلاتینه شدن را بدست آورد، می توان باعث صرفه جوئی در هزینه مربوط استفاده از روش گرماسنجی افتراقی شد. اما متأسفانه دمای چسبندگی یا خمیری شدن که توسط دستگاه **RVA** ثبت می گردد در بسیاری از موارد بالاتر از درجه حرارت ژلاتینه بدست آمده از روش گرماسنجی افتراقی است به طوری که در بعضی از موارد دمایی بالاتر از ۹۰ درجه سانتیگراد گزارش شده است [۱۵]. در حالی که در روش گرماسنجی افتراقی همان ارقام در محدوده متوسط (۷۴-۷۰) درجه سانتیگراد می باشند. از این رو دمای چسبندگی بدست آمده از **RVA** گمراه کننده خواهد بود و و به درستی نمی توان از آن برای تفسیر درجه حرارت ژلاتینی شدن استفاده نمود. در مطالعه حاضر روشی معرفی می گردد که

5. Pasting Temperature

تبدیل نمود. داده های مربوط به ۱۰ رقم انتخابی در جدول ۲ آورده شده است.

درجه حرارت ژلاتینه شدن $=(T1-1) \times (37/3/8) + 50$ پس از قرار دادن T1 بدست آمده از منحنی ویسکوزیته و قرار دادن در معادله بالا، می توان دقیقا به درجه حرارت ژلاتینه شدن

Table 2 Comparison of the gelatinization temperatures with DSC and RVA methods in selected cultivars

Variety	Gelatinization Temperature with DSC(°C)	PT* (Min)	Gelatinization Temperature with RVA(°C)
Tarom Amiri	71.41	3.240	71.81
Hassa saraee	72.79	3.245	71.86
Domsiah	73.7	3.270	72.10
Tarom Mahali	71.61	3.250	71.91
Hassani	63.65	2.580	65.38
Anbarboo	72.19	3.320	72.59
Momsefid	71.29	3.330	72.74
Domzard	71.68	3.230	71.76
Salari	72.47	3.350	72.93
Gharib	74.09	3.290	72.30

* PT was pasting temperature derived from manual location of the time when the viscosity began to rise

بدست آمده از منحنی گرانی با درجه حرارت ژلاتینه شدن بدست آمده از گرماسنجی افتراقی بسیار به ۱ نزدیک بود که تایید کننده دقت و صحت فرمول ارائه شده می باشد.

میانگین درجه حرارت ژلاتینه شدن بدست آمده از روش گرماسنجی افتراقی با روش استفاده از منحنی ویسکوزیته مورد مقایسه قرار گرفت (جدول ۳). همانگونه که در داده های جدول ۳ مشخص است ضریب همبستگی درجه حرارت ژلاتینه شدن

Table 3 comparison of the average gelatinization temperature with DSC and RVA methods

method	Average of gelatinization temperature	Number of samples	Standard deviation	standard error	correlation coefficient
RVA	71.54	10	2.20	0.69	1
DSC	71.56	10	2.98	0.94	0.967**

**Significant at the 1% level

RVA استفاده شد (جدول ۴).

از آزمون تی زوجی برای مقایسه میانگین درجه حرارت ژلاتینه شدن به روش DSC و درجه حرارت ژلاتینه شدن به روش

Table4 T-test results for comparing the paired average gelatinization temperatures with DSC and RVA methods

paired: RVA-DSC	Paired difference			T value	Degrees of freedom
	Average of difference	standard deviation	Standard error		
	-0.23	1.07	0.34	0.68	9

ژلاتینه شدن به روش RVA وجود ندارد. در جدول ۵ درجه حرارت ژلاتینه ۳۷ رقم مورد مطالعه که با استفاده از منحنی ویسکوزیته و دستگاه RVA بدست آمده است آورده شده است. همچنین نمره گذاری مربوط به میزان انتشار دانه در قلیا نیز آورده شده است.

میانگین تفاوت درجه حرارت ژلاتینه شدن به روش DSC با درجه حرارت ژلاتینه شدن به روش RVA، ۰/۲۳ و مقدار آماره تی برابر ۰/۶۸ با درجه آزادی ۹ بود. از آنجائیکه این مقدار بسیار بیشتر از ۰/۰۵ است می توان نتیجه گرفت که تفاوتی بین داده های درجه حرارت ژلاتینه شدن به روش DSC با درجه حرارت

Table 5 Comparison of the gelatinization temperature with RVA and ASV methods in 37 rice varieties

Variety	PT (min)	Gelatinization Temperature with RVA(^o C)	Categorization based on GT	Alkaline spreading value(ASV)	Categorization based on ASV
khazar	3.290	72.30	Medium	4.5	Medium
Gharib	3.290	72/30	Medium	3.91	Medium
Hassani	2.580	65.38	Low	6.5	Low
Bejar	2.555	65.14	Low	6.91	Low
Nemat	2.430	63.92	Low	7	Low
Neda	3.555	72.93	Medium	4.16	Medium
Gerdeh	2.505	64.65	Low	6.5	Low
Tarom amiri	3.240	71.81	Medium	5	Medium
Hassansaraee	3.2450	71.86	Medium	4.91	Medium
Sangtarom	3.300	72.39	Medium	4.83	Medium
Ahlamitarom	3.320	72.59	Medium	4.75	Medium
Dorfak	3.340	72.78	Medium	3.8	Medium
Ghashange	3.370	73.08	Medium	4	Medium
Binam	3.210	71.52	Medium	4	Medium
Hashemi	3.260	72.01	Medium	4.41	Medium
Domsiah	3.270	72.10	Medium	5	Medium
Dasht	2.540	64.99	Low	6.75	Low
Alikazemi	3.280	72.20	Medium	4.33	Medium
Amol3	2.525	64.85	Low	6.91	Low
Tarommahali	3.250	71.91	Medium	4.33	Medium
Tarommantaghe	3.205	71.47	Medium	4.83	Medium
Anbarboo	3.320	72.59	Medium	4.33	Medium
Saleh	2.800	67.52	Low	6.5	Low
Kadoos	3.335	72.74	Medium	3.83	Medium
Deylamani	3.315	72.54	Medium	4.41	Medium
Domsefid	3.335	72.74	Medium	5	Medium
Mohamadi	3.325	72.64	Medium	4.08	Medium
Domzard	3.235	71.76	Medium	4.91	Medium
Fojiminoori	2.520	64.80	Low	6	Low
Salari	3.355	72.93	Medium	3.83	Medium
Shahpassand	3.375	73.13	Medium	5	Medium
Sadri	3.250	71.91	Medium	7	Medium
Gohar	2.365	63.29	Low	7	Low
IR 28	2.515	64.75	Low	7	Low
IR 38	2.505	64.65	Low	7	Low
IR 58	2.450	64.12	Low	7	Low
IR 30	3.205	71.47	Medium	5.08	Medium

- [3] Leelayuthsoontorn, P. & Thipayarat, A. (2006). Textural and morphological changes of Jasmine rice under various elevated cooking conditions. *Food Chemistry*, 96(4), 606–613.
- [4] Lisle, A. J., Martin, M. & Fitzgerald, M. A. (2000). Chalky and translucent rice grains differ in starch composition and structure and cooking properties. *Cereal Chemistry*, 77(5), 627-632.
- [5] Vandeputte, G. E., Vermeylen, R., Geeroms, J. & Delcour, J. A. (2003). Rice starches. I. Structural aspects provide insight into crystallinity characteristics and gelatinization behavior of granular starch. *Journal of Cereal Science*, 38, 43–52.
- [6] Little, R. R., Hilder, G. B. & Dawson, E. H. (1958). Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chemistry*, 35, 111-126.
- [7] Liu, H., Lelievre, J. & Ayoung Chee, W. (1991). Study of starch gelatinization using differential scanning calorimetry, X-ray, and birefringence measurements. *Carbohydrate Research*, 210, 79–87.
- [8] Waters, D. L. E., Henry, R. J., Reinke, R. F. & Fitzgerald, M. A. (2006). Gelatinization temperature of rice explained by polymorphisms in starch synthase. *Plant Biotechnology Journal*, 4, 115-122.
- [9] Jin-Song, B. (2008). Accurate measurement of pasting temperature by the rapid visco-analyser: a case study using rice flour. *Rice Science*, 15 (1), 69-72.
- [10] Singh N., Kaur, L., Sodhi, N.S. & Sekhon, K.S. (2005). Physico-chemical cooking and textural properties of milled rice from different Indian rice cultivars. *Food Chemistry*, 89, 253-259.
- [11] American Association of Cereal Chemists. (1995). Determination of the pasting properties of rice with the rapid visco analyzer. *AACC method*, 61-02.01.
- [12] Sasaki, T., Yasui, T. & Matsuki, J. (2000). Effect of amylose content on gelatinization, retrogradation, and pasting properties of starches from waxy and nonwaxy wheat and their F1 seeds. *Cereal Chem*, 77, 58-63.
- [13] Fitzgerald, M. (2005). Gelatinization Temperature by Differential Scanning

بر اساس نتایج جدول ۵ مشخص شد که در کلیه ارقام مورد بررسی، درجه حرارت ژلاتینه بدست آمده در محدوده تعیین شده با نمره گذاری در محیط قلیا می باشد. میزان چسبندگی، خواص ژلاتینی شدن و پس روی خمیر حاصل از آرد برنج تا حدود زیادی بستگی به میزان آمیلوز دارد [۱۹]. میزان آمیلوز ارتباط منفی با دمای ژلاتینی شدن دارد. در نمونه های آمیلوز بالا مانند ارقام نعمت، دشت، صالح و ... با توجه به اینکه نواحی بی شکل یا آمورف بیشتر از نواحی کریستالی است، درجه حرارت کمتری برای ژلاتینه شدن این ارقام نیاز می باشد لذا مدت زمان مورد نیاز برای پخت این ارقام کمتر از ارقامی مانند هاشمی و دمسیاه است که درجه حرارت ژلاتینه شدن آنها در محدوده متوسط قرار می گیرد.

نتیجه گیری

با توجه به اهمیت درجه حرارت ژلاتینه شدن در ظهور کیفیت پخت مطلوب یا نامطلوب در ارقام مختلف برنج، تعیین دقیق آن می تواند در برنامه های ارزیابی کیفیت برنج مفید باشد. لذا با استفاده از دستگاه اندازه گیری سریع ویسکوزیته در کنار ارزیابی گرانروی می توان مقدار دقیق درجه حرارت ژلاتینه شدن را نیز بدست آورد و باعث صرفه جویی در هزینه مربوط استفاده از روش گرماسنجی افتراقی شد.

سپاسگزاری

از موسسه تحقیقات برنج کشور به خاطر حمایت و فراهم آوردن امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی و موسسه بین المللی تحقیقات برنج در فیلیپین جهت همکاری در ارزیابی نمونه ها توسط روش گرماسنجی افتراقی سپاسگزاری می شود.

منابع

- [1] Campagne, E.T. (2004). *Rice: Chemistry and Technology*. 3th ed. USA: American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota.
- [2] Baldwin, P. M. (2002). Starch granule-associated proteins and polypeptide, A review. *Starch*, 52, 475-503.

- rapid visco analyzer. *Cereal Chemistry*, 80, 745–749.
- [17] Liang, X. M., King, J.M. & Shih, F. F. (2002). Pasting property differences of commercial and isolated rice starch with added lipids and cyclodextrin. *Cereal Chemistry*, 79, 812–818.
- [18] Bao, J. (2008). Accurate measurement of pasting temperature by the rapid visco-analyser: a case study using rice flour. *Rice Science*, 15 (1), 69-72.
- [19] Varavinit, S., Shobsngob, S., Varanyanond, W., Chinachoti, P. & Naivikul, O. (2003). Effect of amylose content on gelatinization, retrogradation and pasting properties of flours from different cultivars of Thai rice. *Starch*, 55, 410–415.
- Calorimeter. International Rice Research Institute (Standard Operating Procedure 20).
- [14] Kodandaram Reddy, D. & Bhotmange, M.G. (2014). Viscosity of Starch: A Comparative Study of Indian Rice (*Oryza Sativa L.*) Varieties. International. *Review of Applied Engineering Research*, 4(5), 397-402.
- [15] Limpisut, P. & Jindal V. (2002). Comparison of rice flour pasting properties using brabend viscoamylograph and rapid visco analyzer for evaluating cooked rice texture. *Starch*, 54, 350–357.
- [16] Suh, D. S. & Jane, J. L. (2003). Comparison of starch pasting properties at various cooking conditions using the micro amylograph and the

Determination of gelatinization temperature in rice varieties by the rapid visco analyzer (RVA)

Habibi, F. ^{1*}

1. Assistant Professor, Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural Research, Education & Extension Organization (AREO), Rasht, Iran

(Received: 2015/06/07 Accepted: 2016/01/25)

Gelatinization temperature is the point of heat that starch granules lose their crystalline order during heating in irreversible and its accurate amount can be measured by differential scanning calorimetric method. Because this method is costly, we tried to use the data of viscosity curves for prediction of gelatinization temperature in different rice varieties. First, 10 rice varieties selected and their gelatinization temperature were determined by differential scanning calorimetric method. In the viscosity diagram, the point where the curve begins to rise was determined in minutes. By comparing the data of differential scanning calorimetric method and the profile of rapid visco analyzer, the formula was obtained for determination of gelatinization temperature. The correlation coefficient between the gelatinization temperature obtained of the viscosity curve and differential scanning calorimetric method was very close to 1 which confirms the accuracy of the provided formula. Student's *t*-test was used for comparing the means of the paired data. The results showed there wasn't a significant difference between the gelatinization temperature of differential scanning calorimetric and viscosity curve method. Finally the gelatinization temperature of 37 samples were determined by using the viscosity curves which were exactly within the expected range in alkali spreading value. Therefore, by a rapid visco analyzer (RVA), the gelatinization temperature can also be obtained beside of viscosity parameter which saves the cost of differential scanning calorimetric method.

Key words: Rice, Starch, Gelatinization temperature, Viscosity, Differential Scanning Calorimetric

* Corresponding Author E-Mail Address: fhabibikia@yahoo.com