

علمی پژوهشی

بررسی تاثیر آبیاری تناوبی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر خصوصیات کیفی مرتبط با ویسکوزیته برنج گیلانه

حمیده حمیدی زاد^۱، مصطفی صادقی^۲، فاطمه حبیبی^{۳*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران

۳- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۹/۰۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۰۱)

چکیده

ویسکوزیته به عنوان مهمترین شاخص در ارزیابی کیفیت پخت برنج مورد استفاده قرار می‌گیرد. به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب و کاهش استفاده از نهاده‌های کشاورزی، این آزمایش با هدف تعیین بهترین دور آبیاری و کمترین مصرف کود نیتروژن و بررسی اثر متقابل آنها بر خصوصیات ویسکوزیته در رقم برنج گیلانه به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. دور آبیاری در ۳ سطح غرقاب دائم، تناوب ۷ روز و تناوب ۱۴ روز و کود نیتروژن در سه سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. هر چه حداکثر ویسکوزیته بیشتر، ویسکوزیته حداقل و ویسکوزیته نهایی کمتر باشد، کیفیت بهتری از پخت در برنج حاصل خواهد شد. در بررسی اثرات متقابل مصرف کود نیتروژن و آبیاری، بیشترین حداکثر ویسکوزیته مربوط به تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار و آبیاری با تناوب ۱۴ روز (۲۷۰۷ سانتی پویز) بود. کمترین حداقل ویسکوزیته نیز در تیمار کود ۷۵ کیلوگرم و آبیاری در شرایط غرقاب دائم (۱۷۶۷ سانتی پویز) بدست آمد. کمترین ویسکوزیته نهایی با مصرف کود ۷۵ کیلوگرم در هکتار و دور آبیاری با تناوب ۷ روز (۳۶۴۸ سانتی پویز) حاصل شد. در بررسی ویسکوزیته و تعیین کیفیت پخت، فروریختگی بالاتر و برگشت پذیری پائین‌تر نشان دهنده کیفیت پخت مطلوب‌تر می‌باشد. بیشترین مقدار فروریختگی (۸۸۱ سانتی پویز)، کمترین برگشت پذیری (۹۵۷ سانتی پویز) و کمترین درجه حرارت خمیری شدن (۸۴/۵۴ درجه سانتیگراد) مربوط به تیمار کود نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار و آبیاری با تناوب ۷ روز بدست آمد. با توجه به شرایط زیست محیطی و توصیه جهت کاهش مصرف کود و آب، در صورت عدم تاثیر بر شاخص‌های مرتبط با عملکرد، تیمار با دور آبیاری ۷ روز و کود نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار جهت حصول به بهترین کیفیت پخت برای رقم گیلانه پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژگان: برنج، ویسکوزیته، کیفیت، آبیاری، کود نیتروژن

* مسئول مکاتبات: habibikia@yahoo.com

۱- مقدمه

برنج همواره یکی از مهمترین منابع غذایی انسان پس از گندم بوده و غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان می باشد. با توجه به افزایش روزافزون جمعیت، تلاش محققین و پرورش دهندگان برنج، تولید هر چه بیشتر آن می باشد. کیفیت دانه، عملکرد بالا و مقاومت در برابر بیماری ها از عوامل مهمی هستند که در زراعت برنج مورد توجه قرار می گیرند [۱]. کیفیت پخت و خوراک در برنج تا حدود زیادی وابسته به نشاسته است که در حدود ۹۰٪ دانه برنج را تشکیل می دهد. بررسی خواص ویسکوزیته، به عنوان مهمترین شاخص در ارزیابی یا پیش بینی کیفیت پخت می تواند مورد استفاده قرار گیرد [۲]. ویسکوزیته معیار بسیار مناسبی برای مقایسه ارقام مختلف از نقطه نظر کیفیت می باشد و واحد آن Kg/m.s است که آن را با سانتی پویز (CP^1) نیز نمایش می دهند. نتیجه آزمایش یک منحنی است (شکل ۱) که تغییرات ویسکوزیته در حین پخت نمونه را در تغییرات دمایی مشخص نشان می دهد و شامل حداکثر ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه^۲، حداقل ویسکوزیته پس از پیک^۳ و ویسکوزیته نهائی^۴ می باشد. علاوه بر پارامترهای ذکر شده با استفاده از داده های منحنی می توان دو پارامتر دیگر شامل فروریزش^۵ یا فروریختگی و برگشت پذیری^۶ را نیز بدست آورد که می توانند در بررسی کیفیت و مقایسه رقم های مختلف برنج از نقطه نظر کیفیت کمک کننده باشند [۳].

خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولید برنج در ۴۰ میلیون هکتار از اراضی زیر کشت برنج در آسیا می باشد [۴]. کمبود آب برای تولید محصولات کشاورزی همواره در حال افزایش است، گسترش و استحصال منابع جدید آب نیازمند صرف هزینه های زیاد است. بهبود و افزایش کارایی مصرف آب جهت حفظ امنیت غذایی در آینده و به خصوص در آسیا که تولید برنج آن تا سال ۲۰۲۵ باید به میزان ۷۰ درصد تولید فعلی افزایش یابد ضروری به نظر می رسد [۵]. تنش خشکی و کم آبی، به ویژه در

سال های اخیر نقش به سزایی در میزان محصول تولیدی برنج از لحاظ سطح و میزان عملکرد داشته است [۵]. با توجه به بحران کمبود آب در کشور، یافتن روشی از مدیریت آبیاری که بدون تاثیرگذاری بر عملکرد و کیفیت محصول باعث مصرف آب کمتر شود، جهت افزایش راندمان مصرف آن و تولید پایدار برنج ضروری می باشد [۶، ۷ و ۸].

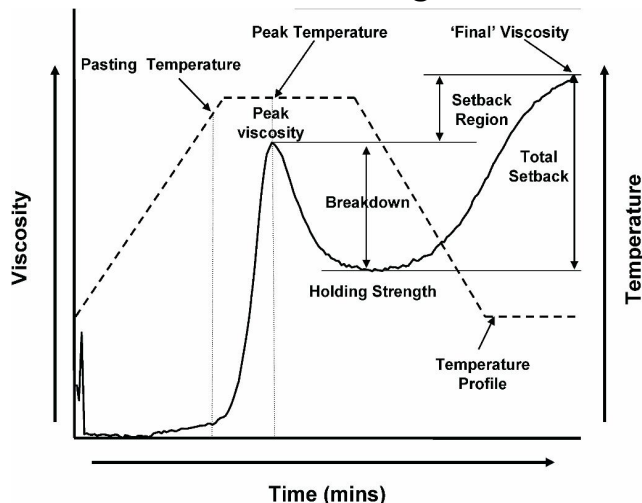


Fig 1 Overview of the viscosity curve in rice

با توجه به اینکه آبیاری با روش غرقاب دائم باعث مصرف بیش از نیاز واقعی آب می شود، یکی از راههای غلبه بر این مشکل استفاده از روشهای آبیاری تناوبی است [۹ و ۱۰]. با این حال به علت جلوگیری از انتقال املاح و مواد غذایی به گیاه و متعاقب آن کاهش فتوسنتز، با کاهش تعداد پنجه، سطح برگ و تجمع ماده خشک شده، عملکرد کاهش می یابد [۱۱، ۱۲ و ۱۳]. البته تعدادی از ارقام بومی وجود دارند که در شرایط غیر غرقاب مقاوم هستند [۱۴]. در این راستا علاوه بر نوع رقم در تحمل به تنش خشکی، عوامل دیگری مانند مدیریت کود نیتروژن نیز می تواند تاثیرگذار باشد [۱۵].

نیتروژن مهمترین عنصر غذایی در تولید برنج است و ۶۷٪ از کل کود به کار رفته در مزارع برنج در سطح جهانی به نیتروژن اختصاص دارد [۱۶]. منبع اصلی کود ازته در شالیزارهای کشور اوره می باشد، ولی این کود پس از مصرف به شدت در خطر تلف شدن از راه های مختلف است که از عمده ترین آنها می توان به شست و شو به صورت نفوذ عمقی و تصعید به صورت گاز آمونیاک اشاره کرد [۱۷]، به طوری که بیشتر کودهای اوره مصرف

1. Centipoise
2. Peak Viscosity
3. Trough or Holding strength
4. Final viscosity
5. Breakdown
6. Setback

مناسب و مقاوم به خوابیدگی از اولویت‌های مهم تحقیقاتی به شمار می‌آید [۲۶].

هدف از انجام این آزمایش تعیین بهترین مدیریت آبیاری و مدیریت مصرف کود نیتروژن و بررسی اثرات متقابل آنها بر خصوصیات ویسکوزیته مرتبط با کیفیت پخت در رقم برنج گیالنه به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب و کاهش استفاده از نهاده‌های کشاورزی بوده است.

۲- مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۱۳۹۷ در موسسه تحقیقات برنج رشت اجرا گردید. دور آبیاری به عنوان فاکتور اول در ۳ سطح غرقاب دائم (I1)، تناوب ۷ روز (I2) و تناوب ۱۴ روز (I3) و کود نیتروژن به عنوان فاکتور دوم در سه سطح ۵۰ (N1)، ۷۵ (N2) و ۱۰۰ (N3) کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی از ۱۵ خط کاشت به طول ۵ متر و فاصله کشت نشاها ۲۵×۲۵ سانتیمتر بود و کود اوره به عنوان منبع نیتروژن مورد استفاده قرار گرفت. جهت استقرار نشاها، تمامی تیمارها بیست روز اول پس از نشاکاری تحت آبیاری غرقابی و پس از آن تیمارهای آبیاری اعمال گردید. قبل از اجرای آزمایش، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در آزمایشگاه آب و خاک موسسه مطابق جدول (۱) اندازه‌گیری شد. بر اساس آزمون خاک، به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تربیل و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به صورت کود پایه به همراه شخم اول به خاک داده شد. رقم مورد استفاده در این آزمایش، گیالنه از ارقام اصلاح شده در موسسه تحقیقات برنج رشت بود. این رقم از ارقام کیفی قابل رقابت با ارقام بومی گیالان بوده و از نظر عملکرد برتری قابل توجهی نسبت به ارقام بومی دارد. ویژگی‌های مرتبط با ویسکوزیته توسط دستگاه ارزیابی سریع ویسکوزیته (RVA⁷-4-Newport, Australia) مدل نیوپورت ساخت کشور استرالیا اندازه‌گیری شد.

شده در شالیزارها از دسترس گیاه خارج شده و در بهترین شرایط مدیریت مزرعه، راندمان مصرف آن حداکثر تا حدود ۴۰٪ می‌باشد. بنابراین با راهکار تقسیم کود نیتروژن می‌توان قابلیت دسترسی به نیتروژن را در مراحل حساس رشد گیاه افزایش داد [۱۸]. رابطه‌ی بین جذب کود نیتروژن و جذب کل نیتروژن در طی فصل رشد به زمان مصرف کود نیتروژن بستگی دارد و تا اواخر فصل رشد جذب نیتروژن ادامه دارد در نتیجه با تقسیم کود نیتروژن، مقدار کل نیتروژن در گیاه برنج افزایش می‌یابد [۱۹]. کود نیتروژن یک نهاده گران قیمت می‌باشد و استفاده کمتر یا بیش از حد از آن، بر کمیت و کیفیت برنج تاثیر گذار است در نتیجه باید یک روش مناسب اقتصادی برای افزایش عملکرد کمی و کیفی برنج به کار گرفته شود [۱۹]. یقیناً نیتروژن مهمترین عنصر محدود کننده‌ی رشد گیاه برنج است و افزایش میزان مصرف آن باعث تغییر فاکتورهای کیفی می‌شود [۲۰]. به کارگیری نیتروژن در موقع نیاز گیاه باعث افزایش عملکرد می‌شود [۲۱]. در هر حال با وجود نقش بسیار مهم نیتروژن در کشت برنج به کارگیری بیش از نیاز واقعی باعث آشفته‌ی و تخریب محیط زیست و حتی کاهش عملکرد می‌شود [۲۲].

یکی از اهداف اصلاحی جهت ارتقاء کمیت و کیفیت محصول برنج، تلاقی بین ارقام محلی و لاین‌های خارجی و اصلاح شده و متعاقب آن خالص‌سازی لاین‌ها می‌باشد که طی سالیان متمادی مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته است. رقم جدید گیالنه که حاصل تلاقی بین رقم محلی آجی‌بوجی با رقم اصلاح‌شده صالح است دارای خصوصیات مهمی است که آن را از سایر ارقامی که تاکنون معرفی شده‌اند متمایز می‌نماید [۲۳]. شباهت زیاد این رقم به ارقام محلی و بالا بودن کیفیت پخت در کنار عملکرد قابل قبول، پاکوتاهی و زودرسی آن باعث شده است که مورد توجه زیادی قرارگیرد. دستیابی به ارقام نسبتاً پرمحصول زودرس و مشابه ارقام محلی که دارای خصوصیات مناسب پخت باشند در اولویت برنامه‌های تحقیقاتی قرار دارد [۲۴ و ۲۵]. بحران آب و پیامدهای ناشی از کمبود آن، مشکل دیگری است که در سال‌های اخیر باعث کم‌شدن سطح زیرکشت ارقام پرمحصول در مناطق برنج‌خیز شده است. دستیابی به ارقام مشابه ارقام محلی با دوره رشد و نیازآبی کمتر و دارا بودن کیفیت پخت مطلوب با عملکرد

7. Rapid Visco Analyzer

Table 1 Physical and chemical properties of soil in the experiment site

Saturated water content (%)	Soil type	Soil electrical conductivity dS m ⁻¹	pH	Total nitrogen mg kg ⁻¹	Absorbable phosphorus mg kg ⁻¹	Absorbable potash mg kg ⁻¹	Year
75	Si-Cl	1.12	7.4	0.155	17	290	2018

۱-۲- کشت در مزرعه

شخم زمستانه برای آماده سازی زمین در زمستان ۱۳۹۶ انجام گرفت. تهیه خزانه در فروردین ماه و تهیه بستر کشت در اوایل اردیبهشت ماه انجام شد. نشاها پس از رسیدن به ارتفاع حدود ۳۰ سانتیمتر در تراکم ۲۵ بوته در متر مربع در زمین اصلی در اردیبهشت ۱۳۹۷ مطابق الگوی طرح آزمایشی فاکتوریل کشت شدند. نشاکاری با دست صورت گرفت و اندازه واحدهای آزمایشی ۹ متر مربع (ابعاد کرت ۳*۳ متر) بود. برای کنترل علفهای هرز از علفکش بوتاکلر (۳ لیتر در هکتار) پس از کاشت و جبین دستی استفاده شد.

۲-۲- اندازه گیری میزان ویسکوزیته یا چسبندگی

نمونه های آرد برنج تهیه شده از تیمارهای اعمال شده بر روی رقم گیلا نه با رطوبت ۱۲٪ به مقدار ۳ گرم وزن و ۲۵ میلی لیتر آب مقطر به هر نمونه اضافه شد. در طی یک برنامه زمانی ۱۲/۵ دقیقه، خواص چسبندگی تیمارها توسط دستگاه ارزیابی سریع ویسکوزیته (RVA) براساس برنامه TCW⁸ به شرح ذیل انجام گرفت [۲۷]:

- ۱- در درجه حرارت ۵۰°C به مدت ۱ دقیقه ثابت نگه داشته شد.
 - ۲- درجه حرارت به صورت خطی تا دمای ۹۵°C به مدت ۳/۸ دقیقه افزایش یافت.
 - ۳- در دمای ۹۵°C به مدت ۲/۵ دقیقه ثابت نگه داشته شد.
 - ۴- درجه حرارت به صورت خطی تا دمای ۵۰°C در مدت ۳/۸ دقیقه کاهش یافت.
 - ۵- در دمای ۵۰°C به مدت ۱/۴ دقیقه ثابت نگه داشته شد.
- در نهایت با استفاده از نرم افزار مربوط به دستگاه اندازه گیری سریع ویسکوزیته، منحنی ویسکوزیته یا چسبندگی جهت تعیین کیفیت پخت و مقایسه تیمارها ترسیم شد.

۳-۲- محاسبات آماری

داده های حاصل از بررسی خواص کیفی (ویسکوزیته) در برنج گیلا نه، مطابق با آزمایش فاکتوریل ۳*۳ با ۳ تکرار مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. مقایسه میانگین با آزمون توکی در سطح احتمال خطای ۵٪ انجام گردید. کلیه تجزیه و تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS-22 و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

۳- یافته ها و نتایج

۱-۳- بررسی تاثیر آبیاری تناوبی و مصرف کود

نیترژن بر خواص چسبندگی یا ویسکوزیته برنج

سفید گیلا نه

یکی از روش هایی که برای بررسی سریع خواص پخت استفاده می شود استفاده از دستگاه اندازه گیری سریع ویسکوزیته و بررسی خواص چسبندگی بافت برنج پخته در رقم مورد بررسی است. نتایج تجزیه واریانس خواص مرتبط با ویسکوزیته یا چسبندگی در آزمایش فاکتوریل (در سه سطح آبیاری و ۳ سطح کود نیترژن) و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی مطابق نتایج جدول (۲) آورده شده است. مطابق نتایج جدول (۲) مشخص است که دور آبیاری و مقدار کود نیترژن و تاثیر متقابل آنها می تواند کلیه خصوصیات مربوط به ویسکوزیته شامل حداکثر ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه، حداقل ویسکوزیته پس از پیک، ویسکوزیته نهائی، فروریزش، برگشت پذیری، زمان رسیدن تا حداکثر ویسکوزیته و درجه حرارت خمیری شدن در رقم گیلا نه را تحت تاثیر قرار دهد. با این حال هر رقم ممکن است نسبت به استرس یا تنش خشکی و همچنین مقادیر مختلف کود نیترژن پاسخ متفاوتی از نظر تاثیر بر کیفیت پخت نشان دهد. زو و همکاران در سال (۲۰۲۰) به این نتیجه رسیدند که با

8. Thermocline for windows

آمیلاز نیز به عنوان مهمترین معیار تعیین کننده کیفیت پخت کاهش می‌یابد [۲۹]. بنابراین درک تغییرات کیفیت و سطح پاسخ ارقام برنج نسبت به کود نیتروژن یا نوع آبیاری برای توسعه و بهبود کیفیت پخت مفید است.

مصرف مقادیر متفاوت کود نیتروژن، دو رقم مورد بررسی پاسخ متفاوتی را در ارتباط با تاثیر بر پارامترهای ویسکوزیته نشان دادند و همچنین استفاده بیش از حد کود نیتروژن باعث کاهش کیفیت پخت و خوراک شد [۲۸]. با افزایش مصرف کود نیتروژن، میزان

Table 2 Results of analysis variance related to viscosity parameters of different irrigation management and nitrogen fertilizer

Source of Variations	Degree of freedom	Peak1	Trough1	Breakdown	Final Viscosity	Setback	Peakttime	Pasting Temperature
Replication	2	10.01 ^{ns}	12.31 ^{ns}	17.31 ^{ns}	22.35 ^{ns}	25.88 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.00024 ^{ns}
Irrigation	2	439.05 ^{**}	5447 ^{**}	4190 ^{**}	38557 ^{**}	37494 ^{**}	0.0061 ^{**}	3.9610 ^{**}
Nitrogen	2	18869 ^{**}	229.05 ^{**}	21415 ^{**}	5210.16 ^{**}	15449 ^{**}	0.00307 [*]	1.649 ^{**}
I × N	4	20110 ^{**}	2960 ^{**}	8696.55 ^{**}	589.83 ^{**}	17283 ^{**}	0.0044 ^{**}	0.422 ^{**}
Error	10	8.26	7.180	18.250	19.805	20.763	0.00013	0.00037

ns non-significant, *significant at P<0.05 and **significant at P<0.01

Table 3 Results for means compare on viscosity parameters of Gilaneh rice variety under irrigation conditions

	Peak1 Kg/m.s(CP)	Trough1 Kg/m.s(CP)	Breakdown Kg/m.s(CP)	Final Viscosity Kg/m.s(CP)	Setback Kg/m.s(CP)	Peakttime (min)	Pasting Temperature (°C)
I1	2595 ^c	1791 ^c	804 ^a	3661 ^c	1066 ^b	5.66 ^c	86.43 ^b
I2	2612 ^a	1818 ^b	793 ^b	3673 ^b	1060 ^b	5.69 ^b	85.62 ^c
I3	2605 ^b	1851 ^a	754 ^c	3806 ^a	1200 ^a	5.72 ^a	87.25 ^a

Within each column, means followed by the same letter do not differ significantly at P<0.05

Table 4 Results for means comparison on viscosity parameters of Gilaneh rice variety under nitrogen conditions

تنش	Peak1 Kg/m.s(CP)	Trough1 Kg/m.s(CP)	Breakdown Kg/m.s(CP)	Final Viscosity Kg/m.s(CP)	Setback Kg/m.s(CP)	Peakttime (min)	Pasting Temperature (°C)
N1	2618 ^b	1825 ^a	793 ^b	3746 ^a	1128 ^b	5.70 ^a	86.45 ^b
N2	2651 ^a	1813 ^b	838 ^a	3703 ^b	1051 ^c	5.66 ^b	85.90 ^c
N3	2542 ^c	1822 ^a	720 ^c	3690 ^c	1148 ^a	5.70 ^a	86.95 ^a

Within each column, means followed by the same letter do not differ significantly at P<0.05

۱۰۰ (N3) کیلوگرم در هکتار بر مقایسه میانگین داده های مرتبط با ویسکوزیته رقم گیلانه، مطابق جدول (۴) آورده شده است. افزایش مصرف کود نیتروژن باعث افزایش تجمع پروتئین، کاهش آمیلاز دانه و افزایش قوام ژل در برنج می‌شود و کلیه این عوامل می‌توانند ژلاتینی شدن دانه و متعاقب آن خواص چسبندگی یا ویسکوزیته را تحت تاثیر قرار دهند [۳۲].

مطابق جدول (۵)، مقایسه میانگین ویژگی‌های ویسکوزیته (حداکثر ویسکوزیته، حداقل ویسکوزیته، ویسکوزیته نهایی، فروریزش، برگشت پذیری، زمان تا حداکثر ویسکوزیته و درجه حرارت خمیری شدن) با مدیریت آبیاری در ۳ سطح غرقاب

نتایج تاثیر شرایط متفاوت آبیاری در ۳ سطح غرقاب دائم (I1)، تناوب ۷ روز (I2) و تناوب ۱۴ روز (I3) بر مقایسه میانگین معیارهای مرتبط با ویسکوزیته رقم گیلانه مطابق جدول (۳) آورده شده است و نشان می‌دهد که مدیریت آبیاری می‌تواند خواص چسبندگی را تحت تاثیر قرار دهد. گراهام و همکاران نیز در سال (۲۰۱۸) نشان دادند خواص ویسکوزیته با شرایط متفاوت آبیاری تحت تاثیر قرار می‌گیرد [۳۰]. لیو و همکاران در سال (۲۰۲۰) گزارش دادند که استرس یا تنش آب از طریق تاثیر بر محتوای آمیلاز، بر کیفیت پخت برنج تاثیرگذار بود [۳۱]. نتایج تاثیر مصرف کود نیتروژن در سه سطح ۵۰ (N1)، ۷۵ (N2) و

دائم (I1)، تناوب ۷ روز (I2) و تناوب ۱۴ روز (I3) و کود نیتروژن در سه سطح ۵۰ (N1)، ۷۵ (N2) و ۱۰۰ (N3) کیلوگرم

Table 5 Interaction effect between irrigation and nitrogen treatments of viscosity parameters on Gilaneh rice variety

Irrigation	Nitrogen	Pasting Temperature (°C)	Peakttime (min)	Setback Kg/m.s(CP)	Final Viscosity Kg/m.s(CP)	Breakdown Kg/m.s(CP)	Trough1 Kg/m.s(CP)	Peak1 Kg/m.s(CP)
I1	N1	2593 ^d	1774 ^f	819 ^c	3684 ^e	1091 ^d	5.66d	86.23 ^d
	N2	2558 ^e	1767 ^f	792 ^d	3652 ^f	1094 ^d	5.66d	86.11 ^f
	N3	2636 ^c	1834 ^c	802 ^d	3650 ^f	1015 ^e	5.68d	86.97 ^c
I2	N1	2584 ^d	1818 ^{de}	766 ^e	3716 ^d	1132 ^e	5.74b	86.14 ^{ef}
	N2	2691 ^b	1811 ^e	881 ^a	3648 ^f	957 ^f	5.68d	84.54 ^g
	N3	2562 ^e	1827 ^{cd}	735 ^f	3656 ^f	1094 ^d	5.66d	86.21 ^d
I3	N1	2680 ^b	1885 ^a	796 ^d	3841 ^a	1161 ^b	5.73bc	87.00 ^{bc}
	N2	2707 ^a	1864 ^b	843 ^b	3812 ^b	1105 ^d	5.67d	87.07 ^b
	N3	2430 ^f	1807 ^e	624 ^g	3766 ^c	1336 ^a	5.80a	87.69 ^a

Mean with similar letters in column are not significantly different base on Turkey's multiple range test ($p < 0.05$)

آبیاری با تناوب ۱۴ روز و کود ۷۵ کیلوگرم و آبیاری با تناوب ۷ روز مشاهده نشد. بنابراین چنانچه در کیفیت پخت حداکثر جذب آب مورد نظر باشد، تیمار دور آبیاری با تناوب ۷ روز و مصرف کود نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار پیشنهاد می‌شود. نتایج تحقیقات زو و همکاران در سال (۲۰۱۷) نشان داد با افزایش مصرف کود نیتروژن حداکثر ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه (Peak1)، کاهش یافت [۳۴]. در این تحقیق نیز کمترین ویسکوزیته حداکثر (۲۵۴۲ سانتی پویز) مربوط به بالاترین تیمار کود نیتروژن بود. با افزایش مصرف کود نیتروژن میزان پروتئین دانه افزایش پیدا می‌کند و با کاهش نسبت نشاسته کل به پروتئین از جذب آب توسط گرانول‌های نشاسته جلوگیری شده و تمایل به خشک شدن افزایش پیدا می‌کند.

۳-۳- بررسی تاثیر مدیریت آبیاری و مصرف کود نیتروژن بر حداقل ویسکوزیته (Trough1) برنج سفید گیلانه

هنگامی که درجه حرارت ثابت نگه داشته می‌شود، در حالی که گرانول‌های نشاسته در حال جذب آب یا آماس هستند، آمیلوز و بعضی از مولکولهای آمیلوپکتین آبشویه شده و با ایجاد یک فاز ممتد باعث کاهش ویسکوزیته می‌شوند و پائین ترین نقطه پس از ایجاد حالت خمیری بدست می‌آید که حداقل ویسکوزیته نام دارد [۳۵]. ژانگ و همکاران در سال (۲۰۰۸) نشان دادند هرچه

۳-۲- بررسی تاثیر مدیریت آبیاری و مصرف کود نیتروژن بر حداکثر ویسکوزیته (Peak1) برنج سفید گیلانه

با افزایش درجه حرارت، به خاطر جذب آب توسط گرانول‌های نشاسته و پروتئین، خواص ویسکوزیته افزایش می‌یابد و این افزایش ادامه می‌یابد تا جایی که بین تورم و حالت ترکیدن گرانول‌ها تعادل برقرار شود و به این نقطه حداکثر ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه گفته می‌شود [۳۳]. در بررسی کیفیت پخت هرچه میزان حداکثر ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه بیشتر باشد قابلیت جذب آب توسط نمونه بیشتر خواهد بود.

مطابق جدول (۳)، در دور آبیاری با تناوب ۷ روز، بیشترین مقدار حداکثر ویسکوزیته (۲۶۱۲ سانتی پویز) مشاهده شد. مطابق جدول (۴) و بررسی تاثیر مصرف کود بر خواص ویسکوزیته، بیشترین حداکثر ویسکوزیته با مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار (۲۶۵۱ سانتی پویز) بود. مطابق جدول (۵) و بررسی اثرات متقابل کود نیتروژن و آبیاری، بیشترین حداکثر ویسکوزیته مربوط به تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار و آبیاری با تناوب ۱۴ روز (۲۷۰۷ سانتی پویز) و کمترین میزان حداکثر ویسکوزیته مربوط به تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و آبیاری با تناوب ۱۴ روز (۲۴۳۰ سانتی پویز) بود. در نتایج تجربی مربوط به پخت، تفاوت فاحشی در جذب آب دو تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار و

مقدار ویسکوزیته حداکثر در طی حرارت دادن نمونه بالاتر و مقدار ویسکوزیته حداقل و ویسکوزیته نهایی پائین تر باشد، کیفیت بهتری از پخت حاصل خواهد شد [۳۶]. مطابق جدول (۳)، در آبیاری تحت شرایط غرقاب، کمترین مقدار حداقل ویسکوزیته (۱۷۹۱ سانتی پویز) مشاهده شد. مطابق جدول (۴) و بررسی تاثیر مصرف کود بر خواص ویسکوزیته، کمترین مقدار حداقل ویسکوزیته با مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار (۱۸۱۳ سانتی پویز) بود. مطابق جدول (۵) و بررسی اثرات متقابل کود نیتروژن و آبیاری، کمترین میزان حداقل ویسکوزیته مربوط به تیمار کود ۷۵ کیلوگرم و آبیاری در شرایط غرقاب دائم (۱۷۶۷ سانتی پویز) بود. در رقم‌هایی با کیفیت مطلوب‌تر توانایی رقم برای کاهش ویسکوزیته پس از پیک بیشتر بوده و بافت نرم‌تری پس از پخت حاصل خواهد شد.

۳-۴- بررسی تاثیر مدیریت آبیاری و مصرف کود نیتروژن بر ویسکوزیته نهایی (Final Viscosity) برنج سفید گیلانه

وقتی نمونه در طی یک دوره زمانی سرد می‌شود دوباره ویسکوزیته افزایش می‌یابد و در پایان اندازه گیری، ویسکوزیته نهایی ثبت می‌شود. ویسکوزیته نهایی با نرمی بافت در انتهای پخت ارتباط دارد. مطابق جدول (۳)، در آبیاری با تناوب ۱۴ روز بیشترین ویسکوزیته نهایی و خشکترین بافت (۳۸۰۶ سانتی پویز) و کمترین مقدار در آبیاری تحت شرایط غرقاب (۳۶۶۱ سانتی پویز) مشاهده شد. گیو و همکاران در سال (۲۰۱۵) نشان دادند که هر چه قدر مصرف کود نیتروژن کمتر باشد میزان ویسکوزیته نهایی افزایش می‌یابد و برنج پخته شده بافت سفت‌تری خواهد داشت که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. مطابق جدول (۴) و بررسی تاثیر مصرف کود بر خواص ویسکوزیته، بیشترین ویسکوزیته نهایی (خشکترین بافت) با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار (۳۷۴۶ سانتی پویز) و کمترین ویسکوزیته نهایی (نرمترین بافت) با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (۳۶۹۰ سانتی پویز) مشاهده شد. مطابق جدول (۵) و بررسی اثرات متقابل کود نیتروژن و آبیاری، بیشترین ویسکوزیته نهایی (خشکترین بافت) با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار و آبیاری با تناوب ۱۴ روز (۳۸۴۱ سانتی پویز) و کمترین ویسکوزیته نهایی (نرمترین بافت) با

مصرف کود ۷۵ کیلوگرم در هکتار و دور آبیاری با تناوب ۷ روز (۳۶۴۸ سانتی پویز) بود. با ایجاد تنش خشکی تمایل برنج پخته به سمت خشک شدن بیشتر خواهد بود. برعکس با مصرف بیشتر کود نیتروژن، بافت برنج پس از پخت نرم‌تر خواهد بود. با توجه به تاثیر ذائقه در پذیرش یک رقم از نقطه نظر کیفیت، چنانچه تمایل شخصی به مصرف برنجی با بافت خشک‌تر باشد تیمار آبیاری با تناوب ۱۴ روز با مصرف کود ۵۰ کیلوگرم در هکتار پیشنهاد می‌شود و چنانچه تمایل شخصی به مصرف برنجی با بافت نرم‌تر باشد، تیمار آبیاری با تناوب ۷ روز با مصرف کود ۷۵ کیلوگرم در هکتار پیشنهاد می‌گردد.

۳-۵- بررسی تاثیر مدیریت آبیاری و مصرف کود نیتروژن بر فروریختگی و برگشت پذیری برنج سفید گیلانه

فروریزش یا فروریختگی که از تفاضل حداکثر ویسکوزیته در طی حرارت دادن نمونه و حداقل ویسکوزیته بدست می‌آید و در تفسیر نتایج حاصل از ویسکوزیته کمک‌کننده است. در برنج‌های اصلاح شده‌ای که از نظر کیفیت مورد اقبال قرار نگرفتند میزان فروریختگی کمتر از ارقام بومی یا محلی خوش کیفیت بود. مقادیر فروریختگی کمتر نشانه توانایی کمتر نشاسته نسبت به تحمل گرما یا حرارت است. نتایج تحقیقات زو و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که افزایش مصرف کود نیتروژن باعث کاهش فروریختگی شد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت [۳۸].

با بررسی اثرات متقابل دور آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن، بیشترین مقدار فروریختگی مربوط به تیمار کود نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار و آبیاری با تناوب ۷ روز (۸۸۱ سانتی پویز) و کمترین میزان فروریختگی مربوط به تیمار کود نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار آبیاری با تناوب ۱۴ روز (۶۲۴ سانتی پویز) بود.

برگشت پذیری تمایل برنج پخته شده به خشک شدن در طی سرد شدن را نشان می‌دهد. خصوصیت برگشت پذیری مرتبط با پدیده رتروگرادیسیون یا همان بیاتی است که یک فاکتور کلیدی در تشخیص مناسب بودن آرد برنج برای فرآورده های بدون گلوتن می‌باشد [۳۹]. برگشت کمتر برای فرآورده های نانوائی

تیمار آبیاری با تناوب ۷ روز و مصرف کود ۷۵ کیلوگرم در هکتار (۸۴/۵۴ درجه سانتیگراد) بدست آمد. آمیلوپکتین جزء اصلی نشاسته برنج است و توزیع یا انتشار زنجیره‌های آن نقش مهمی در کیفیت پخت ایفا می‌کند. درجه حرارت خمیری شدن و افزایش مدت زمان لازم برای پخت با افزایش مصرف کود نیتروژن به علت افزایش نسبت زنجیره‌های بلند آمیلوپکتین است و متعاقب آن آب بیشتری نیز برای پخت نیاز خواهد بود [۴۵].

به طور کلی و جمع بندی همه داده های حاصل از بررسی ویسکوزیته، تیمار با دور آبیاری ۷ روز و کود نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار (I2N2) بهترین کیفیت پخت را در رقم گیلانه به همراه داشت (شکل ۲).

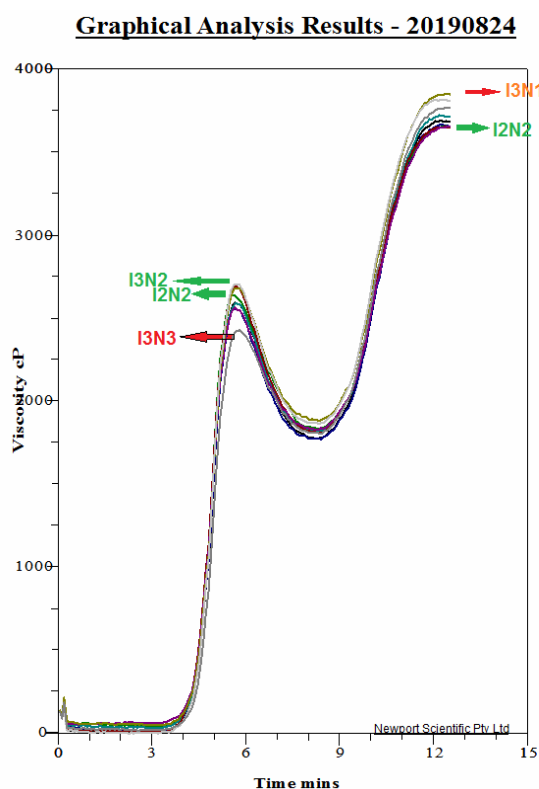


Fig 2 The viscosity curve of Gilaneh rice variety in interaction between irrigation and nitrogen treatments

۴- نتیجه گیری کلی

با افزایش مصرف کود نیتروژن، میزان پروتئین دانه افزایش پیدا می‌کند و با کاهش نسبت نشاسته کل به پروتئین از جذب آب توسط گرانول‌های نشاسته جلوگیری می‌شود. در تفسیر

مناسب می‌باشد چون بافت نرم‌تری می‌دهند. با بررسی اثرات متقابل دور آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن، بیشترین مقدار برگشت پذیری مربوط به تیمار کود نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و آبیاری با تناوب ۱۴ روز (۱۳۳۶ سانتی پويز) مشاهده شد. برنج پخته شده این تیمار پس از سرد شدن خشک ترین بافت را در مقایسه با سایر تیمار ها خواهد داشت. کمترین میزان برگشت پذیری مربوط به تیمار کود نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار و تیمار آبیاری با تناوب ۷ روز (۹۵۷ سانتی پويز) بود. بانو و همکاران در سال (۲۰۰۴) نشان دادند میزان برگشت پذیری در تیمارهای مختلف می تواند به علت تفاوت در مقدار آمیلوز حاصله، تحت تاثیر قرار گیرد [۴۰]. در بررسی ویسکوزیته و تعیین کیفیت پخت، فروریختگی بالا و برگشت پذیری پائین نشان دهنده کیفیت پخت مطلوب تر می‌باشد زیرا برنج در حین پخت و پز خشک نمی شود و حالت برگشت پذیری ندارد [۴۱، ۴۲ و ۴۳].

۳-۶- بررسی تاثیر مدیریت آبیاری و مصرف کود نیتروژن بر درجه حرارت خمیری شدن (Pasting Temperature) برنج سفید گیلانه

درجه حرارت خمیری شدن با مدت زمان لازم برای پخت یک رقم در ارتباط بوده و درجه حرارتی است که نشاسته سریع حالت خمیری پیدا کرده و حداکثر جذب آب اتفاق می افتد. زو و همکاران در سال (۱۹۹۸) نشان دادند با افزایش مصرف کود نیتروژن درجه حرارت خمیری شدن افزایش می‌یابد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت [۴۴]. مطابق جدول (۳) در دور آبیاری با تناوب ۱۴ روز بیشترین درجه حرارت خمیری شدن (۸۷/۲۵ درجه سانتیگراد) مشاهده شد. مطابق جدول (۴) و بررسی تاثیر مصرف کود بر خواص ویسکوزیته، بیشترین درجه حرارت خمیری شدن در مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (۸۶/۹۵ درجه سانتیگراد) مشاهده شد. مطابق جدول (۵) و بررسی اثرات متقابل کود نیتروژن و آبیاری، بیشترین درجه حرارت خمیری شدن مربوط به تیمار کود ۱۰۰ کیلوگرم و آبیاری با تناوب ۱۴ روز (۸۷/۶۹ درجه سانتیگراد) و کمترین مقدار آن (قابل قبول تر) در

- Russell, R. 2010. Important Sensory Properties Differentiating Premium Rice Varieties. *Rice* 3:270-281.
- [2] Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S. and Blanchard, C. 2003. Effect of rice storage on pasting properties of rice flour. *J. Food Research International*. 36: 625- 634.
- [3] Sowbhagya, C. M., and Bhattacharya, K. R. 2001. Changes in pasting behaviour of rice during ageing. *Cereal Science*. 34: 115-124.
- [4] Carrers, R. C., Tome, R. G., Sendrea, J., Ballestors, R., Vallente, E. F., Quesada, A., Niera, M. and Leganes, F. 1996. Effect of nitrogen rates on rice growth and biological nitrogen fixation. *Journal of Agricultural Science. Camb.* 127: 295-302.
- [5] Talcukdar, A. S. M. H. M., Sufian, M. A., Meisner, C. A., Duxbury, J. M., Lauren, J. G. and Hossain A. B. S. 2002. Rice, wheat and mungbean yield in response to levels and management under a bed planting system. *WCSS, Thainland*, 1256-1267.
- [6] Sarwar, M. J. and khanif, M. 2005. Techniques of Water Saving in Rice Prouduction in Malaysia. *Asian Journal of Plant Sciences* 4(1):83-84
- [7] Yazdani, M.R., et al., 2004. Comparison of several water management methods in rice fields of Guilan providence. Effects interval irrigation on rice. *Proceedings of the 11th seminar of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage*. Dec. 2004. Tehran. Iran (In Farsi).
- [8] Rezaei, M. and M. Nahvi, 2004. Effects interval irrigation on rice. *Proceedings of the 11th seminar of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage*. Dec. 2004.
- [9] Asadi, R., M. Rezaei and M.K. Moatamed, 2004. A very to mitigate water shortages in paddy fields. *J. Agri Aridity and Drought*, 14: 87-91. (In Farsi).
- [10] Nahvi, M., 2000. Determination of the suitable interval irrigation based on growth indices and yield on rice. M.Sc thesis. Islamic Azad University of Karaj. Iran.
- [11] Zumber, M.A., Chowdhury, A., Islam, M.Z., Ahmad, T. and M.A. Hasa, 2007. Effects of water stress on growth and yield attribute Aman rice genotype. *Int. J. Sustain. Crop Prod*, 2(6):25-30.
- [12] Amiri, E., 2006. Investigation of water balance and rice yield under irrigation

ویسکوزیته برنج، هر چه حداکثر ویسکوزیته بیشتر و ویسکوزیته حداقل و ویسکوزیته نهایی کمتر باشد، کیفیت بهتری از پخت حاصل خواهد شد. در بررسی اثرات متقابل مصرف کود نیتروژن و آبیاری، بیشترین حداکثر ویسکوزیته مربوط به تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار و آبیاری با تناوب ۱۴ روز و کمترین میزان حداکثر ویسکوزیته مربوط به تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و آبیاری با تناوب ۱۴ روز بود. کمترین حداقل ویسکوزیته نیز در تیمار کود ۷۵ کیلوگرم و آبیاری در شرایط غرقاب دائم بدست آمد. بیشترین ویسکوزیته نهایی (خشکترین بافت) با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار و آبیاری با تناوب ۱۴ روز و کمترین ویسکوزیته نهایی (نرمترین بافت) با مصرف کود ۷۵ کیلوگرم در هکتار و دور آبیاری با تناوب ۷ روز بود. در این تحقیق با ایجاد تنش خشکی تمایل برنج پخته به سمت خشک شدن بیشتر شد. در برنج های کم کیفیت، میزان فروریختگی کمتر از ارقام خوش کیفیت است. در بررسی ویسکوزیته و تعیین کیفیت پخت، فروریختگی بالاتر و برگشت پذیری پائین تر نشان دهنده کیفیت پخت مطلوب تر می باشد. بیشترین مقدار فروریختگی و کمترین برگشت پذیری مربوط به تیمار کود نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار و آبیاری با تناوب ۷ روز بدست آمد. درجه حرارت خمیری شدن با مدت زمان لازم برای پخت یک رقم در ارتباط می باشد و افزایش مدت زمان لازم برای پخت با افزایش مصرف کود نیتروژن به علت افزایش نسبت زنجیره های بلند آمیلوپکین است. بیشترین درجه حرارت خمیری شدن مربوط به تیمار کود ۱۰۰ کیلوگرم و آبیاری با تناوب ۱۴ روز و کمترین مقدار آن (قابل قبول تر) در تیمار آبیاری با تناوب ۷ روز و مصرف کود ۷۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. بنابراین با توجه به شرایط زیست محیطی و توصیه جهت کاهش مصرف کود و آب، در صورت عدم تاثیر بر شاخص های مرتبط با عملکرد، تیمار با دور آبیاری ۷ روز و کود نیتروژن ۷۵ کیلوگرم در هکتار (I2N2) جهت حصول به بهترین کیفیت پخت برای رقم گیلانه پیشنهاد می گردد.

۵- منابع

- [1] Champagne, E.T., Karen L., Garber, B., Fitzgerald, M.A., Casey, C., Lea, J., Ohtsubo, K., Jongdee, S., Lihong Xie, L., Bassinello, Z., Resurreccion, A., Ahmad, R., Habibi, F. and

- irrigated rice, case studies in the philippines. *Agric. Water Manage.* 56, 93-112.
- [23] Allahgholipour M, Farshadfar E and Rabiei B. 2014. Molecular characterization and genetic diversity analysis of different rice cultivars by microsatellite markers. *Genetika*, 46(1): 187-198.
- [24] Allahgholipour M, Rabiei B. and Yekta M. 2012. Assessment of general and specific combining abilities of the starch paste viscosity properties in parental lines of hybrid rice. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 13(1):178-193.
- [25] Allahgholipour, M., Moumeni, A., Nahvi, M., Yekta, M. and Zarbafi, S. 2012. Identification of parental combinations for improvement of rice grain quality, yield and yield components in rice. *Cereal Research*, 1(1): 1-10 (In Farsi).
- [26] Allahgholipour, M., Skokoofeh, A. A., Yekta, M., Shafiei Sabet, H., Mohammadi, M. and Lotfi, A. 2015. Improvement of rice cultivars for yield and quality characters through farmer's participatory breeding programs. *Rice Research Institute of Iran. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran.* Pp. 41.
- [27] AACC. 1995. Determination of the pasting properties of rice with the rapid visco analyzer. AACC method 61-02.01.
- [28] Zhou, T., Zhou, Q., Li, E., Yuan, L., Wang, W., Zhang, H., Liu, L., Wang, Z., Yang, J. and Gu, J. 2020. Effects of nitrogen fertilizer on structure and physicochemical properties of 'super'rice starch. *Carbohydrate Polymers*, p.116237.
- [29] Singh, N., Pal, N., Mahajan, G., Singh, S. and Shevkani, K. 2011. Rice grain and starch properties: Effects of nitrogen fertilizer application. *Carbohydrate Polymers*, 86(1), 219-225.
- [30] Graham Acquaah, S., Saito, K., Traore, K., Dieng, I., Alognon, A., Bah, S. and Manful, J. T. 2018. Variations in agronomic and grain quality traits of rice grown under irrigated lowland conditions in West Africa. *Food science & nutrition*, 6(4), 970-982.
- [31] Liu, D. H., Zhang, J. L., Cao, J. H., Wang, Z. H., Yu, C. and Jin, D. M. 2010. The reduction of amylose content in rice grain and decrease of Wx gene expression during endosperm development in response to drought management whit model, (modeling and field experiments). PhD thesis. Islamic Azad University, Tehran science and research branch, Iran.
- [13] Rezaei, M. and M. Nahvi, 2008. Effects of different irrigation management methods on Water use efficiency and some characters of two native rice cultivars in Guilan. *J. Agric. Sci.*, 1(9): 15-26. (In Farsi)
- [14] Razavipor, T.M., R. Yazdani and M. Kavosi, 2000. Effects of soil water tension in different growing stage on rice yield. *Proceedings of the 6 congress on soil science 2000. Mashhad. Iran* (In Farsi).
- [15] Sarwar, M. J. and khanif, M. 2005. Techniques of Water Saving in Rice Prouduction in Malaysia. *Asian Journal of Plant Sciences* 4(1):83-84
- [16] Ohnishi, Horrio, T., Homma, K., Takano, H. and Yamamoto, S. 1999. Nitrogen management and culture effects on rice yield and nitrogen use efficiency in noththeast Thailand. *Field Crops Research*. 64: 109-120.
- [17] Mohammad, I. and Ramjan, M. 2001. Response of rice to the graded levels of NPK fertilizers. *Crop Research Hisar*, 21: 120- 122.
- [18] Koutroubasa, S. D. and Ntanos, D. A. 2003. Genotypic differences for grain yield and nitrogen utilization in Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crops Res.* 83: 251-260.
- [19] Carrers, R. C., Tome, R. G., Sendrea, J., Ballestors, R., Vallente, E. F., Quesada, A., Niera, M. and Leganes, F. 1996. Effect of nitrogen rates on rice growth and biological nitrogen fixation. *Journal of Agricultural Science. Camb.* 127: 295-302.
- [20] Nasrolahzadeh, A., Bayram Oghlu, P., Amiri, E., Razavipour, T., Shariffar, A. and Tayefe, M. 2010. Comparing the use of chemical fertilizer, azolla compost and cow dung on nutritious quality and yield of rice. *Journal of biology science.* 4(2): 85-95.
- [21] Singh, A. K., Choudhury, B. U. and, Bouman, B. A. M. 2002. Effects of rice establishments methods on crop performance, water use, and mineral nitrogen.
- [22] Tabbal, D. F., Bouman, B. A. M., Bhuiyan, S. I., Sibayan, E. B. and Satter, M. A. 2002. On-farm strategies for reducing water input in

- Agricultural Engineering Research, 14(2), 43. magiran.com/p1173988
- [40] Bao, J., Kong, X., Xie, J. and Xu, L. 2004. Analysis of genotypic and environmental effects on rice starch. 1. Apparent amylose content, pasting viscosity, and gel texture. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(19), 6010-6016.
- [41] Bryant, R. J., Anders, M. and McClung, A. M. 2009. Effect of cultural management practices on grain quality of two rice cultivars. *Cereal chemistry*, 86(4), 405-409.
- [42] Zhu, D., Zhang, H., Guo, B., Xu, K., Dai, Q., Wei, C. and Huo, Z. 2017. Effects of nitrogen level on structure and physicochemical properties of rice starch. *Food Hydrocolloids*, 63, 525-532.
- [43] Asante, M. D., Offei, S. K., Gracen, V., Adu-Dapaah, H., Danquah, E. Y., Bryant, R. and McClung, A. 2013. Starch physicochemical properties of rice accessions and their association with molecular markers. *Starch Stärke*, 65(11-12), 1022-1028.
- [44] Zhou, M. X., Glennie-Holmes, M., Robards, K., Roberts, G. L. and Helliwell, S. 1998. Effects of sowing date, nitrogen application, and sowing rate on oat quality. *Australian journal of agricultural research*, 49(5), 845-852.
- [45] Dou, Z., Tang, S., Li, G., Liu, Z., Ding, C., Chen, L. and Ding, Y. 2017. Application of nitrogen fertilizer at heading stage improves rice quality under elevated temperature during grain-filling stage. *Crop Science*, 57(4), 2183-2192.
- stress. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 8, 873-878.
- [32] Ghosh, M., B. K. Mandal, B. B. Mandal, S. B. Lodh, and A. K. Dash. "The effect of planting date and nitrogen management on yield and quality of aromatic rice (*Oryza sativa*).*" The Journal of Agricultural Science* 142, no. 2 (2004): 183-191.
- [33] Martin, M. and Fitzgerald, M.A. 2002. Protein in rice grains influence cooking properties. *J. Cereal Science*. 36: 285-294.
- [34] Zhu, D., Zhang, H., Guo, B., Xu, K., Dai, Q., Wei, C. and Huo, Z. 2017. Effects of nitrogen level on structure and physicochemical properties of rice starch. *Food Hydrocolloids*, 63, 525-532.
- [35] Sowbhagya, C. M. and Bhattacharya, K. R. 2001. Changes in pasting behaviour of rice during ageing. *Cereal Science*. 34: 115-124.
- [36] Zhang, Z., Zhang, S., Yang, J. and Zhang, J. 2008. Yield, grain quality and water use efficiency of rice under non-flooded mulching cultivation. *Field Crops Research*, 108(1), 71-81.
- [37] Gu, J., Chen, J., Chen, L., Wang, Z., Zhang, H. and Yang, J. 2015. Grain quality changes and responses to nitrogen fertilizer of japonica rice cultivars released in the Yangtze River Basin from the 1950s to 2000s. *The Crop Journal*, 3(4), 285-297.
- [38] Zhou, C., Huang, Y., Jia, B., Wang, Y., Wang, Y., Xu, Q. and Dou, F. 2018. Effects of cultivar, nitrogen rate, and planting density on rice-grain quality. *Agronomy*, 8(11), 246.
- [39] Latifi, A. 2013. Physicochemical Properties of Iranian Rice during Storage, *Journal of*

Effects of irrigation interval and nitrogen fertilizer on quality characteristics related to viscosity in Gilaneh rice cultivar

Hamidizad, H. ¹, Sadeghi, M. ², Habibi, F. ^{3*}

1. M.Sc Student, Department of Food Science and Technology, Lahijan Branch Islamic Azad University, Lahijan, Iran
2. Associate professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Lahidjan Branch, Islamic Azad University, Lahidjan, Iran
3. Assistant Professor, Rice Research Institute of Iran (RRII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREO), Rasht, Iran.

(Received: 2020/06/01 Accepted: 2020/08/22)

Viscosity is used as the most important indicator in evaluating the cooking quality of rice. In order to investigate the best irrigation method and nitrogen application and their interaction effects on viscosity or cooking quality in Gilaneh rice cultivar, this experiment was conducted as a factorial experiment in a CRBD with 3 replications. Irrigation managements was considered in 3 levels (full irrigation, 7 and 14 day interval irrigation) and nitrogen fertilizer as the second factor in 3 levels (50, 75 and 100 kg/ha). It will achieve better cooking quality with higher peak viscosity, lower trough viscosity and lower final viscosity. In the study of the interaction effects of nitrogen fertilizer application and irrigation, the highest peak viscosity was observed in the treatment with 14-day interval irrigation and 75 kg nitrogen fertilizer per hectare (2707 Centipoise). The lowest trough viscosity was obtained in the treatment of 75 kg fertilizer and irrigation under flooding (1767 Centipoise). The lowest final viscosity was obtained with 7-day interval irrigation and 75 kg nitrogen fertilizer per hectare (3648 Centipoise). In the study of viscosity, the higher breakdown and lower setback indicate better cooking quality. The highest breakdown (881 Centipoise), the lowest setback (957 Centipoise) and the lowest pasting temperature (84.54°C) were related to the treatment of nitrogen fertilizer 75 kg/ha and 7-day interval irrigation. Therefore, according to environmental conditions and recommendations to reduce fertilizer and water consumption, if there is no effect on yield, treatment with 7-day interval irrigation and nitrogen fertilizer 75 kg/ha to achieve the best cooking quality for Gilaneh cultivar is recommended.

Keywords: Rice, Viscosity, Quality, Irrigation, Nitrogen fertilizer

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