



## تأثیر محلول پاشی نیتروژن و پتاسیم مکمل بر عملکرد، کیفیت دانه و کارآیی استفاده از نیتروژن در برنج دورگ بهار-۱

سمانه اسدی<sup>۱</sup>، \* محسن زواره<sup>۲</sup>، حسن شکری واحد<sup>۳</sup> و پریسا شاهین رخسار<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکترای زراعت دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، استادیار گروه زراعت دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، <sup>۲</sup>عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور

### چکیده

به منظور ارزیابی کیفیت دانه و کارآیی استفاده از نیتروژن در برنج دورگ و در واکنش به محلول پاشی کود مکمل پتاسیم و نیتروژن، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ انجام شد. تیمارهای آزمایشی، شامل محلول پاشی کودهای نیتروژن و پتاسیم در مراحل مختلف رشد (به صورت محلول پاشی نیتروژن در مرحله حداکثر پنجه زنی، آبستنی و مرحله حداکثر پنجه زنی و آبستنی به تنهایی و همراه با محلول پاشی پتاسیم) بود. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد شلتوک (۱۰۲۵۶/۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار محلول پاشی نیتروژن در مرحله حداکثر پنجه زنی است که نسبت به تیمار پاشش آب خالص ۵۶ درصد افزایش داشت. بیشترین مقدار پروتئین دانه (۱۱/۶ درصد) مربوط به تیمار محلول پاشی نیتروژن در مرحله حداکثر پنجه زنی و آبستنی در مقایسه با پاشش آب خالص است. مطابق با یافته‌های آزمایش، کارآیی استفاده از نیتروژن تحت تأثیر تیمارهای محلول پاشی قرار نگرفت. در بین عوامل تعیین کننده کیفیت پخت و تبدیل دانه، اگر چه دمای ژلاتینه شدن، درصد برنج گچی و برنج خرده تحت تأثیر محلول پاشی قرار گرفت ولی درصد آمیلوز، قوام ژل و درصد برنج سالم تحت تأثیر تیمارهای محلول پاشی قرار نگرفت. با اعمال تیمارهای محلول پاشی به عنوان مکمل در کنار مصرف خاکی آن، رقم بهار-۱ از نظر ویژگی‌های کیفیت پخت نیز، در گروه متوسط قرار گرفته و محلول پاشی سبب بهبود برخی ویژگی‌های تبدیل دانه آن شد.

**واژه‌های کلیدی:** برنج، محلول پاشی، کارآیی استفاده از نیتروژن، آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن.

\*مسئول مکاتبه: mzavareh@guilan.ac.ir

## مقدمه

از میان غلات دانه‌ریز، برنج پس از گندم مهم‌ترین منبع غذایی انسان بوده و به همین دلیل در رده دوم تقاضا قرار دارد. پاسخ به این تقاضا، که ناشی از رشد جمعیت و توسعه اقتصادی است، نیازمند آن است که میانگین عملکرد ۳/۵ تنی برنج در هکتار سالانه ۱/۷ درصد افزایش یابد (رزگرانت و همکاران، ۲۰۰۸).

افزایش تقاضا به علت افزایش جمعیت از یک طرف و کاهش منابع آب و زمین موجود در زراعت برنج از طرف دیگر، اهمیت گسترش و استفاده از روش‌های نوین در دستیابی به عملکرد بیشتر در واحد سطح را افزایش داده است (لانگ پینگ، ۲۰۰۴). از این رهیافت‌ها می‌توان به استفاده از ارقام دورگ با توجه به پتانسیل بالای این ارقام در جذب عناصر غذایی و طول دوره رشد زیاد و بهبود مدیریت زراعی از جمله تأمین مناسب عناصر غذایی مورد نیاز اشاره کرد که می‌تواند از راه محلول‌پاشی عناصر غذایی به عنوان مکمل در کنار استفاده خاکی از آن‌ها انجام شود. این روش مدیریت، به تأمین بهنگام مواد غذایی برای گیاه کمک کرده و موجب افزایش تولید می‌شود (پایر و همکاران، ۲۰۰۷). با این حال، دستیابی به این تولید بیشتر منوط به تأمین مقدار مناسب نهاده‌های کودی است که این مقدار برای زراعت برنج دورگ در مقایسه با ارقام خودگشن بیشتر است (بالاسوبرامانیان و همکاران، ۲۰۰۳).

ابونور (۲۰۰۲) بیان کرد که محلول‌پاشی می‌تواند با بهبود استفاده از مواد مغذی و کاهش کاربرد خاکی کود، موجب کاهش آلودگی‌های محیطی شده و جذب ریشه‌ای مواد غذایی را همراه با رشد ریشه افزایش دهد. در مورد برنج مشخص شده که محلول‌پاشی گیاه با کلرور پتاسیم در مرحله آغازش خوشه، آبستنی و ۵۰ درصد گلدهی، می‌تواند موجب افزایش چشم‌گیری در عملکرد دانه و بهبود کیفیت آن شود (جایاراج و چاندراساхарان، ۱۹۹۷). شریف و همکاران (۲۰۰۶) معتقدند که تغذیه برگی در زمان درست، می‌تواند رشد برنج را افزایش داده و استفاده از کودهای شیمیایی را کاهش دهد.

در کنار تأمین عناصر غذایی، افزایش کارایی استفاده از آن‌ها هم، برای حفظ محیط‌زیست و کاهش هزینه‌های تولید اهمیت بسزایی دارد. ران و جانسون (۲۰۰۸) تقسیط هرچه بیشتر کود نیتروژن طی دوره رشد و مطابق با نیاز گیاه، کود آبیاری و محلول‌پاشی را از راه‌های افزایش کارایی نیتروژن دانستند. براساس آمار موجود، میانگین کارایی استفاده از نیتروژن در کشت‌زارهای غلات کشورهای

توسعه یافته ۴۲ و در کشورهای در حال توسعه ۲۹ درصد (میانگین جهانی ۳۳ درصد) است (ران و جانسون، ۲۰۰۸). افزایش این کارایی در مورد عنصری مانند نیتروژن هنگامی به بیشینه خود می‌رسد که زمان کاربرد آن با دوره جذب سریع در گیاه هماهنگ باشد (اسمیت و همکاران، ۱۹۸۹).

در بین ژنوتیپ‌های برنج تفاوت معنی‌داری در کارایی مصرف نیتروژن در ارتباط با عملکرد دانه وجود دارد (سامنت و همکاران، ۲۰۰۶). ون و ماکروان (۱۹۸۷) کارایی جذب نیتروژن<sup>۱</sup> (یعنی نیتروژن کل گیاه تقسیم بر نیتروژن مصرف شده) را مهم‌ترین عامل تعیین کننده اختلاف ارقام در تولید ماده خشک و عملکرد پروتئین دانستند. نورمن و همکاران (۱۹۹۲) با مصرف کود نیتروژن در ۲۷ و یا ۵۵ روز بعد از سبز شدن برنج، کارایی مصرف نیتروژن<sup>۲</sup> را بین ۷۲ تا ۷۹ درصد بدست آوردند. فیشر و همکاران (۱۹۹۳) بیان کردند که کارایی استفاده از نیتروژن<sup>۳</sup> ممکن است به خاطر هدر رفتن آن از طریق تصعید، دنیتریفیکاسیون، آبشویی و یا به علت عدم جذب نیتروژن و یا عدم استفاده مؤثر از آن کاهش یابد.

کیفیت غذایی و پخت و پز دانه برنج و بهبود آن، یکی از اهداف بسیار مهم به‌نژادی و یکی از عوامل تأثیرگذار در معرفی، پذیرش و گسترش سطح زیر کشت ارقام جدید می‌باشد (رحیم‌سروش و همکاران، ۲۰۰۷). در این میان، کیفیت پخت برای مصرف کننده دارای اهمیت بیشتری است که این صفت تحت تأثیر رقم، شرایط محیطی، عملیات پیش و پس از برداشت، تبدیل و چگونگی فرآوری و مصرف قرار می‌گیرد (سبینمورگن و کین، ۲۰۰۵).

در این راستا، اگرچه بررسی‌های چندی در این زمینه انجام شده ولی اطلاعات مناسبی در مورد اولین رقم دورگ در کشور فراهم نیست. بنابراین، آزمایش کنونی با هدف بررسی تأثیر محلول‌پاشی کودهای نیتروژن و پتاسیم در مراحل پیش از گلدهی بر کارایی نیتروژن و کیفیت پخت و تبدیل دانه برنج دورگ انجام شد.

- 
- 1- Nitrogen Uptake Efficiency (UPE)
  - 2- Nitrogen Use Efficiency (NUE)
  - 3- Nitrogen Utilization Efficiency (UTE)

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در فصل زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه آزمایشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار انجام شد. بر اساس آمار اداره هواشناسی استان گیلان (۱۳۸۷)، میانگین ۳۰ ساله بارندگی و دمای نیمه اول سال در محل انجام آزمایش به ترتیب ۴۲۰ میلی‌متر و ۲۱/۳ درجه سلسیوس بود. سه ماه پیش از اجرای آزمایش، شخم اول انجام شد. احداث خزان و بذریاشی در ابتدای اردیبهشت و شخم دوم، مرزبندی، کانال کشی و تسطیح زمین اصلی در نیمه دوم اردیبهشت انجام شد. رقم برنج مورد استفاده در این آزمایش، برنج دورگ بهار-۱ با میانگین عملکرد حدود ۷/۵-۸ تن در هکتار و طول دوره رشد ۱۳۰-۱۲۵ روز بود.

پیش از آغاز آزمایش با توجه به نتایج آزمون خاک (جدول ۱)، به خاک تمام کرت‌های آزمایشی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره، ۴۵ کیلوگرم در هکتار  $P_2O_5$  از منبع سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار  $K_2O$  از منبع سولفات پتاسیم افزوده شد. عملیات نشاکاری، براساس نقشه آزمایش با سطح زیر بوته ۲۵×۲۵ سانتی‌متر مربع (بین ردیف‌های ردیف) به صورت تک نشا در کرت‌هایی به طول ۵ متر در ۲۰ ردیف انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایش

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده							عمق نمونه
بافت خاک	واکنش گل اشباع	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام)	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام)	نیتروژن کل (درصد)	کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	برداری (سانتی‌متر)
رسی سیلتی	۶/۸۳	۱۹۶/۳	۱۵/۸۴	۰/۲۵	۲/۶۵	۲/۳۷	۰-۳۰

تیمارهای آزمایشی، شامل محلول‌پاشی کودهای نیتروژن و پتاسیم در سه مرحله رشد (بصورت محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله حداکثر پنجه‌زنی (RGS 2) - بدون و با محلول‌پاشی پتاسیم (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>)، محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله آبستنی (RGS 4) - بدون و با محلول‌پاشی پتاسیم (T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>) و محلول‌پاشی نیتروژن در هر دو مرحله حداکثر پنجه‌زنی و آبستنی - بدون و با محلول‌پاشی پتاسیم (T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>) بود. تیمار پاشش آب خالص به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد (T<sub>1</sub>). برای تعیین مراحل رشد برنج، از کلید مراحل رشد برنج (مؤسسه بین‌المللی تحقیقات برنج، ۱۹۸۸) استفاده شد.

برای اعمال تیمارهای محلول‌پاشی، از محلول پنج درصد نیتروژن خالص از منبع اوره و سه درصد اکسید پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۲/۵ لیتر در هر کرت و به کمک سمپاش پشتی تنظیم شده، در سپیده‌دم استفاده شد. مبارزه با علف‌های هرز در طول انجام آزمایش انجام شد.

عملیات برداشت برای تعیین عملکرد نهایی از شش متر مربع میان هر کرت و با رعایت اثر حاشیه انجام شد. در این مطالعه کارآیی استفاده از نیتروژن بصورت نسبت عملکرد شلتوک به نیتروژن موجود در اندام‌های هوایی گیاه در مرحله رسیدگی گیاه به‌دست آمد (ساورز و همکاران، ۱۹۹۴). شاخص برداشت نیتروژن<sup>۱</sup> از نسبت نیتروژن موجود در شلتوک به نیتروژن موجود در اندام‌های هوایی در مرحله رسیدگی برنج محاسبه شد. اندازه‌گیری نیتروژن به روش کجلدال و با استفاده از دستگاه کجل تک در آزمایشگاه شیمی خاک مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت انجام شد (امامی ۱۳۷۵). میزان پروتئین دانه با استفاده از رابطه (درصد نیتروژن دانه × ۵/۷) محاسبه شد (فولر و همکاران، ۱۹۸۹).

پس از تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید با استفاده از دستگاه مگ گیل میلو (سفیدکن)، جداسازی دانه‌های خرد آن از سالم به وسیله دستگاه غربال‌گر انجام گرفت. درصد برنج گچی نیز، با روش جولیانو (۱۹۷۱) تعیین شد. با استفاده از روابط ۱ و ۲، بازده تبدیل و درصد برنج سالم هم محاسبه شد (جولیانو، ۱۹۷۱).

$$\text{رابطه (۱)} \quad 100 \times \frac{\text{وزن برنج سفید (سالم و خرد)}}{\text{وزن شلتوک (گرم)}} = \text{درصد بازده تبدیل}$$

$$\text{رابطه (۲)} \quad 100 \times \frac{\text{وزن برنج سالم (گرم)}}{\text{وزن شلتوک (گرم)}} = \text{درصد برنج سالم}$$

میزان آمیلوز با روش جولیانو (۱۹۷۱) و با دستگاه "اسپکتروفتومتر" مدل (CECIL 3000) تعیین گردید. قوام ژل بر اساس میزان حرکت ژل برحسب میلی‌متر و دمای ژلاتینه شدن با استفاده از روش لیتل و همکاران (۱۹۵۸) تعیین شد. برای تجزیه داده‌ها، از رویه‌های نرم‌افزار SAS نسخه ۹ استفاده شد. همچنین مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) و روش مقایسه‌های گروهی تعیین شد.

1- Nitrogen Harvest Index (NHI)

## نتایج و بحث

**عملکرد شلتوک:** نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم در مراحل مختلف رشد برنج اثر معنی‌داری بر عملکرد شلتوک دارد. مقایسه میانگین نیز نشان داد (جدول ۳) که بیشترین عملکرد شلتوک (۱۰۲۵۶۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار با محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله حداکثر پنجه‌زنی بدست آمده که نسبت به تیمار پاشش آب خالص با کمترین مقدار، باعث ۵۵ درصد افزایش برگ‌ها شده که بیشترین ساخت و انتقال مواد و افزایش تعداد خوشه و درصد باروری خوشه‌ها و در نتیجه افزایش عملکرد را به دنبال داشته است. خلیلی (۲۰۰۸) و فلاح (۲۰۰۵) در بررسی اثر محلول‌پاشی نیتروژن در مقایسه با کاربرد خاکی آن در مراحل مختلف رشد برنج، تأثیر مثبت و معنی‌دار محلول‌پاشی را بر عملکرد شلتوک گزارش کرده‌اند. شریف و همکاران (۲۰۰۶) و عارف و همکاران (۲۰۰۶) نیز در مطالعات خود بیان داشتند محلول‌پاشی نیتروژن در ۴۵ روز پس از نشاکاری (اواسط مرحله پنجه‌زنی)، عملکرد شلتوک برنج را در مقایسه با ۱۵ روز پس از نشاکاری افزایش داده است. ملکوتی و همکاران (۲۰۰۸) هم افزایش معنی‌دار عملکرد دانه را با مصرف نیتروژن به صورت تقسیط در مراحل ساقه رفتن و آبستنی بدست آوردند. با توجه به مقدار پتاسیم قابل دسترس و موجود در خاک (جدول ۱)، محلول‌پاشی پتاسیم بر عملکرد شلتوک برنج تأثیر معنی‌داری نداشته است. از آن جا که یکی از عوامل مؤثر در استفاده از کود نیتروژن، برهم‌کنش نیتروژن با دیگر عوامل مؤثر در رشد گیاه است، کاربرد کافی و به‌هنگام کود نیتروژن، زمانی عملکرد بهینه را در پی خواهد داشت که کمبود یا بیشبود سایر عوامل و عناصر بویژه پتاسیم محدود کننده نباشد. دداتا و گومز (۱۹۹۰) هم معتقدند که واکنش ارقام پرمحصول برنج به پتاسیم خاک به شدت تحت تأثیر میزان نیتروژن قرار دارد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای آزمایشی بر ویژگی های مورد مطالعه.

مقدار کل تبدیل	مقدار گچی	برنج خرده	برنج سالم	قوام ژل	دمای ژلاتینه شدن	مقدار آمیلوز	پروتئین دانه	شاخص برداشت کارآیی استفاده از نیروزن		عملکرد شلوی آزاد	درجه
								نیروزن	نیروزن		
۶/۱۴ ns	۳۴/۴۲۸*	۱۱/۹۶۵ ns	۳۴/۲۲ ns	۰/۱۹۰ ns	۰/۱۰۲۸ ns	۰/۶۷۴۷ ns	۰/۰۲۷ ns	۲۶/۵۷ ns	۳۷/۹۰۳ *	۱۰۰۵۷۶/۴ ns	۲
۴/۴۲ ns	۲۵/۳۱۷*	۱۳/۵۳۰ *	۲۶/۱۸۱ ns	۱/۶۰۳ ns	۰/۸۱۵۳ **	۰/۸۹۴۷ ns	۰/۴۸۸ *	۲۲/۸۰ ns	۵/۱۲۲ *	۴۵۹۷۶/۸ *	۶
۸/۳۰۵	۷/۹۸۴۱	۴/۱۴۹۳	۱۰/۲۹۹	۴/۵۷۹	۰/۰۰۸۹	۰/۶۶۱۵	۰/۱۳۷	۸۴۸۷	۸۱۷/۸۴	۱۲۷۸۵۶۳/۳	۱۲
۴/۱۷	۲۱/۹۷	۱۵/۴۵	۵/۳۶	۴/۴۰	۱/۹۷	۳/۵۹	۳/۳۷	۸/۱۰۵	۶/۰۳	۱۲/۴۲	-

CV = ۱۲/۴۲

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارها بر ویژگی های مورد مطالعه

مقدار کل تبدیل	برنج گچی	برنج خرده	برنج سالم	قوام ژل	دمای ژلاتینه شدن	مقدار آمیلوز	پروتئین دانه	کارآیی استفاده از نیروزن	شاخص برداشت نیروزن	عملکرد شلوی (کلوگرم در هکتار)	تیمارها
۶/۱۴ ns	۱۶ a	۱۷/۱ a	۵۰/۹ a	۴۸۷ a	۴/۸ ab	۲۲/۶ a	۱۰/۵ c	۳/۵ a	۲۵/۱ ab	۲۵۲/۱ b	آب خالص
۴/۴۲ ns	۱۵/۷ a	۱۱/۴ b	۵۷/۲ a	۴۹ a	۴/۸ bde	۲۲/۹ a	۱۰/۷ bcd	۳/۳ a	۲۲/۶ abc	۱۰۵/۳ a	N در حداکثر پنجه زنی
۸/۳۰۵	۸/۳ c	۱۳/۵ b	۵۲/۷ a	۴۹/۳ a	۴/۷ cde	۲۲/۸ a	۱۰/۷ c	۳/۰ ab	۵۹/۹ bc	۹۰/۱۵/۷ a	N و K در حداکثر پنجه زنی
۴/۱۷	۱۳/۸ abc	۱۳/۸ ab	۵۶/۱ a	۴۸۷ a	۴/۹ b	۲۲/۹ a	۱۰/۹ abc	۳/۰/۲ ab	۵/۷ c	۸۴۷/۲ ab	N در آستنی
۴/۴۲ ns	۱۴/۷ b	۱۳/۵ ab	۵۴/۴ a	۴۹۳ a	۵/۱ a	۲۲/۴ a	۱۱/۴ ab	۳/۷/۳ a	۱۹/۶ a	۱۰۱۰/۶/۱ a	N و K در آستنی
۴/۱۷	۱۲/۸ b	۱۲/۳ b	۵۶/۶ a	۴۷۳ a	۴/۸ bcd	۲۲/۳ a	۱۱/۶ a	۳/۳/۱ ab	۲۴/۷ abc	۹۵۲/۶ a	N در هر دو مرحله
۴/۱۷	۱۰/۷ a	۱۰/۷ b	۶۰/۱ a	۴۸ a	۴/۸ bc	۲۲/۴ a	۱۰/۹ abc	۳/۵ a	۲۶/۱ ab	۹۷۷/۷ a	N و K در هر دو مرحله

LSD: نیروزن: K؛ نتایج مقایسه میانگین های با حروف یکسان در هر ستون، اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD

**شاخص برداشت نیتروژن:** شاخص برداشت نیتروژن نشان‌دهنده مقدار نیتروژن جذب شده به وسیله گیاه به مقدار این عنصر در دانه است که برای مقایسه ویژگی‌های کیفی و توان انتقال نیتروژن جذب شده به دانه مورد استفاده قرار می‌گیرد (هارمسن، ۱۹۸۴). یافته‌های این آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت نیتروژن داشته است (جدول ۲). محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله آبستنی کمترین شاخص برداشت (۵۷/۴ درصد) را داشت که می‌تواند به دلیل افزایش مجدد رشد رویشی و رشد پنجه‌ها و انتقال کمتر نیتروژن به دانه‌ها باشد (جدول ۳). کمترین میزان درصد باروری پنجه‌ها و تعداد خوشه در این مرحله نیز مؤید همین امر است که می‌تواند نشان‌دهنده کاهش توانایی گیاه در انتقال نیتروژن جذب شده به دانه و یا شاخص برداشت نیتروژن باشد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). در نتیجه می‌توان گفت که با تقسیم نیتروژن به صورت محلول‌پاشی در پیش از گلدهی، افزایش اندکی در شاخص برداشت نیتروژن بدست آمده است.

**کارایی استفاده از نیتروژن:** در این آزمایش کارایی استفاده از نیتروژن تحت تأثیر تیمارهای محلول‌پاشی قرار نگرفت (جدول ۲). همان طور که نتایج آزمایش نشان داد گیاه توانسته مقدار نیتروژن جذب شده در اندام‌های رویشی خود را به خوبی به دانه انتقال دهد به همین علت تولید دانه کمتری نسبت به کل جذب نیتروژن (کارایی استفاده از نیتروژن) داشته است. مشابه این روند در بررسی‌های مربوط به تغذیه برگ‌ها در مراحل مختلف رشد گندم هم مشاهده شده است (فیشر و همکاران، ۱۹۹۳). با توجه به نتایج مقایسات گروهی نیز (جدول ۴)، تیمارهای محلول‌پاشی با تیمار پاشش آب خالص تفاوتی نشان ندادند و در بین تیمارهای محلول‌پاشی هم تفاوتی دیده نشد.

آناقلی و عزت احمدی (۲۰۰۶) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که تقسیم محلول‌پاشی نیتروژن به علت کاهش عملکرد دانه و افزایش نیتروژن موجود در دانه نسبت به کاربرد تمام نیتروژن به هنگام کاشت موجب کاهش کارایی استفاده از نیتروژن شده است. از طرف دیگر افزایش کارایی جذب نیتروژن با تأخیر در زمان مصرف نیتروژن نیز در گزارش ایشان اشاره شده است. همچنین، فیشر و همکاران (۱۹۹۳) بیان کرده‌اند که کارایی استفاده از نیتروژن ممکن است به علت هدر رفتن آن از طریق تصاعد، دنتریفیکاسیون، آبشویی و یا به سبب عدم جذب نیتروژن به وسیله غلات و یا عدم استفاده مؤثر از آن کاهش یابد.



ویژگی‌های کیفی دانه: محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد برنج اثر متفاوت و معنی‌داری بر درصد پروتئین دانه‌ها داشت (جدول ۲). بیشترین مقدار پروتئین دانه (۱۱/۶ درصد) مربوط به تیمار محلول‌پاشی نیتروژن در مرحله حداکثر پنجه‌زنی و آبستنی بود که نسبت به تیمار پاشش آب خالص ۱۰ درصد افزایش معنی‌دار نشان داد (جدول ۳). نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که محلول‌پاشی پیش از گلدهی نیتروژن و پتاسیم تأثیر چندانی بر مقدار پروتئین دانه نداشته است. این نتایج موافق با نظر تام و همکاران (۱۹۸۱) است که بیان کردند محلول‌پاشی اوره پیش از گلدهی برنج و در میانه‌های فصل رشد سبب افزایش عملکرد دانه می‌گردد و اگر محلول‌پاشی تا مرحله گلدهی و پس از آن به تأخیر افتد، افزایش پروتئین دانه را به دنبال خواهد داشت. این افزایش احتمالاً به این دلیل است که برنج تا اواخر دوره رشد خود توانایی جذب نیتروژن و ساخت پروتئین را دارد. این نتایج همچنین، با یافته‌های بلائی و وودارد (۲۰۰۳) مطابقت دارد؛ در آزمایش ایشان کاربرد برگی نیتروژن در مراحل پس از گلدهی گندم به‌طور معنی‌داری غلظت پروتئین دانه را در مقایسه با استفاده از آب خالص افزایش داده است. ملکوتی و همکاران (۲۰۰۸) نیز بیان کردند محلول‌پاشی نیتروژن در اواخر مرحله رشد برنج، مقدار پروتئین دانه‌ها را افزایش می‌دهد.

مقدار آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل از عوامل تعیین کننده کیفیت پخت هستند که با روش‌های شیمیایی ارزیابی می‌شوند که از بین آن‌ها، مقدار آمیلوز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (رحیم‌سروش و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج این آزمایش نشان داد (جدول ۲) که اثر تیمارهای محلول‌پاشی بر درصد آمیلوز از نظر آماری معنی‌دار نیست. در بیان اختلاف بین تیمارها با روش مقایسات گروهی نیز، تیمارهای محلول‌پاشی با تیمار پاشش آب خالص تفاوتی نداشتند (جدول ۴).

ارقام برنج براساس طبقه‌بندی مؤسسه بین‌المللی تحقیقات برنج، از لحاظ مقدار آمیلوز به برنج‌های واکسی (۰ تا ۲ درصد)، آمیلوز خیلی کم (۳ تا ۹ درصد)، کم آمیلوز (۱۰ تا ۱۹ درصد)، آمیلوز متوسط (۲۰ تا ۲۵ درصد) و برنج‌های پرآمیلوز (بیش از ۲۵ درصد) تقسیم‌بندی می‌شوند (رای و هیلری اسلامبرز، ۱۹۸۹). با توجه به یافته‌های این آزمایش، برنج دورگ بهار-۱ با میانگین آمیلوز ۲۲/۹ درصد در گروه با آمیلوز متوسط قرار گرفت (جدول ۳). ارقام با آمیلوز متوسط، بعد از پخت جدا از هم بوده و تا مدت‌ها نرم باقی می‌مانند در حالی که ارقام با آمیلوز بالا، خشک (رای و هیلری اسلامبرز، ۱۹۸۹) و ارقام با آمیلوز پایین، لعابدار و چسبنده (جولیانو، ۱۹۷۱) می‌شوند. بنابراین، می‌توان رقم بهار-۱ را

مانند رقم‌های خوش کیفیت ایرانی نظیر دمسیاه و صدری جزو این گروه دانست (رحیم سروش و همکاران، ۲۰۰۵).

جدول ۴- مقایسات گروهی با استفاده از آزمون F برای ویژگی های مختلف

تیمار	کارایی استفاده از نیتروژن	مقدار آمیلوز	مقدار قوام ژل	برنج سالم	مقدار کل تبدیل
محلول‌پاشی در مقابل پاشش آب خالص	۱۲/۶۹۲ ns	۰/۰۱۶ ns	۰/۰۰۸ ns	۷۷/۹۴۳*	۱/۸۴۶ ns
محلول‌پاشی نیتروژن در مراحل پیش از گلدهی در مقابل پاشش آب خالص	۲۳/۷۹۸ ns	۰/۰۷۳ ns	۰/۲۵۱ ns	۷۵/۷۴۸*	۲/۸۲۳ ns
محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم در مراحل پیش از گلدهی در مقابل پاشش آب خالص	۳/۱۹۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۱۱۲ ns	۶۱/۰۴۸*	۰/۷۴۳ ns

نتایج تجزیه واریانس داده‌های دمای ژلاتینه شدن نشان داد (جدول ۲) که محلول‌پاشی پیش از گلدهی برنج بر دمای ژلاتینه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است. مقایسه میانگین داده‌های این ویژگی نشان داد (جدول ۳) که محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم در مرحله آبستنی با میانگین ۵ بیشترین دما را داشته و کمترین دما مربوط به محلول‌پاشی با آب خالص بوده است. همچنین، محلول‌پاشی در دو مرحله حداکثر پنجه‌زنی و آبستنی نسبت به محلول‌پاشی صرفاً در مرحله حداکثر پنجه‌زنی، تأثیر بیشتری بر افزایش دمای ژلاتینه شدن داشته است. دمای ژلاتینه شدن ارقام برنج با توجه به درجه گسترش قلیایی و میزان تأثیر پذیری آندوسپرم در هفت گروه دانه متأثر نشده (گروه ۱)، دانه سالم و کمی باد کرده (گروه ۲)، دانه باد کرده با لایه خارجی نازک (گروه ۳)، دانه باد کرده با لایه خارجی کاملاً جدا (گروه ۴)، دانه شکسته با لایه خارجی کاملاً حل شده (گروه ۵)، دانه پخش شده با لایه خارجی مشخص (گروه ۶) و دانه حل شده با لایه خارجی نامشخص (گروه ۷) قرار می‌گیرد (داتاکروز و خوش، ۲۰۰۰). با توجه به نتایج این آزمایش، دو رگه بهار -۱ با درجه گسترش قلیایی ۴ و ۵ جزو گروه برنج‌های با دمای ژلاتینه متوسط قرار گرفت.

با این حال با توجه به یافته‌های زو و همکاران (۲۰۰۴) و یزدی صمدی و عبدالمیشانی (۱۹۹۱) می‌توان انتظار داشت که این دما در پاسخ به عوامل محیطی مانند آب و هوا به ویژه دمای بالا و بارندگی در زمان رسیدگی فیزیولوژیک و برداشت تغییر کند. چون ویژگی‌های فیزیکی برنج در طول

پخت به میزان زیادی به دمای ژلاتینه شدن وابسته است، بنابراین، تغییر این دما می‌تواند بر این ویژگی‌ها اثر زیادی بگذارد. دمای ژلاتینه شدن بالا سبب می‌شود که برنج پخته شده سفت و خشک شود و دمای ژلاتینه شدن کم موجب نرمی و چسبندگی شدن برنج پس از پخت می‌شود. کاسایی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کرده‌اند برنج‌های با دمای ژلاتینه شدن پایین و متوسط نسبت به برنج‌های با دمای ژلاتینه شدن بالا، به آب و زمان کمتری برای پخت نیاز دارند که این یک ویژگی مطلوب است. زمان و آب مورد نیاز برای پخت دورگ بهار-۱ با توجه به دمای ژلاتینه شدن متوسط آن حالتی میانه داشت.

قوام ژل از دیگر شاخص‌های تعیین کیفیت پخت می‌باشد که معیاری از چسبندگی، سختی و میزان پایداری برنج در مقابل عمل پخت و نیز پخت مجدد است (جولیانو، ۱۹۷۱). بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی اثر تیمارهای محلول‌پاشی بر قوام ژل معنی‌دار نشده است (جدول ۲). با مقایسات گروهی انجام شده در بیان تفاوت بین تیمارها (جدول ۴)، در بین تیمارهای محلول‌پاشی و همچنین در مقایسه بین تیمارهای محلول‌پاشی با تیمار پاشش آب خالص تفاوتی مشاهده نشد. قوام ژل براساس مقدار حرکت آن در طول لوله به سه دسته نرم (۱۰۰-۶۱ میلی‌متر)، متوسط (۶۰-۴۰ میلی‌متر) و سخت (۴۰-۲۵ میلی‌متر) طبقه‌بندی می‌شود (دتاگروز و خوش، ۲۰۰۰). قوام ژل حرکت ژل برنج پخته در طول آزمایش معرفی شده که در این آزمایش، برنج دورگه بهار-۱ با بیشترین قوام ژل (۴۹ میلی‌متر) جزو برنج‌های متوسط قرار گرفته است (جدول ۳).

کیفیت تبدیل، قابلیت تبدیل شلتوک به برنج سفید معرفی شده است (دباباندا و ساتیش، ۲۰۰۷). برنج سالم، مهم‌ترین عامل کیفیت تبدیل است که به اندازه، شکل، ظاهر و سختی دانه بستگی دارد. در این آزمایش، اثر محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم در پیش از گلدهی برنج بر درصد برنج سالم معنی‌دار نشد. با این وجود با توجه به نتایج مقایسات گروهی (جدول ۴)، استفاده از محلول‌پاشی پیش از گلدهی نیتروژن و پتاسیم بر استفاده از پاشش آب خالص برتری دارد. درصد برنج خرده تحت تأثیر تیمارهای محلول‌پاشی در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین برنج خرده در تیمار محلول‌پاشی با آب خالص (بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به مرحله آبستنی) بدست آمد. بنابراین، می‌توان گفت که محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم پیش از گلدهی برنج موجب شکستگی و خرد شدن کمتر برنج می‌شود (جدول ۳). جایاراج و چاندراساخاران (۱۹۹۷) بیان کردند محلول‌پاشی کلرور پتاسیم در مرحله آبستنی برنج، می‌تواند موجب بهبود کیفیت دانه آن شود.

کیفیت ظاهری دانه یا کیفیت بازار پسندی آن، شامل طول و شفافیت دانه، به ویژه مقدار گچی بودن دانه و تعداد دانه‌های گچی گزارش شده است (جولیانو، ۱۹۷۱). نتایج نشان داد که اثر تیمارهای محلول‌پاشی بر درصد برنج گچی معنی‌دار شده است. در بین تیمارهای محلول‌پاشی با وجود تأثیر کمتر آن نسبت به پاشیدن آب خالص، تیمار محلول‌پاشی نیتروژن به تنهایی در مرحله حداکثر پنجه‌زنی نسبت به دو مرحله دیگر (بدون اختلاف معنی‌دار از لحاظ آماری) دارای بیشترین دانه گچی بود. همچنین، نتایج نشان داد که اثر تیمارهای محلول‌پاشی بر درصد کل تبدیل از نظر آماری معنی‌دار نیست. نتایج مقایسات گروهی در بیان تفاوت بین تیمارها نیز (جدول ۴)، مؤید همین امر است.

### نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی یافته‌های این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم در اواخر مرحله پنجه‌زنی در مقایسه با پاشش آب خالص اگرچه موجب افزایش چشم‌گیری در عملکرد دانه‌ها شده ولی تأثیر چندانی بر پروتئین آن‌ها نداشته است. کارایی پایین استفاده از نیتروژن در این آزمایش نشان می‌دهد که محلول‌پاشی پیش از گلدهی نیتروژن و پتاسیم احتمالاً از نظر افزایش کارایی عناصر مورد استفاده مزیتی بر استفاده از آب خالص ندارد. با اعمال تیمارهای محلول‌پاشی به عنوان مکمل در کنار مصرف خاکی آن، دوره بهار-۱ از نظر ویژگی‌های کیفیت پخت نیز، در گروه متوسط قرار گرفت و محلول‌پاشی سبب بهبود برخی ویژگی‌های تبدیل دانه آن شد.

### منابع

- Abou El-Nour, E.A.A. 2002. Can supplemented potassium foliar feeding reduce the recommended soil potassium? *Pakistan J. Biol. Sci.* 5: 259-262.
- Anagholi, A. and Ezat-Ahmadi, M. 2006. Influence of rate and time of nitrogen fertilization on grain protein content and nitrogen use efficiency of Zagros wheat variety under rainfed condition. *J. Agric. Sci.* 16:113-122. (In Persian).
- Arif, M., Chohan, M.A., Ali, S., Gul, R., and Khan, S. 2006. Response of wheat to foliar application of nutrients. *J. Agri. Biol. Sci.* 1:30-34.
- Balasubramanian, V. T., Buresh, R. J., Peng, S., Witt, C., and Ladha, J. K. 2003. Hybrid rice: development, fertilizer management and impact on fertilizer consumption in Asia. IRRI. IFA Regional Conference for Asia and the Pacific. Jeju Island, Republic of Korea, 6-8 October. 14p.

- Bly, A.G., and Woodard, H.J. 2003. Foliar nitrogen application timing influence on grain yield and protein concentration of hard red winter and spring wheat. *Agron. J.* 95:335-338.
- Borjian, A.R., and Emam, Y. 2000. Effect of pre-anthesis urea foliar application on yield, yield components and grain protein percent of two winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Iranian J. Field Sci.* 2:23-29. (In Persian).
- De Babandya, M., and Satish, B. 2007. Effect of degree of milling on specific energy consumption, optical measurements and cooking quality of rice. *J. Food. Eng.* 80:119-125.
- De Datta, S.K., and Gumez, K.A. 1990. Changes in phosphorus and potassium response in wetland rice soils in south and South-East Asia. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines. 22-30.
- Deta Cruz, N., and Khush, G.S. 2000. Rice grain quality evaluation procedures. 15-29. In: R.K., U.S. Singh and G.S. Khush (eds), *Aromatic Rices*. Science Publishers, Inc., Enfield, NH, USA, Printed in India. 289p.
- Fallah, F. 2004. Study the effects of nitrogen split application and urea fertilizer foliar application on yield and yield components of Tarom Mahalli and Shafagh cultivars. Thesis submitted for the degree of M.Sc. Islamic Azad Uni. Sciences and Research Branch. 152p. (In Persian).
- Fischer, R.A., Howe, G.N., and Ibrahim, Z. 1993. Irrigated spring wheat and timing and amount of nitrogen fertilizer. I: Grain yield and protein content. *Field Crops Res.* 33:37-56.
- Fowler, B.D., Brydon, J., and Baker, R.J. 1989. Nitrogen fertilization of no till winter wheat and rye. II: Influence of grain protein. *Agron. J.* 81:72-77.
- Harmsen, K. 1984. Nitrogen fertilizer use in rainfed Agriculture. *Fertilizer Res.* 5:371-382.
- International Rice Research Institute. 1988. Growth Stages of the Rice Plant. Rice Production Training Module. Second Edition. IRRI. 42p.
- Jayaraj, T., and Chandra Sekharan, B. 1997. Foliar fertilization to enhance seed yield and quality in rice. *Seed Res.* 25:50-52.
- Juliano, B.O. 1971. *Rice: Chemistry and Technology*. The American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA. 774p.
- Kasai, M., Ohnishi, K., Shimada, A., and Hatae, K. 2005. Taste properties of cooked rice based on an analysis of cooked rice extracts. *J. Cookery Sci. Jpn.* 34:373-379.
- Khalili, S. 2008. The effect of nitrogen, water stress at different growth stage and foliar application of urea on yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.). Thesis submitted for the degree of M.Sc. Faculty of Agricultural, Zanjan Univ. 188p. (In Persian).
- Little, R.R., Hilder, G.B., and Dawson, E.H. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled rice. *Cereal Chem.* 35:111-126.

- Longping, Y. 2004. Hybrid rice for food security in the world. FAO Rice Conference Rome, Italy. 12-13.
- Malakouti, M.J., Keshavarz, P., and Karimian, N. 2008. A Comprehensive Approach Towards Identification of Nutrients Deficiencies and Optimal fertilization for sustainable agriculture. Tarbiat Modares Univ. Press. 744p. (In Persian).
- Norman, R.J., Guindo, D., Wells, B.R., and Wilson, G.E. 1992. Seasonal accumulation and partitioning of nitrogen-15 in rice. Soil Sci. Soc. Am. J. 56:1521-1529.
- Pierre, C.S., Peterson, C.J., Ross, A.S., Ohm, J.B., Verhoeven, M.C., Larson, M., and Hoefler, B. 2007. Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition. J. Cereal Sci. 47:407-413.
- Rahimsouroush, H., Eshraghi, A., Mohamadsalehi, M. S., Jauhar Ali, A., Nahvi, M., Allahgholipour, M., Erfani, A., Tarang, A., Eghlidi, A., Padasht, F., Alinia, F., and Khush, G.S. 2005. Kadous: An aromatic, high-yielding rice variety with good cooking quality. IRRN. 30:16-17. (In Persian).
- Rahimsouroush, H., Rabiei, B., Nahvi, M., and Ghodsi, M. 2007. Study of some morphological, qualitative traits and yield stability of rice genotypes (*Oryza sativa* L.). Pajouhesh-va-Sazandegi J. 75:25-32. (In Persian).
- Raun, W.R., and Johnson, G.V. 2008. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. Agron. J. 91:357-363.
- Ray, P.K.S., and Hillerislambers, D. 1989. Heritability of stem elongation ability in rice. Rice Abs. 12: 238p.
- Rosegrant, M.W., Msangi, S., Ringler, C., Sulser, T.B., and Zhu, T. 2008. International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT): Model Description. Washington, D.C. (USA): International Food Policy Research Institute. 42p.
- Samonte, S.O. P.B., Wilson, L. T., Medley, J.C., Pinson, S.R. M., McClung, A.M., and Lales, J.S. 2006. Nitrogen utilization efficiency: relationships with grain yield, grain protein and yield-related traits in rice. Agron. J. 98:168-176.
- Sharief, A.E., El-Kalla, S.E., El-Kassaby, A.T., Ghonema, M.H., and Abdo, G.M. Q. 2006. Effect of bio-chemical fertilization and times of nutrient foliar application growth, yield and yield components of rice. J. Agron. 5:212-219.
- Siebenmorgen, T.J., and Qin, G. 2005. Relating rice kernel breaking force distributions to milling quality. Transactions of the ASAE. 48(1):223-228.
- Smith, C.J., Freney, J.R., Galbally, I.E. 1989. Fate of urea nitrogen applied to irrigated wheat at heading. Aust. J. Agric. Res. 40:951-963.
- Sowers, K.E., Pan, W.L., Miller, B.C., Smith, J.L. 1994. Nitrogen use efficiency of split nitrogen application in soft white winter wheat. Agron. J. 86: 942-948.

- Thom, W.O., Miller, T.G., and Bowman, D.H. 1981. Foliar fertilization of rice after midseason. *Agron. J.* 73:411-414.
- Van, S., and Macrown, D.A. 1987. Cultivar differences in nitrogen remobilization during grain fill in soft red winter wheat. *Crop Sci.* 27:295-300.
- Xu, L., Xie, J., Kong, X., and Bao, J. 2004. Analysis of genotypic and environmental effects on rice starch. 2. Thermal and retrogradation properties. *J. Agric. Food Chem.* 52:6017–6022.
- Yazdi – Samadi, B., and Abdmishani, C. 1991. *Plant Breeding*. Tehran Uni. Press. 283p. (In Persian).



## **Effect of supplement foliar application of nitrogen and potassium on yield, grain quality and nitrogen utilization efficiency of hybrid rice c.v. Bahar-1**

**S. Asadi<sup>1</sup>, \*M. Zavareh<sup>2</sup>, H. Shokri Vahed<sup>3</sup> and P. Shahin Rokhsar<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ph.D. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, <sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, <sup>3</sup>Scientific Member of Rice Research Institute of Iran, Rasht

### **Abstract**

An experiment with randomized complete block design with 3 replications was carried out in the Rice Research Institute of Iran, Rasht, during 2008 to study the effect of supplement foliar application of nitrogen (5% N) and potassium (3% K<sub>2</sub>O) at different growth stages (maximum tillering stage, booting stage, and both of them) on grain quality and nitrogen efficiency of hybrid rice, c.v. Bahar-1. Results showed that foliar application of nitrogen and potassium significantly increased the grain yield (10256.3 Kg ha<sup>-1</sup>), by 56% compared with control treatment. The highest amount of grain protein (11.6%) was related to foliar application of nitrogen in both maximum tillering and booting stages when compared with control. Also, the results showed that foliar fertilization at different growth stages had not significant effects on nitrogen utilization efficiency and nitrogen harvest index. Among cooking quality and milling factors, gelatinization temperature, chalky and broken rice percentage were not affected by foliar fertilization, significantly, while percentage of grain amylose, gel consistency and percent of hale rice significantly affected. Overall, it could be concluding that hybrid rice, cv. Bahar-1, has mediocre cooking quality, and foliar fertilization improved its milling performance.

**Keywords:** Rice; Foliar application; Nitrogen Utilization Efficiency; Amylose; Gelatinization.

---

\*Corresponding Author; Email: mzavareh@guilan.ac.ir