

بررسی صفات مورفولوژیک ژنوتیپ‌های محلی و اصلاح شده برنج (*Oryza sativa* L.) در پاسخ به دو سطح نیتروژن در محیط آبکشت

سعید تختی^{۱*}، حمید رضا عشقی‌زاده^۱ و مرتضی زاهدی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۰)

چکیده

به منظور بررسی پاسخ ژنوتیپ‌های برنج نسبت به مقادیر مختلف نیتروژن، آزمایشی برای ارزیابی رشد و نمو ۲۸ ژنوتیپ برنج منتخب اصلاحی شمال، محلی شمال و مرکزی ایران در دو سطح نیتروژن شامل ۲/۸۵ میلی‌مولار (غلظت نیتروژن محلول یوشیدا) و ۱/۴۲ میلی‌مولار (نصف غلظت نیتروژن محلول یوشیدا) از منبع نیترات آمونیوم به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. در این تحقیق، صفات تعداد پنجه، سطح برگ، شاخص سبزیگی، وزن خشک ریشه، اندام هوایی و کل و طول اندام هوایی و ریشه به طور معنی‌داری تحت تأثیر ژنوتیپ، غلظت نیتروژن محلول غذایی و نیز برهمکنش بین آنها قرار گرفتند. در اثر کاهش غلظت نیتروژن در محلول غذایی، میزان کاهش مقادیر مربوط به کلیه صفات به غیر از طول و وزن خشک ریشه در ارقام محلی شمال بیشتر بود. میزان کاهش وزن خشک کل در ژنوتیپ‌های محلی شمال، اصلاحی شمال و مرکزی ایران به ترتیب ۱۴/۸۲، ۵/۸ و ۲/۶۷ درصد بود. تنوع ژنتیکی قابل توجهی از نظر پاسخ به کمبود نیتروژن در بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. در بین ارقام اصلاح شده شمال، نعمت و شیروودی کمترین و ارقام فجر و خزر بیشترین کارایی نیتروژن را داشتند. در حالی که ارقام طارم منطقه و اهلمی طارم کمترین و ارقام حسنی و کاظمی بیشترین کارایی نیتروژن را در بین ارقام محلی شمال به خود اختصاص دادند. ارقام زاینده‌رود و لاین ۲ فیروزان نیز کمترین و بیشترین کارایی نیتروژن را در بین ارقام مرکزی داشتند. نتایج نشان داد که همبستگی بین تعداد پنجه و سطح برگ با وزن خشک شاخساره به عنوان عملکرد گیاه در شرایط کمبود نیتروژن (به ترتیب $r=0/74$ و $r=0/57$) نسبت به شرایط مطلوب نیتروژن (به ترتیب $r=0/13$ و $r=0/41$) بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، شاخص سبزیگی، کارایی نیتروژن

مقدمه

آن در حدود ۲/۷ میلیون تن می‌باشد (۴). بر اساس آمار رسمی فائو، واردات برنج ایران در سال ۲۰۱۲ برابر ۱/۵ میلیون تن بوده است (۸).

از سوی دیگر، نیتروژن عنصر ضروری حاصلخیزی خاک و رشد گیاه برنج است و با مصرف آن عملکرد کل زیست‌توده، دانه و میزان نیتروژن گیاه افزایش می‌یابد (۶، ۹، ۱۰ و ۱۲). در میان عناصر جذب شده به وسیله گیاه برنج، نیتروژن بیشترین همبستگی را با عملکرد دارد و زمانی که نیتروژن در مرحله

برنج یکی از مهمترین گیاهان تیره غلات می‌باشد، توسط ۳ میلیارد نفر مصرف می‌شود و غذای اصلی تعداد زیادی از مردم در کره زمین است (۱۵). سطح زیر کشت برنج در دنیا ۱۶۳ میلیون هکتار است که ۷۳۰ میلیون تن شلتوک از آن برداشت می‌شود (۸). در ایران، سطح زیر کشت برنج ۵۷۴ هزار هکتار است که ۸۵٪ آن در استان‌های شمالی کشور بوده و با متوسط عملکرد ۲/۴۷۸۴ کیلوگرم در هکتار، میزان تولید سالانه شلتوک

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: saeedtakhti68@gmail.com

کاربرد سطح بهینه نیتروژن در مرحله بلوغ مناسب است یا خیر، نظرات مختلفی وجود دارد. گزارش شده که مناسب‌ترین مرحله برای ارزیابی کارایی جذب و مصرف نیتروژن مرحله طویل شدن ساقه است (۶).

بنابراین، با توجه به اینکه یکی از راه‌کارهای مفید و مؤثر در کاهش مصرف نیتروژن، شناسایی ارقام یا ژنوتیپ‌هایی است که به شرایط کمبود نیتروژن سازگاری بیشتری داشته باشند و وزن خشک آنها در شرایط کمبود در مقایسه با کفایت نیتروژن افت کمتری داشته باشد، این پژوهش جهت غربالگری چند ژنوتیپ برنج ایرانی در شرایط کمبود نیتروژن در مرحله رشد رویشی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، ۲۸ ژنوتیپ برنج شامل اصلاح شده شمال (فجر، شیروودی، پویا، نعمت، دشت، خزر، کشوری، تابش، بچار، شفق، سپیدرود، ندا و کوهسار)، محلی شمال (دیلمانی، علی کاظمی، حسنی، طارم منطقه، طارم محلی، دم سرخ، اهلمی طارم، محمدی چپرسر، هاشمی، صدری، غریب و موسی طارم) و مرکزی ایران (لاین ۲ فیروزان، سازندگی، زاینده‌رود و محلی جوزدان) در مرحله رشد رویشی مورد ارزیابی قرار گرفتند. بذرها از مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت، معاونت مؤسسه تحقیقات برنج در آمل و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان تهیه شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سطح نیتروژن شامل ۲/۸۵ میلی مولار (غلظت نیتروژن محلول یوشیدا) و ۱/۴۲ میلی مولار (نصف غلظت نیتروژن محلول یوشیدا) از منبع نترات آمونیوم (۱۶) در گلخانه تحقیقاتی مرکز پژوهشی کشت بدون خاک دانشگاه صنعتی اصفهان، در بهار سال ۱۳۹۲، انجام شد.

برای کشت از صفحه‌های یونولیت با سوراخ‌هایی به فاصله ۵ سانتی‌متر در ظرفی به حجم ۱۵ لیتر و محلول غذایی با هدایت الکتریکی ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیته ۵/۵ استفاده

رشد رویشی مورد مصرف قرار می‌گیرد این همبستگی بیشترین مقدار است (۱۷). میزان تجمع نترات ژنوتیپ‌های برنج نیز تحت تأثیر سطح کاربرد نیتروژن می‌باشد (۱۰). بیشترین جذب نیتروژن توسط برنج در مرحله پنجه‌زنی مشاهده شده است (۱۷). با کاهش کاربرد نیتروژن، وزن خشک گیاه و محتوای کلروفیل کاهش و وزن خشک ریشه افزایش می‌یابد (۱۱).

با توجه به این که نیتروژن نقش قابل ملاحظه‌ای در افزایش عملکرد گیاهان دارد، سالانه میلیون‌ها تن از کودهای نیتروژنی برای تولید محصولات مختلف کشاورزی در سراسر جهان مصرف می‌شود (۱۰). از طرف دیگر، مصرف بیش از حد نیتروژن موجب آسیب‌های زیست‌محیطی، افزایش گرمایش جهانی و نهایتاً آسیب به سلامتی انسان‌ها می‌شود. در واقع فقط ۳۰ تا ۴۰ درصد نیتروژن اضافه شده به خاک به مصرف گیاه می‌رسد و مابقی از طریق رواناب و آبشویی، تصعید آمونیومی و دنیتریفیکاسیون از دسترس گیاه خارج شده و محیط زیست را آلوده می‌کند (۷). کارایی مصرف نیتروژن در کشت برنج در آسیا ۴۰٪ و در ایران ۳۴٪ می‌باشد (۱۴).

تحقیقات مختلف نشان داده که بین ژنوتیپ‌های برنج از لحاظ کارایی مصرف نیتروژن تفاوت بارزی وجود دارد (۶ و ۱۰). از این رو، شناسایی ارقامی که قادر به جذب زیاد نیتروژن از خاک هستند و یا ارقامی که تحت شرایط نیتروژن کم خاک رشد و عملکرد قابل قبولی دارند، ضروری می‌باشد (۱۰). کارایی مصرف نیتروژن ژنوتیپ‌های برنج تحت تأثیر نوع رقم، فصل رشد، روش کشت، نوع خاک و دیگر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (۶ و ۱۷). روش دقیق و سریعی برای ارزیابی راندمان جذب نیتروژن ارقام برنج ارائه نشده است. در برخی مطالعات بیان شده که سطح مطلوب نیتروژن برای گیاه و مرحله رشد برنج از عوامل کلیدی برای شناسایی و غربالگری ژنوتیپ‌ها با کارایی نیتروژن زیاد می‌باشد (۶). در گذشته، تفاوت ارقام از نظر کارایی جذب نیتروژن در مرحله رسیدگی تحت شرایط کاربرد و عدم اضافه کردن نیتروژن به خاک مورد مطالعه قرار می‌گرفت. در رابطه با این که ارزیابی کارایی جذب نیتروژن با

جدول ۱. مقادیر درجه آزادی و سطح احتمال معنی‌دار بودن صفات اندازه‌گیری شده در گیاهچه‌ی ژنوتیپ‌های مختلف برنج در غلظت نیتروژن ۱/۴۲ و ۲/۸۵ میلی‌مولار محلول غذایی پوشیدا

میانگین مربعات										
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد پنجه	سطح برگ	شاخص سبزینگی	وزن خشک شاخساره	وزن خشک ریشه	وزن خشک کل	حجم ریشه	طول ریشه	ارتفاع
نیتروژن (N)	۱	۶/۰۹**	۴۰۵۶**	۲۷/۷**	۰/۶**	۰/۰۵**	۰/۹۸**	۸/۹۴**	۱۱۲**	۴۰۲**
ژنوتیپ (G)	۲۷	۷/۴۶**	۱۲۵۶۴**	۴۴۹**	۰/۵۱**	۰/۰۳*	۰/۲۹*	۲/۳۶ ^{ns}	۵۳۴**	۷۱۹**
G × N	۲۷	۱/۷۵*	۱۱۳۱*	۱۴/۹**	۰/۱۱*	۰/۰۱*	۵/۰۴**	۱/۳۲ ^{ns}	۱۳**	۵۰/۲**
خطا	۹۶	۱/۰۵	۶۴۴	۵/۷۷	۰/۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۷	۰/۸۵	۳/۷۲	۱۳/۷

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪، ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

نتایج

ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ژنوتیپ، نیتروژن و برهمکنش آنها بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده است (جدول ۱). پاسخ ارتفاع گیاهچه‌های برنج به کمبود نیتروژن متفاوت بود. به طور مثال، ارتفاع ارقام شفق، خزر، پویا، نعمت، طارم منطقه، اهلمی طارم و زاینده‌رود در تیمار ۱/۴۲ میلی‌مولار در مقایسه با تیمار ۲/۸۵ میلی‌مولار نیتروژن محلول غذایی به ترتیب ۹/۶۵، ۱۳، ۲۷/۸، ۱۳/۱، ۳۵/۵، ۳۲/۷ و ۴۱/۱۲ درصد کاهش یافت. در حالی که با کاهش میزان نیتروژن، ارتفاع ارقام کشوری، فجر، حسنی و لاین ۲ فیروزان به ترتیب ۱۳/۷، ۲۰/۴، ۴/۳۰ و ۳۵/۰۷ درصد افزایش یافت (جدول ۲). با کاهش سطح نیتروژن، میانگین ارتفاع ارقام برنج محلی شمال، اصلاح شده شمال و مرکزی کشور به ترتیب ۱۵/۰۲، ۷/۹۰ و ۵/۶۳ درصد کاهش نشان داد (جدول ۲).

سطح برگ

نتایج نشان داد که مقدار نیتروژن، ژنوتیپ و برهمکنش بین آنها تأثیر معنی‌داری بر سطح برگ داشت (جدول ۱). سطح برگ هر بوته در غلظت ۱/۴۲ نسبت به ۲/۸۵ میلی‌مولار نیتروژن محلول

شد. محلول غذایی هر ۷ روز یک‌بار تعویض می‌شد. متوسط دمای محیط در روز و شب به ترتیب ۳۲ و ۲۲ درجه سلسیوس و میانگین ساعات آفتابی ۹/۵ ساعت بود. تا ۱۰ روز تمام گیاهچه‌ها در محلول با غلظت استاندارد نیتروژن رشد کردند. سپس، تیمار نیتروژن نصف اعمال شد. پس از ۲۰ روز، در مرحله پنجه‌زنی، تمام گیاهچه‌ها جمع‌آوری شدند. ارتفاع گیاه تا آخرین برگ توسعه یافته اندازه‌گیری شد. وزن خشک اندام هوایی و ریشه پس از فرارگیری در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت اندازه‌گیری شد. حجم ریشه‌ها از طریق اختلاف حجم ایجاد شده پس از فرارگیری ریشه‌ها در حجم مشخص آب به دست آمد. صفات طول ریشه، تعداد پنجه، سطح برگ با دستگاه سطح برگ-سنج الکترونیکی (Green Leaf Area Tester model GA-5) و شاخص سبزینگی با دستگاه Spad 502 اندازه‌گیری شدند. داده‌های جمع‌آوری شده با نرم‌افزار SAS ۹.۱ مورد آنالیز قرار گرفتند. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. کارایی نیتروژن ژنوتیپ‌های برنج از تقسیم وزن خشک کل در شرایط نیتروژن ناکافی به وزن خشک کل در شرایط نیتروژن کافی به دست آمد. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از تجزیه خوشه‌ای انجام گرفت.

جدول ۲. میانگین ارتفاع، سطح برگ و تعداد پنجه گیاهچه‌های ژنوتیپ‌های مختلف برنج در سطوح نیتروژن ۱/۴۲ و ۲/۸۵ میلی‌مولار محلول غذایی به ترتیب در ارقام اصلاحی شمال، محلی شمال و مرکزی ایران

ژنوتیپ	ارتفاع		درصد تغییر	تعداد پنجه		درصد تغییر	سطح برگ		درصد تغییر
	کامل	نصف		کامل	نصف		کامل	نصف	
شفق	۲۸/۵	۲۵/۷	۹/۶۵	۲/۰۰	۱/۵۰	۲۵/۰	۴۹/۷	۳۹/۰	۲۱/۴۵
تابش	۴۲/۳	۳۰/۲	۲۸/۷	۳/۳۳	۲/۳۳	۳۰/۰	۱۱۹	۲۴/۷	۷۹/۱۹
سپیدرود	۳۴/۷	۲۸/۸	۱۶/۸	۳/۶۷	۳/۳۳	-۱۰	۱۱۰	۸۸/۳	۱۹/۸۹
خزر	۳۴/۵	۳۰/۰	۱۳/۰	۲/۵۰	۱/۰۰	-۱۵۰	۴۲/۰	۴۶/۰	-۹/۵۲
کشوری	۳۰/۳	۳۴/۵	-۱۳/۷	۱/۵۰	۳/۰۰	۵۰/۰	۷۴/۳	۶۲/۰	۱۶/۵۹
فجر	۲۴/۵	۲۹/۵	-۲۰/۴	۵/۰۰	۵/۰۰	۰/۰۰	۷۴/۵	۹۰/۵	-۲۱/۴۸
دشت	۳۷/۰	۳۶/۳	۱/۸۰	۴/۰۰	۳/۳۳	-۲۰/۰	۱۱۲	۱۱۶	-۳/۴۳
شیرودی	۲۶/۵	۲۵/۰	۵/۶۶	۱/۵۰	۴/۶۷	۶۷/۹	۹۰/۳	۳۰/۰	۶۶/۷۹
کوهسار	۵۳/۳	۵۲/۳	۱/۸۸	۴/۰۰	۳/۶۷	-۹/۰۹	۱۷۵	۱۳۲	۲۴/۹۶
ندا	۲۶/۰	۲۷/۳	-۵/۱۳	۴/۰۰	۴/۶۴	۱۴/۳	۹۶	۱۰۷	-۱۱/۱۱
بجار	۳۰/۷	۳۰/۷	۰/۰۰	۳/۶۷	۲/۳۳	-۵۷/۱	۱۰۷	۱۱۹	-۱۰/۶۴
پویا	۴۸/۵	۳۵/۰	۲۷/۸	۱/۵۰	۱/۵۰	۰/۰۰	۱۰۶	۷۲/۶	۳۱/۷۵
نعمت	۲۸/۰	۲۴/۳	۱۳/۱	۰/۰۰	۳/۰۰	۱۰۰	۶۸/۰	۲۶/۹	۶۰/۴۴
میانگین	۳۴/۵	۳۱/۵	۷/۹۰	۲/۷۱	۳/۱۴	۱۴	۹۴/۲	۷۳/۳	۲۲/۲
کاظمی	۵۱/۰	۴۴/۷	۱۲/۴	۳/۰۰	۳/۰۰	۰/۰۰	۶۰/۰	۴۸/۷	۱۸/۸۹
طارم منطقه	۵۳/۵	۳۴/۵	۳۵/۵	۰/۰۰	۱/۶۷	۱۰۰	۷۹/۴	۲۶/۰	۷۰/۵۹
اهلمی طارم	۵۱/۰	۳۴/۳	۳۲/۷	۰/۶۷	۱/۶۷	۶۰/۰	۶۷/۹	۳۸/۳	۴۳/۵۷
هاشمی	۴۹/۷	۴۲/۳	۱۴/۸	۲/۰۰	۲/۰۰	۰/۰۰	۵۷/۸	۵۲/۳	۹/۵۱
دیلمانی	۴۲/۳	۳۱/۸	۲۵/۰	۱/۰۰	۲/۵۰	۶۰/۰	۷۶/۶	۳۲/۵	۵۷/۵۷
چپر سر	۳۷/۰	۲۹/۷	۱۹/۸	۲/۰۰	۲/۰۰	۰/۰۰	۷۱/۱	۶۰/۳	۱۵/۱۰
دم سرخ	۴۷/۷	۴۳/۰	۹/۷۹	۱/۶۷	۱/۶۷	۰/۰۰	۷/۷	۵۵/۰	۳۰/۹۶
طارم محلی	۴۰/۳	۳۹/۷	۱/۶۵	۲/۰۰	۳/۳۳	۴۰	۸۵/۰	۷۰/۳	۱۷/۲۵
حسنی	۴۶/۵	۴۸/۵	-۴/۳۰	۳/۰۰	۲/۳۳	-۲۸/۶	۸۷/۶	۱۱۲	-۲۷/۸۵
صدری	۴۶/۷	۳۸/۷	۱۷/۱	۲/۰۰	۱/۶۷	-۲۰	۶۰/۰	۴۸/۵	۱۹/۱۱
غریب	۵۳/۰	۵۳/۷	-۱/۲۶	۳/۰۰	۳/۳۳	۱۰/۰	۸۴/۷	۱۰۶	-۲۵/۲۲
میانگین	۴۷/۲	۴۰/۱	۱۵/۰۲	۱/۸۵	۲/۲۹	۱۹	۷۴/۴	۵۹	۲۰/۶۱
لاین ۲ فیروزان	۳۸/۳	۴۳/۳	-۱۲/۸	۱/۵۰	۱/۵۰	۰/۰۰	۴۹/۲	۶۶/۵	-۳۵/۰۷
زاینده‌رود	۵۰/۷	۴۸/۳	۴/۶۱	۲/۶۷	۴/۳۳	۳۸/۵	۱۴۹	۸۷/۵	۴۱/۱۲
سازندگی	۴۷/۳	۴۵/۷	۳/۵۲	۳/۳۳	۴/۶۷	۲۸/۶	۹۶	۸۹/۳	۷/۱۴
جوزدان	۵۷/۵	۴۵/۷	۲۰/۵۸	۱/۳۳	۲/۰۰	۳۳/۳	۷۵	۴۶/۷	۳۷/۶۹
میانگین	۴۸/۴	۴۵/۷	۵/۶۳	۲/۲۱	۲/۷۵	۱۹/۷	۹۲/۳	۷۲/۵	۲۱/۴
LSD _{0.05}	۵/۹۹	۵/۹۹		۱/۶۶	۱/۶۶		۴۱/۱۳	۴۱/۱۳	

طول و حجم ریشه

اثر ژنوتیپ، نیتروژن و برهمکنش آنها بر طول ریشه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد؛ ولی اثر نیتروژن فقط بر حجم ریشه معنی‌دار بود و اثر ژنوتیپ و برهمکنش بین نیتروژن و ژنوتیپ از این نظر معنی‌دار نبود (جدول ۱). طول و حجم ریشه پاسخ متفاوتی به کاهش غلظت نیتروژن محلول غذایی نشان دادند. طول ریشه ارقام تابش، نعمت و طارم منطقه در غلظت ۱/۴۲ نسبت به ۲/۸۵ میلی‌مولار نیتروژن به ترتیب ۴/۵۵، ۴/۶ و ۱۷/۹ درصد کاهش داشت. ارقام شیرودی و نعمت در دو غلظت نیتروژن از این نظر تغییری نداشتند و بقیه ارقام با کاهش نیتروژن، افزایش طول ریشه را به همراه داشتند (جدول ۳). بیشترین میزان افزایش به رقم حسنی (۶۱/۷ درصد) تعلق داشت (جدول ۳). طول ریشه در هر سه گروه ژنوتیپی در اثر کاهش غلظت نیتروژن افزایش یافت. بیشترین میزان افزایش به ترتیب به ژنوتیپ‌های مرکزی ایران (۲۶/۶ درصد)، محلی شمال (۲۴/۲ درصد) و اصلاحی شمال (۱۷/۳ درصد) تعلق داشت (جدول ۳).

وزن خشک گیاه

وزن خشک کل، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه تحت تأثیر سطوح نیتروژن قرار گرفتند (جدول ۱). وزن خشک کل بوته در ارقام تابش، شیرودی، نعمت، طارم منطقه، اهلمی طارم و زاینده‌رود به ترتیب ۴۲/۰۹، ۶۳/۳، ۶۷/۲، ۷۹/۹، ۵۷/۶ و ۲۲/۵ درصد کاهش ولی در ارقام خزر، فجر، حسنی و لاین ۲ فیروزان به ترتیب ۳۲/۷، ۵۷/۱، ۷۹/۷ و ۷۳/۹ درصد افزایش یافت (جدول ۴). وزن خشک اندام هوایی ارقام تابش، شیرودی، نعمت، طارم منطقه، اهلمی طارم و زاینده‌رود به ترتیب ۴۹/۲، ۶۷/۳، ۷۱/۶، ۸۲/۴، ۶۰/۷ و ۲۹/۲ درصد کاهش ولی در ارقام خزر، فجر، حسنی و لاین ۲ فیروزان به ترتیب ۳۳/۷، ۴۷/۶، ۷۵/۷ و ۷۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). وزن خشک ریشه در ارقام نعمت، شیرودی و طارم منطقه به ترتیب ۵۶، ۵۶ و ۷۰ درصد کاهش داشت و در ارقام فجر،

غذایی در ارقام تابش، شیرودی، نعمت، طارم منطقه، دیلمانی و زاینده‌رود به ترتیب ۷۹/۱۹، ۶۶/۷۹، ۶۰/۴۴، ۷۰/۵۹، ۵۷/۵۷ و ۴۱/۱۲ درصد کاهش یافت. در حالی که ارقام فجر، غریب، حسنی و لاین ۲ فیروزان به ترتیب ۲۱/۴۸، ۲۵/۲۲، ۲۷/۸۵ و ۳۵/۰۷ درصد از این نظر افزایش داشتند (جدول ۲). در بین گروه‌های ژنوتیپی، میزان کاهش سطح برگ برای ژنوتیپ‌های محلی شمال، اصلاحی شمال و مرکزی ایران به ترتیب ۲۰/۶، ۲۲/۲ و ۱۸/۴ درصد بود.

تعداد پنجه

نتایج نشان داد که ژنوتیپ و نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ و برهمکنش آنها در سطح احتمال ۵٪ اثر معنی‌داری بر پنجه‌زنی داشت (جدول ۱). تعداد پنجه ارقام به کاهش نیتروژن پاسخ متفاوتی داد. پنجه‌زنی ارقام شیرودی، نعمت، طارم منطقه، دیلمانی و زاینده‌رود در اثر کاهش غلظت نیتروژن محلول غذایی به ترتیب ۶۷/۹، ۱۰۰، ۱۰۰، ۶۰ و ۳۸/۵ درصد کاهش یافت. در حالی که در ارقام بچار، دشت، حسنی و صدری به ترتیب ۵۷/۱، ۲۰، ۲۸/۹ و ۲۰ درصد افزایش یافت (جدول ۲). در بین گروه‌های ژنوتیپی، بیشترین و کمترین میزان پنجه‌زنی به ترتیب به ژنوتیپ‌های اصلاحی (۲/۷۱ کمبود، ۳/۱۴ بهینه) و محلی شمال (۱/۸۵ کمبود، ۲/۲۹ بهینه) تعلق داشت (جدول ۲).

شاخص سبزیگی

شاخص سبزیگی تحت تأثیر دو عامل نیتروژن، ژنوتیپ و همچنین برهمکنش آنها قرار گرفت (جدول ۱). شاخص سبزیگی در غلظت ۱/۴۲ نسبت به غلظت ۲/۸۵ میلی‌مولار نیتروژن برای تمامی ارقام، به‌غیر از خزر و طارم محلی، کاهش یافت. بیشترین و کمترین میزان کاهش به ترتیب به ارقام طارم منطقه (۵۸/۳) و رقم لاین ۲ فیروزان (۱/۷۶) تعلق داشت (جدول ۳). در بین گروه‌های ژنوتیپی، میانگین کاهش شاخص سبزیگی ژنوتیپ‌های محلی شمال، اصلاحی شمال و مرکزی در شرایط کمبود نیتروژن به ترتیب ۱۸/۴۵، ۱۰/۶ و ۹/۹۳ درصد بود.

جدول ۳. میانگین شاخص سبزی‌نگی، حجم ریشه و طول ریشه گیاهچه‌های ژنوتیپ‌های برنج در سطوح نیتروژن ۱/۴۲ و ۲/۸۵ میلی‌مولار محلول غذایی به ترتیب در ارقام اصلاحی شمال، محلی شمال و مرکزی ایران

ژنوتیپ	شاخص سبزی‌نگی		درصد تغییر	حجم ریشه		درصد تغییر	طول ریشه		درصد تغییر
	کامل	نصف		کامل	نصف		کامل	نصف	
شفق	۳۲/۰	۲۷/۶	۱۳/۷	۱/۵۰	۰/۸۵۰	-۷۶/۵	۱۶/۵	۱۳/۰	-۲۶/۹
تابش	۳۴/۲	۳۱/۰	۹/۱۷	۲/۵۰	۲/۷۷	۹/۶۴	۱۰/۵	۱۱/۰	۴/۵۵
سپیدرود	۳۳/۲	۲۹/۴	۱۱/۳	۳/۰۰	۳/۰۰	-۳/۰۰	۲۲/۳	۲۰/۵	-۸/۹۰
خزر	۳۲/۳	۳۴/۵	-۶/۹۷	۱/۸۰	۱/۵۰	-۱۶/۷	۱۵/۳	۱۲/۸	-۱۹/۶
کشوری	۳۰/۵	۲۵/۷	۱۵/۹	۲/۰۰	۲/۰۰	۰/۰۰	۲۴/۰	۱۷/۰	-۴۱/۲
فجر	۳۰/۸	۲۹/۹	۳/۱۱	۳/۵۰	۲/۰۰	-۷۵/۰	۲۷/۰	۲۳/۳	-۱۶/۱
دشت	۳۲/۴	۲۸/۲	۱۳/۰	۴/۰۰	۳/۰۰	-۴۳/۸	۲۳/۳	۱۷/۲	-۳۵/۹
شیرودی	۲۹/۸	۲۲/۸	۲۳/۷	۰/۸۰۰	۱/۷۰	۵۵/۰	۱۸/۰	۱۸/۰	۰/۰۰
کوهسار	۳۷/۰	۳۱/۲	۱۵/۸	۸/۱۷	۶/۱۷	-۳۲/۰	۳۷/۰	۲۹/۰	-۲۷/۶
ندا	۳۵/۱	۳۴/۱	۲/۹۰	۳/۰۰	۲/۰۰	-۳۳/۳	۲۲/۸	۱۸/۵	-۲۳/۴
بجار	۳۴/۷	۳۳/۰	۶/۰۴	۴/۰۰	۳/۵۰	-۱۴/۳	۳۱/۳	۲۵/۳	-۲۳/۷
پویا	۳۳/۸	۳۱/۶	۶/۳۷	۲/۷۵	۲/۷۵	۰/۰۰	۱۸/۰	۱۸/۰	۰/۰۰
نعمت	۳۱/۸	۲۳/۷	۲۵/۵	۰/۷۰۰	۱/۲۵	۴۴/۰	۱۷/۲	۱۸/۰	۴/۶۰
میانگین	۳۲/۹	۲۹/۴	۱۰/۶	۲/۸۸	۲/۴۹	-۱۶	۲۱/۸	۱۹	-۱۷/۲۹
کاظمی	۳۳/۱	۳۰/۰	۹/۴۶	۴/۰۰	۳/۰۰	-۱۷/۰	۲۱/۸	۱۶/۸	-۲۹/۷
طارم منطقه	۳۵/۱	۱۴/۶	۵۸/۳	۰/۸۰۰	۳/۰۰	۷۵/۰	۱۶/۰	۱۹/۵	۱۷/۹
اهلمی طارم	۳۶/۹	۲۸/۶	۲۲/۵	۱/۳۳	۲/۰۰	۳۳/۳	۱۶/۲	۱۶/۰	-۱/۰۰
هاشمی	۳۱/۳	۲۸/۴	۹/۴۱	۲/۳۳	۲/۸۳	۱۷/۶	۲۴/۵	۱۵/۵	-۵۸/۱
دیلمانی	۳۰/۹	۱۷/۵	۴۳/۳	۱/۰۰	۱/۰۰	۳۵/۷	۱۵/۳	۱۳/۳	-۱۴/۴
چپر سر	۲۹/۲	۲۳/۳	۲۰/۱	۱/۹۰	۱/۲۰	-۶۵/۷	۲۸/۳	۲۰/۳	-۳۹/۳
دم سرخ	۳۱/۲	۳۰/۲	۳/۲۶	۱/۹۰	۲/۵۰	۲۴/۰	۲۱/۷	۲۰/۰	-۸/۳۰
طارم محلی	۳۰/۳	۳۲/۷	-۷/۹۱	۲/۵۰	۲/۶۷	۶/۲۰	۲۲/۵	۱۶/۷	-۳۵/۰
حسینی	۳۳/۱	۲۲/۶	۳۱/۸	۶/۰۰	۳/۰۰	-۱۱۶	۲۰/۸	۱۲/۸	-۶۱/۷
صدری	۳۳/۶	۳۲/۰	۴/۸۱	۱/۸۰	۲/۲۰	۱۵/۴	۲۲/۰	۱۶/۸	-۳۰/۷
غریب	۳۱/۵	۳۰/۶	۲/۹۶	۳/۳۳	۳/۶۷	۹/۰۹	۱۸/۷	۱۵/۵	-۲۰/۴
میانگین	۳۲/۴	۲۶/۴	۱۸/۴۵	۲/۳۶	۲/۴۴	۳/۴۲	۲۰/۷	۱۶/۷	-۲۴/۲
لاین ۲ فیروزان	۳۰/۸	۳۰/۰	۱/۷۶	۱/۷۵	۱/۵۰	-۱۶/۷	۱۸/۸	۱۵/۸	-۱۸/۴
زاینده‌رود	۳۵/۷	۲۹/۶	۱۷/۱	۳/۶۷	۳/۰۰	-۲۲/۲	۲۶/۸	۲۱/۸	-۲۲/۹
سازندگی	۳۳/۲	۳۱/۴	۵/۳۸	۴/۰۰	۳/۰۰	-۵۶/۰	۲۵/۷	۱۸/۳	-۴۰/۰
جوزدان	۳۲/۴	۲۷/۷	۱۴/۴	۲/۰۰	۱/۵۰	-۳۳/۳	۲۳/۳	۱۷/۰	-۳۷/۳
میانگین	۳۳/۰۱	۲۹/۷	۹/۹۳	۲/۹۰	۲/۱۷	-۳۳/۶	۲۳/۶	۱۸/۲	-۲۹/۵
LSD _{0.05}	۳/۸۹	۳/۸۹		۱/۴۹	۱/۴۹		۶/۱۲	۶/۱۲	

جدول ۴. میانگین وزن خشک شاخساره، ریشه و کل گیاهچه‌های ژنوتیپ‌های برنج در سطوح نیتروژن ۱/۴۲ و ۲/۸۵ میلی‌مولار محلول غذایی به ترتیب در ارقام اصلاحی شمال، محلی شمال و مرکزی ایران

ژنوتیپ	وزن خشک شاخساره		درصد تغییر	وزن خشک ریشه		درصد تغییر	وزن خشک کل		درصد تغییر
	کامل	نصف		کامل	نصف		کامل	نصف	
شفق	۰/۳۶۵	۰/۲۸۰	۲۳/۳	۰/۱۷۵	۰/۱۶۵	-۶/۰۶	۰/۵۳۰	۰/۴۵۵	۱۴/۱
تابش	۱/۰۸	۰/۵۴۷	۴۹/۲	۰/۲۴۷	۰/۲۹۳	۱۵/۹۱	۱/۳۷	۰/۷۹۳	۴۲/۱
سپیدرود	۰/۷۸۷	۰/۶۶۷	۱۵/۳	۰/۳۱۷	۰/۳۳۳	۵/۰۰	۱/۱۲	۰/۹۸۳	۱۲/۲
خزر	۰/۴۱۵	۰/۵۵۵	-۳۳/۷	۰/۱۵۵	۰/۱۲۰	-۲۹/۲	۰/۵۳۵	۰/۷۱۰	-۳۲/۷
کشوری	۰/۴۴۰	۰/۳۵۵	۱۹/۳	۰/۲۱۰	۰/۱۹۷	-۶/۷۸	۰/۶۳۷	۰/۵۶۵	۱۱/۳
فجر	۰/۴۱۰	۰/۶۰۵	-۴۷/۶	۰/۳۳۰	۰/۱۸۵	-۷۸/۴	۰/۵۹۵	۰/۹۳۵	-۵۷/۱
دشت	۰/۷۹۰	۰/۸۸۳	-۱۱/۸	۰/۴۳۳	۰/۲۸۰	-۵۴/۸	۱/۰۷	۱/۳۱۷	-۲۳/۱
شیرودی	۰/۵۵۰	۰/۱۸۰	۶۷/۳	۰/۰۸۵	۰/۱۹۳	۵۶/۰	۰/۷۴۳	۰/۲۶۵	۶۴/۳
کوهسار	۱/۶۵	۱/۶۱	۲/۲۲	۰/۶۷۰	۰/۵۰۰	-۳۴/۰	۲/۱۵	۲/۲۸۳	-۶/۲۰
ندا	۰/۵۹۷	۰/۶۷۰	-۱۲/۳	۰/۲۸۷	۰/۲۲۷	-۲۶/۵	۰/۸۲۳	۰/۹۵۷	-۱۶/۲
بجار	۰/۷۵۰	۰/۸۷۰	-۱۶/۰	۰/۳۴۷	۰/۲۸۰	-۲۳/۸	۱/۰۳	۱/۲۱۷	-۱۸/۱
پویا	۰/۸۰۵	۰/۶۱۵	۲۳/۶	۰/۲۷۵	۰/۲۶۰	-۵/۷۷	۱/۰۷	۰/۸۹۰	۱۶/۴
نعمت	۰/۴۳۵	۰/۱۲۳	۷۱/۶	۰/۰۷۷	۰/۱۷۵	۵۶/۰	۰/۶۱۰	۰/۲۰۰	۶۷/۲
میانگین	۰/۷۰	۰/۶۱	۱۲/۲	۰/۲۸	۰/۲۵	-۱۲/۴	۰/۹۴	۰/۸۹	۵/۸
کاظمی	۰/۵۹۰	۰/۷۴۳	-۲۶/۰	۰/۳۰۷	۰/۱۲۰	-۱۵۶	۰/۷۱۰	۱/۰۵	-۴۷/۹
طارم منطقه	۱/۰۸	۰/۱۹۰	۸۲/۴	۰/۰۸۰	۰/۲۶۷	۷۰/۰	۱/۳۴	۰/۲۷۰	۷۹/۹
اهلمی طارم	۰/۸۵۷	۰/۳۳۷	۶۰/۷	۰/۱۲۷	۰/۲۳۷	۴۶/۵	۱/۰۹	۰/۴۶۳	۵۷/۶
هاشمی	۰/۸۶۳	۰/۶۰۷	۲۹/۷	۰/۱۹۳	۰/۲۱۳	۹/۳۸	۱/۰۸	۰/۸۰۰	۲۵/۷
دیلمانی	۰/۶۵۳	۰/۲۷۰	۵۸/۷	۰/۰۹۵	۰/۰۹۷	۱/۷۲	۰/۷۵۰	۰/۳۶۵	۵۱/۳
چپر سر	۰/۲۷۳	۰/۳۳۰	-۲۰/۷	۰/۱۸۷	۰/۱۲۰	-۵۵/۶	۰/۳۹۳	۰/۵۱۷	-۳۱/۴
دم سرخ	۰/۹۸۳	۰/۶۲۳	۳۶/۶	۰/۲۱۳	۰/۲۰۰	-۶/۶۷	۱/۱۸	۰/۸۳۷	۲۹/۳
طارم محلی	۰/۷۹۳	۰/۶۹۰	۱۳/۰	۰/۲۴۳	۰/۱۹۷	-۲۳/۷	۰/۹۹۰	۰/۹۳۳	۵/۷۲
حسنی	۰/۸۱۷	۱/۴۴	-۷۵/۷	۰/۵۰۰	۰/۲۶۰	-۹۲/۳	۱/۰۸	۱/۹۳۵	-۷۹/۷
صدری	۰/۷۴۷	۰/۵۶۷	۲۴/۱	۰/۲۰۰	۰/۲۱۷	۷/۶۹	۰/۹۶۳	۰/۷۶۷	۲۰/۴
غریب	۱/۳۸	۱/۳۵	۲/۶۵	۰/۳۳۳	۰/۳۲۷	-۲/۰۴	۱/۷۱	۱/۶۸۰	۱/۷۵
میانگین	۰/۸۲	۰/۶۵	۲۱/۰۱	۰/۲۳	۰/۲۰	-۹/۹۹	۱/۰۳	۰/۸۷	۱۴/۸۲
لاین ۲ فیروزان	۰/۳۳۳	۰/۵۸۰	-۷۴/۰	۰/۱۸۵	۰/۱۰۷	-۷۳/۴	۰/۴۴۰	۰/۷۶۵	-۷۳/۹
زاینده رود	۱/۳۶	۰/۹۶۳	۲۹/۲	۰/۳۴۷	۰/۳۳۰	-۵/۰۵۱	۱/۶۹	۱/۳۱۰	۲۲/۵
سازندگی	۱/۲۵	۱/۲۷	-۱/۰۶	۰/۳۵۰	۰/۲۷۳	-۲۸/۰	۱/۵۳	۱/۶۱۷	-۵/۹۰
جوزدان	۰/۷۹۰	۰/۶۲۷	۲۰/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۷۵	-۲/۸۶	۰/۹۶۵	۰/۸۰۷	۱۶/۴
میانگین	۰/۹۳	۰/۸۶	۸/۰۳	۰/۲۷	۰/۲۲	-۱۹/۹	۱/۱۶	۱/۱۲	۲/۶۶
LSD _{0.05}	۰/۴۲۸	۰/۴۲۸		۰/۰۵۱	۰/۰۵۱		۰/۴۲۸	۰/۴۲۸	

می‌باشد. ژنوتیپ‌های با کارایی مصرف نیتروژن زیاد دارای فعالیت بیشتر آنزیم نیترات ردوکتاز بوده و این موجب افزایش ساخت پروتئین و فعالیت آنزیم رویسکو و در نتیجه باعث افزایش فتوسنتز و نهایتاً باعث تولید بیشتر ماده خشک می‌شود (۱۰ و ۱۱).

به طور کلی، ارقام محلی شمال نسبت به کاهش غلظت نیتروژن حساس‌تر بودند، به طوری که میزان کاهش در تمام صفات اندازه‌گیری شده، به غیر از طول و وزن خشک ریشه، در ارقام محلی شمال بیشتر بود. در غلظت بهینه نیتروژن (۲/۸۵ میلی‌مولار) وزن خشک شاخساره همبستگی مثبت و قوی با وزن خشک ریشه (۰/۶۳) و حجم ریشه (۰/۶) و همبستگی متوسطی با ارتفاع (۰/۵۵)، سطح برگ (۰/۴۱) و شاخص سبزیگی (۰/۳۴) داشت (جدول ۵).

در غلظت ۱/۴۲ میلی‌مولار نیتروژن، وزن خشک شاخساره همبستگی مثبت و قوی با تعداد پنجه (۰/۷۴) و وزن خشک ریشه (۰/۶۲) و همبستگی متوسطی با ارتفاع (۰/۵۹) و سطح برگ (۰/۵۷) داشت (جدول ۵). در غلظت ۲/۸۵ میلی‌مولار، وزن خشک شاخساره همبستگی معنی‌داری با تعداد پنجه نداشت. کاهش نیتروژن در مراحل اولیه رشد باعث کاهش تعداد پنجه می‌شود که کاهش عملکرد برنج را در پی دارد (۲ و ۳). در شرایط کمبود نیتروژن، تعداد پنجه و وزن خشک ریشه بیشترین نقش را در تولید وزن خشک داشتند. ارقام اصلاح شده شمال در مقایسه با ارقام محلی شمال در شرایط کمبود نیتروژن وزن خشک ریشه و تعداد پنجه بیشتری را دارا بودند.

در شرایط کمبود، همبستگی بالایی بین تعداد پنجه (۰/۷۴) و وزن خشک ریشه (۰/۷۱) با سطح برگ وجود داشت (جدول ۵)، و ارقام اصلاح شده در شرایط کمبود نسبت به ارقام محلی، سطح برگ بیشتر و در نتیجه اندام فتوسنتز کننده بیشتری را به خود اختصاص دادند.

نتیجه‌گیری

با استفاده از تجزیه خوشه‌ای که بر اساس کارایی نیتروژن ارقام

حسنی و لاین ۲ فیروزان به ترتیب ۷۸/۴، ۹۲/۳ و ۷۳/۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). در شرایط کمبود نیتروژن، بیشترین میزان کاهش وزن خشک کل (۱۴/۸ درصد) مربوط به ژنوتیپ‌های محلی شمال بود. این کاهش برای ژنوتیپ‌های اصلاحی شمال و مرکزی ایران به ترتیب ۵/۸ و ۲/۶ درصد بود.

بحث

در مطالعات مختلف، تفاوت ژنوتیپ‌های برنج از نظر کارایی مصرف نیتروژن گزارش شده است (۱، ۵، ۶ و ۹). در این آزمایش نیز بین ژنوتیپ‌های مختلف برنج تفاوت بارزی از لحاظ پاسخ به کمبود نیتروژن مشاهده شد (جدول ۱). با کاهش غلظت نیتروژن در محیط رشد گیاه، وزن خشک بوته، سطح برگ، تعداد پنجه، شاخص سبزیگی و پروتئین‌های گیاه در بافت‌های گیاهی کاهش می‌یابد که دلیل آن، کاهش غلظت نیتروژن، آنزیم رویسکو، میزان کلروفیل و در نتیجه فتوسنتز گیاه بیان شده است (۹، ۱۰ و ۱۳). به طور کلی، در هر سه گروه ارقام مرکزی ایران، اصلاح شده شمال و محلی شمال کشور، با کاهش غلظت نیتروژن در محلول غذایی، میانگین صفات وزن خشک بوته، ارتفاع گیاه، شاخص سبزیگی، سطح برگ و تعداد پنجه کاهش یافت (جدول ۲، ۳ و ۴).

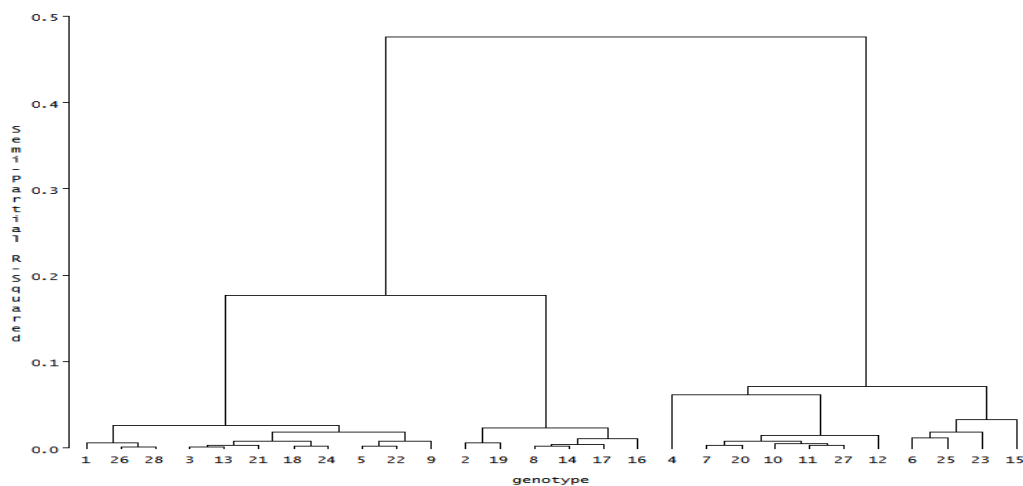
وزن خشک ریشه ژنوتیپ‌های مختلف برنج با کاهش غلظت نیتروژن محلول غذایی پاسخ متفاوتی نشان داد. ولی به طور کلی کاهش سطح نیتروژن منجر به افزایش وزن ریشه گردید (جدول ۴). احتمالاً این افزایش می‌تواند به دلیل رقابت بین ژنوتیپ‌ها برای به دست آوردن نیتروژن باشد. در مطالعه حکیم و همکاران (۱۰) کاهش غلظت نیتروژن، وزن خشک ریشه را افزایش داد؛ ولی این افزایش در برخی ارقام معنی‌دار نبود. همچنین لی و همکاران (۱۱) بیان داشتند که افزایش وزن خشک ریشه ناشی از کاهش غلظت نیتروژن معنی‌دار نمی‌باشد. با کاهش غلظت نیتروژن، کاهش وزن خشک اندام هوایی در برخی ارقام قابل ملاحظه نبود که دلیل آن احتمالاً تحمل زیاد این ژنوتیپ‌ها به کمبود نیتروژن و کارایی نیتروژن مناسب آنها

جدول ۵. ضرایب همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری شده در ارقام مختلف برنج

ردیف	صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱	ارتفاع	۱	۰/۱۷ ^{ns}	۰/۳۸ ^{**}	۰/۵۹ ^{**}	۰/۴۴ ^{**}	۰/۳۶ [*]	۰/۴۹ ^{**}	۰/۳۳ ^{**}
۲	تعداد پنجه	-۰/۰۲ ^{ns}	۱	۰/۷۴ ^{**}	۰/۷۴ ^{**}	۰/۵۶ ^{**}	۰/۳۷ ^{**}	۰/۶۸ ^{**}	۰/۴۹ ^{**}
۳	سطح برگ	۰/۳ ^{ns}	۰/۴۶ ^{**}	۱	۰/۵۷ ^{**}	۰/۷۱ ^{**}	۰/۳۶ ^{**}	۰/۷۶ ^{**}	۰/۶۱ ^{**}
۴	وزن خشک شاخساره	۰/۵۵ ^{**}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۴۱ ^{**}	۱	۰/۶۲ ^{**}	۰/۳۶ ^{**}	۰/۵۸ ^{**}	۰/۳۹ ^{**}
۵	وزن خشک ریشه	۰/۲۵ [*]	۰/۲۵ [*]	۰/۶۹ ^{**}	۰/۶۳ ^{**}	۱	۰/۳۶ ^{**}	۰/۷۶ ^{**}	۰/۵۳ ^{**}
۶	شاخص سبزیگی	۰/۳۳ ^{**}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۳۴ ^{**}	۰/۳۴ ^{**}	۰/۳۸ ^{**}	۱	۰/۳۱ ^{**}	۰/۰۷ ^{ns}
۷	حجم ریشه	۰/۴۱ ^{**}	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۴۴ ^{**}	۰/۶ ^{**}	۰/۵۵ ^{**}	۰/۳۷ ^{**}	۱	۰/۶۷ ^{**}
۸	طول ریشه	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۲۳ [*]	۰/۴۴ ^{**}	۰/۲۸ [*]	۰/۳۹ ^{**}	۰/۳۱ ^{**}	۰/۵۲ ^{**}	۱

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار بودن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

اعداد بالای قطر مربوط به تیمار نیتروژن نصف و اعداد پایین قطر مربوط به تیمار نیتروژن کامل می باشند.



شکل ۱. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های برنج بر اساس کارایی نیتروژن

محلی، صدری، زاینده‌رود و جوزدان. به طور کلی، ارقام مرکزی ایران و ارقام اصلاح شده شمال به ترتیب با ۲/۶ و ۵/۸ درصد کاهش در وزن خشک کل نسبت به ارقام محلی شمال (با ۱۴/۸ درصد کاهش) به طور قابل ملاحظه‌ای تحمل بیشتری نسبت به کاهش سطح نیتروژن داشتند.

انجام شد (شکل ۱)، ارقام برنج به صورت زیر قابل گروه‌بندی هستند. ارقام با کارایی زیاد نیتروژن عبارتند از: خزر، فجر، دشت، کوهسار، ندا، بجار، کاظمی، چپرسر، حسنی، لاین ۲ فیروزان و سازندگی. ارقام با کارایی کم نیتروژن عبارتند از: شفق، تابش، سپیدرود، کشوری، شیرودی، پویا، نعمت، غریب، طارم منطقه، اهلمی طارم، هاشمی، دیلمانی، دم سرخ، طارم

منابع مورد استفاده

۱. تیموریان، م. م. گلوی، ه. پیردشتی و م. نصیری. ۱۳۸۸. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم مختلف برنج در واکنش به

- محدودیت منبع و مخزن و کود نیتروژن. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی ۱۶(۳): ۴۹-۶۶.
۲. فرجی، ف.، م. اصفهانی، م. کاوسی، م. نحوی و ب. ربیعی. ۱۳۹۰. اثر مصرف کود نیتروژن بر عملکرد دانه و راندمان تبدیل برنج رقم خزر. مجله علوم زراعی ایران ۱۳(۱): ۶۱-۷۷.
۳. قربانعلی، م.، ش. هاشمی و ا. فلاح. ۱۳۸۵. بررسی اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر برخی از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه برنج. مجله علوم کشاورزی ۱۲(۲): ۴۱۵-۴۲۸.
۴. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۳۹۲. آمارنامه کشاورزی، جلد اول محصولات زراعی ۹۰-۱۳۸۹. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی، ص: ۱۲۳.
5. Broadbent, F.E., S.K. De Datta and E.V. Laureles. 1987. Measurement of nitrogen use efficiency in rice genotypes. *Agron. J.* 79: 786-791.
6. Cheng, J.F., H.Y. Jiang, Y.B. Liu, T.B. Dai and W.X. Cao. 2011. Methods on identification and screening of rice genotypes with high nitrogen efficiency. *Rice Sci.* 18(2): 127-135.
7. Choudhury, A.T.M.A. and I.R. Kennedy. 2005. Nitrogen fertilizer losses from rice soils and control of environmental pollution problems. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 36: 1625-1639.
8. FAO. 2013. Rice Market Monitor. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
9. Hakeem, K.R., R. Chandna, A. Ahmad, M.I. Qureshi and M. Iqbal. 2012a. Proteomic analysis for low and high nitrogen-responsive proteins in the leaves of rice genotypes grown at three nitrogen levels. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 168(4): 834-850.
10. Hakeem, K.R., R. Chandna, A. Ahmad and M. Iqbal. 2012b. Physiological and molecular analysis of applied nitrogen in rice genotypes. *Rice Sci.* 19(3): 213-222.
11. Li, Y., X. Yang, B. Ren, Q. Shen and S. Guo. 2012. Why nitrogen use efficiency decreases under high nitrogen supply in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. *J. Plant Growth Regul.* 31:47-52.
12. Mae, T. 1997. Physiological nitrogen efficiency in rice: Nitrogen utilization, photosynthesis, and yield potential. *Plant Soil* 196: 201-210.
13. Pan, S.G., S.Q. Huang, J. Zhai, J.P. Wang, C.G. Cao, M.L. Cai, M. Zhan and X.R. Tang. 2012. Effects of N management on yield and N uptake of rice in central China. *J. Integrative Agric.* 11(12): 1993-2000.
14. Roy, R.N. and R.V. Misra. 2002. Economic and environmental impact of improved nitrogen management in Asian rice-farming systems. Proc. of the 20th Session of the International Rice Commission (Bangkok).
15. Wassmann, R., S.V.K. Jagadish, S.Heuer, A. Ismail, E. Redona, R. Serraj, R.K. Singh, G. Howell, H. Pathak and K. Sumfleth. 2009. Chapter2 climate change affecting rice production: The physiological and agronomic basis for possible adaptation strategies. *Adv. Agron.* 101: 59-122.
16. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. The International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines, 269 p.
17. Yu, Q.G., J. Ye, S.N. Yang, J.R. Fu, J.W. Ma, W.C. Sun, L.N. Jiang and Q. Wang. 2013. Effects of nitrogen application level on rice nutrient uptake and ammonia volatilization. *Rice Sci.* 20(2): 139-147.