بررسی اثر کاهش مصرف آب و سطوح مختلف کود نیتروژن بر صفات مرفولوژیکی و عملکرد برنج رقم طارم هاشمی

میثم گلدوست خورشیدی[1*]، علیرضا دانشمند[2]، صغرا مرادپور[3] و اصغر باقری جامخانه[1]

چکیده

این تحقیق به منظور مطالعه اثر تیمارهای مختلف کمبود آب و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد دانه برنج (*Oryza sativa* L.) رقم طارم هاشمی به صورت مزرعه‌ای در شهرستان نکا در استان مازندران در سال زراعی ۱۳۸۸ اجرا گردید. آزمایش به صورت اسپیلت پلات نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آبیاری شامل غرقاب دائم = I_1 (شاهد)، و قطع آبیاری در مراحل پنجه‌زنی= I_2 (۱۵ روز)، گلدهی= I_3 (۱۵ روز) و پر شدن دانه = I_4 (۱۵ روز) به عنوان عامل اصلی و نیتروژن به عنوان عامل فرعی در مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن ماده مؤثر در هکتار از منبع کودی اوره بودند. اثر آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، قطر ساقه و تعداد پنجه در کپه معنی‌دار شد. افزایش سطوح کود نیتروژن، اثر افزایشی روی همه صفات به غیر از شاخص برداشت داشت. هم‌چنین قطع آبیاری در مرحله پنجه‌زنی موجب کاهش ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، قطرساقه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه شد. استفاده از غرقاب دائم به همراه ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد دانه داشت. نتایج نشان داد که، آبیاری غرقابی هر چند در مناطقی که از نظر آبیاری کمبود دارند مشکل ساز است، اما بیشترین عملکرد دانه را در پی دارد.

واژه‌های کلیدی: برنج، آبیاری، کود نیتروژن، عملکرد، شاخص برداشت، اجزای عملکرد.

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲٤

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر

۲- استادیار گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر و عضو باشگاه پژوهشگران جوان واحد چالوس

*نویسنده مسئول: **golduost.m@gmail.com**

مقدمه

نیاز آبی محصولات مختلف زراعی متفاوت می‌باشد و چون برنج گیاهی نیمه آبزی است، در مقایسه با محصولات دیگر زراعی به آب بیشتری نیاز دارد (Ghorbanli *et al*., 2006). این محصول یک سوم سطح زیر کشت غلات دنیا را اشغال کرده و تأمین‌کننده ۲۵ تا ٦٥ درصد کالری ۲/۷ میلیارد نفر از جمعیت جهان می‌باشد. برنج، گیاهی است که نسبت به دیگر گیاهان تحت آبیاری، بیشترین سطح زیر کشت را دارا است. بیش از ۸۰ درصد منابع آب شیرین در قاره آسیا برای اهداف کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد که نیمی از کل این آب صرف تولید برنج می‌شود (Dawe *et al*., 1998). از سوی دیگر، خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید برنج در ٤٠ میلیون هکتار از اراضی زیر کشت برنج در آسیا می‌باشد (Venuprasad *et al*., 2007). زمانی که تلفات آب از گیاه بر اثر تعرق بیشتر از جذب آب شود، در گیاه کمبود آب بوجود آمده و گیاه دچار تنش خشکی می‌گردد. تنش آبی در طی مرحله رویشی باعث کم شدن تعداد پنجه‌ها می‌شود، در صورتی که تنش در مرحله زایشی و پر شدن دانه باعث کم شدن تعداد دانه و وزن آن می‌شود (Rahman *et al*., 2002). تنش آبی در مرحله رویشی در کم کردن کل بیوماس تأثیر می‌گذارد که ناشی از کاهش سرعت فتوسنتز و وزن ماده خشک می‌باشد (Tahmaesbi *et al*., 2008). نتایج بررسی‌ها روی نخود، کاهش وزن دانه را بر اثر بروز محدودیت آب بویژه در مرحله پر شدن دانه نشان داد (Shobeiri, 2004). دانشیان و همکاران (Daneshian *et al.*, 2006) اعلام کردند که تنش کم آبی در آفتابگردان موجب گردید تا میزان پوکی دانه‌ها افزایش یابد. در بررسی اثر کود نیتروژن مصرفی بر برنج مشاهده شد، که نسبت کلروفیل برگ در تیمار دارای کود نیتروژن بیشتر در مقایسه با تیمار کود نیتروژن با مقدار کمتر، افزایش معنی‌داری داشت (Jeffrey and Gyles, 2003). مصطفوی‌راد و طهماسبی سروستانی (Mostafavy Rad and Tahmasebi Sarvestani, 2004) با بررسی ۳ سطح کود نیتروژن بر ژنوتیب‌های برنج نتیجه گرفتند که عملکرد دانه در ژنوتیب‌ها و سطوح مختلف کود نیتروژن تفاوت معنی‌داری دارد و افزایش عملکرد را می‌توان به عواملی مثل طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، تعداد انشعابات اولیه و ثانویه خوشه و شاخص برداشت بالاتر نسبت داد. در این آزمایش بیشترین عملکرد در سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بدست آمد. در گیاه برنج بین مقدار فتوسنتز در واحد سطح برگ و غلظت نیتروژن بر حسب واحد سطح برگ ارتباط خطی وجود دارد (Liang *et al*., 2001). غلظت نیتروژن برگ همبستگی مثبتی با مقدار آنزیم ربیسکوی برگ دارد، به طوری که کاهش غلظت نیتروژن گیاه موجب کاهش فتوسنتز و مقدار آنزیم روبیسکو می‌شود. بنابراین، به نظر می‌رسد که بیلان نیتروژن در گیاه به طور مستقیم با بیلان دی اکسیدکربن در ارتباط است (Ishimaru *et al*., 2001). در انواع رژیم‌های نیتروژن، تجمع ماده خشک در تیمار آبیاری به طور معنی‌داری بالاتر و سریع‌تر از تیمار کم آبی بود (Timsina *et al*., 2001). تجمع نیتروژن در طول دوره رشد رویشی در برنج با آبیاری غرقابی ممکن است جهت رفع نیازمندی گیاه به نیتروژن در مرحله تمایز خوشه مفید باشد (Ntamatungiro *et al*., 1999).

برنج گیاهی است که در شرایط غرقابی کشت می‌شود و به دلیل حساس بودن دوره رشد رویشی و زایشی آن به کم آبی، کمبود آب تاثیر زیادی در فرآیندهای متابولیکی گیاه و جذب عناصر غذایی به ویژه کاهش جذب نیتروژن خاک دارد و حاصلخیزی خاک‌ها و مدیریت نهاده‌های شیمیایی به مسئله آب مربوط می‌شود. کم‌آبی میزان جذب آب و هم‌چنین جریان عناصر غذایی و انتقال آن‌ها را در گیاه برنج کاهش می‌دهد.

این تحقیق به‌منظور بررسی تشخیص بازتاب‌های رشدی و مورفولوژیک و هم‌چنین تغییرات عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه محصول توسط اعمال کاهش مصرف آب و تغییرات نیتروژن مصرفی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در شهرستان نکا واقع در استان مازندران با عرض جغرافیایی ٣٦ درجه شمالی و ٥٣ درجه شرقی و با ارتفاع ۱۲ متر از سطح دریای آزاد بر روی برنج رقم طارم هاشمی در سال ۱۳۸۸ انجام شد. خاک محل آزمایش رسی سیلتی با pH ۷/۹۰ بود (جدول ۱). آزمایش به صورت اسپیلت پلات نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آبیاری شامل غرقاب دائم= I_1 (شاهد)، قطع آبیاری در مرحله پنجه‌زنی= I_2 (۱۵ روز)، قطع آبیاری در مرحله گلدهی= I_3 (۱۵ روز) و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه= I_4 (۱۵ روز) به عنوان عامل اصلی و مقادیر کود نیتروژن شامل N_1، N_2، N_3 و N_4 (به‌ترتیب، صفر،

۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم ماده مؤثر نیتروژن در هکتار) از منبع کود اوره به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. در این تحقیق رقم طارم هاشمی مورد استفاده قرار گرفت.

اندازه هر کرت ۷×۲ متر بود. نشاها در اواخر زمستان و فروردین ماه تهیه و در اردیبهشت ماه به زمین اصلی انتقال داده شدند. عملیات نشا کاری با فاصله ۲۵×۲۵ سانتی‌متر مربع بین کپه‌ها و هر کپه شامل سه نشا صورت گرفت. از سوپر فسفات تریپل ۷۵ کیلوگرم در هکتار، سولفات پتاسیم ۹۵ کیلوگرم در هکتار و گوگرد ۱۰۰ کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار بر حسب آزمون خاک (جدول۱) به عنوان کود پایه استفاده شد. نیتروژن مصرفی نیز از منبع کود اوره در چهار قسمت در مراحل مهم رشدی (نشا کاری، پنجه زنی، گلدهی و پر شدن دانه) به کار برده شد. برای مبارزه با علف‌های هرز، هفت روز پس از نشاء کاری از علفکش بوتاکلر به میزان ۳/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. وجین علف‌های هرز، ۲۰ روز پس از نشاء کاری و وجین دوم به فاصله ۲۰ روز پس از وجین اول صورت گرفت. به منظور مبارزه با پروانه ساقه خوار برنج از حشره‌کش دیازینون ۱۰ درصد به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار در موقع وجین و زمان خوشه دهی استفاده شد. برای جلوگیری از بیماری قارچی بلاست برنج از قارچ کش تری سیکلازول (بیم) ۰/۵ کیلوگرم در هکتار در زمانی که ۳۰ درصد از خوشه‌ها نمایان شدند، استفاده شد. برای تعیین قطر و ارتفاع گیاه، قبل از برداشت محصول از هر کرت ۱۰ نمونه به طور تصادفی انتخاب شد و پس از اندازه‌گیری، میانگین هر کرت محاسبه شد. برای محاسبه تعداد پنجه‌ها در هر کرت پنج کپه به طور تصادفی شمارش شد و به عنوان میانگین هر کرت در نظر گرفته شد. برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، در مرحله برداشت سطحی معادل چهار متر مربع برداشت شد و سپس عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. عملکرد دانه با رطوبت ۱٤٪ برحسب کیلوگرم در هکتار بدست آمد. از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک شاخص برداشت محاسبه شد. داده‌های حاصل از اجرای آزمایش به وسیله نرم‌افزار آماری MSTATC تجزیه واریانس و میانگین‌ها به وسیله آزمون چند دامنه‌ی دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

اثر سطوح مختلف نیتروژن بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). هم‌چنین تفاوت تیمارهای رطوبتی از نظر این صفت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. با این وجود اثر متقابل دو عامل نیتروژن و آبیاری بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نبود. بیشترین ارتفاع بوته، در بین مقادیر کود نیتروژن، در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با ارتفاع ۱۵۰/۲ سانتی‌متر بدست آمد. هم‌چنین کمترین ارتفاع بوته در تیمار شاهد (بدون کود نیتروژن) حاصل شد (شکل ۱). بیشترین ارتفاع بوته، در بین تیمارهای رطوبتی، در تیمار غرقاب دائم (شاهد) با ارتفاع ۱٤٦/٤ سانتی‌متر بدست آمد و کمترین ارتفاع در زمان کمبود آب (قطع آبیاری) در ابتدای پنجه‌زنی حاصل شد (شکل ۳). در کل ترکیبات حاصل از دو عامل، بیشترین اندازه ارتفاع بوته در ترکیب غرقاب دائم به همراه ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص و کمترین اندازه ارتفاع در تیمار قطع آبیاری در مرحله پنجه زنی بدون مصرف نیتروژن خالص حاصل شد.

نتایج بررسی‌ها بر روی برنج نشان داد که با افزایش تنش رطوبت خاک، ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد که این عامل ناشی از جلوگیری تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول تحت تنش آبی می‌باشد (Zubaer *et al.*, 2007). تحقیقاتی که روی برنج صورت گرفت نشان داد که کمبود آب در مرحله رشد رویشی به طور معنی‌داری باعث کاهش ارتفاع گیاه گردید و تعداد پنجه ها را نیز کاهش داد، اما در مرحله زایشی و پر شدن دانه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد شلتوک نیز به طور معنی‌داری کاهش یافت (Pirdashti *et al.*, 2004).

قطر ساقه

قطر ساقه در سطوح مختلف کود نیتروژن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ نشان داد (جدول ۲). هم‌چنین در بین تیمارهای رطوبتی از نظر این صفت در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. اثر متقابل دو عامل کود نیتروژن و آبیاری نیز روی قطر ساقه گیاه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. بیشترین قطر ساقه در تیمار غرقاب دائم و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (I_1N_4) با مقدار ٤/۲۱ میلی‌متر و کمترین قطر ساقه در تیمار قطع آبیاری در مرحله پنجه‌زنی و بدون مصرف کود نیتروژن خالص(I_2N_1) با مقدار ۲/٤۸ میلی‌متر حاصل شد

(جدول ۳). در آزمایشی مشاهده شد که زمان وقوع تنش اثر چندانی بر قطر ساقه نداشت و این صفت بیشتر به کل میزان آب آبیاری واکنش نشان داد (Jafarzadeh Kenarsari and Postini, 1998).

تعداد پنجه در کپه

اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر تعداد پنجه در کپه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). هم‌چنین در بین تیمارهای رطوبتی از نظر این صفت در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اثر متقابل دو عامل کود نیتروژن و آبیاری نیز روی تعداد پنجه در کپه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. بیشترین تعداد پنجه در بین تیمارهای رطوبتی، در تیمار غرقاب دائم (شاهد) با تعداد ۱۸/۶۹ پنجه بدست آمد و کمترین تعداد پنجه در زمان قطع آبیاری در ابتدای پنجه‌زنی حاصل شد. بین زمان گلدهی و پر شدن دانه از نظر تعداد پنجه اختلافی وجود نداشت (شکل ۲). بیشترین تعداد پنجه در تیمار غرقاب دائم و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (I_1N_4) با تعداد ۲۲ پنجه بدست آمد و کمترین تعداد پنجه در تیمار قطع آبیاری در مرحله پنجه‌زنی و بدون مصرف کود نیتروژن خالص (I_2N_1) با تعداد ۱۲/۵ پنجه حاصل شد (جدول ۳). نتایج نشان می‌دهد که تعداد پنجه با تنش آبی کاهش پیدا می‌کند و این عامل ناشی از کافی نبودن شیره پرورده و جلوگیری از تقسیم سلولی و بافت مریستمی می‌باشد (Zubaer *et al*., 2007). با قطع آبیاری در مرحله پنجه‌دهی به علت محدودیت آب و جذب کمتر نیتروژن و رشد رویشی کمتر تعداد پنجه نسبت به سایر تیمارها کاهش یافت و تعداد پنجه‌های بارور کمتر و تعداد خوشه در واحد سطح کمتر موجب عملکرد پایین در این تیمار شد. عملکرد دانه در غلات تا حد زیادی به تعداد پنجه‌های بارور در هر گیاه بستگی دارد و همبستگی مثبتی بین تعداد پنجه و عملکرد دانه وجود دارد (Fageria and Baligar, 2001).

عملکرد دانه

عملکرد دانه در سطوح مختلف کود نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). هم‌چنین بین تیمارهای رطوبتی از نظر این صفت در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. اثر متقابل دو عامل کود نیتروژن و آبیاری نیز روی عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد دانه به تیمار غرقاب دائم و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (I_1N_4) با عملکرد ۵۰۴۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه به تیمار قطع آبیاری در مرحله پنجه‌زنی و بدون مصرف نیتروژن خالص (I_2N_1) با عملکرد ۲۴۶۸ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت (جدول ۳). فاجریا و بالیگار (Fageria and Baligar, 2001) نیز گزارش دادند که عملکرد برنج و اجزای عملکرد آن با مقادیر کود نیتروژن رابطه معنی‌داری دارد. آن‌ها متوسط حداکثر عملکرد دانه را در سه سال در سطح کودی ۱۷۱ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بدست آوردند. در بررسی انجام شده بر روی برنج در تنش آبی، عملکرد دانه کاهش پیدا کرد که علت این کاهش، توقف فتوسنتز و کاهش جابه‌جایی ماده پرورده به‌سوی دانه‌ها می‌باشد که ناشی از تنش رطوبت خاک است (Hossain, 2001).

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف کود نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ معنی‌داری بود (جدول ۲). هم‌چنین بین تیمارهای رطوبتی از نظر این صفت در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. اثر متقابل دو عامل کود نیتروژن و آبیاری نیز روی عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد بیولوژیک به تیمار غرقاب دائم و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (I_1N_4) با مقدار ۱۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد بیولوژیک به تیمار قطع آبیاری در مرحله پنجه‌زنی و بدون مصرف نیتروژن خالص (I_2N_1) با مقدار ۵۹۷۵ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت (جدول ۳). در تحقیقی که روی برنج صورت گرفت گزارش شد که تجمع کل بیوماس در طول دوره رشد برنج به‌طور معنی داری تحت تاثیر مقدار کود نیتروژن قرار گرفته است (Timsina *et al*., 2001). نتایج نشان می‌دهد که با کاهش رطوبت خاک، میزان ماده خشک کاهش می‌یابد و این عامل ناشی از کاهش فتوسنتز و کاهش ماده پرورده می‌باشد. هم‌چنین بیشترین اثرات تنش بر ماده خشک در زمان گلدهی و رسیدگی می‌باشد (Zubaer *et al*., 2007).

شاخص برداشت

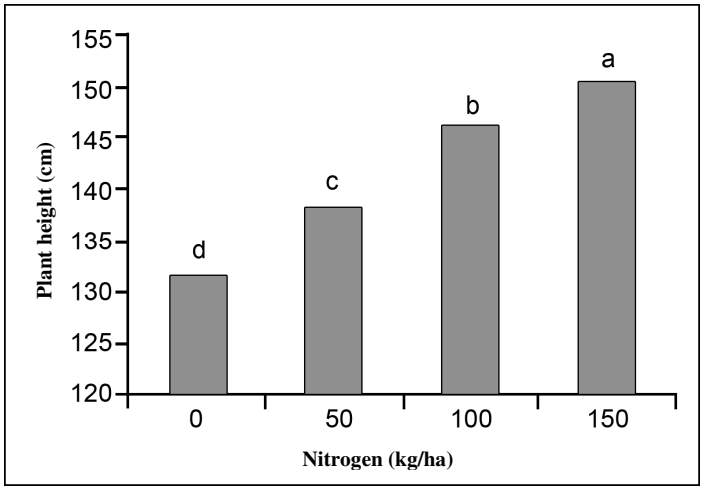
اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۲). اثر متقابل دو عامل کود نیتروژن و آبیاری روی شاخص برداشت معنی‌دار نشد، ولی بین تیمارهای رطوبتی از نظر این صفت در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین شاخص برداشت، در بین

مقادیر کود نیتروژن، در سطح کودی ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با مقدار ٤١/٠٨ درصد و هم‌چنین کمترین شاخص برداشت در سطح کود ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد (شکل ۲). تیمسینا و همکاران (Timsina *et al*., 2001) دریافتند که میانگین شاخص برداشت در سه سال متوالی برای دو رقم BR_{14} و BR_{11} برنج به ترتیب برای تیمار بدون مصرف کود نیتروژن برابر ۰/۳۸ و ۰/۳۸ و برای تیمار کودی با مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برابر ۰/۳۰ و ۰/۳۵ و با مصرف ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برابر ۰/۳۰ و ۰/۳۳ بوده است. در نتیجه با مصرف بیشتر کود نیتروژن، به علت افزایش عملکرد کاه، شاخص برداشت کمتر می‌شود. شاخص برداشت با ایجاد تنش آبی کاهش می‌یابد که این کاهش در رقم‌ها متفاوت می‌باشد (Zubaer *et al*., 2007).

در مجموع کاهش مصرف آب (قطع ۱۵ روزه آب) در مرحله پنجه‌دهی باعث کاهش تعداد پنجه و سایر صفات رشدی شد و آبیاری در مراحل بحرانی جبران کننده نبوده و عملکرد مطلوبی بدست نیامد. در واقع در صورت عدم وجود رطوبت کافی، به علت عدم جذب نیتروژن و کاهش مصرف نیتروژن، اثر آن بر پارامترهای رشد از قبیل ارتفاع گیاه، قطر ساقه و تعداد پنجه باعث کاهش این صفات شد. می‌توان بیان کرد که استفاده از ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن خالص در هکتار در شرایط غرقابی بیشترین اثر را در افزایش صفات مورد بررسی داشته و در نتیجه عملکرد بالاتری حاصل شده است.

Table 1. **Soil characters in the experimental field** **جدول ۱- نتایج آزمون خاک محل آزمایش**

Soil texture	Pottasium (ppm)	Phosphoraes (ppm)	Nitrogen (ppm)	Organic mattre (%)	Organic carbon (%)	pH	Depth (cm)
Silt.Cely	260	13	0.13	2.30	1.34	7.90	0-30



شکل ۱- مقایسه اثر کود نیتروژن بر ارتفاع گیاه برنج

Figur 1. Comparison of nitrogen fertilizer levels effect on plant height of rice

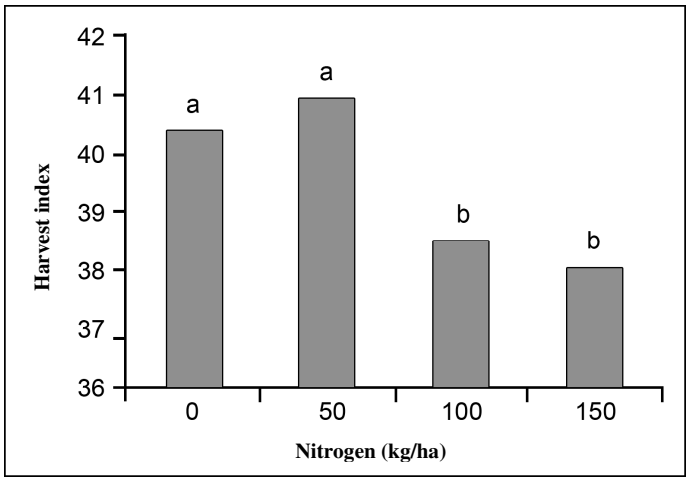
جدول ۲- تجزیه واریانس اثر سطوح کود نیتروژن و کاهش مصرف آب بر صفات مورد بررسی در گیاه برنج

Table 2- Analysis of variances for the effect of nitrogen fertilizer levels and water deficit on the studied traits of rice

		Mean Squares					
S.O.V.	**D.F.**	**Harvest index**	**Biological yield**	**Grain yield**	**Number of tillers**	**Stem diameter**	**Plant height**
Replication	3	5.582^{ns}	3484084.729^{ns}	458480.729^{ns}	0.375^{ns}	0.019^{ns}	46.656^{ns}
Irrigation	3	5.198^{ns}	11866018.063^{**}	1903897.396^{**}	66.792^{**}	3.577^{**}	673.465^{**}
Error	9	4.756	412487.507	80573.785	0.639	0.024	14.699
Nitrogen	3	32.758^{*}	30594893.063^{**}	3268026.563^{**}	146.792^{**}	4.784^{**}	1112.329^{**}
Error	9	5.621	893584.729	124614.063	0.972	0.056	13.707
Irrigation×Nitrogen	9	8.263^{ns}	3343551.396^{**}	481730.729^{**}	3.389^{*}	0.192^{**}	17.246^{ns}
Error	27	6.066	1049898.816	141857.118	1.144	0.06	10.488
C.V. (%)	-	6.22	11.44	10.58	6.36	7.96	2.29

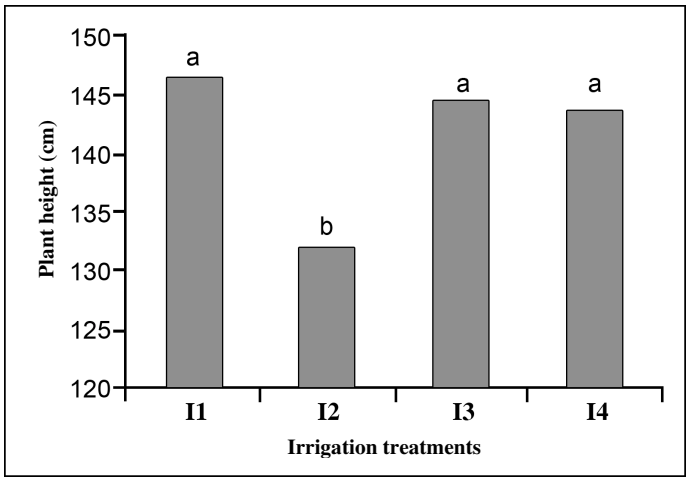
* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و ns: غیر معنی‌دار

*,** and ns: Significant at 5% and 1% levels of probability and non-significant, respectively.



شکل ۲- مقایسه اثر کود نیتروژن بر شاخص برداشت برنج

Figure 2. Comparison of nitrogen fertilizer levels effect on harvest index of rice



شکل ۳- مقایسه اثر تیمارهای آبیاری بر ارتفاع گیاه برنج (I_1، I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب، غرقاب دایم (شاهد)، قطع آبیاری در مرحله پنجه‌زنی، گلدهی و پر شدن دانه)

Figure 3. Comparison of irrigation treatments on plant height of rice (I1, I2, I3 and I4: waterlogging (Control), water deficit at tillering, flowering and seed filling stage, respectively)

جدول ۳- میانگین اثر متقابل سطوح نیتروژن و قطع آبیاری بر صفات مورد بررسی برنج رقم طارم هاشمی

Table 3. Interaction effects of nitrogen levels and water deficit on the studied traits of rice cv.Tarom Hashemi

Treatments	Number of tillers	Stem diameter (mm)	Biological yield (Kg/ha)	Grain yield (Kg/ha)
I_1N_1	16 ^{ghi}	2.74 ^{fgh}	7500 ^{def}	2970 ^{fg}
I_1N_2	17.5 ^{efg}	3.51 ^{bc}	8925 ^{bc}	3840 ^{bc}
I_1N_3	19.2 ^{bcd}	3.28 ^{cde}	10400 ^{b}	4058 ^{b}
I_1N_4	22 ^{a}	4.21 ^{a}	13000 ^{a}	5043 ^{a}
I_2N_1	12.5 ^{l}	2.48 ^{h}	5975 ^{f}	2463 ^{g}
I_2N_2	14.7 ^{ijk}	2.63 ^{gh}	6950 ^{ef}	3055 ^{defg}
I_2N_3	16.2 ^{fghi}	3.18 ^{cde}	9225 ^{bc}	3395 ^{cdef}
I_2N_4	17.7 ^{def}	3.06 ^{def}	9300 ^{bc}	3620 ^{bcde}
I_3N_1	13.2 ^{kl}	2.42 ^{h}	8200 ^{cde}	3410 ^{cdef}
I_3N_2	15.5 ^{hij}	2.92 ^{efg}	9100 ^{bcd}	3635 ^{bcde}
I_3N_3	18.2 ^{de}	3.18 ^{cde}	9200 ^{bc}	3638 ^{bcde}
I_3N_4	20.25 ^{b}	3.78 ^{b}	9067 ^{bcd}	3475 ^{bcdef}
I_4N_1	14 ^{jkl}	2.92 ^{efg}	7500 ^{def}	3048 ^{efg}
I_4N_2	16.5 ^{fgh}	2.87 ^{efg}	8875 ^{bcd}	3540 ^{bcdef}
I_4N_3	18.5 ^{cde}	3.53 ^{bc}	9500 ^{bc}	3685 ^{bcd}
I_4N_4	20 ^{bc}	3.34 ^{cd}	10580 ^{b}	4100 ^{b}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

I_1، I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب، غرقاب دایم (شاهد)، قطع آبیاری در مرحله پنجه‌زنی، گلدهی و پر شدن دانه.

N_1، N_2، N_3 و N_4 به‌ترتیب، صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار .

Means with the same letters in each column are not significantly different at 5% level of probability.

I1, I2, I3 and I4: waterlogging (Control), water deficit at tillering, flowering and seed filling stage, respectively.

N1, N2, N3 and N4: 0, 50, 100 and 150 kg N/ ha, respectively.

References

Daneshian J, Jabbari H, Farokhi A (2006) Dehydration stress and density on yield and agronomic characteristics of the cultivated sunflower. Proceedings of Crop Science Congress of Iran 2006. August 25-29, 2006. Tehran University, Aboureyhan. p. 500. [In Persian with English Abstract].

Dawe D, Seekler D, Bauker R (1998) Water supply and research for food security in Asia. Proceeding of the Workshop on Increasing Water Productivity and Efficiency in Rice-Based Systems, July 1998, IRRI, Los Banos. Philippines.

Fageria NK, Baligar VC (2001) Low land rice response to nitrogen fertilization. Soil Science 32(1&9): 1405-1429.

Ghorbanli M, Hashemi Moghaddam SH, Fallah A (2006) Effect of irrigation and nitrogen interaction on some morphological and physiological traits in rice plant (*Oryza sativa* L.). Journal of Agricultural Sciences. 12 (2): 13. [In Persian with English Abstract].

Hossain MA (2001) Growth and yield performance of some rice cultivars under different soil moisture regimes. M.Sc. Thesis, Department of Crop Bot. Bangladesh Agric. University., Mymensingh.

Ishimaru K, Kobayashi N, Ono K , Ohsugi R (2001) Are content of Rubisco, soluble protein and nitrogen in flag leaves of rice controlled by the same genetics. Journal of Experimental Botany 52:1827-1833.

Jaafarzadeh-Kenarsari M, Postini K (1998) Investigating the effect of drought stress at different growth stages on some morphological characteristics and yield components of sunflower (cv. Record). Iranian Journal of Agricultural Science 29(2): 353-362.

Jeffrey V, Gyles R (2003) Controlled release urea as a nitrogen source for corn in southern Minnesota. Annual Report, Southern Research and Outreach Center, University of Minnesota. Agrium U.S. Inc.

Koochaki A, Soltani A, Azizi M (1997) Principle of agricultural practices in arid environment (translated) Education of Agriculture Press. 942 pp. [In Persian with English Abstract].

Liang JS, Zhang JH, Cao XZ (2001) Grain sink strength may be related to the poor grain filling of indica and japonica rice hybrids. Phyologia Plantarum 112: 470-477.

Mostafavy Rad M, Tahmasebi Sarvestani Z (2003) Nitrogen fertilizer effects on yield, yield components and remobilization in rice genotypes. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 2: 31-21. [In Persian with English Abstract].

Ntamatungiro S, Norman RJ, Mc New RW, Well RR (1999) Comparision of plant measurements for estimating nitrogen accumulation and grain yield by flooded rice. Agronomy Journal 91: 676.

Pirdashti H, Sarvestani ZT, Nematzadeh G, Ismail A (2004) Study of water stress effect in different growth stages on yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. New directions for a diverse planet: Proceeding of 4 International Crop Science Congress, Brisbane. Australia. 26 th Septembr -1 th Octobr 2004.

Rahman MT, Islam MT, Islam MO (2002) Effect of water stress at different growth stages on yield and yield contributing characters of rice. Pakestann Journal Biological Sciences 5(2): 169-172.

Shobeiri SS (2004) Evaluating the effects of water deficit on rate and duration of grain filling and yield in three chickpea cultivars. M.Sc. Thesis in Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Mohaggag-Ardabili. 195.pp [In Persian with English Abstract].

Tahmaesbi Sarvaestani Z, Pirdashti H, Modarres Sanavy SAM, Blouchi H (2008) Study of water stress effect in different growth stages on yield and yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Pakestann Journal Biological Sciences 11(10): 1303-1309.

Timsina J, Singh V, Badaruddin M, Meisner C, Amin MR (2001) Cultivar, nitrogen and water effects on produtivity and nitrogen- use efficiency and balance for rice- wheat sequences of Bangladesh. Agronomy, Physiology and Agro- Ecology 72: 143-167.

Venuprasad R, Lafitte HR, Atlin GN (2007) Response to direct selection for grian yield under drought stress in rice. Crop Science 47: 285-293.

Zubaer MA, Chowdhury AKM, Ialam MZ, Amad T, Hasan MA (2007) Effects of water stress on growth and yield attributes of rice genotypes. Internional Journal Sustain Crop production 2(6): 25-30.