

بررسی دور آبیاری و مقادیر کمپوست آزولا بر صفات زراعی برنج (*Oryza sativa*)

فاطمه فرح دهر*^۱، سید علیرضا ولدآبادی^۲، جهانفر دانشیان^۳، تیمور رضوی پور^۴، ابراهیم امیری^۵

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، دانشکده کشاورزی، گروه کشاورزی، تاکستان، ایران، صندوق پستی: ۳۴۸۱۹۴۹۴۷۹

۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، گروه آموزشی زراعت، شهر قدس، ایران، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۳۷۴

۳- مؤسسه اصلاح و تهیه نهال بذر، صندوق پستی: ۴۱۱۹-۳۱۵۸۵

۴- مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت)

۵- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

ffarahdahr@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی دور آبیاری و کمپوست آزولا بر صفات زراعی برنج در استان گیلان، آزمایشی به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت اجرا گردید. در این آزمایش ۳ مدیریت آبیاری (I_1 = شاهد با ۱۰۰٪، I_2 و I_3 ، به ترتیب آبیاری با ۸۰٪، ۶۰٪، تبخیر از تشت کلاس A) به عنوان عامل اصلی و مقادیر مختلف کمپوست آزولا در ۴ سطح (C_1C_2 ، C_3 ، C_4 ، به ترتیب بدون استفاده از کمپوست، ۴، ۸ و ۱۲ تن در هکتار) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که اثر سطوح مختلف آبیاری بر ارتفاع گیاه، تعداد خوشه چه پوک در خوشه، بیوماس کل و عملکرد معنی‌دار می‌باشد و اثر مقادیر مختلف کمپوست بر ارتفاع، تعداد پنجه، طول خوشه، تعداد خوشه چه پوک در خوشه، تعداد خوشه چه پوک، بیوماس کل، عملکرد و کلروفیل معنی‌دار می‌باشد. اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و کمپوست نیز بر عملکرد دانه معنی‌دار شد. بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت که مناسب‌ترین مدیریت در شالیزار، آبیاری به مقدار ۶۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A همراه با استفاده از ۸ تن در هکتار کمپوست آزولا می‌باشد.

کلمات کلیدی: آبیاری، برنج، تشت تبخیر، کمپوست آزولا.

مقدمه

برنج از جمله ارزشمندترین گیاهان زراعی، با سابقه کشت طولانی بوده و از محصولات مهم غذایی دنیا محسوب می‌شود. برنج پس از گندم، مهمترین محصول زراعی بوده که تأمین کننده بیش از ۸۰ درصد کالری و ۷۵ درصد پروتئین مصرفی مردم آسیا است. دانه برنج و فرآورده‌های حاصل از آن نزدیک به ۴۰ درصد غذای مورد نیاز نیمی از مردم جهان را فراهم می‌سازد (۳).

برنج کم طاق‌ترین غله نسبت به خشکی بوده، نیاز آبی آن به اقلیم، خاک و رقم مورد کاشت بستگی داشته (۱) و آبیاری یکی از عوامل کلیدی در تعیین میزان سودآوری تولید برنج بشمار می‌آید (۸). با توجه به تنوع زیاد شرایط محیطی و ارقام مختلف برنج یک روش استاندارد برای آبیاری وجود ندارد. لذا سوء مدیریت و یا ترس از خشکی در طول فصل رشد موجب افراط بیش از حد لازم در استفاده از آب می‌گردد. در شالیزارها معمولاً آبیاری بصورت غرقاب دائم صورت می‌گیرد. گرچه برنج گیاهی است که تحت شرایط غرقابی بخوبی رشد می‌کند ولی غرقاب‌های طولانی مدت، اثرات زیان‌بخشی بر روی گیاه خواهد داشت (۹). تأثیر کاهش رطوبت خاک در مراحل مختلف رشد برنج تا ۸۰٪ اشباع علاوه بر اینکه آسیبی به برنج وارد نمی‌کند، بلکه باعث افزایش کیفیت رشد برنج می‌شود، البته در مرحله استقرار گیاه و در مرحله گلدهی آسیبی بر برنج وارد شد ولی معنی‌دار نبوده است (۴ و ۶). حساسترین مراحل رشد برنج به تنش خشکی، مرحله گلدهی و استقرار گیاه می‌باشد (۵) و (۶). یکی از روش‌ها برای کاهش مصرف مقدار آب آبیاری و جلوگیری از اتلاف آب در کشت برنج، قطع

موقت آب و استفاده از آبیاری متناوب بجای آبیاری غرقاب دائم می‌باشد ولی قطع آبیاری در هر مرحله از رشد برنج ممکن است باعث نقصان عملکرد گردد (۲۱) و (۳۱). در مدیریت‌های جدید، رژیم‌های مختلف آبیاری متناسب با فیزیولوژی گیاه در جهت افزایش محصول، کاهش مصرف آب، بالا بردن راندمان آبیاری، کنترل علف‌های هرز و جلوگیری از ماندآبی شدن اراضی شالیکاری اعمال می‌شود. از سوی دیگر موقعیت ویژه کشورمان به عنوان منطقه‌ای کم آب و بطور اخص عدم یکنواختی توزیع بارندگی حتی در استان‌های شمالی لزوم صرفه‌جویی در مصرف آب را در اراضی شالیزاری اثبات می‌کند (۲، ۱۰ و ۱۲). با توجه به محدودیت منابع آبی در کشورمان، افزایش جمعیت، نیاز روز افزون کشور به امنیت غذایی و پایین بودن راندمان آبیاری در مزارع، ضروری است که برنامه دقیقی برای استفاده بهینه از منابع موجود صورت گیرد (۱۰).

تداوم استفاده از کودها علاوه بر ایجاد بسیاری از آلودگی‌های زیست محیطی باعث افزایش هزینه نیز می‌شود. امروزه استفاده از کمپوست همراه با کودهای شیمیایی به عنوان یک ضرورت در ایجاد کشاورزی پایدار شناخته شده است. چون می‌تواند کمبود بسیاری از عناصر ضروری و مورد نیاز گیاه مثل روی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم را در خاک تا حد زیادی برطرف کند (۱۵).

آزولا یک سرخس آبی آزاد بوده که معمولاً در آب شالیزارها، نه‌های آب و استخرها یافت می‌شود (۲۹). کمپوست مخلوطی از مواد آلی پوسیده شده بوسیله میکروارگانیسم‌ها است که در یک محیط گرم، مرطوب، و تحت شرایط هوازی، مواد و عناصر غذایی

همچنین با این طریق کشاورزی پایدار و یا حتی ارگانیک را در کشاورزی ایجاد کرد. با توجه به عدم یکنواختی توزیع آب در استان گیلان، لزوم صرفه جویی آب در شالیزار به عنوان یک ضرورت می باشد. لذا این تحقیق جهت بررسی و تعیین بهترین دور آبیاری و مقدار مناسب کمپوست در برنج انجام گردید.

مواد و روش ها

به منظور بررسی دور آبیاری و کمپوست آزولا بر صفات زراعی برنج رقم هاشمی در استان گیلان، آزمایشی مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت اجرا گردید. آزمایش به صورت طرح اسپلیت پلات (کرت‌های خرد شده) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش ۳ مدیریت آبیاری ($I_1 =$ شاهد با ۱۰۰٪، I_2 و I_3 ، به ترتیب آبیاری با ۸۰٪، ۶۰٪، تبخیر از تشت کلاس A) به عنوان عامل اصلی و مقدار مختلف کمپوست آزولا در ۴ سطح (C_1C_2 ، C_3 و C_4 به ترتیب بدون استفاده از کمپوست، ۴ تن، ۸ تن و ۱۲ تن در هکتار کمپوست آزولا) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. کودهای فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پس از شخم و قبل از مالکشی و کود اوره ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بصورت تقسیط در سه مرحله ($\frac{1}{3}$ هنگام نشاء، $\frac{1}{3}$ پس از وجین اول و $\frac{1}{3}$ پس از وجین دوم) داده شد. قبل از اجرای طرح یک نمونه خاک و کمپوست جهت تجزیه به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج آزمایش در جدول ۱ و ۲ ارایه شده است. در اواخر بهمن ماه ۱۳۸۷، زمین شخم زده شد و

موجود در خود را به صورت قابل استفاده در اختیار گیاه قرار می‌دهد. استفاده از کمپوست در مدیریت عناصر غذایی خاک برای رسیدن به یک سیستم کشاورزی پایدار لازم و ضروری است. کمپوست می‌تواند بعضی از مسائل مربوط به کاهش عملکرد ناشی از فقدان یا کمبود بعضی عناصر را برطرف نماید، خصوصاً کاهش عملکرد ناشی از کمبود روی در خاک را جبران نماید. می‌تواند به عنوان یک منبع ذخیره کننده عناصر غذایی و نگهداری آب در خاک عمل نموده و بنابراین راندمان استفاده از آب را بالا ببرد. تهویه خاک را بهتر کند و کمبود هوموس یا مواد آلی خاک را نیز تامین کند. بعضی از ویتامین‌ها، هورمون‌ها و آنزیم‌هایی را که توسط کود شیمیایی به خاک نمی‌تواند اضافه شود، فراهم می‌کند. به عنوان یک بافر در تنظیم pH خاک عمل می‌کند. می‌تواند بعضی از موجودات بیماری‌زا، علف‌های هرز و دیگر بدور مضر و غیر مفید موجود در خود را در حین مرحله کمپوست سازی با بالا رفتن درجه حرارت به بیش از $60^{\circ}C$ از بین ببرد (۲۸).

استفاده از کمپوست آزولا که مخلوطی از بقایای کاه برنج و جلبک آزولا می‌باشد، با دارا بودن مواد مفید به عنوان یک کود بیولوژیک هنگامی که به صورت کمپوست تبدیل شود، در شالیزار در بسیاری از کشورها مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته و اثرات مثبتی را که در افزایش محصول داشته، بخوبی ثابت شده است (۲۶).

یکی از اهداف مهم کشاورزی در سال‌های اخیر افزایش راندمان استفاده از نهاده‌ها، بویژه کاهش کودهای شیمیایی می‌باشد تا بتوان با حفظ محیط زیست و افزایش حاصلخیزی خاک بیشترین تولید را داشته و

۲۴ ساعت در معرض هوا و آفتاب قرار گرفتند. پس از آن خرمنکوبی به منظور جدا نمودن کاه و کلش از دانه‌ها صورت گرفت. کاه و بذرها بدست آمده از ۶/۲۵ متر مربع بر حسب کیلوگرم در واحد سطح (هکتار) تبدیل شد. عملکرد شلتوک آن با رطوبت ۱۴٪ محاسبه شد.

ارتفاع بوته: ارتفاع گیاه از سطح زمین تا نوک بلندترین خوشه منهای ریشک می‌باشد که برای این منظور از ۱۰ بوته به طور تصادفی استفاده گردید.

تعداد پنجه در متر مربع: ۱۰ بوته به طور تصادفی و با حذف حاشیه‌ها، انتخاب و تعداد پنجه‌ها شمارش شد.

طول خوشه: برای این منظور از ۱۰ خوشه در پنجه اصلی، از محل گره زیر خوشه تا نوک خوشه با خط کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

تعداد خوشه چه در خوشه و خوشه چه پوک در خوشه: قبل از برداشت از داخل هر کرت به طور تصادفی ۱۰ خوشه از پنجه اصلی (بلندترین ارتفاع بر اساس ارتفاع پنجه‌ها) جدا و دانه‌های پر و خالی از هم جدا و شمارش گردید. از مجموع آن دو، تعداد دانه‌های کل به دست آمد.

عملکرد بیولوژیک: شامل وزن خشک شلتوک، برگ و ساقه می‌باشد. در زمان برداشت، در هر کرت اندام‌های هوایی را که به منظور اندازه‌گیری عملکرد به میزان ۶/۲۵ متر مربعاز وسط هر کرت کف‌بر شده بودند مورد استفاده قرار داده شد. سپس به مدت ۴۸ ساعت داخل آون با دمای ۷۵ درجه قرار داده شد و عملکرد بیولوژیک به دست آمد.

جهت بررسی میزان کلروفیل برگ در زمان گل دهی از دستگاه کلروفیل متر دستی SPAD

در نیمه دوم اردیبهشت عملیات کامل تهیه زمین انجام شد و پس از تسطیح، نقشه طرح روی زمین پیاده شد. سپس کمپوست آزولا در هر کرت پاشیده و به طور یکنواخت با دست با خاک آن مخلوط شد. بذر پاشی در خزانه انجام شد و نشاءهای سالم و یکنواخت برنج در مرحله سه تا چهار برگی در نیمه دوم خرداد به زمین اصلی منتقل شدند. ابعاد هر کرت فرعی 3×3 متر و برنج رقم هاشمی به فاصله 20×20 سانتی‌متر و هر کپه با ۴ نشاء کشت گردید. حدود یک هفته تا ده روز اول آبیاری معمولی را برای کلیه تیمارها انجام شد تا نشاءها در ابتدا بدون تنش محیطی بتواند استقرار یابند. جهت آبیاری هر تیمار، میزان تبخیر از تشت تبخیر کلاس A برای دوره ۵ روزه محاسبه شد و میزان آب آبیاری بر اساس سطح کرت و درصد تبخیر در نظر گرفته شده، اعمال شد. مقدار آب ورودی به هر کرت با استفاده از پارشال فلوم اندازه‌گیری شد. مقدار آب تحویلی در دور آبیاری I₁ برابر با ۲۹۷ میلی‌متر، I₂ به میزان ۲۵۰ میلی‌متر و I₃ به میزان ۲۰۶ میلی‌متر در طول فصل زراعی بود. برای مبارزه شیمیایی با کرم ساقه خوار برنج از سم دیازینون ۵ درصد استفاده گردید و برای مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز یک هفته بعد از نشاء کاری از علف‌کش ساترین به غلظت ۳-۳/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. وجین دستی نیز در دو نوبت انجام گردید. برای جلوگیری از نشت آبیاری و کمپوست، مرزهای کرت‌ها با پلاستیک پوشانده شدند.

نمونه‌گیری و ارزیابی صفات

عملکرد دانه: پس از برداشت گیاهان از مساحت ۶/۲۵ متر مربع، از ردیف‌های وسط هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای از طرفین، گیاهان به مدت

502 ساخت شرکت Minolta Camera ژاپن استفاده شد. به منظور ثبت کلروفیل برگ، ده برگ به طور تصادفی در هر کرت انتخاب شد سپس از سه نقطه ابتدا، وسط و انتهای هر برگ توسط دستگاه میزان کلروفیل برگ‌ها اندازه‌گیری شد و میانگین داده‌ها به عنوان کلروفیل برگ ثبت گردید.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC تجزیه واریانس شد. سپس مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

جدول ۱: نتایج تجزیه خاک مزرعه آزمایش قبل از اجرای طرح

هدایت الکتریکی EC × 10 ³	اسیدیته گل اشباع pH paste of	کربن آلی % O.C	ازت کل Total N %	فسفر قابل جذب P(ppm)	پتاسیم قابل جذب K(ppm)	درصد شن % sand	درصد سیلت % silt	درصد رس % clay	بافت خاک
۱/۹۹	۶/۸۵	۱/۷۰	۰/۱۹۷	۹/۰	۱۹۱	۲۴	۲۶	۵۰	C

جدول ۲: نتایج تجزیه کمپوست آزولا

هدایت الکتریکی EC (Ec × 10 ³) در عصاره ۱:۵	اسیدیته گل اشباع pH در عصاره ۱:۵	کربن آلی % O.C	ازت کل Total N %	درصد فسفر کل % P	درصد پتاسیم کل % K	ظرفیت تبادل کاتیونی CEC Meq/100g
۱۰/۸	۶/۰۲	۳۳/۵	۲/۸۲۷	۰/۲۲	۰/۹۳	۵۵

نتایج

ارتفاع گیاه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد، تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری و مقادیر مختلف کمپوست آزولا و اثر متقابل دور آبیاری با کمپوست بر ارتفاع گیاه در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین ارتفاع گیاه (جدول ۴) در شرایط آبیاری نشان داد، بیشترین ارتفاع با میانگین ۱۴۰ سانتی‌متر در اثر کاهش مقدار آب آبیاری در دور آبیاری با ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A مشاهده گردید. مقایسه میانگین ارتفاع در شرایط کود کمپوست نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع با میانگین ۱۳۹/۴ سانتی‌متر در اثر استفاده از کمپوست آزولا به مقدار ۴ تن در هکتار می‌باشد. میانگین اثر متقابل تیمارها (جدول ۵) نشان می‌دهد که تیمار آبیاری به مقدار ۸۰

درصد تبخیر از تشت تبخیر و بدون استفاده از کمپوست آزولا، بیشترین ارتفاع با میانگین ۱۴۱ سانتی‌متر و تیمار آبیاری به مقدار ۶۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۱۲ تن در هکتار کمپوست آزولا، کمترین ارتفاع با میانگین ۱۲۹ سانتی‌متر را دارد.

تعداد پنجه در متر مربع

تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری بر تعداد پنجه معنی‌دار نبوده ولی مقادیر مختلف کمپوست آزولا و اثر متقابل دور آبیاری با کمپوست بر تعداد پنجه در سطح ۱ درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تعداد پنجه در هر متر مربع (جدول ۴) در شرایط کود کمپوست نشان داد، حداکثر تعداد پنجه در متر مربع در اثر استفاده از ۸ تن در هکتار کمپوست آزولا با میانگین ۳۲۵ پنجه به دست آمد. اثر متقابل

هکتار کمپوست آزولا دارای حداکثر طول خوشه با میانگین ۲۸/۶۷ سانتی متر است (جدول ۵).

نیترژن می‌تواند با تأثیرگذاری بر صفت طول خوشه و افزایش آن باعث افزایش عملکرد گردد. نتایج تحقیق سلحشور (۱۳۸۴) حاکی از عدم اختلاف معنی دار بین تیمارهای آبیاری بر صفت طول خوشه می‌باشد (۷). Singh (۲۰۰۱) در تحقیقات مشابه‌ای پی برد که طول خوشه افزایش معنی‌داری در برابر کمپوست مواد آلی پیدا می‌کند (۳۰). کاربرد کمپوست افزایش معنی‌داری در طول خوشه ایجاد می‌کند (۲۲). Manivannan و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد کمپوست موجب افزایش طول خوشه می‌شود (۲۵).

تعداد خوشه چه در خوشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد، تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری بر تعداد خوشه چه در یک خوشه معنی دار نبوده ولی مقادیر مختلف کمپوست آزولا و اثر متقابل دور آبیاری با کمپوست بر تعداد خوشه چه در یک خوشه به ترتیب در سطح ۱ درصد و ۵ درصد تأثیر معنی‌داری داشته است. مقایسه میانگین تعداد خوشه چه در یک خوشه در شرایط کود کمپوست (جدول ۴) نشان می‌دهد که حداکثر تعداد خوشه چه در یک خوشه با میانگین ۷/۷۶ در اثر استفاده از کمپوست آزولا به مقدار ۸ تن در هکتار است. میانگین اثر متقابل تیمارها (جدول ۵) نشان داد که تیمار آبیاری به مقدار ۸۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۸ تن در هکتار کمپوست آزولا با میانگین ۳/۸۱ دارای حداکثر تعداد خوشه چه در یک خوشه و تیمار آبیاری به مقدار ۸۰ درصد تبخیر

تیمارها (جدول ۵) نشان می‌دهد که تیمار آبیاری با ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۸ تن در هکتار کمپوست آزولا دارای حداکثر تعداد پنجه در متر مربع با میانگین ۳۵۱ پنجه است و تیمار آبیاری با ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۱۲ تن در هکتار کمپوست آزولا دارای کمترین تعداد پنجه در مترمربع با میانگین ۲۷۱ پنجه است.

با اضافه شدن کمپوست در تیمارها تعداد پنجه در متر مربع تحت تأثیر قرار می‌گیرد. حداکثر تعداد پنجه در تیمارهایی که کمپوست به کار رفته است وجود دارد. این نتیجه یک ارتباط معنی‌داری با ذخیره و قابلیت دسترسی نیترژن دارد (۱۹). گزارشات یزدانی و همکاران (۱۳۸۲) و نحوی (۱۳۷۹) حاکی از آن بود که اختلاف معنی‌داری در اثر تیمارهای آبیاری بر تعداد پنجه در مترمربع وجود نداشت. کاربرد کمپوست با کود نیترژن موجب افزایش تعداد پنجه می‌شود (۱۳).

طول خوشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که، تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری و اثر متقابل دور آبیاری با کمپوست بر طول خوشه معنی‌دار نبوده ولی مقادیر مختلف کمپوست آزولا بر طول خوشه در سطح ۵ درصد تأثیر معنی‌داری داشته است. حداکثر طول خوشه، در اثر استفاده از ۸ تن و ۴ تن در هکتار کمپوست آزولا به ترتیب با میانگین ۱/۲۸ و ۵/۲۷ سانتی متر به دست آمد (جدول ۴). بررسی اثر متقابل تیمارها نشان می‌دهد که تیمار آبیاری به مقدار ۸۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۸ تن در

تعداد خوشه چه در خوشه افزایش معنی داری در برابر کمپوست مواد آلی پیدا می کند (۳۰).
امان‌الله‌خان و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که کاربرد کمپوست تعداد دانه در خوشه را افزایش معنی داری می دهد (۱۶).

از تست تبخیر همراه با استفاده از ۱۲ تن در هکتار کمپوست آزولا با میانگین ۶۶ دارای کمترین تعداد خوشه چه در یک خوشه است.
نتایج تحقیق نحوی (۱۳۷۹) و یزدانی و همکاران (۱۳۸۲)، حاکی از عدم اختلاف معنی دار تیمارهای آبیاری در تعداد خوشه چه در خوشه است (۱۲ و ۱۱).

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع گیاه (سانتی متر)	تعداد پنجه (یک متر مربع)	طول خوشه (سانتی متر)	تعداد خوشه چه در خوشه	تعداد خوشه چه پوک در خوشه	عملکرد بیولوژیک (کیلو گرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	کلروفیل
تکرار	۲	۰/۲۲ ^{NS}	۱۲۶۷/۱۹ ^{NS}	۴/۷۰ ^{NS}	۳۳/۴۴ ^{NS}	۶/۰۲ ^{NS}	۴۳۰۶۳/۶۹ ^{NS}	۱۱۹۶/۶ ^{NS}	۸/۳۵ ^{NS}
آبیاری	۲	۱۴۳/۲۶ ^{**}	۵۵۰/۸۶ ^{NS}	۴/۹۱ ^{NS}	۱۴/۷۷ ^{NS}	۴۰/۵۲ ^{**}	۱۳۳۳۸۱۰/۵۲ [*]	۹۰۸۴۵/۴ ^{**}	۳/۲۹ ^{NS}
خطا	۴	۰/۹۶	۲۱۶/۹۸	۲/۰۹	۳۱/۶۱	۱/۴۰	۱۵۵۵۶۷/۴۴	۵۶۵/۲	۳/۳۴
کمپوست	۳	۶۷/۷۸ ^{**}	۱۹۰۳/۴۳ ^{**}	۴/۶۲ [*]	۱۳۷/۶۶ ^{**}	۱۴/۹۹ ^{**}	۱۶۴۹۳۵۷/۱۸ [*]	۲۵۶۶۵/۸ ^{**}	۱۱/۷۹ ^{**}
آبیاری × کمپوست	۶	۳۳/۴۲ ^{**}	۱۱۵۲/۰۴ ^{**}	۲/۵۸ ^{NS}	۴۴/۵۵ [*]	۵/۳۸ [*]	۱۶۷۹۷۸۰/۴۹ ^{**}	۴۸۶۷۰/۰۳ ^{**}	۴/۵۶ ^{**}
خطا	۱۸	۱/۳۵	۱۸۱/۶۴	۰/۹۹	۱۲/۰۳	۱/۵۰	۳۹۴۶۹۹/۴۱	۳۶۰/۹	۱/۰۲
ضریب تغییرات %	-	۰/۸۶	۴/۳۳	۳/۶۵	۴/۸۸	۹/۰۵	۷/۶۴	۴/۸	۲/۶۱

NS، *، ** به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می باشد.

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در شرایط مختلف آب آبیاری و کمپوست آزولا با آزمون دانکن در سطح ۵٪

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	تعداد پنجه (یک متر مربع)	طول خوشه (سانتی متر)	تعداد خوشه چه در خوشه	تعداد خوشه چه پوک در خوشه	عملکرد بیولوژیک (کیلو گرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	کلروفیل
سطوح آبیاری								
۱۰۰ درصد تبخیر	۱۳۳/۵c	۳۱۴/۶a	۲۶/۶a	۶۹/۸a	۱۱/۵b	۸۰۱۰b	۳۴۳۳ b	۳۹/۳۸a
۸۰ درصد تبخیر	۱۴۰/۰a	۳۰۳/۳a	۲۷/۴a	۷۱/۳a	۱۵/۰a	۸۰۴۲b	۳۳۶۹c	۳۸/۹۷a
۶۰ درصد تبخیر	۱۳۴/۸b	۳۱۵/۵a	۲۷/۹a	۷۲/۰a	۱۴/۰a	۸۶۰۳a	۳۵۴۱a	۳۸/۳۴a
مقادیر کمپوست								
بدون کمپوست	۱۳۴/۴c	۳۱۰/۹b	۲۷/۱ab	۶۹/۱b	۱۳/۲b	۷۵۹۷b	۳۳۹۴c	۳۹/۰۸b
۴ تن در هکتار	۱۳۹/۴a	۳۱۷/۶ab	۲۷/۵a	۷۰/۲b	۱۳/۷b	۸۴۱۷a	۳۴۸۱ b	۳۸/۴۳bc
۸ تن در هکتار	۱۳۷/۲b	۳۲۵/۰a	۲۸/۱a	۷۶/۷a	۱۵/۱a	۸۲۹۶a	۳۵۰۵ a	۴۰/۳۹a
۱۲ تن در هکتار	۱۳۳/۳c	۲۹۱/۱c	۲۶/۴b	۶۸/۱b	۱۲/۰c	۸۵۶۳a	۳۴۱۲ c	۳۷/۶۹c

سطوح تیماری که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۵: مقایسه میانگین اثرات متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و مقادیر مختلف استفاده از کمپوست آزولا برای صفات مورد بررسی با آزمون دانکن در سطح ۵٪

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	تعداد پنجه (یک متر مربع)	طول خوشه (سانتی متر)	تعداد خوشه چه در خوشه	تعداد خوشه چه پوک در خوشه	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	کلروفیل
I ₁ C ₁	۱۳۰/۷e	۳۲۳/۳b	۲۵/۷۰d	۶۷/۰Cde	۱۱/۰e	۷۴۷۳c	۳۳۶۹ f	۳۸/۴۰cd
I ₁ C ₂	۱۳۹/۱bc	۳۱۱/۷bcd	۲۶/۵۷bcd	۶۶/۳de	۱۱/۶de	۸۳۲۳bc	۳۴۰۳ e	۳۷/۸۰cd
I ₁ C ₃	۱۳۳/۳d	۳۵۱/۷a	۲۸/۴۳ab	۷۵/۳b	۱۲/۶cde	۸۰۶۳bc	۳۵۴۲ c	۴۱/۶۷a
I ₁ C ₄	۱۳۰/۸e	۲۷۱/۷e	۲۵/۹۳cd	۷۰/۶bcde	۱۰/۶e	۸۱۱۱bc	۳۴۲۰ e	۳۹/۶۷bc
I ₂ C ₁	۱۴۱/۶a	۲۹۵/۰cde	۲۷/۵۳abcd	۶۶/۶de	۱۳/۳bcd	۷۸۲۷bc	۳۴۱۶ e	۳۹/۴۳bc
I ₂ C ₂	۱۴۰/۷ab	۳۲۶/۷b	۲۷/۸۷ab	۷۱/۳bcde	۱۵/۰bc	۷۴۵۰c	۳۵۴۶ c	۳۹/۳۳bc
I ₂ C ₃	۱۳۸/۲c	۳۰۵/۰bcd	۲۸/۶۷a	۸۱/۳A	۱۸/۳a	۸۹۳۲ab	۳۲۹۱ g	۴۰/۴۷ab
I ₂ C ₄	۱۳۹/۵abc	۲۸۶/۷de	۲۵/۷۳d	۶۶/۰e	۱۳/۶bcd	۷۹۵۸bc	۳۲۲۴ h	۳۶/۶۳d
I ₃ C ₁	۱۳۰/۹e	۳۱۴/۳bc	۲۸/۲۳ab	۷۳/۶bc	۱۵/۳b	۷۴۹۲c	۳۳۹۹ef	۳۹/۴۰bc
I ₃ C ₂	۱۳۸/۵bc	۳۱۴/۳bc	۲۸/۳۳ab	۷۳/۰Bcd	۱۴/۶bc	۹۴۷۷a	۳۴۹۲ d	۳۸/۱۷cd
I ₃ C ₃	۱۴۰/۰abc	۳۱۸/۳bc	۲۷/۴۰abcd	۷۳/۶bc	۱۴/۳bc	۷۸۹۴bc	۳۶۸۳ a	۳۹/۰۳bc
I ₃ C ₄	۱۲۹/۷e	۳۱۵/۰bc	۲۷/۷۳abc	۶۷/۶cde	۱۱/۶de	۹۵۴۸a	۳۵۹۱ b	۳۶/۷۷d

سطوح تیماری که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ ندارند.

I₁, I₂ و I₃ بترتیب آبیاری اساس ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A

C₁, C₂, C₃ و C₄ بترتیب بدون استفاده از کمپوست آزولا، استفاده از کمپوست آزولا به میزان ۴، ۸ و ۱۲ تن در هکتار

تعداد خوشه چه پوک در خوشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که، تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری و مقادیر مختلف کمپوست آزولا بر تعداد خوشه چه پوک در یک خوشه در سطح ۱ درصد و اثر متقابل دورآبیاری با کمپوست بر تعداد خوشه چه پوک در یک خوشه در سطح ۵ درصد معنی دار شده است. نتایج مقایسه میانگین تعداد خوشه چه پوک در یک خوشه (جدول ۴) در شرایط آبیاری نشان داد، بیشترین تعداد خوشه چه پوک در یک خوشه با میانگین ۱۵/۰۸ در اثر کاهش مقدار آب آبیاری در دور آبیاری با ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A به دست آمد. مقایسه میانگین تعداد خوشه چه پوک در یک خوشه در شرایط کود کمپوست نشان

می‌دهد که بیشترین تعداد خوشه چه پوک در یک خوشه با میانگین ۱۵/۱۱ در اثر استفاده از کمپوست آزولا به مقدار ۸ تن در هکتار می‌باشد. میانگین اثر متقابل تیمارها (جدول ۵) نشان می‌دهد که تیمار آبیاری به مقدار ۸۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۸ تن در هکتار کمپوست آزولا، بیشترین تعداد خوشه چه پوک در یک خوشه با میانگین ۱۸/۳۳ و تیمار آبیاری به مقدار ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر بدون استفاده از کمپوست آزولا، کمترین تعداد خوشه چه پوک در یک خوشه با میانگین ۱۱ را دارد. برخی گزارش‌ها حاکی از آن است که با استفاده از روش‌های آبیاری صرفه‌جویانه، درصد دانه‌های پوک افزایش یافته و عملکرد کاهش می‌یابد (۲۷). در این

آبیاری به مقدار ۶۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر بدون استفاده از کمپوست آزولا با میانگین ۷۴۹۱ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین عملکرد بیولوژیک است (جدول ۵).

کمپوست اثر مثبتی روی رشد گیاه و عملکرد بیولوژیک دارد که ظرفیت مواد آلی را بالا برده و موجب می شود عناصر غذایی بیشتر قابل دسترس شوند (۲۰).

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف آب آبیاری و مقادیر مختلف کمپوست آزولا و اثر متقابل دور آبیاری با کمپوست بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی دار است (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین عملکرد در شرایط آبیاری نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۳۵۴۱ کیلوگرم در هکتار در اثر کاهش مقدار آب آبیاری، ۶۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر اندازه گیری شد (جدول ۴). نتایج تحقیق نشان می دهد که کاهش آب مصرفی منجر به کاهش عملکرد دانه برنج نمی شود به طوری که با کاهش ۳۰ درصد آب آبیاری عملکرد دانه افزایش یافته است. مقایسه میانگین عملکرد در شرایط کود کمپوست نشان داد که بیشترین عملکرد دانه به مقدار ۳۵۰۵ کیلوگرم در اثر استفاده از کمپوست آزولا به مقدار ۸ تن در هکتار است (جدول ۴). میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که تیمار آبیاری به مقدار ۶۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۸ تن در هکتار کمپوست آزولا با عملکرد شلتوک ۳۶۸۳ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه و تیمار آبیاری به مقدار ۸۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۱۲ تن

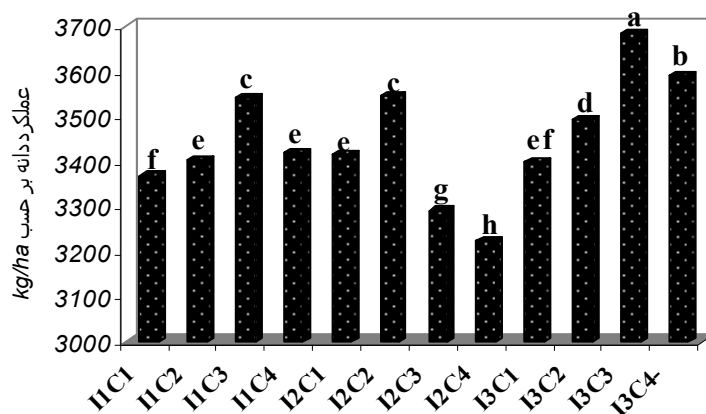
گونه موارد، اغلب روش آبیاری به گونه ای است که در طی مرحله ی گلدهی، رطوبت نسبی هوا افزایش و درجه حرارت آن به زیر سطح بحرانی کاهش می یابد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می دهد (جدول ۳)، عملکرد بیولوژیکی تحت تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری و مقادیر مختلف کمپوست آزولا در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل دور آبیاری با کمپوست در سطح ۱ درصد معنی دار شده است. نتایج مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک (جدول ۴) در شرایط آبیاری نشان داد که حداکثر عملکرد بیولوژیک با میانگین ۸۶۰۲ کیلوگرم در هکتار در اثر کاهش دور آبیاری با ۶۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A به دست آمد و حداکثر عملکرد بیولوژیکی در شرایط کود کمپوست در تیمار C₂، C₃ و C₄ در یک سطح به ترتیب با میانگین (۸۴۱۷، ۸۲۹۶، ۸۵۶۲ کیلوگرم در هکتار) بوده و کمترین عملکرد بیولوژیکی مربوط به تیمار بدون مصرف کمپوست با میانگین ۷۵۹۷ کیلوگرم در هکتار می باشد زیرا عدم تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه موجب کاهش رشد و مقدار فتوسنتز و همچنین نقصان تجمع ماده خشک گردیده و تولید در واحد سطح را کاهش می دهد، لذا مصرف کمپوست به علت افزایش عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیکی نیز افزوده می گردد (جدول ۴). میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که حداکثر عملکرد بیولوژیک در تیمار آبیاری به مقدار ۶۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۴ و ۱۲ تن در هکتار کمپوست آزولا در یک سطح با میانگین (۹۴۷۷ و ۹۵۴۸ کیلوگرم در هکتار) دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک و تیمار

آزولا به مقدار ۸ تن در هکتار، به علت افزایش تعداد پنجه در مترمربع، تعداد کل خوشه چه در خوشه و میزان کلروفیل می‌باشد.

در هکتار کمپوست آزولا ۳۲۲۴ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین عملکرد است (جدول ۵ و شکل ۱). دلیل افزایش عملکرد دانه در تیمار استفاده از کمپوست



شکل ۱: اثر متقابل دور آبیاری با کمپوست آزولا بر عملکرد دانه

شکل ۱: اثر متقابل آبیاری و کمپوست آزولا بر عملکرد دانه

دارای کمترین میزان کلروفیل در یک سطح با میانگین ۳۶/۶۳ و ۳۶/۷۶ به دست آمد. افزایش کود سبب افزایش مقدار کلروفیل در برنج شده است. به واسطه شرکت کود نیتروژن در ساختار کلروفیل، ارتباط مثبت و معنی داری بین نیتروژن برگ و مقدار کلروفیل وجود دارد (۱۸).

بحث

اصولاً کمبود آب در دوره رویشی سبب کاهش ارتفاع گیاه می‌شود ولی این موضوع در مورد تنش‌های مداوم بیشتر صدق می‌نماید (۲۳). افزایش در ارتفاع گیاه ممکن است ناشی از افزایش سطوح مواد غذایی در کمپوست و کودها باشد که موجب می‌شود این مواد غذایی در دسترس گیاه قرار گیرد (۲۴). همچنین

کلروفیل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری بر میزان کلروفیل معنی دار نبوده ولی مقادیر مختلف کمپوست آزولا و اثر متقابل دور آبیاری با کمپوست بر میزان کلروفیل در سطح ۱ درصد معنی دار شد. مقایسه میانگین‌ها در شرایط کود کمپوست نشان داد، حداکثر میزان کلروفیل در اثر استفاده از ۸ تن در هکتار کمپوست آزولا با میانگین ۴۰/۳۸ به دست آمد. اثر متقابل تیمارها (جدول ۵) نشان می‌دهد که تیمار آبیاری به مقدار ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۸ تن در هکتار کمپوست آزولا دارای حداکثر میزان کلروفیل با میانگین ۴۱/۶۶ است و تیمار آبیاری به مقدار ۸۰ و ۶۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۱۲ تن در هکتار کمپوست آزولا

برنج بجای سیستم مرسوم در منطقه (غرقابی دائم) علاوه بر این که موجب کاهش در عملکرد نشد، در حالی که منجر به صرفه جویی آب گردید.

سپاسگزاری

در این جا بر خود لازم می‌دانیم از کلیه کسانی که ما را در اجرای این تحقیق یاری نمودند تشکر نماییم.

منابع

۱. اصفهانی، م.، ۱۳۷۷. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و اکولوژی برنج (ترجمه و تدوین)، انتشارات دانشگاه گیلان، ۵۷ ص.
۲. پیرمردیان، ن.؛ سپاسخواه، ع. و مفتون، م. ۱۳۸۲. تاثیر کم آبیاری و مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و بازده مصرف آب در برنج. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۶۷۴ ص.
۳. ربیعی، ب.، ۱۳۷۵. مطالعه تنوع پروتئینی ۱۶ رقم برنج ایرانی از طریق الکتروفورز و ارتباط آن با صفات کمی در آزمایش‌های مزرعه‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۱۲۶ ص.
۴. رضوی پور، ت.، ۱۳۷۳. گزارش پژوهشی بررسی تأثیر کاهش درصد رطوبت خاک در مراحل مختلف رشد برنج (وارته بینام). مؤسسه تحقیقات برنج کشور، ۱۴ ص.
۵. رضوی پور، ت.، ۱۳۷۴. گزارش پژوهشی بررسی تأثیر کاهش درصد رطوبت خاک در مراحل مختلف رشد برنج (رقم بینام). مؤسسه تحقیقات برنج کشور، ۲۰ ص.

کاربرد کمپوست افزایش معنی‌داری در ارتفاع گیاه ایجاد می‌کند (۲۲).

Bouman و Tuong (۲۰۰۱) در تحقیقات خود نتایج مشابهی را در عملکرد گزارش نموده‌اند. بطور کلی عدم تفاوت معنی‌دار در مقدار عملکرد را می‌توان ناشی از تأمین آب به مقدار کافی در همه تیمارهای آبیاری دانست. یعنی در هیچ کدام از رژیم‌ها گیاه دچار تنش نگردیده و به همین دلیل نقصان عملکرد مشاهده نگردیده است (۱۷).

Kavitha و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که کاربرد کمپوست اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه در تیمارهای مختلف دارد. کاربرد کمپوست موجب افزایش عملکرد دانه برنج می‌شود. تجزیه کمپوست اثر مشخصی بر عملکرد برنج دارد و مواد غذایی به آسانی در دسترس گیاه قرار می‌گیرند مثل پتاسیم و فسفر و ریز مغذی‌هایی مثل روی، آهن، منگنز و مس (۲۴). کمپوست اثر مثبتی روی رشد گیاه و عملکرد دارد که ظرفیت مواد آلی را بالا برده و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی کمپوست موجب می‌شود عناصر غذایی بیشتر قابل دسترس شوند (۲۰). با افزایش مقدار کود آلی عملکرد افزایش می‌یابد (۱۴).

نتیجه تحقیق نشان می‌دهد که مناسب‌ترین دور آبیاری و مقدار کود کمپوست در شالیزار، آبیاری به مقدار ۶۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۸ تن در هکتار کمپوست آزولا می‌باشد. به دلیل عملکرد متعادل دانه، مصرف آب کمتر و همچنین به دلیل جلوگیری از مسائل زیست محیطی، به عنوان بهترین تیمار برای کشت در شرایط خشکسالی و مناطق دارای کمبود آب توصیه گردید. مهمترین دست‌آورد این تحقیق این بود که نشان داد ایجاد تناوب در آبیاری

۱۴. Akanbi, W.B.; Akande, M.O.; Baiyewu, R.A. and Akinfasoye, J.O., 2000. The effect of maize stover compost and nitrogen fertilizer on growth, yield and nitrogen uptake of amaranth. *Moor Journal of Agric. Research.*, 1(1):6-15.
۱۵. Alam, S.M., 2004. 'Azolla' a green compost for rice. *The DAWN Group of Newspapers*, p 2.
۱۶. Amanullah Khan, E.; Horiuchi, T. and Masuie, T., 2008. Effect of compost and green manure of pea and their combinations with chicken manure and rapeseed oil residue on soil fertility and nutrient uptake in wheat – rice cropping system. *African Journal of Agricultural Research* Vol.3 (9), pp 633-639.
۱۷. Bouman, B.A.M. and Tuong, T.P., 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. *Agricultural Water Management*, 49(1): 11-30.
۱۸. Cassman, K.G.; Kropff, M.J. and Yan, Z. D. 1994. A conceptual framework for nitrogen management of irrigated rice in high - yield environments. *New developments and future projects*. IRRI, Los Banos, Philippines. pp : 81-96.
۱۹. Clements, H.F., 1980. Sugarcane crop logging and crop control principles and practices. *The Unive. Press. Hawaii, Hodulu*, pp 520.
۲۰. Gupta, V.K. and Potalia, B.S., 1990. Zinc-cadmium interaction in wheat. *J. Indian Soil Sci.* 48: 452-457.
۲۱. Hwang, G.I.; Kim, K.T.; Oh, N.K. and Jeong, J.U., 1989. The effect of drought at the reproductive stage on the degeneration strility, ripening and nutrient uptake of rice. *Research Report of the Rural Development Administration, Rice.* 31(1): 36-42.
۲۲. Ibrahim, M.; UL, A.; Hassan, M., Iqbal, Elahi, E and Valeem, 2008. Response of wheat growth and yield to various levels of compost and organic manure. *Pak. J. Bot.*, 40 (5):2135-2141.
۲۳. Jayabalan, M. and et al., 1995. Metabolic response of rice varieties under water stress. *J. Ecotoxicol. Environ. Monit.* Vol. 5, No 1. P:59-66
۶. رضوی پور، ت.؛ یزدانی، م. و کاوسی، م.، ۱۳۷۸. خلاصه مقاله اثر تنش رطوبتی خاک در مراحل مختلف رشد برنج بر عملکرد دانه (رقم بینام). ارائه شده در ششمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، ۴ ص.
۷. سلحشور دلیوند، م.، ۱۳۸۴. عکس العمل ارقام مختلف برنج نسبت به رژیم های متفاوت آبیاری. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس، ۶۹ ص.
۸. ضیاءتباراحمدی، م.خ.، ۱۳۶۸. آبیاری برنج. انتشارات دانشگاه مازندران، ۴۳ ص.
۹. فلاح، و.، ۱۳۵۴. احتیاجات آبی برنج و اندازه گیری آن. مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک. نشریه شماره ۴۳۳ ص.
۱۰. قربانپور، م.، ۱۳۸۲. اثر مدیریت های مختلف آبیاری بر روی برخی صفات مورفولوژیک برنج در اراضی شمال کشور. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه تهران، ۱۰۲ ص.
۱۱. نحوی، م.، ۱۳۷۹. تعیین مناسبترین فاصله آبیاری براساس آنالیز شاخصهای رشد و عملکرد برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. ۸۵ ص.
۱۲. یزدانی، م.؛ شرفی، ن.؛ رضوی پور، ت. و شریفی، م.، ۱۳۸۲. مقایسه مدیریت های مختلف آبیاری در زراعت برنج گیلان. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۶۷۴ ص.
13. Adel, M.G., 2008. Nitrogen dynamics and fertilizer use efficiency in Rice using the Nitrogen – 15 Isotope Techniques. *Word Applied Sciences Journal* 3 (6): 869- 874.

24. Kavitha, R. and Subramanian, P., 2007. Effect of enriched municipal solid waste compost application on growth, plant nutrient uptake and yield of rice. *Journal of Agronomy* 6(4):586-592.
25. Manivannan, S.; Balamurugan, M.; Parthasarathi, K.; Gunasekaran, G. and Ranganathan, L.S., 2009. Effect of vermicompost on soil fertility and crop productivity – beans (*Phaseolus Vulgaris*). *J. Environ. Biol.* 30(2):275-281.
26. Mian, M.H., 1993. Prospect of Azolla and blue green algae as nitrogenous biofertilizer for rice production in Bangladesh. In: *Advances in crop Science, Proceeding of first Biennial Conference of the Crop Science Society of Bangladesh*, pp: 34-35.
27. Pirmoradian, N.; Sepaskhah, A.R. and Maftoun, M., 2004. Effects of water-saving irrigation and nitrogen fertilization on Yield and Yield components of Rice (*Oryza sativa* L.) *Plant Prod. Sci.* 7: 337-346.
28. Razavipour, T., 2004. Beneficial use of azolla as fertilizer (unpublished report). Rice Research Institute of Iran. p12.
29. Rehana, B.; Mian, M.H.; Tahirruddin, M. and Hasan, M.A., 2003. Effect of Azolla-Urea application on yield and NPK uptake by BRRI Dhan 29 in Boro season. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 6 (11): 968-971.
30. Singh, G., 2001. Nutrient fortified compost: anovel approach to plant nutrition. *Indian Farming*, 51(3): 24-25.
31. Yoshida, S.H., 1981. *Fundamentals of rice. Crop Science.* IRRI, Los Banos, Philippines, p. 269.