

ارزیابی سیستم‌های تغذیه‌ای شیمیایی و آلی بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب ارقام برنج (*Oryza sativa L.*) تحت شرایط تنش کم‌آبیاری

جابر مهدی نیا افرا^۱، یوسف نیک نژاد^{۲*}، هرمز فلاح آملی^۲، داوود براری تاری^۲

۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله املی، آمل، ایران

۲- استادیار گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله املی، آمل، ایران

* مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیکی: yousofniknejad@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۲۳ مرداد ماه ۱۳۹۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۰ آذر ماه ۱۳۹۸)

چکیده

به منظور بررسی اثرات سیستم‌های تغذیه‌ای شیمیایی و آلی بر عملکرد، بهره‌وری آب مصرفی ارقام برنج تحت تنش کم‌آبیاری، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در در مزرعه شرکت زراعی دشت ناز واقع در شهرستان ساری در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. تیمارهای تنش کم‌آبیاری در سه سطح: تنش در زمان آغاز پنجه‌دهی (۱۵ روز بعد از نشاکاری)، مرحله رشدی انتقال مجدد (پایان گلدهی و شروع پر شدن دانه‌ها) و عدم تنش (شاهد) به عنوان عامل اصلی به صورت قطع آبیاری و آبیاری مجدد پس از ظهور ترک مویی انجام شد. نوع سیستم تغذیه‌ای در چهار سطح ورمی کمپوست و کمپوست آزولا به ترتیب به مقادیر ۶ و ۸ تن در هکتار، اسید هیومیک (۴/۵ در هزار)، کود رایج شیمیایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و رقم در دو سطح (شیرودی و طارم محلی) به صورت فاکتوریل به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تفاوت معنی‌داری بین ارقام شیرودی و طارم از نظر عملکرد شلتوک در سطوح مختلف تنش کم‌آبیاری و سیستم‌های تغذیه‌ای وجود داشت. در شرایط آبیاری متداول، بیشترین عملکرد شلتوک، در رقم شیرودی و طارم محلی به ترتیب ۶۵۷۷/۹ و ۳۷۷۶/۴ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید. تنش کم‌آبیاری در مرحله رشدی آغاز پنجه‌دهی سبب کاهش عملکرد به میزان ۶/۸۷ و ۱/۶۷ درصد و در مرحله انتقال مجدد سبب کاهش عملکرد به میزان ۱۷/۶۵ و ۲/۹۷ درصد به ترتیب برای ارقام شیرودی و طارم در مقایسه با شرایط عدم تنش گردید. با کاربرد اسید هیومیک، کمپوست آزولا و ورمی کمپوست، عملکرد شلتوک به ترتیب به مقدار ۱۶/۱۲، ۹/۰۲ و ۳/۶۲ درصد در مقایسه با مصرف کود رایج شیمیایی در رقم شیرودی و هم‌چنین به میزان ۷/۸۵، ۳/۴۷ و ۲/۲۱ درصد نسبت به کود شیمیایی در رقم طارم محلی افزایش یافت. بیشترین میزان بهره‌وری آب مصرفی در ارقام شیرودی و طارم به ترتیب با میانگین‌های ۰/۱۰۵ و ۰/۸۰۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب (بدون احتساب بارندگی، رواناب خروجی و آب خاک ورزی) تحت شرایط عدم اعمال تنش مشاهده گردید. در مجموع نتایج نشان داد بیشترین عملکرد شلتوک برای هر دو رقم شیرودی و طارم تحت شرایط عدم تنش در سیستم تغذیه‌ای اسید هیومیک حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: آزولا، اسید هیومیک، رقم شیرودی، ورمی کمپوست

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است که تقریباً تولید ۲۵ درصد اراضی جهان را محدود ساخته است (۳). برنج از حساس‌ترین گیاهان در برابر کمبود آب است و بیشترین نیاز آبی را در بین غلات دارد (۴۱، ۴۷). تنش خشکی در ۵۰ درصد از اراضی تولید برنج جهان رخ می‌دهد (۲۸). خشکی از عمده خطرات جدی برای تولید موفق محصولات زراعی به خصوص برنج در جهان است که می‌تواند در هر زمان طی فصل رشد رخ دهد. از این رو یکی از چالش‌های اصلی در کشاورزی تولید غذای بیشتر با آب کمتر می‌باشد (۳۸، ۴۴). نتایج تحقیقات در نقاط مختلف دنیا و ایران مناسب بودن تأثیر مدیریت آبیاری غیرغرقاب بر مقدار عملکرد دانه و افزایش بهره‌وری آب برنج را ثابت نموده است (۱۵، ۳۶، ۴۳).

ارقام برنج آبی با زیست توده بیشتر نسبت به ارقام با زیست توده کمتر به خشکی متحمل‌تر هستند و از طرفی دارای فنولوژی مناسب نسبت به تنش خشکی دیر هنگام انتهایی فصل می‌باشند (۲۴). به عقیده لافیت و همکاران (۲۰۰۳) ارقام زودرس به خاطر توسعه سریع اندام‌های رویشی و وارد شدن به مرحله زایشی می‌توانند از تنش خشکی در مرحله حساس رشد رهایی یابند هر چند که نیاز به تولید ارقام پر محصول وجود دارد (۲۵) ولی باید ظرفیت تحمل به تنش در رقم‌های محلی به همین دلیل مورد توجه قرار گیرد (۴۵). تنش خشکی موجب کاهش محتوای آب در بافت‌های گیاهان می‌شود که باعث محدود شدن رشد و برخی تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی در آن‌ها می‌گردد (۲۱).

ورمی کمپوست، به‌عنوان اصلاح‌کننده آلی خاک جهت افزایش رشد بوته و عملکرد دانه شناخته شده است (۳۲). ورمی کمپوست به‌علت داشتن تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب، دارای قدرت بالای جذب و نگهداری آب و عناصر غذایی می‌باشد و استفاده از آن در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و موجب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (۱۲، ۳۰). آزولا یک سرخس آبزی آزاد بوده که معمولاً در آب شالیزارها، نهرهای آب و استخرها یافت می‌شود (۳۵). کمپوست مخلوطی از مواد آلی پوسیده شده بوسیله میکروارگانیسم‌ها است که در یک محیط گرم، مرطوب و تحت شرایط هوازی، مواد و عناصر غذایی موجود در خود را به‌صورت قابل استفاده در اختیار گیاه قرار می‌دهد (۳۴). کاربرد کمپوست آزولا با دارا بودن مواد مفید شالیزار در بسیاری از کشورها مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته و اثرات مثبتی در صفات عملکردی و افزایش زیست توده کل برنج داشت (۵). محققان در گزارشی بیان کردند کاربرد کمپوست آزولا سبب می‌شود مواد غذایی به آسانی در دسترس گیاه قرار گیرد که در نهایت باعث افزایش عملکرد برنج می‌شود (۲۳). محلول پاشی روشی مؤثر برای جبران کمبود عناصر معدنی در گیاهان زراعی می‌باشد. محلول پاشی هیومیک اسید سبب کاهش خشک شدن سریع قطره‌های محلول غذایی در سطح برگ می‌شود به دلیل اینکه مولکول‌های اسید هیومیک با پیوند به مولکول‌های آب تا حدود زیادی مانع از تبخیر آب می‌گردند که در نهایت می‌تواند در جذب سریع مواد غذایی تأثیر گذارد باشد همچنین مولکول‌های آن به درون بافت‌های گیاهی نفوذ می‌کند و با پیوستن به مولکول‌های آب و تعرق گیاه را کاهش داده به حفظ آب درون گیاه کمک می‌کند (۱۴، ۲۹). همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو، سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌شود (۲۰). محققان در پژوهشی بیان کردند که اسید هیومیک از عوامل محرک رشد رویشی، بهبود رشد زایشی و افزایش عملکرد کمی و کیفی در گیاه می‌باشد، اسید هیومیک با بهبود اجزای عملکرد سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود (۱). نیتروژن، فسفر و پتاسیم از عناصر اصلی برای گیاهان زراعی است که معمولاً کمبود آنها به‌عنوان یک عامل محدودکننده عملکرد در سیستم‌های کشاورزی مطرح است. امروزه استفاده از کودهای آلی همراه با کودهای شیمیایی به‌عنوان یک ضرورت در ایجاد کشاورزی پایدار شناخته شده است (۱۱). علی‌رغم تحقیقات متعدد در ارتباط با تشخیص ارقام مقاوم و حساس به تنش خشکی، هنوز خصوصیات

عملکردی و بهره‌وری آب، محتوای نسبی آب برگ در ارقام شیروودی و طارم به همراه سیستم‌های تغذیه‌ای ورمی کمپوست، کمپوست آزولا، اسید هیومیک و کود رایج نیتروژن، فسفر، پتاسیم با اعمال تنش خشکی مورد بررسی قرار نگرفته است، از طرفی استفاده از نهاده‌هایی که سبب افزایش مقاومت گیاه به شرایط تنش خشکی می‌شوند، ضروری می‌باشد. لذا این تحقیق جهت بررسی تأثیر سیستم تغذیه‌ای (شیمیایی و آلی) ترکیبات ورمی کمپوست و کمپوست آزولا به همراه اسید هیومیک و مصرف کود رایج نیتروژن، فسفر، پتاسیم بر عملکرد دانه و بهره‌وری مصرف آب در ارقام برنج تحت تنش کم آبیاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی واکنش ارقام شیروودی و طارم محلی بر عملکرد و میزان بهره‌وری آب مصرفی تحت سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای (شیمیایی، آلی) در شرایط تنش کم‌آبیاری آزمایشی در سال ۱۳۹۵ در مزرعه شرکت زراعی دشت ناز واقع در شهرستان ساری با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۰ دقیقه با ارتفاع ۱۱ متر از سطح دریا اجرا شد. در این مطالعه جهت تعیین خصوصیات خاک مزرعه، از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش به صورت اسپلینت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش تنش کم‌آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح (تنش کم‌آبیاری در ۱۵ روز بعد از نشاءکاری در زمان آغاز پنجه‌دهی با قطع آبیاری شروع و آبیاری مجدد پس از ظهور ترک مویی رطوبت کمی پایین‌تر از رطوبت اشباع انجام شد تنش کم‌آبیاری پس از پایان گلدهی و شروع پر شدن دانه‌ها در مرحله رشدی انتقال مجدد با قطع آبیاری شروع و آبیاری مجدد پس از ظهور ترک مویی انجام شد (۱۰) عدم تنش (شاهد) که آبیاری با عمق غرقاب ۵-۴ سانتی متر به صورت تناوبی انجام گردید. نوع سیستم تغذیه‌ای در چهار سطح (ورمی کمپوست و کمپوست آزولا به ترتیب میزان ۶ و ۸ تن در هکتار قبل از کاشت به‌صورت مصرف خاکی در کرت‌های آزمایشی اعمال گردید اسید هیومیک هیومابن که از شرکت کشت بن آسیا تهیه شد به مقدار ۴/۵ لیتر در هزار لیتر آب در آغاز پنجه زنی و شروع پر شدن دانه محلول پاشی آن صورت گرفت همچنین کود رایج شیمیایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و رقم در دو سطح (شیروودی و طارم محلی) به صورت فاکتوریل به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شده‌اند. نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب از منبع اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم بود. نیاز کودی نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای رقم شیروودی ۱۵۰، ۷۵، ۹۰ کیلوگرم در هکتار و رقم طارم محلی ۵۰، ۱۰۰، ۵۰ کیلوگرم در هکتار بر اساس دستورالعمل مؤسسه تحقیقات برنج و با توجه به نتایج آنالیز خاک مصرف شد (۱۰، ۲۲). ۵۰ درصد نیتروژن قبل از کاشت و مابقی در زمان پنجه‌دهی مصرف گردید. کود فسفر و پتاسیم قبل از کاشت به همراه کود نیتروژن به زمین داده شد. ارقام مورد استفاده طارم محلی که از بهترین و مرغوب‌ترین ارقام کیفی برنج است با دانه بلند، قلمی و دارای عطر و طعم و پخت عالی و به رنگ سفید متمایل به کرم است (۲) و رقم شیروودی که یک رقم اصلاح شده پاکوتاه و متوسط رس با رنگ‌دانه خام کرم کدرگچی از ارقام پر محصول منطقه شمال کشور است که دارای عطر و طعم و پخت متوسط است (۶). در جدول ۲ برخی از خصوصیات زراعی ارقام ذکر شده است. وجین به‌صورت دستی در دو مرحله (۲۰ و ۳۸ روز پس از نشاءکاری) انجام و مبارزه با آفات برنج بر اساس دستورالعمل فنی مؤسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد در طول مراحل رشد برنج برای مبارزه آفت کرم ساقه خوار و بلاست برنج صورت گرفت و بعد از آن مبارزه با بلاست خوشه همزمان با ظهور ۳۰-۲۵ درصد خوشه‌ها سمپاشی صورت گرفت و ۱۲-۱۰ روز بعد از سمپاشی تکرار شد که با توجه به اینکه گسترش آفات و بیماری بیشتر از آستانه خسارت نبود و به موقع کنترل شد در نتیجه تأثیر معنی داری بر روی عملکرد و صفت اندازه‌گیری شده نداشت.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (۳۰-۰ سانتی متری)

بافت خاک ۰-۳۰ سانتی متر	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم)	روی (میلی گرم در کیلوگرم)	آهن (میلی گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم)	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم)	مس (میلی گرم در کیلوگرم)	مواد آلی (درصد)	کربن (درصد)	نیتروژن (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی $EC \times 10^3$ میکرو موس بر سانتی متر
رسی-سیلنتی	۴/۱	۰/۶	۱/۰۲	۹۱	۱۲	۰/۵	۰/۹۸	۱/۰۳	۰/۱۰	۷/۰۸	۲/۹۷

جدول ۲- برخی خصوصیات ارقام برنج مورد آزمایش

ارقام	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	طول دوره رشد (روز)	تعداد پنجه موثر در مترمربع	طول دانه قبل پخت (میلی متر)	طول دانه بعد از پخت (میلی متر)	عطر برنج
طارم محلی	۱۵۸	۱۰۴	۱۸۹	۷/۰۱	۱۴/۰۴	عالی
رقم شیرودی	۹۴	۱۲۳	۲۸۳	۷/۳۹	۹/۹۱	متوسط

جدول ۳- برخی خصوصیات شیمیایی کود آلی مورد آزمایش

نوع نهاده	آهن (میلی گرم در کیلوگرم)	روی (میلی گرم در کیلوگرم)	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم)	مس (میلی گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (درصد)	فسفر (درصد)	نیتروژن (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی $EC \times 10^3$ میکرو موس بر سانتی متر
ورمی کمپوست	۱۴۰۰	۵۹	۱۵	۸	۰/۰۴۳	۱/۳۹	۲/۰۱	۵/۱۴	۱۱/۸۲

جدول ۴- برخی خصوصیات شیمیایی کود آلی مورد آزمایش

نوع نهاده	آهن (میلی گرم در کیلوگرم)	روی (میلی گرم در کیلوگرم)	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم)	مس (میلی گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (درصد)	فسفر (درصد)	نیتروژن (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی $EC \times 10^3$ میکرو موس بر سانتی متر
کمپوست آزولا	۹۵۵	۲۹۸	۲۰۹	۳۶	۰/۰۸۱	۱/۷۸	۲/۱۱	۷/۷۳	۱۳/۶

جدول ۵- برخی خصوصیات شیمیایی کود ارگانیک هیومابن (اسید هیومیک) مورد آزمایش

نوع نهاده	آهن (میلی گرم در کیلوگرم)	روی (میلی گرم در کیلوگرم)	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم)	مس (میلی گرم در کیلوگرم)	مواد آلی (درصد)	پتاسیم (درصد)	فسفر (درصد)	نیتروژن (درصد)	فولیک اسید (درصد)	هیومیک اسید (درصد)
کود هیومابن	۲۰۰۰	۵۰۰	۱۰۰	۶۸	۲۰	۰/۰۹۸	۳	۲	۱۵/۵	۰/۰۷۲

قبل از کاشت عناصر موجود در نمونه‌های کود ورمی‌کمپوست و کمپوست آزولا و اسید هیومیک مورد تجزیه قرار گرفته و نتایج آن در جدول ۳، ۴ و ۵ آمده است. کودهای آلی کمپوست آزولا و ورمی‌کمپوست بر اساس تعریف تیمار مورد نظر قبل از آخرین مرحله آماده‌سازی در هر کرت مصرف و با خاک مخلوط گردید و استفاده از تیمار اسید هیومیک در مرحله رشدی آغاز پنجه‌دهی و انتقال مجدد به صورت محلول پاشی اعمال گردید. نشاء کاری برای ارقام شیروودی و طارم محلی به ترتیب بافاصله ۲۵ × ۲۵ و ۲۰ × ۲۰ سانتی‌متر انجام شد. با توجه به میانگین بارندگی در این فصل و آمار هواشناسی که از سال قبل گرفته شده بود برای احتمال بارندگی سایه‌بان در نظر گرفته شد که در مجموع ماه‌های فصل زراعی ۷۴/۲ میلی‌متر بارندگی صورت گرفت و اعمال تنش کم آبی بر اساس تیمارهای تعریف شده در پلات‌های اصلی بر علائم ظاهری تغییرات رطوبت ترک مویی خاک در نظر گرفته شد (۱۶) و میزان آب مصرفی توسط کنتور اندازه‌گیری و ثبت گردید.

جهت تعیین عملکرد شلتوک در دو متر مربع به ترتیب برای رقم شیروودی و طارم محلی (۳۲ و ۵۰ بوته) از داخل هر کرت بعد از حذف حاشیه برداشت و عملکرد آن بر اساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید.

عملکرد پروتئین دانه از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین به دست آمد بهره‌وری آب آبیاری نیز در فواصل زمانی معین با استفاده از روابط (عملکرد شلتوک / مصرف آب) بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار تعیین شد (۴۲). محتوای نسبی برگ‌ها (RWC (Leaf relative water content) در دو مرحله رشدی گیاه شامل آغاز پنجه‌دهی و انتقال مجدد بر حسب درصد از طریق معادله ۱ محاسبه گردید (۳۹). در این معادله، FW (Fresh weight) وزن تازه، TW (Turgor Weight) وزن آماس و DW (Dry weight) وزن خشک دیسک‌های برگ بر حسب گرم است.

$$RWC = (FW - Dw) / (TW - Dw) \times 100 \quad \text{معادله (۱)}$$

چولگی و کشیدگی داده‌ها با نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ آزمون گردید و داده‌ها نرمال بوده و نیاز به آزمون توزیع نرمال نمی‌باشد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش از نرم‌افزار SAS نسخه ۹٫۱ و جهت انجام مقایسه میانگین داده‌ها از نرم‌افزار آماری MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها به روش آزمون LSD در سطح پنج درصد، صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد شلتوک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تنش کم آبیاری در رقم و همچنین سیستم تغذیه‌ای در رقم برای عملکرد شلتوک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش کم آبیاری و رقم نشان داد که حداکثر عملکرد شلتوک در رقم شیروودی با شرایط عدم تنش ۶۵۷۷/۹ کیلوگرم در هکتار است و تیمارهای تنش کم آبیاری صورت گرفته در مرحله آغاز پنجه‌دهی و انتقال مجدد به ترتیب ۶/۸۷ و ۱۷/۶۵ درصد نسبت به عدم تنش، کاهش عملکرد را نشان داد، در صورتی که عملکرد شلتوک در رقم طارم محلی در شرایط عدم تنش ۳۷۷۶/۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که در تنش کم آبیاری مرحله آغاز پنجه‌دهی و انتقال مجدد نسبت به شرایط عدم تنش به ترتیب ۱/۶۷ و ۲/۹۷ درصد کاهش عملکرد شلتوک به دست آمد (جدول ۷). به نظر می‌رسد وقوع تنش آبی در مرحله تشکیل آغازی‌های پانیکول گیاه برنج سبب کاهش اجزای عملکردی نظیر تعداد کل دانه و دانه پر در پانیکول وزن هزار دانه و نهایتاً کاهش عملکرد نهایی دانه می‌گردد. محققان گزارش کردند تنش خشکی در ارقام برنج سبب کاهش عملکرد می‌شود (۲۳). نتایج تحقیقات مرتبط در گیاه برنج رقم شیروودی در بین سطوح مختلف

آبیاری نشان داد، تیمار قطع آبیاری به ترتیب در مرحله پرشدن دانه با ۷/۱۱ تن و در مرحله تشکیل آغازی‌های پانیکول با ۶/۴۸ تن بیشترین و کمترین عملکرد دانه شلتوک را دارا بودند وقوع تنش آبی در مرحله تشکیل آغازی‌های پانیکول سبب کاهش اجزای عملکردی نظیر تعداد کل دانه و دانه پر در پانیکول، وزن هزار دانه و نهایتاً کاهش عملکرد نهایی دانه گردید که اهمیت نیاز آبی گیاه برنج در این مرحله رشدی را نشان می‌دهد (۹). نتایج سایر محققان نشان می‌دهد تفاوت بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مختلف برنج از نظر میزان عملکرد دانه، در دو شرایط محیطی (غرقاب و تنش خشکی) وجود دارد که در شرایط غرقاب، بیشترین میانگین عملکرد متعلق به ژنوتیپ‌های دم‌سیاه، سرخو و گرده است و در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های گرده و سنگ جو بیشترین عملکرد را داشتند (۴).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و سیستم تغذیه‌ای، بیشترین میزان عملکرد دانه در رقم شیروودی با مصرف اسید هیومیک با میانگین ۶۵۶۳/۱ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و با مصرف کمپوست آزولا، ورمی‌کمپوست و کود رایج به ترتیب ۶/۱۱، ۱۰/۷۶ و ۱۶/۱۲ درصد از میزان عملکرد نسبت به سیستم تغذیه‌ای اسید هیومیک کاهش داشت. حداکثر عملکرد شلتوک در رقم طارم محلی نیز با مصرف اسید هیومیک (۳۸۷۸/۷ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد و با مصرف کمپوست آزولا، ورمی‌کمپوست و کود رایج، عملکرد شلتوک به ترتیب به میزان ۴/۰۶، ۵/۵۲ و ۷/۲۸ درصد در مقایسه با کاربرد اسید هیومیک کاهش یافت (جدول ۸). با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد کودهای آلی باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود اسید هیومیک به دلیل وجود ترکیبات اسیدهای آلی و هورمون‌ها موجب بالا رفتن جذب عناصر غذایی و منجر به افزایش عملکرد و اجزای عملکرد برنج می‌گردد (۱۸).

بهره‌وری آب مصرفی

نتایج جدول تجزیه واریانس حاصل از داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل تنش کم آبی در رقم، سیستم تغذیه‌ای در رقم در سطح آماری یک درصد بر میزان آب مصرفی معنی‌دار شد (جدول ۶). مقایسات میانگین ارقام و تنش کم آبیاری نشان می‌دهد مقدار عددی بدست آمده برای حداکثر بهره‌وری آب مصرفی در شرایط عدم تنش در رقم شیروودی برابر با ۰/۱۰۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار است که این میزان در شرایط تنش کم آبیاری صورت گرفته در مرحله رشدی آغاز پنجاهی و تنش کم آبیاری اواخر گلدهی مرحله پر شدن دانه انتقال مجدد نسبت به شرایط عدم تنش ۵/۸۵ و ۱۵/۶۳ درصد موجب کاهش شد. اما در رقم طارم محلی هم بیشترین بهره‌وری آب مصرفی در شرایط عدم تنش به میزان ۰/۸۰۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار حاصل شد ولی در شرایط تنش کم آبیاری صورت گرفته در مرحله آغاز پنجاهی و مرحله رشدی انتقال مجدد به ترتیب نسبت شرایط عدم تنش کم آبیاری ۱/۶۹ و ۴/۲۶ درصد موجب کاهش بهره‌وری آب مصرفی شد (جدول ۷). بر اساس مقایسات میانگین ارقام و سیستم‌های تغذیه‌ای، حداکثر میزان بهره‌وری آب مصرفی با مصرف اسید هیومیک در رقم شیروودی ۱/۱۶۴۴ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار به دست آمد. اما در دیگر سیستم‌های تغذیه‌ای به کار گرفته شده در این مطالعه در مقایسه با سیستم تغذیه‌ای اسید هیومیک، درصد کاهش بهره‌وری آب مصرفی مقادیر متفاوتی را نشان داد که به ترتیب در سیستم کمپوست آزولا ۵/۹۱ درصد کاهش، ورمی‌کمپوست ۲۲/۲۲ درصد کاهش و کود رایج شیمیایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم ۳۲/۲۵ درصد کاهش مشاهده گردید. همچنین در رقم طارم محلی هم بیشترین بهره‌وری آب مصرفی با مصرف اسید هیومیک به میزان ۰/۸۴۴۴ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد که در سیستم‌های تغذیه‌ای کمپوست آزولا، ورمی‌کمپوست و کود رایج شیمیایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم به ترتیب: نسبت به مصرف اسید هیومیک ۵/۶۶، ۷/۸۹، ۱۲/۸۹ درصد کاهش داشت (جدول ۸).

نتایج مشابه بررسی‌ها روی ارقام برنج نشان داد بیشترین بهره‌وری مصرف آب در شرایط عدم تنش خشکی در رقم شیروودی با مصرف اسید هیومیک به دست آمد اما کمترین آن در شرایط تنش خشکی صورت گرفته در مرحله انتقال

مجدد با مصرف کود رایج نیتروژن و فسفر و پتاسیم در رقم طارم محلی حاصل شد (۸). نتایج در روند مصرف و بهره‌وری آب آبیاری برنج نشان داد که مدیریت‌های مختلف آبیاری نقش بسیار مهمی در صرفه‌جویی مصرف آب و همچنین بهره‌وری آب آبیاری دارد. می‌توان گفت اسید هیومیک با اصلاح فیزیکی و بهبود دانه‌بندی خاک فضای بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. به علاوه مولکول‌های اسید با مولکول‌های آب پیوندی تشکیل می‌دهند که تا حدود زیادی مانع از تبخیر آب می‌گردد (۱۹). عناصر راندمان مصرف آب را افزایش می‌دهد. بررسی‌های صورت گرفته توسط صداقت و همکاران روی ارقام برنج نشان داد که ارقام مورد استفاده و همچنین روش‌های مختلف آبیاری از نظر مصرف آب تفاوت کاملاً معنی‌داری داشتند (۳).

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر تنش کم آبیاری، منابع کودی و رقم بر صفات مختلف ارقام برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد شلتوک	بهره‌وری آب	محتوای نسبی آب برگ	عملکرد پروتئین
تکرار	۲	۳۰۷۶۳/۶۴ ^{ns}	۰/۶۳۱۷۷۰۰ ^{ns}	۱۶/۱۲۴۳*	۱۲/۹۹۴۸۲**
تنش کم آبیاری	۲	۲۴۵۳۷۲۳/۷۶**	۰/۳۱۰۰۷۶۰**	۴۶۸/۰۳۱**	۹۶/۳۴۶۵۵**
خطا	۴	۷۴۷/۳۷	۰/۶۷۰۹۱۰۰	۳/۴۴۳۶۵	۰/۷۵۶۰۶۲
رقم	۱	۹۶۵۰۴۴۳۶/۰۵**	۰/۷۲۰۰۰۰**	۱۲۶۱۰/۰۴**	۹۴۰/۱۸۹۳**
سیستم‌های تغذیه	۳	۱۳۵۹۳۴۱/۷۸**	۰/۲۰۹۴۰۹۲**	۶۸۵/۴۹۲**	۱۰۰۳/۹۳۶۰**
رقم*تنش کم آبیاری	۲	۱۶۷۷۹۲۲/۹۰**	۰/۰۴۸۰۵۴۱**	۲۰/۷۶۸**	۱۱۹/۱۲۴۱**
رقم*سیستم تغذیه	۳	۴۴۸۸۷۳/۷۳**	۰/۰۷۶۳۵۹۲**	۲۸/۵۳۵**	۱۱۸/۱۸۴۸**
تنش کم آبیاری*سیستم تغذیه	۶	۱۰۳۷۴/۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۳۴۴۹۵ ^{ns}	۵/۹۰۳ ^{ns}	۱/۴۴۷۸۲ ^{ns}
رقم*تنش کم آبیاری*سیستم تغذیه	۶	۱۷۶۹۷/۲۹ ^{ns}	۰/۰۰۳۷۳۵۶ ^{ns}	۵/۰۱۴ ^{ns}	۲/۴۶۶۷۵۴ ^{ns}
خطا	۴۲	۱۰۹۸۸/۶	۰/۰۰۱۶۸۹۲	۴/۰۹۶۰۷	۱/۷۹۴۰۵۲
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۱۵	۴/۶۲	۲/۸۹	۲/۴۳

ns و ** به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش کم آبیاری و ارقام بر صفات عملکردی و بهره‌وری آب مصرفی، محتوای نسبی آب برگ ارقام مختلف برنج

رقم	تنش کم آبیاری	عملکرد شلتوک (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)
شیرودی	شاهد	۶۵۷۷/۹ ^a	۰/۱۰۵۰ ^a	۶۰/۳۰ ^d	۶۲/۳۶۴ ^a
	آغاز پنجه‌دهی	۶۱۰۵/۷ ^b	۰/۹۳۵۸ ^b	۵۶/۹۲ ^e	۵۶/۵۲۷ ^b
	انتقال مجدد	۵۴۱۶/۵ ^c	۰/۹۲۵۰ ^c	۵۳/۱۹ ^f	۵۴/۰۴۱ ^{bc}
طارم محلی	شاهد	۳۷۷۶/۴ ^d	۰/۸۰۱۶ ^d	۸۸/۹۰ ^a	۵۱/۶۴۵ ^c
	آغاز پنجه‌دهی	۳۷۱۳/۱ ^{de}	۰/۷۸۶۶ ^{de}	۸۲/۴۱ ^b	۵۱/۴۱۶ ^{cd}
	انتقال مجدد	۳۶۶۴/۳ ^e	۰/۷۷۷۵ ^e	۷۸/۴۰ ^c	۵۱/۱۸۹ ^d
	LSD (%5)	۲۵۰/۹۲	۰/۱۰۰۹	۴/۹۸	۶/۰۰

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای ارقام و سیستم‌های تغذیه‌ای بر صفات عملکردی و بهره‌وری آب مصرفی، محتوای نسبی آب برگ ارقام مختلف برنج

رقم	سیستم‌های تغذیه	عملکرد شلتوک (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)
پنجاه و یک	ورمی کمپوست	۵۸۵۶/۸ ^c	۰/۹۰۵۵۶ ^b	۵۶/۹۰ ^{fg}	۵۹/۳۷۶ ^c
	کمپوست ازولا	۶۱۶۱/۷ ^b	۱/۰۹۵۵ ^{ab}	۵۷/۶۱ ^f	۶۳/۸۳۱ ^b
	اسید هیومیک	۶۵۶۳/۱ ^a	۱/۱۶۴۴ ^a	۶۳/۰۷ ^e	۷۱/۴۰۳ ^a
	کود رایج نیتروژن، فسفر، پتاسیم	۵۶۵۱/۸ ^d	۰/۷۸۸۸ ^c	۵۴/۳۰ ^g	۵۷/۹۶۶ ^d
طارم محلی	ورمی کمپوست	۳۶۷۵/۶ ^{fg}	۰/۷۷۷۷ ^c	۸۳/۰۳ ^c	۵۳/۶۸۰ ^f
	کمپوست ازولا	۳۷۲۱/۳ ^f	۰/۷۹۶۶ ^c	۸۹/۰۰ ^b	۵۵/۳۱۸ ^e
	اسید هیومیک	۳۸۷۸/۷ ^e	۰/۸۴۴۴ ^{bc}	۹۲/۶۲ ^a	۵۷/۱۴۷ ^d
	کود رایج نیتروژن، فسفر، پتاسیم	۳۵۹۶/۱ ^g	۰/۷۳۵۵ ^{cd}	۷۹/۲۸ ^d	۵۲/۵۲۲ ^{fg}
LSD (5%)		۳۵۶/۹۶	۰/۰۷۲۸	۴/۱۹	۲/۷۶

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می باشد

محتوای نسبی آب برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تنش کم آبیاری در رقم و نیز اثر متقابل رقم در سیستم‌های تغذیه‌ای برای صفت محتوای نسبی آب برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۶). طبق اثرات متقابل تنش کم آبیاری و رقم، حداکثر محتوای نسبی آب برگ در شرایط عدم تنش در رقم طارم محلی به میزان ۸۸/۹۰ درصد به دست آمد که در شرایط تنش کم آبیاری در مرحله‌های رشدی آغاز پنجه‌دهی و انتقال مجدد نسبت به عدم تنش کم آبیاری ۷/۳۰ و ۱۱/۸۱ درصد کاهش داشت. اما در رقم شیروودی هم حداکثر محتوای نسبی آب برگ در شرایط عدم تنش کم آبیاری به میزان ۶۰/۳۰ درصد شد که در شرایط تنش کم آبیاری در مرحله آغاز پنجه‌دهی و انتقال مجدد نسبت به شرایط عدم تنش ۵/۷۷ و ۱۱/۷۹ درصد کاهش داشت (جدول ۷).

نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل ارقام و سیستم‌های تغذیه‌ای نشان داد که حداکثر محتوای نسبی آب برگ با مصرف اسید هیومیک در رقم طارم محلی ۹۲/۶۲ درصد است اما در سیستم‌های تغذیه‌ای کمپوست ازولا، ورمی کمپوست و کود رایج شیمیایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم نسبت به مصرف اسید هیومیک ۳/۹۱، ۱۰/۳۶ و ۱۴/۴۱ درصد کاهش داشت. همچنین در رقم شیروودی بیشترین میزان محتوای نسبی آب برگ با مصرف اسید هیومیک به میزان ۶۳/۰۷ درصد شد که با مصرف کمپوست ازولا و ورمی کمپوست به همراه کود رایج شیمیایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم به ترتیب نسبت به مصرف اسید هیومیک ۸/۶۵، ۹/۷۸ و ۱۳/۹۰ درصد کاهش مشاهده شد (جدول ۸).

تنش خشکی سبب کاهش آب برگ، آب واکوئل و اندازه سلول می‌شود علت کاهش آب برگ باز شدن روزنه‌ها و خروج آب به صورت تعرق از گیاه است در شرایط خشکی رشد ریشه‌های گیاه برای جذب آب افزایش می‌یابد ولی چون رطوبت خاک کم است این امر نمی‌تواند آب خارج شده از گیاه را تأمین نماید و در نتیجه آب برگ کاهش می‌یابد. کاهش آب برگ تحت شرایط تنش خشکی و افزایش آن بعد از آبیاری و رفع تنش خشکی در گیاهان مختلف، توسط محققین در برنج در ارقام مقاوم و حساس گندم، یونجه آفتابگردان، پنبه گزارش شده است (۱۳، ۱۷). بررسی‌های صورت گرفته نشان داد میزان محتوای نسبی آب برگ در گیاه برنج در مواجهه با تنش خشکی به‌طور

مستقیم با آماس یاخته و پتانسیل آبی گیاه ارتباط دارد (۴۶). از طرف دیگر تورم، در ارتباط با توسعه و تقسیم سلولی است و بدین ترتیب ارتباط نزدیکی بین میزان محتوای نسبی آب برگ و عملکرد بیولوژیک وجود دارد. از آنجا که اسیدهیومیک در گسترش ریشه و در نتیجه قابلیت جذب آب و عناصر غذایی کارا است، می‌توان تأثیر مثبت آن را انتظار داشت. بنابراین به نظر می‌رسد که افزایش محتوای آب نسبی برگ در شرایط تنش خشکی به دلیل بهبود حاصله در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در نتیجه کاربرد کودهای آلی باشد (۳۱).

عملکرد پروتئین

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل تنش کم‌آبیاری در رقم و همچنین اثر متقابل ارقام و سیستم‌های تغذیه‌ای بر عملکرد پروتئین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). اثر متقابل تنش کم‌آبیاری و ارقام نشان می‌دهد بیشترین عملکرد پروتئین در شرایط عدم تنش کم‌آبیاری در رقم شیروودی به میزان ۶۲/۳۶۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که در شرایط تنش کم‌آبیاری مرحله رشدی آغاز پنجه‌دهی و انتقال مجدد نسبت به شرایط عدم تنش ۹/۳۵، ۱۳/۳۴ درصد کاهش نشان داد. اما در رقم طارم محلی هم بیشترین عملکرد پروتئین در شرایط عدم تنش ۵۱/۶۴۵ کیلوگرم در هکتار شد که در شرایط تنش خشکی صورت گرفته در مرحله رشدی آغاز پنجه‌دهی، مرحله رشدی انتقال مجدد نسبت به عدم تنش به ترتیب ۰/۴۴ و ۰/۸۸ درصد کاهش داشت (جدول ۷).

نتیجه مقایسات میانگین اثرات متقابل ارقام و سیستم‌های تغذیه‌ای نشان داد که بیشترین میزان عملکرد پروتئینی با مصرف اسید هیومیک در رقم شیروودی ۷۱/۴۰۳ کیلوگرم در هکتار است و در سیستم‌های تغذیه‌ای کمپوست آزولا، ورمی‌کمپوست و کود رایج شیمیایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم به ترتیب نسبت به مصرف اسید هیومیک ۱۰/۶۰، ۱۶/۸۴ و ۱۸/۸۱ درصد کاهش داشت. همچنین در رقم طارم محلی در سیستم‌های تغذیه‌ای اسید هیومیک بیشترین عملکرد پروتئین به میزان ۵۷/۱۴۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که با مصرف کمپوست آزولا ورمی‌کمپوست و کود رایج شیمیایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم نسبت به اسید هیومیک به ترتیب ۳/۲۰، ۶/۰۶ و ۸/۰۹ درصد کاهش مشاهده شد (جدول ۸).

به نظر می‌رسد که کاهش عملکرد پروتئین تحت تنش خشکی در نتیجه واکنش پروتئین با رادیکال‌های آزاد و در نتیجه تغییر اسید آمینه با افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین، کاهش سنتز پروتئین و نیز تجمع اسیدهای آمینه آزاد از جمله پرولین و همچنین کاهش عملکرد دانه مرتبط است (۳۳). گزارش‌های صورت گرفته نشان می‌دهد محلول پاشی اسید هیومیک خصوصیات کیفی دانه گندم را نیز بهبود بخشد و عملکرد پروتئینی در اثر محلول پاشی اسید هیومیک افزایش معنی‌داری نشان داد (۷). تحقیقات صورت گرفته مصرف اسید هیومیک در گیاه ذرت نشان داد احتمالاً بیشتر بودن عملکرد پروتئین در تیمار محلول پاشی با اسید هیومیک، افزایش دسترسی به عناصر معدنی تحت تأثیر کاربرد کود آلی هیومیک منجر شده است. همچنین طبق بررسی‌ها مشابه نشان داده شده است که با جایگزینی منابع آلی تغذیه‌ای به جای منابع شیمیایی می‌توان محتوای پروتئین دانه و عملکرد پروتئین گندم را افزایش داد (۲۶، ۳۷، ۴۰). طبق بررسی‌ها تأثیر اسید هیومیک بر میزان عملکرد پروتئین نخود نشان داد که این ماده بر عملکرد دانه و پروتئین اثر معنی‌داری دارد (۲۷).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد در بین سیستم‌های تغذیه‌ای مصرف اسید هیومیک منجر به افزایش عملکرد شلتوک، عملکرد پروتئین شد و در هر دو رقم مصرف اسید هیومیک موجب شد که محتوای نسبی آب برگ را در سطح بالاتری جبران

نماید و می‌توان عنوان کرد که رقم شیروودی به دلیل پر محصول بودن در شرایط عدم تنش کم آبیاری با مصرف اسیدهیومیک در مقایسه با رقم طارم محلی بیشترین میزان بهره‌وری آب مصرفی را دارا می‌باشد. به همین منظور استفاده از سیستم تغذیه‌ای هیومیک موجب پایداری عملکرد در شرایط تنش و افزایش آن در شرایط عدم تنش در ارقام می‌گردد.

منابع

- ۱- حیدری، م. و خلیلی، س. ۱۳۹۱. تأثیر اسید هیومیک و کود فسفر بر عملکرد دانه و گل، رنگدانه‌های فتوسنتزی و مقادیر (*Hisbiscus sabdariffa L.*) عناصر معدنی در گیاه چای ترش. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۵: ۱۹۱-۱۹۹.
- ۲- خسروزاده، م. ۱۳۹۱. شناخت انواع برنج ایرانی، مجله به نژادی نهال و بذر. ۳۴ صفحه.
- ۳- صداقت، ن.، پیردشتی، ه.، اسدی، ر. و موسوی طغانی، ی. ۱۳۹۳. اثر روش آبیاری بر بهره‌وری آب در برنج. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۲۸: ۱-۹.
- ۴- غیاثی اسکویی، م.، فرحبخش، ح.، صبوری، ح. و محمدی‌نژاد، ق. ۱۳۸۹. ارزیابی ژنوتیپ‌های برنج در شرایط خشکی و عدم تنش خشکی بر اساس شاخص‌های تحمل و حساسیت. نشریه تولید گیاهان زراعی گرگان، ۶: ۵۵-۷۵.
- ۵- فرح‌دهر، ف.، دانشیان، ج. و امیری، ا. ۱۳۸۸. اثر مدیریت آبیاری و کمپوست آزولا بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه برنج. مجله پژوهش‌های به زراعی، ۳: ۱۵۴-۱۶۵.
- ۶- محدثی، ع.، اشراقی، ا.، نصیری، م.، بهرامی، م.، اله‌قلی‌پور، م. و کیانوش، م. ۱۳۸۸. شیروودی، رقم جدید برنج پر محصول و دارای کیفیت مطلوب. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۵: ۶۵۵-۶۵۸.
- ۷- محمودی، ر.، نصیری، م. و اویسی، م. ۱۳۹۰. اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی گندم نان در شرایط تنش خشکی. مجله اکوفیزولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، ۸: ۱۰-۲۶.
- ۸- مهدی‌نیا افرا، ج.، نیک‌نژاد، ی.، فلاح‌آملی، ه. و برابری‌تاری، د. ۱۳۹۶. بررسی اثر منابع مختلف تغذیه‌ای (شیمیایی، آلی) در شرایط تنش خشکی بر میزان بهره‌وری آب مصرفی و صفات عملکردی ارقام مختلف برنج. سومین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، کرج، ایران.
- ۹- نیک‌نژاد، ی.، دانشیان، ج.، شیرانی‌راد، ا.، پیردشتی، ه. و ارزانش، م. ۱۳۹۱. ارزیابی کارایی باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در شرایط کم آبی و مقادیر کاهش یافته نیتروژن. نشریه زراعت پژوهش سازندگی، ۱۱۲: ۹-۱۹.
- ۱۰- هادیان، ح. و قربان‌نژاد، ح. ۱۳۸۹. مدیریت مصرف آب در مزرعه برنج، مدیریت هماهنگی کشاورزی مازندران، چاپ اول، انتشارات ترویجی. ۲۴ صفحه.

11- Alam, S.M. 2004. Azolla a green compost for rice. The DAWN Group of Newspapers, USA.

12- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J. D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: Effects on growth and yields. Bio resource Technology, 93: 145-153.

13- Aranjuelo, I., Irigoyen, J.J. and Diaz, MS. 2007. Effect of elevated temperature and water availability on co2 exchange and nitrogen fixation of alfalfa plants. Environmental and Experimental Botany, 59: 99-108.

- 14- Bronick, E. J. and Lai, R. 2005.** Soil structure and management. A review. Geoderma, University of Sydney, Australia.
- 15- Bouman, B.A.M., Hengsdijk, H., Hardy, B., Bindraban, P.S., Tuong, TP. and Ladha, J.K. 2002.** Water-wise rice production. Proceedings of the International Workshop on Water-wise Rice Production. Los Banos, Philippines.
- 16- Cabulsay, G.S., Ito, O. and Alejar, A.A. 2002.** Physiological evaluation of response of rice (*Oryza sativa* L.) to water deficit. Journal of Plant Science, 163: 815-827.
- 17- Chopra, R.K. and Selote, D.S. 2008.** Acclimation to drought stress generates oxidative stress tolerance in drought resistant than susceptible wheat cultivar under field conditions. Environmental and Experimental Botany, 60:276 –283.
- 18- Cong, P.T., Dung, N.T., Hien, A.T., Choudhury, A., Rose, M.T., Kecskes, M.L., Deaker, Choudhury, A., Rose, M. T., Kecskes., M.L. Deaker., R. and Ennediyi, I. 2011.** Effects of a multistrain biofertilizer and phosphorus rates on nutrition and grain yield of paddy rice on sandy soil in southern. Journal of Plant Nutrient, 34:1058-1069.
- 19- Daei, M. A. 2008.** What's humic acid technical bulletin No 3. Golssang Kavir Yazd Agricultural Company, Golsang Company Issue, Yazd, Iran.
- 20- Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A. 2005.** Effect of foliar application of Nitrogen and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy for Sustainable Development, 25:183-191.
- 21- Farooq, M.A., Wahid, S.M., Basra, A. and Din, I. D. 2009.** Improving water relations and gas exchange with brassinosteroids in rice under drought stress. Journal of Agronomy Crop Science, 195: 262–269.
- 22- IRRI. 1996.** Standard evaluation system for rice, Manila, Philippines.
- 23- 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, 6:586-592.
- 24- Kumar, R. and Kumar, R. 2002.** Effect of drought on growth, leaf rolling, plant water status and yield of rice (*Oryza sativa* L.). Indian Journal of Agronomy, 47: 61-66.
- 25- Lafitte, H.R., Blum, A. and Atlin, G. 2003.** Using secondary traits to help identify drought tolerant genotypes. IRRI Publications, International Rice Research Institute. Manila, Philippines.
- 26- Majdam, M., Dashti, M. and Drogar, N. 2015.** Effect of Application of Humic Acid and Nitrogen on Quantitative and Qualitative Characteristics and the efficiency of spring nitrogen consumption. Journal of Agricultural Research, 8:45-50.
- 27- Nakhzari Moghadam, A., Parsa, N., Sabori, H. and Bakhtiyari, S. 2013.** Effect of humic acid, density and supplemental irrigation on chickpea quality and quantitative traits *Cicer arietinum* L. Journal of Environmental Tensions in Crop Science, 10:183-192.
- 28- Ndjioudjop, M. N., Cisse, F., Futakuchi, K., Lorieux, M., Manneh, B., Bocco, R. and Fatondji, B. 2010.** Effect of drought on rice (*Oryza spp.*) genotypes according to their drought tolerance level. Innovation and Partnerships to Realize Africa's Rice Potential, Second Africa Rice Congress. Bamako, Mali.
- 29- Neri D., Lodolini E.M., Luciano M., Sabbatini, P. and Savini, G . 2002.** The persistence of humic acid droplets on leaf surface. Acta Horticulture, 594: 303-314.

- 30- Padmavathiamma, P.K., Li, L.Y. and Kumari, U.R. 2008.** An experimental study of vermi-biowaste composting for agricultural soil improvement. *Bioresource Technology*, 99: 1672-1681.
- 31- Rahbarian, P., Afsharmanesh, G. and Shirzadic, M. 2010.** Effects of drought stress and manure on relative water content and cell membrane stability in dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Plant ecophysiol*, 2:13-19.
- 32- Raja Sekar, K. and Karmegam, N. 2010.** Earthworm casts as an alternate carrier material for biofertilizers: Assessment of endurance and viability of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Rhizobium leguminosarum*. *Scientia Horticulturae*, 124: 286–289.
- 33- Ranjan, R., Bohra, S.P. and Jeet, A.M. 2001.** *Plant Senescence*. Jodhpur, agrobios, India.
- 34- Razavipour, T. 2004.** Beneficial use of azolla as fertilizer (unpublished report). Rice Research Institute of Iran, Iran.
- 35- Rehana, B., Mian, M. H., Tahiruddin, 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*, 11: 968-971.
- 36- Rezaei, M. and Nahvi, M. 2004.** Effects interval irrigation on rice. Proceedings of the 11th seminar of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. Tehran, Iran.
- 37- Shahbazi, Sh., Fateh, A. and Ayenehband, A. 2015.** Study of Humic Acid and Vermicomass Effects on Yield and Yield Components of Three Wheat Cultivars in Tropical Regions. *Journal of Agricultural Production of Agricultural Sciences in Shahid Chamran University of Ahvaz*, 38:100-108.
- 38- Singh, K. A. 2003.** Enhancing rice productivity in water stressed environments. IRRI Publications, Japan.
- 39- Smart, R.E. and Bingham, G.E. 1974.** Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology*, 53: 258-260.
- 40- Sarwar, G., Schmeisky, H., Hussain, N., Muhammad, S., Tahir, M. A. and Saleem, U. 2009.** Variations in nutrient concentrations of wheat and paddy as affected by different levels of compost and chemical fertilizer in normal soil. *International Journal on Plant-Soil*, 5:2403-2410.
- 41- Tao, H., Brueck, H., Dittert, K., Kreye, C., Lin, S. and Sattelmacher, B. 2006.** Growth and yield formation for rice (*Oryza sativa* L.) in the water-saving ground cover rice production system (GCRPS). *Field Crops Research*, 95: 1–12.
- 42- Tuong, T.P. and Bouman, B.A.M. 2003.** *Rice Production in water scarce environments*. International Water Management Institute, Chinese.
- 43- Tuong, T.P., Bouman, B.A.M. and Mortimer, M. 2005.** More rice, less water integrated approaches for increasing water productivity in irrigated rice-based systems in Asia. *Plant Production Science*, 8: 229-239.
- 44- Tuyen, D. D. and Prasad, D.T. 2008.** Evaluating difference of yield trait among rice genotypes (*Oryza sativa* L.) under low moisture condition using candidate gene markers. *Journal of Omonrice*, 16: 24-33.

- 45- Wu, Q. and Xia, R. 2011.** Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and water stress conditions. *Journal of Plant Physiology*, 163: 417-425.
- 46- Yadav, R. S. and Bhushan, C. 2001.** Effect of moisture stress on growth and yield in rice genotypes. *Indian Journal of Agricultural Research*, 2:104-107.
- 47- Yang, J. C., Liu, K., Zhang, S. F., Wang, X. M., Wang, Z. Q. and Liu, L.J. 2008.** Hormones in rice spikelets in responses to water stress during meiosis. *Acta Agronomica Sinica*, 34: 111–118.

**Evaluation of Chemical and Organic Nutrition Systems on
Yield and Water Use Efficiency in Rice (*Oryza sativa* L.)
Cultivars under low Irrigation stress Conditions**

Jaber Mehdiniya Afra¹, Yousof Niknejad^{2*}, Hormoz Falah Amoli², Davood barari Tari²

1- Ph.d students of Agronomy, Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol. Iran

2- Department of Agronomy, Ayatollah Amoli Branch Islamic Azad University, Amol, Iran

* Corresponding Author; Email: yousofniknejad@gmail.com

(Received: 14 August 2019; Accepted: 1 December 2019)

Abstract

In order to investigate the effects of chemical and organic nutritional systems on yield, water utilization in rice cultivars under irrigation stress, a split Plot factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications at Dasht-e Naz Agricultural Company, located in the city of Sari in 2016 Irrigation stress treatments were performed in three levels: the stress at the time of the beginning of the tillering (15 days after the installation of the work), the developmental stage of the transfer (the end of flowering and grain filling start) and the lack of stress (controls) as the main factor, through irrigation cut and irrigation again after the appearance of surface cracks The type of feeding system was considered in four levels of Vermicompost and compost azolla (6 and 8 t.ha⁻¹ respectively), humic acid (4.5 L.ha⁻¹) and the common chemical fertilizers Nitrogen, Phosphor, Potassium and cultivars were considered on two levels (Shirodi and local Tarom) in factorial form as a subagent The results variance analysis showed that there was a significant difference between Shiroudi and Tarom cultivars in terms of rice paddy yield in different levels of irrigation stress and nutritional systems. Under common irrigation conditions, the most biological functions of Paddy yield in the varieties of Shirodi and local Tarom, was obtained 6577.9 and 3776.4, Kg.ha⁻¹, Respectively. Low irrigation stress in the developmental stage of the beginning of the tillering reduced the rice paddy yield by 6.87 and 1.67 and in the remobilization stage, reduced the rice paddy yield by 17.65% and 2.97%, compared to non-stressed conditions With application of humic acid nutrition system, improvement of rice yield was observed in Shiroudi (6563.1 Kg.ha⁻¹) and local Tarom (3878.77 Kg.ha⁻¹) in compared with other nutrition systems. by using the humic acid, azolla compost and Vermicompost in Shirodi variant, the rice paddy yield increased 16.12, 9.02 and 3.62 Percent and in local Tarom 7.85, 3.47 and 2.21 percent respectively, compared with the chemical fertilizer. The highest Water Use Efficiency in the cultivars was observed with the average of 0.1050 and 0.8016 Kg/m³No rainfall, outlet runoff and tillage water were observed under conditions of non-stress. Totally, the results showed highest yield of Paddy was obtained for both Shirodi and Tarom cultivars under non-stress conditions in the humic acid nutrition system.

Keywords: Azolla, Humic acid, Shirodi cultivar, vermicompost