نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۶، ص. ۴۲۱-۴۱۱

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 2, May.-Jun. 2017, p. 411-421

تأثیر آبیاری زیرزمینی و مدیریت آبیاری بر مشخصه‌های رشد و اجزای عملکرد برنج در منطقه خشک و نیمه خشک

سیده مریم میرابوالقاسمی[۱] – مهدی قبادی نیا[۲*] – احمدرضا قاسمی[۳]– محمدرضا نوری امامزاده‌ای[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۰۳

چکیده

هدف اساسی مدیریت‌های نوین آبیاری برنج، افزایش بهره‌وری آب مصرفی و صرفه‌جویی آب در اراضی شالیزاری می‌باشد. برای بررسی تاثیر موقعیت سطح ایستابی بر بهره‌وری آب در کشت برنج،آزمایشی به صورت کشت گلدانی در قالب طرح آماری کاملا تصادفی در دانشگاه شهرکرد با چهار مدیریت آبیاری، شامل سطحی با کنترل سطح ایستابی در ۲ سانتی‌متری روی سطح خاک (FI)،زهکشی کنترل شده با کنترل سطح ایستابی در ۲۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک (CD20) وکنترل سطح ایستابی در ۳۶ سانتی‌متری زیر سطح خاک (CD36) و آبیاری تناوبی (AI) انجام گردید. در طول فصل رشد چهار مرتبه نمونه‌برداری برای تعیین میزان ماده خشک برگ، ساقه ومیزان آماس نسبی برگ انجام گرفت ودر پایان فصل رشد میزان حجم آب مصرفی و میزان دانه تولیدی اندازه‌گیری و ثبت گردید. نتایج نشان داد کاهش عملکرد دانه برای تیمارهایCD20, CD36, AI به ازای هر یک واحد کاهش آب مصرفی به ترتیب به میزان ۰/۳۶، ۰/۴۶ و ۰/۳۸ واحد می‌باشد. مدیریت آبیاری موجب کاهش معنی‌دارآماس نسبی در مراحل اول و دوم اندازه‌گیری در سطح احتمال ۵ و در مرحله چهارم درسطح ۱ درصد شد. کاهش ماده خشک تولیدی نیز تحت مدیریت آبیاری در مرحله دوم و چهارم در سطح یک درصد و در مرحله سوم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. اما کاهش آب مصرفی در تیمارهای CD20, CD36, AIموجب افزایش معنی‌دار ۵ درصدی راندمان مصرف آب مبتنی بر عملکرد و افزایش معنی‌دار یک درصدی راندمان مصرف آب مبتنی بر زیست توده گردید.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تناوبی، آماس نسبی، زهکشی کنترل شده، کاهش مصرف آب

مقدمه

برنج یکی از مهم‌ترین غلات می‌باشدکه غذای عمده بیش از نصف مردم دنیا است (۶). برنج از نظر میزان مصرف آب، بین تمام محصولات کشاورزی بیشترین نیاز را به خود اختصاص داده‌است. برای تولید یک کیلوگرم برنج، کشاورزان مجبورند که ۲ تا ۳برابر بیشتر از سایر غلات در مزارع برنج از آب استفاده کنند (۲۴). بیش از ۷۰ درصد آب در دسترس جهان برای مصارف کشاورزی مصرف می‌شود که در حال کاهش می‌باشد (۵). باتوجه به محدود بودن منابع آبی در کشورمان ضروری است که برنامه‌ریزی دقیقی برای استفاده بهینه از منابع آبی موجود در کشور برای کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف کننده آب و به‌ویژه برنج به عنوان پرنیازترین گیاه نسبت به آب و رایج‌ترین کشت در شمال کشور صورت گیرد. یکی از روش‌های موجود برای کاهش مصرف آب در کشت برنج، قطع آبیاری و تغییر روش آبیاری سنتی (غرقاب دائمی) به آبیاری متناوب با اعمال دور آبیاری مناسب است (۹).

تغییر مدیریت آبیاری از شیوه سنتی غرقاب به غیر غرقاب موجب ارتقاء بهره‌وری آب آبیاری است، زیرا با کاهش آب آبیاری از میزان عملکرد دانه نیز کاسته می‌شود اما به ازای هر یک واحد کاهش آب آبیاری عملکرد دانه حدود ۰/۳ واحد کاهش نشان می‌دهد (۲). بهره‌وری آب برای گیاهان، برابر میزان دانه تولید شده به ازای هر واحد مقدار آب مصرفی تعریف می‌شود (۱۷). زوارت و باستیانسن (۲۸) دریافتند که متوسط بهره‌وری آب برنج براساس میزان تبخیر و تعرق برابر ۱/۰۹ کیلوگرم دانه بر متر مکعب تبخیر و تعرق می‌باشد، البته دامنه بهره‌وری آب برای برنج در پژوهش آن‌ها ۱/۶-۰/۶ کیلوگرم دانه بر مترمکعب تبخیر و تعرق بود. آن‌ها تغییرات در مقدار این شاخص را به‌طور عمده به عوامل اقلیمی، مدیریت آبیاری و کود نسبت دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که بهره‌وری آب به مقدار زیادی می‌تواند در صورت کاهش مقدار آب آبیاری و اعمال تغییر روش آبیاری افزایش یابد. امیری (۳) با بررسی مدیریت آبیاری برنج در

۱ ، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیاران و دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: (Email: mahdi.ghobadi@gmail.com
DOI: 10.22067/jsw.v31i2.54183

استان گیلان روی رقم هاشمی، مقدار بهره‌وری آب بر اساس میزان آبیاری را در محدوده ۰/۹۲-۰/۲۹کیلوگرم دانه بر متر مکعب آبیاری محاسبه نمود.در مدیریت‌های جدید، شیوه‌های مختلف آبیاری متناسب با فیزیولوژی گیاه در جهت افزایش محصول، کاهش مصرف آب، بالا بردن راندمان آبیاری، کنترل علف‌های هرز و جلوگیری از ماندابی شدن اراضی شالیکاری اعمال می‌شود. تنش آبی ناشی از آبیاری غیر غرقابی ضمن تأثیر بر میزان آب مصرفی یا جلوگیری از انتقال نمک‌ها و مواد غذایی به گیاه و کاهش فتوسنتز (۲۷) باعث کاهش تعداد پنجه، سطح برگ، تجمع ماده خشک، تعداد دانه پر در خوشه، وزن صد دانه و در نهایت عملکرد می‌شود (۳، ۲۲و ۱۸).

ماده خشک تولید شده، یا به مصرف رشد گیاه رسیده و یا در اندام‌های ذخیره‌ای گیاه تجمع می‌یابد. تجمع مواد فتوسنتزی سبب افزایش وزن خشک می‌گردد، که به طور مستقیم از طریق توزین گیاه قابل اندازه‌گیری می‌باشد. بنابراین افزایش وزن گیاه در اثر تولیدات فتوسنتزی، تولید ماده خشک نامیده می‌شود (۱۱و ۱۳). عملکرد برنج تابعی از کل ماده خشک و شاخص برداشت می‌باشد. بنابراین عملکرد برنج می‌تواند به‌وسیله افزایش در کل ماده خشک یا شاخص برداشت یا هر دو افزایش یابد. افزایش عملکرد غلات دانه ریز عمدتاً به علت افزایش شاخص برداشت است (۲۰).

هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر مدیریت سطح ایستابی در کاهش آب مصرفی، بررسی امکان اجرای آبیاری زیرزمینی (زهکشی کنترل شده) و تأثیر مدیریت‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در یک منطقه خشک و نیمه خشک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر موقعیت سطح ایستابی بر عملکرد برنج، آزمایشی به صورت کشت گلدانی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در چهار سطح روش آبیاری در دانشگاه شهرکرددر سال ۱۳۹۳ انجام شد. آزمایش‌ها شامل ۴تیمار در ۵ تکرار بود. جدول ۱ مشخصات تیمارها را نشان می‌دهد. عمق تثبیت سطح ایستابی بر اساس عمق نهایی توسعه ریشه (معادل ۴۰ سانتی‌متر) انتخاب شد. به این صورت که تیمار شاهد به عنوان آبیاری متداول و دارای عمق آب روی سطح خاک، تیمار تثبیت عمق سطح ایستابی در ۵۰ درصد پایینی عمق نهایی توسعه ریشه یا کنترل سطح ایستابی در ۲۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک، تثبیت عمق سطح ایستابی در ۱۰ درصد پایینی عمق نهایی توسعه ریشه یا کنترل سطح ایستابی در ۳۶ سانتی‌متری زیر سطح خاکبودند و برای تیمار آبیاری زیرزمینی تناوبی نیز با رسیدن سطح آب به ۱۰ درصد پایینی حداکثر عمق توسعه ریشه، آبیاری صورت می‌گرفت.

جدول۱- مشخصات تیمارها

Table 1- Properties of experimental treatments

علامت اختصاری Abbreviation	تعریف تیمار Treatments Defination
FI	سطح ایستابی کنترل شده در ۲ سانتی‌متری رویسطح خاک 2cm of water depth on the soil
CD20	کنترل سطح ایستابی در ۲۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک Water table at 20 cm under the soil
CD36	کنترل سطح ایستابی در ۳۶ سانتی‌متری زیر سطح خاک Water table at 36 cm under the soil
AI	آبیاری زیرزمینی تناوبی variable level of watertable

برای انجام آزمایش از سطل‌هایی به قطر ۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۵ سانتی‌متر به عنوان گلدان استفاده شد. به منظور برقراری آبیاری زیرزمینی (زهکشی کنترل شده) یک لوله پلیکا مشبک در قسمت پایین گلدان به عنوان یک لوله آبده قرار داده و برای آبدهی و جلوگیری از گرفتگی آن، کمی فیلتر شنی اطراف آن ریخته شد. روی لوله به ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر از خاک پر گردید و ۵ سانتی‌متر بالایی فضای باز برای آبیاری قرار گرفت.

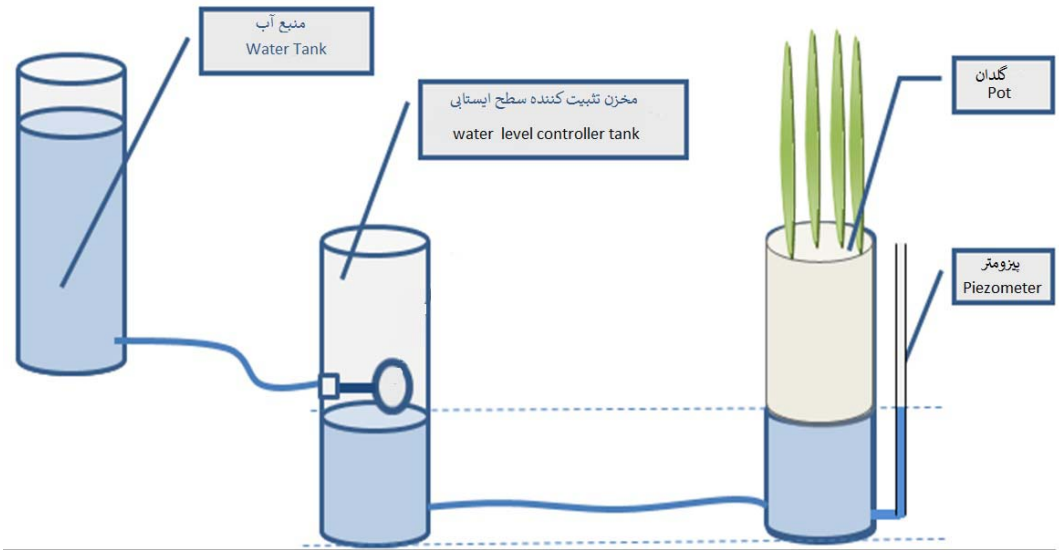
برای ثابت نگه داشتن سطح آب، از دو مخزن (یکی به عنوان تثبیت کننده سطح ایستابی و دیگری برای اندازه‌گیری میزان آب مصرفی) استفاده شد. روش کار بدین صورت بود که لوله آبده با استفاده از یک لوله به مخزن تثبیت سطح ایستابی متصل‌گردید. در مخزن تثبیت، سطح ایستابی با کمک شناوری که با منبع آب متصل بود،در سطح مورد نظر ثابت شد.شکل یک شمایی از طرح آزمایش را نشان می‌دهد.

به منظور تثبیت خاک، گلدان‌ها دو مرتبه پیش از شروع آزمایش، آبیاری شدند. سپس نشا برنج (گونه لنجان) در گلدان‌ها کشت شد. برای استقرار کامل گیاه، تیمارهای (AI ,CD36 ,CD20) به مدت یک هفته به صورت کامل غرقاب بود و تیمارها، از هفته دوم اعمال گردید. تاریخ انجام عملیات زراعی در جدول ۲ آورده شده است.

در طول دوره رشد مقدار آماس نسبیاز رابطه زیر محاسبه شد (Weatherley, 1950):

$$\text{میزان آماس نسبی} = \frac{\text{وزن خشک برگ–وزن تازه برگ}}{\text{وزن خشک برگ–وزن برگ آماس}} * ۱۰۰ \quad (۱)$$

پس از اتمام دوره رشد نیز وزن دانه و میزان آب مصرفی در طول دوره رشد هر تیمار اندازه گیری شد، علاوه بر آن صفاتی مانند شاخص برداشت (معادله ۴)، راندمان مصرف آب مبتنی بر عملکرد (معادله ۵) و راندمان مصرف آب مبتنی بر زیست توده (معادله ۶) نیز محاسبه گردید (۲۱):



شکل۱- شمایی از طرح آزمایش
Figure1-Plan of experiment

جدول۲- تاریخ انجام عملیات زراعی
Table 2-Dateof agricultural operations

عملیات Operations	تاریخ Date
کاشت نشا	۱۳تیر
Transplantation	4th July
اعمال مدیریت آبیاری	اول مرداد
Start of irrigation management	23th July
قطع آبیاری	۴ مهر
Last irrigation	15th October
برداشت	۱۰ آبان
Harvesting	1st November

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{وزن دانه}}{\text{وزن اندام هوایی}} * ۱۰۰ \quad (۲)$$

$$\text{راندمان مبتنی بر عملکرد} = \frac{\text{وزن دانه}}{\text{حجم آب مصرفی}} * ۱۰۰ \quad (۳)$$

$$\text{راندمان مبتنی بر زیست توده} = \frac{\text{وزن اندام هوایی}}{\text{حجم آب مصرفی}} * ۱۰۰ \quad (۴)$$

داده‌های به‌دست آمده به کمک نرم‌افزارSAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD انجام شد. تجزیه آماری آماس نسبی براساس ۳ تکرار و سایر پارامترها براساس ۵ تکرارانجام گردید.

نتایج و بحث

آماس نسبی

جدول ۳نتایج تجزیه واریانس مدیریت آبیاری فقط بر میزان آماس نسبی را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که آماس نسبی مرحله اول و دوم در سطح ۵ درصد و مرحله چهارم اندازه‌گیری در سطح ۱ درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳).

همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد در هر چهار مدیریت آبیاری با پیشرفت زمان محتوای نسبی آب برگ کاهش می‌یابد. در صورتی‌که این روند کاهش برای تیمار CD20 (کنترل سطح ایستابی در عمق ۲۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک) با سرعت کمتری صورت گرفت و برای تیمار CD36 با سرعت بیشتری اتفاق افتاد. در کل دوره رشد تیمار FIدارای بالاترین درصد محتوی نسبی آب برگ و تیمار CD36دارای کمترین درصد محتوی نسبی آب برگ بود. این بدان معنی است که با کاهش حجم آب مصرفی، محتوای نسبی آب برگ نیز کاهش می‌یابد و همبستگی مثبت بین حجم آب مصرفی و محتوی نسبی آب برگ وجود دارد.

تحلیل‌های آماری نشان داد، محتوای نسبی آب برگ به طور متوسط تحت مدیریت آبیاری CD20 (کنترل سطح ایستابی در ۲۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک)، مدیریت آبیاری CD36 (کنترل سطح ایستابی در ۳۶ سانتی‌متری زیر سطح خاک) و مدیریت آبیاری AI (آبیاری زیرزمینی تناوبی) به ترتیب ۱۲، ۲۲ و ۱۰ درصد کاهش یافت.

همچنین شکل۲ نشان می‌دهد که اختلاف آماری بین محتوای آب نسبی برگ در مراحل مختلف رشد وجود نداشت بنابراین کاهش سطح ایستابی تأثیر معنی‌داری در محتوای آب نسبی برگ نداشته است.

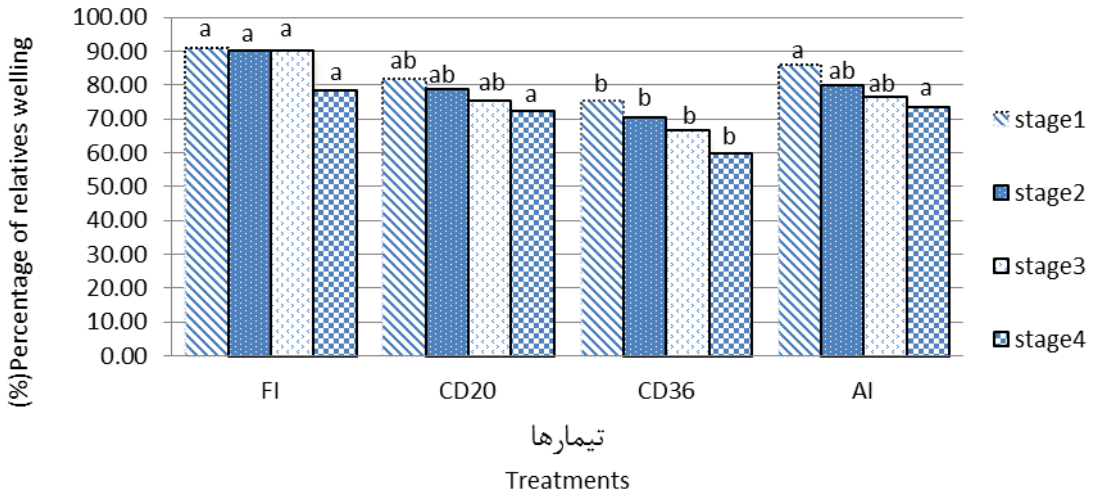
جدول۳: نتایج تجزیه واریانس آماس نسبی

Table 3: results of variance analysisof relative turgidity

منابع تغییرات Source of Varianc	درجه آزادی dF	میانگین مربعات Sum of Squares			
		مرحله اول Stage 1	مرحله دوم Stage2	مرحله سوم Stage3	مرحله چهارم Stage4
مدیریت آبیاری Irrigation management	3	129.24*	196.2*	288.5ns	190.35**
خطا Error	8	28.68	39.2	85.2	24.26

ns,*,** به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

ns , * and **:Non-significant and significant at %5 and %1 level of probability respectively



شکل۲- درصد آماس نسبی طی ٤ مرحله نمونه برداری

Figure 2- Percentage of relativeswellingduring4 stepssampling

ماده خشک اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد مدیریت آبیاری بر میزان ماده خشک تولیدی مرحله اول اندازه‌گیری تأثیر معنی‌داری ندارد ولی بر میزان ماده خشک مرحله دوم، سوم و چهارم به ترتیب در سطح یک، پنج و یک درصد تأثیر معنی‌داری نشان می‌دهد (جدول ۴).

شکل ۳ تغییرات وزن ماده خشک مدیریت‌های آبیاری را در چهار مرحله نمونه‌برداری در طول فصل رشد نشان می‌دهد.

روند تغییرات وزن خشک کل گیاه در طی فصل رشد حاکی از آن است که تا ۴۲ روز (تا مرحله دوم نمونه‌برداری) پس از اعمال مدیریت آبیاری تفاوتی از نظر تجمع ماده خشک تولیدی مشاهده نمی‌شود اما پس از آن تغییرات محسوس‌تر می‌گردد. حداکثر تجمع ماده خشک کل در هر یک از مدیریت‌های آبیاری در مرحله پر شدن دانه‌ها (مرحله ۳ نمونه‌برداری) رخ می‌دهد. بیشترین مقدار تجمع ماده خشک کل محاسبه شده در مدیریت آبیاری FI و کمترین مقدار مربوط به تیمار CD36 می‌باشد. مدیریت‌های آبیاری CD20, CD36, AIبه ترتیب منجر به کاهش وزن ماده خشک به میزان ۱۶، ۲۵ و ۲۲ درصد نسبت به تیمار شاهد شده‌است.

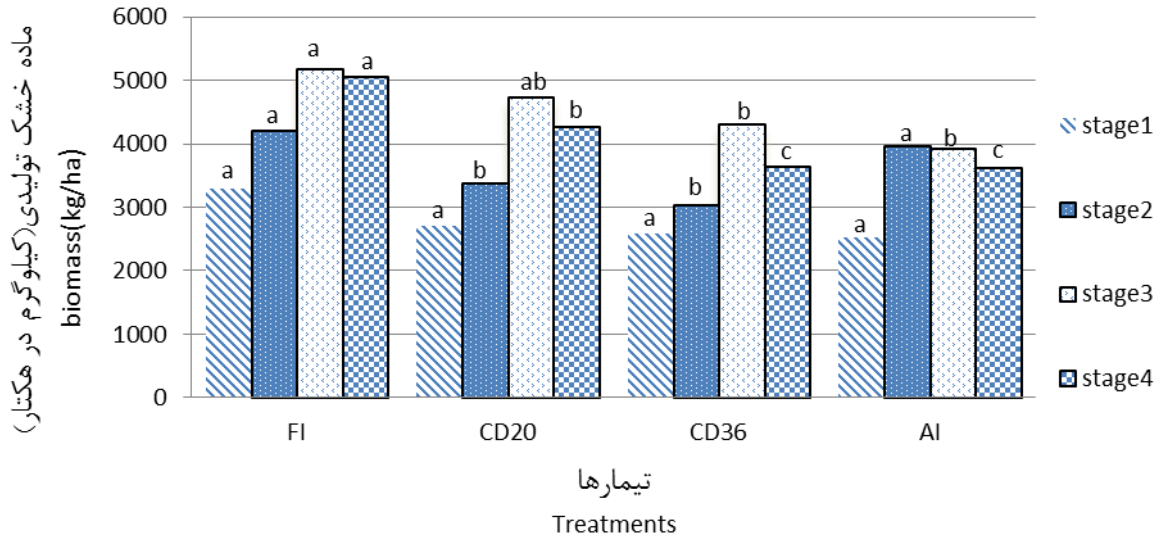
با توجه به اینکه برنج برای توسعه ریشه خود نیاز به شرایط اشباع دارد، کاهش رطوبت خاک از حد اشباع، باعث کاهش میزان عملکرد دانه خشک شده است و شدت کاهش محصول برای تیماری که سطح ایستابی پایین‌تر است بیشتر می‌باشد. شارما و همکاران (۲۳) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش رشد و شاخص‌های مربوط به آن می‌گردد. با کاهش مقدار آب میزان تجمع مواد فتوسنتزی و سرعت رشد نسبی کاهش می‌یابد و افت قابل توجه سرعت رشد نسبی بیانگر کاهش ماده خشک تولید شده در اثر کاهش

رشد شاخ و برگ در مرحله رشد سبزینه‌ای است که می‌توانـد یکـی از علل کاهش عملکرد محصول باشد (۱۶).

جدول٤- تجزیه واریانس ماده خشک
Table 4-results of variance analysisof dry matter

منابع تغییرات Source of Varianc	درجه آزادی dF	میانگین مربعات Sum of Squares			
		مرحله اول Stage 1	مرحله دوم Stage2	مرحله سوم Stage3	مرحله چهارم Stage4
مدیریت آبیاری Irrigation management	3	58.3^{ns}	139.1^{**}	137.4^{*}	215.06^{**}
خطا Error	8	30.9	12.5	33.2	12.97

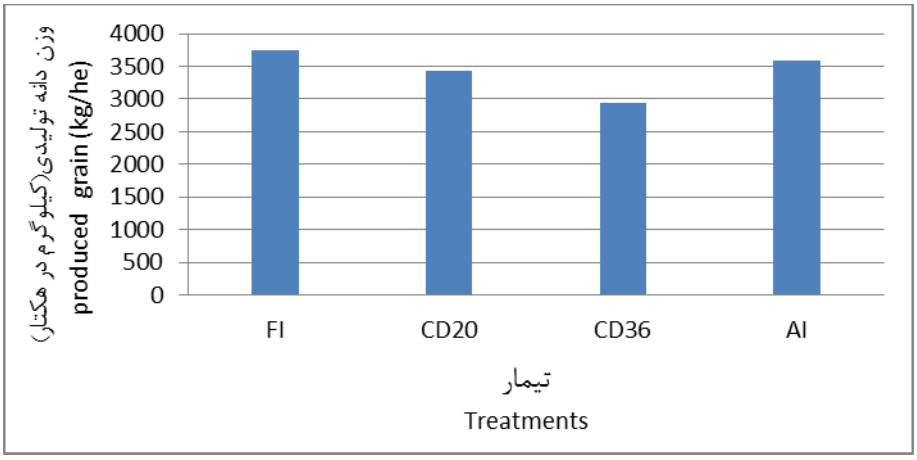
ns,*,** به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.
ns , * and **:Nonsignificant and significant at %5 and %1 level o f probability respectively



شکل۳- اثر مدیریت‌های آبیاری بر تغییرات وزن خشک گیاه
Figure 3- The effect of IrrigationManagement onbiomassplant

وزن دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد مدیریت آبیاری بـر عملکـرد دانـه تأثیر معنی‌داری نداشت(جدول ۵). لذا با توجه به نتایج حاصل می‌توان تا ۴۶ درصد در مصرف آب بدون کاهش عملکرد صـرفه‌جـویی نمـود. بلدر و همکاران(۷) نیز نشان دادند کـه از نظـر عملکـرد دانـه بـین دو روش آبیـاری غرقـاب و آبیـاری متنـاوب اخـتلاف معنـی‌داری وجـود نداشت. متوسط دانه تولیدی برای تیمارهـای CD20, CD36, AIبـه ترتیب برابر ۳۴۲۳، ۲۹۴۶ و ۳۵۸۳کیلوگرم در هکتار می‌باشد. کمترین کاهش دانه تولیدی مربـوط بـه تیمـار AI بـا ۶ درصـد کـاهش دانـه تولیدی و بیشترین کاهش دانه تولیدی مربوط به تیمار CD36 بـا ۲۲ درصد کاهش دانه تولیدی نسبت به تیمار شاهد می‌باشد و به ازای هر یک واحـد کـاهش آب مصـرفی، تیمارهـای CD20, CD36, AIبـه ترتیـب ۰/۳۶، ۰/۴۶ و ۰/۳۸ واحـد کـاهش در میـزان دانـه تولیـدی داشتند. عدم تفاوت معنی‌دار در میزان عملکرد دانه یعنی تامین آب بـه مقدار کافی در تمام سطوح تیمارهای آبیاری وجـود داشـت و در هـیچ کدام از رژیم‌های آبیاری اعمال شده، گیاه دچار تنش آبی نشد و ریشه گیاه در مراحل حساسی که به آب بیشتری نیـاز دارد بـه انـدازه کـافی رشد کرده و به آب موجود در اعماق بیشتر دسترسی دارد.



شکل ٤- میزان دانه تولیدی تیمارها در دوره رشد

حروف مشترک نشانگر عدم معناداری در سطح یک درصد مطابق آزمون LSD می‌باشد.

Figure 4-Thegrain yieldof treatmentsduring the growing season

Similar letters in each column shows non-significant difference according to LSD Test

وزن هزار دانه

مدیریت آبیاری در این پژوهش روی وزن هزار دانه تأثیر معنی‌داری نشان نداد و کاهش سطح ایستابی تغییری در اندازه دانه ایجاد نکرد و بازار پسندی دانه را نیز کاهش نمی‌دهد (جدول ۵). بیشترین میزان وزن هزار دانه مربوط به تیمار FI و کمترین میزان وزن هزار دانه مربوط به تیمار CD36 به ترتیب با مقادیر ۱۲۴۷ و ۱۱۰۱کیلوگرم در هکتار می‌باشد. همچنین نشان دادمدیریت‌های آبیاری CD20, CD36, AIمنجر به کاهش وزن هزار دانه به ترتیب به میزان ۸، ۱۲ و ۴ درصد نسبت به تیمار شاهد شده است (شکل ۵).

پژوهشگران اظهار داشته‌اند که ترکیبات پرورده برای پرشدن دانه ها تنها به‌وسیله فتوسنتز جاری برگ‌ها و بخش‌های سبزگیاه تأمین نمی‌شود. بلکه به‌وسیله انتقال کربوهیدرات‌های سایراندام‌های گیاه نیز تأمین می‌شود که مسئول پایداری وزن هر دانه در گیاه است.

ذخایر ساقه در غلات به ویژه درشرایط تنش می‌تواند تأثیرمعنی‌داری روی عملکرد ازطریق انتقال این ترکیبات به دانه‌ها داشته باشد (۱۵). تقی‌زاده وهمکاران (۲۵) نیز مشاهده نمودندکه رژیم‌های مختلف آبیاری روی وزن هزاردانه برنج تأثیر معنی‌داری ندارد.

شاخص برداشت

اثر مدیریت آبیاری بر شاخص برداشت برنج از نظر آماری معنی‌دار نبود(جدول۶). بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار FI و کمترین شاخص برداشت مربوط به تیمار CD36 به ترتیب با مقادیر ۳۹/۰۶ و ۳۵/۴ درصد می‌باشد. مدیریت‌های آبیاری CD20, CD36, AIمنجر به کاهش شاخص برداشت به ترتیب به مقدار ۴، ۹ و ۲ درصد گردید.

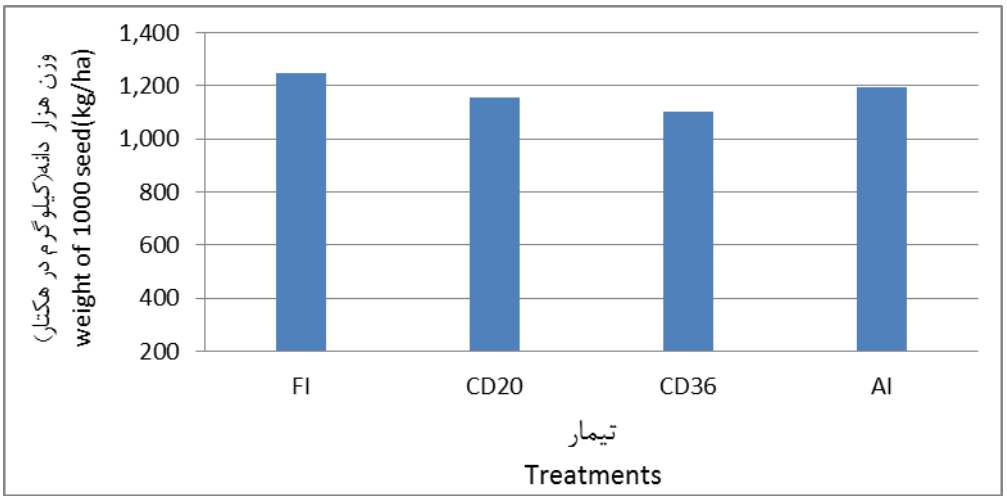
جدول۵- نتایج تجزیه واریانس دانه تولیدی و وزن هزار دانه

Table 5- results of variance analysis of seedproducedand 1000 seedsweight

منابع تغییرات Source of Variance	درجه آزادی dF	میانگین مربعات Sum of Squares	
		وزن هزار دانه weight of 1000 seed	دانه تولیدی Total grain
مدیریت آبیاری Irrigation management	3	11445.4^{ns}	672250.9^{ns}
خطا Error	16	17696.4	299835

ns,*,** به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

ns , * and **:Nonsignificant and significant at %5 and %1 level o f probability respectively



شکل۵- متوسط میزانوزن هزار دانه تیمارها در دوره رشد

حروف مشترک نشانگر عدم معناداری در سطح یک درصد مطابق آزمون LSD می‌باشد.

Averageweight of1000seedof treatmentsduring the growing season-Figure 5
Similar letters in each column shows non-significant difference according to LSD Test

درصد شاخص برداشت تحت مدیریت‌های آبیاری در شکل ۶ نشان داده شده‌است، درصد شاخص برداشت با کاهش حجم آب مصرفی کاهش یافته‌است، کاهش شاخص برداشت با میزان آب مصرفی نشان داد که انتقال مواد فتوسنتزی به دانه با مقدار آب مصرفی قابل دسترس مرتبط بوده و کاهش میزان آب مصرفی می‌تواند سهم دانه از ماده خشک را کاهش دهد. پاندی و همکاران (۱۹) نیز دلیل کاهش شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی را حساسیت بیشتر رشد زایشی نسبت به شرایط نامطلوب در مقایسه با رشد رویشی تشخیص دادند. کافی و همکاران (۱۲) نیز کاهش شاخص برداشت گیاه در شرایط خشکی را به کاهش فتوسنتز و همچنین کاهش پتانسیل فشاری در آوند آبکش نسبت می‌دهند.

شکل ۷ متوسط میزان آب مصرفی تیمارهای مختلف را برای دوره کشت نشان می‌دهد. همانگونه که در شکل مشاهده می‌شود، مدیریت آبیاری برای تیمارهایCD20, CD36, AI موجب کاهش آب مصرفی در طول دوره رشد به ترتیب به میزان ۲۳، ۴۶ و ۱۶ درصد نسبت به تیمار شاهد شد.

کارایی مصرف آب مبتنی بر عملکرد و زیست توده

در این پژوهش اثر مدیریت آبیاری بر کارایی مصرف آب مبتنی بر عملکرد و زیست توده به ترتیب در سطح ۵ درصد و یکدرصد معنی‌دار بود (جدول ۷).در شرایط کاهش آب مصرفی کارایی مصرف آب نیز افزایش خواهد یافت، این افزایش به ترتیب در تیمارهای AI ,CD20 CD36، برابر ۱۴/۴، ۴۵ و ۵/۶ درصد نسبت به تیمار شاهد بود. دراین مطالعه تیمارCD36 به میزان۰/۴۴ کیلوگرم بر مترمکعب باعث افزایش معنی‌دار راندمان مصرف آب مبتنی بر عملکرد شد (جدول ۷). به طوریکه باعث افزایش ۴۵ درصدی راندمان مصرف آب مبتنی برعملکرد نسبت به شرایط غرقاب به میزان ۰/۳ کیلوگرم بر مترمکعب گردید.

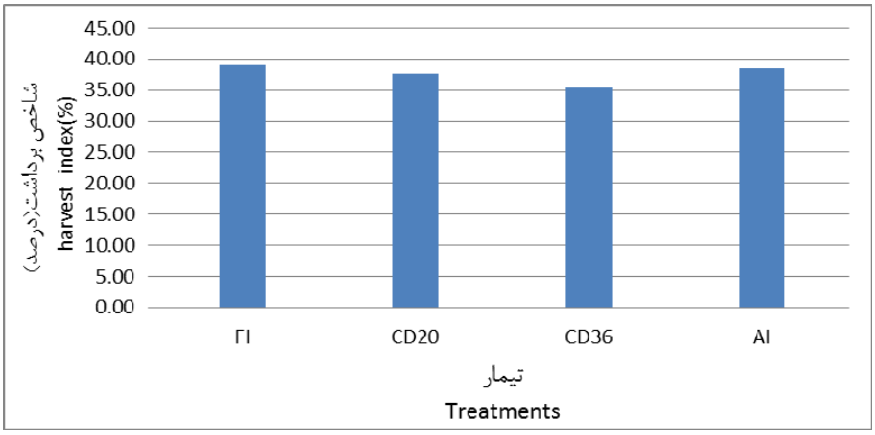
جدول٦- نتایج تجزیه واریانس شاخص برداشت

Table 6- results of variance analysisharvest index

منابع تغییرات **Source of Variance**	درجه آزادی **dF**	میانگین مربعات **Sum of Squares** شاخص برداشت **Harvest Index**
مدیریت آبیاری Irrigation management	3	13.1^{ns}
خطا Error	16	30.2

ns,*,** به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

ns , * and **:Nonsignificant and significant at %5 and %1 level o f probability respectively

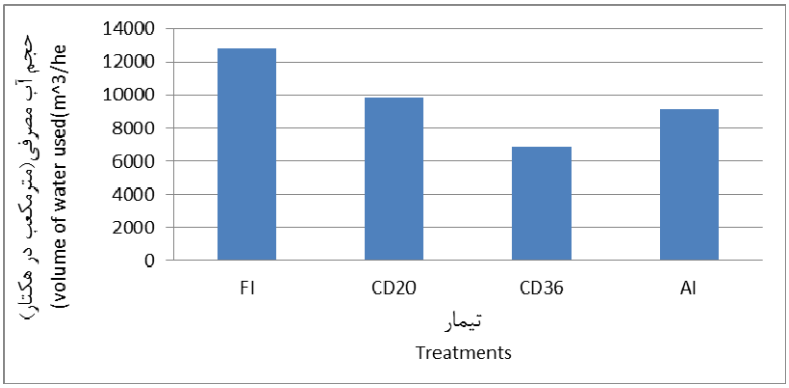


شکل ٦- شاخص برداشت

حروف مشترک نشانگر عدم معناداری در سطح یک درصد مطابق آزمون LSD می‌باشد.

Figure 6- harvest index

Similar letters in each column shows non-significant difference according to LSD Test



شکل ۷- متوسط میزان حجم آب مصرفی تیمارها در دوره رشد

Figure 7- Averagevolume ofwater used of treatmentsduring the growing season

بلدر و همکاران (۷) نشان دادندکه راندمان آب به‌طورمعنی‌داری در شرایط آبیاری متناوب بالاتر ازشرایط غرقاب بود. این پژوهش گران اظهار داشتند که آبیاری متناوب می‌تواند تا ۱۵درصد مصرف آب را کاهش دهد بدون این‌که باعث کاهش عملکرد دانه گردد. بنابراین استفاده ازآبیاری متناوب می‌تواند جایگزین مناسبی برای آبیاری غرقاب دائم گیاه برنج درشالیزار باشد. ژانگ و همکاران (۲۶)گزارش نمودند که خشکی، میزان تولید اسید آبسیزیک را افزایش می‌دهد. پژوهش‌ها نشان داده که با افزایش تولید این هورمون میزان بسته شدن روزنه‌ها افزایش می‌یابد.

افزایش راندمان گیاه در استفاده ازتابش خورشیدی بدین معنا است که گیاه در نهایت با مقدار آب کمتری می‌تواند تولید عملکرد و زیست توده بیشتری داشته باشد و در نتیجه می‌تواند منجر به افزایش کارایی مصرف آب گردد. در این بررسی تنها تیمار CD36 به میزان ۱/۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب و ۵۸ درصد نسبت به تیمار شاهدباعث افزایش معنی‌دار کارایی مصرف آب مبتنی بر زیست توده گردید.

افزایش غیر معنی‌دار کارایی مصرف آب مبتنی بر زیست توده در دو تیمار AI,CD20 به ترتیب برابر ۱۸ و ۶/۷ درصد نسبت به تیمار شاهد بود (شکل ۸).

در این پژوهش اگرچه محتوی نسبی آب برگ تحت تیمارهای مختلف آبیاری به جز مرحله آخر تفاوت معنی‌داری نداشت، اما موجب افزایش کارایی مصرف آب مبتنی بر عملکرد و زیست توده در تیمارهای با مصرف پایین آب شد.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش تأثیرموقعیت سطح ایستابی با چهار مدیریت آبیاری شامل کنترل سطح آبدر ۲ سانتی‌متری روی سطح خاک (FI)،کنترل سطح ایستابی در ۲۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک (CD20)،کنترل سطح ایستابی در ۳۶ سانتی‌متری زیر سطح خاک (CD36) و آبیاری زیرزمینی تناوبی (AI) بر بهره‌وری آب در کشت

برنج در دانشگاه شهرکرد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری بین محتوای آب نسبی برگ در مراحل مختلف رشد وجود نداشت بنابراین کاهش سطح ایستابی تأثیر معنی‌داری در محتوای آب نسبی برگ نداشته است. تأثیر موقعیت سطح ایستابی بر ماده خشک تولیدی نیز فقط در مرحله سوم و چهارم به ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار شد.

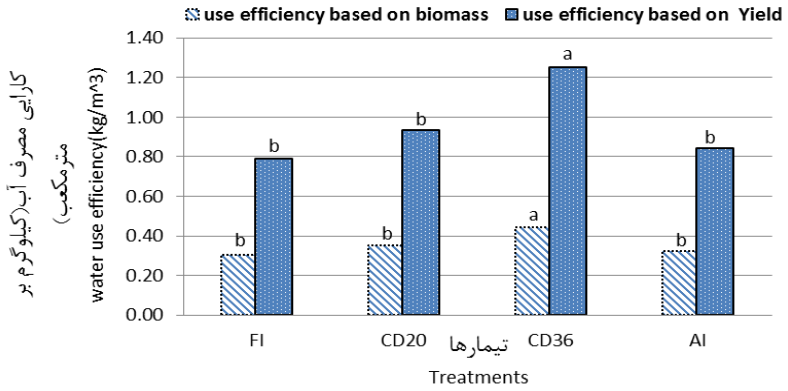
جدول۷ - نتایج تجزیه واریانس کارایی مصرف آب مبتنی بر عملکرد و زیست توده

Table 7-Results of variance analysis of water use efficiencyisbasedon yield andbiomass

منابع تغییرات Source of Variance	درجه آزادی dF	میانگین مربعات Sum of Squares	
		کارایی مصرف آب مبتنی بر زیست توده $WUE_{total\ mass}$	کارایی مصرف آب مبتنی بر عملکرد WUE_{seed}
مدیریت آبیاری Irrigation management	3	2144**	187*
خطا Error	16	150.8	40.44

ns,*,** به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

ns , * and **:Nonsignificant and significant at %5 and %1 level o f probability respectively



شکل ۸- تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر کارایی مصرف آب مبتنی بر عملکرد و زیست توده

حروف مشترک نشانگر عدم معناداری در سطح یک درصد مطابق آزمون LSD می‌باشد.

Figure 8:Impact of irrigation management on water use efficiency based on biomass and Yield

Similar letters in each column shows non-significant difference according to LSD Test

کاهش آب مصرفی در تیمارهای AI ,CD36,CD20 موجب افزایش معنی‌دار ۵ درصدی راندمان مصرف آب مبتنی بر عملکرد و افزایش معنی‌دار یک درصدی راندمان مصرف آب مبتنی بر زیست توده گردید. همچنین نتایج نشان داد، چون با کاهش آب، کاهش معنی‌داری درعملکرد دانه رخ نداده به‌طوری‌که نتایج نشان داد تیمار CD20(کنترل سطح ایستابی در ۲۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک) به ازای هر یک واحد کاهش آب مصرفی، ۰/۳۶ واحد کاهش در دانه تولیدی و کاهش ۱۶ درصدی در میزان ماده خشک تولیدی دارد که این مقادیر در بین تیمارها کمترین مقادیر می‌باشد. با این مدیریت آبیاری و کاهش مصرف آب به میزان ۲۳ درصد نسبت به تیمار شاهد می‌توان سطح زیر کشت را به میزان۳۰ درصد و میزان تولید دانه را نیز از ۳۴۲۴به میزان ۴۲۱۰کیلوگرم بر هکتار افزایش داد.

منابع

1- Alizadeh A. 2005. The relationship betweenwater, soil and plant.the fourth editionthe University of ImamReza.Mashhad.

2- Amiri A. Rezaii M. 2010. Investigate the changesof water productivityin paddy fields ofGuilan.The secondnational conference ofthe effects ofdroughtanditsmanagement practices. 15-16 May. 2010.Research Center for AgricultureandNatural Resourcesand the headquartersofunexpected eventsIsfahan.

3- Amiri E. 2006. Investigation of water balance and rice yield under irrigation management whit model, (modeling and field experiments). Ph.D Thesis. Tehran Islamic Azad University. Iran. (In Persian).
4- Amiri E. 2006 Studing water balance in different irrigation methods in paddy fields (field experiment and model).PhD dissertation in irrigation and drainage.Tehran Azad university. Iran.
5- Bienvenido O. 1993. Rice in human food and nutrition.International Rice Research Institute.166p.
6- Belder P. Bouman B.A.M. Cabangon R. Lu G. Quilang E.J.P. Li Y. Spiertz J.H.J. and Tuong T.P. 2004. Effect of water-saving irrigation on rice yield and water use in typicallowland conditions in Asia. Agricultural Water Management 65(3): 193–210.
7- Fathi G.A.N. Ariannia M.R. and Golizadeh E. 2009. Field crop physiology.Islamic Azad University, Shooshtar Branch. (In Persian).
8- GilaniA.Absalan.S.H. 2005. Final report ofthe research project, the effect ofsurface irrigationregimeson yield andgrowth characteristicsof three varieties ofriceinthe province of Khuzestan, Rice Research institute.
9- Jannati M. 2003. The impact of Plantingpatternon growth andyield and yield componentsof sunflowerhybridsSun33.AgricultureMaster's thesis. College of Agriculture.Isfahan University of Technology. Iran.
10- Kafi M.Zand A.Kamkar B.Sharifi H.Gholdani M. 2001. Plant Physiology(translation), The University ofMashhad, the second volume.
11- KoochakiA.Hoseini M. 1995. Energy efficiency inagriculturalecosystems. Universityof Mashhad.
12- Laffitte R. 2002. Relationship between leaf relative water content during reproductive stage deficit and grainformation in rice. Field Crops Research, 76: 165-174.
13- Manderscheid R. Pacholski A. Fruhauf C. and Weigel H. 2009. Effects of free aircarbon dioxide enrichment and nitrogen supply on growth and yield of winterbarleycultivated in a crop rotation. Field Crops Research, 110: 185–196.
14- Moaddabshabestary M. Mojtahedi M. 1991. Crop physiology. PublishingCenterof Tehran University.
15- Molden D. Murry-Rust H. Sakthivandival R. and Makin I. 2001. A water productivity framework for understanding and action. Workshop on Water Productivity. 12 -13 November.Wadduwe, Sri Lanka.
16- Nahvi M. 2006. Determination the best irrigatin interval based on growth indices.Master's Thesis. Azad university.
17- Pandey R.K. Marienville J. W and Adum A. 2000. Deficit irrigation and nitrogeneffect on maize in a Sahelian environment. I. Grain yield components. Agriculture WaterManagement, 46: 1- 13.
18- Rahimian H.Banayan M. 1998. Physiologicalprinciples ofplant breeding. Translation PublishingUniversity ofMashhad.
19- Rezaii M.Nahvi M. 2008. Investigate the effect ofirrigation intervalonclay soilsonwater use efficiencyandthe characteristicsoftwo varieties oflocalriceinGuilan province.AgriculturalScienceResearch, 9:16-24.
20- Rezaeii M. and Nahvi M. 2007. Effect of different irrigation management methods on water use efficiency and rice yield . Agricultural Science Research, 9:15-25.
21- Sharma B.D. Sharma U.C. andKaul. H.N. 1990. Physiological traits for highyield in potato. Indian Journal of Hill Farming, 3: 41-46.
22- Tuong T.P. and Bouman B.A.M. 2003**.** Rice production in water scarce environments. p.53-67. In J.W. Kijne, R. Barker and D. Molden (eds) Water productivity in agriculture.
23- Taghizadeh M. Esfahani M.Davatgar N.Madani H. 2009. Effect of irrigate on intervalandNitrogen Fertilizer onriceyield and yield componentscultivar TaromHashemiin Rasht. The findings ofmodernagriculture, 9:353-364.
24- Zhang J. Jia W. Yang J. and Ismail A.M. 2006. Role of ABA in integrating plantresponses to drought and salt stresses. Field Crops Research, 97: 111-119.
25- Zumber M. A. Chowdhury A.K. Islam M.Z. Ahmad T. and Hasa M.A. 2007. Effects of water stress on growth and yiela attribute Aman rice genotype. internationalJournal Sustain. Crop Production,26:25-30.
26- Zwart S.J. and Bastiaanssen W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Agricultural Water Manage, 69: 115-133.

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 2, May.-Jun. 2017, p. 411-421

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۶، ص. ۴۲۱-۴۱۱

The Effect of Controlled drainage and Irrigation Management on Growth Characteristics and Rice Yield in the arid and semi-arid

S.M. Mirabolghasemi[1]- M. Ghobadinia[2*]- A.R. Ghasemi[3]- M.R. Nouri-Emamzadeie[4]

Received: 03-05-2016
Accepted: 24-10-2016

Introduction: Rice is one of the cereals that are widely used food in the world as staple.Rice is the largest consumer of water among agricultural products.At the field level, rice receives up to 2–3 times more water per hectare than other irrigated crop for producing of one kilogram of rice.Accordingto water resources limitation in Iran, According to water resources limitation in Iran, careful planning is essential to optimal use of water resources in agriculture as the largest consumer. One of the methods to reduce water consumption in rice cultivationis changing the traditional irrigation methods (flooding) to periodic irrigation. Change of management from traditional water-logging irrigation to unsaturated improves the irrigation water use efficiency. Due to water scarcity problems, the aim of this study was to evaluate controlled drainage and the impact of irrigation management on growth characteristics and yield components of rice in the arid and semi-arid**.**

Materials and Methods: To Considering the effect of water table level on water productivity in rice cultivation, the study was done in Shahrekord university. The experiments conducted in pots with 40 cm diameter and 45 cm hight. The experiment was arranged following a completely randomized design with four treatments (water table level) and five repetitions. The water table managements including: control water table 2 cm on the top of the soil (FI),the control water table 20 cm below the soil surface (CD20), control water table 36 cm below the soil surface (CD36) and Intermittent irrigation(AI)**.** Tocontroll the water level, two tanks were used, one as stabilizer water table and another to measure the amount of water used. The Treatmentsares are completely water logging for a week, in second week treatments were applied**.** Sampled four times during the growing season was performed to determine the dry matter content of leaf, stem and leaf relative swelling and at the end of the growing season, the volume of water consumed, harvest index, the amount of grain produced and thousand grain weight was measured and recorded. The data obtained were analyzed using SAS software and LSD test was performed for comparison of means.

Results and Discussion: The results showed reduced yield treatments for CD20, CD36 and AI for each unit reduction in water consumption respectively as much 0.36, 0.46 and 0.38 units. Also results showed irrigation management caused significantly decrease in swelling relative only in the first and Second measuring stages respectively at the 5 percent level and in the fourth measuring stages at 1 percent level. Dry matter productive also was reduced under irrigation management in the Second and fourth measuring stages respectively in 1st and 3rd measuring stages at the 5 percent level. The impacts of irrigation management are no statistically significant on the rice harvest index and thousand grain weights but water consumption was reduced in CD20, CD36 and AI. Resulted to increment 5 percent water use efficiency based on performance and a significant increase 1 percent in the efficiency of water use was based on biomass. The highest and lowest harvses index belongs to FI (39.1) and CD36 (35.4) respectly. The highest and lowest thousand grain weights belong to FI (1247 kg/ha) and CD36 (1101 kg/ha) respectly.

Conclusions: High water Stress causes roots gone to sleep and their growth will slow after re-watering. Water scarcity is not only the hinder root growth but causes the root fuzzy and reduce its ability to absorb substances. The results showed that water reduction, a significant decrease in grain yield not occurred, Lack significant differences in grain yield mean that the water supply was adequate at all levels and in none of irrigation regimes, the plant was not affected by water stress and plant roots grown have enough at critical stages that needs greater water and has access to available water at greater depths. Results showed that T2 (control water table level at 20 cm below surface of soil) for each unit reduction in water consumption, 0.36 units reduces seed productionand 16% reduction in the amount of dry matter, That these lowest values are in the between treatments. With this irrigation management and reduce water consumption by 23% compared to control treatment area under cultivation can increased by as much as 30% and the grain production increase from 3424 to 4210 Kg per hectare.

Keywords: Controlled drainage, Intermittent irrigation, Reduce of water consumption, Relative swelling

1, 2, 3 and 4-Former MSc. Student, Assisstant Professors and Associate Professor, Water Engineering Department, Shahrekord University
(*- Corresponding Author Email: mahdi.ghobadi@gmail.com)