Archive of SID

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و پنجم، شماره یکم، ۱۳۹۷
http://jopp.gau.ac.ir

واکنش برخی از خصوصیات کیفی دو رقم بومی برنج به مدیریت تلفیقی آبیاری و زهکشی

عبداله درزی نفت‌چالی[۱]، محمد قاسمی نصر[۲]، *علی مختصی بیدگلی[۳] و فاطمه کاراندیش[۴]

[۱]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، [۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته آبیاری و زهکشی، دانشگاه زابل، [۳]استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، [۴]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۵/۸

چکیده

سابقه و هدف: خشک و مرطوب کردن متناوب خاک تأثیر زیادی در افزایش تولید و بهبود کارآیی مصرف آب برنج دارد. در این عملیات، لزومی به ایجاد غرقابی دایم در اراضی شالیزاری نیست و اجازه داده می‌شود مزرعه طی چند روز خشک شود به‌طوری‌که رژیم رطوبت خاک به‌طور متناوب بین اشباع و غیر اشباع در نوسان است. تاکنون تأثیر این نوع مدیریت آب بر خصوصیات کیفی برنج در شالیزارهای دارای زهکشی زیرزمینی بررسی نشد. در این پژوهش، اثر این نوع مدیریت آب در شالیزارهای دارای زهکشی سطحی و زیرزمینی بر برخی صفات دو رقم برنج طارم دیلمانی و هاشمی شامل پروتئین دانه، راندمان تبدیل، برنج قهوه‌ای، برنج سفید، پوسته سخت، سبوس نرم، رطوبت دانه، خرده برنج، طول دانه قبل از پخت و عرض دانه قبل از پخت ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها: ارزیابی‌ها برای تیمارهای اعمال شده به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری طی دو فصل کشت برنج طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ انجام شد. انواع سیستم‌های زهکشی زیرزمینی و یک سیستم زهکشی سطحی یا شاهد به‌عنوان عامل اصلی و ارقام برنج به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. مدیریت آب مزرعه به‌صورت آبیاری غرقاب در تلفیق با سه دوره زهکشی در زمان‌های مختلف از فصل کشت بود. در زمان برداشت، میزان پروتئین دانه راندمان تبدیل و سایر شاخص‌های کیفی دانه برنج تعیین شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

یافته‌ها: تفاوت‌های جزیی در طول مدت و زمان زهکشی در دو فصل کشت، سبب شد دو رقم واکنش متفاوتی به آبیاری و زهکشی متناوب نشان دهند. در فصل اول، تیمارهای زهکشی زیرزمینی تأثیر معنی‌داری بر سبوس نرم، راندمان تبدیل و پروتئین دانه برنج هر دو رقم داشتند ولی در فصل دوم، تنها اثر آن‌ها بر میزان سبوس نرم معنی‌دار بود. میزان پروتئین دانه هر دو رقم در تیمارهای زهکشی زیرزمینی کمتر از مقدار آن در تیمار شاهد بود. میزان پروتئین دانه رقم دیلمانی (۸/۱۸ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار آن در رقم هاشمی (۷/۷۳) بود. همچنین، مقدار برنج سفید و راندمان تبدیل هر دو رقم در تیمارهای زهکشی زیرزمینی به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقادیر آن‌ها در تیمار شاهد بود. بیشترین راندمان تبدیل برابر ٦۷/۳۲ درصد بود که در منطقه دارای زهکشی زیرزمینی مشاهده شد.

*مسئول مکاتبه: mokhtassi@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری: براساس نتایج، اعمال دوره‌های خشکی در زمان مناسب در طول فصل کشت برنج، می‌تواند منجر به بهبود کیفیت محصول در شالیزارهای مجهز به زهکشی زیرزمینی شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری غرقابی، تنش خشکی، پروتئین، راندمان تبدیل

مقدمه

برنج یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی خانواده غلات در دنیا است که غذای اصلی تقریبا نیمی از مردم جهان را تشکیل می‌دهد. این گیاه نیاز به آب فراوان و انرژی خورشید دارد و به‌طور وسیع در مناطقی از دنیا مانند: چین، هندوستان، ژاپن، برمه، اروگوئه و قسمت‌هایی از آفریقای جنوبی کشت می‌شود (۲۵). این محصول به‌عنوان یکی از محصولات اساسی بعد از گندم، نقش بسیار مهمی در تأمین غذای مردم کشور دارد. از سوی دیگر، با توجه روند افزایش جمعیت و به تبع آن تقاضای رو به رشد مصرف برنج، افزایش تولید برنج کشور امری اجتناب‌ناپذیر است.

علی‌رغم تلاش‌های بسیار زیاد در دنیا برای افزایش عملکرد دانه به‌عنوان مهم‌ترین و اولین هدف برنامه‌های به‌نژادی و به‌زراعی برنج، بهبود در خصوصیات کیفی دانه برنج به‌دلیل ارتقای شاخص‌ها و استانداردهای زندگی به‌عنوان یک اولویت امری ضروری می‌باشد. کیفیت دانه در برنج ویژگی پیچیده‌ای است که تحت تأثیر ژنوتیپ گیاه و محیطی که در آن کشت می‌شود قرار دارد و با توجه به چگونگی مصرف دانه برنج، بسیار متنوع می‌باشد. کیفیت برنج بسته به سلیقه مصرف‌کنندگان متفاوت است مثلا مصرف‌کنندگان آلمانی برنج‌هایی را که راحت پخته می‌شود می‌پسندند، درحالی‌که طول دانه و طعم و خواص کیفی آن برای مصرف‌کنندگان آسیایی مهم‌تر است (۱٤). کیفیت دانه برنج از لحاظ اصلاحی، صفت مهمی بوده و در اقتصاد بسیاری از کشورها نظیر پاکستان، ایران، هندوستان و تایلند نقش مهمی دارد. صفات مربوط به کیفیت دانه شامل کیفیت تبدیل، کیفیت پخت و خوراک و کیفیت غذایی (ارزش غذایی) می‌باشد. راندمان تبدیل از نسبت بین میزان برنج سالم (دانه برنج کامل یا دانه‌ای که سه چهارم از طول آن حفظ شده باشد) به کل مقدار شلتوک اولیه حاصل می‌شود و مقدار بیشتر آن نشانه کیفیت بهتر دانه برنج و کمتر بودن میزان دانه‌های پوک است (۱۱).

کیفیت پخت متأثر از مقدار آمیلوز، دمای ژلاتینی شدن و قوام ژل می‌باشد (۳۲). میزان آمیلوز در برنج شاخص اصلی کیفیت پخت و خوراک بوده و تعیین کننده میزان افزایش حجم و قدرت جذب آب نیز می‌باشد (۹). ارقام برنج با میزان آمیلوز کم بعد از پخت نرم و چسبنده هستند، در حالی‌که ارقام برنج با میـزان آمیلوز بالا بعد از پخت، خشک و سفت می‌شوند (۲۸). کیفیت پخت تحت تأثیر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دانه برنج، به‌ویژه اجزای نشاسته قرار می‌گیرد (۱۳). عموما ارقامی با میزان آمیلوز ۲۵-۲۰ درصد، کلاس ۵-۳ از نظر درجه حرارت ژلاتینی شدن و قوام ژل ٦۰-٤۰ درصد، دارای کیفیت پخت مطلوبی هستند (۱۵). با این وجود، بسیاری از ارقام محلی و اصلاح شده برنج که از نظر این سه ویژگی مشابه هستند، دارای کیفیت پخت یکسانی نمی‌باشند. از طـرف دیگـر، بسیاری از ارقام با میزان پروتئین مشابه نیز دارای کیفیت پخت متفاوتی هستند. به‌طور کلی، پروتئین دانه تأثیر مستقیمی بر کیفیت پخت و خوراک برنج دارد (۲) به این معنی که

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش میزان آن سبب افت کیفیت آن از نظر تغذیه خواهد شد (۳۵).

شکل دانه به‌عنوان یکی از عوامل موثر بر کیفیت پخت، از طریق نسبت طول به عرض دانه تعیین می‌شود. چنانچه این نسبت بیش از ۳ باشد، شکل دانه قلمی نامیده می‌شود. اگر نسبت طول بـه عرض دانه بین ۲ تا ۳ باشد، شکل دانه متوسط و در صورتی‌که ۲ یا کمتر از ۲ باشد، شکل دانـه گـرد نامیده می‌شود (۹). تنش ناشی از حرارت زیاد از طریق تعداد سلول‌های آندوسپرمی بزرگ‌تر و کم‌تر و نیز کمبود آسمیلات برای هر دانه، ضمن کاهش وزن، طول دانه را نیز کاهش خواهد داد (۱۲).

با توجه به مصرف فراوان آب در کشت غرقاب برنج در اکثر کشورهای جهان، مدیریت مناسب آب در اراضی شالیزاری از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. گزارش‌ها نشان می‌دهد که استفاده از روش آبیاری و خشک کردن متناوب می‌تواند منجر به بهبود بهره‌وری اراضی شالیزاری شود (۳، ۵، ۷، ۳٤). نتایج برخی تحقیقات حاکی از آن است که استفاده اصولی از روش آبیاری متناوب، بدون آنکه تأثیر منفی معنی‌داری بر کمیت و کیفت محصول برخی ارقام برنج داشته باشد، سبب کاهش مصرف آب خواهد شد (۳٦). همچنین، گزارش شد که خشک و مرطوب کردن متوسط سبب بهبود کیفیت محصول برنج خواهد شد در حالی‌که خشک شدن زیاد، کیفیت آن را کاهش خواهد داد (۳٤). در تحقیقی دیگر گزارش شد که تنش رطوبتی بر رشد برنج تأثیر داشته و سبب کاهش عملکرد و کیفیت آن خواهد شد (٤). از سوی دیگر، قابلیت خشک و مرطوب کردن متناوب در کاهش آرسنیک دانه برنج در برخی تحقیقات گذشته به اثبات رسید (۸، ۲۲). همان‌گونه که ذکر شد، خشک و مرطوب شدن متناوب شالیزارهای فاقد زهکش زیرزمینی، بر بسیاری از شاخص‌های مرتبط با کیفیت محصول برنج تأثیر قابل توجهی داشت. با این وجود، به‌دلیل توجه روزافزون دولت به تجهیز شالیزارهای شمال کشور به زهکشی زیرزمینی، مساله‌ای که در این زمینه باید مورد توجه قرار گیرد، اثر اعمال این نوع مدیریت آب بر خصوصیات کیفی دانه برنج در شالیزارهای دارای زهکشی زیرزمینی می‌باشد. در این اراضی، رفتار رطوبتی خاک در فرایند خشک شدن نسبت به وضعیت حاکم در شالیزارهای متداول متفاوت است. افت سریع‌تر سطح ایستابی سبب تسریع خشک شدن خاک طی دوره زهکشی می‌شود که نتیجه آن، بهبود تبادل اکسیژن و برخی مواد غذایی در محیط ریشه می‌باشد که این شرایط ممکن است بر کیفیت محصول تولیدی تاثیر داشته باشد (۷). این موضوع تاکنون در تحقیق‌های گذشته مورد بررسی قرار نگرفت. بر این اساس، هدف از این تحقیق مقایسه تأثیر مدیریت خشک و مرطوب کردن یا آبیاری و زهکشی متناوب بر کیفیت دو رقم برنج محلی در شالیزارهای با و بدون زهکش زیرزمینی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این پژوهش طی دو فصل کشت برنج از ۱۸ اردیبهشت تا ١٤ مرداد سال ۱۳۹۳ و ۱۲ خرداد تا ٦ شهریور سال ۱۳۹٤ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (عرض ۳٦/۳۹ درجه شمالی و طول ۵۳/۰٤ درجه شرقی با ارتفاع ۱۵- متر از سطح دریا) انجام شد. منطقه مورد مطالعه از نظر اقلیمی جزء مناطق معتدل و مرطوب ایران محسوب می‌شود. میزان رطوبت نسبی هوا در طول دو فصل کشت بین ٤۳ تا ۹۵ درصد در نوسان بود. همچنین، کمینه و بیشینه دمای هوا به‌ترتیب ۱۲/٤ و ٤۲/۵ درجه سانتی‌گراد بود. در جدول ۱، خلاصه‌ای از میانگین اطلاعات اقلیمی ماهانه منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

در طول دو فصل کشت برنج ارایه شد. بافت خاک غالب مزرعه مورد مطالعه تا عمق ۱۵۰ سانتی‌متری غالبا سیلتی رسی و از عمق ۱۵۰ تا ۳۰۰ سانتی‌متری رسی می‌باشد. میزان ازت کل، فسفر قابل جذب و پتاسیم قابل جذب لایه ۳۰-۰ سانتی‌متری طی دو فصل کشت به‌ترتیب از ۰/۰۸ تا ۰/۲۰ درصد، ۷ تا ۱۵ میلی‌گرم در لیتر و ۱۳۳ تا ۱۸۲ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود. همچنین، هدایت الکتریکی و اسیدیته این لایه به‌ترتیب در محدوده ۰/٦۷ تا ۱/۲۲ دسی زیمنس بر متر و ۸/۰۱ تا ۸/۱۹ قرار داشت.

اراضی مورد مطالعه متشکل از ۱۲ کرت شالیزاری تجهیز و نوسازی شده به طول ۱۰۰ متر و عرض ۳۰ متر بود. در سال ۱۳۹۰، ۱۱ خط زهکش زیرزمینی در اعماق ۰/٦۵ و ۰/۹۰ متر به فواصل ۱۵ و ۳۰ متر در کرت‌های مختلف نصب شد. از ترکیب اعماق و فواصل زهکش مذکور، سه سیستم زهکشی زیرزمینی معمولی شامل $D_{0.9}L_{30}$، $D_{0.65}L_{15}$ و $D_{0.65}L_{30}$ (اندیس‌های D و L به‌ترتیب معرف عمق و فاصله زهکش بر حسب متر می‌باشند) و یک سیستم زهکشی زیرزمینی دو عمقی (Bilevel) متشکل از چهار خط زهکش به فاصله ۱۵ متر با اعماق ۰/٦۵ متر و ۰/۹ متر به‌صورت یک در میان حاصل شد. مشخصات این سیستم‌های زهکشی به تفصیل در تحقیقات گذشته ارایه شد (۷). برای مقایسه تأثیر سیستم‌های زهکشی زیرزمینی با مدیریت متداول در منطقه، یک کرت شالیزاری فاقد زهکش زیرزمینی که صرفا تحت تأثیر زهکش سطحی با عمق ۱/۲ متر بود، به‌عنوان کرت شاهد در نظر گرفته شد.

جدول ۱- خلاصه‌ای از میانگین اطلاعات اقلیمی ماهانه منطقه در دوره مطالعه.

Table 1. Summary of average monthly climate data in the study area.

تبخیر Evaporation	بارندگی Rainfall	رطوبت نسبی (درصد) Relative humidity (%)		دما (°C) Temperature (°C)		ماه Month	سال Year
میلی‌متر mm	میلی‌متر mm	بیشینه Max	کمینه Min	بیشینه Max	کمینه Min		
151.7	22.1	92	48	34	12.4	اردیبهشت May	2014
165.2	64.3	94	50	35	15.6	خرداد June	
183.8	0	93	53	34.5	20.4	تیر July	
208.5	10.8	90	44	37.5	20	مرداد Aug	
191.2	3.5	90	43	42.5	15.4	خرداد June	2015
182.5	83.8	92	53	34.8	17.3	تیر July	
196.2	3.6	94	49	37	19.6	مرداد Aug	
133.7	112.6	95	54	33.5	14.2	شهریور Sep	

عملیات زراعی و مدیریتی: در هر دو فصل رشد، قبل از نشاکاری، کوددهی اولیه انجام شد. در ۱۸ اردیبهشت ۱۳۹۳، کودهای سولفات پتاسیم، سوپرفسفات تریپل و اوره به‌ترتیب به میزان ۱۰۰،

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار در سطح مزرعه پخش شد. همچنین، در ۱۲ خرداد ۱۳۹٤، ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره مصرف شد. دو روز پس از کوددهی پایه، دو رقم برنج طارم شامل ارقام دیلمانی و هاشمی که از ارقام غالب در منطقه مطالعه می‌باشند، در مزرعه کشت شد. پس از کشت برنج در تاریخ‌های دو و ۲۰ خرداد ۱۳۹۳، به‌ترتیب ۸۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌صورت سرک در سطح مزرعه پخش شد. کوددهی سرک تنها یک دفعه در سال ۱۳۹٤ به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در تاریخ ۲٦ خرداد انجام شد. زمان برداشت محصول در فصل اول کشت برای ارقام طارم دیلمانی و طارم هاشمی به‌ترتیب ٤ و ١٤ مرداد بود. در فصل دوم نیز به‌ترتیب در ۳۰ خرداد و ٦ شهریور، برداشت صورت گرفت.

مدیریت آب حاکم بر مزرعه به‌صورت آبیاری و زهکشی متناوب بود. در این نوع مدیریت آب، برای بهبود وضعیت تهویه در منطقه ریشه گیاه، با تخلیه آب اضافی از طریق زهکش‌ها، امکان خشک شدن سریع‌تر خاک را فراهم می‌کنند. برای انجام اولین مرحله زهکشی، ۲۵ روز پس از نشاکاری، آبیاری قطع و درپوش زهکش‌ها برداشته شد. این مرحله از زهکشی در سال ۱۳۹۳ به‌مدت ۱۰ روز و در سال ۱۳۹٤ به‌مدت ۵ روز انجام شد. در سال ۱۳۹۳، وقوع بارندگی شدید در روز اول زهکشی سبب طولانی‌تر شدن مدت اولین مرحله زهکشی نسبت به سال ۱۳۹٤ شد. بعد از ظهور ترک‌های کوچک سطحی، درپوش زهکش‌ها مسدود و مجددا عملیات آبیاری به‌مدت هفت روز (در هر دوسال) ادامه یافت. پس از آن، دومین مرحله زهکشی با باز نمودن درپوش زهکش‌ها به‌مدت ۵ روز ادامه یافت و به‌دنبال آن، مجددا آبیاری غرقابی صورت گرفت. سومین مرحله زهکشی نیز برای ایجاد شرایط مناسب تردد ماشین‌آلات برداشت، حدود دو هفته قبل از برداشت آغاز شد.

نمونه‌برداری و تجزیه و تحلیل آماری: پس از برداشت محصول، دانه‌های برنج برای بوجاری و آزمایش به آزمایشگاه کنترل کیفیت برنج پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری طبرستان منتقل گردید. به‌منظور تعیین خصوصیات تبدیل، از محصول هر کرت به مقدار ۱۰۰ گرم نمونه شلتوک انتخاب و در آون با دمای ٤۵ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۷۲ ساعت جهت رساندن رطوبت به میزان ۹ درصد خشکانده شد. سپس دانه‌ها با استفاده از غلطک لاستیکی پوست‌کنی و در ادامه با استفاده از دستگاه سفید کن مالشی، سفید شدند. در ادامه، برنج سالم (برنجی که سه‌چهارم از طول آن حفظ شده باشد) با استفاده از الک تریول طولی (Stake) از برنج خرد جدا شد. پس از محاسبه درصد برنج سالم و خرد، راندمان تبدیل به‌صورت نسبت میزان برنج سفید به‌کل شلتوک اولیه محاسبه شد. سبوس برنج محصول جانبی حاصل از آسیاب برنج و ماده‌های پودری و نرم است که از چندین جز شامل پوشش دانه، هسته، لایه آلورون، جوانه، قسمتی از لایه زیرین آلورون و آندوسپرم نشاسته‌ای تشکیل شده و غنی از پروتئین، روغن و کربوهیدرات است (١٤). کلیه خواص دانه برنج شامل درصد میزان شلتوک، رطوبت دانه، برنج قهوه‌ای، پوسته سخت، پوسته نرم، برنج سفید، خرده برنج، طول و عرض دانه و راندمان تبدیل بر اساس روش‌های مذکور در نشریه فنی ترویجی پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری طبرستان تعیین شدند (۲۳). همچنین، در زمان برداشت، با اندازه‌گیری میزان نیتروژن دانه به‌روش کلدال و ضرب آن در عدد ۵/۹۵، میزان پروتئین دانه تعیین شد (۱۸).

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه واریانس داده‌ها از طریق مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) و بعد از حصول اطمینان از نرمال بودن توزیع باقیمانده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SAS 9.1.3 (۳۰) صورت گرفت. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. نتایج آزمون بارتلت نشان داد در اکثر صفات، واریانس سال‌ها به‌طور معنی‌داری متفاوت بود لذا، نتایج هر سال به‌طور مجزا بررسی و تحلیل شد.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای زهکشی: براساس یافته‌ها، در اولین فصل کشت برنج (۱۳۹۳)، تیمارهای زهکشی اثر معنی‌داری بر درصد برنج سفید، سبوس نرم، راندمان تبدیل و پروتئین دانه داشتند (جدول ۲) بنابراین در فصل دوم (۱۳۹٤)، تنها اثر آن‌ها بر سبوس نرم معنی‌دار (جدول ٤) بود.

در فصل رشد اول، کمترین و بیشترین مقدار برنج سفید به‌ترتیب مربوط به تیمارهای شاهد (٦۳/۰۹ درصد) و $D_{0.9}L_{30}$ (٦۷/۵۵ درصد) بود (جدول ۳). به‌طور کلی، میزان برنج سفید در تیمارهای زهکشی زیرزمینی به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از مقدار آن در تیمار شاهد بود. علاوه‌بر این، به‌جز در تیمار Bilevel، سایر تیمارهای زهکشی زیرزمینی اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد در میزان برنج سفید داشتند. به‌نظر می‌رسد طولانی‌تر بودن طول اولین دوره زهکشی در فصل اول در مقایسه با فصل دوم و تفاوت در زمان‌های زهکشی در این دو فصل، عامل مؤثری در تأثیر معنی‌دار تیمارهای زهکشی بر وزن برنج سفید در فصل اول بودند. افت بیشتر سطح ایستابی (۷) و در نتیجه، خشک شدن سریع‌تر خاک در دوره‌های کوتاه‌مدت زهکشی در تیمارهای زهکشی زیرزمینی، تنها تفاوت ملموس در اراضی تحت پوشش سیستم‌های زهکشی زیرزمینی و سطحی بود که به احتمال زیاد منجر به اختلاف در وضعیت رطوبتی خاک در دوره‌های خشکی شد. برقراری این شرایط در حساس‌ترین مراحل رشد که به‌ترتیب دوره‌های گلدهی، تورم غلاف و پر شدن دانه (۲٤) هستند، می‌تواند بر میزان شلتوک و برنج سفید تولیدی مؤثر باشد.

در اولین فصل رشد، مقدار وزن سبوس نرم از ۱۲/۵۰ درصد در تیمار $D_{0.9}L_{30}$ تا ۱٦/۵۵ درصد در تیمار شاهد متغیر بود (جدول ۳). همچنین، میزان سبوس نرم در کلیه تیمارهای زهکشی زیرزمینی به‌طور معنی‌داری کمتر از مقدار متناظر در تیمار شاهد بود. به‌طور کلی، در این فصل، وزن سبوس نرم در تیمارهای $D_{0.9}L_{30}$، Bilevel، $D_{0.65}L_{30}$ و $D_{0.65}L_{15}$ به‌ترتیب ٤/۰٤، ۲/۱۱، ۲/۹۱ و ۲/۱۷ درصد کمتر از میزان آن در تیمار شاهد بود. کمترین و بیشترین درصد سبوس نرم در فصل دوم برابر ۱۰/۸۷ و ۱۳/۱۳ بود که به‌ترتیب مربوط به تیمارهای Bilevel و شاهد بود (جدول ۵). به جز تیمار $D_{0.9}L_{30}$، مقدار این شاخص در سایر تیمارهای زهکشی زیرزمینی اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد داشت و تیمارهای زهکشی زیرزمینی همانند فصل اول کشت، سبب کاهش این شاخص شدند. از آنجا که وزن برنج سفید در تیمارهای زهکشی زیرزمینی بیشتر از مقدار آن در تیمار شاهد بود می‌توان نتیجه گرفت کربوهیدرات‌های بیشتری به دانه سفید برنج اختصاص یافته و از وزن سبوس آن کاسته شد.

در اولین فصل کشت، کمترین و بیشترین مقدار راندمان تبدیل برابر ٦۲/۹٦ و ٦۷/۳۲ درصد بود (جدول ۳) که به‌ترتیب مربوط به تیمارهای شاهد و $D_{0.9}L_{30}$ می‌باشند. اختلاف راندمان تبدیل در کلیه تیمارهای زهکشی به‌جز تیمار Bilevel نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار بود. تیمارهای زهکشی در سال

www.SID.ir

Archive of SID

دوم اثر معنی‌داری بر راندمان تبدیل نداشتند به‌طوری‌که کمترین و بیشترین مقدار این شاخص برابر ٦٥ و ٦٧/٦ درصد بود که به‌ترتیب مربوط به تیمارهای زهکشی $D_{0.65}L_{15}$ و $D_{0.65}L_{30}$ می‌باشد. عوامل محیطی تأثیر زیادی بر راندمان تبدیل دارند (٢٠). مقایسه مقادیر راندمان تبدیل در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که اعمال مقداری تنش خشکی سبب بهبود راندمان تبدیل خواهد شد. افزایش راندمان تبدیل در اثر تنش خشکی در تحقیقی گزارش شد (١١). به‌طور کلی، راندمان تبدیل بیشتر از ٥٠ درصد قابل قبول می‌باشد (١). مقادیر راندمان تبدیل مشاهده شده در این تحقیق، بیشتر از ٦٢ درصد می‌باشند که می‌تواند عامل مؤثری در راستای بهبود بازارپسندی و درآمد کشاورزان باشد.

در سال ١٣٩٣، درصد پروتئین دانه در تیمارهای زهکشی زیرزمینی به‌طور معنی‌داری کمتر از مقدار آن در تیمار شاهد بود. در این فصل، مقدار پروتئین دانه از ٧/٤٦ درصد در تیمار $D_{0.65}L_{30}$ تا ٨/٨٨ درصد در تیمار شاهد متغیر بود. به‌طور کلی، میزان پروتیئن دانه که در این تحقیق مشاهده شد (٧/٤٦–٨/٨٨ درصد)، قابل مقایسه با محدوده گزارش شده (٥ تا ١٤ درصد) برای ارقام مختلف برنج بود (٦). تنش آبی ملایم یا خشک شدن تدریجی خاک در تیمار شاهد در دوره‌های زهکشی، سبب شد که میزان پروتئین دانه در این تیمار بیشتر از مقادیر آن در تیمارهای زهکشی زیرزمینی باشد.

اثر رقم: در فصل اول، رطوبت دانه، برنج قهوه‌ای، پوسته سخت، برنج سالم، خرده برنج و پروتئین دانه تحت تأثیر رقم برنج قرار گرفتند (جدول ٢). در فصل دوم، هیچ کدام از صفات مورد بررسی تحت تأثیر رقم قرار نگرفتند (جدول ٤). درصد رطوبت دانه در رقم هاشمی (١٢/٨٧ درصد)، بیشتر از مقدار آن در رقم دیلمانی (١١/٣٢ درصد) گردید (جدول ٦). کمترین و بیشترین مقدار این صفت در سال دوم برابر ١٢/٥٧ و ١٢/٦٨ درصد بود که به ترتیب مربوط به تیمارهای Bilevel و $D_{0.9}L_{30}$ می‌باشد. مقایسه‌ها نشان می‌دهد که اعمال تنش خشکی از طریق سیستم‌های مختلف زهکشی، تاثیر قابل توجهی بر رطوبت دانه برنج نداشت. میزان مطلوب خشک شدن دانه به رقم، رطوبت اولیه، دمای دانه و دما و رطوبت نسبی محیط بستگی دارد (٢٩) که این موارد، غالبا در دوره انتهایی رشد (تشکیل و پر شدن دانه) به‌دلیل طولانی بودن طول دوره زهکشی مرحله سوم یا قبل از برداشت (حدود دو هفته)، در تیمارهای مختلف مشابه بود. به عبارت دیگر، تفاوت‌های موجود در وضعیت رطوبتی خاک عمدتا مربوط به دوره‌های کوتاه‌مدت زهکشی اول و دوم بود که گیاه در فرایند رشد رویشی قرار داشت. با توجه به قطع آب در مرحله پایانی رسیدن دانه، دما و رطوبت هوای محیط بر سرعت خشک شدن دانه تأثیر داشتند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای زهکشی بر برخی خواص دانه برنج در سال ۱۳۹۳.

Table 2. Analysis of variance (mean square) of drainage treatment effects on some properties of rice grain in 2014.

پروتئین دانه Grain protein	عرض دانه قبل از پخت Seed width before backing	طول دانه قبل پخت Seed long before backing	راندمان تبدیل Milling recovery	خرده برنج Broken rice	برنج سالم Whole rice	سبوس نرم Fine bran	پوسته سخت Hard rice	برنج سفید White rice	برنج قهوه‌ای Brown rice	رطوبت دانه Grain moisture	درجه آزادی Degree of freedom	منابع تغییرات Sources of variation
0.35	0.011	0.035	4.38	29.09	29.09	3.32	0.25	4.35	0.28	0.49	2	تکرار Repetition (R)
1.76**	0.008	0.009	16.95*	23.86	23.86	13.11**	0.64	17.76*	0.68	0.44	4	تیمار زهکشی Drainage Treatment (T)
0.18	0.005	0.01	3.72	22.55	22.55	1.81	1.29	3.77	1.26	0.43	8	تیمار×تکرار (خطای الف) T×R (error a)
1.51*	0.009	0.000003	6.68	87.42*	87.42*	0.01	0.37**	6.40	5.90*	17.94**	1	رقم Cultivar (C)
0.39	0.01	0.02	5.05	13.42	13.42	4.24	0.74	5.03	0.78	0.33	4	رقم×تیمار C×T
0.25	0.008	0.034	5.14	11.43	11.43	3.32	0.38	5.18	0.40	0.30	10	خطای (ب) Error (b)
6.24	4.40	2.23	3.46	24.51	3.92	11.38	3.05	3.46	0.79	4.54	-	ضریب تغییرات Coefficient of variation

* و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

* and ** indicate significant at the 0.05 and 0.01 probability level.

جدول ۳- اثر تیمارهای زهکشی بر میانگین وزن برنج سفید، وزن سبوس نرم و راندمان تبدیل ارقام برنج هاشمی و دیلمانی در سال ۱۳۹۳.

Table 3. Effect of drainage treatments on the average of white rice weight, bran soft weight and milling recovery of Hashemi and Daylamani rice cultivars in 2014.

راندمان تبدیل (درصد) Milling recovery (%)	سبوس نرم (درصد) Fine bran (%)	برنج سفید (درصد) White rice (%)	درصد پروتئین دانه Grain protein (%)	تیمارهای زهکشی Drainage treatments
67.32a	12.50c	67.55a	7.77b	$D_{0.9}L_{30}$
65.17ab	14.44b	65.38ab	7.92b	Bilevel
66.71a	13.64bc	66.89a	7.46b	$D_{0.65}L_{30}$
65.55a	14.39b	65.67a	7.74b	$D_{0.65}L_{15}$
62.96b	16.55a	63.09b	8.88a	Control

میانگین‌های دارای حروف مختلف در هر ستون در سطح آماری ۵ درصد احتمال بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means within a column followed by the same letter are not significantly different according to the LSD at the 0.05 probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای زهکشی بر برخی خصوصیات دانه برنج ١٣٩٤.

Table 4. Analysis of variance (mean square) of the effects of drainage treatments on some properties of rice grain in 2015.

پروتئین دانه Grain protein	عرض دانه قبل از پخت Seed width before backing	طول دانه قبل پخت Seed length before backing	راندمان تبدیل Milling recovery	خرده برنج Broken rice	برنج سالم Whole rice	سبوس نرم Fine bran	پوسته سخت Hard rice	برنج سفید White rice	برنج قهوه‌ای Brown rice	رطوبت دانه Grain moisture	درجه آزادی Degree of freedom	منابع تغییرات Sources of variation
0.036	0.02	0.02	10.09	9.72	9.72	1.14	12.45	11.29	11.87	0.08	2	تکرار Repetition (R)
0.40	0.005	0.04	7.12	11.29	11.29	7.16*	11.41	6.84	11.61	0.01	4	تیمار Treatment (T)
0.93	0.009	0.03	31.25	8.46	8.46	1.29	33.9	32.83	34.38	0.01	8	تیمار×تکرار (خطای الف) T×R (error a)
0.03	0.0001	0.03	33.01	13.41	13.41	16.34	104.12	31.93	93.95	0.003	1	رقم Cultivar (C)
0.012	0.003	0.005	14.33	3.15	3.15	2.64	14.96	14.48	15.41	0.04	4	رقم×تیمار C×T
3.45	0.006	0.01	275.97	4.94	4.94	4.53	38.58	287.53	37.81	0.09	10	خطای (ب) Error (b)
6.36	3.97	1.47	7.92	32.9	2.39	18.02	28.2	8.05	7.84	2.35	-	ضریب تغییرات Coefficient of variation

* و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ١ درصد می‌باشد.

* and ** indicate significant at the 0.05 and 0.01 probability level.

جدول ٥- اثر تیمارهای زهکشی بر میانگین وزن سبوس نرم دو رقم برنج هاشمی و دیلمانی در سال ١٣٩٤.

Table 5. Effect of the drainage treatments on the average weight of bran rice of Hashemi and Daylamani cultivars in 2015.

سبوس نرم (درصد) Fine bran (%)	تیمارهای زهکشی Drainage treatments
12.87^{a}	$D_{0.9}L_{30}$
10.87^{b}	Bilevel
11.18^{b}	$D_{0.65}L_{30}$
11.02^{b}	$D_{0.65}L_{15}$
13.13^{a}	Control

میانگین‌های دارای حروف مختلف در هر ستون در سطح آماری ٥ درصد احتمال بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) دارای تفاوت معنی‌دار با یکدیگر می‌باشند.

Means within a column followed by the same letter are not significantly different according to the LSD at the 0.05 probability level.

میزان وزن برنج قهوه‌ای دو رقم برنج هاشمی و دیلمانی به‌ترتیب برابر ٧٩/٥٨ و ٨٠/٤٦ گرم بود (جدول ٦). این اختلاف می‌تواند به‌دلیل تفاوت ذاتی در ژنوتیپ‌های این دو رقم در تولید برنج قهوه‌ای باشد. علاوه‌بر این، وقوع تنش رطوبتی در دوره قبل از برداشت، بر بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز و تعرق و در نتیجه بر سرعت پر شدن دانه تأثیر دارد (٢٤، ٢٩). با توجه به جدول ٦، میزان پوسته سخت رقم هاشمی (٢٠/٧١ گرم) کمتر از مقدار آن برای رقم دیلمانی (١٩/٧٩ گرم) بود. پوسته برنج

www.SID.ir

Archive of SID

به‌طور متوسط ۲۱ درصد از وزن شلتوک را تشکیل می‌دهد و مقدار آن‌می‌تواند متأثر از خصوصیات ارقام و شرایط محیطی تغییر نماید (۱۲). در سال ۱۳۹۳، رقم دیلمانی که پروتئین بیشتری نسبت به رقم هاشمی داشت، دارای مقدار برنج سالم بیشتری بود (جدول ٦). در سال ۱۳۹٤، اختلاف معنی‌داری بین این دو رقم از لحاظ برنج سالم مشاهده نشد. گزارش شد ارقام دارای محتوای پروتئین دانه بیشتر، آسیب‌پذیری کمتری نسبت به شکستگی دارند (۲۱). به‌عبارت دیگر، افزایش محتوای پروتئین دانه ارقام برنج باعث بهبود کیفیت محصول طی عملیات تبدیل می‌شود (۱۷).

مقایسه میانگین میزان پروتئین دانه دو رقم در سال ۱۳۹۳ نشان داد که آبیاری و زهکشی متناوب تأثیر بیشتری بر کاهش پروتئین دانه رقم دیلمانی داشت (جدول ٦). اختلاف در میزان پروتئین دانه در بین دو رقم می‌تواند به‌دلیل تفاوت‌های ذاتی ارقام مختلف از نظر تجمع میزان نیتروژن در دانه و مکانیسم‌های مربوطه باشد. نتیجه یک تحقیق نشان داد که همبستگی مثبت و بالایی در ژنوتیپ‌های برنج از حیث قابلیت جذب نیتروژن و سهم نیتروژن در ساختن مقاصد فیزیولوژیکی قوی وجود دارد (۲۷). از سوی دیگر، انتقال مجدد نیتروژن اندام‌های هوایی سهم مهمی در تأمین نیتروژن دانه در حال نمو در ژنوتیپ‌های برنج دارد (۲٦). احتمال می‌رود تطابق زمان مرحله دوم زهکشی با دوره رشد زایشی در فصل اول، باعث کاهش ذخیره نیتروژن اندام‌های هوایی و کاهش سرعت انتقال نیتروژن از اندام‌های هوایی به دانه در تیمارهای زهکشی زیرزمینی شد. از طرفی هرچه دوره رشد رویشی کوتاه و دوره رشد زایشی (پر شدن دانه) طولانی‌تر شود میزان انتقال مجدد افزایش می‌یابد (۱۹) که این می‌تواند یکی دیگر از دلایل کمتر بودن میزان پروتئین دانه در رقم زودرس‌تر دیلمانی در مقایسه با رقم هاشمی باشد که دوره رشد طولانی‌تری داشت.

جدول ٦- میانگین درصد رطوبت دانه، وزن برنج قهوه‌ای، وزن پوسته سخت، درصد برنج سالم و درصد خرده برنج دو رقم هاشمی و دیلمانی در سال ۱۳۹۳.

Table 6. Influence of rice cultivars on the average of moisture content, brown rice weight, hard shell weight, the percentage of whole rice and the percentage of broken rice in Hashemi and Daylamani rice cultivars in 2014.

رقم	رطوبت دانه (درصد) Grain moisture (%)	برنج قهوه‌ای (درصد) Brown rice (%)	پوسته سخت (درصد) Hard shell (%)	برنج سالم (درصد) Whole rice (%)	خرده برنج (درصد) Broken rice (%)	پروتئین دانه (درصد) Grain protein (%)
هاشمی Hashemi	12.87[a]	79.58[b]	20.71[a]	84.50[b]	15.50[a]	7.73[b]
دیلمانی Daylamani	11.32[b]	80.46[a]	19.79[b]	87.91[a]	12.09[b]	8.18[a]

میانگین‌های دارای حروف مختلف در هر ستون در سطح آماری ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) دارای تفاوت معنی‌دار با یکدیگر می‌باشند.

Means within a column followed by the same letter are not significantly different according to the LSD at the 0.05 probability level.

همبستگی صفات مورد مطالعه: ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات اندازه‌گیری شده برنج طی دو فصل کشت، در جدول ۷ ارایه شد. همبستگی صفات مختلف با یکدیگر در طی دو فصل کشت مشابه نبود. در فصل اول، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین رطوبت دانه با میزان پوسته سخت و خرده برنج و

www.SID.ir

Archive of SID

همبستگی منفی و معنی‌داری بین رطوبت دانه با میزان برنج قهوه‌ای و برنج سالم مشاهده شد در حالی‌که در فصل دوم، رطوبت دانه با پروتئین دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. در هر دو فصل کشت، برنج قهوه‌ای همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با برنج سفید و راندمان تبدیل داشت. همچنین، همبستگی منفی معنی‌دار بسیار قوی (r=-0.99) بین برنج قهوه‌ای و پوسته سخت در هر دو فصل کشت مشاهده شد. علاوه‌بر این، برنج قهوه‌ای همبستگی مثبت معنی‌داری با سبوس نرم و برنج سالم و منفی معنی‌داری با خرده برنج داشت. همبستگی بین برنج سفید و راندمان تبدیل در هر دو فصل کشت، مثبت و بسیار معنی‌دار بود (r=0.99). برنج سفید همبستگی منفی و معنی‌داری با پوسته سخت، سبوس نرم و پروتئین دانه داشت. همبستگی بین پوسته سخت با سبوس نرم، برنج سالم و راندمان تبدیل، منفی و معنی‌دار بود اما همبستگی مثبت و معنی‌داری بین پوسته سخت و خرده برنج مشاهده شد. سبوس نرم با برنج سالم و راندمان تبدیل همبستگی منفی معنی‌دار و با پروتئین دانه، همبستگی مثبت معنی‌دار داشت. در هر دو فصل کشت، همبستگی منفی کاملی بین برنج سالم و خرده برنج وجود داشت. راندمان تبدیل تنها در فصل اول همبستگی منفی معنی‌داری با پروتئین دانه داشت. در فصل اول، طول دانه قبل از پخت همبستگی مثبت و معنی‌داری با عرض دانه قبل از پخت داشت و عرض دانه قبل از پخت تنها در فصل دوم، همبستگی منفی و معنی‌داری با پروتئین دانه داشت.

جدول ۷- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات اندازه‌گیری شده در برنج در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ (n=30).

Table 7. Pearson correlation coefficients of measured traits in rice in 2014 and 2015 (n=30).

Y11	Y10	Y9	Y8	Y7	Y6	Y5	Y4	Y3	Y2	سال	صفات
-0.27	-0.05	-0.14	-0.20	0.45*	-0.45*	0.00	0.53**	-0.20	-0.53**	2014	Y1
0.49**	-0.20	-0.19	-0.06	-0.28	0.28	-0.16	0.12	-0.06	-0.11	2015	
-0.10	0.12	0.04	0.64**	-0.36*	0.36*	-0.33	-0.99**	0.64**		2014	Y2
-0.04	-0.05	-0.16	0.93**	0.04	-0.04	0.48**	-0.99**	0.93**		2015	
-0.41*	0.23	0.17	0.99**	-0.17	0.17	-0.94**	-0.62**			2014	Y3
-0.02	-0.02	-0.05	0.99**	-0.13	0.13	0.14	-0.93**			2015	
0.07	-0.15	-0.03	-0.62**	0.38*	-0.38*	0.30				2014	Y4
0.05	0.05	0.16	-0.93**	-0.04	0.04	-0.49**				2015	
0.46**	-0.23	-0.20	-0.93**	0.05	-0.05					2014	Y5
-0.06	-0.09	-0.31	0.13	0.44*	-0.44*					2015	
0.31	0.10	0.19	0.18	-1.00**						2014	Y6
0.19	0.03	0.17	0.15	-1.00**						2015	
-0.31	-0.10	-0.19	-0.18							2014	Y7
-0.19	-0.03	-0.17	-0.15							2015	
-0.41*	0.24	0.17								2014	Y8
-0.03	-0.02	-0.05								2015	
0.13	0.24									2014	Y9
-0.00	0.38*									2015	
-0.33										2014	Y10
-0.42*										2015	

** و * به‌ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن در سطح ۱ و ۵ درصد می‌باشد. Y1: رطوبت دانه، Y2: برنج قهوه‌ای، Y3: برنج سفید، Y4: پوسته سخت، Y5: سبوس نرم، Y6: برنج سالم، Y7: خرده برنج، Y8: راندمان تبدیل، Y9: طول دانه قبل از پخت، Y10: عرض دانه قبل از پخت و Y11: درصد پروتئین دانه.

* and ** Significant at the 0.01 and 0.05 probability levels, respectively. Y1: Grain moisture, Y2: Brown rice, Y3: White rice, Y4: Hard rice, Y5: Fine bran, Y6: Whole rice, Y7: Broken rice, Y8: Milling recovery, Y9: Seed long before backing, Y10: Seed width before backing, Y11: Grain protein.

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه: میانگین دوساله عملکرد دانه دو رقم برنج هاشمی و دیلمانی در جدول ۸ ارایه شد. برای هر دو رقم برنج، عملکرد برنج در تیمارهای زهکشی زیرزمینی بیشتر از مقدار در تیمار شاهد بود. با این وجود، اختلاف قابل توجه و گاها معنی‌دار بین عملکرد دانه رقم هاشمی در سیستم‌های زهکشی زیرزمینی با تیمار شاهد مبین تأثیر مثبت بیشتر مدیریت آبیاری و زهکشی متناوب بر این رقم در مقایسه با رقم دیلمانی می‌باشد. برای هر دو رقم، کمترین و بیشترین عملکرد دانه برنج به‌ترتیب در تیمارهای $D_{0.9}L_{30}$ و شاهد مشاهده شد. سیستم‌های زهکشی زیرزمینی سبب شدند عملکرد دانه رقم‌های هاشمی و دیلمانی به‌ترتیب به میزان ۵۸۸/۳ تا ۱۳۷۶/۷ و ۶/۳ تا ۳۵۸ کیلوگرم در هکتار بیشتر از تیمار شاهد گردد. زهکشی زیرزمینی با بهبود سرعت خشک شدن خاک در دوره‌های خشکی، سبب تامین اکسیژن بیشتر در ناحیه ریشه گیاه می‌شود که نتیجه آن بهبود شرایط رشد و توسعه ریشه گیاه و در نهایت جذب مواد غذایی و اغزایش عملکرد می‌باشد (۷). تفاوت عکس‌العمل دو رقم برنج به آبیاری و زهکشی متناوب، عمدتا به خصوصیات ذاتی این ارقام و واکنش آن‌ها به تنش خشکی مرتبط می‌باشد. گزارش شده است که، شدت و طول مدت خشکی تأثیر قابل توجهی بر عملکرد برنج دارد که این تأثیر برای ارقام مختلف، متفاوت خواهد بود (۱۰).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق که طی دو فصل کشت برنج انجام شد، تأثیر اعمال آبیاری غرقابی در تناوب با دوره‌های مختلف زهکشی بر خصوصیات کیفی دو رقم برنج هاشمی و دیلمانی در شالیزارهای متداول و دارای زهکش زیرزمینی مورد ارزیابی قرار گرفت. خصوصیات کیفی ارقام مورد مطالعه واکنش متفاوتی به اعمال این نوع مدیریت آب از طریق زهکشی زیرزمینی طی دو فصل کشت نشان دادند که دلیل آن، تفاوت در زمان‌های زهکشی و طول مدت آن بود. علاوه‌بر این، تفاوت در تاریخ‌های کشت و خصوصیات ارقام هاشمی و دیلمانی، بر واکنش آن‌ها به طول مدت و زمان زهکشی مؤثر بود. اعمال این نوع مدیریت آب در کرت‌های دارای زهکشی زیرزمینی سبب کاهش پروتئین دانه در سال اول و افزایش راندمان تبدیل (تا حدود ٦٧/٦ درصد) نسبت به تیمار شاهد شد. از بین دو رقم مورد مطالعه، میزان درصد پروتئین دانه رقم هاشمی کمتر از مقدار متناظر آن در رقم دیلمانی بود. در اولین فصل رشد میزان برنج سفید در تیمارهای زهکشی زیرزمینی به مقدار قابل‌توجهی بیشتر از مقادیر متناظر در تیمار کنترل بود لکن در فصل دوم، میزان برنج سفید ارقام تحت تأثیر تیمارهای زهکشی قرار نگرفتند. علاوه‌بر این، در فصل اول میزان سبوس نرم در تیمارهای زهکشی کمتر از مقدار آن در تیمار کنترل بود ولی در سال دوم، تیمارهای زهکشی بر میزان سبوس نرم مؤثر نبودند. به‌طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که برای دستیابی به کیفیت مناسب برنج در مدیریت آبیاری و زهکشی متناوب، باید زمان و طول مدت زهکشی براساس شدت سیستم زهکشی و حساسیت ارقام تحت کشت انتخاب شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) دو رقم برنج هاشمی و دیلمانی تحت تأثیر سیستم‌های زهکشی.

Table 8. Grain yield (kg ha^{-1}) of Hashemi and Daylamani rice cultivars as affected by drainage systems.

دیلمانی	هاشمی	تیمارهای زهکشی
Daylamani	Hashemi	Drainage treatments
5150[a]	5782[a]	$D_{0.9}L_{30}$
5145[a]	5693[a]	Bilevel
4798[a]	5100[ab]	$D_{0.65}L_{30}$
4945[a]	4993[ab]	$D_{0.65}L_{15}$
4792[a]	4405[b]	Control

میانگین‌های دارای حروف مختلف در هر ستون در سطح آماری ۵ درصد احتمال بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) دارای تفاوت معنی‌دار با یکدیگر می‌باشند.

Means within a column followed by the same letter are not significantly different according to the LSD at the 0.05 probability level.

منابع

1. Adu-Kwarteng, E., Ellis, W.O., Oduro, I. and Manful, J.T. 2003. Rice grain quality: a comparison of local varieties with new varieties under study in Ghana. Food Control. 14: 507–514.
2. Bahmaniar, M.A. and Ranjbar, G.A. 2007. Response of rice (*Oryza sativa* L.) cooking quality properties to nitrogen and potassium application. Pak. J. Biol. Sci. 10: 1880-1884.
3. Bouman, B.A.M., Lampayan, R.M. and Tuong, T.P. 2007. Water management in irrigated rice: coping with water scarcity. International Rice Research Institute, Los Banos (Philippines), 54p.
4. Carlos, A.C.C., Orivaldo, A., Rogério, P.S. and Gustavo, P.M. 2008. Grain quality of upland rice cultivars in response to cropping systems in the Brazilian tropical savanna. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), 65(5): 468-473.
5. Chu, G., Chen, T., Wang, Z., Yang, J. and Zhang, J. 2014. Morphological and physiological traits of roots and their relationships with water productivity in water-saving and drought-resistant rice. Field Crop. Res. 162: 108–119.
6. Damardjati, D., Bariz, Soekarto, S.T., Siwi, B.H. and Juliano, B.O. 1986. Major factors of physicochemical properties affecting the eating quality of some Indonesian rice varieties. Indon. J. Crop. Sci. 2: 1-16.
7. Darzi-Naftchali, A. and Shahnazari, A. 2014. Influence of subsurface drainage on the productivity of poorly drained paddy fields. Eur. J. Agron. 56: 1-8.
8. Das, S., Chou, M.L., Jean, J.S., Liu, C.C. and Yang, H.J. 2016. Water management impacts on arsenic behavior and rhizosphere bacterial communities and activities in a rice agro-ecosystem. Sci. Total Environ. 542: 642–652.
9. Dela-Cruz, N. and Khush, G.S. 2000. Rice grian quality evaluation procedures. 15- 29. In: Singh.R.K: U.S. Singh and G.G. Khush (eds). Aromatic Rices. Pp: 15-29.
10. Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agron. Sust. Dev. 29(1): 185-212.
11. Fofana, M., Cherif, M., Kone, B., Futakuchi, K. and Audebert, A. 2010. Effect of water deficit at grain ripening stage on rice grain quality. J. Agric. Biotechnol. Sust. Dev. 2(6): 100-107.
12. Gilani, A.A., Alami-Saeed, Kh., Siadat, S.A. and Seyednejad, M. 2012. Study of the effect of heat stress on milling quality of rice grain in Khuzestan. J. Plant Physiol.- I.A.U. Ahvaz 4 (14): 5-21. (In Persian)
13. Graham, R. 2002. A proposal for IRRI to establish a grain quality and nutrition research center. IRRI, Discussion Paper Series. 44: 1-18.
14. Hangmoungjai, P., Pyle, D.L. and Nirinjan, K. 2001. Enzymatic process for extracting oil and protein from rice bran. J. Am. Oil Chem. Soc. 78: 817-821.
15. IRRI. 1979. Chemical aspects of rice grain quality. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines. 390p.

www.SID.ir

Archive of SID

16. Juliano, B.O. 1971. A simplified assay of milled rice amylose. Cereal Sci. Today. 16: 334-339.
17. Leesawatwong, M., Jamjod, S., Rerkasem, B., Kuo, J. and Dell, B. 2004. Nitrogen fertilizer increases protein and reduces breakage of rice cultivar chainat. I.R.R.N. 29. 2: 61-62.
18. Mashayekhi, S., Fallah, A., Madani, H. and Sajedi, N.A. 2008. Evaluation of the application of nitrogen fertilizer on protein content and amylose of rice grain. New Agr. Sci. J. 3 (2): 179-187. (In Persian)
19. Mostafavi-Rad, M. and Tahmasebi-Sarvestani, Z. 1996. Study of remobilization to grain in rice genotypes at various levels of nitrogen fertilizer. J. Agr. Sci. Nat. Res. 13(2): 97-104. (In Persian)
20. Nagarajan, S., Jagadish, S.V.K., Hari Prasad, A.S., Thomar, A.K., Anand, A., Pal, M. and Agarwal, P.K. 2010. Local climate affects growth, yield and grain quality of aromatic and non-aromatic rice in northwestern India. Agr. Ecosyst. Environ. 138: 274–281.
21. Nangju, D. and Datta, D. 1970. Effect of time of harvest and nitrogen level on yield and grain breakage in transplanted rice. Agron. J. 62: 468-474.
22. Norton, G.J., Shafaei, M., Travis, A.J., Deacon, C.M., Danku, J., Pond, D., Cochrane, N., Lockhart, K., Salt, D., Zhang, H., Dodd, I.C., Hossain, M., Islam, M.R. and Price, A.H. 2017. Impact of alternate wetting and drying on rice physiology, grain production, and grain quality. Field Crop. Res. 205: 1–13.
23. Ooladi, M., Gholizadeh, A. and Nematzadeh, Gh. 2017. Technical-Promotional Journal of Physical Properties of Rice. Genetics and Biotechnology Research Center of Tabarestan. Pp: 36.
24. Pandey, A., Kumar, A., Pandey, D.S. and Thongbam, P.D. 2014. Rice quality under water stress. Indian J. Adv. Plant Res. 1(2): 23-26.
25. Payan, R. 2011. Introduction to Technology of cereal products. Aeiz Publication, 438p. (In Persian)
26. Pirdashti, H. 1999. Study of dry matter and nitrogen remobilization and determination of the growth indices of rice cultivars in different planting dates. M.Sc. thesis, Tarbiat Moares University. (In Persian)
27. Rahimian, H. and Banayan-Aval, M. 1997. Physiological bases of plant breeding. The second edition, Published by University Jihad of Mashhad, 344p. (In Persian)
28. Redhikareddy, K., Ali, Z.S. and Bhattecharya, K.R. 1993. The structure of rice starch amylopectin and its relation to the texture of cooked rice. Carbohyd. Polym. 27: 267-275.
29. Samonte, S., Wilson, L.T., McClung, A.M. and Tarpley, L. 2001. Seasonal dynamics of non-structural carbohydrate in 15 diverse rice genotypes. Crop Sci. 41: 902-909.
30. SAS Institute. 2004. Version 9.1.3. SAS Institute, Cary, NC, USA.
31. Tajaddodi-Talab, K. 2005. Multi-stage drying effect on milling recovery and drying time of paddy. J. Agric. Eng. 6(22): 113-124. (In Persian)
32. Tang, X., Khush, G. and Suliano, B. 1989. Variation and correlation and correlation of four cooking and eating quality indices of rices. Philippine J. Crop Sci. 14(1): 45-49.
33. Yang, Y., Dai, L., Xia, H., Zhu, K., Liu, H. and Chen, K. 2013. Protein profile of rice (*Oryza sativa*) seeds. Genet. Mol. Biol., 36(1): 87-92.
34. Yang, J., Zhou, Q. and Zhang, J. 2017. Moderate wetting and drying increases rice yield and reduces water use, grain arsenic level, and methane emission. Crop J. 5: 151-158.
35. Ye, Y., Liang, X., Chen, Y., Liu, J., Gu, J., Guo, R. and Li, L. 2013. Alternate wetting and drying irrigation and controlled – release nitrogen fertilizer in late – season rice. Effect on dry matter accumulation, yield, water and nitrogen use. Field Crop. Res. 144: 212–224.
36. Yousefian, M., Arabzadeh, B., Soudaei-Mashaei, S. and Mohammadi-Nesheli, Y. 2014. Investigation of the effect of different levels of irrigation on yield, quantitative and qualitative properties of two rice cultivars (Tarom and Shiroudi). Agric. J. 104: 69-75.

www.SID.ir