نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۵، آذر - دی ۱۴۰۰، ص. ۱۱۴۰-۱۱۳۱

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 15, Dec.-Jan. 2021, p. 1131-1140

مقاله علمی-پژوهشی

برآورد نیاز آبی و ضرایب گیاهی برنج با استفاده از لایسیمتر در شرایط غیر غرقابی در اقلیم نیمه‌خشک ایران

هوشنگ قمرنیا[1*]، زهرا براتی[2]، زهرا جلیلی[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۸

چکیده:

برنج یکی از مهم‌ترین گیاهانی است که در سطح وسیعی تحت آبیاری سطحی با راندمان کم در استان‌های مختلف واقع در شمال، جنوب و غرب ایران کشت می‌شود. از طرفی برنامه‌ریزی مناسب برای مدیریت آبیاری و آگاهی دقیق از ضرایب گیاهی و نیاز آبی رقم‌های مختلف این محصول در مراحل رشد گیاه ضروری است. این مطالعه با هدف تعیین ضرایب گیاهی برنج (رقم عنبر بو) در طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ انجام شد. برای این منظور از لایسیمترهای زهکش‌دار با قطر ۱/۲ و ارتفاع ۱/۴ متر در شرایط مزرعه و گلخانه استفاده گردید. در این راستا از معادله پنمن- مانتیث برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل و از معادله بیلان آبی، تبخیر و تعرق گیاه محاسبه و متوسط نیاز آبی و ضرایب گیاهی برنج رقم عنبربو در شرایط غیر غرقابی و مزرعه و گلخانه برای مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی رشد به ترتیب معادل (۵۸۴/۵۹ میلی‌متر، ۰/۹۶، ۱/۰۷، ۱/۲۵، ۰/۹۵) و (۶۱۶/۲۸ میلی-متر،۱/۰۰، ۱/۱۰، ۱/۲۹، ۱/۰۵) برآورد گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که در شرایط آبیاری غیر غرقابی، حجم قابل‌توجهی از آب آبیاری قابل ذخیره بوده. لذا، با آب ذخیره‌شده، اراضی بیشتری زیر کشت رفته و تولید، درآمد و شغل بیشتری برای روستاییان فراهم خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: لایسیمتر زهکش‌دار، کرمانشاه، پنمن- مانتیث، معادله بیلان آب

مقدمه

سطح زیر کشت برنج در ایران حدود ۳۹۶۰۰۰ هکتار است که در استان‌های مختلف واقع در شمال، جنوب و غرب ایران کشت می‌شود. بااین‌حال، حدود ۶۰ درصد از سطح زیر کشت برنج در دو استان شمالی از جمله مازندران و گیلان واقع شده است. تقریباً تمام سطح زیر کشت برنج در ایران در تحت آبیاری سطحی و غرقابی با عملکرد متوسط ۴/۲۰ تن در هکتار رشد می‌کند. به‌طورمعمول، برنج از اردیبهشت، خرداد تا شهریور و یا مهر برای انواع مختلف با طول دوره‌ی رشد ۱۱۰ تا ۱۲۵ روز کاشته می‌شوند (گزارش مرکز آمار سازمان برنامه‌وبودجه کشور، ۱۳۹۷). عامل اصلی موفقیت در کشت انواع برنج، در دسترس بودن منابع آبی است. کمبود منابع آب و راندمان پایین کشاورزی در مزارع برنج نیازمند استفاده بهینه و افزایش بهره‌وری از منابع موجود دارد. روش آبیاری معمولی مزارع برنج در ایران دائمی (غرقابی) است که موجب هدر رفت آب می‌شود. از طرفی تبخیر و تعرق واقعی برنج به پارامترهای مختلفی از جمله شرایط آب و هوایی، دوره رشد گیاه، بافت خاک، رقم و روش کاشت بستگی دارد؛ بنابراین تعیین تبخیر و تعرق گیاه برنج در طول فصل رشد و میزان آب موردنیاز این گیاه از عوامل مهم مدیریتی است (پیرمرادیان و همکاران،۱۳۹۲). در رابطه با برآورد میزان نیاز آبی و ضرایب مختلف محصول برنج توسط محققان مختلف، در ایران و سایر کشورها مطالعات مختلفی انجام پذیرفته است. در آزمایشات انجام‌شده در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه شیراز در منطقه کوشکک فارس مقادیر ضریب گیاهی و نیاز آبی گیاه برنج رقم چمپای کامفیروزی با استفاده از لایسیمتر اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، مقادیر ضرایب گیاهی (Kc) برای سه مرحله رشد ابتدایی، میانی، پایانی و میانگین کل نیاز آبی به دست آمد (پیرمرادیان و

۱- استاد گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲ -دانش آموخته کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳ -دانش آموخته دکتری گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: hghamarnia@razi.ac.ir
DOR: 20.1001.1.20087942.1400.15.5.12.0

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران،۱۳۸۱). در تحقیقی مقادیر نیاز آبی و ضرایب گیاهی سه رقم برنج هاشمی، خزر و بهار در رشت تعیین شد. مقادیر نیاز آبی برای سه رقم برنج به ترتیب (۵۲۶، ۴۵۹، ۴۹۰ میلی‌متر) گزارش شد (پیرمرادیان و همکاران،۱۳۹۲). در استان گیلان (دشت مرداب) تبخیر و تعرق (ETc) برای دو رقم برنج هاشمی و خزر به ترتیب برابر با ۴۳۰۰ و ۴۷۰۰ مترمکعب در هکتار و ضرایب گیاهی برای سه مرحله رشد ابتدایی، میانی و پایانی رشد برای رقم‌های هاشمی و خزر به‌دست‌آمده آمد (مدبری و همکاران، ۱۳۹۳). در شرایط آب‌وهوای رشت کل نیاز آبی و ضرایب گیاهی برای دو رقم برنج به نام‌های خزر و بینام برآورد گردید (پور یزدان خواه و همکاران،۱۳۹۳). در تحقیقی ضرایب گیاهی برنج با استفاده از سنسور (OLI) طی دو فصل زراعی (۱۳۹۴-۱۳۹۳) و (۱۳۹۵-۱۳۹۴) از دو قطعه شالیزار ۶۵ و ۱۵ هکتاری در شمال شهرستان ساری مورداستفاده قرار گرفت (جعفری صیادی و همکاران،۱۳۹۷). تحقیقات دیگری در مورد برآورد نیاز آبی و ضرایب گیاهی برنج در بسیاری از نقاط جهان انجام شده است. به‌عنوان‌مثال ضریب گیاهی برنج با استفاده از داده‌های هواشناسی و لایسیمتری برای چهار مرحله رشد (ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی) به دست آمد (Mohan and Arumugam, 1994). در شرایط نیمه‌خشک هند مقادیر ضریب گیاهی برای چهار مرحله رشد گیاه با طول دوره رشد ۱۵۰ روز برآورد گردید (Tyagi et al., 2000). در منطقه پنجاب هند مقدار کل تبخیر و تعرق برنج ۷۳۰-۵۴۰ میلی‌متر گزارش شد (Chahal et al., 2007). در فیلیپین مقدار تبخیر و تعرق برنج در فصول مرطوب و خشک در محدوده ۴۰۰-۵۰۰ میلی‌متر و ۶۰۰ -۷۰۰ میلی‌متر به دست آمد (Tabbal et al., 2007). درحالی‌که در تحقیقی دیگر میزان تبخیر و تعرق ۱۴۴۰ میلی‌متر گزارش شد (Alberto et al., 2011). در مناطق جنوبی اسپانیا مقدار تبخیر و تعرق برنج ۸۵۰ میلی‌متر برآورد شد (Aguilar and Borjas, 2005). مقدار ضریب گیاهی در اواسط فصل (مارس – مه) ۰/۷۸ تا ۱/۵۸ در منطقه‌ای واقع در کره با طول دوره رشد ۱۰۰ تا ۱۱۰ به دست آمد (Seung Hwan et al., 2006). در شرایط آب و هوای مدیترانه نظیر ایتالیا مقدار تبخیر و تعرق برنج در محدوده ۷۰۰-۸۰۰ میلی‌متر و مقادیر ضریب گیاهی برنج از مرحله کاشت تا مرحله بلوغ ۰/۹۰ تا ۱/۰۷ در نوسان بود (Spanu et al., 2009). در مطالعه‌ای دیگر ضرایب گیاهی برای سه دوره رشد رویشی، تولیدمثل و رسیدن برآورد شدند (Alberto et al., 2011). در دره ساکرامنتو (ایالات‌متحده) با استفاده از روش (SEBAL) مقدار ضریب گیاهی برنج در ماه‌های ژانویه و سپتامبر تخمین زده شد (Lal et al., 2012). در شمال شرقی اسپانیا در شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک مقادیر تبخیر و تعرق فصلی برنج در محدوده ۸۰۰-۷۵۰ میلی‌تر و ضرایب گیاهی برنج برای سه مرحله رشد ابتدایی، میانی، پایانی رشد به دست آمد. طول این مراحل ۵۵، ۴۵، ۲۵ روز گزارش شد (Moratiel and Martínez-cob, 2013). در آزمایشی دیگر در شهر بوت و کولوسا در دره ساکرامنتو کالیفرنیا (ایالات‌متحده) مقدار تبخیر و تعرق برنج به ترتیب در شهر بوت در محدوده ۷۶۲-۷۹۰ و در کلوسا وان ۶۸۱-۸۱۳ میلی‌متر به دست آمد. مقادیر ضریب گیاهی برای کولوسا وان در دره ساکرامنتو کالیفرنیا در سه مرحله رشد ابتدایی، میانی و پایانی رشد برآورد گردید (Montazar et al., 2017). در تحقیقی نیاز آبی برنج در بنگلادش ۱۲۱۲ میلی‌متر به دست آمد (Hossain et al., 2017). در آزمایشی دو ساله در شرق چین در شرایط آب و هوای موسمی نیمه گرمسیری مقادیر تبخیر و تعرق در سال اول ۴۵۹/۵ – ۴۸۶/۷ میلی‌متر و در سال دوم ۵۴۴/۵ – ۶۰۵/۱ میلی‌متر محاسبه و مقادیر ضریب گیاهی برای چهار مرحله رشد ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی رشد برآورد شد (Yuping et al., 2018). مرکز توسعه کشاورزی واقع در بخش مهندسی کشاورزی و غذا، دانشکده فنی‌مهندسی هندوستان مقادیر نیاز آبی سالانه برنج را ۲۰۷/۲۵ میلی‌متر و مقادیر ضریب گیاهی برنج برای تمامی دوره رشد ابتدایی تا اواخر فصل رشد را تعیین نمودند (Srinivas et al., 2018). در آزمایشی دو ساله تبخیر و تعرق و ضریب گیاهی در شرایط خشک و مرطوب در آب و هوای موسمی نیمه گرمسیری انجام شد، نتایج در طی دو سال انجام آزمایش به ترتیب ۴۸۶/۷- ۴۵۹/۵ و ۵۴۴/۵- ۶۰۵/۱ میلی‌متر بود، ضریب گیاهی برای مراحل ابتدایی، میانی و پایانی رشد نیز تخمین زده شد (Lv et al., 2018).

از طرفی اندازه‌گیری‌های طولانی‌مدت و تحقیقات محلی نشان داده است که سطح زیر کشت برنج در مناطق غربی و جنوبی ایران از جمله کرمانشاه (۴۵۰ هکتار)، لرستان (۳۲۹۸ هکتار)، ایلام (۳۱۴۰ هکتار)، خوزستان (۵۷۸۷۳ هکتار) با مصرف آب فراوان و شرایط غرقابی (۱۲۰۰ -۱۳۰۰ میلی‌متر) با راندمان پایین (۰/۳۰) همراه است. در مناطق جنوب غربی کشور کشاورزان علاوه بر رقم‌های مختلف برنج مرسوم در ایران، اغلب به کشت برنج رقم عنبربو نیز تمایل بسیار زیادی داشته که البته تاکنون در رابطه با سطح زیر کشت این رقم گزارش مستندی به دست نیامده است. برنج عنبربو از لحاظ ظاهری از نوع تمام‌دانه، گرد و توپر و دانه کوتاه بوده و بعد از پخت قد نمی‌کشد. این برنج هم به شکل نیم دانه و هم به شکل تمام‌دانه وجود داشته و دارای طبع گرمی است. همچنین دارای میزان فراوانی از ویتامین‌های گروه B و E ، فیبر و مواد مغذی و معدنی است. طول دوره رشد این رقم در حدود ۱۱۰ الی ۱۲۰ روز می‌باشد. حال از آنجائی که تاکنون هیچ مطالعه‌ای در موردنیاز آبی و ضریب گیاهی برنج رقم عنبربو صورت نگرفته و از طرفی دیگر کمبود منابع آب به دلیل خشک‌سالی‌های پیاپی در مناطق موردنظر و ذکرشده مشاهده می‌گردد. لذا، هدف از این تحقیق ۱- برآورد نیاز آبی برنج عنبربو در

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط غیر غرقابی جهت صرفه‌جویی در مصرف آب موردنیاز ۲- تعیین ضرایب گیاهی یک جزئی برنج عنبربو در مراحل مختلف رشد در شرایط مزرعه و محیط کنترل‌شده گلخانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات لایسیمتری گروه مهندسی آب واقع در پردیس دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی در کرمانشاه صورت گرفت که دارای طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی در ارتفاع ۱۳۱۹ متری از سطح دریا قرار گرفته است. در طی مدت انجام آزمایش داده‌های هواشناسی از ایستگاه هواشناسی تمام‌اتوماتیک که با فاصله ۱۰۰ متری از محل انجام آزمایش قرار داشت، به‌صورت روزانه دریافت شد جدول (۱). میانگین داده‌های هواشناسی دو ساله منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد. بافت خاک در لایسیمترها رسی سیلتی بود جداول (۲) و (۳) نیز خواص شیمیایی و فیزیکی خاک و اجزای شیمیایی آب آبیاری مورداستفاده در مطالعه را نشان می‌دهند.

جدول ۱- داده‌های هواشناسی برای دوره رشد ۱۳۹۶-۱۳۹۷

سال	ماه	میانگین درجه حرارت (C°)	میانگین رطوبت نسبی (%)	میانگین سرعت باد (m/s)	میانگین ساعات آفتابی (h)	مجموع بارندگی (mm)
۱۳۹۶	تیر	۲۸/۳۳	۲۲/۱۵	۲/۵۰	۱۰/۶۳	۰/۰
	مرداد	۲۸/۶۳۴	۲۰/۹۳	۲/۶۹	۱۱/۳۷	۰/۰
	شهریور	۲۴/۵۳	۲۴/۲۶	۳/۱۰	۱۰/۴۸	۰/۰
	مهر	۱۷/۵۵	۳۲/۶۲	۳/۴۷	۹/۳۳	۰/۰
۱۳۹۷	تیر	۲۹/۴۹	۱۹/۱۱	۲/۶۰	۱۰/۷۰	۰/۰
	مرداد	۳۰/۰۹	۲۰/۸۹	۲/۶۴	۱۱/۸۵	۰/۰
	شهریور	۲۶/۳۲	۲۱/۵۵	۳/۱۳	۱۰/۲۰	۰/۰
	مهر	۱۷/۴۷	۳۳/۳۱	۳/۵۷	۹/۵۰	۰/۰

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورداستفاده در لایسیمترها

عمق خاک (cm)	چگالی مخصوص ظاهری (g/cm^3)	pH	Θ(PWP) (%)	Θ (Fc) (%)	Ec (dS/m)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت خاک
۳۰-۰		۷/۶۳			۰/۶۱				
۶۰-۳۰	۱/۳	۷/۶۱	۱۷/۲	۲۷/۶	۰/۶۱	۳/۷	۴۲/۳	۵۴	رسی سیلتی
۹۰-۶۰		۷/۷۳			۰/۵۹				
۱۲۰-۹۰		۷/۷۳			۰/۵۸				

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورداستفاده

کاتیون‌ها	Ca^{2+}	Na^+	Mg^{2+}	آنیون‌ها	EC (dS/m)	pH	TDS	CO_3^{2-}	HCO^{3-}	CL^-	SO^{2-}
	(Meq/L)							(Meq/L)			
۹/۳۰	۵/۰۵	۱/۱۵	۳/۱	۹/۳۰	۰/۶۱	۷/۲	۳۹۰	۰	۶/۱۵	۱/۹۰	۱/۲۵

مراحل انجام‌شده قبل از کشت در لایسیمترها

بذرها به مدت ۲۴ ساعت در محلول ۴ در هزار کربوکسین تیرامین ضدعفونی شدن. با استفاده از یک سطل پر از آب و نمک (۱۵٪)، دانه‌های برنج سبک و توخالی از بذرهای سنگین و سالم جدا گردیدند. تمام‌دانه‌های برنج انتخاب‌شده به مدت ۴۸ ساعت در سطل پر از آب قرار داده شدند تا آب کافی جذب نمایند

بذرهای مناسب از سطل پر آب برداشته و به یک کیسه و مکان گرم انتقال یافتند تا بعد از ۴۸ ساعت جوانه بزنند. بذرهای جوانه‌زده پس از یک هفته به خزانه حاصلخیز آماده با عمق آب حدود ۳ سانتی‌متر و مساحت ۶ مترمربع منتقل شدند. خزانه توسط پلاستیک پوشانده شد تا از خطر سرمازدگی در طول شب محافظت شود .طبق روش کشت سنتی کشاورزان در منطقه، به مقدار کافی کود دامی در

www.SID.ir

Archive of SID

خزانه و لایسیمترها استفاده شد. بعد از گذشت ۲۰ روز، نهال‌های قوی و جوان با ارتفاع تقریبی ۱۵ سانتی‌متر و ۴ الی ۵ برگ از خزانه به لایسیمترها منتقل شدند.

مشخصات لایسیمترهای زهکش دار

در این پژوهش جمعاً از شش لایسیمتر زهکش‌دار با قطر ۱/۲ و ارتفاع ۱/۴ متر در محیط‌های گلخانه و مزرعه (هر محیط سه لایسیمتر) استفاده شد. کف لایسیمترها شیب‌دار بوده و در انتها به لوله‌ای به خارج متصل بود تا زهاب‌های حاصله به محل اندازه‌گیری هدایت شوند. در کف لایسیمترها به‌اندازه ۱۰ سانتی‌متر شن و ۱۰ سانتی‌متر گراول ریخته و سپس لایسیمترها با خاک رسی سیلتی منطقه و با در نظر گرفتن ترتیب لایه‌های پروفیل آن پر و در چند نوبت تا رسیدن به چگالی ظاهری ۱/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب فشرده شدند.

اندازه‌گیری رطوبت خاک

اندازه‌گیری رطوبت خاک با دستگاه TDR انجام شد. سنسورهای TDR در اعماق ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ سانتی‌متری نصب شدند و آبیاری در کلیه لایسیمترها پس از کاهش ۳۰ درصد رطوبت خاک انجام شد تا از بروز تنش آبی در طی دوره رشد جلوگیری شود (کوپایی و همکاران، ۱۳۹۰).

تبخیر و تعرق گیاه (ETc)

گیاه برنج رقم عنبربو در هر شش لایسیمتر در شرایط گلخانه و مزرعه با فاصله ۲۰× ۲۰ کاشته شد. برای اندازه‌گیری تبخیر و تعرق گیاه توسط لایسیمتر زهکش‌دار از رابطه بیلان آبی استفاده شد. در محاسبه بیلان آبی از (رابطه ۱) استفاده گردید. در این رابطه، پارامتر-های عمق آب آبیاری (I)، بارندگی (P)، تغییرات رطوبتی خاک (ΔS) و عمق آب زهکشی شده (D) اندازه‌گیری شده و در نهایت نیاز آبی برنج برآورد گردید.

$$ETc = P + I - D - R \pm \Delta s \qquad (۱)$$

تبخیر و تعرق گیاه پتانسیل (ET0)

تبخیر و تعرق پتانسیل در شرایط مزرعه با توجه به اطلاعات هواشناسی روزانه شامل حداقل و حداکثر دما، ساعات آفتابی، سرعت باد و میانگین رطوبت نسبی نیز از ایستگاه هواشناسی محلی جمع‌آوری و با روش پنمن – مانتیث رابطه (۲) محاسبه شد (Allen et al., 1998):

$$ETo = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma\left(\frac{900}{T + 273}\right)U2(ea - es)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U2)} \qquad (۲)$$

که در آن ETo = تبخیر و تعرق پتانسیل در شرایط مزرعه (میلی‌متر در روز)، Rn = تابش خالص به سطح گیاه (مگا ژول بر مترمربع در روز)، G = شار گرمای خاک (مگا ژول بر مترمربع در روز)، T = میانگین دمای هوا در ارتفاع ۲ متری (درجه سلسیوس)، u2 = سرعت باد در ارتفاع دو متری (متر بر ثانیه)، es = فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال)، ea = فشار بخار واقعی (کیلو پاسکال)، es -ea = کمبود فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال)، Δ = شیب منحنی فشار بخار (کیلو پاسکال بر درجه سلسیوس)، γ = ضریب ثابت سایکرومتری (کیلو پاسکال بر درجه سلسیوس) می‌باشند. تبخیر و تعرق پتانسیل (ETo) در شرایط گلخانه (میلی‌متر در روز)، با استفاده از تشت تبخیر کلاس A و ضریب تشت ۷۰ درصد و با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شد.

$$Eto = Epan \times Kp \qquad (۳)$$

ضریب گیاهی یک جزئی

ضرایب گیاهی در هر مرحله نیز با استفاده از رابطه ۴ و به‌صورت نسبت تبخیر و تعرق گیاه (ETc) به تبخیر و تعرق پتانسیل (ET0) محاسبه شد.

$$Kc = ETc/ETo \qquad (۴)$$

که در آن ETc= تبخیر و تعرق گیاه (میلی‌متر)، ETo = تبخیر و تعرق پتانسیل (میلی‌متر) و Kc = ضریب گیاهی می‌باشد.

تاریخ کاشت و برداشت

تاریخ کاشت برنج در شرایط مزرعه و گلخانه برای سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به ترتیب ۱ و ۲ تیر ماه و زمان برداشت برای سال ۱۳۹۶ در ۱۷ و ۱۰ آبان و سال ۱۳۹۷ در ۲۷ و ۲۰ آبان ماه بود.

نتایج و بحث

مراحل رشد محصول

مدت‌زمان هر مرحله از رشد و همچنین کل دوره‌های رشد برنج و در سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در دو شرایط مزرعه و گلخانه و مقایسه آن با پیشنهاد فائو در (جداول ۴ و ۵) نشان داده شده است. نتایج در جدول ۴، نشانگر اختلافی معادل ۱۰، ۲، ۷ و ۷ روز به ترتیب در مراحل مختلف رشد و مجموعاً ۲۳ روز در شرایط مزرعه با پیشنهادات فائو می‌باشد. درحالی‌که نتایج در جدول ۵، نشانگر اختلافی معادل ۱۴، ۲، ۸ و ۶ روز به ترتیب در مراحل مختلف رشد و جمعاً ۲۳ روز در شرایط گلخانه با پیشنهادات فائو می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- متوسط مراحل رشد برنج و تفاوت آن با پیشنهاد فائو در شرایط مزرعه

تفاوت (روز)	پیشنهاد فائو	میانگین	سال ۱۳۹۷	سال ۱۳۹٦	مراحل رشد
۱۰	۳۰	۲۰	۲۰	۲۰	ابتدایی
۲	۳۰	۳۲	۳۱	۳۴	توسعه
۷	۶۰	۵۳	۵۱	۵۵	میانی
۷	۳۰	۲۳	۲۵	۲۰	پایانی
۲۳	۱۵۰	۱۲۸	۱۲۷	۱۲۹	کل

جدول۵- متوسط مراحل رشد برنج و تفاوت آن با پیشنهاد فائو در شرایط گلخانه

تفاوت (روز)	پیشنهاد فائو	میانگین	سال ۱۳۹۷	سال ۱۳۹٦	مراحل رشد
۱۴	۳۰	۱۶	۱۴	۱۸	ابتدایی
۲	۳۰	۳۲	۳۳	۳۱	توسعه
۸	۶۰	۶۸	۶۸	۶۹	میانی
۶	۳۰	۲۴	۲۵	۲۲	پایانی
۱۰	۱۵۰	۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰	کل

تبخیر و تعرق گیاه و تبخیر تعرق پتانسیل و ضرایب گیاهی منفرد

میانگین کل تقریبی تبخیر و تعرق برنج (ETc) در شرایط مزرعه در سال ۱۳۹۶ برابر با ۵۷۰ میلی‌متر که این مقدار پایین‌تر از سال ۱۳۹۷ با میانگین ۵۹۹ میلی‌متر بود. در شرایط گلخانه مقادیر (ETc) در سال ۱۳۹۶ برابر با ۶۰۹ میلی‌متر که نسبت به سال ۱۳۹۷ با میانگین ۶۲۴ میلی‌متر پایین‌تر بود. میانگین دوساله تبخیر و تعرق برنج در دو شرایط مزرعه و گلخانه به ترتیب ۵۸۵ و ۶۱۶ میلی‌متر برآورد شد که در جدول (۶) و (۷) نشان داده شده است. خلاصه‌ای از تبخیر و تعرق پتانسیل (ETo)، تبخیر و تعرق گیاه برنج (ETc) و مقادیر ضریب گیاهی (Kc) در دوره‌های ده روزه برنج در شرایط مزرعه و گلخانه در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در جدول (۸) و (۹) آورده شده است. نتایج جدول (۱۰) نشان می‌دهد که میانگین کل ضریب گیاهی (Kc) در شرایط مزرعه در چهار مرحله رشد ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی رشد به ترتیب ۰/۹۶، ۱/۰۷، ۱/۲۵ و ۰/۹۵ به دست آمده است. مطابق جدول (۱۱)، ضریب گیاهی (kc) منفرد برنج در شرایط گلخانه در مراحل اولیه، توسعه، توسعه و پایانی رشد به ترتیب ۱/۰۰، ۱/۱۰، ۱/۲۹ و ۱/۰۵ به دست آمده است. جداول (۱۰) و (۱۱) ضرایب گیاهی برنج رقم عنبربو در این تحقیق را نسبت به پیشنهاد فائو برای شرایط مزرعه (۰/۰۹، ۰/۰۵، ۰/۳۵) و برای شرایط گلخانه (۰/۰۵، ۰/۰۹، ۰/۴۵) را نشان می‌دهند. تمام اختلافات در موردنیاز آبی برنج، دوره رشد و ضرایب گیاهی به‌دست‌آمده، احتمالاً به دلیل شرایط آب و هوایی متفاوت، خاک و ارقام مختلف است. اشکال شماره (۱) و (۲) نیز به ترتیب نمودارهای به‌دست‌آمده برای ضرایب گیاهی منفرد برنج رقم عنبر بو در شرایط مزرعه و گلخانه را نشان می‌دهند. همچنین لازم به ذکر است که بر اساس تحقیقات به‌عمل‌آمده، متوسط عملکرد برنج (رقم عنبربو) در ایلام، کرمانشاه، خوزستان و لرستان تحت آبیاری غرقابی با میزان مصرف آب آبیاری ۱۲۰۰۰ مترمکعب در هکتار به‌طور متوسط ۴/۳ تن در هکتار گزارش شده است. بااین‌حال، مطالعه حاضر عملکرد محصول برنج را در شرایط غیر غرقابی و در مزرعه و گلخانه تنها با۵۸۵۰ و ۶۱۶۰ مترمکعب در هکتار با عملکرد ۴/۵۰ و ۴/۵۷ تن در هکتار را نشان داد.

جدول ٦- تبخیر و تعرق ماهانه برنج در شرایط مزرعه در سال ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷

کل تقریبی (mm)	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	سال
۵۷۰	۹/۱۵	۱۲۱/۷۶	۱۶۵/۷۹	۱۶۴/۵۹	۱۰۸/۹۱	۱۳۹۶
۵۹۹	۱۰/۳۱	۱۰۷/۶۱	۱۸۳/۱۳	۱۵۸/۹۷	۱۳۸/۹۶	۱۳۹۷
۵۸۵	۹/۷۳	۱۱۴/۶۸	۱۷۴/۴۶	۱۶۱/۷۸	۱۲۳/۹۴	میانگین

جدول ۷- تبخیر و تعرق ماهانه برنج در شرایط گلخانه در سال ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷

(mm) کل تقریبی	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	سال
۶۰۹	۲۰/۰۸	۱۲۲/۹۴	۱۶۸/۵۸	۱۷۲/۲۴	۱۲۴/۷۷	۱۳۹۶
۶۲۴	۲۱/۵۴	۱۲۶/۳۴	۱۷۰/۶۴	۱۷۹/۳۸	۱۲۶/۰۴	۱۳۹۷
۶۱۶	۲۰/۸۱	۱۲۴/۶۴	۱۶۹/۶۱	۱۷۵/۸۱	۱۲۵/۴۱	میانگین

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- میانگین ده روزه تبخیر و تعرق و تبخیر و تعرق پتانسیل، ضریب گیاهی برنج در شرایط لایسیمتری مزرعه در سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

دهه	۱۳۹۶			۱۳۹۷			میانگین		
	ETc	ETo	Kc	ETc	ETo	Kc	ETc	ETo	Kc
۱	۳۳/۵۱	۳۴/۷۳	۰/۹۷	۳۵/۳۷	۳۶/۵۰۵	۰/۹۷	۳۴/۴	۳۵/۶۲	۰/۹۷
۲	۳۶/۰۵	۳۹/۵۱	۰/۹۱	۳۷/۸۷	۳۶/۷۳	۱/۰۳	۳۷	۳۸/۱۲	۰/۹۷
۳	۳۹/۸۷	۳۷/۲۶	۱/۰۷	۴۱/۸۳	۳۹/۶۸	۱/۰۵	۴۰/۹	۳۸/۴۷	۱/۰۶
۴	۴۲/۵۷	۳۸/۹۵	۱/۰۹	۴۳/۷۴	۴۶/۲۸	۰/۹۵	۴۳/۲	۴۲/۶۲	۱/۰۱
۵	۴۶/۳۴	۳۷/۹۵	۱/۲۲	۴۸/۸۹	۳۷/۵۷	۱/۳	۴۷/۶	۳۷/۷۶	۱/۲۶
۶	۵۱/۰۴	۴۱/۷۶	۱/۲۲	۵۷/۱۵	۴۱/۹۰	۱/۳۶	۵۴/۱	۴۱/۸۳	۱/۲۹
۷	۶۴/۸۵	۳۹/۷۷	۱/۶۳	۷۳/۳۹	۴۴/۶۳	۱/۶۴	۶۹/۱	۴۲/۲۰	۱/۶۴
۸	۷۱/۲۶	۴۳/۱۰	۱/۶۵	۷۰/۵۰	۴۳/۰۰	۱/۶۴	۷۰/۹	۴۳/۰۵	۱/۶۴
۹	۵۹/۶۸	۳۵/۹۷	۱/۶۶	۶۱/۶۲	۳۷/۲۷	۱/۶۵	۶۰/۷	۳۶/۶۲	۱/۶۶
۱۰	۴۹/۴۰	۳۰/۸۶	۱/۶۰	۵۱/۵۹	۳۵/۱۶	۱/۴۷	۵۰/۵	۳۳/۰۱	۱/۵۳
۱۱	۴۴/۱۶	۲۹/۱۲	۱/۵۲	۴۱/۹۱	۳۲/۸۹	۱/۲۷	۴۳	۳۱/۰۰	۱/۳۹
۱۲	۳۱/۵۱	۳۳/۸۳	۰/۹۳	۳۵/۱۵	۳۲/۶۹	۱/۰۸	۳۳/۳	۳۳/۲۶	۱/۰۰

جدول ۹- میانگین ده روزه تبخیر و تعرق و تبخیر و تعرق پتانسیل، ضریب گیاهی برنج در شرایط لایسیمتری گلخانه در سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

دهه	۱۳۹۶			۱۳۹۷			میانگین		
	ETc	ETo	Kc	ETc	ETo	Kc	ETc	ETo	Kc
۱	۳۰/۴۹	۳۴/۷۳	۰/۸۸	۳۲/۹	۳۶/۵۱	۰/۹۰	۳۱/۷۱	۳۵/۶۲	۰/۸۹
۲	۳۶/۸۱	۳۹/۵۱	۰/۹۳	۳۶/۰	۳۶/۷۳	۰/۹۸	۳۶/۳۹	۳۸/۱۲	۰/۹۵
۳	۳۹/۳۲	۳۷/۲۶	۱/۰۶	۴۱/۳	۳۹/۶۸	۱/۰۴	۴۰/۳۳	۳۸/۴۷	۱/۰۵
۴	۴۴/۰۶	۳۸/۹۵	۱/۱۳	۴۴/۷	۴۶/۲۸	۰/۹۷	۴۴/۳۷	۴۲/۶۲	۱/۰۴
۵	۴۶/۸۳	۳۷/۹۵	۱/۲۳	۴۵/۶	۳۷/۵۷	۱/۲۱	۴۶/۲۱	۳۷/۷۶	۱/۲۲
۶	۵۴/۸۶	۴۱/۷۶	۱/۳۱	۵۷/۱	۴۱/۹۰	۱/۳۶	۵۵/۹۶	۴۱/۸۳	۱/۳۴
۷	۶۸/۲۲	۳۹/۷۷	۱/۷۲	۷۱/۰	۴۴/۶۳	۱/۵۹	۶۹/۵۹	۴۲/۲۰	۱/۶۵
۸	۶۶/۷۱	۳۹/۴۷	۱/۶۹	۶۸/۰	۳۹/۵۳	۱/۷۲	۶۷/۳۵	۳۹/۵۰	۱/۷۱
۹	۶۰/۱۶	۳۵/۹۷	۱/۶۷	۶۲/۹	۳۷/۲۷	۱/۶۹	۶۱/۵۳	۳۶/۶۲	۱/۶۸
۱۰	۵۰/۰۷	۳۰/۸۶	۱/۶۲	۵۰/۷	۳۵/۱۶	۱/۴۴	۵۰/۴۰	۳۳/۰۱	۱/۵۳
۱۱	۴۲/۴۵	۲۹/۱۲	۱/۴۶	۴۲/۴	۳۲/۸۹	۱/۲۹	۴۲/۴۴	۳۱/۰۰	۱/۳۷
۱۲	۳۸/۴۳	۳۳/۸۳	۱/۱۴	۳۹/۸	۳۲/۶۹	۱/۲۲	۳۹/۱۰	۳۳/۲۶	۱/۱۸
۱۳	۳۰/۲۳	۳۰/۸۴	۰/۹۸	۳۱/۶	۳۱/۹۶	۰/۹۹	۳۰/۹۱۵	۳۱/۴	۰/۹۸

جدول ۱۰- ضریب گیاهی برنج (عنبربو) در شرایط مزرعه و مقایسه آن با پیشنهاد فائو

سال	ابتدایی	توسعه	میانی	پایانی
۱۳۹۶	۰/۹۴	۱/۰۵	۱/۲۳	۰/۹۱
۱۳۹۷	۰/۹۸	۱/۰۹	۱/۲۷	۰/۹۹
میانگین	۰/۹۶	۱/۰۷	۱/۲۵	۰/۹۵
پیشنهاد فائو	۱/۰۵	–	۱/۲۰	۰.-۰/۶۰
(۰/۰) اختلاف	۹	–	۵	۳۵

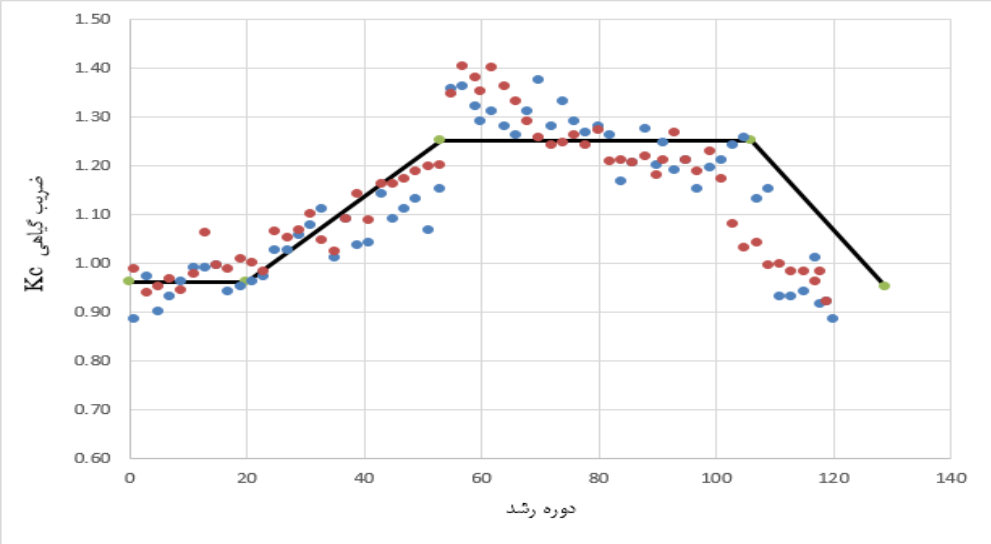
گر چه هیچ مطالعه‌ای در موردنیاز آبی برنج (عنبربو) در شرایط غیر غرقابی در آب و هوای نیمه‌خشک وجود ندارد تا بتوان با نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق مقایسه نمود، اما نتایج به‌دست‌آمده به ترتیب در موردنیاز آبی و ضرایب گیاهی منفرد برنج در دوره‌های ابتدائی، میانی و نهائی در این پژوهش با نتایج پژوهش‌های (پیرمرادیان و همکاران،۱۳۹۲) با ۴۹۲ میلی‌متر و مقادیر ۱/۰۹، ۱/۴۸ و ۱/۲۱ (مدبری و همکاران، ۱۳۹۳).

www.SID.ir

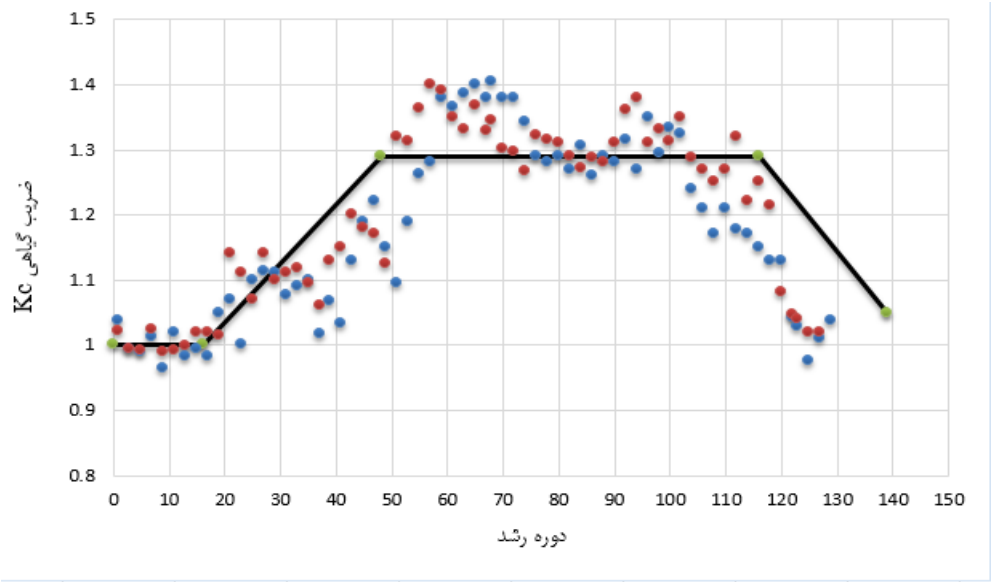
Archive of SID

جدول ۱۱- ضریب گیاهی برنج (عنبربو) در شرایط گلخانه و مقایسه آن با پیشنهاد فائو

سال	ابتدایی	توسعه	میانی	پایانی
۱۳۹۶	۰/۹۹	۱/۰۹	۱/۲۸	۱/۰۳
۱۳۹۷	۱/..	۱/۱۰	۱/۳۰	۱/۰۷
میانگین	۱/۰۰	۱/۱۰	۱/۲۹	۱/۰۵
پیشنهاد فائو	۱/۰۵	–	۱/۲۰	۰.-۰/۶۰
اختلاف (۰/۰)	۹	–	۹	۴۵



شکل ۱- ضرایب گیاهی منفرد برنج (رقم عنبر بو) در مراحل مختلف رشد در شرایط مزرعه‌ای



شکل ۲- ضرایب گیاهی منفرد برنج (رقم عنبربو) در مراحل مختلف رشد در شرایط گلخانه‌ای

با ۴۵۰ میلی‌متر و مقادیر ۱/۰۹، ۱/۳۱ و ۱/۱۲، (پور یزدان خواه و همکاران،۱۳۹۳). با ۵۲۷ میلی‌متر و مقادیر ۰/۹۵، ۱/۱۹ و ۱/۰۲،

www.SID.ir

Archive of SID

(Tabal et al., 2002) با ۵۵۰ میلی‌متر (Tyagi et al., 2000) با ۶۶۰ میلی‌متر ، (Mohan and Arumugam, 1994) با۱/۱۵، ۱/۲۳ و ۱/۰۲، ، (Lal et al., 2012) با ۱/۱۷ و ۰/۸۵ برای مراحل ابتدائی و نهائی رشد، (جعفری صیادی و همکاران،۱۳۹۷) با ۱/۱۲، ۱/۱۰، ۱/۲۴ و ۰/۹۲، (Yuping et al. , 2018) با ۰/۹۲، ۱/۱،۱/۲۴، ۱/۱۲ تقریباً مطابقت دارد.

همچنین نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق با نتایج پژوهش‌های (پیرمرادیان و همکاران،۱۳۸۱) با ۲۲۰۰ میلی‌متر، Aguilar and Borjas, 2005) با ۸۵۰ میلی‌متر، (Seung Hwan et al., 2006) با ۰/۷۸ و ۱/۵۸ برای مراحل ابتدائی و نهائی رشد ,.Alberto et al) (2011 با ۱۴۴۰ میلی‌متر و ۰/۹۵، ۱/۰۰ و ۰/۹۷ ، (Montazar et al. 2017) با ۷۳۶، ۱/۱۰، ۱/۰۰ و ۰/۸۰ ، (Hossain et al., 2017)، با ۱۲۱۲ میلی‌متر، (Moratiel and Martínez-Cob, 2013) با ۷۷۵ میلی‌متر و ۰/۹۲، ۱/۰۶ و ۱/۰۳، (Srinivas and Tiwari, 2018)، با ۱/۱۴، ۱/۵۵ و ۰/۷۶ تقریباً دارای تفاوت‌هایی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق نیاز آبی و ضرایب گیاهی منفرد برنج رقم عنبربو مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به‌دست‌آمده برای ضرایب گیاهی منفرد و نیاز آبیاری برنج در چهار مرحله اولیه، توسعه، میانی و پایانی رشد در شرایط مزرعه به ترتیب (۰/۹۶، ۱/۰۷، ۱/۲۵، ۰/۹۵ و ۵۸۵۰ متر-مکعب در هکتار) برای شرایط گلخانه (۱/۰۰، ۱/۱۰، ۱/۲۹، ۱/۰۵ و ۶۱۶۰ مترمکعب در هکتار) می‌باشد. با استفاده از مقادیر به‌دست‌آمده، مدیریت آبیاری برنج عنبربو در مناطق نیمه‌خشک کشور با روش آبیاری غیر غرقابی امکان‌پذیر خواهد بود؛ بنابراین با تغییر شیوه زراعت از کشت غرقابی (راندمان پایین) به غیر غرقابی (راندمان بالا) می‌توان از مصرف مقادیر زیاد آب (در حدود ۶۰۰۰ مترمکعب در هکتار) صرفه‌جویی کرد؛ بنابراین با آب اضافه می‌توان اراضی بیشتری را به زیر کشت برده و تولید، درآمد و شغل بیشتری را برای روستاییان ایجاد نمود. علاوه بر این، مدیریت و برنامه‌ریزی آبیاری برنج و نیاز آبی در منطقه نیز به‌درستی امکان‌پذیر خواهد شد. همچنین ضرایب گیاهی واقعی به‌دست‌آمده می‌توانند مورداستفاده کارشناسان و مهندسین مشاور مربوطه در محاسبه آب موردنیاز و برنامه‌ریزی آبیاری برنج رقم عنبربو در مناطق تحت کشت قرار گیرند.

منابع

پور یزدان خواه، ه.، رضوی پور، ت.، خالدیان، م، و رضایی، م. ۱۳۹۳. تعیین ضریب گیاهی برنج، رقم بینام و خزر با استفاده از لایسیمتر و کرت‌های کنترل‌شده در منطقه رشت. ۶ (۲): ۲۳۸-۲۴۹.

پیرمرادیان، ن.، کامکار حقیقی، ع ا. و سپاسخواه، ع ر.۱۳۸۱. ضریب گیاهی و نیاز آبی برنج در منطقه کوشکک استان فارس. ۶ (۳): ۱۵-۲۲.

پیرمرادیان، ن.، ذکری، ف.، رضایی، م، و عبدالهی، و. ۱۳۹۲. استخراج ضرایب گیاهی سه رقم برنج بر پایه روش تبخیر – تعرق مرجع در منطقه رشت. ۳(۲): ۹۵-۱۰۶.

جعفری صیادی، ف.، غلامی سفیدکوهی، م. و ضیا تبار احمدی، م .۱۳۹۷. برآورد شاخص سطح برگ و ضریب گاهی برنج با استفاده از داده‌های سنجش OLE. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۲(۳): ۳۹۵-۴۰۵.

عابدی کوپایی، ج.، اسلامیان، س س. و زارعیان، م ج.۱۳۹۰. اندازه‌گیری و مدل‌سازی نیاز آبی و ضریب گیاهی خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل با استفاده از میکرولایسیمتر در گلخانه. علوم و فنون کشته‌ای گلخانه‌ای. ۷: ۵۱-۶۳.

گزارش مرکز آمار سازمان برنامه‌وبودجه کشور، ۱۳۹۷ ،۳۳صفحه

مدبری، ه ،. میر لطیفی، س م، و غلامی، م ع. ۱۳۹۳. تعیین تبخیر-تعرق و ضریب گیاهی ارقام هاشمی و خزر برنج در دشت مرداب (گیلان). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۱۸(۶۷): ۹۷-۱۰۷.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. Fao, Rome, 300 (9), D05109.

Aguilar, M. and Borjas, F. 2005. Water use in three rice flooding management systems under Mediterranean climatic conditions. Spanish journal of agricultural research. 3(3): 344-351.

Alberto, M. C. R., Wassmann, R., Hirano, T., Miyata, A., Hatano, R., Kumar, A. and Amante, M. 2011. Comparisons of energy balance and evapotranspiration between flooded and aerobic rice fields in the Philippines. Agricultural Water Management. 98(9): 1417-1430.

Chahal, G. B. S., Sood, A., Jalota, S. K., Choudhury, B. U. and Sharma, P. K. 2007. Yield, evapotranspiration and water productivity of rice (Oryza sativa L.)–wheat (Triticum aestivum L.) system in Punjab (India) as influenced by transplanting date of rice and weather parameters. Agricultural water management. 88(1-3): 14-22.

Hossain, M. B., Yesmin, S., Maniruzzaman, M. and Biswas, J. C. 2017. Irrigation Scheduling of Rice (Oryza sativa L.) Using CROPWAT Model in the

www.SID.ir

Archive of SID

Penman-Monteith and FAO modified Penman method. ASABE Annual Int. Meeting, ASABE, St. Joseph, MI.

Spanu, A., Murtas, A. and Ballone, F. 2009. Water use and crop coefficients in sprinkler irrigated rice. Italian Journal of Agronomy. 4(2): 47-58.

Srinivas, B. and Tiwari, K. N. 2018. Determination of Crop Water Requirement and Crop Coefficient at Different Growth Stages of Green Gram Crop by Using Non-Weighing Lysimeter. Int. J. Curr. Microbiol. Applied Sciences. 7(9): 2580-2589.

Tabbal, D. F., Bouman, B. A. M., Bhuiyan, S. I., Sibayan, E. B. and Sattar, M. A. 2002. On-farm strategies for reducing water input in irrigated rice; case studies in the Philippines. Agricultural Water Management, 56(2), 93-112.

Tyagi, N. K., Sharma, D. K. and Luthra, S. K. 2000. Determination of evapotranspiration and crop coefficients of rice and sunflower with lysimeter. Agricultural water management. 45(1): 41-54.

Yuping,V., Junzeng,X U., Shihong, Y., Xiaoyin, L., Jiangang, Z. and Yijiang, W. 2018. Inter-seasonal and cross-treatment variability in single-crop coefficients for rice evapotranspiration estimation and their validation under drying-wetting cycle conditions. Agricultural Water Management. (196): 154-161.

Western Region of Bangladesh. The Agriculturists. 15(1): 19-27.

Lal, D., Clark, B., Bettner, T., Thoreson, B. and Snyder, R. 2012. Rice evapotranspiration estimates and crop coefficients in Glenn-Colusa irrigation district, Sacramento Valley, California. In línea], En: USCID Water Management Conference Proceedings, Austin, California, USA (pp. 145-156).

Lv, Y., Xu, J., Yang, S., Liu, X., Zhang, J. and Wang, Y. 2018. Inter-seasonal and cross-treatment variability in single-crop coefficients for rice evapotranspiration estimation and their validation under drying-wetting cycle conditions. Agricultural Water Management .196: 154-161.

Mohan, S. and Arumugam, N. 1994. Irrigation crop coefficients for lowland rice. Irrigation and Drainage systems. 8(3): 159-176.

Montazar, A., Rejmanek, H., Tindula, G., Little, C., Shapland, T., Anderson, F. and Hill, J. 2017. Crop coefficient curve for paddy rice from residual energy balance calculations. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 143(2): 04016076.

Moratiel, R. and Martínez- Cob, A. 2013. Evapotranspiration and crop coefficients of rice (Oryza sativa L.) under sprinkler irrigation in a semiarid climate determined by the surface renewal method. Irrigation science. 31(3): 411-422.

Seung Hwan, Y., Jin-Yong, C. and Min Won, J. 2006. Estimation of paddy rice crop coefficients for

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 15, Dec.-Jan. 2021, p. 1131-1140

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۵، آذر - دی ۱۴۰۰، ص. ۱۱۴۰-۱۱۳۱

Estimation of Rice Water Requirement and Crop Coefficients Using Lysimeter under Non-Flooding and Semiarid Climate Conditions of Iran

H. Ghamarnia[1]*, Z. Barati[2], Z. Jalili[3]

Recived: Jun. 06, 2021 Accepted: Jul. 19, 2021

Abstract:

Rice is one of the most important plants, which grows in different provinces located in north, south and western parts of Iran through a high level of flooding surface irrigation systems with low efficiency. On the other hand, suitable irrigation management programming and the awareness of crop coefficients and exactly, the water requirement of different varieties of this crop is essential in different plant stages. This study was conducted to determine the crop coefficients of rice (Amberbo cultivar) during years 2017 and 2018. For this purpose, water balance drainable lysimeters with a diameter and height of 1.20m and 1.40m were used in farm and glasshouse condition, separately. In this regard, the Penman-Monteith equation for potential evapotranspiration and water balance equation to measure actual evapotranspiration were used to calculate potential evapotranspiration. Finally, the average values of crop water requirement and Ambarbo rice crop coefficients were determined in non-flooding condition for different initial, development, middle, and end stages in the farm and glasshouse condition as (584.59 mm, 0.96, 1.07, 1.25, and 0.95) and (616.28 mm,1.00,1.10,1.29, and 1.05), respectively. The results of this research showed that a lot of rice irrigation water could be saved under Non-Flooding Irrigation Conditions. Therefore, with the saved water, more lands will be cultivated and more production, income and jobs will be provided for the villagers.

Keywords: Drainable lysimeter, Kermanshah, Penman-Monteith, Water balance equation

1- Professor, Department of Water Resources Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resource, Razi University, Kermanshah, Iran
2- Former M.Sc. Student, Department of Water Resource Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resource, Razi University, , Kermanshah, Iran
3- Former Ph.D. Student, Department of Water Resource Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resource, Razi University, Kermanshah, Iran
(*- Corresponding Author Email: hghamarnia@razi.ac.ir)

www.SID.ir