ضریب گیاهی و نیاز آبی برنج در منطقه کوشکک استان فارس

نادر پیرمرادیان، علی‌اکبر کامکار حقیقی و علیرضا سپاسخواه[1]

چکیده

این پژوهش در ایستگاه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در منطقه کوشکک، در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷۶، برای تعیین ضریب گیاهی و نیاز آبی برنج رقم چمپای کامفیروزی نوع زودرس، توسط لایسیمتر انجام گرفت. با توجه به نتایج آزمایش، محدوده تغییرات تبخیر-تعرق گیاه برنج در طول فصل رشد ۳/۷۶-۹/۳٤ میلی‌متر در روز اندازه‌گیری شد. برای تعیین تبخیر-تعرق گیاه مرجع روش پنمن فائو مناسب دانسته و استفاده گردید. مقدار ضریب گیاهی در دوره اول فصل رشد حدود ۰/۹۷ بوده، در مرحله میانی فصل رشد به مقدار ۱/۲۵، و در هنگام برداشت محصول به حدود ۱/۰۹ رسید. در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷٦، میزان کل تبخیر-تعرق در دوره رشد به ترتیب برابر ٥٦۰ و ۷٥۷ میلی‌متر، میانگین نفوذ عمقی در طول دوره به ترتیب برابر ۳/٤ و ۳/٥ میلی‌متر در روز، و کل نیاز آبی به ترتیب برابر ۱۹۸۳ و ۲۳٦۱ میلی‌متر برآورد گردید.

واژه‌های کلیدی: ***ضریب گیاهی، نیاز آبی، برنج***

مقدمه

عامل اصلی موفقیت در کشت ارقام پر محصول برنج، وجود منبع آب مطمئن و کنترل شده است. مقدار آب مورد نیاز گیاه برنج با مقدار تبخیر-تعرق رابطه مستقیم دارد، و مقدار تبخیر-تعرق نیز به شرایط جوی، دوره رشد گیاه، بافت خاک و هم‌چنین روش کاشت بستگی دارد. بنابراین، تعیین میزان تبخیر-تعرق گیاه برنج در طول فصل رشد، و نیز میزان آب مورد نیاز این گیاه، از عوامل مهم در امر مدیریت آب مزرعه می‌باشد.

در جهان پژوهش‌های گوناگونی در مورد نیاز آبی گیاه برنج انجام شده است. فوکودا و تسوتسویی (۱۱) در ژاپن میزان تبخیر-تعرق بالقوه مشاهده شده گیاه برنج در طول فصل رشد را برای رقم زودرس ٤٤۰ میلی‌متر، میانه‌رس ٥٤۰ میلی‌متر و دیررس ٦٤٥ میلی‌متر گزارش کردند. نیاز آبی کل در این پژوهش بین ۱۰ تا ۲۰ میلی‌متر در روز عنوان گردید. آزمایش‌های تومار و

۱. به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.7.3]

اوتول (۱۹) در آسیا نشان داد که میانگین شدت تبخیر-تعرق برنج از ٤/٤ میلی‌متر در روز در کشور چین، تا ۹/۸ میلی‌متر در روز در کشور ویتنام تغییر می‌کند. هم‌چنین، ضریب گیاهی در مرحله نشا برابر با ۱/۰۰، در مرحله حداکثر پنجه‌زنی حدود ۱/۱۵، و در مرحله خوشه‌دهی حدود ۱/۳ گزارش شد. میلتون (۱۷) تبخیر-تعرق کل دوره رشد برنج را در کالیفرنیا برابر ۹۱۹ میلی‌متر برآورد نمود. وی عنوان کرد که مدیریت صحیح آب آبیاری و کنترل عمق آب در طول فصل رشد باعث افزایش محصول برنج می‌شود. در پژوهش‌هایی در غرب آفریقا (۱۳) تبخیر-تعرق گیاه برنج به وسیله لایسیمتر اندازه‌گیری شد و مقدار آن بلافاصله پس از غرقاب ۵/۳ میلی‌متر در روز، در هنگام خوشه‌دهی ۷/۱ میلی‌متر در روز، و در زمان رسیدن ٤/۱ میلی‌متر در روز به دست آمد. آزمایش‌های انجام شده در منطقه گیلان (١٤) نشان داد که تبخیر-تعرق کل دوره رشد برنج برابر ۵۲۸۸ متر مکعب در هکتار، و میانگین تبخیر-تعرق روزانه حدود ٥/٤ میلی‌متر بوده است. هم‌چنین آب مصرفی مزرعه از ۷۳۰۰ متر مکعب در هکتار برای منطقه فومن با خاک فشرده رسی عمیق، تا حدود ۱۹۰۰۰ متر مکعب در هکتار برای منطقه جلگه سفیدرود با خاک‌های سیلتی متغیر بود. هیرا (۱۵) گزارش نمود که میزان تبخیر-تعرق کل دوره رشد برنج با تغییر تاریخ کاشت تغییر می‌کند، و با توجه به این مسئله، میزان تبخیر-تعرق کل دوره رشد برنج برای تاریخ‌های کشت مختلف بین ٥٦٦ تا ۷۳٦ میلی‌متر حاصل گردید. فاتیما و همکاران (۱۰) عنوان نمودند که نیازهای آبی در مراحل مختلف رشد گیاه برنج متفاوت است، و برای نگه داشتن عمق آب یک‌نواخت بایستی مطمئن شد که نیاز آبی گیاه برنج تأمین شده، و نیز جبران تلفات نشت را می‌کند.

خوش خواهش (۱) در منطقه گیلان مقدار تبخیر-تعرق برای کل دوره رشد برنج را حدود ٥٦٠ میلی‌متر و مقدار آب آبیاری را حدود ۱۱۳۰ میلی‌متر گزارش نمود. آزمایش‌های یزدانی و همکاران (٦) در مزارع برنج استان اصفهان نشان می‌دهد که ارتفاع آب پنج سانتی‌متر پای بوته‌ها بهترین محصول را داشته است. بیشترین نیاز آبی برنج در مرحله گل‌دهی بوده و قطع آب در این مرحله باعث کاهش شدید محصول گشته است. مقدار نیاز آبی برنج برای کل دوره رشد در این پژوهش برابر ۱۹٤۷۳ متر مکعب در هکتار برآورد گردید.

در بارهٔ اهمیت نفوذ عمقی در نیاز آبی برنج نیز پژوهش‌های مختلفی انجام شده است. در ژاپن میانگین نفوذ عمقی در خاک‌های مختلف پس از عمل "آب تخت" در مزارع حاصل‌خیز برنج در ٥٠ سانتی‌متری خاک سطحی اندازه‌گیری شد. این مقادیر برای خاک لوم شنی ٤-٦ میلی‌متر در روز، برای خاک لومی ۳-٤ میلی‌متر در روز و برای خاک لوم رسی ۱-۳ میلی‌متر در روز به دست آمد (۱۱). پژوهش‌های انجام شده در کالیفرنیا (۱۷) گویای آن است که میزان نفوذ عمقی برای کل دوره رشد برنج بسته به نوع خاک بین ۳۰۵ تا ۱۲۲۰ میلی‌متر تغییر می‌کند، و این موضوع اهمیت در نظر گرفتن نفوذ عمقی را به منظور تخمین آب مورد نیاز مزرعه مشخص می‌نماید. در ایران، در منطقه گیلان (١٤) مقدار نفوذ عمقی پس از نشا کردن به وسیله کم کردن مقدار تبخیر-تعرق از مقدار آب مصرفی مزرعه به دست آمده، که دامنهٔ آن برای منطقه فومن ۱/۹-٤/۲ میلی‌متر در روز، و برای جلگهٔ سفیدرود حدود ۹ میلی‌متر در روز بوده است.

با توجه به اهمیت کشت برنج در استان فارس، که با سطح زیر کشت ٥٥۳۹۲ هکتار پس از استان‌های مازندران و گیلان دارای مرتبه سوم در کشور می‌باشد، و نیز با توجه به این که در مورد نیاز آبی گیاه برنج، و به ویژه ضریب گیاهی آن در منطقه مورد بررسی کوششی صورت نگرفته است، در این پژوهش تلاش شد مقدار ضریب گیاهی در طول فصل رشد و نیاز آبی این گیاه برای استفاده در موارد کاربردی، مانند تعیین الگوی مصرف آب و نیز تخصیص میزان آب لازم در مزارع، تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در منطقه کوشکک، طی سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷٦ انجام

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.7.3]

شد. ایستگاه مذکور از اراضی زیر دست سد درودزن بوده و آب آبیاری آن از این سد تأمین می‌شود. وسعت تقریبی ایستگاه ۱۰۰ هکتار است. اراضی ایستگاه به قطعات منظمی با مساحت پنج هکتار تقسیم شده است که پژوهش مذکور در یکی از این قطعات انجام گرفت. به علت بالا بودن سطح ایستابی در منطقه، سیستم زه‌کشی زیرزمینی با لوله‌های سیمانی در اراضی ایستگاه وجود دارد.

رقم برنج مورد بررسی چمپای کامفیروزی و نوع زودرس بود، که کشت غالب منطقه می‌باشد. تاریخ انجام عملیات زراعی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است. لازم به توضیح است که به علت وجود پاره‌ای مشکلات اجرایی در سال ۱۳۷۵، عملیات نشا در این سال با تأخیر انجام گردید، و در این سال دوره رشد نسبت به سال ۱۳۷٦ کوتاه‌تر بود.

در اندازه‌گیری تبخیر-تعرق از شش عدد لایسیمتر استوانه‌ای با قطر ٥٦ و ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متر استفاده شد که در سه مکان از قطعه آزمایشی نصب گردید. در هر مکان یک لایسیمتر ته باز و یک لایسیمتر ته بسته بود (شکل ۱). از لایسیمتر ته بسته مقدار تبخیر-تعرق، و از لایسیمتر ته باز تبخیر-تعرق به علاوه نفوذ عمقی به دست آمد (۷). شرایط کاشت داخل لایسیمتر مشابه شرایط اطراف آن بود. اندازه‌گیری‌ها به صورت روزانه انجام گردید. حجم آب کاسته شده از هر لایسیمتر با افزودن مقدار آب لازم به لایسیمتر برای جبران آن (مانند روش اندازه‌گیری تبخیر در تشت تبخیر) اندازه‌گیری شد، و با توجه به داشتن سطح لایسیمتر، ارتفاع آبی که صرف تبخیر-تعرق یا تبخیر-تعرق به علاوه نفوذ عمقی شده بود محاسبه گردید.

برای اندازه‌گیری رواناب خروجی مزرعه از سرریز مثلثی ۹۰ درجه استفاده شد، که در انتهای مزرعه نصب گردید.

در اواخر دوره رشد، به منظور خشک شدن زمین و امکان ورود ماشین‌آلات کشاورزی به زمین و برداشت محصول، آبیاری مزرعه قطع گردید. در این دوره، مقدار تبخیر-تعرق گیاه با توجه به رابطه بیلان آب در مزرعه به دست آمد. تغییرات رطوبتی خاک در این دوره با استفاده از نوترون‌متر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری رطوبت، سه نوبت در هفته، و در عمق‌های ۳۰، ٦۰ و ۹۰ سانتی‌متر انجام گردید.

داده‌های هواشناسی مورد نیاز در برآورد تبخیر-تعرق گیاه مرجع (ETo) از ایستگاه هواشناسی موجود در محل استخراج گردید (جدول ۳). برای برآورد تبخیر-تعرق گیاه مرجع با رجوع به تحقیقات انجام شده (۲، ٤، ٥، ۸ و ١٦)، و با توجه به مرجع بودن ایستگاه کوشکک (دارای پوشش گیاهی کوتاه در اطراف)، مستقر در منطقه کشت شده فاریاب و پژوهش سپاسخواه (۳)، روش پنمن FAO مناسب تشخیص داده شده و استفاده گردید. در این مورد تصحیحات سید عزیزی (۱۸) نیز مد نظر قرار گرفت. با داشتن مقدار تبخیر-تعرق گیاه مرجع و نیز تبخیر-تعرق گیاه برنج، حاصل از لایسیمتر، مقدار ضریب گیاهی و تغییرات آن در طول فصل رشد به دست آمد. هم‌چنین، نیاز آبی کل دوره رشد با توجه به اجزای آن، شامل آب لازم به منظور آماده نمودن زمین برای انجام عمل نشا (نیاز آب تخت که به وسیله سرریز نصب شده در ابتدای مزرعه اندازه‌گیری شد)، تبخیر-تعرق، نفوذ عمقی، ارتفاع آب روی زمین (میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده در طول دوره) و رواناب خروجی محاسبه گردید.

نتایج و بحث

با توجه به اندازه‌گیری‌های روزانه تبخیر-تعرق با استفاده از لایسیمتر، مقادیر میانگین تبخیر-تعرق گیاه برنج در طول فصل رشد برای سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷٦ به ترتیب برابر ٦/۲۷ و ٦/۸ میلی‌متر در روز به دست آمد. کمترین مقدار ثبت شده تبخیر-تعرق روزانه ۳/۷٦ میلی‌متر بوده که مربوط به آخر دوره رشد است، و بیشترین آن ۹/۳٤ میلی‌متر می‌باشد که در زمان خوشه‌دهی اتفاق افتاده است. شکل‌های ۲ و ۳ تغییرات تبخیر-تعرق گیاه برنج و نیز تبخیر-تعرق گیاه مرجع را در طول دوره رشد، به ترتیب برای سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷٦ نشان می‌دهند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.7.3]

جدول ۱. تاریخ انجام عملیات زراعی برای سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷٦ در مزرعه برنج

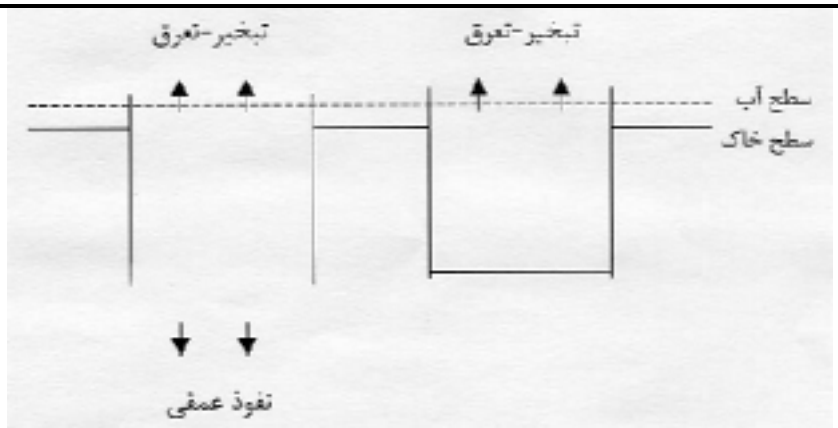
عملیات زراعی	۱۳۷۵	۱۳۷٦
نشا	۲۰ و ۲۱ تیر	۷ و ۸ تیر
قطع آب	۱۲ مهر	۱٤ مهر
برداشت	۲۲ مهر	۲۷ مهر

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد آزمایش (۱۲)

عمق (cm)	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	مواد آلی (٪)	pH	EC (dS/m)
۰–۱۵	۳۵	٤۸	۱۷	۱/۲	۷/۹	۱/٤
۱٦–۳۲	٤٤	٤۳	۱۳	۰/۹	۸/۲	۱/۵
۳۳–۵۸	٤۹	۳۷	۱٤	۰/۵	۸/٤	۲
۵۹–۸۰	۳۸	۵۳	۹	۰/٤	۸/۳	۱/۱
۸۱–۱۱۰	۳۹	۵۵	٦	۰/۳	۸/۳	۰/۹
۱۱۱–۱۳۵	۳۵	٦۳	۲	۰/۳	۸/۱	۰/۸

جدول ۳. مقادیر میانگین ماهیانه دمای هوا (T)، درصد رطوبت نسبی هوا (RH)، سرعت باد (U) و تبخیر از تشت کلاس A (Ep) برای ماه‌های مختلف فصل رشد برنج در منطقه کوشکک (سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷٦)

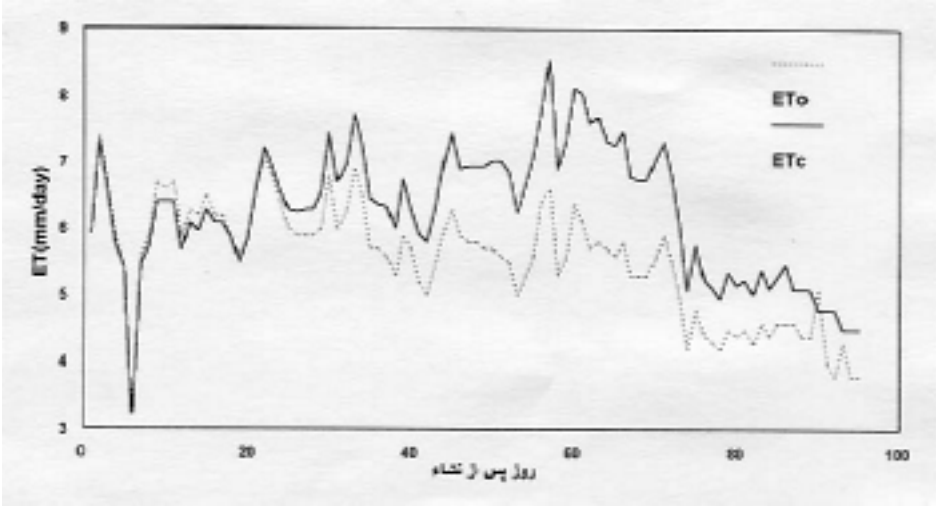
سال / ماه	۱۳۷۵				۱۳۷٦			
	T (°C)	RH (%)	U (km/d)	Ep (mm/d)	T (°C)	RH (%)	U (km/d)	Ep (mm/d)
تیر	۲۲/٤	۵۳/۷	۷۰/٦	۱۰/٦۵	۲٦	٤۱/۵	۹۱/۲	۹/۸
مرداد	۲٤/۱	۳۹/۵	۷٤/۱	۱۰/۱	۲۷/۲	٤٦/۷	۸۱	۱۰/۳
شهریور	۲۱/٦	٤۷/۵	۸۱/۱	۹/۲	۲۳/۳	٤٤/۵	۸٤/۱	۸/۷
مهر	۱۷/٤	۵۲/۹	۷۲/۸	٦/۵	۱۸/۹	۵۱/۳	۱۰٦/۵	٦/۵



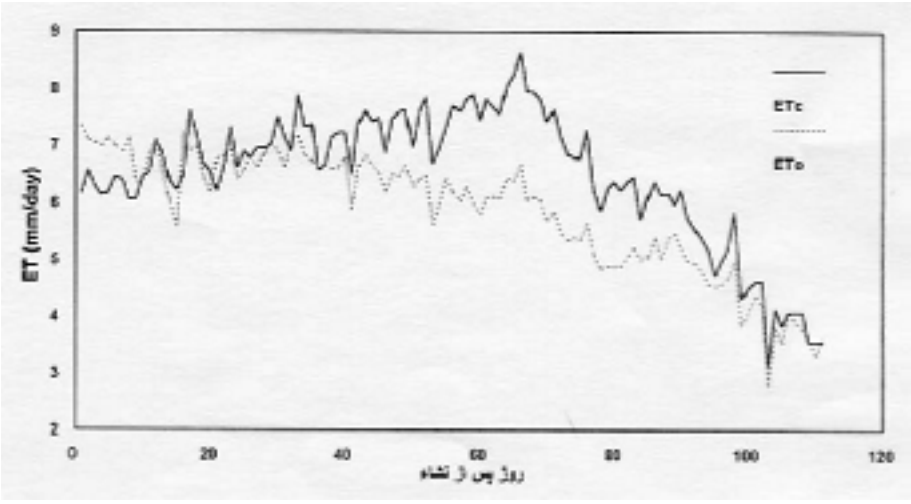
شکل ۱. لایسیمترهای مجاور برای اندازه‌گیری تبخیر-تعرق گیاه برنج و نفوذ عمقی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.7.3]



شکل ۲. تغییرات تبخیر-تعرق گیاه برنج (ETc) و تبخیر-تعرق گیاه مرجع (ETo) برای سال ۱۳۷۵



شکل ۳. تغییرات تبخیر-تعرق گیاه برنج (ETc) و تبخیر-تعرق گیاه مرجع (ETo) برای سال ۱۳۷٦

افزایش اختلاف بین مقادیر تبخیر-تعرق گیاه برنج و تبخیر-تعرق گیاه مرجع در طول دوره رشد نشان از افزایش نیاز آبی برنج در این دوره دارد. جدول ٤ مقادیر میانگین تبخیر-تعرق برنج برای مراحل مختلف دوره رشد و نیز مقدار کل تبخیر-تعرق دوره رشد برنج را نشان می‌دهد. همان گونه که دیده می‌شود مقادیر تبخیر-تعرق برای سال ۱۳۷٦ بیشتر از سال ۱۳۷۵ است. علت این امر را می‌توان در زیادتر بودن میانگین دما و طولانی‌تر بودن دوره رشد در سال ۱۳۷٦ دانست.

در این آزمایش با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده تبخیر-تعرق گیاه، و نیز مقادیر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A و سرعت باد، رابطه‌ای بین این عوامل به صورت زیر به دست آمد، که این رابطه می‌تواند در برنامه‌ریزی آبیاری در منطقه کوشکک استفاده گردد.

$$ETc=0.871Ep+0.61W,\ R^2=0.976,\ SE=1.025,\ n=201,\ P<0.05$$

که در آن:

ETc : تبخیر-تعرق گیاه برنج برحسب میلی‌متر در روز

Ep : تبخیر از تشت تبخیر کلاس A برحسب میلی‌متر در روز

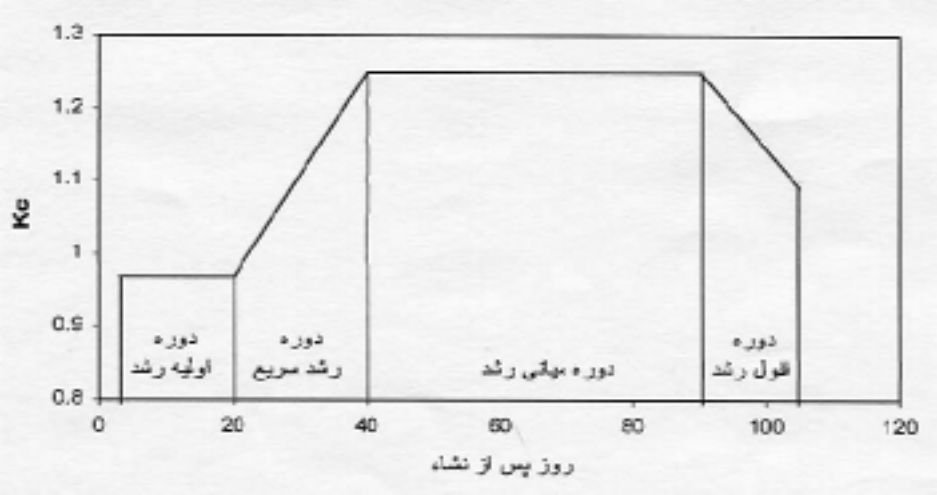
W : میانگین روزانه (٢٤ ساعته) سرعت باد برحسب متر در ثانیه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.7.3]

جدول ٤. مقادیر تبخیر-تعرق گیاه برنج برای سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷٦

سال	مرحله پنجه‌زنی (mm/d)	مرحله گل‌دهی (mm/d)	مرحله رسیدن (mm/d)	کل دوره رشد (mm)
۱۳۷۵	٦/۳۷	۷/۱۷	٤/۷	٥٦۰
۱۳۷٦	٦/۹۸	۷/٥۸	٥/۲۸	۷٥۷



شکل ٤. تغییرات ضریب گیاهی برنج در طول فصل رشد

شکل ٤ تغییرات ضریب گیاهی (Kc=ETc/ETo) را در طول فصل رشد نشان می‌دهد، که با توجه به روش توصیه شده به وسیله آلن و همکاران (۹) در نشریه فائو، ٥٦ ارائه گردیده است. این مقادیر میانگین به دست آمده برای سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷٦ می‌باشد. با توجه به شکل ٤، مقدار ضریب گیاهی برای گیاه برنج در ابتدای فصل رشد حدود ۰/۹۷ بوده و پس از آن با آغاز پنجه‌زنی و گسترش گیاه، مقدار ضریب گیاهی با شیبی تقریباً ثابت یک روند افزایشی دارد. این روند افزایشی تا هنگام وقوع حداکثر مقدار ضریب گیاهی، که حدود ۱/۲٥ است، ادامه می‌یابد. این مقدار Kc در مرحله خوشه‌دهی گیاه اتفاق افتاد. پس از آن منحنی سیر نزولی را طی کرد، که این روند تا زمان برداشت محصول ادامه داشت. در این زمان ضریب گیاهی به حدود ۱/۰۹ رسید. مقادیر به دست آمده برای Kc با توجه به پژوهش تومار و اوتول (۱۹)، که در منطقه آسیا انجام گرفته، و هم‌چنین مقادیر توصیه شده توسط نشریه فائو، ٥٦ منطقی به نظر می‌رسد.

مقادیر نفوذ عمقی حاصل تفاضل مقدار مصرف آب در لایسیمترهای مجاور ته بسته و ته باز می‌باشد. میانگین مقدار نفوذ عمقی روزانه برای سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷٦ به ترتیب برابر ۳/٤ و ۳/٥ میلی‌متر در روز بود. کل نفوذ عمقی برای دوره رشد در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷٦ به ترتیب برابر ۳۲۱ و ۳۹۰ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. مقدار نیاز آبی کل دوره رشد با توجه به اجزای آن محاسبه گردید، که این مقدار برای سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷٦ به ترتیب برابر ۱۹۸۳ و ۲۳٦۱ میلی‌متر به دست آمد (جدول ٥). شایان ذکر است که به علت اندازه نگرفتن نیاز آب تخت در سال ۱۳۷۵، مقدار اندازه‌گیری شده آن در سال ۱۳۷٦ برای هر دو سال در نظر گرفته شد. زیادتر بودن مقدار نیاز آبی کل در سال ۱۳۷٦ به دلیل طولانی‌تر بودن طول فصل رشد، و نیز بیشتر بودن میانگین دمای هوا در این سال می‌باشد. در نهایت می‌توان گفت که با توجه به وضعیت آب و هوایی منطقه و نیز زودرس بودن نوع برنج مورد استفاده، با اعمال یک تأخیزمانی در تاریخ کاشت می‌توان از برنج به عنوان کشت دوم در این منطقه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.7.3]

جدول ۵. نیاز آبی کل دوره رشد گیاه برنج (میلی‌متر)

نیاز آبی	سال	
	۱۳۷۵	۱۳۷٦
آب تخت	۳۲۷	۳۲۷
نفوذ عمقی	۳۲۱	۳۹۰
ارتفاع آب روی زمین	۵۷	۵۳
تبخیر-تعرق	٥٦۰	۷۵۷
رواناب خروجی	۷۱۸	۸۳٤
نیاز آبی کل	۱۹۸۳	۲۳٦۱

استفاده نمود. نتایج این پژوهش می‌تواند در ارائه مدیریت آبیاری از طریق ارائه ضریب گیاهی (Kc)، و در نتیجه تعیین الگوی مصرف آب و تخصیص میزان آب لازم برای مزارع منطقه مورد بررسی به کار رود.

سپاسگزاری

از آقایان دکتر یحیی امام و دکتر شاهرخ زند پارسا، به ترتیب دانشیار بخش زراعت و اصلاح نباتات و استادیار بخش آبیاری، به خاطر اظهار نظرهای ارزنده‌شان در طول پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود. هم‌چنین، از آقای مهندس کاظمینی ریاست محترم ایستگاه پژوهشی کوشکک، که امکان آزمایش را در ایستگاه به وجود آوردند، سپاسگزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. خوش خواهش، ی. ۱۳۷٦. ارزیابی راندمان آبیاری مزرعه در برنجزارهای تحت شبکه آبیاری گیلان و فومنات. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۲. رحیم‌زادگان، ر. ۱۳۷۰. جستجوی روش مناسب برآورد تبخیر-تعرق در منطقه اصفهان. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۲(۱ و ۲): ۱-۱۰.

۳. سپاسخواه، ع. ۱۳۷۷. نگرشی دوباره بر روش‌های محاسبه تبخیر-تعرق گیاهان زراعی. سمینار کادر آموزشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

٤. قهرمان‌زاده. م. ۱۳۷۵. تعیین ضرایب اصلاحی و مناسب‌ترین رابطه برآورد تبخیر-تعرق بالقوه سطوح گیاهی مرجع برای منطقه ارومیه. هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری-زه‌کشی، تهران.

۵. مالک، ا. ۱۳٦۰. روش‌های بررسی بیلان آب و تعیین اقلیم با مثالی در مورد باجگاه. مجله علوم کشاورزی ایران ۱۲: ۵۷-۷۲.

٦. یزدانی، ا.، م. ساعدی و ع. بابایی. ۱۳۷۱. اندازه‌گیری آب مصرفی برنج در مزارع زارعین استان اصفهان. گزارش پژوهشی سال ۱۳۷۱، بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان.

7. Aboukhaled, A., A. Alfaro and M. Smith. 1982. Lysimeters. Irrig. Drain., Paper 39, FAO, Rome.

8. Allen, R. G. 1986. A Penman for all seasons. J. Irrig. Drain. Eng., ASCE 112(4) 348-368.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.7.3]

9. Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration. Irrig. Drain. Paper 56, FAO, Rome.
10. Fathima, Z., A. Dillaha and G. V. Joganathan. 1988. Water management for lowland rice irrigation. J. Irrig. Drain. Eng., ASCE 114(3): 407-423.
11. Fukuda, H. and H. Tsutsui. 1979. Rice Irrigation in Japan. JAJA, Japan.
12. Gharaee, H. A. and R. A. Mahjoory. 1984. Characteristics and geomorphic relationships of some representative arid soils in southern Iran. Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 1115-1119.
13. Hendrickx, J. M. H., N. H. Vink and T. Fayinke. 1986. Water requirement for irrigated rice in semi-arid region in west Arfica. Agric. Water Manag. 22: 75-90.
14. Herve, P. 1996. Guilan, a successful irrigation project in Iran. Irrig. Drain. Sys. 10: 95-107.
15. Hira, G. S. 1996. Evapotranspiration of rice and falling water table in Punjab. PP. 579-584. *In*: C. R. Camp, E. J. Sadler and R. E. Yoder (Eds.), Evapotranspiration and Irrigation Scheduling. San Antonio, Texas.
16. Kizer, M. E., R. L. Elliot and J. F. Ston. 1990. Hourly ET model calibration with few energy balance data. J. Irrig. Drain. Eng., ASCE 116: 172-181.
17. Milton, D. M. 1980. Rice Irrigation. Division of Agric. Sciences. University of California, Leaflet 21175.
18. Seyyed Azizy, A. 1999. Estimation of Reference Crop Potential Evapotranspiration and Iso-ET0 Maps for Iran. M. Sc. Thesis, Shiraz University, Shiraz, Iran.
19. Tomar, V. S. and J. C. O'Toole. 1980. Water use in lowland rice cultivation in Asia: a review of evapotranspiration. Agric. Water Manag. 3: 83-106.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1381.6.3.7.3]