یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۷

عنوان مقاله:

نگرشی واقعی به راندمان کاربرد آب در اراضی شالیزاری (مطالعه موردی ــ شبکه آبیاری سپیدرود گیلان)

تألیف:

مسعود پارسی‌نژاد[۱]، محمدرضا یزدانی[۲]، تیمور رضوی‌پور[۳]

برنج به عنوان غذای اصلی نزدیک به نیمی از مردم جهان که بیشتر در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند را تشکیل می‌دهد. بیش از ۹۰٪ برنج دنیا در آسیا تولید و مصرف می‌شود. بیش از ۸۰٪ از منابع آب شیرین در آسیا در کشاورزی و حدود نیمی از آن در تولید برنج مصرف می‌شود.

رشد سریع و بی سابقه صنعت و شهرنشینی در دهه‌های اخیر زمینه تخصیص بخشی از آب کشاورزی به مصارف غیر کشاورزی را فراهم آورده است. از آنجا که آب مورد نیاز مصارف شهری و صنعتی نسبت به مصارف کشاورزی در اولویت قرار خواهند گرفت و تولید کشاورزی بالاخص در شرایط کم آبی تحت تأثیر شدید قرار گرفته و خواهد گرفت.به همین دلیل تولید برنج به عنوان پرمصرف‌ترین کشت آبی در آینده متکی به اتخاذ روش‌های کارآمد مصرف آب می‌باشد.

با توجه به سهم بالای کشاورزی در مصرف آب محدود موجود در کشور پهناور و پرجمعیت ایران و با توجه به مصرف بسیار بالای آب در اراضی شالیزاری لزوم بررسی دقیق چگونگی ارایه و مدیریت آب در اینگونه اراضی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در همین راستا مدیریت آب در شبکه آبیاری و زهکشی سپیدرود در استان گیلان که حدود ۱۶۰ هزار هکتار از اراضی شالیزاری را تحت پوشش دارد در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. از اندازه‌گیری‌های بدست آمده در طول فصل زراعی در پهنه وسیع شبکه و با در نظر گرفتن عوامل مؤثری از قبیل: الف: مقدار ذخیره یا برداشت آب، ب: تنها درصدی از و نه کل جریان خروجی به عنوان تلفات و ج: تنوع خاک‌های موجود و اثر آنها در میزان نفوذ عمقی راندمان مصرف آب در مزرعه مورد ارزیابی قرار

۱- استادیار گروه آبیاری دانشگاه گیلان

۲- عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور

۳- عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور

گرفته است. اینگونه ملاحظات که در بسیاری از مطالعات قبلی در نظر گرفته نشده است مقادیر بدست آمده راندمان را به واقعیت نزدیک‌تر می‌کند.

مرور منابع:

یکی از رایج‌ترین پارامترها در ارزیابی عملکرد یک سیستم آبیاری راندمان است. بر حسب تعریف راندمان آبیاری عبارت از نسبت مقدار آب لازم برای هدف خاص بر کل آب تحویل داده شده در پهنه مورد نظر می‌باشد (Jensen,1980). در این راستا آن مقدار از آب تحویل داده شده که به مصرف مورد نظر نمی‌رسد تلفات محسوب می‌شود. بدیهی است که برای افزایش راندمان در محدوده مورد نظر، اعم از مزرعه، شبکه یا حوزه آبریز لازم است تلفات آب شناسایی و به حداقل رسانده شوند.. در سطح مزرعه عواملی از قبیل نشت جانبی (seepage) و نفوذ عمقی (percolation) به عنوان تلفات محسوب می‌شوند چرا که این جریان‌ها بدون آنکه به مصرف گیاه مورد نظر برسند از دسترس خارج می‌شوند. کاهش دادن مقادیر نشت و نفوذ منجر به بهبود راندمان آب در سطح مزرعه خواهد شد. در حالیکه اگر این مقدار آب را بتوان در پایین دست جمع‌آوری کرده و به مصرف گیاه رساند دیگر به عنوان تلفات در محدوده شبکه محسوب نخواهد شد. در همین راستا تلفات یک شبکه آبیاری ممکن است دربرگیرنده تلفات یک حوزه آبریز نباشد (Guerra et al.,1998).

راندمان کل آبیاری در یک شبکه آبیاری را که عبارتست از نسبت آب استفاده شده به وسیله گیاه به کل آب تحویل داده شده به شبکه را می‌توان به سه بخش راندمان انتقال، راندمان توزیع و راندمان مزرعه تقسیم کرد. راندمان کاربرد آب در مزرعه که مورد نظر این مطالعه است عبارت از مقدار آب مصرف شده به وسیله گیاه به مقدار آب دریافت شده در دهانه ورودی مزرعه می‌باشد (Doorenbos & pruitt, 1992). در قالب این تعریف مقدار آب خروجی به مزارع پایین دست به عنوان تلفات محسوب می‌شود که فرض معقولی نیست.

خوش خواهش (۱۳۷٦) با لحاظ کردن درصدی از آب خروجی به عنوان مصرف مفید، راندمان کاربرد مزارع شالیزاری را تحت شبکه آبیاری گیلان بدست آورده است. در مطالعه ایشان تغییرات ذخیره آب درون کرت لحاظ نشده است. پارسی‌نژاد و همکاران (۱۳۷۹) در یک مطالعه جامع ضمن محاسبه مقدار ذخیره در کرت در طول زمان اندازه‌گیری و با محاسبه مقادیر تبخیر و تعرق از طریق روابط تجربی، راندمان کاربرد در سه منطقه غرب، مرکزی و شرق شبکه سپیدرود را با احتساب درصدهای مختلف استفاده مفید از آب خروجی بدست آورده‌اند. در مطالعه ایشان مقادیر نفوذپذیری بطور مستقیم در ۱۳ مزرعه تحت مطالعه اندازه‌گیری شده و مورد استفاده قرار گرفته شده است.

از طرفی مطالعه رضوی‌پور (۱۳۷۷) بر روی خاک‌های مختلف در پهنه شبکه آبیاری سپیدرود نشان می‌دهد که نفوذپذیری خاک‌ها را می‌توان در چهار کلاس نفوذ به شرح زیر تقسیم‌بندی نمود. ۱- نفوذ عمقی بسیار زیاد (نفوذ ۷۳ میلی‌متر در روز، بافت سبک با مقدار رس کمتر و یا مساوی ۸ در صد) ۲- نفوذ عمقی زیاد (نفوذ ٥٤ میلی‌متر در روز، بافت خاک نسبتاً سبک با مقدار رس بیش از ۸ درصد و مساوی و

یا کمتر از ١٦ درصد) ٣- نفوذ عمقی متوسط (نفوذ ٣٢ میلی‌متر در روز، بافت خاک متوسط با مقدار رس بیش از ١٦ درصد و کمتر یا مساوی ٤٤ درصد) ٤- مقدار نفوذ عمقی کم (نفوذ ١/٥ میلی‌متر در روز، بافت سنگین با مقدار رس بیش از ٤٤ درصد). مشابه این نتیجه‌گیری در مطالعات نفوذپذیری خاک‌های شبکه توسط شرکت مهندسین مشاور پندام (١٣٨٠) بدست آمده است. در مطالعه حاضر با استناد به نتایج حاصله از مطالعه پارسی‌نژاد و همکاران (١٣٧٩) و لحاظ کردن تنوع مقادیر نفوذپذیری، راندمان کاربرد آب در نقاط مختلف شبکه محاسبه شده است.

مواد و روش تحقیق:

اطلاعات لازم در خصوص پارامترهای مؤثر در بیلان آب در ١٣ مزرعه مختلف در پهنه شبکه آبیاری و زهکشی سپیدرود در طول فصل کشت برنج در سال ١٣٧٩ جمع‌آوری شد. این پارامترها شامل جریان‌های ورودی و خروجی به مزرعه (اندازه‌گیری به وسیله فلوم‌های WSC)، نفوذپذیری خاک (اندازه‌گیری با روش سریع quick method)، تبخیر و تعرق (تخمین با استفاده از مدل کامپیوتری Daily ET) بوده است. جزئیات مرتبط در خصوص مکان، تعداد و معیارهای انتخاب مزارع، مدیریت و وضعیت آبیاری، روش‌های اندازه‌گیری و تخمینی پارامترهای فوق در گزارش پارسی‌نژاد و همکاران (١٣٧٩) آمده است.
با استفاده از این اطلاعات مقدار ذخیره آب در کرت‌ها و در طول هر بار اندازه‌گیری را می‌توان از معادله زیر بدست آورد:

$$\Delta S = R_i - (R_o - D_p + ET)$$

(تبخیر و تعرق + نفوذ عمقی- خروجی) – ورودی = ذخیره

بر این اساس راندمان کاربرد آب را می‌توان به صورت ذیل بیان کرد:

$$E_a = \frac{ET}{R_i - \Delta S}$$

معادله فوق که بر اساس مدیریت سنتی آبیاری در اراضی شالیزاری تدوین شده و در مطالعات دیگران مشاهده نشده است با شرایط رایج و مرسوم فعلی آبیاری در اراضی شالیزاری انطباق بیشتری دارد و نتایج حاصله از آن می‌تواند به واقعیت نزدیک‌تر باشد. از آنجا که غالباً درصدی از آب خروجی در پایین دست مورد استفاده مفید قرار می‌گیرد و علی‌القاعده جزو تلفات محسوب نمی‌شود، معادله فوق را می‌توان به صورت ذیل تکمیل کرد:

$$E_a = \frac{ET}{R_i - (\Delta S + \%P * R_o)}$$

در این رابطه چند ملاحظه اساسی را می‌توان در نظر گرفت:

۱- در خصوص میزان نفوذ عمقی به غیر از شرایطی که امکان اندازه‌گیری مستقیم باشد، راندمان کاربرد را می‌توان با توجه به تنوع خاک‌های موجود در شبکه بر اساس طبقه‌بندی خاک‌ها در چهار کلاس مختلف (حاصل از مطالعه رضوی، ۱۳۷۷) بدست آورد. در این مطالعه این مسئله لحاظ شده است.

۲- در خصوص تعیین درصد استفاده مفید از میزان آب خروجی، این مسئله به عوامل متعددی از قبیل موقعیت مزرعه نسبت به محل آبگیر از شبکه، مدرن یا سنتی بودن شبکه، موقعیت مزرعه در پهنه دشت و شرایط آبی فصل از نظر خشکسالی دارد. در این مطالعه مقادیر راندمان در دو حالت بدون استفاده مجدد از آب خروجی و حالت ۸۰ درصد استفاده مجدد از آب خروجی محاسبه شد. بدیهی است که با استفاده از روابط ارائه شده می‌توان راندمان را به شرط استفاده مجدد از آب خروجی با درصدهای متفاوت بدست آورد.

۳- در خصوص مقادیر تبخیر و تعرق، با توجه به نوسانات محدود در تخمین‌های حاصله از روش‌های مختلف تجربی و تقریب‌های متعدد در خصوص تعیین پارامترهای مؤثر دیگر از قبیل درصد استفاده مفید از جریان خروجی، میزان ذخیره و نفوذ عمقی انتخاب هر یک از روش‌های تجربی رایج جهت تخمین تبخیر و تعرق (با توجه به اطلاعات در دسترس) قابل قبول است. بدیهی است تخمین‌های بدست آمده تبخیر و تعرق در قالب مطالعات راندمان قابل قبول بوده و استفاده از مقادیر حاصله بطور مستقل مستلزم بررسی‌های بیشتر می‌باشد.

نتایج و بحث:

محاسبه راندمان کاربرد آب که از اهداف اصلی این مطالعه می‌باشد به طور معمول از نسبت میزان آب مصرفی گیاه (تبخیر و تعرق) به میزان آب ورودی به مزرعه بدست می‌آید. در روش سنتی آبیاری اراضی شالیزاری که معمولاً آب ورودی و خروجی از کرت‌های بهم پیوسته در طول دورهٔ آبیاری با مقادیر غیر یکسان در جریان است امکان برآورد دقیق راندمان کاربرد از روش محاسبه فوق‌الذکر وجود ندارد. بطور مشخص میزان آب ذخیره شده درکرت در طول دوره‌های مختلف اندازه‌گیری جریان ورودی و خروجی از پارامترهای اساسی در تعیین بیلان آبی و در نتیجه محاسبه راندمان کاربرد آب است.

یکی از ویژگی‌های اصلی این مطالعه لحاظ کردن کلیه پارامترهای مؤثر در بیلان آبی (از جمله تغییرات در ذخیره آب در کرت، درصد مصرف مفید از جریان خروجی و نهایتاً تفاوت مقادیر نفوذ عمقی) در محاسبه راندمان کاربرد آب در مزرعه بوده است. در این مطالعه در گستره شبکه آبیاری و زهکشی سپیدرود ۱۳ مزرعه در هر سه قسمت شبکه یعنی غرب، مرکز و شرق و در نقاط مختلف هر منطقه (بالا دست، وسط و پایین دست) حداقل یک مزرعه انتخاب شد تا نتایج بدست آمده از این مطالعه به کل شبکه قابل تعمیم باشد. انتخاب مزارع بر اساس خصوصیات مختلف از قبیل تعداد ورودی و خروجی‌های آب هر مزرعه (حتی‌المقدور یک ورودی و یک خروجی قابل اندازه‌گیری)، وضعیت نشت آب (مقادیر تقریباً مساوی نشت

ورودی و خروجی)، مشخصات خاک (در برگیرنده تنوع طبیعی خاک منطقه) و وضعیت آبیاری (بیانگر شرایط متوسط سال‌های آبی) انجام گرفت.

مزارع انتخابی در واحدهای مختلف عمرانی در سراسر شبکه با مساحت‌های بین ۲۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ متر مربع متغیر بود. بافت خاک‌ها عمدتاً متوسط تا سنگین با نفوذپذیری بین ۱,٤ تا ٦,۲ میلیمتر در روز می‌باشد. دبی ورودی و خروجی در زمان‌های مختلف آبیاری و با توجه به شرایط و موقعیت مزرعه بین ۰,۲ تا ۷ لیتر در ثانیه در نوسان بود. در بعضی از شرایط از جریان آب ورودی تنها برای ذخیره آب استفاده می‌شد و جریان خروجی وجود نداشت. به علت عدم امکان اندازه‌گیری مستقیم و محدودیت در دسترسی به اطلاعات مورد نیاز برای تخمین میزان تبخیر و تعرق در کلیه مناطق تحت مطالعه، ابتدا میزان تبخیر و تعرق با استفاده از مدل کامپیوتری DAILYET برای رشت برآورد شده و سپس با توجه به معادله همبستگی بدست آمده بین مقادیر تبخیر و تعرق با مقادیر تبخیر از تشتک، نیاز خالص آبیاری برای مناطق دیگر تخمین زده شد. جدول ۱ مشخصات مزارعی که در آنها اندازه‌گیری بعمل آمده است، شامل واحد آبیاری موقعیت مکانی مزرعه و نوع مزرعه ر ا از نظر سنتی و مدرن نشان می‌دهد.

این مطالعه نشان می‌دهد که راندمان کاربرد آب در مزارع مختلف با توجه به موقعیت مزرعه، خصوصیات فیزیکی خاک و مدیریت آبیاری و میزان استفاده از آب خروجی از ۲۸٪ (برای بدترین شرایط و بدون استفاده مفید از آب خروجی) تا ۷۲٪ (برای بهترین شرایط واستفاده ۱۰۰٪ از آب خروجی) متغیر است. نتیجه‌گیری در خصوص اینکه چه درصدی از آب خروجی به صورت مفید مورد استفاده قرار می‌گیرد برای شرایط مختلف کاملاً متفاوت است و مطالعه مستقلی را می‌طلبد. ولی با فرض بر اینکه به طور متوسط ۸۰٪ از آب خروجی مورد استفاده مفید قرار گیرد راندمان کاربرد آب در سه منطقه غرب، مرکز و شرق شبکه آبیاری سپیدرود به ترتیب برابر ۵۸ و ۵۳ و ٤٤٪ بدست آمد.

همچنین مقادیر راندمان محاسبه شده در دوحالت بدون استفاده از آب خروجی (A) و با استفاده از آب خروجی به مقدار ۸۰ ٪ (B) در چهار کلاس نفوذپذیری خیلی کم، کم، متوسط و زیاد در این جدول آورده شده است بر اساس این داده‌ها مقدا ر راندمان به ترتیب از مرکز به غرب و شرق در هر دو حالت A و B کم می‌شود اما در حالت B تفاوتی بین راندمان مرکز و غرب استان وجود ندارد و در مورد خاک‌های سنگین حتی مقدار راندمان ببیشتر از مرکز می‌شود که قابل تأمل می‌باشد (نمودار ۱).

مقدار متوسط راندمان کل شبکه در هردوحالت A و B از متوسط مرکز و غرب کمتر و از متوسط شرق بیشتر است. که در این موضوع ناشی از راندمان خیلی کم در مزرعه شماره ۱۱ می‌باشد چنانچه این مزرعه از محاسبات حذف شود مقدار راندمان در قسمت شرق یا متوسط غرب و مرکز تفاوت زیادی نخواهد داشت. نمودار شماره ۲ مقادیر راندمان را در جهت شمالی جنوبی در سه قسمت بالا دست میان دست و پایین دست نشان می‌دهد. مطالعات خاکشناسی نشان داده است که بافت خاک در مسیر بالا دست تا پایین دست از سنگین به سبک تغییر می‌نماید با توجه به این نمودار نقاط پایین دست از راندمان بالاتری نسبت به سایر نقاط در دو حالت A وB برخوردار می‌باشد به طوری که نقاط میان دست و بالا دست از

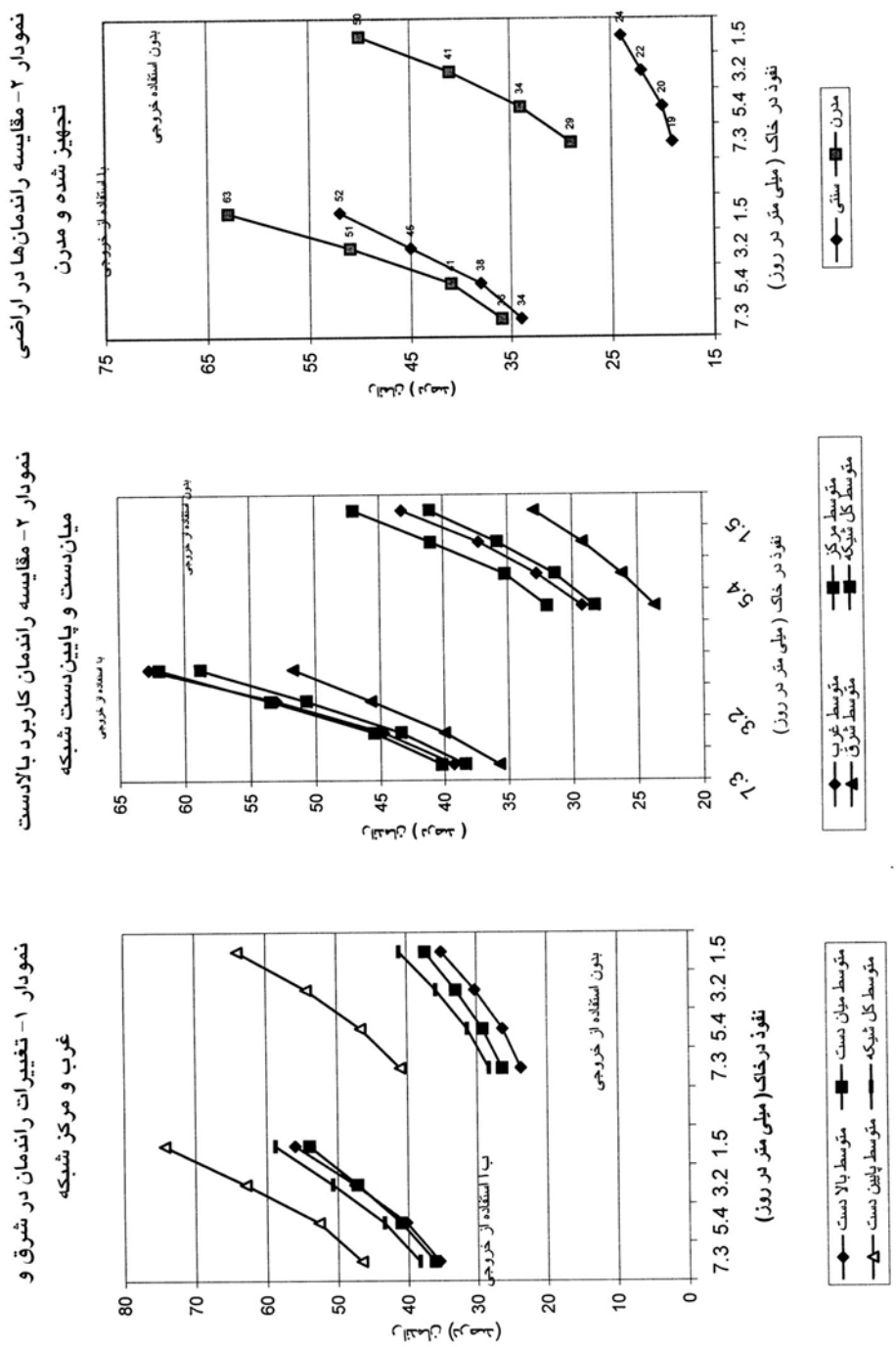
متوسط شبکه راندمان کمتری دارند همچنین در حالت B نقاط بالا دست و میان دست راندمان تقریباً برابری دارند. با توجه به این نمودار اراضی پایین دست با اینکه راندمان بالاتری از سایر اراضی دارند ولی به دلیل سبکی بافت خاک و نفوذپذیری بیشتر دارای راندمان کمتری خواهند بود.

در مجموع اگر راندمان‌های منطقه‌ای بر اساس مکان مزارع در بالا دست یا پایین دست و میان دست تعیین راندمان شوند به برآورد دقیق‌تر از واقعیت دست خواهیم یافت. زیرا بافت خاک که تأثیر چشمگیری در مقدار راندمان دارد در این نوع طبقه‌بندی تفاوت مشخص‌تری از تقسیم‌بندی شرقی و غربی دارد. به طور کلی چنانچه بافت خاک معلوم باشد می‌توان مستقیماً از جدول ۱ بر اساس کلاس نفوذپذیری و موقعیت مزرعه در بالا دست یا میان دست و یا پایین دست اقدام به برآورد راندمان نمود.

نمودار شماره۳ راندمان کاربرد در دو مزرعه سنتی و تجهیز شده (مدرن) که در مجاورت یکدیگر قرار دارند را در دو حالت A و B نشان می‌دهد با توجه به این نمودار در هر دو حالت A و B راندمان آبیاری در مزرعه مدرن بیشتر ازمزرعه سنتی می‌باشد اما مقدار تفاوت در حالت A خیلی بیشتر از تفاوت مقادیر راندمان در حالت B می‌باشد یعنی در حالت عدم استفاده مجدد از آب خروجی مقدار راندمان در اراضی تجهیز شده به نحو چشمگیری بیشتر از اراضی سنتی خواهد بود البته باید توجه داشت که اراضی سنتی به دلیل روش آبیاری کرت به کرت و همچنین عدم دسترسی به زهکش‌های مستقل، امکان استفاده مجدد از آب خروجی در آنها خیلی بیشتر از اراضی مدرن می‌باشد. همچنین استفاده ازآب خروجی در اراضی مدرن به دلیل ماهیت این اراضی سخت‌تر از اراضی سنتی بوده و مستلزم تمهیداتی نظیر پمپاژ می‌باشد بنابراین پیشنهاد می‌شود مقدار راندمان در اراضی تجهیزشده از حالت A و برای اراضی مدرن از حالت B استفاده می‌شود.

جدول ۱- مقادیر راندمان در مکان‌ها و خاک‌های مختلف

ردیف	نام زارع	نام ده	نام شهرستان	واحد آبیاری	موقعیت طولی	نوع مزرعه	راندمان بدون استفاده از خروجی				مقدار خروجی به درصد استفاده از هشتاد راندمان با			
							نفوذ خیلی کم	نفوذ کم	نفوذ متوسط	نفوذ زیاد	نفوذ خیلی کم	نفوذ کم	نفوذ متوسط	نفوذ زیاد
							1.5	3.2	5.4	7.3	1.5	3.2	5.4	7.3
1	عبدی	گوراب زرمخ	صومعه سرا	F2	بالادست	سنتی	24	22	20	19	52	45	38	34
2	نوری	گوراب زرمخ	صومعه سرا	F2	بالادست	مدرن	50	41	34	29	63	51	41	36
3	آقاجانی	دلیوندان تولمات	فومن	F1	پایین دست	سنتی	64	53	46	40	72	60	50	44
4	محمودی	کهنه گوراب	شفت	F1	مرکز	سنتی	60	51	44	39	74	62	52	45
5	مقدم	بداب	شفت	F1	بالادست	سنتی	25	23	21	19	53	45	39	34
متوسط غرب							43.25	37.25	32.8	29.3	62.75	53	44.75	39.3
6	حسنی	گیله پردسر سنگر	رشت	G4	مرکز بالا	سنتی	30	27	24	23	51	45	39	35
7	شرد	فشتام موسسه برنج	رشت	G6	مرکز	مدرن	22	20	18	17	45	39	34	30
8	احمد پور	بالا گفشه لشت نشا	رشت	G3	مرکز	سنتی	69	61	52	47	78	68	58	51
9	عزیزی	لیجارکی حسن رود	انزلی	G4	پایین دست	سنتی	67	56	47	41	74	62	51	45
متوسط مرکز							47	41	35.3	32	62	53.5	45.5	40.3
10	محمدی	بالا لشکریان	سیاهکل	D1	بالادست	سنتی	35	30	26	24	57	49	42	37
11	ذاکری	گلرودبار	لاهیجان	D2	مرکز	سنتی	12	11	11	10	26	24	22	20
12	علی نیا	درگاه	لاهیجان	D5	مرکز	سنتی	24	22	21	19	47	43	39	35
13	حسینی	سالکده	کیاشهر	D3	پایین دست	سنتی	61	54	47	42	77	67	57	51
متوسط شرق							33	29.3	26.3	23.8	51.8	45.8	40	35.8
متوسط بالا دست							35	30.3	26.3	23.8	56	47.5	40.3	35.5
متوسط میان دست							37.4	33	29.2	26.4	54	47.2	41	36.2
متوسط پایین دست							64	54.3	46.7	41	74.3	63	52.7	46.7
متوسط کل شبکه							41.1	35.8	31.4	28.3	58.8	50.8	43.4	38.4


نمودار ۲- مقایسه راندمان‌ها در اراضی تجهیز شده و مدرن
بدون استفاده خروجی
با استفاده از خروجی
نفوذ در خاک (میلی متر در روز)
مدرن
سنتی
نمودار ۲- مقایسه راندمان کاربرد بالادست میان‌دست و پایین‌دست شبکه
متوسط غرب
متوسط شرق
متوسط مرکز
متوسط کل شبکه
نمودار ۱- تغییرات راندمان در شرق و غرب و مرکز شبکه
متوسط بالا دست
متوسط میان دست
متوسط پایین دست
متوسط کل شبکه

منابع:

۱- پارسی‌نژاد، مسعود، محمدرضا یزدانی، صالح ارشد، هیربد جهانبانی، حمید قاجارنیا و ابراهیم کلی‌وند. ۱۳۷۹ اندازه‌گیری راندمان کاربرد آب در مزارع شالیزاری تحت شبکه آبیاری و زهکشی سپیدرود گزارش مطالعه کارشناسی.

۲- پندام، مهندسین مشاور. ۱۳۸۰. مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سپیدرود گیلان- گزارش نهایی، جلد دوم.. مطالعات راندمان آب سازمان آب منطقه‌ای گیلان.

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

٤- رضوی‌پور کومله، تیمور. ۱۳۷۷. اندازه‌گیری نفوذ عمقی آب در بافت‌های مختلف خاک‌های شالیزار در مرحله رشد برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد با همکاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور. رشت.

5- Doorenbos, J. and W. O. Pruitt 1992. *Crop water requirements.* FAO Irrigation and Drainage Paper 24. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

6- Guerra, L.C., S.I. Bhuiyan, T.P. Tuong and R. Barker, 1998. Producing more rice with less water. SWIM paper 5. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.

7- Jensen, M. E. 1980. The role of irrigation in food and fiber production. In *Design and operation of farm irrigation systems,* ed. M. E. Jensen. Michigan: The American Society of Agricultural Engineers. p15–41.

ABSTRACT

Limitations on available water for agriculture use has resulted in an increase toward researches on techniques to use water more efficiently, especially in countries like Iran which is located in dry and semidry regions. In this study actual water application of rice paddy fields for 13 different sites throughout the province of Guilan was investigated. Based on field measurements for water inflow and outflow, deep percolation loss and calculation of evapotranspiration the water application efficiency was determined for cases where the outflow was considered as loss and for the cases where a percentage of the outflow was considered as reusable water. Among the parameters that were taken into consideration were change in storage of the standing water, and the variability of the soils which would effect the rate of deep percolation. The results of this study show that if the outflow were to be considered as loss the application water efficiency for the western, central and eastern section of the irrigation network would be 41%, 40% and 28%, respectively. On the other hand if 80% of the outflow were considered as reusable water and therefore not “loss”, the above values would increase to 58%, 53% and 44%, respectively. Soilanalysis of the region shows that higher lands have coarser soils as compared to the lower lands. This factor would affect the rate of deep percolation and should be considered in calculation of the irrigation efficiencies.

Decision on what percentage of the outflow can be considered as reusable has to be made, separately, for the specified field, mainly based on the location of the field with respect to the watershed spectrum.