نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۲، جلد۴، پاییز ۱۳۸۹، ص. ۳۱۸-۳۰۸

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 2, Vol. 4, fall 2010, p. 308-318

تاثیر استفاده از داده های بهنگام هواشناسی مزرعه در محاسبه نیاز آبیاری بر افزایش کارایی مصرف آب در ذرت علوفه ای

امین علیزاده[۱*]، حسین دهقانی سانیج[۲] و مریم موسوی[۳]

چکیده

بهینه کردن مصرف آب در کشاورزی و افزایش کارائی مصرف آن که در نهایت می تواند به پایداری سیستم کشاورزی همراه با افزایش درآمد زارع منتهی گردد مستلزم به کارگیری روش های مختلف است . از جمله این راه کارها تعیین مقدار نیاز آبیاری بر اساس میزان تخلیه آب از خاک می باشد. این روش در صورتی می تواند عملیاتی شود که آب مورد نیاز آبیاری یا بر اساس داده های لایسی متری مزرعه و یا با محاسبه نیاز آبی بر مبنای داده های هواشناسی اندازه گیری شده فی الفور و بهنگام در مزرعه باشد. بمنظور مقایسه میزان مصرف آب آبیاری و تاثیر آن بر کارائی مصرف آب در سه وضعیتی که در آنها میزان آبیاری بر اساس: (۱) داده های بهنگام هواشناسی مزرعه ، (۲) داده های بهنگام ایستگاه هواشناسی خارج از مزرعه، و (۳) داده های میانگین هواشناسی منطقه محاسبه و انجام شده بود آزمایش صحرائی روی محصول ذرت علوفه ای در منطقه کرج انجام گرفت. نتایج نشان داد که بین داده های هواشناسی از نظر دما ، رطوبت و سرعت باد در مزرعه و نزدیکترین ایستگاه هواشناسی و یا داده های میانگین منطقه تفاوت وجود داشته و همین امر باعث گردید که در وضعیتی که مقدار آبیاری بر اساس داده های هواشناسی بهنگام داخل مزرعه صورت گرفت مصرف آب در هر هکتار ذرت ۶۸۳۸ متر مکعب و مقدار تولید ۷۸ تن و لذا کارائی مصرف آب ۱۱/۴ کیلو گرم بر متر مکعب بوده است . حال آنکه این ارقام در شرایطی که مقدار آبیاری بر اساس داده های بهنگام ایستگاه هواشناسی غیر کشاورزی خارج از مزرعه که در فاصله ۴ کیلومتری مزرعه آزمایشی واقع بود صورت گرفت به ترتیب ۷۶۴۰ ، ۷۸/۲ ، و ۱۰/۲ و در شرایطی که از آمار میانگین ۲۰ ساله هواشناسی برای آبیاری مزرعه استفاده گردید به ترتیب ۹۳۵۰ ، ۷۹/۹ ، و ۸/۵ بدست آمد که نشان می دهد در صورت اندازه گیری داده های هواشناسی در مزرعه و انجام آبیاری بر اساس آنها کارائی مصرف آب نسبت به وضعیتی که از داده های میانگین هواشناسی منطقه استفاده شود ۲۷ درصد افزایش پیدا می کند.

واژه های کلیدی : کارائی مصرف آب ، ذرت علوفه ای ، داده های هواشناسی بهنگام ، ایستگاه هواشناسی غیر کشاورزی

مقدمه

با توجه به پایین بودن راندمان آبیاری و بخصوص بهره وری آب مورد استفاده در بخش کشاورزی ، روش‌های گوناگونی برای افزایش آنها و در نهایت افزایش درآمد زارع در راستای بهینه کردن مصرف آب توسعه یافته است. از روش‌های آبیاری که درحال حاضر در بسیاری از کشورهای جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش‌های آبیاری تحت فشار می‌باشد که می‌تواند راندمان آبیاری را تا ۷۵ الی ۹۵ درصد افزایش دهد. طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار و همچنین مدیریت آبیاری در این سیستم‌ها از نظر مقدار آب و زمان آبیاری عموماً بر اساس متوسط آمار هواشناسی سال‌های گذشته انجام می‌گیرد. علاوه بر آن به دلیل عدم وجود سیستم مدیریتی کارآمد، کشاورزان حتی در صورت داشتن سیستم‌های آبیاری مدرن با امکان مدیریت دقیق‌تر، بر اساس تجربیات خود نسبت به مدیریت آبیاری اقدام می‌کنند. حال آنکه عموماً شرایط اقلیمی سال‌های مختلف یکسان نبوده و میزان نیاز آبی گیاهان در سال های مختلف متغیر می باشد. لذا ممکن است در یک سال بخصوص اگر بر اساس میانگین دراز مدت داده های اقلیمی نیاز آبی تعیین و اعمال گردد مزرعه یا آب اضافی دریافت نماید (over- irrigation) و یا آنکه کمتر از حد نیاز به آن آب داده شود (under-irrigation) که یا تلفات آب را در برخواهد داشت و یا کاهش محصول را. یکی از راه کارهای عملی آن است که با توجه به دور آبیاری نیاز آبی بر اساس داده های نزدیک ترین ایستگاه هواشناسی موجود در فاصله بین دو آبیاری محاسبه و سپس همان مقدار آبی که از زمین تبخیر و تعرق شده است از طریق آبیاری جایگزین شود. اما مشکل اساسی در این مورد آن است که ایستگاههای هواشناسی عمدتا از نوع فرودگاهی بوده و

۱- استاد آبیاری، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استادیار پژوهشی آبیاری ، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج
۳- کارشناس ارشد آبیاری
(* - نویسنده مسئول: (Email: alizadeh@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

دادهای آنها نمی تواند مستقیما در فرمول های استاندارد بر آورد تبخیر–تعرق مانند روش فائو – پنمن – مونتیت مورد استفاده قرار گیرد و نیاز به اصلاحاتی مانند وارد کردن ضریب شاخص خشکی (aridity index) در محاسبات دارد (میرشاهی ، ۱۳۷۸) که انجام آن برای زارع و یا مدیران آبیاری مشکل می باشد. روش دیگر آن است که داده های هواشناسی در روزهای بین دو آبیاری در مزرعه ای که آبیاری برای آن برنامه ریزی می شود بصورت فی الفور یا بهنگام (real time) از طریق نصب حساسه های لازم برداشت و محاسبات نیاز آبی بر اساس داده ها ی بدست آمده صورت گرفته و مقدار آب تخلیه شده از خاک جایگزین شود. این عمل با استفاده از سیستم های خود کار آبیاری مانند سنتر پیوت که بین زارعین گسترش پیدا کرده است عملی می باشد. بکار گیری هر کدام از این سه روش مستلزم هزینه های متفاوتی است که استفاده از آنها تنها در کسب محصول بیشتر و یا بالاتر بودن کارائی مصرف آب توجیه پذیر می باشد. هدف از این تحقیق که نتایج آن در این مقاله آمده است مقایسه بهره وری مصرف آب در صورت اعمال سه روش فوق می باشد. علاوه براین روی موضوعات زیر نیز تاکید شده است.

ارزیابی مدیریت مصرف آب در سه حالت الف : براساس برآورد نیاز آبی روزانه به صورت خودکار و بهنگام در مزرعه ، ب : بر اساس براورد نیاز آبی از روی نزدیک ترین ایستگاه هواشنای غیر استاندارد (non well irrigated station) و بر اساس استفاده از داده های طولانی مدت هواشناسی موجود در منطقه.

ارزیابی اختلاف بین شرایط هواشناختی حاکم بر مزرعه با شرایط ایستگاه هواشناسی و تأثیر آن بر روی نیاز آبی گیاه و ارزیابی تفاوت بین اطلاعات هواشناسی بهنگام با آمار بلند مدت هواشناسی و تأثیر آن بر روی مصرف آب در مزرعه.

در این مقاله به مزایای دیگر روش آبیاری خودکار پرداخته نشده است . مثلا با اجرای طرح خودکارسازی یا اتوماسیون آبیاری مدیر بهره‌برداری با دریافت اطلاعات جامع, کامل و به موقع از واحدهای آبیاری مختلف قادر خواهد بود تا با کاربرد مناسب‌ترین مقدار آب مورد نیاز بیشترین کارایی هدف را داشته باشد. به این منظور با نصب تجهیزات ابزار دقیق، پایش وضعیت و اطلاعات مربوط به کلیه تجهیزات و پارامترهای هواشناسی منطقه به صورت لحظه‌ای فراهم می‌شود . با اجرای خودکارسازی بر روی سامانه های آبیاری تحت فشار از جمله سیستم های سنتر پیوت که دارای بالاترین درجه اتوماسیون است اهداف زیر می تواند حاصل‌شود: (الف) تأمین به موقع و به اندازه نیاز آبی گیاهان، (ب) کاهش قابل توجه انرژی الکتریکی مصرفی، (ج) کاهش هزینه‌های نیروی انسانی و ترابری در اثر بازدیدها، (د) حذف خطاهای انسانی، (ه) ایجاد برنامه آبیاری انعطاف پذیر نزدیک به آبیاری مطلوب، (و) امکان گزارش گیری و بررسی آماری و اقتصادی کوتاه مدت ، میان مدت و بلند مدت منابع آب و نیز (ز) کاهش هزینه های تولید، انتقال و توزیع آب و در نهایت (ح) اعمال سیاستهای بهینه سازی مصرف آب که هر کدام در افزایش درآمد زارع می تواند موثر باشد.

بررسی منابع

در مورد برآورد نیاز آبی با استفاده از داده های هواشناسی خارج از مزرعه و تکیه بر داده های هواشناسی ایستگاههای غیر مرجع و اعمال اثرات خشکی بر پارامترهای هواشناسی مطالعات نسبتاً زیادی انجام شده است، از جمله دی‌وریز و بریچ (۱۹۶۱) و داونپورت و هادسون (۱۹۶۷) به ترتیب در استرالیا و آفریقا نشان دادند که در نواحی آبیاری‌نشده مانند محیط ایستگاههای هواشناسی غیر کشاورزی، دمای هوا نسبت به منطقه‌ی مشابهی که آبیاری شده باشد، افزایش و فشاربخار کاهش داشته و همین امر تفاوت تبخیر–تعرق را در پی دارد . در هر دو گزارش کاهش در سرعت باد در نواحی آبیاری‌شده نسبت به نواحی خشک اطراف دیده شد. داونپورت و هادسون (۱۹۶۷) در آفریقا در مزرعه‌ای به عرض متوسط ۳۰۰ متر نشان دادندکه کاهش در سرعت باد به دلیل نیروی اصطکاک ناشی از گیاهان کشت شده است. فریشتن و نیکسون (۱۹۶۷) دما و فشار بخار هوا را در هنگام پیمودن یک مسافت ۵۶ کیلومتری که شامل زمینهای خشک و آبیاری‌شده بود، اندازه‌گیری کردند. اندازه‌گیریها در میانه‌ی روز، در تابستان و با حساسه‌های نصب شده روی یک واگن کوچک که با سرعت ۱۷ کیلومتر در ساعت در حال حرکت بود، انجام شد. نتایج نشان داد در حالیکه دمای هوا کمتر از ۲ درجه‌ی سانتی‌گراد کاهش یافته است، فشاربخار ۷ میلی‌بار افزایش نشان می‌دهد.هولمز (۱۹۷۰) در تحقیقاتی که در آلبرتای کانادا در مورد دما انجام داد، مشاهده کرد که دمای هوا در بالای منطقه‌ی آبیاری شده ۲ درجه سانتی‌گراد نسبت به مناطق مشابه که خشک باشد، کاهش می‌یابد. از طرف دیگر فاولر و هلوی (۱۹۷۴) در کلمبیای آمریکا طی یک مطالعه‌ی اقلیم‌شناسی نشان دادند که گسترش زیاد آبیاری در این نواحی باعث تغییرات اندکی در دمای هوا شده است.هرمن و همکاران او (۱۹۷۴) دریافتند که داده‌های فشاربخار و سرعت باد، که از یک ایستگاه خشک واقع در کلورادو به دست می‌آید، برای برنامه‌ریزی آبیاری عقربه‌ای در حال کار بایستی اصلاح شوند.برمن و همکاران (۱۹۷۵) در منطقه‌ای به شعاع ۵۰ کیلومتر که از اراضی خشک بوته‌زار آغاز می‌شد، با حرکت به سمت مرکز، که منطقه‌ای فاریاب در جنوب آیداهو (آمریکا) بود به اندازه‌گیری عوامل اقلیمی پرداخته و تغییرات آن را بررسی نمودند. آنها دریافتند که در ماه مه (اردیبهشت) که شرایط رطوبت خاک برای تبخیر در هر دو منطقه یکسان است، تغییرات عوامل اقلیمی در دو منطقه حداقل می‌باشد. در حالیکه در ماه ژون (تیر) میانگین درجه‌ی حرارت در صحرا حدود ۳ درجه از مرکز

Archive of SID

www.SID.ir

منطقه‌ی تحت آبیاری گرمتر می‌باشد. آنها همچنین مشاهده نمودند که با حرکت به سمت مرکز ناحیه، فشاربخار اندازه‌گیری شده افزایش یافته و همچنین در حد فاصل این دو منطقه مقدار تبخیر– تعرق برآورد شده ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. کورون و پلتون (۱۹۷۶) دمای هوای یک مزرعه جو به مساحت ۱/۵ هکتار را ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد سردتر از زمینهای اطراف گزارش نمودند.آلن و براکوی (۱۹۸۳) استفاده از ایده‌ی نسبت خشکی را پیشنهاد کردند که با کمک آن تأثیر محیط ایستگاه بر روی داده‌های دمایی بررسی شد. داده‌های هواشناسی به دست آمده از ایستگاه مورد مطالعه، با ضرب کردن نسبت خشکی در مقدار انحراف دمایی حداکثر و کم کردن آن از دماهای ثبت شده تصحیح شد. حداکثر تصحیح پیشنهاد شده برای متوسط دمای هوا طی ماه آگوست در مکانی در جنوب آیداهو که هرگز آبیاری نمی‌شود ۴/۵ درجه‌ی سانتی‌گراد بوده است. مطابق با نظر آلن و براکوی (۱۹۸۳) نسبت خشکی بایستی شامل تأثیر خشکی سطحی که مستقیماً در مجاورت حساسه‌های دمایی وجود دارد و تأثیر اثر خشکی عمومی منطقه و ناحیه‌ی اطراف حساسه باشد. اما اعمال ضریب خشکی برای زارعین و مدیران آبیاری بسیار مشکل می باشد. آلن و همکاران (۱۹۸۳) با استفاده از داده‌های ۴ ایستگاه هواشناسی واقع در جنوب آیداهو و یک ایستگاه واقع در مرکز تحقیقات آب و خاک در کیمبرلی، به بررسی اثرات موقعیت ایستگاه بر روی مقدار نیاز آبی برآورد شده، پرداختند. دو ایستگاه از ۴ ایستگاه مورد مطالعه، در اراضی خشک و کویری و دو ایستگاه دیگر در شرایط فاریاب قرار داشتند. تبخیر- تعرق گیاه مرجع (ET_o) برآورد شده از دمای هوا و دمای نقطه‌ی شبنم اخذ شده از ایستگاههای خشک، میزان فرابرآورد ۱۷ درصد در فصل رشد و ۲۱ درصد در ماه حداکثر (تیر) را نشان داد. آلن و همکاران (۱۹۸۳) و آلن و پروت (۱۹۸۶) به ارائه‌ی روشهای تجربی برای اصلاح داده‌های دمایی اندازه‌گیری شده در ایستگاههای غیرمرجع پرداختند، به طوری که داده‌های دمایی تصحیح‌شده، به مقادیر به دست آمده از ایستگاههای مرجع نزدیک شود. در این مطالعات با استفاده از روش "نسبت خشکی" اثرات خشکی ایستگاه و منطقه را تشریح کرده و به تصحیح داده‌های دمایی پرداختند. در این تحقیق مقادیر اصلاح شده در ایستگاههایی که هرگز آبیاری نمی‌شدند، تا ۴/۵ درجه‌ی سانتی‌گراد کاهش نشان می‌داد. جنسن و همکاران (۱۹۹۷) نیز برای محاسبه‌ی ET_o دمای اخذ شده از ایستگاههای غیرمرجع موجب فرابرآورد ET_o می‌گردد، لذا برای تخمین ET_o در ایستگاههای غیرمرجع اصلاحاتی لازم می‌باشد به طوری که ET_o برآورد شده منعکس کننده‌ی یک محیط خوب‌آبیاری‌شده باشد. اما زارعین در عمل از داده های طولانی مدت ایستگاههای هواشناسی منطقه بطود میانگین استفاده کرده و همان داده ها ملاک نیاز آبی می دانند. کما اینکه سندی آبیاری ایران و تحویل حجمی آب به زارعین در حال حاظر نیز با همین روش صورت می گیرد.

با توجه به بررسی منابع فوق چنین بنظر می رسد که برآورد مقدار آبیاری بر اساس محاسبات نیاز آبی بر پایه داده های هواشناسی طولانی مدت منطقه و حتی داده های هم زمان ایستگاههای هواشناسی غیر کشاورزی می تواند به کم یا فرابرآورد نیاز آبی و در نهایت تغییر در مقدار محصول منجر گردد که در این مقاله این اثرات با توجه به نتایج آزمایشات صحرائی در قالب مقدار محصول تولیدی از سه وضعیت فوق ارزیابی شده است.

مواد و روش ها

به منظور مقایسه نتایج حاصله از مدیریت مصرف آب و احتمال افزایش کارایی آن در مدیریت های مختلف و همچنین بررسی اختلاف اطلاعات هواشناسی به هنگام و واقعی مزرعه با آمار طولانی مدت و اطلاعات ایستگاه هواشناسی خارج از مزرعه در برآورد نیاز آبی و نقش غیر مستقیم آنها در تولید محصول، آزمایش بصورت صحرائی (on- farm) بر روی ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ در شهرستان کرج در منطقه محمد شهر صورت گرفته است. منطقه مورد آزمایش نیمه خشک با ارتفاع ۱۲۶۱ متر از سطح دریا، و در موقعیت طول جغرافیایی۵۰ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه شرقی واقع شده است. ایستگاه هواشناسی کرج در فاصله ۴ کیلومتری مزرعه واقع شده است. میانگین بارندگی سالیانه کرج ۲۵۰ میلی متر با ضریب تغییرات ۲۴ درصد می‌باشد. بیشترین رکورد بارندگی ماهانه کرج ۱۲۷ میلی‌متر و در اسفند ۱۳۷۴ ثبت شده است. فصل زمستان با ۴۲/۳ درصد و فصل تابستان با ۱/۵ درصد بیشترین و کمترین سهم را در بارش سالیانه را دارند. بنابراین کلیه نیاز آبی ذرت در این منطقه باید از طریق آبیاری تامین گردد. حداقل و حداکثر مطلق درجه حرارت در منطقه در طی دوره آماری موجود به ترتیب ۲۰- و ۴۲ درجه و میانگین سالیانه دما نیز ۱۴/۱ درجه سانتیگراد می‌باشد. ماه تیر با میانگین ۲۶ درجه سانتی‌گراد و دی ماه با ۱/۲ درجه سانتی‌گراد به ترتیب گرم‌ترین و سردترین ماه سال می‌باشد. متوسط ماهانه تابش آفتاب ۱۲ وات بر متر مربع می باشد.

برای انجام این آزمایش سه مزرعه در مجاورت یکدیگر انتخاب شدند که با سیستم دوار مرکزی (سنتر پیوت) آبیاری می شدند. یکی از سیستم ها (تیمار اول) بصورت کاملا اتوماتیک تجهیز گردید بطوریکه از طریق سنسور های نصب شده در مزرعه پارامتر های هواشناسی شامل دماهای حداکثر و حد اقل، سرعت باد ، تابش آفتاب و بارش اندازه گیری و به سیستم آبیاری منتقل می گردید. در این سیستم بر اساس معادله پنمن مونتیت تبخیر–تعرق در فاصله بین دو آبیاری بصورت خودکار محاسبه و بهمان میزان آبیاری انجام

Archive of SID

www.SID.ir

می‌گرفت. طول بال این سیستم ۱۴۸ متر، قطر لوله آن ۶ اینچ و دارای ۳ دهانه آبیاری به طولهای ۳۵ ، ۵۶/۵ و ۵۶/۵ متر بوده است حداکثر سرعت دستگاهها در برج آخر ۱/۷ متر در دقیقه تنظیم شده بود. آب مورد نیاز این سیستم از چاهی به فاصله ۵۵۰ متر تامین گردید.

دستگاه سنتر پیوت دوم که در مجاورت سیستم اولی قرار داشت و تیمارهای دوم و سوم آزمایش را تشکیل می داد با طول بال ۳۰۰ متر و ۵ دهانه آبیاری با طول های برابر۶۰ متر بود. حداکثر سرعت این دستگاه در برج آخر حدود ۲ متر در دقیقه تنظیم شده بود این سیستم برای اجرای تیمارهای دوم و سوم به دو قسمت تقسیم گردید. در نیمه اول یا تیمار دوم فاصله آبیاری ها مطابق تیمار اول تنظیم شده بود اما مقدار آبیاری بر اساس داده های روزانه ایستگاه هواشناسی کرج که در خارج از مزرعه بوده و از نوع ایستگاههای فرودگاهی یا غیر کشاورزی میباشد به روش پنمن مونتیت فائو محاسبه و برای آبیاری به دستگاه داده شد لذا دستگاه نیز بهمان میزان آب محاسبه شده را جایگزین تبخیر–تعرق می نمود. نیمه دوم این سیستم به تیمار سوم اختصاص داده شد که مشابه با تیمار دوم عمل نموده اما محاسبات آب مورد نیاز بر اساس داده های طولانی مدت ۲۰ ساله اخیر ایستگاه هواشناسی کرج انجام و برای آبیاری به سیستم داده شد. بافت خاک های مزارع آزمایش از نوع لوم و درصد اجزاء آن در عمق توسعه ریشه ها مطابق جدول ۱ بوده است.

آب مورد استفاده آزمایش از چاههای واقع در جوار مزرعه تحقیقاتی تأمین می گردید. آب دارای دارای کیفیت مطلوب بود و محدودیتی برای استفاده در این تحقیق نداشته است. مشخصات شیمیائی آبّ در جدول ۲ ارائه شده است .

زراعت مورد آزمایش (ذرت علوفه ای رقم سینگل کراس ۷۰۴) از ارقام دیررس ذرت می‌باشد. این رقم متداول‌ترین رقمی است که در منطقه کرج کشت می شود. کشت ذرت در منطقه معمولاً در اواخر تیر و اوایل مرداد ماه صورت گرفته و به طور معمول طول دوره رشد گیاه ۱۰۰ روز می‌باشد. در این آزمایش کشت در ۱۵ تیرماه انجام وپس از ۱۱۰ روز محصول برداشت گردید. به تمام تیمارها بطور یکسان کود داده شد (۱۰۰ کیلو گرم فسفات آمونیم، ۱۰۰ کیلو گرم سولفات پتاسیم ، ۱۰۰ کیلو گرم اوره در ابتدای کاشت و ۱۵۰ کیلو گرم بصورت سرک در طول دوره رشد) . از لحاظ آماری این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های

کامل تصادفی در چهار تکرار و هر تکرار چهار پلات آزمایشی، مساحت پلات‌های نمونه برداری به طور یکسان یک متر مربع در نظر گرفته شد. به طوری که عرض پلات همان فاصله خطوط کاشت (۶۰ سانتیمتر) و طول آن ۱۶۷ سانتیمتر بود. پلات‌ها به طور کاملاً تصادفی در هر مزرعه انتخاب شدند و کلیه داده‌های زراعی از آنها استخراج گردید. تیمار های آزمایش شامل اعمال آبیاری در سطوح برآورد نیاز آبی روزانه به صورت خودکار ، غیر خود کار و استفاده از آمار بلند مدت هواشناسی در تراکم ۱۱۰ هزار بوته در هکتار بوده است.

جدول ۱ – مشخصات بافت خاک در مزرعه آزایشی

عمق نمونه (cm)	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	نوع بافت
۰ -۲۰	۱۷/۲۸	۴۰	۴۸/۲۱	لوم
۲۰ -۴۰	۱۲/۳۲	۳۷/۵	۴۴/۵۲	لوم
۴۰-۶۰	۱۴/۲۳	۳۹/۶۲	۴۶/۱۸	لوم

جدول ۲ – خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

مشخصات	pH	EC ddS/m	آنیون‌ها (meq/lit)				جمع آنیون‌ها	کاتیون‌ها (meq/lit)			جمع کاتیون‌ها
			CO_3^{-2}	HCO_3^{-2}	Cl^-	SO_4^{-2}		$Mg^{2+}+Ca^{2+}$	Na+	K^+	
نمونه آب	۷/۱۶	۰/۳۳	–	۲/۶	۲/۰	۱/۲۳	۵/۸۳	۴/۰	۲/۰	--	۶/۰

جدول ۳ – مقایسه مقدار مصرف آب ، مقدار محصول و کارائی مصرف آب در تیمار های مختلف

تیمار آبیاری	مقدار آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	مقدار محصول تولیدی (تن در هکتار)	کارائی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
آبیاری بر اساس داده های هواشناسی بهنگام مزرعه	۶۸۳۸	۷۸	۱۱/۴
آبیاری بر اساس داده های هواشناسی ایستگاه خارج از مزرعه	۷۶۴۰	۷۸/۲	۱۰/۲
آبیاری بر اساس داده های طولانی مدت هواشناسی منطقه	۹۳۵۰	۷۹/۹	۸/۵

Archive of SID

www.SID.ir

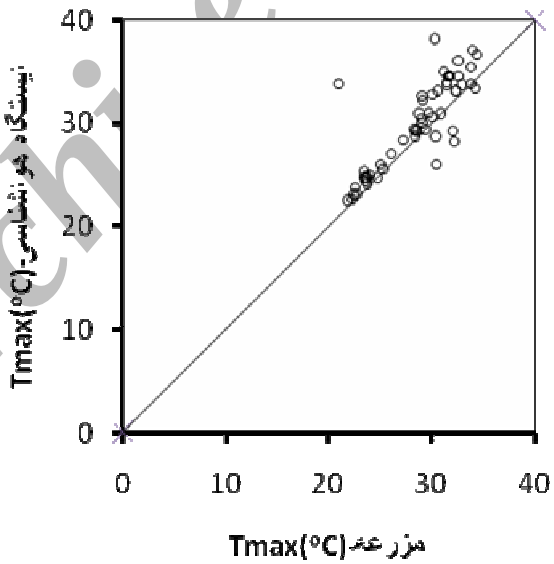
نتایج و بحث

نتایج حاصله از عملکرد تیمارها از نظر مقدار تولید و کارائی مصرف آب در جدول ۳ ارائه شده است . بطوریکه مشاهده می شود در آبیاری بر اساس دادهای بهنگام اندازه گیری شده در مزرعه مقدار آب داده شده به مزرعه ۶۸۳۸ متر مکعب و مقدار محصول تولیدی ۷۸ تن در هکتار و کارائی مصرف آب ۱۱/۴ کیلو گرم بر متر مکعب آب بوده است اما در تیماری که آبیاری آن بر اساس داده های روزانه هواشناسی ایستگاه خارج از مزرعه صورت گرفته است به هر هکتار ۷۶۴۰ متر مکعب آب داده شده و مقدار محصول ۷۸/۲ تن در هکتار و لذا کارائی مصرف آب ۱۰/۲ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب آب بوده است . بعبارت دیگر بدون افزایش قابل توجه محصول با افزایش ۱۱ درصد میزان آب مصرفی کارائی آب ۱/۲ کیلوگرم بر متر مکعب کاهش پیدا کرده است . در تیمار سوم که بر اساس داده های طولانی مدت ایستگاه هواشناسی آبیاری صورت گرفته است هر هکتار به میزان ۹۳۵۰ متر مکعب آبیاری شده و مقدار محصول تولیدی آن ۷۹/۸ و لذا کارائی مصرف آب در آن ۸/۵ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب بوده است . این نتایج نشان می دهد که از نظر صرفه جوئی در آب سیستم های آبیاری خودکار که در آنها مقدار آبیاری بر اساس داده های بهنگام هواشناسی که در همان مزرعه اندازه گیری شده با شد می تواند کارائی مصرف آب را تا ۲۷ در صد افزایش دهد.

با توجه به یکسان بودن کلیه شرایط در تیمارهای مختلف بنظر می رسد تفاوت کارائی مصرف آب ناشی از اختلاف در داده های هواشناسی است که برای محاسبات نیاز آبی بکار برده شده اند. مقایسه داده های اندازه گیری شده دما و رطوبت در مزرعه و ایستگاه هواشناسی که در شکل های ۱ ، ۲ و ۳ ارائه شده است نشان می دهد که رطوبت نسبی در مزرعه کمتر از ایستگاه هواشناسی و دمای هوا بیشتر از آن است که این هر دو عامل موجب کم برآورد کردن تبخیر–تعرق بر اساس داده های هواشناسی مزرعه می باشد. بیشترین تفاوت دما مربوط به دمای حداقل می باشد که در مزرعه بسیار مشهود می باشد. اما بین تابش ورودی به سطح زمین در مزرعه و ایستگاه هواشناسی تفاوت وجود ندشت.

از آنجائی که نیاز آبی در این آزمایش به روش معادله فائو–پنمن–مونتیت که به شرح زیر می باشد (معادله ۱) محاسبه شده است دما هوا هم بطور مستقیم در معادله وارد شده است و هم محاسبات فشار بخار واقعی و اشباع و هم شیب منحنی بخار آب بستگی به دمای حداکثر و حداقل دارند که بصورت غیر مستقیم بر محاسبه نیاز آبی موثرند.

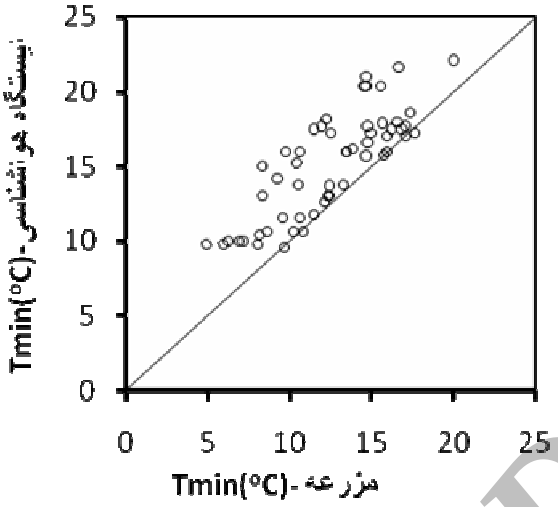
$$ETo = \frac{0.408\Delta(Rn-G)+\gamma\frac{900}{T+273}U_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0.34U_2)} \quad (۱)$$



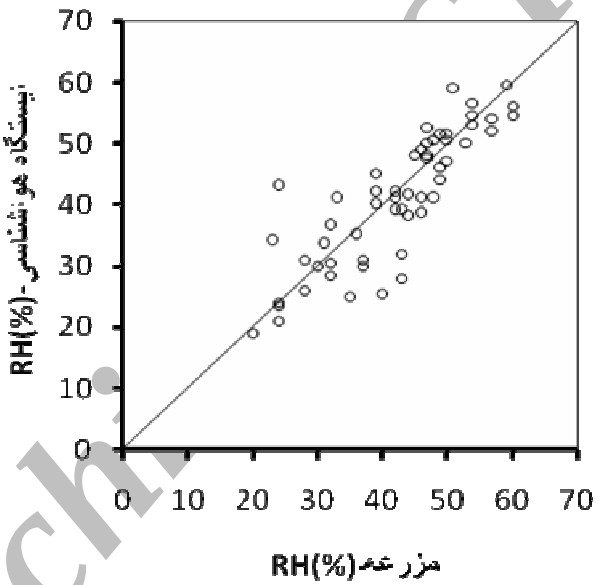
شکل ۱- مقایسه دمای ماکزیمم هوا در مزرعه و ایستگاه هواشناسی خارج از مزرعه

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- مقایسه دمای حداقل هوا در مزرعه و ایستگاه هواشناسی خارج از مزرعه



شکل ۳ - مقایسه رطوبت نسبی دز مزرعه و ایستگاه هواشناسی منطقه خارج از مزرعه

در این معادله :ETo= تبخیر- تعرق مرجع (mmd^{-1})؛ Rn= تابش خالص در سطح پوشش گیاهی ($MJm^{-2}d^{-1}$)؛ G = شار گرما به داخل خاک ($MJm^{-2}d^{-1}$) ؛T = متوسط دمای هوا در ارتفاع ۲ متری (m/s)؛ U_2= سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (ms^{-1})؛ e_s= فشار بخار اشباع (Kpa) در ارتفاع ۲ متری؛ e_a= فشار بخار واقعی (Kpa) در ارتفاع ۲ متری؛ e_s-e_a= کمبود فشار بخار اشباع (Kpa)؛ Δ= شیب منحنی فشار بخار (Kpa^oC^{-1})؛ γ= ثابت سایکرومتری (رطوبت سنجی) (Kpa^oC^{-1}) می باشد. (علیزاده، ۱۳۸۱).

در شکل های ۴ تا ۸ میانگین طولانی مدت داده های هواشناسی در مقایسه با داده های بهنگام و روزانه اندازه گیری شده در مزرعه و ایستگاه هواشناسی نشان داده شده است . بطوریکه ملاحظه می شود داده های سرعت باد (بخصوص میانگین طولانی مدت در ایستگاه هواشناسی منطقه) نسبت به داده های اندازه گیری شده در مزرعه بسیار بالاتر بوده و همین امر یکی از عوامل فرابرآورد نیاز آبی می تواند باشد زیرا در مزرعه سرعت باد به دلیل زیری سطح پوشش گیاهی ذرت کاهش می یابد.

بطور کلی همانطور که در شکلهای ارائه شده مشهود است بیشترین اختلاف مربوط به درجه حرارت حداقل و کمترین مربوط به درجه حرارت حداکثر روزانه می‌باشد. در مورد درجه حرارت حداقل تمامی داده‌های ایستگاه هواشناسی بیشتر از داده‌های مزرعه می‌باشد و اختلاف در درجه حرارت‌های پایین نمود بیشتری دارد. ایستگاه

Archive of SID

www.SID.ir

هواشناسی درجه حرارت حداکثر را نیز در بیشتر موارد مقادیر بالاتری نسبت به سطح مزرعه اندازه‌گیری کرده است. تا حدود درجه حرارت $35^{o}C$ اختلاف چندانی میان داده‌های ایستگاه هواشناسی و سطح مزرعه مشاهده نمی‌شود ولی در درجه حرارت‌های بالاتر، اختلاف نیز بیشتر می‌شود. همینطور در بیشتر موارد مقادیر رطوبت نسبی در سطح مزرعه بیشتر از ایستگاه هواشناسی می‌باشد که شاید دلیل این‌امر نزدیکی حسگر اندازه‌گیری به سطح مزرعه و تأثیر آبیاری بر روی رطوبت محیط اطراف سِیستم آبیاری باشد. در مقادیر پایین رطوبت نسبی (کمتر از حدود ۴۰٪) تفاوت میان سطح مزرعه و ایستگاه هواشناسی بیشتر می‌شود. ایستگاه هواشناسی میزان تابش خورشیدی را در پاره‌ای از موارد بیشتر از سطح مزرعه اندازه گیری-کرده است.. از مشاهده شکل شماره ۸ می‌توان استنباط کرد که با استفاده از داده‌های ایستگاه هواشناسی میزان تبخیر–تعرق پتانسیل بیش از شرایط واقعی مزرعه برآورد می‌شود و این اختلاف با بالا رفتن مقدار تبخیر–تعرق بیشتر می‌شود. دلیل این امر را می‌توان از روی داده های هواشناسی استنتاج کرد، چراکه در بیشتر موارد ایستگاه هواشناسی مقادیر جوی را بیش از شرایط مزرعه گزارش کرده است (به جز رطوبت نسبی که تأثیر معکوس بر روی تبخیر– تعرق پتانسیل دارد)

آمار درجه حرارت حداقل، درجه حرارت حداکثر، رطوبت نسبی، سرعت باد و تبخیر–تعرق پتانسیل روزانه برای نشان دادن اختلاف میان شرایط واقعی مزرعه با میانگین آمار طولانی مدت نیز بررسی گردید که نتایج آن در شکلهای ۴ الی ۷ آورده شده است. همچنین برای نشان دادن تغییرات روزانه در طول فصل رشد، آمار روزانه پارامترهای هواشناسی نیز در این شکل‌ها ارائه شده است. شکل ۴ نشان می‌دهد که در ماه شهریور (۲۳ آگوست تا ۲۳ سپتامبر) همبستگی نسبتاً خوبی میان میانگین هفتگی آمار طولانی مدت حداقل درجه حرارت با شرایط مزرعه وجود دارد و در ماه مرداد با گرمتر شدن هوا و در ماه مهر با سرد تر شدن هوا از میزان همبستگی کاسته می‌شود. در مورد درجه حرارت حداکثر (شکل ۵) نیز شرایط به همین گونه است و بهترین نزدیکی شرایط واقعی با آمار طولانی مدت در ماه شهریور اتفاق افتاده است. آمار به هنگام رطوبت نسبی نیز در ماه شهریور کمترین اختلاف را با میانگین آمار ۲۰ ساله دارد. دامنه تغییرات در تمام موارد (درجه حرارت حداقل، درجه حرارت حداکثر و رطوبت نسبی) در شرایط به هنگام مزرعه بیش از آمار طولانی مدت می‌باشد. همانطور که از شکلها مشهود است بیشترین اختلاف مربوط به سرعت باد متوسط روزانه است (شکل شماره ۷). دامنه تغییرات سرعت باد در آمار طولانی مدت بین ۱/۵ تا ۲/۵ متر بر ثانیه رخ می‌دهد در حالیکه این دامنه در مورد شرایط واقعی مزرعه کمتر از ۱/۵ و حتی در بیشتر موارد کمتر از ۱ متر بر ثانیه می‌باشد. این اختلاف در دوره ای به حدود ۲ متر بر ثانیه می‌رسد که تأثیر به سزایی بر روی تبخیر–تعرق پتانسیل دارد. به طور کلی کمترین اختلاف میان شرایط واقعی مزرعه با میانگین آمار ۲۰ ساله مربوط به درجه حرارت حداقل می‌باشد. تأثیر این اختلافات را بر روی تبخیر–تعرق پتانسیل می‌توان در شکل ۸ مشاهده کرد. با استفاده از آمار طولانی مدت هواشناسی مقدار تبخیر–تعرق پتانسیل بیش از مقدار واقعی که نیاز مزرعه است برآورد مِی‌شود. به طوریکه این اختلاف در دوره ای به ۱/۸ میلیمتر می‌رسد. در مزرعه ای که از آمار روزانه هواشناسی در شرایط مزرعه برای برآورد نیاز آبیاری استفاده شد، نیاز آبیاری در طول فصل رشد ۶۸۳۸ متر مکعب در هکتار به دست آمد (ماه اول کشت آبیاری در هر دو زمین به یک صورت انجام گرفت) و مزرعه شاهدی که با استفاده ازآمار میانگین ۲۰ ساله آبیاری شد حجم آبیاری در طول فصل رشد۹۴۰۰ متر مکعب در هکتار بود. در نتیجه با استفاده از آمار روزانه برای آبیاری به میزان ۲۷ درصد در مصرف آب صرفه جوئی شد

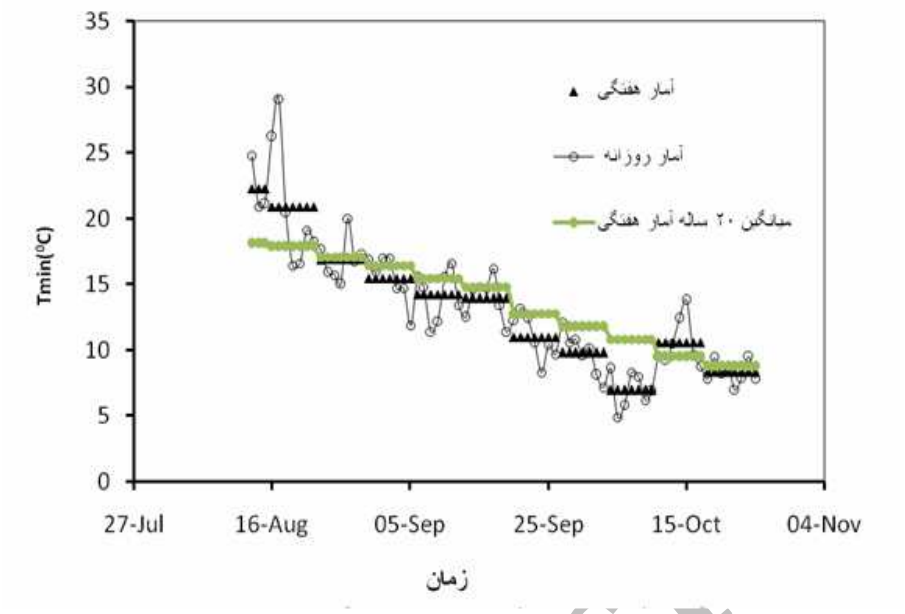
برخی نتایج کارهای پژوهشی دیگر محققان نیز موید کاهش مصرف آب و افزایش کارائی آن در صورت خودکار سازی سیستم و محاسبه نیاز آبی بر اساس داده های بهنگام مزرعه می باشد. از جمله بومن و همکاران (بومن و همکاران، ۲۰۰۲) روش خودکارسازی باغات مرکبات را در فلوریدا برای کاهش مصرف آب توصیه نموده اند. برخی نیز تفاوتی را در این مورد مشاهده نکرده اند. مثلا شاک و همکاران (شاک و همکاران، ۱۹۹۶) با طرح خودکارسازی آبیاری قطره ای بر روی محصول پیاز در چهار سطح آبیاری با رطوبت خاک در مکش‌های ۱۰- و ۲۰- و ۳۰- و ۴۰- کیلوپاسکال که فرمان آبیاری توسط حسگرهای رطوبتی داخل خاک صادر می‌شد، احتلاف معنی داری در تولید محصول مشاهده نکردند. شاید دلیل این امر نوع سیستم آبیاری قطره ای بوده است که تاثیر چندانی بر رطوبت و دمای هوای مزرعه نداشته است. اما تالی و همکاران (تالی و همکاران، ۱۹۹۸) باطرح خودکارسازی آبیاری قطره‌ای بر روی محصول پنبه نیز توانستند ۶۰ درصد مصرف آب را کاهش دهند.

سپاسگزاری

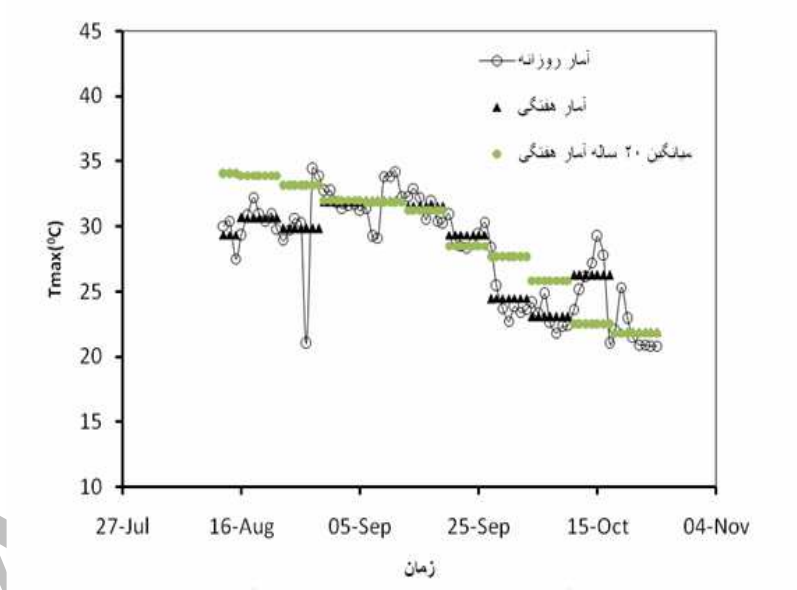
این تحقیق با حمایت معاونت های پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و دانشکده کشاورزی این دانشگاه و نیز امکانات موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی انجام شده است که بدینوسیله سپاسگزاری می شود.

Archive of SID

www.SID.ir

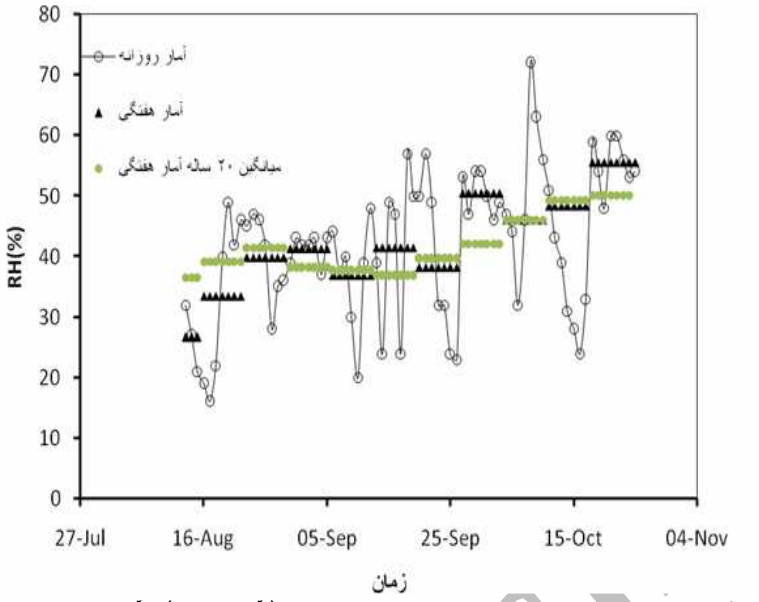


شکل ۴ – مقایسه داده های حد اقل درجه حرارت در مزرعه (آمار روزانه) و آمار خارج از مزرعه (آمار هفتگی) و داده های میانگین منطقه (میانگین ۲۰ ساله)

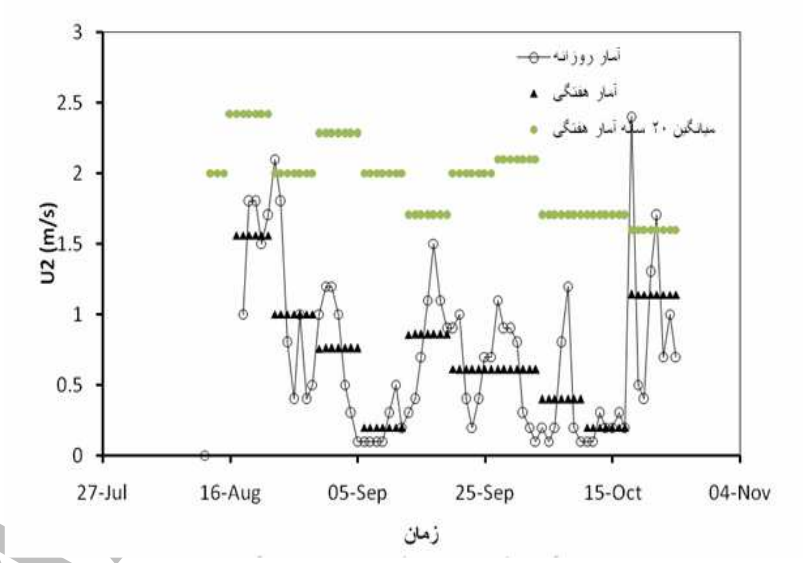


شکل ۵ – مقایسه داده های حد اکثر درجه حرارت در مزرعه (آمار روزانه) و آمار خارج از مزرعه (آمار هفتگی) و داده های میانگین منطقه (میانگین ۲۰ ساله)

www.SID.ir

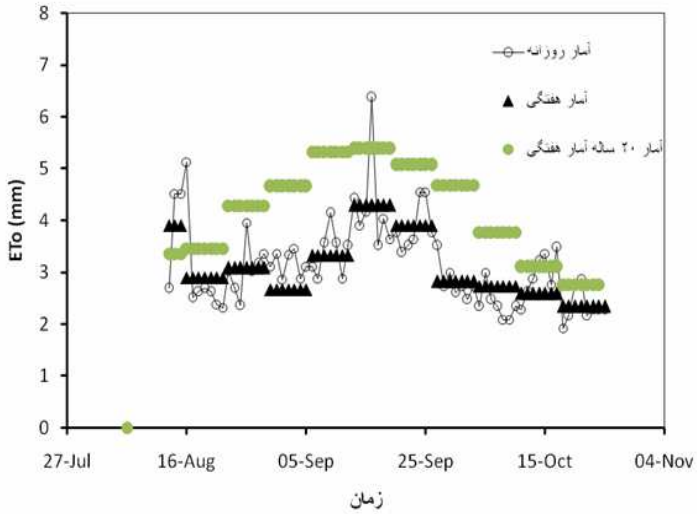


شکل ۶ - مقایسه داده های رطوبت نسبی در مزرعه (آمار روزانه) و آمار خارج از مزرعه (آمار هفتگی) و داده های میانگین منطقه (میانگین ۲۰ ساله)



شکل ۷ - مقایسه داده های سرعت باد در مزرعه (آمار روزانه) و آمار خارج از مزرعه (آمار هفتگی) و داده های میانگین منطقه (میانگین ۲۰ ساله)

www.SID.ir



شکل ۸ – مقایسه تبخیر – تعرق پتانسیل در مزرعه (آمار روزانه) و آمار خارج از مزرعه (آمار هفتگی) و داده های میانگین منطقه (میانگین ۲۰ ساله)

مراجع

علیزاده، امین، طراحی سیستم های آبیاری، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)،۱۳۸۱.

میرشاهی، بابک، "اثرات اصلاح دما در برآورد تبخیرتعرق پتانسیل در ایستگاههای سینوپتیک استان خراسان"، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۸.

Allen, R. G. and Brockway, C. E. 1983. "Estimating consumptive use on a state wide basis." Proc., ASCE Specialty Conf. on Irrig. and Drain., ASCE, Reston, Va.

Allen, R. G., and Pruitt, W. O. 1986. "Rational use of the FAO Blaney-Criddle formula." J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 112(2), 139-155.

Allen, R. G., Brockway, C. E., and Wright, J. L. 1983. "Weather station sitting and consumptive use estimates." J. Water Resour. Plng. And Mgmt., ASCE, 109(2), 134-147.

Boman, B., S. Smith and B. Tullos. 2002. Control and automation in citrus micro irrigation system. Florida Cooperative Extension Service.

Burman, R. D., Wright J. L., and Jensen. M. E. 1975. "Changes in climate and estimated evaporation across a large irrigated area in Idaho." Trans. ASAE, 18(6), 1089-1093.

Davenport, D. C. and Hudson, J. P. 1967 a. "Changes in evapotranspiration rates along a 17-km transect in the Sudan Gezira." Agric. Meteorology, 4, 339-352.

Davenport, D. C. and Hudson, J. P. 1967 b. "Meteorological observations and Penman estimates along a 17-km transect in the Sudan Gezira." Agric. Meteorology, 4, 405-414.

De Vries, D. A. and Birch, J. W. 1961. "The modification of climate near the ground by irrigation for pastures on the Rivertine Plain." Australian J. Agric. Res., 12(2), 260-272.

Fowler, W. B. and Helvey, J. D. 1974. "Effect of large-scale irrigation on climate in the Columbia Basin." Science 184(4133), 121-127.

Fritschen, L. J. and Nixon, P. R. 1967. "Microclimate before and after irrigation." Publ. No. 68, Am. Assn. Advance Sci., Washington, DC, p.351-366.

Heermann, D. F., Shall, H. H., and Mickelson, R. H. 1974. "Center pivot design capacities in eastern Colorado." J. Irrig. and Drain. Div. 100(IR2), 127-141.

Holmes, R. H. 1970. "Meso-scale effect of agriculture and a large prairie lake on the atmospheric boundary layer." Agronomy J., 63, 546-549.

Jensen, D. T., Hargreaves, G. H., Temesgen, B., and Allen, R. G. 1997. "Computation of ET_o under non-ideal conditions." J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 123(5), 394-400.

Korven, H. C. and Pelton, W. L. 1967. "Advection in Southwest Saskatchewan. Can." J. Agric. Engr. 9, 88-90, 124.

Shock , C.C., B.G. Feibert and L.D. Sanders. 1996. Automation of subsurface drip irrigation for onion production. Malheur experiment station.

Taley, S.M., R.S. Patode and A.N. Mankar. 1998. Automation in drip irrigation system for cotton growing on large scale, a case study.

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۱
تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۳

Archive of SID
www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 2, Vol. 4, fall 2010, p. 308-318

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۲، جلد۴، پاییز ۱۳۸۹، ص. ۳۱۸-۳۰۸

The Effect of Using on Farm Real Time Climatic Data for Calculating Irrigation Requirement on Water Use Effeciency of Corn

A. Alizadeh[1]*, H. Dehghani-Sanij[2], and M. Moosavi[3]

Abstract

In order to optimize irrigation water use in a sustainable agriculture different approaches are implemented. One of these methods is based upon the water extraction from soil. This methos is applicable if the amount of water needed by plant is measured by lysimeter or calculated by real time climatic data. In order to compare the differences between using 1- on farm real time data, 2- real time data from a climatic station outside and far from the field, and 3- using average data of meteorological data of the region an experiment was conducted on fodder corn crop in Karaj. Farms of cron were selected close to each other and were irrigated by similar centerpivots. In one the systems sencors were placed and meteorological parametes were measured. The system itself calculated evapotranspiration durin one cycle and replaced the same amount of water which has been evaporated. In other system this action was manually don by daily meteorological data of Karaj climatic station. The third farm was irrigated based on regional average data of meteorological station of Karaj. The results showed that in first trial 6838 cubic meter of water was used and and 78 tons.ha of cornwas harvested. Therfore water applicatioc was 11.4 kg/m^3. The results for second and third trial were 7640, 78.2, 10.2 and 9350, 79.9, 8.5, respectively. This showed that if real time and on farm data of meteorological parametes are used for calcuilating irrigatin needs, yield could be increased by 27 percent.

Keywords: Water use efficiency, corn, meteorological real data, non-reference station

Archive of SID

1- Professor of irrigatin, Ferdowsi University of Mashhad
(* - Corresponding Author Email: alizadeh@gmail.com)
2- Research Assistant professor, Agricultural Engineering Research Institute, Karaj
3- Irrigation specialist, Karaj

www.SID.ir