به‌روز رسانی و بازنگری سند ملی آب در دشت‌های قزوین و فومنات

محسن براهیمی[۱*] و ایران غازی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۳)

چکیده

تعیین میزان آب مورد نیاز گیاه و برنامه‌ریزی آبیاری در استفاده پایدار از منابع آب نقش به‌سزایی دارد. سند ملی آب کشور نتیجه طرح " نیاز خالص آبیاری محصولات" است که با هدف تخصیص بهینه منابع آب به مصارف موجود ارائه شد. روش محاسباتی در آن، استفاده از روش پنمن- مانتیث- فائو است. برای برطرف کردن برخی از کاستی‌های سند مذکور و متناسب شدن آن با شرایط دشت‌های کشور، نیاز به به‌هنگام کردن سند مذکور است. هدف از این مطالعه، شناخت مشکلات سند ملی آب و تدوین روش مناسب برای اجرا در دشت‌های کشور است. در این راستا، آب مورد نیاز الگوی کشت‌های مختلف به‌صورت پایلوت برای دشت قزوین در استان قزوین (نماینده مناطق خشک کشور) و دشت فومنات در استان گیلان (نماینده مناطق مرطوب کشور) در دوره آماری ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵ با روش پنمن- مانتیث- فائو محاسبه و نتایج آن با سند ملی آب مقایسه شد. نتایج نشان می‌دهد مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه بین ۱۳۳۰ تا ۱۵۸۷/۱ میلی‌متر در دشت قزوین و ۷۴۳ تا ۸۰۹ میلی‌متر در دشت فومنات متغیر است. به‌طور متوسط، تبخیر و تعرق به‌اندازه ۴۰/۶ درصد در ایستگاه تاکستان (به‌عنوان ایستگاه نمونه) در دشت قزوین نسبت به سند ملی آب بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: منابع آب، تخصیص بهینه، مناطق خشک و مرطوب

۱. گروه منابع آب، دانشکده مهندسی عمران، پژوهشگاه شاخص پژوه اصفهان
۲. گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران، پژوهشگاه شاخص پژوه اصفهان
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mbarahimi@yahoo.com

مقدمه

بحران شدید محدودیت منابع آبی در ایران به‌دلیل واقع بودن در منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان، تغییرات اقلیمی، کاهش بارندگی در سال‌های اخیر و افزایش روزافزون تقاضا برای آب جهت افزایش سطح زیر کشت، بهبود مدیریت مصرف آب در مزرعه را امری واجب و ضروری می‌کند. یکی از روش‌های بهبود مدیریت مصرف آب در مزرعه، براورد دقیق میزان آب مصرفی گیاهان است. در این راستا، سند ملی آبیاری کشور به‌عنوان راهکار غیرسازه‌ای براساس مطالعات متخصصان وزارتخانه‌های کشاورزی، نیرو و سازمان هواشناسی کشور به‌روش توصیه‌شده توسط سازمان فائو تهیه و به‌عنوان مبنایی جهت تعیین نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی و باغی ایران معرفی شد.

رشد و توسعه هواشناسی در کشور و احداث ایستگاه‌های هواشناسی جدید از یک طرف و تغییرات اقلیمی دهه اخیر، ضرورت به‌روزرسانی و بازنگری این سند را دوچندان ساخته است. تحقیقات محمدیان و همکاران (۸) نشان داد که به‌دلیل اثرات خشکی در بعضی از ایستگاه‌های هواشناسی استفاده شده در سند ملی آبیاری، نیاز آبی می‌تواند تا ۳۰ درصد فرا براورد داشته باشد. در مطالعه‌ای که توسط عرفانیان و همکاران (۶) انجام گرفت، تغییرات یا نوسانات اقلیمی ۱۵ سال اخیر و قابلیت افزایش طول این دوره به مطالعات قبلی بررسی شد. در این مطالعه، نتایج حاصل از کاربرد عناصر هواشناسی ۱۵ ساله اخیر، کل دوره آماری و دوره آماری استفاده شده در سند ملی آب، مقایسه شد. بر این اساس، نیاز آبی گیاه مرجع در استان خراسان رضوی به‌طور متوسط تا ۴۷ درصد رشد داشته و در نهایت بر لزوم بازنگری و به‌روزرسانی سند ملی آب تأکید شده است. قمرنیا و همکاران (۷) آب مورد نیاز الگوهای کشت مختلف با روش پنمن- مانتیث را محاسبه کرده و نتایج آن را با نتایج سند ملی آب ایران، در دو دشت واقع در استان کرمانشاه مقایسه کردند. نتایج نشانگر آن بود که در برخی موارد، سند ملی، میزان نیاز خالص آبی را بیشتر و در برخی موارد کمتر پیش‌بینی کرده است. علت این تفاوت در میزان نیاز آبی محاسباتی را در دو چیز بیان کردند. اول آنکه جهت تهیه سند ملی آب کشور از دوره‌های آماری کوتاه‌مدت استفاده شده است. دوم اینکه خشکسالی‌ها و تغییر اقلیم در جهت گرم شدن هوا، تغییراتی در میزان آب خالص مورد نیاز گیاهان الگوهای کشت مختلف در بیشتر اقلیم‌ها به‌وجود آورده است. در نهایت، بر لزوم بازنگری و اصلاح سند آب به‌شدت تأکید کردند. در تحقیقی، نیاز آبی گیاهان گندم، برنج و یونجه در استان خوزستان براورد شد و نتایج آن با اعداد سند ملی آب مقایسه شد. نتایج نشان داد که تاریخ کاشت و برداشت این محصولات در استان خوزستان نیاز به بهبود دارد (۱۱).

در تحقیق (۱) برای مدل‌سازی تبخیر و تعرق از شبکه عصبی و روش‌های کلاسیک موجود مانند روش پنمن- مانتیث- فائو در محیط نرم‌افزار متلب، استفاده شد. نتایج نشان داد روش شبکه عصبی نسبت به تمامی روش‌های کلاسیک عملکرد بهتری دارد.

در مطالعه (۲) به بررسی قابلیت سیستم استنتاج عصبی – فازی تطبیقی در بهبود تخمین میزان تبخیر و تعرق روزانه گیاه مرجع (ETo) پرداخته شد. داده‌های اقلیمی به‌کار گرفته شده در این مطالعه، شامل دمای هوا، تشعشع خورشیدی، سرعت باد و رطوبت نسبی است که به‌عنوان ورودی‌های مدل عصبی- فازی به‌منظور تخمین میزان ETo براساس معادله پنمن- فائو- مونتیث مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج حاصل از تحقیق بیانگر دقت بالای مدل های عصبی- فازی در تخمین میزان تبخیر و تعرق (نیاز آبی) روزانه گیاه مرجع است که نسبت به معادله‌های تجربی نتایج بهتری را نشان دادند.

در تحقیق (۳) دقت معادله فائو پنمن مانتیث برای براورد تبخیر- تعرق مرجع در اقلیم‌های مختلف، در شرایطی که داده‌های هواشناسی محدود باشند، بررسی شد. برای این مطالعه داده‌های کامل هواشناسی از ۹ ایستگاه هواشناسی در اقلیم‌های مختلف در ایران، انتخاب شدند. تفاوت براورد تبخیر- تعرق مرجع به روش فائو پنمن در حالت داده کامل و کاهش داده

عموماً با کاهش پارامترهای براورد شده، کاهش می‌یابد. مدل‌های کاهش داده فائو پنمن مانتیث، اغلب نتایج بهتری نسبت به مدل‌های ترک، هارگریوز سامانی و شبکه عصبی مصنوعی ارائه دادند و این حقیقت استفاده از معادله فائو پنمن مانتیث را تاکید می‌کند؛ حتی در حالتی که داده‌های کامل هواشناسی در دسترس نباشند.

براساس نتایج مطالعات (۴) در مناطق مختلف، پس از دستگاه‌های لایسیمتر وزنی، روش فائو- پنمن- مانتیث، هم در شرایط آب‌وهوایی خشک و هم در شرایط آب‌وهوایی مرطوب، به‌عنوان دقیق‌ترین روش معرفی شده است. در این مطالعه تبخیر و تعرق گیاه مرجع با استفاده از روش فائو- پنمن- مانتیث در ۲۹ ایستگاه کلیماتولوژی و سینوپتیک انتخاب شده در استان یزد محاسبه شد. سپس با برقراری ارتباط بین پارامتر تبخیر و تعرق با ارتفاع و همچنین روش عکس مجذور فاصله نقشه‌های مقادیر تبخیر و تعرق گیاه مرجع در سطح استان پهنه‌بندی شد. نتایج نشان داد که مناطق مرکزی، جنوبی و برخی نواحی غربی استان از شدت تبخیر و تعرق بیشتری نسبت به مناطق شمالی و شرقی برخوردار هستند.

از سوی دیگر، لازم است جهت تکمیل اطلاعات سند ملی آب، برخی از محصولات را که در حال حاضر در دشت‌های استان کشت می‌شوند، به سند اضافه کرد. به‌عنوان مثال، در حال حاضر در دشت‌های میان‌آب دز، گتوند کارون، جنوب اهواز، خلف‌آباد (رامشیر) و دشت هندیجان برنج کشت می‌شود اما در سند ملی، برای این دشت‌ها نیاز آبی برنج محاسبه نشده است .با توجه به ضرورت در نظرگرفتن مسائلی همچون اقلیم، کیفیت منابع آب و خاک و تیپ‌های تناوبی صحیح در ارائه الگوی کشت، لازم است در الگوهای کشت ارائه شده در سند نیز این موارد دیده شوند (۹). با مقایسه نیاز آبی به‌دست آمده از دو نرم‌افزار سند ملی آب و OPTIWAT در دشت‌ها و محصولات یکسان، به‌طور متوسط اختلافی صفر تا ۲۰ درصد مشاهده شد. علت این اختلاف، تفاوت روش‌های براورد و طول دوره آماری اطلاعات هواشناسی، وسعت زیاد دشت‌ها و انتخاب ایستگاه‌های مبنا است (۵).

این تحقیق به‌منظور شناخت و رفع مشکلات موجود در سند ملی آب، تدوین روش مناسب با به‌کارگیری شیوه‌های دقیق محاسباتی و توصیه‌ها و روش‌های ارائه شده توسط FAO، منطبق ساختن این روش‌ها با شرایط اقلیمی به‌منظور به‌هنگام و اجرایی کردن این سند در دو دشت قزوین و فومنات به‌صورت پایلوت در دوره آماری ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵ انجام شده است. با توجه به اینکه سند ملی آب با استفاده از روش پنمن-مانتیث- فائو انجام شده است و همچنین هزینه بالای استفاده از لایسیمتر در سطح دشت، در این تحقیق نیز این روش مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی

مناطق مورد مطالعه در این تحقیق شامل دشت قزوین (به‌عنوان نماینده مناطق خشک کشور) در استان قزوین و دشت فومنات (به‌عنوان نماینده مناطق مرطوب کشور) در استان گیلان است. دشت قزوین محدود به طول‌های شرقی '۲۰ °۴۹ تا '۳۴ °۵۰ و عرض‌های شمالی '۳۸ °۳۵ تا '۲۱ °۳۶ است که از سمت شمال به رشته کوه البرز و از سایر جهات به مرز جغرافیایی استان قزوین محدود می‌شود. این محدوده شامل قسمت‌هایی از زیرحوضه آبریز دریاچه نمک واقع در حوضه آبریز مرکزی است. دشت فومنات از لحاظ مختصات جغرافیایی، محدود به طول‌های شرقی '۵ °۴۹ تا '۳۴ °۴۹ و عرض‌های شمالی ' ۴ °۳۷ تا '۳۴ °۳۷ است. اراضی این محدوده از سمت شمال به دریای خزر و از سمت جنوب به رشته کوه البرز محدود می‌شود که شامل قسمت‌هایی از زیرحوضه آبریز واقع در حوضه آبریز دریای خزر است.

مبانی سند ملی آب و نرم‌افزار OPTIWAT

از جمله نرم‌افزارهایی که جهت براورد نیاز آبی کشور تهیه شده است می‌توان به NETWAT و OPTIWAT اشاره کرد. نرم‌افزار

OPTIWAT برای براورد نیاز آبی گیاهان باغی و زراعی طبق نشریه شماره ۵۶ فائو تهیه شده است. با توجه به اینکه نتایج تحقیق حاضر با نتایج نرم‌افزار OPTIWAT مقایسه می‌شود، این نرم‌افزار به‌طور مختصر معرفی می‌شود.

در نرم‌افزار OPTIWAT، براورد نیاز آبی گیاهان در شرایط استاندارد (بدون تنش رطوبت یا شوری) و غیر استاندارد (وجود تنش رطوبت یا شوری) امکان‌پذیر است. این نرم‌افزار دارای بانک اطلاعاتی ایستگاه‌های هواشناسی، دشت‌های کشاورزی و اطلاعات گیاهی در سطح کشور بوده و با تعریف نوع آبیاری و راندمان‌های مربوطه می‌تواند نیاز آبی خالص و ناخالص را براورد کند. با مشخص کردن نحوه مدیریت آبیاری، برنامه‌ریزی آبیاری را نیز در شرایط متفاوت مدیریتی ارائه می‌دهد. درصورتی‌که آب آبیاری شور بوده و یا کمبود آبی وجود داشته باشد، میزان تلفات محصول را محاسبه می‌کند. در این نرم‌افزار، تبخیر و تعرق را می‌توان به چهار روش پنمن- مانتیث- فائو، هارگریوز- سامانی، جنسن- هیز اصلاح شده و تبخیر از تشت تبخیر کلاس A به‌صورت ماهانه، ۱۰ روزه و یا روزانه براورد کرد.

مطالعات هواشناسی

با توجه به اینکه بیشتر محاسبات نیاز آبی گیاهان مبتنی بر پارامترهای هواشناسی است، در این تحقیق ابتدا مطالعات هواشناسی انجام شد. برای این منظور، در دشت قزوین، از داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های امین‌آباد، باغ کوثر، دوشان تپه، کرج، خرمدره، مامازن، تاکستان، زنجان، بوئین‌زهرا، آوج، قزوین، خیرآباد زنجان، مگسال، نیروگاه شهید رجائی و تهران و در دشت فومنات از داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های بندر انزلی، آستارا، رامسر، رشت، لاهیجان، پرند، پاسیخان، پیلیمبرا (نهالستان) و رودبار گیلان استفاده شده است.

برای پردازش حجم عظیم داده‌های اقلیمی این ایستگاه‌ها، با تعریف دوره آماری ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵ به‌عنوان دوره آماری شاخص از دستورالعمل‌های فنی و تخصصی FAO و سازمان هواشناسی جهانی (WMO) استفاده شد. قبل از آنالیز داده‌ها باید از کیفیت آنها و همچنین کامل بودن سری آماری اطمینان حاصل شود. بدون ارزیابی صحیح داده‌های نقطه‌ای و منطقه‌ای، انجام تحلیل‌های پیچیده آماری، سینوپتیک و دینامیک، نتایج قابل اعتمادی به‌دست نمی‌آید. برای این منظور، از روش ران تست (Run Test) استفاده شد و کلیه داده‌هایی که اشتباه به‌نظر می‌رسیدند با توجه به سری‌های بلندمدت آنها کنترل کیفی شد و در پاره‌ای موارد با استفاده از روابط فیزیکی و ترمودینامیک، صحت آنها ارزیابی شد. پس از انجام این عملیات، شکاف‌های آماری پر شد و سپس طول دوره آماری به دوره شاخص تطویل شد. تطویل دوره آماری برای پارامترهای هواشناسی مانند حداکثر و حداقل دمای روزانه، ساعات آفتابی، میانگین سرعت باد روزانه، حداکثر رطوبت نسبی هوا، حداقل رطوبت نسبی هوا و فشار هوا در سطح ایستگاه انجام شد. نتایج این محاسبات در گزارش مطالعات طرح به‌هنگام‌سازی و اجرایی نمودن سند ملی الگوی مصرف بهینه آب کشاورزی که توسط سازمان هواشناسی و دانشگاه فردوسی مشهد تدوین شده است، در سطح دشت قزوین و فومنات ارائه شده است.

براورد نیاز آبی محصولات

پس از آماده کردن اطلاعات هواشناسی، برای به‌روزرسانی سند ملی آب، اطلاعات مورد نیاز از قبیل زمان شروع و پایان مراحل رشد گیاه، نوع آبیاری، ارتفاع گیاه، عمق ریشه و سایر پارامترهای مورد نیاز تهیه شد. برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل، از آنجا که جدیدترین و کامل‌ترین اثر در رابطه با مفاهیم آب مورد نیاز گیاهان و جمع‌بندی روش‌های تخمینی آن مربوط به نشریه شماره ۵۶ فائو است، در این تحقیق نیز به‌عنوان مرجع اصلی استفاده می‌شود. در این روش، براورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع در مکان مورد نظر دقیق بوده، مبنای فیزیکی داشته و عوامل فیزیولوژیک و آئرودینامیک را به‌طور صریح با هم ترکیب می‌کند. همچنین روش‌هایی نیز برای براورد داده‌های گمشده آب‌وهوایی ارائه می‌کند. برای محاسبه

این پارامتر، نیاز به داشتن آمار دقیق هواشناسی است که در بند قبلی تشریح شد. برای کسب اطلاعات بیشتر، به آلن و همکاران (۱۰) مراجعه شود.

در این مطالعه، میانگین ۳۰ ساله هر یک از پارامترها به‌صورت روز به روز محاسبه شد و با استفاده از رابطه پنمن- مانتیث- فائو، میزان تبخیر و تعرق پتانسیل روزانه بر مبنای ماه‌ها و سال‌های میلادی محاسبه شد و سپس به ماه‌ها و سال‌های شمسی تبدیل شد. با استفاده از نتایج محاسبات، نقشه‌های دهک‌های اول و دوم و سوم و میانگین ماهانه و سالانه ترسیم شد.

نتایج و بحث

مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه و سالانه محاسبه شده برای ایستگاه‌های هواشناسی منتخب دشت‌های قزوین و فومنات به‌ترتیب در جداول (۱ و ۲) ارائه شده است.

بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که در ایستگاه‌های داخل دشت قزوین، شامل نیروگاه، مگسال، قزوین و تاکستان، مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه بین ۱۳۳۰ میلی‌متر در قزوین تا ۱۵۸۷/۱ میلی‌متر در تاکستان متغیر است. بیشترین مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل در سه ماه تابستان مشاهده می‌شود، همچنین، در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه در دشت فومنات که در داخل منطقه یا در فاصله نزدیکی از آن قرار دارند، مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه بین ۷۴۳ میلی‌متر در رشت تا ۸۰۹ میلی‌متر در پسیخان متفاوت است. در مقیاس ماهانه، بیشترین مقدار تبخیر و تعرق در دشت فومنات در سه ماه خرداد، تیر و مرداد مشاهده می‌شود.

با توجه به جداول (۱ و ۲)، نقشه خطوط تراز هم‌تبخیر و تعرق برای تمامی دهک‌ها و ماه‌ها در دشت‌های قزوین و فومنات با استفاده از نرم‌افزار GIS ترسیم شد که به‌عنوان نمونه نقشه‌های هم‌تبخیر و تعرق مهرماه در شکل‌های (۱ و ۲) به‌ترتیب برای دشت‌های قزوین و فومنات ارائه شده است.

در شکل (۱)، مناطقی که میزان تبخیر وتعرق آنها بیشتر از مناطق اطراف است با حرف H نشان داده شده‌اند. فواصل خطوط تراز تبخیر و تعرق بالقوه درنقشه دهک‌ها اغلب ۰/۰۵ میلی‌متر و در برخی موارد ۰/۰۱ میلی‌متر، در نقشه‌های ماهانه اغلب دو میلی‌متر و در برخی موارد یک میلی‌متر انتخاب شده است. براساس خطوط هم‌تبخیر و تعرق ترسیم شده، برای هر نقطه در دشت‌ها از جمله در نقاط فاقد ایستگاه، میزان تبخیر و تعرق متناسب آن محل حاصل می‌شود که می‌توان آن را با نتایج سند ملی آب مقایسه کرد. نتایج تحقیق حاضر با خروجی‌های نرم‌افزار OPTIWAT مقایسه می‌شود.

برای بررسی بهتر موضوع و درک صحیح آن، چهار ایستگاه تاکستان، بوئین‌زهرا، باغ کوثر و قزوین در نظر گرفته شد. مقدار تبخیر و تعرق بالقوه روزانه در این ایستگاه‌ها از نرم‌افزار OPTIWAT استخراج و با رسم نمودار مربوطه باهمدیگر مقایسه شد (شکل ۳). نتایج محاسبات این تحقیق نیز در شکل (۴) ارائه شده است.

با توجه به اینکه داده‌های اقلیمی واحد برای براورد تبخیر و تعرق در این ایستگاه‌ها استفاده شده است، مقادیر تبخیر و تعرق مربوط به ایستگاه‌ها اختلاف چندانی باهم ندارند و تفاوت جزئی نیز به‌دلیل مشخصات جغرافیایی آن نقاط است.

در ادامه نتایج حاصل از روش‌های تحقیق حاضر و OPTIWAT برای تمامی ایستگاه‌ها مقایسه شد که نتایج در جدول (۳) ارائه شده است. همچنین با توجه به اینکه حداکثر اختلاف در ایستگاه تاکستان در دشت قزوین مشاهده شد نتایج ایستگاه تاکستان به‌عنوان نمونه در شکل (۵) ارائه شده است.

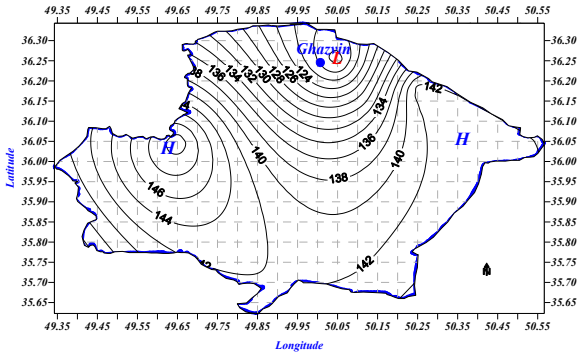
همانطورکه مشاهده می‌شود، مقادیر متوسط تبخیر و تعرق در تمامی ماه‌ها در نرم‌افزار OPTIWAT کمتر از مقدار نیاز واقعی براورد شده است. حداقل و حداکثر این اختلاف به‌ترتیب برابر با ۱/۴ درصد در فروردین و ۸۷/۷ درصد در آبان‌ماه مشاهده شده است. نتایج نشان داد که به‌طور متوسط ۴۰/۶ درصد تبخیر و تعرق نسبت به سند ملی آب در ایستگاه تاکستان افزایش یافته است که با نتایج تحقیقات محمدیان و همکاران (۸) با ۳۰ درصد افزایش و عرفانیان و همکاران (۶) با ۴۷ درصد هم‌خوانی دارد.

جدول ۱. میانگین ماهانه و جمع سالانه تبخیرو تعرق (برحسب میلی‌متر) محدوده مطالعاتی دشت قزوین

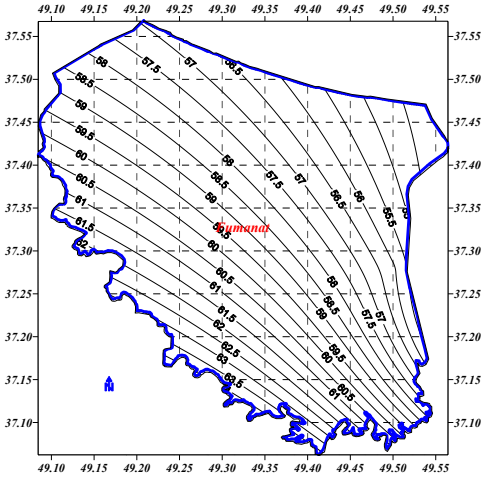
ماه	امین‌آباد	باغ کوثر	دوشان تپه	کرج	خرمدره	مامازن	تاکستان	زنجان	آوج	بوئین‌زهرا	قزوین	خیرآباد زنجان	مگسال	نیروگاه	تهران
فروردین	۱۰۷/۳	۹۱/۳	۱۱۱/۷	۹۵/۸	۸۴/۷	۱۰۹/۴	۹۱/۱	۷۴/۶	۶۸/۷	۸۵/۸	۸۳/۱	۶۳/۴	۷۹/۲	۹۱/۵	۱۳۳/۴
اردیبهشت	۱۶۰/۹	۱۲۵/۹	۱۷۶/۲	۱۳۴/۷	۱۱۴/۳	۱۵۴/۷	۱۲۸/۵	۱۰۰/۵	۱۰۰/۹	۱۱۹/۶	۱۰۸/۷	۸۳/۴	۱۱۲/۳	۱۳۳/۲	۲۰۴/۶
خرداد	۲۳۳/۱	۱۹۴/۳	۲۵۲/۳	۲۰۷/۷	۱۷۸/۱	۲۲۷	۲۰۴/۳	۱۵۲	۱۵۳/۲	۱۸۴/۶	۱۷۸/۳	۱۳۶	۱۷۰/۷	۲۲۱/۷	۳۰۵/۷
تیر	۲۸۰/۳	۲۵۱/۹	۲۵۱	۲۷۱/۴	۲۴۷/۵	۲۸۵/۸	۲۷۴/۹	۲۰۵/۶	۲۰۰/۱	۲۳۵/۲	۲۳۶/۴	۱۷۸	۲۱۸/۳	۲۶۷/۸	۳۵۴/۳
مرداد	۲۶۱/۸	۲۵۵/۴	۲۳۹/۵	۲۵۱/۲	۲۵۵/۷	۲۸۶/۲	۲۷۵/۳	۲۲۲/۵	۲۱۳/۴	۲۴۲/۳	۲۳۶/۱	۲۰۴/۷	۲۲۲/۸	۲۷۹/۷	۳۲۰
شهریور	۲۲۵/۲	۲۲۲/۳	۲۰۳/۵	۲۱۴/۳	۲۱۵/۱	۲۴۲/۴	۲۳۰/۸	۱۸۲/۷	۱۸۶/۵	۲۱۳/۷	۱۹۷/۸	۱۶۹/۹	۱۹۵/۵	۲۳۲/۳	۲۶۶/۸
مهر	۱۵۴/۷	۱۴۱/۴	۱۳۵/۹	۱۳۰/۶	۱۳۵/۴	۱۵۷/۳	۱۵۱/۳	۱۰۹/۶	۱۲۱/۳	۱۴۱/۱	۱۱۶/۹	۱۰۱/۹	۱۲۹/۷	۱۴۲/۹	۱۷۳/۱
آبان	۸۹/۳	۷۷/۹	۷۰/۶	۷۰/۷	۶۷/۳	۹۱/۲	۸۰/۴	۵۴/۹	۶۴/۴	۷۹/۵	۵۸/۲	۵۳/۱	۷۳/۶	۷۷/۱	۹۰/۸
آذر	۴۶/۲	۴۱/۶	۳۳/۷	۳۴/۹	۳۵/۲	۴۹/۲	۴۱/۲	۳۱/۹	۳۵/۴	۴۳	۲۸/۲	۳۱/۳	۴۰	۳۹/۳	۴۲/۱
دی	۳۵/۲	۲۸/۵	۲۳/۳	۲۷/۵	۲۷/۹	۳۶	۲۹/۵	۲۲/۵	۲۵/۹	۳۰	۱۸/۱	۲۰/۶	۲۸/۳	۲۶/۲	۳۱
بهمن	۴۱/۸	۳۱/۱	۳۱/۳	۳۲/۷	۲۸/۸	۳۹/۳	۳۰/۷	۲۳/۱	۲۶/۲	۳۱/۷	۲۳/۲	۲۲/۵	۳۰	۲۷/۸	۴۱/۶
اسفند	۶۵/۱	۴۹/۱	۵۶/۴	۵۲/۶	۴۳/۵	۵۹/۲	۵۰/۸	۳۷/۳	۳۷/۲	۴۸/۹	۴۵	۳۱/۳	۴۵/۵	۴۷/۶	۷۰
سالانه	۱۷۰۰/۹	۱۵۱۰/۷	۱۵۸۵/۴	۱۵۲۴/۱	۱۴۳۳/۵	۱۷۳۷/۷	۱۵۸۸/۸	۱۲۱۷/۲	۱۲۳۳/۲	۱۴۵۵/۴	۱۳۳	۱۰۹۶/۱	۱۳۴۵/۹	۱۵۸۷/۱	۲۰۳۳/۴

جدول ۲. میانگین ماهانه و جمع سالانه تبخیر و تعرق (برحسب میلی‌متر) محدوده مطالعاتی دشت فومنات

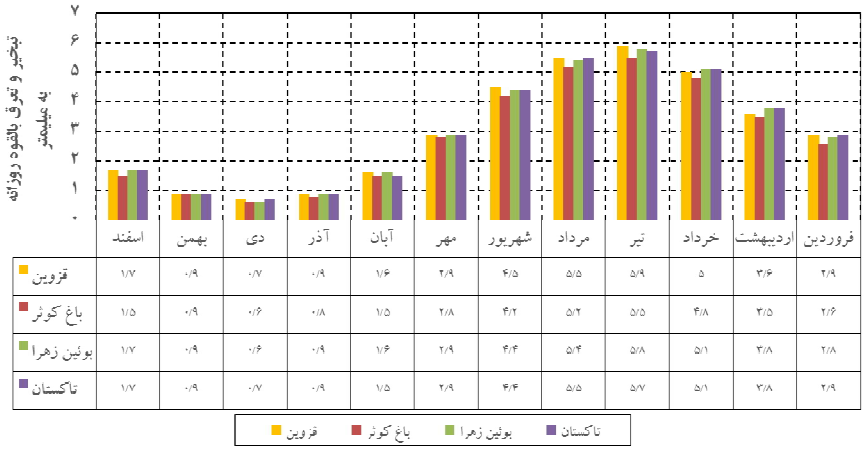
ماه	بندر انزلی	آستارا	رامسر	رشت	لاهیجان	پرند	پاسیخان	پیلیمبرا	رودبار گیلان
فروردین	۵۴/۸	۵۵/۸	۵۳/۳	۵۸/۹	۷۵/۷	۶۰/۸	۶۶	۶۳/۹	۸۷/۳
اردیبهشت	۸۲/۱	۸۳/۱	۷۶/۲	۸۲/۴	۹۷/۹	۸۶/۹	۹۳/۱	۹۰/۸	۱۱۵/۸
خرداد	۱۱۹	۱۲	۱۰/۴	۱۱/۳	۱۲/۳	۱۱/۵	۱۲/۱	۱۱/۹	۱۳۹/۵
تیر	۱۳۳	۱۳۳	۱۱/۲	۱۲	۱۳/۳	۱۲/۶	۱۲/۸	۱۳	۱۵۰/۶
مرداد	۱۲۳	۱۲۲	۱۰/۶	۱۱/۳	۱۲/۶	۱۲	۱۲	۱۲/۳	۱۴۳/۵
شهریور	۸۹/۲	۸۶/۳	۷۹/۸	۸۰/۲	۹۵/۹	۹۰/۳	۹۱/۳	۹۱/۷	۱۱۴/۵
مهر	۵۵	۵۱/۵	۵۳/۷	۵۰/۲	۶۴	۵۶/۱	۵۸/۱	۵۷/۸	۷۸/۵
آبان	۳۰/۸	۲۶/۹	۳۱/۲	۲۸/۹	۴۰/۴	۳۰/۹	۳۱/۷	۳۴/۶	۵۰/۵
آذر	۲۱/۳	۱۷/۵	۲۰/۱	۱۹/۳	۲۸/۸	۱۹/۶	۱۹/۸	۲۳/۲	۳۶/۹
دی	۱۸/۳	۱۶/۲	۱۷/۹	۱۸/۷	۲۶/۵	۱۷/۷	۱۸/۱	۲۱/۸	۳۴/۱
بهمن	۲۳/۱	۲۱/۸	۲۴/۳	۲۴	۳۴	۲۳/۷	۲۴/۲	۲۸	۴۰/۲
اسفند	۳۰/۹	۳۱/۱	۳۱/۶	۳۳/۱	۴۳/۹	۳۳/۶	۳۵/۸	۳۷/۱	۵۲
سالانه	۷۸۰/۵	۶۵۷/۲	۴۲۰/۳	۴۳۰/۳	۵۴۵/۳	۴۵۵/۷	۴۷۵	۴۸۶/۱	۱۰۴۳/۴



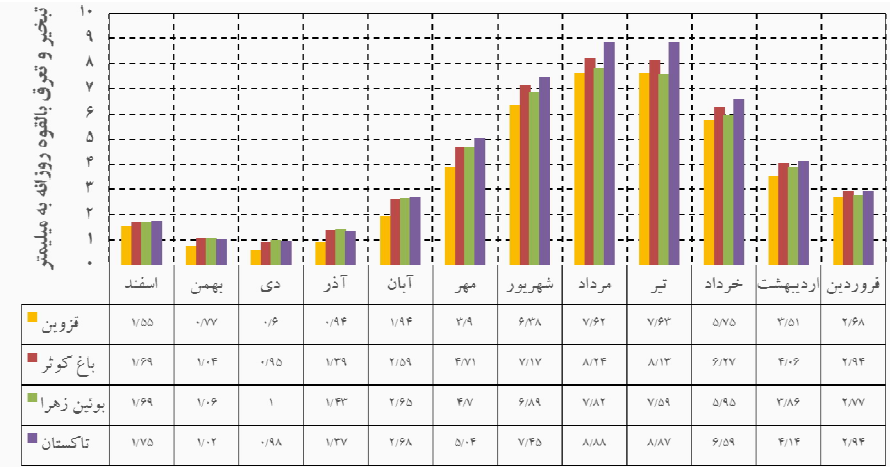
شکل ۱. نقشه خطوط تراز هم‌تبخیر و تعرق ماهانه دشت قزوین در مهرماه طی دوره ۳۰ سال (۲۰۰۵-۱۹۷۶)



شکل ۲. نقشه خطوط تراز هم‌تبخیر و تعرق ماهانه دشت فومنات در مهرماه طی دوره ۳۰ سال (۲۰۰۵-۱۹۷۶)



شکل ۳. نتایج محاسبات تبخیر و تعرق بالقوه با نرم‌افزار OPTIWAT در ایستگاه‌های منتخب. (رنگی در نسخه الکترونیکی)



شکل ۴. نتایج محاسبات تبخیر و تعرق بالقوه تحقیق حاضر در ایستگاه‌های منتخب

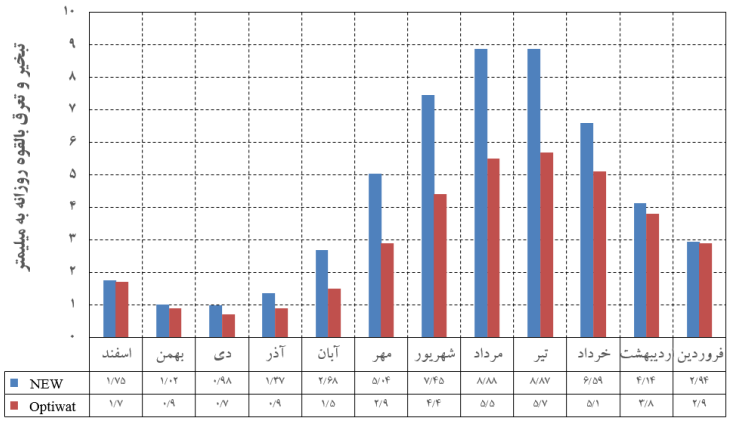
جدول ۳. اختلاف مشاهده شده در محاسبه نیاز آبی در OPTIWAT و تحقیق حاضر (درصد)

	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
قزوین	۸	۳	۱۳	۲۳	۲۸	۲۹	۲۶	۱۸	۴	۱۷	۱۷	۱۰
باغ کوثر	۱۲	۱۴	۲۳	۳۲	۳۷	۴۱	۴۱	۴۲	۴۲	۳۷	۱۳	۱۱
بوئین‌زهرا	۱	۲	۱۴	۲۴	۳۱	۳۶	۳۸	۴۰	۳۷	۴۰	۱۵	۱
تاکستان	۱	۸	۲۳	۳۶	۳۸	۴۱	۴۲	۴۴	۳۴	۲۹	۱۲	۳

نتایج نشانگر آن است که در برخی موارد، سند ملی، میزان نیاز خالص آبی را بیشتر از مقدار مورد نیاز و در برخی موارد کمتر پیش‌بینی کرده است. با توجه به بررسی نمودارهای حاصله در ایستگاه‌ها و مقایسه آن با نتایج نرم‌افزار OPTIWAT دلیل این اختلاف‌ها در جدول (۴) ارائه شده است.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق برای به‌هنگام کردن سند ملی آب، نیاز آبی الگوی



	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین
NEW	۱/۷۵	۱/۰۲	۰/۹۸	۱/۳۷	۲/۶۸	۵/۰۴	۷/۴۵	۸/۸۸	۸/۸۷	۶/۵۹	۴/۱۴	۲/۹۴
Optiwat	۱/۷	۰/۹	۰/۷	۰/۹	۱/۵	۲/۹	۴/۴	۵/۵	۵/۷	۵/۱	۳/۸	۲/۹

شکل ۵. مقایسه نتایج محاسبه تبخیر و تعرق بالقوه به روش جدید و داده‌های پالایش شده با روش محاسبه OPTIWAT در ایستگاه تاکستان

جدول ۴. دلایل اختلاف بین مقادیر تبخیر و تعرق تحقیق حاضر با نتایج نرم‌افزار OPTIWAT

تحقیق حاضر	OPTIWAT
دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۷۶ به‌عنوان دوره شاخص تعریف شده است.	محاسبات انجام شده در نرم‌افزار OPTIWAT براساس داده‌های اقلیمی هر ایستگاه از بدو تأسیس است.
در محاسبات جدید، براساس آخرین دستورالعمل‌های فنی و تخصصی سازمان‌های FAO و WMO جهت تصحیح، تکمیل، تطویل و پر نمودن خلأ آماری استفاد شده است. در این تحقیق، برای تصحیح داده‌های غلط از روابط فیزیکی و ترمودینامیک آنها استفاده شده است.	تصحیحات جدی روی داده‌ها صورت نگرفته است. بازسازی و پر نمودن شکاف‌های داده‌ها براساس دستورالعمل‌های فنی و تخصصی سازمان جهانی هواشناسی صورت نگرفته است.
با توجه به تعریف دوره شاخص و تنوع زیاد ایستگاه‌ها، نتایج مربوط به ایستگاه‌ها متفاوت است.	از شباهت‌های اقلیمی در محاسبات استفاده شده است. یعنی از داده‌های نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی استفاده شده است، به‌طوری‌که نتایج محاسبه ETo بسیاری از ایستگاه‌ها، یکسان است.

کشت گیاهان به‌صورت پایلوت برای دو دشت قزوین در استان قزوین و دشت فومنات در استان گیلان با روش پنمن- مانتیث و با استفاده از اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی محدوده طرح محاسبه شد و نتایج آن با سند ملی آب ایران مقایسه شد. مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه بین ۱۳۳۰ تا ۱۵۸۷/۱ میلی‌متر در دشت قزوین و ۷۴۳ تا ۸۰۹ میلی‌متر در دشت فومنات متغیر است. با ترسیم نقشه‌های هم‌تبخیر و تعرق، مقدار آن برای هر نقطه در دشت‌ها قابل محاسبه است. با مقایسه نتایج سند ملی آب و OPTIWAT مشاهده شد که به‌طور متوسط ۴۰/۶ درصد تبخیر و تعرق در ایستگاه تاکستان نسبت به سند ملی آب بیشتر است. یکسان نبودن طول دوره آماری، صحت داده‌های استفاده شده، دوره شاخص آماری و نوع ایستگاه‌های استفاده شده از جمله دلایل اختلاف مقادیر است. با توجه به نتایج تحقیق و مقایسه با تحقیقات مشابه، پیشنهاد می‌شود سند ملی آب برای همه دشت‌ها بازنگری شود.

منابع مورد استفاده

۱. هژبر، ح.، معاضد، ه. و شکری کوچک، س. ۱۳۹۳. براورد تبخیر و تعرق مرجع با استفاده از مدل‌های تجربی، مدل‌سازی آن با

شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه آن با داده‌های لایسیمتری در ایستگاه کهریز ارومیه، *فصل‌نامه مهندسی آبیاری و آب* ۴(۱۵): ۲۵-۱۳.

۲. کریمی، س.، ج شیری، ا. ح. ناظمی. ۱۳۹۲. تخمین تبخیر و تعرق روزانه گیاه مرجع با استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی (ANN و ANFIS) و معادله‌های تجربی، *نشریه دانش آب و خاک* ۲۳(۲): ۱۵۸-۱۳۹.

۳. سلطانی، ا.، س. م. میرلطیفی و ح. دهقانی سانیج. ۱۳۹۱. براورد تبخیر – تعرق مرجع با استفاده از داده‌های محدود هواشناسی در شرایط اقلیمی مختلف. *نشریه آب و خاک مشهد (علوم و صنایع کشاورزی)* ۲۶(۱): ۱۴۹-۱۳۹.

۴. شرقی، ط.، ح. ابرقویی، م. ا. اسدی، م. ر. کوثری. ۱۳۸۹. براورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع با استفاده از روش فائو-پنمن- مانتیث و پهنه‌بندی آن در استان یزد، *فصلنامه خشک بوم* ۳(۱): ۳۳-۲۵.

۵. شرکت آب منطقه‌ای مازندران. ۱۳۹۲. گزارش الگوی کشت و نیاز آبی وضع موجود – مطالعات پایه طرح مطالعات ایمنی، پایداری، بهره‌برداری، مرمت و بازسازی، سدهای مخزنی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی استان مازندران، شرکت مهندسی منابع آب وخاک. مازندارن.

۶. عرفانیان، ا. س. م.، ا. علیزاده و آ. محمدیان. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات احتمالی نیاز کنونی آبیاری گیاهان نسبت به ارقام مندرج در سند ملی آبیاری. *نشریه آبیاری و زهکشی ایران* ۴(۳): ۴۹۲-۴۷۸.

۷. قمرنیا، ه. و س. سپهری. ۱۳۸۸. محاسبه آب مورد نیاز الگوی کشت‌های مختلف با روش پنمن مانتیث و مقایسه آن با نتایج سند ملی آب ایران، هشتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه شیراز.

۸. محمدیان، خ. ک. آ.، ا. علیزاده و س. جوانمرد. ۱۳۸۴. محاسبه میزان تبخیر و تعرق با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های غیرمرجع در ایران، *مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی* ۶(۱۳): ۸۴-۶۷.

۹. مینائی، س. و آ. مادح خاکسار. ۱۳۸۲. بررسی و نقدی بر روش و مقادیر محاسبه نیاز آبی سند ملی آب، یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران.

10. Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Reas and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration. Irrigation and Drainage, FAO Rome.

11. Minaie, S. and M. A. Khaksar. 2002. Review and critique of the method of calculating the amount of water needed water Khuzestan national document. *In:* Proceeding of the Eleventh Congress of the Iranian National Committee on Irrigation and Drainage.

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)
Vol. 22, No. 2, Summer 2018, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Updating and Reviewing of the Document of National Water in Ghazvin and Fomanat Plains

M. Barahimi[1*] and I. Ghazi[2]

(Received: February 8-2016 ; Accepted: September 11-2016)

Abstract

Determination of the required water for crop and irrigation programing is of major importance in the sustainable use of water resources. The national water document is the output of the 'net irrigation required for crops', which is presented for the optimum allocation of water resources for the demands. The Penman-Monteith-FAO method is used in the calculation. Updating the national water document is necessary to overcome its some limitations, and to provide more adaptation to the plains conditions of the country. The objective of this study was the recognition of the existing problems of the water national document and appropriate method development for implementing in the country plains. In this regard, the required water of different crop patterns was calculated using the Penman-Monteith-FAO method in the Ghazvin plain (as a dry plain), Ghazvin province, and Fomanat plain (as a wet plain), in Fomanat province, in the period of 1976-2005. The results were compared to the water national document. It was shown that annual potential evatranspiration varied between 1330 and 1587.1 mm in the Ghazvin plain, and between 743 and 809 mm in the Fomanat plain. The calculated evapotranspiration in the present study was about 40.6% more than water national document in the Takestan station, in Ghazvin plain, as a sample station.

Keywords: Dry and Wet Area, Optimum Allocation, Water Resources

1. Water Resources Department, Faculty of Civil Engineering, Shakhes Pajouh Research Institute, Isfahan, Iran.
2. Civil Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, Shakhes Pajouh Research Institute, Isfahan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: mbarahimi@yahoo.com